

Critical Period of Weed Control in Transplanted Tomato (*Solanum lycopersicum*) in Kermanshah

Goudarz Ahmadvand^{1*}, Ali Sepehri¹, Sohrab Ayareh², Behzad Sharib³

Received: 12 February 2020 Accepted: 26 January 2022

1-Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran.

2 Graduated MSc Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran.

3 PhD Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Ira.

*Corresponding Author Email: gahmadvand@basu

Abstract

Background and Objective: The critical period of weed control in transplanted tomato in Kermanshah, in order to reduce the weed control costs was determined as main experiment target.

Materials & Methods: A field experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications. Treatments were divided in to two series. The first one consisted of six weed interference until 0, 15, 30, 45, 60 and 75 days after transplanting and then weeds were removed until the end of the growth period, and the second one consisted of six weed control until 0, 15, 30, 45, 60 and 75 days after transplanting and then permit to weeds to complete to crop until the end of growth season.

Results: The results showed that full weed interference reduced total dry matter, maximum leaf area index and fresh fruit yield of tomato by 67.2, 36.5 and 83.5 percentages, respectively. The critical period for weed control was determined using logistic and gompertz functions. Critical period of weed control based on 5 and 10 percent acceptable yield loss was determined from 14 to 89 and from 19 to 78 days after transplanting, respectively, that was equal to from 103 to 1189 and from 144 to 1003 growth degree days after transplanting, respectively.

Conclusion: Generally due to the low planting density and the non-complete canopy closure, it is necessary to weed control be started from two to three weeks after tomato transplanting and continued for five to six weeks.

Keywords: Gompertz Equation, Leaf Area Index, Logistic Equation, Tomato Yield

دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز گوجه‌فرنگی نشایی (*Solanum lycopersicum*) در کرمانشاه

گودرز احمدوند^{۱*}، علی سپهری^۱، سهراب ایاره^۲، بهزاد شریب^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۶

۱-دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

۲-دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

۳-دانشجوی دکتری آگروتکنولوژی گرایش علف‌های هرز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا،

همدان، ایران

* مسئول مکاتبه: Email: gahmadvand@basu.ac.ir

چکیده

اهداف: تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز گوجه‌فرنگی نشایی، در کرمانشاه به منظور کاهش هزینه مبارزه با علف‌های هرز هدف اصلی طرح بود.

مواد و روش‌ها: آزمایش در سال ۱۳۹۵، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در کرمانشاه انجام شد. تیمارها در دو گروه تنظیم شدند. گروه اول شامل ۶ تیمار تداخل علف‌های هرز تا ۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۷۵ روز پس از انتقال نشاء و سپس کنترل آنها تا آخر دوره رشد و گروه دوم شامل ۶ تیمار کنترل علف‌های هرز تا ۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۷۵ روز پس از انتقال نشاء و عدم کنترل آنها در ادامه فصل رشد بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تداخل کامل علف‌های هرز زیست‌توده کل، بیشینه شاخص سطح برگ و عملکرد میوه گوجه‌فرنگی را به ترتیب ۶۷/۲، ۳۶/۵ و ۸۳/۵ درصد در مقایسه با تیمار عدم تداخل، کاهش داد. برای تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز از توابع لجستیک و گامپرتز استفاده شد و دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز با احتساب ۵ و ۱۰ درصد افت عملکرد قابل قبول، به ترتیب از ۱۴ تا ۸۹ روز پس از نشاکاری و از ۱۹ تا ۷۸ روز پس از نشاکاری بدست آمد که به ترتیب معادل ۱۰۳ تا ۱۱۸۹ و ۱۴۴ تا ۱۰۰۳ درجه‌روز رشد بعد از نشاکاری بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به تراکم کاشت پایین و بسته نشدن کامل کانوپی، لازم است از دو تا سه هفته بعد از نشاکاری مبارزه با علف‌های هرز گوجه‌فرنگی شروع و به مدت پنج تا شش هفته، ادامه یابد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد گوجه‌فرنگی، شاخص سطح برگ، تابع لجستیک، تابع گامپرتز

مقدمه

برای اغلب مواد مغذی و متابولیت‌های ثانویه مهم از جمله ویتامین C، لیکوپن و ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها و فنولیک‌ها می‌باشد (آدیسا و همکاران ۲۰۲۰). مطالعات زیادی در مورد اثرات ضد سرطانی، ضد نقرسی و آنتی‌اکسیدانی (لیکوپن) گوجه‌فرنگی انجام شده است.

گوجه‌فرنگی با نام علمی *Solanum lycopersicum* یا *Lycopersicon esculentum* گیاهی یکساله تابستانه از خانواده Solonaceae و یکی از سبزیجات اصلی در سراسر جهان با گستره وسیع بوده که منبع بسیار خوبی

به کمک روش‌های مختلف مدیریتی تا حدی که شدت خسارت آن‌ها را محدود سازد، الزامی است (گوپتا ۲۰۰۰). در کشورهای توسعه یافته علی‌رغم مدیریت علف‌های هرز و استفاده از ابزار و ماشین‌آلات به‌روز، سالانه کمتر از ۱۴ درصد تولیدات کشاورزی توسط علف‌های هرز از بین می‌رود، به‌طورکلی در سطح جهانی علف‌های هرز عامل یک‌سوم از خسارت‌های وارده به محصولات، به حساب می‌آیند (جلالی و همکاران ۲۰۲۰). مدیریت تلفیقی علف‌های هرز (IWM)، شاخه‌ای از مدیریت تلفیقی آفات (IPM) است که اصول و تئوری‌های مربوط به آفات را می‌توان بعنوان چهارچوبی در توسعه آن در نظر گرفت (کاردینا و همکاران ۱۹۹۹)، ولی به دلیل تفاوت در بیولوژی و روش‌های مدیریتی نمی‌توان برخی از اصول IPM را در مورد علف‌های هرز به‌کار برد (بوهلر ۲۰۰۲). مدیریت تلفیقی علف‌های هرز بر استفاده از اصول و روش‌های مناسب جهت جلوگیری از کاهش عملکرد، توأم با استفاده حداقل از مواد شیمیایی تاکید می‌کند به این ترتیب می‌توان اذعان داشت که رهیافت مدیریت تلفیقی علف‌های هرز، تلاشی در جهت مصرف صحیح و مؤثر علف‌کش‌ها در جستجوی روشی مقرون به صرفه و در عین حال همگام با طبیعت است. در مدیریت تلفیقی علف‌هرز، هدف آن است که ضمن حفظ عملکرد درحدمطلوب، استفاده از مواد شیمیایی به حداقل برسد (مسیوناس ۲۰۰۲). در این سیستم، کنترل علف‌های هرز از طریق تعیین آستانه اقتصادی و تعیین بهترین زمان کنترل، مهم‌ترین اهداف را تشکیل می‌دهند (راجکان و سوانتون ۲۰۰۱). هاسریومنان و همکاران (۲۰۲۰) به دلایلی از جمله احتمال بالاتر آلودگی سبزی‌جات به باقیمانده سموم در مقایسه با غلات یا حبوبات، آلودگی‌های زیست‌محیطی، افزایش مقاومت به علف‌کش‌ها و تمایل زیاد برای تولید ارگانیک این محصولات، کاهش مصرف علف‌کش‌ها را در سبزی‌جات و صیفی‌جات ضروری می‌دانند. یکی از اولین اقدامات در طراحی بهینه سامانه‌های مدیریت تلفیقی علف‌های هرز، شناسایی دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در محصولات زراعی باغی است (جلالی و همکاران ۲۰۲۰). دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز، یک بازه زمانی در دوره زندگی

