Archive of SID

Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 51, No 3, Autumn 2020 (73-87)
DOI: 10.22059/ijfcs.2019.253533.654452

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۱، شمارهٔ ۳، پائیز ۱۳۹۹ (ص۸۷-۷۳)

ارزیابی عملکرد و شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط سیاهدانه و شنبلیله در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز

جعفر مهنی[۱]، بتول مهدوی*[۲]، آرمان آذری[۲]، سهیلا افکار[۳] و سیده الهه هاشمی[۴]

۱ و ۲ و ٤- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، استادیار و دانشجوی دکتری، گروه ژنتیک و تولید گیاهی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، ۳- استادیار گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱/۱۹ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۳)

چکیده

به‌منظور بررسی نسبت‌های مختلف کشت مخلوط سیاهدانه و شنبلیله بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌هرز، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان در سال زراعی ۱۳۹٤ اجرا شد. تیمارها شامل ترکیب نسبت‌های کشت مخلوط (کشت خالص سیاهدانه، کشت خالص شنبلیله، ۲۵٪ سیاهدانه + ۷۵٪ شنبلیله، ۵۰٪ سیاهدانه + ۵۰٪ شنبلیله و ۷۵٪ سیاهدانه + ۲۵٪ شنبلیله) و مدیریت علف‌های هرز (کنترل و عدم کنترل) بودند. نتایج نشان داد که در کشت خالص، هر دو گیاه عملکرد بهتری داشتند، درحالی‌که ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و درصد روغن در الگوهای کشت مخلوط بیشتر بودند. الگوهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، دارای مزیت نسبی بودند و در همه نسبت‌های کشت مخلوط، مجموع عملکرد نسبی بیشتر از یک بود. کشت مخلوط ۲۵٪ سیاهدانه + ۷۵٪ شنبلیله در شرایط کنترل علف‌های‌هرز بیشترین مجموع عملکرد نسبی (۱/۵۵) را داشت. کنترل علف‌های‌هرز در الگوهای کشت مخلوط بهتر بود، به‌طوری‌که تعداد و وزن خشک علف‌های‌هرز در کشت مخلوط به‌طور معنی-داری کمتر بود. درصد کاهش عملکرد شنبلیله در اثر حضور علف‌های‌هرز در کشت خالص، ۸۷/۲ درصد و در الگوهای کشت ۲۵ درصد سیاهدانه + ۷۵ درصد شنبلیله، ۷۵ درصد سیاهدانه + ۲۵ درصد شنبلیله و ۵۰ درصد سیاهدانه +۵۰ درصد شنبلیله، به-ترتیب برابر با ۳٤/۸، ۲۷/۱ و ۲۵ درصد بود. به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که کشت مخلوط در الگوی ۲۵٪ سیاهدانه + ۷۵٪ شنبلیله، ضمن افزایش مجموع عملکرد نسبی، سبب بهبود کنترل علف‌هرز شد.

واژه‌های کلیدی: شاخص رقابت، شاخص غالبت، ضریب ازدحام، عملکرد نسبی، کشت خالص.

Evaluation of yield and productivity indices of black cumin and fenugreek intercropping under weedy and weed-free conditions

Jafar Mehni[1], Batool Mahdavi*[1], Arman Azari[1], Soheila Afkar[2], Seyedeh Elahe Hashemi[1]
1. Department of Genetics and Plant Production,Vali-e-Asr University of Rafsanjan, 2. Department of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Payame Noor University, Tehran.
(Received: April 8, 2018 - Accepted: July 25, 2019)

ABSTRACT

To study the effects of different intercropping ratios of black cumin and fenugreek on yield, yield components and oil percentage under weedy and weed-free conditions, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications at Vali-e-Asr Rafsanjan University in 2015. The treatments included five intercropping ratios (black cumin sole cropping, fenugreek sole cropping, 25% black cumin + 75% fenugreek, 50% black cumin + 50% fenugreek and 75% black cumin + 25% fenugreek) and weed management (with and without weed control). Results showed that yield of both plants were greater in sole cropping treatments, whereas the highest plant height, 1000- seed weight and seed oil were obtained from intercroppings. Intercropping systems had a relative advantage than sole cropping and total relative yield (TRY) was more than 1 in all intercropping ratios. The highest TRY was achieved in 25% black cumin +75% fenugreek (1.55) treatment under weed control conditions. Intercropping caused better weeds control, so that the number and dry weight of weeds was reduced in intercropping treatments. The yield loss due to weeds was 87.2% in sole crop and in 25% black cumin +75% fenugreek, 75% black cumin +25% fenugreek and 50% black cumin +50% fenugreek treatments were 34.8%, 27.1% and 25%, respectively. Overall, the result of this research revealed that while 25% black cumin +75% fenugreek intercropping increased TRY, it also improved weeds control.
Keywords: Aggressivity coefficient, competition index, crowding coefficient, relative yield, sole crop.

* Corresponding author E-mail: b.mahdavi@vru.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

علف‌های‌هرز گیاهان ناخواسته‌ای هستند که در زمین-های زراعی رشد می‌کنند و عملکرد و کیفیت گیاهان زراعی را کاهش و هزینه‌های تولید را افزایش می‌دهند (Pandya *et al*., 2005)؛ بنابراین کنترل علف‌های‌هرز، از مهم‌ترین جنبه‌های تولید گیاه در کشاورزی است. اگرچه انتخاب علف‌کش‌های مناسب، نقش مهمی در کاهش آلودگی علف‌های‌هرز دارد، اما هرینه بالا و به‌ویژه اثر منفی علف‌کش‌ها روی محیط زیست، نیاز به کنترل غیرشیمیایی علف‌های‌هرز را در سیستم‌های زراعی افزایش می‌دهد (Spliid *et al.*, 2004). یکی از مهم‌ترین روش‌های غیرشیمیایی کنترل علف‌های‌هرز، استفاده از کشت مخلوط است.

کشت مخلوط، به کشت دو یا چند محصول با هم در یک زمین گفته می‌شود (Sarkar *et al.*, 2000). کشت مخلوط در بسیاری از نقاط جهان، به‌علت برخورداری از مزایای زیاد از جمله پایداری در عملکرد بالا، افزایش ظرفیت زمین و توانایی رقابت با علف‌های‌هرز انجام می‌شود. بهبود حاصلخیزی خاک به‌علت افزایش میزان تثبیت نیتروژن توسط لگوم، از دیگر مزایای کشت مخلوط است (Manjith *et al*., 2009). بیشترین سودمندی کشت مخلوط، افزایش عملکرد در واحد سطح در مقایسه با تک‌کشتی است که به‌علت بهبود استفاده از عوامل محیطی مانند نور، آب و محتوای نیتروژن خاک است (Banik *et al*., 2006). در یک تحقیق مشخص شد که در مخلوط شبدر و تره‌فرنگی (*Allium porrum* L.)، شبدر به‌عنوان گیاه پوششی، عامل مهمی در کنترل علف‌های‌هرز بود (Den Hollander *et al.*, 2007). کشت مخلوط گیاهانی با قدرت رقابتی ضعیف نظیر تره‌فرنگی با کرفس (*Apium graveolens* L.)، برای جلوگیری از رشد و تولید بذر علف‌های‌هرز مفید است (Bauman *et al*., 2002). کشت مخلوط، به عنوان مهم‌ترین و مستقیم‌ترین راه افزایش تنوع زیستی در سیستم‌های کشاورزی معرفی شده است (Hedayati *et al.*, 2017). این سیستم کشت می‌تواند نوعی استفاده عملی از اصول اکولوژیک بر پایه تنوع زیستی، اثر متقابل زیستی و سایر مکانیسم‌های کنترل زیستی باشد که امکان کنترل علف‌های‌هرز را فراهم می‌آورد (Shenan, 2008). Banik *et al* (2006) اعلام داشتند که کشت مخلوط نخود و گندم، باعث کاهش خسارت علف‌های‌هرز می‌شود. Rezvani Moghadam *et al* (2009) نیز نتیجه‌گیری کردند که کشت مخلوط سیاهدانه وماش در کنترل علف‌هرز نسبت به کشت خالص برتری داشت و هرچه در ترکیب کشت مخلوط، بر درصد تراکم ماش افزوده شد، تعداد گونه، تراکم و زیست‌توده علف‌های‌هرز کاهش بیشتری نشان داد. محققین، دلایل عمده موفقیت تولید در تراکم بالای کشت مخلوط را به جذب بیشتر نور خورشید در اوایل فصل کاشت و امکان رقابت بهتر این سیستم با علف های‌هرز نسبت داده‌اند (Banik *et al*., 2006; Rezvani Moghadam *et al*., 2009).

