

Investigation of cumin and chickpea intercropping on density and diversity of weeds, yield and yield components in Mashhad and Sabzevar conditions

Introduction

Intercropping is a multiple cropping practice involving growing two or more crops in proximity. The most common goal of intercropping is to produce a greater yield on a given piece of land by making use of resources or ecological processes that would otherwise not be utilized by a single crop. Intercropping of some crops preventing the growth and spread of weeds, and the use of this agronomic method makes the least harm to the environment. Legumes have a great ability in adaptation to cultivation pattern and can improve production capacity. Considering the importance of cumin and chickpea production in the country, intercropping of a crop with a legume can promote resource use efficiency and also improve the yield.

Materials & Methods

In order to investigate the benefits of cumin and chickpea intercropping in two regions of Mashhad and Sabzevar for weeds control, two experiments were conducted in 2015. This experiment was carried out with 5 treatments and 3 replications in a randomized complete block design in two region. The first experiment was conducted at the Research Farm of Ferdowsi University of Mashhad and the second one was carried out in the Khosrowjard area of Sabzevar. Treatments are the crop ratios of two cumin and chickpea plants were: 1- 1:1 (50% cumin and 50% chickpea), 2- 3:1 (25% cumin and 75% chickpea), 3- 1:3 (75% cumin and 25% chickpea), 4 and 5- were monoculture of cumin and chickpeas, respectively. Sampling from Weed population was done every 14 days until the end of the growing season with a quadrat of 0.75×0.75 meters. The Shannon Index (H') was used to determine the diversity of weeds (Nassiri Mahallati et al., 2004).

Results & Discussion

The results showed that intercropping of cumin and chickpea was affected dry weight and weed density. In the both region, 1:1 intercrops (50% Cumin - 50% Chickpea) had the lowest weeds density and showed superiority to monoculture and other intercropping treatments. In the first sampling, weed density in 1:1, 1:3 and 3:1 intercropping treatments compared to cumin monoculture was 66.92, 72.72 and 36.41 percent, respectively. It also decreased by 60.03, 42.89 and 23.18 percent compared to chickpea's monoculture, respectively. In the first sampling, Shannon diversity index of weeds compared to monoculture of cumin and chickpea in 1:1 intercropping treatments was 23.53 and 27.78 percent, and in 1:3 and 3:1 intercropping treatments was 9.80 and 14.81 percent respectively. In this experiment, the competitive pressure caused by the intercrop of cumin and chickpea, would be the result of a significant reduction in weeds dry biomass in intercropping treatments, due to the filling gaps by cumin and chickpea.

Conclusion

The results showed that intercropping of cumin and chickpea affected dry weight and weed density. 1: 1 treatments (50% Cumin - 50% Chickpea) had the lowest weed density and showed superiority to monoculture and other intercropping treatments. In general, intercropping treatments reduced the density and dry weight of weeds by increasing the competitive pressure caused by the presence of cumin and chickpea plants. The climate showed a significant effect on weed density of intercropping treatments. Interaction of intercropping and location was

significant in all of sampling of cumin and chickpea. Based on the results, Shannon index was not influenced by cumin and chickpea intercropping. In this experiment, the competitive pressure caused by the presence of cumin and chickpea would be the result of a significant reduction in weeds dry weight in intercropping treatments, due to the filling of empty spaces by two cumin and chickpea. The results also showed that the intercropping of chickpea with cumin had a significant effect ($P \leq 0.01$) on yield and yield components. Therefore, according to this experiment, chickpea monoculture and 1:1 treatment were recognized as the best crop combination for maximal yield respectively.

Keywords: Diversity, Intercropping, Shannon index, Yield, Weed.

بررسی اثر کشت مخلوط زیره سبز و نخود بر تراکم و تنوع علف‌های هرز در شرایط آب و هوایی مشهد و سبزوار

چکیده

در سال‌های اخیر با افزایش مصرف نهاده‌های کشاورزی در نظام‌های کشاورزی رایج، کشت و کار محصولات زراعی بتدریج از اصول اکولوژیک خارج شده و به سمت دیدگاه‌های اقتصادی پیش می‌رود که این امر منجر به تخریب منابع طبیعی و کاهش تنوع زیستی و کارایی انرژی می‌شود. بنابراین، یکی از راه‌های افزایش تنوع و بهبود سازگاری با طبیعت در بوم‌نظام‌های زراعی استفاده از انواع نظام‌های چندکشتی از جمله کشت مخلوط است. به منظور بررسی مزایای کشت مخلوط زیره سبز و نخود در کنترل علف‌های هرز دو منطقه مشهد و سبزوار، دو آزمایش در سال زراعی (۹۵-۱۳۹۴) در این دو منطقه انجام شد. آزمایش اول، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و آزمایش دوم، در منطقه خسروجرد سبزوار انجام گردید. تیمارهای آزمایش نسبت‌های کشت مخلوط جایگزینی دو گیاه زیره سبز و نخود شامل: ۱:۱ (۵۰٪ زیره سبز و ۵۰٪ نخود)، ۲:۱ (۳۰٪ زیره سبز و ۷۰٪ نخود)، ۳:۱ (۲۰٪ زیره سبز و ۸۰٪ نخود) و ۴:۱ (۱۰٪ زیره سبز و ۹۰٪ نخود) به ترتیب کشت خالص گیاهان زیره سبز و نخود بودند. نمونه‌برداری از جمعیت علف‌های هرز به فاصله هر ۱۴ روز یکبار تا پایان فصل رشد با کوادراتی به ابعاد ۰/۷۵×۰/۷۵ متر مربع انجام شد. برای تعیین تنوع علف‌های هرز از شاخص تنوع شانون (H') استفاده شد. نتایج نشان داد که کشت مخلوط زیره سبز و نخود، وزن خشک و تراکم علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار داد. به طوری که تیمار ۱:۱ (۵۰٪ زیره سبز - ۵۰٪ نخود) کمترین تراکم علف‌هرز را داشت و نسبت به کشت خالص و سایر تیمارهای کشت مخلوط برتری نشان داد. در مرحله اول نمونه‌برداری تراکم علف‌های هرز در تیمار ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ نسبت به کشت خالص زیره سبز به ترتیب ۶۶/۹۲، ۵۲/۷۲ و ۳۶/۴۱ درصد و نسبت به کشت خالص نخود به ترتیب ۶۰/۰۳، ۴۲/۸۹ و ۲۳/۱۸ درصد کاهش نشان داد. در مرحله اول نمونه‌برداری شاخص تنوع شانون علف‌های هرز نسبت به کشت خالص زیره سبز و نخود به ترتیب در تیمار ۱:۱، ۲۳/۵۳ و ۲۷/۷۸ درصد و در تیمار ۱:۳ و ۳:۱ به ترتیب ۹/۸۰ و ۱۴/۸۱ درصد کاهش داشت. نتایج همچنین نشان داد که کشت مخلوط نخود با زیره سبز بر عملکرد و اجزای عملکرد تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.01$) داشت. بنابراین، با توجه به این آزمایش کشت خالص نخود و پس آن تیمار ۱:۱ بهترین ترکیب کشت برای به دست آوردن حداکثر عملکرد شناخته شد.

کلید واژه‌ها: تنوع، شاخص شانون، کشت مخلوط، علف‌های هرز، عملکرد

مقدمه

یکی از عوامل اصلی کاهش عملکرد در گیاهان زراعی رشد علف‌های هرز همراه با این محصولات است. علف‌های هرز بر اساس اصل تولید رقابتی در جذب مواد غذایی و نهاده‌ها باعث کاهش عملکرد و کیفیت محصولات می‌شوند. درصد بالایی از کاهش تولیدات

کشاورزی جهان علیرغم کنترل شدید علف‌های هرز در اکثر سیستم‌های کشاورزی، به رقابت علف هرز با گیاه زراعی نسبت داده شده و کاهش عملکردی بین ۱۰ تا ۱۰۰ درصد در سیستم‌های بدون کنترل علف‌های هرز مشاهده شده است (Worsham, 1991).

در سیستم‌های زراعی، علف‌های هرز غالباً به عنوان مخرب در نظر گرفته می‌شوند زیرا با محصول زراعی رقابت کرده و از این طریق باعث کاهش عملکرد خواهند شد. با وجود اینکه علف‌های هرز اغلب بر گیاهان زراعی اثرات مخربی بر جا می‌گذارند، در بسیاری از موارد نیز به وضوح مشخص شده است که علف‌های هرز و سایر گیاهان غیر زراعی از طریق تأثیری که بر محیط می‌گذارند، مزایایی را برای محیط به همراه دارند (Nassiri Mahallati et al., 2004). کنترل علف‌های هرز، معمولاً به عنوان یکی از مزایای کشت مخلوط بر شمرده می‌شود (Libman & Dyck, 1993).

در کشاورزی مدرن کنترل شیمیایی یک روش متداول برای کنترل علف‌های هرز محسوب می‌شود، اما استفاده از علفکش‌ها علاوه بر اینکه موجب مقاوم شدن بسیاری از علف‌های هرز می‌شود، باعث ایجاد خطرات زیست محیطی و خسارت‌های شدید جانبی به اکوسیستم‌های زراعی و طبیعی شده و موجب افزایش هزینه‌های تولید می‌شود (Mulder & Doll, 1994). این امر ما را مجبور به بهبود و توسعه سیاست‌های مدیریت علف‌های هرز بر مبنای روش‌های جایگزین برای استفاده معقول از علفکش‌ها می‌نماید. از این رو مدیریت تلفیقی علف‌های هرز می‌تواند یکی از عناصر کلیدی در بیشتر سیستم‌های زراعی به شمار رود. یکی از تمهیدات مهم در این زمینه از دیدگاه کشاورزی پایدار، استفاده از کشت مخلوط گیاهان زراعی است. در کشت مخلوط به دلایل مختلفی از جمله افزایش پوشش گیاهی، افزایش رقابت و سرعت رشد اولیه بیشتر، میزان و هجوم علف‌های هرز به نحو بارزی کاهش می‌یابد (Schippers & Kropff, 2001). کشت مخلوط از طریق سایه‌اندازی و خفه کردن علف‌های هرز و در برخی از موارد از طریق خواص دگرآسیبی از رشد و گسترش علف‌های هرز جلوگیری می‌کند و استفاده از این روش زراعی کوچکترین آسیبی را متوجه محیط زیست سازد (Libman & Dyck, 1993). بنابراین، کشت مخلوط می‌تواند به عنوان یک روش موثر، به طور قابل توجهی از میزان کاربرد علفکش‌ها بکاهد و این امر علاوه بر ارزش اقتصادی از اهمیت زیست محیطی زیادی برخوردار است. علاوه بر این کشت مخلوط با افزایش تعداد گونه در واحد سطح به عنوان راه حلی برای افزایش تولید در کشاورزی پیشنهاد شده است. شرط موفقیت در این کشت این است که گونه‌های موجود در مخلوط به شکل متفاوتی از منابع استفاده و به عبارت دیگر آشیان‌های بوم شناختی متفاوتی داشته باشند، به طوری که این رشد واگرا موجب می‌شود گونه‌ها به شکل مکمل عمل کرده و حداکثر استفاده را از منابع محیطی بنمایند. بنابراین، در طراحی کشت مخلوط برای نظام‌های پایدار، انتخاب گونه‌های گیاهی با خصوصیات مورفولوژی و فیزیولوژی متفاوت بسیار موثر خواهد بود (Tofinga, 1993).

