مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۴، شماره ۳، ۱۳۹۲ (۴۲۷-۴۱۹)

ارزیابی سودمندی و کارآیی مصرف نور در کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare*) و ماشک گل خوشه‌ای (*villosa* ssp. *Dassycarpa Vicia*) در سطوح مختلف کود نیتروژن

غلامرضا محسن آبادی[1] و محمد رضا جهانسوز[2]*
۱، استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، ۲، دانشیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۱۴- تاریخ تصویب: ۹۲/۶/۶)

چکیده

به منظور ارزیابی سودمندی کشت مخلوط جو و ماشک و کارایی جذب نور، آزمایشی در مزرعه آموزشی و پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در سال زراعی۸۴-۱۳۸۳ انجام شد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. کود نیتروژن به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح (۰، ۴۵ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و فاکتور فرعی در چهار سطح (شامل کشت خالص جو، مخلوط جو- ماشک به نسبت ۵۰ :۵۰ و دو سطح ماشک خالص تلقیح شده با باکتری رایزوبیوم و بدون تلقیح) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که کشت مخلوط نسبت به کشت خالص جو و ماشک برتری داشت (LER>۱). نتایج نشان داد بالاترین مقدار برابری زمین برای علوفه در تیمار عدم کاربرد نیتروژن و دانه در سطح دوم کودی به ترتیب ۱/۱۵۸ و ۱/۰۴۴ حاصل گردید و با افزایش کاربرد کود نیتروژن سودمندی مخلوط کاهش یافت. همچنین کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص جو ۱۲٪ نور بیشتری جذب کرد و همچنین کارآیی مصرف نور مخلوط بالاتر از کشت خالص جو و ماشک بود. میانگین کارآیی مصرف نور در الگوهای کشت مختلف جو خالص، ماشک خالص و مخلوط جو- ماشک به ترتیب ۱/۶۷، ۰/۶۸، ۱/۷۵ (گرم بر مگاژول) بود. همچنین سیستم‌های کاشت تأثیر معنی‌داری روی شاخص سطح برگ داشتند. مقدار سطح برگ مخلوط در مرحلهٔ گلدهی بیشتر از کشت‌های خالص بود. نتایج این تحقیق نشان داد که کشت مخلوط جو و ماشک نسبت به کشت خالص آن‌ها به ویژه در شرایط کم‌نهاده از لحاظ نسبت برابری زمین و کارآیی جذب نور برتری داشت، بنابراین برای این شرایط اقلیمی و شرایط اقلیمی مشابه می‌تواند قابل پیشنهاد باشد که البته نیاز به بررسی‌های بیشتری خواهد بود.

واژه های کلیدی: علوفه، مخلوط، منابع محیطی و نسبت برابری زمین

مقدمه

افزایش روز افزون جمعیت انسانی و عدم توانایی مراتع در تامین نیاز غذایی دام‌ها موجب شده است که به کشت گیاهان علوفه‌ای بیش از پیش توجه شود. از آنجا که ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک قرار دارد، مقدار مواد آلی خاک‌های آن پائین بوده و اغلب گیاهان دچار کمبود نیتروژن هستند (Malakouti & Nafisi, 1992). اجرای سیستم‌های کشت مخلوط سازگار یک روش امید بخش برای بهره‌برداری بهتر از منابع محیطی نسبت به کشت خالص است (Fukai & Trenbath, 1993). تجربه کلی از آزمایش‌های کشت مخلوط این است که عملکرد علوفه هر گیاه در کشت مخلوط کمتر از عملکرد همان گیاه در کشت خالص است، ولی قابلیت تولید کل در واحد سطح زمین در بسیاری از موارد در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص است (Nadi & Haqus, 2008). علاوه بر این مزایا، استفاده حداکثر و بهینه از منابع تولید همراه با ایجاد پایداری و ثبات دراز مدت و کسب بیشینه سود و کاهش ریسک تولید نیز قابل دستیابی

* نویسنده مسئول: محمد رضا جهانسوز تلفن: ۰۹۱۲۵۸۶۵۲۷۷ E-mail: jahansuz@ut.ac.ir

است. برای استفاده مطلوب از عوامل محیطی (نور، مواد غذایی و آب) از لحاظ تئوری به یک تیپ گیاهی ایده‌آل نیاز است، بطوری که قادر باشد درکمترین زمان تمام نیچ‌های ممکن را به طور کامل اشغال کند. مثلاً عناصر غذایی و آب را از تمام پروفیل خاک جذب نماید و بتواند از تمام نور رسیده به مزرعه بطور مؤثری استفاده نماید. شاید در عمل دستیابی به این تیپ غیر ممکن باشد. اما راهکار استفاده کامل‌تر از منابع و امکانات محیطی، با الگوبرداری از نمونه‌های موجود در طبیعت، کشت گونه‌های مختلف گیاهی در کنار هم به صورت کشت مخلوط است.

