

اثر سری‌های کشت مخلوط افزایشی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) با

زعفران (*Crocus sativus* L.) بر عملکرد و اجزای عملکرد

- سرور خرم‌دل<sup>۱\*</sup>، پرویز رضوانی مقدم<sup>۲</sup>، قربانعلی اسدی<sup>۳</sup> و ابوالفضل میرشکاری<sup>۴</sup>
- ۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.
  - ۲- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.
  - ۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.
  - ۴- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۰۸

#### چکیده

به منظور مطالعه تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) با زعفران (*Crocus sativus* L.) بر عملکرد و اجزای عملکرد هر دو گونه، آزمایشی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در دو سال زراعی ۱۳۹۲-۹۳ و ۱۳۹۳-۹۴ اجرا شد. نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی شامل ۱۰۰٪ زعفران+۲۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز، ۱۰۰٪ زعفران+۴۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز، ۱۰۰٪ زعفران+۶۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز، ۱۰۰٪ زعفران+۸۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز، ۱۰۰٪ زعفران+۱۰۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز و کشت خالص هر دو گیاه به عنوان تیمار مدنظر قرار گرفتند. زعفران و زیره سبز به ترتیب بر اساس تراکم مطلوب ۵۰ بانه در متر مربع و ۱۲۰ بوته در متر مربع کاشته شدند. نتایج نشان داد که اثر نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی زیره سبز بر تعداد گل، وزن تر گل و وزن خشک کلاله زعفران معنی‌دار ( $P \leq 0/01$ ) بود. بیشترین وزن تر گل و وزن خشک کلاله زعفران برای کشت خالص زعفران به ترتیب با ۲۹۱/۸۷ و ۲/۷۷ گرم بر متر مربع بدست آمد. بالاترین مقادیر این صفات در مقایسه بین نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی با زیره سبز برای نسبت ۱۰۰٪ زعفران+۶۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز به ترتیب برابر با ۲۱۴/۳۴ و ۱/۹۸ گرم بر متر مربع حاصل شد. اجزای عملکرد و عملکرد بیولوژیکی، دانه و اسانس زیره سبز به طور معنی‌داری تحت تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط با زعفران قرار گرفت ( $P \leq 0/01$ ). بیشترین عملکرد بیولوژیکی و دانه برای کشت خالص به ترتیب برابر با ۲۴۳/۰۸ و ۱۲۰/۸۷ گرم بر متر مربع بدست آمد. بالاترین مقادیر این صفات در مقایسه بین الگوهای کشت مخلوط برای نسبت ۱۰۰٪ زعفران+۱۰۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز به ترتیب با ۱۷۱/۱۵ و ۸۴/۹۰ گرم بر متر مربع بدست آمد. با افزایش درصد حضور زیره سبز از ۲۰ به ۱۰۰ درصد در کشت مخلوط با زعفران، عملکرد اسانس به ترتیب ۷۷، ۶۱، ۳۹ و ۱۹ درصد افزایش یافت. دامنه نسبت برابری زمین زعفران و زیره سبز به ترتیب بین ۱-۲۸٪ و ۱-۱۶٪ محاسبه گردید. بالاترین مجموع نسبت برابری زمین برای نسبت ۱۰۰٪ زعفران+۶۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز با ۱/۱۲ بدست آمد. بدین ترتیب، بر اساس نتایج توصیه می‌شود که کشت مخلوط زعفران با گیاهان دارویی نظیر زیره سبز به منظور بهبود عملکرد این گونه ارزشمند مد نظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد اسانس، گیاه دارویی، نسبت برابری زمین، وزن کلاله.

## مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) به عنوان گیاه زراعی نقدینه (Rangahau, 2003)، یکی از قدیمی‌ترین محصولات ایران به ویژه در نواحی مرکزی و جنوبی خراسان محسوب می‌شود (Behdani, 2005) و به عنوان گران‌ترین محصول کشاورزی و دارویی جهان از جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران برخوردار است، به طوری که ۹۰ درصد از تولید زعفران دنیا به ایران تعلق دارد (Arslan et al., 2007; Mohammad-Abadi et al., 2006). قربانی و کوچکی (Ghorbani and Koocheki, 2006) گزارش کردند که زعفران اقتصادی‌ترین گیاه زراعی در سیستم‌های کشاورزی کم‌نهاد در جنوب خراسان محسوب می‌شود. علی‌رغم قدمت کاشت زعفران در مقایسه با بسیاری از محصولات رایج در کشور، این گیاه از فناوری‌های نوین، سهم کمتری داشته و تولید آن بیشتر متکی بر دانش بومی می‌باشد (Koocheki, 2004). نتایج تحقیقات نشان داده است که گسترش کاشت این گیاه در مناطق بسیار کم‌باران و دارای زمستان سرد و تابستان گرم گسترش دارد (Kafi et al., 2002a). برخی مطالعات (Azizi-Zohan et al., 2008; Rahmati, 2003) مؤید این مطلب است که زعفران یکی از کارآمدترین گیاهان از نظر مصرف آب در جهان محسوب می‌شود و از نظر نیاز به عناصر غذایی نیز گیاهی کم‌توقع می‌باشد. این گیاه بخشی از دوره رویشی را که معمولاً مصادف با اردیبهشت تا مهر ماه می‌باشد در حالت رکود سپری می‌کند، به طوری که مزرعه آن طی این دوره فاقد اندام‌های رویشی است (De-maastro and Ruta, 1993; Farhoodi et al., 2003; Kafi et al., 2002a). بنشاپ (Benschop, 1993) اظهار نمود اگرچه بنه‌های زعفران طی تابستان در حال رکود می‌باشند، ولی از آنجا که معمولاً القای گلدهی طی این دوره شکل می‌گیرد، لذا بهبود شرایط محیطی می‌تواند نقش بسزایی بر گلدهی و عملکرد اقتصادی آن داشته باشد. مولینا و همکاران (Molina et al., 2005) بیان داشتند که وجود درجه حرارت‌های بالا در تابستان باعث تأخیر در ظهور گل و در نتیجه کاهش عملکرد می‌شود. مک‌گیمپسی و همکاران (Mc Gimpsey et al., 1997) نیز بیان داشتند که عامل اصلی محدودکننده کشت زعفران علاوه بر هزینه کارگری زیاد، اقلیم سازگار با رشد آن می‌باشد.

وجود شرایط نامناسب برای رشد زعفران، گل‌انگیزی را کاهش می‌دهد که این امر کاهش عملکرد را به دنبال دارد (Kafi et al., 2002a; Negbi et al., 1989). در سال‌های اخیر نیز، بدلیل بروز مشکلات ناشی از افزایش درجه حرارت، تولید گل در این گیاه با ارزش با مشکل روبرو شده است (Negbi et al., 1989). گلوی و همکاران (Galavi et al., 2008) با مطالعه تأثیر تیمارهای کنترل درجه حرارت خاک بر رشد و عملکرد زعفران بیان نمودند که کنترل درجه حرارت خاک بدلیل مناسب‌تر شدن شرایط برای رشد بنه‌ها در خاک، باعث افزایش ظهور گل و برگ و طول کلاله و برگ زعفران شد.

بدین ترتیب، بنظر می‌رسد که کشت مخلوط زعفران با سایر گیاهان، بدلیل سایه‌اندازی بر سطح خاک به ویژه در دوره رکود زعفران، می‌تواند باعث خنک‌تر شدن سطح خاک شده و در نتیجه با بهبود شرایط برای رشد بنه، تولید گل و عملکرد زعفران را افزایش دهد. علاوه بر این، سیستم‌های مخلوط یکی از انواع نظام‌های پایدار هستند که با افزایش تنوع و پیچیدگی، موجب افزایش پایداری خواهند شد (Zhang and Li, 2003). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009) با مقایسه عملکرد زعفران در شرایط کشت خالص و مخلوط با سه گروه از گیاهان شامل غلات (گندم بهاره و پاییزه (*Triticum aestivum* L.))، حبوبات (عدس (*Lens culinaris* L.) و نخود (*Cicer* L.))، و گیاهان دارویی (اسفرزه (*Plantago arietinum* L.))، خاکشیر (*Discurinia sophias* L.)، سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)، زنیان (*Carum copticum* L.) و زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)) اظهار نمودند که مجموع ارزش نسبی تنها در کشت مخلوط زعفران با سیاهدانه و زنیان مشاهده شد. نتایج مطالعه کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2013) روی اثر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط گیاه دارویی مرزنجوش چندساله (*Origanum vulgare* L.) با زعفران نشان داد که کشت مخلوط موجب بهبود عملکرد زعفران شد. به طوری که بالاترین عملکرد برای کشت مخلوط یک ردیفی مشاهده شد. خسروی (Khosravi, 2005) با بررسی انواع سری‌های جایگزین کشت مخلوط دو گیاه زیره سیاه (*Bunim persicum* L.) و زعفران در یک دوره شش ساله گزارش نمود که کشت مخلوط دو گیاه باعث افزایش بهره‌وری زمین در مقایسه با تک‌کشتی شد؛ به طوری که بهترین

### مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی زیره سبز با زعفران بر عملکرد هر دو گونه، آزمایشی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در دو سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳ اجرا شد. تیمارها شامل نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی شامل ۱۰۰٪ زعفران + ۲۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز، ۱۰۰٪ زعفران + ۴۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز، ۱۰۰٪ زعفران + ۶۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز، ۱۰۰٪ زعفران + ۸۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز، ۱۰۰٪ زعفران + ۱۰۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز و کشت خالص هر دو گیاه بودند.

