

آفات و بیماری‌های گیاهی

جلد ۷۳، شماره ۱، شهریور ۱۳۸۴



تعیین آستانه خسارت اقتصادی و درصد افت عملکرد اقتصادی ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) در رقابت با علف‌هرز تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.)

Economic threshold and yield losses of grain corn (*Zea mays* L.) in competition
with redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.).

رضا میرزائی^۱، مجید رستمی^۲، مصطفی اویسی^۲، محمد بنایان اول^۲ و
محمدعلی باغستانی^۳

۱- پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی، ۲- دانشگاه فردوسی مشهد

۳- مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، تهران

(تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۸۳، تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۸۳)

چکیده

به منظور تعیین آستانه خسارت اقتصادی و درصد افت عملکرد ذرت در اثر رقابت با تاج‌خروس آزمایشی بر اساس روش سری‌های افزایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. آزمایش دارای دو فاکتور شامل تراکم تاج‌خروس در پنج سطح (۰، ۲، ۴، ۶ و ۱۲ بوته در مترمربع) و تراکم ذرت در سه سطح (۷، ۹ و ۱۱ بوته در مترمربع) بود. برای توصیف کاهش عملکرد ناشی از رقابت تاج‌خروس از معادله دو پارامتری کوزنس استفاده شد. با توجه به پارامترهای بدست آمده از مدل حداقل درصد افت عملکرد دانه ذرت (پارامتر *I*) در تراکم‌های ۷، ۹ و ۱۱ بوته در مترمربع ذرت به ترتیب ۶/۵۴، ۴/۳۵ و ۴/۱ درصد بود. افزایش تراکم ذرت موجب کاهش ۳۷ درصدی در پارامتر *I* گردید. حداکثر افت عملکرد دانه ذرت در واحد سطح در تراکم‌های ۷، ۹ و ۱۱ بوته در

مترمربع ذرت به ترتیب ۵۰/۴۳، ۳۴/۱۶ و ۲۴/۶ درصد بود که با افزایش تراکم ذرت مقدار این پارامتر ۵۱ درصد کاهش یافت. افزایش تراکم ذرت موجب افزایش ۳۵ درصدی تراکم آستانه شد و آن را از ۰/۱۳ به ۰/۲ بوته در مترمربع رسانید. آستانه خسارت اقتصادی تاج خروس نیز با افزایش تراکم ذرت افزایش یافت، بطوریکه با افزایش تراکم ذرت از ۷ به ۱۱ بوته در مترمربع آستانه خسارت اقتصادی تاج خروس از ۱/۵ به ۲/۸ بوته در مترمربع افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: ذرت، تاج خروس، رقابت، آستانه خسارت اقتصادی

مقدمه

کنترل علف‌های هرز به عنوان اقدامی ضروری در همه سیستم‌های تولید محصولات زراعی شناخته شده است زیرا وجود علف‌های هرز علاوه بر کمیت محصول، به میزان قابل توجهی کیفیت آن، هزینه برداشت و تنوع و فراوانی آفات و حشرات مفید را در مزرعه تحت تأثیر قرار می‌دهد (Zimdahl, 1980). به همین منظور کشاورزان سالانه مبالغ زیادی را صرف مبارزه با علف‌های هرز در محصولات زراعی می‌نمایند و خسارت‌هایی که آن‌ها به علت عدم کنترل کافی علف‌های هرز متحمل می‌شوند بیانگر اهمیت این موضوع است (Kropff & Vanlaar, 1993).