گونه‌هایی که در استفاده از منابع، نیچ‌های متفاوتی دارند، وقتی در کنار هم رشد می‌کنند، مکمل هم می‌شوند. در این حالت می‌توان دو گونه را به عنوان یک گونه جدید در نظر گرفت که به یک تیپ ایده‌آل با توانایی استفاده از تمام منابع (نور، آب و مواد غذایی موجود در پروفیل خاک) نزدیک است. بنابراین مهم ترین مرحله انتخاب گونه‌های گیاهی است، که باید در این مورد دقت لازم مبذول گردد. تحقیقات نشان می دهدکشت گونه‌های گیاهی به صورت مخلوط در بسیاری از نقاط آفریقا، آسیا و آمریکای لاتین سنتی رایج بوده است. با توجه به مشکلات موجود در کشاورزی تک کشتی متداول از قبیل آلودگی محیط و کاهش عملکرد در واحد سطح در سال‌های اخیر تمایل به کشت مخلوط غلات-حبوبات در مناطق معتدله و گرمسیر در حال افزایش است (Ofori & Starn, 1986).

شاید مهم ترین مرحله در ایجاد یک کشت مخلوط انتخاب مناسب گیاهانی باشد که در کنار هم کشت می شوند. در این مطالعه با توجه به اهداف تحقیق از دو گیاه علوفه‌ای ماشک گل خوشه ای *Vicia villosa* spp. *Dassycarpa* و جو رقم سرارود استفاده گردید. این دو گیاه دارای تاریخ کاشت و برداشت یکسانی هستند. ماشک مورد استفاده توسط مرکز تحقیقات بین المللی دیم حبوبات ایکاردا اصلاح و معرفی شده و در صورتی که در معرض چرای دام قرار بگیرد قابلیت رشد مجدد را دارد (AsgariMeydani & Ghafari, 2005). بنابراین می‌توان از کشت مخلوط این دو گیاه برای اهداف چرای مستقیم دام، تولید علوفه خشک و تولید بذر مخلوط دو گیاه استفاده نمود که از نظر کیفیت علوفه و دانه نسبت به جو و ماشک به تنهایی برتری دارد. جو دو ردیفه رقم سرارود از ارقام ویژه مناطق دیم می‌باشد ولی آزمایش‌ها نشان دهنده ی عملکرد بالای این رقم در شرایط آبی نیز بوده است (Talee & Sayadan, 2003). کشت مخلوط این دو گیاه ممکن است عملکرد را افزایش دهد، اما سودمندی آن برای تمام مناطق قدری نامشخص است. غالباً افزایش عملکرد در یک سیستم تولید به استفادهٔ بهتر از منابع محیطی مربوط می‌گردد. بهبود استفاده از این منابع از طریق (۱) افزایش جذب کل منبع مورد استفاده بوسیلهٔ اجزای مخلوط یا (۲) اختلاف زمانی و یا مکانی در استفاده از منبع بوسیلهٔ اجزای مخلوط و یا (۳) استفاده از منبع با کارایی بیشتر صورت می‌گیرد.

درارزیابی سیستم‌های مخلوط شاخص‌های متفاوتی مانند نسبت برابری زمین (LER)، ضریب ازدحام (تراکم) نسبی (Relative Crowding Coefficient)، شاخص رقابت (Competition Index) متداول هستند (Ghosh, 2004).

این شاخص‌ها می‌توانند به خلاصه کردن نتایج تحقیقات محققین، تفسیر و بیان رقابت در سیستم کشت مخلوط کمک کند (Weigelt & Jolliffe, 2003). از سوی دیگر درک روابط جذب انرژی تشعشعی در سیستم مخلوط ممکن است باعث بهبود مدیریت سیستم مخلوط برای افزایش سودمندی این سیستم‌ها شود. بسیاری از تحقیقات مخلوط از عملکرد نهائی برای ارزیابی مخلوط استفاده کرده‌اند و کمتر به بحث استفاده از منابع پرداخته شده است. بنابراین اهداف این تحقیق شامل، معرفی مخلوط جو- ماشک و همچنین مطالعه استفاده از منابع محیطی (نور) در کشت مخلوط با کشت خالص بود.

مواد و روش ها

این تحقیق در طی سال زراعی۸۴-۱۳۸۳در مزرعه آموزشی-پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در دولت آباد کرج اجرا شد. براساس آمار آب و هوایی و منحنی آمبروترمیک، کرج با داشتن ۱۵۰ تا ۱۸۰ روز خشک از نظر اقلیمی جزء مناطق مدیترانه‌ای گرم و خشک و با داشتن زمستانهای سرد و

مرطوب و تابستان گرم و خشک جزو مناطق نیمه خشک در نظر گرفته می‌شود(حسینی ۱۳۸۴). آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی عبارت بود از مقدار کود نیتروژن در سه سطح ۰، ۴۵ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره و فاکتور فرعی در چهار سطح شامل کشت خالص جو، کشت خالص ماشک (در دو سطح بدون تلقیح ($Vetch_1$) و تلقیح شده با باکتری همزیست رایزوبیوم ($Vetch_2$) و مخلوط جو/ماشک (B/V) با نسبت ۵۰ :۵۰ و آرایش کشت یک در میان در سری‌های جایگزینی بود. ابعاد هر کرت فرعی۳×۵ متر بود. عملیات کاشت هر دو گیاه به صورت خشکه‌کاری در تاریخ ۱۵ آبان ماه ۱۳۸۳ انجام شد. کاشت بذور جو بصورت دستی با تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع صورت گرفت.