کشت گیاهان دارویی از دیرباز جایگاه ویژه‌ای در نظام-های کشاورزی سنتی ایران داشته است و از نظر ایجاد تنوع و پایداری، نقش مهمی ایفا کرده است. از طرفی، عوارض جانبی و ناخواسته در اثر مصرف داروهای شیمیایی، استفاده از گیاهان دارویی را مورد توجه قرار داده است و تمایل به تولید این گیاهان و تقاضا برای محصولات طبیعی در جهان، به‌ویژه در شرایط ارگانیک در حال گسترش است (Bahryng, 2003). در بین گیاهان دارویی، دو گیاه سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) و شنبلیله (*Trigonella foenum – graecum*)، از جمله گیاهان دارویی بسیار ارزشمند هستند. سیاهدانه یکی از گونه‌های مهم خانواده آلاله، گیاهی یک‌ساله، گلدار و بومی منطقه جنوب غرب آسیا است. در ایران این گیاه به‌ویژه در اراک و اصفهان به‌فراوانی می‌روید و همچنین از دانه‌های آن برای طعم دادن به مربا و ترشی استفاده می‌شود (Salehi *et al*., 2015). گیاه شنبلیله متعلق به تیره بقولات است که با استفاده از روابط همزیستی با باکتری ریزوبیوم، قادر به تثبیت زیستی نیتروژن می‌باشد (Mirhashmi *et al.*, 2009).

اگرچه مطالعات خوبی در مورد کشت مخلوط گیاهان مختلف انجام شده است، ولی به‌دلیل اهمیت انتخاب

www.SID.ir

Archive of SID

گیاه مناسب برای کشت مخلوط در جهت به‌حداقل رساندن رقابت بین گونه‌ای و به‌حداکثر رساندن بهره‌وری از منابع، این موضوع هنوز نیازمند تحقیقات بیشتر است. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی نسبت‌های مختلف کشت مخلوط سیاهدانه و شنبلیله، بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن این دو گیاه در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های‌هرز طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش مزرعه‌ای به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۴ در دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، با عرض جغرافیایی۳۰ درجه و ۲۳ دقیقه، طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ارتفاع ۱۴۶۹ متر از سطح دریا انجام شد. تیمارها شامل پنج نسبت کشت مخلوط: کشت خالص سیاهدانه، کشت خالص شنبلیله، ۲۵٪ سیاهدانه + ۷۵٪ شنبلیله، ۵۰٪ سیاهدانه + ۵۰٪ شنبلیله و ۷۵٪ سیاهدانه + ۲۵٪ شنبلیله و دو نوع مدیریت علف‌های‌هرز: کنترل و عدم کنترل، بودند. در شرایط کنترل علف‌های‌هرز، وجین علف‌های‌هرز در تمام طول فصل رشد به صورت دستی صورت گرفت.

پیش از آزمایش، نمونه مرکبی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر خاک مزرعه برداشت شد و مورد تجزیه قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

Table 1. Physiochemical analysis of the experimental site soil.

pH	EC	N	Organic matter	Available K	Available P	Sand	Clay	Silt
	$dS\ m^{-1}$	(%)		$mg\ kg^{-1}$		(%)		
7.6	4.41	0.097	0.93	252	7	43	17	40

در اسفندماه، عملیات تهیه بستر شامل شخم نیمه‌عمیق با گاوآهن برگردان‌دار و دوبار دیسک عمود برهم انجام شد و پس از تسطیح، کرت های آزمایشی آماده شد. کوددهی شامل ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره، ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار از منبع کلرور پتاسیم بود. تمام کود فسفر و پتاس و نصف کود نیتروژن پیش از کاشت و مابقی کود نیتروژن در بهار به خاک اضافه شد.

کاشت هر دو گیاه به‌صورت جوی و پشته، به‌صورت همزمان در تاریخ ۲۵ اسفندماه انجام شد. بر این اساس، هر واحد آزمایشی شامل هشت ردیف کشت چهار متری و با فاصله ردیف ۲۵ سانتیمتر بود. اولین آبیاری، بلافاصله پس از کاشت انجام شد و سپس به طور مرتب و بر حسب نیاز گیاه، به‌طور متوسط هر پنج تا هفت روز یک بار صورت گرفت.

به‌منظور تعیین اجزای عملکرد، در تاریخ ۱۷ مرداد ماه (مرحله رسیدگی فیزیولوژیک هر دو گیاه)، با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای، ۱۰ بوته از هر گیاه از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب شدند و به آزمایشگاه منتقل شدند. در گیاه شنبلیله، تعداد شاخه‌های جانبی، ارتفاع بوته، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام و وزن هزار دانه و برای گیاه سیاهدانه، تعداد پانیکول در بوته، تعداد دانه در پانیکول و وزن هزار دانه محاسبه شد. برای تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، با حذف اثر حاشیه‌ای، نمونه‌برداری از یک مترمربع از هر کرت صورت گرفت. بوته‌های برداشت شده به‌مدت ۴۸ ساعت در آونی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و وزن کل آن‌ها به‌عنوان عملکرد بیولوژیک یادداشت شد. وزن دانه‌ها پس از جداسازی و بوجاری، به‌عنوان عملکرد دانه در نظر گرفته شد. جهت برآورد وضعیت علف‌های‌هرز در مزرعه، نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی از سطح یک مترمربع در هر کرت، با استفاده از کوادرات انجام شد و نوع علف‌های‌هرز غالب، تعداد و وزن خشک آن‌ها تعیین شد.

برای ارزیابی زراعت مخلوط و مقایسه آن با زراعت تک کشتی، از شاخص‌های عملکرد نسبی و کل گیاه، غالبیت، رقابت و ضریب ازدحام نسبی و ضریب ازدحام

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده شد (Vandermeer, 1989). با استفاده از عملکرد نسبی (RY, Relative yield) می‌توان به‌طور مستقیم، میزان افزایش یا کاهش محصول را در کشت مخلوط تعیین نمود. عملکرد نسبی گونه A و B بر اساس روابط زیر تعیین شد:

$$RY_A = \frac{AYi}{AYs}$$ رابطه ۱

$$RY_B = \frac{BYi}{BYs}$$ رابطه ۲

در این روابط: Yi و Ys، به‌ترتیب عملکرد هر گونه در شرایط کشت مخلوط و خالص و RY، عملکرد نسبی است. مجموع عملکرد نسبی (RYT, Relative yield total) بر اساس سطح زمین زیر کشت محاسبه می‌شود و به‌وسیله آن مشخص می‌شود که برای به‌دست آوردن مقدار محصولی که از یک هکتار کشت مخلوط عاید می‌شود، چه مقدار از زمین به‌صورت زراعت تک کشتی مورد نیاز است تا همان مقدار محصول برداشت شود. مجموع عملکرد نسبی از رابطه زیر محاسبه شد:

$$RYT = RYa + RYb$$ رابطه ۳

شاخص‌های رقابت (Competition index) و غالبیت (Aggressivity) نسبت به یکدیگر، با استفاده از روابط زیر به‌دست آمد. در روابط زیر: Z، نسبت کشت دو گیاه در کشت مخلوط است.