به منظور انجام عملیات آماده‌سازی زمین و تهیه بستر کاشت، از شخم و دیسک استفاده شد. بعد از انجام عملیات آماده‌سازی زمین ۳۰ تن کود دامی سرنده شده به صورت جداگانه به هر کرت اضافه و سپس با لایه ۳۰-۳۰ سانتی‌متری خاک به طور کامل مخلوط شد.

کاشت دستی زعفران روی ردیف‌هایی با فاصله بین ردیف ۲۵ سانتی‌متر در نیمه دوم شهریور سال اول بر اساس تراکم ۵۰ بانه در متر مربع به صورت کرتی در کرت‌هایی به ابعاد ۳×۱/۵ متر کاشته شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت زعفران و دومین آبیاری به منظور تسهیل در سبز شدن بانه‌ها بصورت سبک یک هفته بعد از آبیاری اول با هدف تسهیل در خروج جوانه‌های گل از خاک به شیوه نشتی انجام شد. در فاصله دو نوبت آبیاری یک مرتبه سله‌شکنی صورت گرفت.

زیره سبز به صورت تأخیری در اوایل اسفند ماه بر مبنای تراکم ۱۲۰ بوته در متر مربع (Nezami et al., 2009) در بین ردیف‌های زعفران به صورت دستی کاشته شد. بین کرت‌ها و بلوک‌ها به ترتیب ۵۰ و ۱۰۰ سانتی‌متر فاصله در نظر گرفته شد. عملیات تنک زیره سبز به منظور دستیابی به تراکم‌های مورد نظر در نیمه دوم فروردین ماه به صورت دستی انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله قبل از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر چهارده روز یکبار تا پایان فصل رشد ادامه یافت. بعد از کاشت زیره سبز در پایان فصل رشد و قبل از برداشت (پانزدهم تیر ماه)، اجزای عملکرد زیره سبز شامل تعداد شاخه جانبی در بوته، تعداد چتر در شاخه جانبی، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چترک و وزن هزار دانه از سطح ۱۰ بوته

نتیجه برای نسبت ۵۰:۵۰ بدست آمد. بهره‌گیری از کشت مخلوط منجر به کنترل بهتر علف‌های هرز شده و از طریق سایه‌اندازی گیاه همراه بر خاک، کاهش درجه حرارت خاک را موجب می‌گردد که برآیند این عوامل افزایش عملکرد را به دنبال خواهد داشت. فلاحی و همکاران (Fallahi et al., 2015) نیز اظهار داشتند که ساختار کانوپی و گسترش ریشه‌های گیاه زعفران باعث شده که بخش قابل توجهی از منابع مورد بهره‌برداری این گیاه قرار نگیرد. با این وجود، بدلیل ویژگی‌های خاص زعفران و دارا بودن آشیانه اکولوژیکی ویژه نسبت به سایر گیاهان (Kafi et al., 2002a; Koocheki et al., 2009; Koocheki et al., 1989; Negbi et al., 2013)، بایستی انتخاب گیاه همراه با دقت انجام شود.

زیره سبز گیاهی دارویی، علفی، کوچک و یکساله از خانواده چتریان می‌باشد که رشد و استقرار آن در مراحل ابتدایی رشد آهسته می‌باشد (Ghahraman, 1993; Omidbaigi, 2005). بذر این گیاه دارای مقادیر قابل توجهی اسانس است که در صنایع دارویی، غذایی، بهداشتی و آرایشی استفاده‌های فراوان دارد (Omidbaigi, 2005). همچنین از آنجا که حجم اندام‌های هوایی زیره سبز و توسعه سیستم ریشه‌ای آن کم می‌باشد، بنابراین مشخص است که این گیاه دارای قدرت رقابتی ضعیفی در مقابل علف‌های هرز می‌باشد (Kafi et al., 2002b). لذا، وجود علف‌های هرز می‌تواند رقابت شدید بر سر منابع را به دنبال داشته باشد. از طرف دیگر، توجه به گیاهان دارویی و تولید ارگانیک این گیاهان جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است، بنابراین، این نیاز احساس می‌شود که این گیاهان در محیطی بدون مصرف کودهای شیمیایی و سموم شیمیایی تولید شوند (Liebman, 2002).

بدین ترتیب، با توجه به اهمیت بکارگیری اصول کشاورزی پایدار در مدیریت بوم‌نظام‌های زراعی (Gliessman, 1997)، وجود پتانسیل تولید گونه‌های ارزشمند دارویی در کشور (Ghahraman, 1993; Omidbaigi, 2005) و در نظر گرفتن اهمیت اقتصادی زعفران (Rangahau, 2003; Ghorbani and Koocheki, 2006)، این آزمایش با هدف ارزیابی اثر نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی زعفران با زیره سبز بر اجزای عملکرد و عملکرد در شرایط آب و هوایی مشهد طراحی و اجراء شد.

## نتایج و بحث

## اثر نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی بر زیره سبز

## بر عملکرد گل و کلاله زعفران

نتایج تجزیه واریانس اثر نسبت‌های افزایشی کشت مخلوط زیره سبز بر تعداد و وزن گل و کلاله زعفران در جدول ۱ نشان داده شده است.

همانگونه که از جدول ۱ بر می‌آید، اثر نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی زیره سبز بر تعداد گل، وزن تر گل و وزن خشک کلاله زعفران معنی‌دار ( $p \leq 0.01$ ) بود. بالاترین تعداد گل مربوط به کشت خالص زعفران با  $408/80$  گل در متر مربع بود. در بین الگوهای کشت مخلوط بیشترین تعداد گل برای نسبت کشت مخلوط  $100\%$  زعفران +  $60\%$  تراکم مطلوب زیره سبز با  $467/67$  گل در متر مربع مشاهده شد که این میزان در مقایسه با نسبت‌های  $100\%$  زعفران +  $20\%$  تراکم مطلوب زیره سبز،  $100\%$  زعفران +  $40\%$  تراکم مطلوب زیره سبز و  $100\%$  زعفران +  $80\%$  تراکم مطلوب زیره سبز به ترتیب برابر با  $32.62$  و  $50$  درصد بالاتر بود. پایین‌ترین تعداد گل برای نسبت مخلوط  $100\%$  زعفران +  $100\%$  تراکم مطلوب زیره سبز با  $141/67$  گل در متر مربع حاصل شد (شکل ۱).

اندازه‌گیری و ثبت شد. تعیین عملکرد بیولوژیکی و دانه نیز پس از زرد شدن بوته‌ها و چترها با حذف اثرات حاشیه‌ای در پانزدهم تیر ماه انجام شد. به منظور استخراج اسانس،  $200$  گرم بذر انتخاب و محتوی اسانس با استفاده از روش تقطیر با بخار آب و کلونجر اندازه‌گیری شد. به منظور تسهیل در سبز شدن بونه‌ها و گلدهی یک نوبت آبیاری در مهر ماه هر دو سال انجام شد. برای تعیین عملکرد گل و کلاله، نمونه‌برداری (از سطح  $4/5$  متر مربع) از زمان شروع گلدهی آغاز و تا پایان دوره گلدهی ادامه یافت. در هر نوبت نمونه‌برداری، تمام گل‌های ظاهر شده، به صورت روزانه جمع‌آوری و شمارش و جهت تعیین وزن تر به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس وزن خشک کلاله اندازه‌گیری و ثبت شد. برای ارزیابی نسبت‌های کشت مخلوط نسبت به خالص شاخص نسبت برابری زمین با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد (Gliessman, 1997).

$$LER = \sum \frac{Y_{ai}}{Y_{am}} + \frac{Y_{pi}}{Y_{pm}} \quad \text{معادله (۱)}$$

که در این معادله،  $Y_{ai}$  و  $Y_{pi}$  به ترتیب عملکرد اقتصادی دو گیاه زعفران و زیره سبز در کشت مخلوط و  $Y_{am}$  و  $Y_{pm}$  نیز نشان‌دهنده میزان عملکرد اقتصادی این دو گیاه در کشت خالص می‌باشد. تجزیه واریانس داده‌ها بعد از بررسی نرمالیتی با نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)<sup>۱</sup> در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. نمودارها توسط نرم‌افزار Excel ترسیم شدند.