بذور ماشک بدون تلقیح و تلقیح شده با باکتری همزیست با تراکم ۲۵۰ بوته در متر مربع کشت گردید. برای محاسبه صفات شاخص سطح برگ و وزن خشک در هر واحد آزمایشی در طول فصل رشد در مراحل پنجه دهی کامل، انتهای ساقه دهی، ۵۰٪ گلدهی، پرشدن دانه و رسیدگی فیزیولوژیک جو از هر واحد آزمایشی نمونه برداری تخریبی در سطح نیم متر مربع انجام شد. سطح برگ نمونه های برداشت شده از هر کرت توسط دستگاه سطح برگ سنج (مدل ΔT ساخت کشور انگلستان) تعیین شد. برای محاسبه نسبت برابری زمین برای علوفه و دانه، برداشت نهایی در ۴ تیرماه از مساحت دو متر مربع انجام گردید و بعد از تعیین عملکرد کل علوفه گیاهان برداشت شده خرمن کوبی و بوجاری شده و عملکرد دانه برای هر گیاه بطور جداگانه محاسبه شد. هم زمان با نمونه برداری تخریبی تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) در بالا و زیر سایه انداز گیاهان با دستگاه تشعشع‌سنج مدل (UK Cambridge Delta Devices,) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری نور در روزهای آفتابی در فاصله یک ساعت قبل و بعد از ظهر خورشیدی انجام شد. همزمان با نمونه‌برداری در هر پلات در بالا و زیر سایه انداز گیاهان (پنج تکرار در پنج جهت مختلف در زیر سایه‌انداز) انجام شد و میانگین تکرارها برای محاسبات بعدی جذب نور استفاده گردید.

مقدار نهائی PAR جذب شده از نسبت تشعشع جذب شده بوسیله گیاهان به تشعشع رسیده به بالای سایه‌انداز محاسبه شد (Tesfaye & Walker, 2006). میانگین مقدار ضریب خاموشی (K) از مقدار شیب خط رگرسیونی بین Ln(۱ −fi) بر شاخص سطح برگ محاسبه گردید. داده‌های تشعشع جذب شده (fi٪)در برابر شاخص سطح برگ در سطوح مختلف کود نیتروژن برای سیستم‌های کاشت ترسیم گردید.

تشعشع جذب شدۀتجمعی بوسیله گیاهان، بوسیله ایستگاه هواشناسی مستقر در محل مزرعه اندازه‌گیری و تعیین گردید. ۵۰ درصد از تشعشع روزانه خورشیدی به عنوان تشعشع فعال فتوسنتزی در نظر گرفته شد (Monteith, 1977). تخمین‌های fi برای هر روز بین کاشت تا رسیدگی بوسیله برون‌یابی خطی اندازه‌گیری لحظه‌ای در مقابل زمان بدست آمد. سپس ΣRi به عنوان حاصل RAR روزانه در تخمین‌های fi برون‌یابی شده تخمین زده شد. با این فرض که fiلحظه‌ای در هنگام ظهر نمایانگر معتبری از fi تجمعی روزانه بود (Sinklier & Machow, 1999).

