

Effect of planting date and intercropping of maize (*Zea mays* L.) and foxtail millet (*Setaria italica* L.) on their grain yield and weeds control

ماندانا شایگان^۱، داریوش مظاهری^۲، حمید رحیمان مشهدی^۳ و سید علی بیغمبری^۴

چکده

شایگان، م. د. مظاهری، ح. رحیمیان مشهدی و س. ع. پیغمبری. ۱۳۹۳. اثر تاریخ کاشت و کشت مخلوط ذرت و ارزن دم روباهی بر عملکرد دانه آن ها و کنترل علف های هرز. *مجله علوم زراعی*، ۱۰ (۱): ۳۳-۳۵.

به منظور بررسی اثر کشت مخلوط ذرت و ارزن دم روباه بر عملکرد و کنترل علف های هرز، آزمایش به صورت طرح کرت های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی در تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، واقع در کرج، در سال ۱۳۹۹ اجرا گردید. در این پژوهش، ذرت (SC704) و ارزن دم روباه (KFM4) به صورت مخلوط افزایشی کاشته شدند. در این آزمایش، عامل اصلی تیمارهای تاریخ کاشت مختلف ارزن دم روباه (کاشت ارزن ۱۰ روز پیش از ذرت، ۲۰ روز پیش از ذرت، ۳۰ روز پیش از ذرت، همزمان با ذرت و ۴۰ روز پس از ذرت) و عامل فرعی تیمارهای مختلف کاشت (کشت های خالص دو گیاه و نسبت های مختلف کاشت ۱۰۰٪ ذرت + ۰٪ ارزن / ۰٪ ذرت + ۱۰۰٪ ارزن دم روباه / ۲۰٪ ذرت + ۸۰٪ ارزن دم روباه و ۳۰٪ ذرت + ۷۰٪ ارزن دم روباه) بود. در این بررسی، نتایج نشان داد، کشت مخلوط ذرت و ارزن دم روباه در کنترل علف های هرز موفق عمل کرد و نسبت کاشت ۱۰۰٪ ذرت + ۰٪ ارزن دم روباه بیشترین عملکرد و زیان یوماس و تراکم علف هرز را دارا بود. تیمار ۱۰۰٪ ذرت + ۰٪ ارزن دم روباه در تاریخ کاشت همزمان دو گیاه را می توان به عنوان برتر تیمار معرفی کرد، زیرا بالاترین زیان نسبت برابری زمین (۰/۰۰) و بیشترین عملکرد دانه از این تیمار به دست آمد. علت این امر را می توان به استفاده بهتر از نهاده ها در کشت مخلوط در مقایسه با تک کشت و کنترل جمعیت و یوماس علف های هرز در کشت مخلوط نسبت داد. این کشت مخلوط ۱۰۰٪ ذرت + ۰٪ ارزن دم روباه در تاریخ کاشت همزمان دو گیاه، به دلیل افزایش عملکرد، افزایش استفاده از منابع رشد و کاهش علف های هرز تیمار برتر این مطالعه بود.

واژه های کلیدی: کشت مخلوط، ذرت، ارزن دم روباه، علف هرز، تاریخ کاشت، نسبت پراپی زم

چکیده

با توجه به افزایش روز افزون جمعیت و کمبود مواد غذایی، افزایش تولیدات کشاورزی بیش از پیش اهمیت دارد. افزایش سطح زیر کشت، افزایش عملکرد در واحد سطح و افزایش محصول در واحد زمان سه روش افزایش تولیدات کشاورزی محسوب می‌شود. افزایش محصول در واحد زمان از طریق کاشت دو یا بیشتر از دو فصل زراعی در یک مزرعه در هر سال (Multiple cropping) نام امکان پذیر است (Mazaheri, 1998).

نظام کشت مخلوط، با افزایش تعداد گونه ها در واحد سطح، به عنوان یک راه حل برای افزایش تولیدات کشاورزی پیشنهاد شده است (Brummer, 1998). از مهم ترین فواید کشت مخلوط افزایش تولید در واحد سطح نسبت به تک کشت، دلیل استفاده بهتر از عوامل محیطی مانند نور، آب و مواد غذایی موجود در خاک است (Banik et al., 2006). در واقع در کشت مخلوط، استفاده بهینه از منابع محیطی مانند آب، نور، خاک و مواد غذایی به اختلاف ارتفاع، نحوه قرار گرفتن اندام های هوایی و زیر زمینی و بنابراین تفاوت گیاهان نسبت داده می شود (Hashemi Dezfoli et al., 1998).

از جمله مزایای دیگر کشت مخلوط کنترل علف های هرز است. کشت مخلوط به دلیل رقابت گیاهان با علف های هرز از رشد و توسعه آنها مانع می شود و این امر با وجود عدم کاربرد علف کش، به افزایش تولید در این نوع سیستم کشت منجر می شود (Liebman and Davis, 2000). ساماراجیوا و همکاران (Samarajeewa et al., 2006) در کشت ارزن به عنوان گیاه همراه با سویا گزارش کردند که ارزن به سبب قدرت پنجه زنی بالا قادر است از رشد علف های هرز به طور چشمگیری ممانعت به عمل آورد و در کاهش جمعیت آنها موثر باشد.

ذرت یکم از گیاهانی است که به دلیل قدرت

سازگاری زیاد می تواند با گیاهان زراعی به صورت مخلوط کشت گردد. به طوری که ۱۰٪ ذرت کشت شده در مناطق گرمسیری آمریکای جنوبی به صورت زراعت مخلوط انجام می شود (Francis and Decoteau, 1993). ارزن نیز در مناطق گرمسیری (به خشک غرب آفریقا) به طور سنتی، در کشت مخلوط مورد استفاده قرار می گیرد. دو و کوتان (Do and Goutan, 1987) گزارش کردند که ارزن می تواند با گیاهانی مانند سورگوم، ذرت و بادام زمینی به صورت مخلوط کشت گردد. در بررسی کشت مخلوط دو گیاه ذرت و ارزن معمولی افزایش عملکرد حاصل از کشت مخلوط را به استفاده بهتر دو گیاه از منابع رشدی و اختلاف در اندام های زیرزمینی آنها نسبت داده اند (Sistachs et al., 1993). اصولاً مخلوط دو گیاه با سبب ریشه ای متفاوت به استفاده بهینه از منابع موجود منجر می شود (Yazdi Samadi and Poustini, 1994).