مفهوم آستانه اقتصادی برای اولین بار در زمینه حشره‌شناسی و بیماری‌شناسی به کار رفت. بر اساس نگرانی‌های راجع به مقاومت به حشره‌کش‌ها و مشکل باقی ماندن آن‌ها در محیط، آستانه اقتصادی بدین صورت تعریف شد: سطحی از خسارت که بیشتر از آن قابل تحمل نیست و هزینه کنترل کمتر از میزان خسارت می‌باشد. بنابراین در آن سطح و یا قبل از آن منطقی است که اقدام به مبارزه با علف‌های هرز گردد (Peterson & Higley, 2001). تعیین آستانه خسارت علف‌های هرز و پیشگویی اثر تداخل گیاه زراعی - علف هرز از مهم‌ترین اجزای یک سیستم مدیریت تلفیقی می‌باشد. تصمیم‌گیری‌های مدیریتی علف هرز که بر اساس آستانه‌های تراکم علف هرز و دوره بحرانی تداخل عمل می‌نمایند، می‌توانند به کشاورزان بر اساس نیاز به کنترل و زمان کاربرد علف‌کش‌ها و سایر روش‌های کنترل کمک کند. با وجود این مسئله برخی عوامل نظیر وابستگی شدید آستانه‌ها به دقت و صحت مدل در مورد آستانه‌ها و نیز عدم ثبات پارامترهای مدل در موقعیت‌های زمانی و مکانی مختلف سبب محدودیت در استفاده از

آستانه‌های کنترل علف‌های هرز شده است (Swanton *et al.*, 1999; Pester *et al.*, 2000). برای آستانه خسارت علف‌های هرز بصورت آستانه خسارت رقابتی و آستانه خسارت اقتصادی بیان می‌شود (Jensen, 1999). آستانه خسارت رقابتی عبارتست از تراکمی از علف هرز که در آن تراکم، سود ناشی از کاربرد علف‌کش با هزینه‌های کنترل برابر است. آستانه خسارت اقتصادی به تراکمی از آفت اطلاق می‌شود که لازم است با توجه به آن به منظور جلوگیری از افزایش جمعیت آفت و رسیدن آن به سطح زیان اقتصادی برنامه‌های کنترل آغاز شود. سطح خسارت اقتصادی پائین‌ترین جمعیتی است که موجب بروز خسارت اقتصادی می‌شود. آستانه خسارت علف‌های هرز به عوامل مختلفی از جمله قیمت محصول، تراکم و آرایش فضایی محصول، تاریخ کاشت، هزینه‌های کنترل، کارایی کنترل، رقم گیاه زراعی، شرایط رشد، قدرت رقابتی گیاه زراعی، تراکم و ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز بستگی دارد (Jensen, 1999; Robert, 1993). تاکنون مدل‌های تجربی مختلفی برای بیان رابطه بین افت عملکرد محصول در حضور علف‌های هرز پیشنهاد شده است (Yenish *et al.*, 1992; Ngouajio *et al.*, 1999). این مدل‌ها از تراکم علف هرز و محصول زراعی، تراکم علف هرز، تراکم علف هرز و زمان نسبی سبز شدن علف هرز نسبت به گیاه زراعی و سطح برگ نسبی علف‌های هرز به عنوان عامل پیشگویی آن در افت عملکرد محصول بهره می‌گیرند (Ngouajio *et al.*, 1999). Cousens با ارزیابی تعداد زیادی از مدل‌های رایج در ارتباط با پیشگویی کاهش عملکرد محصولات زراعی در رقابت با علف‌های هرز توابع غیر خطی خصوصاً تابع هندلولی را بهترین مدل برای برآورد کاهش عملکرد معرفی کرد که از آن جمله می‌توان به مدل دو پارامتری وی اشاره کرد که برای توصیف کاهش عملکرد گیاه زراعی به عنوان تابعی از تراکم علف هرز ارائه شده است (Cousens *et al.*, 1988) (معادله ۱).

این معادله دارای دو پارامتر I یا شیب منحنی و A به معنی مجانب منحنی بوده که دارای مفاهیم زراعی ساده‌ای است و با هم می‌توانند به عنوان معیاری از قدرت رقابت گیاه زراعی مورد استفاده قرار گیرند. I و A تحت تأثیر متغیرهایی از قبیل تراکم گیاه زراعی، زمان نسبی سبز شدن علف هرز و گیاه زراعی و نوع خاک می‌باشند. این دو پارامتر به عنوان شاخص‌های رقابت در تراکم‌های کم و زیاد علف هرز مطرح هستند (Aldrich & Holt, 1987).