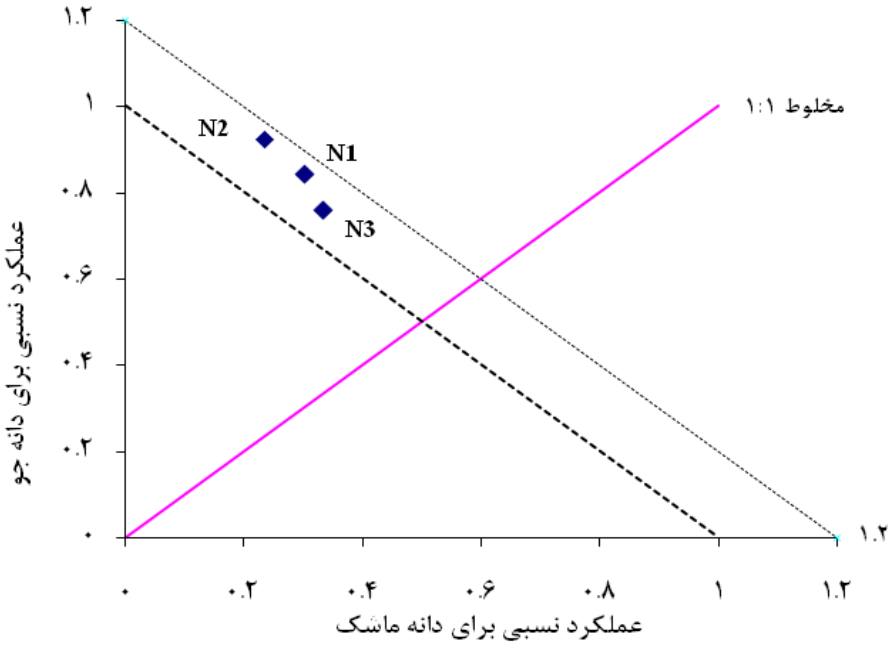
کارائی مصرف نور ($g.Mj^{-1}$) یعنی تابع کارآیی تبدیل تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده به ماده خشک، مقدار کارایی مصرف نور (RUE) بطور جداگانه از شیب خط رگرسیونی بین زیست توده تجمعی بالای خاک در برابر ΣRi (نور جذب شده تجمعی) تعیین گردید (Roseti, et. Al.; 2004). متاسفانه به دلیل از دست رفتن داده های مربوط به سطح کودی ۴۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار صفات شاخص سطح برگ، جذب نور، کارآیی مصرف نور و ضریب خاموشی تنها برای دو سطح ۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن اندازه‌گیری شد. قبل از تجزیه آماری نتایج ابتدا نرمال بودن داده‌ها با نرم‌افزار Minitab ارزیابی شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد. برای رسم نمودارها و جداول از نرم افزارهای Excel و Word استفاده گردید.

نتایج و بحث

نسبت برابری زمین

همان طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود جو با داشتن عملکرد نسبی دانه بالاتر از مقدار پیش بینی شده (۰/۵)

از منابع محیطی به خوبی استفاده نموده و گیاه غالب و ماشک با دارا بودن عملکرد نسبی کمتر از مقدار پیش بینی شده گیاه مغلوب بود. در مطالعه‌ای نتیجه مشابهی حاصل گردید و در کشت مخلوط جو با باقلا، جو گیاه غالب بود (Agegnihu et al.,2006). اما مجموع عملکرد های نسبی برای علوفه و دانه بالاتر از واحد بود که نشان دهنده سودمندی مخلوط جو و ماشک در این آزمایش بود. نسبت برابری زمین برای عملکرد کل علوفه نشان داد که بالاترین نسبت برابری زمین در تیمار بدون کود و برابر با ۱/۰۴۴ بدست آمد که نشان داد مخلوط نسبت به کشت خالص ۴/۴ درصد سودمندی داشت و کمترین مقدار نسبت برابری زمین (۱/۰۱۹) در مقدار (۹۰کیلوگرم نیتروژن درهکتار) حاصل گردید. نسبت برابری زمین برای عملکرد دانه نیز نشان داد که بالاترین LER (۱/۱۵۸) در سطح دوم کودی بود (شکل ۱).



شکل ۱- نسبت برابری زمین عملکرد دانه در سطوح نیتروژن N2,N1 ۴۵و۹۰ N3: کیلوگرم در هکتار

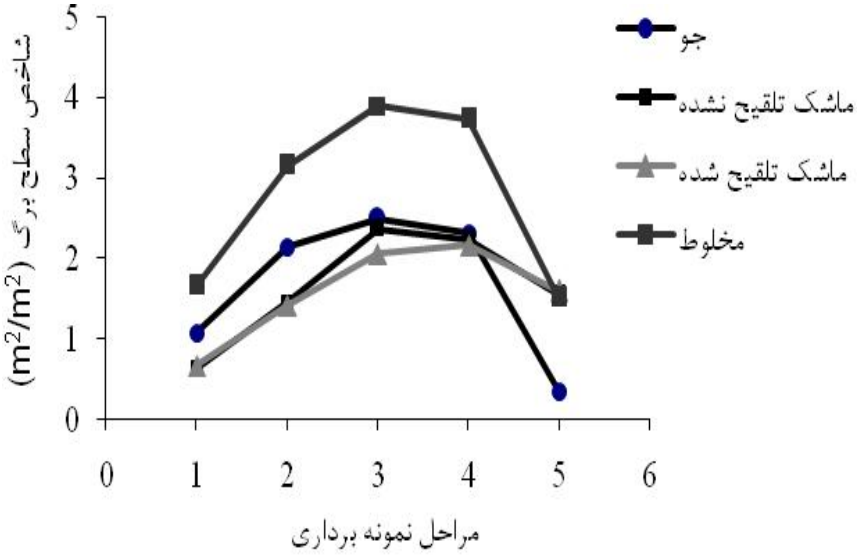
با افزایش سطوح نیتروژن، نسبت برابری زمین برای عملکرد علوفه و دانه کاهش یافت.

