فصلنامه علوم محیطی، دوره یازدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲

۳۴-۲۳

بررسی اثر تداخل گل جعفری در مخلوط با گوجه‌فرنگی بر ترکیب و تنوع علف‌های هرز

علیرضا کوچکی[۱]، قربانعلی اسدی[۲]، رضا قربانی[۱]، الهام عزیزی[۳*]

[۱] استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران،

[۲] استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

[۳] استادیار گروه زراعت، دانشگاه پیام نور، ایران

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۶/۵

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات دگرآسیبی گل جعفری[۱] بر ترکیب و تنوع علف‌های هرز گوجه‌فرنگی[۲]، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی، با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا درآمد. تیمارهای مورد بررسی شامل سه رقم گوجه‌فرنگی (جینا، فلات و استرین‌های تک‌ترک) و پنج الگوی کشت (تک‌کِشتی گوجه‌فرنگی و کشت مخلوط ردیفی گوجه‌فرنگی ـ گل جعفری خارجی با نسبت‌های ۱:۱، ۱:۲، ۱:۳ و ۱:۴) بود. نتایج نشان داد که در نمونه‌برداری اول، بیشترین تراکم علف‌های هرز در واحد سطح در تک‌کشتی گوجه‌فرنگی به تعداد ۹۶/۷۸ بوته در متر مربع مشاهده شد. کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت ۱:۳ دارای کم‌ترین تراکم علف هرز به تعداد ۶۲/۳۷ بوته در متر مربع بود. در نمونه‌برداری دوم، کم‌ترین تراکم علف‌های هرز در کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت ۱:۳ مشاهده شد. وزن خشک کل علف‌های هرز در نمونه‌برداری اول کم‌تر از نمونه‌برداری دوم بود و در هر دو مرحله نمونه‌برداری، بیشترین وزن خشک کل علف‌های هرز در الگوی مخلوط با نسبت ۱:۳ مشاهده شد. تغییر نوع الگوی کاشت منجر به تغییر شاخص‌های تنوع شانون، مارگالوف و سیمپسون علف‌های هرز شد. کم‌ترین مقادیر شاخص‌های مورد بررسی در الگوی کاشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت ۱:۱ مشاهده شد. همچنین رابطه رگرسیونی مثبت و معنی‌داری بین شاخص‌های تنوع (شانون، مارگالوف و سیمپسون) حشرات با شاخص‌های تنوع علف‌های هرز به دست آمد.

کلمات کلیدی: تک‌کشتی، دگرآسیبی، شاخص‌های تنوع، علف‌های هرز، کشت مخلوط.

Investigation of Marigold Interference Effect on Weed Composition and Diversity of Tomato in an Intercropping System

Alireza Koocheki[1], GhorbanAsadi Ali[2], Reza Ghorbani[1], Elham Azizi[3*]

[1] *Professor, Department of Agronomy, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.*

[2] *Assistant Professor, Department of Agronomy, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.*

[3] *Assistant Professor, Department of Agronomy, Payam Noor University, Iran.*

Abstract

In order to investigate the role of marigold (*Tagetes erecta*) interference effects on weed composition and diversity of tomato (*Solanum lycopersicum*), an experiment was conducted as split plot based on complete randomized block design with 3 replications at Agricultural Research Station, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, during 2010 to 2011. Treatments included three tomato varieties (Jina, Flat and strain hitack Tork) and five cropping patterns (tomato monoculture and marigold-tomato intercropping with 1:1, 1:2, 1:3 and 1:4 ratio). Results indicated that in the first sampling, the highest weed density was observed in tomato monoculture (78.96 plants per m^2). The lowest weed density was obtained in marigold and tomato intercropping with 1:3 ratio (37.62). In the second sampling, the lowest weed density was in marigold and tomato intercropping with 1:3 ratio. In the first sampling, total dry weight of weed was more than that in the second sampling. In two sampling, the highest total dry weight of weed was observed in the marigold and tomato intercropping with 1:3 ratio. By altering the cropping pattern, Shannon, Margalof and Simpson diversity indices of weed were changed. The lowest weed diversity indices were observed in the marigold and tomato intercropping with 1:1 ratio. Also, significant positive regressions were obtained between insect diversity indices (Shannon, Margalof and Simpson) and weed diversity indices.

Keywords: Interference, Diversity Indices, Intercropping, Monoculture, Weeds.

* Corresponding author. *E-mail Address*: azizi40760@gmail.com

۱- مقدمه

محققین ناپایداری اکوسیستم‌های زراعی در مقایسه با اکوسیستم‌های طبیعی را ناشی از اتکاء آنها به نهاده‌های خارجی و استفاده نادرست از روابط درونی اکوسیستم می‌دانند [۱۵]. در دهه‌های اخیر، با آشکار شدن خطرات زیست‌محیطی و کاهش تنوع در کشاورزی رایج، ایجاد تنوع در نظام‌های زراعی، گونه‌های زراعی و عملیات مدیریتی مزرعه، به‌عنوان روش حفظ امنیت غذایی و کاهش ریسک در نظام‌های زراعی مورد توجه قرار گرفته است [۲۵]. به دنبال مطالعه نقش زیست‌شناختیِ تنوع در اکوسیستم‌های زراعی اعلام شد که اهمیت این تنوع فراتر از تولید مواد غذایی است و اثرات مثبتی نظیر گردش مواد غذایی، کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها را در بر دارد [۲].

یکی از راه‌های افزایش تنوع در اکوسیستم‌های زراعی، استفاده از انواع چندکِشتی است. چندکشتی به‌معنی کشت دو یا بیش از دو محصول در یک قطعه زمین در یک سال زراعی است [۳]. اهداف متنوعی برای چندکِشتی قابل ذکر است که عمده‌ترین آنها عبارت است از: استفاده بهتر از عوامل محیطی موجود و افزایش عملکرد در واحد سطح، ثبات عملکرد در شرایط نامطلوب محیطی، افزایش کیفیت و کمیت محصول، کاهش مصرف سموم و آفت‌کش‌های شیمیایی، کاهش بروز علف‌های هرز، بیماری‌ها و آفات [۶]، ایجاد تنوع و ثبات در اکوسیستم‌های زراعی و استفاده از فواید آن [۲].

کشت مخلوط علاوه بر این که امکان برقراری انواع روابط را بین جمعیت علف‌خواران و شکارچیان آنها فراهم می‌کند، با ایجاد موانعی برای گسترش بیماری‌ها و آفات گیاهی خسارت ناشی از آفات را کاهش می‌دهد [۱۸]. بررسی اثر کشت مخلوط گل جعفری و تاج‌خروس با گوجه‌فرنگی بر میزان ظهور بیماری لکه موجی در گوجه‌فرنگی نشان داد که گل جعفری در کشت مخلوط گوجه‌فرنگی با گل جعفری، بیماری لکه موجی را به سه طریق اثرات دگرآسیبی بر جوانه‌زنی کونیدی‌ها، تغییر شرایط خرداقلیم اطراف پوشش گیاهی و نیز ممانعت فیزیکیِ پراکنش کونیدی‌ها کنترل می‌کند [۱۴]. این تأثیر در کشت مخلوط تاج‌خروس (به‌عنوان یک عامل ممانعت فیزیکی) و گوجه‌فرنگی کم‌تر مشاهده شد.