گوجه‌فرنگی بیشتر به عنوان خوش طعم کننده در خوراکی‌ها و نوشیدنی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، با این حال به‌عنوان یک گیاه دارویی برای مداوای سرطان، برونشیت، آلرژی‌ها و نقرس نیز به کار می‌رود. بررسی‌ها نشان داده‌است که مصرف گوجه‌فرنگی با کاهش خطر سرطان ریه و پروستات در ارتباط است (تریجو سالیس و همکاران ۲۰۱۳، کائو و همکاران ۲۰۱۹).

گوجه‌فرنگی در بین سبزیجات، بیشترین مصرف را به خود اختصاص داده است و یکی از محبوب‌ترین سبزی‌ها به شمار می‌آید و به‌تازگی با توجه به صادرات فرآورده‌های آن به دیگر کشورها، رونق بازار جهانی تولیدات حاصل از فرآوری و امکانات وسیع تولید در ایران، اهمیت اقتصادی زیادی یافته و با توجه به ارزش‌آوری مناسب مورد توجه مسئولان، صاحبان صنایع و کشاورزان قرار گرفته است. در سال‌های اخیر سطح زیر کشت این محصول به‌شدت افزایش یافته است، به‌گونه‌ای که به عنوان یک سبزی مهم در سطوح وسیع مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ سطح زیر کشت گوجه فرنگی در استان کرمانشاه، معادل ۵۰۰۰ هکتار با تولید ۳۵۰۰۰۰ تن بوده است درحالی‌که سطح کشت و تولید کل این محصول در کشور به ترتیب معادل ۱۰۵۹۴۳ هکتار و ۴۸۹۴۹۵۶ تن بوده است. این میزان تولید، ایران را در رتبه هفتم جهان قرار داده است. تولید گوجه‌فرنگی در ایران علی‌رغم بهبود نسبی در سال‌های اخیر، هنوز از عملکرد مطلوبی در واحد سطح برخوردار نیست. عملکرد کمی و کیفی میوه گوجه‌فرنگی تحت شرایط مختلف متغیر می‌باشد که یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در این خصوص، کنترل علف‌های هرز است (شاو ۱۹۹۵؛ عباسی و همکاران ۲۰۱۳).

برخی از کشاورزان تصور می‌کنند که حذف علف‌های هرز در هر زمان از فصل رشد، تاثیر یکسانی بر رشد محصول دارد. اما به‌خوبی ثابت شده است که این تصور صحیح نبوده و زمان حذف علف‌های هرز مهم‌تر از خود آن می‌باشد. هر گونه‌ی علف هرز به روش‌های خاصی برای کنترل نیاز داشته، طبیعت و روش هجوم آن‌ها، همچنین اثرات مضر احتمالی آن‌ها با یکدیگر متفاوت است. بنابراین کاهش جمعیت و رشد و نمو علف‌های هرز

زمان شروع و خاتمه دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز و طول این دوره در شرایط و نواحی مختلف و در گیاهان مختلف متفاوت است. در شرایط طبیعی علف‌های هرز با اتکا به ذخیره بذرهاي موجود در خاک، ممکن است در چندین نوبت متوالی و در مراحل مختلف نمو گیاه زراعی سبز شوند، به این ترتیب شدت رقابت علف‌های هرزی که نسبت به گیاه زراعی زودتر یا دیرتر سبز شده باشند متفاوت خواهد بود (نورسورتی و همکاران ۲۰۰۴). عوامل بسیاری مانند حاصلخیزی خاک، گونه علف هرز و گونه گیاه زراعی (وان دلن ۲۰۰۲)، فاصله ردیف (مارتین و ویلیامز ۲۰۰۶)، تراکم بوته (احمدوند و همکاران ۲۰۰۹)، زمان رویش علف هرز نسبت به گیاه زراعی (کاردینا و همکاران ۱۹۹۹) و شرایط آب و هوایی (کنزوویچ و همکاران ۲۰۰۲) در تغییرات طول دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز نقش دارند.

در یک پژوهش یک دوره چهار هفته‌ای پس از جوانه زنی برای چغندر قند به عنوان بهترین زمان کنترل علف‌ها هرز تعیین گردید (کاولیوسکیویت و بابیناس ۲۰۰۶). بر اساس گزارش بورنساید و همکاران (۱۹۹۸) دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در لوبیا، سه تا پنج هفته پس از کاشت شروع می‌شود و باید پنج تا شش هفته پس از آن برای رسیدن به حداکثر عملکرد ادامه یابد. نتایج آزمایش هارکر و همکاران (۲۰۰۱) نشان می‌دهد که دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز ۲-۱ هفته پس از سبز شدن خودفرنگی می‌باشد و برای رسیدن به عملکرد مطلوب، علف‌های هرز باید در مراحل ابتدایی رشد حذف گردند. ویور و همکاران (۱۹۹۲)، مدل‌های اکولوژیکی را برای مطالعه تداخل علف‌های هرز در گوجه‌فرنگی به‌کار بردند و دریافتند که زمان بحرانی تداخل، ۱۸۰ درجه‌روز رشد بعد از انتقال نشاء یا بذرکاری و زمان بحرانی کنترل حدود ۲۳۰ درجه‌روز رشد می‌باشد، که فاصله این دو زمان را به‌عنوان دوره بحرانی تعیین کردند. باومیک و ردی (۱۹۹۸) نتیجه گرفتند که تداخل علف‌هرز سوروف اثر ناچیزی بر وزن تازه میوه گوجه‌فرنگی داشت، ولی وزن خشک آن را کاهش داد. سیم و همکاران (۲۰۰۳) عنوان کردند که دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در سیب‌زمینی شیرین ۲ تا ۶ هفته پس از انتقال نشاء است.