برای ارزیابی کارایی نظام کشت مخلوط از شاخص سودمندی اقتصادی استفاده می کنند (Mazaheri, 1998). سیستم های کشت مخلوط (Sistachs et al., 1993) این نسبت برابری زمین را در کشت مخلوط ذرت و ارزن معمولی برابر ۱/۱ گزارش کردند، که این نشان می دهد در کشت مخلوط عملکرد نسبت به تک کشت دو گیاه بود. در بررسی که همکاران (Hemayati et al., 2002) درباره کشت مخلوط دو گیاه ذرت و سویا به عمل آمد نسبت برابری زمین ۱/۱/۱ افزایش یافته و همکاران (Hikam et al., 1992) در بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا گزارش کردند که هر دو گونه به طور منفی با هم در کشت مخلوط قرار گرفتند، با وجود این، دو محصول توانستند کاهش عملکرد یکدیگر را جبران کنند و بدین سبب نسبت برابری زمین (Land Equivalent Ratio = LER) در تمام تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از یک بود که نشان دهنده

$$LER = \frac{P_a}{M_a} + \frac{P_b}{M_b}$$

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد دانه ذرت، عملکرد دانه ارزن دم روباهی، عملکرد دانه کل، تراکم و بیوماس علف های هرز

Table 1. Analysis of variance for total grain yield, maize grain yield, foxtail millet grain yield, weeds density and biomass

میانگین مربعات MS						میانگین مربعات MS					
		درجه آزادی	عملکرد دانه ذرت	عملکرد دانه ارزن دم	درجه آزادی	تراکم علف های هرز	تراکم علف های هرز	تراکم علف های هرز	تراکم علف های هرز	تراکم سایر	
		df	Maize grain yield	Foxtail millet grain yield	df	Weeds density	Weeds biomass	Density of <i>Portulaca oleracea</i>	Density of <i>Sorghum halepensis</i>	Density of other weeds	
S.O.V.											
Replication	تکرار	3	530834.896 ^{ns}	1157189.776 ^{ns}	3	72.367 ^{ns}	746878.331 ^{ns}	90.546 ^{ns}	8.412 ^{ns}	1.3 ^{ns}	
Date of planting (D)	تاریخ کاشت	3	25809439.063**	7803432.930**	3	22.733 ^{ns}	1493760.382 ^{ns}	29.246 ^{ns}	5.746 ^{ns}	7.333 ^{ns}	
Error a	خطای a	9	752397.396	221784.949	9	9.744	1523355.088	22.457	4.557	5.544	
Planting ratio (P)	نسبت کاشت	3	6629855.729**	66991012.721**	4	138.262**	7462527.675**	56.669**	2.919 ^{ns}	10.925**	
D × P	تاریخ کاشت × نسبت کاشت	9	8841334.896**	379399.004 ^{ns}	12	14.796 ^{ns}	505154.972 ^{ns}	8.485 ^{ns}	3.902*	2.042 ^{ns}	
Error b	خطای b	36	277076.215	181107.315	48	10.088	669800.397	9.073	1.698	2.212	

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

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد
ns : غیر معنی دار

بود. همانطوری که در جدول ۱ مشخص شده است، χ^2 و P در کشت مخلوط عملکرد با χ^2 و P را نسبت به کشت های خالص دارند. χ^2 و P عملکرد دانه از تیمار χ^2 و P + درصد از وزن دم روباه به دست آمد. کمتر χ^2 و P از عملکرد دانه به تیمار کشت خالص از وزن مربوط بود. بر اساس جدول ۱ χ^2 و P از عملکرد دانه به تیمار χ^2 و P + درصد از وزن دم روباه در تاریخ کاشت همزمان از وزن دم روباه با ذرت و کمتر χ^2 و P از آن به تیمار کشت خالص از وزن در تاریخ کاشت χ^2 و P روز پس از ذرت مربوط بود. χ^2 و P همکاران (Sistachs et al., 1993) در بررسی کشت مخلوط ذرت و از وزن معمول χ^2 و P از عملکرد را در کشت همزمان χ^2 و P دو کبک اعلام کردند. او χ^2 و P (Oveysi, 2005) در بررسی کشت مخلوط دو رقم χ^2 و P (SC704 و SC604) از عملکرد را در کشت مخلوط بیشتر از تک کشت دو کبک گزارش کرد. همانطوری که در جدول ۱ مشخص شده است، χ^2 و P از عملکرد دانه در دو تیمار افزایش χ^2 و P حاوی χ^2 و P + درصد از وزن دم روباه در تاریخ کاشت χ^2 و P روز پیش از ذرت تفاوت معنی داری نداشتند. بر اساس جدول ۱ تیمارهای حاوی χ^2 و P + درصد از وزن دم روباه در تاریخ کاشت χ^2 و P روز پیش از ذرت و کبک تیمارهای افزایش χ^2 و P در تاریخ کاشت همزمان و χ^2 و P روز پس از ذرت، χ^2 و P از عملکرد دانه به نسبت به عملکرد کشت های خالص در کبک تاریخ χ^2 و P کاشت دارا بودند. افزایش χ^2 و P از تیمارهای کشت مخلوط از کنترل بهتر علف های هرز و استفاده بهتر از منابع رشد و در نتیجه χ^2 و P در کشت مخلوط نسبت به تک کشت χ^2 و P همکاران (Oswald et al., 1996)، آگننهو و همکاران (Agegnehu et al., 2006) در بررسی کشت مخلوط جو و باقلا χ^2 و P از تیمار کشت مخلوط نسبت به تک کشت دو کبک گزارش دادند و این امر را به کنترل بهتر علف هرز در کشت مخلوط نسبت دادند. عملکرد دانه ذرت بر اساس نتایج جدول ۱

گردید که تیمارهای تاریخ کاشت و نسبت های χ^2 و P کاشت و همچنین اثر متقابل آن ها اثر معنی داری را (در سطح χ^2 و P + درصد از وزن دم روباه به دست آمد. کمتر χ^2 و P از عملکرد دانه ذرت داشتند. همانطوری که در جدول ۱ نشان داده شده است، بالاترین مقدار عملکرد دانه ذرت به تاریخ کاشت از وزن دم روباه χ^2 و P روز پس از ذرت مربوط است، که χ^2 و P از عملکرد تفاوت معنی داری را با χ^2 و P از عملکرد دانه در کاشت همزمان از وزن با ذرت ندارد. کمتر χ^2 و P از تیمار کشت از وزن دم روباه χ^2 و P روز قبل از ذرت به دست آمد.

