

اثر تراکم و آرایش کاشت در کشت مخلوط ردیفی ذرت و لوبیا چشم بلبلی  
Effect of plant density and arrangement on corn (*Zea mays L.*) and cowpea (*Vigna unguiculata L.*)  
row\_intercropping.

احمدرضا اصفهانی<sup>۱\*</sup>، حسین امیر شکاری<sup>۱</sup>، بهنام زند<sup>۱</sup> و محمد حسین فتوکیان<sup>۱</sup>

۱- گروه آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران  
۲- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، تهران، ایران

نویسنده مسوول مکاتبات: esfahaniahmadreza@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۸/۲

### چکیده

کشت مخلوط غلات و لگوم به‌طور گسترده‌ای برای تولید علوفه مورد استفاده قرار می‌گیرد و به‌عنوان یکی از روش‌های مدیریت صحیح تولید محصولات زراعی است که منجر به بهبود عملکرد در واحد سطح از لحاظ کمی و کیفی می‌شود. براین اساس، آزمایش مزرعه‌ای در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی منابع طبیعی استان تهران واقع در شهرستان ورامین انجام شد تا اثر تراکم و آرایش کاشت در کشت مخلوط ردیفی ذرت و لوبیا چشم بلبلی با هدف تولید علوفه ارزیابی شود. آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. ذرت و لوبیا چشم بلبلی هر کدام در دو سطح تراکمی به‌ترتیب با ۹۰۰۰۰ و ۱۱۰۰۰۰ بوته در هکتار برای ذرت و ۲۵۰۰۰۰ و ۳۵۰۰۰۰ بوته در هکتار برای لوبیا و هشت تیمار کشت مخلوط شامل کشت مخلوط روی یک ردیف (تیمار T<sub>۱</sub> ذرت و لوبیا چشم بلبلی با تراکم ۲۵۰۰۰۰ × ۹۰۰۰۰ با فاصله ۱۸ × ۶±۲، تیمار T<sub>۲</sub> ذرت و لوبیا چشم بلبلی با تراکم ۳۵۰۰۰۰ × ۹۰۰۰۰ با فاصله ۱۸ × ۵±۲، تیمار T<sub>۳</sub> ذرت و لوبیا چشم بلبلی با تراکم ۲۵۰۰۰۰ × ۱۱۰۰۰۰ با فاصله ۱۵ × ۶±۲، تیمار T<sub>۴</sub> ذرت و لوبیا چشم بلبلی با تراکم ۳۵۰۰۰۰ × ۱۱۰۰۰۰ با فاصله ۱۵ × ۵±۲) و کشت مخلوط روی دو ردیف با همان نسبت تراکم و فاصله، تیمارهای T<sub>۵</sub> تا T<sub>۱۲</sub> کشت شدند. نتایج نشان داد که نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد ماده خشک، تر و میزان پروتئین علوفه معنی‌دار بود. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار علوفه خشک از تیمارهای T<sub>۳</sub> ذرت و لوبیا چشم بلبلی با تراکم ۲۵۰۰۰۰ × ۹۰۰۰۰ با فاصله ۱۸ × ۶±۲ و T<sub>۳</sub> کشت خالص لوبیا چشم بلبلی (۲۵۰۰۰۰ بوته در هکتار) به‌ترتیب  $45/7 \text{ ton.h}^{-1}$  و  $20/4 \text{ ton.h}^{-1}$  حاصل شد. تیمار T<sub>۳</sub> ذرت و لوبیا چشم بلبلی با تراکم ۲۵۰۰۰۰ × ۹۰۰۰۰ با فاصله ۱۸ × ۶±۲ نسبت برابری زمین، شاخص رقابت و نسبت LER/CI به‌ترتیب با ۱/۵۲، ۱۵/۹۰، ۰/۱۵ بالاترین مقدار را داشت که نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص این دو گیاه بود. با توجه به نتایج حاصل، امکان حصول عملکرد علوفه و پروتئین بالا در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی آن‌ها فراهم بود و بهترین تیمار کشت مخلوط جهت حصول حداکثر عملکرد کمی و کیفی، تیمار T<sub>۳</sub> ذرت و لوبیا چشم بلبلی با تراکم ۲۵۰۰۰۰ × ۹۰۰۰۰ با فاصله ۱۸ × ۶±۲ است.

واژگان کلیدی: ذرت، کشت مخلوط، عملکرد علوفه، نسبت برابری زمین، لوبیا چشم بلبلی.

## مقدمه

انتخاب آرایش کاشت و تراکم مناسب با توجه به شرایط هر منطقه و مشخصات ارقام مورد نظر یکی از عوامل مهم برای تولید حداکثر محصول در زراعت ذرت می‌باشد. بنابراین هر متخصص کشت زراعت، علاقه‌مند است که کشت محصول زراعی و منابع غذایی را با عملکرد مناسب مورد استفاده قرار دهد که توجه به تراکم گیاهی، ناشی از اثرات آن بر محصولات زراعی می‌باشد.

باربوتسا و همکاران (Baributsa *et al.*, 2008) اعلان کردند که با افزایش تراکم در کشت مخلوط درهم ذرت و شیدر، عملکرد هر دو گیاه افزایش می‌یابد. شریفی و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی کشت مخلوط سورگوم و لوبیا چشم بلبلی اعلان کردند که در تراکم متوسط و ترکیب ۲۵٪ لوبیا + ۷۵٪ سورگوم بیش‌ترین عملکرد علوفه به‌دست می‌آید. راعی و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی تراکم گیاهی در کشت مخلوط سویا و سورگوم اعلان کردند که با افزایش تراکم سویا تا ۴۰ بوته در مترمربع، عملکرد سویا افزایش نشان می‌دهد ولی با افزایش تراکم از ۴۰ به ۵۰ بوته، عملکرد آن کاهش می‌یابد. با افزایش تراکم سویا نیز از عملکرد سورگوم کاسته می‌شود. عملکرد سویا و سورگوم با افزایش تراکم سورگوم به‌ترتیب کاهش و افزایش می‌یابد. ناچیگرا و همکاران (Nachigera *et al.*, 2008) اعلان کردند که در کشت مخلوط ذرت با سایر گیاهان، عملکرد ذرت به‌طور جزئی تحت تاثیر تراکم گیاه همراه می‌باشد.