Barentine (1974) در تحقیق خود بر روی آستانه‌ها تراکم ۰/۶۶ بوته در مترمربع از علف هرز توق (*Xanthium strumarium*) را به عنوان آستانه خسارت این علف هرز در سویا گزارش کرد. در دو آزمایش دیگر آستانه خسارت اقتصادی توق در لوبیا ۱ و ۴ بوته در مترمربع گزارش شد (Robert, 1993). Blackshaw (1991) نیز آستانه خسارت تاجریزی در لوبیا را کمتر از یک بوته بدست آورد.

بطور کلی رقابت و عوامل مؤثر بر آن از طریق تأثیر بر پارامترهای مدل مورد استفاده بر آستانه خسارت علف‌های هرز تأثیرگذار هستند. از طرف دیگر نتایج حاصل از این آزمایشات از سالی به سال دیگر و از مکانی به مکان دیگر فرق می‌کنند. در نتیجه به منظور افزایش دقت پیشگویی مدل‌ها می‌بایست از مدل‌هایی استفاده نمود که اکثر عوامل مؤثر در کاهش عملکرد گیاه زراعی را در بر می‌گیرند (Aldrich & Holt, 1987). در بسیاری از گیاهان زراعی ۵ تا ۱۰ درصد افت محصول معادل هزینه‌های کنترل می‌باشد. بر این اساس نیز آستانه خسارت در آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود (Swanton et al., 1999).

تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.) یکی از مهم‌ترین علف‌های هرز شایع در مزارع ذرت می‌باشد و با برخورداری از پتانسیل بالای تولید بذر، حضور و اثرات منفی خود را برای سال‌های متمادی تضمین می‌کند. کاهش عملکرد اقتصادی ذرت در اثر رقابت با سلمه‌تره (*Chenopodium album*) و سوروف (*Echinochloa crus-galli*) به ترتیب ۲۲ و ۳۰ درصد گزارش شده است. در حالیکه افت عملکرد ناشی از رقابت تاج‌خروس با ذرت ۵۰ درصد گزارش شده است (Bosnic & Swanton, 1997).

هدف از انجام این تحقیق برآورد درصد خسارت ناشی از علف هرز تاج‌خروس در سه تراکم ذرت و برازش داده‌های بدست آمده با مدل دو پارامتری کوزنس و همچنین تعیین تراکم آستانه خسارت اقتصادی علف هرز تاج‌خروس در تراکم‌های مختلف ذرت می‌باشد.

روش بررسی

این آزمایش در سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ده کیلومتری جنوب شرقی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا به

