

ارزیابی عملکرد و کیفیت علوفه در الگوهای کشت مخلوط ذرت (*Zea mays*) و لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis*)

حمداله اسکندری^{1*} و عبدالله جوانمرد²

تاریخ دریافت: 91/10/22 تاریخ پذیرش: 92/2/29

1- استادیار گروه علمی کشاورزی، دانشگاه پیام نور

2- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات - دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه

*مسئول مکاتبه Email:ehamdollah@gmail.com

چکیده

کشت مخلوط غلات و لگوم به طور گسترده‌ای برای تولید علوفه مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر این اساس، یک آزمایش مزرعه‌ای در رامهرمز انجام شد تا اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط بر تولید ماده خشک و کیفیت علوفه ذرت و لوبیا چشم بلبلی ارزیابی شود. آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در 3 تکرار پیاده شد. ذرت و لوبیا چشم بلبلی در 2 تیمار کشت خالص و 3 تیمار کشت مخلوط شامل کشت مخلوط روی یک ردیف (M_1)، کشت مخلوط روی ردیف‌های جداگانه (M_2) و کشت مخلوط درهم (M_3) کشت شدند. ترکیب کشت مخلوط بر اساس طرح جایگزینی و با نسبت ثابت 3 لوبیا به 1 ذرت بود. نتایج نشان داد که اجزای کشت مخلوط (ذرت و لوبیا چشم بلبلی) در مصرف منابع محیطی شامل نور، رطوبت و عناصر غذایی خاک مکمل هم بودند که این امر باعث افزایش تولید ماده خشک در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص شد. کیفیت علوفه ذرت و لوبیا چشم بلبلی بر حسب پروتئین خام تحت تاثیر کشت مخلوط قرار گرفت به طوری که کیفیت علوفه ذرت به دلیل فراهمی بیشتر نیتروژن برای این گیاه در کشت مخلوط بهبود یافت در حالی که کیفیت علوفه لوبیا چشم بلبلی در کشت مخلوط به دلیل کاهش دسترسی گیاه به نور و فسفر و در نتیجه کاهش تثبیت بیولوژیکی ازت، کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: پروتئین خام، تولید ماده خشک، ذرت، کشت مخلوط، لوبیا چشم بلبلی

Evaluation of Forage Yield and Quality in Intercropping Patterns of Maize (*Zea mays*) and Cow pea (*Vigna sinensis*)

H Eskandari^{1*} and A Javanmard²

Received: January 11, 2013 Accepted: May 19, 2013

¹Assist Prof Agriculture Department, Payame Noor University, Iran

²Assist Prof Dept of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran

*Corresponding Author: E-mail: ehamdollah@gmail.com

Abstract

Mixture of cereals and legumes are extensively used for forage production. Thus, an experiment was conducted in Ramhormoz to evaluate the effect of different planting patterns of intercropping on dry matter production and forage quality of maize and cow pea. The experiment was based on randomized complete block design in three replications. Maize and cow pea were planted in two sole crops and three intercropping including within row intercropping (M1), alternate-row intercropping (M2) and mixed intercropping (M3). Intercropping composition was based on replacement design with the ratio of three cow pea to one maize. Results showed that intercrop components had complementary effect in environmental resource consumption including light and soil moisture and nutrients which resulted in increasing dry matter production in intercropping compared to sole crops. Forage quality of maize and cow pea, in terms of crude protein, was affected by intercropping where maize forage quality was improved in intercropping due to more nitrogen availability. Forage quality of cow pea decreased in intercropping because of reducing light interception and phosphorus uptake, and as a result, biological nitrogen fixation.

Key words: Crude protein, Cow pea, Dry matter production, Intercropping, Maize

مقدمه

2009). لذا، علوفه‌ی ذرت همواره به عنوان یکی از تغذیه‌کننده‌های حیوانات نشخوار مطرح بوده است که علاوه بر کاهش هزینه‌های مربوط به تغذیه دام‌ها، در رشد مناسب آنها نیز اهمیت زیادی دارد (آنیل و همکاران 2000). اگر چه ذرت عملکرد بالایی در تولید ماده خشک دارد، با این حال علوفه این گیاه از نظر پروتئین فقیر است (کمتر از 100 گرم در هر کیلوگرم ماده خشک). در حالی که پروتئین برای رشد مطلوب و تولید شیر کافی توسط دام ضروری است. همچنین،

ذرت (*Zea mays*) به عنوان یک گیاه زراعی دو منظوره (دانه‌ای و علوفه‌ای) سومین گیاه زراعی مهم در جهان است که در تغذیه انسان و دام نقش مهمی دارد. علوفه‌ی ذرت نه تنها انرژی زیادی برای دام تولید می‌کند بلکه به دلیل عدم داشتن ترکیبات مضر تغذیه‌ای مانند اسید پروسیک و اسید اگزالیک که در گیاهانی مانند سورگوم وجود دارند، در تمامی مراحل رشد، توسط دام قابل مصرف می‌باشد (دهمرد و همکاران

مخلوط در مقایسه با کشت خالص ذرت افزایش یافت. دهمرده و همکاران (2009) مقدار ماده قابل هضم بیشتری در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی در مقایسه با کشت خالص ذرت مشاهده کردند.