$$Agg_a = \frac{AYi}{AYs \times Za} - \frac{BYi}{BYs \times Zb}$$ رابطه ۴

$$Agg_b = \frac{BYi}{BYs \times Zb} - \frac{AYi}{AYs \times Za}$$ رابطه ۵

$$CI_a = \frac{RYT_a}{RYT_b} - \frac{Z_b}{Z_a}$$ رابطه ۶

$$CI_b = \frac{RYT_b}{RYT_a} - \frac{Z_a}{Z_b}$$ رابطه ۷

ضریب ازدحام نسبی (RCC, Relative crowding coefficient) مشخص کننده میزان رقابت بین گیاهانی است که به‌صورت مخلوط کشت شده‌اند. ضریب ازدحام نسبی و ضریب ازدحام (K) برای گیاه A که با گیاه B مخلوط شده است، از روابط زیر محاسبه می‌شود:

$$RCC_a = \frac{AYi \times Za}{(AYs - AYi) \times Zb}$$ رابطه ۸

$$RCC_b = \frac{BYi \times Zb}{(BYs - BYi) \times Za}$$ رابطه ۹

$$K = RCC_a + RCC_b$$ رابطه ۱۰

پس از تجزیه واریانس داده‌ها، میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد مقایسه شدند. تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اثر متقابل الگوی کاشت و مدیریت علف‌هرز بر ارتفاع بوته سیاهدانه (جدول ۲) و شنبلیله (جدول ۳) معنی‌دار بود.

در کشت خالص و تیمار ۵۰٪ سیاهدانه +۵۰٪ شنبلیله، اختلاف ارتفاع بوته سیاهدانه در تیمار کنترل علف‌های‌هرز، با تیمار عدم کنترل علف‌های‌هرز، معنی‌دار بود، به‌طوری‌که در این دو شرایط، ارتفاع بوته در شرایط عدم کنترل علف‌هرز، ۲۹/۱ و ۲۹/۵ درصد بیشتر از شرایط کنترل علف‌هرز بود (جدول ۴). در الگوی کاشت ۲۵ درصد سیاهدانه + ۷۵ درصد شنبلیله و همچنین ۷۵ درصد سیاهدانه + ۲۵ درصد شنبلیله، ارتفاع بوته سیاهدانه در تیمار کنترل علف‌های‌هرز، اختلاف معنی‌داری با عدم کنترل علف‌هرز نداشت. همچنین بیشترین ارتفاع این گیاه در الگوی کاشت ۵۰ درصد سیاهدانه + ۵۰ درصد شنبلیله در شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز، برابر ۴۰/۴ سانتیمتر بود (جدول ۲). در شنبلیله، در شرایط کشت خالص و در الگوی کاشت ۲۵ درصد سیاهدانه + ۷۵ درصد شنبلیله، ارتفاع بوته در شرایط عدم کنترل علف‌هرز، به‌ترتیب ۴۴/۳ و ۴۰/۲ درصد بیشتر از کنترل علف‌هرز بود (جدول ۴). در الگوهای کاشت ۵۰ درصد سیاهدانه + ۵۰ درصد شنبلیله و ۷۵ درصد سیاهدانه + ۲۵ درصد شنبلیله، ارتفاع بوته شنبلیله در شرایط عدم کنترل علف‌هرز، تفاوت معنی‌داری با شرایط کنترل علف‌هرز نداشت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر کشت مخلوط و مدیریت علف‌های‌هرز بر برخی ویژگی‌های سیاهدانه.

Table 2. Analysis of variance of the effect of intercropping and weed management on some characteristics of black cumin.

Source of variance	d.f.	Mean squares							
		Plant height	Branch number	Follicule/plant	Grain/ follicules	Thousand grain weight	Grain yield	Biological yield	Oil percentage
Block	2	2.47	0.54	2.16	9.87	0.080	79.79	87.63	7.95
Planting pattern (P)	3	39.09**	4.81**	17.93**	27.52**	0.642**	610.66**	206.53ns	10.71*
Weed management (W)	1	107.31**	0.37ns	22.04**	11.48*	1.760**	209.39**	777.11**	0.20ns
P*W	3	36.01**	0.15ns	0.16ns	1.71ns	0.038ns	16.67ns	411.22ns	1.10ns
Error	14	3.15	0.68	1.16	1.81	0.086	42.07	72.34	2.40
Coefficient of variance		4.54	12.64	7.87	7.03	9.18	11.83	6.40	5.01

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: Non-significant, significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر کشت مخلوط و مدیریت علف‌های‌هرز بر برخی ویژگی‌های شنبلیله.

Table 3. Analysis of variance of the effect of intercropping and weed management on some characteristics of fenugreek.

Source of variance	d.f.	Mean squares							
		Plant height	Branch number	Pod number/plant	Grain number/ pod	Thousand grain weight	Grain yield	Biological yield	Oil percentage
Block	2	10.28	0.29	0.12	0.02	2.35	44.18	2912.22	0.54
Planting pattern (P)	3	804.38**	0.59ns	1.26ns	66.64**	24.21**	1065.71**	12900.33**	6.11**
Weed management (W)	1	305.81**	3.37**	18.37**	13.08ns	0.72ns	2708.52**	11008.16**	16.66**
P*W	3	77.94**	2.26ns	0.04ns	1.46ns	0.12ns	431.52**	3128.50ns	2.33ns
Error	14	9.22	0.24	0.64	9.01	1.22	63.74	3196.09	1.58
Coefficient of variance		8.21	19.43	14.31	25.94	9.89	13.98	20.22	14.54

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: Non-significant, significant at 5% and 1% of probability levels, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش ارتفاع بوته این دو گیاه در شرایط کشت مخلوط را می‌توان به رقابت برای جذب نور بیشتر و عدم نفوذ در پوشش گیاهی و عدم تجزیه هورمون اکسین در این شرایط نسبت داد (Den Hollander *et al*., 2007). Rezvani Moghadam *et al* (2009) در مطالعه خود روی کشت مخلوط ماش و سیاهدانه اظهار داشتند که ارتفاع سیاهدانه در کشت مخلوط، بیشتر از کشت خالص بود. Hamzei *et al* (2011) در بررسی اثر کشت مخلوط بر سرکوب علف‌های‌هرز نخود و جو گزارش نمودند که استفاده از کشت مخلوط و در شرایط عدم کنترل علف‌هرز، باعث افزایش ارتفاع بوته می‌شود.

جدول ۴- برهمکنش اثر کشت مخلوط و مدیریت علف‌هرز بر برخی ویژگی‌های سیاهدانه و شنبلیله

Table 4. Interaction effects of intercropping and weed management on some characteristics of black cumin and fenugreek.

Planting pattern	Weed management	Black cumin height (cm)	Fenugreek height (cm)	Fenugreek grain yield (g m^{-2})
Sole crop	Weed-free	26.42d	18.58e	99.81a
	Weedy	34.11b	26.81d	53.33c
25% black cumin +75% fenugreek	Weed-free	31.33bc	42.06b	61.73b
	Weedy	31.28bc	58.97a	45.79de
75% black cumin +25% fenugreek	Weed-free	30.66c	33.98c	52.11cd
	Weedy	30.76c	35.34c	40.99e
50% black cumin +50% fenugreek	Weed-free	31.20bc	39.03bc	57.23bc
	Weedy	40.39a	41.08b	45.78de

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD و در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, means with at least one similar letter had no significant difference based on LSD at 1% of probability level.