اجرا در آمد. میانگین بارندگی سالانه منطقه ۲۸۶ میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه به ترتیب ۴۲ و ۲۷/۸ - درجه سانتی‌گراد تعیین شده است. بافت خاک این مزرعه لوم‌سیلتی و اسیدیته خاک ۷/۵ بود. آزمایش بر اساس طرح سری‌های افزایشی^۱ برای بررسی رقابت و بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. آزمایش دارای دو فاکتور شامل تراکم تاج‌خروس در پنج سطح (۰، ۲، ۴، ۶ و ۱۲ بوته در مترمربع) و تراکم ذرت در سه سطح (۷، ۹ و ۱۱ بوته در مترمربع) بود. چون تراکم مطلوب ذرت در منطقه عموماً بین ۷ تا ۸ بوته در مترمربع می‌باشد، بنابراین تراکم‌های بالاتر از آن اعمال گردید تا تأثیر افزایش تراکم ذرت بر قدرت رقابت این گیاه با علف هرز مطالعه شود. رقم ذرت مورد استفاده جهت کاشت سینگل کراس ۶۰۴ انتخاب شد که رقمی متوسط رس می‌باشد. بذر گواهی شده و ضدعفونی شده با فارچ‌کش سرزان از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه گردید. گونه علف هرز مورد آزمایش *Amaranthus retroflexus* بود که از گونه‌های رایج در مزارع ذرت مشهود می‌باشد. بذره‌های مربوط به آن برای اجرای آزمایش از بخش تحقیقات علف‌های هرز مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی تهران تهیه گردید. پس از آماده‌سازی زمین (شخم، دیسک و تسطیح) عملیات کاشت ذرت و تاج‌خروس در یک نوبت، بصورت خشکه‌کاری و با دست در عمق ۵ سانتی‌متری برای ذرت و عمق ۲ سانتی‌متری برای تاج‌خروس با فاصله‌های بین ردیف ۷۰ سانتی‌متر انجام شد. بر روی هر پشته ابتدا بذره‌های ذرت در یک ردیف کاشته شده و سپس در همان روز بذره‌های تاج‌خروس با فاصله ۱۰ سانتی‌متر از ردیف ذرت کاشته شدند. آبیاری زمین نیز به صورت جوی و پشته انجام گرفت و علف‌های هرز و گیاه زراعی بلافاصله پس از سبز شدن، در دو نوبت تنک شدند تا تراکم مطلوب بدست آید. عملیات داشت شامل وجین تیمارهای شاهد، آبیاری و مبارزه با آفات شایع در مزرعه از قبیل کرم ساقه‌خوار ذرت انجام گرفت. در انتهای فصل رشد، پس از حذف اثرات حاشیه، عملکرد دانه و بیوماس در واحد سطح در تمام تیمارها اندازه‌گیری شد. داده‌های آزمایش در نرم‌افزار Excel ثبت و مرتب شدند و از نرم‌افزار Sigmaplot ver.5 جهت تبیین مدل‌های رگرسیونی و رسم نمودارها استفاده شد.

از معادله دو پارامتری کوزنس (معادله ۱) برای توصیف کاهش عملکرد گیاه زراعی به عنوان تابعی از تراکم علف هرز استفاده شد (Cousense et al., 1985).

$$YL = \frac{Id}{\left(1 + \frac{Id}{A}\right)} \quad \text{معادله (۱)}$$

در این معادله YL درصد کاهش عملکرد ناشی از رقابت با علف هرز، d تراکم علف هرز، I شیب منحنی (حداقل کاهش عملکرد وقتی که تراکم علف هرز به سمت صفر میل می‌کند) و A مجانب منحنی (حداکثر کاهش عملکرد وقتی تراکم علف هرز به سمت بی‌نهایت میل می‌کند) می‌باشد.

برای تعیین درصد افت عملکرد (YL) نیز از معادله زیر استفاده شد.

$$YL = \frac{Ywf - Y}{Ywf} \times 100 \quad \text{معادله (۲)}$$

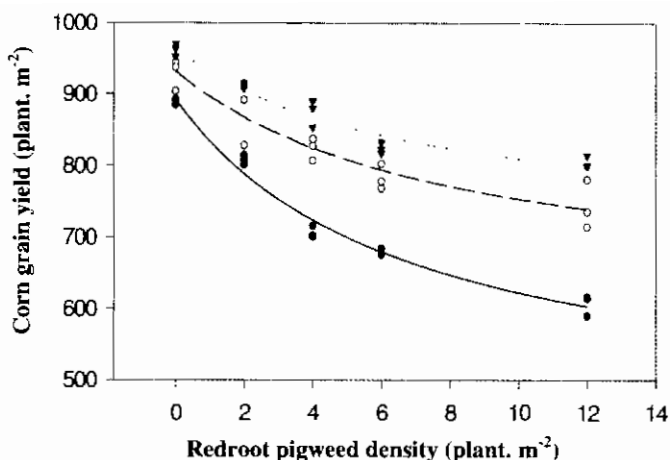
در معادله فوق Ywf عملکرد گیاه زراعی در کرت‌های عاری از علف هرز (شرایط عدم رقابت) و Y عملکرد گیاه زراعی در شرایط رقابت با علف هرز می‌شد. برای تعیین آستانه خسارت اقتصادی از مدل O'Donovan به شرح زیر کمک گرفته شد (O'Donovan, 1991).

