نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد هفتم، شماره اول، بهار ۹۳
۱۳۱-۱۵۶
http://ejcp.gau.ac.ir

اثر نسبت‌های کشت مخلوط جو با ماشک گل‌خوشه‌ای بر جمعیت و تنوع علف‌های‌هرز و عملکرد

قربانعلی اسدی[1] و *سرور خرم دل[1]

[1]استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۹۲/۶/۳۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۷

چکیده

به‌منظور بررسی تراکم و تنوع علف‌های‌هرز و عملکرد جو و ماشک گل‌خوشه‌ای تحت تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط درهم، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. نسبت‌های کشت مخلوط درهم شامل ۷۵ درصد ماشک+۲۵ درصد جو، ۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو، ۲۵ درصد ماشک+۷۵ درصد جو و کشت خالص دو گیاه بودند. نمونه‌برداری از علف‌های‌هرز در دو مرحله بعد از سبز شدن و بعد از بسته شدن کانوپی هر دو گیاه انجام شد. نتایج نشان داد که اثر نسبت‌های مخلوط درهم جو و ماشک بر تراکم و وزن خشک گونه‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ در هر دو مرحله نمونه‌برداری، عملکرد و اجزای عملکرد و نسبت برابری زمین براساس عملکرد بیولوژیکی و دانه معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) بود. کمترین و بیشترین تعداد گونه علف‌هرز در مراحل اول و دوم به‌ترتیب برای تیمار ۷۵ درصد ماشک+ ۲۵ درصد جو (به‌ترتیب با شش و سه گونه) و کشت خالص جو (به‌ترتیب با نه و هفت گونه) مشاهده شد. در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری، بالاترین شاخص تنوع شانون- وینر به‌ترتیب برابر با ۰/۹۶ و ۰/۷۲ برای کشت خالص جو محاسبه گردید. بالاترین عملکرد بیولوژیکی و دانه ماشک گل‌خوشه‌ای به‌ترتیب برابر با ۹۲۷/۵ و ٤۹۵/٦ کیلوگرم در هکتار برای کشت خالص حاصل گردید. بیشترین میزان عملکرد بیولوژیکی و دانه جو به‌ترتیب برابر با ۱٤۷۸۰/۹ و ۷۳۸٤/٦ کیلوگرم در هکتار برای کشت خالص به‌دست آمد. با افزایش نسبت حضور ماشک در کشت مخلوط، اجزای عملکرد ماشک کاهش و اجزای عملکرد جو بهبود یافت. بالاترین نسبت برابری زمین در بین نسبت‌های کشت مخلوط بر اساس عملکرد بیولوژیکی و دانه به‌ترتیب برابر با ۱/۲۱ و ۱/۲۰ برای ۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو مشاهده گردید. به‌طورکلی، نتایج نشان داد که کشت مخلوط جو و ماشک باعث بهبود عملکرد و اجزای عملکرد و کاهش تراکم علف‌های‌هرز گردید، به‌طوری‌که بهترین نتایج برای نسبت ۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: تثبیت نیتروژن، عملکرد علوفه، کشاورزی پایدار، نسبت برابری زمین

*مسئول مکاتبه: khorramdel@um.ac.ir

مقدمه

کشت مخلوط با گیاهان تیره لگومینوز یکی از مرسوم‌ترین انواع الگوهای کشت مخلوط می‌باشد که دارای سابقه‌ای طولانی در بسیاری از مناطق جهان می‌باشد (آوال و همکاران، ۲۰۰٦). کشت مخلوط غلات و لگومینوزها برای توسعه نظام‌های پایدار تولید غذا، به‌خصوص در نظام‌های کاشت بر مبنای کاهش مصرف نهاده‌های خارجی توصیه شده است (داپا و همکاران، ۲۰۰۳). اهمیت این نظام‌ها متکی بر نیتروژن تثبیت شده توسط لگومینوزها است (اُفاری و استرن، ۱۹۸۷)؛ به‌طوری‌که بخشی از نیتروژن در همان فصل و بخش دیگر در فصل کاشت بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرد (نجفی و محمدی، ۲۰۰۵). علاوه‌بر این، برخی بررسی‌ها نشان داده است که کاشت لگومینوزها از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و افزایش رشد، موجب بالا بردن عملکرد گیاهان همراه می‌شود (سینجیو و همکاران، ۲۰۰٦ الف و ب).

به‌کارگیری نظام‌های مخلوط ضمن بالا بردن تنوع، افزایش عملکرد، بهبود کارایی استفاده از منابع (بانیک و همکاران، ۲۰۰٦؛ گائو و همکاران، ۲۰۰۹)، کاهش خسارت علف‌های‌هرز، آفات و بیماری‌ها (تسوبو و همکاران، ۲۰۰۱) و افزایش ثبات و پایداری نظام (ژانگ و لی، ۲۰۰۳) را به‌دنبال دارد. برخی محققان (آوال و همکاران، ۲۰۰٦؛ لیبمن، ۱۹۸۸) بر این باورند که کشت مخلوط با افزایش جذب نور و سایر منابع موجب بهبود طول دوره رشد و پوشش بهتر خاک شده که در نهایت، افزایش بهره‌وری را به‌دنبال دارد. علاوه‌بر این، در کشت مخلوط استفاده از منابع به‌طور مؤثرتری نسبت به تک‌کشتی صورت می‌گیرد و به‌همین دلیل مقدار مواد قابل دسترس برای استفاده علف‌های هرز کاهش می‌یابد (زیمدال، ۲۰۰۷؛ لیبمن، ۱۹۸۸). کشت مخلوط با سایه‌اندازی و خفه کردن علف‌های هرز و در برخی موارد با خاصیت دگرآسیبی، از رشد و گسترش علف‌های‌هرز جلوگیری می‌کند. توانایی نظام‌های کشت مخلوط برای رقابت با علف‌های‌هرز و کنترل آن‌ها به عوامل مختلفی از جمله ترکیب گیاهان، ارقام، تراکم یا نسبت‌های کشت مخلوط و حاصلخیزی خاک بستگی دارد. علاوه‌بر این، کاهش آشیانه‌های خالی و منابع در دسترس برای رشد علف‌های‌هرز نیز تا حدود زیادی کاهش قدرت تهاجم علف‌های‌هرز را موجب می‌شود (شایگان و همکاران، ۲۰۰۸). لیبمن و دایک (۱۹۹۳) کاهش بیوماس علف‌های‌هرز را در کشت مخلوط در مقایسه با سیستم تک کشتی در ٤۷ پروژه تحقیقاتی مختلف گزارش کردند. بومن و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که کشت مخلوط ترەفرنگی با کرفس کاهش رشد علف‌های‌هرز و بهبود تولید گیاه زراعی را به‌دنبال داشت. آن‌ها همچنین بیان داشتند که در الگوی

تک‌کشتی تره‌فرنگی، جایگزینی دو تره‌فرنگی با یک کرفس منجربه کاهش ۲۰ درصدی وزن خشک علف‌هرز زلف پیر شد. فرناندز- آپاریکو و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که کشت مخلوط شنبلیله با دیگر بقولات، به‌دلیل اثرات دگرآسیبی ریشه شنبلیله بر چرخه زندگی گل‌جالیز، در مرحله جوانه‌زنی منجربه کاهش خسارت این علف‌هرز شد. نتایج مطالعه طولانی‌مدت اسوالد و همکاران (۲۰۰۲) نشان داد که بهره‌گیری از کشت مخلوط در کنترل علف جادو مؤثر بود، به‌طوری‌که باعث بهبود ٤٠ تا ۱۲۰ درصدی عملکرد شد.

ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia villosa* Roth.) یکی از گیاهان علوفه‌ای از تیره لگومینوز است که کاشت آن به‌دلیل بهبود حاصلخیزی خاک تحت تأثیر تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، بهبود عملکرد را به دنبال دارد. کشت مخلوط این دو گیاه، راهکاری مناسب برای افزایش عملکرد و ارتقاء پایداری تولید در نظام‌های کشاورزی کم نهاده محسوب می‌شود (احمدی و همکاران، ۲۰۱۰). احمدی و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که تیمارهای مخلوط ماشک و جو به‌دلیل بهره‌برداری بهتر از نور، موجب بهبود عملکرد گردید. حبیبی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند که بالاترین عملکرد علوفه خشک، نسبت برابری زمین بیش از یک و بالاترین کیفیت علوفه در ترکیب ۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو مشاهده شد. توستی و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی رقابت و مساعدت کشت مخلوط افزایشی ماشک گل خوشه‌ای و جو در شرایط آب و هوای مدیترانه‌ای، اظهار داشتند که نسبت‌های مخلوط موجب بهبود نسبت برابری زمین گردید و کلیه نسبت‌ها افزایش کارایی استفاده از منابع را در مقایسه با کشت خالص به‌دنبال داشت. نتایج مطالعه دو ساله کوردالی و همکاران (۱۹۹٦) روی بررسی کشت مخلوط جو و ماشک علوفه‌ای دیم در شرایط آب و هوایی سوریه نشان داد که نسبت برابری زمین برای تمام الگوها بالاتر از یک بود. این محققان دلیل این امر را به اثرات مثبت ناشی از همیاری این دو گونه نسبت دادند. شکورزاده و همکاران (۲۰۱۲) تیمار ۵۰ درصد ماشک+ ۵۰ درصد جو با تراکم ۲۰۰ بذر در مترمربع را با بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۲) و بالاترین میزان تولید علوفه خشک (۹/۵۲ تن در هکتار) به‌عنوان برترین تیمار جهت دستیابی به عملکرد در منطقه لرستان توصیه نمودند. نتایج مطالعات گانگوی و همکاران (۲۰۰٦) نشان داد که خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ساختمان خاک در شرایط وارد کردن لگوم‌ها در تناوب و یا نظام‌های مخلوط بهبود یافت؛ به‌طوری‌که در کشت مخلوط چاودار- ماشک میزان نیتروژن در مقایسه با زمین فاقد ماشک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

علاوه‌بر موارد ذکر شده در فوق، از آن‌جا که ماشک گل‌خوشه‌ای گونه‌ای متحمل نسبت به سرما می‌باشد (باکستون، ۱۹۹٦)، کاشت این گیاه همچنین می‌تواند مزایایی نظیر بهبود باروری خاک، ایجاد تعادل در میزان تشعشع، رطوبت، دما و نیز نیتروژن را به‌همراه داشته باشد (پیولارو و همکاران، ۲۰۰٦). همچنین با توجه به‌این که بالاترین میزان آبشویی نیترات طی پاییز و زمستان رخ می‌دهد (ریتر و همکاران، ۱۹۹۱)، کاشت گیاهان خانواده لگومینوزه که دارای تحمل نسبتاً مناسب به سرما هستند، می‌تواند مانع تلفات نیتروژن گردد و از این طریق علاوه‌بر حفظ محیط‌زیست و جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی، موجب کاهش هزینه‌های تولید شود.