با توجه به جدول ۱ χ^2 و P از عملکرد دانه ذرت مربوط به تیمار کشت خالص ذرت و کمترین آن به کشت مخلوط افزایش χ^2 و P برخوردار از χ^2 و P از وزن دم روباه مربوط بود، ولی χ^2 و P از عملکرد دانه ذرت در کشت های مخلوط با یکدیگر تفاوت معنی داری را ندارند. با توجه به جدول ۱ کمتر χ^2 و P از تیمار کشت به تیمار χ^2 و P + درصد از وزن در تاریخ کاشت χ^2 و P روز قبل از ذرت مربوط بود، که با تیمار χ^2 و P + درصد از وزن در همان تاریخ کاشت تفاوت معنی داری را نداشت (جدول ۱). این کاهش عملکرد دانه ذرت به احتمال زیاد به دلیل رقابت شدید از وزن با ذرت، χ^2 و P استفاده از منابع غذا χ^2 و P در اول فصل رشد توسط از وزن، در این تاریخ کاشت رخ داده است. بر اساس جدول ۱ χ^2 و P از تیمار کشت از وزن دم روباه χ^2 و P + درصد از وزن دم روباه به دست آمد که با عملکرد تیمارها در تاریخ کاشت χ^2 و P روز پس از ذرت و تیمارهای حاوی χ^2 و P + درصد از وزن دم روباه در تاریخ کاشت همزمان و همچنین کشت خالص ذرت در تاریخ χ^2 و P کاشت χ^2 و P و χ^2 و P روز پیش از ذرت تفاوت معنی داری را نداشت. بیشتر بودن عملکرد دانه ذرت در کشت مخلوط را می توان به استفاده بهتر دو کبک از منابع غذا به دلیل اختلاف در سیستم ریشه دو کبک و همچنین کنترل مطلوب علف های هرز در این تیمارها نسبت داد. در

جدول ۱- میانگین اثر متقابل تاریخ های کاشت و نسبت های کاشت بر عملکرد دانه ذرت، عملکرد دانه ارزن
دم روباهی، عملکرد دانه کل و تراکم علف هرز قیاق

Table 4. Means of interaction of planting date × planting ratio on maize grain yield, foxtail millet grain yield, total grain yield and density of *Sorghum halepensis*

ترکیب تیمار Treatment	عملکرد دانه کل (کیلوگرم در هکتار) Total grain yield (kg/ha)	عملکرد دانه ذرت (کیلوگرم در هکتار) Corn grain yield (kg/ha)	عملکرد دانه ارزن دم روباهی (کیلوگرم در هکتار) Foxtail millet grain yield (kg/ha)	تراکم علف هرز قیاق (بوته در متر مربع) Density of <i>Sorghum halepensis</i> (plant/m ²)
P1	12850 cde	12850 ab	-	4.50 abc
P2	12510 de	10750 de	1760	3.75 bcde
D1 P3	10720 f	7848 f	2872	4.50 abcd
P4	10900 f	7700 f	3200	4.00 bcde
P5	6805 g	-	6805	4.00 bcde
P1	12700 cde	12700 abc	-	3.00 bcde
P2	12160 e	9975 e	2185	2.50 de
D2 P3	14630 ab	11630 cd	3000	4.75 abc
P4	13590 bcd	10010 e	3580	2.50 de
P5	7012 g	-	7012	3.50 bcde
P1	11600 ef	11600 cd	-	5.00 ab
P2	13700 acd	11800 bcd	1900	6.25 a
D3 P3	14630 ab	12450 abc	2180	3.50 bcde
P4	15390 a	12630 abc	2760	3.00 bcde
P5	6698 g	-	6698	3.50 bcde
P1	12210 e	12210 abc	-	4.25 abcd
P2	13830 bc	12550 abc	1280	3.50 bcde
D4 P3	14200 bc	12850 ab	1350	2.00 e
P4	14410 bc	13080 a	1330	2.75 cde
P5	5470 h	-	5470	4.00 bcde

D1, D2, D3, D4: ترتیب تاریخ های کاشت اول (کاشت ارزن دم روباهی ۲۰ روز پیش از ذرت)، دوم (کاشت ارزن دم روباهی ۱۰ روز پیش از ذرت)، سوم (کاشت همزمان ارزن دم روباهی با ذرت)، چهارم (کاشت ارزن دم روباهی ۱۰ روز پس از ذرت).
P1, P2, P3, P4, P5: به ترتیب نسبت های مختلف کاشت، ذرت ۱۰۰٪، ذرت ۱۰۰٪ + ۱۲.۵٪ ارزن دم روباهی، ذرت ۱۰۰٪ + ۲۵٪ ارزن دم روباهی، ذرت ۱۰۰٪ + ۵۰٪ ارزن دم روباهی، ۱۰۰٪ ارزن دم روباهی.

میانگین های یاد هر ستون، دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی داری ندارند.

D1, D2, D3, D4: Planting date: first (planting foxtail millet 20 days before maize), second (planting foxtail millet 10 days before maize), third (planting maize and foxtail millet at the same date), fourth (planting foxtail millet 10 days after maize), respectively.

P1, P2, P3, P4, P5: Planting ratio: 100% maize, 100% maize + 12.5% foxtail millet, 100% maize + 25% foxtail millet, 100% maize + 50% foxtail millet, 100% foxtail millet, respectively.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 1% probability level- using Duncans Multiple Range Test.

موجود در کشت مخلوط نسبت دادند.