جاناتان (Jonathan, 2008)، در آزمایش مربوط به کشت مخلوط لوبیا چشم بلبلی و ذرت اعلان کرد که افزایش عملکرد، ثبات عناصر غذایی خاک، کاهش آفات و بیماری‌ها، استفاده موثر از نیروی کار، کاهش ریسک، افزایش تنوع گونه‌ای و افزایش تولید علوفه در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی برتری داشت.

آگننهو و همکاران (Agegnehu *et al.*, 2006) در کشت مخلوط جو و باقلا عنوان کردند که کشت مخلوط دو گیاه از عملکرد بیش‌تری نسبت به کشت

خالص برخوردار است و دلیل این امر را استفاده مکمل از مواد مغذی و منابع آب به‌وسیله اجزای کشت مخلوط و نیاز به ورودی‌های خارجی کم‌تر بیان کردند. انصار و همکاران (Ansar *et al.*, 2010) بیان داشتند که در کشت مخلوط، علوفه بیش‌تر و با کیفیت بهتری نسبت به کشت خالص تولید می‌شود. چون بحث توجه به کیفیت علوفه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و در صورت امکان علاوه بر توجه به جنبه‌های کمی تولید می‌بایستی به جنبه‌های کیفی آن نیز توجه شود مثل توجه به ابعاد کیفی علوفه مانند میزان پروتئین در واحد سطح که در بازده تبدیل خوراک به محصولات پروتئینی مانند گوشت و سایر فرآورده‌های دامی نقش بسیار مهمی دارد و چون بخش عمده‌ای از منابع علوفه‌ای کشور از غلات دانه درشت مثل ذرت علوفه‌ای تامین می‌گردد، بنابراین بالا بردن درصد پروتئین با استفاده از روش‌هایی مانند بهره‌گیری از سامانه چندکشتی هم‌زمان که از یک سو ارتقای کیفی را به همراه داشت و از سوی دیگر با مبانی کشاورزی پایدار که همانا استفاده از عامل تنوع در تولیدات زراعی است می‌تواند به پایداری تولید در اکوسیستم‌های زراعی موثر واقع گردد از این رو بررسی واکنش کشت مخلوط ردیفی ذرت علوفه‌ای و لوبیا چشم بلبلی در شرایط آب و هوایی ورامین که به‌عنوان هدف اصلی این تحقیق در نظر گرفته شد. در جهت رسیدن به دو هدف فوق استفاده می‌گردد و تحقیق حاضر به یکی از جنبه‌های مدیریت مزرعه که شامل تراکم و آرایش کشت در کشت مخلوط ردیفی ذرت علوفه‌ای و لوبیا چشم بلبلی به‌عنوان یکی از گیاهان تیره بقولات، پرداخت.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۴ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی منابع طبیعی استان تهران واقع در جنوب شرقی استان تهران واقع در شهرستان ورامین با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه شرقی از نصف النهار گرینویچ با ۱۰۰۰ متر ارتفاع از

کاشت به فواصل ۶۰ سانتی‌متر و هر کرت شامل پنج ردیف به طول پنج متر بود. کاشت دو گیاه هم‌زمان در ۱۵ تیرماه تابستان سال ۱۳۹۴ انجام شد. کشت مخلوط ذرت و لوبیا به دو صورت تک ردیفه و دو ردیفه، به این گونه که در تک ردیفه‌ها کشت هر دو گیاه بر روی یک خط از پشته و در دو ردیفه‌ها بر روی دو خط از پشته، با توجه به تراکم آن‌ها و فاصله تعیین شده کاشت انجام گرفت. تیمارهای آزمایش در جدول دو آمده است.

سطح دریا که به لحاظ اقلیمی و بر اساس تقسیم‌بندی ولادیمیر کوپن در رده مناطق اقلیم خشک بیابانی و استپی قرار دارد، اجرا شد. در این آزمایش از بذر سینگل کراس ۷۰۴ (KSC704) ذرت و بذر لوبیا چشم بلبلی رقم ۲۹۰۰۵ که رقمی زودرس با رشد نامحدود و رونده به‌عنوان گیاه همراه از سوی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی منابع طبیعی استان تهران برای کشت انتخاب شدند. آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. ردیف‌های

جدول ۱ - مشخصات خاک مزرعه آزمایشی

Table 1. Soil characteristics of field

characteristic	مشخصات	عمق Depth cm	هدایت الکتریکی (EC) ds/m	اسیدیته pH	مواد خنثی شونده T.N.V %	کربن آلی (OC) %	نیترژن کل Total N %	فسفر P(ava) p.p.m	پتاس K(ava) p.p.m
Sample 1	نمونه ۱	0-25	4.46	7.70	20.28	0.71	0.07	24.64	348
Sample 2	نمونه ۲	25-50	5.52	7.69	20.4	0.71	0.07	18.06	356

جدول ۲ - تیمارهای آزمایشی

Table 2. Experimental Treatments

تیمار	گیاه زراعی	تراکم (بوته در هکتار)	آرایش کشت	فاصله بین دو بوته (cm)
T <sub>1</sub>	ذرت	90000	یک ردیفه	18
T <sub>2</sub>	ذرت	110000	یک ردیفه	15
T <sub>3</sub>	لوبیا چشم بلبلی	25000	یک ردیفه	6
T <sub>4</sub>	لوبیا چشم بلبلی	350000	یک ردیفه	5
T <sub>5</sub>	ذرت و لوبیا چشم بلبلی	90000×25000	یک ردیفه	18×6±2
T <sub>6</sub>	ذرت و لوبیا چشم بلبلی	90000×35000	یک ردیفه	18×5±2
T <sub>7</sub>	ذرت و لوبیا چشم بلبلی	11000×25000	یک ردیفه	15×6±2
T <sub>8</sub>	ذرت و لوبیا چشم بلبلی	11000×35000	یک ردیفه	15×5±2
T <sub>9</sub>	ذرت و لوبیا چشم بلبلی	90000×25000	دو ردیفه	18×6±2
T <sub>10</sub>	ذرت و لوبیا چشم بلبلی	90000×35000	دو ردیفه	18×5±2
T <sub>11</sub>	ذرت و لوبیا چشم بلبلی	11000×25000	دو ردیفه	15×6±2
T <sub>12</sub>	ذرت و لوبیا چشم بلبلی	11000×35000	دو ردیفه	15×5±2

اندازه‌گیری شدند. نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت با آون تهویه‌دار در درجه حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و وزن خشک هر بوته محاسبه شد (Dahmardeh et al., 2009).