تفاوت‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی بین اجزای کشت مخلوط، توانایی آنها در استفاده از منابع محیطی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. برای مثال، تثبیت بیولوژیکی ازت توسط لگوم‌ها، می‌تواند رقابت برای نیتروژن در سیستم‌های کشت مخلوط غلات-لگوم موثر باشد. این موضوع می‌تواند کیفیت علوفه‌ی تولید شده را تحت تاثیر قرار دهد چرا که پروتئین خام- به عنوان یکی از مهمترین فاکتورهای تعیین کننده‌ی کیفیت علوفه- به طور مستقیم به محتوای نیتروژنی علوفه بستگی دارد. بر این اساس، آزمایش زیر با هدف بررسی اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط بر تولید ماده خشک و همچنین کیفیت علوفه ذرت و لوبیا چشم بلبلی بر اساس محتوای پروتئین خام آنها انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در تابستان 1382 در مزرعه ای واقع در شمال غربی شهرستان رامهرمز با عرض جغرافیایی 31 درجه و 16 دقیقه و طول جغرافیایی 49 درجه و 39 دقیقه انجام شد. متوسط بارندگی سالانه 300 میلی متر و اقلیم منطقه گرم و خشک با متوسط دمای سالانه 26/5 درجه سانتی گراد است. در این آزمایش، کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی بر اساس طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با 5 تیمار و 3 تکرار انجام شد. تیمارها شامل 2 تیمار کشت خالص و 3 الگوی مختلف کشت مخلوط با استفاده از روش جایگزینی¹ بود. در تیمارهای کشت خالص، ذرت و لوبیا چشم بلبلی با توجه به تراکم مطلوب آنها در کشت خالص، به ترتیب در تراکم‌های 6/7 و 20 بوته در متر مربع (تاجبخش 1375 و کوچکی و بنایان اول 1372) کشت شدند. الگوهای مختلف کشت مخلوط را کشت مخلوط ذرت و

پروتئین برای فعالیت باکتری‌های موجود در دستگاه گوارش حیوانات نشخوارکننده که مسوول هضم علوفه مصرف شده توسط دام می‌باشند نیز ضروری است (قنبری بنجار 2000). به دلیل محتوای پروتئین پایین، استفاده تنها از علوفه ذرت منجر به تولید رضایت بخش در بسیاری از دام‌ها نمی‌شود (جوانمرد و همکاران 1391). بنابراین، در شرایطی که علوفه تولید شده از نظر پروتئین فقیر باشد استفاده از مکمل‌های پروتئینی ضروری است. یک روش مناسب برای افزایش کیفیت علوفه از نظر محتوای پروتئینی، استفاده از گیاهان خانواده بقولات می‌باشد که از نظر محتوای پروتئینی غنی می‌باشند. (راس و همکاران 2005). از جمله این گیاهان لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis*)، یک گیاه یکساله از خانواده بقولات با محتوای پروتئینی بالا (حدود دو برابر ذرت)، است که می‌تواند با ذرت به صورت مخلوط کشت شود تا ضمن افزایش محتوای پروتئینی رژیم غذایی دام‌ها، هزینه‌های مربوط به افزایش کیفیت علوفه از طریق افزودن مکمل‌های پروتئینی را نیز کاهش دهد.

رشد دو یا چند گیاه زراعی به طور همزمان در یک مکان در طول یک فصل رشد که کشت مخلوط خوانده می‌شود (فیناندز آپاریسیو و همکاران 2007) فواید زیادی نسبت به کشت خالص دارد. کشت مخلوط باعث بهبود مصرف منابع طبیعی، کاهش خسارت آفات، کاهش رشد علف‌های هرز، افزایش حاصلخیزی خاک از طریق افزودن نیتروژن، پایداری تولید و افزایش عملکرد و کیفیت علوفه می‌شود (لینورجیدیس و همکاران 2006). تحقیقات زیادی در خصوص تولید علوفه در سیستم‌های کشت مخلوط انجام شده است. تونیولو و همکاران (1987) گزارش دادند که کشت مخلوط ذرت و سویا باعث افزایش کیفیت علوفه تولید شده به دلیل افزایش محتوای پروتئین خام می‌شود. جوانمرد و همکاران (2009) نیز با بررسی کشت مخلوط ذرت با لگوم‌های مختلف، نتیجه گرفتند که ماده خشک تولید شده و عملکرد پروتئین خام در تمامی ترکیب‌های کشت

