

## بررسی جذب و کارایی مصرف نور در کشت مخلوط لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و ریحان رویشی (*Ocimum basilicum* L.)

یاسر علی زاده<sup>۱\*</sup>، علیرضا کوچکی<sup>۲</sup> و مهدی نصیری محلاتی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۷

تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۲۲

### چکیده

به منظور بررسی جذب و کارایی مصرف نور در کشت مخلوط لوبیا و ریحان رویشی، آزمایشی در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و پنج تیمار به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: (۱- کشت خالص لوبیا، ۲- کشت خالص ریحان، ۳- کشت مخلوط نواری چهار ردیف ریحان و دو ردیف لوبیا، ۴- کشت مخلوط نواری چهار ردیف لوبیا و دو ردیف ریحان و ۵- کشت مخلوط ردیفی). برداشت گیاه ریحان در دو چین انجام گرفت. در این آزمایش میزان جذب نور در تیمارهای کشت مخلوط به طور معنی داری بالاتر از کشت خالص بود. کارایی مصرف نور لوبیا در کشت ردیفی (۲/۴ گرم بر مگاژول) بالاتر از تیمارهای دیگر بود و کمترین کارایی نور لوبیا در تیمار ۴ ردیف ریحان و ۲ ردیف لوبیا با ۱/۶ گرم بر مگاژول به دست آمد. در برداشت اول گیاه ریحان، کشت خالص کارایی نور بالاتری نسبت به تیمارهای دیگر داشت (۱/۲۷ گرم بر مگاژول). به طور کلی در چین دوم کارایی مصرف نور در تمامی تیمارها بالاتر از چین اول بود و کشت ردیفی با ۳/۴ گرم بر مگاژول بالاترین کارایی مصرف نور را به خود اختصاص داد. ضریب استهلاک نوری در این آزمایش برای ریحان ۰/۴۷ و برای لوبیا ۰/۵۵ به دست آمد. بالاترین شاخص سطح برگ لوبیا (۴/۳) در کشت خالص حاصل شد. بالاترین شاخص سطح برگ ریحان (۳/۲) در برداشت اول در کشت نواری با ۴ ردیف ریحان و در چین دوم در کشت خالص (۲/۵) بدست آمد.

**واژه‌های کلیدی:** ضریب استهلاک نوری، شاخص سطح برگ، کشت مخلوط ردیفی، کشت مخلوط نواری

### مقدمه

بسیاری از کشورها موجب هرچه کوچک تر شدن قطعات زمین‌های کشت به ویژه در آفریقا و آسیا شده است (Faostat, 2008). در چنین شرایطی ممکن است بیش از افزایش تولید یک محصول، تولید تعداد بیشتری محصول که مورد نیاز کشاورزان در چنین مناطقی می باشد در این زمین‌های کوچک مدنظر قرار گیرد و زمینه بسیار مناسبی برای استفاده از شیوه‌های چند کشتی وجود دارد (Ceotto & Castelli, 2002).

کشت مخلوط یک روش مناسب برای افزایش استفاده بهینه از نور خورشید می باشد به علاوه بسیاری از مطالعات مبنی بر افزایش استفاده از انرژی خورشیدی در کانونی کشت مخلوط انجام گرفته است (Tsubo et al., 2001, Black & Ong, 2000). در کشت مخلوط استفاده ترکیبی از گیاهان مختلف به شکل هندسی کانونی این گیاهان بسیار وابسته بوده و علاوه بر آن شرایط محیطی، مدیریت، طول دوره رشد گیاه، مسایل اقتصادی و ثبات و پایداری نیز موثر می‌باشند (Conolly et al., 2001).

در شرایط مطلوب زراعی که هیچ عامل محدود کننده دیگری

در سیستم‌های چند کشتی، همواره باید به دنبال روش‌هایی برای افزایش تولید عملکرد در گیاهان بود از روش‌های مهم برای رسیدن به این امر بالا بردن بهره‌وری استفاده از منابع طبیعی مانند آب و مواد غذایی خاک، تشعشع خورشید، دی اکسید کربن اتمسفر و استفاده موثر از سطح زمین‌های کشاورزی می باشد. از این منابع طبیعی، نور که قابل ذخیره شدن نیست می‌تواند محدودیت بیشتری را در پی داشته باشد (Awal et al., 2006)، نور یکی از منابع طبیعی مهم می‌باشد که با افزایش کارایی آن می‌توان سطح تولید محصولات را افزایش داد (Awal et al., 2006). میزان زمین‌های قابل کشت در طی سال‌های اخیر به دلیل شهرسازی و سرعت بالای صنعتی شدن، کاهش یافته است و این به همراه قوانین ارث و میراث در

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

(Email: ya\_al993@stu-mail.um.ac.ir

\*) نویسنده مسئول:

کشت گیاهان دارویی و معطر از دیرباز از جایگاه ویژه ای در نظام های سنتی کشاورزی ایران برخوردار بوده است و این نظام ها از نظر ایجاد تنوع و پایداری نقش مهمی ایفا می کرده اند ( Koocheki et al., 2004). گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گیاهی یکساله و اسانس دار از خانواده نعناع می باشد (Omidbeigi, 2000) که این خانواده بیشترین تعداد گونه های کشت شده در ایران را دارا می باشد (Koocheki et al., 2004). نقش بقولات نیز به عنوان منبع مهمی در جیره غذایی انسان، تغذیه دام و افزایش حاصلخیزی خاک شناخته شده است (Bhatti et al., 2006). لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) مهم ترین گیاه خانواده بقولات به شمار می رود که با توجه به پروتئین بالا و سایر خصوصیات زراعی بالاترین سطح کشت را بین حبوبات به خود اختصاص داده است (Majnoon hosseini, 1993). کشت مخلوط بقولات با گیاهان دارویی توسط بسیاری از محققین مطالعه شده است و بسیاری از آن ها افزایش بهره وری در استفاده از منابع را گزارش کرده اند (Singh & Maefferi & Mucciarelli, 2003; Ram, 1991). در شرایط کشت مخلوط ریحان رویشی و لوبیا شرایط به گونه ای است که با برداشت ریحان در شرایط کشت مخلوط زمین کاملاً خالی از گیاه نمانده و حضور گیاه دوم مانع از هدر روی تمامی منابع نوری رسیده به سطح زمین می گردد و این چیزی است که در کشت ریحان خالص وجود ندارد به طور کلی حضور چند گیاه در کشت مخلوط نسبت به یک گیاه در کشت خالص می تواند در صورت انتخاب درست گیاهان میزان جذب نور را از نظر زمانی و مکانی افزایش داده و بهره وری بالاتری از منابع نوری را به همراه داشته باشد (Keating & Carberry, 1993). در همین راستا این آزمایش به منظور بررسی کارایی مصرف نور در کشت مخلوط لوبیا و ریحان رویشی انجام گرفت.

### مواد و روش ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا اجرا شد. متوسط بارندگی سالیانه ۲۸۶ میلی متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه در این منطقه به ترتیب ۴۲ و ۲۷/۸- درجه سانتی گراد می باشد. آب و هوای منطقه بر اساس روش آمبرژه سرد و خشک می باشد. این مزرعه در سال قبل زیر کشت گیاه جو قرار گرفته بود. شرایط شیمیایی خاک در سال مورد آزمایش به شرح زیر بود (جدول ۱).