شاخص‌هایی که جهت تشریح رقابت و سودمندی اقتصادی سیستم کشت مخلوط استفاده شدند عبارتند

اندازه‌گیری داده‌های کمی پس از رسیدن ذرت به مرحله خمیری (اسمعیلیان، ۱۳۸۷)، برداشت هر دو گیاه به‌طور هم‌زمان انجام شد و پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، اندام‌های هوایی هر دو گیاه (ساقه، برگ، بلال) با دست از وسط هر کرت از سطحی معادل یک مترمربع برداشت و به نوع گیاه تفکیک، ثبت و

گرفت و نمودارها توسط نرم‌افزار Exell 2013 ترسیم شدند.

### نتایج و بحث

#### عملکرد

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول سه) تفاوت معنی‌داری را بین تیمارها نشان داد. جدول مقایسه میانگین (جدول چهار) بیش‌ترین عملکرد علوفه خشک در تیمار (T<sub>5</sub>) با ۴۵/۶ تن بر هکتار که با تیمار (T<sub>7</sub>) ۴۵/۳ تن بر هکتار از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین عملکرد علوفه خشک در کشت خالص لوبیا در تیمار (T<sub>3</sub>) ۲۰/۴ تن بر هکتار و در کشت مخلوط در تیمار (T<sub>12</sub>) با ۳۵/۲ تن بر هکتار مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد که افزایش عملکرد در مخلوط زمانی اتفاق می‌افتد که هر یک از اجزا مخلوط آشیان‌های اکولوژیکی متفاوتی را اشغال نمود و از منابع محیطی به‌طور متفاوت استفاده می‌کنند و حداقل اثر متقابل را برهم داشته باشند (Strydhorst *et al.*, 2008). افزایش عملکرد ماده خشک در مخلوط نسبت به کشت‌های خالص به علت بهبود حاصلخیزی خاک به‌دلیل تثبیت زیستی نیتروژن توسط لگومها می‌باشد (Njoka-Njiru *et al.*, 2006). سایر محققان افزایش تولید در کشت مخلوط را به سرعت رشد بیش‌تر و استفاده بهتر از منابع در دسترس گونه‌های مختلف نسبت دادند (Gustave *et al.*, 2008). از آن‌جا که نیتروژن یکی از عناصر غذایی موثر بر میزان فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی و در نتیجه میزان تجمع ماده خشک گیاهان می‌باشد، بنابراین حضور لوبیا در کنار ذرت منجر به افزایش تجمع ماده خشک کل در کانوپی کشت مخلوط می‌شود. افزایش ماده خشک گیاهان زراعی در سیستم‌های کشت مخلوط، اغلب از طریق بهبود ظرفیت گونه‌های مخلوط برای افزایش جذب و مصرف فیزیولوژیکی منابع توسط آن‌ها حاصل می‌شود (Jahansooz *et al.*, 2007). بیدختی (Rezvan-bidokhti, 2004) بیان نمود هرچه از سمت کشت مخلوط ردیفی به‌سمت کشت مخلوط نواری که

از: نسبت برابری زمین، شاخص رقابت و نسبت LER/CI

#### نسبت برابری زمین LER

این شاخص معیاری است که اغلب جهت داوری در رابطه با موثر بودن کشت مخلوط مورد استفاده قرار می‌گیرد نسبت برابری زمین است که طبق معادله زیر محاسبه می‌گردد (Mead and Willey, 1980).

$$LER = (Y_{ab} / Y_{aa}) + (Y_{ba} / Y_{bb})$$

که در آن:

Y<sub>aa</sub>: حداکثر عملکرد گیاه a در کشت خالص Y<sub>ab</sub>:

عملکرد گیاه a در کشت مخلوط

Y<sub>bb</sub>: حداکثر عملکرد گیاه b در کشت خالص

Y<sub>ba</sub>: عملکرد گیاه b در کشت مخلوط

#### شاخص رقابت CI

هر گاه NA گیاه از گونه A با NB گیاه از گونه B در واحد سطح به‌صورت مخلوط کشت شوند و محصول نبات گونه A در مخلوط برابر محصول N`A در تک‌کشتی باشد و همچنین محصول هر گیاه از گونه B در مخلوط برابر محصول N`B در تک‌کشتی باشد. به‌منظور تعیین شدت رقابت دو گیاه شرکت‌کننده در کشت مخلوط از این شاخص استفاده می‌شود که از رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است:

$$CI = \frac{(N'A - NA)(N'B - NB)}{NANB}$$

در محاسبه شاخص رقابت اگر ضریب به‌دست آمده از واحد بیش‌تر باشد، تاثیر مخلوط منفی است و بالعکس اگر ضریب رقابت از واحد کم‌تر باشد، زراعت مخلوط سودمند خواهد بود (مظاهری، ۱۳۷۷).

#### نسبت LER/CI

برای تعیین دقیق تیمار برتر توحیدی‌نژاد (۱۳۷۹) اعلان می‌کند که با محاسبه شاخص جدیدی به نام LER/CI می‌توان قضاوت دقیق‌تری نمود. تجزیه واریانس، مقایسه میانگین (آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد) انجام

نسبی بالاتر نسبت به کشت خالص در مورد بسیاری از کشتهای مخلوط غلات- لگوم مشاهده شد (Mariotti *et al.*, 2011).