از بین اثرات، تنها اثر الگوی کاشت بر تعداد شاخه فرعی در بوته سیاهدانه معنی‌دار بود (جدول ۲) و تعداد شاخه فرعی در بوته شنبلیله (جدول ۳)، تنها تحت تاثیر مدیریت علف‌هرز قرار گرفت. بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته سیاهدانه از کشت خالص به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با الگوی کاشت ۵۰ درصد سیاهدانه + ۵۰ درصد شنبلیله و ۲۵ درصد سیاهدانه + ۷۵ درصد شنبلیله داشت و کمترین آن، در الگوی کاشت ۵۰ درصد سیاهدانه + ۵۰ درصد شنبلیله مشاهده شد که ۲۸/۲ درصد کمتر از کشت خالص بود (جدول ۵).

جدول ۵- اثر کشت مخلوط بر برخی ویژگی‌های سیاهدانه

Table 5. The effect of intercropping on some characteristics of black cumin.

Planting pattern	Branches number	Follicule number/plant	Grain number/follicule	Thousand grain weight (g)	Grain yield (g m^{-2})	Biological yield (g m^{-2})	Oil percentage
Sole crop	7.66a	16.17a	21.77a	2.80c	69.03a	141.28a	29.17c
25% black cumin +75% fenugreek	6.66ab	13.50b	19.52a	3.17b	46.42c	133.75b	31.00bc
75% black cumin +25% fenugreek	6.23bc	12.17b	16.58c	3.22b	54.74b	133.52b	36.00a
50% black cumin +50% fenugreek	5.50c	13.00b	18.73b	3.60a	49.02bc	130.64b	31.83b

در هر ستون، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD و در سطح احتمال یک درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, means with at least one similar letter had no significant difference based on LSD at 1% of probability level.

دلیل این امر می‌تواند افزایش رقابت، به‌علت حضور سایر گونه‌ها در حالت‌های کشت مخلوط باشد که سبب کاهش منابع محیطی در دسترس گیاه زراعی می‌شود (Den Hollander *et al*., 2007). در یک بررسی گزارش شد که در کشت مخلوط سیاهدانه-ماش، بیشترین تعداد شاخه فرعی سیاهدانه ابتدا در

www.SID.ir

Archive of SID

کشت خالص و سپس در کشت مخلوط سیاهدانه و ماش مشاهده شد (Rezvani Moghadam *et al.*, 2009). در گیاه شنبلیله، تعداد شاخه فرعی در بوته در شرایط کنترل علف‌هرز، بیشتر از شرایط عدم کنترل علف‌هرز بود (جدول ۶). از آن‌جا که حضور علف‌های هرز در مزرعه موجب افزایش رقابت با گیاه زراعی بر سر منابع محدود مشترک و کاهش قابلیت دسترسی می‌شود (Pandya *et al.*, 2005)، رسیدن به چنین نتیجه‌ای دور از انتظار نخواهد بود. در تحقیق Alizadeh *et al.* (2009) در کشت مخلوط دو گیاه لوبیا و ریحان بذری همراه با علف‌هرز، شاخه‌های جانبی ریحان در تیمارهایی که با کنترل علف‌های‌هرز به طور معنی‌داری افزایش یافت.

جدول ۶ - اثر مدیریت علف‌های‌هرز بر برخی ویژگی‌های سیاهدانه و شنبلیله

Table 6. Effect of weed management on some characteristics of black cumin and fenugreek.

Weed management	Black cumin				Fenugreek			
	Follicule number/ plant	Thousand grain weight (g)	Grain number/follicule	Grain yield ($g\ m^{-2}$)	Branches number	Pod number /plant	Biological yield ($g\ m^{-2}$)	Oil percentage
Weed-free	14.67a	3.47a	19.84a	57.75a	2.91a	4.75b	257.67b	8.0b
Weedy	12.75b	2.93b	18.46	51.84b	2.16b	6.50a	300.92a	9.5a

در هر ستون، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD و در سطح احتمال یک درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, means with at least one similar letter had no significant difference based on LSD at 1% of probability level.

اجزای عملکرد

تیمارهای الگوی کاشت و مدیریت علف‌هرز بر تعداد کپسول در بوته سیاهدانه معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین تعداد نیام در بوته شنبلیله، تنها تحت تاثیر مدیریت علف‌های‌هرز قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین تعداد کپسول در بوته از کشت خالص به‌دست آمد که به‌طور معنی‌داری بیشتر از همه تیمارهای کشت مخلوط بود (جدول ۵). الگوهای کشت مخلوط از نظر تعداد کپسول در بوته سیاهدانه، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. به‌نظر می‌رسد که در کشت مخلوط سیاهدانه و شنبلیله، افزایش رقابت میان گیاهان زراعی، منجر به کاهش تعداد کپسول در بوته شد. از سوی دیگر، کنترل علف‌های‌هرز، سبب افزایش تعداد کپسول در بوته سیاهدانه شد، به‌طوری که بوته-های رشد یافته در شرایط کنترل علف‌های‌هرز، ۱۵/۱ درصد بیشتر از بوته‌های رشدیافته در شرایط حضور علف‌های‌هرز بود. در یک پژوهش، عملکرد دانه جو و رشد علف‌های‌هرز در سیستم تک‌کشتی و مخلوط با ماشک بررسی و اعلام شد که تعداد سنبله در مترمربع تیمارهای مخلوط بدون کنترل علف‌هرز نسبت به تیمارهای مخلوط با کنترل علف‌هرز کاهش می‌یابد (Daraemofrad *et al.*, 2008). همچنین در یک بررسی دیگر نیز کاهش تعداد غلاف در مترمربع باقلا در کشت مخلوط با جو نسبت به کشت خالص باقلا گزارش شد (Agegnehu *et al.*, 2006). تعداد نیام در بوته شنبلیله در شرایط کنترل علف‌های‌هرز، ۳۶/۸ درصد بیشتر از شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز بود (جدول ۶). به‌نظر می‌رسد که هرچه از تراکم علف‌های هرز در مزرعه کاسته شود، نور بیشتری وارد سایه‌انداز گیاه زراعی می‌شود و موجب افزایش اجزای عملکرد مانند تعداد نیام در بوته شنبلیله در شرایط کنترل علف‌هرز می‌شود (Pandya *et al.*, 2005).

اثر الگوی کاشت و مدیریت علف‌های‌هرز بر تعداد دانه در کپسول سیاهدانه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در کپسول، از کشت خالص و کمترین آن، از الگوی کاشت ۷۵ درصد سیاهدانه و ۲۵ درصد شنبلیله به‌دست آمد (جدول ۵). همچنین در شرایط کنترل علف‌های‌هرز، تعداد دانه در کپسول، ۶/۴۳ درصد بیشتر از شرایط بدون کنترل علف‌های‌هرز بود (جدول ۶). Rezvani Moghadam *et al* (2009) نیز در مطالعه‌ای روی کشت ماش و سیاهدانه بیان کردند که عدم کنترل علف‌های‌هرز، باعث کاهش تعداد دانه در غلاف ماش شد. این در حالی بود که تیمار الگوی کشت، بر این ویژگی تاثیر معنی‌داری نداشت.

www.SID.ir

Archive of SID

درصورتی‌که ترکیب گونه‌ای در کشت مخلوط مناسب نباشد، به‌دلیل افزایش رقابت برای مواد غذایی و نور، سودمندی کشت مخلوط کاهش می‌یابد (Aynehband and Behrooz, 2011). در کشت مخلوط، با افزایش تراکم و درنتیجه رقابت، گیاهان مجاور به عوامل محیطی از جمله نور، مواد غذایی و رطوبت دسترسی کمتری دارند که در نهایت می‌تواند مواد فتوسنتزی کمتری را به دانه منتقل نماید. این امر می‌تواند منجر به کاهش برخی از اجزای عملکرد از جمله تعداد دانه یا وزن هزار دانه شود (Hamzei *et al*., 2012).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تنها اثر الگوی کاشت بر تعداد دانه در نیام شنبلیله معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین تعداد دانه در نیام شنبلیله مربوط به تیمار کشت خالص و کمترین آن به الگوی ۲۵ درصد شنبلیله + ۷۵ درصد سیاهدانه تعلق داشت که با سایر الگوهای کاشت، اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۷). به‌نظر می‌رسد که رقابت بین گونه‌ای در کشت مخلوط دو گونه، سبب کاهش تعداد دانه در نیام شنبلیله در الگوی‌های کشت مختلف شده است و در کشت خالص شنبلیله، با کاهش رقابت بین گونه‌ای، بیشترین تعداد دانه در غلاف شنبلیله حاصل شد (Rezvani Moghadam and Moradi, 2013).