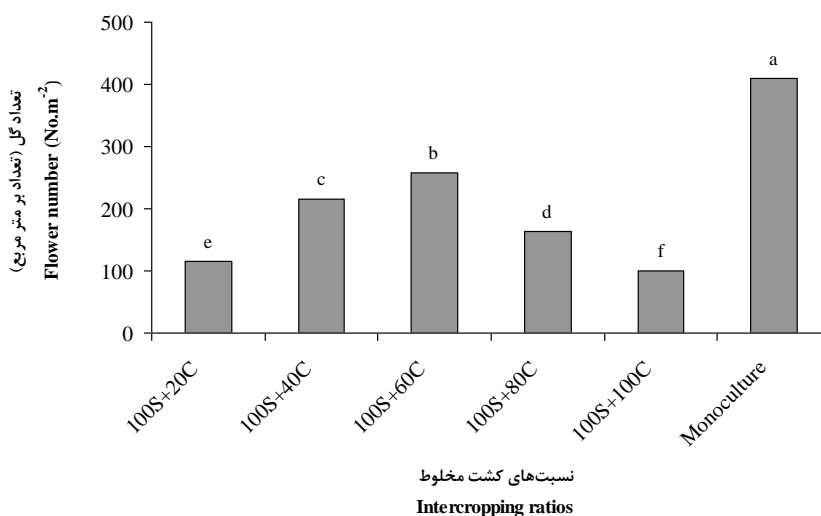
جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی با زیره سبز بر عملکرد گل و کلاله زعفران.

Table 1. Results of variance analysis (means of squares) for the effect of additive intercropping ratios with cumin on flower yield and stigma yield of saffron.

وزن خشک کلاله Dry weight of stigma	وزن تر گل Fresh weight of flower	تعداد گل Number of flowers	درجه آزادی df	منابع تغییر S.O.V.
0.166ns	1754.464ns	8233.556ns	2	تکرار Replication
0.019**	22895.642**	107005.556**	5	نسبت‌های کشت مخلوط Intercropping ratios
0.027	353.901	1715.356	10	خطا Error
-	-	-	17	کل Total
11.59	12.46	12.57		ضریب تغییرات (%) CV (%)

ns و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

ns and \*\* are non significant and significant at 1% probability level, respectively.



شکل ۱. اثر نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی با زیره سبز بر تعداد گل زعفران.

Figure 1. Effect of additive intercropping ratios with cumin on flower number of saffron.

میانگین‌های دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD دارند ( $p \leq 0.05$ ).

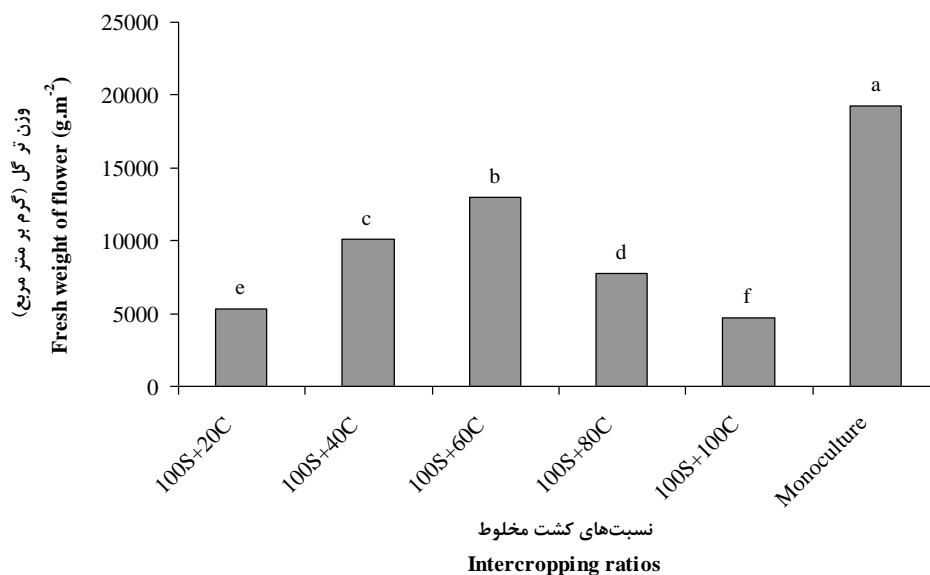
\* Means with the different letter(s) have significantly difference based on LSD test ( $p \leq 0.05$ ).

S و C: به ترتیب نشان‌دهنده زعفران و زیره سبز است.

S and C are saffron and cumin, respectively.

متر مربع حاصل شد. میزان افزایش وزن تر گل در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰٪ زعفران+۶۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز در مقایسه با نسبت‌های ۱۰۰٪ زعفران+۲۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز، ۱۰۰٪ زعفران+۴۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز و ۱۰۰٪ زعفران+۸۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز به ترتیب برابر با ۶۲، ۳۲ و ۵۰ درصد بود. میزان این افزایش برای وزن خشک کلاله به ترتیب برابر با ۶۱، ۳۰ و ۴۹ درصد محاسبه گردید (شکل‌های ۲ و ۳).

بیشترین وزن تر گل و وزن خشک کلاله زعفران برای کشت خالص زعفران به ترتیب با ۲۹۱/۸۷ و ۲/۷۷ گرم بر متر مربع بدست آمد. کمترین مقادیر این صفات مربوط به نسبت ۱۰۰٪ زعفران+۱۰۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز به ترتیب برابر با ۶۳/۷۸ و ۰/۶۱ گرم در متر مربع بود. بالاترین مقادیر این صفات در مقایسه بین نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی با زیره سبز برای نسبت ۱۰۰٪ زعفران+۶۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز به ترتیب برابر با ۲۱۴/۳۴ و ۱/۹۸ گرم بر



شکل ۲. اثر نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی با زیره سبز بر وزن تر گل زعفران.

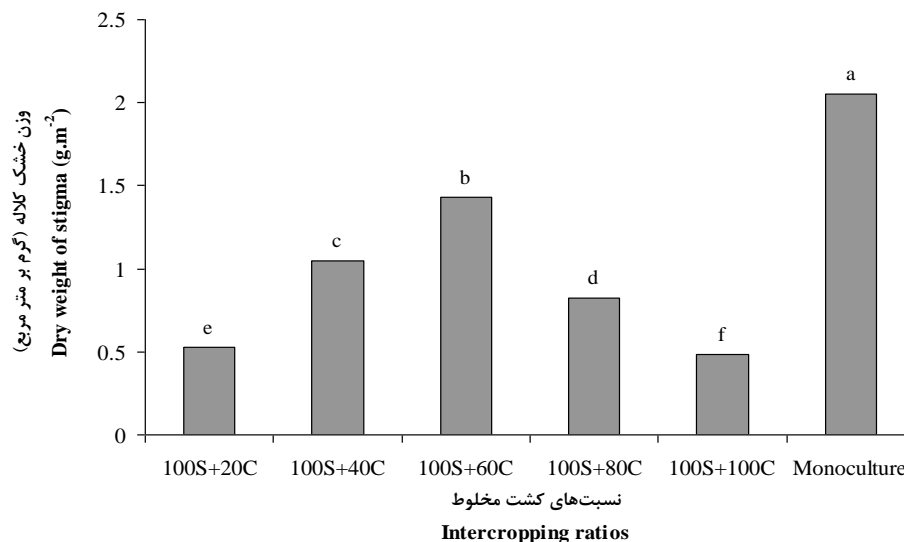
Figure 2. Effect of additive intercropping ratios with cumin on flower fresh weight of saffron.

میانگین‌های دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD دارند ( $p \leq 0.05$ ).

\* Means with the different letter(s) have significantly difference based on LSD test ( $p \leq 0.05$ ).

S و C: به ترتیب نشان‌دهنده زعفران و زیره سبز است.

S and C are saffron and cumin, respectively.



شکل ۳. اثر نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی با زیره سبز بر وزن خشک کلاله زعفران.  
Figure 3. Effect of additive intercropping ratios with cumin on stigma dry weight of saffron.

میانگین‌های دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD دارند ( $p \leq 0.05$ ).

\* Means with the different letter(s) have significantly difference based on LSD test ( $p \leq 0.05$ ).

S و C: به ترتیب نشاندهنده زعفران و زیره سبز است.

S and C are saffron and cumin, respectively.

سیاه با زعفران اظهار داشت که بهره‌گیری از کشت مخلوط به دلیل سایه‌اندازی سطح خاک و کاهش دمای خاک منجر به بهبود عملکرد زعفران شد. نتایج مطالعه کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2013) نیز مؤید بهبود عملکرد اقتصادی زعفران به صورت کشت مخلوط با مرزنجوش بود. این محققان نیز دلیل این امر را به خنک شدن سطح خاک و تحریک گل‌انگیزی زعفران در شرایط کشت مخلوط نسبت دادند. بنابراین، با در نظر گرفتن جایگاه اقتصادی زعفران و اهمیت وارد کردن گونه‌های دارویی در بوم‌نظام‌های زراعی (Koocheki et al., 2004) پیشنهاد می‌شود که کشت مخلوط این گونه‌ها با زعفران مدنظر قرار گیرد. البته بایستی ویژگی‌های گیاه همراه به ویژه از نظر نیاز آبی به طور دقیق در نظر گرفته شود.

