Archive of SID

مجله کشاورزی بوم‌شناختی (۱) ۶ (۱۳۹۵) ۹۷- ۸۱

بررسی تأثیر ترکیب‌های مختلف کشت بر میزان جذب و کارایی مصرف نور کنجد و نخود در کشت مخلوط سری‌های افزایشی

فرزین پورامیر[۱]، فرزاد حسین‌پناهی[۲]و یاسر علی زاده[۳،*]

[۱]گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

[۲]گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

[۳]گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.

*نویسنده مسئول: Y.Alizadeh@ilam.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۲۹

پورامیر، ف.، ف. حسین‌پناهی و ی. علی زاده. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر ترکیب‌های مختلف کشت بر میزان جذب و کارایی کاربرد نور کنجد و نخود در کشت مخلوط سری‌های افزایشی. مجله کشاورزی بوم شناختی. ۶ (۱): ۹۷- ۸۱.

سابقه و هدف: برای افزایش رشد و تولید محصولات کشاورزی روش‌های زیادی مدنظر کشاورزی پیشرفته، قرار دارد که یکی از مهم‌ترین روش‌ها، افزایش میزان کارایی کاربرد منابع است. افزایش کارایی کاربرد نور یکی از مهم‌ترین راهکارهای افزایش تولید در واحد سطح است زیرا تجمع مادهٔ خشک گیاهان ارتباط خطی با تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) تجمعی دارد. یکی از راه‌های افزایش جذب تشعشع در نظام‌های زراعی استفاده از کشت مخلوط است. در شرایط کشت مخلوط انرژی خورشید بیشتر استفاده می‌شود و در نتیجه تولید در واحد سطح بهبود می‌یابد. بنابراین این بررسی با هدف ارزیابی جذب و کارایی کاربرد نور در کشت مخلوط چندگانه افزایشی نخود و کنجد انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل اصلی شامل روش کاشت در دو سطح ردیفی و درهم و الگوی کاشت شامل پنج سطح تک کشتی کنجد، ۱۰۰٪ کنجد+ ۱۰٪ نخود، ۱۰۰٪ کنجد +۲۰٪ نخود، ۱۰۰٪ کنجد+۳۰٪ نخود و تک کشتی نخود در سه تکرار اجرا شد.

نتایج و بحث: نتایج آزمایش نشان داد که کارایی کاربرد نور کنجد در اغلب تیمارها بیشتر از نخود خواهد بود. مقادیر کارایی کاربرد نور کنجد در طول فصل رشد از ۱/۴۹ تا ۱/۷۶ گرم بر مگاژول PAR در روش کشت ردیفی و از ۱ تا ۱/۲۷ گرم بر مگاژول PAR در روش کشت درهم متغیر بود. همچنین مقادیر کارایی کاربرد نور نخود در طول فصل رشد از ۱/۰۲ تا ۱/۱ گرم بر مگاژول PAR در روش کشت ردیفی و از ۰/۷۱ تا ۰/۹۴ گرم بر مگاژول PAR در روش کشت درهم متغیر بود. کارایی کاربرد نور کنجد در همه‌ی تیمارهای مخلوط نسبت به تک‌کشتی افزایش پیدا کرد اما کارایی کاربرد نور نخود فقط در روش کشت ردیفی بیشتر از تک کشتی بود. به‌طورکلی میزان کارایی کاربرد نور هر دو گیاه چه در شرایط تک کشتی و چه در شرایط مخلوط، در روش کشت ردیفی بالاتر از روش کشت درهم بود. بر این پایه بهترین تیمار شایان توصیه برای کشت مخلوط کنجد و نخود تیمار ۱۰۰٪ کنجد- ۳۰٪ نخود به شکل ردیفی است که در آن میزان کارایی کاربرد نور نخود در بالاترین حد ممکن (۱/۱ گرم به ازاء مگاژول PAR) بوده و کارایی کاربرد نور کنجد نیز در این تیمار بیشتر از میزان تک کشتی شده است (۱/۷ گرم به ازاء مگاژول در این تیمار نسبت به ۱/۴۹ در تک کشتی). با اینکه روند نتایج برای گیاه کنجد همسان روش کشت ردیفی بود، اما در هر صورت مقادیر کارایی کاربرد نور هر دو گیاه در روش کشت درهم بسیار پایین بود. به گونه

www.SID.ir

Archive of SID

ای که میانگین کارایی کاربرد نور کنجد و نخود در روش کشت درهم به ترتیب ۳۱ و ۲۱ درصد نسبت به شرایط ردیفی کاهش نشان دادند.

نتیجه گیری: نتایج به دست آمده نشان داد که گیاه نخود در شرایط کشت مخلوط ردیفی به‌خوبی قادر به تحمل سایه ناشی از کنجد بود. بیشترین عملکرد از تیمارهایی به دست آمد که دارای بیشترین میزان کارایی کاربرد نور بودند. میزان کارایی کاربرد نور نخود در شرایط کشت مخلوط درهم کاهش پیدا کرد، که دلیل اصلی آن نزدیکی بیشتر دو گیاه کنجد و نخود و در نتیجه سایه اندازی بیشتر روی نخود بود.

واژه‌های کلیدی: تشعشع فعال فتوسنتزی، سایه‌اندازی، کشت مخلوط درهم، مخلوط ردیفی.

مقدمه

کشاورزی پایدار تلفیقی از دانش مدیریت است که می‌تواند در بلند مدت از نظر زیست‌شناختی (بیولوژیک)، زیست محیطی و اقتصادی ارزش افزوده مطلوبی به همراه داشته باشد (Koocheki and Khalghani., 1999). یکی از راهکارهای دستیابی به کشاورزی پایدار، افزایش تنوع با به‌کارگیری مخلوطی از گیاهان گونه‌های مختلف، رقم‌ها و یا رگه‌های همژن (ایزولاین‌های) مختلف در زراعت می‌باشد (Javanshir *et al*., 2000). در شرایط آب و هوای خشک و نیمه خشک و شدت تشعشع بالا کشت مخلوط می‌تواند به عنوان یک راهکار به منظور استفاده بیشینه از تشعشع بالای خورشیدی و منابع کمِ آبی، به کار برده شود (Tsubo et al., 2001).

به طور کلی بررسی عملکرد در نظام‌های کشت مخلوط در گرو انتخاب گیاهان سازگار و واجد صفات مناسب برای ایجاد کمینه رقابت و بیشینه همیاری و به‌کارگیری عملیات زراعی مناسب (از جمله تراکم کاشت و نسبت اختلاط) می‌باشد (Nachigera *et al*., 2008, Mutungamiri *et al*., 2001). اختلاف در ویژگی‌های ساختار ظاهری یا ریخت شناسی (مورفولوژیکی) گیاهان در جذب نور موثر است و تغییرپذیری‌های آرایش ردیف‌های یک مخلوط می‌تواند جذب نور در بین گیاهان همراه را تغییر دهد.

آنچه در کشت مخلوط به عنوان یک هدف اهمیت دارد، افزایش بهره‌وری بوم نظام زراعی در ارتباط با منابع مورد استفاده می‌باشد. بهره‌وری در مخلوط هنگامی به بیشینه می‌رسد که گونه‌های مخلوط از نظر فنولوژیکی (گذارشناسی) و ساختار ظاهری اختلاف زیادی در جذب و رقابت برای نور و آب داشته باشند (Trenbath, 1974). بهره‌وری در ارتباط با نور می‌تواند با افزایش جذب تشعشع خورشیدی، کارایی کاربرد نور یا ترکیبی از هر دو بهبود یابد (Zhang *et al*., 2008). هر چند که در مجموع باور بر این است، کشت‌های مخلوط بیشتر با افزایش جذب نور و افزایش طول دورهٔ جذب (مانند کشت‌های تاخیری، برتری زمانی) یا در نتیجه پوشش بیشتر سطح خاک (برتری مکانی) سبب افزایش بهره‌وری نظام‌های زراعی می‌شوند (Zhang *et al*., 2008).در واقع در زراعت‌های تک‌کشتی همواره مقادیری از تشعشع فتوسنتزی (نورساختی) به دلیل وجود فضاهای خالی در تاج‌پوشش (کانوپی) گیاه هدر می‌رود، که Harris (1990) کل این تشعشع هدررفته را به دو دوره اصلی تقسیم‌بندی کرد.۱- دوره پس از سبز شدن گیاه، که کل تشعشع خورشیدی به زمین می‌رسد و ۲- از سبزشدن تا هنگام بسته شدن تاج‌پوشش که به تدریج بر میزان جذب تشعشع توسط گیاه افزوده می‌شود، اما در هر صورت هدررفت‌هایی به واسطه وجود فضاهای خالی در تاج‌پوشش صورت می‌گیرد. میزان این هدررفتها در زراعتهای مخلوط به دلیل پوشش بیشتر سطح خاک کاهش یافته و در نتیجه میزان جذب تشعشع کل به نسبت تک‌کشتی بیشتر می‌شود. همین مسئله به تنهایی می‌تواند سبب افزایش عملکرد شود، اگرچه ممکن است کارایی کاربرد نور تحت تاثیر قرار نگرفته و یا حتی در مواردی نیز دچار کاهش شود. در یک تحقیق انجام گرفته برای پوشش بیشتر سطح خاک در اوایل فصل رشد سیب‌زمینی نشاهای کاهو را در بین ردیف‌های سیب‌زمینی کاشتند و نتیجه گرفتند که کارایی کاربرد نور گیاهان تحت تاثیر مخلوط قرار نگرفت، اما افزایش میزان تشعشع جذب شده در مخلوط سبب افزایش تولید زیست‌توده (بیوماس) شد (Opoku *et al*., 2001). بسیاری از پژوهشگران موفقیت

