

جذب و کارایی جذب نور در ارقام تک شاخه و چند شاخه کنجد (*Sesamum indicum* L.) تحت

تأثیر رقابت تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.)

سعید شهبازی، حمید رحیمیان مشهدی، حسن علیزاده

پردیس کشاورزی- دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۲

تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۱۲

### چکیده

به منظور بررسی اثر تداخل علف‌هرز تاج خروس بر قابلیت جذب، مصرف، و میزان نور دریافتی توسط کنجد، در سال ۱۳۸۷ آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران اجرا شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل تراکم‌های مختلف تاج خروس (۰، ۲، ۴، ۸، ۱۶ در مترمربع) و ارقام کنجد (اولتان، ناز تک‌شاخه، ورامین ۲۸۲۲ و کرج ۱) بودند. نتایج نشان داد که توزیع سطح برگ گونه‌ها در طول تاج پوشه دارای تابع مثلثی است و ارتفاعی که در آن حداکثر تراکم سطح برگ قرار دارد در بین ارقام مختلف کنجد و تراکم‌های مختلف تاج خروس متفاوت بود. با افزایش تراکم علف‌هرز تاج خروس و شاخص سطح برگ آنها، از میزان جذب نور توسط ارقام مختلف کنجد کاسته شد و ارقام اولتان، ورامین ۲۸۲۲، کرج ۱ و ناز تک شاخه در شرایط رقابت با تاج خروس به ترتیب ۱۲، ۴۷، ۳۲، و ۴۲ درصد کاهش جذب نور در مقایسه با تیمار شاهد داشتند. متوسط کارایی مصرف نور در ارقام اولتان، ورامین ۲۸۲۲، کرج ۱ و ناز تک شاخه به ترتیب ۱۸۶، ۳۵، ۲۷/۷ و ۲۱/۷ درصد در تراکم‌های مورد آزمایش تاج خروس کاهش یافت. بالاترین کارایی مصرف نور را رقم اولتان داشت.

واژه های کلیدی: تداخل، شاخص سطح برگ، تراکم، کارایی مصرف نور

## مقدمه

بیشترین برگ در آن لایه تشکیل شده، تعیین کننده اثر رقابت برای نور است (Holt, 1995). گیاهانی با برگ‌های افقی متناوب و ضخیم از مزیت رقابتی بیشتری برخوردارند (Kropff *et al.*, 1993). استولر و وولی (Stoller & Woolley, 1985) مشاهده کردند که علف‌های هرز تاتوره، توق و گاوپنبه در تراکم‌های ۱ تا ۲ بوته در مترمربع باعث کاهش نفوذ نور به داخل تاج پوشه سویا، به ترتیب به میزان ۴۴ و ۵۶ درصد شدند و در نتیجه عملکرد سویا به ترتیب ۱۹ و ۲۶ درصد کاهش یافت. ارزیابی سطح برگ و نحوه توزیع آن در لایه‌های مختلف تاج پوشه مخلوط علف هرز- گیاه زراعی، به عنوان معیاری مناسب در تعیین توانایی جذب تشعشع در مطالعه رقابت نوری معرفی شده است (Kropff & Vanlaar, 1993). کارایی مصرف نور (RUE)، طبق تعریف عبارت از مقدار گرم ماده خشک تجمع یافته به ازاء مگاژول تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) جذب شده در طی فصل رشد است. آریا (Araia, 2001) معتقد است که کارایی مصرف نور گونه‌ها در حالت رقابت با کشت خالص آنها متفاوت است. با این حال، توجه به این نکته حائز اهمیت است که بالا بودن کارایی مصرف نور، اساساً موجب برتری رقابت نوری یک گونه نمی‌شود (Caldwell, 1987).

بنابراین، به‌گزینی ژنوتیپ‌هایی با کارایی بیشتر در استفاده از نور، یکی از رهیافت‌هایی است که برای بهبود تولید و باروری محصولات زراعی در محیط‌های با محدودیت نوری، مورد توجه قرار گرفته است. البته چنین تلاش‌هایی زمانی با موفقیت همراه خواهد بود که درک بهتری از فرایندهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی رقابت برای نور بین علف‌های هرز و گیاهان زراعی بدست آید. با توجه به این که در سیستم علف‌هرز- گیاه زراعی رقابت برای نور امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد، آگاهی از ساختار و نحوه جذب نور توسط تاج پوشه کنگد سهم به‌سزایی در سیستم مدیریت مزرعه خواهد داشت. هدف از این تحقیق تعیین میزان جذب نور توسط تاج خروس در رقابت با کنگد با استفاده از مدل شبیه سازی و تعیین کارایی مصرف نور هر گونه در تداخل با یکدیگر و عوامل موثر بر این رقابت می‌باشد.

اصول رقابت برای نور با اصول رقابت برای سایر منابع متفاوت است. زیرا نور منبعی لحظه‌ای و غیرقابل ذخیره است که به محض دریافت می‌بایست استفاده شود و در غیر این صورت از دسترس خارج می‌شود. همچنین در شرایط حاصلخیزی بالا و رطوبت کافی خاک، رقابت نوری در شدیدترین حالت ممکن روی می‌دهد (Zimdahl, 1993). آلدریچ (Aldrich, 1987) معتقد است بر خلاف آب و عناصر غذایی که در صورت کفایت ممکن است عاملی برای رقابت نباشند، رقابت برای نور (با پیشرفت فصل رویشی و بزرگ شدن گیاهان) اجتناب‌ناپذیر است. همبستگی نزدیکی بین مقدار تشعشع دریافت شده بوسیله گیاه و رشد آن وجود دارد. استولر و وولی (Stoller & Woolley, 1985) مشاهده کردند که رقابت برای نور، عامل اصلی در کاهش عملکرد سویا در رقابت با تاتوره (*Datura stramonium* L.) و گاوپنبه (L. *Abotilon theophrasti*) است. گراهام و همکاران (Graham *et al.*, 1989) مشاهده کردند که با جذب نور در لایه‌های بالایی تاج پوشه دو گونه تاج خروس (*Amaranthus hybridus* L., *Amaranthus palmeri* L.)، مقدار نور نفوذی به لایه‌های تاج-پوشه سورگوم کاهش یافت. قدرت رقابتی گونه‌های گیاهی بستگی به توانایی سایه‌اندازی بر روی گیاهان مجاور و جذب بخشی از تشعشع دریافتی دارد (Stoller *et al.*, 1987). مک لچلان و همکاران (Mclachlan *et al.*, 1993) اثر بازدارندگی یک گونه در رسیدن نور به گونه‌ای دیگر را از مولفه‌های اصلی رقابت معرفی می‌کنند و آن را متأثر از شاخص سطح برگ و ضریب خاموشی نور می‌دانند. علف‌های هرز پهن‌برگ در صورتی که به شاخص سطح برگ یک برسند، می‌توانند باعث کاهش عملکرد سویا و ایجاد محدودیت در منابع گردند (Oliver *et al.*, 1976). نورسورتی و همکاران (Norsworthy *et al.*, 2002) در بررسی رقابت سویا و لوبیای درختی مشاهده کردند که تراکم ۱۶ بوته لوبیای درختی در مترمربع باعث کاهش در تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) دریافت شده به وسیله سویا به میزان ۴۹ تا ۷۱ درصد گردید. ساختار تاج پوشه به ویژه ارتفاع و محل قرار گرفتن برگ‌ها و ارتفاعی که

## مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در سال ۱۳۸۷ در مزرعه پژوهشی دانشکده علوم زراعی و دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج، با عرض جغرافیایی ۳۴' و ۳۵° شمالی، طولی جغرافیایی ۵۶' و ۵۰° شرقی و ارتفاع ۱۳۱۲ انجام شد. ۵ سطح تراکم (۲، ۴، ۸، ۱۶ بوته تاج‌خروس ریشه قرمز در مترمربع) با ارقام مختلف کنجد به صورت افزایشی کشت گردیدند. ارقام کنجد مورد استفاده شامل رقم اولتان (رقم چندشاخه) و کرج ۱، رقم ناز تک‌شاخه و ورامین ۲۸۲۲ (ارقام تک‌شاخه) بودند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار (در مجموع شامل ۶۰ کرت آزمایشی) اجرا گردید. ارقام کنجد با تراکم ثابت (۱۶۶۰۰۰ بوته در هکتار) کشت گردیدند. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح قبل از کشت انجام گردید. کنجد با فاصله بین ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر کشت گردید و در دو طرف هر ردیف کنجد به فاصله ۱۵ سانتی‌متر از ردیف کنجد، بذر علف هرز تاج‌خروس به صورت زیگزراگ همزمان با کنجد کشت گردید. عملیات کاشت در سال ۱۳۸۷ در تاریخ ۱۴ خردادماه انجام گردید. اندازه کرت‌های آزمایشی ۶ متر در ۳ متر (شامل ۵ ردیف کنجد) بود. کنجد و تاج‌خروس با تراکم بیشتر کاشته شدند و در ۳ مرحله جهت ایجاد تراکم‌های مورد نظر تنک گردیدند. آبیاری به فاصله ۷ روز به صورت نشتی انجام شد. در مرحله داشت، با کلیه علف‌های هرز به غیر از تاج‌خروس از طریق وجین دستی مبارزه گردید. به منظور بررسی روند رشد و تعیین شاخص‌های رشدی کنجد نمونه‌برداری تخریبی، در طی فصل رشد از یکی از ردیف‌های میانی هر کرت (بعد از حذف نیم متر از ۲ طرف به عنوان حاشیه) در مراحل ۴۵، ۶۰، ۷۵، ۹۰ و ۱۰۰ روز پس از کاشت انجام گردید. به این منظور، در هر کرت، به صورت تصادفی ۰/۵ متر طول یک ردیف انتخاب و بوته‌های موجود در آن برداشت شدند. در چهارمین مرحله نمونه‌برداری، الگوی توزیع عمودی سطح‌برگ در پروفیل تاج‌پوشه کنجد و تاج‌خروس با اندازه‌گیری شاخص سطح‌برگ هر لایه از تاج‌پوشه مورد بررسی

قرار گرفت. به این منظور، بوته‌های کنجد و تاج‌خروس موجود در ۰/۵ متر طول به ۵ لایه تقسیم و سطح‌برگ هر لایه به‌طور جداگانه اندازه‌گیری گردید. لایه‌های مورد بررسی شامل لایه ۰-۳۰ (L<sub>1</sub>)، ۳۰-۶۰ (L<sub>2</sub>)، ۶۰-۹۰ (L<sub>3</sub>)، ۹۰-۱۲۰ (L<sub>4</sub>) و ۱۲۰-۱۵۰ (L<sub>5</sub>) سانتی‌متر این گیاهان از سطح خاک بود. میزان نور رسیده به بالا و پایین تاج پوشه در نمونه‌برداری چهارم و ۹۰ روز پس از سبز شدن هم‌زمان با بسته شدن تاج‌پوشه اندازه‌گیری شد. نور در تاج‌پوشه گیاهان کنجد و تاج‌خروس به وسیله دستگاه نورسنج (LICOR 191 SB LICOR INC. LINCOLN NE 685041) انجام شد. عملیات نورسنجی PAR توسط دستگاه تشعشع سنج مجهز به حس‌گر یک متری و بین ساعات ۱۰ تا ۱۴ در آسمان صاف و بدون ابر انجام شد. اندازه‌گیری‌ها در همه کرت‌ها و حالات مختلف به تعداد ۳ بار تکرار گردید. بنابراین، در هر کرت حس‌گر دستگاه تشعشع سنج به‌طور کاملاً افقی بر بالای بوته‌های کنجد و به صورت عمود بر خطوط کاشت نگه داشته شد و میزان نور ورودی به تاج‌پوشه اندازه‌گیری شد.

جهت مطالعه رقابت برای تشعشع و تعیین مقدار نور جذب‌شده توسط هر گونه در تاج‌پوشه مخلوط در مرحله بسته شدن تاج‌پوشه کنجد، از قسمتی از مدل INTERCOM (Kropff et al., 1993) استفاده شد. مبنای کار به شرح زیر بود: درون یک تاج‌پوشه با LAI فشرده، تشعشع از بالا به سمت پایین به صورت نمایی بر اساس معادله زیر کاهش می‌یابد

$$I_h = (1-p) I_0 \exp(-KL) \quad (۱) \text{ معادله}$$

$I_h$  میزان تشعشع (PAR خالص) در ارتفاع  $h$  تاج‌پوشه (از سطح گیاه) بر حسب ژول بر مترمربع زمین در ثانیه،  $I_0$  میزان تشعشع در بالای تاج‌پوشه (ژول بر مترمربع زمین در ثانیه)،  $L$  شاخص سطح برگ تجمعی از بالا به پایین تاج‌پوشه (مترمربع برگ بر مترمربع زمین)،  $p$  ضریب انعکاس نور در تاج‌پوشه،  $K$  (ضریب استهلاك نور) کارایی شاخ و برگ را در جذب نور نشان می‌دهد و تابع انحراف برگ‌هاست. ضریب استهلاك نور در تاج‌پوشه بر اساس ضریب انتشار تک‌برگ‌ها محاسبه می‌شود.