وجود ندارد بین وزن خشک تولیدی با میزان نور جذب شده، به ویژه تشعشع فعال فتوسنتزی<sup>۱</sup> (PAR) جذب شده یک رابطه خطی وجود دارد (Gallagher & Biscoe, 1978). شیب رگرسیون خطی بین جذب تشعشع تجمعی و بیوماس تولیدی گیاه، کارایی مصرف نور را تعیین می کند (Ceotto & Castelli, 2002). همچنین با توسعه این رابطه ساده در گیاهان، از آن به عنوان مدل استفاده می شود. به عنوان مثال توسوبو و والکر (Tsubo & Walker, 2002) بیان کرده اند که تولید ماده خشک در شرایط بدون تنش تابعی از زمان و تلفیقی از میزان تشعشع فعال فتوسنتزی دریافت شده، کسری از تشعشع که توسط گیاه جذب می شود و کارایی استفاده از تشعشع جذب شده در تبدیل به ماده خشک می باشد و همچنین در گیاهان زراعی که عملکرد اقتصادی اهمیت ویژه ای پیدا می کند، جزء شاخص برداشت نیز به عوامل فوق اضافه می شود. بسیاری از مدل های استفاده شده برای ارزیابی کارایی نور در گیاهان بر اساس قانون بیر می باشند که این قانون به طور کامل در لایه های مختلف در کانوپی کشت مخلوط قابل استفاده می باشد (McMurtrie & Wolf, 1983). ضریب استهلاک نوری (K) یکی از اجزا اصلی در قانون بیر بوده که میزان ممانعت گیاه از عبور نور را نشان می دهد. ضریب استهلاک نوری تحت تاثیر شاخص سطح برگ، شیب برگ، زاویه خورشید در بالاترین نقطه خود و زاویه برگ قرار دارد (Graf et al., 1990; Keating & Carberry, 1993). با این حال در بسیاری از مدل ها ضریب استهلاک نوری را چندان تاثیر گذار ندانسته و آن را وارد نمی کنند (Rimington, 1984; Rimington, 1985). در کل بهبود بهره وری استفاده از نور هم می تواند در اثر بیشتر شدن جذب نور باشد و هم بالاتر رفتن کارایی مصرف نور (Willey, 1990). به طور معمول جذب نور در شرایط کشت چند گیاه به جای یک گیاه افزایش می یابد چون هم زمان بیشتری و هم از نظر مکانی فضای بیشتری تحت پوشش گیاه زراعی قرار می گیرد (Keating & Carberry, 1993). اما در مورد کارایی مصرف نور نمی توان قویا عنوان نمود که در کشت های مخلوط بالاتر از کشت های خالص می باشد بلکه این موضوع به اجزای کشت مخلوط وابسته بوده و اینکه چه گیاهانی و در چه شرایطی در کنار هم قرار گرفته اند (Fukai & Trenbath, 1993). کسری از تشعشع فعال فتوسنتزی که توسط کانوپی گیاهان مختلف در کشت مخلوط جذب می گردد بیشترین وابستگی را به شاخص سطح برگ و ساختار کانوپی دارد (Bastiaan et al., 2000). اگرچه اندازه گیری نور جذب شده توسط هریک از گیاهان مختلف در کشت مخلوط کار دشواری است ولی مدل های مختلفی برای محاسبه آن وجود دارد (Tsubo et al., 2005; Wilkerson et al., 1990).

جدول ۱- شرایط شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

Table1-Soil chemical properties for field trial

هدایت الکتریکی EC(dS/m)	اسیدیته pH	پتاسیم (ppm) Potassium	فسفر (ppm) Phosphorus	نیتروژن (ppm) Nitrogen
1.2	7.47	119	25	15.5

آمد ( Hosseinpanahi, 2008 ).

معادله (۱)  $y = a + b \times 4 \times (\exp(-(x-c)/d)) / (1 + \exp(-(x-c)/d))^2$   
 a: عرض از مبدا، b: زمان رسیدن به حداکثر LAI، c: حداکثر LAI و d: نقطه عطف منحنی که در آن رشد سطح برگ وارد مرحله خطی می‌شود.

برآورد روزانه مقادیر ریحان با توجه به چین رویشی در ریحان و ثابت نشدن LAI از معادله خطی استفاده شده است.

میزان نور بالا و پائین کانویی توسط دستگاه SSI-UM Sunscan- مدل 1.05 همزمان با نمونه برداری‌های سطح برگ و ماده خشک اندازه‌گیری شد. انداز ه‌گیری‌ها در سه نقطه از هر کرت و در فاصله ساعات ۱۱ تا ۱۳ انجام گرفت.

با توجه به معادله (۲) و با داشتن شاخص سطح برگ و اندازه‌گیری نور در بالا و پایین کانویی، ضریب استهلاک نوری (K) با رگرسیون‌گیری از لگاریتم طبیعی مقدار نور عبور کرده ( $I_i/I_0$ ) در مقابل شاخص سطح برگ به دست آمد، قابل ذکر است که محاسبه ضریب خاموشی در تیمارهای خالص انجام گرفت ( Keating & Carberry, 1993 ).

$$\frac{I_i}{I_0} = e^{-k.LAI} \quad \text{معادله (۲)}$$

I: مقدار تشعشع در بالای کانویی، I<sub>i</sub>: مقدار تشعشع در پایین کانویی، K: ضریب استهلاک نوری، LAI: شاخص سطح برگ. با استفاده از ساعت آفتابی استخراج شده از موسسه اقلیم‌شناسی استان خراسان برای عرض جغرافیایی مشهد، میزان تشعشع روزانه خورشیدی از روش خودریان و فان لار محاسبه گردید ( Nassiri, 2000 ).

نور جذب شده روزانه برای هر دو گونه بر اساس معادلات ۳ تا ۵ محاسبه شد (Franciscangeli et al., 2006).

$$I_i = I_0 \cdot (1 - \exp((-K_b.L_b) + (-K_s.L_s))) \quad \text{معادله (۳)}$$

$$I_s = I_i \left( \frac{K_s L_s}{((K_s L_s) + (K_b L_b))} \right) \quad \text{معادله (۴)}$$