به شرایط تک کشتی نزدیک تر است رفته شود، عملکرد ماده خشک به تدریج کاهش می‌یابد. مجموع عملکرد

جدول ۳- تجزیه واریانس علوفه تر و خشک کل تحت تیمارهای کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی

Table 3. Analysis of variance of total fresh and dry forage of in intercropping of maize and cowpea treatments

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	M.S		پروتئین خام (CP)
			علوفه تر کل total fresh forage	علوفه خشک کل total Dry forage	
REP	تکرار	2	0.526 <sup>ns</sup>	0.107 <sup>ns</sup>	0.712 <sup>ns</sup>
Treatments	تیمار	11	0.649 <sup>**</sup>	1.807 <sup>**</sup>	2.823 <sup>**</sup>
Error	خطا	22	0.151	0.033	0.455
CV (%)	ضریب تغییرات	-	5.21	21.52	5.33

ns, \*\*, \* : Non significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های علوفه تر کل و علوفه خشک کل تحت تیمارهای کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی.

Table 4. Mean comparison of total fresh and dry forage of in Intercropping of maize and cowpea

تیمار Treatment	علوفه تر کل total fresh forage (Kg/m <sub>2</sub> )	علوفه خشک کل total Dry forage (Kg/m <sub>2</sub> )	پروتئین خام CP(%)
T <sub>1</sub>	7.23 <sup>cd</sup>	3.64 <sup>de</sup>	10.97 <sup>d</sup>
T <sub>2</sub>	7.33 <sup>cd</sup>	3.66 <sup>de</sup>	11.22 <sup>cd</sup>
T <sub>3</sub>	4.49 <sup>f</sup>	2.04 <sup>g</sup>	13.66 <sup>a</sup>
T <sub>4</sub>	5.18 <sup>f</sup>	2.36 <sup>f</sup>	13.56 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	9.32 <sup>a</sup>	4.56 <sup>a</sup>	12.01 <sup>bcd</sup>
T <sub>6</sub>	8.96 <sup>ab</sup>	4.43 <sup>ab</sup>	13.71 <sup>a</sup>
T <sub>7</sub>	9.22 <sup>a</sup>	4.53 <sup>a</sup>	12.93 <sup>ab</sup>
T <sub>8</sub>	8.51 <sup>b</sup>	4.20 <sup>bc</sup>	13.61 <sup>a</sup>
T <sub>9</sub>	7.77 <sup>c</sup>	3.91 <sup>cd</sup>	11.89 <sup>bcd</sup>
T <sub>10</sub>	7.44 <sup>cd</sup>	3.72 <sup>de</sup>	12.35 <sup>bc</sup>
T <sub>11</sub>	7.19 <sup>cd</sup>	3.61 <sup>de</sup>	11.99 <sup>bcd</sup>
T <sub>12</sub>	6.99 <sup>d</sup>	3.52 <sup>e</sup>	12.17 <sup>bcd</sup>

اعداد در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن هستند. Similar letters in each column show non-significant differences according to Duncan's Multiple Range Test.

ذرت و لوبیا چشم بلبلی (T <sub>6</sub> ) تک ردیفه	ذرت و لوبیا چشم بلبلی (T <sub>5</sub> ) تک ردیفه	لوبیا چشم بلبلی (T <sub>4</sub> )	لوبیا چشم بلبلی (T <sub>3</sub> )	گیاه ذرت (T <sub>2</sub> )	گیاه ذرت (T <sub>1</sub> )
90000×350000	90000×250000	350000	250000	11000	90000
ذرت و لوبیا چشم بلبلی (T <sub>12</sub> ) دو ردیفه	ذرت و لوبیا چشم بلبلی (T <sub>11</sub> ) دو ردیفه	ذرت و لوبیا چشم بلبلی (T <sub>10</sub> ) دو ردیفه	ذرت و لوبیا چشم بلبلی (T <sub>9</sub> ) دو ردیفه	ذرت و لوبیا چشم بلبلی (T <sub>8</sub> ) تک ردیفه	ذرت و لوبیا چشم بلبلی (T <sub>7</sub> ) تک ردیفه
110000×350000	110000×250000	90000×350000	90000×250000	110000×350000	110000×250000

معنی‌داری دارند. مقایسه میانگین تیمارها (جدول چهار) نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین میزان پروتئین خام به ترتیب مربوط به تیمار (T<sub>6</sub>) ذرت و لوبیا

**پروتئین خام (CP)**  
نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول سه) نشان داد که تیمارها بر میزان پروتئین خام اختلاف

چشم بلبلی  $90000 \times 35000$  یک ردیفه با  $13/71$  درصد و تیمار ( $T_1$ ) کشت خالص لوبیا چشم بلبلی  $35000$  بوته در هکتار با  $10/97$  درصد بود (جدول چهار). به نظر می‌رسد جذب بیش‌تر نیتروژن در سیستم کشت مخلوط می‌تواند علت افزایش پروتئین خام باشد. ذرت و لوبیا چشم بلبلی در مصرف نیتروژن به صورت مکمل عمل می‌کنند، بدین صورت که ذرت از نیتروژن غیرآلی موجود در خاک استفاده می‌کند. در حالی که لوبیا چشم بلبلی قسمت اعظم نیتروژن مورد نیاز خود را از راه تثبیت بیولوژیکی عناصر کسب می‌نماید. سایر محققان نیز نتایج مشابهی گزارش نمودند (Azraf et al., 2007 and Muhammad et al., 2006).