www.SID.ir

Archive of SID

مخلوط‌ها را به اختلاف ارتفاع اجزای مخلوط نسبت داده‌اند (Allen and Ebura, 1983, Mutungamiri *et al*., 2001). در واقع اختلاف ارتفاع گیاهان مخلوط سبب استفاده بهینه و کارآمد از نور می‌شود، چرا که گونه بلندتر اغلب اجازه نفوذ بخشی از نور به پایین تاج‌پوشش را می‌دهد که در صورت نبود گونه دوم این میزان نور هدر خواهد رفت (Hosseinpanahi *et al*., 2008). نخود (*Cicer arietinum* L.) و کنجد (*Sesamum indicum* L.) به دلیل داشتن ارتفاع و ویژگی‌های رشدی متفاوت این قابلیت را دارند که در یک ترکیب و الگوی مناسب مخلوط در کنار هم رشد کنند (Hosseinpanahi *et al*., 2011). با توجه به ویژگی‌های خاص نخود همچون توانایی تثبیت نیتروژن، ریشه‌دهی عمیق و استفاده مؤثر از بارش‌های جوی در این گیاه، به نظر می‌رسد که می‌تواند نقش مهمی در ثبات تولید نظام‌های زراعی کشور ایفا کند (Pouramir, 2009, Pouramir *et al*., 2009). از طرفی نیاز مبرم کشور به تولید روغن ایجاب می‌کند که توجه بیشتری به گیاهان روغنی در کشور شده و در این زمینه کنجد می‌تواند به عنوان یکی از دانه‌های روغنی مهم در مناطق گرم و خشک ایران کشت و کار شود. متاسفانه عملکرد پایین دانه‌های روغنی مانند کنجد در کشور سبب شده که کشاورزان رغبت کمتری به کشت این گیاهان داشته باشند. بنابراین با توجه به اینکه کشت مخلوط راهکار زراعی مناسبی برای افزایش تولید و درآمد در واحد سطح زمین است (Javanshir *et al*., 2000) لذا امکان سنجی کشت مخلوط گیاهان روغنی مانند کنجد با گیاهان دیگری که سبب افزایش بهره‌وری بوم نظام زراعی گردند ضروری به نظر می‌رسد و در این میان نخود به دلیل سازگاری بالا به شرایط اقلیمی کشور و کشت و کار گسترده آن می‌تواند گزینه مناسبی در این زمینه باشد. البته با وجود بررسی‌های زیادی که در کشور روی کشت مخلوط گیاهان مختلف صورت گرفته، بررسی جذب و کارایی کاربرد نور در شرایط کشت مخلوط بسیارمحدود است و این آزمایش با هدف ارزیابی جذب و کارایی کاربرد نور در کشت مخلوط کنجد و نخود صورت گرفته است.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۶ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر مشهد (عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۶ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی، ارتفاع از سطح دریا، ۹۸۵ متر) انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با دو عامل اصلی شامل روش کاشت در دو سطح ردیفی و درهم و الگوی کاشت شامل پنج سطح تک کشتی کنجد، ۱۰۰٪ کنجد+ ۱۰٪ نخود، ۱۰۰٪ کنجد +۲۰٪ نخود، ۱۰۰٪ کنجد+۳۰٪ نخود و تک کشتی نخود در سه تکرار اجرا شد.

برای نخود از ژنوتیپ ILC482 و برای کنجد از رقم اکتان استفاده شد. عملیات آماده سازی زمین در اوایل اردیبهشت ماه و کاشت هر دو گیاه به طور همزمان در تاریخ یکم اردیبهشت ماه به صورت خشکه کاری صورت گرفت. در تک کشتی ردیفی نخود و کنجد فاصله بین ردیف‌های کاشت ۴۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌های نخود روی ردیف ۷ و کنجد ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد، در نتیجه تراکم نهایی در کشت خالص برای نخود ۳۶ بوته و برای کنجد ۵۰ بوته در متر مربع به دست آمد. در نسبت‌های افزایشی ردیفی فاصله بین ردیف‌های کاشت ۴۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف در نسبت ۱۰-۱۰۰ برای کنجد ۴/۳ سانتی‌متر و نخود ۸/۵ سانتیمتر بود. این فاصله‌ها برای نسبت‌های۲۰-۱۰۰ و ۳۰-۱۰۰ به ترتیب عبارت بود از ۳/۷ ، ۸/۵ و ۳/۷، ۵/۷ سانتی متر. دلیل تفاوت در فاصله بوته‌ها در نسبت‌های مختلف هم این است که در نسبت ۱۰-۱۰۰، ده درصد تراکم مطلوب نخود یعنی ۳/۶ بوته در متر مربع به صورت یک ردیف در بین ۷ ردیف کنجد قرار داشت ولی در نسبت‌های ۲۰-۱۰۰ و ۳۰-۱۰۰، به ترتیب ۲۰ و ۳۰ درصد تراکم مطلوب نخود در دو ردیف بین ۶ ردیف کنجد قرار داشتند.

در عملیات کاشت برای کشت ردیفی، بذرهای نخود و کنجد هر دو به صورت کپه‌ای و به ترتیب در عمق‌های ۴-۲ و ۳-۱ سانتی‌متری کشت شدند، ولی در کشت درهم در آغاز بذرهای کنجد با نسبت مناسبی از ماسه مخلوط شده و آن‌گاه داخل کرت با دست پاشیده شد و سپس بذرهای نخود نیز داخل کرت پخش شده و با فوکای دستی در عمق مناسب قرار داده شدند. نخستین آبیاری یک روز پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی هر هشت روز یک بار صورت گرفت. در طول فصل رشد از هیچ گونه کود و یا سموم شیمیایی استفاده نشد و عملیات کنترل علف‌های هرز به صورت دستی انجام گرفت. ۵۱ روز پس از کاشت تا

www.SID.ir

Archive of SID

اوایل رسیدگی، هر دو هفته یک بار نمونه‌های تصادفی با چهارگوش اندازه‌گیری (کوادراتی) به ابعاد ۵۰ × ۵۰ سانتی‌متر از نیمه هر کرت گردآوری شده و برای محاسبه تغییرپذیری‌های سطح برگ و وزن خشک، به آزمایشگاه منتقل شد. برای اندازه گیری سطح برگ از دستگاه سطح برگ سنج (مدل Licor) استفاده شد و برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند. در پایان فصل رشد بوته‌های نیمه دیگر کرت برای برداشت و محاسبه عملکرد و اجزای عملکرد استفاده شد.

برای محاسبه کارایی کاربرد نور در آغاز لازم بود که میزان‌های شاخص سطح برگ روزانه و همچنین تشعشع جذب شده روزانه برآورد می‌شد. بدین منظور برآورد میزان‌های LAI روزانه با برازش معادله ۱ به دست آمد (Tsubo et al., 2005).

(۱)

$$y = a + b \times 4 \times (exp\,(-(x-c)/d))/\,(1 + exp(-(x-c)/d))\text{^}2$$

که a : عرض از مبداء، b : زمان رسیدن به بیشینه LAI ، c: بیشینه LAI و d : نقطه عطف منحنی که در آن رشد سطح برگ وارد مرحله خطی می‌شود.

میزان تشعشع روزانه خورشیدی برای عرض جغرافیایی مشهد به روش ارائه شده با (Goudriaan and Vanlaar, 1993) محاسبه شد. نور جذب شدهٔ روزانه برای هر دو گونه بر پایه معادله‌های زیر محاسبه شد (Tsubo *et al*., 2005).

$$I_i = I_0(1 - exp^{((-K_cL_c)+(-K_sL_s))}) \qquad (۲)$$

$$I_s = I_i(\frac{(K_sL_s)}{((K_sL_s)+(K_cL_c))})$$
$$I_c = I_i - I_s \qquad (۳)$$

I_0؛ میزان تشعشع رسیده به بالای تاج‌پوشش ،I_i؛ میزان تشعشع جذب شده در کل مخلوط،I_s ؛ میزان تشعشع جذب شده توسط کنجد، I_c؛ میزان تشعشع جذب شده توسط نخود، K_s؛ ضریب خاموشی نور کنجد که ۰/۶ منظور شد (۱۴)، K_c؛ ضریب خاموشی نور نخود که ۰/۸ منظور شد. در منابع ضریب خاموشی نور برای نخود ۰/۵ (۳۰)، ۱/۰۲ (۳۵) و ۰/۴ تا ۰/۶ (۲۰) گزارش شده است. لذا در این آزمایش به طور میانگین ۰/۸ برای نخود در نظر گرفته شد. L_s؛ شاخص سطح برگ کنجد، L_c؛ شاخص سطح برگ نخود.

سپس تشعشع جذب شده در هر مرحله از حاصل‌ضرب نور ورودی همانندسازی شده در درصد نور جذب شده به دست آمد. درنهایت میزان کل تشعشع جذب شده به صورت تجمعی با حاصل‌ضرب نور ورودی همانندسازی شده در انتگرال کسر PAR جذب شده نسبت به زمان محاسبه شد. کارایی کاربرد نور با محاسبه شیب خط رگرسیون بین مادهٔ خشک (گرم بر متر مربع) و میزان تشعشع تجمعی (مگاژول بر متر مربع) محاسبه شد (Hoosienpanahi *et al*., 2010).