¹Replacement design

زده شد. قبل از کاشت، جهت جمع آوری بقایا از دندانه استفاده شد. در اول مرداد 1382 در زمین پشته هایی به عرض 50 سانتی متر ایجاد گردید. ابعاد کرت $4/5 \times 4/5$ متر و شامل 6 پشته 50 سانتی متری بود. یک پشته در هر طرف به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. فاصله روی ردیف در کشت خالص برای ذرت و لوبیاچشم بلبلی به ترتیب 30 و 10 سانتی متر بود. کاشت ذرت و لوبیاچشم بلبلی بطور همزمان در اول مرداد 1382 و با دست انجام گرفت. اولین آبیاری بلافاصله با بعد از کشت صورت گرفت. آبیاری به طور معمول و زمانی انجام گرفت که هر دو گیاه نیاز به آب داشتند. چرا که بر اساس نظر اوفاری و استرن (1987) غلات و لگوم در کشت مخلوط آب را به طور مساوی مورد استفاده قرار می دهند. روش آبیاری بصورت جوی و پشته (نشت) آب از داخل جوی به سمت محل قرار گیری بذر روی پشته) بود.

تشعشعات فعال فتوسنتزی¹ (PAR) دو بار در طول فصل رشد، پس از بسته شدن کانوپی در فواصل ساعات 14-12 با استفاده از دستگاه نورسنج مدل SF-80T اندازه گیری شد. جهت این کار میزان نور در بالای کانوپی و سطح خاک در 5 نقطه که بطور تصادفی انتخاب شده بود، درون هر کرت اندازه گیری شد.

از آنجا که انتظار می رفت تعادل آب خاک تحت تاثیر سیستم های کاشت قرار بگیرد، پس از رسیدن ریشه های ذرت و لوبیا چشم بلبلی به عمق 30 سانتی متری، در طول 3 هفته پایانی دوره رشد، محتوی آب خاک دو بار و هر بار در روز سوم بعد از آبیاری (پیترا و همکاران 1999) در عمق صفر تا 25 سانتی متری اندازه گیری شد. در این مورد شسلر اعلام می دارد که اکثر ریشه های دائمی ذرت در هفته دهم بعد از رویش به عمق 30 سانتی متری می رسند (نورمحمدی و همکاران 1377). از 3 نقطه مختلف در هر کرت نمونه گیری صورت گرفت و از مخلوط نمونه ها یک نمونه

لوبیاچشم بلبلی روی یک ردیف (M_1)، کشت مخلوط ذرت و لوبیاچشم بلبلی روی ردیف های جداگانه (M_2) و کشت مخلوط درهم ذرت و لوبیا چشم بلبلی (M_3) تشکیل دادند. ترکیب کشت مخلوط با استفاده از روش جایگزینی اجرا شد. تراکم هر گیاه در کشت مخلوط نصف تراکم آن در کشت خالص بود. با توجه به تراکم مطلوب هر گیاه در کشت خالص، نسبت ذرت به لوبیاچشم بلبلی در کشت مخلوط 1 به 3 بود که بر اساس آن در کشت های مخلوط با حذف هر بذر ذرت، 3 بذر لوبیاچشم بلبلی به منظور کسب تراکم های مورد نظر جایگزین آن شد. بنابراین برای اجرای کشت مخلوط روی یک ردیف، روی ردیف های کشت خالص ذرت، بذرها بصورت یک در میان حذف شدند و با حذف هر بذر ذرت، 3 بذر لوبیاچشم بلبلی در فضای باقی مانده قرار داده شد. در کشت مخلوط روی ردیف های جداگانه، با کشت هر ردیف ذرت یک ردیف به کشت لوبیاچشم بلبلی اختصاص یافت. بنابراین در یک کرت با 6 پشته، پشته های اول، سوم و پنجم به کشت ذرت و پشته های دوم، چهارم و ششم به کشت لوبیاچشم بلبلی اختصاص یافت. در کشت مخلوط درهم، بذرها ذرت و لوبیاچشم بلبلی به نسبت 1 به 3 و به تعداد نصف تراکم هر گیاه در کشت خالص با هم مخلوط شدند. سپس بذریابی بدون نظم مشخص و الگوی خاص، در تمام سطح کرت صورت پذیرفت.

