

## بررسی اثر کشت مخلوط بر عملکرد علوفه خشک سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor*) و ارزن مرواریدی (*Pennisetum spp.*)

امیرمهدی خلعتبری<sup>۱</sup>، سید محمد باقر حسینی<sup>۲\*</sup>، ناصر مجنون حسینی<sup>۳</sup> و داریوش مظاهری<sup>۴</sup>  
۱، ۲، ۳، ۴، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار، دانشیار، دانشیار و استاد  
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران  
(تاریخ دریافت: ۸۷/۱۲/۶ - تاریخ تصویب: ۸۸/۷/۸)

### چکیده

این تحقیق در سال ۱۳۸۴ در مزرعه آموزشی- پژوهشی (پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج)) به منظور بررسی کشت مخلوط سورگوم علوفه‌ای (رقم KFS<sub>2</sub>) با ارزن مرواریدی در نسبتها و تراکم‌های مختلف کاشت در ۲ چین انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل اصلی شامل سه تراکم: ۲۰۰، ۲۷۰ و ۳۴۰ هزار بوته در هکتار برای هر گیاه و عامل فرعی شامل ۷ نسبت کاشت؛ تک کشتی سورگوم، تک کشتی ارزن، مخلوط ۷۵٪ سورگوم+۲۵٪ ارزن مرواریدی، مخلوط ۷۵٪ ارزن مرواریدی+۲۵٪ سورگوم، مخلوط ۵۰٪ سورگوم+۵۰٪ ارزن مرواریدی، مخلوط ۱۰۰٪ سورگوم+۲۰٪ ارزن مرواریدی، مخلوط ۱۰۰٪ ارزن مرواریدی+۲۰٪ سورگوم بودند. در چین اول در تیمارهای کشت خالص سورگوم و کشت خالص ارزن مرواریدی بالاترین عملکرد علوفه خشک حاصل شد. با بررسی عملکرد تک بوته مشاهده شد که مخلوط ۷۵٪ ارزن مرواریدی+۲۵٪ سورگوم برای گیاه سورگوم علوفه‌ای و مخلوط ۷۵٪ سورگوم+۲۵٪ ارزن مرواریدی برای گیاه ارزن مرواریدی دارای بالاترین پتانسیل عملکرد بودند. در چین دوم نیز کشت خالص سورگوم و کشت خالص ارزن مرواریدی بالاترین عملکرد علوفه خشک را به خود اختصاص دادند. از لحاظ عملکرد تک بوته تیمار مخلوط ۷۵٪ سورگوم+۲۵٪ ارزن مرواریدی برای سورگوم و ارزن مرواریدی بالاترین میزان را به خود اختصاص دادند. برای مجموع عملکرد هر دو گیاه بالاترین میزان عملکرد علوفه خشک مربوط به کشت خالص ارزن مرواریدی بود، ولی بیشترین میزان عملکرد تک بوته را مخلوط ۷۵٪ سورگوم+۲۵٪ ارزن مرواریدی به خود اختصاص داد. محاسبه نسبت برابری زمین (LER) در مجموع دو چین نشان داد که نسبت کشت مخلوط ۷۵٪ ارزن مرواریدی+۲۵٪ سورگوم با LER=1.43 بیشترین نسبت برابری زمین را برای علوفه خشک دارا می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: کشت مخلوط، سورگوم علوفه‌ای، ارزن مرواریدی، نسبت برابری زمین.

### مقدمه

مدیریت مطلوب کنترل آفات و علف‌های هرز، عملکرد بیشتری نسبت به کشت خالص (تک‌کشتی) تولید می‌گردد (Mazaheri, 1994a). گیاهانی که در این تحقیق شرکت داشتند (سورگوم، ارزن مرواریدی) جایگاه

کشت مخلوط از ارکان کشاورزی پایدار محسوب می‌شود. در کشت مخلوط گیاهان (Intercropping) با بهره‌گیری از اصول طبیعی تنوع گیاهان در مزرعه و

جست (Mazaheri, 1994b). زمانی که نسبت برابری زمین بالاتر از یک باشد نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به تک کشتی است ولی اگر کمتر از ۱ باشد کشت خالص سودمندی بیشتری دارد و زمانیکه این شاخص برابر با یک باشد هیچ کدام از این دو سیستم کشت نسبت به یکدیگر برتری ندارند. کشت مخلوط باعث تغییر میزان نور منتقل شده به داخل سطوح و لایه های پائینی جامعه گیاهی شده و از این طریق بر رقابت گونه‌های گیاهی شرکت کننده در کشت مخلوط در کسب منابع مختلف نظیر آب، نور و مواد مغذی اثر می‌گذارد (Huda, 1998).

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۴ در مزرعه آموزشی-پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج) به منظور بررسی کشت مخلوط سورگوم علوفه‌ای (رقم  $KFS_2$ ) با ارزن مرواریدی (هیبرید نوتریفید) در نسبت‌ها و تراکم‌های مختلف کاشت در ۲ چین انجام شد. کرج از نظر اقلیمی با داشتن ۱۵۰ تا ۱۸۰ روز خشک، دارای رژیم رطوبتی خشک، همراه با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد و مرطوب بوده آب و هوای آن مدیترانه‌ای محسوب می‌شود. خاک مزرعه آزمایشی از نظر خصوصیات کلی دارای مشخصات حاصل از رسوبات بادبزی و رودخانه کرج هستند و بافت خاک از نوع لومی و رسی می‌باشد. مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک به ترتیب: ۰/۰۷۵ درصد، ۱۲/۴ و ۱۶/۵ پی‌پی‌ام بود.