عملکرد دانه ارزن: تاریخ و نسبت کاشت بر عملکرد دانه ارزن در سطح ۱٪ اثر معنی دار داشت (جدول ۱). اساس جدول ۱ میان عملکرد دانه ارزن به تاریخ کاشت ۱۰ روز پیش از ذرت مربوط بود، که از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با تاریخ ۱۰ روزه کاشت ۱۰ روز پیش از ذرت و همزمان با ذرت را نداشت. کمتر از ۱۰ روزه عملکرد دانه ارزن نیز به تاریخ کاشت ۱۰ روز پس از ذرت مربوط بود، به احتمال زیاد، دلیل این امر سایه اندازی ۱۰ روزه در طول گلدهی و رسیدن دانه ارزن و مغلوبه‌ت ۱۰ روزه در این تاریخ کاشت است. سیستاکس و همکاران (Sistachs et al., 1993) در آزمایشی بر روی کشت مخلوط ذرت و ارزن معمولی ۱۰ روزه عملکرد ارزن را در کشت همزمان این دو گیاه گزارش کرد.

بر اساس جدول ۱ میان عملکرد دانه ارزن ۱۰ روزه کشت خالص ارزن و کمترین آن به تیمار کشت مخلوط افزایش ۱۰ روزه ذرت + ۱۰ روزه ارزن مربوط بود، که دلیل این امر را به تراکم کمتر ارزن در این ترکیب کاشت می توان نسبت داد. همانطوری که در جدول ۱ نشان داده شده است، عملکرد ارزن در دو ترکیب کاشت ۱۰ روزه ذرت + ۱۰ روزه ارزن و ۱۰ روزه ذرت + ۱۰ روزه ارزن از نظر آماری تفاوت معنی داری را با یکدیگر نداشتند. از جهت دیگر همانطور که از جدول ۱ استنباط می شود ۱۰ درصد عملکرد کشت خالص با عملکرد دانه ارزن در تیمار افزایش ۱۰ روزه ذرت + ۱۰ روزه ارزن برابری می کند و دارای ۱۰ روزه کاهش می باشد. این امر احتمالاً ناشی از تراکم بالای گیاهان و افزایش رقابت گیاهی ۱۰ روزه بوده است. اما میان عملکرد دانه ارزن در ۱۰ روزه کشت مخلوط ۱۰ روزه و ۱۰ روزه ارزن از عملکرد کشت ۱۰ روزه بیشتر بود. در بررسی کشت مخلوط ارزن و لوبیا ۱۰ روزه، عملکرد ارزن در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص افزایش ۱۰ روزه (Reddy et al., 1994).

۱۰ روزه کشت مخلوط: جدول ۱ میان

نسبت برابری زمین (LER) را در تیمارهای ۱۰ روزه کشت مخلوط نشان می دهد. کلیه تیمارهای کشت مخلوط LER ۱۰ روزه را نسبت به کشت خالص دو گیاه داشتند. ۱۰ روزه LER تیمار ۱۰ روزه ذرت + ۱۰ روزه ارزن در تاریخ کاشت همزمان آن ها به مقدار ۱۰/۱۰ تعلق داشت که معادل ۱۰ درصد افزایش عملکرد نسبت به کشت خالص دو گیاه در کلیه تاریخ ۱۰ روزه کاشت بود. کمتر از ۱۰ روزه های نسبت برابری زمین ۱۰ روزه تیمارهای تاریخ کاشت ۱۰ روز پیش از ذرت مربوط بود این امر از رقابت ارزن و ذرت در استفاده از منابع موجود و نور در ابتدای دوره رویش ۱۰ روزه کشت مخلوط زمان سودمند است که عملکرد دانه مخلوط، بیشتر از حداکثر محصول تک کشت ۱۰ روزه اضافه عملکرد به دست آمده را می توان به استفاده بهتر از منابع موجود توسط دو گیاه و اختلاف مورفولوژیک بین آن ها و کمتر بودن علف هرز در سیستم کشت مخلوط نسبت داد (Hemayati et al., 2002). تیمار ۱۰ روزه و همکاران (Hiebsch et al., 1995) در بررسی تراکم های ۱۰ روزه در کشت مخلوط ذرت و دو رقم سویا نشان دادند که مقدار نسبت برابری زمین از ۱۰/۱۰ در ترکیب ذرت با دو رقم مورد آزمایش ۱۰ روزه بر بود و علت افزایش ۱۰ روزه LER را کمتر بودن علف هرز در کشت مخلوط و ۱۰ روزه در استفاده از منابع تولید ذکر کردند. ۱۰ روزه جدول ۱ در تمام تاریخ ۱۰ روزه کاشت به جز تاریخ کاشت ۱۰ روز پس از ذرت و ۱۰ روزه نسبت ترکیب ارزن در سایه مخلوط کمتر است ۱۰ روزه به طور چشمگیری مغلوب می شود، ولی با افزایش سهم ارزن در کشت مخلوط ۱۰ روزه از حالت مغلوب ۱۰ روزه برون می آید. احتمال دارد که این امر به دلیل حساس نبودن ۱۰ روزه به سایه اندازی ذرت و رقابت خوب آن در مقایسه با ذرت به ویژه در تاریخ کاشت ۱۰ روز پیش از ذرت باشد.

جدول ۱ شاخص افزایش ۱۰ روزه کاهش عملکرد (AYL) را نشان می دهد. همانطوری که در این جدول مشخص شده است، کمتر از ۱۰ روزه این شاخص در گیاه ذرت به

جدول ۱- نسبت برابری زمین و سودمندی کشت مخلوط در کشت مخلوط ذرت و ارزن دم روباه

Table 5. Land equivalent ratio (LER) and intercropping advantage (IA) in maize and foxtail millet intercropping