در این تحقیق از بذر هیبرید سینگل کراس 704 (SC704) ذرت که یک هیبرید دو منظوره (دانه ای و علوفه ای) از تیپ دیررس است و به 1700-2300 درجه روز دما نیاز دارد (تاجبخش 1375) استفاده شد. بذور ذرت قبل از کشت با ویتاواکس به نسبت 3 در هزار ضد عفونی شدند. همچنین در این تحقیق از بذر لوبیاچشم بلبلی رقم 29005 استفاده شد که رقمی زودرس با رشد نامحدود و رونده است (کوچکی و بنیان اول 1372). بذور لوبیاچشم بلبلی قبل از کشت با بنلیت ضد عفونی شدند. کشت قبلی مزرعه گندم بود که پس از برداشت، زمین تا عمق 25 سانتی متری شخم

¹PAR=Photosynthetically Active Radiation

استفاده از "دستگاه جذب اتمی" (مدل AA100) تعیین شد. میزان مکملی اجزای اجزای کشت مخلوط در مصرف منابع محیطی با اندازه‌گیری شاخص "مجموع عملکرد نسبی" تعیین شد (ویلی، 1990):

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

در این رابطه، Y_{ab} عملکرد ماده خشک لوبیا چشم بلبلی در کشت مخلوط، Y_{aa} عملکرد ماده خشک لوبیا چشم بلبلی در کشت خالص، Y_{ba} عملکرد ماده خشک ذرت در کشت مخلوط و Y_{bb} عملکرد ماده خشک ذرت در کشت خالص می‌باشد.

تجربه واریانس داده‌ها بر اساس طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سطح احتمال 5 درصد و با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها، آزمون چند دامنه‌ای دانکن بکار رفت.

نتایج و بحث

عملکرد علوفه

جدول یک درجه آزادی و میانگین مربعات و جدول دو مقایسه میانگین‌ها در مورد اثر سیستم‌های مختلف کاشت بر جذب نور (درصد)، رطوبت خاک (درصد)، دمای خاک (درجه سانتی‌گراد)، عناصر غذایی و عملکرد علوفه را نشان می‌دهد.

برای تعیین محتوی رطوبتی خاک به روش وزنی مورد استفاده قرار گرفت. دمای خاک نیز در عمق صفر تا 10 سانتی متری دو بار در طول فصل رشد و در 3 نقطه، در تمام کرت‌ها اندازه‌گیری شد.

از آنجا که در این تحقیق ذرت به منظور تولید علوفه کشت شد، پس از رسیدن آن به مرحله خمیری (اسمعیلیان 1387) برداشت دو گیاه به طور همزمان در تاریخ 21 مهر 1382 انجام شد. در این تاریخ لوبیا چشم بلبلی نیز به رسیدگی فیزیولوژیک خود رسید. در مرحله برداشت، پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، اندام‌های هوایی گیاه با دست از سطح هر کرت برداشت و به نوع گونه تفکیک شدند. نمونه‌ها در آن به مدت 48 ساعت در درجه حرارت 70 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و وزن خشک کل برای هر بوته محاسبه گردید. سپس کلیه بافت‌های گیاه (دانه، برگ و ساقه) آسیاب و با هم مخلوط شدند. محتوای نیتروژن نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کج‌دال اندازه‌گیری و درصد پروتئین خام با حاصلضرب نیتروژن در عدد 6/25 محاسبه شد. برای تهیه خاکستر از نمونه‌های آسیاب شده، یک نمونه 10 گرمی جدا و به مدت 5 ساعت در کوره با دمای 600 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. جذب عناصر غذایی با اندازه‌گیری میزان عناصر فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در خاکستر تهیه شده با

جدول 1- تجزیه واریانس جذب نور (درصد)، رطوبت خاک (درصد) دمای خاک (درجه سانتی‌گراد)، جذب عناصر غذایی و عملکرد علوفه (تن در هکتار) در سیستم‌های مختلف کاشت.

منابع تغییر	درجه آزادی	جذب نور		رطوبت خاک		دمای خاک		جذب عناصر غذایی				
								Mg	Ca	K	P	
		مرحله اول	مرحله دوم	مرحله اول	مرحله دوم	مرحله اول	مرحله دوم					
تکرار	2	16/67	0/55	1/9	1/9	0/79	0/27	20/21	13/95	1/1	5/74	0/72
سیستم کاشت	4	644/75*	711/03*	28/1*	28/1*	12/59*	5/08*	816/85*	428/6*	1628/83*	1360/2*	11/9*
خطا	8	15	2/39	2/3	2/3	0/54	0/42	65/91	65/91	29/27	1/00	0/58

*: معنی دار در سطح احتمال 5 درصد

جدول 2- مقایسه میانگین ها در مورد اثر سیستم های کاشت بر جذب نور (درصد)، دمای خاک (درجه سانتی گراد) رطوبت خاک (درصد)، عناصر غذایی و وزن خشک علوفه (تن در هکتار)