در اکوسیستم‌های زراعی متنوع از محیط‌های تخریب شده بر اثر فعالیت‌های کشاورزی بهتر می‌توان سود برد، به‌طوری که زیستگاه‌های باز به‌جای علف‌های هرز یا گونه‌های مهاجم و خطرناک خارجی توسط گونه‌های مفید اشغال می‌شود [۱]. به باور برخی از محققین [۷] زیست‌توده و پتانسیل تولید دانه علف‌های هرز در کشت مخلوط تره‌فرنگی[۳] و کرفس[۴] در مقایسه با تک‌کِشتی تره‌فرنگی کاهش یافت. آنان دلیل این امر را افزایش جذب نور توسط پوشش گیاهی و درنتیجه، افزایش توان رقابتی مخلوط ذکر می‌کنند. در گزارشی دیگر تعداد علف هرز انگل گل جالیز[۵] در الگوی مخلوط باقلا با یولاف وحشی در مقایسه با تک‌کشتی باقلا کاهش یافت [۱۱]. از سوی دیگر تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در کشت مخلوط گندم[۶] و نخود[۷] در مقایسه با تک‌کشتی هریک از این محصولات به‌طور معنی‌داری کاهش یافت [۴].

دیگر محققین نیز چنین اظهار کرده‌اند که با افزایش تنوع گونه‌ای در مراتع مصنوعی، فراوانی علف‌های هرز کاهش می‌یابد [۲۱]. همچنین وزن خشک اندام‌های هوایی و بانک بذر علف‌های هرز موجود در خاک در الگوهای مخلوط دارای علف بره[۸] کم‌تر از مخلوط‌های دارای بروموگراس نرم[۹] بود.

مطالعات نشان داده است که در مخلوط شنبلیله با لگوم‌ها، تراکم علف هرز گل جالیز کاهش یافت [۱۰]. علت این امر تداخل دگرآسیب شنبلیله در چرخه زندگی انگلی گل جالیز در هنگام جوانه زنی آن اعلام شده است.

با توجه به مطالعات معدود در رابطه با واکنش گوجه‌فرنگی به علف‌های هرز در تداخل با گیاهان دارویی، این مطالعه با هدف بررسی تراکم و تنوع علف‌های هرز در الگوهای مختلف کشت گوجه‌فرنگی و گل جعفری انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات دگرآسیبی گل جعفری بر ترکیب و تنوع علف‌های هرز گوجه‌فرنگی، در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارهای مورد بررسی عبارت بود از سه رقم گوجه‌فرنگی (جینا، فلات و استرین‌های تک‌ترک) و پنج الگوی کشت

(تک‌کشتی گوجه‌فرنگی وکشت مخلوط ردیفی گوجه‌فرنگی ـ گل جعفری با نسبت‌های ۱:۱، ۱:۲، ۱:۳و۱:۴).

هر کرت فرعی ۳×۶ متر و هر کرت اصلی ۳×۳۰ متر در نظر گرفته شد. فاصله بین کرت‌های اصلی ۱ متر، و بین تکرارها ۵۰ سانتی‌متر بود. گیاهان در فواصل بین ردیف ۱۰۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر کشت شدند.

برای اندازه‌گیری تنوع و تراکم علف‌های هرز در تیمارهای مورد بررسی، در ابتدای فصل رشد قسمتی از هر کرت به ابعاد ۶×۰/۵ متر به‌صورت وجین‌نشده باقی ماند. نمونه‌گیری‌ها ۳۰ روز بعد از بسته شدن پوشش گیاهی در انواع الگوهای کشت انجام شد. به این منظور، همزمان با برداشت‌های اول (۱۳۹۰/۵/۶) و دوم (۱۳۹۰/۶/۶) گوجه‌فرنگی، در کوادراتی به ابعاد ۴۰×۴۰ سانتی‌متر، گونه‌های علف هرز و تراکم آن‌ها تعیین شد. سپس علف‌های هرز موجود در هر کرت به‌تفکیک گونه برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌ها برای تعیین وزن خشک مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد گرم شد.

برای تعیین تنوع علف‌های هرز از شاخص‌های تنوع شانون (H')، مارگالوف (M) و سیمپسون (S_i) استفاده شد:

$$H' = -\sum P_i \times LogP_i \quad P_i = \frac{n_i}{N} \qquad (۱)$$

$$M = \frac{S-1}{LogN} \qquad (۲)$$

$$Si = \frac{N(N-1)}{\sum n_i(n_i-1)} \qquad (۳)$$

در این معادله‌ها P_i فراوانی نسبی گونه iام، N تعداد کل افراد، n_i تعداد افراد گونه iام، S تعداد گونه‌های موجود و S_i شاخص تنوع سیمپسون است. گفتنی است که نوشتاری دیگر از این طرح پژوهشی، تحت عنوان «بررسی اثر دگرآسیبی گل جعفری در مخلوط با گوجه‌فرنگی بر تنوع آفات و بیماری‌های گوجه‌فرنگی» استخراج شده و در دست چاپ است.

تحلیل داده‌ها و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای Minitab، Mstatc و Excel انجام شد و میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن مقایسه شد.

۳- نتایج و بحث

در مجموع، در کرت‌های آزمایشی مورد بررسی ۱۲ گونه علف هرز مشاهده شد که بیشترشان پهن‌برگ و یک‌ساله بودند. در بین علف‌های هرزِ مورد بررسی، شش گونه با مسیر فتوسنتزی سه‌کربنه و چهار گونه با مسیر فتوسنتزی چهارکربنه شناسایی شد (جدول ۱).

نوع رقم گوجه‌فرنگی بر تراکم علف‌های هرز در مرحله دوم نمونه‌برداری و نیز بر وزن خشک علف‌های هرز در هر دو مرحله نمونه‌برداری تأثیری معنی‌دار داشت. همچنین در هر دو مرحله نمونه‌برداری، الگوی کشت تأثیری معنی‌دار بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز داشت (جدول ۲).