بر اساس آزمایش (Hauggaard-Nielsen, &Jensen 2001) مشخص شد که افزایش مقدار LER در مخلوط ارقام مختلف جو و نخود فرنگی، در شرایط بدون نیتروژن ۲۰٪ و با کاربرد نیتروژن ۱۰٪ بود. نتایج مطالعه‌ای روی تأثیر آرایش کشت و سطوح مختلف کود نیتروژن در کشت مخلوط نخود و جو نشان داد که کشت مخلوط، باعث کارایی بیشتر استفاده از منابع و کاهش استفاده از کود نیتروژن شد (Chengciu et al., 2004). یکی دیگر از مزایای مخلوط غلات و لگوم ها این است که ساقه ایستاده غلات در مخلوط، از ساقه لگوم حمایت می‌کند و امکان برداشت مکانیکی هر دو گیاه فراهم می‌شود. همچنین می‌توان از مخلوط لگوم‌های یکساله علوفه‌ای با غلات به عنوان یک راه‌حل برای کنترل علف‌های هرز و افزایش دسترسی به نیتروژن بیولوژیکی برای محصول همراه و یا محصول فصل بعد سود جست.

شاخص سطح برگ

سیستم‌های کاشت از نظر شاخص سطح برگ تفاوت معنی‌داری روی شاخص سطح برگ داشتند (جدول ۱) مقدار سطح برگ مخلوط در مرحلهٔ گلدهی بیشتر از کشت‌های خالص بود. در انتهای فصل، سرعت کاهش سطح برگ در جو خالص بیشتر از مخلوط بود. همزمان با افزایش سن گیاهان شاخص سطح برگ افزایش یافت اما این افزایش در مخلوط جو- ماشک بیشتر از سایر تیمارها بود. کمترین شاخص سطح برگ به ماشک خالص اختصاص داشت. میزان شاخص سطح برگ کشت

خالص جو بیشتر از کشت خالص ماشک بود اما بعد از مرحله حداکثر، روند زرد شدن برگ‌های جو سریع‌تر ازماشک بود (شکل۲).



شکل ۲- شاخص سطح برگ در سیستم های مختلف کشت خالص و مخلوط در مراحل پنجه دهی(۱)، ساقه دهی، (۳) پرشدن دانه (۴) و رسیدگی فیزیولوژیک(۵)

جدول (۱) تجزیه واریانس شاخص سطح برگ و جذب نور در کشت مخلوط جو و ماشک گل خوشه‌ای

		میانگین مربعات	
منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص سطح برگ	جذب نور
تکرار	۳	۰/۱۸۶ ns	۱۳۲۵۲ ns
نیتروژن	۱ (a)	۰/۰۱۰ ns	۳۶۹ *
خطای a	۳	۰/۰۸۹ ns	۱۴۴۴۳
سیستم کشت	۲	۱/۳۷۰ **	۵۳۱۰ ns
نیتروژن*الگوی کشت	۲	۰/۰۲۳ ns	۲۶۹۴ ns
خطای b	۱۲	۰/۰۳۹	۵۳۵۷
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۹/۷	۱۲/۸

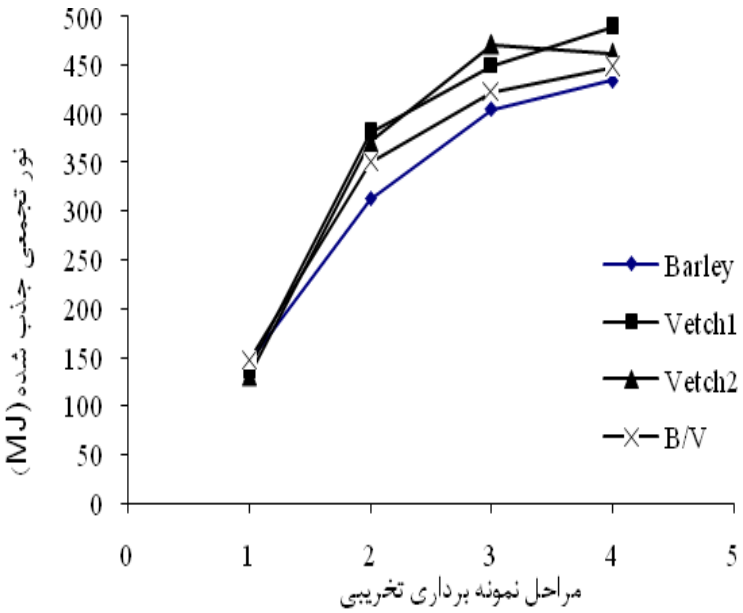
ns، * و **. به ترتیب عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

جذب نور

میانگین مربعات میزان جذب نور نشان داد که کود نیتروژن بر جذب نور تاثیر معنی داری داشت، اگر چه جذب نور در کشت مخلوط بالاتر از هر یک از کشت‌های خالص بود اما الگوی کشت تأثیر معنی داری در جذب نور نداشت با این حال در مرحله سایه‌انداز کامل (نمونه‌برداری سوم) مقدار نور رسیده به زیر سایه‌انداز مخلوط ۱۲ درصد کمتر از جو خالص بود (شکل ۳). مقدار نور رسیده به زیر سایه‌انداز ماشک و مخلوط یکسان بود. ماشک با داشتن ساقه ضعیف و شاخه های جانبی تیپ رشدی نیمه‌خوابیده داشت. بنابراین در کشت خالص بصورت متراکم و در هم رشد کرده و در نتیجه ارتفاع سایه‌انداز ایجاد شده کمتر از مخلوط و جو بود. بنابراین سایه‌انداز فشرده از نفوذ نور به زیر سایه‌انداز ماشک جلوگیری کرده بدون اینکه نقشی در تولید داشته باشد. در آزمایشی (Mariotti, & Masoni, 1997) نشان