بنابراین، با توجه به اهمیت وارد کردن لگومینوزها در تناوب‌های زراعی، این مطالعه با هدف مطالعه اثر نسبت‌های کشت مخلوط درهم جو با ماشک گل‌خوشه‌ای بر جمعیت، تراکم و تنوع علف‌های‌هرز، اجزای عملکرد و عملکرد دو گونه و نسبت برابری زمین در شرایط آب و هوایی مشهد طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با هدف بررسی جمعیت، تراکم و شاخص تنوع شانون- وینر علف‌های‌هرز، اجزای عملکرد و عملکرد جو و ماشک گل‌خوشه‌ای و نسبت برابری زمین تحت تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط درهم جایگزینی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با عرض جغرافیایی ۳٦ درجه و ۱٦ دقیقه شمالی و طول ۵۹ درجه و ۳٦ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا) در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارها شامل ۷۵ درصد ماشک+۲۵ درصد جو، ۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو، ۲۵ درصد ماشک+۷۵ درصد جو و کشت خالص دو گونه بودند. قبل از اجرای آزمایش نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر خاک جهت تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی انجام شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

EC ($dS.m^{-1}$)	pH	کربن آلی (درصد)	میزان (پی‌پی‌ام)			میزان (درصد)			بافت
			نیتروژن کل	فسفر قابل دسترس	پتاسیم قابل دسترس	شن	رس	سیلت	
۱/۷۲	۷/٤۸	۰/٤۷	۵۱۲	۳/۳۹	۳۰۹/٤۳	۳٤	۲۱	٤۵	سیلت-لوم

کاشت ماشک گل‌خوشه‌ای و جو به‌صورت درهم در کرت‌هایی به ابعاد ۲×۲ متر به‌ترتیب بر اساس تراکم ۲۵۰ و ۲۰۰ بوته در مترمربع به‌صورت دستی در آبان ماه انجام شد. به‌منظور تسهیل در سبز شدن اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هفت روز یکبار به شیوه نشتی انجام شد.

به‌منظور بررسی تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط بر جمعیت، تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز، نمونه‌برداری با استفاده از کوادرات ۰/۵۰×۰/۵۰ متر در دو مرحلهٔ ابتدا (بعد از سبز شدن جو کامل هر دو گیاه) و اواسط فصل رشد (همزمان با بسته شدن کانوپی هر دو گونه) به‌ترتیب در هفته اول بهمن ماه و هفته دوم اردیبهشت ماه انجام شد. سپس، گونه‌ها به تفکیک نوع شمارش و وزن خشک پس از قرار گرفتن در آون (٤٨ ساعت با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد) اندازه‌گیری و تعیین شد. تراکم نسبی گونه‌های علف‌هرز به‌صورت تراکم گونه نسبت به مجموع تراکم کل گونه‌ها ×۱۰۰ محاسبه گردید. برای تعیین میزان تنوع علف‌های‌هرز، شاخص شانون- وینر (H') با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد (گلیسمن، ۱۹۹۰).

معادله (۱)
$$H'=-\Sigma \frac{ni}{N} \times \mathrm{Log} \frac{ni}{N}$$

در این معادله، n_i: تعداد افراد گونه iام و N: تعداد کل افراد می‌باشد.

در پایان فصل رشد، گیاهان با حذف اثرات حاشیه‌ای برداشت شده و عملکرد و اجزای عملکرد شامل تعداد بوته، شاخه جانبی، غلاف، دانه و وزن صد دانه برای ماشک گل‌خوشه‌ای و تعداد پنجه، دانه و وزن هزار دانه برای جو اندازه‌گیری و ثبت شد.

برای ارزیابی نسبت‌های کشت مخلوط شاخص نسبت برابری زمین بر اساس معادله (۲) محاسبه شد (گلیسمن، ۱۹۹۰):

معادله (۲)
$$LER=\sum \frac{Ypi}{Ymi}$$

که در این معادله، Y_{pi} و Y_{mi}: به‌ترتیب عملکرد گیاه در کشت مخلوط و خالص می‌باشد.

داده‌ها با نرم‌افزار SAS 9.1 تجزیه شدند. از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۵) جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر نسبت‌های مخلوط بر تراکم و تنوع علف‌های‌هرز: در مجموع در دو مرحله نمونه‌برداری، ۱۳ گونه علف‌هرز در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط درهم ماشک و جو مشاهده شد که شامل خاکشیر تلخ (*Sisymbrium irio*)، شاهتره (*Fumaria officinalis*)، غربیلک (*Lamium amplexicaule*)، گل گندم (*Centaurea cyanus*)، گندمک (*Stellaria media*)، مالکولمیا (*Malcolmia africana*) و هفت‌بند (*Polygonum aviculare*) جزو گونه‌های یکساله پهن‌برگ، سوروف (*Echinochloa crus-galli*) و علف خرچنگ (*Digitaria sangunalis*) جزو علف‌های‌هرز یکساله باریک‌برگ، پیچک (*Convolvulus arvensis*)، تلخه (*Acroptilon repens*) و ماستونک (*Turgenia latifolia*) جزو علف‌های‌هرز چندساله پهن‌برگ و دم روباهی زرد (*Setaria glauca*) جزو علف‌های‌هرز چندساله باریک‌برگ بودند (جدول ۲). همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود این علف‌های‌هرز از نه تیره پیچک[۱]، چتریان[۲]، شاهتره[۳]، شب‌بو[۴]، کاسنی[۵]، گندمیان[۶]، میخک[۷]، نعناع[۸] و هفت‌بند[۹] بودند که در این میان، گندمیان با سه گونه علف‌هرز غالب‌ترین تیره بودند.

در مرحله اول نمونه‌برداری (بعد از سبز شدن) پایین‌ترین و بالاترین دامنه تراکم نسبی به‌ترتیب برای غربیلک (۱٤/۲۹–٤/۵۵ درصد) و خاکشیر تلخ (۲۸/۷۵–٦/۲۵ درصد) مشاهده شد. در مرحله دوم (قبل از بسته شدن کانوپی)، کمترین و بیشترین دامنه تراکم نسبی به‌ترتیب به پیچک صحرایی (۲۰/۰۰–۹/۰۹ درصد) و علف خرچنگ (۵۰/۰۰–۱۳/٦٤ درصد) اختصاص داشت. کمترین و بیشترین تعداد گونه علف‌هرز در مرحله اول و دوم به‌ترتیب برای تیمار ۷۵ درصد ماشک+ ۲۵ درصد جو (به‌ترتیب برابر با شش و سه گونه) و کشت خالص جو (به‌ترتیب برابر با نه و هفت گونه) مشاهده شد (جدول ۲). در مرحله اول نمونه‌برداری، میزان کاهش تعداد گونه علف‌هرز در تیمارهای ۲۵ درصد ماشک+۷۵ درصد جو، ۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو، ۷۵ درصد ماشک+۲۵ درصد جو و ماشک

1- Convolvulaceae
2- Apiaceae
3- Fumariaceae
4- Brassicaceae
5- Asteraceae
6- Poaceae
7- Caryophyllaceae
8- Lamiaceae
9- Polygonaceae

خالص به‌ترتیب برابر با ۱۱، ۲۲، ۳۳ و ۱۱ درصد در مقایسه با خالص جو بود. میزان این کاهش برای مرحله دوم به‌ترتیب برابر با ۴۳، ۴۳، ۵۷ و ۱۴ درصد در مقایسه با خالص جو بود (جدول ۲).