### شاخص‌های ارزیابی مخلوط

#### محصول نسبی کل (RYT) و نسبت برابری

#### زمین (LER)

با محاسبه شاخصی به نام محصول نسبی کل می‌توان مستقیماً میزان افزایش یا کاهش محصول در کشت مخلوط دو گونه را تعیین کرد. براساس جدول پنج می‌توان اظهار داشت که بالاترین نسبت برابری زمین در تیمار ( $T_5$ ) کشت مخلوط  $90000$  بوته در هکتار ذرت با  $250000$  بوته در هکتار لوبیا چشم بلبلی با نسبت برابری زمین  $1/52$  مشاهده شد که با تیمار ( $T_5$ ) کشت مخلوط  $110000$  بوته در هکتار ذرت با  $250000$  بوته در هکتار لوبیا چشم بلبلی نسبت برابری زمین یکسان داشت و بعد از آن تیمار ( $T_7$ ) کشت مخلوط  $90000$  بوته در هکتار ذرت با  $250000$  بوته در هکتار لوبیا چشم بلبلی با نسبت برابری زمین  $1/48$  در مقام بعدی قرار گرفت و با تیمار ( $T_7$ ) کشت مخلوط  $110000$  بوته در هکتار ذرت با  $250000$  بوته در هکتار لوبیا نسبت برابری زمین یکسان داشت. براین اساس عملکرد ماده خشک بیوماس کل حاصل از کشت مخلوط در این تیمارها نسبت به تک کشتی به ترتیب  $52$  و  $48$  درصد افزایش داشت. این مقادیر برتری کشت مخلوط را بیان می‌کند.

شریفی و همکاران (۱۳۸۴) به منظور بررسی تولید علوفه در کشت مخلوط سورگوم و لوبیا چشم بلبلی اظهار داشتند که بالاترین نسبت برابری زمین در تیمار  $D_3M_2$  ( $25\%$  لوبیا،  $75\%$  سورگوم) معادل  $1/26$  به دست آمد و تیمار  $D_1M_2$  با  $LER=1/24$  در رتبه بعدی قرار گرفت. براین اساس عملکرد علوفه تر حاصل از کشت مخلوط در این تیمارها نسبت به تک کشتی به ترتیب  $26$  و  $24$  درصد داشت. در عین حال در ارزیابی عملکرد علوفه خشک ملاحظه گردید که تیمار  $D_1M_2$  با بر جای گذاشتن نسبت برابری زمین معادل  $1/19$  که  $19$  درصد افزایش محصول نسبت به تک کشتی در صدر قرار گرفت. دریایی (۱۳۸۴) در کشت مخلوط نخود سیاه و جو به منظور تولید علوفه تحت شرایط دیم بالاترین نسبت برابری زمین را در تیمار  $C100B100$  (جو/نخود سیاه) معادل  $1/25$  اعلان نمود.

در بررسی اثر نسبت اختلاط بر عملکرد کشت مخلوط سورگوم علوفه‌ای و ارزن علوفه‌ای توسط زند (۱۳۷۶) حاکی از آن است که بیش‌ترین عملکرد علوفه تر و خشک از کشت خالص سورگوم به دست آمد. همچنین بیش‌ترین نسبت برابری زمین برای عملکرد علوفه تر در تیمار  $25:75$  (سورگوم/ارزن) به میزان  $1/04$  محاسبه گردید. پاساری و مظاهری (۱۳۸۱) در بررسی کشت مخلوط ارقام سویا برای دستیابی به عملکردهای بالاتر، اظهار داشتند که مخلوط  $50:50$  در تراکم  $80$  بوته در مترمربع، بیش‌ترین نسبت برابری زمین معادل  $1/07$  را برای عملکرد دانه به همراه داشت و این نشان‌دهنده هفت درصد افزایش کارایی استفاده از زمین برای تولید دانه در سیستم کشت مخلوط بود. برمکی و همکاران (۱۳۸۱) نیز افزایش  $36$  درصدی محصول ( $LER=1/36$ ) در کشت مخلوط سیب‌زمینی و نخودفرنگی را با برقراری سازوکار یادشده توجیه نمودند. بنابراین به جرأت می‌توان اذعان نمود که همجواری یک گونه  $C_3$  (لوبیا) و یک گونه  $C_4$  (ذرت) در بخش قابل توجهی از دوران رشد این گیاهان که با گرمای شدید تابستان مصادف بود، نه تنها باعث تشدید

در تحقیق حاضر برای عملکرد علوفه خشک نسبت اختلاط  $90000 \times 250000$  تیمار (T<sub>5</sub>) به عنوان نسبت اختلاط برتر معرفی گردید. همایونی و همکاران (۱۳۸۳) نیز به‌طور مشابه بیش‌ترین میزان علوفه تر و خشک از کشت مخلوط سویا/ سورگوم را از نسبت اختلاط  $75/25$  به‌دست آوردند. زند و غفاری (۱۳۸۱) نیز در مخلوط لوبیا چشم بلبلی/ سورگوم دانه‌ای نسبت اختلاط  $50/50$  را با تولید ۱۹ درصد علوفه بیش‌تر نسبت به تک‌کشتی سودمندترین ترکیب مخلوط معرفی کردند. به‌طور مشابه در آزمایش ذرت آجیلی/ لوبیا چشم بلبلی ترکیب تیماری  $50/50$  از نظر مجموع عملکرد دانه و سودمندی اقتصادی برتر از سایر تیمارها شناخته شد (برزگری و همکاران، ۱۳۸۳). یافته‌های دلجو و سپهری (۱۳۸۳) نیز نشان می‌دهد که گیاه سورگوم تحت الگوی کاشت  $75/25$  (سورگوم دانه‌ای/ لوبیا چشم بلبلی) به شدت مغلوب لوبیا شد درحالی‌که در الگوهای  $25/75$  و  $50/50$  از قدرت رقابتی بالاتری برخوردار بود. در نتیجه باید اذعان نمود که گیاهان مخلوط شونده براساس توان رقابتی ذاتی خود در نسبت‌های اختلاط مختلف عکس‌العمل‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهند.