$$D = \frac{1 - \left(\frac{CP - H}{CP}\right)}{\frac{I}{100} + \frac{I}{A} \left(\frac{CP - H}{CP} - 1\right)} \quad \text{معادله (۳)}$$

در معادله ۳، D عبارتست از تراکم آستانه خسارت اقتصادی، C عملکرد محصول در شرایط بدون علف هرز (کیلوگرم در هکتار)، H هزینه علف‌کش و کاربرد آن (ریال در هکتار)، P عبارت است از قیمت تجاری محصول (ریال در کیلوگرم)، I افت عملکرد گیاه زراعی هنگامی که تراکم علف هرز به سمت صفر میل می‌کند و A نیز حداکثر افت عملکرد گیاه زراعی هنگامی که تراکم علف هرز به سمت بی‌نهایت میل می‌کند می‌باشد. قیمت تجاری محصول بر اساس قیمت بازار در سال ۱۳۸۱ و قیمت سم بر اساس قیمت اعلام شده از طرف شرکت خدمات حمایتی وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۸۱ محاسبه گردید.

عملکرد دانه ذرت: نتایج این بررسی نشان داد که افزایش تراکم تاج خروس سبب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه ذرت گردید ($p < 0.01$). از سوی دیگر با افزایش تراکم ذرت، عملکرد دانه آن افزایش یافت. با توجه به شکل ۱ حداکثر عملکرد دانه ذرت برآورد شده در شرایط عاری از علف هرز (Ywf) با اضافه شدن تراکم ذرت افزایش یافت، بطوری که افزایش تراکم ذرت از ۷ به ۱۱ بوته در مترمربع سبب افزایش ۷/۲۱ درصدی عملکرد ذرت گردید.

ارتباط بین عملکرد دانه ذرت و تراکم تاج خروس در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که عکس‌العمل عملکرد دانه ذرت به افزایش تراکم در کشت خالص آن در مقایسه با شرایط آلوده به علف هرز کمتر بود. به عبارتی دامنه تغییرات عملکرد دانه در کشت خالص ذرت نسبت به شرایط آلوده به علف هرز کمتر بود. بطوری که اختلاف عملکرد دانه بین تراکم‌های ذرت در کشت خالص ۹۷/۴۵ کیلوگرم در مترمربع بود ولی این میزان اختلاف در شرایط حداکثر آلودگی به علف هرز به ۱۵۱/۶۶ کیلوگرم در مترمربع رسید. نتیجه حاصله از این مطالعه با تحقیق (Morrison et al. 1990) مطابقت دارد. وی نشان داد که اختلاف کمتر در کشت خالص و تراکم‌های پائین تاج خروس نسبت به تراکم بالای علف هرز، بیشتر به خاصیت جبران‌پذیری^۱ عملکردها برمی‌گردد. بطوری که ذرت در کشت خالص و تراکم‌های پائین تاج خروس نسبت به ذرت آلوده به تراکم‌های بالای علف هرز به دلیل دریافت تشعشع بیشتر، تولید بیشتری داشته و عملکرد را در حد قابل قبولی حفظ می‌کرده است. با توجه به این فرضیه که افزایش تراکم گیاهی می‌تواند کاهش چشمگیر تلفات ناشی از رقابت را در پی داشته باشد نتایج این مطالعه نیز دلالت بر توان بالای رقابت تاج خروس در تراکم پائین ذرت و کاهش چشمگیر افت عملکرد ناشی از رقابت در تراکم بالای ذرت را دارد. به نظر می‌رسد که اختلاف در کاهش افت عملکرد در تراکم بالای ذرت به این دلیل بود که تراکم بالای گیاه زراعی، تعادل رقابتی بین علف‌های هرز و گیاه زراعی را تحت تأثیر قرار داده و شرایط محیطی را به نفع گیاه زراعی تغییر داده است بطوریکه بیشتر آشیانه‌های اکولوژیک توسط ذرت اشغال می‌گردد.



