

بررسی وضعیت نور در کشت خالص و مخلوط جو و ماشک گل خوشه‌ای و ارتباط آن با عملکرد علوفه

ایوب احمدی¹، عادل دباغ محمدی نسب²، سعید زهتاب سلماسی²، روح اله امینی²، حسین جانمحمدی³ و فیروز نامی⁴

تاریخ دریافت: 89/6/5 تاریخ پذیرش: 89/12/15

1- دانشجوی ارشد، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

2- به ترتیب دانشیار، استاد و استادیار گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

3- دانشیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

4- دانشجوی ارشد، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه E-mail: Ayoob_ahmadi64@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی ضریب خاموشی نور، میزان نور دریافتی، شاخص سطح برگ و درصد پوشش سبز در کشت مخلوط افزایشی، جایگزینی و کشت خالص جو و ماشک گل خوشه‌ای آزمایشی در سال زراعی 1389-1388 به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 8 تیمار و 3 تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز به اجرا در آمد. تیمارهای مورد آزمایش کشت خالص جو و ماشک گل خوشه‌ای، کشت مخلوط افزایشی در نسبت‌های 15 : 100، 30 : 100 و 45 : 100 و کشت مخلوط جایگزینی در نسبت‌های 1 : 2، 1 : 3 و 1 : 4 بودند. نتایج نشان داد که بیشترین ضریب خاموشی نور و درصد نور دریافتی مربوط به تیمار مخلوط افزایشی 30 : 100 و کمترین آن مربوط به کشت خالص‌های بود. تیمار مخلوط افزایشی 30 : 100، 20 درصد نسبت به کشت‌های خالص نور بیشتری دریافت کرده است. همچنین شاخص سطح برگ و درصد پوشش سبز در تیمارهای مخلوط افزایشی بیشتر از کشت خالص بود. این تحقیق نشان داد که تیمارهای مخلوط افزایشی به دلیل بهره‌برداری بهتر از منبع نور از عملکرد بالاتری نسبت به تیمارهای مخلوط جایگزینی و کشت خالص جو و ماشک گل خوشه‌ای برخوردار است. همچنین بیشترین مقدار علوفه خشک از تیمار افزایشی 15 : 100 بدست آمد که به مقدار 7030 کیلوگرم در هکتار بود.

واژه‌های کلیدی: جو، درصد پوشش سبز، درصد نور دریافتی، شاخص سطح برگ، ضریب خاموشی نور، ماشک گل خوشه‌ای و کشت مخلوط

Investigation of Light Status in Sole Cropping and Intercropping of Barley and Vetch and its Relationship with Forage Yield

A Ahmadi¹, A Dabbagh Mohammadi Nasab², S Zehtab Salmasi², R Amini²,
H Janmohammadi³ and F Nami⁴

Received: 27 August 2010 Accepted: 06 March 2011

¹Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tabriz. Iran

² Assoc Prof, Prof and Assist Prof, Dept of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz. Iran

³Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz. Iran.

⁴Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tabriz. Iran

*Corresponding author Email: Ayoob_ahmadi64@yahoo.com

Abstract

In order to investigate to the light extinction coefficient, the amount of light interception, leaf area index and the percentage of ground cover in additive intercropping, substitution and sole cropping of barley and vetch, an experiment was carried out in 2008 – 2009 farming year based on randomized complete block design with eight treatments and three replications at the Research Farm of Agricultural, University of Tabriz. The treatments were tested sole cropping of barley and vetch, additive intercropping in the ratio of 100:15, 100:30 and 100:45 and substitution intercropping in the ratio of 2:1, 3:1 and 4:1. The results showed that the most light extinction coefficient and percentage of light interception were related to 100:30 additive intercropping treatment and the lowest was related to sole cropping. 100:30 additive intercropping treatment, 20 percent has intercepted more light than sole croppings. Also, leaf area index and the percentage of ground cover in additive mixed treatment were more than sole cropping. This research showed that the additive intercropping treatments due to better utilization of light source is higher performance than substitution mixed treatments and sole cropping of barley and vetch. Also the greatest amount dry forage is 7030 kg/ha obtained in 100: 15 additive treatment.

Keywords Barley, Leaf area index, Light extinction coefficient, Percentage light interception, Percentage ground cover, Vetch and intercropping

مقدمه

ارتفاع بوته و نحوه آرایش شاخه‌های جانبی بستگی دارد (بهشتی 1381). یکی از پیش شرط‌های لازم جهت دستیابی به عملکرد بالا، تامین شرایط مطلوب جهت استفاده از تشعشع موجود برای تولید بهینه مواد فتوسنتزی است (رائو و همکاران 1991). اگر یک گیاه بخواهد از انرژی خورشیدی استفاده کار آمد کند، باید بتواند حداکثر تشعشع نور خورشید را توسط بافت‌های سبز جذب نماید. با افزایش سطح برگ میزان دریافت تشعشع هم بیشتر می‌شود. بنابراین کارایی جذب انرژی تابشی در یک مزرعه بستگی به میزان سطح برگ و زاویه آن در جامعه گیاهی دارد (مجدنصیری و احمدی 1384).