دادند که کشت مخلوط یولاف و ماشک، بطور متوسط ۲۰ درصد نور بیشتری نسبت به کشت‌های خالص جذب کرد که ضرورتاً به دلیل کاهش انعکاس نور بود. آنها در آزمایش خود نشان دادند جذب نور سایه‌انداز همبستگی بیشتری با محتوای کلروفیل برگ در مقایسه با سطح برگ یا شاخص سطح برگ داشت و نهایتاً مخلوط کارائی مصرف نور بالاتری در مقایسه با کشت خالص نشان داد. در کشت مخلوط که دو گونهٔ متفاوت از نظر آرایش برگ و ارتفاع در کنار هم رشد می‌کنند، نسبت به کشت خالص نور بیشتری را از نظر کمی و کیفی جذب می‌کنند (Mariotti, &Masoni, 1997). تفاوت اصلی جذب نور با سایر منابع این است که نور قابل ذخیره شدن نیست.

بنابراین سیستمی در جذب نور موفق‌تر است که اولاً بتواند از تمام نور رسیده به سطح سایه‌انداز استفاده کند و ثانیا دوام بیشتری داشته باشد. بنابراین سرعت بسته شدن سایه‌انداز با کارایی استفاده از نور رابطهٔ مستقیم دارد. همچنین بوجود آوردن آرایش مناسب از نظر زاویه برگ‌ها در جذب نور نیز حائز اهمیت است. یک برگ یا یک بوته حتی در تراکم‌های مطلوب نمی‌تواند بطور کامل از تابش موجود استفاده کند (Mazaheri, 1998).



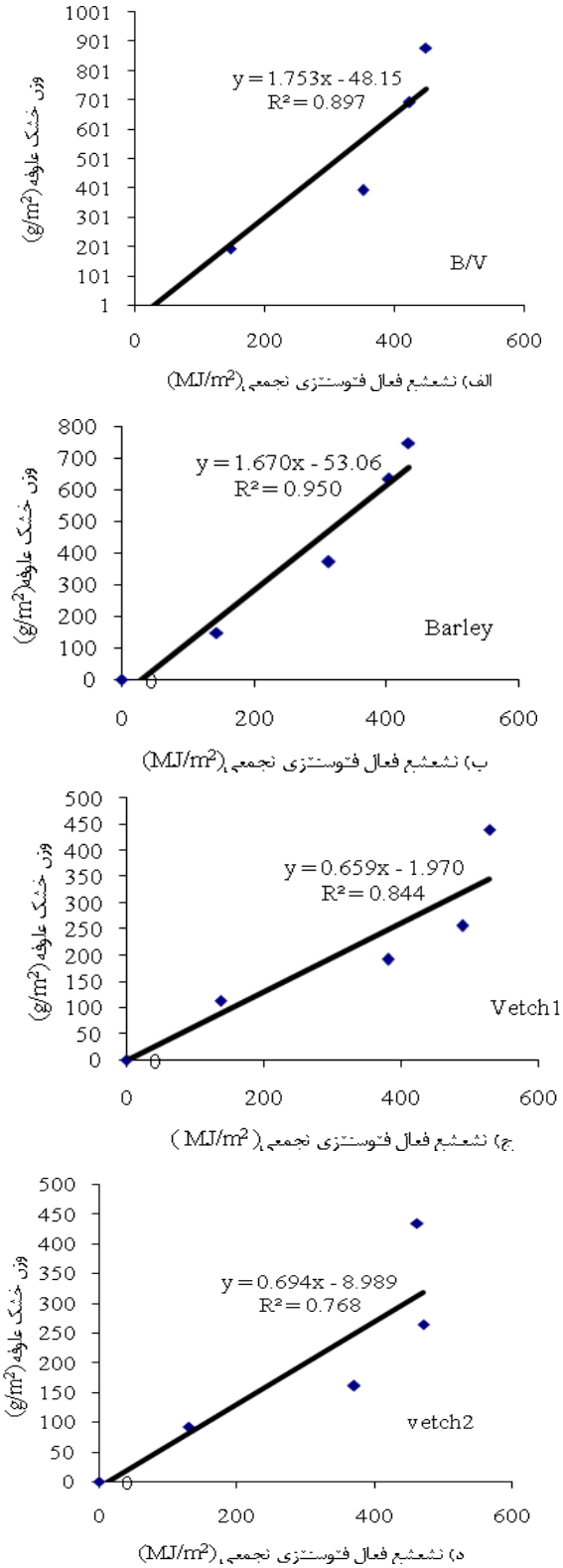
شکل ۳- جذب تشعشع در سیستم های مختلف کشت خالص و مخلوط در مراحل پنجه دهی(۱)، ساقه(۲)، گلدهی(۳)، رسیدگی فیزیولوژیک(۵)