وزن خشک علوفه	جذب عناصر غذایی				دمای خاک		رطوبت خاک		جذب نور		سیستم کاشت
	Mg	Ca	K	P	مرحله		مرحله		مرحله		
					دوم	اول	دوم	اول	دوم	اول	
6/13c	24/4b	83/85b	24/59b	56/58c	15/9a	10/1b	28/9a	28/0b	78/3b	63/8a	Cp
10/47a	59/5a	95/10a	50/65a	96/76a	9/4b	7/1b	27/6b	28/3b	98/2a	69/4a	M ₁
11/13a	65/20a	98/70a	51/48a	97/31a	11/5b	7/9b	27/5b	27/9b	97/5a	66/4a	M ₂
10/16a	58/60a	96/01a	56/70a	99/85a	12/2b	9/5b	26/5b	27/1b	97/1a	64/2a	M ₃
8/70b	12/20c	41/20c	49/14a	88/66b	16/8a	13/9a	30/0a	30/5a	62/1c	32/3b	M

بر اساس آزمون دانکن حروف مشابه در هر ستون تفاوت آماری ندارند.

Cp: کشت خالص لوبیا چشم بلبلی. M₁: کشت مخلوط روی یک ردیف. M₂: کشت مخلوط روی ردیف های جداگانه. M₃: کشت مخلوط درهم. M: کشت خالص ذرت.

محتوی رطوبتی خاک بطور معنی داری تحت تاثیر سیستم های کشت قرار گرفت (جدول 1 و 2). محتوی رطوبتی خاک در کشت خالص ذرت بالاتر از کشت های مخلوط بود. بین الگوهای مختلف کشت مخلوط از این نظر تفاوت معنی داری وجود نداشت. وجود تفاوت بین اجزای کشت مخلوط از نظر خصوصیات ریشه ای، خصوصاً عمق ریشه، باعث می شود که کشت مخلوط از حجم بیشتری از خاک برای جذب آب و با کارایی بالاتر استفاده کند (پیترو و همکاران 1999 و واهوا 1993). از آنجا که دمای خاک در زیر کانوپی کشت های مخلوط از دمای خاک در کشت خالص ذرت کمتر بود (جدول 2)، بنابراین مقدار کمتر محتوی رطوبتی خاک در تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص ذرت نمی تواند به دلیل تبخیر بیشتر از سطح خاک باشد، بلکه کشت های مخلوط به دلیل سیستم ریشه ای فشرده تر قادرند آب را از لایه های خاک جذب کنند و باعث شوند پروفیل خاک در مقایسه با کرت های کشت خالص خشک تر باشد. آهلاوات و آهاراما (1985) گزارش دادند که در کشت مخلوط گندم و عدس، تفاوت اجزای کشت مخلوط از نظر خصوصیات ریشه ای، باعث افزایش کارایی استفاده از

جذب تشعشعات فعال فتوسنتزی (PAR) تحت تاثیر سیستم های کشت قرار گرفت (جدول 1 و 2). به دلیل اختلاف در آرایش شاخ و برگ و شکل کانوپی، ذرت و لوبیا چشم بلبلی در کشت مخلوط می توانند در جذب PAR کارایی بیشتری داشته باشند. نوری که توسط ذرت جذب نمی شود، در پایین کانوپی توسط لوبیا چشم بلبلی جذب می شود و در نتیجه موجب افزایش کارایی جذب PAR می گردد. در کشت مخلوط، خصوصاً در مراحل اولیه رشد نور در سطح برگ بیشتری توزیع می شود که باعث افزایش کارایی کشت مخلوط در تبدیل تشعشعات فعال فتوسنتزی می گردد. نتایج مشابهی در مورد جذب بیشتر PAR در کشت مخلوط توسط تعدادی از محققان دیگر نیز گزارش شده است. قنبری و لی (2000) اعلام کردند که کشت مخلوط گندم و باقلا، PAR را با کارایی بیشتری نسبت به کشت خالص جذب می کند، چرا که تشعشعات خورشیدی که ممکن است به خاطر رشد کم گندم در ابتدای فصل و پیری باقلا در انتهای فصل هدر رود، می تواند با کشت مخلوط گندم و باقلا با کارایی بیشتری مورد استفاده قرار گیرد. یافته های این محققین با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