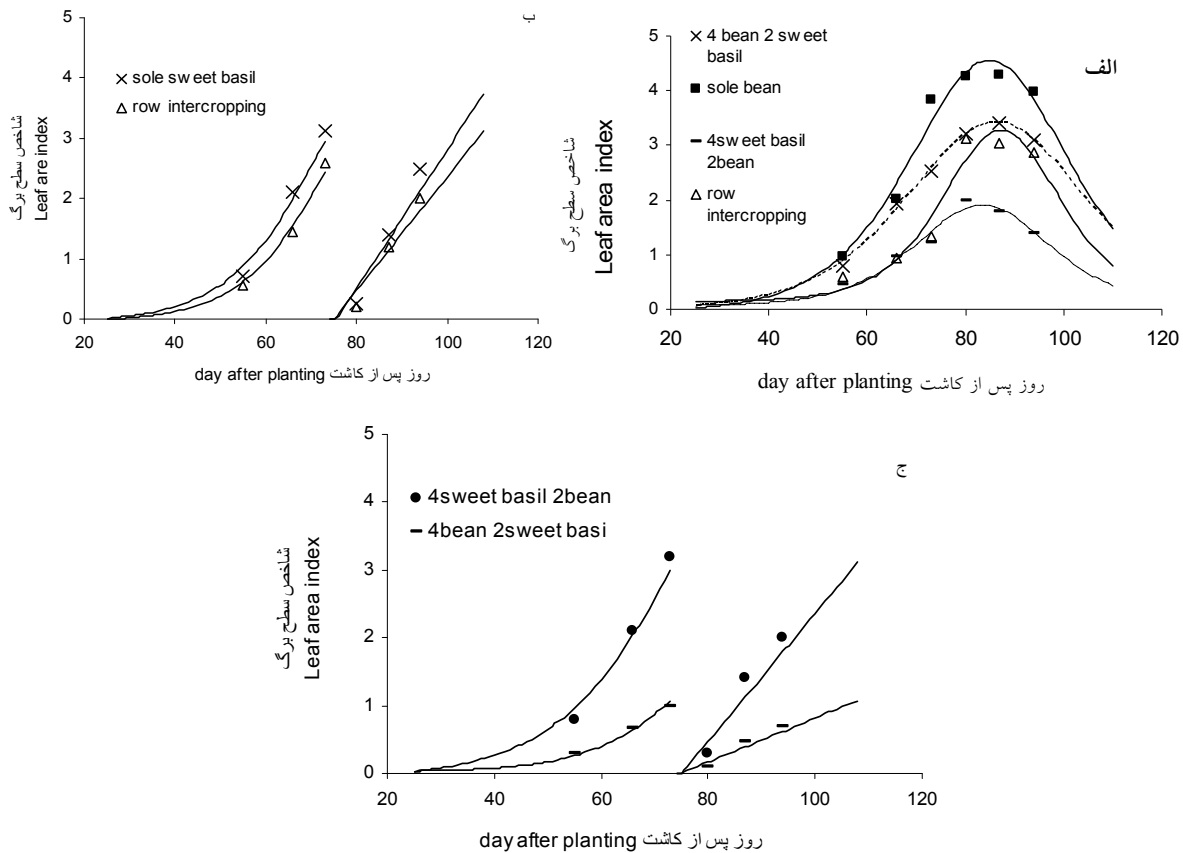
$$I_b = I_i - I_s \quad \text{معادله (۵)}$$

آزمایش بصورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۵ تیمار اجرا شد. تیمارها شامل (کشت خالص ریحان، کشت خالص لوبیا، کشت مخلوط نواری چهار ردیف ریحان+ دو ردیف لوبیا، چهار ردیف لوبیا+ دو ردیف ریحان و کشت مخلوط ردیفی (یک به یک) بودند. در این آزمایش هر بوته لوبیا معادل با ۱/۵ بوته ریحان بود و در نتیجه فاصله دو بوته در روی ردیف چه در کشت مخلوط و چه در کشت خالص یکسان بوده و تراکم‌ها با افزایش و یا کاهش تعداد ردیف ایجاد شده بود.

کرت‌هایی به ابعاد ۳×۵ متر مربع ایجاد شد و در هر کرت ۶ ردیف کاشت به فاصله ۵۰ cm از یکدیگر در نظر گرفته شد و بذور ریحان از توده بومی مشهد بوده که به فاصله ۶/۵cm روی ردیف‌ها (تراکم ۳۰ بوته در متر مربع) و عمق ۲-۳ سانتی‌متر، و بذور لوبیا از رقم ناز بوده که به فاصله ۱۰cm روی ردیف‌ها (تراکم ۲۰ بوته در متر مربع) و عمق ۵ سانتی‌متر در ۱۰ اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۷ کاشته شد. فاصله بین کرت‌ها نیز در هر بلوک ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و بعد از آن هر ۱۰ روز یکبار بصورت نشستی صورت گرفت. عملیات تک‌کاری به منظور رسیدن به تراکم مورد نظر در مرحله ۳-۴ برگی گیاهان انجام گرفت. مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی در ۴ نوبت انجام گرفت ضمناً به منظور بررسی آزمایش در شرایط کم‌نهاده و بیشتر نمود پیدا کردن تاثیر تثبیت نیتروژن گیاه لوبیا در کشت مخلوط از هیچگونه کود (اعم از شیمیایی و غیر شیمیایی) در تیمارها استفاده نشد و به دلیل عدم نیاز سم نیز به کار نرفته بود. برداشت لوبیا در ۱۵ مرداد ماه انجام گرفته و ریحان در دو چین برداشت گردید که چین اول در ۲۰ تیر ماه در ارتفاع ۸-۱۰ سانتی‌متری سطح زمین قطع گردید و چین دوم در حدود یکماه پس از چین اول در تاریخ ۲۵ مرداد صورت گرفت.

در ابتدای فصل هر کرت به دو قسمت تقسیم شد که در یک قسمت نمونه‌گیری‌های تخریبی و قسمت دیگر به برآورد عملکرد اختصاص گرفت. ۵۵ روز پس از کاشت تا اوایل رسیدگی، هر هفته یک بار از هر گیاه سه بوته به طور کاملاً تصادفی برای اندازه‌گیری سطح برگ و وزن خشک برداشت شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه سطح برگ سنج (مدل Li-Cor) استفاده گردید و جهت اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت زمان کافی قرار می‌گرفتند.

برآورد مقادیر LAI روزانه لوبیا از طریق برازش معادله زیر بدست



شکل ۱- تاثیر تیمارهای مختلف بر شاخص سطح برگ، الف: گیاه لوبیا، ب و ج: گیاه ریحان  
 Fig1- The effect of different treatments on leaf area index in A: bean B and C: sweet basil

خصوص اینکه حدود ۷۴ روز پس از کاشت که برداشت رویشی ریحان انجام گرفت، شاخص سطح برگ در تیمارهای کشت مخلوط افزایش چشم گیری داشت به خصوص کشت مخلوط ردیفی چون با برداشت ریحان بیشترین فضا در این تیمار برای لوبیا فراهم شد و افزایش سطح برگ در تیمار ردیفی زیاد بود. بالاترین شاخص سطح برگ در کشت خالص لوبیا بود (۴/۳) که البته با توجه به تراکم بالاتر در این تیمار طبیعی به نظر می رسد و کمترین شاخص سطح برگ لوبیا در تیماری به دست آمد که لوبیا در آن کمترین تراکم را داشت. در کشت مخلوط لوبیا با ذرت نیز کاهش سطح برگ لوبیا در کشت مخلوط گزارش شد (Tsubo & Walker, 2002).

شاخص سطح برگ ریحان در چین اول در تیمار چهار ردیف ریحان+ دو ردیف لوبیا (۳/۲) بالاتر از تمامی تیمارها بود که برتری این تیمار نسبت به تیمار کشت خالص با توجه به تراکم پایین تر می تواند دو دلیل عمده داشته باشد یکی کاهش رقابت درون گونه ای در کشت مخلوط و دیگری اثرات مثبت گیاه لگوم برای ریحان در

در این معادلات،  $I_s$ : مقدار تشعشع رسیده به بالای کانوپی،  $I_t$ : مقدار تشعشع جذب شده در کل مخلوط،  $I_s$ : مقدار تشعشع جذب شده توسط ریحان،  $I_t$ : مقدار تشعشع جذب شده توسط لوبیا،  $K_s$ : ضریب خاموشی نور ریحان،  $K_t$ : ضریب خاموشی نور لوبیا،  $L_s$ : شاخص سطح برگ ریحان و  $L_t$ : شاخص سطح برگ لوبیا می باشد.