Ld,m را می توان از معادله ۴ بدست آورد

$$L_{d,m} = \frac{2LAI}{H} \quad \text{معادله ۴}$$

همچنین شاخص سطح برگ تجمعی هر گونه با استفاده از معادله های زیر محاسبه می شود  
معادله ۵ (الف)

$$LAI_{mi} = \left[ 1 - \frac{h_i^2}{(H_i h_{mi})} \right] LAI_i : \quad 0 \leq h_i \leq h_{mi}$$

معادله ۵ (ب)

$$LAI_{mi} = \left[ \frac{1 - (h_i/H_i)^2}{1 - (h_{mi}/H_i)} \right] LAI_i : \quad h_{mi} \leq h_i \leq H_i$$

که در آن  $Lh, i$  شاخص سطح برگ تجمعی گونه  $i$  در ارتفاع  $h$   
 $Li$  شاخص سطح برگ کل گونه  $i$   
 $h_i$  ارتفاع مورد نظر در تاج پوشه  
 $H$  ارتفاع کل گونه  $i$

$h_m$  ارتفاعی که در آن حداکثر LAD دیده شده است

ظرفیت گونه های در حال رقابت برای استفاده مطلوب تر از نور، به دو عامل میزان جذب تشعشع توسط اجزای مخلوط و کارایی مصرف نور جذب شده توسط هر گونه بستگی دارد (Nassirri Mahallati, 1998; Rao, 2000). برای اولین بار موتیت (Monnteith, 1977) با ارائه مدل ساده خطی بین میزان ماده خشک تولیدی (بصورت تجمعی) و میزان نور جذب شده (به صورت تجمعی) در طول دوره رشد، کارایی مصرف نور را از طریق شیب این خط بدست آورد.

به منظور بررسی کارایی مدل های مختلف تجربی در شبیه سازی کاهش کارایی مصرف نور در اثر رقابت تک گونه ای با هر یک از علف های هرز، داده های مربوط به تشعشع دریافتی توسط مدل های رگرسیون غیرخطی زیر مورد تجزیه قرار گرفت. برای تعیین رابطه بین تراکم تاج خروس و RUE کنجد از مدل هذلولی سه پارامتره استفاده شد (Cousense, 1985).

$$Y = ywf[1 - (Iw/(100(1+Iw/A)))] \quad \text{معادله ۶}$$

در این رابطه  $ywf$  مقدار RUE در شرایط عاری از علف هرز،  $w$  تراکم علف هرز (بوته در مترمربع)،  $A$  و  $I$  پارامترهای مدل هستند. که  $I$  عبارت از شیب منحنی (درصد کاهش مقدار RUE به ازای هر واحد تراکم علف هرز هنگامی که تراکم به

معادله (۱) برای کشت خالص مناسب است اما در کشت مخلوط که بیش از یک گونه در حال رقابت است و گونه ها دارای ارتفاع های مختلف هستند باید سطح برگ تجمعی هر گونه در بالای یک ارتفاع مشخص به طور جداگانه محاسبه گردد. در این حالت معادله (۱) به صورت زیر خواهد بود:

$$I_i = (1-\rho)I_0 \exp(-\sum K_i L_{n,i}) \quad \text{معادله (۲)}$$

$I_i$  شاخص سطح برگ تجمعی (به سمت پایین) گونه  $i$  در هر ارتفاع از تاج پوشه

$K_i$  ضریب خاموشی گونه  $i$  (مترمربع زمین بر مترمربع برگ)

تراکم سطح برگ یا LAD (Leaf Area Density) نشان دهنده سطح برگ پیرامون یک نقطه خاص از ارتفاع تاج پوشه است (متر-مربع برگ بر مترمربع زمین بر ارتفاع) (Hassan et al., 2003) Zadeh Dellouei توزیع عمودی سطح برگ و تراکم سطح برگ (LAD) (میزان تغییرات سطح برگ به ازاء تغییرات ارتفاع)، اهمیت اساسی در بررسی ساختار تاج پوشه و میزان جذب نور دارد. اسپیترز و آرتس (Spitters & Aerts, 1983) و کراف (Kropff, 1988) با پیشنهاد تراکم سطح برگ به عنوان شاخصی برای تعیین میزان نور توسط لایه های مختلف تاج پوشه، مدل هایی را ارائه دادند که توزیع یکنواختی از سطح برگ را در تمام عمق تاج پوشه در نظر گرفته بود. تراکم سطح برگ، که چگالی برگ ها را در اعماق مختلف تاج پوشه نشان می دهد، در محاسبه دقیق جذب نور و فتوسنتز نقش کلیدی دارد. در کشت مخلوط توزیع سطح برگ به صورت سهمی نمی باشد و در این آزمایش از تابع مثلثی استفاده شد (Nassiri & Elgersma, 1998).

$$hm \leq h \leq H \quad \text{معادله ۳ (الف)}$$

$$LAD, h = Ld, m \frac{(H-h)}{(H-h_m)}$$

$$0 \leq h \leq hm \quad \text{معادله ۳ (ب)}$$

$$LD, h = Ld, m \frac{h}{h_{m^2}}$$

$LAD, h$  تراکم سطح برگ در ارتفاع  $h$  ( $m^2/m^3$ )

$L_{d,m}$  حداکثر تراکم سطح برگ ( $LAD_{max}$ )

$h_m$  ارتفاعی که در آن حداکثر LAD دیده شده است (سانتی -

متر)