جدول ۱- نام علمی و گروه‌های کارکردی علف‌های هرز مشاهده شده در تیمارهای مورد بررسی در دو مرحله نمونه‌برداری

نام علمی	خانواده	شکل رویشی	مسیر فتوسنتزی	چرخه رویشی
Portulaca oleracea	Portulacaceae	پهن‌برگ	CAM	یک‌ساله
arvensis Convulvulus	Convolvulacrae	پهن‌برگ	C3	چندساله
Chenopodium album	Chenopodium album	پهن‌برگ	C3	یک‌ساله
Solanum nigrum	Solanaceae	پهن‌برگ	C3	یک‌ساله
Echinocloa crus-galli	Poaceae	باریک‌برگ	C4	یک‌ساله
Orobanche sp.	Orobanchaceae	-	-	یک‌ساله
Amaranthus retroflexus	Amaranthaceae	پهن‌برگ	C4	یک‌ساله
Amaranthus blitoides	Amaranthaceae	پهن‌برگ	C4	یک‌ساله
Sonchus arvensis	Asteraceae	پهن‌برگ	C3	یک‌ساله
theophrasti ***Abotilon***	Malvaceae	پهن‌برگ	C3	یک‌ساله
Setaria viridis	Poaceae	باریک‌برگ	C3	یک‌ساله
Digitaria sp.	Poaceae	باریک‌برگ	C4	یک‌ساله

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر رقم و الگوی کشت بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز

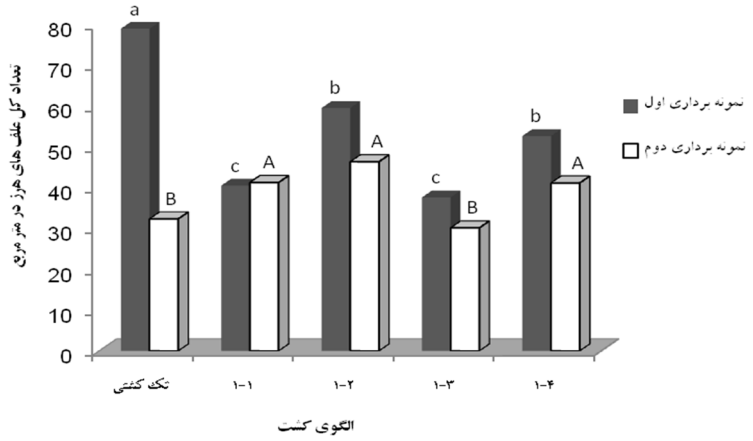
منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (نمونه‌برداری اول)		میانگین مربعات (نمونه‌برداری دوم)	
		تراکم علف‌های هرز	وزن خشک علف‌های هرز	تراکم علف‌های هرز	وزن خشک علف‌های هرز
بلوک	۲	۸۷/۵۲۰^{ns}	۱۰۱/۰۰۰^{ns}	۸۷/۵۷۰^{ns}	۲۴۰۰/۰۰۰^{ns}
رقم	۲	۱۷۷/۶۸۰^{ns}	۳۷۴۶۰/۰۰۰**	۱۴۹۸/۳۱۰**	۲۶۲۷۹۶/۰۰۰**
خطای ۱	۴	۳۷/۲۲۰	۵۳/۰۰۰	۲۳/۵۷۰	۷۷۱۵/۰۰۰
الگوی کاشت	۴	۷۰۴/۵۹۰**	۴۸۱۶/۰۰۰**	۴۱۲/۹۹۰**	۱۰۲۱۵/۰۰۰**
رقم× الگوی کاشت	۸	۴۶۳/۳۸۰**	۱۳۵۶۳/۰۰۰**	۱۹۴/۱۱۰**	۹۵۳۴۲/۰۰۰**
خطای ۲	۲۴	۸۶/۰۰۰	۴۵۰/۰۰۰	۵۵/۳۵۰	۱۶۶۵/۰۰۰
کل	۴۴				

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ns: غیر معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

چنان که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، در هر دو مرحلهٔ نمونه‌برداری تراکمِ علف‌های هرز متأثر از نوع الگوی کشت بوده است. در نمونه‌برداری اول، بیشترین تراکم علف‌های هرز در واحد سطح در تک‌کشتی گوجه‌فرنگی به تعداد ۷۸/۹۶ بوته در متر مربع مشاهده شد. کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت ۱:۳ دارای کم‌ترین تراکم علف هرز به تعداد ۳۷/۶۲ بوته در متر مربع بود.

در نمونه‌برداری دوم، کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت ۱:۳ در مقایسه با الگوهای کشت مخلوط دیگر، تعداد علف‌های هرز موجود را بهتر کنترل کرد و تراکم علف‌های هرز به تعداد ۳۰/۱۵ بوته در متر مربع را نشان داد که اختلاف معنی‌داری با تک‌کشتی گوجه‌فرنگی نداشت.

گزارش درمورد بررسی اثر کشت مخلوط جو بهاره با شبدر سفید و قرمز حاکی از آن است که تغییر الگوی کشت تأثیر چندانی بر ترکیب علف‌های هرز ندارد، در حالی که بر اندازه جمعیتِ تعدادی از علف‌های هرز نوسانات زیادی نشان داد. کشت مخلوط جو با شبدر سفید و قرمز، رشد و توسعه علف‌های هرز را محدود کرد و زیست توده گیاهان هرز را کاهش داد. در این میان الگوی مخلوط شبدر قرمز و جو تهاجم علف‌های هرز دولپه و تک‌لپهٔ جو را به‌طور مؤثری کاهش داد، در حالی که مخلوط شبدر سفید و جو فقط در کنترل علف‌های تک‌لپه مؤثر بود.



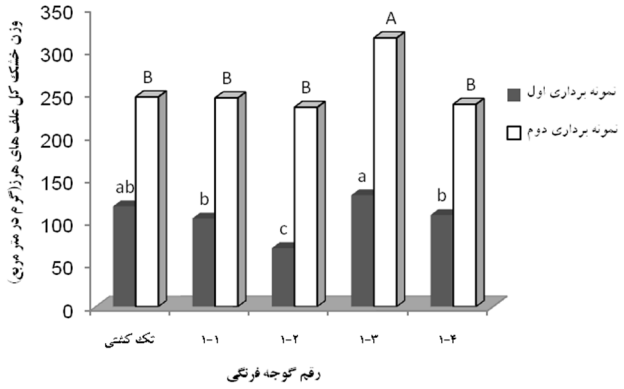
شکل ۱- اثر الگوی کشت بر تعداد کل علف‌های هرز در واحد سطح در دو مرحله نمونه‌برداری؛ میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر مرحله نمونه‌برداری از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتایج نشان داد که وزن خشک کل علف‌های هرز در نمونه‌برداری اول کم‌تر از نمونه‌برداری دوم بود. در هر دو مرحله نمونه‌برداری، بیشترین وزن خشک کل علف‌های هرز متعلق به الگوی مخلوط با نسبت ۱:۳ بود. الگوی مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت ۱:۲ بیشترین ممانعت را در رشد علف‌های هرز ایجاد کرد به‌طوری که در مراحل اول و دوم نمونه‌برداری، وزن خشک علف‌های هرز به‌ترتیب معادل ۶۸/۴۹ و ۲۳۳/۳۰ گرم در متر مربع به دست آمد (شکل ۲).

بررسی مدیریت علف‌های هرز تحت الگوهای مختلف کشت مخلوط سویا و آفتابگردان [۲۲] نشان داد که پایین‌ترین وزن خشک گندمیان هرز در الگوهای مخلوط با نسبت ۱:۱ و ۱:۲ سویا و آفتابگردان حاصل شد.

چنان که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، اثر رقم بر تراکم علف هرز در واحد سطح فقط در نمونه‌برداری دوم به‌لحاظ آماری معنی‌دار بود. تراکم علف‌های هرز، در نمونه‌برداری دوم کم‌تر از نمونه‌برداری اول بوده و رقم استرین‌های تک‌ترک، کم‌ترین تعداد علف هرز در متر مربع را نشان داد.