نتایج و بحث

نتایج آزمایش نشان داد که در همه‌ی تیمارها، تجمع مادهٔ خشک در هر دو گیاه نخود و کنجد ارتباط خطی با تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) تجمعی داشت (شکلهای ۱ و ۲).

شیب این ارتباط بیانگر کارایی کاربرد نور است که میانگین آن در طول فصل رشد از ۱/۰۲ تا ۱/۱ گرم بر مگاژول PAR در گیاه نخود و از ۱/۴۹ تا ۱/۷۶ گرم بر مگاژول PAR در گیاه کنجد در روش کشت ردیفی (شکل ۱ و جدول ۱) و از ۰/۷۱ تا ۰/۹۴ گرم بر مگاژول PAR در گیاه نخود و از ۱ تا ۱/۲۷ گرم بر مگاژول PAR در گیاه کنجد در روش کشت درهم (شکل ۲ و جدول ۱) متغیر بود.

میزان‌های نزدیک به‌همی برای هر دو گیاه توسط (*Hosseinpanahi et al*., 2011) در کشت مخلوط چندگانه جایگزینی کنجد و نخود گزارش شده است. آنان میزان کارایی کاربرد نور نخود و کنجد را در تیمارهای مختلف به ترتیب بین ۰/۵ تا ۱/۱۴ و بین ۱/۲۷ تا ۲/۰۷ گرم به ازاء مگاژول PAR یافتند. نتایج بررسی‌ها روی کارایی کاربرد نور گیاه کنجد بسیار محدود است اما میزان‌های به دست آمده در این آزمایش در گسترهٔ میزان پیشنهادی (Sinclair and Muchow, 1999) برای گیاهان روغنی می‌باشد. در دیگر گیاهان روغنی مثل بادام زمینی میزان کارایی کاربرد نور بر پایه تشعشع‌های PAR ۲/۰۴ تا ۲/۷۴ گزارش شده است (Marshall and willey, 1983, Bell *et al*., 1987). میزان‌های کارایی کاربرد نور نخود نیز بسیار همخوان با نتایج دیگر بررسی‌هاست که بین ۰/۶ تا ۱/۸۶ گزارش شده است (Leach and Beech, 1988، Hughes *et al*., 1987،Singh and Rama, 1989). در

www.SID.ir

Archive of SID

شرایط آب و هوایی ایران (Rahimi *et al*., 2007) میزان کارایی کاربرد نور نخود را ۱ گزارش کرده‌اند که بسیار نزدیک به میزان‌های به دست آمده در این آزمایش به‌ویژه در شرایط کشت ردیفی می‌باشد.

به طور کلی، در بین گیاهان سه کربنه گونه‌های غیرلگوم دارای کارایی کاربرد نور بیشتری نسبت به گونه‌های لگوم هستند (Sinclair and Muchow, 1999، Gosse *et al*., 1986). درحالی‌که ، در گیاهان پروتئینی و روغنی مانند نخود و کنجد هزینهٔ بالای تنفس رشد، عامل اصلی کاهش کارایی کاربرد نور می‌باشد (Sinclair and Muchow, 1999).

از آنجایی‌که کنجد یک گیاه روغنی و نخود یک گیاه لگوم است، بنابراین در مجموع کارایی کاربرد نور این گیاهان پایین‌تر از میزان‌های گزارش شده برای دیگر گیاهان زراعی است. (Sinclair and Muchow, 1999) پس از یک بررسی گسترده روی منابع مختلف میزان کارایی کاربرد نور گیاهان چهارکربنه نیشکر، ذرت و سورگوم را به ترتیب ۴، ۳/۵۴ و ۲/۸ و کارایی کاربرد نور گیاهان سه‌کربنه سیب‌زمینی، آفتابگردان، گندم، برنج و جو را به ترتیب ۳/۵، ۳/۱۲، ۲/۹۲، ۲/۷۸ و ۲/۶ گرم به ازاء هر مگاژول تشعشع PAR گزارش کردند.

البته بر خلاف انتظار کارایی کاربرد نور گیاه کنجد در این بررسی بسیار بالاتر از نخود بود (جدول ۱) این در حالی است که هزینهٔ تولید یک گرم روغن بیشتر از هزینهٔ ساخت یک گرم پروتئین می‌باشد (Penning *et al*., 1974). عامل‌های چندی می‌توانند در این مسئله دخیل باشند. نخود یک گیاه لگوم است و تثبیت نیتروژن اتمسفری توسط گیاهان لگوم نیازمند کاربرد انرژی است، لذا این مسئله روی تولید ماده خشک گیاه تاثیر مستقیم می‌گذارد. یکی دیگر از عوامل تاثیرگذار در کاهش زیاد کارایی کاربرد نور نخود نسبت به کنجد بروز دماهای بالا در طول فصل رشد می‌باشد. نخود یک گیاه سه کربنه و خاصِ مناطق معتدله است. دمای بهینه (اپتیمم) برای رشد این گیاه بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سلسیوس بوده و دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس در طول فصل رشد ضمن اینکه سبب افزایش تنفس نگهداری شده، سبب کاهش سرعت فتوسنتز گیاه نیز می‌شود. با توجه به اینکه بخش اعظم رشد گیاه نخود در طول ماه‌های تابستان صورت گرفته و باتوجه به اینکه بنابر گزارش‌های سازمان هواشناسی دما در بیشتر روزهای تیر و مرداد ماه بیشتر از ۳۰ درجه سلسیوس بوده وگاهی از مرز ۴۰ درجه سلسیوس نیز گذشته است، لذا به نظر می‌رسد

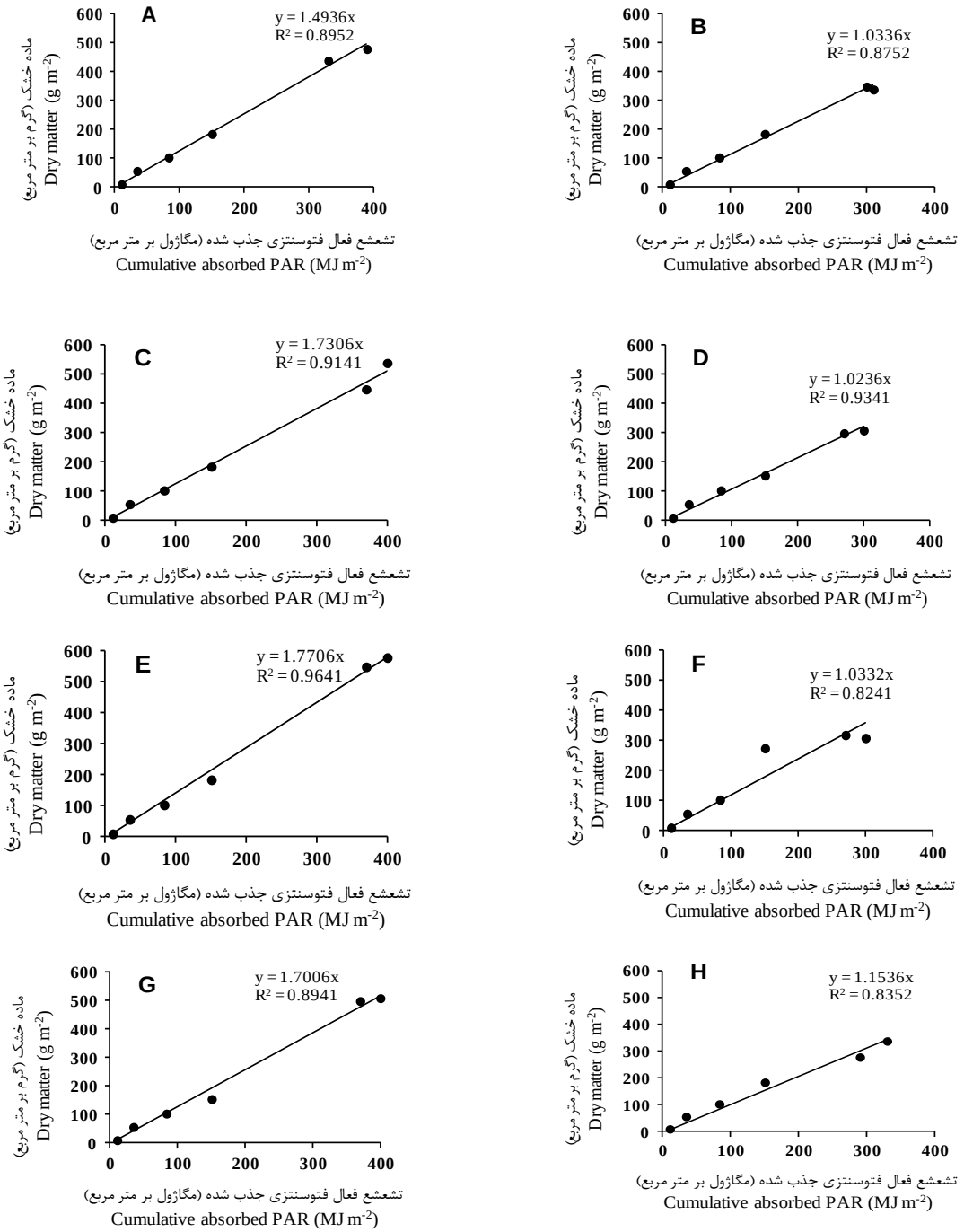
جدول ۱ – کارایی کاربرد نور (گرم ماده خشک به ازاء هر مگاژول PAR) دو گیاه کنجد و نخود در شرایط تک کشتی و مخلوط به صورت ردیفی و درهم.