ترکیب تیمارها Treatments	ذرت L L Maize	ارزن دم روباه L L Foxtail millet	نسبت برابری زمین کل Total LER	ذرت I I Maize	ارزن دم روباه I I Foxtail millet	سودمندی کل Total IA
D1 P2	0.832	0.250	1.082	0.029	4.825	4.854
D1 P3	0.602	0.409	1.011	0.003	1.915	1.918
D1 P4	0.595	0.456	1.051	0.183	0.694	0.877
D2 P2	0.776	0.244	1.020	0.007	4.514	4.521
D2 P3	0.905	0.428	1.333	0.119	2.731	2.850
D2 P4	0.778	0.510	1.288	0.103	0.993	1.096
D3 P2	0.918	0.275	1.193	0.069	5.383	5.452
D3 P3	0.968	0.362	1.331	0.119	2.724	2.843
D3 P4	0.982	0.453	1.435	0.156	1.178	1.334
D4 P2	0.976	0.181	1.157	0.056	5.205	5.261
D4 P3	1.000	0.191	1.191	0.068	2.373	2.441
D4 P4	1.017	0.190	1.207	0.074	0.890	0.964

D1, D2, D3, D4: تاریخ کاشت اول (کاشت ارزن دم روباه ۲۰ روز پیش از ذرت)، دوم (کاشت ارزن دم روباه ۱۰ روز پیش از ذرت)، سوم (کاشت همزمان ارزن دم روباه با ذرت)، چهارم (کاشت ارزن دم روباه ۱۰ روز پس از ذرت).

P2, P3, P4: نسبت مختلف کاشت، ذرت + ۱۰۰٪ ارزن دم روباه، ذرت + ۲۵٪ ارزن دم روباه، ذرت + ۵۰٪ ارزن دم روباه. LER: نسبت برابری زمین، IA: سودمندی کشت مخلوط

D1, D2, D3, D4: Planting date: first (planting foxtail millet 20 days before maize), second (planting foxtail millet 10 days before maize), third (planting maize and foxtail millet at the same date), fourth (planting foxtail millet 10 days after maize), respectively.

P2, P3, P4: Planting ratio: 100% maize + 12.5% foxtail millet, 100% maize + 25% foxtail millet, 100% maize + 50% foxtail millet, respectively.

LER: Land Equivalent Ratio, IA: Intercropping Advantage

به تک کشته ۱۰۰٪ ذرت از دو کپله تاریخ کاشت است. بنابراین ۱۰۰٪ می توان نتیجه گرفت که کشت مخلوط در کپله ۱۰۰٪ ترکیب دارای رعایت اصل ۱۰۰٪ بود، به عبارت دیگر مساعدت در کپله ۱۰۰٪ تیمارها وجود داشت. مقدار AYL در تراکم های ۱۰۰٪ بیشتر و متناسب با افزایش تراکم کمتر می شود (جدول ۱)، این امر حاکی از افزایش رقابت دو کپله در تراکم های بالا تر است.

جدول ۱ نشان دهنده میزان سودمندی کشت مخلوط (IA) ۱۰۰٪ است. بر اساس جدول ۱ کمتر ۱۰۰٪ میزان IA ذرت به تیمار افزایش ۱۰۰٪ حاوی ۱۰۰٪ ارزن در تاریخ کاشت ۱۰۰٪ روز پیش از ذرت و ۱۰۰٪ پس از ذرت ۱۰۰٪ تیمار ۱۰۰٪ ذرت + ۱۰۰٪ ارزن در تاریخ کاشت ۱۰۰٪ روز پیش از ذرت مربوط بود. کمتر ۱۰۰٪ میزان ۱۰۰٪ شاخص در ۱۰۰٪ تیمار ۱۰۰٪ ذرت + ۱۰۰٪ ارزن در تاریخ کاشت

۱۰۰٪ افزایش ۱۰۰٪ حاوی ۱۰۰٪ ارزن در تاریخ کاشت ۱۰۰٪ روز پیش از ذرت مربوط بود. ۱۰۰٪ میزان ۱۰۰٪ شاخص در ۱۰۰٪ تیمار ۱۰۰٪ ذرت + ۱۰۰٪ ارزن در تاریخ کاشت همزمان ذرت و ارزن دم روباه به دست آمد که معادل ۱۰۰٪/۱۰۰٪ افزایش عملکرد نسبت به کشت خالص ذرت دارد. کمتر ۱۰۰٪ میزان AYL ارزن به تیمار ۱۰۰٪ ذرت + ۱۰۰٪ ارزن در تاریخ کاشت ۱۰۰٪ روز پس از ذرت و ۱۰۰٪ پس از آن به تیمار ۱۰۰٪ ذرت + ۱۰۰٪/۱۰۰٪ ارزن در تاریخ کاشت همزمان مربوط بود (جدول ۱). ۱۰۰٪ میزان ۱۰۰٪ شاخص AYL کل از تیمار افزایش ۱۰۰٪ حاوی ۱۰۰٪/۱۰۰٪ ارزن در تاریخ کاشت همزمان و کمتر ۱۰۰٪ آن از تیمار ۱۰۰٪ ذرت + ۱۰۰٪ ارزن در تاریخ کاشت ۱۰۰٪ روز پیش از ذرت به دست آمد (جدول ۱). همانطوری که در جدول ۱ مشخص شده است، مثبت بودن کپله ۱۰۰٪ مقدار AYL نشان دهنده سودمندی کشت مخلوط نسبت

روز پیش از ذرت و یا بین آن از تیمار % ذرت + %/ارزن در تاریخ کاشت همزمان به دست آمد. همانطور که جدول نشان می‌دهد کمتر از آن شاخص سودمندی کل به تیمار % ذرت + %/ارزن در تاریخ کاشت روز پیش از ذرت مربوط بود، که احتمالاً ناشی از رقابت بیشتر این دو گیاه در آبیاری باشد که خود از کاشت زودتر و تراکم بیشتر ارزن در آبیاری تیمار ناشی می‌شود. از آن سودمندی اقتصادی مربوط به تیمار % ذرت + %/ارزن در

تاریخ کاشت همزمان می‌باشد که احتمالاً ناشی از استفاده بهتر از منابع موجود مانند نور، آب، موادغذایی و غیره در آبیاری تیمار می‌باشد. همانطور که در جدول مشاهده می‌شود به ترتیب هر چه بر تراکم بوته در واحد سطح افزوده می‌شود، میزان شاخص سودمندی کاهش می‌یابد. (Banik et al., 2006) در کشت مخلوط گندم و نخود به دست آوردند و اعلام کردند سودمندی اقتصادی کشت مخلوط این دو گیاه بیشتر از کشت خالص آن‌ها می‌باشد.