در نهایت کارایی مصرف نور از طریق محاسبه شیب خط رگرسیون بین ماده خشک (گرم بر متر مربع) و میزان تشعشع تجمعی (مگاژول بر متر مربع) محاسبه گردید (Tsubo & Walker, 2002).

## نتایج و بحث

### شاخص سطح برگ در تیمارهای مختلف لوبیا و ریحان

تا حدود ۶۰ روز پس از کاشت اختلاف زیادی بین تیمارهای مختلف از نظر LAI وجود نداشت (شکل ۱-الف). ولی پس از آن و با شروع رشد سریع لوبیا، اختلاف بین تیمارها مشخص گردید به

دلیل کاهش شاخص سطح برگ در این تیمار (شکل ۱) کاهش کارایی مصرف نور قابل توجه باشد زیرا به خاطر کم شدن تراکم، وزن خشک تولیدی لوبیا در این تیمار بسیار افت کرد دو ردیف لوبیا که در کنار هم قرار داشتند از یک سمت شرایط کشت خالص برای آنها وجود داشت (به دلیل حضور ردیف‌ها کنار هم) و نفوذ نور در آنها به خوبی انجام نمی‌گرفت و از طرف دیگر با برداشت ریحان و خالی شدن ردیف‌های کشت ریحان چون سطح برگ لوبیا کم بود برگ‌های سمت ردیف‌های ریحان به حالت اشباع نوری می‌رسیدند یعنی از یک طرف لوبیا کمبود و از طرف دیگر با بیش بود نور مواجه بود و این موجب افت کارایی نور در این تیمار نسبت به تیمارهای دیگر گردید. گزارش شده است که با کاهش تراکم کلم بروکلی از میزان کارایی مصرف نور آن کاسته شد (Muchow et al., 1993). گزارش شده است که توزیع مناسب نور یکی از مهم‌ترین دلایل بالا رفتن کارایی مصرف نور در بسیاری از گیاهان از جمله گیاهان با برگ‌های عمودی تر است (Gallagher & Biscoe, 1978; Graf et al., 1990) اما در تیمار کشت مخلوط ردیفی به دلیل اینکه ردیف‌های لوبیا بیشترین فاصله را از هم داشتند در زمان برداشت ریحان بهترین شرایط توزیع نور در کانوپی آنها وجود داشت به طوری که وزن خشک تولیدی در کشت ردیفی با توجه به تراکم کمتر نسبت به کشت نواری با چهار ردیف لوبیا از آن بیشتر شده است و شاخص سطح برگ نیز نشان می‌دهد که لوبیا در کشت ردیفی حدوداً به شاخص سطح برگ تیمارهای با تراکم بیشتر لوبیا رسیده است. گزارشات متفاوتی مبنی بر افزایش و کاهش کارایی مصرف نور گیاهان در شرایط کشت مخلوط وجود دارد، توسوبو و همکاران (Tsubo et al., 2001) در کشت مخلوط لوبیا با ذرت بیان نمودند که کارایی نور لوبیا در کشت مخلوط بالاتر بود. همین‌طور در کشت مخلوط بادام زمینی و ذرت نیز افزایش کارایی مصرف نور در بادام زمینی گزارش شد (Awal et al., 2006). از طرفی در کشت مخلوط سیب زمینی و ذرت گزارش شده است که کارایی مصرف نور در سیب زمینی کاهش یافت (Hosseinpanahi, 2008) دلیل اصلی کاهش کارایی مصرف نور لوبیا در دو کشت مخلوط نواری را می‌توان اینگونه عنوان کرد که به دلیل تراکم کم، لوبیا نتوانست از نور زیادی که با برداشت رویشی ریحان در اختیارش قرار گرفت ماده خشک بالایی تولید کند که یک دلیل عمده توزیع نامناسب نور در کشت نواری بود و دقیقاً عکس این موضوع، یعنی توزیع یکنواخت نور در کشت ردیفی حاصل شد.

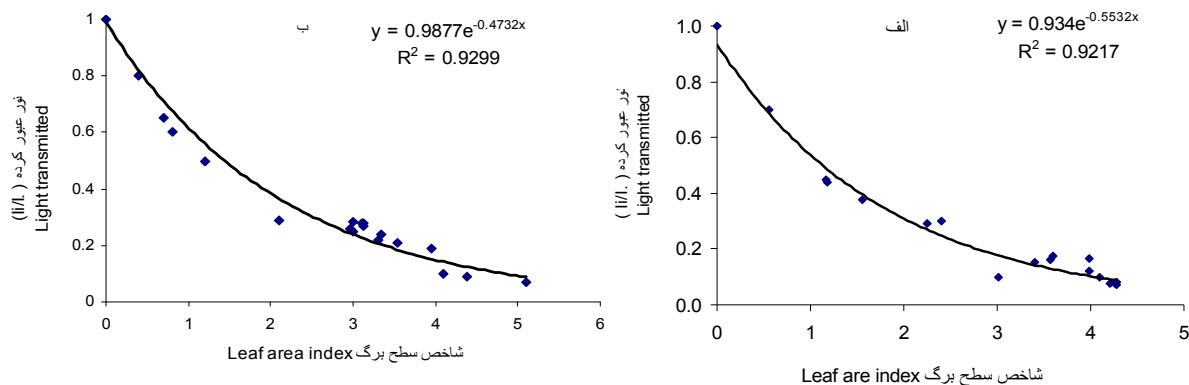
کشت مخلوط ولی در چین دوم ریحان خالص به طور جزئی از تیمارهای کشت مخلوط شاخص سطح برگ بالاتری را به دست آورد و LAI تقریباً به ۲/۵ رسید که دلیل عمده این بود که پس از برداشت ریحان در کشت مخلوط سایه اندازی لوبیا برای ریحان یک عامل کاهش دهنده شاخص سطح برگ ریحان بود به طوری که کمترین شاخص سطح برگ ریحان در کشت مخلوط چهار ردیف لوبیا + دو ردیف ریحان در چین دوم به دست آمد در کشت مخلوط مرزه و شبدر ایرانی بالاترین LAI شبدر در کشت مخلوط بود و در کمترین تراکم مرزه، شبدر بالاترین سطح برگ را دارا بود ولی با افزایش تراکم مرزه سطح برگ شبدر کاهش یافت (Hasanzadeh aval, 2007).