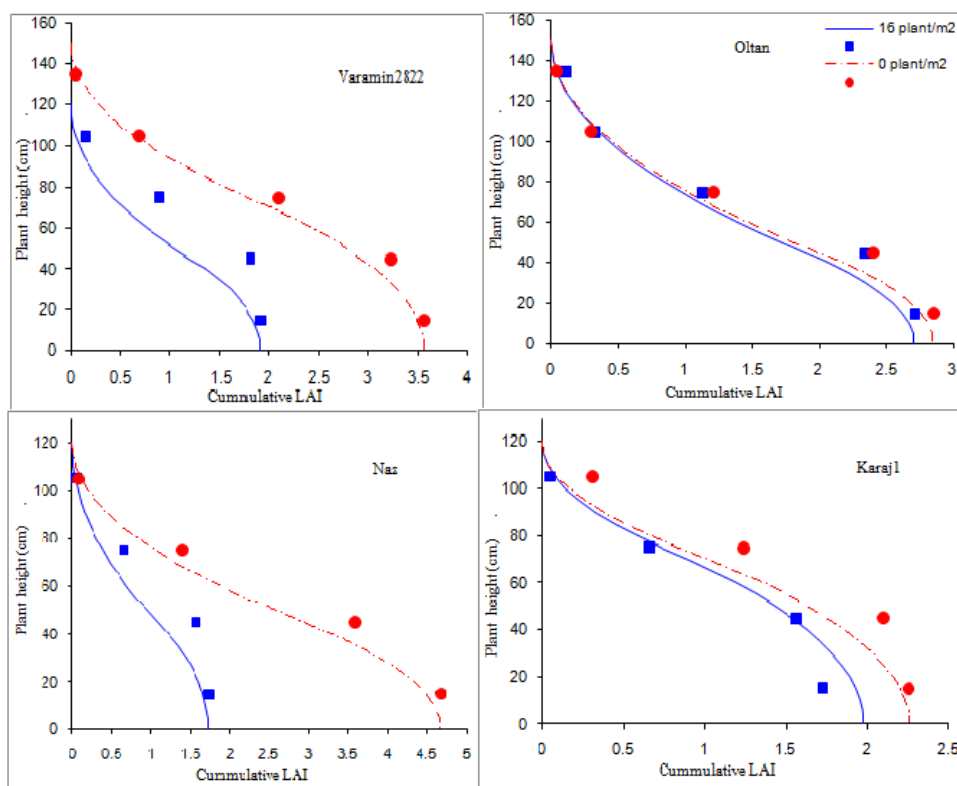
$h$  ارتفاع کل تاج پوشه

۲۸۲۲ شاخص سطح برگ تجمعی ۳/۴ و در تداخل ۱۶ بوته تاج خروس این مقدار به ۱/۵ کاهش یافت. همچنین شاخص سطح برگ تجمعی در رقم ناز تک شاخه از ۳/۵ در عدم حضور تاج خروس به ۱/۷ در شرایط تداخل کاهش یافت. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط رقابت با علف‌هرز، احتمالاً تاج خروس برگ‌های خود را در لایه‌های تاج پوشه متراکم کرده و قسمتی از نور وارد شده به تاج پوشه را جذب می‌کند و آن را از دسترس کنگد دور می‌سازد. در ارقام کرج ۱ و اولتان، سطح برگ تجمعی در تداخل با ۱۶ بوته تاج خروس کمتر از دو رقم قبلی تحت تاثیر قرار گرفت و مقاومت رقم اولتان در تراکم مورد نظر تاج خروس بالاترین مقدار بود، که احتمالاً به خاطر چند شاخه بودن این ارقام و توانایی این ارقام در تولید برگ بیشتر و دریافت نور بیشتر می‌باشد.

سمت صفر میل می‌کند) و A مجانب منحنی ( حداکثر کاهش در مقدار RUE ناشی از تداخل علف هرز) می‌باشد.

## نتایج و بحث

سطح برگ تجمعی هر گونه بر اساس رابطه بین تراکم سطح برگ و ارتفاع گیاه محاسبه شد. شکل مربوط به سطح برگ تجمعی ارقام کنگد نشان می‌دهد (شکل ۱) که این شاخص در تداخل ۱۶ بوته تاج خروس در هر چهار رقم کنگد کاهش می‌یابد و شدت این کاهش در ارقام ناز تک شاخه و اولتان به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار بود. بالاترین مقدار شاخص سطح برگ تجمعی در حالت عاری از تاج خروس مربوط به ارقام ناز تک شاخه و ورامین ۲۸۲۲ بودند ولی شاخص فوق در این ارقام و در حضور تاج خروس به طور قابل توجهی کاهش یافت ، مثلاً در ارتفاع ۴۰ سانتی متری بوته در رقم ورامین-

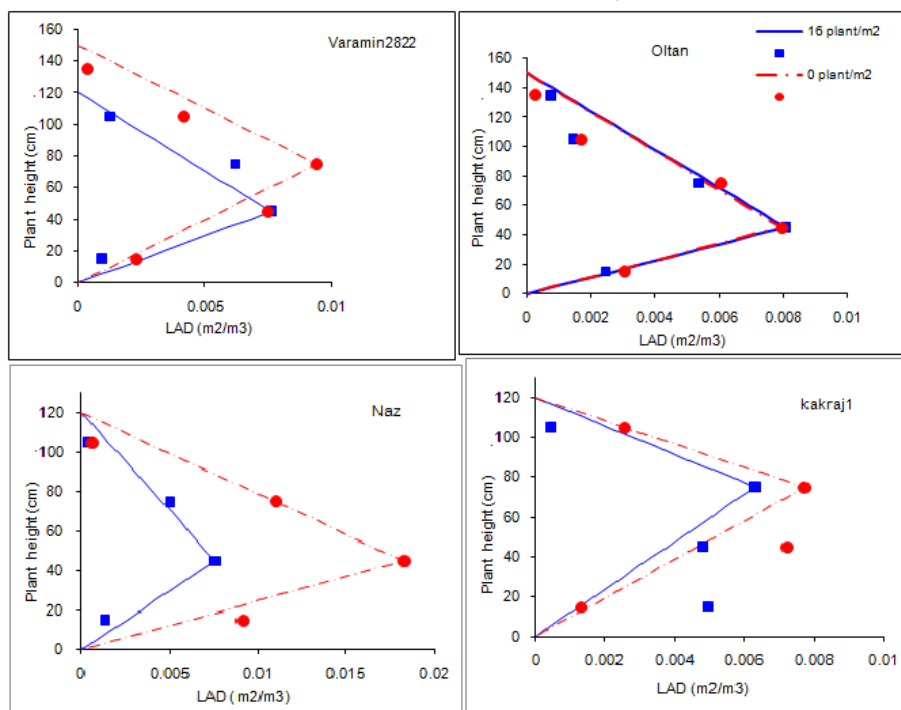


شکل ۱- تغییرات سطح برگ تجمعی نسبت به ارتفاع گیاه در ارقام مختلف کنگد برای تراکم های صفر و ۱۶ بوته در متر مربع تاج خروس، خطوط مقادیر به دست آمده از مدل (معادله ۵) و نقاط مقادیر مشاهده شده می باشند.

Fig. 1. Cumulative LAI variations in relation to plant height in different sesame varieties for densities of 0 and 16 /m<sup>2</sup> of pigweed, the lines are calculated from model amounts (equation 5) and the dots observed amounts.