جدول ۲- تراکم نسبی گونه‌های هرز مشاهده شده تحت تأثیر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط درهم جو و ماشک گل‌خوشه‌ای

نام گونه	نام تیره	سیکل رویشی	۷۵ درصد ماشک+ درصد جو	۵۰ درصد ماشک+ ۵۰ درصد جو	۲۵ درصد ماشک+ ۷۵ درصد جو	خالص ماشک	خالص جو
مرحله اول نمونه‌برداری							
Acroptilon repens	Asteraceae	PB	–	۱۶/۶۷	۷/۱۴	۱۲/۵۰	–
Centaurea cyanus	Asteraceae	AB	۱۴/۲۹	–	۱۴/۲۹	–	۹/۰۹
Digitariasangunalis	Poaceae	AG	–	۱۶/۶۷	۷/۱۴	۱۲/۵۰	۱۳/۶۴
Echinochloa crus-galli	Poaceae	AG	۱۴/۲۹	۸/۳۳	–	۱۲/۵۰	۱۸/۱۸
Fumaria officinalis	Fumariaceae	AB	–	۱۶/۶۷	۱۴/۲۹	۱۸/۷۵	۱۳/۶۴
Lamium amplexicaule	Lamiaceae	AB	۱۴/۲۹	۸/۳۳	–	۱۲/۵۰	۴/۵۵
Malcolmia africana	Brassicaeae	AB	۱۴/۲۹	–	۱۴/۲۹	–	۱۳/۶۴
Sisymbrium irio	Brassicaeae	AB	۲۸/۷۵	–	۷/۱۴	۶/۲۵	۹/۰۹
Stellaria media	Caryophyllaceae	AB	۱۴/۲۹	۱۶/۶۷	۲۱/۴۳	۱۲/۵۰	۹/۰۹
Turgenia latifolia	Apiaceae	PB	–	۱۶/۶۷	۱۴/۲۹	۱۲/۵۰	۹/۰۹
مرحله دوم نمونه‌برداری							
Convolvulus arvensis	Convulvulaceae	PB	–	۲۰/۰۰	۱۵/۳۸	۱۱/۱۱	۹/۰۹
Digitariasangunalis	Poaceae	AG	۵۰/۰۰	–	–	۱۶/۶۷	۱۳/۶۴
Echinochloa crus-galli	Poaceae	AG	۱۶/۶۷	–	۳۰/۷۷	۲۲/۲۲	۱۸/۱۸
Fumaria officinalis	Fumariaceae	AB	۳۳/۳۳	۴۰/۰۰	–	۱۶/۶۷	۲۲/۷۳
Polygonum aviculare	Polygonaceae	AB	–	–	۳۲/۰۸	–	۲۷/۲۷
Setaria glauca	Poaceae	PG	–	۱۰/۰۰	–	۱۶/۶۷	۱۸/۱۸
Sisymbrium irio	Brassicaeae	AB	–	۳۰/۰۰	۳۰/۷۷	۱۶/۶۷	۱۳/۶۴

* چندساله پهن برگ: PB، یکساله باریک برگ: AG، یکساله پهن برگ: AB و چندساله باریک برگ: PG

از آن‌جا که علف‌های هرز یکساله دارای توان بازیابی و قابلیت تکثیر سریع بعد از تخریب بوده و ویژگی‌های مشابهی با گیاهان زراعی یکساله دارند (لوسوسوا و همکاران، ۲۰۰۸)، بنابراین قابل انتظار

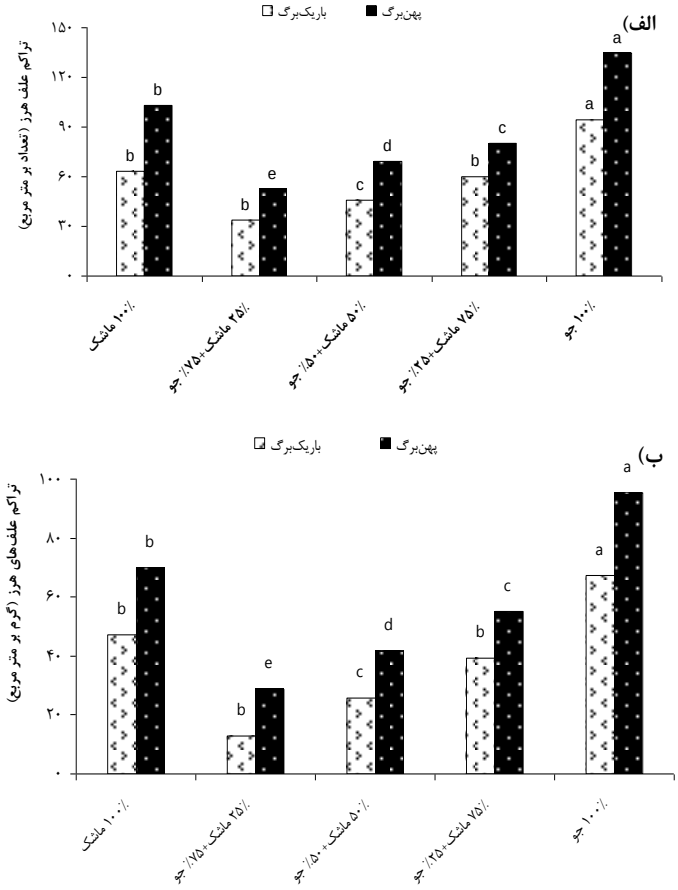
است که فراوانی و تراکم نسبی این گونه‌ها در بوم‌نظام‌های زراعی به مراتب بالاتر از گونه‌های چندساله باشد. کشت مخلوط با افزایش تنوع، آشیان‌های کمتری را در اختیار علف‌های‌هرز قرار داده که این امر کاهش تعداد گونه علف‌هرز را در تیمارهای مخلوط درهم در مقایسه با کشت خالص به‌دنبال داشته است. نتایج برخی محققان نیز کاهش تعداد گونه علف‌هرز را در شرایط کشت مخلوط نسبت به خالص تأیید کرده است (راجاسوارا رائو، ۲۰۰۲؛ زیمدال، ۲۰۰۷؛ فرناندز- آپاریکو و همکاران، ۲۰۰۸). با مقایسه تعداد گونه علف‌هرز در مراحل نمونه‌برداری در تیمارهای کشت خالص ماشک و جو به‌نظر می‌رسد که ماشک گل‌خوشه‌ای به‌دلیل دارا بودن خاصیت آللوپاتیک قابلیت بالاتری در کنترل علف‌هرز در مقایسه با جو داشته (میشلر و همکاران، ۲۰۱۰؛ سیلرو و همکاران، ۲۰۰۵) که این امر کاهش تعداد گونه علف‌هرز را در شرایط کاشت ماشک در مقایسه با جو خالص به‌دنبال داشته است. میشلر و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند که جوانه‌زنی و سبز شدن علف‌های هرز یکساله و چندساله تحت تأثیر کاشت ماشک گل خوشه‌ای به‌میزان زیادی کاهش یافت. کامپیگلیا و همکاران (۲۰۰۹) دریافتند اگرچه کاشت خلر، ماشک، شبدر و کلزا به‌عنوان گیاه پوششی در کنترل علف‌های‌هرز مزارع گوجه‌فرنگی مفید بود و تراکم گونه‌های غالب شامل گندمک، چچم و خشخاش به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، ولی بهترین شرایط برای کاشت ماشک مشاهده گردید.

جدول ۳- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر نسبت‌های مخلوط درهم ماشک گل‌خوشه‌ای با جو بر تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ و شاخص تنوع شانون- وینر در دو مرحله نمونه‌برداری.

منابع تغییرات	درجه آزادی	تراکم				وزن خشک				شاخص تنوع شانون- وینر	
		مرحله اول		مرحله دوم		مرحله اول		مرحله دوم		مرحله اول	مرحله دوم
		باریک برگ	پهن برگ	باریک برگ	پهن برگ	باریک برگ	پهن برگ	باریک برگ	پهن برگ		
تکرار	۳	۲۶۲/۰۳	۱۹۸/٤٦	۱/۹۵	۷۵/۸۲	۱۱۸/۹۱	۳۲۹/۲۳	۱۱٤/۷۱	۲۲۰/٥٤	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳
تیمار	٤	۱۸۰۸/۵۷**	۳٦۸٤/۷٤**	۲٤۸۲/۸۹**	۳۱۰۳/۳٤**	۸٦۷٤/۰٦**	۸۹۵۷/٤۱**	۸۷۲۰/۱۳**	٦۹۹۸/۵۳**	۰/۳۳۵**	۰/۲۸٦**
خطا	۹	۲۵/۳۱	۱۷/۵۱	۱۳/۰۰	۱٤/۹۵	۱۹۹/۳۵	۱۰٦/۱۵	٦۱/۱۸	۱۷/۷۹	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱
کل	۱٦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات (درصد)		۷/٦۸	٤/۳۹	۸/۰۸	۵/۸٤	۱۰/٤۱	۵/٦	۸/۸٤	۳/۱۹	۹/۵۹	۷/۰۲