شکل ۱- تأثیر تراکم بوته تاج‌خروس روی عملکرد دانه ذرت در تراکم‌های مختلف ذرت خطوط ●، ○ و ▼ به ترتیب نشان دهنده تراکم ۷، ۹ و ۱۱ بوته ذرت در مترمربع می‌باشد.

Fig. 1- Effect of redroot pigweed density on corn grain yield in different density level of corn plant. ●, ○ and ▼, respectively 7, 9 and 11 plant.m.⁻².

درصد افت عملکرد اقتصادی: برای توصیف کاهش عملکرد ذرت ناشی از رقابت با تاج‌خروس از معادله دو پارامتری (1985) Cousens استفاده شد (معادله ۱). درصد کاهش عملکرد دانه ذرت در هر سطح از تراکم ذرت نسبت به عملکرد آن در شرایط عاری از علف هرز سنجیده شد و داده‌های حاصل از آن به معادله مذکور برازش داده شدند. نتایج نشان داد که کاهش عملکرد دانه ذرت با افزایش تراکم تاج‌خروس افزایش یافت و از طرفی افت عملکرد دانه ذرت نسبت به شاهد در کرت‌های آلوده به تاج‌خروس در تراکم‌های ۷ و ۹ و ۱۱ بوته در مترمربع ذرت ۸ تا ۶۳٫۳۲ تا ۲۰ تا ۵۷٫۵ تا ۱۶ درصد بود.

پارامترهای برآورد شده توسط مدل مذکور در جدول ۱ نشان داده شده‌اند. پارامتر *I* بیانگر حداقل درصد افت عملکرد در واحد سطح در تراکم‌های پائین تاج‌خروس می‌باشد. مقدار *I* در سه تراکم ذرت به ترتیب ۱۷۵٪، ۳۵٪ و ۴۱٪ درصد بود، که با افزایش تراکم ذرت از ۷ بوته به ۱۱ بوته موجب کاهش ۲۷ درصدی این پارامتر گردید (جدول ۱).

حداکثر افت عملکرد دانه ذرت در واحد سطح (پارامتر A) نیز تحت تأثیر تراکم ذرت قرار گرفت بطوری که با افزایش تراکم ذرت حداکثر افت عملکرد در واحد سطح نیز کاهش یافت. با افزایش تراکم ذرت از ۷ بوته به ۱۱ بوته در مترمربع، مقدار پارامتر A از ۵۰/۴۳ به ۳۴/۱۶ و سپس به ۲۴/۶ درصد کاهش یافت که با افزایش تراکم ذرت مقدار این پارامتر ۵۱ درصد کاهش نشان داد (جدول ۱). بنابراین افزایش تراکم ذرت می‌تواند نقش مهمی در کاهش خسارت علف‌های هرز، مخصوصاً در شرایطی که کنترل شیمیایی انجام نمی‌شود، داشته باشد. در بررسی مشابه نشان داده شد که حضور علف هرز سلمه‌تره با تراکم‌های صفر، ۲، ۴، ۸ و ۱۶ بوته در ۶ متر ردیف ($0/4 \text{ m}^2$) در مزرعه کاهو به مدت ۱۰ هفته، سبب حداکثر افت عملکرد این محصول به ترتیب به میزان ۳۹، ۵۰، ۵۹ و ۶۵ درصد شده است (Bielinski *et al.*, 2004).

جدول ۱- پارامترهای معادله هذلولی بکار گرفته شده برای تبیین رابطه بین درصد کاهش عملکرد دانه ذرت و تراکم تاج‌خروس در سطوح مختلف تراکم ذرت.

Table 1- The parameters of hyperbolic equation used for explaining relationship between corn yield loss and density of redroot pigweed in different densities of corn plant.