ضریب خاموشی نور¹ (K) یا کاهش تشعشع مفهومی است که بیانگر میزان نفوذ نور در داخل کانوپی گیاه می‌باشد. به طوری که هر چه برگ‌های بالایی کانوپی زاویه کمتری با ساقه داشته باشند مقدار K کمتر و هر چه برگ‌ها افقی‌تر باشند مقدار K بیشتر خواهد بود (ماژور و اتگو 1996). مقدار ضریب استهلاك نور از خصوصیات منحصر به فرد گیاهان زراعی است، هر چند که در ارقام مختلف یک گونه نیز می‌تواند تغییر یابد. میزان استهلاك نور به شرایط مورفو-فیزیولوژیک گیاه بستگی دارد و در طول فصل زراعی بسته به مرحله رشدی گیاه تغییر می‌یابد. همان‌طور که توسط کینیری و همکاران (2001) بیان شده است با مقدار کم ضریب خاموشی نور، نفوذ نور به داخل کانوپی افزایش می‌یابد و در نتیجه سطح برگ بیشتری نور را دریافت کرده که این امر سبب افزایش کارایی استفاده از نور می‌گردد. این مشخصه ویژه گیاهانی است که برگ‌هایی بالایی قائم دارند. در مدل‌های زراعی ضریب خاموشی بیانگر نفوذ نور به داخل کانوپی است و جهت کمی کردن آن از قانون لامبرت-بیر استفاده می‌شود (مونسی و سایکی 1953). کاهش مقدار ضریب خاموشی نور (برگ‌های عمودی‌تر) برای اجازه نفوذ نور به داخل تاج پوشش و برخورد نور به برگ‌های بیشتر در مقادیر کم تابش موجب افزایش

اصول عمده کشاورزی پایدار ایجاد و نگهداری تنوع است. کشت مخلوط می‌تواند به عنوان یک عامل مهم در کشاورزی پایدار موثر باشد و با توجه به نیاز متفاوت گونه‌ها در مخلوط، رقابت بین آن‌ها نیز کمتر می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد که برتری بیولوژیک زراعت مخلوط بر اثر استفاده کامل از منابع رشد به دست می‌آید (واندرمیر 1992). استفاده از گیاهان زراعی کارآمد در بهره‌برداری از منابع به ویژه آب و تشعشع خورشیدی یکی از مهمترین راهکارها به شمار می‌رود.

از آنجایی که اجزای کشت مخلوط از لحاظ استفاده از منابع رشد تفاوت دارند، بنابراین از نور، آب و مواد غذایی نسبت به کشت خالص استفاده موثرتری را خواهند کرد (ولز و فادن 1991). در بسیاری از نقاط جهان، زراعت مخلوط به دلیل استفاده حداکثر از منابع محیطی، کاهش ریسک تولید، موازنه در امر تغذیه، حاصلخیزی خاک و نیز افزایش مقدار تولید در واحد سطح بر تک کشتی برتری دارد (مظاهری 1373). در زراعت‌های تک‌کشتی همواره مقادیر زیادی از نور در طول فصل رشد از میان کانوپی عبور کرده و تلف می‌شود، که این تلفات در کشت‌های مخلوط به علت پوشش بیشتر سطح خاک، اختلاف ارتفاع گیاهان و موج دار شدن سطح کانوپی به حداقل می‌رسد، که این امر باعث استفاده بیشتر و بهتر از نور می‌شود (توسوبو و همکاران 2001).

مقدار و چگونگی تثبیت انرژی نورانی در گیاهان از مهمترین شاخص‌های فیزیولوژیک تعیین کننده رشد و عملکرد است که در اکوسیستم‌های زراعی به دلیل انجام روش‌های مختلف مدیریت دچار تغییر می‌شود. فتوسنتز و تولید ماده خشک تابعی از نور جذب شده است که به خصوصیات ساختاری کانوپی و نیز خصوصیات فتوسنتزی (کارایی استفاده از نور جذب شده) توسط گونه‌های گیاهی بستگی دارد. جذب بیشتر نور به ساختار کانوپی، یعنی شاخص سطح برگ و توزیع عمودی آن در کانوپی، سرعت توسعه و دوام برگ، زاویه برگ‌ها و خصوصیات مورفولوژیک مانند

¹ Light Extinction Coefficient

یکبار انجام شد. در این آزمایش از مصرف هر گونه مواد شیمیایی (کودهای شیمیایی و آفت کشها) در هنگام آماده سازی زمین و طی فصل رشد خودداری شد
برای تعیین عملکرد علوفه‌ی خشک ابتدا از هر پلات به اندازه یک متر مربع از بیوماس هر دو گیاه برداشت شد. سپس با قرار دادن در آون با دمای 76 درجه سانتیگراد به مدت 48 ساعت، وزن علوفه‌ی خشک تعیین گردید.

اندازه‌گیری میزان نور دریافتی

به منظور بررسی چگونگی توزیع نور در جامعه گیاهی، تشعشع جذب شده و مقدار نور استهلاک شده بوسیله کانوپی مخلوط در سه مرحله (مرحله قبل از سنبله‌دهی، مرحله سنبله‌دهی و مرحله بعد از سنبله‌دهی) با استفاده از ابزار Sun Scan Canopy Analysis ΔT انجام گردید. نحوه اندازه‌گیری بدین صورت بود که با استفاده از این ابزار در ساعت 11 الی 14 میزان نور در بالای کانوپی کشت مخلوط و سرانجام میزان نور رسیده به کف کانوپی اندازه‌گیری گردید. از تفاضل میزان نور در بالای کانوپی و نور رسیده به کف کانوپی، مقدار نور دریافتی توسط کانوپی مخلوط در واحد میکرومول بر متر مربع بر ثانیه بدست آمد. با استفاده از روابط زیر ضریب خاموشی نوری و درصد تشعشع جذب شده توسط پوشش گیاهی محاسبه گردید (آوال و همکاران 2006).

$$K = \frac{\ln \frac{I_1}{I_0}}{LAI} \quad \text{رابطه (1)}$$

K = ضریب خاموشی نوری

I_1 = شدت نور در کف کانوپی

I_0 = شدت نور در بالای کانوپی

LAI = شاخص سطح برگ

همزمان با اندازه‌گیری نور، میزان شاخص سطح برگ نیز با استفاده از ابزار Sun Scan مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

سرعت تبادل کربن می‌شود. این عامل باعث افزایش کارایی مصرف نور در گیاهانی که منبع نور در آنها محدود است، خواهد شد (کنیری و همکاران 2005). در یک جامعه گیاهی بسته به آرایش کاشت و ژنوتیپ گیاه، میزان K می‌تواند متغیر باشد، هر چه برگها عمودی‌تر باشند و یا تراکم کاشت کمتر باشد میزان ضریب خاموشی کمتر خواهد بود (سایکی 1960).