گیاه می‌باشد که در طی آن برای جلوگیری از کاهش غیرقابل‌قبول عملکرد، علف‌های هرز را باید کنترل کرد (کنزوویچ و همکاران ۲۰۰۲). با آگاهی از دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز برای هر محصول در هر مکان، می‌توان زمان دقیق مصرف علفکش‌ها را تعیین نمود و از مصرف اضافی و بی‌موقع آن‌ها که آلودگی‌های زیست-محیطی را به‌دنبال دارد، جلوگیری کرد. همچنین عملیات مکانیکی کنترل علف‌های هرز شامل شخم و جین را به حداقل ممکن رسانده و در نتیجه از فرسایش خاک جلوگیری نمود و هزینه‌های مبارزه با علف‌های هرز را کاهش داد. با تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز به‌دلیل کاهش مقدار کاربرد علفکش‌ها و سایر روش‌های مبارزه، هزینه‌های مربوطه به کمترین مقدار خود خواهد رسید. براون و همکاران (۲۰۱۹) با مقایسه چند روش مدیریت علف‌های هرز در سبزیجات، عنوان کردند که مبارزه با علف‌های هرز در دوره بحرانی، توجیه اقتصادی دارد. کنترل زود هنگام و پیش از این دوره، به‌دلیل رشد مجدد علف‌های هرز، سبب کاهش کارایی کنترل شده و کنترل دیرهنگام و پس از دوره بحرانی نیز به‌دلیل رشد گسترده علف‌های هرز و افزایش زیان‌های وارده به گیاه زراعی، کارایی موثری ندارد (کنزوویچ و همکاران ۲۰۰۲). دوره بحرانی برای کنترل علف‌هرز، دوره‌ای است که محصول باید عاری از علف‌هرز باشد تا به‌این‌وسیله از کاهش عملکرد در یک سطح معین جلوگیری شود (سینگ و همکاران ۱۹۹۶).

برای تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز از دو سری تیمار استفاده می‌شود که در سری اول به علف‌های هرز اجازه داده می‌شود تا یک زمان مشخص با گیاه زراعی رقابت نمایند و سپس علف‌های هرز تا انتهای فصل، کنترل می‌شوند. در سری دوم به علف‌های هرز تا یک زمان مشخص اجازه رقابت نداده و سپس تا انتهای فصل اجازه رقابت به آن‌ها داده می‌شود. عملکرد با افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز کاهش می‌یابد، از طرفی افزایش طول دوره عاری از علف‌هرز باعث افزایش عملکرد می‌شود (ندیم دوغان و همکاران ۲۰۰۳، هاسریومنان و همکاران ۲۰۲۰).

سری دوم برای تعیین زمان بحرانی کنترل علف‌های هرز شامل کنترل علف‌های هرز تا زمان ۰ (WF0)، ۱۵ (WF15)، ۳۰ (WF30)، ۴۵ (WF45)، ۶۰ (WF60) و ۷۵ (WF75) روز بعد از نشاکاری بود که در این تیمارها تا مراحل موردنظر علف‌های هرز بدون کنترل رها شدند و پس از آن تا پایان دوره رشد، کلیه علف‌های هرز به صورت دستی وجین شدند.

رقم مورد استفاده‌ی گوجه فرنگی، رقم فلات کارون بود که در مقابل شرایط نامساعد و بسیاری از بیماری‌ها از جمله فوزاریوم و ورتیسیلیوم مقاومت دارد. بذر گواهی‌شده از مجتمع کشت و صنعت روژینتاک تهیه گردید. بذر ابتدا در تاریخ ۱۰ اسفندماه ۱۳۹۴ داخل خزانه کاشته شدند و سپس نشاء‌ها در تاریخ ۲۰ اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۵ به زمین اصلی انتقال داده شدند. هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط کاشت به طول ۴ متر با فاصله ردیف ۱۰۰ سانتی‌متر بود. نشاء‌های گوجه‌فرنگی با فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متر در روی ردیف، کاشته شدند و تراکم نهایی ۳/۳ بوته در مترمربع، ایجاد شد. به منظور تأمین عناصر مورد نیاز برای گوجه فرنگی، براساس عرف منطقه، کودهای اوره و سوپرفسفات تریپل از هر کدام به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار با خاک مخلوط شدند. آبیاری نشئی، همزمان با نشاکاری و بعد از آن بر اساس شرایط جوی و نیاز گیاه، تقریباً هر ۶ روزی کبار صورت گرفت. جهت تأمین عناصر ریزمغذی گیاه، کود اکوفول ۲۰-۲۰-۲۰+TE در مرحله ۴ برگی به صورت محلول‌پاشی مصرف گردید. پس از رسیدگی کامل میوه‌ها، عملیات برداشت میوه‌ها طی سه مرحله صورت گرفت، در هر بار برداشت، وزن تر و خشک محصول ثبت شد. حداکثر شاخص سطح برگ نیز در مرحله حداکثر رشد رویشی گیاه (۶۰ روز بعد از نشاکاری) با استفاده از کاغذ شطرنجی، به صورت دستی اندازه‌گیری شد. نمونه‌برداری از علف‌های هرز به منظور تعیین بیوماس و تراکم آن‌ها، در تیمارهای کنترل، در انتهای دوره رشد گوجه‌فرنگی (زمان برداشت نهایی یا چین سوم) و در تیمارهای تداخل در انتهای هر دوره تداخل علف‌های هرز، توسط کوادراتی به ابعاد ۱×۱ مترمربع به تعداد سه تکرار در هر کرت، صورت گرفت. به منظور تعیین وزن خشک

احمدوند و همکاران (۲۰۰۹) ضمن بررسی اثر تراکم بوته بر دوره بحرانی رقابت علف‌های هرز با سیب زمینی، این دوره را با احتساب ۵ درصد افت عملکرد برای تراکم تجاری (۵/۳ بوته در مترمربع) از ۱۱ تا ۶۳ روز بعد از سبز شدن، معادل ۴۸۶ تا ۱۳۷۲ درجه‌روزرشد و برای تراکم بذری (۶/۶ بوته در مترمربع) از ۱۹ تا ۵۵ روز بعد از سبز شدن، معادل ۶۰۰ تا ۱۲۳۱ درجه‌روزرشد گزارش کردند. در مطالعه دیگری دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز گوجه‌فرنگی را بین ۲۶ تا ۷۲ روز بعد از نشاکاری تعیین نمودند و همچنین گزارش نمودند که لوبیا چشم بلبلی به دلیل کم بودن قدرت رقابتی، دوره بحرانی مشخصی ندارد اما پیشنهاد کردند که بهتر است که تا ۲۵ روز پس از کاشت، علف‌های هرز آن را کنترل نمود (اوسپیتان ۲۰۱۷).