متری قرار گرفت و در تداخل با تاجخروس مقدار LAD کاهش یافته و چگالی برگ‌ها در ارتفاع پایین‌تری (۴۵ سانتی-متری) تشکیل شد. LAD بالاتر چپم در مخلوط با شبدر در لایه‌های پایین‌تر تاج‌پوشه گزارش شد (Nassiri *et al.*, 1996). در رقم کرج ۱ بالاترین تراکم سطح‌برگ در تیمار شاهد در ارتفاع ۷۶ سانتی‌متری بدست آمد و تداخل تاجخروس با اینکه منجر به کاهش محسوس LAD شد، ولی ارتفاعی که بالاترین تراکم سطح‌برگ را داشت تفاوتی در مقایسه با شاهد نداشت. در رقم ناز تک‌شاخه که در شرایط مناسب از لحاظ کود، آبیاری و... حالت خوابیده پیدا می‌کند، تفاوت چشم-گیری در LAD در شرایط با علف‌هرز و بدون علف‌هرز دیده شد، ولی ارتفاعی که حداکثر LAD را داشت در دو حالت تغییری نداشت (شکل ۲). حسن‌زاده‌دلویی و همکاران (Hassan Zadeh Delloei *et al.*, 2003) گزارش کردند که حداکثر LAD گندم در رقابت با یولاف در ارتفاع ۳۶ سانتی متری و در رقابت با شلمی در ارتفاع ۴۵ سانتی متری مشاهده شد.

توزیع عمودی سطح‌برگ و چگالی سطح‌برگ (LAD) (میزان تغییرات سطح‌برگ به ازاء تغییرات ارتفاع)، اهمیت اساسی در بررسی ساختار تاج‌پوشه و میزان جذب نور دارد (Spitters, 1983). چگالی سطح‌برگ، که تراکم برگ‌ها را در اعماق مختلف تاج‌پوشه نشان می‌دهد، در محاسبه دقیق جذب نور و فنوسنتز نقش کلیدی دارد (Amini, 2008). روند توزیع سطح-برگ و چگالی سطح‌برگ نشان می‌دهد (شکل ۲) که حداکثر LAD ارقام مختلف کنگد در حالت خالص بیشتر از حالتی است که در رقابت با تاج خروس قرار گرفت، هر چند که در رقم اولتان این اختلاف چشم‌گیر نبود. حداکثر LAD رقم اولتان در رقابت با تراکم ۱۶ بوته تاج‌خروس در ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری مشاهده گردید که در مقایسه با تیمار بدون تاج-خروس تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۲). مقایسه مقادیر LAD در ارقام مختلف نشان داد که ارتفاعی که در آن حداکثر LAD مشاهده می‌شود ( $h_m$ ) تحت تأثیر تراکم تاج-خروس قرار گرفت، البته این روند در ارقام مختلف یکسان نبود. در رقم ورامین ۲۸۲۲ چگالی برگ‌ها در ارتفاع ۷۸ سانتی-

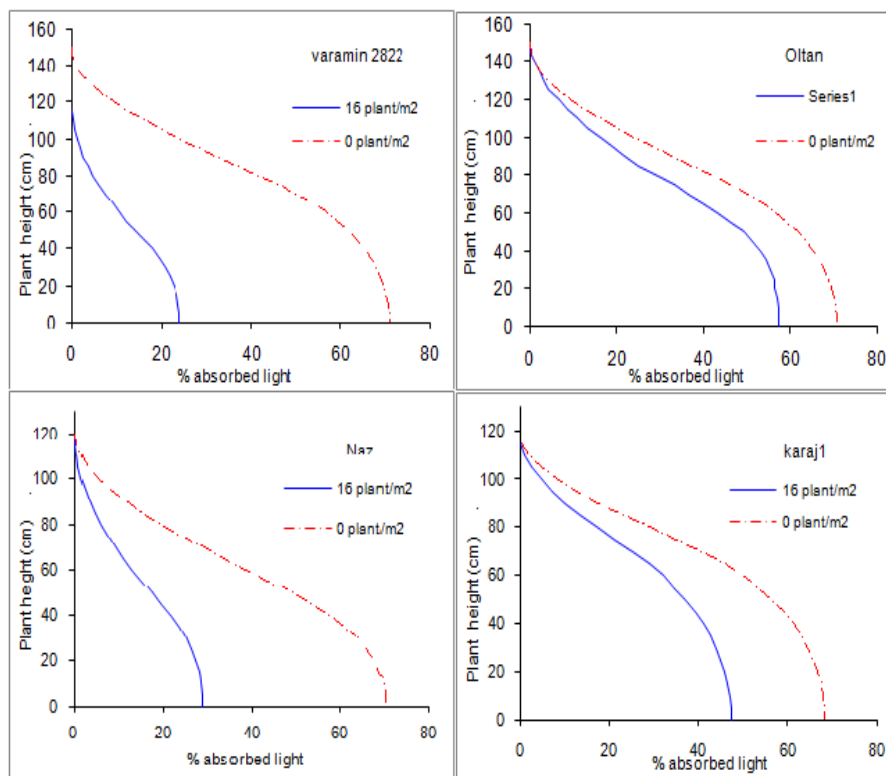


شکل ۲- تغییرات چگالی سطح برگ نسبت به ارتفاع برای مدل مثلثی (معادله ۳) گیاه برای ارقام مختلف کنگد برای تراکم‌های صفر و ۱۶ بوته در متر مربع تاج خروس.

Fig. 2. The variation of LAD in relation to height for the triangular model (equation 3) for different sesame varieties in 0 and 16 densities of pigweed plants.

بیشتر، سطح‌برگ بیشتری را به لایه‌های بالایی تاج‌پوشه خود اختصاص داد و بنابراین، جذب نور توسط این برگ‌ها در ارتفاع بالاتری انجام گرفت. در رقم ورامین ۲۸۲۲ از کل تشعشع وارد شده به داخل تاج‌پوشه کنجد در حالت خالص ۷۲ درصد جذب کنجد شد که در ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری رخ داد، در حالی که در شرایط رقابت کل تشعشع جذب شده توسط کنجد، ۲۵ درصد بود و این مقدار در ارتفاع ۵۰ سانتی-متری تجمع یافت. تراکم ۱۶ بوته *Sesbania*، PAR جذب شده توسط سویا با به میزان ۴۹ تا ۷۱ درصد کاهش داد (Norsworthy *et al.*, 2002). در ارقام کرج ۱ و ناز تک‌شاخه از نظر میزان نور جذب‌شده با رقم ورامین ۲۸۲۲ تفاوت معنی-داری دیده نشد (۷۰ درصد) ولی در شرایط رقابت ارقام کرج-۱ و ناز تک‌شاخه به ترتیب ۴۸ درصد و ۲۸ درصد مقدار نور وارد شده به داخل تاج‌پوشه دریافت نمودند. بنابراین، با توجه به نتایج بدست آمده در رقابت بین کنجد و تاج‌خروس، رقم ورامین ۲۸۲۲ کمترین میزان نور را جذب کرده است (شکل ۳).

همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، در همه ارقام کنجد درصد جذب نور در شرایط عاری از علف هرز بیشتر از حالت رقابت با تاج‌خروس بود. مقایسه درصد جذب نور در ارتفاع‌های مختلف در ارقام مختلف کنجد نشان داد (شکل ۳) که رقم اولتان در شرایط عاری از علف‌هرز، ۷۲ درصد از کل نور وارد شده به تاج‌پوشه را جذب کرده و این مقدار نور در ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری تاج‌پوشه کنجد بدست آمد. در رقابت با تراکم ۱۶ بوته در مترمربع تاج‌خروس این مقدار به ۵۷ درصد کاهش یافت. ابراهیم پور و همکاران (Abrahimpour *et al.*, 2006) گزارش کردند که میزان تشعشع ورودی تاج‌پوشه گندم با افزایش تراکم یولاف کاهش یافت. بنابراین، مقدار نور جذب شده در رقم اولتان که یک رقم چندشاخه می‌باشد در حضور تاج‌خروس به میزان ۱۳ درصد کاهش پیدا کرد. عمده نور جذب‌شده در شرایط رقابت با تاج‌خروس در ارتفاع بالاتری نسبت به تیمار شاهد بدون تاج‌خروس بدست آمد. در شرایطی که تراکم تاج‌خروس بالاتر بود و رقابت بین کنجد و تاج‌خروس وجود داشت، کنجد به منظور دریافت PPFD



شکل ۳- مقایسه درصد جذب نور در ارتفاع‌های مختلف تاج‌پوشه در ارقام مختلف کنجد.

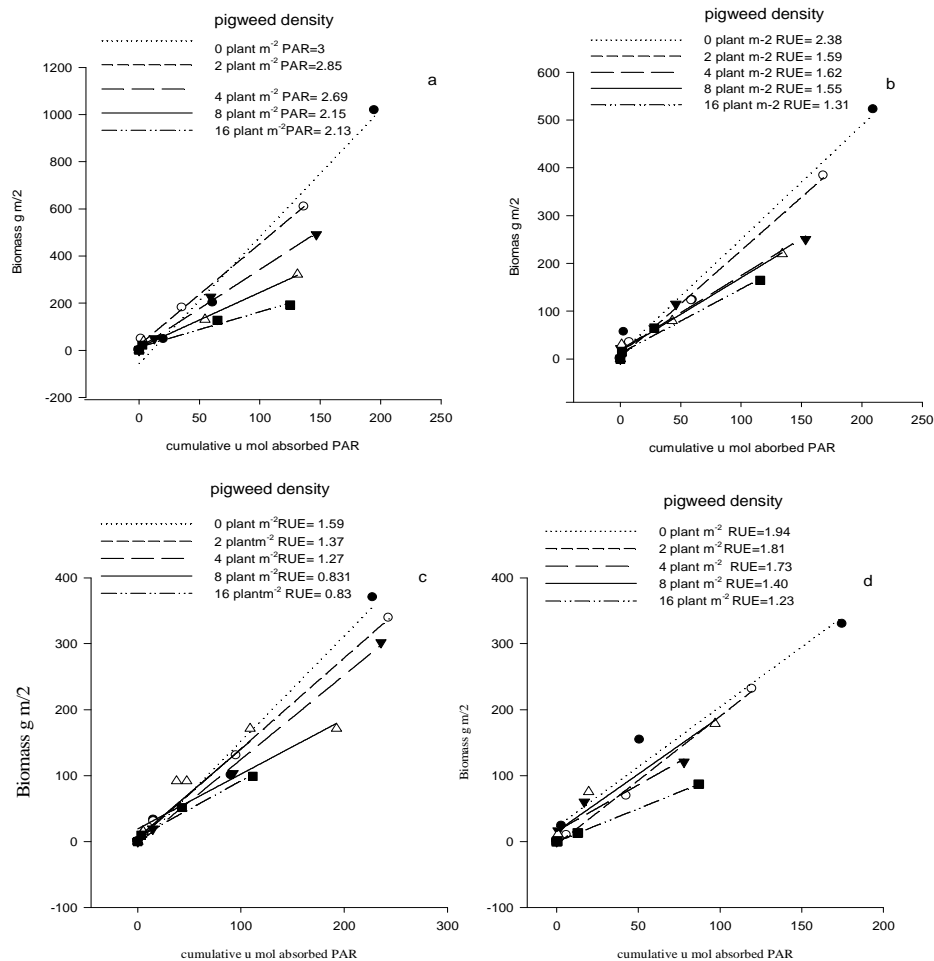
Fig. 3. comparison of light interception percent in different heights in the canopy of sesame varieties.

### کارایی مصرف نور

نتایج نشان داد که RUE تحت تاثیر تراکم‌های مختلف تاج-خروس قرار گرفت (شکل ۴) و در ارقام مختلف شدت این تاثیر متفاوت بود. در تراکم صفر تاج-خروس، بیشترین مقدار زیست‌توده تولیدی به ازاء تشعشع دریافت شده مربوط به رقم اولتان بود و در واقع بالاترین کارایی مصرف نور را داشت. در تداخل با تاج-خروس این مقدار کاهش یافت و در حضور اولین تراکم تاج-خروس (۲ بوته در مترمربع) مقدار کاهش در RUE ۵ درصد بود و با افزایش تراکم تاج-خروس این مقدار کاهش یافت و در بالاترین تراکم تاج-خروس (۱۶ بوته در مترمربع)، به ۲۹ درصد رسید. موناکاموی (Munakamwe, 2008) در بررسی رقابت علف‌هرز در نخود گزارش کرد که کرت‌های بدون علف‌هرز ۱۲ درصد RUE بالاتر نسبت به کرت‌های آلوده داشتند. از کل نوری که کنجد در این تراکم دریافت کرد، مقدار ۱۵۰ گرم در مترمربع زیست‌توده تولید می‌کند در حالی که در شرایط عاری از تاج-خروس زیست‌توده

تولید شده توسط رقم اولتان ۱۰۰۰ گرم در مترمربع بود. در رقم ورامین ۲۸۲۲، از کل تشعشع دریافت شده توسط تاج‌پوشه در شرایط عدم تداخل تاج-خروس زیست‌توده‌ای در حدود ۵۵۰ گرم در مترمربع تولید شده و در حداکثر تراکم تاج-خروس این مقدار به ۱۵۰ گرم در مترمربع تقلیل یافت و کارایی مصرف نور در این رقم به مقدار ۴۴ درصد در مقایسه با شرایط عاری از تاج-خروس کاهش یافت (شکل ۴). همچنین جیمز (James, 1994) گزارش کرد RUE ذرت در کشت خالص ۵۱ درصد بیش از آن در رقابت با قیاق بود. در رقم کرج ۱ نیز کاهش در مقدار RUE مشاهده شد که البته در تراکم ۸ و ۱۶- بوته تفاوتی از نظر کارایی مصرف نور مشاهده نشد و این رقم در شرایط عدم تداخل و تداخل (حداکثر تراکم تاج-خروس) کمترین مقدار RUE در بین ارقام را به خود اختصاص داد. در رقم ناز تک‌شاخه، زیست‌توده تولید شده در شرایط عدم تداخل و حداکثر تراکم تاج-خروس کمترین مقدار را داشت.