Table 1. Radiation use efficiency of sesame and chickpea (gDM/Mj PAR) in monoculture and intercropping treatments under row and mixed planting method.

تیمار Treatments	کنجد (کشت ردیفی) Sesame(row planting)	نخود (کشت ردیفی) Chickpea (row planting)	کنجد (کشت درهم) Sesame(mixed planting)	نخود (کشت درهم) Chickpea (mixed planting)
تک کشتی کنجد Monoculture of sesame	1.49	-	1	-
تک کشتی نخود Monoculture of Chickpea	-	1.03	-	0.94
کشت مخلوط (۱۰۰٪ کنجد – ۱۰٪ نخود) Intercropping (100%Sesame – 30%Chickpea)	1.73	1.02	1.19	0.83
کشت مخلوط (۱۰۰٪ کنجد – ۲۰٪ نخود) Intercropping (100%Sesame – 30%Chickpea)	1.76	1.02	1.18	0.81
کشت مخلوط (۱۰۰٪ کنجد – ۳۰٪ نخود) Intercropping (100%Sesame – 30%Chickpea)	1.7	1.1	1.27	0.71
LSD	0.165	0.940	0.121	0.106

www.SID.ir

Archive of SID

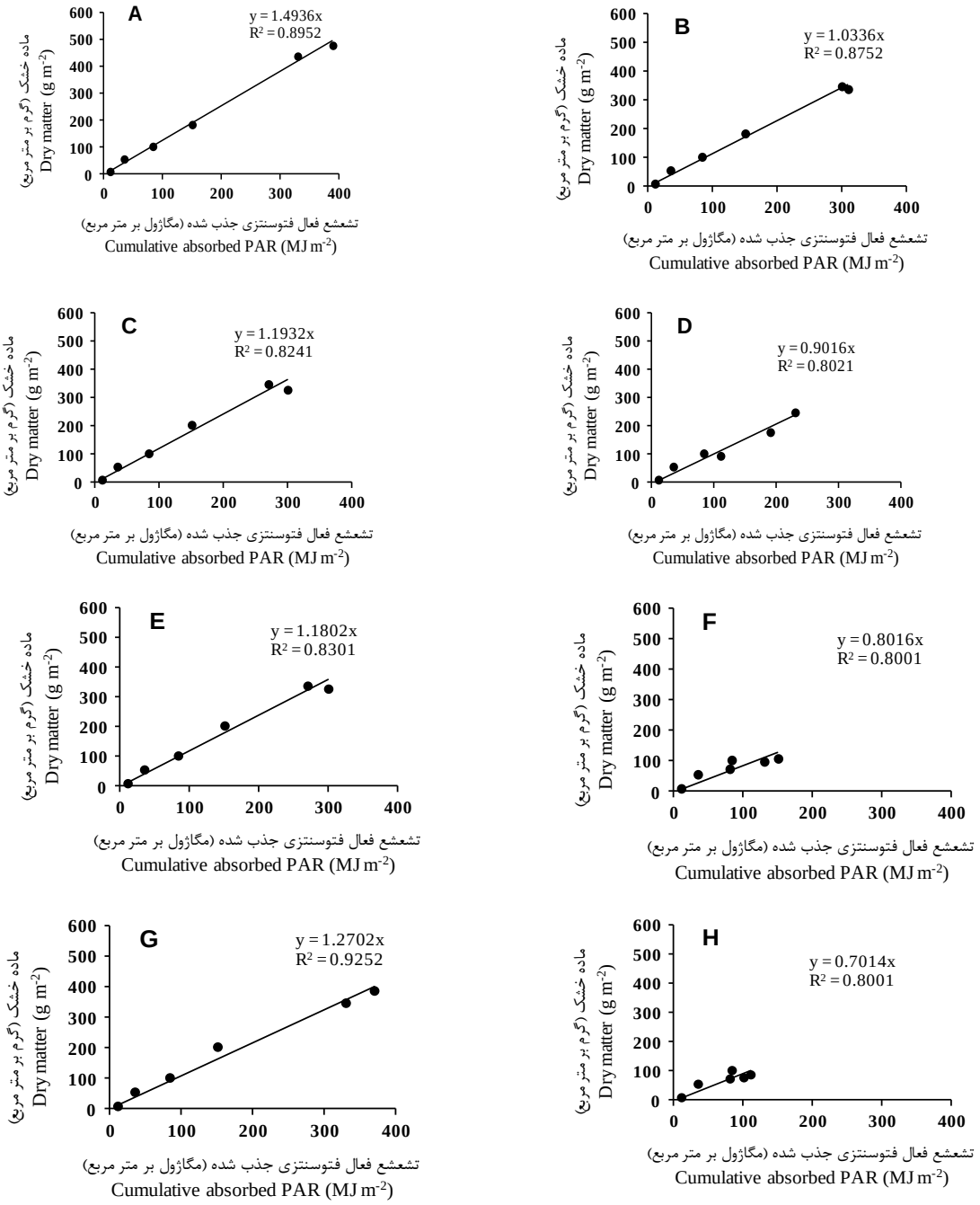


شکل۱- ارتباط بین مجموع تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده و وزن خشک نخود و کنجد در روش کشت ردیفی. A: کنجد خالص، B: نخود خالص، C: کنجد در (٪۱۰۰ کنجد-۱۰٪ نخود)، D: نخود در (٪۱۰۰ کنجد-۱۰٪ نخود)، E: کنجد در (۱۰۰٪ کنجد-۲۰٪ نخود)، F: نخود در (٪۱۰۰ کنجد-۲۰٪ نخود)، G: کنجد در (٪۱۰۰ کنجد-۳۰٪ نخود) و H: نخود در (۱۰۰٪ کنجد-۳۰٪ نخود).

Fig. 1- The relationship between cumulative absorbed PAR and dry mater of Sesame and Chickpea under row planting. A: Sesame, B: Chickpea, C: Sesame: (100%Sesame – 10%Chickpea), D: Chickpea: (100%Sesame – 10%Chickpea), E: Sesame: (100%Sesame – 20%Chickpea), F: Chickpea: (100%Sesame – 20%Chickpea), G: Sesame: (100%Sesame – 30%Chickpea) and H: Chickpea: (100%Sesame – 30%Chickpea).

www.SID.ir

Archive of SID

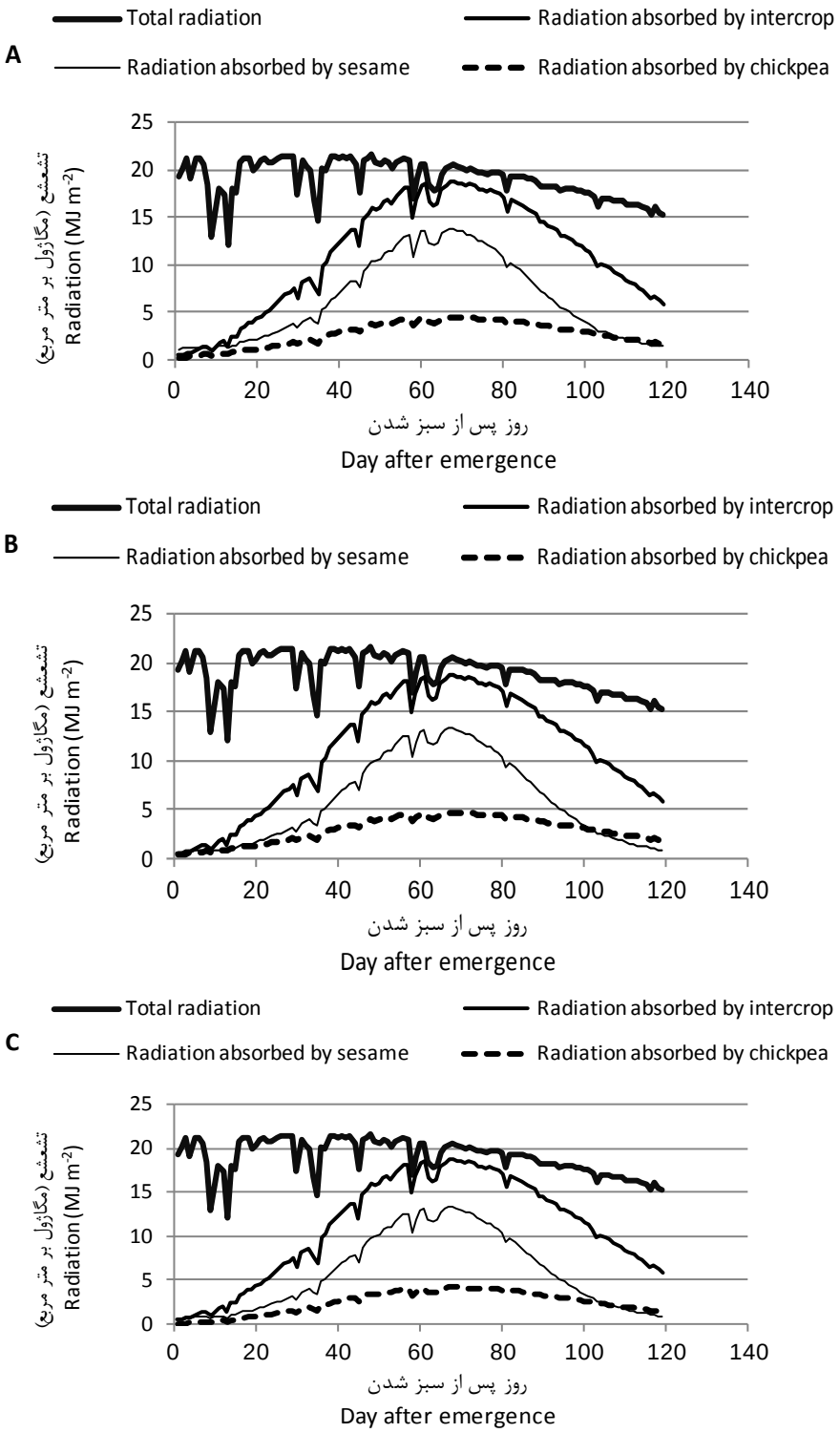


شکل۲- ارتباط بین مجموع تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده و وزن خشک نخود و کنجد در روش کشت درهم. A: کنجد خالص، B: نخود خالص، C: کنجد در (٪۱۰۰ کنجد-٪۱۰ نخود)، D: نخود در (٪۱۰۰ کنجد-٪۱۰ نخود)، E: کنجد در (٪۱۰۰ کنجد-٪۲۰ نخود)، F: نخود در (٪۱۰۰ کنجد-٪۲۰ نخود)، G: کنجد در (٪۱۰۰ کنجد-٪۳۰ نخود) و H: نخود در (٪۱۰۰ کنجد-٪۳۰ نخود).