این پژوهش با هدف بررسی واکنش تراکم و وزن خشک کل علف‌های هرز و زیست‌توده، عملکرد میوه و شاخص سطح برگ گوجه‌فرنگی رقم فلات کارون به طول دوره تداخل علف‌های هرز در ابتدا و انتهای دوره رشد گوجه‌فرنگی و تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در مزارع گوجه‌فرنگی نشایی در منطقه کرمانشاه انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، با ۱۲ تیمار و سه تکرار در سال ۱۳۹۵ در شهرستان کرمانشاه با طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۷ دقیقه شمالی به اجرا درآمد. میانگین بلندمدت بارش سالانه کرمانشاه ۴۳۷ میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالیانه آن به ترتیب ۴۳/۱ و ۹/۶- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. تیمارهای آزمایشی در دو سری تنظیم شدند، سری نخست برای تعیین زمان بحرانی تداخل علف‌های هرز، شامل رقابت علف‌های هرز با گیاه گوجه‌فرنگی تا زمان ۰ (WI0)، ۱۵ (WI15)، ۳۰ (WI30)، ۴۵ (WI45)، ۶۰ (WI60) و ۷۵ (WI75) روز بعد از نشاکاری که در این تیمارها تا مراحل موردنظر علف‌های هرز به صورت دستی وجین شدند و پس از آن تا پایان دوره رشد گیاه، هیچ‌گونه وجینی انجام نشد. و

نتایج و بحث

تراکم کل علف‌های هرز

مهم‌ترین گونه‌های هرز موجود در مزرعه آزمایشی به ترتیب زیست‌توده تولیدی در کرت‌های آزمایشی بدون کنترل (تداخل کامل)، عبارت بودند از توق، دم‌روباهی، عروسک پشت پرده، تاج‌خروس ریشه‌قرمز، سلمه‌تره، سوروف، آفتاب‌پرست، -خارشر، پیچک‌صحرایی و گوش بره (جدول ۱).

اثر تیمارهای تداخل و کنترل علف‌های هرز بر تراکم کل بوته علف‌های هرز معنی‌دار شد (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد علف‌های هرز در تیمار تداخل کامل و تداخل تا ۷۵ روز پس از نشاکاری (۵۱/۳ بوته در متر مربع) و کمترین آن در تیمار تداخل تا ۱۵ روز مشاهده شد (جدول ۳). تراکم بوته علف‌های هرز با افزایش طول دوره تداخل از ابتدای فصل رشد تا ۴۵ روز پس از نشاکاری با شیب تندی افزایش یافت و پس از آن شیب کاهشی پیدا کرد. اگرچه شیب افزایش تراکم بوته علف‌های هرز در دوره‌های تداخل بیش از ۴۵ روز، کاهش یافت اما با توجه به وزن خشک علف‌های هرز، اینطور به نظر می‌رسد که علف‌های هرز باقی مانده وزن خشک بیشتری پیدا کرد و از این طریق فشار خود را به گیاه زراعی وارد کرده‌اند. از سوی دیگر با افزایش طول دوره عاری از علف‌هرز، تعداد علف‌های هرز به شدت کاهش پیدا کرد. شاه‌وردی (۲۰۰۲) نیز گزارش کرد که تعداد علف‌های هرز با افزایش طول دوره تداخل، از ابتدای فصل رشد تا ۴۰ روز پس از نشاکاری افزایش و از آن پس یکباره کاهش یافت. این محقق اظهار داشت که هر چند تراکم کل علف‌های هرز در طی فصل رشد کم می‌شود اما با توجه به وزن خشک بالاتر، به نظر می‌رسد گیاهان باقی مانده با تولید وزن خشک بیشتر، فشار رقابتی خود را بر گیاه زراعی اعمال می‌کنند.

علف‌های هرز، نمونه‌ها پس از تفکیک گونه‌ها از هم، در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون به مدت ۴۸ ساعت خشک شده و سپس وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز از روش تابعی با استفاده از توابع لجستیک (رابطه ۱) (هال و همکاران ۱۹۹۲، وان‌آکر و همکاران ۱۹۹۳) و گامپرتز (رابطه ۲) (کوزنس ۱۹۹۲) تعیین شد. معادله لجستیک، روی عملکرد نسبی گوجه‌فرنگی در دوره‌های تداخل و معادله گامپرتز، روی عملکرد نسبی گوجه‌فرنگی در دوره‌های کنترل، برازش داده شد.

$$Y = C + \frac{D}{1 + \exp(-A+B \times T)} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در این معادله، Y: عملکرد نسبی گوجه‌فرنگی (نسبت به تیمار بدون تداخل) در دوره‌های تداخل، D: حداکثر عملکرد نسبی در شرایط بدون رقابت، C: حداقل عملکرد در شرایط تداخل، A و B: ضرایب معادله و T: روز یا درجه‌روز رشد بعد از نشاکاری است.

رابطه (۲) $Y = A \times \exp(-B \times \exp(-K \times T))$ که در این معادله، Y: عملکرد نسبی گوجه‌فرنگی (نسبت به تیمار بدون تداخل) در دوره‌های کنترل، A: حداکثر عملکرد در شرایط عاری از علف هرز (شاهد)، B و K: ضرایب معادله و T: روز یا درجه‌روز رشد بعد از نشاکاری است.