در این راستا تحقیقی به منظور ارزیابی عملکرد و بررسی ضریب خاموشی نور، درصد نور دریافتی، شاخص سطح برگ و درصد پوشش سبز در کشت خالص جو و ماشک گل خوشه‌ای و کشت‌های مخلوط افزایشی و جایگزینی این دو گونه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار سال 1388 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در اراضی کرکج با طول جغرافیای 17' و 46° و عرض جغرافیای 5' و 37° و ارتفاع 1360 متر از سطح آب-های آزاد با اقلیم نیمه خشک سرد اجرا شد. آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 8 تیمار و 3 تکرار انجام گردید. تیمارها شامل کشت خالص جو و ماشک، کشت مخلوط افزایشی در نسبت های 15 : 100، 30 : 100 و 45 : 100 و کشت مخلوط جایگزینی در نسبت‌های 1 : 2، 1 : 3 و 1 : 4 بود. تراکم جو 440 بوته در متر مربع و تراکم ماشک گل خوشه‌ای 250 بوته در متر مربع تعیین گردید. بذرهاى جو دو پر (*Hordeum vulgare var. dictichum*) و ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa subsp. dacycarpa*) از موسسه تحقیقاتی دیم کشور در مراغه تهیه شد. کاشت این دو گیاه همزمان و به صورت دستی در تاریخ 1388/2/3 انجام شد. اندازه پلاتها 3×5 متر بود و هر پلات شامل 15 ردیف با فاصله 20 سانتی متری از هم به صورت ردیفی کشت شدند.

عملیات وجین علف‌های هرز به طور مرتب به صورت دستی و در هنگام لزوم انجام شد و آبیاری بر حسب شرایط اقلیمی منطقه به طور متوسط هر هفته

(2007) گزارش کردند که در کشت مخلوط گندم و شبدر قرمز، شاخص سطح برگ در کشت مخلوط این گیاهان نسبت به کشت خالص بالا بود و بالا بودن شاخص سطح برگ منجر به استفاده بهینه از نور دریافتی کانوپی و افزایش عملکرد شد.

درصد پوشش سبز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف درصد پوشش سبز بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی، جایگزینی و کشت خالص جو و ماشک گل خوشه‌ای معنی‌دار بود (جدول 1 و شکل 2). بیشترین درصد پوشش سبز مربوط به تیمار مخلوط افزایشی با ترکیب 45 : 100 به میزان 75/01 درصد و کمترین درصد پوشش سبز مربوط به تیمار جایگزینی 4:1 به میزان 49/06 درصد بود. مقایسه میانگین به روش دانکن بین تیمارهای مختلف نشان داد که مخلوط‌های افزایشی از میزان درصد پوشش سبز بالاتری نسبت به تیمارهای مخلوط جایگزینی و خالص برخوردارند (شکل 2).

صفری قلعه (1389) گزارش کرد که تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت‌های خالص ذرت و سویا دارای درصد پوشش سبز بیشتری بودند هر چقدر درصد پوشش سبز در مزرعه سریعتر به حداکثر برسد، گیاهان از منابع محیطی (نور، آب، مواد غذایی و ...) بهتر استفاده خواهند کرد و این امر روی عملکرد تاثیر مثبت خواهد گذاشت. رضایی چپانه (1387)، علت افزایش درصد پوشش سبز را در کشت مخلوط ذرت و باقلا به افزایش تراکم ذرت و افزایش تعداد بوته در واحد سطح و افزایش سطح برگ بیان کرد. اپوکیو وهاریس (2001) به افزایش درصد پوشش سبز در کشت مخلوط کلم با سیب‌زمینی و رابطه درصد پوشش سبز با راندمان مصرف نور و عملکرد دست یافتند و گزارش کردند که رسیدن زودتر به درصد پوشش سبز بالاتر موجب استفاده بیشتر از منبع نوری شده که این امر منجر به افزایش راندمان فتوسنتز و در نهایت باعث افزایش عملکرد می‌شود.

تعیین درصد پوشش سبز

درصد پوشش سبز بعد از بسته شدن کانوپی مخلوط و یک روز قبل از برداشت محصول با استفاده از دوربین دیجیتالی از بالای کانوپی به صورت عمودی عکس گرفته شد. سپس عکسها به وسیله نرم افزار Sigmascan pro 5.0 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و بر اساس آن درصد پوشش سبز برای هر تیمار ارائه گردید (کارچر و ریچاردسون 2005).

تجزیه‌های آماری شامل تجزیه واریانس به صورت طرح بلوکهای کامل تصادفی انجام گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و LSD انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که شاخص سطح برگ فقط در مرحله بعد از سنبله‌دهی جو معنی‌دار است و در مرحله قبل از سنبله‌دهی جو و مرحله سنبله‌دهی جو معنی‌دار نیست (جدول 1 و شکل 1). بیشترین شاخص سطح برگ در مرحله بعد از سنبله‌دهی جو مربوط به تیمار مخلوط افزایشی 45:100 با میانگین 6 و کمترین شاخص سطح برگ نیز مربوط به تیمار خالص جو با میانگین 3/33 بود.