جدول ۶- میزان کاهش یا افزایش عملکرد واقعی در کشت مخلوط ذرت و ارزن در تیمار

Table 6. Actual yield loss or gain in maize and foxtail millet intercropping

ترکیب تیمارها Treatments	ذرت A A Maize	ارزن دم‌روبان A A Foxtail millet	افزایش یا کاهش عملکرد واقعی کل Total AYL
D1	P2	0.082	7.660
	P3	0.011	3.040
	P4	0.510	1.102
D2	P2	0.020	7.166
	P3	0.333	4.335
	P4	0.288	1.577
D3	P2	0.193	8.545
	P3	0.331	4.324
	P4	0.435	1.871
D4	P2	0.157	8.263
	P3	0.191	3.767
	P4	0.207	1.414

D1, D2, D3, D4: تاریخ کاشت: اول (کاشت ارزن دم‌روبان ۲۰ روز پیش از ذرت)، دوم (کاشت ارزن دم‌روبان ۱۰ روز پیش از ذرت)، سوم (کاشت همزمان ارزن دم‌روبان با ذرت)، چهارم (کاشت ارزن دم‌روبان ۱۰ روز پس از ذرت).

P2, P3, P4: نسبت کاشت، ۱۰۰٪ ذرت + ۱۲.۵٪ ارزن دم‌روبان، ۱۰۰٪ ذرت + ۲۵٪ ارزن دم‌روبان، ۱۰۰٪ ذرت + ۵۰٪ ارزن دم‌روبان، به ترتیب.

AYL: کاهش یا افزایش عملکرد واقعی

D1, D2, D3, D4: Planting date: first (planting foxtail millet 20 days before maize), second (planting foxtail millet 10 days before maize), third (planting maize and foxtail millet at the same date), fourth (planting foxtail millet 10 days after maize), respectively.

P2, P3, P4: Planting ratio: 100% maize + 12.5% foxtail millet, 100%maize + 25% foxtail millet, 100% maize + 50% foxtail millet, respectively.

AYL: Actual Yield Loss or Gain

علف هرز: تاریخ کاشت یا تاریخ کاشت اثر معنی‌داری در کنترل علف‌های هرز نداشتند اما تیمار نسبت‌های مختلف کاشت اثر معنی‌داری (در سطح ۱٪) بر تراکم علف‌های هرز داشت. تراکم علف‌های هرز، تراکم علف‌های هرز خرفه و سایر

گونه‌ها داشت (جدول ۷). اثر متقابل بین تاریخ کاشت و نسبت کاشت اثر معنی‌داری (در سطح ۱٪) بر تراکم علف‌های هرز داشت (جدول ۸).

مخلوط تفاوت معنی داری نداشت اما در عین حال
 ی از علف هرز را نسبت به ترکیب ی
 کشت مخلوط به خود اختصاص داد. تراکم ی
 باهان زراعی و بیشتر شدن رقابت گیاهان زراعی و
 علف هرز باعث کاهش تراکم گونه های ی
 ی هرز شد که نتیجه این امر کاهش جمعیت ی
 ی هرز در حضور گونه همراه (ارزن دم روباهی) بود.
 گومز و گور (Gomez and Gurevitch, 1998) در
 بررسی اثر کشت مخلوط ذرت و سویا بر کنترل علف
 هرز به این نتیجه دست یافتند، که کشت مخلوط افزایش
 به دلیل پوشش بهتر و متراکم تر زمین و رقابت ی
 برای استفاده از منابع موجود نسبت به کشت خالص دو
 گیاه و ترکیب ی مختلف مخلوط جایگزینی در
 کاهش میزان علف های هرز بهتر عمل نمود.
 بر اساس اطلاعات جدول ۱
 علف هرز خرفه در تیمار کشت خالص ذرت وجود
 داشت و ترکیب ی مختلف کشت مخلوط قادر به
 کاهش تعداد علف هرز خرفه شدند، اما بین ترکیب ی
 مختلف کشت مخلوط اختلاف معنی داری از لحاظ
 آماری به وجود نیامد، کمتر ی ازان جمعیت علف هرز
 خرفه مربوط به تیمار کشت مخلوط افزایش ی ذرت
 + ارزن دم روباهی بود. از اطلاعات جدول ۱
 ی توان چنانچه یجه گرفت که تیمار کشت خالص ارزن
 دم روباهی از نظر کنترل علف هرز خرفه با ترکیب ی
 افزایش ی در کشت مخلوط تفاوت معنی داری نداشت.
 کاروترز و همکاران (Carruthers et al., 1998) آزمایش
 به منظور بررسی اثر کشت مخلوط ذرت با سویا
 و برخی از گراس های یکساله بر کنترل علف های هرز
 انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که کشت مخلوط و
 بخصوص مخلوط ذرت با گراس ها در کنترل علف های
 هرز موفق عمل نمود و علت را سایه اندازی ی از
 گیاهان همراه بر روی علف هرز، در کشت مخلوط
 اعلام کردند.
 براساس اطلاعات جدول ۱
 ی ازان قیاس در