در آزمایشی که بر روی گیاه زیره سیاه و زعفران انجام شد، محققان دریافتند که نسبت‌های مختلف کشت مخلوط بر بانک بذر و جمعیت علف‌های هرز تأثیر مثبتی داشته و نسبت کشت مخلوط ۵۰-۵۰ بهترین الگو در جهت کنترل جمعیت علف‌های هرز بوده است (Mesgaran, 2008). رونالد و چارلز (Ronald & Charles, 2012)، نیز عنوان کردند که در کشت مخلوط ذرت و کدو، با اضافه شدن بوته‌های کدو زیست توده علف‌های هرز کاهش یافت و سایه‌اندازی کدو بر علف‌های هرز را دلیل اصلی کنترل آنها دانستند. در بررسی کشت مخلوط ذرت و کدو، فوجی یوشی و همکاران (Fujiyoshi et al., 2007) بیان کردند که کدو باعث کاهش زیست توده علف‌های هرز پیچک و تاج خروس و کنترل بهتر این علف‌های هرز در تیمارهای بدون وجین شد، علیرغم اینکه عملکرد میوه کدو در تیمارهای وجین و بدون وجین در مخلوط با این گیاه تحت تأثیر قرار نگرفت، آنها عامل اصلی کنترل علف‌های هرز را به سایه‌اندازی و اثر آللوپاتی در کدو نسبت دادند. رضوانی و همکاران (Rezvani, 2009)، نیز دریافتند که در کشت مخلوط سیاهدانه و ماش، در آرایش‌های کاشت با افزایش نسبت ماش از تعداد گونه، جمعیت،

زیست توده و فراوانی علف‌های هرز کاسته شد. شارما و بانیک (Sharma & Banik, 2013)، به افزایش عملکرد و فرونشانی علف‌های هرز در مخلوط‌ها در مقایسه با کشت‌های خالص اشاره کردند و دلیل آن را اثر سینرژیک بین گیاهان در مخلوط‌ها ذکر کردند. هدف از این آزمایش بررسی اثر ترکیب‌های کشت مخلوط دو گیاه زیره سبز و نخود زراعی بر جمعیت و تنوع علف‌های هرز به منظور دستیابی به مناسب‌ترین ترکیب این دو گونه در دو منطقه شهرستان‌های سبزوار و مشهد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط زیره سبز و نخود بر عملکرد دانه و خصوصیات کمی و کیفی گیاه زیره سبز، دو آزمایش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در دو منطقه (شهرستان‌های مشهد و سبزوار) انجام شد. آزمایش اول، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر مشهد (عرض جغرافیایی، ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی، ۵۶ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی، ارتفاع از سطح دریا ۹۸۵ متر) و آزمایش دوم، در منطقه خسروجرده سبزوار (عرض شمالی (۴۵ و ۱۲ و ۳۶) و طول جغرافیایی (۳۰ و ۴۰ و ۵۷) شرقی و ارتفاع ۹۷۸ متر از سطح دریا) در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ انجام شد.

این آزمایش با ۵ تیمار و سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو منطقه اجرا گردید. نسبت‌های کشت مخلوط جایگزینی دو گیاه زیره سبز و نخود شامل: ۱:۱ (۵۰٪ زیره سبز و ۵۰٪ نخود)، ۲:۱ (۳۵٪ زیره سبز و ۶۵٪ نخود)، ۳:۱ (۳۰٪ زیره سبز و ۷۰٪ نخود) و ۴:۱ (۲۵٪ زیره سبز و ۷۵٪ نخود) بود. مراحل آماده‌سازی زمین از اواخر اردیبهشت آغاز گردید. پس از مشخص نمودن محل آزمایش از ادوات کشاورزی شامل دیسک، لولر و فاروئر برای آماده‌سازی در هر دو منطقه استفاده شد. دو گونه گیاهی در نیمه دوم اردیبهشت ماه (۱۳۸/۰۲/۹۴) به صورت همزمان در زمین کشت شدند. تراکم بوته برای گیاه نخود ۶۰ بوته در متر مربع و برای گیاه زیره سبز ۱۲۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. فاصله کرت‌ها از هم ۰/۵ متر و فاصله بلوک‌ها از هم یک متر بود و هر کرت شامل (شش ردیف کشت چهار ردیف اصلی و دو ردیف حاشیه) با عرض سه متر و طول سه متر بود. عملیات تنک به صورت دستی پس از سبز شدن و رسیدن بوته‌ها به اندازه مطلوب (۸-۶ برگ) انجام گرفت. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و سپس در طی فصل رشد هر هفت روز یکبار انجام شد. تا آخر فصل رشد از هیچ گونه نهاده شیمیایی استفاده نشد.

نمونه‌برداری از جمعیت علف‌های هرز از ۱۰ روز پس از سبز شدن آغاز و هر ۱۴ روز یکبار تا پایان فصل رشد (در مجموع ۴ نوبت) با کوادراتی به ابعاد ۰/۷۵×۰/۷۵ متر مربع انجام شد. سپس علف‌های هرز هر کوادرات به تفکیک نوع گونه شمارش شدند. گونه‌های علف‌های هرز در آزمایشگاه گیاهشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد مورد شناسایی قرار گرفت. پس از آن نمونه‌ها در دمای °C ۷۵ در آون به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد و وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری گردید.

برای تعیین تنوع علف‌های هرز از شاخص شانون (H') طبق معادله (۱) استفاده شد (Nassiri Mahallati et al., 2004).

$$H' = -\sum n_i/N \times \ln n_i/N$$

معادله (۱)

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

در انتهای فصل رشد، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت (نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک) در هر کرت برداشت دو گیاه نخود و زیره سبز انجام شد.

نتایج حاصل از اندازه گیری در دو منطقه پس از اطمینان از همگنی واریانس های خطا در معرض تجزیه واریانس مرکب قرار گرفت و میانگین ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند. کلیه تجزیه های آماری با استفاده از نرم افزار SAS ver. 9.1 انجام شد. همچنین مقایسه کلیه میانگین ها نیز با آزمون چند دامنه دانکن و در سطح احتمال 5 درصد انجام گرفت. برای رسم نمودارها نرم افزار Excel مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

بررسی اثر کشت مخلوط زیره سبز و نخود بر تراکم نسبی علف های هرز در مشهد

در کرت های آزمایشی مجموعاً ۱۲ گونه علف هرز مشاهده گردید، که شامل تاج خروس ایستاده (*Amaranthus retroflexus*)، تاج خروس خوابیده (*Amaranthus blitoides*)، تاج ریزی سیاه (*Solanum nigrum*)، خرفه (*Portulaca oleracea*)، سلمه تره (*Chenopodium album*)، هفت بند (*Polygonum avicular*) و سیزاب ایرانی (*Veronica persica*) از علف های هرز یکساله پهن برگ، سوروف (*Echinochloa crus-galli*)، علف خرچنگ (*Digitaria ciliaris*) و چسبک (*Setaria verticillata*) از علف های هرز یکساله باریک برگ، اوپار سلام (*Cyperus sp.*) از علف های هرز چندساله باریک برگ و پیچک صحرائی (*Covolvulus arvensis*) از علف های هرز چندساله پهن برگ بودند.

تراکم نسبی گونه های مختلف علف هرز مشاهده شده در الگوهای مختلف کشت مخلوط زیره سبز و نخود در مراحل مختلف نمونه برداری در منطقه مشهد در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول (۱) درصد نسبی گونه های علف هرز در مراحل مختلف نمونه برداری در کشت مخلوط زیره سبز و نخود در منطقه مشهد

Table 1: Percent of relative densities of different weed species in different stages of sampling in cumin and chickpea intercrop in Mashhad area

کشت خالص		الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی			سیکل زندگی Life cycle	گونه‌های علف هرز
Monoculture		Different ratios of row intercropping				Weeds species
نخود	زیره سبز					
<i>Cicer arietinum</i>	<i>Cuminum cyminum</i>	3:1	1:3	1:1		

مرحله اول نمونه برداری						
First sampling						
25.00	6.67	33.33	25.00	30.00	AB*	<i>Chenopodium album</i>
37.50	26.67	22.23	12.50	30.00	PB	<i>Convolvulus arvensis</i>
-	6.67	11.11	-	-	AB	<i>Portulaca oleracea</i>
12.50	13.33	11.11	12.12	-	AB	<i>Amaranthus blitoides</i>
-	-	11.11	-	10.00	AB	<i>Amaranthus retroflexus</i>
-	13.32	-	-	10.00	AB	<i>Setaria verticillata</i>
-	-	-	12.50	-	AG	<i>Echinochloa crus-galli</i>
-	-	-	6.00	8.25	AB	<i>Polygonum avicular</i>
18.75	26.67	11.11	25.00	-	AG	<i>Digitaria ciliaris</i>
-	-	-	6.88	-	AB	<i>Solanum nigrum</i>
-	6.67	-	-	11.75	PG	<i>Cyperus sp.</i>
6.25	-	-	-	-	AB	<i>Veronica persica</i>
مرحله دوم نمونه برداری						
Second sampling						
4.67	22.22	23.80	13.33	6.67	AB*	<i>Chenopodium album</i>
38.27	16.67	4.67	33.33	40.00	PB	<i>Convolvulus arvensis</i>
9.52	16.67	13.48	6.67	-	AB	<i>Portulaca oleracea</i>
14.29	16.67	19.44	6.67	13.33	AB	<i>Amaranthus blitoides</i>
14.29	5.56	4.68	-	6.67	AB	<i>Amaranthus retroflexus</i>
-	-	15.53	6.67	6.69	AB	<i>Setaria verticillata</i>
-	11.31	-	-	6.67	AG	<i>Echinochloa crus-galli</i>
-	5.54	9.52	6.67	6.67	AB	<i>Polygonum avicular</i>
14.29	5.36	10.68	26.66	13.30	AG	<i>Digitaria ciliaris</i>
4.67	-	-	-	-	AB	<i>Solanum nigrum</i>
-	-	-	-	-	PG	<i>Cyperus sp.</i>
-	-	-	-	-	AB	<i>Veronica persica</i>
مرحله سوم نمونه برداری						
Third sampling						
-	3.57	19.05	15.79	10.00	AB*	<i>Chenopodium album</i>
26.92	7.14	4.76	15.79	-	PB	<i>Convolvulus arvensis</i>

-	3.57	-	-	-	AB	<i>Portuluca oleracea</i>
-	32.14	33.33	26.32	25.00	AB	<i>Amaranthus blitoides</i>
26.92	-	4.76	-	-	AB	<i>Amaranthus retroflexus</i>
23.35	3.57	9.52	26.31	20.00	AB	<i>Setaria verticillata</i>
-	-	-	-	-	AG	<i>Echinochloa crus-galli</i>
3.85	17.86	4.77	-	11.82	AB	<i>Polygonum avicular</i>
11.27	14.29	-	5.26	-	AG	<i>Digitaria ciliaris</i>
-	-	-	-	3.18	AB	<i>Solanum nigrum</i>
-	14.29	23.81	10.53	30.00	PG	<i>Cyperus sp.</i>
7.69	3.57	-	-	-	AB	<i>Veronica persica</i>

مرحله چهارم نمونه برداری

Fourth sampling

17.94	29.62	25.00	21.87	-	AB*	<i>Chenopodium album</i>
20.51	22.22	-	3.12	14.29	PB	<i>Convolvulus arvensis</i>
25.64	-	25.00	9.37	21.43	AB	<i>Portuluca oleracea</i>
7.71	-	-	-	-	AB	<i>Amaranthus blitoides</i>
7.69	18.52	31.25	9.37	42.86	AB	<i>Amaranthus retroflexus</i>
12.82	-	-	-	-	AB	<i>Setaria verticillata</i>
-	7.42	-	12.13	21.42	AG	<i>Echinochloa crus-galli</i>
-	-	12.50	28.14	-	AB	<i>Polygonum avicular</i>
-	-	-	-	-	AG	<i>Digitaria ciliaris</i>
-	3.70	6.25	-	-	AB	<i>Solanum nigrum</i>
7.69	-	-	-	-	PG	<i>Cyperus sp.</i>
-	18.52	-	-	-	AB	<i>Veronica persica</i>

(AB: یکساله پهن برگ، AG: یکساله باریک برگ، PB: چندساله پهن برگ و PG: چند ساله باریک برگ)

(AB: Annual board leaf AG: Annual grasses PB: Perennial board leaf PG: Perennial grasses)

همانطور که در جدول (۱) ملاحظه می شود، در الگوهای مختلف کشت مخلوط زیره سبز و نخود و کشت خالص این گیاهان، در مرحله اول و دوم نمونه برداری گیاه پیچک با دامنه تراکم نسبی به ترتیب ۱۲/۵۰ تا ۳۷/۵۰ و ۴/۶۷ تا ۳۸/۲۷ درصد بیشترین تراکم نسبی را نسبت به سایر گونه ها به خود اختصاص داد. تاج خروس خوابیده نیز با دامنه تراکم نسبی ۲۵/۰۰ تا ۳۳/۳۳ درصد در مرحله سوم نمونه برداری و گیاه تاج خروس ایستاده با دامنه تراکم نسبی ۷/۶۹ تا ۴۲/۸۶ درصد در مرحله نمونه برداری چهارم بیشترین تراکم نسبی را نسبت به سایر گونه ها دارا بود. کمترین تراکم نسبی در نمونه برداری اول مربوط به گونه علف هرز هفت بند با تراکم نسبی

۶/۰۰ درصد، در نمونه برداری دوم و سوم مربوط به گونه تاجریزی به ترتیب با تراکم نسبی ۴/۶۷ و ۳/۱۸ درصد و در نمونه برداری چهارم گونه پیچک با تراکم نسبی ۳/۱۲ درصد کمترین تراکم را در بین سایر گونه‌ها دارا بود. با مقایسه علف‌های هرز مشاهده شده در تیمارهای مختلف کشت مخلوط و کشت خالص زیره سبز و نخود مشاهده شد که الگوهای کشت مخلوط از لحاظ غنای گونه‌های علف‌هرز کمترین و کشت خالص زیره سبز دارای بیشترین غنای گونه علف‌هرز می‌باشد. همچنین غنای گونه‌های علف‌هرز در الگوهای مختلف کشت مخلوط نسبت به کشت خالص این گیاهان کاهش یافت. کوچکی و همکاران (۱۳۹۱)، در بررسی کشت مخلوط ردیفی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) مشاهده کردند که در مراحل اول، دوم و سوم نمونه برداری سلمه‌تره بیشترین فراوانی نسبی را در مقایسه با سایر گونه‌ها نشان داد. در مرحله چهارم نیز خرفه فراوانترین گونه در مقایسه با سایر گونه‌های علف‌هرز بود. این محققان به‌طور کلی اظهار داشتند که حضور گاوزبان در کشت مخلوط با لوبیا از طریق کاهش فضاهای خالی موجب کاهش حضور علف‌های هرز شد. جمشیدی و همکاران (۱۳۹۰)، در بررسی تأثیر کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) بر فرونشانی علف‌هرز ملاحظه کردند که تاج خروس خوابیده نسبت به سایر گونه‌های علف‌هرز دارای بیشترین فراوانی می‌باشد.