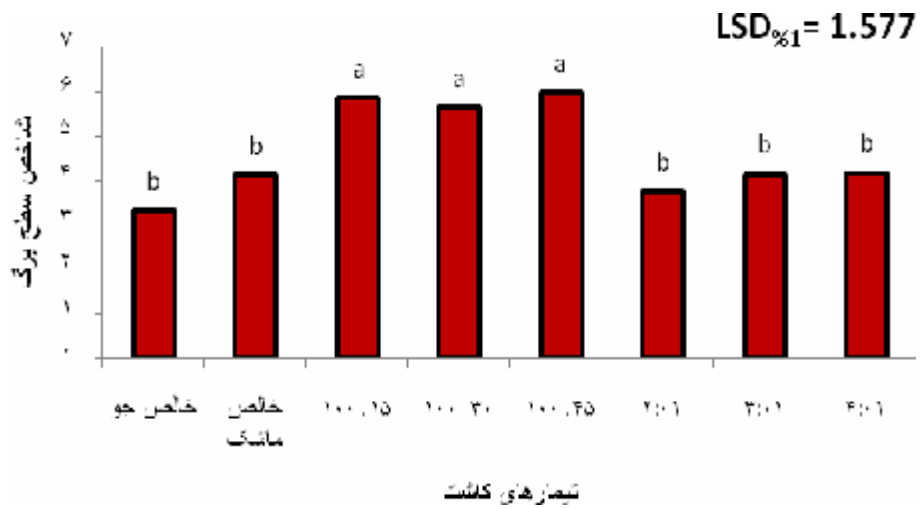
نتایج مقایسه میانگین حاکی از آن است که تیمارهای مخلوط افزایشی نسبت به تیمارهای مخلوط جایگزینی و کشت خالص از شاخص سطح برگ بالاتری برخوردار است (شکل 1). کای‌هان و همکاران (1999) گزارش کردند که میزان شاخص سطح برگ در کشت مخلوط پیوسته بالاتر از کشت خالص ذرت با سویا می‌باشد. صفری قلعه (1389) نیز گزارش کرد که شاخص سطح برگ در کشت مخلوط بالاتر از کشت خالص ذرت و سویا است.

انتظار می‌رود که بالا بودن شاخص سطح برگ، افزایش جذب تشعشع خورشید را در پی داشته باشد. بطوریکه با افزایش شاخص سطح برگ در این تحقیق، میزان نور دریافتی نیز افزایش یافت. سینگر و همکاران

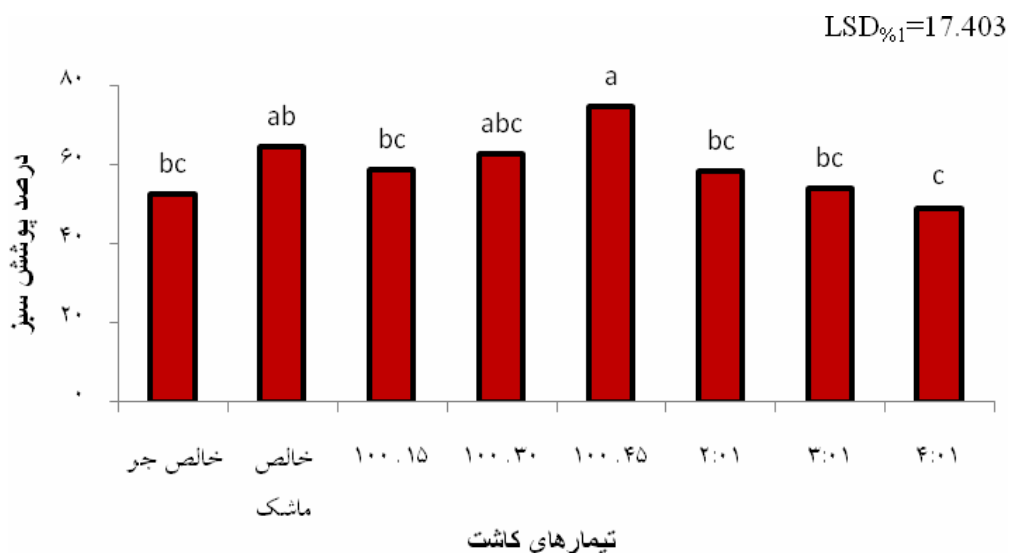
جدول ۱- تجزیه وراثت صرب خاموش نون در صد نور درانی، شاخص سطح برگ، درصد پوش سبز و عملکرد علوفه خشک در کشت مخلوط و خالص جو و ماشک گل خوشه‌ای

مشخصه	میانگین برهات												نوع	محل نشتر
	درصد پوش سبز	شاخص سطح	شاخص سطح	شاخص سطح	درصد نور	درصد نور	درصد نور	درصد نور	صرب خاموش	صرب خاموش	صرب خاموش نور	صرب خاموش نور		
معمول	۲۲/۵۸۸ ^{***}	۲/۱۵۹ [*]	۱۹/۰۱۳ ^{***}	۲۱۴/۱۲۵ [*]	۷۵/۳۷۵ ^{***}	۳۹۰/۵۲۳ ^{***}	۱۰۰/۳۵ [*]	۱۰۰/۱۰۳۵	۱۰۰/۱۳۳۵	۱۰۰/۱۳۳۵	۱۰۰/۱۳۳۵	۱۰۰/۱۳۳۵	۲	تکرار
خشک	۱۹۹/۲۱ ^{***}	۲/۷۵۷ ^{**}	۱۶/۲۲۵ ^{***}	۱۶۷/۱۴۳ ^{***}	۲۲۵/۲۴۳ ^{***}	۳۴۶/۵۱۸ ^{***}	۱۰۰/۳۰ [*]	۱۰۰/۲۳۰ [*]	۱۰۰/۱۸ ^{**}	۱۰۰/۱۸ ^{**}	۱۰۰/۱۸ ^{**}	۱۰۰/۱۸ ^{**}	۷	تیمار
معمول	۱۸۵/۲۰۸	۵۱/۲۷۱	۰/۴۲۲	۳۵/۱۳۹	۳۹/۶۱۳	۱۶۷/۱۶۱	۱۰۰/۰۶	۱۰۰/۰۷	۱۰۰/۰۴	۱۰۰/۰۴	۱۰۰/۰۴	۱۰۰/۰۴	۱۴	خطا
معمول	۷/۳۹	۱۲/۰۴	۲۰/۲۷	۳۲/۳۸	۹/۰۲	۲۶/۳۳	۱۳/۴۳	۱۷/۴	۱۶/۳۳	۱۶/۳۳	۱۶/۳۳	۱۶/۳۳	۶	صرب تغییرات (D)