Fig. 2- The relationship between cumulative absorbed PAR and dry matter of Sesame and Chickpea under mixed planting. A: Sesame, B: Chickpea, C: Sesame: (100%Sesame – 10%Chickpea), D: Chickpea: (100%Sesame – 10%Chickpea), E: Sesame: (100%Sesame – 20%Chickpea), F: Chickpea: (100%Sesame – 20%Chickpea), G: Sesame: (100%Sesame – 30%Chickpea) and H: Chickpea: (100%Sesame – 30%Chickpea).

www.SID.ir

Archive of SID

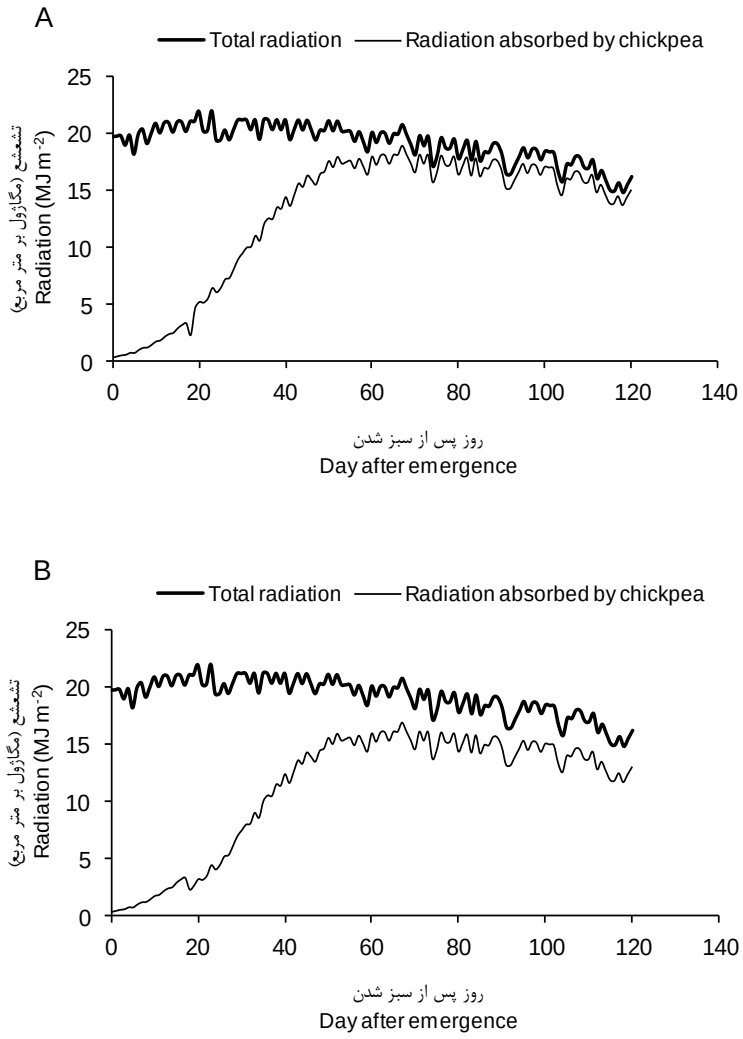


شکل ۳- جذب تشعشع توسط تاج‌پوشش نخود و کنجد در تیمارهای کشت مخلوط در کشت ردیفی. A : (۱۰۰٪ کنجد-۱۰٪ نخود) = B: (۱۰۰٪ کنجد-۲۰٪ نخود) و C: (۱۰۰٪ کنجد و ۳۰٪ نخود).

Fig. 3- Absorbed radiation of intercropping treatments under row planting. A: (100%Sesame – 10%Chickpea), B: (100%Sesame – 20%Chickpea) and C: (100%Sesame – 30%Chickpea).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- جذب تشعشع توسط تاج‌پوشش نخود و کنجد در تیمارهای تک کشتی در کشت ردیفی. A: کنجد و B: نخود.

Fig. 4- Absorbed radiation of monoculture treatments under row planting. A: sesame and B: chickpea.

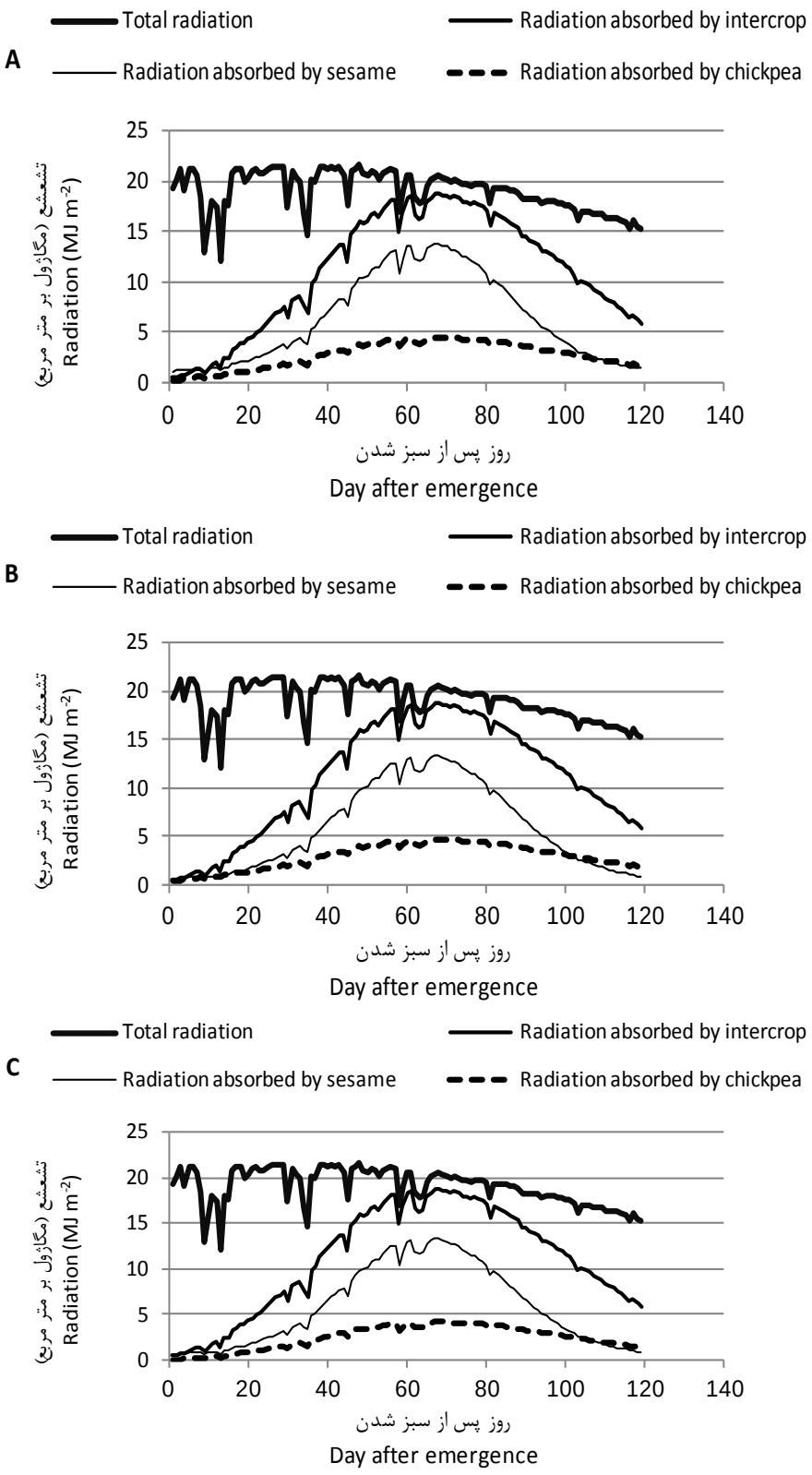
که شرایط موجود مناسب رشد مطلوب گیاه نخود نبوده و به احتمال زیاد این عامل یکی از دلایل کاهش کارایی کاربرد نور نخود نسبت به کنجد می‌باشد. این در حالی است که گیاه کنجد نسبت به نخود تحمل بیشتری نسبت به دماهای بالا دارد، لذا نسبت به نخود کمتر تحت تاثیر اثرگذاری‌های منفی دماهای بالا قرار می‌گیرد.