نتایج به دست آمده حاکی از آن است که با وجود بیشتر بودنِ تراکم علف‌های هرز در نمونه‌برداری اول ـــ در مقایسه با نمونه‌برداری دوم ـــ وزن خشک کل علف‌های هرز به‌عکس در نمونه‌برداری دوم به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از نمونه‌برداری اول به دست آمد. شاید دلیل این امر آن است که در نمونه‌برداری اول، اغلب علف‌های هرز در مرحله گیاهچه‌ای و رشد رویشی بودند و با وجود تراکم بالا، وزن خشک کم‌تری نشان دادند. در نمونه‌برداری دوم تعدادی از علف‌های هرز بر گیاهان دیگر غلبه کردند و با افزایش رشد رویشی وزن خشک کل بیشتری حاصل شد. در نمونه‌برداری اول و دوم کم‌ترین وزن خشک علف‌های هرز متعلق به رقم فلات به‌ترتیب با مقادیر ۷۲/۰۱ و ۱۶۳/۸۸ گرم در متر مربع بود (شکل ۴).



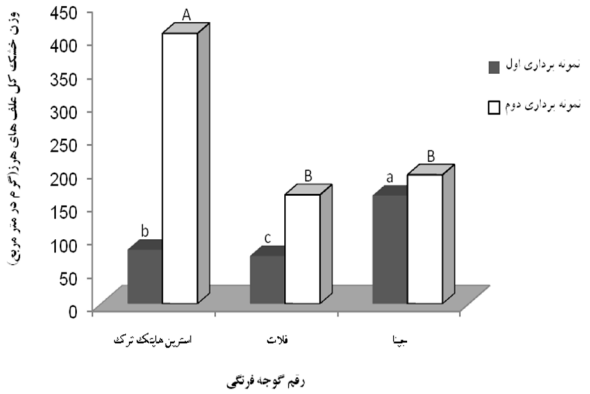
شکل ۲- اثر الگوی کشت بر وزن خشک کل علف‌های هرز در واحد سطح در دو مرحله نمونه‌برداری؛ میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر مرحله نمونه‌برداری از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

شکل ۳- اثر رقم بر تعداد کل علف‌های هرز در واحد سطح در دو مرحله نمونه‌برداری میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر مرحله نمونه‌برداری از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۳- اثر متقابل رقم و نوع الگوی کشت بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در دو مرحله نمونه‌برداری

رقم گوجه‌فرنگی	الگوی کشت ردیفی گوجه فرنگی ـ گل جعفری	نمونه‌برداری اول		نمونه‌برداری دوم	
		تراکم علف‌های هرز در متر مربع	وزن خشک علف‌های هرز (گرم در متر مربع)	تراکم علف‌های هرز در متر مربع	وزن خشک علف‌های هرز (گرم در متر مربع)
استرین‌های تک‌ترک	تک‌کشتی	۵۰/۰۰۰^{cdef*}	۲۶/۲۱۹^{g}	۲۵/۰۰۰^{de}	۳۸۸/۲۵۰^{bc}
	۱ -۱	۳۸/۱۹۳^{efg}	۱۲۴/۲۱۹^{cd}	۲۲/۲۲۲^{e}	۴۱۳/۹۳۸^{bc}
	۱ -۲	۴۳/۷۵۰^{defg}	۴۲/۶۵۶^{g}	۳۴/۳۷۵^{cde}	۶۱۹/۱۰۹^{a}
	۱ -۳	۳۴/۳۷۷^{fg}	۱۷۹/۶۵۳^{b}	۲۱/۸۷۵^{e}	۱۵۹/۲۱۹^{ef}
	۱ -۴	۵۹/۰۲۷^{abcd}	۳۳/۶۸۷^{g}	۳۱/۲۵۰^{cde}	۴۵۳/۰۳۱^{b}
فلات	تک‌کشتی	۲۸/۱۲۷^{g}	۴۱/۹۳۷^{g}	۳۶/۱۱۱^{bcde}	۱۲۰/۲۶۶^{fg}
	۱ -۱	۳۹/۵۸۳^{efg}	۵۹/۸۲۸^{fg}	۵۹/۳۷۵^{a}	۲۳۸/۳۷۵^{d}
	۱ -۲	۷۱/۵۲۷^{a}	۴۹/۴۰۶^{fg}	۴۲/۱۸۸^{bc}	۱۲/۹۳۷^{h}
	۱ -۳	۴۰/۹۷۳^{efg}	۸۲/۰۱۶^{ef}	۲۹/۶۸۷^{cde}	۳۷۱/۹۰۶^{c}
	۱ -۴	۵۳/۱۲۷^{bcde}	۱۲۶/۸۵۹^{cd}	۴۲/۱۸۸^{bc}	۷۵/۹۳۸^{gh}
جینا	تک‌کشتی	۶۸/۷۵۰^{ab}	۲۸۴/۰۰۰^{a}	۳۵/۹۳۸^{bcde}	۲۲۸/۰۰۰^{de}
	۱ -۱	۴۳/۷۵۰^{defg}	۱۲۵/۷۵۰^{cd}	۴۲/۱۸۸^{bc}	۸۰/۴۸۴^{gh}
	۱ -۲	۶۲/۵۰۰^{abc}	۱۱۳/۴۰۶^{de}	۶۲/۵۰۰^{cde}	۶۷/۸۵۹^{gh}
	۱ -۳	۳۷/۵۰۰^{efg}	۱۲۹/۵۹۴^{cd}	۳۸/۸۸۹^{bcd}	۴۱۲/۱۸۷^{bc}
	۱ -۴	۴۵/۸۳۳^{cdefg}	۱۶۱/۴۰۶^{bc}	۵۰/۰۰۰^{ab}	۱۸۱/۴۳۷^{def}
LSD		۱۵/۶۲۸	۳۵/۷۵۰	۱۲/۵۴۰	۶۸/۷۶۰

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۴- اثر رقم بر وزن خشک کل علف‌های هرز در واحد سطح در دو مرحله نمونه‌برداری؛ میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر مرحله نمونه‌برداری از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

اثر متقابل نوع الگوی کشت و رقم بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز از نظر آماری معنی‌دار بود. در نمونه‌برداری اول بیشترین تراکم علف‌های هرز در متر مربع در الگوی مخلوط گوجه‌فرنگی (رقم فلات) و گل جعفری با نسبت ۱:۲ به دست آمد که با کشت مخلوط گوجه‌فرنگی (رقم استرین‌های تک‌ترک) و گل جعفری با نسبت ۱:۴، تک‌کشتی جینا و کشت مخلوط گوجه‌فرنگی (رقم جینا) و گل جعفری با نسبت ۱:۲ اختلاف معنی‌داری نداشت. بیشترین وزن خشک علف‌های هرز نیز در تک‌کشتی جینا به میزان ۲۸۴ گرم در متر مربع مشاهده شد. تک‌کشتی استرین‌های تک‌ترک و فلات و همچنین الگوی‌های کشت مخلوط رقم استرین‌های تک‌ترک و گل جعفری با نسبت ۱:۲ و ۱:۴ و جینا و گل جعفری با نسبت ۱:۱ و ۱:۲ بیشترین ممانعت را در رشد علف‌های هرز داشته و کم‌ترین وزن خشک علف‌های هرز را نشان دادند.