* و ** و *** به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪ و ۰.۰۵٪ غیر معنی دار



شکل 1- میانگین شاخص سطح برگ در کشت‌های مخلوط و کشت خالص ماشک گل خوشه‌ای و جو در مرحله بعد از سنبله‌دهی جو

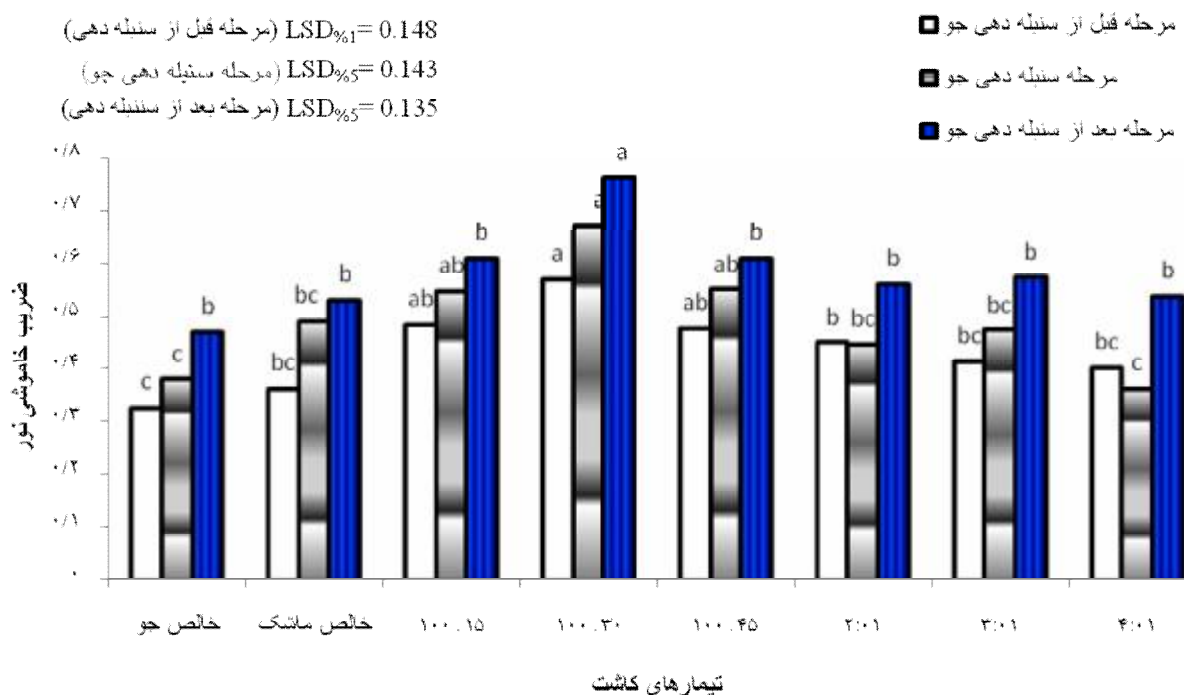


شکل 2- میانگین درصد پوشش سبز در کشت‌های مخلوط و کشت خالص ماشک گل خوشه‌ای و جو

حاصل شد. در مرحله سنبله‌دهی جو و مرحله بعد از سنبله‌دهی جو، بیشترین ضریب خاموشی نور مربوط به تیمار مخلوط افزایشی 30:100 به ترتیب به میزان 0/67 و 0/76 و کمترین ضریب خاموشی نور نیز مربوط به تیمار خالص جو به ترتیب به میزان 0/36 و 0/47 بود (شکل 3).

ضریب خاموشی نور

بر اساس نتایج حاصل از مطالعه ضریب خاموشی نور در کشت‌های خالص و مخلوط اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول و 1 شکل 3). در مرحله قبل از سنبله-دهی جو بیشترین ضریب خاموشی نور مربوط به تیمار مخلوط افزایشی 30:100 به میزان 0/57 بود و کمترین ضریب خاموشی نور در تیمار خالص جو به میزان 0/32



شکل 3 - میانگین ضریب خاموشی نور در سه مرحله مختلف رشدی در کشت‌های مخلوط و کشت خالص ماشک گل خوشه‌ای و جو

می‌رسد. همچنین کشت مخلوط افزایشی نسبت به کشت خالص و کشت مخلوط جایگزینی عملکرد علوفه بیشتری را تولید کرد. که نشان از کارایی و برتری کشت مخلوط افزایشی دارد. این نتایج توسط جمشیدی (1387) نیز بیان شده است که کشت مخلوط افزایشی ذرت و لوبیا چشم بلبلی بر کشت خالص و کشت مخلوط جایگزینی این دو گونه از لحاظ عملکرد برتری دارد.

این نتایج نشان می‌دهد که کشت مخلوط افزایشی نسبت به کشت مخلوط جایگزینی و کشت خالص از ضریب خاموشی نور بیشتری برخوردار است و در بهره‌داری از نور تابیده شده نسبت به کشت مخلوط جایگزینی و کشت خالص بهتر عمل می‌کند. زمانی که جو و ماشک گل خوشه‌ای در سیستم مخلوط به روش افزایشی کشت می‌گردند، محیط نوری ایجاد شده توسط ترکیب مخلوط به گونه‌ای است که اتلاف نور به حداقل

گزارش کرد که میزان نور دریافتی در کشت مخلوط ذرت و باقلا بیشتر از تک‌کشتی می‌باشد.