آزمایش فوق به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل اصلی شامل ۳ تراکم گیاهی؛ ۲۰۰، ۲۷۰ و ۳۴۰ هزار بوته در هکتار بود. عامل فرعی شامل ۷ نسبت کاشت؛ تک کشتی سورگوم، تک کشتی ارزن مرواریدی، مخلوط ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی، مخلوط ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی، مخلوط ۱۰۰٪ سورگوم + ۲۰٪ ارزن مرواریدی، مخلوط ۱۰۰٪ ارزن مرواریدی + ۲۰٪ سورگوم بود. تاریخ کاشت مصادف با پانزدهم خرداد ماه بود. نحوه کاشت به صورت جوی پشته و طول هر کرت ۵ متر و

خاصی را در نظام‌های کشت، بخصوص کشت مخلوط، به خود اختصاص می‌دهند. هر دو از گیاهان علوفه‌ای بسیار مهم در امریکای شمالی و جنوبی، آفریقای جنوبی و استرالیا هستند و عمدتاً در الگوهای زراعت مخلوط کشت می‌شوند (Vandermeer, 1993). در باب کشت مخلوط می‌توان از گیاهانی با ارتفاع بلند و برگ‌هایی با رشد عمودی مثل سورگوم و ارزن استفاده کرد که با رقابت کم و نفوذ بیشتر نور به داخل پوشش گیاهی باعث افزایش عملکرد در کشت مخلوط می‌شوند (Hulse et al., 1990). در ساختار کانوپی گیاهانی نظیر سورگوم و ارزن صفاتی مانند ارتفاع بوته، سطح برگ و توزیع عمودی برگ‌ها از عوامل بسیار مهم برای جذب مناسب نور و موفقیت در کشت مخلوط دو گیاه به شمار می‌روند (Bishnoi et al., 1992).

تحقیقات نشان می‌دهد که برتری بیولوژیک زراعت مخلوط نتیجه استفاده کامل‌تر از منابع رشد است (Mazaheri, 1996). اجزای مخلوط ممکن است از نظر استفاده از منابع رشد تفاوت داشته باشند، چنانچه وقتی با همدیگر کشت می‌شوند استفاده مؤثرتری را از نور، آب و مواد غذایی نسبت به کشت جداگانه خواهند داشت. از مزایای زراعت مخلوط افزایش تنوع در مزرعه، به حداقل رساندن ریسک‌های کشاورزی، افزایش سود حاصله و بالاخره حفظ منابع طبیعی را می‌توان نام برد (Vandermeer, 1993). دو گیاه به سبب آن که از اصلی‌ترین گیاهان C4 هستند از این‌رو توانایی رشد بالایی دارند. کشت مخلوط دو گیاه نسبتاً مشابه از نظر مدیریتی مشکلات چندانی را ایجاد نخواهد کرد. در این خصوص می‌توان به همزمانی کشت، و روش یکسان داشت و برداشت اشاره نمود. هر دو گیاه نسبت به شرایط تنش خشکی متحمل بوده و می‌توان از آنها در مناطق خشک و نیمه خشک بعنوان منبع قابل اطمینان علوفه بهره جست. مجموع عملکرد علوفه در کشت مخلوط وابسته به برتری یکی از گونه‌ها می‌باشد. رقابت برون گونه ای برای کسب منابع رشد مانند آب و نور می‌تواند باعث برتری عملکرد و افزایش بیوماس کل سیستم کشت مخلوط شود (Crabtree et al., 2000). برای محاسبه برتری کشت مخلوط نسبت به تک کشتی می‌توان از شاخصی بنام نسبت برابری زمین (LER) بهره

تک بوته در چین اول (جدول ۳) دیده شد که مخلوط ۷۵٪/۲۵٪ ارزن مرواریدی + سورگوم از لحاظ عملکرد در تک بوته علوفه سبز سورگوم با میانگین عملکرد ۵۰۲۰۷ گرم در بوته دارای بالاترین پتانسیل عملکرد بود که برتری کشت مخلوط را نشان می‌دهد (شکل ۳). در چین دوم کشت خالص سورگوم از لحاظ عملکرد علوفه خشک با میانگین عملکرد ۹۵۶۶ کیلوگرم در هکتار دارای بالاترین پتانسیل عملکرد می‌باشند. مخلوط ۷۵٪/۲۵٪ ارزن مرواریدی و مخلوط ۵۰٪/۵۰٪ ارزن مرواریدی در مرتبه بعدی قرار گرفته است. مخلوط ۷۵٪/۲۵٪ ارزن مرواریدی + سورگوم و ۱۰۰٪/۲۰٪ ارزن مرواریدی در گروه آماری یکسانی قرار گرفته و فاقد تفاوت معنی‌داری هستند. در نهایت از نظر عملکرد خشک کمترین پتانسیل عملکرد علوفه خشک سورگوم علوفه‌ای در چین دوم مربوط به مخلوط ۱۰۰٪/۲۰٪ ارزن مرواریدی + سورگوم می‌باشد که در مقایسه با سایر ترکیب‌ها از کمترین سودمندی برخوردار بود (جدول ۲)، ولی با بررسی مجدد عملکرد تک بوته در چین دوم (جدول ۴) مشاهده شد که مخلوط ۷۵٪/۲۵٪ ارزن مرواریدی از لحاظ عملکرد در تک بوته علوفه سبز سورگوم با میانگین عملکرد ۴۸۴/۹ گرم در بوته دارای بالاترین پتانسیل عملکرد می‌باشد که خود دلیل برتری کشت مخلوط است (شکل ۳). در باب کشت مخلوط می‌توان از گیاهانی استفاده نمود که دارای ارتفاع بلند و برگ‌هایی با رشد عمودی مثل سورگوم و ارزن استفاده نمود که با رقابت کم و نفوذ بیشتر نور به داخل پوشش گیاهی باعث افزایش عملکرد در کشت مخلوط شوند (Morris et al., 1999). Singh & Ahuja (1990) در تحقیقی تحت عنوان کشت مخلوط سورگوم دانه ای بقولات علوفه‌ای تحت شرایط دیم در شمال غربی هندوستان بدین نتیجه رسیدند که عملکرد سورگوم بطور محسوسی به علت ارتباط با گیاهان تیره بقولات نسبت به تک‌کشتی سورگوم افزایش یافته است. از طرفی تراکم‌های مختلف کاشت در چین اول باعث اختلاف معنی‌دار بر میزان عملکرد علوفه خشک گیاه سورگوم علوفه‌ای ذکر شده نگردید. اثر متقابل تراکم‌های کاشت و سطوح مختلف مخلوط معنی‌دار نشد.