در نمونه‌برداری دوم نیز بیشترین و کم‌ترین تراکم علف‌های هرز به ترتیب در تیمارهای کشت مخلوط فلات و گل جعفری با نسبت ۱:۱ و کشت مخلوط استرین‌های تک‌ترک و گل جعفری با نسبت ۱:۳ به دست آمد. بیشترین ممانعت از رشد علف‌های هرز و به‌تبع آن، کم‌ترین وزن خشک علف‌های هرز نیز در الگوی کشت مخلوط فلات و گل جعفری با نسبت ۱:۲ مشاهده شد (جدول ۳).

مطالعات انجام شده نشان داده است که تعداد علف هرز انگل گل جالیز[10] در الگوی مخلوط باقلا با یولاف وحشی، در مقایسه با تک‌کشتی باقلا، کاهش می‌یابد [۱۱]. همچنین تفاوت اندکی در غنای گونه‌ای جوامع علف هرز مخلوط جو ـ نخود و تک‌کشتی جو، مشاهده شد [۱۹]. این در حالی است که غنای گونه‌ای علف‌های هرز نخود در مقایسه با هر دو الگوی کشت بیشتر بود. محققین نشان داده‌اند که مخلوط تره‌فرنگی و کرفس با افزایش جذب نور توسط پوشش گیاهی، موجب سرکوبی و کاهش وزن خشک علف‌های هرز شد.

بررسی اثر تنوع گیاهی و نوع منبع تغذیه‌ای بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز [۳] نشان داد که با افزایش تنوع گونه‌های زراعی، وزن خشک و تراکم کل علف‌های هرز کاهش می‌یابد، به‌طوری که تیمارهای مخلوط گونه‌های زراعی کم‌ترین وزن خشک علف‌های هرز را داشتند. در تک‌کشتی‌های مورد بررسی نیز گونه زراعی بر وزن خشک علف‌های هرز تأثیرگذار بود. از سوی دیگر، در بررسی اثر الگوهای کشت مختلف سه گیاه گندم، کلزا و نخود بر جمعیت علف‌های هرز [۲۴] چنین اظهار شد که تعدادی از الگوهای مخلوط نظیر گندم ـ کلزا و گندم ـ کلزا ـ نخود در مقایسه با تک‌کشتی این گیاهان باعث ممانعت بیشتری در رشد علف‌های هرز شدند.

نتایج حاصله حاکی از آن است که شاخص شانون علف‌های هرز، در هر دو برداشت تحت تأثیر رقم گوجه‌فرنگی قرار نگرفت اما، الگوی کاشت این شاخص را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد. همچنین اثر رقم گوجه‌فرنگی و الگوی کاشت بر شاخص تنوع مارگالوف و سیمپسون از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۴).

چنان که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، با تغییر نوع الگوی کاشت شاخص‌های تنوع شانون، مارگالوف و سیمپسون علف‌های هرز تغییر یافت. کم‌ترین مقدار شاخص‌های مورد بررسی در الگوی کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت ۱:۱ مشاهده شد. کشت مخلوط ردیفی دو گیاه گوجه‌فرنگی و گل جعفری باعث ایجاد تنوع مکانی و زمانی در استفاده از نهاده‌ها شد و شرایط را برای رشد علف‌های هرز دشوار ساخت.

بررسی اثر کشت مخلوط ذرت ـ لگوم بر سرکوبی علف‌های هرز [۸] حاکی از آن بود که کشت مخلوط ذرت و لگوم‌ها منجر به شاخص سطح برگ بیشتر و پوشش بهتر سطح خاک شد و به‌تبع آن، جذب نور توسط پوشش گیاهی افزایش یافت و از جمعیت علف‌های هرز کاسته شد. همچنین همبستگی منفی معنی‌داری بین کسر تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده توسط پوشش گیاهی با تراکم

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر رقم و الگوی کشت بر شاخص‌های تنوع علف‌های هرز

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (نمونه برداری اول)			میانگین مربعات (نمونه برداری دوم)		
		شاخص شانون	شاخص مارگالوف	شاخص سیمپسون	شاخص شانون	شاخص مارگالوف	شاخص سیمپسون
بلوک	۲	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۱۹^{ns}	۰/۰۱۰^{ns}	۰/۰۰۹^{ns}	۰/۰۹۰**	۰/۰۹۱^{ns}
رقم	۲	۰/۰۱۳^{ns}	۰/۲۲۳*	۳/۹۴۸**	۰/۰۲۲^{ns}	۰/۱۴۱**	۲/۷۹۶*
خطای ۱	۴	۰/۰۰۳	۰/۰۳۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۲۶۲
الگوی کاشت	۴	۰/۰۳۳**	۰/۶۱۰**	۱/۶۴۵**	۰/۰۸۸**	۱/۳۶۷**	۳/۵۴۹**
رقم× الگوی کاشت	۸	۰/۰۱۴**	۰/۶۰۴**	۱/۲۲۵**	۰/۰۳۳**	۰/۷۵۳**	۲/۰۱۹**
خطای ۲	۲۴	۰/۰۰۴	۰/۰۵۴	۰/۰۶۴	۰/۰۰۶	۰/۰۹۷	۰/۱۶۲
کل	۴۴						

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد؛ *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد؛ ns: غیر معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

و زیست توده علف‌های هرز به دست آمد. بررسی اثر کشت مخلوط لوبیا چشم‌بلبلی و ذرت بر تراکم علف‌های هرز [۹] نشان داد که کشت مخلوط، در کنترل علف‌های هرز مؤثرتر از تک‌کشتی هریک از گیاهانِ مورد بررسی است. دلیل این امر دسترسی پایین‌تر علف‌های هرز به منابع محیطی در الگوهای مخلوط ذکر شده است.

اثر رقم گوجه‌فرنگی بر تنوع علف‌های هرز در جدول ۶ نشان داده شده است. در نمونه‌برداری اول، بیشترین و کم‌ترین مقدار شاخص‌های تنوع شانون، مارگالوف و سیمپسون در رقم استرین‌های تک‌ترک و جینا مشاهده شد. شاید دلیل کاهش تنوع علف‌های هرز در رقم جینا، رشد سریع و اشغال فضا توسط این رقم باشد. در مرحله دوم نمونه‌برداری کم‌ترین میزان شاخص‌های تنوع مورد بررسی در رقم استرین‌های تک‌ترک به دست آمد.