اثر نسبت‌های کشت مخلوط با زعفران بر اجزای

عملکرد و عملکرد کمی و کیفی زیره سبز

بدین ترتیب، از آنجا که زعفران بخشی از دوره رشد خود را به صورت رکود در خاک سپری می‌کند (De-maastro and Ruta, 1993; Kafi et al., 2002a; Farhoodiet al., 2003) و القای گلدهی زعفران در این دوره می‌باشد (Benschop, 1993) و با در نظر گرفتن این مطلب که وجود درجه‌حرارت‌های بالا باعث تأخیر در ظهور گل و کاهش عملکرد می‌شود (Molina et al., 2005)، به نظر می‌رسد که همراهی زیره‌سبز به صورت کشت مخلوط افزایشی با زعفران احتمالاً از طریق بهبود شرایط رشدی برای بنه‌ها نظیر خنک شدن سطح خاک تحت تأثیر سایه‌اندازی زیره سبز و اعمال آبیاری منجر به تحریک تولید گل شده که در نهایت، افزایش تعداد گل، وزن تر گل و عملکرد اقتصادی زعفران را موجب گردید. نتایج مطالعه گلوی و همکاران (Galavi et al., 2008) نیز مؤید افزایش پتانسیل رشد و گلدهی و بهبود عملکرد زعفران تحت تأثیر تعدیل دمای خاک بود. خسروی (Khosravi, 2005) با بررسی نسبت‌های کشت مخلوط زیره-

اجزای عملکرد زیره سبز به طور معنی‌داری تحت تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط با زعفران قرار گرفت ( $p \leq 0.01$ ) (جدول ۲). به طوری که با افزایش درصد حضور زیره سبز در کشت مخلوط با زعفران، به دلیل افزایش رقابت درون گونه-ای برای جذب منابع و کاهش فضای در دسترس، اجزای عملکرد کاهش یافت. بالاترین تعداد شاخه جانبی، تعداد چتر، تعداد چترک و تعداد دانه به ترتیب با ۲۱/۹۹ شاخه جانبی در متر مربع، ۲۴/۶۷ چتر در متر مربع، ۳۶/۱۶ چترک در متر مربع و ۱۲/۷۷ دانه در متر مربع برای نسبت ۱۰۰٪ زعفران+۲۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز بدست آمد و کمترین مقادیر این صفات برای نسبت ۱۰۰٪ زعفران+۱۰۰٪

تراکم مطلوب زیره سبز به ترتیب برابر با ۹/۴۴ شاخه جانبی در متر مربع، ۱۱/۲۰ چتر در متر مربع، ۱۷/۹۹ چترک در متر مربع و ۷/۹۸ دانه در متر مربع حاصل شد. با افزایش درصد حضور زیره سبز از ۲۰ به ۱۰۰ درصد در کشت مخلوط با زعفران، تعداد شاخه جانبی به ترتیب ۱۸، ۳۵، ۵۳ و ۶۷ درصد در مقایسه با نسبت ۱۰۰٪ زعفران+۲۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز کاهش یافت. میزان این کاهش برای تعداد چتر به ترتیب برابر با ۱۲، ۳۱، ۴۴ و ۵۸ درصد، برای تعداد چترک به ترتیب برابر با ۱۱، ۲۳، ۳۱ و ۴۶ درصد و برای تعداد دانه به ترتیب برابر با ۱۲، ۲۴، ۲۹ و ۴۱ درصد محاسبه گردید (جدول ۳).



جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس

(میانگین مربعات) اثر نسبت‌های کشت مخلوط با زعفران بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز.

Table 2. Results of variance analysis (means of squares) for the effect of intercropping ratios with saffron on yield and yield components of cumin.

عملکرد اسانس Essential oil yield	درصد اسانس Essential oil content	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000-seed weight	تعداد دانه Number of seeds	تعداد چترک Number of umbellets	تعداد چتر Number of umbels	تعداد شاخه جانبی Number of branches	درجه آزادی df	منابع تغییر S.O.V.
0.222*	0.319 <sup>ns</sup>	63.147 <sup>ns</sup>	70.998 <sup>ns</sup>	0.050 <sup>ns</sup>	0.126 <sup>ns</sup>	11.475 <sup>ns</sup>	3.881 <sup>ns</sup>	0.516 <sup>ns</sup>	2	تکرار Replication
1.795**	0.062 <sup>ns</sup>	4157.028**	16274.988**	0.283**	11.958**	151.524**	99.312**	95.031**	5	نسبت کشت مخلوط Intercropping ratio
0.041	0.026	28.591	50.496	0.003	0.487	1.920	2.008	2.307	10	خطا Error
-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	کل Total
13.95	6.83	8.94	5.62	1.11	7.19	5.25	8.60	11.23		ضریب تغییرات (%) CV (%)

ns, \* و \*\* به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, \* and \*\* are non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر نسبت‌های کشت مخلوط با زعفران بر اجزای عملکرد زیره سبز.

Table 3. Mean comparison for the effect of intercropping ratios with saffron on yield components of cumin.

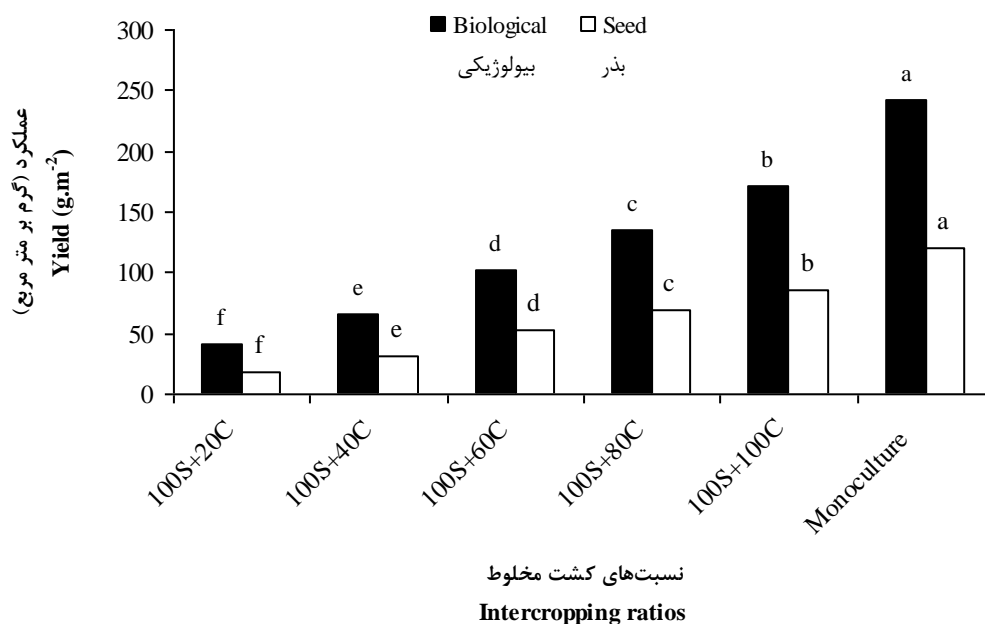
وزن ۱۰۰۰ دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	تعداد دانه (تعداد در متر مربع) Number of seeds (No.m <sup>-2</sup> )	تعداد چترک (تعداد در متر مربع) Number of umbellets (No.m <sup>-2</sup> )	تعداد چتر (تعداد در متر مربع) Number of umbels (No.m <sup>-2</sup> )	تعداد شاخه جانبی (تعداد در متر مربع) Number of branches (No.m <sup>-2</sup> )	نسبت‌های کشت مخلوط Intercropping ratios
4.97a	12.77a	36.16a	24.67a	21.99a*	۱۰۰٪ زعفران+۲۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز 100% saffron+20% of optimum density of cumin
4.81b	11.24b	32.07b	21.65b	18.00b	۱۰۰٪ زعفران+۴۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز 100% saffron+40% of optimum density of cumin
4.63c	9.70c	27.97c	17.01c	14.21c	۱۰۰٪ زعفران+۶۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز 100% saffron+60% of optimum density of cumin
4.44d	9.09cd	24.90d	13.91d	10.25d	۱۰۰٪ زعفران+۸۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز 100% saffron+80% of optimum density of cumin
4.32e	7.51e	19.35e	10.40e	7.29d	۱۰۰٪ زعفران+۱۰۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز 100% saffron+100% of optimum density of cumin
4.16f	7.98de	17.99e	11.20e	9.44d	کشت خالص Monoculture

\* میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD دارند ( $p \leq 0.05$ ).

\* Means with the different letter(s) in each column are significantly different based on LSD test ( $p \leq 0.05$ ).