علت تولید بیشتر علوفه در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص باشد. ویلی (1990) و آهلاوات و آهاراما (1985) اعلام کردند چنانچه گیاهان در کشت مخلوط در نحوه استفاده از منابع محیطی متفاوت عمل کنند، عملکرد کشت مخلوط به دلیل استفاده بهتر از منابع محیطی افزایش خواهد یافت. در تحقیق حاضر، اجزای کشت مخلوط در استفاده از منابع محیطی مکمل هم بودند چرا که مجموع عملکرد نسبی (RYT) بیشتر از یک بدست آمد. متوسط مجموع عملکرد نسبی اندازه گیری شده برای 3 سیستم کشت مخلوط برای وزن خشک $1/37$ بود که نشان می دهد ذرت و لوبیا چشم بلبلی در استفاده از منابع محیطی مکمل هم بودند. در نتیجه این گیاهان حداقل بطور جزئی از منابع مختلف استفاده کرده اند. بنابراین کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی در استفاده از منابع محیطی 37 درصد کارایی بیشتری نسبت به کشت خالص دارد و این امر می تواند علت افزایش عملکرد ماده خشک در سیستم های کشت مخلوط در مقایسه با کشت های خالص باشد. مجموع عملکرد نسبی بالاتر نسبت به کشت خالص در مورد بسیاری از کشت های مخلوط لگو - غلات (ماریوتی و همکاران 2011) و مزارع لوبیا - غلات (هریس و ناتاراجان 1987، هلینس و رونی 1989 و اوفاری و استرن 1987) گزارش شده است.

کیفیت علوفه

محتوای پروتئین خام ذرت (بر حسب گرم در کیلوگرم ماده خشک) در الگوهای مختلف کشت مخلوط به طور معنی داری بیشتر از کشت خالص ذرت بود اما بین الگوهای مختلف کشت مخلوط از این نظر تفاوت معنی داری وجود نداشت. بنابراین، کیفیت علوفه ذرت بر حسب پروتئین خام در کشت مخلوط بهبود یافت. کیفیت علوفه لوبیا چشم بلبلی بر حسب پروتئین خام به طور معنی داری تحت تاثیر سیستم های مختلف کاشت قرار گرفت. به طوری که در کشت خالص کیفیت علوفه لوبیا چشم بلبلی بیشتر از کشت های مخلوط بود.

آب و افزایش عملکرد شد. یافته های این محقق با نتایج آزمایش حاضر همخوانی دارد.

به طور کلی جذب عناصر غذایی (کلسیم، منیزیم، پتاسیم و فسفر) در سیستم های کشت مخلوط بیشتر از کشت های خالص بود. با این حال، در سیستم های کشتی که ذرت وجود داشت جذب عناصر غذایی یک ظرفیتی (فسفر و پتاسیم) و در سیستم هایی که لوبیا چشم بلبلی وجود داشت جذب عناصر دو ظرفیتی (کلسیم و منیزیم) بهبود یافت. جذب و استفاده از عناصر غذایی توسط گیاهان زراعی باید تا حد امکان با کارایی بالا صورت بگیرد. این امر در سیستم های کشت مخلوط می تواند با اثرات مکملی اجزای کشت مخلوط در جستجوی عناصر غذایی در طول پروفیل خاک به دلیل تفاوت در عمق توسعه ریشه، جذب عناصری که در کشت های خالص در دسترس نمی باشند و یا به دلیل تفاوت در طول دوره ی رشد اجزای کشت مخلوط تحقق یابد (ویلی، 1990). آهلاوات و آهاراما (1985) گزارش دادند که به دلیل تفاوت در حجم توسعه ریشه، گندم و عدس برای جذب عناصر غذایی به صورت مکمل عمل می کنند و لذا امکان جذب بیشتر عناصر غذایی را فراهم می آورند. در تحقیق حاضر، به نظر می رسد تفاوت در میزان توسعه عمقی و جانبی و همچنین افزایش تراکم ریشه ها در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی، باعث افزایش میزان جذب عناصر غذایی در مقایسه با کشت خالص این دو گیاه زراعی شده است

وزن خشک تولید شده در کشت مخلوط بطور معنی داری بیشتر از کشت خالص لوبیا چشم بلبلی و ذرت بود (جدول 1 و 2). بین الگوهای مختلف کشت مخلوط از نظر تولید ماده خشک اختلاف معنی داری وجود نداشت. میانگین وزن خشک در کشت های مخلوط $1/2$ برابر کشت خالص ذرت و $1/7$ برابر کشت خالص لوبیا چشم بلبلی بود.