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

اثر نسبت‌های کشت مخلوط درهم جو و ماشک بر تراکم گونه‌های علف‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ در هر دو مرحله نمونه‌برداری معنی‌دار (P≤۰/۰۱) بود (جدول ۳). در مرحله اول نمونه‌برداری، بیشترین تراکم علف‌های‌هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ به‌ترتیب برابر با ۹٤/۲ و ۱۳٤/٦ گونه در مترمربع به کشت خالص جو اختصاص داشت. بالاترین تراکم در مرحله دوم برای گونه‌های باریک‌برگ و پهن‌برگ به‌ترتیب برابر با ٦۷/۵ و ۹۵/٤ گونه در مترمربع برای کشت خالص جو حاصل شد. در مرحله اول نمونه‌برداری با افزایش درصد حضور ماشک گل‌خوشه‌ای از ۲۵ درصد در نسبت‌های کشت مخلوط درهم تا ۱۰۰ درصد در کشت خالص تراکم علف‌های‌هرز باریک‌برگ به‌ترتیب برابر با ٦٤، ۵۱، ۳۷ و ۳۳ درصد کاهش یافت؛ در حالی‌که میزان این کاهش برای گونه‌های پهن‌برگ در این مرحله به‌ترتیب برابر با ٦۱، ٤۸، ٤۱ و ۲۳ درصد در مقایسه با کشت خالص جو بود. در مرحله دوم نمونه‌برداری افزایش درصد حضور ماشک از ۲۵ درصد در نسبت‌های کشت مخلوط درهم تا ۱۰۰ درصد در کشت خالص، تراکم گونه‌های باریک‌برگ به‌ترتیب ۸۱، ٦۲، ٤۲ و ۳۰ درصد در مقایسه با کشت خالص کاهش یافت. میزان این کاهش در این مرحله برای گونه‌های پهن‌برگ به‌ترتیب برابر با ۷۰، ۵٦، ٤۲ و ۲۷ درصد در مقایسه با کشت خالص جو بود (شکل ۱). کشت مخلوط با افزایش تعداد گونه به‌دلیل کاهش فضاهای خالی، موجب کاهش حضور علف‌های‌هرز شده (گلیسمن، ۱۹۹۰) که این امر کاهش تراکم گونه‌های هرز پهن برگ و باریک برگ را به‌دنبال داشته است. با توجه به افزایش تنوع گیاهان در کشت مخلوط آشیانه‌های اکولوژیکی بیشتری توسط گیاهان اشغال شده که در نتیجه باعث کاهش منابع قابل دسترس برای رشد علف‌های‌هرز شده که در نتیجه کاهش تراکم آن‌ها را به‌دنبال داشته است. آلفرد و همکاران (۲۰۰۳) علت کاهش تراکم علف‌هرز را به ترکیب مکملی گیاهان در کشت مخلوط مربوط دانستند. فرناندز- آپاریکو و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش کردند که کشت مخلوط شنبلیله با سایر گیاهان باعث کاهش تعداد و تراکم علف‌های‌هرز در مقایسه با کشت خالص شد. با توجه به کاهش تراکم علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ تحت تأثیر افزایش درصد حضور ماشک در کشت مخلوط با جو به‌نظر می‌رسد که قابلیت ماشک در آزادسازی فیتوتوکسین‌ها به ریزوسفر موجب تولید مواد سمی و تغییر اسیدیته خاک شده است (کوبایاشی و همکاران، ۲۰۰٤؛ دهیما و همکاران، ۲۰۰٦) که در نتیجه به‌دلیل کاهش جوانه‌زنی و استقرار علف‌های‌هرز، کاهش تراکم آن‌ها را موجب شده است.



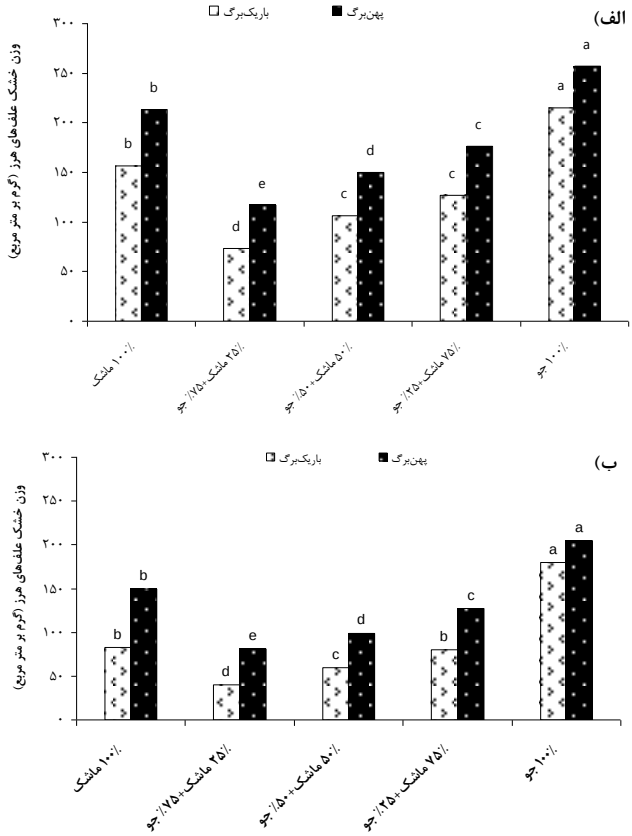
شکل ۱- اثر نسبت‌های کشت مخلوط ماشک و جو بر تراکم علف‌های‌هرز باریک برگ و پهن برگ در مرحله اول (الف) و دوم (ب) نمونه‌برداری

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر شکل و برای هر جزء، دارای تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD می‌باشند ($p\leq ۰/۰۵$).

در مرحله اول، بالاترین وزن خشک علف‌های‌هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ به‌ترتیب برابر با ۲۱۵/۱ و ۲۵۷/۲ گرم بر مترمربع برای تیمار کشت خالص جو مشاهده شد. در مرحله دوم، نیز بیشترین وزن خشک گونه‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ به‌ترتیب برابر با ۱۷۹/۸ و ۲۰٤/۹ گرم بر مترمربع به تیمار کشت خالص جو اختصاص داشت. در مرحله اول نمونه‌برداری، افزایش درصد حضور ماشک از ۲۵ درصد در کشت مخلوط درهم به ۱۰۰ درصد در کشت خالص باعث کاهش به‌ترتیب برابر با ٦٦، ۵۰،

۴۱ و ۲۷ درصد وزن خشک گونه‌های هرز باریک‌برگ در مقایسه با کشت خالص جو گردید. میزان این کاهش برای گونه‌های پهن‌برگ در این مرحله به‌ترتیب برابر با ۵۵، ۴۲، ۳۲ و ۱۷ درصد بود. در مرحله دوم نمونه‌برداری افزایش درصد حضور ماشک از ۲۵ درصد در کشت مخلوط درهم به ۱۰۰ درصد در کشت خالص کاهش ۷۸، ٦۷، ۵۵ و ۵٤ درصدی وزن خشک گونه‌های‌هرز باریک‌برگ را در مقایسه با کشت خالص جو به‌دنبال داشت. میزان کاهش وزن خشک گونه‌های پهن‌برگ در مرحله دوم به‌ترتیب برابر با ٦۰، ۵۲، ۳۸ و ۲۷ درصد در مقایسه با کشت خالص جو بود (شکل ۲). با مقایسه تأثیر تیمارهای مختلف بر درصد کاهش گونه‌های علف‌هرز مشخص است که میزان کاهش تراکم و وزن خشک گونه‌های باریک برگ تحت تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط به مراتب بیشتر از گونه‌های پهن برگ بود. البته همان‌گونه که در بالا نیز ذکر شد، میزان تأثیر این تیمارها بسته به نسبت‌های مخلوط متفاوت بود (شکل ۲). همچنین کاشت ماشک گل‌خوشه‌ای همراه با جو به‌دلیل آزادسازی یکسری ترکیبات دگرآسیب موجب کاهش جوانه‌زنی و استقرار علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک برگ شده است که این امر کاهش وزن خشک هر دو گونه علف‌های‌هرز را موجب گردیده است. برخی تحقیقات (شنک و ورنر، ۱۹۹۱) نیز نشان داده است که ماشک گل‌خوشه‌ای با آزادسازی ترکیب دگر آسیب بتا- (۳-ایزوزازولینونیل ۱) آلانین[1] از ریشه به محیط ریزوسفر موجب کاهش رشد علف‌های‌هرز و به‌ویژه گونه‌های باریک برگ شد. هیل و گوآجیو (۲۰۰٤) دریافتند که رشد اندام‌های هوایی مرغ تحت تأثیر قابلیت دگرآسیبی ماشک به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که این امر کاهش وزن خشک این علف‌هرز را موجب شد، بنابراین این محققان کاشت این گونه را راهکاری مؤثر برای کنترل این علف‌هرز مشکل‌ساز و سمج معرفی نمودند. آگگنهو و همکاران (۲۰۰٦) گزارش کردند که کشت مخلوط جو و باقلا کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز را به‌دنبال داشت.

1- Beta- (3- Isoxazolinony1) Alanine

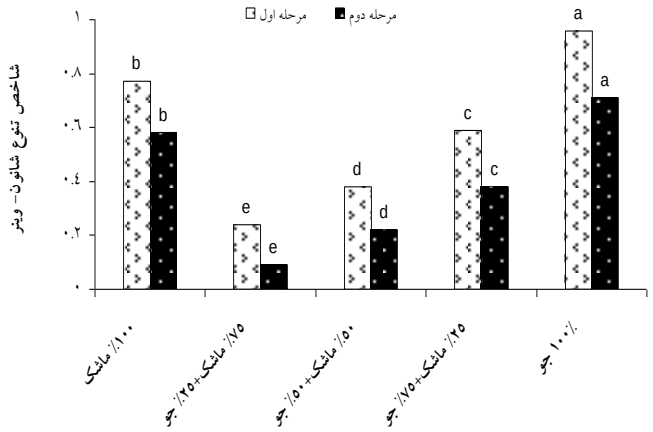


شکل ۲- اثر نسبت‌های مخلوط ماشک و جو بر وزن خشک علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ در مرحله اول (الف) و دوم (ب) نمونه‌برداری

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر شکل و برای هر جزء، دارای تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD می‌باشند (P≤۰/۰۵).