به ۱۰۰ درصد در کشت مخلوط با زعفران، عملکرد بیولوژیکی به ترتیب ۷۶، ۶۱، ۴۰ و ۲۱ درصد در مقایسه با نسبت ۱۰۰٪ زعفران+۱۰۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز افزایش یافت. میزان این افزایش برای عملکرد دانه به ترتیب برابر با ۷۸، ۶۳، ۳۹ و ۱۸ درصد محاسبه گردید. البته اگرچه اجزای عملکرد زیره سبز از طریق رقابت درون گونه‌ای کمتر و وجود فضا و منابع محیطی بیشتر در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بالاتر بود (جدول ۳)، ولی در نهایت، بالاترین عملکرد بیولوژیکی و دانه به کشت خالص اختصاص داشت (شکل ۴).

اثر نسبت‌های کشت مخلوط با زعفران بر عملکرد بیولوژیکی و دانه زیره سبز معنی‌دار ( $p \leq 0.01$ ) بود (جدول ۲). بیشترین عملکرد بیولوژیکی و دانه برای کشت خالص به ترتیب برابر با ۲۴۳/۰۸ و ۱۲۰/۸۷ گرم بر متر مربع بدست آمد؛ به طوری که با افزایش درصد حضور زیره سبز در نسبت-های کشت مخلوط با زعفران، عملکرد بیولوژیکی و دانه افزایش یافت. بالاترین مقادیر این صفات در مقایسه بین الگوهای کشت مخلوط برای نسبت ۱۰۰٪ زعفران+۱۰۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز به ترتیب با ۱۷۱/۱۵ و ۸۴/۹۰ گرم بر متر مربع بدست آمد. با افزایش درصد حضور زیره سبز از ۲۰



شکل ۴. اثر نسبت‌های کشت مخلوط با زعفران بر عملکرد بیولوژیکی و دانه زیره سبز.  
 Figure 4. Effect of intercropping ratios with saffron on biological yield and seed yield of cumin.  
 میانگین‌های دارای حروف متفاوت برای هر جزء، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD دارند ( $p \leq 0.05$ ).  
 \* Means with the different letter(s) for each component have significantly difference based on LSD test ( $p \leq 0.05$ ).  
 C و S: به ترتیب نشان‌دهنده زعفران و زیره سبز است.

S and C are saffron and cumin, respectively.

افزایش تراکم زیره سبز در نسبت‌های کشت مخلوط به دلیل بروز رقابت درون گونه‌ای تحت تأثیر کاهش فضا و عناصر غذایی در دسترس موجب کاهش رشد و اجزای عملکرد گردید. بدین ترتیب، با توجه به اینکه مزیت نظام‌های کشت مخلوط جهت افزایش عملکرد به عوامل مختلفی از جمله ترکیب گیاهان، نوع رقم، تراکم گیاهی (Hassanzadeh Aval et al., 2007) et al., 2007)، سهم هر یک از گونه‌ها در کشت مخلوط (Hassanzadeh Aval et al., 2007) و فاصله قرارگیری از یکدیگر (Hassanzadeh Aval et al., 2007; Rezaei- chiyaneh et al., 2014; Mirhashemi et al., 2009) بستگی دارد، لذا تأکید می‌گردد که به منظور دستیابی به حداکثر عملکرد کمی و کیفی در کشت مخلوط به ترکیب گونه‌های همراه، نوع رقم، تراکم و سهم هر یک از گونه‌ها توجه گردد. نتایج مطالعه هوگارد-نیلسون و همکاران (Hauggard- Nielson et al., 2001) نشان داد که در شرایط پایین بودن رقابت بین گونه‌ای از درون گونه‌ای، عدم رقابت گیاهان گیاهان در کشت مخلوط برای نیچ‌های یکسان، موجب افزایش

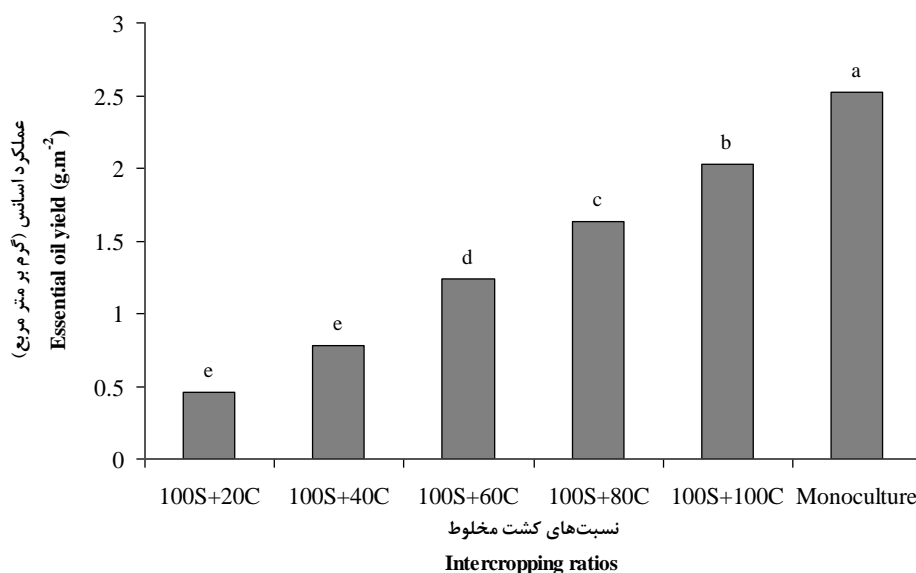
به نظر می‌رسد که وجود اثرات تسهیل‌کنندگی زعفران به ویژه تحت تأثیر جلوگیری از جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز (Eghbali et al., 2008; Fallahi et al., 2014; Rashed et al., 2009) موجب بهبود خصوصیات رشد و اجزای عملکرد زیره سبز شده است که در نهایت، بهبود عملکرد کمی زیره سبز را به دنبال داشته است. در همین راستا، نتایج برخی تحقیقات (Awal et al., 2006; Berntsena et al., 2004) مؤید کاهش جمعیت علف‌های هرز (Carruthers et al., 1992) و کاهش تلفات آفات و بیماری‌ها (Parajulee et al., 1997) در کشت مخلوط می‌باشد. افزایش تنوع زیستی (Gliessman, 1997; Altieri and Liebman, 1986) در اکوسیستم‌های زراعی نیز به نوعی برقرارکننده تعادل سیستم می‌باشد.

افزایش اجزای عملکرد زیره سبز در نسبت‌های کشت مخلوط با زعفران مربوط به افزایش آسیمیلاسیون و بهبود تولید مواد فتوسنتزی بر اثر افزایش نسبی رقابت برون گونه‌ای و کاهش رقابت درون گونه‌ای (Singh, 1973) در مقایسه با کشت خالص می‌باشد. البته بایستی به این مهم توجه کرد که

کشت مخلوط می‌تواند اثرات مثبتی را بر رشد آن و همچنین گیاه همراه به دنبال داشته باشد.

اگرچه اثر نسبت‌های کشت مخلوط با زعفران بر محتوی اسانس زیره سبز معنی‌دار نبود، ولی عملکرد اسانس به طور معنی‌داری تحت تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط با زعفران قرار گرفت ( $p \leq 0.01$ ) (جدول ۲). بیشترین و کمترین عملکرد اسانس به ترتیب برای کشت خالص (۲/۵۳ گرم بر متر مربع) و نسبت ۱۰۰٪ زعفران+۲٪ تراکم مطلوب زیره سبز (۰/۴۶ گرم بر متر مربع) مشاهده شد. با کاهش درصد حضور زیره سبز از ۲۰ به ۱۰۰ درصد در کشت مخلوط با زعفران، عملکرد اسانس از طریق کاهش سهم گیاه و به تبع آن کاهش عملکرد دانه، به ترتیب ۷۷، ۶۱، ۳۹ و ۱۹ درصد در مقایسه با کمترین تراکم مطلوب کاهش یافت (شکل ۵).

عملکرد می‌شود. واتسون و همکاران (Weston et al., 2002) گزارش نمودند که بهره‌گیری از سیستم‌های تک‌کشتی غالباً به دلیل افزایش رقابت درون گونه‌ای منجر به کاهش اجزاء عملکرد گیاهان شد، در حالی که کشت مخلوط با وارد کردن گونه همراه و کاهش رقابت درون گونه‌ای سبب افزایش عملکرد می‌گردد. حسن‌زاده اول و همکاران (Hassanzadeh Aval et al., 2007) با بررسی نسبت‌های کشت مخلوط گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.) و شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.) اظهار داشتند که با افزایش بیش از حد تراکم به دلیل بروز رقابت، رشد گیاهان کاهش یافت. البته با توجه به افزایش رشد و عملکرد زیره سبز به صورت کشت مخلوط افزایشی با زعفران مشخص است که این گیاه رقابت درون گونه‌ای کمی داشته و وارد کردن آن در



شکل ۵. اثر نسبت‌های کشت مخلوط با زعفران بر عملکرد اسانس زیره سبز.  
Figure 5. Effect of intercropping ratios with saffron on essential oil yield of cumin.