جذب بیشتر تشعشعات فعال فتوسنتزی، رطوبت و عناصر غذایی خاک (جدول 2) در کشت مخلوط می تواند

افزایش محتوای نیتروژن در بافت‌های ذرت و در نتیجه افزایش پروتئین خام و کیفیت علوفه‌ای این گیاه می‌شود. تشعشعات فعال فتوسنتزی و فسفر به عنوان دو عامل مهم و ضروری برای تثبیت ازت اتمسفری توسط لگوها عنوان شده‌اند (کیتینگ و کاربری 1993). بنابراین، کاهش فراهمی این عوامل محیطی به کاهش تثبیت ازت منجر می‌شود. از آنجا که قدرت رقابت ذرت برای جذب فسفر بیشتر از لوبیا چشم بلبلی است. به طور کلی غلات قدرت رقابت بیشتری برای جذب عناصر تک ظرفیتی در مقایسه با لگوها دارند (قنبری 2000 و اسکندری و قنبری 1390). بنابراین، فراهمی فسفر برای لوبیا چشم بلبلی در الگوهای کشت مخلوط کمتر از کشت خالص آن می‌باشد. همچنین در کشت مخلوط، ذرت به دلیل ارتفاع بیشتر، جذب نور توسط لوبیا چشم بلبلی را کاهش می‌دهد. به عبارت دیگر، فراهمی دو عامل موثر در تثبیت ازت اتمسفری توسط لوبیا چشم بلبلی در کشت مخلوط کاهش یافت که منجر به کاهش تثبیت ازت توسط لوبیا چشم بلبلی و کاهش محتوای ازت و در نتیجه پروتئین خام در مقایسه با کشت خالص می‌شود که به معنی کاهش کیفیت علوفه این گیاه در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص می‌باشد. تفاوت معنی داری بین الگوهای مختلف کشت مخلوط از نظر تاثیر بر کیفیت علوفه ذرت و لوبیا چشم بلبلی مشاهده نشد (جدول 3).

به عبارت دیگر، کشت مخلوط باعث کاهش کیفیت علوفه لوبیا چشم بلبلی بر حسب پروتئین خام شد (جدول 3). سیستم کشت مخلوط عامل مهمی است که تثبیت ازت توسط لگوها را تحت تاثیر قرار می‌دهد (ریرکاسم و همکاران 1988). تفاوت در عمق توسعه ریشه، میزان توسعه جانبی و تراکم ریشه عواملی هستند که میزان رقابت اجزای کشت مخلوط برای جذب عناصر غذایی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. غلات (در این آزمایش ذرت) معمولاً ارتفاع بیشتری از لگوها دارند و نسبت به آنها رشد سریعتر و تراکم ریشه بیشتری دارند که باعث می‌شود غلات در مقایسه با لگوها قدرت رقابت بیشتری برای جذب عناصر غذایی بویژه عناصر غذایی تک ظرفیتی مانند نیتروژن داشته باشند (کار و همکاران 1998 و کاروترز و همکاران 2000). این امر باعث می‌شود لگوها جهت رفع نیازهای خود نیتروژن اتمسفری را تثبیت کنند (جنسن 1996 هوگارد نیلسن و همکاران 2001) که به عنوان اثرات تسهیل کنندگی اجزای کشت مخلوط شناخته می‌شود. بدین معنی که ذرت و لوبیا چشم بلبلی در مصرف نیتروژن مکمل هم عمل می‌کنند. ذرت نیتروژن مورد نیاز خود را از خاک بدست می‌آورد و لوبیا چشم بلبلی نیز از اتمسفر به عنوان منبع تامین کننده ازت استفاده می‌کند. از آنجا که تراکم کشت ذرت در الگوهای مختلف کشت مخلوط کمتر از کشت خالص، بنابراین برای بوته‌های ذرت در کشت مخلوط نیتروژن بیشتری فراهم بوده که این امر باعث

جدول 3- محتوای پروتئین خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک) ذرت و لوبیا چشم بلبلی در الگوهای کشت مخلوط و کشت خالص.

سیستم کاشت	پروتئین خام ذرت	پروتئین خام لوبیا چشم بلبلی
Cp	---	131
M ₁	101	113
M ₂	102	117
M ₃	100	111
M	76	---
LSD (0.05)	3/43	7/7

Cp: کشت خالص لوبیا چشم بلبلی. M₁: کشت مخلوط روی یک ردیف. M₂: کشت مخلوط روی ردیف‌های جداگانه. M₃: کشت مخلوط درهم. M: کشت خالص ذرت.