جدول ۷- اثر کشت مخلوط بر برخی ویژگی‌های شنبلیله

Table 5. Effect of intercropping on some characteristics of fenugreek.

Planting pattern	Grain number/ pod	Thousand grain weight (g)	Grain yield ($g\ m^{-2}$)	Biological yield ($g\ m^{-2}$)	Oil percentage
Sole crop	16.39a	8.43c	76.57a	3412.00a	7.17b
25% black cumin +75% fenugreek	8.85b	11.58b	53.76b	286.17ab	9.17a
75% black cumin +25% fenugreek	10.99b	11.45b	۴۶/۵۵c	223.17c	9.00a
50% black cumin +50% fenugreek	10.04b	13.26a	51.51b	257.67b	9.33a

در هر ستون، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD و در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, means with at least one similar letter had no significant difference based on LSD at 1% of probability level.

اثر الگوی کاشت و مدیریت علف‌های‌هرز بر وزن هزار دانه سیاهدانه معنی‌دار بود (جدول ۲)، درحالی‌که وزن هزار دانه شنبلیله، تنها تحت تأثیر الگوی کاشت قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین وزن هزار دانه سیاهدانه از تیمار ۵۰ درصد سیاهدانه +۵۰ درصد شنبلیله (۳/۶ گرم) به‌دست آمد که به‌طور معنی‌داری از سایر تیمارها بیشتر بود. کمترین وزن هزار دانه سیاهدانه نیز در تیمار کشت خالص (۲/۸ گرم) مشاهده شد. وزن هزار دانه سیاهدانه در تیمار ۵۰ درصد سیاهدانه +۵۰ درصد شنبلیله، ۱۱/۸ و ۱۳/۶ درصد به‌ترتیب نسبت به تیمارهای ۷۵ درصد سیاهدانه + ۲۵ درصد شنبلیله و ۲۵ درصد سیاهدانه و ۷۵ درصد شنبلیله بیشتر بود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین مدیریت علف‌های‌هرز نیز نشان داد که کنترل علف‌های‌هرز، تاثیر مثبتی بر وزن هزار دانه داشت، به‌طوری‌که کنترل علف‌های‌هرز، موجب افزایش ۱۸/۴ درصدی وزن هزار دانه سیاهدانه شد (جدول ۶).

بیشترین وزن هزار دانه شنبلیله در الگوی کاشت ۵۰ درصد شنبلیله + ۵۰ درصد سیاهدانه مشاهده شد که نسبت به کشت خالص، ۵۷/۲۹ درصد افزایش نشان داد (جدول ۷). به‌نظر می‌رسد که در کشت خالص که از تعداد ساقه بیشتری برخوردار بود، به‌دلیل تشکیل تعداد نیام بیشتر و در نتیجه تعداد دانه بیشتر در بوته، از میانگین وزن تک دانه و هزار دانه در این تیمار کاسته شده است (Mirhashmi *et al*., 2009). دلیل افزایش وزن هزار دانه شنبلیله در کشت مخلوط می‌تواند به‌علت تعداد دانه کمتر در تیمارهای مخلوط باشد که در نتیجه آن، سهم بیشتری از موادی که در فتوسنتز ساخته می‌شود، به این دانه‌ها می‌رسد (Rezvani Moghadam and Moradi, 2011). همچنین در تحقیق دیگر روی ارزیابی کشت مخلوط کنجد و نخود، وزن هزار دانه نخود از کشت خالص به سمت کشت مخلوط این دو گیاه زراعی، دارای شیب افزایشی بود (Pouramir *et al*., 2010).

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد دانه و بیولوژیک

تاثیر الگوی کاشت و مدیریت علف‌های‌هرز بر عملکرد دانه سیاهدانه معنی‌دار شد (جدول ۲). همچنین در شنبلیله، اثر الگوی کاشت، مدیریت علف‌های‌هرز و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه سیاهدانه در شرایط کشت خالص به‌دست آمد که ۴۸/۷ درصد بیشتر از عملکرد دانه سیاهدانه در تیمار کشت مخلوط ۲۵ درصد سیاهدانه + ۷۵ درصد شنبلیله (دارای کمترین مقدار عملکرد) بود. عملکرد دانه سیاهدانه در نسبت کشت مخلوط ۲۵ درصد سیاهدانه + ۷۵ درصد شنبلیله، تفاوت معنی‌داری با کشت ۵۰ درصد سیاهدانه + ۵۰ درصد شنبلیله نداشت (جدول ۶). با توجه به این‌که بالاترین اجزای عملکرد (تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول) مربوط به کشت خالص سیاهدانه بود و نیز در کشت خالص، سطح زیر کشت به‌طور کامل به گیاه سیاهدانه اختصاص داشت، به‌طور طبیعی عملکرد بالاتری نیز داشته است. کنترل علف‌های‌هرز با افزایش عملکرد دانه سیاهدانه همراه بود، به‌طوری‌که عملکرد دانه در شرایط کنترل علف‌های‌هرز، ۱۱/۴ درصد بیشتر از شرایط حضور علف‌های‌هرز بود (جدول ۶). به نظر می‌رسد که در تیمارهای کشت مخلوط، به دلیل افزایش جذب نور توسط پوشش گیاهی و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی بالاتر، مواد فتوسنتزی بیشتری به مقاصد فیزیولوژیک (دانه ها) اختصاص یافته است و همین امر سبب افزایش عملکرد دانه شده است (Banik *et al*., 2006).

در شنبلیله در تمامی الگوهای کاشت خالص و مخلوط، کنترل علف‌های‌هرز، سبب افزایش عملکرد دانه این گیاه نسبت به شرایط عدم کنترل علف‌های هرز علف‌های‌هرز شد (جدول ۴). کنترل علف‌های‌هرز سبب افزایش عملکرد دانه شنبلیله در الگوهای کشت خالص و مخلوط ۲۵ درصد سیاهدانه + ۷۵ درصد شنبلیله، ۷۵ درصد سیاهدانه + ۲۵ درصد شنبلیله و ۵۰ درصد سیاهدانه +۵۰ درصد شنبلیله، به ترتیب به میزان ۸۷/۲، ۳۴/۸، ۲۷/۱ و ۲۵ درصد شد. بیشترین مقدار عملکرد دانه شنبلیله به تیمار کشت خالص آن در شرایط کنترل علف‌های‌هرز (۹۹/۸۱ گرم در مترمربع) تعلق داشت (جدول ۲). مقدار کاهش عملکرد دانه شنبلیله در الگوهای کشت مخلوط بدون کنترل علف‌های‌هرز که رقابت برون گونه‌ای در آن‌ها بسیار شدیدتر از الگوهای کشت مخلوط با کنترل علف‌های‌هرز بود، بیشتر نمایان است. در واقع، علف-های‌هرز که اجزای عملکرد شنبلیله را بر اثر ایجاد محدودیت در جذب منابع توسط این گیاه زراعی مورد نقصان قرار داده بودند، در نهایت نیز باعث کاهش عملکرد دانه شدند (Mirhashmi *et al*., 2009). در یک مطالعه نیز نشان داده شد که کشت خالص لوبیا در بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص لوبیا و ریحان بذری، دارای بالاترین عملکرد دانه بود (Alizadeh *et al*., 2009).