داده‌های به‌دست آمده از آزمایش پس از تست نرمال بودن باقیمانده داده‌ها و یکنواختی واریانس، توسط نرم‌افزار SAS تجزیه واریانس شده و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند، برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

جدول ۱- تراکم و زیست‌توده مهم‌ترین گونه‌های هرز به ترتیب زیست‌توده تولیدی در کرت‌های آزمایشی بدون کنترل در پایان دوره رشد گوجه‌فرنگی

نام فارسی	نام علمی	خانواده	تراکم (plant.m ⁻²)	زیست توده (g.m ⁻²)
توق	<i>Xanthium strumarium</i>	Asteraceae	۱/۷	۱۴۱/۱
دم‌روهای کشیده	<i>Alopecurus myosuroides</i>	Poaceae	۶/۷	۸۸/۰
عروسک پشت پرده	<i>Physalis alkekengi</i>	Solanaceae	۲/۳	۶۶/۰
تاج‌خروس ریشه‌قرمز	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amaranthaceae	۵/۷	۶۴/۱
سلمه‌تره	<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae	۱۳/۷	۵۹/۵
سوروف	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Poaceae	۲/۳	۳۳/۳
آفتاب‌پرست	<i>Heliotropium europaeum</i>	Boraginaceae	۸/۳	۳۲/۵
خارشتر	<i>Alhagi camelorum</i>	Fabaceae	۱/۰	۲۸/۲
پیچک‌صحرايي	<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae	۱/۳	۲۰/۳
گوش‌بره	<i>Chrozophora tinctoria</i>	Euphorbiaceae	۵/۰	۲۰/۳
سایر			۳/۳	۱۰/۴
جمع			۵۱/۳	۵۶۳/۹

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تراکم کل و زیست توده کل علف‌های هرز تحت تاثیر دوره‌های مختلف کنترل و تداخل

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		تراکم کل علف‌های هرز	زیست توده کل علف‌های هرز
بلوک	۲	۴/۹۶۳*	۲۸۷۸۵/۴۱۷*
تیمار	۱۰	۱۱/۰۷۳**	۱۰۹۱۱۲/۱۳۹**
خطا	۲۰	۰/۹۸۵	۷۰۸۰/۱۳۲
ضریب تغییرات (%)		۲۱/۲۰۸	۳۲/۱۳۷

* و ** به ترتیب به مفهوم معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

زیست توده کل علف‌های هرز

اثر تیمارهای تداخل و کنترل علف‌های هرز بر زیست توده کل علف‌های هرز معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین زیست‌توده کل علف‌های هرز مربوط به تداخل کامل (۵۶۳/۹ گرم در مترمربع) و کمترین آن مربوط به دوره تداخل تا ۱۵ روز بعد از نشاکاری (۱۳/۳ گرم در مترمربع) بود. دوره‌های تداخل علف‌هرز تا ۶۰ روز پس از نشاکاری گوجه فرنگی، اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. و پس از آن با افزایش طول دوره تداخل (۷۵ روز تداخل و تداخل کامل) زیست توده کل علف‌های هرز به شدت افزایش یافت. افزایش تعداد روزهای کنترل باعث کاهش

زیست‌توده علف‌های هرز در واحد سطح گردید و بین دوره‌های کنترل تا ۰، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز بعد از نشاکاری اختلاف معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۳). این نتایج با یافته‌های آمادور (۲۰۰۲) که اظهار داشت با افزایش طول دوره تداخل، وزن خشک کل علف‌های هرز در واحد سطح افزایش می‌یابد مطابقت دارد. با افزایش تعداد روزهای تداخل و کاهش طول دوره کنترل، علف‌های هرز فرصت بیشتری جهت بهره‌برداری از منابع رشد پیدا می‌کنند و با افزایش وزن خود منابع رشد را کاهش می‌دهند. بنابراین می‌توان گفت رابطه معکوسی بین افزایش وزن خشک علف‌های هرز و فراهمی منابع رشد قابل دسترس

است که وزن خشک گیاه گوجه‌فرنگی کاهش خواهد یافت. پاپامیکائیل و همکاران (۲۰۰۲) خاطر نشان کردند که افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز و در نتیجه افزایش وزن خشک آنها، باعث کاهش وزن خشک پنبه گردید است.

برای گوجه‌فرنگی وجود دارد. کاهش منابع رشد گوجه‌فرنگی را متأثر می‌سازد و به صورت کاهش سطح برگ، وزن خشک و دیگر شاخص‌های رشد نمود پیدا می‌کند. بنابراین با توجه به اینکه افزایش طول دوره‌های تداخل، وزن خشک علف‌های هرز را افزایش داده است، بدیهی

جدول ۳- اثر طول دوره‌های تداخل و کنترل علف‌های هرز بر تراکم بوته و زیست توده کل علف‌های هرز

زیست‌توده علف‌های هرز (g.m ⁻²)	تراکم علف‌های هرز (plant.m ⁻²)	دوره تداخل و کنترل (روز بعد از نشاکاری)
۱۳/۳ d	۸/۳ d	تداخل ۱۵
۸۰/۴ d	۱۲/۰ bcd	تداخل ۳۰
۱۵۶/۴ cd	۱۹/۳ bc	تداخل ۴۵
۲۲۶/۳ cd	۴۸/۰ ab	تداخل ۶۰
۴۸۵/۹ ab	۵۰/۰ a	تداخل ۷۵
۵۶۳/۹ a	۵۱/۳ a	کنترل ۰
۴۷۵/۴ ab	۱۲/۰ bcd	کنترل ۱۵
۳۹۰/۸ abc	۱۰/۷ cd	کنترل ۳۰
۲۷۵/۴ abcd	۱۰/۰ cd	کنترل ۴۵
۱۵۲/۴ cd	۷/۷ d	کنترل ۶۰
۵۹/۷ d	۵/۷ d	کنترل ۷۵

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

بیشینه شاخص سطح برگ (LAI_{max})

اثر تیمارهای تداخل و کنترل علف‌های هرز بر بیشینه شاخص سطح برگ در زمان رشد کامل گوجه‌فرنگی (۶۰ روز پس از نشاکاری) معنی‌دار بود (جدول ۴). در اثر رقابت علف‌های هرز با گوجه‌فرنگی کاهش شدید بیشینه شاخص سطح برگ، مشاهده شد. افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز در ابتدای فصل رشد باعث کاهش بیشتر سطح برگ گوجه‌فرنگی شد. بیشینه شاخص سطح برگ در تیمار شاهد کنترل کامل علف‌های هرز ۴/۳۳ بود و در تیمار تداخل تمام فصل علف‌های هرز به پایین‌ترین میزان خود (۲/۷۵) کاهش یافت. یعنی رقابت تمام فصل علف‌های هرز در طی فصل رشد، باعث کاهش بیشینه شاخص سطح برگ گوجه‌فرنگی به میزان ۳۶/۵ درصد در مقایسه با شاهد فاقد رقابت گردید (شکل ۱). رقابت علف‌های هرز حتی تا ۱۵ روز پس از نشاکاری نیز باعث کاهش بیشینه شاخص سطح برگ گوجه‌فرنگی شد از سوی دیگر افزایش طول دوره کنترل علف‌های هرز