رقابت نشد بلکه با ایجاد سازوکار مساعدت سودمندی کل زراعت مخلوط را افزایش داد. به‌نظر می‌رسد در بوته‌های لوبیا در شیوه تک‌کشتی در طول روز به‌علت دریافت تشعشع زیاد میزان تنفس عادی و تنفس نوری افزایش یابد درحالی‌که سایه‌ای که بوته‌های بلند قامت ذرت در طول دوره رشد و در طول روز بر بوته‌های لوبیا می‌اندازند از تشدید این حالت جلوگیری کرده و به‌عبارتی رشد لوبیا را تسهیل نمود. همچنین لوبیا با متفاوت بودن صفات مورفولوژیک امکان بهره‌برداری بهتر ذرت از نهاده‌های نور، عناصر غذایی و آب را فراهم آورد و به‌عبارت دیگر در کشت مخلوط این دو گیاه هم رقابت بر سر نهاده‌های بالای خاک Above grown competition و هم رقابت برای جذب منابع زیر خاک Below grown competition کاهش یافت. در مجموع با این استدلال‌ها می‌توان کشت مخلوط ذرت و لوبیا را نسبت به تک‌کشتی سودمند یافت چنان‌که ارزیابی شاخص‌های مهمی نظیر LER این نتیجه را تأیید و تیمار برتر و میزان افزایش محصول را مشخص نمود. نسبت اختلاط دو گونه در مخلوط از مهم‌ترین عواملی است که سودمندی مخلوط را تحت تأثیر قرار می‌دهد. چنان‌که گفته شد

جدول ۵- مقادیر محصول نسبی و نسبت برابری زمین (LER) در تیمارهای کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی

Table 5. Amounts of LER in Intercropping of maize and cowpea treatments

تیمار Treatments	RY C.90000	RY C.110000	RY B.250000	RY B.350000	LER 90000×250000	LER 90000×350000	LER 110000×250000	LER 110000×350000
T <sub>5</sub>	0.91	0.91	0.61	0.53	1.52	1.44	1.52	1.44
T <sub>6</sub>	0.92	0.91	0.54	0.46	1.45	1.38	1.44	1.37
T <sub>7</sub>	0.94	0.94	0.54	0.47	1.48	1.41	1.48	1.41
T <sub>8</sub>	0.89	0.89	0.46	0.40	1.36	1.30	1.36	1.29
T <sub>9</sub>	0.88	0.88	0.34	0.29	1.22	1.18	1.22	1.17
T <sub>10</sub>	0.82	0.82	0.35	0.31	1.28	1.13	1.18	1.13
T <sub>11</sub>	0.87	0.86	0.22	0.19	1.09	1.06	1.09	1.06
T <sub>12</sub>	0.81	0.81	0.27	0.23	1.08	1.05	1.08	1.05

اعداد در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد آزمون دانکن هستند.

Similar letters in each column show non-significant differences according to Duncan's Multiple Range Test.

گیاه ذرت (T <sub>1</sub> ) 90000	گیاه ذرت (T <sub>2</sub> ) 11000	لوبیا چشم بلبلی (T <sub>3</sub> ) 250000	لوبیا چشم بلبلی (T <sub>4</sub> ) 350000	ذرت و لوبیا چشم بلبلی (T <sub>5</sub> ) 90000×250000	ذرت و لوبیا چشم بلبلی (T <sub>6</sub> ) 90000×350000
ذرت و لوبیا چشم بلبلی تک ردیفه (T <sub>7</sub> ) 110000×250000	ذرت و لوبیا چشم بلبلی تک ردیفه (T <sub>8</sub> ) 110000×350000	ذرت و لوبیا چشم بلبلی دو ردیفه (T <sub>9</sub> ) 90000×250000	ذرت و لوبیا چشم بلبلی دو ردیفه (T <sub>10</sub> ) 90000×350000	ذرت و لوبیا چشم بلبلی دو ردیفه (T <sub>11</sub> ) 110000×250000	ذرت و لوبیا چشم بلبلی دو ردیفه (T <sub>12</sub> ) 110000×350000

### شاخص رقابت (CI)

با بررسی مفهومی به نام شاخص رقابت اگرچه میزان اضافه محصول نشان داده نمی‌شود، اما با اشاره به شدت رقابت بین دو گونه در تیمارهای مختلف مخلوط می‌توان نسبت به سودمندی مخلوط قضاوت نمود. به این ترتیب انتظار می‌رود تیمارهایی که در مطالب فوق‌الذکر با تولید LER بالا به‌عنوان تیمار برتر معرفی شدند دارای کوچک‌ترین مقادیر CI باشند. به عبارت دیگر با ارزیابی این شاخص می‌توان صحت تصمیم‌گیری در مورد تیمار برتر را مورد بازبینی قرار

داد. مقادیر بالاتر از یک در مورد CI بر عدم سودمندی مخلوط و شدید بودن رقابت اشاره دارند و مقادیر کم‌تر از یک ترکیب‌های سودمند را معرفی می‌نمایند. چنان‌که از جدول شش ملاحظه می‌گردد تیمار (T<sub>7</sub>) کشت مخلوط ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار ذرت با ۲۵۰۰۰۰ بوته در هکتار لوبیا چشم بلبلی و بعد از آن تیمار (T<sub>5</sub>) کشت مخلوط ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار ذرت با ۲۵۰۰۰۰ بوته در هکتار لوبیا که بالاترین LER را به خود اختصاص داده بودند کم‌ترین مقدار شاخص رقابت را به ترتیب با ۰/۱۱ و ۰/۱۵ بر جای گذاشته‌اند.

جدول ۶- مقادیر شاخص رقابت (CI) در تیمارهای کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی.