کشت‌های مخلوط افزایشی نسبت به کشت‌های مخلوط جایگزینی و کشت‌های خالص به ترتیب 12 و 11 درصد نور بیشتری دریافت کرده‌اند. در مجموع کشت مخلوط نسبت به کشت خالص 5 درصد نور بیشتری دریافت کرده است. این نتایج نشان می‌دهد که کشت مخلوط افزایشی نسبت به کشت خالص از عوامل محیطی مثل نور بهتر استفاده می‌کند. محسن آبادی و همکاران (1386) نیز گزارش کردند که کشت مخلوط جو با ماشک در مقایسه با تک‌کشتی 12% نور بیشتری جذب کرده است. ماریوتی و ماسونی (1997) نشان دادند که کشت مخلوط یولاف و ماشک به طور متوسط 20 درصد نور بیشتری نسبت به میانگین تک‌کشتی‌ها جذب کردند که دلیل آن کاهش انعکاس نور بود. بر اساس یافته‌های کیتینگ و کاربری (1993)، کشت مخلوط گندم و باقلا به دلیل تفاوت در زمان رشد، آرایش عمودی شاخ و برگ و شکل کانوپی در جذب نور خورشید موفق عمل می‌کنند. مندان و همکاران (1996) در آزمایش خود به رابطه‌ی مستقیم جذب نور با تراکم‌های بالا اشاره کردند که در تراکم‌های بیشتر، جذب نور نسبت به تراکم‌های پایین‌تر افزایش چشمگیری داشت. شیکاتا و همکاران (2003) در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی، کل میزان نور دریافتی را نسبت به حالت تک‌کشتی بالاتر توصیف کردند. یک برگ یا کانوپی حتی در تراکم‌های مطلوب در کشت خالص نمی‌تواند به طور کامل از نور موجود استفاده کند. کشت مخلوط دو گونه با آرایش برگ و ارتفاع متفاوت که در کنار هم رشد می‌کنند، نسبت به تک‌کشتی نور بیشتری را از نظر کمی و کیفی جذب می‌کنند (جوانشیر و همکاران 1379).

عملکرد علوفه در کشت مخلوط

نتایج تجزیه واریانس عملکرد کل علوفه به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای جو و ماشک گل خوشه‌ای در سطح 1 درصد معنی‌دار بود (جدول 1).

نور خورشید زمانی که در یک جامعه گیاهی نفوذ می‌کند تحت تاثیر شاخص سطح برگ و همچنین آرایش برگ‌هاست. ضریب خاموشی نور نشانگر آرایش برگ‌ها بوده و به عبارتی نرخ کاهش نور در جامعه گیاهی می‌باشد. آرایش برگ‌ها توسط زاویه برگ‌ها و چگونگی تجمع برگ در درون جامعه گیاهی مشخص می‌گردد (سرمدنیا و کوچکی 1377). مقدار ضریب استهلاک نوری برای گیاهانی با عادت رشد افقی حدود 0/61 و برای گیاهانی با رشد عمودی 0/47 گزارش شده است (حسینی، 1383).

درصد نور دریافتی

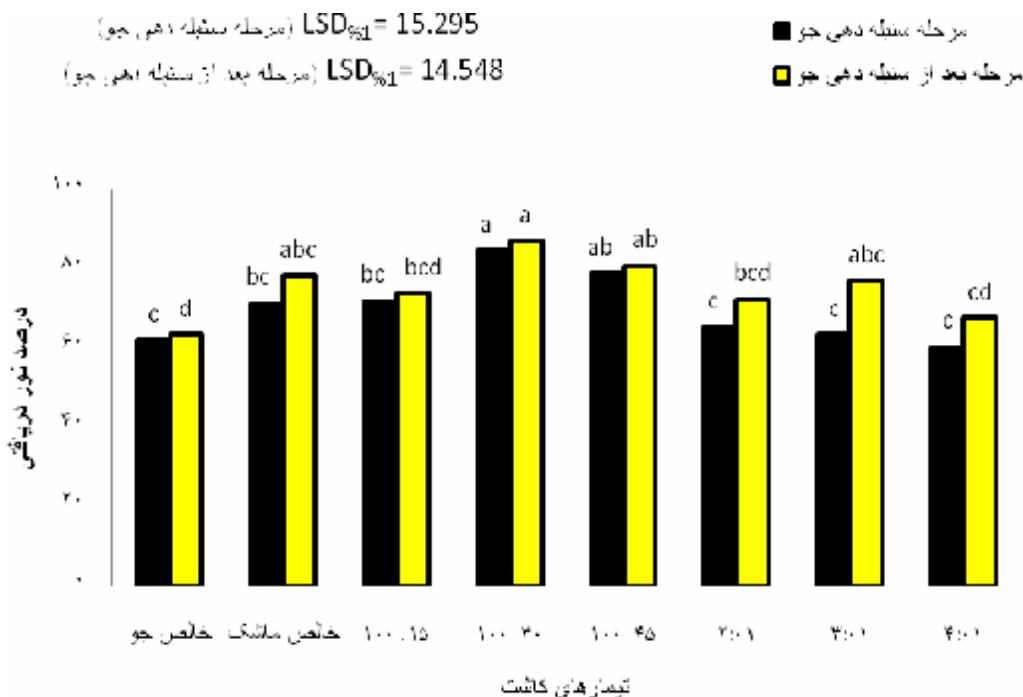
اثر نوع کشت روی درصد نور دریافتی در مرحله سنبله‌دهی جو مرحله بعد از سنبله‌دهی جو معنی‌دار بود (جدول 1 و شکل 4). توسوبو و همکاران (2001) در آزمایشی روی کشت مخلوط ذرت و باقلا، مجموع میزان نور دریافتی در کشت مخلوط این دو گونه را نسبت به تک‌کشتی آن‌ها بالاتر گزارش کردند. کای‌هان و همکاران (1999) نیز گزارش کردند که در کشت مخلوط سویا با ذرت، میزان اخذ نور و LAI در تراکم‌های بالاتر مخلوط بیشتر از تراکم‌های پائین است. تولید ماده خشک به میزان تشعشع جذب شده و کارایی مصرف نور وابسته است و جذب نور نیز به نوبه خود به میزان تشعشع برخورد کرده به کانوپی و شاخص سطح برگ بستگی دارد (قائمی 1381).