(دوره عاری از علف هرز) باعث افزایش شاخص سطح برگ گوجه‌فرنگی گردید. بیشینه شاخص سطح برگ در تیمار کنترل تا ۷۵ روز پس از نشاکاری (۴/۳۳) با تیمار شاهد فاقد رقابت، اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۱). رقابت علف‌های هرز باعث شد بیشینه شاخص سطح برگ در تیمارهای تداخل اول فصل، کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته باشد. شاخص سطح برگ یکی از صفاتی است که رقابت علف‌های هرز به سرعت آن را تحت تاثیر قرار داده و شاخصی برای برآورد زمان شروع رقابت می‌باشد. افزایش تراکم کل (علف‌هرز + گیاه زراعی) در واحد سطح، سبب ایجاد رقابت برای دستیابی به منابع مورد نیاز از جمله نور می‌گردد و میزان سطح برگ تک‌بوته را کاهش می‌دهد. در شرایطی که گیاه زراعی با علف‌هرز در کنار یکدیگر رشد می‌نمایند، در اثر رقابت بین‌گونه‌ای، شاخص سطح برگ گیاه زراعی کاهش می‌یابد (وان آکر و همکاران ۱۹۹۳). نتیجه این آزمایش با نتایج مطالعه جاهدی‌پور و همکاران (۲۰۰۸) که گزارش کردند شاخص

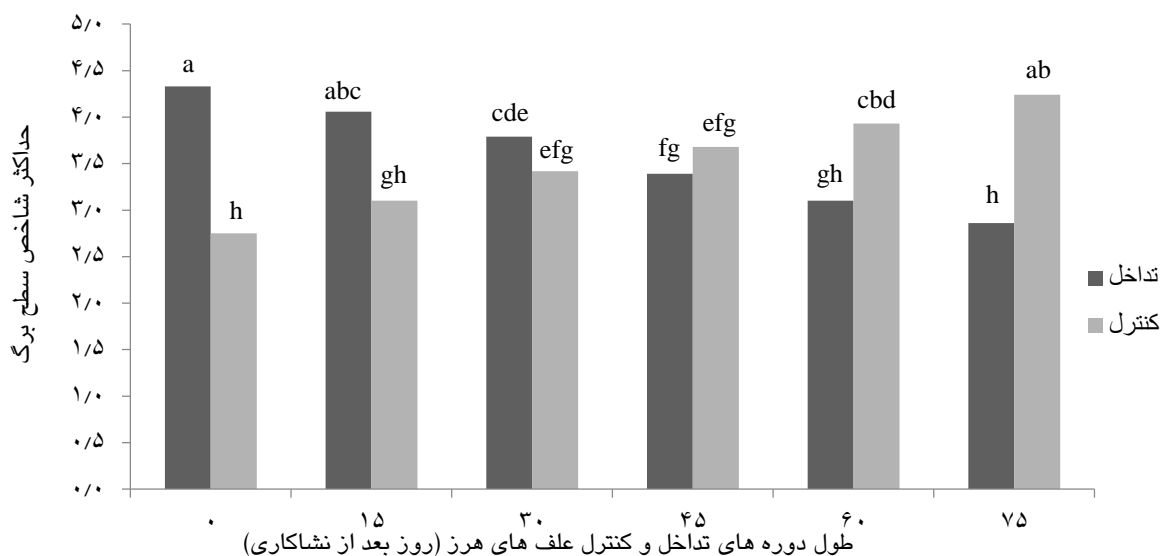
(۲۰۰۷) نیز مشاهده کردند که شاخص سطح برگ در سیب‌زمینی تحت تأثیر رقابت علف‌های هرز قرار می‌گیرد و با افزایش تراکم و تسریع در سبز شدن علف‌های هرز، این شاخص کاهش می‌یابد و نیز نشان دادند که دوره‌های عاری از علف هرز باعث افزایش شاخص سطح برگ در محصولات زراعی می‌شود. در آزمایشی دیگر مشخص شد که حضور علف‌های هرز باعث کاهش شاخص سطح برگ چغندر قند شد (کراتسر و همکاران ۲۰۰۰).

سطح برگ گوجه‌فرنگی در اثر رقابت با علف‌های هرز کاهش یافت، مطابقت دارد، در بررسی نامبرندگان میزان این کاهش در تیمار تداخل کامل نسبت به کنترل کامل علف‌های هرز، ۵۸/۱ درصد بود. رقابت علف‌هرز تاج-خروس، ۱۴ روز پس از نشاکاری گوجه‌فرنگی باعث کاهش قابل ملاحظه‌ای در شاخص سطح برگ آن شد که این نشان‌دهنده قدرت کم توسعه سطح برگ گوجه‌فرنگی در حضور علف‌هرز تاج‌خروس در ابتدای فصل رشد است (گروی و همکاران ۲۰۱۳). پادارلو و همکاران

جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر دوره‌های تداخل و کنترل علف‌های هرز بر بیشینه شاخص سطح برگ، عملکرد کل میوه، عملکرد و بیولوژیکی گوجه‌فرنگی نشائی در کرمانشاه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین		تعداد میوه در بوته
		عملکرد کل میوه	عملکرد بیولوژیکی	
بیشینه شاخص سطح برگ				
بلوک	۲	۱۸۶۴۷۱/۵ ^{ns}	۱۴۹۳۴/۵۰۵ ^{ns}	۱۳/۶۵۳ ^{ns}
تیمار	۱۱	۲۳۶۰۶۲۳۱/۹ ^{**}	۱۵۶۳۴۱/۳۵۶ ^{**}	۲۳۷/۶۸۷ ^{**}
خطا	۲۲	۸۸۷۸۷۳/۴	۱۲۴۶۳/۵۹۳	۵۲/۷۵۲
ضریب تغییرات (%)		۱۹/۶۳	۲۶/۸۱۱	۳۳/۰۱

ns و ** به ترتیب به مفهوم غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.