مماس علف های هرز در
 ی مختلف کاشت در جدول ۱ نشان داده شده
 است. بر اساس جدول ۱ ی مختلف کشت
 مخلوط ذرت و ارزن دم روباهی در کاهش بیوماس
 ی هرز موثر بود. تیمار کشت خالص ذرت
 ی ازان علف هرز را به خود اختصاص داده بود،
 در حالی که ی ازان ی مختلف کاشت مخلوط موفق
 به کاهش بیوماس علف های هرز ذرت به میزان بیش از
 %۱۰۰ بود. تیمار %۱۰۰ ذرت + ارزن دم روباهی
 دارای ی ازان بیوماس علف های هرز ذرت
 بود، به طوری که این کاهش به حدود %۱۰ رسید، اما
 تیمار اخیر تفاوت معنی داری ی تیمارهای کشت
 مخلوط نداشت. این کشت خالص ارزن دم روباهی
 در کنترل علف های هرز از لحاظ آماری با ترکیب ی
 مختلف مخلوط تفاوت معنی داری نداشت. دلیل این امر
 این است که احتمالاً ارزن دم روباهی به عنوان یک
 رقبا یرومند برای علف هرز محسوب می شود و اجازه
 رشد و تکثیر ی از حد را به علف های هرز نمی دهد.
 احتمالاً سایه اندازی و رقابت گیاهان با علف های هرز از
 دلایل کنترل خوب علف های هرز در تیمارهای کشت
 مخلوط افزایش ی بودند. الفورد و همکاران
 (Alford et al., 2003) در بررسی اثر کشت مخلوط ذرت
 و لویا بر کنترل علف های هرز به نتایج مشابه دست
 یافتند و علت کاهش تراکم علف هرز را ترکیب مکمل
 گیاهان زراعی در مخلوط، که باعث افزایش توان رقابت
 گیاهان با علف های هرز می شود ذکر کردند.
 ی تیمارهای مختلف ی تراکم علف هرز را، نشان
 داده است، تیمار کشت خالص ذرت ی تراکم
 علف هرز را دارا بود. تیمار %۱۰۰ ذرت + ارزن دم
 روباهی دارای کمترین تراکم علف هرز بود و جمعیت ی
 ی هرز را به وضوح کاهش داد، به طوری که
 باعث کاهش جمعیت ی ی هرز ذرت به میزان %۱۰
 نسبت به کشت خالص ذرت شد (جدول ۱). تیمار کشت
 خالص ارزن دم روباهی با ترکیب ی مختلف کشت

جدول ۷- زیست توده، تراکم علف های هرز، تراکم علف هرز خرفه و سایر علف های هرز در نسبت های مختلف کاشت ارزن دم روباهی با ذرت

Table 7. Mean weeds biomass, weeds density, density of *Portulaca oleracea*, and density of other weeds in different planting ratio of foxtail millet and maize

نسبت کاشت Planting ratio	زیست توده کل علف های هرز (کیلو گرم در هکتار) Total weeds biomass (Kg/ha)	تراکم کل علف هرز (بوته در متر مربع) Total weeds density (Plant/m ²)	تراکم علف هرز خرفه (بوته در متر مربع) Density of <i>Portulaca oleracea</i> (Plant/m ²)	تراکم سایر علف هرز (بوته در متر مربع) Density of other weeds (Plant/m ²)
P1	3002 a	21.44 a	13.190 a	4.063 a
P2	1549 b	15.81 b	9.000 b	2.813 ab
P3	1593 b	15.06 b	9.313 b	2.063 b
P4	1236 b	13.75 b	8.568 b	2.125 b
P5	1766 b	16.19 b	9.250 b	3.188 ab

P1, P2, P3, P4, P5: به ترتیب نسبت های مختلف کاشت، ذرت، ذرت + ۱۲.۵٪ ارزن دم روباهی، ذرت + ۲۵٪ ارزن دم روباهی، ذرت + ۵۰٪ ارزن دم روباهی، ۱۰۰٪ ارزن دم روباهی.

میانگین های، در هر ستون، دارای حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی داری ندارند.

P1, P2, P3, P4, P5: Planting ratio: 100% maize, 100% maize + 12.5% foxtail millet, 100%maize + 25% foxtail millet, 100% maize + 50% foxtail millet, 100% foxtail millet, respectively.

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

(Carruthers et al., 1998).

به طور کلی، نظام کشت مخلوط ذرت و ارزن دم روباهی به دلیل استفاده بهتر از منابع موجود مانند، نور، آب و مواد غذا، نسبت به کشت خالص دو گیاه برتری داشت. این نظام کشت مخلوط افزایش در کنترل علف های هرز موفق عمل نمود که یکم از دلایل افزایش علف های هرز نوع کشت مخلوط و افزایش عملکرد در این نظام است. بهار ۱۳۹۵ رسید. بهار ۱۳۹۶ ذرت + ۱۲.۵٪ ارزن دم روباهی در تاریخ کاشت همزمان دو گیاه را می توان به عنوان برتری بهار معرفی نمود، زیرا بالاتر از میزان LER (۱/۱) و عملکرد دانه را دارا بود. این افزایش عملکرد در تیمار ۱۲.۵٪ ذرت + ۱۲.۵٪ ارزن دم روباهی در تاریخ کاشت همزمان دو گیاه و کنترل علف های هرز با وجود عدم کاربرد علف کش و بدون انجام عملیات وجین دست (بدون صرف هزینه جهت کنترل علف های هرز) می توان به آن بهار رسید که بهار از لحاظ اقتصادی برتر بود.

بهار ۱۳۹۶ ذرت + ۱۲.۵٪ ارزن دم روباهی در تاریخ کاشت همزمان ارزن دم روباهی و ذرت وجود داشت. کمتر از میزان این گونه علف هرز مربوط به تیمار ۱۲.۵٪ ذرت + ۱۲.۵٪ ارزن دم روباهی در تاریخ کاشت ۱۲ روز پس از ذرت بود. اما در حالت کلی تراکم علف هرز قباق از هیچ روند خاص بهاروی نکرد.

از اطلاعات جدول ۷ می توان به آن بهار رسید که بهار کشت خالص ذرت بالاتر از میزان جمع بهار علف های هرز را نسبت به سایر بهارها دارا است. بهار ۱۲.۵٪ ذرت + ۱۲.۵٪ ارزن دارای عملکرد بهار علف هرز بود که این میزان تفاوت معنی داری بهار بهارهای کشت مخلوط نداشت. در مجموع تمام ترکیب های مختلف کشت مخلوط در کنترل گونه های بهار غالب موفق بودند. لک سیستم کشت مخلوط به روش متفاوت می تواند علف هرز را سرکوب کند، تاریخ مختلف کاشت، کشت در بین ردیف های کاشت و تعداد ردیف های کاشت گیاهان همراه می تواند بر علف هرز اثر خفه کننده داشته باشد