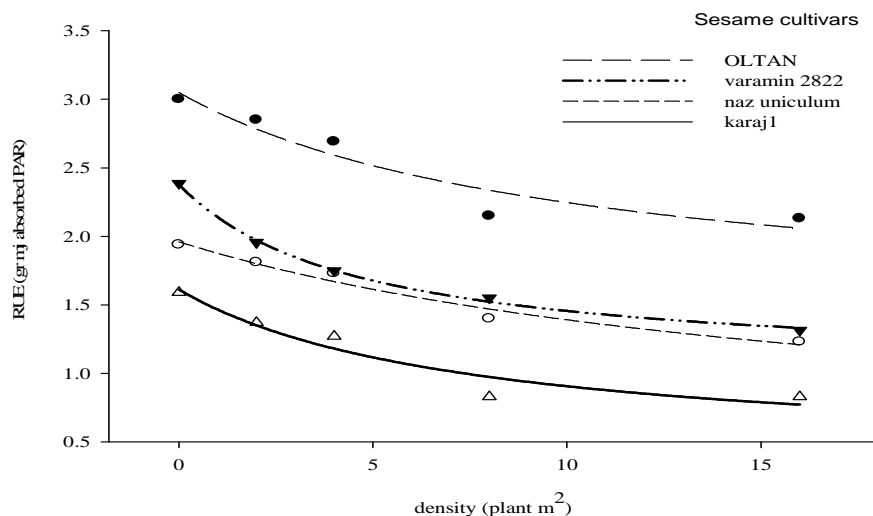


شکل ۴- مقایسه RUE در ارقام کنجد a (Oltan)، b (Varamin2822)، c (Karaj1)، d (Naz unicum).

Fig. 4. RUE comparison among different sesame varieties Oltan (a), Varamin 2822 (b), Karaj 1 (c), Naz unicum (d).

تشنوع نور را به دنبال داشت. در بین ارقام مورد مطالعه به نسبت تشنوع وارد شده به درون تاج پوشه کنجد، کارایی مصرف نور در رقم اولتان بالاترین بوده و ارقام ورامین ۲۸۲۲، ناز تک‌شاخه، و کرج ۱ در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (شکل ۵).

همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، با افزایش تراکم تاج‌خروس کارایی مصرف نور کاهش یافت و شدت این کاهش در رقم اولتان بیشتر بود. دلیل آن احتمالاً مربوط به کاهش تعداد شاخه‌های جانبی در این رقم چند شاخه بوده، که در کاهش در شاخص سطح‌برگ و در نتیجه جذب کمتر



شکل ۵- RUE ارقام کنجد تحت تاثیر تراکم‌های مختلف تاج خروس.

Fig. 5. RUE in sesame varieties affected by the interference of various pigweed densities.

رقابتی این رقم در جذب نور در تراکم‌های بالاتر تاج خروس می باشد. رقم اولتان هم در شرایط عاری از تاج خروس بالاترین مقدار کارایی مصرف نور را داشته (۳/۰۴) و هم در بالاترین تداخل تاج خروس توانسته است با حفظ و توسعه تاج پوشه خود درصد تشعشع بیشتری را جذب کرده و رقیب بهتری باشد (جدول ۱).

مطالعه پارامترهای برآورد شده توسط مدل سه پارامتری کازنس نشان داد (جدول ۱) که مقدار پارامتر I در رقم ورامین ۲۸۲۲ (۱۲/۴) بالاتر از ارقام دیگر می باشد. بالاتر بودن این پارامتر بدان معنی است که رقم ورامین ۲۸۲۲ به حضور تاج خروس حساس می باشد. از طرفی پارامتر A در رقم ناز تک شاخه از دیگر ارقام مورد مطالعه بالاتر می باشد که نشان دهنده توان

جدول ۱- پارامترهای برآورد شده توسط مدل هایپربولیک سه پارامتره کازنس برای تغییرات RUE ارقام کنجد نسبت به تراکم‌های مختلف تاج-خروس.

Table 1. The parameter estimates for 3 parametric hyperbolic model (Cousens, 1985) relating sesame RUE variation to red root pigweed density.

Model parameters	Sesame cultivars			
	Oltan	Naz	Varamin2822	Karaj1
Ywf	3.04(0.159)**	1.96(0.0629)	2.38(0.024)	1.61(0.123)
I	5.22(3.689)	4.5(1.733)	12.45(1.18)	10.27(6.236)
A	53.08(27.008)	81.42(37.322)	56.71(2.38)	76.23(27.87)
R2	0.95	0.98	0.99	0.96

\*خطای استاندارد (SE)

YF = مقدار RUE (gmj<sup>-1</sup>)m<sup>-2</sup> در شرایط عاری از علف هرز

I = درصد کاهش مقدار RUE به ازای هر واحد تراکم علف هرز

A = حداکثر درصد کاهش در مقدار RUE ناشی از تداخل علف هرز

\*\*Values in parentheses indicate ±SE.

YF= RUE amount (g/mj)m<sup>-2</sup> in weed-free conditions

I= the percentage of RUE reduction per each unit of weed density

A= the maximum reduction in RUE caused by weed interference

بودن توان رقابتی گیاهان زراعی، می‌توان در شرایط مزرعه که علف‌های هرز جزء این بوم نظام می‌باشند و محدودیت‌هایی که برای گیاه زراعی در جذب منابع مختلف مخصوصاً نور بوجود می‌آورند، با استفاده از روش زراعی ارقام رقیب می‌توان تا حدودی فشار ناشی از علف‌هرز را کاست. در این تحقیق رقم کنجد اولتان قابلیت رقابتی بالاتری در جذب نور و استفاده موثرتر از آن از خود نشان داد.

بررسی عملکرد ارقام کنجد و مقایسه آن با میزان کارایی مصرف نور نشان داد که تیمارهایی که تراکم تاج‌خروس کمتر و RUE بالاتری داشتند، عملکرد بالاتری نیز داشتند و با افزایش تراکم تاج‌خروس RUE کاهش و عملکرد نیز کاهش یافت. سورگوم به میزان ۳۳ تا ۴۹ درصد عملکرد ذرت را در اثر کاهش نور کاهش داد (James, 1994).