هر چند که (Monteith, 1977) کارایی کاربرد نور گیاهان را ثابت و میزان آن را ۱/۴ گرم بر مگاژول تشعشع خورشیدی عنوان کرد اما بررسی‌های بعدی نشان دادند که کارایی کاربرد نور ثابت نبوده و میزان آن تحت تاثیر عامل‌های محیطی و مدیریتی زیادی قرار می‌گیرد (Faurie *et al*., ، John *et al*., 2005، Rosati *et al*., 2004 1996, Akmal *et al*.,2004، Ceotto *et al*., 2002). یکی از مدیریت‌های زراعی که کارایی کاربرد نور گیاهان زراعی را تحت تاثیر می گذارد کشت مخلوط است و نتایج بررسی‌های زیادی این مسئله را نشان داده اند (Nachigera *et al*., 2008، Tsubo *et al*., 2001). البته در نتایج بررسی‌هایی نیز گزارش شده که کشت مخلوط بیشتر میزان جذب نور را تحت تاثیر قرار داده و تاثیر کمتری بر کارایی کاربرد نور دارد (Zhang *et al*., 2008). با این وجود نتایج این آزمایش نشان داد که افزایش ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد از تراکم کشت خالص نخود به تراکم ثابت کنجد هم روی میزان جذب نور (شکل‌های ۳تا ۶) و (جدول ۲) و هم روی کارایی کاربرد نور (شکل‌های ۱ و ۲) و (جدول ۱) تاثیر گذاشت.

در الگوی کشت ردیفی میزان جذب نور توسط تاج‌پوشش مخلوط به طور میانگین ۱۸ درصد بالاتر از تک کشتی کنجد بود، اما با تک کشتی نخود اختلاف چندانی نداشت

www.SID.ir

Archive of SID

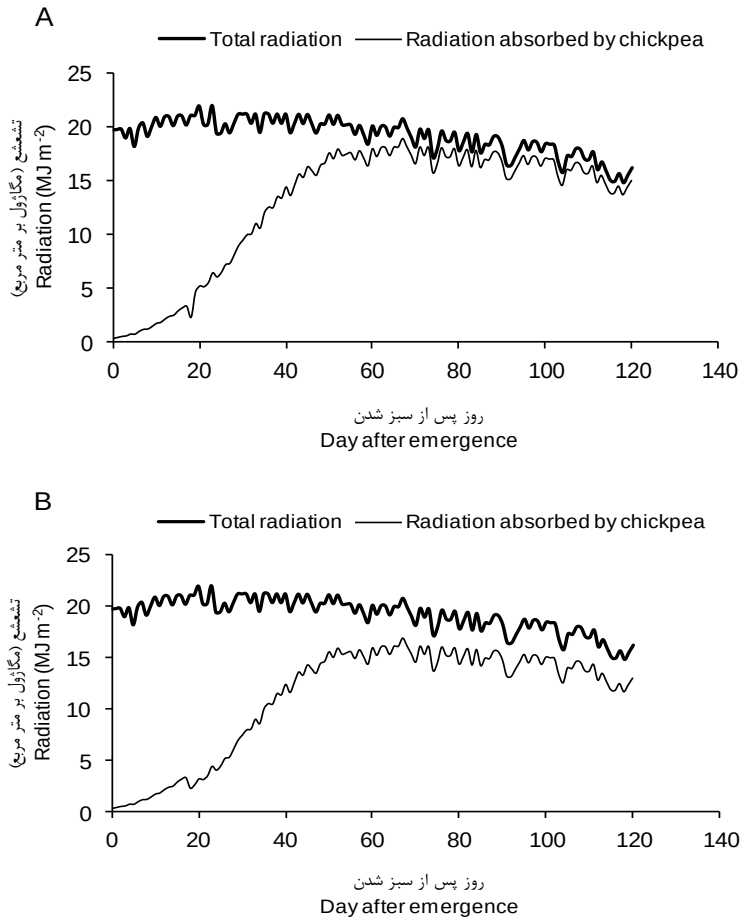


شکل ۵- جذب تشعشع توسط تاج‌پوشش نخود و کنجد در تیمارهای کشت مخلوط در کشت درهم. A : (۱۰۰٪ کنجد–۱۰٪ نخود) = B: (۱۰۰٪ کنجد–۲۰٪ نخود) و C: (۱۰۰٪ کنجد و ۳۰٪ نخود).

Fig. 5- Absorbed radiation of intercropping treatments under mixed planting. A: (100%Sesame – 10%Chickpea), B: (100%Sesame – 20%Chickpea) and C: (100%Sesame – 30%Chickpea).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶- جذب تشعشع توسط تاج‌پوشش نخود و کنجد در تیمارهای تک کشتی در کشت درهم. A: کنجد و B: نخود.

Fig. 6- Absorbed radiation of monoculture treatments under mixed planting. A: sesame and B: chickpea.

(جدول ۲). این مسئله نشان می‌دهد که در گیاهان بلندی مانند کنجد همیشه میزانی نور به پایین تاج‌پوشش نفوذ کرده که در شرایط تک کشتی بدون استفاده باقی می‌ماند در حالی‌که در شرایط کشت مخلوط این میزان نور می‌تواند توسط یک گیاه کم ارتفاع‌تر در پایین تاج‌پوشش آن استفاده شود و لذا بهره‌وری نور در این شرایط افزایش پیدا بکند. نتایج همسانی نیز در بررسی‌های دیگر نشان داده شده است (Ali., 1993، Zhang *et al*., 2008 ، Hosseinpanahi, 2008). نکته مهم در این زمینه تعیین میزان افزایش تراکم توسط گیاه دوم است. در این آزمایش، افزایش ۳۰ درصد از تراکم خالص گیاه نخود به تراکم خالص کنجد در روش کشت ردیفی، با بهترین نتیجه همراه بود. در این تیمار بیشترین میزان جذب نور توسط تاج‌پوشش مخلوط (۱۱۵۹ مگاژول PAR در طول فصل رشد) به دست آمد که حدود ۲۲ درصد بالاتر از تک کشتی کنجد و حدود ۶ درصد بالاتر از تک کشتی نخود بود (جدول ۲).

همچنین در کشت مخلوط ردیفی، بیشترین میزان کارایی کاربرد نور نخود به میزان ۱/۱ گرم به ازاء مگاژول PAR ثبت شد (شکل ۱ و جدول ۱) و میزان کارایی کاربرد نور کنجد هر چند بیشترین میزان نبود، اما نسبت به شرایط تک کشتی حدود ۱۳ درصد افزایش نشان داد (۱/۷ در مقابل ۱/۴۹ گرم به ازاء مگاژول PAR در تیمار تک کشتی؛ جدول ۱). در مجموع کارایی کاربرد نور کنجد در تیمارهای مخلوط و در روش کشت ردیفی افزایش پیدا کرد (شکل ۱ و جدول ۱).

با توجه به اینکه آزمایش با هدف اجرای کشت مخلوط در یک نظام کم نهاده اجرا شد و در آن از هیچ گونه کود شیمیایی استفاده نشد بنابراین احتمال دارد حضور نخود در تیمارهای مخلوط سبب افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه کنجد شده و این عامل نیز سبب افزایش کارایی

www.SID.ir

Archive of SID

کاربرد نور کنجد نیز شده باشد. ارتباط نیتروژن با کارایی کاربرد نور توسط (Sinclair and horie, 1989) بررسی و نشان داده شده که نیتروژن با توجه به نقش ویژه‌ای که در فتوسنتز و تولید ماده خشک دارد، سبب افزایش میزان کارایی گیاهان در استفاده از نور می‌شود (Sinclair and horie, 1989). بر خلاف کنجد مقادیر کارایی کاربرد نور گیاه نخود به میزان کمتری تحت تاثیر تیمارهای مخلوط قرار گرفت به گونه ای که تیمارهای ۱۰۰٪ کنجد-۱۰٪ نخود و ۱۰۰٪ کنجد- ۲۰٪ نخود از این نظر اختلاف معنی داری با تک کشتی نخود نداشتند اما افزایش سهم نخود به ۳۰٪ سبب افزایش کارایی کاربرد نور آن به میزان ۶٪ نسبت به شرایط تک کشتی شد (جدول ۱). همان‌گونه که از داده های جدول ۲ پیداست، میزان جذب نور نخود در تیمارهای ۱۰۰٪ کنجد-۱۰٪ نخود و ۱۰۰٪ کنجد- ۲۰٪ نخود به ترتیب ۲۲ و ۳۱ درصد میزان جذب نور در شرایط تک کشتی است. این میزان در تیمار ۱۰۰٪ کنجد-۳۰٪ نخود به ۳۴ درصد می‌رسد. این داده‌ها به وضوح نشان می‌دهند که میزان جذب نور گیاه همراه در مخلوط (نخود) متناسب با میزان تراکم آن نیست. دلیل این مسئله محدودیت نور در زیر تاج‌پوشش گیاه کنجد است، چرا که در هر صورت کشت تنها میزان معینی از نور از میان تاج‌پوشش کنجد عبور کرده که می‌تواند مورد استفاده گیاه زیرین قرار گیرد. بنابراین در تیمار ۱۰۰٪ کنجد-۳۰٪ نخود میزان جذب نور برای نخود به تناسب کمتر از میزان جذب نور در دیگر تیمارهای مخلوط بوده و به احتمال زیاد همین مسئله سبب افزایش کارایی کاربرد نور نخود در این تیمار نسبت به تک کشتی شده است، زیرا کارایی گیاهان در استفاده از منابعی مانند نور در سطوح پایین‌تر نهاده بالاتر می‌باشد (Sinclair and Muchow, 1999). نتایج آزمایش در کشت مخلوط با الگوی کشت درهم، برای کنجد روندی همسان با کشت مخلوط ردیفی داشت، اما در مورد نخود نتایج معکوسی به دست آمد (شکل۲ و جدول ۱). در شرایط مخلوط میزان کارایی کاربرد نور کنجد در تیمارهای مخلوط بالاتر از تک کشتی بود و همان‌طور که پیشتر اشاره شد، احتمال دارد حضور گیاه نخود در مخلوط سبب

جدول ۲- میزان جذب تشعشع (PAR) تجمعی (مگاژول بر متر مربع) در دو گیاه کنجد و نخود در شرایط تک کشتی و مخلوط به صورت ردیفی و درهم.