### ضریب استهلاک نوری در دو گیاه لوبیا و ریحان

ضریب استهلاک نوری برای لوبیا ۰/۵۵ و برای ریحان نیز ۰/۴۷ به دست آمد (شکل ۲) گزارشات قبلی نیز میزان ضریب استهلاک نوری لوبیا را ۰/۶۴ (Tsubo & Walker, 2002) و در برخی دیگر از ۰/۴ تا ۰/۸ (Pengelly et al., 1999) متغیر اعلام کرده‌اند. آنجاییکه ارقام مورد استفاده در آزمایشات مختلف یکسان نبوده و همین‌طور در شرایط مختلفی این آزمایشات انجام گرفته است اختلافات بین این نتایج در آزمایش‌های مختلف طبیعی به نظر می‌رسد. ضریب استهلاک نوری تحت تاثیر شرایط محیطی، زاویه خورشید در زمانی که در بالاترین نقطه آسمان قرار دارد، شیب برگ، زاویه برگ و شاخص سطح برگ قرار دارد (Graf, 1990; Keating & Carberry, 1993). از طرفی بیان شده است تراکم‌های متفاوت نیز می‌تواند بر ضریب استهلاک نوری تاثیر داشته باشد به طوری که با افزایش تراکم در کلم بروکلی به دلیل عمودی تر شدن برگ‌ها و افزایش ارتفاع از میزان ضریب استهلاک نوری کاسته شد (Francescangeli et al., 2006). همه اینها تغییر بالای ضریب استهلاک نوری تحت شرایط مختلف را نشان می‌دهد.

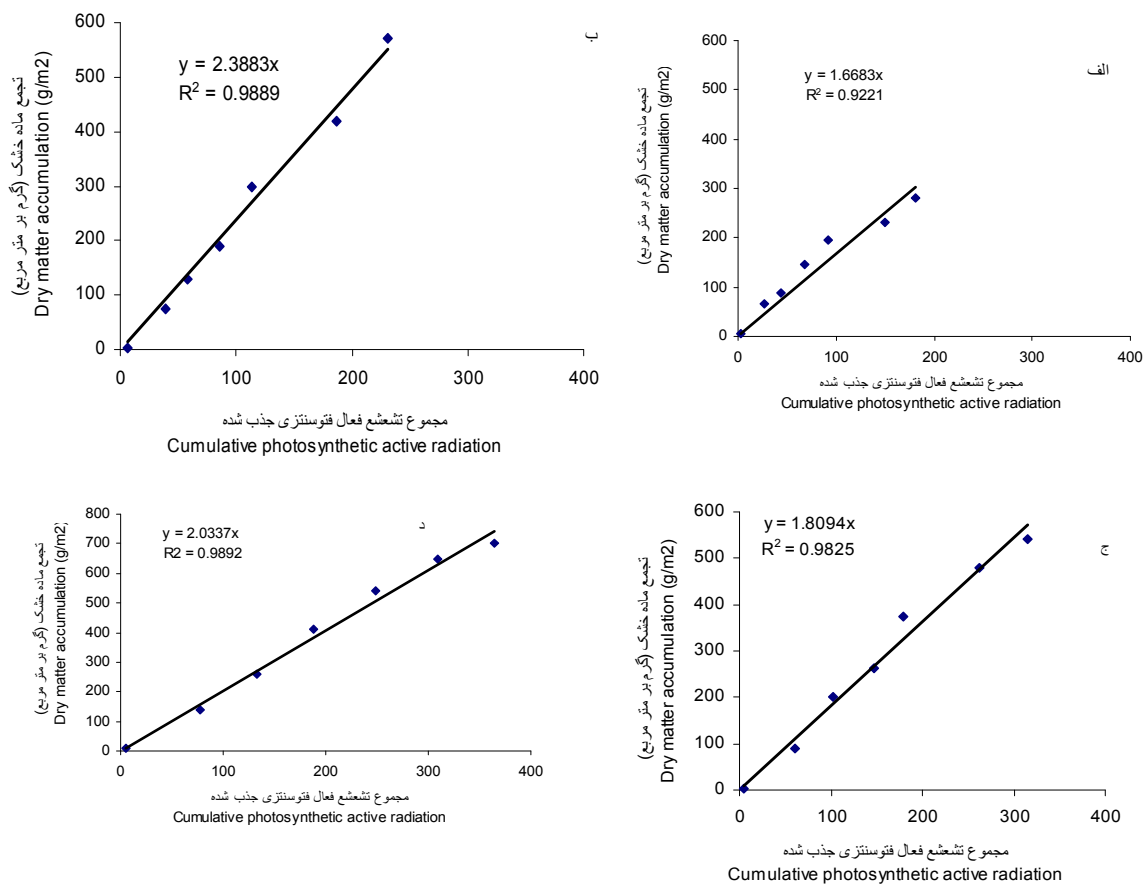
### کارایی مصرف نور در گیاه لوبیا

همان‌طور که در شکل ۳ مشخص است کمترین کارایی مصرف نور لوبیا در تیمار چهار ردیف ریحان + دو ردیف لوبیا (۱/۶) و بالاترین کارایی نور لوبیا در کشت مخلوط ردیفی (۲/۳۸) به دست آمد. در این آزمایش کارایی نور به دست آمده برای لوبیا تا حدودی منطبق بر گزارش‌های قبلی می‌باشد به طوری که کارایی مصرف نور لوبیا در منابع مختلف ۱/۵ (Muchow et al., 1993) و ۲/۹۵ گرم بر مگازول (Idinoba et al., 2002) ذکر شده است. به نظر می‌رسد به دلیل تراکم پایین لوبیا در تیمار چهار ردیف ریحان + دو ردیف لوبیا و به



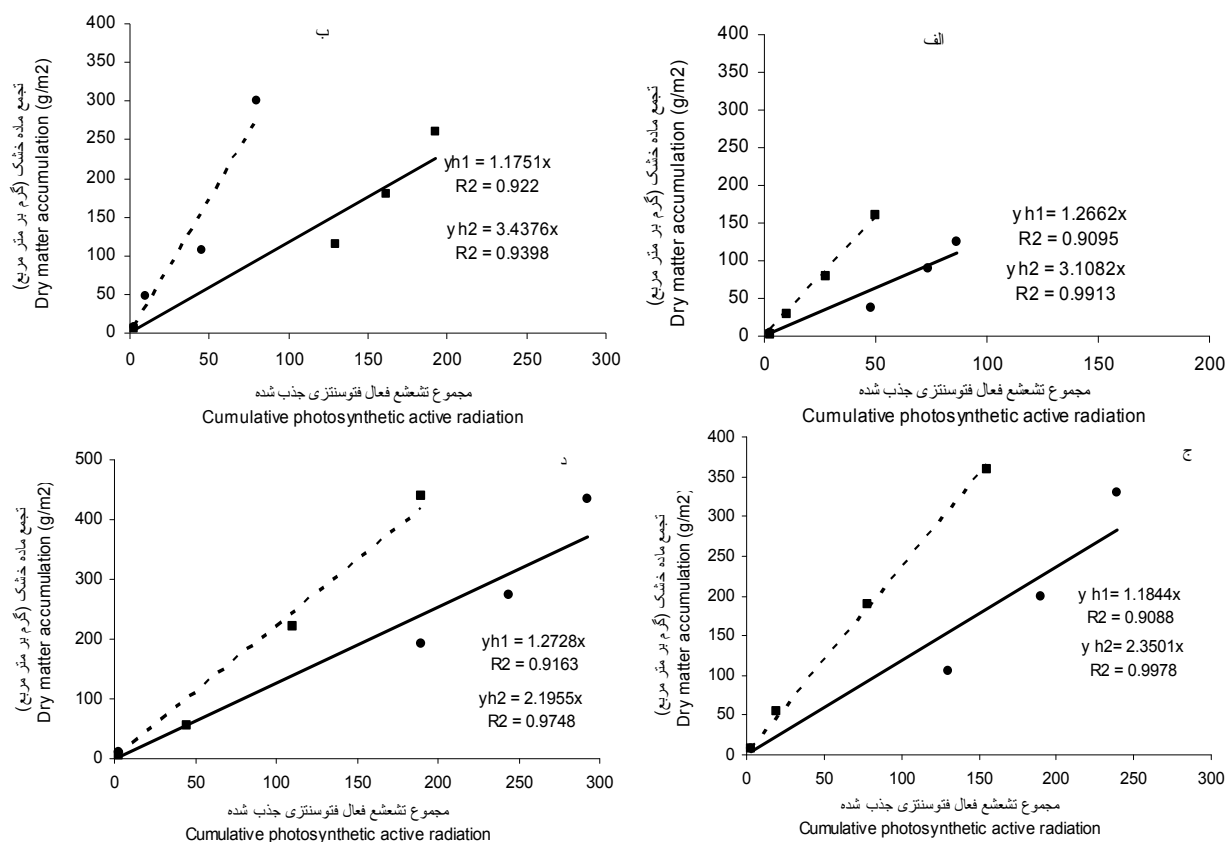
شکل ۲- الف: میزان نور عبور کرده از کانوپی در برابر شاخص سطح برگ لوبیا ب: میزان نور عبور کرده از کانوپی در برابر شاخص سطح برگ ریحان (شیب منحنی ضریب استهلاک نوری گیاه مربوطه می باشد).