بررسی اثر کشت مخلوط زیره سبز و نخود بر تراکم نسبی علف‌های هرز در منطقه سبزوار

در کرت‌های آزمایشی در منطقه سبزوار نیز مجموعاً ۱۲ گونه علف‌هرز مشاهده گردید که شامل تاج خروس ایستاده (*Amaranthus retroflexus*)، تاج خروس خوابیده (*Amaranthus blitoides*)، تاجریزی سیاه (*Solanum nigrum*)، خرفه (*Portulaca oleracea*)، سلمه‌تره (*Chenopodium album*)، هفت بند (*Polygonum avicular*) و سیزاب ایرانی (*Veronica persica*) از علف‌های هرز یکساله پهن برگ، سوروف (*Echinochloa crus-galli*)، علف خرچنگ (*Digitaria ciliaris*) و چسبک (*Setaria verticillata*) از علف‌های هرز یکساله باریک برگ، اوپار سلام (*Cyperus* sp.) از علف‌های هرز چندساله باریک‌برگ و پیچک صحرایی (*Covolvulus arvensis*) از علف‌های هرز چندساله پهن برگ بودند.

تراکم نسبی گونه‌های مختلف علف‌هرز مشاهده شده در الگوهای مختلف کشت مخلوط زیره سبز و نخود در مراحل مختلف نمونه برداری در منطقه سبزوار در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول (۲) تراکم نسبی گونه‌های علف هرز در مراحل مختلف نمونه برداری در کشت مخلوط زیره سبز و نخود در منطقه سبزوار
(%)

Table 2: Relative densities of different weed species in different sampling in cumin and chickpea crop cultivation in Sabzevar area (%)

کشت خالص		الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی			سیکل زندگی Life cycle	گونه‌های علف هرز
Monoculture		Different patterns of row intercropping				Weeds species
نخود	زیره سبز	3:1	1:3	1:1		
<i>Cicer arietinum</i>	<i>Cuminum cyminum</i>					
مرحله اول نمونه برداری						
First sampling						
6.67	16.67	-	21.43	13.64	AB*	<i>Chenopodium album</i>
22.00	33.33	17.64	50.00	22.73	PB	<i>Convolvulus arvensis</i>
-	-	-	-	3.55	AB	<i>Portuluca oleracea</i>
-	10.00	-	7.14	13.64	AB	<i>Amaranthus blitoides</i>
-	-	5.88	7.14	-	AB	<i>Amaranthus retroflexus</i>
17.00	16.67	-	-	13.64	AB	<i>Setaria verticillata</i>
-	-	5.88	-	-	AG	<i>Echinochloa crus-gall</i>
-	6.67	-	-	-	AB	<i>Polygonum avicular</i>
21.00	-	11.64	14.29	8.07	AG	<i>Digitaria ciliaris</i>
-	16.66	-	-	-	AB	<i>Solanum nigrum</i>
33.33	-	47.32	-	20.18	PG	<i>Cyperus</i> sp.
-	-	11.64	-	4.55	AB	<i>Veronica persica</i>
مرحله دوم نمونه برداری						
Second sampling						
33.33	33.33	36.36	28.57	20.81	AB*	<i>Chenopodium album</i>
26.67	20.00	9.05	19.24	19.05	PB	<i>Convolvulus arvensis</i>
13.33	14.00	11.09	4.67	14.00	AB	<i>Portuluca oleracea</i>
6.67	6.03	-	-	9.02	AB	<i>Amaranthus blitoides</i>
-	-	-	9.53	14.20	AB	<i>Amaranthus retroflexus</i>
6.67	-	-	-	9.00	AB	<i>Setaria verticillata</i>
-	6.63	-	-	-	AG	<i>Echinochloa crus-gall</i>

-	-	-	-	4.67	AB	<i>Polygonum avicular</i>
13.33	6.67	25.26	33.33	9.25	AG	<i>Digitaria ciliaris</i>
-	-	-	-	-	AB	<i>Solanum nigrum</i>
-	6.67	-	-	-	PG	<i>Cyperus sp.</i>
-	6.67	18.24	4.68	-	AB	<i>Veronica persica</i>

مرحله سوم نمونه برداری

Third sampling

17.95	-	14.28	19.44	10.00	AB*	<i>Chenopodium album</i>
20.51	-	14.28	30.56	-	PB	<i>Convolvulus arvensis</i>
25.64	30.00	28.60	-	-	AB	<i>Portulaca oleracea</i>
10.26	17.50	-	-	25.00	AB	<i>Amaranthus blitoides</i>
7.69	10.00	14.28	-	-	AB	<i>Amaranthus retroflexus</i>
12.82	7.50	-	19.44	19.90	AB	<i>Setaria verticillata</i>
-	15.00	-	-	-	AG	<i>Echinochloa crus-galli</i>
5.13	5.00	14.28	-	10.00	AB	<i>Polygonum avicular</i>
-	15.00	14.28	-	-	AG	<i>Digitaria ciliaris</i>
-	-	-	8.33	5.10	AB	<i>Solanum nigrum</i>
-	-	-	22.23	30.00	PG	<i>Cyperus sp.</i>
-	-	-	-	-	AB	<i>Veronica persica</i>

مرحله چهارم نمونه برداری

Fourth sampling

31.25	9.76	12.24	18.75	20.69	AB*	<i>Chenopodium album</i>
9.38	-	6.06	6.25	10.34	PB	<i>Convolvulus arvensis</i>
-	9.32	-	28.12	41.38	AB	<i>Portulaca oleracea</i>
12.25	26.83	15.15	15.62	17.24	AB	<i>Amaranthus blitoides</i>
12.50	4.88	-	25.00	10.35	AB	<i>Amaranthus retroflexus</i>
9.38	9.76	18.07	-	-	AB	<i>Setaria verticillata</i>
-	-	-	3.12	-	AG	<i>Echinochloa crus-galli</i>
-	9.76	15.15	-	-	AB	<i>Polygonum avicular</i>
3.34	15.05	15.15	3.14	-	AG	<i>Digitaria ciliaris</i>
18.75	-	-	-	-	AB	<i>Solanum nigrum</i>
3.15	2.44	12.12	-	-	PG	<i>Cyperus sp.</i>
-	12.20	6.06	-	-	AB	<i>Veronica persica</i>

همانطور که مشاهده می شود، بیشترین تراکم نسبی در نمونه برداری اول مربوط به گونه پیچک با دامنه تراکم نسبی ۵۰/۰۰ تا ۱۷/۶۴ درصد، در نمونه برداری دوم مربوط به سلمه تره با دامنه ۳۶/۳۶ تا ۲۰/۸۱ درصد، در نمونه برداری سوم مربوط به گونه پیچک ۳۰/۵۶ تا ۱۴/۲۸ درصد و سلمه تره با دامنه تراکم نسبی ۳۱/۲۵ تا ۹/۷۶ درصد در نمونه برداری چهارم می باشد. در نمونه برداری اول خرفه با تراکم نسبی ۳/۵۵ درصد، در نمونه برداری دوم علف هفت بند با ۴/۶۷، هفت بند با تراکم نسبی ۵/۰۰ درصد در نمونه برداری سوم و در نمونه برداری چهارم گونه سوروف با تراکم نسبی ۳/۱۴ درصد کمترین فراوانی را نسبت به سایر گونه ها به خود اختصاص داد. با مقایسه تعداد گونه های مختلف علف هرز مشاهده شده در الگوهای مختلف کشت مخلوط زیره سبز و نخود و نیز کشت خالص آنها ملاحظه می شود که کشت خالص زیره سبز بیشترین تعداد علف هرز را دارا بود. بسیاری از پژوهشگران نیز در مطالعات خود وجود این علف های هرز را که از گونه های سمج و خطرناک علف هرز می باشند در شرایط محیطی مختلف گزارش کرده اند (Rezvani Moghadam et al., 2009؛ Banik et al., 2006؛ Poggio, 2005؛ Den Hollander et al., 2007). رضوانی مقدم و همکاران (، 2009) در ارزیابی کشت مخلوط ماش (*Vigna radiate* L.) و سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)، گونه های اویار سلام ارغوانی، خرفه، تاجریزی، سلمه تره، پیچک، تاج خروس خوابیده و شیرتیغی (*Sonchus arvensis* L.) را از غالب ترین علف های هرز مزرعه برشمردند.

نتایج تجزیه واریانس اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی زیره سبز با نخود بر تراکم علف های هرز در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تراکم علف های هرز در مراحل مختلف نمونه گیری

Table 3: Results of analysis of variance (mean squares) of weed density at different stages of sampling

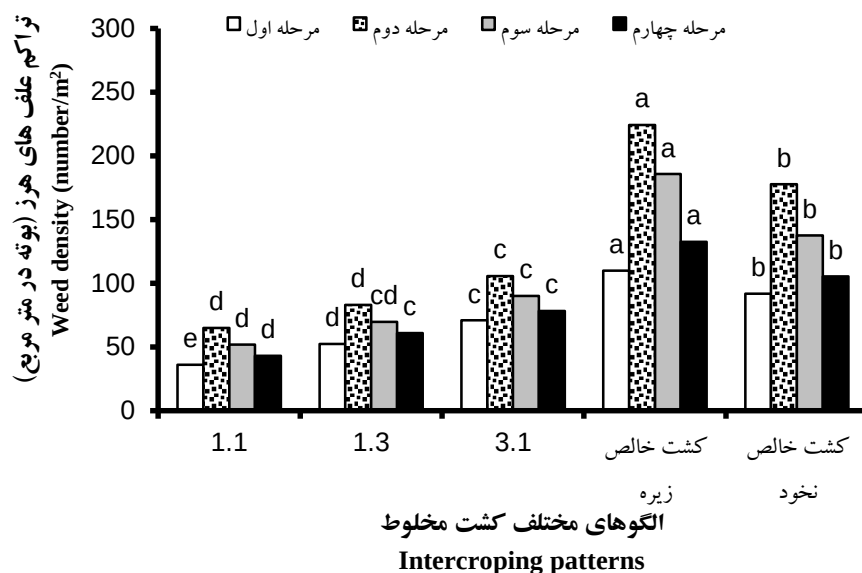
مراحل نمونه گیری				درجه آزادی	منابع تغییر
Stages of sampling					
مرحله چهارم	مرحله سوم	مرحله دوم	مرحله اول	df	S.O.V
Fourth sampling	Third sampling	Second sampling	First sampling		
1254.53 **	70.53 **	2358.53 **	3060.30 **	1	منطقه
					Location
199.43	66.03	408.13	216.90	4	تکرار در منطقه
					Replication × Location
7536.58 **	17657.95 **	27199.83 **	5250.21 **	4	تیمارهای مخلوط