شاخص تنوع شانون- وینر علف‌های هرز در هر دو مرحله نمونه‌برداری به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط جو و ماشک قرار گرفت (P≤۰/۰۱)؛ به‌طوری‌که در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری، بالاترین شاخص تنوع شانون- وینر به‌ترتیب برابر با ۰/۹۶ و ۰/۷۲ برای کشت خالص جو مشاهده شد. در مرحله اول نمونه‌برداری با افزایش درصد حضور ماشک از ۲۵ درصد در کشت مخلوط درهم به ۱۰۰ درصد در کشت خالص شاخص تنوع شانون- وینر به‌ترتیب برابر با ۷۵، ٦۰، ۳۹

و ۲۰ درصد در مقایسه با کشت خالص جو کاهش یافت؛ درحالی‌که میزان این کاهش برای مرحله دوم نمونه‌برداری به‌ترتیب برابر با ۸۷، ٦۹، ٤٦ و ۱۸ درصد بود (شکل ۳).



شکل ۳- اثر نسبت‌های مخلوط درهم ماشک و جو بر شاخص تنوع شانون- وینر علف‌های‌هرز در مرحله اول (الف) و دوم (ب) نمونه‌برداری

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر شکل و برای هر جزء، دارای تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD می‌باشند (P≤۰/۰۵).

افزایش نسبت حضور ماشک در کشت مخلوط درهم در هر دو مرحله نمونه‌برداری، علاوه‌بر کاهش تراکم (شکل ۱) و وزن خشک علف‌های هرز (شکل ۲) منجربه کاهش شاخص تنوع شانون- وینر علف‌های‌هرز تحت تأثیر آزادسازی مواد دگرآسیب از ریشه‌های این گیاه و همچنین کاهش فضاهای خالی شده است. بالاتر بودن تراکم علف‌های‌هرز در کشت خالص جو موجب افزایش شاخص تنوع شانون- وینر در مقایسه با کشت خالص ماشک گردید. همچنین به‌نظر می‌رسد که وجود اثرات تسهیل‌کنندگی ماشک و جو همچون جوانه‌زنی و رشد سریع‌تر از یک طرف و کاهش فضاهای خالی از طرف دیگر، منجربه جلوگیری از جوانه‌زنی و رشد علف‌های‌هرز در کشت مخلوط شده که این امر کاهش شاخص تنوع شانون-وینر را به‌دنبال داشته است (شنک و ورنر، ۱۹۹۱). گومز و گورویش (۱۹۹۸) نیز با بررسی اثر کشت مخلوط ذرت و سویا بر کنترل علف‌های‌هرز دریافتند که کشت مخلوط این دو گیاه به‌دلیل پوشش بهتر و متراکم‌تر بر سطح زمین باعث افزایش قدرت رقابت گیاهان زراعی برای استفاده از منابع در مقایسه با کشت خالص شده که در نهایت، باعث کاهش تنوّع

علف‌های‌هرز گردید. بلکشا و همکاران (۱۹۹۸) دریافتند که روش‌های مختلف مدیریت زراعی تراکم و تنوع علف‌های‌هرز را تحت تأثیر قرار داد. هاس و استریبیگ (۱۹۸۲) نیز اجرای عملیات زراعی و مدیریت علف‌های‌هرز را مهمترین عوامل تعیین‌کننده ترکیب گونه‌ای و تنوع آن‌ها معرفی نمودند. لگری و سامسون (۱۹۹۹) نشان دادند که غالبیت و تنوع تحت تأثیر روابط متقابل بین فشردگی برنامه‌های مدیریتی علف‌های‌هرز قرار دارد. منالد و همکاران (۲۰۰۱) دریافتند که روش‌های مدیریت علف‌های‌هرز، اصلی‌ترین عوامل تغییردهنده جمعیت این گونه‌های ناخواسته در مزارع محسوب می‌شوند. بدین ترتیب، با انتخاب و اجرای مدیریت صحیح زراعی در بوم‌نظام‌های زراعی می‌توان جمعیت و تراکم نسبی گونه‌های‌هرز را کاهش داد و از این طریق علاوه‌بر کاهش هزینه‌های تولید تحت تأثیر کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی، موجب کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی گردید.

اثر نسبت‌های مخلوط بر اجزای عملکرد، عملکرد و نسبت برابری زمین: اثر نسبت‌های کشت مخلوط درهم ماشک گل‌خوشه‌ای با جو بر اجزای عملکرد ماشک گل‌خوشه‌ای معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) بود (جدول ٤). با افزایش نسبت حضور ماشک از ۲۵ درصد در کشت مخلوط به ۱۰۰ درصد در کشت خالص تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن هزار دانه ماشک گل‌خوشه‌ای به‌ترتیب برابر با ٦۵/۲، ۲۱۲ و ۷/٤ درصد کاهش یافت. بیشترین میزان این صفات به‌ترتیب برابر با ۱۸/٤ غلاف در بوته، ٤۵/۰ دانه در بوته و ٤۱/٦ گرم برای تیمار ۵۰ درصد ماشک و ۵۰ درصد جو مشاهده گردید (جدول ٦).

جدول ٤-نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اجزای عملکرد و عملکرد ماشک گل‌خوشه‌ای تحت تأثیر نسبت‌های مخلوط درهم با جو

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد غلاف	تعداد دانه	وزن صد دانه	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه
تکرار	۳	۰/۱۸	۰/۲۷	۰/۷۳	۱۵۲۱/۹۸	۲۱/۰۹
تیمار	۳	۱۱۳/۸۳**	۸۱۷/۳۸**	۱۹/۹٤**	۲۷٤۵۵۵/٦۷**	٦۸۷۷۹/٤٤**
خطا	۹	۰/۱۱	۱/۰۸	۰/٤۰	۹۱/۱۷۱٤	۹۳/۹۳
کل	۱۵	–	–	–	–	–
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۰۸	۳/۰٦	۱/٦٤	۷/۳۰	۳/۵۵

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۵- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اجزای عملکرد و عملکرد جو تحت تأثیر نسبت‌های مخلوط درهم با ماشک گل خوشه‌ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد پنجه	تعداد دانه	وزن صد دانه	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه
تکرار	۳	۵۲/۵۶	۲/۸۶	۰/۰۲۴۹	۳۱۷۱/۶۲	۲۴۱/۰۵
تیمار	۳	۱۱۵۰۰۶/۰۸**	۳/۹۸۲۴**	۳۹۸/۶۴**	۶۴۰۷۷۲۹۵/۸۳**	۱۳۶۵۳۸۷۹/۱۸**
خطا	۹	۲۲/۲۵	۰/۰۱۱	۱/۱۲	۸۳۴۰/۳۲	۱۳۱۵/۳۹
کل	۱۵	–	–	–	–	–
ضریب تغییرات (درصد)		۰/۳۸	۸/۷۸	۱/۹۰	۱/۰۱	۰/۷۶

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

نسبت‌های کشت مخلوط درهم ماشک گل‌خوشه‌ای با جو به‌طور معنی‌داری اجزای عملکرد جو را تحت تأثیر قرار داد ($P\leq$۰/۰۱) (جدول ٤)؛ به‌طوری‌که با افزایش نسبت حضور جو از ۲۵ درصد در کشت مخلوط به ۱۰۰ درصد در کشت خالص تعداد پنجه، تعداد دانه و وزن هزار دانه به‌ترتیب برابر با ۳٤/٦، ۵۷/٤ و ۳۵/۲ درصد بهبود یافت. بالاترین میزان این صفات به‌ترتیب برابر با ۱۳۷٦/۹ پنجه در مترمربع، ٦۵/۸ دانه در مترمربع و ٦/۷۰ گرم برای تیمار ۵۰ درصد ماشک و ۵۰ درصد به‌دست آمد (جدول ٦). به‌نظر می‌رسد که مورفولوژی متفاوت این دو گونه در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط درهم در به دام انداختن تشعشع خورشیدی مفید بوده که این امر در نتیجه به‌دلیل افزایش جذب نور بهبود اجزای عملکرد هر دو گونه را در مقایسه با کشت خالص به‌دنبال داشته است. نتایج مطالعه گومز و گورویش (۱۹۹۸) نیز مؤید این مطلب است که کشت مخلوط ذرت و سویا به‌دلیل ایجاد پوشش متراکم گیاهی بر سطح زمین از طریق افزایش جذب نور، موجب بهبود اجزای عملکرد هر دو گونه گردید.

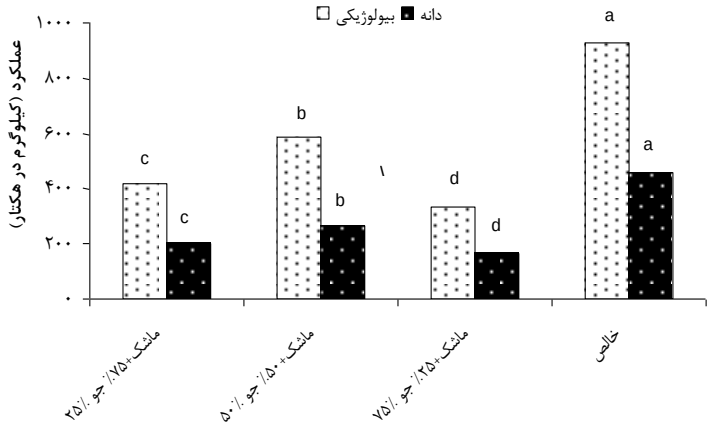
عملکرد بیولوژیکی و دانه ماشک گل‌خوشه‌ای به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط درهم با جو قرار گرفت ($P\leq$۰/۰۱) (جدول ٤). به‌طوری‌که افزایش درصد ماشک از ۲۵ درصد در کشت مخلوط درهم به ۱۰۰ درصد در کشت خالص کاهش عملکرد بیولوژیکی و دانه را به‌ترتیب برابر با ۵۵ و ۵۷ درصد موجب گردید. بالاترین مقادیر عملکرد بیولوژیکی و دانه ماشک گل خوشه‌ای به‌ترتیب برابر با ۹۲۷/۵ و ٤۹۵/٦ کیلوگرم در هکتار برای کشت خالص حاصل گردید (شکل ٤). نتایج

نشان‌دهنده مغلوبیت ماشک گل‌خوشه‌ای در مخلوط با جو می‌باشد، لذا بالاترین عملکرد آن در شرایط خالص حاصل گردید.