برای گیاه ارزن مرواریدی در باب عملکرد علوفه

فاصله بین پشته‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری در ابتدای مراحل رشد هر دو گیاه هر شش روز یک بار و در مراحل رسیدگی هر یازده روز یک بار بصورت نشتی صورت گرفت. در این آزمایش هم از روش جایگزینی و هم افزایشی برای کشت مخلوط استفاده شد. عملیات برداشت علوفه چین اول ۸۰ روز پس از کاشت و عملیات برداشت چین دوم ۴۰ روز بعد از برداشت اول (یعنی در آغاز مرحله گلدهی سورگوم و ارزن مرواریدی) صورت گرفت. در هر واحد آزمایشی دو ردیف از هر طرف و ۱ متر از ابتدا و انتهای کلیه ردیف‌ها به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. چین اول و دوم مصادف با ظهور اولین گل‌آذین سورگوم و ارزن مرواریدی بودند. در طول آزمایش، طرح با آفت و بیماری روبرو نشد. وزن علوفه تر اندازه گرفته شد و سپس نمونه‌ها به داخل آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت چهار و هشت ساعت، برای رسیدن به وزن خشک ثابت منتقل شدند. بمنظور ارزیابی تیمارهای کشت مخلوط شاخص نسبت برابری زمین (LER)<sup>۱</sup> استفاده گردید.

## نتایج و بحث

### چین اول و دوم

تجزیه واریانس عملکرد علوفه خشک برای گیاه سورگوم علوفه‌ای در چین اول نشان داد که در بین تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۱ وجود دارد (جدول ۱) مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن مشخص کرد که علوفه خشک سورگوم در چین اول کشت خالص سورگوم با میانگین ۱۲۷۳۳ کیلوگرم در هکتار دارای بالاترین پتانسیل عملکرد می‌باشد. بین تیمارهای ۷۵٪/۲۵٪ ارزن مرواریدی، ۷۵٪/۲۵٪ ارزن مرواریدی + سورگوم، ۵۰٪/۵۰٪ ارزن مرواریدی + سورگوم، ۱۰۰٪/۲۰٪ ارزن مرواریدی + سورگوم و ۱۰۰٪/۲۰٪ ارزن مرواریدی از لحاظ عملکرد علوفه سبز سورگوم تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. تیمار ۱۰۰٪/۲۰٪ ارزن مرواریدی + سورگوم دارای کمترین پتانسیل عملکرد علوفه خشک برای سورگوم بود (شکل ۱). ولی با بررسی عملکرد در

1. Land Equivalent Ratio (LER)

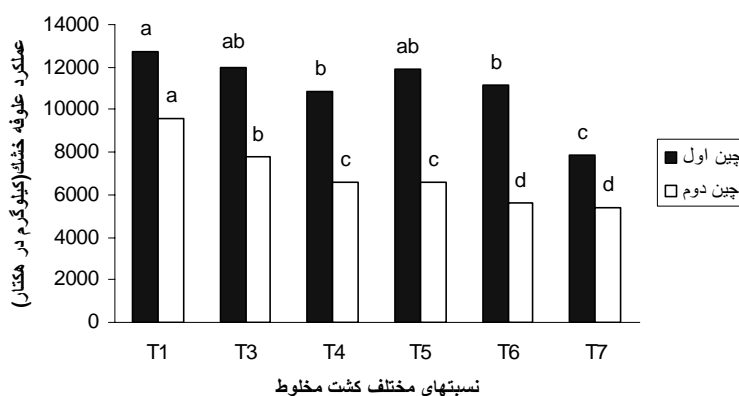
مروریدی + ۲۵٪ سورگوم، کشت خالص ارزن مروریدی در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند و فاقد تفاوت معنی‌داری هستند تیمارهای ۵۰٪ سورگوم + ۵۰٪ ارزن مروریدی و ۱۰۰٪ ارزن مروریدی + ۲۰٪ سورگوم از نظر عملکرد خشک در مراتب بعدی قرار گرفته‌اند و فاقد تفاوت معنی‌داری هستند.

خشک در چین اول، تجزیه واریانس نشان داد که در بین تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود دارد (جدول ۱). کشت خالص ارزن مروریدی از لحاظ عملکرد علوفه خشک با میانگین عملکرد ۱۱۶۹۲ کیلوگرم در هکتار دارای بالاترین پتانسیل عملکرد می‌باشند. تیمارهای ۷۵٪ ارزن

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد علوفه خشک سورگوم علوفه‌ای و ارزن مروریدی (چین اول)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		علوفه خشک سورگوم علوفه‌ای	مجموع علوفه خشک دو گیاه
بلوک	۲	۰/۲۸۳	۰/۱۷۰
تراکم (a)	۲	۲/۲۸۵	۱/۸۵۱
خطای (a)	۴	۰/۲۴۲	۰/۳۶۰
سطوح مختلف مخلوط (b)	۶	۱۸۸/۸۹۹**	۸/۸۴۲**
اثر متقابل (a*b)	۱۲	۰/۲۶۱	۰/۰۶۲
خطای (b)	۳۶	۰/۲۱۵	۰/۰۹۵
کل	۶۲		