Intercropping treatments				
تیمار در منطقه				
648.95 *	500.61 *	277.20*	212.55*	4
Treatment × Location				
خطا				
212.91	287.98	274.46	53.23	16
Error				
کل				
154.23	282.10	652.13	214.90	29
Total				

ns: not significant, * and ** significant at 5% and 1% levels respectively

همانطور که ملاحظه می‌گردد اثر کشت مخلوط زیره سبز و نخود بر تراکم علف‌های هرز در $P \leq 0.05$ معنی دار بوده است. همچنین اقلیم منطقه بر تراکم علف‌های هرز در کشت مخلوط در تمام مراحل نمونه برداری اثر معنی داری داشت ($P \leq 0.01$). اثر متقابل کشت مخلوط و منطقه کاشت نیز در مرحله اول، دوم، سوم و چهارم نمونه برداری کشت مخلوط زیره سبز و نخود در دو منطقه مشهد و سبزوار معنی دار بود ($P \leq 0.05$) (جدول ۳). در مراحل مختلف نمونه برداری کشت مخلوط زیره سبز و نخود، کشت خالص زیره سبز بیشترین تراکم علف‌هرز را به خود اختصاص داد. کمترین تراکم علف‌هرز در مراحل مختلف نمونه برداری نیز در الگوی کشت ۱:۱ (۵۰٪ زیره سبز - ۵۰٪ نخود) مشاهده (شکل ۱). در مرحله اول نمونه برداری تراکم علف‌های هرز در تیمار ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ نسبت به کشت خالص زیره سبز به ترتیب ۶۶/۹۲، ۵۲/۷۲ و ۳۶/۴۱ درصد و نسبت به کشت خالص نخود به ترتیب ۶۰/۰۳، ۴۲/۸۹ و ۲۳/۱۸ درصد کاهش نشان داد. در مرحله دوم نمونه برداری نیز تراکم علف‌های هرز در تیمارهای ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ نسبت به کشت خالص زیره سبز به ترتیب ۷۰/۸۷، ۶۲/۷۱ و ۵۳/۲۳ درصد و نسبت به کشت خالص نخود ۶۳/۰۶، ۵۲/۷۳ و ۴۰/۷۰ درصد نسبت به کشت خالص نخود کاهش داشت. در مرحله سوم نمونه برداری تراکم علف‌هرز در تیمار ۱:۱، ۷۲/۲۵ درصد، در تیمار ۱:۳، ۶۲/۲۵ درصد و در تیمار ۳:۱ ۵۱/۱۷ درصد نسبت به کشت خالص زیره سبز و ۶۲/۶۷، ۴۹/۲۱ و ۳۴/۳۰ درصد به ترتیب در تیمارهای ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ نسبت به کشت خالص نخود کاهش نشان داد در مرحله چهارم نمونه برداری نیز تراکم علف‌های هرز در تیمار ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ نسبت به کشت خالص زیره سبز به ترتیب ۶۷/۳۴، ۵۳/۷۷ و ۴۰/۹۵ درصد و نسبت به کشت خالص نخود به ترتیب ۵۸/۹۳، ۴۱/۸۷ و ۲۵/۷۵ درصد کاهش داشت. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت که کشت مخلوط از طریق کاهش فضاهای خالی و افزایش رقابت، موجب کاهش حضور علف‌های هرز می‌شود. از طرف دیگر در این آزمایش همانطور که ملاحظه شد با وجود اینکه سبزوار اقلیم بیابانی تری نسبت به مشهد دارد و این تفاوت در بارش، منطقه اثر معنی داری بر تراکم علف‌های هرز داشت. فرناندز آپاریکو و همکاران (Fernandez et al., 2008) نیز گزارش کردند که کشت مخلوط شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) با سایر گیاهان باعث کاهش تعداد و تراکم علف‌های هرز در مقایسه با کشت خالص شد. جمشیدی و همکاران (Jamshidi et al., 2011) در بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی اظهار داشتند که تیمار تک کشتی لوبیا چشم بلبلی در

رقابت با علف‌های هرز آسیب‌پذیرتر از بقیه نسبت‌های اختلاط بود. نتایج مطالعه بر روی کشت مخلوط افزایشی نخود- گندم (*Triticum aestivum* L.) و نخود با جو نشان داد که کشت مخلوط باعث کاهش خسارات علف‌های هرز شد (Banik et al., 2006). بررسی جمعیت علف‌های هرز در تک‌کشتی و چندکشتی نخود و جو مؤید این بود که کشت مخلوط عملکرد کل سیستم را افزایش و تراکم و جمعیت علف‌های هرز را کاهش داد (Poggio, 2005).



شکل ۱: اثر کشت مخلوط و کشت خالص زیره سبز و نخود بر تراکم علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Figure 1: Effect of intercropping and monoculture of chickpea and cumin on weed density in different sampling stages.

(*) میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر مرحله در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند).

(*Mean followed by similar, are not significantly at the 5% level of probability.)

اثر کشت مخلوط زیره سبز و نخود بر وزن خشک علف‌های هرز

نتایج تجزیه واریانس اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی زیره سبز با نخود بر وزن خشک علف‌های هرز در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول ۴: نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) وزن خشک علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌گیری

Table 4: Analysis of variance (mean square) of weed dry weight in different sampling stages

مراحل نمونه گیری				درجه آزادی	منابع تغییر
Stages of sampling					
مرحله اول	مرحله سوم	مرحله دوم	مرحله اول	df	S.O.V
Fourth sampling	Third sampling	Second sampling	First sampling		
13619.28 **	10820.25 **	47.58 **	11790.28 **	1	منطقه Location
289.10	432.78	5832.28	322.73	4	تکرار در منطقه Replication × Location
40915.56 **	41482.81 **	77086.58 **	38705.76 **	4	تیمارهای مخلوط Intercropping treatments
1099.16 *	1291.33 *	1804.74 *	1101.56 *	4	تیمار در منطقه Treatment × Location
3221.78	2620.11	8850.36	2721.47	16	خطا Error
2396.09	2216.12	12225.74	2416.89	29	کل Total

ns اختلاف غیر معنی دار، * و ** معنی دار به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

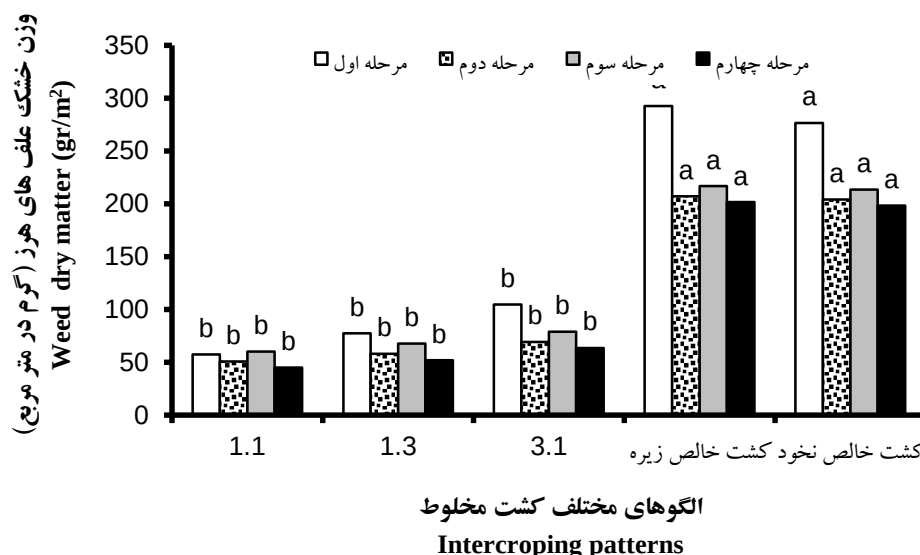
ns: not significant, * and ** significant at 5% and 1% level respectively

با توجه به جدول (۴) کشت مخلوط زیره سبز و نخود تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک علف‌های هرز نشان داد ($P \leq 0.05$). همانطور که ملاحظه می‌شود، وزن خشک علف‌های هرز در الگوهای کشت مخلوط زیره سبز و نخود نسبت به کشت خالص این گیاهان کاهش یافت اما با این وجود تفاوتی بین الگوهای کشت مخلوط (۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ زیره سبز: نخود) از نظر آماری دیده نشد.

در مرحله اول نمونه‌برداری وزن خشک علف‌های هرز در تیمار ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ نسبت به کشت خالص زیره سبز به ترتیب ۸۰/۳۲، ۷۳/۵۸ و ۶۴/۲۱ درصد و نسبت به کشت خالص نخود به ترتیب ۷۹/۱۷، ۷۲/۰۳ و ۶۲/۱۲ درصد کاهش نشان داد. در مرحله دوم نمونه‌برداری نیز وزن خشک علف‌های هرز در تیمارهای ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ نسبت به کشت خالص زیره سبز به ترتیب ۷۵/۴۳، ۷۱/۹۲

و ۶۶/۵۳ درصد و نسبت به کشت خالص نخود ۷۵/۰۷، ۷۱/۵۰ و ۶۶/۰۳ درصد نسبت به کشت خالص نخود کاهش داشت. در مرحله سوم نمونه برداری وزن خشک علف هرز در تیمار ۱:۱، ۷۲/۲۱ درصد، در تیمار ۱:۳، ۶۸/۸۴ درصد و در تیمار ۳:۱، ۶۳/۶۹ درصد نسبت به کشت خالص زیره سبز و ۷۱/۸۱، ۶۸/۴۰ و ۶۳/۱۷ درصد به ترتیب در تیمارهای ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ نسبت به کشت خالص نخود کاهش نشان داد. در مرحله چهارم نمونه برداری نیز تراکم علف های هرز در تیمار ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ نسبت به کشت خالص زیره سبز به ترتیب ۷۷/۵۷، ۷۳/۹۶ و ۶۸/۴۲ درصد و نسبت به کشت خالص نخود به ترتیب ۷۷/۲۳، ۷۳/۵۶ و ۶۷/۹۴ درصد کاهش داشت. با توجه به شکل (۲) کشت خالص زیره سبز و نخود بیشترین وزن خشک را در تیمارهای مورد آزمایش داشت. بین تیمارهای کشت مخلوط نیز از لحاظ آماری تفاوت معنی داری دیده نشد. به طور کلی کشت مخلوط زیره سبز و نخود باعث کاهش معنی دار وزن خشک علف های هرز گردید (جدول ۴). به نظر می رسد فشار رقابتی ناشی از حضور زیره سبز و نخود در کنار یکدیگر منجر به کاهش معنی دار وزن خشک علف های هرز در تیمارهای کشت مخلوط شده است که این امر با توجه به پر کردن فضاهای خالی توسط دو گیاه زیره سبز و نخود دور از انتظار نیست. همچنین می توان گفت سایه اندازی گیاهان در کشت مخلوط و ایجاد رقابت بین علف های هرز و زیره سبز و نخود باعث کاهش وزن خشک علف های هرز در تیمارهای کشت مخلوط شده است. در مقایسه بین دو منطقه همانطور که مشاهده شد اقلیم منطقه تأثیر معنی داری بر کشت مخلوط زیره سبز و نخود نشان داد (جدول ۴).

لیبن و دایک (Liebman & Dyck, 1993)، کاهش زیست توده علف های هرز در کشت مخلوط در مقایسه با سیستم تک کشتی را در ۴۷ پروژه تحقیقاتی مختلف گزارش کردند. رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghadam et al., 2009) نیز در کشت مخلوط ماش و سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) اظهار داشتند که در آرایش های کاشت با افزایش نسبت ماش از تعداد گونه، زیست توده و فراوانی هر یک از گونه های علف هرز کاسته شد، این محققان دریافتند که ماش با ایجاد پوشش گیاهی مناسب و سریع در ابتدای فصل رشد توانسته با سایه اندازی مانع حضور تعدادی از گونه های علف هرز شود.



شکل ۲: اثر کشت مخلوط و کشت خالص زیره سبز و نخود بر وزن خشک علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Figure 2: Effect of intercropping and monoculture of chickpea and cumin on weed dry matter in different sampling stages.

(میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر مرحله در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند).