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر نسبت‌های کشت مخلوط درهم ماشک گل‌خوشه‌ای با جو بر اجزای عملکرد و عملکرد

نسبت‌های کشت مخلوط	ماشک گل‌خوشه‌ای		
	غلاف (تعداد در بوته)	دانه (تعداد در بوته)	وزن صد دانه (گرم)
۲۵ درصد ماشک+۷۵ درصد جو	۱۰/۲٦b*	٤۰/۸۳b	۳۹/۱۱b
۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو	۱۸/٤۱a	٤٤/۹۷a	٤۱/٥٦a
۷۵ درصد ماشک+۲۵ درصد جو	۸/۳٤c	۳٦/۹٥c	۳۷/٥۲c
خالص	٦/۲۱d	۱۳/۰۹d	۳٦/٤۲d
نسبت‌های کشت مخلوط	جو		
	پنجه (تعداد در مترمربع)	دانه (تعداد در سنبله)	وزن صد دانه (گرم)
۲۵ درصد ماشک+۷۵ درصد جو	۱۳٥۷/۹۷b	٥۸/۳٦b	٦/۰۹b
۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو	۱۳۷٦/۸۸a	٦٥/۸۳a	٦/٦۹a
۷۵ درصد ماشک+۲۵ درصد جو	۱۲۲٤/۹۱c	٥۳/۳۱c	٥/۰۸c
خالص	۱۰۰۸/۹۳d	۳۷/۰۸d	٤/٥۰d

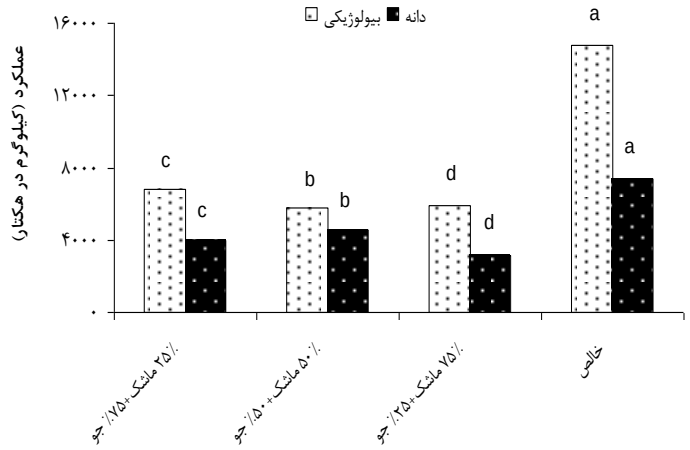
* میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون و برای هر گیاه، دارای تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD می‌باشند (P≤۰/۰۵).



شکل ٤- عملکرد بیولوژیکی و دانه ماشک گل‌خوشه‌ای تحت تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط درهم با جو

میانگین‌های دارای حروف متفاوت، دارای تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD می‌باشند (P≤۰/۰۵).

اثر نسبت‌های کشت مخلوط درهم ماشک با جو بر عملکرد بیولوژیکی و دانه جو معنی‌دار (P≤۰/۰۱) بود (جدول ٤)؛ به‌طوری‌که با افزایش نسبت درصد جو از ۲۵ درصد در کشت مخلوط درهم به ۱۰۰ درصد در کشت خالص عملکرد بیولوژیکی و دانه به‌ترتیب برابر با ٥٤ و ٤٦ درصد کاهش یافت. بیشترین میزان این صفات به‌ترتیب برابر با ١٤٧٨٠/٩ و ٧٣٨٤/٦ کیلوگرم در هکتار برای کشت خالص جو به‌دست آمد (شکل ٥).



شکل ٥- اثر نسبت‌های کشت مخلوط درهم ماشک گل‌خوشه‌ای و جو بر عملکرد بیولوژیکی و دانه جو

میانگین‌های دارای حروف متفاوت برای هر جزء، دارای تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD می‌باشند (P≤۰/۰٥).

با توجه به افزایش توانایی گونه‌های همراه در کشت مخلوط برای جذب آب و مواد غذایی تحت تأثیر انتخاب آرایش و تراکم مناسب کاشت (هوگارد- نیلسن و همکاران، ۲۰۰۱) به‌نظر می‌رسد که در بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط الگوی ٥۰ درصد ماشک+٥۰ درصد جو دارای رقابت بین گونه‌ای کمتری در مقایسه با رقابت درون گونه‌ای بوده که این امر به‌دلیل کاهش رقابت گیاهان همراه برای اشغال آشیانه‌های اکولوژیکی یکسان در نتیجه افزایش عملکرد را در مقایسه با سایر نسبت‌های مخلوط به‌همراه داشته است. از طرف دیگر، به‌نظر می‌رسد که کاهش عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی در نسبت‌های مخلوط به بالا بودن رقابت بین گونه‌ای در مقایسه با رقابت درون گونه‌ای مربوط می‌باشد. صدرآبادی حقیقی (۱۹۹۸) در بررسی کشت مخلوط گندم و ماشک گل‌خوشه‌ای بیان داشت که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط در مورد عملکرد دانه وجود داشت. نتایج

تحقیق قشم و تاج بخش (۲۰۰۱) نیز نشان داد که در کشت مخلوط ذرت و سویا بیشترین عملکرد دانه در کشت مخلوطی به‌دست آمد که در آن تراکم ذرت متوسط و تراکم سویا پایین بود. همچنین کاهش عملکرد بیولوژیکی ماشک گل‌خوشه‌ای احتمالاً ناشی از قدرت رقابت کمتر آن در مقایسه با جو بود. کوردالی و همکاران (۱۹۹٦) نیز اظهار نمودند که تولید ماده خشک ماشک در کشت مخلوط با جو به‌دلیل سایه‌اندازی گیاه همراه کاهش یافت. به‌این‌ترتیب، به نظر می‌رسد که استفاده بهتر و کاراتر گیاهان از عوامل محیطی مانند آب، مواد غذایی و نور موجب افزایش عملکرد در مخلوط شده است. بانیک و همکاران (۲۰۰٦) اظهار داشتند که کشت مخلوط از طریق افزایش پتانسیل تولید و عملکرد بر اثر استفاده بهتر از منابع‌محیطی در طول فصل رشد، مورد توجه می‌باشد. نتایج مطالعه آگگنهو و همکاران (۲۰۰٦) نیز روی بررسی کشت مخلوط جو و باقلا نشان داد که عملکرد در شرایط مخلوط بهبود یافت. آن‌ها دلیل این امر را به کنترل بهتر علف‌هرز نسبت دادند. جوانمرد (۲۰۰۹) گزارش نمود که بالاترین عملکرد ذرت در شرایط مخلوط با تعدادی از گیاهان (شامل گاودانه، لوبیا، ماشک گل‌خوشه‌ای و شبدر برسیم) در شرایط مخلوط با ماشک گل‌خوشه‌ای حاصل گردید. وی دلیل این امر را به رشد سریع ماشک در مراحل اولیه رشد نسبت به سایر لگوم‌ها نسبت داد.

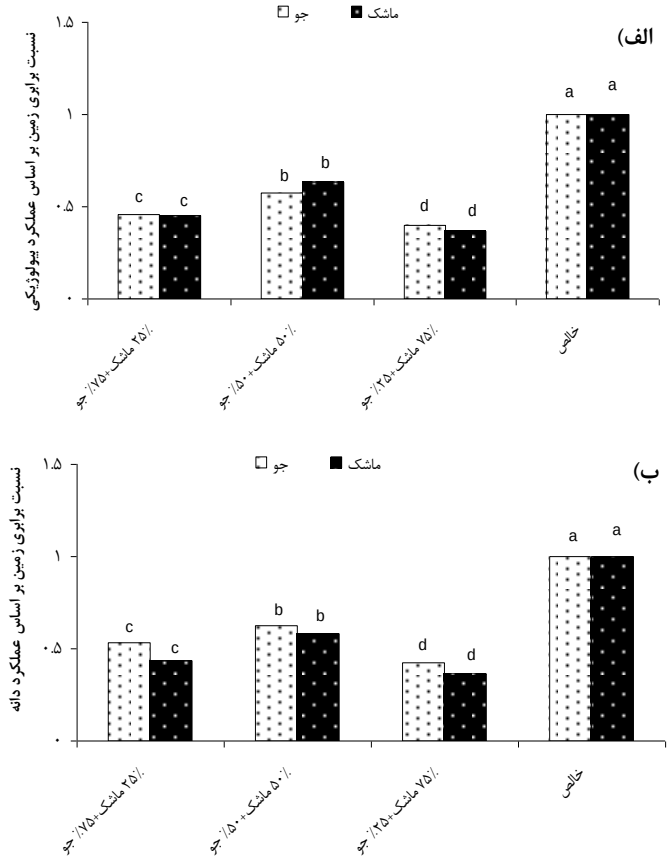
نسبت‌های مختلف کشت مخلوط درهم ماشک گل‌خوشه‌ای و جو تفاوت معنی‌داری از نظر نسبت برابری زمین جزئی بر اساس عملکرد بیولوژیکی و دانه داشتند ($P\leq$۰/۰۱) (جدول ۷).