Table 2. Cumulative absorbed radiation (PAR) of sesame and chickpea in monoculture and intercropping treatments under row and mixed planting method.

تیمار Treatments	کنجد Sesame	نخود Chickpea	مخلوط Intercropping
کشت ردیفی Row planting			
کشت مخلوط (۱۰۰٪ کنجد – ۱۰٪ نخود) Intercropping (100%sesame-10%chickpea)	771	250	1022
کشت مخلوط (۱۰۰٪ کنجد – ۲۰٪ نخود) Intercropping (100%Sesame – 20%Chickpea)	771	346	1117
کشت مخلوط (۱۰۰٪ کنجد – ۳۰٪ نخود) Intercropping (100%Sesame – 30%Chickpea)	783	376	1159
تک کشتی کنجد Sesame(monoculture)	910	-	-
تک کشتی نخود Chickpea(monoculture)	1095	-	-
کشت درهم Mixed planting			
کشت مخلوط (۱۰۰٪ کنجد – ۱۰٪ نخود) Intercropping (100%sesame-10%chickpea)	750	187	938
کشت مخلوط (۱۰۰٪ کنجد – ۲۰٪ نخود) Intercropping (100%Sesame – 20%Chickpea)	702	278	980
کشت مخلوط (۱۰۰٪ کنجد – ۳۰٪ نخود) Intercropping (100%Sesame – 30%Chickpea)	656	342	999
تک کشتی کنجد Sesame(monoculture)	817	-	-
تک کشتی نخود Chickpea(monoculture)	938	-	-

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش میزان جذب نیتروژن توسط کنجد شده و این عامل نیز سبب افزایش کارایی کاربرد نور نسبت به تک کشتی شده باشد. بنابراین بیشترین میزان کارایی کاربرد نور کنجد در تیمار ۱۰۰٪ کنجد- ۳۰٪ نخود به دست آمد (۱/۲۷ گرم به ازاء مگاژول PAR) که ۲۷ درصد نسبت به شرایط تک کشتی افزایش نشان داد. برخلاف روش کشت ردیفی، میزان کارایی کاربرد نور نخود در تیمارهای مخلوط دچار کاهش شد. دلیل اصلی این تفاوت برای نگارندگان مشخص نشد اما احتمال دارد، آب ایستادگی در پای بوته‌ها (به دلیل آبیاری غرقابی) و تولید گیاهچه‌های ضعیف در آغاز فصل رشد سبب شد که گیاهان نخود در این روش کاشت وضعیت رشدی مناسبی نداشته باشند. البته با اینکه روند نتایج برای گیاه کنجد همسان روش کشت ردیفی بود، اما در هر صورت میزان کارایی کاربرد نور هر دو گیاه در روش کشت درهم بسیار پایین بود (جدول ۱). به گونه ای که میانگین کارایی کاربرد نور کنجد و نخود در روش کشت درهم به ترتیب ۳۱ و ۲۱ درصد نسبت به شرایط ردیفی کاهش نشان دادند (جدول ۱). نتایج جذب نور نیز نشان داد که میزان جذب نور چه در تیمارهای تک کشتی و چه در تیمارهای مخلوط در روش کشت درهم پایین‌تر از روش کشت ردیفی بود (جدول ۲).

در تیمارهای تک کشتی میزان جذب نور کنجد و نخود به ترتیب ۱۱ و ۱۵ درصد نسبت به روش کشت ردیفی کاهش نشان داد (جدول ۲). به طور همسان میانگین جذب نور در تیمارهای مخلوط در روش کشت درهم حدود ۱۳ درصد نسبت به روش کشت ردیفی کمتر بود. عملکرد گیاهان در این روش کشت هم در تیمارهای تک کشتی و هم در تیمارهای مخلوط پایین‌تر از روش کشت ردیفی بود (Pouramir *et al.*, 2009)، که دلیل این مسئله آرایش بهتر گیاهان در الگوی ردیفی و استفاده بهتر گیاهان از منابع به‌ویژه آب عنوان شده است، که در نهایت باعث افزایش سطح برگ گیاهان این تیمار نسبت به تیمارهای درهم شد.

بنابراین با توجه به نتایج معکوس آزمایش برای دو گیاه کنجد و نخود در روش کشت درهم، تعیین بهترین تیمار در این شرایط بسیار سخت و بدون اطمینان است. لذا بنابر نتایج این آزمایش کشت مخلوط این دو گیاه تنها با روش ردیفی شایان توصیه است و در صورت کشت درهم تعیین بهترین نسبت کاشت از هر دو گیاه نیازمند بررسی‌های بیشتری است. در بین تیمارهای مختلف مخلوط در شرایط کشت ردیفی نیز بهترین تیمار از نظر جذب و کارایی کاربرد نور تیمار ۱۰۰٪ کنجد – ۳۰٪ نخود می‌باشد که همراه با افزایش شایان توجه کارایی کاربرد نور هر دو گیاه نسبت به شرایط تک کشتی بود (جدول ۱). با وجودی‌که این تیمار از نظر عملکرد نیز نسبت به دیگر تیمارها برتری داشت (Pouramir, 2009) اما دستیابی به نتایج مطمئن‌تر در گرو تکرار آزمایش در دیگر شرایط آب و هوایی و استفاده از دیگر الگوهای کشت مخلوط به‌ویژه استفاده از کشت مخلوط تأخیری می‌باشد.

نتیجه گیری

نتایج آزمایش نشان داد که کارایی کاربرد نور در گیاه کنجد در همه‌ی تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص افزایش یافت، ولی برای گیاه نخود تاثیر مثبت کشت مخلوط، تنها در کشت مخلوط ردیفی مشاهده شد، ولی به‌طورکل در هر دو گیاه در کشت مخلوط ردیفی کارایی بالاتری نسبت به کشت مخلوط درهم به دست آمد. نتایج جذب نور نیز نشان داد که در تیمارهای مخلوط ردیفی میزان جذب نور به طور میانگین ۱۸ درصد بالاتر از تک کشتی کنجد بود اما با تک کشتی نخود اختلاف چندانی نداشت. میزان جذب نور در روش کشت درهم بین ۱۱ تا ۱۵ درصد کمتر از روش کشت ردیفی بود. نخود یک گیاه سه کربنه و خاصِ مناطق معتدله می‌باشد. دمای بهینه برای رشد این گیاه بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سلسیوس بوده و دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس در طول فصل رشد ضمن اینکه سبب افزایش تنفس نگهداری شده، سبب کاهش سرعت فتوسنتز گیاه نیز می‌شود. با توجه به اینکه بخش اعظم رشد گیاه نخود در طول ماه‌های تابستان صورت گرفته و باتوجه به اینکه بنابر گزارش‌های سازمان هواشناسی دما در بیشتر روزهای تیر و مرداد بیشتر از ۳۰ درجه سلسیوس بوده و گاهی از مرز ۴۰ درجه سلسیوس نیز گذشته است، لذا به نظر می‌رسد که شرایط موجود مناسب رشد مطلوب گیاه نخود نبوده و به احتمال زیاد این عامل یکی از دلایل کاهش کارایی کاربرد نور نخود نسبت به کنجد می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

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.

Allen, J.R. and Ebura, P.K., 1983. Yield of corn, cowpea and soybean under different intercropping systems. Journal of Agricultural Science Cambridge. 75, 1005-1009.

Ali, M., 1993. Wheat/chickpea intercropping under late-sown condition. Journal of Agricultural Science Cambridge. 121, 141-144.

Bell, M.J., Muchow, R.C. and Wilson, G.L., 1987. The effect of plant population on peanuts (*Arachis hypogaea*) in a monsoonal tropical environment. Field Crops Research. 17, 91–107.

Boons-prinz, E.R., De Koning, G.H.J., Van Diepen, C.D. and Penning De Vries, F.W.T., 1993. Crop Specific Simulation Parameters for Yield Forecasting Across the European Community. Simulation Reports. Spain.

Ceotto, E., and Castelli, F., 2002. Radiation use efficiency in flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.): Response to nitrogen supply, climatic variability and sink limitation. Field Crops Research. 74,117-130.

Faurie, O., Soussana, J.F. and Sinoquet, H., 1996. Radiation interception, partitioning and use in gross-clover mixtures. Annals of Botany. 77, 35-45.

Gosse, G., Varlet-Grancher, C., Bonhomme, R., Chartier, M., Allirand, J.M. and Lemaire, G., 1986. Maximum dry matter production and solar radiation intercepted by a canopy. Gronomie. 6, 47–56.

Goudriaan, J. and Van Laar, H.H., 1993. Modelling Potential Crop Growth Processes, Kluwer Academic Press, Netherlands.