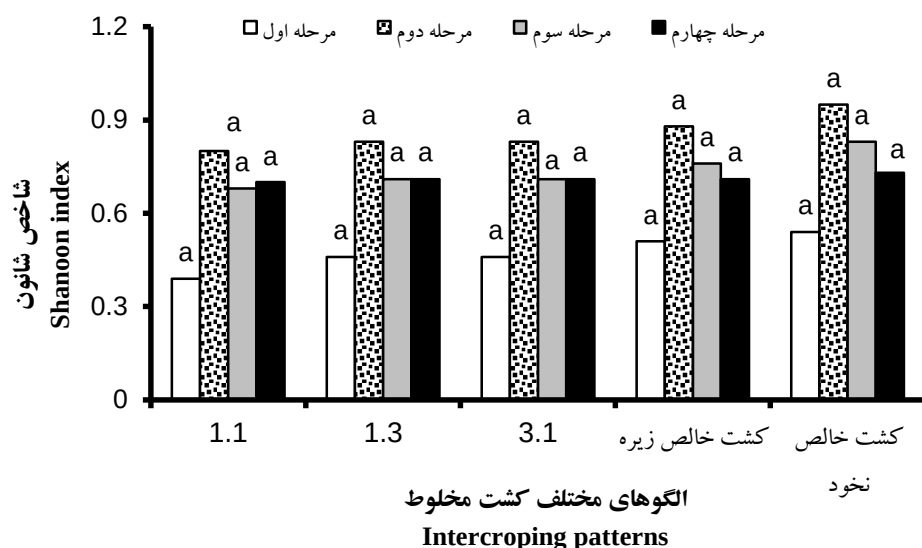
(*Mean followed by similar, are not significantly at the 5% level of probability.)

اثر کشت مخلوط زیره سبز و نخود بر تنوع گونه‌ای علف‌های هرز

مقایسه میانگین شاخص تنوع شانون علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری تحت تأثیر کشت مخلوط زیره سبز و نخود در شکل (۳) نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌گردد، کشت مخلوط زیره سبز و نخود از لحاظ آماری تأثیر معنی‌داری بر شاخص شانون علف‌های هرز نداشت. در مرحله اول نمونه‌برداری شاخص شانون علف‌های هرز نسبت به کشت خالص زیره سبز و نخود به ترتیب در تیمار ۱:۱، ۲۳/۵۳ و ۲۷/۷۸ درصد و در تیمار ۱:۳ و ۳:۱ به ترتیب ۹/۸۰ و ۱۴/۸۱ درصد کاهش داشت. در مرحله دوم نمونه‌برداری نیز شاخص شانون علف‌های هرز در تیمارهای ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ نسبت به کشت خالص زیره سبز به ترتیب ۹/۰۹ و ۵/۶۸ درصد و نسبت به کشت خالص نخود ۱۵/۷۹ و ۱۲/۶۳ درصد نسبت به کشت خالص نخود کاهش نشان داد. در مرحله سوم نمونه‌برداری تیمار ۱:۱، ۱۰/۵۳ درصد و تیمار ۱:۳ و ۳:۱، ۶/۵۸ درصد نسبت به کشت خالص زیره سبز و ۱۸/۰۷ و ۱۴/۴۶ درصد به ترتیب در تیمارهای ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ نسبت به کشت خالص نخود کاهش داشت. در مرحله چهارم نمونه‌برداری نیز در تیمار ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ و ۱/۴۱ درصد و تیمار ۱:۳ و ۳:۱، ۴/۱۱ درصد و تیمار ۱:۳ و ۳:۱، ۲/۷۴ درصد نسبت به کشت خالص نخود کاهش نشان داد.

بومان و همکاران (Baumann et al., 2001) بیان داشتند که در کشت مخلوط تره‌فرنگی (*Allium porrum* L.) و کرفس (*Apium graveolens* L.) افزایش جذب نور توسط پوشش گیاهی باعث سرکوبی و کاهش تعداد علف‌های هرز شد. کوچکی و

همکاران (Koocheki et al., 2010)، با ارزیابی تنوع و زیست توده علف‌های هرز در الگوی کشت مخلوط ارزن دم روباهی (*Setaria italica* L. و لوبیا نشان دادند که در هر دو نمونه برداری قبل و بعد از بسته شدن پوشش گیاهی، زیست توده و شاخص شانون، به طور معنی داری تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت.



شکل ۳: اثر کشت مخلوط و کشت خالص زیره سبز و نخود بر شاخص شانون علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه برداری

Figure 3: Effect of intercropping and monoculture of chickpea and cumin on weed's Shannon index in different sampling stages.

(میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر مرحله در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند).

(*Mean followed by similar, are not significantly at the 5% level of probability.)

اجزای عملکرد زیره سبز

اجزای عملکرد مورد بررسی در گیاه دارویی زیره سبز شامل ارتفاع تعداد شاخه جانبی در بوته، تعداد چتر در بوته، وزن هزار دانه می باشد. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که به طور کلی کشت مخلوط زیره سبز با نخود تأثیر معنی داری ($P < 0.01$) بر اجزای عملکرد نشان داد (جدول ۵). به طوری که در اکثر اجزای مورد بررسی، کشت خالص و سپس تیمار ۱:۱ (۵۰٪ زیره + ۵۰٪ نخود) بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند. نتایج تجزیه واریانس اثر الگوهای کشت مخلوط زیره سبز و نخود در دو منطقه مشهد و سبزوار بر اجزای عملکرد زیره سبز در جدول (۵) زیر نشان داده شده است.

جدول ۵: نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد زیره در مناطق و الگوهای مختلف کشت
Table 5: Analysis of variance (mean square) of yield and yield component of cumin in different location and different cropping patterns

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد شاخه جانبی	تعداد چتر در بوته	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
S.O.V	df	Height	Number of branches per plant	Number of umbel per plant	1000 seed weight	Seed Yield	Yield	Harvest Index
منطقه	1	32.66 ^{ns}	0.04 ^{ns}	8.16*	*2.52	5.56 ^{ns}	380.64 ^{ns}	0.62 ^{ns}
Location								
تکرار در منطقه	4	1.16	0.04	0.041	0.19	0.64	44.43	0.21
Replication × Location								
تیمارهای مخلوط	3	29.22**	0.48 ^{ns}	5.22**	0.84**	284.68**	46800.471 ^{ns}	2.85**
Intercropping treatments								
تیمار در منطقه	3	7.44 ^{ns}	2.37 ^{ns}	0.50 ^{ns}	0.36 ^{ns}	1.34 ^{ns}	41.40 ^{ns}	0.79 ^{ns}
Treatment × Location								
خطا	12	233	0.22	0.93	0.06	1.61	311.03	0.08
Error								
کل	23	3.16	0.29	0.041	0.04	0.95	1332.67	0.66
Total								

ns اختلاف غیر معنی دار، * و ** معنی دار بترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns: not significant, * and ** significant at 5% and 1% level respectively

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر الگوهای کشت مخلوط زیره سبز و نخود بر ارتفاع، تعداد چتر در بوته و وزن هزار دانه معنی دار ($P \leq 0.01$) گردید. اثر منطقه بر تعداد چتر در بوته و وزن هزار دانه معنی دار ($P \leq 0.05$) شد، اما اثر متقابل منطقه و تیمارهای مخلوط در صفات مورد بررسی، اثر معنی داری نداشت (جدول ۵).

ارتفاع

بیشترین ارتفاع بوته در کشت خالص زیره سبز با ۵۵/۸۳ سانتی متر و کمترین آن در تیمار ۳:۱ (۲۵٪ زیره سبز - ۷۵٪ نخود) با ۵۱/۰۰ سانتی متر مشاهده شد. اما به طور کلی از لحاظ آماری بین الگوهای کشت مخلوط از نظر این صفت تفاوتی وجود نداشت (جدول ۶). به نظر می‌رسد در کشت خالص، افزایش رقابت درون گونه‌ای در جهت کسب نور سبب افزایش رشد ساقه در کشت خالص شده باشد. ارتفاع در تیمارهای کشت مخلوط ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ به ترتیب ۵/۹۶، ۸/۰۶ و ۸/۶۵ درصد در مقایسه با کشت خالص زیره سبز کاهش یافت. کروبا و همکاران (Carrubba et al., 2008)، در بررسی‌های خود در مورد کشت مخلوط رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) و شوید (*Anethum graveolens* L.) اعلام داشتند که گیاه رازیانه از لحاظ ارتفاع تحت تأثیر قرار نگرفت. این محققین همچنین در مورد شوید نیز کمترین ارتفاع را در تیمار کشت خالص گزارش کردند. ردفیان و همکاران (Redfearn et al., 1999)، بیان داشتند افزایش ارتفاع بوته سویا در کشت مخلوط با سورگوم به دلیل سایه‌اندازی توسط گیاه بلندتر و در اثر افزایش طول میانگره‌ها است. رضوانی مقدم و مرادی (Rezvani Moghaddam et al., 2012)، در بررسی کشت مخلوط زیره سبز و شنبلیله بیان کردند که شنبلیله در کشت مخلوط فشار رقابتی کمتری را نسبت به کشت خالص تحمل کرده و در نتیجه باعث افزایش رشد رویشی و به دنبال آن افزایش ارتفاع شده است.

تعداد شاخه جانبی در بوته

جدول تجزیه واریانس نشان داد که کشت مخلوط زیره سبز با نخود بر تعداد شاخه جانبی در بوته اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۵). اگر چه تعداد شاخه جانبی در کشت خالص بیشترین (۴/۱۶) و در تیمار ۳:۱ (۷۵٪ زیره + ۲۵٪ نخود) کمترین مقدار (۳/۵۰) را به خود اختصاص داد اما بین تمامی تیمارها تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری وجود نداشت (جدول ۶). تعداد شاخه جانبی در بوته در تیمارهای کشت مخلوط ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ به ترتیب ۰/۰۸، ۰/۱۲ و ۱۵/۸۶ درصد در مقایسه با کشت خالص زیره سبز کاهش یافت. خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2016)، در بررسی نسبت‌های کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی زنیان و لوبیا بر عملکرد و اجزای عملکرد گزارش کردند که تعداد شاخه جانبی در بوته در ۵۰٪ زنیان + ۱۰۰٪ شنبلیله به دست آمد. مرید احمدی و همکاران (Morid ahmadi et al., 2015)، در ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد کرچک تحت تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط ردیفی با کدو پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) نشان دادند که کشت مخلوط تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0/01$) بر تعداد شاخه فرعی در بوته کرچک داشت به طوری که تعداد شاخه فرعی در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی بیشتر بود. آنها دلیل افزایش تعداد شاخه فرعی کرچک در کشت مخلوط را در اختیار داشتن فضای مناسب به خصوص در یک سوم فوقانی پوشش گیاهی حاصل از کشت مخلوط کرچک و کدو دانستند.

تعداد چتر در بوته

با توجه به جدول (۵) کشت مخلوط زیره سبز با نخود بر تعداد چتر در بوته زیره سبز تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0/01$) نشان داد. بیشترین تعداد چتر در بوته به ترتیب در کشت خالص زیره سبز و الگوی کشت ۱:۱ (۵۰٪ زیره + ۵۰٪ نخود) (۱۷/۱۶) و کمترین آن در الگوی کشت ۳:۱ (۷۵٪ زیره + ۲۵٪ نخود) (۱۵/۰۰) به دست آمد، که نسبت به کشت خالص ۱۲/۵۸ درصد کاهش نشان داد.

می‌توان علت افزایش تعداد چتر در بوته در الگوی کشت ۱:۱ را تراکم مطلوب گیاهی در این تیمار و استفاده بهتر از منابع محیطی دانست که باعث شده تا این گیاهان با کارایی بیشتری از منابع محیطی استفاده نمایند. تعداد چتر در بوته در تیمارهای کشت مخلوط ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ به ترتیب ۰/۰۲، ۸/۰۴ و ۱۲/۵۹ درصد در مقایسه با کشت خالص زیره سبز کاهش یافت.

پاندیتا و همکاران (Pandita et al., 2000)، نیز در کشت مخلوط ماش و ذرت نشان دادند که ماش در آرایش ردیف‌های کاشت ۱:۱، ۱:۲ و ۲:۱ ماش - ذرت به ترتیب پس از کشت خالص از بیشترین تعداد غلاف در بوته برخوردار بود. رضوانی مقدم و مرادی (Rezvani Moghaddam et al., 2012)، نیز در کشت مخلوط زیره سبز و شنبلیله دریافتند که تعداد غلاف در بوته شنبلیله در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص کاهش یافت. رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2009)، در بررسی کشت مخلوط ماش و سیاهدانه بیان داشتند که اثر کشت مخلوط بر تعداد غلاف در بوته گیاه ماش مثبت بود. این محققان اشاره داشتند که گیاه ماش به دلیل کوچک بودن گیاه سیاهدانه فضای مناسب‌تری را برای افزایش تعداد شاخه جانبی و در نتیجه تعداد غلاف در بوته داشته است.