جدول ۷- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) نسبت برابری زمین جزئی بر اساس عملکرد بیولوژیکی و دانه تحت تأثیر نسبت‌های مخلوط درهم ماشک گل‌خوشه‌ای با جو

منابع تغییرات	درجه آزادی	نسبت برابری زمین جزئی بر اساس عملکرد بیولوژیکی		نسبت برابری زمین جزئی بر اساس عملکرد دانه	
		ماشک گل‌خوشه‌ای	جو	ماشک گل‌خوشه‌ای	جو
تکرار	۳	۰/۰۰٤*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱ns	۰/۰۰۱*
تیمار	۳	۰/۳۱۷**	۰/۲۹٦**	۰/۳۲۵**	۰/۲۵۱**
خطا	۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱
کل	۱۵	–	–	–	–
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۰۷	۰/۵۵	۲/۸۹	۰/۵۲

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

بیشترین LER جزئی بر اساس عملکرد بیولوژیکی ماشک گل‌خوشه‌ای و جو به‌ترتیب برابر با ۰/٦٤ و ۰/۵۸ برای نسبت درهم ۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو مشاهده گردید که این میزان برای عملکرد بیولوژیکی ماشک به‌ترتیب برابر با ٤۰ و ۷٤ درصد بالاتر از نسبت‌های ۲۵ درصد ماشک+۷۵ درصد جو و ۷۵ درصد ماشک و ۲۵ درصد جو بود. میزان افزایش نسبت برابری زمین جزئی بر اساس عملکرد بیولوژیکی جو در این نسبت‌های مخلوط به‌ترتیب برابر با ۲٦ و ٤٤ درصد بود (شکل ٦- الف). بالاترین LER جزئی بر اساس عملکرد دانه ماشک گل‌خوشه‌ای و جو به‌ترتیب برابر با ۰/۵۸ و ۰/٦۲ در نسبت کشت مخلوط درهم ۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو به‌دست آمد. LER جزئی بر اساس عملکرد دانه ماشک برای نسبت درهم ۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو بالاتر از نسبت‌های ۲۵ درصد ماشک+۷۵ درصد جو و ۷۵ درصد ماشک و ۲۵ درصد جو به‌ترتیب برابر با ۳۳ و ٦۰ درصد بود. این شاخص بر اساس عملکرد دانه جو در نسبت ۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو در مقایسه با نسبت‌های ۲۵ درصد ماشک+۷۵ درصد جو و ۷۵ درصد ماشک و ۲۵ درصد جو به‌ترتیب برابر ۱٦ و ٤۸ درصد افزایش نشان داد (شکل ٦- ب). بالاترین نسبت برابری زمین در بین نسبت‌های کشت مخلوط بر اساس عملکرد بیولوژیکی و دانه به‌ترتیب برابر با ۱/۲۱ و ۱/۲۰ برای نسبت درهم ۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو مشاهده گردید که می‌تواند مربوط به انتقال بهتر نیتروژن از ماشک به جو باشد. بانیک و همکاران (۲۰۰٦) نیز سودمندی اقتصادی کشت مخلوط گندم و نخود را گزارش نمودند. همچنین با مقایسه LER جزئی هر دو گونه مشخص است که این شاخص برای جو بالاتر از ماشک بوده است (شکل ٦)، بنابراین، چنین استنباط می‌شود که جو در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط تأثیر مثبت‌تری از همراهی با ماشک پذیرفته که این امر باعث بهبود LER جزئی آن در مقایسه با ماشک شده است. جوانمرد (۲۰۰۹) بیان نمود که بالاترین نسبت برابری زمین در شرایط مخلوط ذرت با تعدادی از گیاهان برای ماشک گل‌خوشه‌ای مشاهده شد. کوچکی و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی چهار نوع کشت مخلوط تأخیری، گندم و ذرت بیان داشتند که نسبت برابری زمین برای کارایی جذب نیتروژن در تمام کشت‌های مخلوط تأخیری بزرگتر از یک بود؛ به‌طوری‌که دامنه نسبت برابری زمین براساس عملکرد دانه بین ۲-۱/٤۹ قرار داشت.



شکل ٦- اثر نسبت‌های کشت مخلوط درهم ماشک گل‌خوشه‌ای و جو بر نسبت برابری زمین براساس عملکرد بیولوژیکی و دانه

میانگین‌های دارای حروف متفاوت برای هر جزء، دارای تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD می‌باشند ($P\leq ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی، از آن‌جا که با افزایش تنوع گیاهان در بوم‌نظام‌های زراعی، گونه‌ها استفاده مؤثرتری از منابع دارند، لذا آشیان‌های اکولوژیکی کمتری در اختیار علف‌های‌هرز قرار می‌گیرد که این امر منجربه کاهش تعداد، وزن خشک و شاخص تنوع شانون- وینر می‌گردد. نتایج این مطالعه نشان داد که تراکم، وزن خشک و تنوّع علف‌های‌هرز تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط درهم ماشک گل‌خوشه‌ای و جو قرار گرفت؛ به‌طوری‌که کمترین تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز برای نسبت

مخلوط ۷۵ درصد ماشک+۲۵ درصد جو مشاهده شد. بنابراین، کنترل علف‌های‌هرز بر مبنای بهره‌گیری از اصول مدیریت پایدار همچون استفاده از نسبت‌های کشت مخلوط درهم را می‌توان در مدیریت اکولوژیک این‌گونه‌ها مدنظر قرار داد. از طرف دیگر، کشت خالص با کاهش تنوع گیاهی، موجب افزایش درصد حضور علف‌های‌هرز گردید که این امر افزایش تراکم، وزن خشک و شاخص تنوع شانون- وینر را به‌دنبال داشت. در بین الگوهای کشت مخلوط درهم بیشترین عملکرد بیولوژیکی و دانه هر دو گونه برای نسبت ۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو به‌دست آمد. علاوه‌بر این، با توجه به بالاتر بودن نسبت برابری زمین در تیمار مخلوط درهم ۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو می‌توان این نسبت را به‌عنوان الگوی مناسبی برای دستیابی به عملکرد مناسب توصیه نمود که این امر علاوه‌بر افزایش عملکرد و در نتیجه افزایش درآمد، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و کاهش هزینه‌های کنترل علف‌های‌هرز تحت تأثیر کاهش مصرف سموم شیمیایی را نیز به‌دنبال دارد.

سپاسگزاری

بودجه این طرح از محل اعتبار پژوهه به شماره ۲۵۰۶۱ مورخ ۹۲/۱۰/۲۷ معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدینوسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1.Agegnehu, G., Ghizaw, A., and Sinebo, W. 2006. Yield performance and land use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. Euro. J. Agro., 25: 202-207.
2.Ahmadi, A., Dabbagh Mohammadi Nasab, A., Zehtab Salmasi, S., Amini, R., and Janmohammadi, H. 2010. Evaluation of yield and advantage indices in barley and vetch intercropping. J. Sus. Agri. Prod. Sci., (Agricultural Science) 20: 78-88.
3.Ahmadi, A., Dabbagh Mohammadi Nasab, A., Zehtab Salmasi, S., Amini, R., Janmohammadi, H., and Nami, F. 2011. Investigation of light status in sole cropping and intercropping of barley and vetch and its relationship with forage yield. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science (Agricultural Science) 20: 53-65.
4.Alford, C.M., Kral, J.M., and Miller, D.S. 2003. Intercropping irrigated corn with annual legumes for forage. Agron. J., 95: 520-525.
5.Awal, M.A., Koshi, H., and Ikeda, T. 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. Agri. Fore. Mete., 139:74-83.

6.Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Ghose, S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. Euro. J. Agro., 24:325-332.
7.Baumann, D.T., Bastiaans, L., and Kropff, M.J. 2002. Intercropping system optimization for 5 yield, quality and weed suppression combining mechanistic and descriptive models. Agron. J., 94:734-742.
8.Blackshow, R.E., Molnar, L.J., Chevalier, D.F., and Lindwall, C.W. 1998. Factors affecting of the weed-sensing detect spray system. Weed Sci., 46:127-137.
9.Buxton, D.R. 1996. Quality– related characteristics of forage as influenced by plant environment and agronomic factors. Anim. Feed Sci. Technol., 53: 37-49.
10.Campiglia, E., Paolini, R., Colla, G., and Mancinelli, R. 2009. The effects of cover cropping on yield and weed control of potato in a transitional system. Field Crops Res., 112:16–23.
11.Dapaah, H.K., Asafu-Agyei, J.N., Ennin, S.A., and Yamoah, C.Y. 2003. Yield stability of cassava, maize, soybean and cowpea intercrops. Agri. Sci., 140:73-82.
12.Dhima, K.V., Vasilakoglou, I.B., Eleftherohorinos, I.G., and Lithourgidis, A.S. 2006. Allelopathic potential of winter cereals and their cover crop mulch effects on grass weed suppression and corn development. Crop Sci., 46:345-352.
13.Fernandez-Aparicio, M., Emeran, A.A., and Rubiales, D. 2008. Control of *Orobanch ecrenata* in legumes intercropped with fenugreek (*Trigonellafoenum-graecum*). Crop Prot., 27:653-659.
14.Fernandez-Aparicio, M., Emeran, A.A., and Rubiales, D. 2008. Control of *Orobanche crenata* in legumes intercropped with fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). Crop Prot., 27:653-659.
15.Gao, Y., Duan, A., Sun, J., Li, F., Liu, Z., Liu, H., and Liu, Z. 2009. Crop coefficient and water- use efficiency of winter wheat/ spring maize strip intercropping. Field Crops Res., 111:65–73.
16.Gaungwei, D., Xiaobing, L., Stephan, H., Jeffrey, N., Dual, A., and Baoshan, X. 2006. The effect of cover crop management on soil organic matter. Geoderma 130: 229-239.
17.Gheshm, R., and TajBakhsh, M. 2001. Effect of planting density of corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.) on corn topping on yield, yield components, competition and production ecology in intercropping. Iran. J. Agri. Sci. Indus., 15: 65-73.
18.Gliessman, S.R. 1990. Agroecology: Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture. Springer-Verlag, New York 380 pp.
19.Gomez, P., and Gurevitch, J. 1998. Weed responses in a corn– soybean intercrop. Appl. Veg. Sci., 1: 281-288.
20.Haas, H., and Streibig, J.C. 1982. Changing patterns of weed distribution as a result of herbicide use and other agronomic factors. In: Herbicide Resistance in

Plants. (Eds.: H. M. Le Baron, and J. Gressel). John Wiley and Sons, New York p. 57-79.