منابع مورد استفاده

- اسکندری ا و قنبری ا. 1390. ارزیابی میزان رقابت و مکملی اجزای کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی در مصرف عناصر غذایی. دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد 21. شماره 2. صفحات 67 تا 75.
- اسمعیلیان ک، 1387. زراعت عمومی. انتشارات دانشگاه پیام نور.
- تاجبخش م، 1375. ذرت زراعت، اصلاح آفات و بیماریهای آن. انتشارات احرار تبریز.
- جوانمرد ع، دباغ محمدی نسب ع، جوانشیر ع، مقدم م و جانمحمدی ح، 1391. اثرات کشت مخلوط ذرت - لگوم بر برخی صفات کمی و کیفی علوفه ذرت. دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد 22 شماره 3. صفحات 137 تا 149.
- کوچکی ع و بنایان اول م، 1372. زراعت حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- نور محمدی ق، سیادت ع و کاشانی ع، 1377. زراعت جلد اول (غلات). انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.
- Ahlawat A and Aharama R, 1985. Water and nitrogen management in wheat-lentil intercropping system under late-season condition. *Journal of Agricultural Science* 105: 697-701.
- Anil L, Park J and Phipps RH, 2000. The potential of forage-maize intercrops in ruminant nutrition. *Animal Feed Science and Technology* 85: 157-164.
- Carr PM, Martins GB, Caton JS and Poland WW, 1998. Forage and N yield of barley-pea and oat-pea intercrops. *Agronomy Journal* 90:79-84.
- Carruthers K, Prithiviraj B, Fe O, Cloutler D, Martin RC and Smith DL, 2000. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: Yield component responses. *European Journal of Agronomy* 12: 163-115.
- 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.
- Fenandez-Aparicio M, Sillero JC and Rubials D, 2007. Intercropping with cereals reduces infection by *Orobanche crenata* in legumes. *Crop Protection* 26: 1166- 1172.
- Francis CA, Flor CA and Temple SR, 1976. Adapting varieties for intercropping systems in the tropics. In: Papendick R. I., P. A. Sanches and G. B. Triplett. (eds). Multiple cropping. Special publication number 27. Pp. 235-253. Madison. American Society of Agronomy.
- Ghanbari-Bonjar A and Lee H, 2002. Intercropped field beans (*Vicia faba*) and wheat (*Triticum aestivum*) for whole crop forage: Effect of nitrogen on forage yield and quality. *Journal of Agriculture Science* 38: 311-315.
- Ghanbari-Bonjar H, 2000. Intercropped wheat (*Triticum aestivum*) and bean as a low-input forage. PhD thesis. Wye College. University of London.
- Harris D and Natarajan H, 1987. Physiological basis for yield advantage in sorghum – groundnut intercrop exposed to drought. 2. Plant temperature, Water status and component of yield. *Field Crops Research* 32: 118-124.

- Hauggaard-Nieson H, Ambus P and Jensen ES, 2001. Temporal and spatial distribution of roots and competition for nitrogen in pea-barley intercrops. A field studies employing ^{23}P techniques. *Plant and Soil*. 236:63-74.
- Helenins J and Ronni R, 1989. Yield, its components and pest incidence in mixed intercropping of oat (*Avena sativa*) and field bean (*Vicia faba*). *Journal of Agricultural Science* 61: 15-31.
- Javanmard A, Dabbagh Mohammadi-Nasab A, Javanshir A, Moghaddam M and Janmohammadi H, 2009. Forage yield and quality in intercropping of maize with different legumes as double-cropped. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 7(1):163-166.
- Jensen ES, 1996. Grainyield, symbiotic N_2 fixation and interspecific competition for inorganic N in pea-barley intercrops. *Plant and Soil* 182: 25-38.
- Keating B and Carberry P, 1993. Resource capture and use in intercropping: Solar radiation. *Field Crops Research* 34: 273-301.
- Lawes DA and Jones DIH, 1971. Yield, nutritive value and ensiling characteristics of whole-crop spring cereals. *Journal of Agricultural Science* 76:497-485.
- Lithourgidis AS, Vasilakoglou IB, Dordas CA and Yiakoulaki MD, 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Research* 99: 106-113.
- 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.
- Ofori F and Stern W, 1987. Cereal-legume intercropping system, *Advances in Agronomy* 41: 41-90
- Peter A, Jolliff E and Fredrick M, 1999. Competition and productivity by intercrop maize and cowpeas: Some properties of productive intercrops. *Experimental Agriculture* 132: 425-435.
- Rerkasem B, Rerkasem K, Peoples MB, Herrigde BF and Bergersen FJ, 1998. Measurement of N_2 fixation in maize- rice bean intercrops. *Plant and Soil* 108:125-135.
- Ross SM, King JR, O Donovan JT and Spaner D, 2005. The productivity of oats and berseem clover intercrops. I. Primary growth characteristics and forage quality at four densities of oats. *Grass and Forage Science* 60: 74-86.
- Toniolo L, Sattin M and Mosca G, 1987. Soyabean-maize intercropping for forage. *Eurosoya* 5:73-78.
- Wahua A, 1993. Nutrient uptake by intercropped maize and cow pea and concept of nutrient supplementation index (NSI). *Experimental Agriculture* 19: 263-275.
- Willey R, 1990. Resource use in intercropping systems. *Journal of Agricultural Water Management* 17: 215-231.
- Willey RW, 1979. Intercropping: its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. *Field Crops Research* 32: 1-10.