وزن هزار دانه

همانطور که در جدول (۵) ملاحظه می‌گردد، کشت مخلوط زیره سبز با نخود اثر معنی‌داری ($P \leq 0/01$) بر وزن هزار دانه داشت. با توجه به جدول (۶) بیشترین و کمترین وزن هزار دانه به ترتیب در کشت خالص زیره سبز و تیمار (۳:۱) ۲۵٪ زیره سبز - ۷۵٪ نخود مشاهده گردید. می‌توان دلیل افزایش و یا کاهش وزن هزار دانه را به تعداد چتر در بوته نسبت داد. وزن هزار دانه در تیمارهای کشت مخلوط ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ به ترتیب ۱۰/۰۹، ۱۵/۷۵ و ۱۸/۸۱ درصد در مقایسه با کشت خالص زیره سبز کاهش یافت. جهانی و همکاران (Jahani et al., 2008)، در بررسی ترکیب‌های مختلف کشت زیره سبز و عدس (*Lens culinaris* L.) بر وزن هزار دانه زیره سبز اظهار داشتند که ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آن برتری داشتند.

جدول ۶: مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز در مناطق و الگوهای مختلف کشت

Table 6: Comparison of crop yield and yield components of cumin in different cultivars and patterns

تیمارها	ارتفاع	تعداد شاخه جانبی	تعداد چتر در	وزن هزار	عملکرد دانه	عملکرد	شاخص برداشت
Treatments	Height	Number of branches per plant	بوته Number of umbel per plant	دانه 1000 seed weight	Seed Yield	بیولوژیک Biological Yield	Harvest Index
منطقه							
Location							
مشهد Mashhad	51.50 ^a	3.75 ^a	16.75 ^a	4.34 ^a	54.89 ^a	583.14 ^a	9.41 ^a
سبزوار Sabzevar	53.83 ^a	3.83 ^a	15.58 ^b	3.69 ^b	53.93 ^a	575.18 ^a	9.37 ^a
تیمارهای مخلوط							
Intercropping treatments							
1:1	52.50 ^b	3.83 ^a	16.83 ^a	4.13 ^{ab}	57.11 ^b	641.82 ^a	9.50 ^b
1:3	51.33 ^b	3.66 ^a	15.73 ^{ab}	3.92 ^b	53.33 ^c	556.74 ^a	9.57 ^{ab}
3:1	51.00 ^b	3.50 ^a	15.00 ^b	3.55 ^c	45.51 ^d	459.03 ^a	9.91 ^a
تک کشتی Monoculture	55.83 ^a	4.16 ^a	17.00 ^a	4.45 ^a	61.70 ^a	649.07 ^a	8.89 ^c

اجزای عملکرد نخود

اجزای عملکرد مورد بررسی در نخود شامل ارتفاع، تعداد شاخه جانبی در بوته، تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه می‌باشد. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که کشت مخلوط نخود با زیره سبز تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.01$) بر اجزای عملکرد نشان داد (جدول ۶). به طوری که در اکثر اجزای مورد بررسی، کشت خالص و سپس تیمار ۱:۱ بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند. نتایج تجزیه واریانس اثر کشت مخلوط زیره سبز و نخود بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود در جدول (۷) نشان داده شده است.

جدول ۷: نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد نخود در مناطق و الگوهای مختلف کشت

Table 7: Analysis of variance (mean square) of yield and yield component of Chickpea in different location and different cropping patterns

شاخص برداشت Harvest Index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	وزن هزار دانه 1000 seed weight	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد شاخه جانبی Number of branches per plant	ارتفاع Height	درجه آزادی df	منابع تغییر S.O.V
138.62 *	14225.27 ^{ns}	95.88 *	60.23 ^{ns}	145.04 *	4.16 ^{ns}	1.50 ^{ns}	1	منطقه Location
1.21	795.93	0.63	11.64	6.79	0.16	1.50	4	تکرار در منطقه Replication × Location
3894.85 **	1099718.88 **	656.02 **	7269.20 **	88.37 **	4.05 **	4.50 **	3	تیمارهای مخلوط Intercropping treatments
14.79 ^{ns}	2240.86 ^{ns}	15.33 ^{ns}	216.46 ^{ns}	19.37 *	0.055 ^{ns}	92.11 ^{ns}	3	تیمار در منطقه Treatment × Location
2.88	405.21	9.54	88.06	13.87	0.22	1.41	12	خطا Error
33.66	4222.83	2.032	391.41	7.54	0.50	4.50	23	کل Total

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر الگوهای کشت مخلوط نخود با زیره سبز بر ارتفاع، تعداد شاخه جانبی در بوته، تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه معنی دار ($P \leq 0.01$) گردید. همچنین اثر منطقه و اثر متقابل منطقه و تیمارهای مخلوط در کشت مخلوط زیره سبز و نخود معنی دار ($P \leq 0.05$) شد.

ارتفاع

کشت مخلوط زیره سبز با نخود تأثیر معنی داری ($P \leq 0.01$) بر ارتفاع نخود نشان داد (جدول ۷). با توجه به جدول (۴-۱۰) بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به ترتیب در الگوی کشت ۱:۱ (زیره سبز ۵۰٪- نخود ۵۰٪) با ارتفاع ۵۱/۱۶ سانتی متر و کشت خالص نخود با ارتفاع ۴۲/۰۰ سانتی متر مشاهده گردید. ارتفاع در الگوی کشت ۱:۱ نسبت به کشت خالص ۲۱/۸۰ درصد افزایش نشان داد. ارتفاع در تیمارهای کشت مخلوط ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ به ترتیب ۲۱/۸۱، ۱۳/۸۸ و ۷/۱۴ درصد در مقایسه با کشت خالص نخود افزایش

یافت. افزایش ارتفاع بوته در الگوی کشت ۱:۱ را می‌توان به سایه‌اندازی و افزایش رقابت نوری بین بوته‌ها نسبت داد، زیرا رقابت بر سر نور باعث می‌شود تا گیاهان سرمایه‌گذاری بیشتری برای ارتفاع بوته داشته باشند. تونا و اوراک (Tuna & Orak, 2007)، در کشت مخلوط ماشک با یولاف، کاهش یا افزایش ارتفاع بوته گیاهان را به شدت رقابت بین دو گیاه نسبت دادند. افزایش ارتفاع بوته سویا در کشت مخلوط با سورگوم به دلیل سایه‌اندازی توسط گیاه بلندتر و در اثر افزایش طول میانگره‌ها بوده است.

تعداد شاخه جانبی در بوته

با توجه به جدول ۷ تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر تعداد شاخه جانبی در بوته تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.01$) نشان داد. در کشت خالص نخود و الگوی کشت ۱:۱ (۵۰٪ زیره سبز - ۵۰٪ نخود) تعداد شاخه جانبی در بوته نسبت به سایر الگوهای کشت دارای بیشترین مقدار به ترتیب ۵/۱۶ و ۴/۶۶ شاخه در بوته بود (جدول ۸). تعداد شاخه جانبی در تیمارهای کشت مخلوط ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ به ترتیب ۹/۶۹، ۲۵/۷۷ و ۳۵/۴۶ درصد در مقایسه با کشت خالص نخود کاهش یافت. افزایش تعداد شاخه جانبی در بوته در الگوی کشت مخلوط ۱:۱ احتمالاً مربوط به این است که این گیاه در شرایط حضور گیاه زیره سبز همراه از طریق کاهش درصد حضور علف‌های هرز به دلیل کاهش فضاهای خالی توانسته است نور را به طور کارآمدتری دریافت نماید که این امر سبب تحریک و افزایش تعداد شاخه جانبی گردید. همچنین افزایش تعداد شاخه جانبی در کشت مخلوط را می‌توان به عدم رقابت بین گونه‌ای به جهت دریافت نور نسبت داد در نتیجه گیاه مواد فتوسنتزی خود را به جای افزایش ارتفاع صرف تولید شاخه‌های جانبی کرده است. این در حالی است که پورامیر و همکاران (Pooramir et al., 2010)، در تحقیقی بر روی کشت مخلوط کنجد و نخود دریافتند که با کاهش تراکم کنجد در کشت مخلوط تعداد شاخه افزایش پیدا کرد. این محققان گزارش نمودند از آن جا که کانویی کنجد در ارتفاع بالاتری نسبت به نخود تشکیل می‌شود، لذا همین امر می‌تواند باعث شود که در نسبت‌های پایین، کانویی کنجد فضای بیشتری برای تولید و گسترش شاخه‌های جانبی خود داشته باشد. رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghadam et al., 2009)، در بررسی کشت مخلوط ماش و سیاهدانه گزارش نمودند که بیشترین تعداد شاخه جانبی در گیاه ماش در کشت ردیفی یک ردیف سیاهدانه + یک ردیف ماش مشاهده گردید. آنها نتیجه گرفتند که گیاهان در شرایط کنترل علف‌هرز بجای افزایش ارتفاع و رقابت جهت دسترسی به نور، شاخه جانبی بیشتری تولید کردند تا از طریق این آرایش فضائی نور بیشتری دریافت کنند. نتایج بررسی بر روی کشت مخلوط زنیان و شنبلیله نشان داد که نسبت‌های مختلف کاشت تأثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه جانبی زنیان داشت. در این آزمایش زنیان در کشت مخلوط تک‌ردیفی بیشترین و در تک‌کشتی بیشترین تعداد شاخه جانبی را داشت.

تعداد غلاف در بوته

با توجه به جدول (۷) تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر غلاف در بوته تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.01$) نشان داد. همانطور که در جدول (۸) نشان داده شده است تعداد غلاف در بوته در کشت خالص نخود و الگوهای کشت ۱:۱ و ۱:۳ بیشترین و الگوی کشت ۳:۱ کمترین مقدار را به خود اختصاص داد که نسبت به کشت خالص ۱۰/۳۴ درصد کاهش داشت. تعداد غلاف در بوته در تیمارهای کشت مخلوط ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ به ترتیب ۱/۲۲، ۲/۴۳ و ۱۰/۳۴ درصد در مقایسه با کشت خالص نخود کاهش یافت. کاهش تعداد غلاف در بوته در کشت مخلوط ۳:۱ احتمالاً به دلیل افزایش فشار درون گونه‌ای ناشی از افزایش تراکم نخود بوده است. همچنین

افزایش تعداد غلاف در بوته در کشت خالص نخود را می‌توان به افزایش تعداد شاخه جانبی در بوته نسبت داد. به نظر می‌رسد که نسبت کاشت ۵۰٪ معمولی - ۵۰٪ سویا با ایجاد ساختار کانوپی موجی و وجود فضای مناسب در الگوهای مختلف کشت مخلوط، سبب استفاده بهینه از عوامل محیطی و در نتیجه افزایش تعداد غلاف در بوته شده است. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009)، در بررسی کشت مخلوط گندم و کلزا دریافتند که در الگوهای مختلف مخلوط بیشترین تعداد غلاف در بوته کلزا در الگوی سه ردیفی بدست آمد. بیشترین تعداد غلاف در بوته (۲۹ عدد) و کمترین تعداد غلاف در بوته (۱۷ عدد) به ترتیب از نسبت‌های کشت خالص و ۲۵٪ نخود - ۷۵٪ سیاهدانه به دست آمد.

وزن هزار دانه

با توجه به جدول (۷) تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر وزن هزار دانه تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.01$) نشان داد. بیشترین وزن هزار دانه در کشت خالص نخود با میانگین ۳۳۶/۵۲ گرم و کمترین آن در کشت (۳:۱) ۲۵٪ زیره سبز - ۷۵٪ نخود با میانگین ۲۶۱/۷۵ گرم مشاهده شد که با کشت (۱:۳) ۷۵٪ زیره سبز - ۲۵٪ نخود از لحاظ آماری تفاوت نداشت. (جدول ۸). وزن هزار دانه در تیمارهای کشت مخلوط ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ به ترتیب ۷/۱۸، ۱۹/۰۲ و ۲۲/۲۲ درصد در مقایسه با کشت خالص نخود کاهش یافت. به نظر می‌رسد به دلیل افزایش جذب نور توسط پوشش گیاهی و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی بالاتر در کشت خالص، گیاه نخود مواد فتوسنتزی بیشتری به مخازن (دانه‌ها) اختصاص داده و باعث افزایش وزن هزار دانه شده است. پورامیر و همکاران (Pooramir et al., 2010)، در کشت مخلوط نخود و کنجد دریافتند که وزن هزار دانه نخود در کشت خالص به دلیل عدم رقابت برون‌گونه‌ای و تولید مواد فتوسنتزی بیشتر نسبت به کشت مخلوط به طور معنی‌داری بیشتر بود. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2013)، در کشت مخلوط سیاهدانه با نخود و لوبیا نیز گزارش کردند که وزن هزار دانه لوبیا در کشت خالص بیشتر بود.