Harris, P.M., 1990. Potato crop radiation use: A justification for intercropping. Field Crops Research. 25, 25-39.

Hughes, G., Keatinge, J.D.H., Cooper, J.B.M. and Dee, N.F., 1987. Solar radiation interception and utilization by chickpea (*Cicer arietinum* L.) crops in northern Syria. Journal of Agricultural Science. 108, 419–424.

Hosseinpanahi, F., 2008. Evaluation of yield, yield component and radiation use efficiency in corn/potato intercropping. MS.c. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Hosseinpanahi, F., Pouramir, F., Koocheki, A., Nassiri, M. and Ghorbani, R., 2011. Evaluation of absorption and use efficiency radiation in replacement series of sesame/pea intercropping. Agroecology journal. 3(1),106-120.(In Persian with English abstract).

Hosseinpanahi, F., Koocheki, A., Nassiri, M. and Ghorbani R., 2010. Evaluation of absorption and use efficiency of radiation in corn/potato intercropping. Agroecology Journal. 2(1), 50-60. (In Persian with English abstract).

Javanshir, A., Dabbagh, A. and Gholipoor, M., 2000. Ecology of Intercropping, Jihad Daneshgah Press, Mashhad, Iran.

John, L.L., Timothy, J.A., Daniel, T.W., Kenneth, G.C. and Achim, D., 2005. Maize radiation use efficiency under optimal growth conditions. Agronomy Journal. 97,72-78.

Kiniry, J.R., Landivar, J.A., Witt, M., Gerik, T.J. and Wade, L.J., 1998. Radiation use efficiency response to vapor pressure deficit for maize and sorghum. Field Crops Research. 56, 265-270.

Koocheki., A. and Khalghani, J., 1999. Sustainable Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad, Iran.

Leach, G.J. and Beech, D.F., 1988. Response of chickpea accessions to row spacing and plant density on a vertisol on the Darling downs, southeastern Queensland. II. Radiation interception and water use. Australian Journal of Experiment Agriculture. 28, 377–383.

Marshall, B. and Willey, R.W., 1983. Radiation interception and growth in intercrop of pearl millet/groundnut. Field Crops Research. 7, 141–160.

Monteith, J.L., 1977. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. Journal of Applied Ecology. 9, 747-766.

Mutungamiri, A., Margia, I.K. and Chivinge, O.A., 2001. Evaluation of maize (*Zea mays* L.) cultivars and density for dryland maize-bean intercropping. Tropical Agriculture. 78(1), 8-12.

Nachigera, G.M., Ledent, J.F. and Draye, X., 2008. Shoot and root competition in potato/maize intercropping: Effects on growth and yield. Environmental and Experimental Botany. 64(2), 180-188.

Opoku-Ameyaw, K. and Harris, P.M., 2001. Intercropping potatoes in early spring in a temperate climate. II: Radiation utilization. Potato Research. 44, 63-74.

Penning de Vries, F.W.T., brunsting, A.H.M. and Van Laar, H.H., 1974. Products, requirements and efficiency of biosynthesis: A quantitative approach. Journal of Theoretical Biology. 45, 339-377.

Pouramir, F., 2009. Effect of replacement and additive series of intercropping on the yield and yield component of sesame and peas.

www.SID.ir

Archive of SID

MS.c. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

pouramir, F., koocheki, A., Nassiri, M. and Ghorbani, R., 2009. Effect of different cultures on the yield and yield component in additive series chickpea/sesame intercropping. Agronomy Journal of Iran. 8(3),393-402 (In Persian with English abstract).

Rahimi Karizaki, A., Soltani, A., Pourreza, J. and Zeynali, E., 2007. Estimation of extinction coefficient and radiation use efficiency in field growth chickpea. Journal of Agricultural Science and Natural Resources. 14(5), 211-221.

Rosati, A., Metcalf, S.G. and Lampinen, B.D., 2004. A simple method to estimate photosynthetic radiation use efficiency of canopies. Annals of Botany. 93, 567-574.

Sinclair, T.R. and Horie, T., 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: A review. Crop Science. 29, 90-98.

Sinclair, T.R. and Muchow, R.C., 1999. Radiation use efficiency. Advances in Agronomy. 65, 215–265.

Singh, P. and Sri Rama, Y.V., 1989. Influence of water deficit on transpiration and radiation use efficiency of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Agricultural Forest and Meteorology. 48, 317–330.

Tesfaye, K., Walker, S. and 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.

Trenbath, B.R., 1974. Biomass productivity of mixtures. Advances in Agronomy. 26, 177–210.

Tsubo, M., Walker, S. and Mukhala, E., 2001. Comparisons of radiation use efficiency of mono/intercropping system with different row orientation. Field Crops Research. 71, 17-29.

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 Crops Research. 93, 10-22.

Zhang, L., Vander Werf, W., Bastiaans, L., Zhang, S., Li, B. and Spiertz, J.H., 2008. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton. Field Crops Research. 107, 29-42.

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation the effect of different planting combinations on radiation absorption and use efficiency in sesame and chickpea intercropping in an additive series

Farzin Pour Amir,[1] Farzad hosseinpanahi[2] and Yaser Alizadeh[3,*]

[1]Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi Univesity of Mashhad, Mashhad, Iran.
[2]Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Kurdistan, Iran.
[3]Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Ilam, Iran.

[*]Corresponding author: Y.Alizadeh@ilam.ac.ir.

Introduction: In the modernization of crop production, most methods used by growers to achieve better yields have largely been explored. Most of these methods involve increasing the efficiency of the utilization of natural resources. A rise in radiation use efficiency is one of the major criteria for obtaining a yield advantage. Plant dry matter accumulation has a linear relationship with accumulative Photosynthetically Active Radiation (PAR). Intercropping could be a strategy for increasing light absorption in agronomic systems and may improve radiation use efficiency (RUE): The additional solar energy used by the intercrop canopy leads to improved crop production and, thus, greater economic yield. Over the past three decades, there has been much study on the uses of radiation in intercropping and alley cropping systems for a wide range of crop combinations (Zhang *et al.*, 2008; Sinclair and Muchow, 1999). However, the association of sesame and chickpea had not been analysed until now.

Materials and methods: This study was conducted in order to evaluate radiation absorption and use efficiency in replacement series intercropping of chickpea and sesame. The treatments were arranged in split plots based on a randomized complete block design with three replications. The treatments consisted of two planting methods, namely row planting and mixed planting (as main plot) and five planting ratios including chickpea monoculture, sesame monoculture, 10% chickpea+100% sesame, 20% chickpea+100% sesame, 30% chickpea+100% sesame as sub plot.

Results and discussion: Results showed that sesame RUE was higher than chickpea RUE in all the treatments. The amount of sesame RUE varied from 1.49 to 1.76 g MJ^{-1} PAR and from 1 to 1.27 g MJ^{-1} PAR in row planting and mixed planting, respectively. The amount of chickpea RUE, also varied from 1.02 to 1.1 g MJ^{-1} PAR and from 0.71 to 0.94 g MJ^{-1} PAR in row planting and mixed planting, respectively. The results also showed that sesame RUE in intercropping treatments was higher than in monocropping treatments, but chickpea RUE in intercropping treatments was higher than in simply monocropping in row planting. In general, the amount of RUE of both crops in row planting was higher than in mixed planting, either in intercropping or monocropping treatments. Based on these results the best recommendable treatment for intercropping is 100% sesame+30% chickpea based on row planting. The chickpea RUE for treatment of 100% sesame+30% chickpea based on row planting was the highest level (1.1 g MJ^{-1}) among the other treatments and the sesame RUE of this treatment was higher than the sesame monocrop RUE (1.7 g MJ^{-1} vs. 1.49 g MJ^{-1} in monocrop). The main findings in this study were as follows: Firstly, the intercrop intercepted more PAR than sesame and chickpea alone. Secondly, sesame/chickpea intercropping utilized radiant energy more efficiency than the monocrop, and sesame alone had greater RUE than chickpea alone. The higher ratio of diffuse to direct radiation surrounding the intercrop peanut would help to improve its e value (Sinclair *et al.*, 1999). The shading effect offered by the taller plant might be partially offset by its higher photosynthetic rates per unit PAR at low intensity (Sinclair *et al.*, 1989, Tsubo *et al.*, 2001).

Conclusion: The results showed that chickpea plants can tolerate the shade produced by sesame plants when grown as a row intercrop but not under mixed intercrop. The higher yields obtained in intercropping systems are probably due to greater radiation-use efficiencies. Chickpea RUE decreased under mixed cropping, for the reason that raised sesame produced shading on chickpea.

Keywords: Photosynthetic active radiation, shading, mixed intercropping, row intercropping.

www.SID.ir

Archive of SID

References:

John, L.L., Timothy, J.A., Daniel, T.W., Kenneth, G.C. and Achim, D., 2005. Maize radiation use efficiency under optimal growth conditions. Agronomy Journal. 97,72-78.

Sinclair, T.R. and Horie, T., 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: A review. Crop Science. 29, 90-98.

Sinclair, T.R. and Muchow, R.C., 1999. Radiation use efficiency. Advances in Agronomy. 65, 215–265.

Tsubo, M., Walker, S. and Mukhala, E., 2001. Comparisons of radiation use efficiency of mono/intercropping system with different row orientation. Field Crops Research. 71, 17-29

Zhang, L., Vander Werf, W., Bastiaans, L., Zhang, S., Li, B. and Spiertz, J.H., 2008. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton. Field Crops Research. 107, 29-42.

www.SID.ir