Fig2- A: proportion of light transmitted amount with in the canopy by LAI bean B: Relation of amount of light transition from the canopy with LAI bean (The slope of equation is light extinction coefficient).



شکل ۳- ارتباط بین مجموع تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده و وزن خشک لوبیا، در تیمارهای مختلف: الف- کشت مخلوط نواری چهار ردیف ریحان دو ردیف لوبیا، ب: کشت مخلوط ردیفی، ج: کشت مخلوط نواری چهار ردیف لوبیا + دو ردیف ریحان و د: کشت خالص

Fig3- relationship between Cumulative photosynthetic active radiation and dry mater of bean, A: strip intercropping of four rows sweet of basil +two rows of bean, B: row intercropping C: strip intercropping of two rows sweet basil+ four rows bean and D: sole crop



شکل ۴- ارتباط بین مجموع تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده و وزن خشک ریحان رویشی در چینهای اول و دوم، در تیمارهای مختلف: الف- کشت مخلوط نواری چهار ردیف لوبیا + دو ردیف ریحان، ب: کشت مخلوط ردیفی، ج: کشت مخلوط نواری چهار ردیف ریحان + دو ردیف لوبیا و د: کشت خالص

\* خط چین در نمودار مربوط به چین دوم می باشد.  $Y_{h1}$  = کارایی مصرف نور چین اول،  $Y_{h2}$  = کارایی مصرف نور چین دوم

Fig4- Relationship between cumulative Photosynthetic active radiation and dry mater of sweet basil in first and second harvest, A: strip intercropping of four rows bean+ two rows of sweet basil, B: row intercropping, C: strip intercropping of four rows of sweet basil+ two rows of bean and D: sole crop

\*Interrupted line showed second harvest.  $Y_{h1}$ - radiation use efficiency of first harvest  $Y_{h2}$ - radiation use efficiency of second harvest

گرفت، در مدت کوتاهی گیاه در اثر رشد سریع به ماده خشک بالایی دست یافت و این موجب شد تا هدر رفت نور به حداقل ممکن رسیده و در نتیجه به طور چشم گیری میزان کارایی نور در چین دوم بالاتر از چین اول باشد همانطور که در شکل ۴ مشخص است در برداشت اول گیاه ریحان تفاوت چندانی بین تیمارها وجود نداشته و حدوداً کارایی مصرف نور در تیمارها مختلف مشابه می باشد.

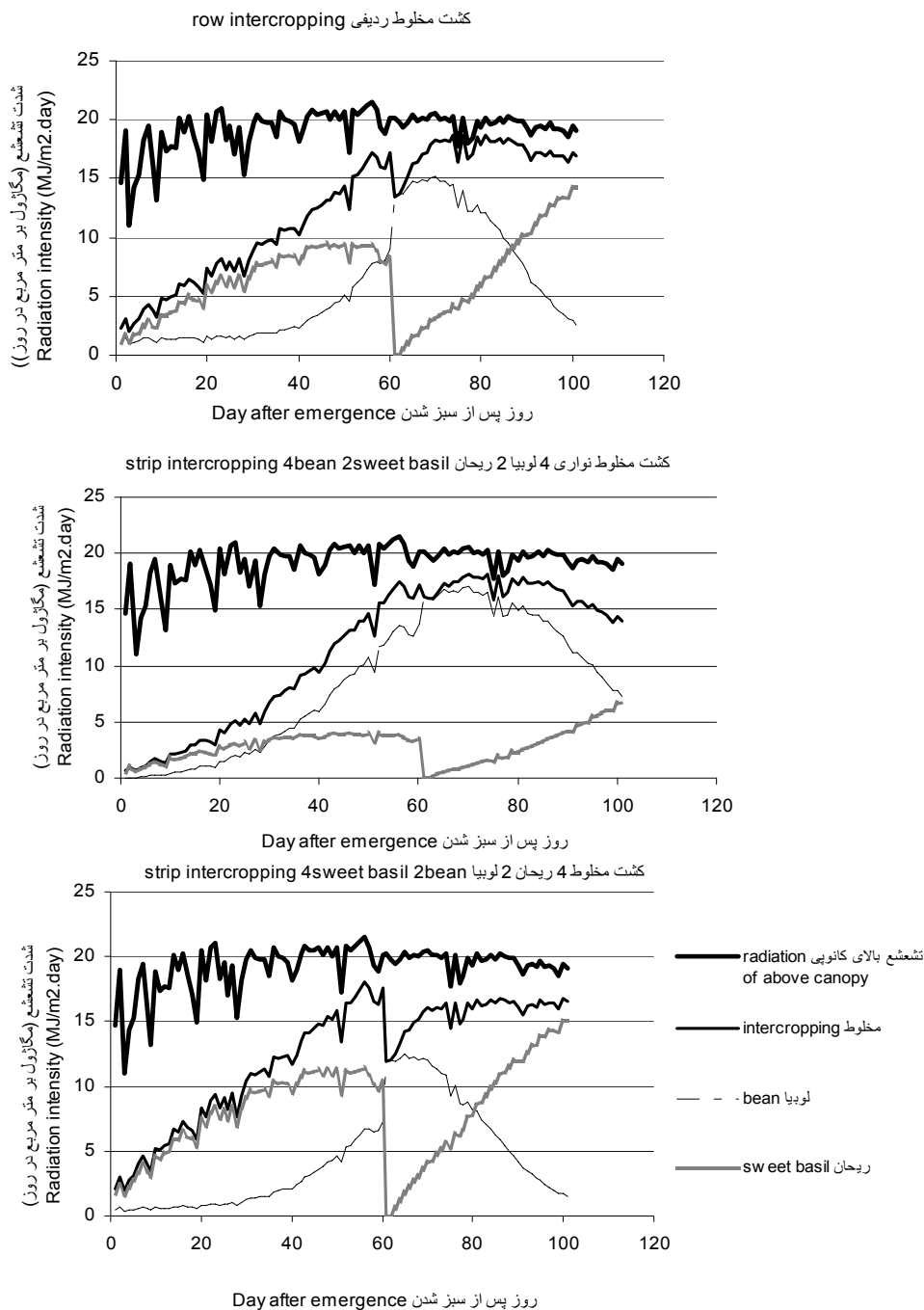
در اوایل فصل رشد به دلیل تراکم کمتر گیاه ریحان در تیمارهای کشت مخلوط از میزان نور رسیده به طور بهینه استفاده نشده و دقیقاً زمانی که می بایست اثرات مثبت کشت مخلوط خود را نشان دهد گیاه برداشت شد به همین دلیل در چین دوم این اثرات مشهود بوده و