میانگین‌های دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD دارند ( $p \leq 0.05$ ).

\* Means with the different letter(s) have significantly difference based on LSD test ( $p \leq 0.05$ ).

S و C: به ترتیب نشان‌دهنده زعفران و زیره سبز است.

S and C are saffron and cumin, respectively.

به خصوصیات ژنتیکی گیاهان است (Omidbaigi, 2005). نتایج این تحقیق نیز نشان داد که درصد اسانس زیره سبز تحت تأثیر کشت مخلوط با زعفران قرار نگرفت. به نظر می‌رسد که بهبود شرایط برای رشد بوته‌های زیره سبز در شرایط مخلوط با زعفران به ویژه تحت تأثیر کاهش جوانه‌زنی و رشد

با توجه به نتایج تحقیقات (Hassanzadeh Aval et al., 2007; Haffei and Mucciarelli, 2003; Rajsawara, 2002) درصد اسانس یکی از صفاتی است که به ندرت تحت تأثیر تیمارهای محیطی و مدیریت زراعی می‌باشد و عمدتاً وابسته

دست آمد. البته از نظر محتوی اسانس اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای کشت مخلوط مشاهده نشد. نتایج جهان ( Jahan, 2004) روی بررسی کشت مخلوط بابونه (*Matricaria chamomile* L.) و همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) نشان داد که بالاترین عملکرد اسانس در نسبت‌های کمتر از ۵۰:۵۰ حاصل شد. نتایج مطالعه مافی و موسیاری ( Maffei and Mucciarelli, 2003) نشان داد که علاوه بر افزایش عملکرد اسانس نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) تحت تأثیر الگوهای کشت مخلوط با سویا (*Glycine max* L.)، درصد منتول بالاتر و کاهش درصد منتوفوران و منتیل اکتات باعث بهبود کیفیت اسانس گردید.

#### اثر نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی زیره سبز با زعفران بر نسبت برابری زمین

نتایج تجزیه واریانس اثر نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی زیره سبز با زعفران بر نسبت برابری زمین جزئی هر دو گونه و مجموع نسبت برابری زمین در جدول ۴ نشان داده شده است.

علف‌های هرز ( Eghbali et al., 2008; Fallahi et al., 2014; ) و کنترل آفات و بیماری‌ها ( Parajulee et al., 2009) با افزایش آسیمیلاسیون و بهبود تولید مواد فتوسنتزی موجب افزایش عملکرد اسانس شد. راجسوارا (Rajsawara, 2002) در کشت مخلوط شمعدانی عطری (*Pelargonium* sp.) و نعناع (*Mentha arvensis* L.) دریافت که عملکرد اسانس نعناع با کاهش عرض نوار از ۱۲۰ به ۶۰ سانتی‌متر به دلیل بهبود اثرات مثبت گونه همراه، به طور معنی‌داری افزایش یافت. نتایج مطالعه حسن‌زاده‌اول و همکاران (Hassanzadeh Aval et al., 2007) نشان داد اگرچه درصد اسانس مرزه بین کشت خالص و نسبت‌های کشت مخلوط با شبدر ایرانی اختلاف معنی‌داری نشان نداد، ولی عملکرد اسانس در کشت خالص به طور معنی‌داری بیشتر از کشت مخلوط به دست آمد. البته همراهی شبدر ایرانی موجب بهبود عملکرد اسانس شد. علی‌زاده و همکاران ( Alizadeh et al., 2010) با مطالعه کشت مخلوط نواری و ردیفی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) اظهار داشتند که بالاترین عملکرد اسانس از کشت خالص به

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی زیره سبز با زعفران بر نسبت برابری زمین.  
Table 4. Results of variance analysis (means of squares) for the effect of additive intercropping ratios for cumin with saffron on land equivalent ratio.

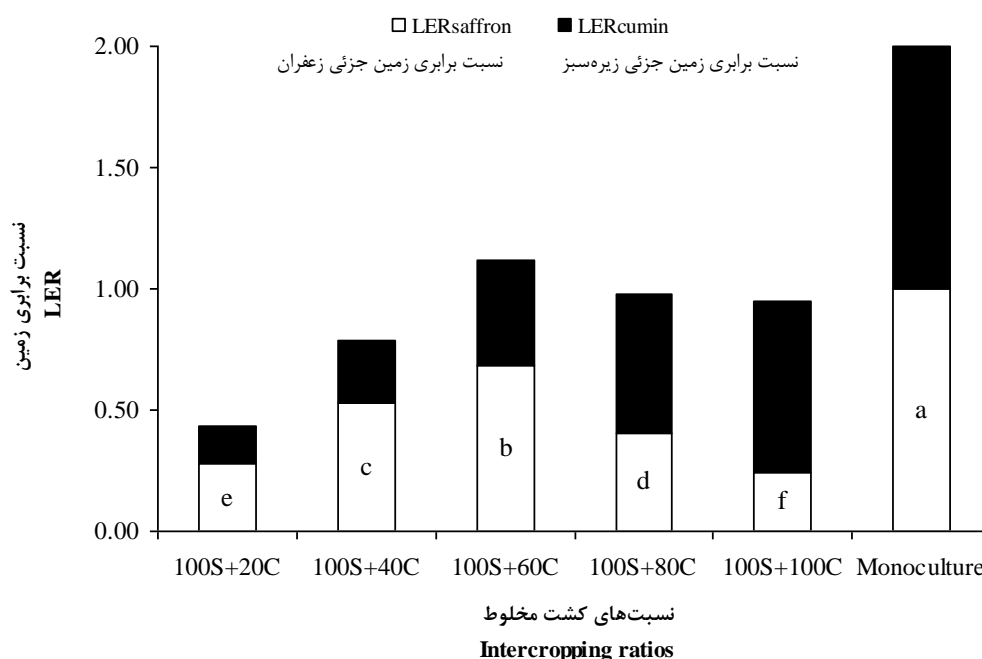
مجموع نسبت برابری زمین Total LER	نسبت برابری زمین جزئی Partial LER			منابع تغییر S.O.V.
	زیره سبز Cumin	زعفران Saffron	درجه آزادی df	
0.475 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	2	تکرار Replication
0.176 <sup>**</sup>	0.285 <sup>**</sup>	0.241 <sup>**</sup>	5	نسبت کشت مخلوط Intercropping ratio
0.003	0.002	0.0001	10	خطا Error
-	-	-	17	کل Total
5.70	8.30	3.34		ضریب تغییرات (%) CV (%)

ns و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

ns and \*\* are non-significant and significant at 1% probability level, respectively.

(۰/۶۸) و برای زیره سبز برای نسبت ۱۰۰٪ زعفران+۱۰۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز (۰/۷۰) بود. در مقایسه بین نسبت-های کشت مخلوط افزایشی زیره سبز و زعفران بالاترین مجموع نسبت برابری زمین برای نسبت ۱۰۰٪ زعفران+۶۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز با ۱/۱۲ بدست آمد (شکل ۶) که نشان‌دهنده ۱۲ درصد سودمندی نسبت به تک‌کشتی می‌باشد.

اثر نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی زیره سبز با زعفران بر نسبت برابری زمین جزئی زیره سبز و زعفران و مجموع نسبت برابری زمین معنی‌دار ( $p \leq 0.01$ ) بود (جدول ۴). به طوری که دامنه نسبت برابری زمین زعفران و زیره سبز به ترتیب بین ۰/۲۸-۱ و ۰/۱۶-۱ محاسبه گردید. در بین نسبت-های کشت مخلوط بالاترین نسبت برابری زمین برای زعفران مربوط به نسبت ۱۰۰٪ زعفران+۶۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز



شکل ۶. اثر نسبت‌های کشت مخلوط بر نسبت برابری زمین جزئی زعفران و زیره سبز.

Figure 6. Effect of intercropping ratios on partial LER for saffron and cumin.

میانگین‌های دارای حروف متفاوت برای هر جزء، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD دارند ( $p \leq 0.05$ ).

\* Means with the different letter(s) for each component have significantly difference based on LSD test ( $p \leq 0.05$ ).

S و C: به ترتیب نشان‌دهنده زعفران و زیره سبز است.

S and C are saffron and cumin, respectively.