کارایی مصرف نور (RUE)و ضریب خاموشی(K)

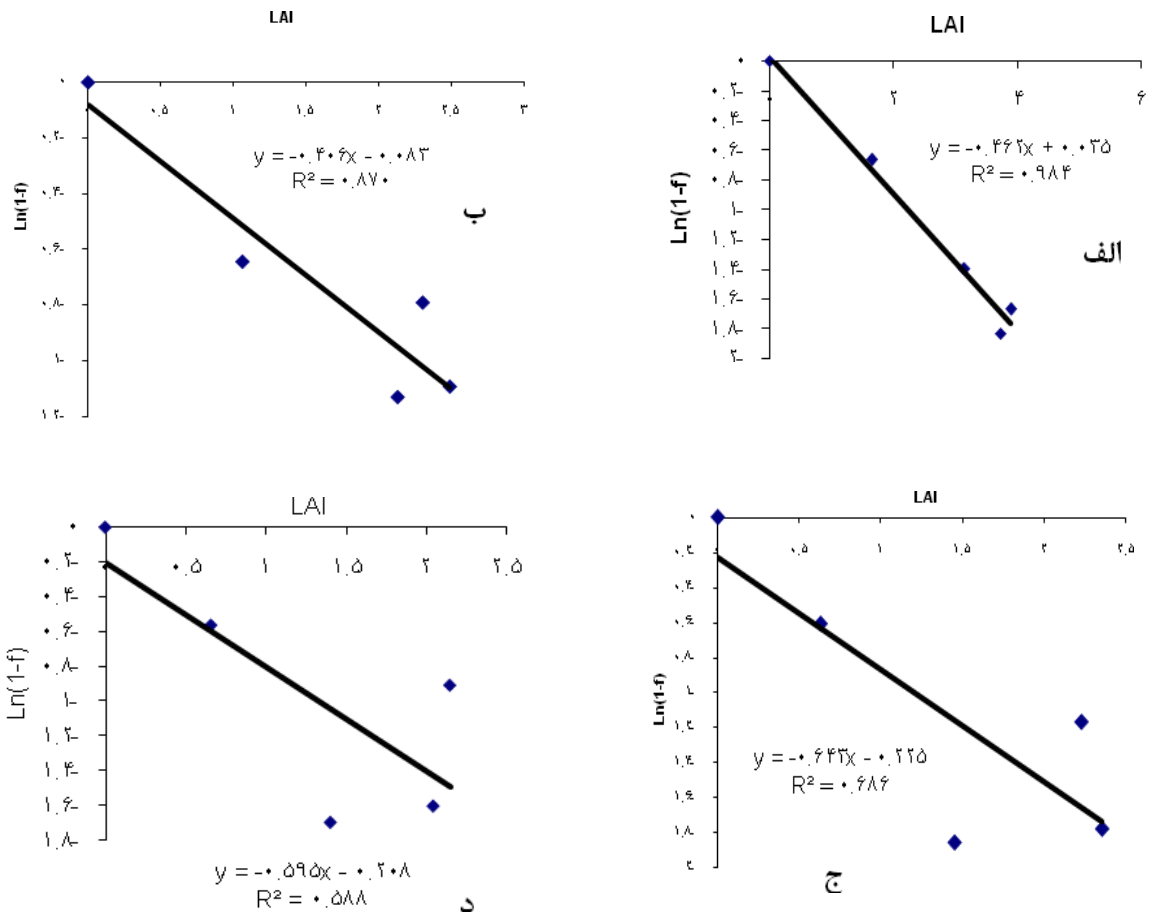
کارایی مصرف نور مفیدترین پارامتر برای تخمین تولید محصولات است. کارایی مصرف نور برای گونه‌های مختلف یا شرایط متداول در یک ناحیه روی تولید محصولات زراعی ثابت نیست (Mazaheri, 1998). میانگین کارایی مصرف نور در الگوهای کشت مختلف جو خالص، ماشک خالص و مخلوط جو- ماشک به ترتیب ۱/۶۷، ۰/۶۷، ۱/۷۵گرم بر مگاژول بود (شکل۴). تولید زیست توده در شرایط بدون تنش توسط مقدار تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده به‌وسیله سایه‌انداز گیاهی و کارایی استفاده از تشعشع فعال فتوسنتزی برای تولید مادهٔخشک یا RUE مشخص می‌شود (Monteith, 1994).