Table 6. Amounts of Competition Index in Intercropping of maize and cowpea treatments

تیمار Treatments	CI <sub>(90000×250000)</sub>	CI <sub>(90000×350000)</sub>	CI <sub>(1100000×250000)</sub>	CI <sub>(1100000×350000)</sub>
T <sub>5</sub>	0.15	0.24	0.15	0.24
T <sub>6</sub>	0.16	0.25	0.17	0.26
T <sub>7</sub>	0.11	0.17	0.12	0.18
T <sub>8</sub>	0.24	0.36	0.24	0.36
T <sub>9</sub>	0.33	0.47	0.33	0.47
T <sub>10</sub>	0.47	0.68	0.48	0.69
T <sub>11</sub>	0.43	0.60	0.44	0.61
T <sub>12</sub>	0.57	0.79	0.57	0.80

  

گیاه ذرت (T <sub>1</sub> )	گیاه ذرت (T <sub>2</sub> )	لوبیا چشم بلبلی (T <sub>3</sub> )	لوبیا چشم بلبلی (T <sub>4</sub> )	ذرت و لوبیا چشم بلبلی تک ردیفه (T <sub>5</sub> )	ذرت و لوبیا چشم بلبلی تک ردیفه (T <sub>6</sub> )
90000	11000	250000	350000	90000×250000	90000×350000
ذرت و لوبیا چشم بلبلی تک ردیفه (T <sub>7</sub> )	ذرت و لوبیا چشم بلبلی تک ردیفه (T <sub>8</sub> )	ذرت و لوبیا چشم بلبلی دو ردیفه (T <sub>9</sub> )	ذرت و لوبیا چشم بلبلی دو ردیفه (T <sub>10</sub> )	ذرت و لوبیا چشم بلبلی دو ردیفه (T <sub>11</sub> )	ذرت و لوبیا چشم بلبلی دو ردیفه (T <sub>12</sub> )
110000×250000	110000×350000	90000×250000	90000×350000	110000×250000	110000×350000

چنان‌که شریفی و همکاران (۱۳۸۴) اظهار نمودند تیمار D<sub>1</sub>M<sub>2</sub> (۲۵٪ لوبیا، ۷۵٪ سورگوم) که در عملکرد علوفه تر و خشک تا پایان چین اول بالاترین LER را به خود اختصاص داده بود کم‌ترین مقدار شاخص رقابت را به ترتیب با ۰/۳۹ و ۰/۳۳ بر جای گذاشته است. اما در مورد عملکرد علوفه تر تا پایان فصل رشد تصمیم‌گیری برای معرفی تیمار D<sub>3</sub>M<sub>2</sub> به‌عنوان تیمار برتر کاملاً صحیح بود، زیرا بالاترین LER و کوچک‌ترین CI مختص این تیمار بود. دریایی و همکاران (۱۳۸۸) بالاترین LER مربوط به تیماری بود که پایین‌ترین

مقدار شاخص رقابت را داشت. برای تعیین دقیق تیمار برتر توحیدی‌نژاد (۱۳۷۹) اعلان می‌کند که با محاسبه شاخص جدیدی به نام LER/CI می‌توان قضاوت دقیق‌تری نمود. به این ترتیب با توجه به جدول هفت از نظر عملکرد ماده خشک تیمار (T<sub>7</sub>) کشت مخلوط ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار ذرت با ۲۵۰۰۰۰ بوته در هکتار لوبیا چشم بلبلی و بعد از آن تیمار (T<sub>5</sub>) کشت مخلوط ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار ذرت با ۲۵۰۰۰۰ بوته در هکتار لوبیا چشم بلبلی به ترتیب با ۱۳/۱۵ و ۱۰/۳۷ تیمار برتر شناخته می‌شود.



جدول ۷- نسبت LER/CI در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی.

Table 7. Amounts of LER/CI ratio in Intercropping of maize and cowpea treatments

تیمار Treatments	LER/CI (90000×250000)	LER/CI (90000×350000)	LER/CI (1100000×250000)	LER/CI (1100000×350000)
T <sub>5</sub>	11.37	5.07	10.07	5.87
T <sub>6</sub>	8.93	5.51	8.58	5.30
T <sub>7</sub>	13.15	8.12	12.56	7.75
T <sub>8</sub>	5.67	3.64	5.53	3.55
T <sub>9</sub>	3.74	2.53	3.65	2.47
T <sub>10</sub>	2.48	1.67	2.45	1.64
T <sub>11</sub>	2.51	1.76	2.46	1.73
T <sub>12</sub>	1.92	1.32	1.89	1.31

گیاه ذرت (T <sub>1</sub> ) 90000	گیاه ذرت (T <sub>2</sub> ) 11000	لوبیا چشم بلبلی (T <sub>3</sub> ) 250000	لوبیا چشم بلبلی (T <sub>4</sub> ) 350000	ذرت و لوبیا چشم بلبلی (T <sub>5</sub> ) تک ردیفه 90000×250000	ذرت و لوبیا چشم بلبلی (T <sub>6</sub> ) تک ردیفه 90000×350000
ذرت و لوبیا چشم بلبلی تک ردیفه (T <sub>7</sub> ) 110000×250000	ذرت و لوبیا چشم بلبلی تک ردیفه (T <sub>8</sub> ) 110000×350000	ذرت و لوبیا چشم بلبلی دو ردیفه (T <sub>9</sub> ) 90000×250000	ذرت و لوبیا چشم بلبلی دو ردیفه (T <sub>10</sub> ) 90000×350000	ذرت و لوبیا چشم بلبلی دو ردیفه (T <sub>11</sub> ) 110000×250000	ذرت و لوبیا چشم بلبلی دو ردیفه (T <sub>12</sub> ) 110000×350000