21. Habibi, S.D., Kashani, A., Paknejad, f., Jafari, H., Jami Al-Ahmadi, M., Tookalloo, M.R., and Lamei, J. 2010. Evaluation of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth.) in pure and Mixed cropping with Barley (*Hordeum vulgare* L.) to determine the Best combination of legume and cereal for forage production. Am. J. Agri. Biol. Sci., 5:169-176.
22. Hauggard-Nielson, H., Ambus, P., and Jensen, E.S. 2001. Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea barley intercropping. Field Crops Res., 70: 101-109.
23. Hill, E.C., and Ngouajio, M. 2004. Effect of hairy vetch (*Vicia villosa*) residue on weed species composition in pickling cucumber (*Cucumis sativus*). N. Cen. Weed Sci. Proce., 59: 92-97.
24. Javanmard, A. 2009. Evaluation of uantitative and qualitative yields of corn with some legumes in double cropping. Ph.D Thesis in Agronomy, College of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran.
25. Kobayashi, H., Miura, S., and Oyanagi, A. 2004. Effect of winter barley as a cover crop on the weed vegetation in a no-till soybean. Weed Biol. Manag., 4: 195-205.
26. Koocheki, A., NassiriMahallati, M., Borumand-Rezazadeh, Z., and Khorramdel, S. 2012. Evaluation of nitrogen absorption and use efficiency in relay intercropping of winter wheat and maize. J. Iran. Field Crops Res., 10:327-334.
27. Kurdali, F., Sharabi, N.E., and Arslan, A. 1996. Rainfedveteh-barley mixed cropping in the Syrian semi-arid conditions. I. Nitrogen nutrition using ^{15}N isotopic dilution. Plant and Soil., 183:137-148.
28. Legere, A., and Samson, D.N. 1999. Relative influence of crop rotation, tillage, and weed management on weed associations in spring barley cropping systems. Weed Sci., 47:112-122.
29. Liebman, M. 1988. Ecological suppression of weed in intercropping system: a review. In: Altieri, M.A., and Liebman, M. (Eds.), Weed Management in ASgroecosystems. *Ecological Approaches*, CRC Press, Boca Raton, pp. 197-212.
30. Liebman, M., and Dyck, E. 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. Ecol. Appl., 3:92-122.
31. Lososova, Z., Chytry, M., and Kuhn, I. 2008. Plant attributes determining the regional abundance of weeds on central European arable land. J. Biogeo., 35:177–187.
32. Menalled, F., Gross, K., and Hammond, M. 2001.Weed aboveground and seed bank community responses to agricultural management systems. Ecol. Appl., 11: 1586-1601.
33. Mischler, R., Duiker, S.W., Curran, S., and Wilson, D. 2010. Hairy vetch management for no-till organic corn production. Am. Soc. Agro., 102: 355-362.

34.Najafi, A., and Mohammadi, J. 2005. Study of yield and yield components in intercropping of sweet corn with green bean. In: 1st International Congress of Pulses Proceeding, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, 20-21 November, p. 90.
35.Ofari, F., and Stern, W.R. 1987. Cereal-Legume intercropping systems. Adv. in Agron., 41: 41-90.
36.Oswald, A., Ransom, J.K., Kroschel, J., and Sauerborn, J. 2001. Transplanting maize (*Zea mays*) and sorghum (*Sorghum bicolor*) reduces *Striga hermonthica* damage. Weed Sci., 49:346-353.
37.Pullaro, T.C., Marino, P.C., Jackson, D.M., Harrison, H.F., and Keinath, A.P. 2006. Effects of killed cover crop mulch on weeds, weed seeds, and herbivores. Agri., Eco. Environ., 115: 97-104.
38.Rajsawara Rao, 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 corn mint (*Mentha arvensis* L. f. piperasescens Malinaud ex Holmes). Crop Prod., 16: 133-144.
39.Ritter, W.F., Scarborough, R.W., and Chirnside, A.E.M. 1991. Nitrate leaching under irrigation on Coastal Plain soil. J. Irri. Drain. Eng., 117: 490-502.
40.Sadrabadi-Haghighi, R. 1998. Evaluation of supplemental irrigation and intercropping of wheat with hairy vetch (*Vicia villosa*) in low input dry land system. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Iran.
41.Sainju, U.M., Singh, B.P., Whitehead, W.F., and Wang, S. 2006a. Carbon supply and storage in tilled and non-tilled soils as influenced by cover crops and nitrogen fertilization. J. Environ. Qua., 35: 1507-1517.
42.Sainju, U.M., Whitehead, W.F., Singh, B.P., and Wang, S. 2006b. Tillage, cover crops, and nitrogen fertilization effects on soil nitrogen and cotton and sorghum yields. Eur. J. Agron., 25: 372–382.
43.Schenk, S.U., and Werner, D. 1991. Beta-(3-isoxazolin- 5- on-2yl)-alanine from pisum: allelopatic properties and antimycotic bioassay. Phytochemistry, 30: 467-470.
44.Shakour Zadeh, A., Alizadeh, K., Pour Yousef, M., and Ghaffari, A.A. 2012. Study of density and nixed ratios on forage qualitative and quantitative yield in intercropping of barley and vetch under dryland conditions. Iran. J. Dry. F., 1:63-74.
45.Shaygan, M., Mazaheri, D., Rahimian Mashhadi, H., and Peyghambari, S.A. 2008. Effect of planting date and intercropping maize (*Zea mays* L.) and foxtail millet (*Setaria italica* L.) on their grain yield and weeds control. Iran. J. Crop Sci., 10:31-46.
46.Sillero, J.C., Moreno, M.T., and Rubiales, D. 2005. Sources of resistance to crenate broomrape in *Vicia* species. Plant Dis., 89: 22–27.

47.Tosti, G., Benincasa, P., and Giuiducci, M. 2010. Competition and Facilitation in Hairy vetch- Barley Intercrops. The Ita. J. Agron. Rivista di Agronomia, 3: 239-247.
48.Tsubo, M., Walker, S., and Mukhala, E. 2001. Comparisons of radiation use efficiency of mono/intercropping system with different row orientation. Field Crops Res., 71: 17-29.
49.Zhang, F., and Li, L. 2003. Using competitive and facilitative interactions in intercropping systems enhances crop productivity and nutrient-use efficiency. Plant and Soil., 248: 305–312.
50.Zimdahl, R.H. 2007. Fundamentals of Weed Sciences. Academic Press, New York, 666 pp.

EJCP., Vol. 7 (1): 131-156
http://ejcp.gau.ac.ir

Effects of different ratio of barley and hairy vetch intercropping on yield, plant nitrogen content, weed population and diversity

Gh.A. Asadi[1] and *S. Khorramdel[1]
[1]Assistant Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
Accepted: 2013/09/22 ; Received: 2013/12/28

Abstract

In order to study the density and diversity of weeds and yield of barley and hairy vetch affected by mixed intercropping ratios, a field experiment was performed based on a randomized complete block design with four replications at the Agricultural Research Station, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad during 2012-2013 growing season. Ratios of mixed intercropping were 75% hairy vetch+25% barley, 50% hairy vetch+50% barley, 25% hairy vetch+75% barley and their monoculture. Weed samplings were done at two stages including after seedling emergence and canopy closure of two crops. The results indicated that the effects of mixed intercropping ratios of barley with hairy vetch were significant ($P \leq 0.01$) on density and dry weight of weeds for narrow and broad leaves in two sampling stages, yield components, yield and land equivalent ratio (LER) based on biological and seed yields. The lowest and the highest weed number for the first and the second stages were observed in 75% hairy vetch+25% barley (with six and three species) and barley monoculture (with nine and seven species), respectively. For the first and the second sampling stages, the highest Shannon-Weiner diversities were calculated in barley monoculture with 0.96 and 0.72, respectively. The maximum biological yield and seed yield of hairy vetch were achieved in its monoculture with 927.5 and 495.6 $kg.ha^{-1}$, respectively. Whereas the highest biological yield and seed yield of barley were obtained in its monoculture with 14780.9 and 7384.6 $kg.ha^{-1}$, respectively. By increasing of intercropped hairy vetch ratio declined its yield components and improved yield components of barley. The maximum LER based on biological yield and seed yield were observed in 50% hairy vetch+50%barley with 1.21 and 1.20, respectively. In general, intercropping of barley with hairy vetch increased yield and yield components and declined weed density. So the best combination was 50%hairy vetch+50% barley.

***Keywords*:** Nitrogen fixation, Forage yield, Sustainable agriculture, Land equivalent ratio

*Corresponding author; khorramdel@um.ac.ir