میانگین ضریب خاموشی در الگوهای کشت مختلف جو خالص، ماشک خالص و مخلوط جو- ماشک به ترتیب ۰/۴۰۶، ۰/۶۱۹، ۰/۴۶۲ بود (شکل ۵). کم بودن مقدار k اجازه نفوذ بیشتر نور را به داخل کنوپی فراهم می‌سازد این عامل باعث بهبود جذب نور در لایه‌های داخل

کنوپی می‌گردد و در نتیجهٔ جذب نور افزایش خواهد یافت. در این تحقیق جو در مخلوط با ماشک بعنوان یک قیم باعث بازتر شدن کنوپی ماشک گردید.



شکل ۴- کارایی مصرف نور در سیستم های مختلف کشت. الف: کشت مخلوط، ب: کشت خالص جو، ج: کشت خالص ماشک گل خوشه‌ای تلقیح نشده و د: کشت خالص ماشک گل خوشه‌ای تلقیح شده



شکل ۵- ضریب خاموشی نور در کنوپی سیستم های مختلف کشت . الف: کشت مخلوط، ب: کشت خالص جو، ج: کشت خالص ماشک گل خوشه‌ای تلقیح نشده و د: کشت خالص ماشک گل خوشه‌ای تلقیح شده

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که کشت مخلوط جو و ماشک نسبت به کشت خالص آن‌ها بویژه در شرایط کم‌نهاده از لحاظ نسبت برابری زمین برای علوفه کل و دانه و کارایی جذب نور برتری داشت و بنابراین برای این شرایط اقلیمی می‌تواند قابل پیشنهاد باشد که البته نیاز به بررسی‌های بیشتری خواهد بود.

REFERENCES

1. Agegnehu, G., Ghizam, A. & 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.
2. Akmala, M. & Janssens, M. J. J. (2004). Productivity and light use efficiency of perennial ryegrass with contrasting water and nitrogen supplies. *Field Crops Research*, 88, 143–155.
3. AsghariMeidani, J., Ghaffari, A.A. (2004). Comparison of quality and quantity yields of barley and vicia in pure and mixture planting. First *National Forage Crops Congeress of Iran*. 9-11 August University of Tehran, Karaj, pp 679. (in farsi).
4. Chengciu, C., Malvern, W.,Karves, N., David, W. & Martha, K. (2004). Row configuration and nitrogen application for barley- pea intercropping in Montana. *Agronomy Journal*, 96, 1730-1738.
5. Fukai, S. & Trenbath, B.R. (1993). Processes determining intercrop productivity and yields of component crops. *Field Crop Research*, 34(3), 247-257.
6. Ghosh, P.K. (2004). Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. *Field Crops Research*, 88, 227-237.

7. Gregory, P. J., Tennant, D., Belford, R. K. (1992). Root and shoot growth, and water and light use efficiency of barley and wheat crops grown on a shallow duplex soil in a Mediterranean-type environment. *Aust. J. Agric. Res*, 43, 555–573.
8. Hauggaard-Nielsen, H. & Jensen E. S.. (2001). Evaluating pea and barley cultivars for complementarily in intercropping at different levels of soil N availability. *Field Crop Research*, 72 , 185- 196.
9. Helenius, J. (1989). The influence of mixed intercropping of oats with field beans on the abundance and spatial distribution of cereal aphids (Homoptera, Aphididae). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 25, 53-73.
10. Malakoti, M.J. & Nafici. M. (1992). *Fertilization of dry land and irrigation soils*. Tarbiat Moddaress University Press, Tehran. Iran. (In Farsi).
11. Mariotti, e. l. & Masoni, a. (1997). Light interception in an oat/vetch intercropping. *Field Crop Abstract*. Rivista di agronomia, 31(3) 658-665.
12. Mazaheri, D. (1998). I*ntercropping*. Tehran university press. 262p (In Farsi).
13. Monteith, J. L. (1994). 'Principles of resource capture by crop stands', In: *resource capture by crops*, J. L. Monteith, R. K. Scott & M. H, Unsworth (eds), (pp. 1-16), Nottingham University Press, Nottingham UK.
14. Nadi, L. A. & Haque, I. (2008). *Forage legume-cereal systems: improvement of soil fertility and agricultural production with special reference to sub-sahara Africa*. ILCA, P. O. Box 5689, Addis Ababa, Ethiopia.
15. Ofori, F. & Stern,W.R., (1986). Maize/cowpea intercrop system: effect of nitrogen fertilizer on productivity and efficiency. *Field Crops Res*, 14, 247–261.
16. Sinclair, T. R. Horie, T. (1989). Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: a review. *Crop Sci*, 29, 90–98.
17. Sinclair, T. R., Muchow, R. C., 1999. Radiation use efficiency. Adv. Agron. 65, 215–265.
18. Talee, A. A., Sayyadan, K. (2001). The effect of response Sararood 1–barley to supplementary irrigation. *7th Iranian agronomy and plant breeding congress*.
19. Tesfaye, K. Walker, S. & Tsubo, M. (2006). Radiation interception and radiation use efficiency of three grain legumes under water deficit conditions in a semi-arid environment. *European Journal of Agronomy*, 25, 60-70.
20. Weigelt, A. & Jolliffe, P. (2003). Indices of plant competition. *Journal of Ecology*, 91, 707-720.