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

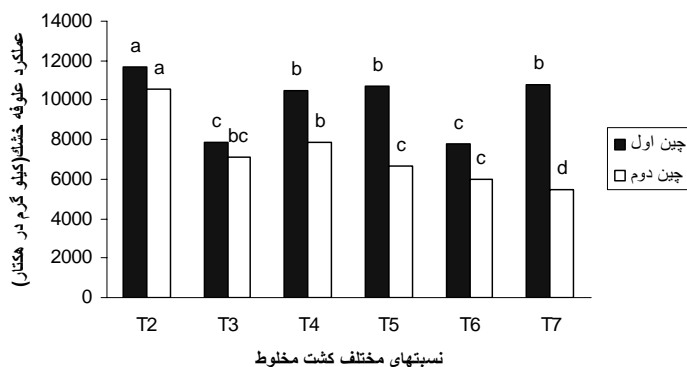


شکل ۱- مقایسه عملکرد علوفه خشک سورگوم (چین اول و دوم) در سطوح مختلف کشت مخلوط با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن. حروف غیرمشابه معرف معنی‌دار بودن تیمارهاست. تیمارها به ترتیب شامل: T1 = تک کشتی سورگوم، T3 = مخلوط ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مروریدی، T4 = مخلوط ۷۵٪ ارزن مروریدی + ۲۵٪ سورگوم، T5 = مخلوط ۵۰٪ سورگوم + ۵۰٪ ارزن مروریدی، T6 = مخلوط ۱۰۰٪ سورگوم + ۲۰٪ ارزن مروریدی، T7 = مخلوط ۱۰۰٪ ارزن مروریدی + ۲۰٪ سورگوم.

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد در هکتار علوفه خشک سورگوم علوفه‌ای و ارزن مروریدی (چین دوم)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		علوفه خشک سورگوم علوفه‌ای	مجموع علوفه خشک دو گیاه
بلوک	۲	۰/۱۰۳	۰/۰۰۶
تراکم (a)	۲	۰/۱۳۲	۰/۰۱۲
خطای (a)	۴	۰/۰۹۸	۰/۰۱۵
سطوح مختلف مخلوط (b)	۶	۷۹/۵۱۸**	۳۲/۴۹۵**
اثر متقابل (a*b)	۱۲	۰/۰۶۲	۰/۰۰۳
خطای (b)	۳۶	۰/۰۶۹	۰/۰۰۳
کل	۶۲		

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.



شکل ۲- مقایسه عملکرد علوفه خشک ارزن مرواریدی (چین اول و دوم) در سطوح مختلف کشت مخلوط با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن. حروف غیرمشابه معرف معنی دار بودن تیمارهاست. تیمارها به ترتیب شامل: T2= تک کشتی ارزن مرواریدی، T3= مخلوط ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی، T4= مخلوط ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی، T5= مخلوط ۵۰٪ سورگوم + ۵۰٪ ارزن مرواریدی، T6= مخلوط ۱۰۰٪ سورگوم + ۲۰٪ ارزن مرواریدی، T7= مخلوط ۱۰۰٪ سورگوم + ۲۰٪ ارزن مرواریدی.

آنها وجود ندارد. در این میان مخلوط ۱۰۰٪ ارزن مرواریدی + ۲۰٪ سورگوم در مقایسه با سایر تیمارها دارای حداقل پتانسیل عملکرد علوفه خشک سورگوم علوفه‌ای می‌باشند (جدول ۲). نتایج حاصل از بررسی عملکرد ارزن مرواریدی در تک بوته در چین دوم برتری کشت مخلوط را نشان داد، در این چین مخلوط ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی با میانگین عملکرد ۴۵۰/۲ گرم در بوته دارای بالاترین پتانسیل عملکرد بود (شکل ۴).

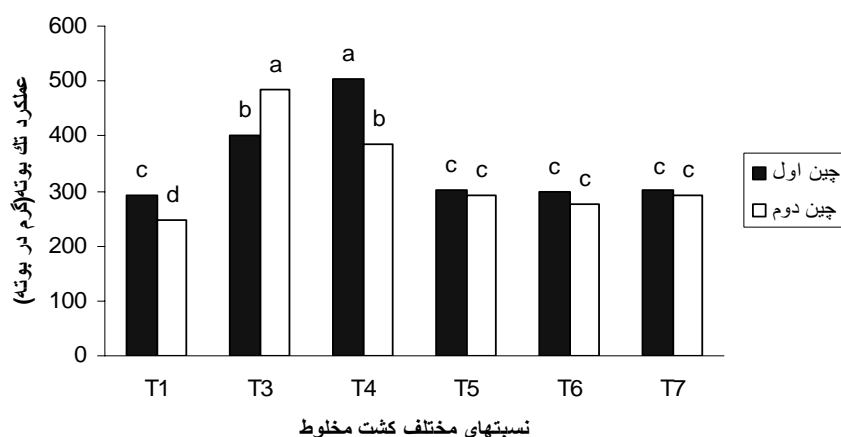
در باب مجموع عملکرد علوفه خشک سورگوم علوفه‌ای و ارزن مرواریدی در چین اول تجزیه واریانس نشان داد که در بین تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود دارد. از لحاظ عملکرد علوفه خشک، کشت خالص سورگوم با میانگین عملکرد ۱۲۶۲۲ کیلوگرم در هکتار دارای بالاترین پتانسیل عملکرد دو گیاه ذکر شده در چین اول شد که از نظر آماری در بالاترین گروه بندی قرار گرفت (شکل ۵).