جدول ۸: مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد نخود در مناطق و الگوهای مختلف کشت

Table 8: Comparison of crop yield and yield components of Chickpea in different cultivars and patterns

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد شاخه جانبی	تعداد غلاف در بوته	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
S.O.V	df	Height	Number of branches per plants	Number of pods per plant	1000 seed weight	Seed yield	Biological yield
منطقه							
Location							
مشهد	46.25 ^a	4.66 ^a	81.75 ^a	297.37 ^a	455.60 ^a	878.58 ^a	51.85 ^a
Mashhad							
سبزوار	46.75 ^a	3.83 ^a	76.83 ^b	294.20 ^a	451.60 ^b	829.89 ^a	54.41 ^a
Sabzevar							

تیمارهای مخلوط							
Intercropping treatments							
52.08 ^c	872.90 ^b	454.65 ^b	312.37 ^b	81.16 ^a	4.66 ^a	51.16 ^a	1:1
74.57 ^b	602.37 ^c	449.19 ^c	272.51 ^c	80.16 ^a	3.83 ^b	47.83 ^b	1:3
90.05 ^a	451.84 ^d	442.95 ^d	261.75 ^c	73.66 ^b	3.33 ^b	45.00 ^c	3:1
32.24 ^d	1449.84 ^a	467.56 ^a	336.52 ^a	82.16 ^a	5.16 ^a	42.00 ^d	تک کشتی
Monoculture							

عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت زیره سبز

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که کشت مخلوط زیره سبز با نخود تأثیر معنی داری ($P \leq 0/01$) بر عملکرد نشان داد (جدول ۴-۷). به طوری که کشت خالص و بعد از آن تیمار ۱:۱ بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند.

عملکرد دانه

با توجه به جدول ۵ تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر وزن هزار دانه تأثیر معنی داری ($P \leq 0/01$) نشان داد. بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب از کشت خالص زیره سبز با ۶۱/۷۰ گرم در مترمربع و الگوی کشت ۳:۱ (۲۵٪ زیره سبز - ۷۵٪ نخود) با ۴۵/۵۱ گرم در مترمربع حاصل شد (جدول ۶). عملکرد دانه در تیمار ۳:۱ نسبت به کشت خالص ۲۶/۲۳ درصد کاهش نشان داد. عملکرد دانه در تیمارهای کشت مخلوط ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ به ترتیب ۷/۴۴، ۱۳/۵۶ و ۲۶/۲۴ درصد در مقایسه با کشت خالص زیره سبز کاهش یافت. افزایش و کاهش عملکرد دانه به ترتیب در کشت خالص زیره سبز و تیمار ۳:۱ را می توان به افزایش تعداد چتر در بوته در این تیمارها نسبت داد. کروبا (۲۰۰۸) طی مطالعه خود بر روی کشت مخلوط رازیانه و شوید بیان داشت که کشت خالص دو گیاه از عملکرد بالایی برخوردار بود. رضائی چیانه و همکاران (Rezaei-chiyaneh et al., 2015)، در کشت مخلوط زیره سبز و عدس اظهار داشتند که بین کشت خالص با کشت مخلوط روی ردیف های کاشت و کشت ردیفی از نظر عملکرد اختلاف معنی داری وجود نداشت که دلیل آن به خاطر افزایش توانایی گیاه برای جذب تشعشع بیشتر، افزایش فراهمی نیتروژن از طریق تثبیت زیستی نیتروژن توسط عدس بوده که در این حالت تخصیص منابع و توزیع آن ها بین گونه ها با کارایی بیشتری صورت گرفته و این امر منجر به بهبود رشد و فتوسنتز و به تبع آن افزایش عملکرد دانه در زیره سبز شده است. کومار و سینگ (Kumar & Singh, 2006)، در کشت مخلوط خردل هندی (*Brassica juncea* L.) و نخود دانه کبوتری (*Cicer arietinum* L.) نشان دادند که نسبت کاشت یک ردیف خردل و سه ردیف نخود دارای بیشترین عملکرد دانه در مقایسه با سایر نسبت های کاشت بود. الوو ادیمو (Olowe & Adebimpe, 2009)، طی بررسی خود بر کشت مخلوط کنجد و آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) اظهار داشتند که عملکرد کنجد در تیمار کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط بود. راجسوارا (Rajeswara, 2002)، با بررسی و مقایسه کشت مخلوط نعنای و رز (*Rosa hybrida*) نتیجه گرفت که عملکرد نعنای در کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط بود. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009)، با بررسی بر روی کشت مخلوط زعفران (*Crocus sativus* L.) و زنیان اظهار داشتند که بیشترین و

کمترین میزان عملکرد به ترتیب از کشت خالص زعفران و کشت مخلوط آن با زنیان به دست آمد. این محققان دلیل بیشتر بودن عملکرد زعفران در کشت خالص را به افزایش تعداد گل در بوته نسبت دادند.

عملکرد بیولوژیک

با توجه به جدول (۵) اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط زیره سبز و نخود در دو منطقه مشهد و سبزوار وجود نداشت. همانطور که در جدول (۶) ملاحظه می شود، اگرچه عملکرد بیولوژیک در کشت خالص (۶۴۹/۰۷ گرم) بیشترین و در تیمار ۳:۱ (۴۵۹/۰۳ گرم) کمترین مقدار را به خود اختصاص داد اما بین تیمارهای کشت مخلوط و کشت خالص از لحاظ آماری تفاوت معنی داری وجود نداشت. عملکرد بیولوژیک در تیمارهای کشت مخلوط ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ به ترتیب ۱/۱۲، ۱۴/۲۲ و ۲۹/۲۸ درصد در مقایسه با کشت خالص زیره سبز کاهش یافت. پورامیر و همکاران (Pooramir et al., 2010)، بیشترین عملکرد بیولوژیکی را از تک کشتی نخود در مقایسه با کشت مخلوط نخود به دست آوردند.

شاخص برداشت

اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص بر شاخص برداشت معنی دار ($P \leq 0/01$) بود (جدول ۵). به طور کلی تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص دارای شاخص برداشت بیشتری بود. به طوری که بیشترین شاخص برداشت در تیمار ۱:۱ (۵۰٪) زیره سبز - ۵۰٪ نخود (۹/۹۱) مشاهده شد که از نظر آماری با تیمار ۱:۳ اختلاف معنی داری نداشت. کمترین شاخص برداشت نیز در کشت خالص زیره سبز مشاهده گردید (جدول ۶). شاخص برداشت در تیمارهای کشت مخلوط ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ به ترتیب ۶/۴۲، ۷/۱۰ و ۱۰/۲۹ درصد در مقایسه با کشت خالص زیره سبز افزایش یافت. میر هاشمی و همکاران (Mirhashemi et al., 2009)، نیز بیان کردند که شاخص برداشت زنیان در تیمارهای کشت مخلوط بیش تر از کشت خالص بود. این محققین کمترین شاخص برداشت را در کشت خالص گزارش کردند. اختلاف در شاخص برداشت را می توان به تفاوت در اجزای عملکرد و یا افزایش عملکرد بیولوژیک نسبت داد. شاخص برداشت بالاتر در تیمارهای کشت مخلوط می تواند نشان دهنده ی برتری این نوع کشت نسبت به کشت خالص باشد.

عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نخود

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که کشت مخلوط نخود با زیره سبز تأثیر معنی داری ($P \leq 0/01$) بر عملکرد نشان داد (جدول ۷). به طوری که از نظر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک کشت خالص و بعد از آن تیمار ۱:۱ بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول ۸).

عملکرد دانه

اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص بر عملکرد دانه معنی دار ($P \leq 0/01$) بود (جدول ۷). با توجه به جدول (۸) بیشترین و کمترین عملکرد دانه در کشت مخلوط با زیره سبز به ترتیب مربوط به کشت خالص نخود و الگوی کشت ۳:۱ (۲۵٪) زیره سبز - ۷۵٪ نخود) می باشد. عملکرد دانه در تیمارهای کشت مخلوط ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ به ترتیب ۲/۷۶، ۳/۹۳ و ۵/۲۶ درصد در مقایسه با

کشت خالص نخود کاهش یافت. افزایش عملکرد دانه در کشت خالص نخود را می‌توان به افزایش تعداد شاخه جانبی و تعداد غلاف در بوته نسبت داد. البته افزایش عملکرد دانه در کشت خالص به دلیل زیاد بودن تعداد بوته‌های نخود دور از انتظار نیست. کاهش عملکرد در الگوی کشت ۳:۱ می‌تواند به دلیل رقابت بین گونه‌ای به جهت کسب منابع غذایی مورد نیاز باشد به‌طوری که در این شرایط اغلب تعداد گل‌های بارور کاهش و تعداد غلاف در بوته که از اجزای مهم عملکرد دانه نخود می‌باشد کاهش پیدا کرده و در نتیجه منجر به کاهش عملکرد می‌گردد. رضائی چیانه و قلی‌نژاد (Rezaei- chiyaneh et al., 2014)، در کشت مخلوط نخود با سیاهدانه گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه از کشت خالص نخود و کمترین آن از نسبت کاشت ۲۵ درصد نخود- ۷۵ درصد سیاهدانه به دست آمد. خدکا و همکاران (Khadka et al., 2013)، در کشت مخلوط عدس و خردل دریافتند که بالاترین عملکرد دانه ماش و عدس از کشت خالص این گیاهان به دست آمد.

عملکرد بیولوژیک

اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار ($P \leq 0.01$) بود (جدول ۷). نتایج آزمایش نشان داد که عملکرد بیولوژیک در کشت خالص نخود با مقدار ۱۴۴۹/۸۴ گرم در متر مربع، بیشترین و در الگوی کشت ۳:۱ با مقدار ۴۹۱/۸۴ گرم در متر مربع کمترین مقدار را به خود اختصاص داد (جدول ۸). عملکرد بیولوژیک در تیمارهای کشت مخلوط ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ به ترتیب ۳۹/۷۹، ۵۸/۴۵ و ۶۶/۰۸ درصد در مقایسه با کشت خالص نخود کاهش یافت. می‌توان گفت افزایش عملکرد بیولوژیک در کشت خالص نخود به دلیل افزایش تعداد شاخه جانبی در بوته بوده است. همچنین می‌توان علت کاهش عملکرد بیولوژیک را به خاطر رقابت نوری بین اجزای عملکرد در کشت مخلوط نسبت داد چرا که در کشت مخلوط به خاطر رقابتی که برای جذب منابع از قبیل نور، آب، مواد غذایی و فضا برای دو گیاه زراعی ایجاد می‌شود اغلب عملکرد گونه ضعیف‌تر کاهش می‌یابد. علیزاده و همکاران (Alizadeh et al., 2010)، در کشت مخلوط لوبیا و ریحان نشان دادند که به دلیل افزایش فشار رقابت بین گونه‌ای عملکرد بیولوژیکی لوبیا در کشت مخلوط به طور معنی‌داری کاهش یافت. محققان دیگری در مطالعه کشت مخلوط عدس و زیره دریافتند که بیشترین عملکرد بیولوژیکی عدس به دلیل عدم وجود رقابت بین گونه‌ای از کشت خالص به دست آمد (Rezaei- chiyaneh et al., 2014). در بررسی الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی گاو زبان اروپایی و لوبیا گزارش شده است که بیشترین عملکرد بیولوژیکی لوبیا در کشت خالص و کمترین مقدار آن در الگوی ۴:۴ حاصل شده است (Koocheki et al., 2012). در کشت مخلوط جو و شنبلیله مشخص شد که با افزایش سهم جو عملکرد بیولوژیکی شنبلیله به دلیل رقابت برون گونه‌ای کاهش یافت، اما در نسبت کاشت ۵۰:۵۰ عملکرد شنبلیله به دلیل استفاده بهینه از منابع محیطی از قبیل نور و کنترل بهتر علف‌های هرز با کشت خالص اختلاف معنی‌داری نشان نداد (Mohammadi et al., 2012).