Corn density	I	A	D	S	R^2	P
7	6.54	50.43	1.5	0.13	0.90	< 0.0001
9	4.35	34.16	2.4	0.13	0.97	< 0.0001
11	4.1	24.6	2.8	0.17	0.93	< 0.0001

در جدول فوق R^2 ضریب تبیین، D تراکم آستانه خسارت اقتصادی و $S = I/A$ بیسانگر تداخل درون گونه‌ای علف هرز می‌باشد. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود با افزایش تراکم ذرت از ۷ به ۱۱ مقدار پارامتر S افزایش یافت، بطوریکه مقدار عددی آن از ۰/۱۳ در تراکم پائین ذرت به ۰/۱۷ در تراکم بالای آن رسید. افزایش این پارامتر نشان دهنده افزایش رقابت درون گونه‌ای تاج‌خروس در تراکم‌های بالای ذرت می‌باشد. در این شرایط در اثر تراکم

بالای ذرت بسیاری از آشیانه‌های اکولوژیکی مورد نیاز تاج‌خروس توسط گیاه ذرت اشغال شده و سبب محدود شدن منابع مورد نیاز این علف هرز گردید.

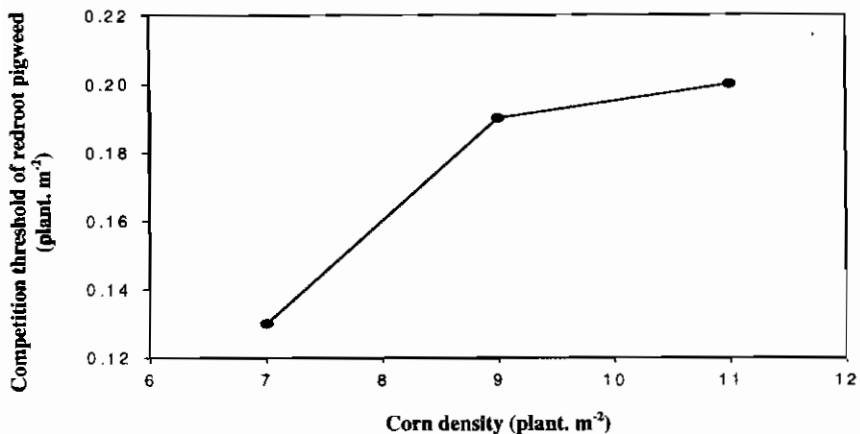
آستانه خسارت اقتصادی تاج‌خروس در رقابت با ذرت: همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود افزایش تراکم ذرت از ۷ به ۱۱ بوته در مترمربع سبب افزایش ۳۵ درصدی تراکم آستانه شده و آن را از ۰/۱۳ به ۰/۲ بوته در مترمربع رسانده است. این امر حاکی از تضعیف توان رقابتی تاج‌خروس در تراکم بالای ذرت می‌باشد.

در این مطالعه برای تعیین تراکم آستانه خسارت اقتصادی تاج‌خروس در ذرت از معادله اودونوان (معادله ۳) استفاده شد. برای تعیین تراکم خسارت اقتصادی تاج‌خروس در تراکم‌های ذرت، کاهش عملکرد این گیاه نسبت به حداکثر عملکرد برآورد شده بر مبنای معادله دو پارامتری کوزنس (معادله ۱) محاسبه گردید و پارامترهای برآورد شده در مدل فوق در معادله تعیین تراکم آستانه خسارت به کار رفت. فرضیات دیگری که در محاسبه آستانه خسارت اقتصادی به کار گرفته شدند شامل قیمت محصول و هزینه کنترل علف هرز بود که به قرار زیر می‌باشند:

$P =$ قیمت ذرت معادل ۱۲۰۰ ریال به ازای هر کیلوگرم (بر اساس نرخ تضمین شده توسط دولت در سال آزمایش)