#### کارایی مصرف نور در گیاه ریحان رویشی

در تمام تیمارها در هر دو چین ارتباط بین تولید ماده خشک ریحان و تشعشع فعال فتوسنتزی تجمعی به صورت خطی بود و در همه موارد ضریب همبستگی بیشتر از ۰/۹ بود (شکل ۴). در چین اول کارایی نور در تمامی تیمارها پایین تر از چین دوم بود و کشت خالص دارای بالاترین کارایی نور در چین اول بود (۱/۲۷ مگاژول بر متر مربع). به دلیل رشد کند در ابتدای رشد و سطح برگ پایین (شکل ۱) از نور رسیده در ابتدای رشد به صورت کارا استفاده نگشته و کارایی نور در چین اول نسبت به چین دوم بسیار پایین تر بود از آنجایی که پس از چین اول که از حدود ۱۰ سانتی متری سطح زمین انجام

از ریحان داشت و این موجب شد که شرایط کانوپی موجی در مزرعه به چشم نخورد و حتی رقابت بر سر نور نیز بین لوبیا و ریحان به وجود آید و دقیقاً در همین زمان و قبل از آن که ارتفاع ریحان از لوبیا پیشی بگیرد برداشت ریحان انجام گرفت.

در چین اول در زمانی که ریحان برداشت شد ارتفاع آن اندکی کمتر از لوبیا و حدوداً برابر با آن بوده و گاهی تحت سایه اندازی کانوپی لوبیا قرار گرفته بود زیرا به دلیل زودتر سبز شدن لوبیا علائق ارتفاع نهایی کمتر لوبیا تا زمان برداشت اول ریحان، لوبیا ارتفاع برابر یا بعضاً بالاتر



شکل ۵- اثر تیمارهای مختلف بر روند جذب نور ریحان و لوبیا طی روزهای بعد از سبز شدن

Fig 5- The effect of different treatments on sweet basil and bean light absorption at days after emergence



چین دوم را می‌توان استفاده از نیتروژن تثبیت شده توسط گیاه لگوم دانست که در گزارشات زیادی بر تاثیر مثبت نیتروژن بر کارایی مصرف نور تاکید شده است در گندم بیان شده است که افزایش نیتروژن موجب بالا رفتن کارایی مصرف نور می‌گردد (Caviglia & Sadras, 2001).

اکمال و جانسن (Akmal & Janssens, 2004) نیز کاهش کارایی مصرف نور در اثر کمبود نیتروژن در گیاه را گزارش کرده و اینگونه عنوان نمودند که در شرایط کمبود نیتروژن افزایش کم نیتروژن بیشترین تاثیر را در افزایش کارایی مصرف نور دارد. در این آزمایش نیز با توجه به استفاده نکردن از هرگونه کودی محتمل به نظر می‌رسد که افزایش هرچند مقدار کمی نیتروژن توسط گیاه لگوم یکی از دلایل افزایش کارایی مصرف نور در ریحان در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در چین دوم باشد.

### نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش نشان داد که کشت مخلوط ریحان و لوبیا به طور مشخص جذب نور بالاتر از کشت خالص داشته و هم در لوبیا و هم در ریحان کارایی مصرف نور در کشت مخلوط ردیفی بالاتر از تمامی تیمارها بود. در تمامی تیمارها چین دوم نسبت به چین اول ریحان، کارایی مصرف نور افزایش یافته و این افزایش کارایی به خصوص در کشت مخلوط بالاتر بود. به نظر می‌رسد در شرایطی که ریحان به صورت رویشی برداشت می‌شود بهترین نوع کشت از نظر کارایی مصرف نور کشت ردیفی باشد.

در چین دوم بالاترین شاخص سطح برگ مربوط به تیمار کشت ردیفی بود (۳/۴) و پایین‌ترین کارایی نور در کشت خالص ریحان بود (۲/۲). زیرا پس از برداشت اول سطح برگ ریحان بسیار کاهش یافت به طوری که در کشت خالص ریحان به دلیل نور فراوان و شاخص سطح برگ بسیار پایین عملاً تمامی سطح برگ مانده در شرایط اشباع نوری قرار گرفته و این موجب شد تا کارایی نوری پایین تری در کشت خالص نسبت به تیمارهای کشت مخلوط در چین دوم به دست آید در تیمارهای کشت مخلوط به دلیل سایه اندازی لوبیا (شکل ۵) شرایط به گونه‌ای بوده که برگ‌ها در بهترین وضعیت نوری قرار گرفته و این موجب بالا رفتن میزان کارایی نور در تیمارهای کشت مخلوط گشت.

قبلاً نیز گزارش شده است که تجمع بیشتر وزن خشک به ازاء هر واحد تشعشع جذب شده در ۷۵٪ تشعشع کامل بیشتر از تشعشع کامل بود (Midmore et al., 1988). بالا ترین کارایی نور در زمانی حاصل می‌گردد که گیاه در سریع‌ترین مرحله رشد خود قرار دارد (Gallagher & Biscoe, 1978). برداشت از ارتفاع مناسب و به موقع در گیاهان رویشی موجب بالا رفتن سرعت رشد گیاه می‌گردد (Singh & Ram, 1991). افزایش کارایی مصرف نور در کشت خلوط توسط بسیاری از محققان گزارش شده است (Ceotto & Castelli, 2002; Tsubo & Walker, 2002; Willey, 1990; Keating & Carberry, 1993).

همان گونه که در شکل ۵ مشخص است جذب نور به طور کل در کشت مخلوط بالاتر بوده که این قبلاً نیز گزارش شده است (Keating & Carberry, 1993; Tsubo et al., 2001). کارایی مصرف نور در کشت ردیفی بالاتر از تمامی تیمارهای آزمایش بود که همانطور که گفته شد به دلیل توزیع یکنواخت نور بوده و همین طور یک دلیل عمده بالا رفتن کارایی مصرف نور در ریحان به خصوص در

### منابع

- 1- Akmal, M., and 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.
- 2- Awal, M.A., Koshi, H., and Ikeda, T. 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. *Agricultural and Forest Meteorology* 139: 74-83.
- 3- Bastiaans, L., Kropff, M.J., Goudriaan, J., and Van Laar, H.H. 2000. Design of weed management systems with a reduced reliance on herbicides poses new challenges and prerequisites for modelling crop-weed interactions. *Field Crops Research* 67:161-179.
- 4- Bhatti, I. H., Ahmad, R., Jabbar, A., Nazir, M.S., and Mahmood, T. 2006. Competitive behaviour of component crops in different sesame-legume intercropping systems. *International Journal of Agriculture and Biology* 2: 165-167.
- 5- Black, C., and Ong, C. 2000. Utilization of light and water in tropical agriculture. *Agricultural and Forest Meteorology* 104: 25-47.
- 6- Caviglia, O.P., and Sadras, V.O. 2001. Effect of nitrogen supply on crop conductance, water- and radiation-use efficiency of wheat. *Fields Crop Research* 69: 259-266.
- 7- Ceotto, E., and Castelli, F. 2002. Radiation use efficiency in flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.): response to nitrogen supply, climate variability and sink limitations. *Field Crops Research* 74: 117-130.
- 8- Connolly, J., Goma, H.C., and Rahim, K. 2001. The information content of indicators in intercropping research.