شاخص برداشت

شاخص برداشت نخود در کشت مخلوط زیره سبز و نخود تحت تأثیر معنی‌دار ($P \leq 0.01$) تیمارهای آزمایش قرار گرفت (جدول ۷). به طوری که بیشترین شاخص برداشت در الگوی کشت ۳:۱ (۵۰٪ زیره سبز - ۵۰٪ نخود) و کمترین آن در کشت خالص نخود مشاهده گردید (جدول ۸). شاخص برداشت در تیمارهای کشت مخلوط ۱:۱، ۱:۳ و ۳:۱ به ترتیب ۳۸/۰۹، ۵۶/۷۶ و ۶۶/۱۹ درصد

در مقایسه با کشت خالص نخود افزایش یافت. بالاتر بودن شاخص برداشت نشان‌دهنده این است که تخصیص مواد فتوسنتزی بین مخزن‌های اقتصادی نسبت به سایر مخزن‌های موجود در گیاه بیشتر بوده است. شاخص برداشت نخود و عدس در تیمارهای کشت مخلوط با گندم بیشتر از کشت خالص گزارش شده است (Das et al., 2011). باقری شیروان و همکاران (Bagheri Shirvan et al., 2014)، در کشت مخلوط سویا-ریحان و گاوزبان اروپایی اعلام نمودند که شاخص برداشت سویا در نسبت‌های ۷۵٪ سویا: ۲۵ ریحان و گاوزبان اروپایی و ۵۰٪ سویا: ۵۰٪ ریحان و گاوزبان اروپایی بیشتر از کشت خالص آلوده به علف‌هرز بود.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که کشت مخلوط زیره سبز و نخود، وزن خشک و تراکم علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار داد. به طوری که تیمار ۱:۱ (۵۰٪ زیره سبز - ۵۰٪ نخود) کمترین تراکم علف‌هرز را داشت و نسبت به کشت خالص و سایر تیمارهای کشت مخلوط برتری نشان داد. به طور کلی تیمارهای مخلوط از طریق افزایش فشار رقابتی ناشی از حضور گیاه زیره سبز و نخود باعث کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز گردید. اقلیم منطقه بر تراکم علف‌های هرز در کشت مخلوط اثر معنی‌داری نشان داد. اثر متقابل کشت مخلوط و منطقه کاشت نیز در تمام مراحل نمونه‌برداری کشت مخلوط زیره سبز و نخود در دو منطقه مشهد و سبزوار معنی‌دار بود. براساس نتایج به دست آمده شاخص شانون تحت تأثیر کشت مخلوط زیره سبز و نخود قرار نگرفت. البته شواهد نشان می‌دهد که در مخلوط‌ها معمولاً تنوع علف‌های هرز بیشتر شده و تراکم نسبی بین گونه‌های علف‌های هرز یکنواخت‌تر می‌شود، و در نتیجه فشار رقابتی علف‌های هرز روی خودشان در مقایسه با این فشار بر گونه زراعی بیشتر می‌شود که البته این امر به زمان بیشتری (بیش از یک سال) نیاز دارد. در این آزمایش به نظر می‌رسد فشار رقابتی ناشی از حضور زیره سبز و نخود در کنار یکدیگر منجر به کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز در تیمارهای کشت مخلوط شده است که این امر با توجه به پر کردن فضاهای خالی توسط دو گیاه زیره سبز و نخود دور از انتظار نیست. نتایج همچنین نشان داد که کشت مخلوط نخود با زیره سبز بر عملکرد و اجزای عملکرد تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.01$) داشت. بنابراین، با توجه به این آزمایش کشت خالص نخود و پس آن تیمار ۱:۱ بهترین ترکیب کشت برای به دست آوردن حداکثر عملکرد شناخته شد.

References

- Alizadeh, Y., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2010. Yield, yield components and potential weed control of intercropping bean (*Phaseolus vulgaris*) with sweet basil (*Ocimum basilicum*). Iran. J. Field Crop Res. 7(2): 541-553. (In Persian)
- Bagheri Shirvan, M., and Zaefarian, F. 2014. Effect of intercropping different ratios on yield of soybean, sweet basil and borage. Journal of Agriculture Crop Managment, 16 (1): 197-214.
- 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. European Journal Agronomy, 24: 325-332.
- Baumann, D.T., Bastiaans, I., and Kropff, M.J. 2001. Composition and crop performance in a leek- celery intercropping system. Crop Science 41: 764-774.
- Carrubba, A., Torre, R., Saiano, F., and Aiello, P. 2008. Sustainable production of fennel and dill by intercropping. Journal of Agronomy for Sustainable Development. 28: 247-256.
- Das, S., Nandini Devi, K., Singh Athokpam, H., Lhungdim, J., and Longjam, M. 2011. Chickpea (*Cicer arietinum* L.) based Intercropping System with Repeseed (*Brassica napus* L.) on Growth, Yield and Competition Indices. 35 (1):425-430.

- Den Hollander NG, Bastiaans L, Kropff MJ. 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.
- Fernandez-Aparicio, M., Emeran, A.A., and Rubiales, D. 2008. Control of *Orobancha crenata* in legumes intercropped with fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). *Crop Protection*, 27: 653-659.
- Fujiyoshi PT, Gliessman SR and Langenheim JH, 2007. Factors in the suppression of weeds by squash interplanted in corn. *Weed Biology and Management*, 7:105–114.
- Ghanbari-Bonjar, A., and Lee, H.C. 2003. Intercropped wheat (*Triticum aestivum* L.) and bean (*Vicia faba* L.) as whole-crop forage: effect of harvest time on forage yield and quality. *Grass Forage Sci*. 58: 28 – 36.
- Hassanzadeh Aval, F., Koocheki, A., Khazaie, H.R., and Nassiri Mahallati, M. 2010. Effect of plant density on growth characteristics and yield of summer savory (*Satureja hortensis* L.) and Persian clover (*Trifolium resupinatum* L.) Intercropping. *Iran. J. Field Crop Res*. 8: 920-929. (In Persian)
- Jahani, M., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2008. Comparison of different intercropping arrangements of cumin (*Cuminum cyminum*) and lentil (*Lens culinaris*). *Iran. J. Field Crop Res*. 6(1): 67-78. (In Persian with English Summary)
- Jamshidi, KH., Mazaheri, D., Majnoun Hosseini, N., Rahimian Mashhadi, H. & Peyghambari, S. A. (2011). Investigation of Corn/Cowpea intercropping effect on suppressing the weeds. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 42(2), 233-241. (In Persian with English abstract)
- Khadka, R., Joshi, S. and Chaudhary, R. B. 2013. Intercropping of chick pea and mustard on control of botrytis grey mold in western Terai, Nepal. *Agronomy Journal of Nepal*, 3: 89-96.
- Khorramdel, S., Siahmargoie, A., and Mahmohdi, Gh. 2016. Effect of replacement and additive intercropping series of ajowan with bean on yield and yield components. *Jurnal of Crop Production*. 9 (1): 1-24. (In Persian with English Summary)
- Koocheki, A., Hosieni, M., Hashemi Dezfoli, A., 1995. Sustainable agriculture. Jahadeh Daneshghahi Publisher, Mashhad. (In Persian with English abstract)
- Koocheki, A., M. Nassiri Mahalati, S. Sanjani, S.R. Beidokhti and S. Anvarkhah. 2010. Evaluation of weed density and biomass in intercropping millet (*Setaria italica* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Proceedings of 3rd Iranian Weed Science Congress*. 1: 457-460. (In Persian with English abstract)
- Koocheki, A., Najib-Nia, S., and Lalegani, B. 2009. Evaluation of yield saffron (*Crocus sativus*) in intercropping with grain, legumes and medicinal plant. *Iran. J. Field Crop Res*. 7(1): 175-184. (In Persian)
- Koocheki, A., Shabahang, J., Khorramdel, S., and Amin Ghafouri, A., 2012. Row intercropping of borage (*Borago officinalis* L.) with bean (*Phaseolus vulgaris* L.) on possible evaluating of the best strip width and assessing of its ecological characteristics. *J. Agroecol*. 4 (1): 1-11.
- Koocheki, A., Shabahang, J., Khorramdel, S., and Azimi, R. 2013. The effect of irrigation intervals and intercropped marjoram (*Origanum vulgare*) with saffron (*Crocus sativus*) on possible cooling effect of corms for climate change adaptation. *Iran. J. Field Crop Res*. 11(3): 390-400. (In Persian)
- Kumar, A., and Singh, B.P. 2006. Effect of row ratio and phosphorus level on performance of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Indian mustard (*Brassica Juncea* L.) intercropping. *Indian Journal of Agronomy* 51:100-102.
- Liebman M and Dyck E, 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Journal of Applied Ecology*, 3: 92-122.
- Mesgaran, M., H.R, Mashhadi., M, Khosravi., E, Zand., and H, Mohammad-Alizadeh. 2008. Weed community response to saffron-black zira Intercropping. *Weed Science Society of America*. 56(3): 400-407.
- Mirhashemi, S. M., Koocheki, A., Parsa, M., Nassiri-Mahalati, M. 2009. Advantage of Ajowan with Fenugreek at different levels of manure intercropping and planting. *Iran. J. Field Crop Res*. 7(1): 259-269. (In Persian with)
- Mohammadi, H., Pirdashti, H., Yazdani, M. and Abbasian, A. 2012. Changes of weed abundance and diversity in barley (*Hordeum vulgare*) and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) intercropping. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 3: 788-793.
- Morid ahmadi, S., khorramdel, S., Koochakim, A., and shabahang, J. Evaluation of physiological indices and yeildof row intercropping Caster bean with pumpkin. *Research Archievement for Improvement Crop Production*, 2:75-95(In Persian with English Summary)

- Mulder TA and Doll JD, 1994. Reduced input corn weed control: The effects of planting date, early season weed control and row-crop cultivator selection. *Journal of Production Agriculture*, 7: 256-260.
- Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Rezvani Moghadam, P and Beheshti, A. 2004. *Agroecology* (Second edition). Ferdowsi University of Mashhad Publication. 459 pp. (In Persian with English abstract)
- Olowe, V.I.O. and Adebimpe, O.A. 2009. Intercropping sunflower with soyabeans enhances total crop productivity. *Biological Agriculture and Horticulture* 26: 365–377
- Pandita, A.K., Shah, M.H. and Bali, A.S. 2000. Effect of row ratio in cereallegume intercropping systems on productivity and competition functions under Kashmir conditions. *Indian Journal of Agronomy* 45: 48-53.
- Poggio, B.S. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 109: 48–58.
- Pooramir, F., Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., and Ghorbani, R. 2010. Effect of different planting combinations on yield and yield components of sesame and peas intercropping in additive series. *Iranian Journal of Field Crops Research* 8(3): 393-402. (In Persian with English Summary)
- Rajeswara Rao B.R. 2002 Biomass yield, essential oil yield and essential oil composition of rose-scented geranium (*Pelargonium* species) as influenced by row spacings and intercropping with cornmint (*Mentha arvensis* L.f. *piperascens* Malinv. Ex Holmes). *Industrial Crops and Products*. 16: 133–144.
- Redfearn, D. D., Buxton, D. R. and Devine, T. E. 1999. Sorghum intercropping effects on yield, morphology, and quality of forage soybean. *Crop. Sci.* 39: 1380–1384.
- Rezaei- chiyaneh, E., Khorramdel, S., and Garachal, P. 2014. Evaluation of relay intercropping of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) on their yield and land use efficiency. *J. Crop Improv.* (J. Agric.) In Press (In Persian)
- Rezvani Moghadam, P., Raoofi, M.R., Rashed Mohassel, M.H. and 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(1). p. 65-79. (In Persian with English abstract)
- Rezvani Moghaddam, P., and Moradi, R. 2012. Assessment of planting date, biological fertilizer and intercropping on yield and essential oil of cumin and fenugreek. *Iran. J. Field Crop Sci.* 2: 217-230. (In Persian)
- Ronald M and Charles K, 2012. Weed suppression and component crops response in maize/pumpkin intercropping systems in Zimbabwe. *Journal of Agricultural Science*, 4 (7): 231-236.
- Schippers P and Kropff MJ, 2001. Competition for light and nitrogen among grassland species: a simulation analysis. *Functional Ecology*, 15: 155-164.
- Sharma RC and Banik P, 2013. Baby corn-legumes intercropping system: II Weed dynamics and community structure. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 67 (2013) 11– 18.
- Tofinga MP, Paolini R and Snaydon RW, 1993. A study of root and shoot interactions between cereals and peas in mixtures. *Journal of Agricultural Science*, 120: 13-24.
- Tuna C., Orak A., 2007 - The role of intercropping on yield potential of common vetch (*Vicia sativa* L.) / oat (*Avena sativa* L.) cultivated in pure stand and mixture. *Journal Agricultural and Biological Science*. 2:14-19.
- Worsham AD, 1991. Role of cover crops in weed management and water quality. In: Hargrove, W. L. (Ed.), *Cover crops for clean water*. Jackson, TN: Proceedings of 1991 International Conference Soil and Water Conservation. West Tennessee Experiment Station, pp: 141-145.