در انتها تیمارهای ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی و ۱۰۰٪ سورگوم + ۲۰٪ ارزن مرواریدی در مقایسه با سایر ترکیب‌های کشت مخلوط دارای حداقل پتانسیل عملکرد علوفه خشک ارزن مرواریدی می‌باشند (شکل ۲). با بررسی عملکرد در تک بوته این گیاه در چین اول (جدول ۳) مشاهده شد که بالاترین مقدار مربوط به مخلوط ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی مرواریدی با میانگین عملکرد ۴۶۶۶ گرم در بوته بود (شکل ۴). در چین دوم کشت خالص ارزن مرواریدی با میانگین عملکرد ۱۰۵۶۶ کیلوگرم در هکتار دارای بالاتری میزان عملکرد علوفه خشک شد و در بالاترین گروه آماری قرار گرفت (شکل ۲). مخلوط ۷۵٪ ارزن مرواریدی + ۲۵٪ سورگوم و مخلوط ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی در یک گروه آماری قرار گرفتند. مخلوط ۵۰٪ سورگوم + ۵۰٪ ارزن مرواریدی و مخلوط ۱۰۰٪ سورگوم + ۲۰٪ ارزن مرواریدی از لحاظ عملکرد علوفه خشک سورگوم در یک گروه آماری قرار داشته و تفاوت معنی‌داری بین

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد تک بوته سورگوم علوفه‌ای و ارزن مرواریدی (چین اول)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات عملکرد تک بوته سورگوم	میانگین مربعات عملکرد تک بوته ارزن مرواریدی	مجموع عملکرد تک بوته دو گیاه
بلوک	۲	۲/۶۸۳	۱۰/۶۱۹	۴/۳۹۷
تراکم (a)	۲	۱۰/۱۱	۴۷/۱۹۰	۲/۷۷۸
خطای (a)	۴	۱۲/۶۸۳	۳۱/۷۳۸	۱۲/۸۲۵
سطوح مختلف مخلوط (b)	۶	۲۱۲۲۲۸/۱**	۱۷۵۳۴۴/۹**	۲۷۷۹۶/۹**
اثر متقابل (a*b)	۱۲	۳/۶۸۵	۹/۹۸۷	۱/۱۳۰
خطای (b)	۳۶	۲/۲۵۷	۷/۰۳۲	۲/۱۸۳
کل	۶۲			

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

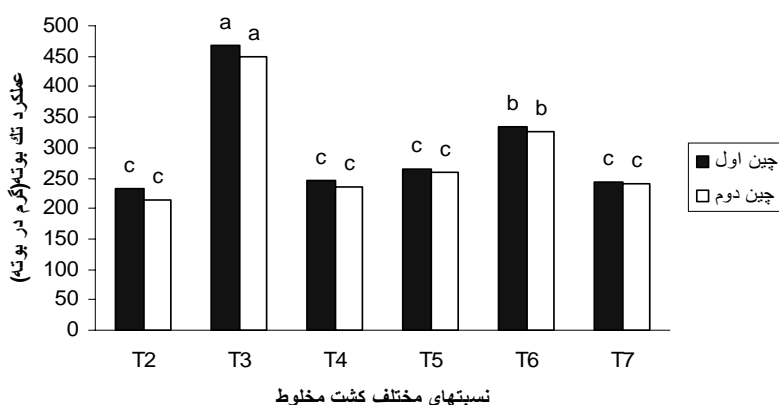


شکل ۳- مقایسه عملکرد تک بوته سورگوم علوفه‌ای (چین اول و دوم) در سطوح مختلف کشت مخلوط با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن. حروف غیرمشابه معرف معنی‌دار بودن تیمارهاست. تیمارها به ترتیب شامل: T1 = تک کشتی سورگوم، T3 = مخلوط ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی، T4 = مخلوط ۷۵٪ ارزن مرواریدی + ۲۵٪ سورگوم، T5 = مخلوط ۵۰٪ سورگوم + ۵۰٪ ارزن مرواریدی، T6 = مخلوط ۱۰۰٪ سورگوم + ۲۰٪ ارزن مرواریدی، T7 = مخلوط ۱۰۰٪ ارزن مرواریدی + ۲۰٪ سورگوم

جدول ۴- تجزیه واریانس عملکرد تک بوته سورگوم علوفه‌ای و ارزن مرواریدی (چین دوم)

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد تک بوته سورگوم	عملکرد تک بوته ارزن مرواریدی	میانگین مربعات
بلوک	۲	۰/۸۲۵	۰/۲۵۴	۱/۴۷۶
تراکم (a)	۲	۱۲/۴۱۲	۰/۳۰۲	۱/۸۵۷
خطای (a)	۴	۱۱/۱۱	۰/۳۹۷	۵/۴۷۶
سطوح مختلف مخلوط (b)	۶	۱۹۹۴۹۱/۱**	۱۶۴۵۹۸/۱**	۳۱۵۹۰/۲**
اثر متقابل (a*b)	۱۲	۲/۹۷۴	۰/۰۹۸	۱/۴۵۰
خطای (b)	۳۶	۲/۱۶۴	۰/۱۰۸	۱/۶۶۱
کل	۶۲			

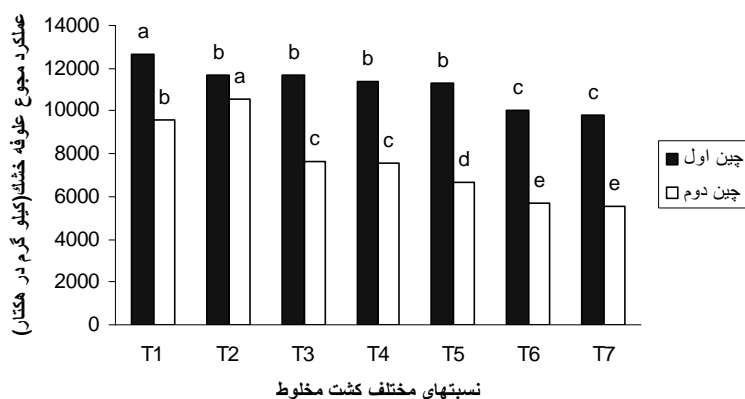
\*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.