عملکرد بیولوژیک سیاهدانه، تنها تحت تاثیر مدیریت علف‌های‌هرز قرار گرفت (جدول ۲) اما عملکرد بیولوژیک شنبلیله، تحت تاثیر الگوی کاشت و مدیریت علف‌های‌هرز بود (جدول ۳). عملکرد بیولوژیک سیاهدانه در شرایط کنترل علف‌های‌هرز، ۸/۱۵ درصد بیشتر از عدم کنترل علف‌های‌هرز بود و همچنین عملکرد بیولوژیک شنبلیله در شرایط کنترل علف‌های هرز، بیشتر از شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز بود (جدول ۶). بالاترین عملکرد بیولوژیک شنبلیله از تیمار کشت خالص به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با الگوی کاشت ۲۵ درصد سیاهدانه + ۷۵ درصد شنبلیله نداشت و کمترین میزان نیز از الگوی کاشت ۷۵ درصد سیاهدانه + ۲۵ درصد شنبلیله به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر الگوهای کاشت نداشت (جدول ۵). در بررسی کشت مخلوط باقلا و جو، افزایش عملکرد بیولوژیک در شرایط کنترل علف‌های هرز نسبت به شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز بیشتر بود (Agegnehu *et al*., 2006). در یک بررسی دیگر نشان داده شد که کشت خالص شنبلیله در بین الگوهای کاشت مختلف مخلوط زیره سبز و شنبلیله، دارای بالاترین عملکرد بیولوژیک بود (Rezvani Moghadam and Moradi, 2011).

درصد روغن بذر

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر الگوی کشت بر درصد روغن بذر سیاهدانه معنی‌دار بود (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین درصد روغن بذر شنبلیله نیز تحت تاثیر معنی‌دار الگوی کشت و مدیریت علف‌های‌هرز قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین درصد روغن بذر سیاهدانه در تیمار ۷۵ درصد سیاهدانه + ۲۵ درصد شنبلیله و کمترین آن در کشت خالص به‌دست آمد که ۲۳/۴ درصد تفاوت داشتند (جدول ۵)، درحالی‌که بیشترین روغن بذر شنبلیله در همه تیمارهای کشت مخلوط (بدون تفاوت معنی دار با یکدیگر) مشاهده شد که به طور معنی‌داری و به میزان ۲۷/۸ درصد بیشتر از درصد روغن بذر شنبلیله در کشت خالص بود (جدول ۷). از سوی دیگر، درصد روغن شنبلیله در شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز، ۱۵/۸ درصد بیشتر از شرایط کنترل علف‌های‌هرز بود (جدول ۶). Bigonah *et al* (2014) گزارش کردند که در کشت مخلوط گشنیز و شنبلیله، بالاترین عملکرد اسانس در نسبت ۲۵:۷۵ گشنیز به‌دست آمد. در مطالعه Hassanzadeh *et al*. (2012) روی گیاه مرزه و شبدر ایرانی نیز نشان داده شد که درصد اسانس در تیمارهای کشت مخلوط، بیشتر از تیمارهای کشت خالص می‌باشد. از آن‌جا که هر عاملی که باعث افزایش فتوسنتز گیاهی شود می تواند باعث بالا رفتن درصد روغن نیز شود، چنین به‌نظر می‌رسد که دلیل افزایش درصد روغن در کشت مخلوط، به‌خاطر توانایی گیاه در استفاده بهینه از منابع محیطی بوده است که باعث بهبود رشد و فتوسنتز و به دنبال آن، افزایش میزان روغن در مقایسه با کشت خالص شده است (Rezaei-Chiyaneh, 2016). میزان تجمع روغن می‌تواند تحت تأثیر عواملی چون ساختار ژنتیکی، تاریخ کاشت، ژنوتیپ، شرایط اقلیمی منطقه، حاصلخیزی خاک، تراکم و الگوی کاشت قرار گیرد که بهبود مجموع این عوامل در کشت مخلوط می‌تواند با افزایش درصد روغن همراه باشد (Hedayati *et al.*, 2017).

علف‌های‌هرز

در این پژوهش و به‌خاطر شرایط اکولوژیک محل آزمایش، سلمه‌تره (*Chenopodium album*) و سایر گونه‌های سلمه (*Chenopodium spp*)، زاروق (*Salsola kali*) هفت‌بند (*Polygonum aviculare*)، علف‌شور (*Saeuda spp*)، قیچ برگ باقلایی (*Zygophylum fabago*)، علف‌مورچه یا کرزا (*Cressa cretica*)، گلرنگ‌وحشی (*Carthamus lanathus*) و خارشتر (*Alhaji camelorum*)، علف‌های‌هرز غالب مزرعه بودند. تراکم و زیست‌توده کل علف‌های‌هرز در الگوهای کاشت مختلف و در شرایط عدم کنترل علف-های‌هرز محاسبه شد و بر اساس طرح بلوک کامل تصادفی، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. الگوی کاشت، اثر معنی‌داری بر تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز داشت (جدول ۸).

جدول ۸- تجزیه واریانس اثر کشت مخلوط بر تعداد و زیست‌توده علف‌های هرز

Table 8. Variance analysis of the intercropping effects on weeds number and biomass.

Source of variance	df	Total weeds density	Weeds dry weight
Block	2	0.33ns	3.54ns
Planting pattern	3	1.63**	8.14**
Error	6	0.22	0.83
Coefficient of variance		24.59	13.91

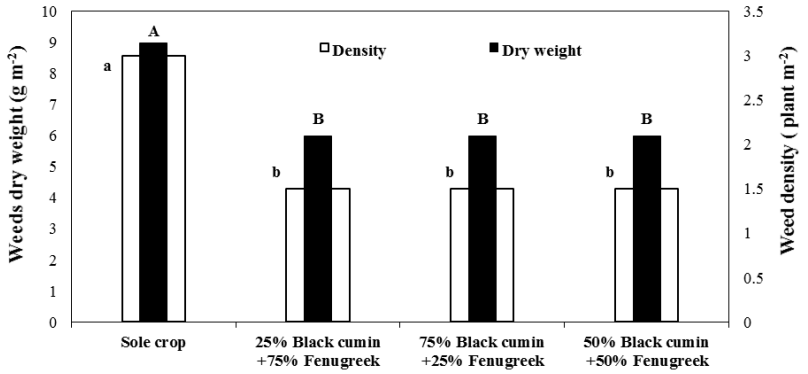
ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: Non-significant, significant at 5 and 1% of probability levels, respectively.

در تمامی الگوهای کشت مخلوط، تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز، نسبت به تیمار کشت خالص سیاهدانه و کشت خالص شنبلیله در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز، به‌طور معنی‌داری پایین‌تر بود (شکل ۱).در مطالعه‌ای روی کنترل علف‌های‌هرز توسط کشت مخلوط در دو گیاه نخودفرنگی و جو اعلام شد که کشت مخلوط جو با گیاه زراعی نخود توانست تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز را نسبت به تک‌کشتی کاهش دهد (Poggio, 2005).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- اثر کشت مخلوط بر تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز (ستون های با حروف یکسان، بر اساس آزمون LSD و در سطح احتمال یک درصد، تفاوت معنی دار ندارند).

Figure 1. Effect of intercropping on density and dry weight of weeds (Column with similar letter had no significant difference based on LSD at 1% of probability level.)

شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط

بیشترین عملکرد نسبی سیاهدانه، از تیمار کشت مخلوط ۵۰ درصد سیاهدانه +۵۰ درصد شنبلیله در شرایط کنترل علف‌های‌هرز و پس از آن ۲۵ درصد سیاهدانه + ۷۵ درصد شنبلیله در شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز به‌دست آمد (جدول ۹) که به‌طور معنی داری با سایر تیمارها متفاوت بود. بیشترین عملکرد نسبی شنبلیله نیز در تیمار کشت مخلوط ۲۵ درصد سیاهدانه + ۷۵ درصد شنبلیله در شرایط کنترل علف های‌هرز و پس از آن ۷۵ درصد سیاهدانه + ۲۵ درصد شنبلیله در شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز مشاهده شد. همه تیمارهای کشت مخلوط، عملکرد نسبی کل بیشتر از یک داشتند که نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بود. در مجموع نیز تیمار کشت مخلوط ۲۵ درصد سیاهدانه + ۷۵ درصد شنبلیله در شرایط کنترل علف‌های‌هرز، بیشترین عملکرد نسبی کل (۱/۵۵) را داشت (جدول ۹) که بیانگر این موضوع است که این الگوی کشت، ۵۵ درصد نسبت به کشت خالص مزیت داشته است. مجموع عملکرد نسبی، بیشتر در مورد بررسی رقابت در بین اجزای کشت مخلوط در رابطه با استفاده از منابع محدود به‌کار می‌رود. اگر مجموع عملکرد نسبی برابر یک باشد، محصول زراعت‌های تک کشتی و مخلوط، یکسان است که این امر در دو حالت اتفاق می افتد: هنگامی که در گیاهان تشکیل دهنده مخلوط، رقابت درون گونه ای با برون گونه ای برابر است و یا هنگامی که میزان کاهش محصول یک گیاه در مخلوط، با افزایش محصول دیگر برابر است. چنانچه مجموع عملکرد نسبی بیشتر از یک باشد، محصول کشت مخلوط بیشتر از خالص است و نشان‌دهنده رقابت جزیی یا حالت مکملی جزیی در بین اجزای مخلوط است. در بررسی کشت مخلوط زیره سبز و شنبلیله نیز مشخص شد که تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد زیستی، عملکرد دانه و عملکرد اسانس شنبلیله در کشت خالص، بالاتر از کشت مخلوط بود (Rezvani Moghadam and Moradi, 2013). آن‌ها مقدار LER را در تمام تیمارهای مخلوط، بالاتر از یک گزارش کردند که این موضوع، نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص است. اضافه عملکرد به‌دست آمده را می‌توان به استفاده بهتر از منابع موجود توسط دو گیاه و اختلافات مورفولوژیک، فیزیولوژیک، سیستم ریشه‌ای آن‌ها و جذب بیشتر تابش در تیمارهای مخلوط و تثبیت و جذب نیتروژن در کشت مخلوط نسبت داد (Vandermeer, 1989).

تیمار کشت مخلوط ۲۵ درصد سیاهدانه + ۷۵ درصد شنبلیله در شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز، منجر به بیشترین شاخص رقابت سیاهدانه و در شرایط کنترل علف‌های‌هرز، بیشترین شاخص رقابت شنبلیله را به دنبال داشت (جدول ۱۰).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۹- تاثیر مدیریت علف‌های‌هرز و سیستم های متفاوت کشت بر محصول نسبی و شاخص رقابت در کشت مخلوط شنبلیله و سیاهدانه

Table 9. Effect of weed management and different planting pattern on relative yield and competition index in fenugreek- black cumin intercropping

		Relative yield of black cumin		Relative yield of fenugreek		Total relative yield		Competition index of black cumin		Competition index of fenugreek	
Weed-free	25% black cumin +75% fenugreek	0.70	cd	0.85	a	1.55	a	-2.18	e	0.90	a
	75% black cumin +25% fenugreek	0.65	d	0.73	bc	1.38	c	-1.96	d	0.80	a
	50% black cumin +50% fenugreek	0.81	a	0.73	bc	1.54	ab	0.80	a	-2.10	d
Weedy	25% black cumin +75% fenugreek	0.80	ab	0.65	d	1.45	bc	0.96	a	-2.19	d
	75% black cumin +25% fenugreek	0.68	cd	0.79	ab	1.47	a-c	-0.13	c	0.16	b
	50% black cumin +50% fenugreek	0.74	bc	0.71	b-d	1.45	bc	0.06	b	-0.05	c

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD و در سطح احتمال یک درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, means with at least one similar letter had no significant difference based on LSD at 1% of probability level.

جدول ۱۰- تاثیر مدیریت علف‌های‌هرز و سیستم های متفاوت کشت بر برخی شاخص های ارزیابی کشت مخلوط شنبلیله – سیاهدانه

Table 10. Effect of weed management and different planting pattern on some evaluation indices in fenugreek- black cumin intercropping.

		Aggressivity index of fenugreek		Aggressivity index of black cumin		Crowding coefficient of fenugreek		Crowding coefficient of black cumin		Total crowding coefficient	
Weed-free	25% black cumin +75% fenugreek	1.95	a	-1.95	e	0.85	d	5.53	b	6.38	c
	75% black cumin +25% fenugreek	1.47	b	-1.47	d	0.63	d	-0.65	e	-0.02	e
	50% black cumin +50% fenugreek	-1.01	d	1.01	b	15.76	b	0.37	de	16.13	b
Weedy	25% black cumin +75% fenugreek	-2.01	e	2.01	a	19.04	a	4.02	c	23.06	a
	75% black cumin +25% fenugreek	0.21	c	-0.21	c	2.28	c	1.44	d	3.72	d
	50% black cumin +50% fenugreek	-0.23	c	0.23	c	2.94	c	7.00	a	9.94	c

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD و در سطح احتمال یک درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, means with at least one similar letter had no significant difference based on LSD at 1% of probability level.

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین شاخص غالبت سیاهدانه و شنبلیله، در تیمار کشت مخلوط ۲۵ درصد سیاهدانه + ۷۵ درصد شنبلیله، به‌ترتیب در شرایط کنترل و عدم کنترل علف های‌هرز به‌دست آمد. همین تیمار (کشت مخلوط ۲۵ درصد سیاهدانه + ۷۵ درصد شنبلیله) در شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز، دارای بیشترین ضریب ازدحام نسبی بود (جدول ۹). طی آزمایشی اعلام شد که در کشت مخلوط آفتابگردان و سویا، مقدار نسبت برابری زمین، ۱/۳۷به‌دست آمد (Saudy and Elmetwally, 2009). در یک مطالعه، با ارزیابی عمکرد دانه و کیفیت کشت مخلوط نخود-سیاهدانه گزارش شد که نسبت برابری زمین کل در تیمارهای مخلوط، بیشتر از یک بود که نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به تک کشتی در این نسبت‌های کشت می‌باشد (Gholinezhad and Rezaei-Chiyaneh, 2014). در مطالعه‌ای دیگر روی کشت مخلوط سیاهدانه و ماش، نشان داده شد که کاشت و کنترل علف‌های‌هرز از نظر نسبت برابری، زمین اختلاف معنی‌داری نشان ندادند و نسبت برابری زمین در همه آرایش‌های کاشت، بیشتر از یک بود (Rezvani Moghadam *et al*., 2009)؛ این موضوع نشان‌دهنده اثر مفید کشت مخلوط در افزایش بهره-وری از منابع می‌باشد. بالا بودن سودمندی در کشت مخلوط را می‌توان به استفاده بهتر از منابع موجود توسط دو گیاه و اختلافات مورفولوژیک و فیزیولوژیک بین آن‌ها، بهبود جذب و کارایی مصرف نور، تثبیت و جذب نیتروژن، کاهش فشار رقابتی بین دو گونه و کاهش رشد و زیست توده علف‌های هرز نسبت داد (Rezaei-Chiyaneh, 2016). در کشت مخلوط، هنگامی بیشترین عملکرد و سودمندی بالاتر به‌دست می‌آید که گیاهان تشکیل دهنده مخلوط، ازنظر نحوه و میزان استفاده از منابع محیطی، با یکدیگر کاملا متفاوت باشند. این گونه گیاهان با ویژگی‌های مورفولوژیک متفاوت، چنانچه در مجاورت یکدیگر کشت شوند، قادر خواهند بود که از عوامل محیطی استفاده بهینه کنند؛ در نتیجه عملکرد کل در واحد سطح افزایش خواهد یافت (Hedayati *et al*., 2017).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان داد که عملکرد دانه سیاهدانه و شنبلیله در کشت مخلوط نسبت به تیمارهای کشت خالص کاهش یافت؛ ولی عملکرد نسبی کل در تیمارهای کشت مخلوط بالای یک بود که سودمندی بیشتر کشت مخلوط را تأیید کرد. درصد روغن نیز در کشت مخلوط بیشتر بود. همچنین، کنترل علف‌های‌هرز در سامانه‌های کشت مخلوط بهبود یافت. به‌طورکلی نیز تیمار ۲۵ درصد سیاهدانه + ۷۵ درصد شنبلیله، به‌عنوان بهترین تیمار جهت بررسی‌های بیشتر معرفی می‌شود.