اثر متقابل رقم و الگوی کشت بر تنوع علف‌های هرز در هر دو مرحله نمونه‌برداری از نظر آماری معنی‌دار بود. در نمونه‌برداری اول کشت مخلوط گوجه‌فرنگی رقم استرین‌های تک‌ترک و گل جعفری با نسبت ۱:۲ دارای بیشترین شاخص تنوع شانون علف‌های هرز بود. این کشت با تک‌کشتی استرین‌های تک‌ترک، فلات و جینا، کشت مخلوط استرین‌های تک‌ترک و گل جعفری با نسبت‌های ۱:۳ و ۱:۴، کشت مخلوط فلات و گل جعفری با نسبت‌های ۱:۲ و ۱:۴ و کشت مخلوط جینا و گل جعفری با نسبت‌های ۱:۲ و ۱:۳ اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. کم‌ترین شاخص تنوع شانون، مارگالوف و سیمپسون علف‌های هرز در کشت مخلوط گوجه‌فرنگی (رقم فلات) و گل جعفری به نسبت ۱:۳ مشاهده شد. در مرحله دوم نمونه‌برداری، بیشترین میزان شاخص‌های تنوع علف‌های هرز مورد بررسی در الگوی کشت مخلوط گوجه‌فرنگی (رقم جینا) و گل جعفری با نسبت ۱:۳ به دست آمد. کشت مخلوط فلات و گل جعفری با نسبت ۱:۱ نیز دارای کم‌ترین مقادیر این شاخص‌ها بود (جدول ۷).

محققین نشان دادند که در کشت مخلوط جو و نخود، تنوع گونه‌ای علف‌های هرز کاهش می‌یابد [۲۰]. آنان دلیل این امر را به جذب بیشتر نور توسط پوشش گیاهان زراعی نسبت دادند، زیرا در این حالت نور کم‌تری به پایین کانوپی می‌رسد و بذر علف‌های هرزی که برای جوانه‌زنی به نور نیاز داشتند دچار خواب ثانویه شدند. با

جدول ۵- اثر نوع الگوی کشت بر تنوع علف‌های هرز در دو مرحله نمونه‌برداری

الگوی کشت ردیفی گوجه فرنگی ـ گل جعفری	نمونه برداری اول			نمونه برداری دوم		
	شاخص شانون	شاخص مارگالوف	شاخص سیمپسون	شاخص شانون	شاخص مارگالوف	شاخص سیمپسون
تک‌کشتی	۰/۵۸۴^{ab*}	۲/۰۸۸^{a}	۳/۹۳۰^{a}	۰/۵۳۹^{b}	۱/۶۳۲^{b}	۲/۸۴۱^{b}
۱ -۱	۰/۴۶۳^{c}	۱/۴۷۶^{b}	۲/۹۷۳^{c}	۰/۳۶۰^{c}	۱/۱۱۶^{c}	۲/۳۶۳^{c}
۱ -۲	۰/۶۲۵^{a}	۲/۱۰۴^{a}	۳/۹۹۹^{a}	۰/۵۳۵^{b}	۱/۹۳۵^{ab}	۲/۶۶۱^{bc}
۱ -۳	۰/۵۸۰^{ab}	۱/۹۶۳^{a}	۳/۳۵۸^{b}	۰/۵۷۷^{ab}	۲/۱۱۹^{a}	۳/۸۸۲^{a}
۱ -۴	۰/۵۵۸^{b}	۲/۰۲۴^{a}	۳/۴۱۸^{b}	۰/۶۲۱^{a}	۱/۸۹۷^{ab}	۳/۵۱۷^{a}
LSD	۰/۰۶۲	۰/۲۲۶	۰/۲۴۶	۰/۰۷۵	۰/۳۰۳	۰/۳۹۲

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۶- اثر رقم گوجه‌فرنگی بر تنوع علف‌های هرز در دو مرحله نمونه‌برداری

رقم گوجه فرنگی	نمونه برداری اول			نمونه برداری دوم		
	شاخص شانون	شاخص مارگالوف	شاخص سیمپسون	شاخص شانون	شاخص مارگالوف	شاخص سیمپسون
استرین‌هایتک ترک	۰/۵۹۵^{a*}	۲/۰۷۱^{a}	۴/۰۶۳^{a}	۰/۴۹۴^{a}	۱/۶۳۴^{b}	۲/۷۸۸^{b}
فلات	۰/۵۵۳^{a}	۱/۸۶۸^{b}	۳/۵۰۶^{b}	۰/۵۱۷^{a}	۱/۸۲۴^{a}	۲/۸۱۹^{b}
جینا	۰/۵۳۹^{a}	۱/۸۵۳^{b}	۳/۰۳۹^{c}	۰/۵۶۸^{a}	۱/۷۶۲^{a}	۳/۵۵۱^{a}
LSD	۰/۰۵۶	۰/۱۷۶	۰/۰۷۹	۰/۰۶۴	۰/۰۷۲	۰/۵۱۹

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

بررسی اثر تنوع گیاهی و نوع منبع تغذیه‌ای بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز [۳] مشخص شد که با تغییر الگوی کشت در هر یک از دو سال زراعی مورد بررسی، شاخص تنوع شانون و مارگالوف علف‌های هرز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در سال زراعی اول بیشترین شاخص تنوع شانون برای علف‌های هرز در الگوی تک‌کشتی کنجد (۰/۷۵) و زنیان (۰/۷۲) مشاهده شد. الگوهای متنوع گیاهان زراعی دارای کم‌ترین میزان شاخص شانون برای علف‌های هرز بوده و با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشتند. در سال زراعی دوم نیز بیشترین شاخص تنوع شانون برای علف‌های هرز در تک‌کشتی سویا ـ رقم سحر (۰/۷۲) و کشت مخلوط سه گونه ارزن (۰/۷۱) به دست آمد. نامبردگان همبستگی منفی معنی‌داری بین تغییر تنوع و وزن خشک کل علف‌های هرز مشاهده کردند. رابطه رگرسیونی مثبت و معنی‌داری بین شاخص تنوع شانون حشرات و علف‌های هرز به دست آمد (R^2= ۰/۴۱) و با افزایش تنوع گیاهی در تیمارهای مورد بررسی، تنوع حشرات نیز روند صعودی نشان داد (شکل ۵).

برخی تحقیقات نشان داده است که پوشش‌های گیاهی با تنوع ساختاری و گیاهی بالا، از تنوع بی‌مُهرگان زیادی برخوردارند [۱۷]. بررسی فراوانیِ حشرات و دشمنان طبیعی در تک‌کِشتی ذرت، مخلوط ذرت ـ لوبیا و مخلوط ذرت ـ لوبیا با علف‌های هرز نشان داد که فراوانی کل حشرات در بین تیمارهای تنوع گیاهی تفاوتی ندارد [۱۲]، اگرچه تنوع گیاهی اثر معکوسِ معنی‌داری بر جمعیت دو گونه از حشرات آفت *Pagiocerus*sp. و *Arpophilus* sp. دارد.