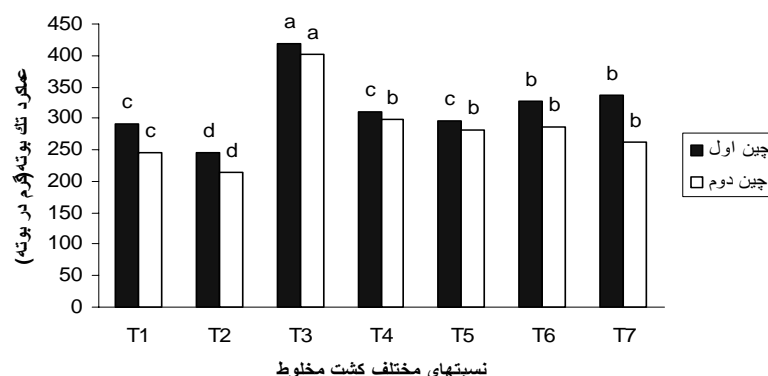
شکل ۴- مقایسه عملکرد تک بوته ارزن مرواریدی (چین اول و دوم) در سطوح مختلف کشت مخلوط با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن. حروف غیرمشابه معرف معنی‌دار بودن تیمارهاست. تیمارها به ترتیب شامل: T2 = تک کشتی ارزن مرواریدی، T3 = مخلوط ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی، T4 = مخلوط ۷۵٪ ارزن مرواریدی + ۲۵٪ سورگوم، T5 = مخلوط ۵۰٪ سورگوم + ۵۰٪ ارزن مرواریدی، T6 = مخلوط ۱۰۰٪ سورگوم + ۲۰٪ ارزن مرواریدی، T7 = مخلوط ۱۰۰٪ ارزن مرواریدی + ۲۰٪ سورگوم.

+ ۵۰٪ ارزن مرواریدی به تنهایی در گروه آماری جداگانه‌ای جای گرفت. مخلوط ۱۰۰٪ ارزن مرواریدی + ۲۰٪ سورگوم و مخلوط ۱۰۰٪ سورگوم + ۲۰٪ ارزن مروارید در آخرین گروه آماری قرار گرفت (جدول ۲). نتایج حاصل از بررسی مجموع عملکرد دو گیاه در تک بوته در چین دوم (جدول ۴) برتری کشت مخلوط را نشان داد. در چین دوم مخلوط ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی از لحاظ عملکرد در تک بوته علوفه سبز سورگوم علوفه‌ای و ارزن مرواریدی با میانگین عملکرد ۴۰۲/۸ گرم در بوته دارای بالاترین پتانسیل عملکرد می‌باشد (شکل ۶). Huda (1998) معتقد است انتخاب گیاهان با نیازهای طبیعی و مدیریتی مشابه نظیر سورگوم علوفه‌ای و ارزن مرواریدی می‌تواند باعث کاهش رقابت دو گیاه مذکور و افزایش عملکردشان در کشت مخلوط گردد. Rajput et al. (1999) بر خلاف نتایج حاصله طی مطالعه‌ای بر روی میزان تولید علوفه در کشتهای خالص و مخلوط غلات و بقولات تحت شرایط تابستان دو رقم ارزن مرواریدی، دو رقم سورگوم و دو رقم ذرت و یک رقم لوبیا چشم بلبلی را با کشت در ردیف‌های متناوب در حالات ترکیبی مختلف مورد بررسی قرار دادند. آنها چنین مشاهده نمودند که در کشت خالص این گیاهان، سورگوم (رقم پایونیر ۹۸۸) و ذرت (رقم افریکن تال) بطور معنی‌داری ماده سبز و خشک بیشتری نسبت به سایر تیمارها تولید نموده‌اند.

بعد از آن به ترتیب تیمارهای کشت خالص ارزن مرواریدی، ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی، ۷۵٪ ارزن مرواریدی + ۲۵٪ سورگوم، ۵۰٪ سورگوم + ۵۰٪ ارزن مرواریدی در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند و فاقد تفاوت معنی‌داری هستند. در انتها تیمارهای ۱۰۰٪ ارزن مرواریدی + ۲۰٪ سورگوم و ۱۰۰٪ سورگوم + ۲۰٪ ارزن مرواریدی از نظر عملکرد خشک در آخرین گروه آماری قرار گرفته‌اند و دارای کمترین میزان عملکرد علوفه خشک می‌باشند (جدول ۱). نتایج حاصل از بررسی مجموع عملکرد دو گیاه در تک بوته در چین اول (جدول ۳) برتری کشت مخلوط را نشان داد. در این چین مخلوط ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی از لحاظ عملکرد در تک بوته علوفه سبز سورگوم علوفه‌ای و ارزن مرواریدی با میانگین عملکرد ۴۱۷/۶ گرم در بوته دارای بالاترین پتانسیل عملکرد تک بوته در چین اول می‌باشد (شکل ۶). در چین دوم کشت خالص ارزن مرواریدی با میانگین عملکرد ۱۰۵۸۹ کیلوگرم در هکتار از لحاظ عملکرد علوفه خشک دارای بالاترین پتانسیل عملکرد دو گیاه ذکر شده می‌باشد (شکل ۵). بلافاصله بعد از آن کشت خالص سورگوم قرار گرفته است. مخلوط ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی و مخلوط ۷۵٪ ارزن مرواریدی + ۲۵٪ سورگوم در گروه آماری یکسانی جای داشته و بعد از کشت‌های خالص بالاترین عملکرد را به خود اختصاص دادند. مخلوط ۵۰٪ سورگوم