عملکرد اقتصادی گیاهان همراه در مخلوط از تک‌کشتی مشخص می‌شود (Gliessman, 1997) و در نظر گرفتن این مطلب که بهبود عملکرد در سیستم‌های کشت مخلوط به استفاده بهتر از منابع توسط دو گیاه، اختلافات مورفولوژیک و فیزیولوژیک بین آنها و کاهش جمعیت علف‌های هرز (Hemayati et al., 2002) مربوط می‌باشد، به نظر می‌رسد که در نسبت ۱۰۰٪ زعفران+۶۰٪ تراکم مطلوب زیره سبز وجود حداقل رقابت درون گونه‌ای و اثرات تسهیلی گیاهان همراه

همانگونه که در شکل ۶ ملاحظه می‌گردد، نسبت برابری زمین جزئی زعفران در بیشتر نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی بیشتر از زیره سبز بود. به بیان دیگر، در نسبت‌های کشت مخلوط، زعفران تأثیر بیشتری از همراهی زیره سبز پذیرفته که این امر احتمالاً مربوط به بهبود شرایط رشدی برای بنه‌ها تحت تأثیر سایه‌اندازی و خنک شدن سطح خاک توسط بوته‌های زیره سبز می‌باشد. بدین ترتیب، با توجه به این اصل که برتری کشت مخلوط در زمان بالاتر بودن مجموع

بدلیل سایه‌اندازی و خنک شدن سطح خاک از طریق تحریک تولید گل موجب افزایش عملکرد گل و وزن کلاله زعفران شد. همچنین، بهره‌گیری از نسبت‌های کشت مخلوط با زعفران دلیل وجود شرایط مطلوب برای رشد زیره سبز تحت تأثیر جلوگیری از رشد علف‌های هرز و کنترل آفات و بیماری‌ها، باعث افزایش اجزای عملکرد و عملکرد کمی و کیفی زیره سبز شد. بهره‌گیری از کشت مخلوط به دلیل کاهش رقابت بین گونه‌ای نسبت به رقابت درون گونه‌ای از طریق استفاده بهینه از عوامل محیطی موجب بهبود عملکرد و اجزای عملکرد شد. بدین ترتیب، با توجه به این مطلب که دما، فاکتور اصلی و تعیین‌کننده‌ای در سرعت تشکیل اندام‌های هوایی و ظهور گل در زعفران می‌باشد و عملکرد این گیاه به دمای محیط و دمای خاک بستگی دارد، لذا بر اساس نتایج توصیه می‌شود که کشت مخلوط زعفران با گیاهان دارویی نظیر زیره سبز به ویژه در راستای دستیابی به بهبود عملکرد این گونه ارزشمند مد نظر قرار گیرد که این امر علاوه بر ایجاد تنوع زیستی در بوم-نظام‌های کشاورزی و همچنین ایجاد پایداری و ثبات تولید، می‌تواند از طریق کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی بدلیل کاهش جمعیت علف‌های هرز در راستای تولید اکولوژیک گیاهان دارویی به طور قابل ملاحظه‌ای مؤثر و مفید واقع شود.

### سپاسگزاری

بودجه این تحقیق از محل اعتبارات طرح پژوهش شماره ۲۸۰۵۷/۲ مورخ ۱۳۹۲/۰۸/۲۶ توسط معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدین‌وسیله سپاسگزاری می‌شود.

موجب افزایش مجموع نسبت برابری زمین در این نسبت در مقایسه با سایر نسبت‌های کشت مخلوط شده است. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2013) با بررسی ترکیب‌های کشت مخلوط زعفران با مرزنجوش نشان دادند که بالاترین نسبت برابری زمین به ترکیب یک ردیفی دو گیاه با ۱/۲۱ و کمترین نسبت به ترکیب سه ردیف زعفران+یک ردیف مرزنجوش با ۰/۸۷ تعلق داشت. این محققان همچنین بیان نمودند که عملکرد نسبی زعفران در تمامی ترکیب‌های مخلوط بالاتر از مرزنجوش بود که این امر نشان‌دهنده تأثیرپذیری بیشتر زعفران از همراهی با مرزنجوش بود. علی‌زاده و همکاران (Alizadeh et al., 2010) نشان دادند که عملکرد در تمامی تیمارهای کشت مخلوط لوبیا با ریحان بر کشت خالص برتری داشت، به طوری که بالاترین نسبت برابری زمین با ۱/۲۲ برابر ۲۲ درصد افزایش سودمندی نسبت به تک‌کشتی محاسبه گردید. نتایج مطالعات اله‌دادی و همکاران (Allahdadi et al., 2013) روی کشت مخلوط ردیفی سویا و همیشه بهار و رضوانی‌مقدم و مرادی (Rezvani Moghaddam and Moradi, 2012) بر کشت مخلوط زیره سبز و شنبلله مؤید افزایش نسبت برابری زمین در الگوهای کشت مخلوط بود.

### نتیجه‌گیری

کشت مخلوط گونه‌های گیاهی با فنولوژی و خصوصیات مورفولوژیکی متفاوت که کمترین رقابت را در یک آشیان اکولوژیکی ایجاد کنند، گام مهمی در موفقیت کشت مخلوط محسوب می‌شود. نتایج این آزمایش روی تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط نشان داد که کشت مخلوط زیره سبز احتمالاً

## منابع

- Alizadeh, Y., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., 2010. Yield, yield components and potential weed control of intercropping bean (*Phaseolus vulgaris*) with sweet basil (*Ocimum basilicum*). Iranian Journal of Field Crops Resrach. 7(2), 541-553. [In Persian with English Summary]
- Allahdadi, M., Shakiba, M.R., Dabbagh Mohammadi Nasab, A., Amini, R., 2013. Evaluation of yield and advantages of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill.) and calendula (*Calendula officinalis* L.) intercropping systems. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science. 23(3), 47-58. [In Persian with English Summary]
- Altieri, M.A., Liebman, M., 1986. Insect, weed and plant disease management in multiple cropping systems. In: Francis, C.A. (Ed.), Multiple Cropping Systems. Mac Millan, New York, p. 182-218.
- Arslan, N., Gürbüz, B., İpek, A., Özcan, S., Sarihan, E., Daeshian, A.M., Moghadassi, M.S., 2007. The effect of corm size and different harvesting time on saffron (*Crocus sativus* L.) regeneration. II International Symposium on Saffron: Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. ISHS Acta Horticulturae. 739.
- Awal, M.A., Koshi, H., Ikeda, T., 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. Agriculture and Forest Meterology. 139, 74-83.
- Azizi-Zohan, A., Kamgar-Haghighi, A.A., Sepaskhah, A.R., 2008. Crop and pan coefficients for saffron in a semi-arid region of Iran. Journal of Arid Environments. 72(3), 270-278.
- Behdani, M., 2005. Agroecological zoning and monitoring of saffron yield fluctuations of in Khorasan. PhD Thesis in Agronomy. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. Iran. [In Persian with English Summary]
- Benschop, M., 1993. *Crocus*, In: The physiology of flower bulbs. Hertogh, A., de Nard, M. Leed. (Eds.) Amsterdam, Elsevier, (Chapter 19), pp. 257-283.
- Berntsena, J., Haugard-Nielsen, H., Olesen, J.E., Petersena, B.M., Jensen, E.S., Thomse, A., 2004. Modelling dry matter production and resource use in intercrops of pea and barley. Field Crops Research. 88, 69-83.
- Carruthers, K., Cloutier, F.Q., Smith, D.L., 1992. Intercropping corn with soybean, lupine and forages: weed control by intercrops combined with inter-row cultivation. European Journal of Agronomy. 8, 225-238.
- De-maastro, G., Ruta, C., 1993. Relation between corm size and saffron flowering. Acta Horticulturae. 344, 512-517.
- Eghbali, S., Rashed Mohassel, M.H., Nassiri Mahallati, M., Kazerooni Monfared, E., 2008. Allelopathic potential of shoot and corm of saffron residues on wheat, rye, vetch and bean. Iranian Journal of Field Crops Research. 6(2), 227-234. [In Persian with English Summary]
- Fallahi, H.R., Paravar, A., Behdani, M.A., Aghhavani Shajari, M., Fallahi, M.J., 2014. Effects of saffron corm and leaf extracts on early growth of some plants to investigate the possibility of using them as associated crop. Notulae Scientia Biologicae. 6(3), 282-287.
- Farhoodi, F., Rahnama, A., Ismaeilzadeh, H., 2003. Station of saffron in intercropping. The 3<sup>rd</sup> International Congress of Saffron, December 2 and 3, Mashhad, Iran. [in Persian]
- Galavi, M., Soloki, M., Mousavi, S.R., Ziyaie, M., 2008. Effect of planting depth and soil summer temperature control on growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Asian Journal of Plant Science. 7, 747-751.
- Ghahraman, A., 1993. Iranian Colored Flora. Publication of Research Institute of Forests and Rangelands. 1405 pp. [In Persian]
- Ghorbani, R., Koocheki, A., 2006. Organic saffron in Iran: prospects challenges. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Symposium on Saffron Biology and Technology. Mashhad, Iran. 28-30 October 2006, pp. 369-374.
- Gliessman, S.R., 1997. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Arbor Press. 357 pp.
- Hassanzadeh Aval, F., Koocheki, A., Khazaie, H.R., Nassiri Mahallati, M., 2010. Effect of plant density on growth characteristics and yield of summer savory (*Satureja hortensis* L.) and Persian clover (*Trifolium resupinatum* L.) Intercropping. Iranian Journal of Field Crops Research. 8, 920-929. [In Persian with English Summary]
- Hauggard-Nielsen, H., Ambus, P., Jensen, E.S., 2001. Interspecific competition, N use and interference