References

- Agegehnu, G., A. Ghizaw and W. Sinebo. 2006.** Yield performance and land use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European J. Agron.* 25: 202-207.
- Alford, C. M., J. M. Kral and D. S. Miller. 2003.** Intercropping irrigated corn with annual legumes for forage in the high plains. *Agron. J.* 95: 520-525.
- Banik, P., A. Midya, B. K. Sarkar and S. S. Ghose. 2006.** Wheat and chickpea intercropping systems in additive series experiment: Advantages and Somthering. *European. J. Agron.* 24: 324-332.
- Brummer, E. C. 1998.** Diversity, stability, and sustainable American agriculture. *Agron. J.* 90: 1-2.
- Carruthers, K., B. Prithiviraj, Q. Fe, D. Cloutier, R. C. Martin and D. L. Smith. 1998.** Intercropping corn with soybean, lupin and forage yield component responses. *European. J. Agron.* 12: 103-115.
- Do, R. and R. C. Goutan. 1987.** Management practices to increase and stabilize pearl millet production in India. In: J. R. Witcombe and Seth. R. Beckerman (eds.). *Proceedings of the International Pearl Millet Workshop.* ICRISAT.
- Francis, R. and D. R. Decoteau. 1993.** Developing and effective southern pea and sweet corn intercropping system. *Hort. Technology.* 3: 178- 184.
- Gomez, P. and J. Gurevitch. 1998.** Weed responses in a corn – soybean intercrop. *Applied Vegetation Science.* 1: 281-288.
- Hashemi Dezfoli, A. A., Kochaki and M. Banayan. 1998.** Maximizing crop yields. *Jahad Daneshgahi Mashhad.* 287 pp.
- Hemayati, S., A. Siadat and F. Sadegh zade. 2002.** Evaluation of intercropping of two corn hybrids in different densities, *Iranian Journal of Agriculture Sciences.* 25: 73-87.
- Hiebsch, C., F. Teiokagho, A. M. Chiremba and F. P. Gerdner 1995.** Plant density and soybean maturity in soybean-maize intercropping. *Agron. J.* 87: 965-989
- Hikam, S., C. G. Poneleit, C. T. Mackown and D. F. Hildebrand. 1992.** Intercropping of maize and winged bean. *Crop Sci.* 32: 195- 198.
- Liebman, M. and A. S. Davis. 2000.** Integration of soil, crop and weed management in Low- input farming systems. *Weed Research.* 40. 27-47.
- Mazaheri, D. 1998.** Intercropping. *Tehran University. Press.* pp. 262.
- Oswald, A., J. Alkamper and D. J. Midmore. 1996.** The response of sweet potato (*Ipomea batatas* lam.) to inter and relay cropping with maize (*Zea mays* L.). *J. Agron. and Crop Sci.* 176: 275-287.
- Oswald, A., J. K. Ransom, J. Kroschel and J. Sauerborn. 2002.** Intercropping controls *Striga* in maize based farming systems. *Crop Protection.* 21: 367-374.
- Oveysi, M. 2005.** A study of the effect of intercropping and nitrogen fertilizer on agronom and morphological traits of two corn (*Zea mays* L.) hybrids. M.Sc. thesis. University of Tehran. 105 pp.

- Reddy, K. C., P. L. Visser, M. C. Klaij and C. Renard. 1994.** The effect of sole and traditional intercropping of millet and cowpea on soil and crop productivity. Expt. Agric. 30: 83-88.
- Samarajeewa, K. B. D. P., H. Takatsugu and O. Shinyo. 2006.** Finger millet (*Eleusine corocanal L. Gaertn*) as a cover crop on weed control , growth and yield of soyabean under diffrent tillage systems. Soli & Tillage Research. 90: 93-99.
- Sistachs, M., R. Crespo and G .C. Padilla. 1993.** Effects of seed dosage and time of seasonal culture intercropping guinea grass (*Panicum maximum*) establishment with maize. Cub. J. Agric. Sci. 27: 97- 100.
- Yazdi Samadi, B and k. poustini. 1994.** The principles of arable crop production. Markaz Nashr Daneshgahi. 300 pp.

Effect of planting date and intercropping maize (*Zea mays* L.) and foxtail millet (*Setaria italica* L.) on their grain yield and weeds control

Shaygan¹, M., D. Mazaheri², H. Rahimian Mashhadi³ and S. A. Peyghambari⁴

ABSTRACT

Shaygan, M., D. Mazaheri, H. Rahimian Mashhadi and S. A. Peyghambari. 2008. Effect of planting date and intercropping maize (*Zea mays* L.) and foxtail millet (*Setaria italica* L.) on their grain yield and weeds control. **Iranian Journal of Crop Sciences**. 10 (1): 31-46.

In order to study the effect of corn and foxtail millet intercropping on grain yield and weed control, an experiment was conducted in a split plot arrangement in randomized complete block design with four replications at the Field Station of Tehran University in Karaj during 2006 cropping season. In this experiment maize (SC704) and foxtail millet (KFM4) was intercropped using additive pattern. In this study, the main plots were different dates of planting (planting foxtail millet 20 days before maize planting, planting foxtail millet 10 days before maize planting, planting maize and foxtail millet at the same date, planting foxtail millet 10 days after maize planting). Sub-plots were pure stand of two crops as well as three intercropping ratios (100% maize +12.5% foxtail millet, 100% maize + 25% foxtail millet, 100% maize + 50% foxtail millet). Intercropping of maize and foxtail millet controlled weeds and intercropping ratio of 100% maize + 50% foxtail millet had the lowest weeds density and biomass. The combination of 100% maize + 50% foxtail millet at the same planting date was the superior treatment, because of the highest Land Equivalent Ratio (1.435) and the highest grain yield. This was referred to better use of growth inputs and control of weeds biomass and density as compared to monoculture. Generally, intercropping 100% maize + 50% foxtail millet in the same planting date was of high grain yield, better use of growth resource and reducing of weeds density.

Key words: Intercropping, Maize, Foxtail millet, Weeds, Planting date, Land Equivalent Ratio

Received: November 2007

1- Researcher, Agriculture and Natural Resources Campus, University of Tehran, Karaj, Iran (Corresponding author).

2 and 3- Professor, Agriculture and Natural Resources Campus, University of Tehran, Karaj, Iran

4- Assistant Professor, Agriculture and Natural Resources Campus, University of Tehran, Karaj, Iran