شکل ۵- مقایسه مجموع عملکرد علوفه خشک سورگوم علوفه‌ای و ارزن مرواریدی (چین اول و دوم) در سطوح مختلف کشت مخلوط با استفاده از آزمون دانکن. حروف غیرمشابه معرف معنی‌دار بودن تیمارهاست. تیمارها به ترتیب شامل: T1= تک کشتی سورگوم، T2= تک کشتی ارزن مرواریدی، T3= مخلوط ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی، T4= مخلوط ۷۵٪ ارزن مرواریدی + ۲۵٪ سورگوم، T5= مخلوط ۵۰٪ سورگوم + ۵۰٪ ارزن مرواریدی، T6= مخلوط ۱۰۰٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی، T7= مخلوط ۱۰۰٪ ارزن مرواریدی + ۲۵٪ سورگوم.



شکل ۶- مقایسه مجموع عملکرد تک بوته سورگوم علوفه‌ای و ارزن مرواریدی (چین اول و دوم) در سطوح مختلف کشت مخلوط با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن. حروف غیرمشابه معرف معنی‌دار بودن تیمارهاست. تیمارها به ترتیب شامل: T1= تک کشتی سورگوم، T2= تک کشتی ارزن مرواریدی، T3= مخلوط ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی، T4= مخلوط ۷۵٪ ارزن مرواریدی + ۲۵٪ سورگوم، T5= مخلوط ۵۰٪ سورگوم + ۵۰٪ ارزن مرواریدی، T6= مخلوط ۱۰۰٪ سورگوم + ۲۰٪ ارزن مرواریدی، T7= مخلوط ۱۰۰٪ ارزن مرواریدی + ۲۰٪ سورگوم، (LER): محاسبه نسبت برابری زمین.

جدول ۵- مقادیر نسبت برابری زمین (LER) برای عملکرد علوفه خشک سورگوم و ارزن مرواریدی در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط

تیمارها	نسبت برابری زمین (LER)	
	سورگوم	ارزن مرواریدی
T3	۰/۸۱	۰/۵۶
T4	۰/۶۶	۰/۷۷
T5	۰/۷۱	۰/۷۱
T6	۰/۶۷	۰/۵۶
T7	۰/۵۳	۰/۶۸

۲۰٪ سورگوم با  $LER=1/21$  کمترین مقدار نسبت برابری زمین را برای علوفه خشک به خود اختصاص داده‌اند. مشخص می‌شود که چگونه یک کشت مخلوط به مانند آزمایش فوق نسبت به اجزای خود بر اساس معیار نسبت برابری زمین برتری نشان می‌دهد و به هیچ‌وجه به توضیح خاصی نیاز ندارد (Sharifi Ashor & Mazaheri, 1996). اگر منابع محیطی محدودکننده، در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی، بیشتر در دسترس باشند، سودمندی کشت مخلوط صحیح خواهد بود. Saberi et al. (1994) و Ebdali Mashhadi (1996) نیز در آزمایشی بر روی کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان به نتایج مشابهی دست یافتند. در آزمایش ذکر شده بالاترین نسبت برابری زمین مربوط به علوفه خشک دو گیاه به میزان  $LER=1/4$  بود. Taghi-zadeh & Koochaki (1994) در ارزیابی کشت مخلوط سورگوم دانه‌ای و سویا چنین ابراز نموده که این نوع سیستم در کلیه تیمارها موجب افزایش کارایی نسبت برابری زمین شده و در این میان تراکم ۶۶/۷ بوته در مترمربع و نسبت کاشت ۶۷:۳۳ سویا به سورگوم باعث افزایش عملکرد تا ۳۰/۱ درصد گردید ( $LER=1/301$ ). به علاوه شاخص تفکیک نیچ در کشت مخلوط بزرگتر از یک بوده که این مسئله نشانگر آن است که دو گونه گیاهی برای کسب منابع محیطی رقابتی نداشته‌اند.

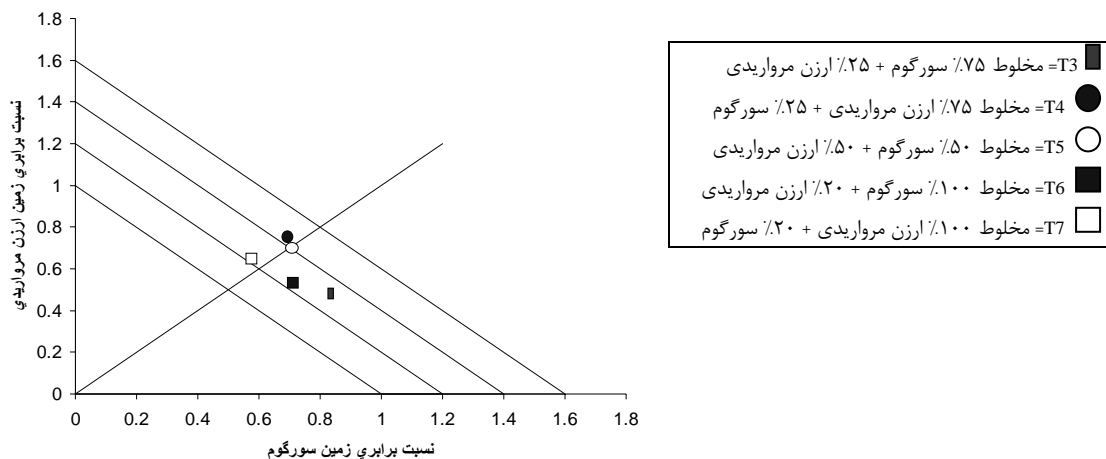
T3= مخلوط ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی  
T4= مخلوط ۷۵٪ ارزن مرواریدی + ۲۵٪ سورگوم  
T5= مخلوط ۵۰٪ سورگوم + ۵۰٪ ارزن مرواریدی  
T6= مخلوط ۱۰۰٪ سورگوم + ۲۰٪ ارزن مرواریدی  
T7= مخلوط ۱۰۰٪ ارزن مرواریدی + ۲۰٪ سورگوم