در مرحله سنبله‌دهی و بعد از سنبله‌دهی جو بیشترین مقدار درصد نور دریافتی در تیمارهای مخلوط افزایشی 30 : 100 و 45 : 100 به ترتیب به میزان 87 و 84/67 درصد و کمترین مقدار درصد نور دریافتی در تیمارهای مخلوط جایگزینی 1 : 4 و خالص جو به ترتیب به میزان 60/33 و 63/33 بود (شکل 4). تیمار مخلوط افزایشی 30 : 100 در حدود 18/30 و 11 درصد به ترتیب در مرحله سنبله‌دهی جو و مرحله بعد از سنبله‌دهی جو نسبت به کشت‌های خالص نور بیشتری دریافت کرده است (شکل 4). رضایی چیانه (1387) نیز

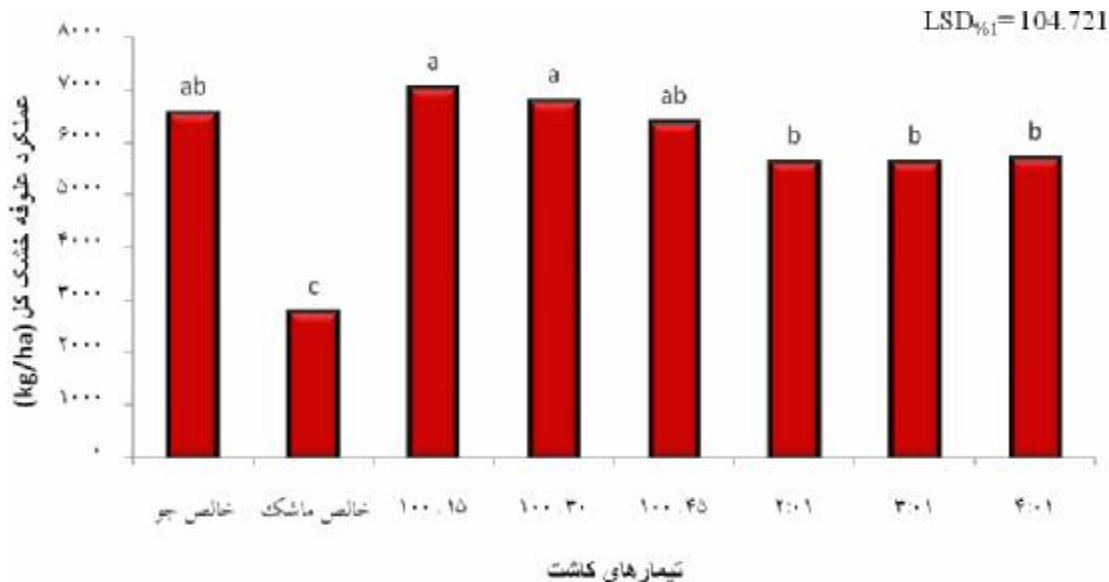
دهمرده و همکارانش (2009) در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی بیان کردند که کشت مخلوط، عملکرد علوفه سبز بیشتری نسبت به کشت خالص تولید می‌کند. بافنده روز بهانی و همکاران (1389) گزارش کردند که بیشترین عملکرد علوفه خشک، مربوط به کشت مخلوط ماشک دسی کارپا با جو با متوسط عملکرد 3/4 تن در هکتار بود.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سیستم کشت مخلوط افزایشی نسبت به الگوی جایگزینی و تک‌کشتی در بهره‌برداری از تشعشعات فعال فتوسنتزی موثرتر عمل نموده و از اتلاف نور جلوگیری کرده است. بطوریکه کمترین تشعشع فعال فتوسنتزی رسیده به کف کانوپی مربوط به مخلوط‌های افزایشی می‌باشد. که بیشترین عملکرد کل نیز مربوط به همین مخلوط افزایشی‌ها می‌باشد. در این حالت محیط نوری ایجاد شده توسط ترکیب مخلوط به گونه‌ای است که اتلاف نور به حداقل می‌رسد و با اضافه شدن ماشک گل خوشه‌ای نسبت نور جذبی افزایش می‌یابد.

کشت مخلوط از برتری محسوسه نسبت به کشت خالص این دو گیاه برخوردار بود. بیشترین عملکرد علوفه خشک از تیمار افزایشی 15 : 100 با میانگین 7030 کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان عملکرد علوفه خشک متعلق به تیمار جایگزینی 1 : 2 که برابر 5600 کیلوگرم در هکتار بود (شکل 5). همچنین گیاهان گراس و لگوم به دلیل تفاوت‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک در نحوه استفاده از منابع محیطی به حالت مکملی مثبت عمل می‌کنند، بنابراین عملکرد به دلیل استفاده بهتر از منابع افزایش می‌یابد (قمر و همکاران 2004). انصار و همکاران (2010) نتیجه گرفتند که کشت مخلوط غلات، علوفه بیشتر و با کیفیت بهتری نسبت به کشت خالص غلات تولید کرد. در این پژوهش کشت مخلوط افزایشی به دلیل برخورداری از شاخص سطح برگ، درصد پوشش سبز، درصد نور دریافتی و ضریب خاموشی بیشتر نسبت به کشت خالص و مخلوط جایگزینی از عملکرد علوفه‌ای بیشتری برخوردار بود که نشان از برتری کشت مخلوط افزایشی است.



شکل 4 - میانگین درصد نور دریافتی در کشت‌های مخلوط و کشت خالص ماشک گل خوشه‌ای و جو



شکل 5- مقایسه میانگین مربعات عملکرد علوفه‌ای خشک کل، در تیمارهای مخلوط افزایشی و جایگزینی (کیلو گرم در هکتار)

منابع مورد استفاده

بافنده روز بهانی، ا، علیزاده خ و عبدالحق، ا، 1389. بررسی عملکرد علوفه و بذر کشت مخلوط برخی لگوم‌های علوفه‌ای و جو در شرایط دیم زارع در استان مرکزی. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی تهران. 2454 – 2456.