## References

## منابع

- برزگری، م.، قاسمی رنجبر، ج. و اسروش، س. ۱۳۸۳. بررسی عملکرد در کشت مخلوط ذرت آجیلی و لوبیا چشم بلبلی. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. انتشارات دانشگاه گیلان.
- برمکی، م.، جوانشیر، ع.، رحیم زاده خوبی، ف. و شکبیا، م. ۱۳۸۱. ارزیابی شاخص‌های نسبت برابری زمین (LER) و مجموع ارزش نسبی (RYT) در کشت مخلوط سیب زمینی و نخودفرنگی در اردبیل. مجموعه چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۴-۲ شهریور ماه ۱۳۸۱، کرج، ص ۷۱.
- پاساری، ب. و مظاهری، د. ۱۳۸۱. بررسی کشت مخلوط ارقام سویا. مجموعه چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۴-۲ شهریور ماه ۱۳۸۱، کرج، ص ۱۶۶.
- توحیدی نژاد، ع. ۱۳۷۹. بررسی کشت مخلوط ذرت با آفتابگردان، لوبیا و سورگوم در منطقه جیرفت. رساله دکتری زراعت، دانشگاه تربیت مدرس. ۱۴۱ ص.
- حسینی، س.م.، مظاهری، د.، جهانسوز، م. و یزدی صمدی، ب. ۱۳۸۳. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد ارزن علوفه‌ای و لوبیا چشم بلبلی در کشت مخلوط. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. انتشارات دانشگاه گیلان.
- دریایی، ف.، چائی چی، م و آقا علیخانی، م. ۱۳۸۸. ارزیابی کمی و کیفی علوفه در کشت مخلوط جو و نخود سیاه. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۰ (۲): ۱۹-۱۱.
- دریایی، ف. ۱۳۸۴. کشت مخلوط نخود سیاه- جو به منظور تولید علوفه تحت شرایط دیم. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه تربیت مدرس. ۱۷۱ ص.
- دلجو، ع. و سپهری، ع. ۱۳۸۳. بررسی الگوی کاشت بر شاخص‌های رشد و عملکرد در کشت مخلوط سورگوم دانه‌ای و لوبیا چشم بلبلی. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. انتشارات دانشگاه گیلان.
- راعی، ی.، قاسمی گلذانی، ک.، جوانشیر، ع.، آلیاری، ه و محمدی، ا. ۱۳۸۷. تأثیر تراکم گیاهی بر کشت مخلوط سویا و سورگوم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲ (۴۵): ۳۵-۴۴.

زند، ب. و غفاری خلیق، ح. ۱۳۸۱. بررسی امکان کشت مخلوط لوبیا چشم بلبلی و سورگوم دانه‌ای تحت الگوهای کشت مختلف. مجموعه چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۴-۲ شهریور ماه ۱۳۸۱، کرج، ص ۱۶۶.

شریفی، ی.، آقا علیخانی، م.، مدرس ثانوی، ع. م. و سروش‌زاده، ع. ۱۳۸۵. تاثیر نسبت اختلاط و تراکم بوته بر تولید علوفه در کشت مخلوط سورگوم با لوبیا چشم بلبلی. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۷: (۲) ۳۶۳-۳۷۰.

شریفی، ی. ۱۳۸۴. تاثیر نسبت اختلاط و تراکم بوته بر تولید علوفه در کشت مخلوط سورگوم با لوبیا چشم بلبلی. پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته زراعت. دانشگاه تربیت مدرس.

نورمحمدی، ق.، سیادت، س. ع. و کاشانی، ع. ۱۳۸۰. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه اهواز.

همایونی، ه.، مظاهری، د.، مجنون حسینی، ن. و جهانسوز، م. ۱۳۸۳. بررسی کشت مخلوط سورگوم علوفه‌ای با برخی لگوها در نسبت‌های مختلف کاشت. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. انتشارات دانشگاه گیلان.

**Agegehu, G., Ghizaw A., and Sinebo W. 2006.** Yield performance and land use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal Agronomy*, 25:202- 207.

**Azraf-Haq, A., Ahmad, R., and Mahmood, N. 2007.** Production potential and quality of mixed sorghum forage under different intercropping systems and planting patterns. *Pakistan Journal of Agronomy Science*, 44(2).

**Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Ghose., S.S. 2006.** Wheat and chickpea intercropping systemes in additive series experiment: Advantages and Somthering. *European. J. Agron*, 24: 324-332.

**Baributsa, D.N., Foster, E.F., Thelen, K., Kravchenko, D.R., and gouajio, M.N. 2008.** Corn and cover crop response to corn density in an interseeding system. *Agronomy Journal*, 100: 981-987.

**Dahmardeh, M., Ghanbari, A., Syasar, B., and Ramroudi, M. 2009.** Effect of intercropping maize with cowpea on green forage yield and quality evaluation. *Asian Journal of Plant Science*, 8(3): 235-239.

**Gustave, N.M., Jean, F., Ois, L., and Xavier, D. 2008.** Shoot and root competition in potato/maize intercropping: Effects on growth and yield. *Environmental and Experimental Botany*, 64: 180-188.

**Jahansooz, M.R., Yunusa, I.A.M., Oventry, R., Palmer, A.R., Amus, D. 2007.** Radiation-and water-use associated with growth and yields of wheat and chickpea in sole and mixed crops. *Eur. J. Agron*, 26: 275-282.

**Jonathan, D.C. 2008.** Intercropping with maize in sub-Arid Regions. *Community planning and Analysis. Definition and benefits of intercropping. Technical Brief. April, 16. 2008.*

**Mariotti, M., Masoni, A., Ercoli, L., and Arduini, I. 2011.** Optimizing forage yield of durum wheat/field bean intercropping through N fertilization and row ratio. *Grass and Forage Science*, 67: 243-254.

**Muhammad, I., Rafiq, M., Sultan, A., Akram, M., and Arifgoher, M. 2006.** Green fodder yield and quality evolution of maize and cowpea sown alone and in combination. *Journal of Agricultural Research*, 44(1).

**Nachigera, G.M., Ledent, J.F., and Draye, X. 2008.** Shoot and root Competition in potato/maize intercropping: effects on growth and yield. *Environmental and Experimental Botany*, 64: 180-188.

**Njoka-Njiru, E.N., Njariu, M.G., Abdolrazak, S.A., and Mureithi, J.G. 2006.** Effect of intercropping herbaceous legumes with Napier grass on dry matter yield and nutritive value of the feedstuffs in Semi-Arid region of Eastern Kenya. *Agriculture Tropical ET Subtropica*, 39: 225- 262.

**Rezvan-bidokhti, S. 2004.** Comparison to compounds of intercropping in corn and bean intercropping. Ms.C.Thesis. Fac. Agric. Ferdowsi Univ\_ Mashhad., Iran. (In Persian with English summary).

**Strydhorst, S.M., King, J.R., Lopetinsky, K.J., and Harker, K.N. 2008.** Forage potential of intercropping barley with faba bean, lupine, or field pea. *Agronomy journal*, 100: 182- 190.