با توجه به محاسبات صورت گرفته مشخص شد (جدول ۴) که نسبت کشت مخلوط ۷۵٪ ارزن مرواریدی + ۲۵٪ سورگوم با  $LER=1/43$  بیشترین نسبت برابری زمین را برای علوفه خشک و به دنبال آن نسبت کشت مخلوط ۵۰٪ سورگوم + ۵۰٪ ارزن مرواریدی با  $LER=1/42$  و نسبت کشت مخلوط ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی با  $LER=1/37$  در مرتبه‌های بعدی قرار گرفتند، که نشان‌دهنده مزیت این ترکیب‌ها نسبت به تک کشتی است. در ادامه نسبت کشت مخلوط ۱۰۰٪ سورگوم + ۲۰٪ ارزن مرواریدی با  $LER=1/23$  و به دنبال آن نسبت کشت مخلوط ۱۰۰٪ ارزن مرواریدی +



محاسبات شاخص نسبت برابری زمین (LER) منظور می‌شوند، ولی در محاسبه آن باید کشت خالص مربوط به تراکم ایتیمم افزایشی منظور گردد.

باید دقت داشت که دو ترکیب مخلوط ۱۰۰٪ سورگوم + ۲۰٪ ارزن مرواریدی و ۱۰۰٪ سورگوم + ۲۰٪ ارزن مرواریدی در تراکم گیاهی در



شکل ۷- مقایسه نسبت برابری زمین (LER) برای عملکرد علوفه خشک سورگوم و ارزن مرواریدی در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط (مجموع دو چین)

## REFERENCES

- Bishnoi, K. C., Singh, B. & Singh, A. (1992). Studies on compatibility of green gram and black gram cultivars in pigeon pea based intercropping systems. *Indian J Agron*, 32 (2), 127-129.
- Crabtree, R. J., Prater, J. D. & Mbolda, P. (2000). Long-term wheat soybean and grain sorghum double-cropping under rainfed conditions. *Agron J*, 82, 683-686.
- Ebdali Mashhadi, A. (1996). *Study of corn - sunflower intercropping in different row proportion & sowing date*. M. Sc. thesis, College of Agriculture, Tehran University, Karaj-Iran. (In Farsi).
- Huda, A. K. S. (1998). Simulating growth and yield responses of sorghum to changes in plant density. *Agron J*, 80, 541-547.
- Hulse, J. H., Laing, E. M. & Pearson, O. E. (1990). *Sorghum and the millets, their composition and nutritive value*. Academic press Inc.
- Mazaheri, D. (1994a). *Intercropping* (1st Ed.). Tehran University press. pp. 262. (In Farsi).
- Mazaheri, D. (1994b). Intercropping as an approach for enhancing sustainable production. In: *Proceeding of 3<sup>rd</sup> Iranian congress on crop production & breeding sciences*. 3-8 Sept., Tabriz University, Tabriz-Iran, pp. 26. (In Farsi).
- Mazaheri, D. (1996). Supportive production in intercropping system. In: *Proceeding of 4<sup>th</sup> Iranian congress on crop production & breeding sciences*. 26-29 August, Isfahan Technical University, Isfahan-Iran, pp. 24. (In Farsi).
- Morris, R. A., Villages, A. N., Polthance, A. & Conteno, H. S. (1999). Water use by monocropped and intercropped cowpea and sorghum grow after rice. *Agron J*, 82, 664-668.
- Rajput, R. L., Bhadoria, S. S. & Tomar, S. P. S. (1999). Intercropping in pigeon pea. *Indian J Agron*, 34(3), 373-375.
- Saberi, M. H., Kazemi, H., Valizadeh, M. & Moghadam, M. (1994). Study the effect of seed rate & row spacing on fodder sorghum yield. In: *Proceeding of 3<sup>rd</sup> Iranian congress on crop production & breeding sciences*. 3-8 Sept., Tabriz University, Tabriz-Iran, pp. 105. (In Farsi).
- Sharifi Ashor-Abadi, I. & Mazaheri, D. (1996). Evaluation of intercropping two sorghum cultivars in comparison to their pure culture for fodder production. In: *Proceeding of 4<sup>th</sup> Iranian congress on crop production & breeding sciences*. 26-29 August, Isfahan Technical University, Isfahan-Iran, pp. 193. (In Farsi).
- Singh, S. P. & Ahuja, K. N. (1990). Intercropping of grain sorghum with fodder legumes under dry land conditions in North- Western Indian. *Indian J Agron*, 35(3), 278-296.
- Taghi-zadeh, M. S. & Koocheki, A. (1994). The study of different seed rates & plant density on seed yield, yield components & qualitative characteristics of soybean & sorghum intercropping. In:

- Proceeding of 3<sup>rd</sup> Iranian congress on crop production & breeding sciences. 3-8 Sept., Tabriz University, Tabriz-Iran, pp. 31. (In Farsi).
15. Vandermeer, J. (1993). *The ecology of Intercropping*. Cambridge University Press.