REFERENCES

1. Agegnehu, G., Ghizaw, A. & Sinebo, W. (2006). Yield performance and land use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal Agronomy*, 25, 202 – 207.
2. Alizadeh, Y., Koucheki, A. & Nasiri Mahallati, M. (2009). Effect yield, and potential yield components and weed control two plant in intercropping bean (*Phaseolus vulgaris*) seed basil (*Ocimum basilicum*). *Iranian Journal of Field Crops Research,* 7, 533-541. (In Persian).
3. Aynehband, A. & Behrooz, M. (2011). Evaluation of cereal- legume and cereal-pseudocereal intercropping systems through forage productivity and competition ability. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 10 (4), 675-683.
4. Bahryng, Z. (2003). Effect botanical and ecological characteristics of the genus *Ephedra* species in Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 3, 35. (In Persian).
5. Banik, B., Midya, A., Sarkar, B. K. & Ghose, S. S. (2006). Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment advantages and weed smothering. *European Journal Agronomy*, 24, 325-332.
6. Bauman, D. T., Bastiaans, L., Goudriaan, J., van Laar, H. H. & Krop, M. J. (2002). Analyzing crop yield and plant quality in an intercropping system using an ecophysiological model for interplant competition. *Agricultural Systems*, 73, 173 - 203.
7. Bigonah, R., Rezvani Moghaddam, P. & Jahan, M. (2014). Effects of intercropping on biological

www.SID.ir

Archive of SID

yield, percentage of nitrogen and morphological characteristics of coriander and fenugreek. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12(3), 369-377. (In Persian).

8. Daraemofrad, A., Azezi, K. H., Haedari, S. & Ahmadi, A. (2008). Performance evaluation of barley (*Hordeum vulgar* L.) and the growth of weed in intercropping and monocropping large leaf vetch (*Vicia narbonensis* L.). *Journal of Crop Science,* 44, 13-22. (In Persian).
9. Den Hollander, N. G., Bastiaans, L. & Kropff, M. J. (2007). Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design II. Competitive ability of several clover species. *European Journal Agronomy*, 26, 104–112.
10. Gholinezhad, E. & Rezaei-Chiyaneh, E. (2014). Evaluation of grain yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.) in intercropping with chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 16(3), 236-249. (In Persian).
11. Hamzei, J., Seyedi, M., Ahmadvand, G. & Abutalebian, M. A. (2011). The evaluation of weed suppression and crop production in barley-chickpea intercrops. *Journal of Crop Production and Processing*, 2(3), 43-55. (In Persian).
12. Hamzei, S., Sayedi, M., Ahmadvand, G. & Abotalebian, M. A. (2012). The effect of addititive intercropping on removal weeds, yield and components yield of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) and barely (*Hordeum vulgare*). *Journal of Crop Production and Processing*, 3, 43-55. (In Persian).
13. Hassanzadeh Aval, F., Koocheki, A., Khazaie, H. & Nassiri Mahallati, M. (2012). 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(6), 920-929. (In Persian).
14. Hedayati, A., Kazemeini, S. A. & Pirasteh-Anosheh, H. (2017). Evaluation of different planting ratio of sorghum-kochia intercropping in varied salinity conditions. *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research,* 24, 685-698. (In Persian).
15. Manjith Kumar, B. R., Chidenand, M., Mansur, P. M. & Salimath S. C. (2009). Influence of different row proportions on yield components and yield of rabbi crops under different intercropping systems. *Karnataka Journal Agricultural Science*, 22, 1087-1089.
16. Mirhashmi, M., Koocheki, A., Parsa, M. & Nasiri Mahallati, M. (2009). *Advantage ajotva* seeds and fenugreek intercropping at different levels of manure and planting. *Iranian Journal Agriculture Research*, 7, 259-269. (In Persian).
17. Pandya, N., Chouhau, G. S. & Nepulia, V. (2005). Effect of varieties, crop geometrics and weed management on nutrient uptake by soybean (*Glycine max*) and associated weeds. *Indian Journal Agronomy*, 50(3), 218-220.
18. Poggio, S. L. (2005). Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. *Journal of Agriculture, Ecosystem and Environment*, 109, 48-58.
19. Pouramir, F., Koocheki, A., Nasiri Mahallati, M. & Ghorbani, R. (2010). Evaluating yield and yield components of sesame and pea intercropping replacement series. Iranian Journal of Agricultural Research, 8 (5), 747-757. (In Persian).
20. Rezaei- Chiyaneh, E. (2016). Intercropping of flax seed (*Linum usitatissimum* L.) and pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under foliar application of iron nano chelated and zinc. *Journal of Agriculture Science and Sustainable Production*, 26, 39-56 (In Persian).
21. Rezvani Moghadam, P., Raoofi, M. R., Rashed Mohassel, M. H. & Moradi, R. (2009). Evaluation of sowing patterns and weed control on mung bean (*Vigna radiate* L. Wilczek) - black cumin (*Nigella sativa* L.) intercropping system. *Journal of Agroecology*, 1, 65-79. (In Persian).
22. Rezvani Moghadam, P. & Moradi, R.A. (2011). Effects planting date, biological fertilizer and intercropping on yield and essential oil content of cumin and fenugreek. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 43, 217-230. (In Persian).
23. Rezvani Moghadam, P. & Moradi, R.A. (2013). Evaluation of planting date, biological fertilizer and intercropping on yield and essence quantity of cumin (*Cuminum cyminum* L.) and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 43, 217-230. (In Persian).
24. Salehi, A., Fallah, S., Abbasi, A., Iranipour, R. & Haidari, M. (2015). Effects of integrated management of organic and chemical fertilizers on yield and quality of Black cumin. *Journal Scientific-Research of Medicinal and Aromatic Plants,* 31(2), 248-261. (In Persian).
25. Sarkar, R. K., Shit, D. & Maitra, S. (2000). Competition function, productivity and economics of chickpea beased intercropping systems under rainfed conditions of Bihar plateau. *Indian Journal Agronomy,* 45, 681-688.
26. Saudy, H. S. & Elmetwally, I. M. (2009). Weed management under different sunflower – soybean intercropping. *Journal of Central European Agriculture*, 10, 41-52.

www.SID.ir

Archive of SID

27. Shenan, C. (2008). Biotic interaction, ecological knowledge and agriculture. *Philosophical Transactions Royal Society Biology Science*, 363, 717-739.
28. Spliid, N.H., Carter, A., & Helweg, A. (2004). Non-agricultural use of pesticides-Environmental issues and alternatives. *Pest Management Science*, 60, 523-523.
29. Vandermeer, J. H. 1989. *The Ecology of intercropping*. Cambridge University Press.

www.SID.ir