نتایج این تحقیق حاکی از اهمیت اثرات رقابت علف‌هرز تاج-خروس با کنجد در جذب نور می‌باشد. با توجه به متفاوت

## منابع

- Abrahimpour Noorabadi, F., Ayeneband, A., Nourmohamadi, G., Mossavinia, H. and Mesgarbashi, M. 2003. Study of some wheat ecophysiological indices as influenced by wild oat interaction. *Pajouhesh & Sazandegi* 73: 117-125. (In persian)
- Aldrich, R. J. Predicting Crop yield reduction from weeds. *Weed Technol.* 1: 199-206.
- Amini, R. 2008. Investigation of competitive ability of red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars in different densities of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). PhD thesis (in Persian), University of Tehran, Iran. 205 p. (In persian)
- Araia, V. 2001. Mixed cropping of barley (*Hordeum vulgare* L.) and Wheat (*Triticum estivum* L.). Landraces in the central highland of Eritrea. Ph.D. Thesis. Agricultural University of Wageningen, The Netherlands.
- Caldwell, M. M. 1987. Plant architecture and resource competition. *Ecol. Stud.* 61: 164-179.
- Cousens, R. 1985. A simple model relating yield loss to weed density. *Ann. Appl. Biol.* 107: 239-252.
- Graham, P. L., Steiner, J. L. and Wiese, A. F. 1989. Light absorption and competition in mixed sorghum-pigweed communities. *Agron J.* 80: 415-418.
- Hassan-Zadeh Delouie, M., Nassiri-Mahallati, M., Nour-Mohamadi, G. and Rahimian-Mashhadi, H. 2003. Modelling light interception and distribution in mixed canopies of wild oat (*Avena ludoviciana* L.) and turnip weed (*Rapistrum rugosum* L.) in competition with wheat. *Iranian Society of Agronomy.* 2: 134-145. (In Persian)
- James, R. K. 1994. Radiation-Use Efficiency and Grain Yield of Maize Competing with Johnsongrass. *Agron. J.* 86: 554-557.
- Kropff, M.J. 1988. Modelling the effect of weeds on crop production. *Weed Res.* 28: 465-471.
- Kropff, M. and Van laar, H. H. 1993. Modeling crop-weed interactions. CAB international. Wallingford. UK.
- Kropff, M.J., Van laar, H. H. and Berge (eds), H. F. M. 1993. ORYZAI: A basic model for irrigated lowland rice production. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. 89 p.
- McLachlan, S. M., Tollenaar, M., Swanton, C. J. and Weise, S. F. 1993. Effect of induced shading on dry matter accumulation, distribution, and architecture of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). *Weed Sci.* 41: 568-573.
- Monnteith, J.L. 1977. Climate and the efficiency of crop production in The Britain. *Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. B.* 281: 227-294.
- Munakamwe, Z. 2008. A physiological study of weed competition in peas (*Pisum sativum* L.). Ph.D. Thesis. Lincoln University Canterbury. New Zealand.
- Nassiri, M., Elgersma, A. and Lantinga, E.A. 1996. Vertical distribution of leaf area, dry matter and radiation in grass-clover mixtures. In: Parente, G., Frame, J., Orsi, S. (Eds.), Grassland and land use systems, Proc. 16th meeting of the European Grassland Federation, vol. 1, pp. 269-274.
- Nassiri Mahallati, M. 1998. Modeling Interaction in grass-clover mixture, Ph.D. Thesis. Wageningen Agriculture University. The Netherlands.
- Nassiri Mahallati, M. and Elgersma, A. 1998. Competition in perennial ryegrass-white clover mixtures. II. Leaf characteristics, light interception and dry matter production during regrowth. *Grass. Forage. Sci.* 53: 367-379.
- Norsworthy, J. K. and Oliver, L. R. 2002. Hemp sesbania interference in drill-seeded glyphosate resistant. *Weed Sci.* 50: 34-41.
- Oliver, L. R., Frans, R. E. and Talbert, R. E. 1976. Field competition between tall morningglory and soybean. I. Growth analysis. *Weed Sci.* 24: 482-488.
- Rao, V. S. 2000. Principles of weed science. Second edition. Science Publisher, Inc. NH, USA. 555 p.
- Spitters, C. J. T. 1983. An alternative approach to the analysis of mixed cropping experiments. 1: Estimation of competition effects. *Netherlands J. Agric. Sci.* 31: 1-11.
- Spitters, C.J.T. and Aerts, R. 1983. Simulation of competition for light and water in crop-weed associations. *Asp. App. Biol.* 4: 467-484.

Stoller, E. W., and Woolley, J. T. 1985. Competition for light by broadleaf weeds in soybean (*Glycine max* L.). *Weed Sci.* 33: 199-202.

Stoller, E. W., Harrison, S. K., Wax, L. M., Regnier, E. E. and Nafziger, E. D. 1987. Weed interference

with soybeans (*Glycine max*). *Rev. Weed Sci.* 3: 155-181.

Zimdahl, R. L. 1993. *Fundamental of weed Science.* Academic Press, Inc, USA. pp. 91-133.

## Light Interception and Radiation use Efficiency (RUE) of Sesame Cultivars as Affected by Interference the Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) Different Densities

Saeed Shahbazi, Hamid Rahimain, Hassan Alizadeh

Faculty of Agriculture, University of Tehran

### Abstract

Field experiment was carried out during 2008 growing season at the research farm of University of Tehran, Karaj, Iran, to evaluate the interference effects of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) on light interception and RUE of four Sesame cultivars. Experimental design was a randomized complete block with three replications per treatment. The first factor was the sesame cultivars including, Oltan (Multiculm), Varamin 2822, Naz Uniculm and Karaj 1 (Uniculm cultivars). The second was the redroot pigweed density at five levels: 0, 2, 4, 8, and 16 plant m<sup>2</sup>. The results indicated that leaf area distribution in the canopy has a triangular function and the height, in which maximum leaf area redroot pigweed was observed, was not the same among treatments. Light interception by sesame cultivars under redroot pigweed interference decreased by 12, 47, 32, and 42 percent for Oltan, Varamin 2822, Naz Uniculm and Karaj 1, respectively, compared to control. Redroot pigweed interference reduced RUE by 18.6, 35, 27.7, and 21.7 percent for Oltan, Varamin 2822, Naz Uniculm and Karaj1 respectively, compared to control. The highest RUE was observed in Oltan cultivar.

**Key words:** Interference, density, LAI, Radiation Use Efficiency.