بهشتی سع، 1381. اثر تغییرات ساختار کانوپی بر جنبه‌های اکوفیزیولوژیکی ارقام هیبرید ذرت در ارتباط با کارایی مصرف تشعشع و جذب نیتروژن. پایان‌نامه دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

جمشیدی خلیل، 1387. بررسی برخی صفات اکوفیزیولوژیکی ذرت و لوبیا چشم بلبلی در کشت مخلوط. پایان‌نامه دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

جوانشیر ع، دباغ محمدی نسب ع، حمیدی آ و قلی پور م، 1379. اکولوژی کشت مخلوط (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

حسینی م، 1383. اکوفیزیولوژی کشت مخلوط ارزن علوفه‌ای و لوبیا چشم بلبلی. پایان‌نامه دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

رضایی چپانه ا، 1387. ارزیابی اکوفیزیولوژیک کشت مخلوط ذرت و باقلا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

سرمدنیاغ و کوچکی ع، 1377. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

صفری قلعه س، 1389. ارزیابی عملکرد و سودمندی کشت مخلوط ذرت و سویا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

قائم‌ی ع، 1381. بررسی شاخص‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک موثر بر افزایش عملکرد کمی و کیفی چغندر قند. پایان‌نامه دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

محسن آبادی غ، جهان سوز م، چایی چی م و رحیمیان مشهدی ح، 1386. مطالعه سودمندی تولید و کارایی استفاده از نور در کشت مخلوط جو (*H. vulgare*) و ماشک (*V. desicarpa*) در سطوح مختلف کود نیتروژن. دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان.

مجدنصیری ب و احمدی م، 1384. تاثیر فصل کاشت و فاصله بوته در نحوه توزیع و میزان جذب نور در جامعه گیاهی ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ (*Carthamus tinctorious* L.). مجله علوم کشاورزی ایران، جلد 36، شماره 1، صفحات 73 - 63.

مظاهری د، 1373. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران.

Ansar M, Ahmed ZI, Malik MA, Nadeem M, Majeed A and Rischkowsky BA, 2010. Forage yield and quality potential of winter cereal-vetch mixtures under rainfed conditions. *Journal of Food Agricultural and Environment* 22 (1): 25 – 36.

Awal MA, Koshi H and Ikeda T, 2006. Radiation interception and use by maize / peanut intercrop canopy. *Agricultural and Forest Meteorology* 139: 74 – 83.

Dahmardeh M, Ghanbari A, Syasar B and Ramroudi M, 2009. Effect of intercropping maize (*Zea mays* L.) with cow pea (*Vigna unguiculate* L.) on green forage yield and quality evaluation. *Asian Journal of Plant sciences* 8 (3) : 235 – 239.

Karcher DE and Richardson MD, 2005. Batch analysis of digital images to evaluate turfgrass characteristics. *Crop Science* 45: 1536 – 1539.

Kayhan FP, Dutilleul P and Smith D, 1999. Soybean canopy development as affected by population density and intercropping with corn. *Crop Science Society of America* 39: 1784 – 1791.

Keating M and Carbery J, 1993. Light interception and yield in legume-cereal intercropping. *Field Crops Research* 12: 75–79.

Kiniry JR, Mc Cauley G, Xie Y and Arnorl JG, 2001. Rice parameters describing crop performance of four U.S. cultivars. *Agronomy Journal* 93: 1354–1361.

- Kiniry JR, Simpson CE, Schubert AM and Reed JD, 2005. Peanut leaf area index, light interception, radiation use efficiency, and harvest index at three sites in Texas. *Field Crops Research* 91: 297–306.
- Major DJ and Otegu BW, 1996. Leaf area light interception and development in maize radiation use efficiency. *Agronomy Journal* 83: 37–40.
- Mandal BK, Das D, Saha A and Mohasin MD, 1996. Yield advantage of wheat (*Triticum aestivium*) and chickpea (*Cicer arietinum*) under different spatial arrangement in intercropping. *Indian Journal of Agronomy* 41: 14–21.
- Mariotti EL and Masoni A, 1997. Light interception in an oat/vetch intercropping. *Field Crop Abtract. Rivista di agronomia* 31(3): 658–665.
- Monsi M and Saeki T, 1953. Uber den lichtfaktor in den pflanzengesellschaften und seine bedeutung fur die stoffproduktion. *Japanese Journal of Botany* 14: 22 – 52.
- Opoku-Ameyaw A and Harris PM, 2001. Intercropping potatoes in early spring in a temperate climate. 2. Radiation utilization. *Field Crops Research* Vol(44): 63 – 74.
- Qamar I.A, Keatinge JDH, Mohamad N, Ali A and Ajmal Khan M, 2004. Interoduction and management of vetch - barley forage mixtures in the rainfed areas of Pakistan., *Australian Journal of Agricultural Research* 50 (1) : 1–10.
- Rao MSS, Mendham NJ and Buzza GC, 1991. Effect of the apetalous flower character on radiation distribution in the crop canopy, yield and its components in oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal. Agricultural Science Cambridge* 117: 189 – 196.
- Saeki T, 1960. Interrelationships between leaf amount, light distribution and total photosynthesis in a plant Community. *Botanical Magazine Tokyo* 73: 55 – 63.
- Shikata K, Matsushita Y, Naw E and Sakuratani T, 2003. Effect of intercropping with maize on the growth and light environment of cowpea. *Japanse Journal of Tropical Agriculture* 47: 17–26.
- Singer JW, Sauer TS, Blaser BC, and Meek DW, 2007. Radiation use efficiency in dula winter cereal forage production systems. *American Society of Agronomy* 99: 1175–1179.
- Tsuba M, Walker S and Mukhala E, 2001. Comparisons of radiation use efficiency of mono/ intercropping systems with different orientations. *Field Crops Research* 71: 17–29.
- Vandermmmer J, 1992. *The Ecology of Intercropping*. Great Britian at the University Press. Cambridge.
- Wells R, and Faden M, 1991. Soybean growth response to plant density. Relationships among canopy photosynthesis, leaf area and light interception. *Crop Science* 31: 805–810.