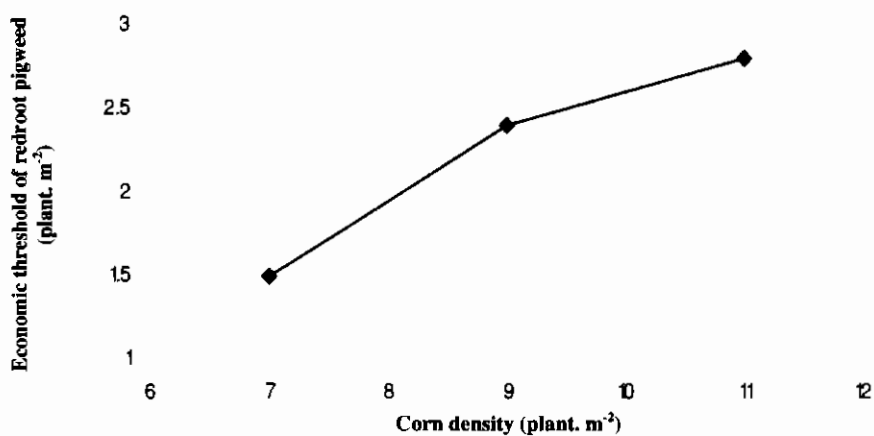
$H =$ هزینه کنترل (هزینه علف‌کش + هزینه کاربرد) معادل ۹۰۰۰۰ ریال برای هر هکتار (بر اساس نرخ شرکت خدمات حمایتی کشاورزی)

با قرار دادن این پارامترها در مدل تعیین تراکم آستانه خسارت در سه تراکم ذرت، تراکم آستانه خسارت تاج‌خروس در ذرت تعیین شد. همانطور که در جدول شماره ۱ نیز مشاهده می‌شود با افزایش تراکم ذرت از ۷ به ۱۱ بوته آستانه خسارت اقتصادی تاج‌خروس (D) از ۱/۵ به ۲/۸ بوته در مترمربع افزایش یافت (شکل ۳).



شکل ۲- رابطه تراکم ذرت و آستانه خسارت تاج خروس

Fig. 2- The relationship between corn density and competition threshold of redroot pigweed



شکل ۳- رابطه تراکم ذرت و آستانه خسارت اقتصادی تاج خروس

Fig. 3- The relationship between corn density and economic threshold of yield loss of redroot pigweed

نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش تراکم تاج خروس در واحد سطح، تولید دانه ذرت را کاهش می‌دهد. همچنین در شرایط آلودگی به علف هرز، رقابت بین گونه‌ای شدت یافته و فشار علف‌های هرز و کاهش منابع در دسترس گیاه زراعی در مقایسه با شرایط عاری از علف هرز، سبب کاهش عملکرد دانه ذرت می‌گردد. از طرفی افزایش تراکم ذرت باعث افزایش عملکرد بیوماس و دانه این گیاه شد و اثرات رقابتی علف هرز تاج خروس را به میزان زیادی کاهش داد. در نتیجه تاج خروس در تراکم پائین ذرت توان رقابتی بالایی داشته ولی در تراکم بالای این گیاه افت عملکرد ناشی از رقابت با تاج خروس به میزان زیادی کاهش یافت. نتایج مشابه توسط *Abasdokht et al.* (2003) در خصوص تأثیر تراکم تاج خروس ریشه قرمز با سویا بدست آمد. آنان گزارش کردند که افزایش تراکم علف هرز مزبور سبب کاهش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت سویا شده است (*Abasdokht et al.*, 2003). در بررسی دیگر نیز گزارش شده است که افزایش تراکم تاج خروس تا ۲۰ بوته در مترمربع سبب کاهش ۵۰ درصدی عملکرد ذرت می‌گردد (*Bosnic & Swanton*, 1997).

نشانی نگارندگان: رضا میرزائی، پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران؛ مجید رستمی، دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه فردوسی، مشهد؛ مصطفی اویسی، دانشجوی کارشناسی ارشد علف‌های هرز دانشگاه فردوسی، مشهد؛ محمد بنایان اول، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران؛ محمدعلی باغستانی، مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، صندوق پستی ۱۴۵۴، تهران ۱۹۳۹۵، ایران.