- with weeds in pea barley intercropping. *Field Crops Research*. 70, 101-109.
- Hemayati, S., Siadat, A., Sadeghzade, F., 2002. Evaluation of intercropping of two corn hybrids in different densities, *Iranian Journal of Agricultural Science*. 25, 73-87. [In Persian with English Summary]
- Jahan, M., 2004. Study of Ecological aspects intercropping of chamomile (*Matricaria chamomile*) and ever green (*Calendula officinalis*) with manure. MSc Thesis Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran. [In Persian with English Summary]
- Kafi, M., Rashed Mohasel, M.H., Koocheki, A., Mollafilabi, A., 2002a. Saffron: Production and Processing. Zaban va Adab Publications, Iran 276 pp. [In Persian]
- Kafi, M., Rashed Mohasel, M.H., Koocheki, A., Mollafilabi, A., 2002b. Cumin: Production and Processing. Ferdowsi University of Mashhad Publications, Iran 200 pp. [In Persian]
- Fallahi, H.R., Alami, S., Behdani, M.A., AghhavaniShajari, M., 2015. Evaluation of local and scientific knowledge in saffron agronomy (Case study: Sarayan). *Journal of Saffron Research*. 3(1), 31-50. [In Persian with English Summary]
- Khosravi, M., 2005. Intercropping black zira (*Bonium persicum*) with saffron and annual crops: Agroecological and economic perspectives. Ferdowsi University, Iran, PhD Thesis. [In Persian with English Summary]
- Koocheki, A., 2004. Indigenous knowledge in agriculture with particular reference production in Iran. *Acta Horticulturae*. 650, 175-182.
- Koocheki, A., Najibnia, S., Lalehgani B., 2009. Evaluation of saffron yield (*Crocus sativus* L.) in intercropping with cereals, pulses and medicinal plants. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 7(1), 163-172. [In Persian with English Summary]
- Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Nadjafi, F., 2004. The agrobiodiversity of medicinal and aromatic plants in Iran. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 2(2), 208-216. [In Persian with English Summary]
- Koocheki, A., Shabahang, J., Khorramdel, S., Azimi, R., 2013. The effect of irrigation intervals and intercropped marjoram (*Origanum vulgare*) with saffron (*Crocus sativus*) on possible cooling effect of corms for climate change adaptation. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 11(3), 390-400. [In Persian with English Summary]
- Liebman, A., 2002. Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming system. *Journal of Weed Research*. 40(1), 27-47.
- Maffei, M., Mucciarelli, M., 2003. Essential oil yield in peppermint/ soybean strip intercropping. *Field Crops Reserach*. 84, 229-240.
- Mc Gimpsey, J.A., Douglas, M.H., Wallace, A.R., 1997. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in New Zealand. *New Zealand Journal of Crop Horticultural Science*. 25, 159-168.
- Mirhashemi, S. M., Koocheki, A., Parsa, M., Nassiri-Mahalati, M. 2009. Advantage of Ajowan with Fenugreek at different levels of manure intercropping and planting. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 7(1), 259- 269. [In Persian with English Summary]
- Mohammad-Abadi, A.A., Rezvani-Moghaddam, P., Sabori, A., 2006. Effect of plant distance on flower yield and qualitative and quantitative characteristics of forage production of saffron (*Crocus sativus* L.) in Mashhad conditions. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Symposium on Saffron Biology and Technology*. Mashhad, Iran, 28-30 October, p. 151-153.
- Molina, R.V., Valero1, M., Navarro1, Y., Guardiola, J.L., García-Luis, A., 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). *Scientia Horticulturae*. 103, 361-379.
- Negbi, M., Dagan, B., Dror, A., Basker, D., 1989. Growth, flowering, vegetative reproduction and dormancy in the saffron crocus (*Crocus sativus* L.). *Israel Journal of Botany*. 38, 95-113.
- Omidbaigi, R., 2005. Production of Medicinal Plants. Vol. II. Publication of Astane Qods-e- Razavi. 438 pp. [In Persian]
- Parajulee, M.N., Montandon, R., Slosser, J.E., 1997. Relay intercropping to enhance abundance of insect predators of cotton aphid (*Aphis gossypii* Glover.) in Texas cotton. *Int. Journal of Pest Management*. 43, 227-232.
- Rahmati, A., 2003. Effect of environmental factor son production, yield and quality of saffron. The 3<sup>rd</sup> International Congress of Saffron, December 2 and 3, Mashhad, Iran. [In Persian]
- 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). Industrial Crops and Products. 16, 133-144.
- Rangahau, M.K., 2003. Growing saffron -The world's most expensive spice. Crop Food Research. 20, 1-4.
- Rashed, M.H., Gherekhloo, J., Rastgoo, M., 2009. Allelopathic effects of saffron (*Crocus sativus*) leaves and corms on seedling growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and lambsquarter (*Chenopodium album*). Iranian Journal of Field Crops Research. 7(1), 53-61. [In Persian with English Summary]
- Rezaei- chiyaneh, E., Khorramdel, S., Garachal, P., 2014. Evaluation of relay intercropping of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) on their yield and land use efficiency. Journal of Crop Improvement. 17(1), 183-196. Press [In Persian with English Summary]
- Rezvani Moghaddam, P., Moradi, R., 2012. Assessment of planting date, biological fertilizer and intercropping on yield and essential oil of cumin and fenugreek. Iranian Journal of Field Crop Science 2, 217-230. [In Persian with English Summary]
- Singh, G.N., 1973. Study on the intercropping of soybean with maize and sorghum. Indian Journal of Agronomy. 18, 75-78.
- Weston, E.J., King, A.J., Strong, W.M., Lehane, K.J., Cooper, J.E., Holmes, C.J., 2002. Sustaining productivity of a vertisil soil at warra. Queens land, with fertilizers, no tillage or legumes. Production and nitrogen benefits from annual medic in rotation with wheat. Australian Journal of Experimental Agriculture. 42, 961-969.
- Zhang, F., Li, L., 2003. Using competitive and facilitative interactions in intercropping systems enhances crop productivity and nutrient-use efficiency. Plant and Soil. 248, 305-312.



## Effect of Additive Intercropping Series of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) with Saffron (*Crocus sativus* L.) on Their Yield and Yield Components

Surur Khorramdel<sup>1\*</sup>, Parviz Rezvani Moghaddam<sup>2</sup>, Ghorban Ali Asadi<sup>3</sup> and Aboalfazl Mirshekari<sup>4</sup>

1- Assistant Professor, Department of Crop Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

2- Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

3- Associate Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

4- MSc student in Agroecology, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Received 23 December 2014; Accepted 28 July 2015

### Abstract

In order to study the impact of additive intercropping series of cumin (*Cuminum cyminum* L.) with saffron (*Crocus sativus* L.) on their yield and yield components, an experiment was conducted based on a complete block design with three replications at Agricultural Research Station, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad during two growing seasons of 2013-2014 and 2014-2015. Additive intercropping series were 100% saffron+20% of optimum density of cumin, 100% saffron+40% of optimum density of cumin, 100% saffron+60% of optimum density of cumin, 100% saffron+80% of optimum density of cumin, 100% saffron+100% of optimum density of cumin and their monoculture. Saffron and cumin were planted based on optimum density with 50 corms.m<sup>-2</sup> and 120 plants.m<sup>-2</sup>, respectively. The results showed that the effect of additive intercropping series of cumin was significant ( $p \leq 0.01$ ) on flower number, fresh weight of flower and dry weight of stigma of saffron. The highest fresh weight of flower and dry weight of stigma were observed in saffron monoculture with 291.87 and 2.77 g.m<sup>-2</sup>, respectively. Among the additive intercropping series with cumin, their maximums were obtained from 100% saffron+60% of optimum density of cumin with 214.34 and 1.98 g.m<sup>-2</sup>, respectively. Yield components, biological yield, seed yield and essential oil yield of cumin were significantly affected by intercropping with saffron ( $p \leq 0.01$ ). The highest biological yield and seed yield of cumin were achieved in monoculture with 243.08 and 120.87 g.m<sup>-2</sup>, respectively. Among the intercropping series with saffron, their highest were recorded in 100% saffron+100% of optimum density of cumin with 171.15 and 84.90 g.m<sup>-2</sup>, respectively. By increasing presence of cumin from 20 to 100% at additive intercropping series with saffron, essential oil were enhanced up to 77, 61, 39 and 19 percent. The highest land equivalent ratio was for 100% saffron+60% of optimum density of cumin with 1.12. So, it concluded that intercropping of saffron with other medicinal plant such as cumin was considered for its improvement yield.

**Keywords:** Essential oil yield, Land equivalent ratio, Medicinal plant, Stigma weight.