شکل ۱- اثر طول دوره‌های تداخل و کنترل علف‌های هرز بر بیشینه شاخص سطح برگ گوجه‌فرنگی

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

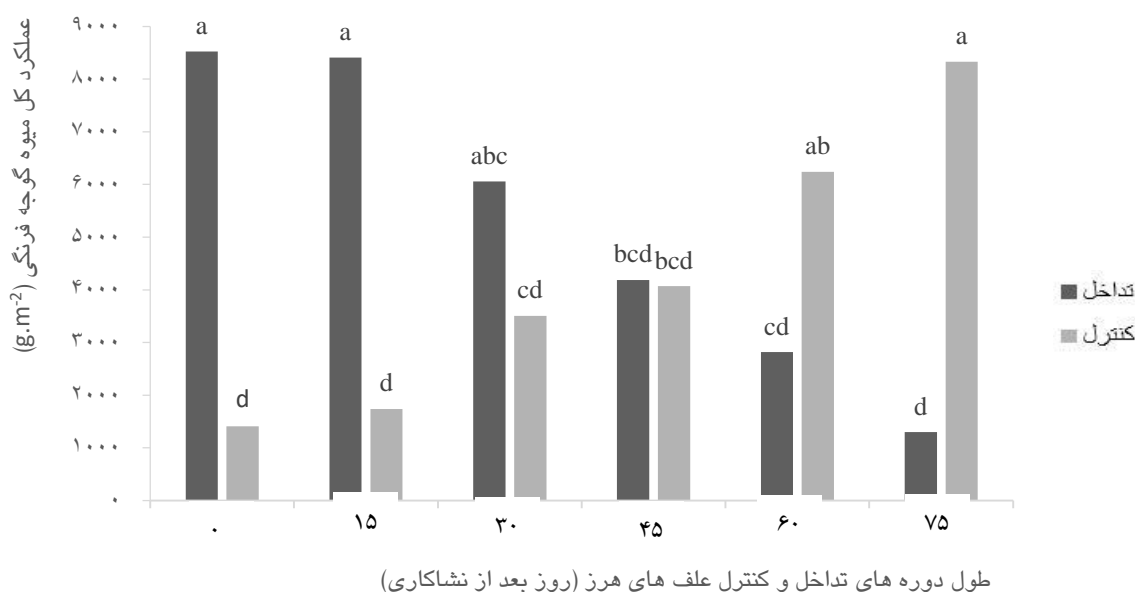
افزایش طول دوره‌های تداخل از عملکرد کل میوه کاسته و با افزایش طول دوره‌های کنترل، عملکرد کل میوه افزایش یافت. بیشترین عملکرد کل میوه در تیمار کنترل

عملکرد کل میوه گوجه‌فرنگی

اثر تیمارهای تداخل و کنترل علف‌های هرز بر عملکرد کل میوه‌ها (جمع سه چین) معنی‌دار شد (جدول ۴). با

نشاکاری گوجه‌فرنگی برای جلوگیری از کاهش عملکرد میوه آن کافی به‌نظر می‌رسد. آمادور (۲۰۰۲) نیز در آزمایشی روی فلفل دریافت که افزایش طول دوره‌های عاری از علف‌های هرز باعث افزایش عملکرد فلفل می‌شود و همچنین تعدادی از محققین نیز اظهار داشتند که با افزایش طول دوره‌های عاری از علف‌های هرز، عملکرد گیاهان زراعی مختلف افزایش می‌یابد (الیور و کلین گامن ۱۹۹۴، پاپامیکائیل و همکاران ۲۰۰۲، خزاعی و زارع فیض آبادی ۲۰۱۳). آمار و همکاران (۲۰۱۵) طی یک بررسی دوساله مشاهده کردند که تداخل کامل علف‌های هرز در تمام دوره رشد در مقایسه با عدم تداخل طی دو سال متوالی تولید میوه گوجه‌فرنگی را به ترتیب ۸۷/۵ و ۹۰/۸ در صد کاهش داد.

کامل علف‌های هرز (۸۵۲۶/۹ گرم در مترمربع) و کمترین عملکرد کل در تیمار تداخل کامل علف‌های هرز (۱۴۰۹/۱ گرم در مترمربع) حاصل شد (شکل ۲). بین دوره‌های تداخل تا ۱۵ روز و دوره‌های کنترل تا بیشتر از ۶۰ روز تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد نهایی میوه مشاهده نشد (شکل ۲) و افزایش عملکرد کل میوه ناشی از افزایش تعداد میوه در طول دوره‌های کنترل بود (شکل ۴). عدم تأثیر علف‌های هرز بر عملکرد میوه گوجه‌فرنگی در اوایل دوره رشد را می‌توان به کوچک بودن بوته‌ها، فراهمی منابع و در نتیجه عدم شروع رقابت بین محصول و علف‌های هرز نسبت داد. با کنترل علف‌های هرز تا ۶۰ روز پس از نشاکاری، گوجه‌فرنگی به خوبی کانوپی خود را گسترش داد و بر علف‌های هرز مزرعه غالب شد. با توجه به نتایج فوق یک دوره بین روزهای ۳۰ تا ۶۰ روز پس از



شکل ۲- اثر طول دوره‌های تداخل و کنترل علف‌های هرز بر عملکرد کل میوه گوجه‌فرنگی

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

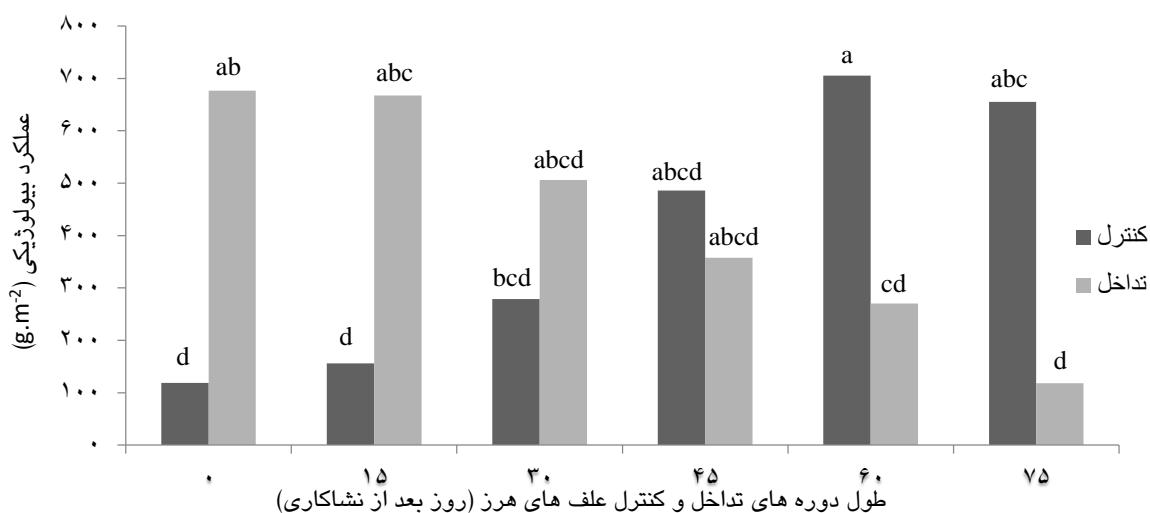
میزان عملکرد بیولوژیکی، در تیمار تداخل کامل (شاهد)، کمترین مقدار (۱۱۸ گرم در مترمربع) و در تیمار کنترل کامل علف‌های هرز، بیشترین مقدار (۶۷۶ گرم در مترمربع) بدست آمد و درصد کاهش در تیمار تداخل کامل نسبت به تیمار کنترل کامل ۶۷/۵۲ درصد بود (شکل ۳). علت کاهش عملکرد بیولوژیکی را می‌توان این‌گونه