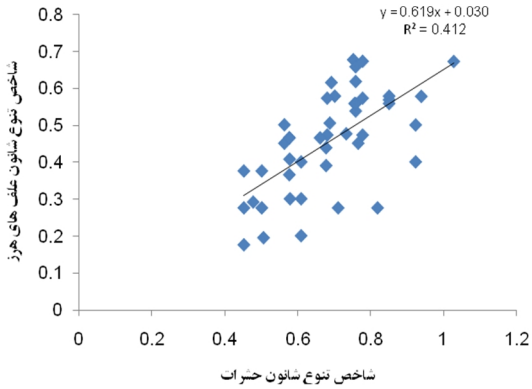
با افزایش شاخص تنوع مارگالوف علف‌های هرز، شاخص تنوع مارگالوف حشرات نیز روند صعودی نشان داد و رابطه رگرسیونی مثبت و معنی‌داری بین شاخص‌های تنوع مارگالوف حشرات و علف‌های هرز مشاهده شد (شکل ۶).

چنان که در شکل ۷ مشاهده می‌شود با افزایش شاخص تنوع سیمپسون علف‌های هرز، تنوع حشرات نیز روند افزایشی خطی نشان داد. با افزایش تنوع علف‌های هرز، منابع تغذیه‌ای و پناهگاه‌ها افزایش یافته و به‌تبع آن تنوع و تراکم حشرات افزایش می‌یابد.

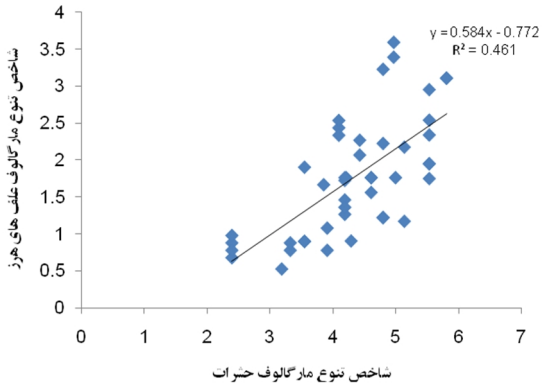
جدول ۷- اثر متقابل رقم و الگوی کشت بر تنوع علف‌های هرز در دو مرحله نمونه‌برداری

رقم گوجه فرنگی	الگوی کشت ردیفی گوجه فرنگی-گل جعفری	نمونه برداری اول			نمونه برداری دوم		
		شاخص شانون	شاخص مارگالوف	شاخص سیمپسون	شاخص شانون	شاخص مارگالوف	شاخص سیمپسون
استرین‌هایتک ترک	تک‌کشتی	۰/۵۷۷^{ab*}	۱/۸۷۱^{cde}	۳/۹۰۵^{bc}	۰/۵۲۹^{b}	۱/۶۶۶^{c}	۲/۲۹۳^{de}
	۱ -۱	۰/۴۷۲^{bc}	۱/۶۱۳^{ef}	۳/۲۷۷^{d}	۰/۲۸۹^{c}	۰/۸۲۹^{d}	۱/۹۱۹^{de}
	۱ -۲	۰/۶۷۳^{a}	۲/۳۷۰^{ab}	۴/۸۴۶^{a}	۰/۵۸۷^{ab}	۱/۹۳۱^{abc}	۲/۱۳۰^{de}
	۱ -۳	۰/۶۷۱^{a}	۲/۳۸۶^{ab}	۴/۷۸۸^{a}	۰/۴۷۶^{b}	۱/۵۸۹^{c}	۳/۴۸۸^{bc}
	۱ -۴	۰/۵۸۰^{ab}	۲/۱۱۷^{bcd}	۳/۵۰۱^{cd}	۰/۵۹۰^{ab}	۲/۱۵۴^{abc}	۴/۱۱۱^{b}
فلات	تک‌کشتی	۰/۵۸۶^{ab}	۲/۲۰۳^{abc}	۴/۰۰۱^{b}	۰/۵۸۸^{ab}	۲/۱۸۱^{abc}	۳/۸۰۷^{bc}
	۱ -۱	۰/۴۵۹^{c}	۱/۴۶۲^{ef}	۲/۸۱۵^{e}	۰/۲۳۶^{c}	۰/۶۵۹^{d}	۱/۶۳۸^{e}
	۱ -۲	۰/۶۱۶^{a}	۱/۷۳۵^{def}	۳/۸۹۶^{bc}	۰/۵۰۷^{b}	۲/۱۵۷^{abc}	۲/۳۲۸^{de}
	۱ -۳	۰/۴۶۳^{c}	۱/۳۳۱^{f}	۲/۶۰۶^{e}	۰/۵۵۳^{ab}	۲/۳۷۳^{ab}	۳/۱۱۵^{c}
	۱ -۴	۰/۶۴۱^{a}	۲/۶۱۱^{a}	۴/۲۱۲^{b}	۰/۷۰۰^{a}	۱/۷۴۹^{c}	۳/۲۰۷^{c}
جینا	تک‌کشتی	۰/۵۸۸^{ab}	۲/۱۹۰^{abc}	۳/۸۸۵^{bc}	۰/۵۰۰^{b}	۱/۰۵۰^{d}	۲/۴۲۵^{d}
	۱ -۱	۰/۴۵۹^{c}	۱/۳۵۴^{f}	۲/۸۲۸^{e}	۰/۵۵۶^{ab}	۱/۸۵۹^{abc}	۳/۵۳۱^{bc}
	۱ -۲	۰/۵۸۶^{ab}	۲/۲۰۶^{abc}	۳/۲۵۴^{d}	۰/۵۱۱^{b}	۱/۷۱۸^{c}	۳/۵۲۴^{bc}
	۱ -۳	۰/۶۰۶^{a}	۲/۱۷۲^{abc}	۲/۶۸۲^{e}	۰/۷۰۲^{a}	۲/۳۹۶^{a}	۵/۰۴۱^{a}
	۱ -۴	۰/۴۵۴^{c}	۱/۳۴۵^{f}	۲/۵۴۳^{e}	۰/۵۷۳^{ab}	۱/۷۸۸^{bc}	۳/۲۳۴^{c}
LSD		۰/۱۰۷	۰/۳۹۲	۰/۴۲۷	۰/۱۳۱	۰/۵۲۵	۰/۶۷۸

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند.

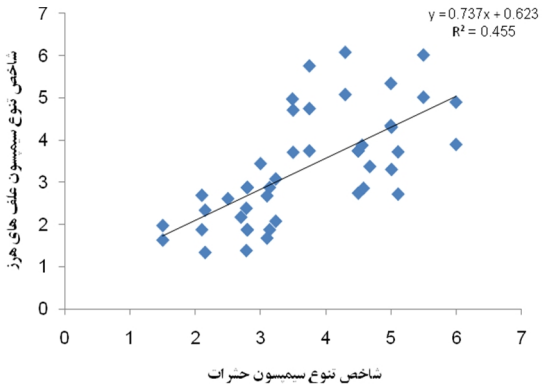


شکل ۵- رابطه رگرسیونی بین شاخص تنوع شانون حشرات و علف‌های هرز



شکل ۶- رابطه رگرسیونی بین شاخص تنوع مارگالوف حشرات و علف‌های هرز

علف‌های هرز زمین‌های زراعی گونه‌های کلیدی هستند که عدم حضور آنها منجر به تغییرات جدی در زیست‌گاه و روابط زنجیره‌های غذایی می‌شود. حفظ جمعیت پایین علف‌های هرز در مزارع، پناهگاه‌های حیات



شکل ۷- رابطه رگرسیونی بین شاخص تنوع سیمپسون حشرات و علف‌های هرز

وحش را بیشتر کرده و تنوع کارکردی چشم‌اندازهای زراعی را افزایش می‌دهد، البته باید این سودمندی با ریسک کاهش تولید گیاه زراعی به‌علت رقابت با علف‌های هرز به تعادل برسد [۲۳]. گلیسمن اظهار داشت که افزایش تنوع گیاهی در اکوسیستم‌های زراعی، با تقلید از فرایندهای بوم‌شناختی طبیعی منجر به استفاده مؤثر از منابع، افزایش تنوع زیستی و در نتیجه پایداری این نظام‌ها می‌شود [۱۳].