- Agriculture, Ecosystems & Environment 87: 191–207.
- 9- FAOSTAT. [Http://faostat.fao.org](http://faostat.fao.org) (Available at 2008).
  - 10- Francescangeli, N., Sangiacomo, M.A., and marti, H. 2006. Effects of plant density in broccoli on yield and radiation use efficiency. *Scientia Horticulturae* 110: 135-143.
  - 11- Fukai, S., and Trenbath, B.R. 1993. Processes determining intercrop productivity and yields of component crops. *Field Crops Research* 34: 247–271.
  - 12- Gallagher, J.L., and Biscoe, P.V. 1978. Radiation absorption, growth and yield of cereals. *Journal of Agricultural Science* 91: 47- 60.
  - 13- Graf, B., Gutierrez, A.P., Rakotobe, O., Zahner, P., and Delucchi, V. 1990. A simulation model for the dynamics of rice growth and development. Part II. The competition with weeds for nitrogen and light. *Agricultural Systems* 32: 367–392.
  - 14- Hasanzadeh aval, F. 2007. Effect of Density on agronomic characteristics and yield of savory and Iranian clover in intercropping. M.SC. Thesis. Fac. Agric. Ferdowsi Univ. Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
  - 15- Hossienpanahi, F. 2008. Evaluation of yield and component yield in the corn and potato intercropping. M.SC. Thesis. Fac. Agric. Ferdowsi Univ\_ Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
  - 16- Idinoba, M. E., Idinoba, P.A., and Gbadegesin, A.S. 2002. Radiation interception and its efficiency for dry matter production in three crop species in the transitional humid zone of Nigeria. *Agronomie* 22: 273-281.
  - 17- Keating, B.A. and P.S.Carberry. 1993. Resource capture and use in intercropping: solar radiation. *Field Crops Res.* 34: 273–301.
  - 18- Koocheki, A., Nassiri Mahallati M., and Najafi, F. 2004. The agrobiodiversity of medicinal and aromatic plants in Iran. *Iranian Journal of Field Crop Research* 2: 208-214. (In Persian with English Summary).
  - 19- Maeffei, M., and Mucciarelli, M. 2003. Essential oil yield in peppermint/soybean strip intercropping. *Field Crop Research* 84: 229-240.
  - 20- Majnoon hosseini, N. 1993. Beans in Iran. *Jahad Daneshgahi*, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary).
  - 21- McMurtrie, R., and Wolf, L. 1983. A model of competition between trees and grass for radiation, water and nutrients. *Annals of botany* 52: 449–458.
  - 22- Midmore, D.J., Roca, J., and Berrios, D. 1988. Potato (*Solanum* spp.) in the hot tropics. IV. Intercropping with maize and the influence of shade on potato microenvironment and crop growth. *Field Crops Research* 18: 141-157.
  - 23- Muchow, R.C., Robertson M.J., and Pengelly, B.C. 1993; Radiation use efficiency of soybean, mung bean and cowpea under different environmental conditions. *Field Crops Research* 32: 1-16.
  - 24- Nasiri mahallati, M. 2000. Modeling Potential Crop Growth Processes. *Jahad Daneshgahi*, Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
  - 25- Omidbeigi, R. 2000. Production and Processing Medicinal Plants. Beh Nashr Pub. Mashhad, Iran. In Persian with English Summary).
  - 26- Pengelly, B.C., Blamey, F.P.C., and Muchow, R.C. 1999. Radiation interception and the accumulation of biomass and nitrogen by soybean and three tropical annual forage legumes. *Field Crops Research*. 63: 99-112.
  - 27- Rimmington, G.M., 1984. A model of the effect of interspecies competition for light on dry-matter production. *Aust. J. Plant Physiology* 11, 277–286.
  - 28- Rimmington, G.M., 1985. A test of a model for light interception by mixtures. *Aust. J. Plant Physiology* 12: 681–683.
  - 29- Singh, K., and Ram, P. 1991. Production potential in intercropping of citronella Java with cowpea and mint species. *Ann. Agric. Res.* 12:128–133.
  - 30- Tsubo, M., and Walker, S. 2002. A model of radiation interception and use by a maize/bean intercrop canopy. *Agricultural and Forest Meteorology* 110: 203-215.
  - 31- Tsubo, M., Walker, S., and Mukhala, E. 2001. Comparison of radiation use efficiency of mono-/inter –cropping systems with different row orientations. *Field Crop Research* 71: 17-29.
  - 32- Tsubo, M., Walker, S., and Ogindo, H.O. 2005. A simulation model of cereal–legume intercropping systems for semi-arid regions I. Model development. *Field Crop Research* 93: 10-22.
  - 33- Wilkerson, G.G., Jones, J.W., Coble, H.D., and Gunsolus, J.L. 1990. SOYWEED: a simulation model of soybean and common cocklebur growth and competition. *Agronomy Journal* 82: 1003–1010.
  - 34- Willey, R.W. 1990. Resource use in intercropping systems. *Agricultural Water Management* 17: 215–231.

## Evaluation of radiation use efficiency of intercropping of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and herb sweet basil (*Ocimum basilicum* L.)

Y. Alizadeh<sup>\*1</sup>, A. Koocheki<sup>2</sup> and M. Nassiri Mahallati<sup>2</sup>

### Abstract

In order to study radiation use efficiency and radiation interception in intercropping of herb sweet basil and common bean, an experiment was conducted at the Agricultural Research Station, Ferdowsi University of Mashhad, Iran for the growing season of 2008 treatments were. 1- sole crop of bean 2- sole crop of sweet basil 3- strip intercropping of bean and sweet basil (four rows bean and two rows sweet basil) 4- strip intercropping of bean and sweet basil (two rows sweet basil and four rows bean) 5- row intercropping of bean and sweet basil. Sweet basil was harvested two times during the course of experiment. For this purpose a complete randomized block design with 3 replications was used. Results showed that in intercrop the fraction of radiation intercepted (F) was higher than the sole crop F. radiation use efficiency (RUE) of sweet basil in intercrop treatments was increased compared to sole crop and highest RUE of sweet basil obtained in secondary harvest of row intercropping (3.4g/Mj), and highest RUE of bean obtained in row intercrop too (2.4g/Mj). Light extinction coefficient of bean was obtained as 0.55 and sweet basil 0.47 respectively. The highest Leaf area index (LAI) in bean was obtained in sole crop (4.3) and the highest LAI in sweet basil in first harvest was in strip intercropping with 4 rows sweet basil (3.2) and secondary harvest was in sole crop sweet basil (2.5).

**Keywords:** Leaf Area Index, Light extinction coefficient, Row intercropping, Strip intercropping

---

1 and 2- PhD student and Prof. from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.  
(\*- Corresponding author Email: ya\_al993@stu-mail.um.ac.ir)