٤- نتیجه‌گیری

در این تحقیق بررسی الگوهای کشت مختلف نشان داد که الگوی کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت ۱:۲ اثر ممانعت‌کنندگی بیشتری بر رشد و زیست توده علف‌های هرز داشت. با افزایش تنوع علف‌های هرز در الگوهای مختلف کشت، تنوع حشرات نیز روند افزایشی نشان داد. اختلاف در فراوانی و بیوماس علف‌های هرز و تنوع حشرات در چندکشتی ممکن است به‌دلیل ایجاد حالت مکملی در جذب عناصر غذایی توسط گیاهان زراعی و فرایند دگرآسیبی باشد. به نظر می‌رسد کشت گیاهانِ برخوردار از ویژگی دگرآسیبی در سیستم‌های مخلوط و تناوبی، نتیجه مطلوبی در کنترل علف‌های هرز خواهد داشت.

تشکر و قدردانی

اعتبار این پژوهش از محل پژوهه طرح شماره ۱۷۲۳۵/۲ مورخ ۸۹/۱۲/۲۲ معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

پی‌نوشت‌ها

[1] Tagetes erecta
[2] *Solanum lycopersicum*
[3] Allium porrum L.
[4] Apium graveolens L.
[5] Orobanche crenata Forsk
[6] Triticum aestivum L.
[7] Cicer arietinum L.
[8] Festuca arundinacea Schreb
[9] Bromus inermis Leyss
[10] Orobanche crenata

منابع

[1] Aggarwell P K, Garrity D P, Liboon S P, Morris R A. Resource use and interactions in a rice-mungbean Intercrop. Agronomy Journal; **1992**; **84**: 71-78.

[2] Altieri M A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment; **1999**; **74**: 19-31.

[3] Azizi G, koocheki A, Rezvani-moghadam P, Nassiri-Mahallati M. Effect of plant diversity and nutrient resource on weed composition and density in different cropping systems. Iranian Agricultural Research; **2009**; **7**: 115-125. **[In Persian]**

[4] Banik P, Midya A, Sarkar B K, Ghose S S. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed. European Journal of Agronomy; **2006**; **24**: 325-332.

[5] Baumann D T, Bastiaans L, Kropff M J. Effects of intercropping on growth and reproductive capacity of late emerging *Senecio vulgaris L.*, with spatial reference to competition for light. Annals of Botany; **2001**; **87**: 209-217.

[6] Baumann D T, Kropff M J, Bastiaans L. Intercropping leeks to suppress weeds. Weed Research; **2000**; **40**: 439-375.

[7] Baumann D T, Bastiaans L, Goudriaan J, van Laar H H, Krop M J. Analyzing crop yield and plant quality in an intercropping system using an eco-physiological model for interplant competition. Agricultural Systems; **2002**; **73**: 173-203.

[8] Bilalis D, Papastylianou P, Konstantas A, Patsiali S, Karkanis A, Efthimiadou A. Weed-suppressive effects of maize–legume intercropping in organic farming. International Journal of Pest Management; **2010**; **56**: 173-181.

[9] Eskandari H, Kazemi K. Weed control in maize-cowpea intercropping system related to environmental resources consumption. Notulae Scientia Biologicae; **2011**; **3**: 57-60.

[10] Fenández –Aparicio M, Emeran A A, Rubiales D. Control of *Orobanche crenata* in legumes intercropped with fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). Crop Protection; **2008**; **27**: 653-659.

[11] Fenández-Aparicio M, Sillero J C, Rubiales D. Intercropping with cereals reduces infection by *Orobanche crenata* in legumes. Crop Protection; **2007**; **26**: 1166-1172.

[12] Gianoli E, Ramos I, Alfaro-Tapia A, Valdéz Y, Echegaray E R, Yábar E. Benefits of a maize-bean-weeds mixed cropping system in Urubamba Valley, Peruvian Andes. International Journal of Pest Management; **2006**; **52**: 283-289.

[13] Glliessman S R. Sustainable agriculture: an agroecological perspective. Advances in Plant Pathology; **1995**; **11**: 45-57.

[14] Go´mez-Rodrý´guez O, Zavaleta-Mejý´a E, Gonza´lez-Herna´ndez V A, Livera-Mun˜oz M, Cardenas-Soriano E. Allelopathy and microclimatic modification of intercropping with marigold on tomato early blight disease development. Field Crops Research; **2003; 83**: 27–34.

[15] Koocheki A, Nassiri-Mahallati M, Najafi F. Biodiversity of medicinal and aromatic plants in Iran's agroecosystems. Iranian Agricultural Research; **2004**; **2**: 208-215. **[In Persian]**

[16] Kwiecińska-Poppe E, Kraska P, Pałys E. The effect of intercropping on weed infestation of a spring barley crop cultivated in monoculture. Acta Agrobotanic; **2009**; **62**: 163-170.

[17] Lagerlof J, Wallin H. The abundance of arthropods along 2 field margins with different types of vegetation composition—an experi-mental-study. Agriculture, Ecosystems and Environment; **1993**; **43**: 141-154.

[18] Liebman M, Dyck E. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. Ecological Applications; **1993**; **3**: 92-122.

[19] Mohler C L, Liebman M. Weed productivity and composition in soil crops and intercrops of barley and field pea. Journal of Applied Ecology; **1987**; **24**:685-699.

[20] Poggio S L. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. Agriculture, Ecosystems and Environment; **2005**; **109**: 48-58.

[21] Renne J I, Gerrish J, Sanderson M A. Effects of plant diversity on invasion of weed species in experimental pasture communities. Basic and Applied Ecology; **2004**; **5**:543-550.

[22] Saudi H, El-Metwally I. Weed management under different patterns of sunflower-soybean intercropping. Journal of European Agriculture; **2009**; **10**: 41-51.

[23] Storkey J, Cussans J W. Reconciling the conservation of in-field biodiversity with crop production using a simulation model of weed growth and competition. Agriculture, Ecosystems and Environment**; 2007**; **122**: 173-182.

[24] Szumigalski A, Van Acker R. Weed suppression and crop production in annual intercrops. Weed Science; **2005**; **53**: 813-825.

[25] Tengberg A, Ellis-Jones J, Kiome R, Stocking M. Applying the concept of agrodiversity to indigenous soil and water conservation practices in eastern Kenia. Agriculture, Ecosystems and Environment; **1998**; **70**:259-272.