عملکرد بیولوژیکی گوجه‌فرنگی

تداخل علف‌های هرز عملکرد بیولوژیکی (وزن خشک کل) را به طور معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر قرار داد (جدول ۴). افزایش طول دوره تداخل منجر به کاهش عملکرد بیولوژیکی و افزایش طول دوره کنترل، سبب افزایش عملکرد بیولوژیکی شد، به طوری که

به این نکته اشاره کردند که افزایش طول دوره‌های عاری از علف هرز، باعث افزایش تجمع ماده خشک کل می‌شود و شایان ذکر است که رقابت بین گیاهان، تجمع ماده خشک در آنها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. طبق آزمایش انجام شده توسط چودهری و همکاران (۲۰۱۶) تاخیر در استقرار علف‌های هرز و افزایش کنترل در اوایل دوره رشد گوجه‌فرنگی نقش به‌سزایی در انباشت ماده خشک و افزایش قدرت رقابت گوجه‌فرنگی با علف‌های هرز دارد. نامبردگان به این نکته اشاره کردند که افزایش تاخیر در کنترل علف‌های هرز باعث کاهش شدید در وزن خشک ریشه گوجه‌فرنگی شده است.

بیان کرد که علف‌های هرز با محدود کردن منابع رشد، سبب کاهش سطح برگ، وزن خشک شاخه و برگ و وزن خشک میوه‌های رسیده گوجه‌فرنگی می‌شوند و عملکرد بیولوژیکی را کاهش می‌دهند. پترووینی (۲۰۰۲) نیز نشان داد، با افزایش طول دوره کنترل، عملکرد نهایی سیب‌زمینی کاهش یافت. نامبرده کاهش عملکرد سیب‌زمینی را به شدت یافتن رقابت بین‌گونه‌ای و افزایش فشار ناشی از افزایش بیوماس علف‌های هرز نسبت داد. تراوره و همکاران (۲۰۰۳) کاهش تجمع ماده خشک سورگوم دانه‌ای را در اثر رقابت با علف‌های هرز گاوپنبه گزارش کردند که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد. نامبردگان



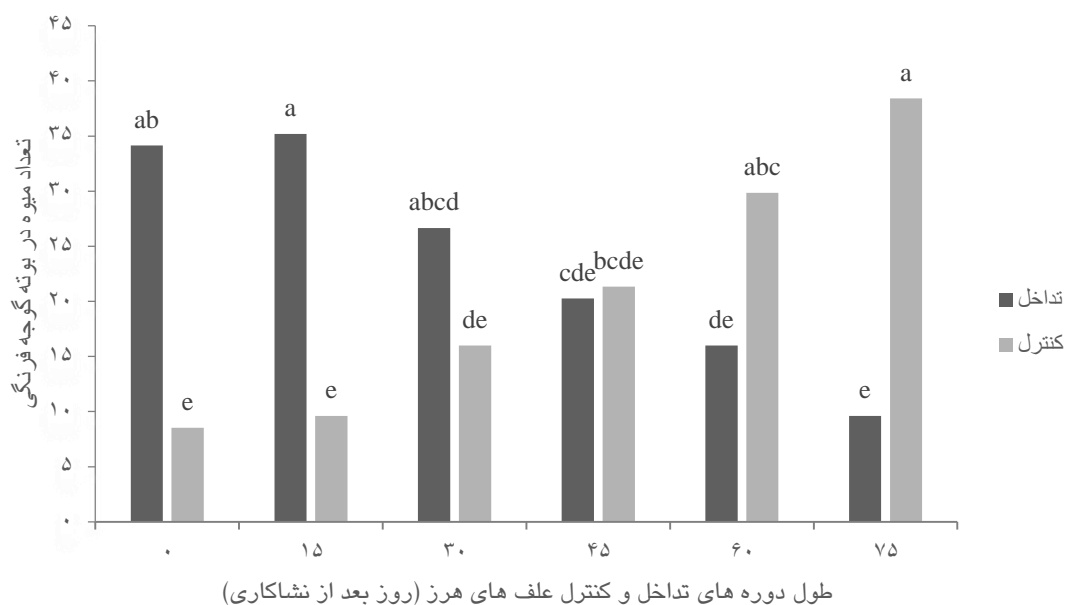
شکل ۳- اثر طول دوره‌های تداخل و کنترل علف‌های هرز بر عملکرد بیولوژیکی گوجه‌فرنگی

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

در بوته مشاهده نشد (شکل ۴). تغییرات نشان می‌دهد که تداخل علف‌های هرز تأثیر شدیدی بر تعداد میوه در بوته دارد که می‌تواند ناشی از کاهش تعداد گل‌های بارور باشد. با توجه به نتایج فوق یک دوره کنترل علف‌های هرز بین روزهای ۳۰ تا ۶۰ روز پس از نشاکاری گوجه‌فرنگی برای جلوگیری از کاهش تعداد میوه در بوته آن کافی به‌نظر می‌رسد. چادهوری و همکاران (۲۰۱۶) نیز نشان دادند که افزایش رقابت علف‌های هرز و افزایش طول دوره‌های تداخل با کاهش تعداد میوه گوجه‌فرنگی در واحد سطح، باعث کاهش عملکرد کل محصول شد.

تعداد میوه در بوته گوجه‌فرنگی

اثر تیمارهای تداخل و کنترل علف‌های هرز بر تعداد میوه در بوته گوجه‌فرنگی (جمع سه چین) معنی‌دار شد (جدول ۴). با افزایش طول دوره‌های تداخل از تعداد میوه در بوته کاسته و با افزایش طول دوره‌های کنترل، تعداد کل میوه در بوته افزایش یافت. بیشترین تعداد میوه در تیمار کنترل کامل علف‌های هرز (۳۸ عدد در بوته) و کمترین تعداد میوه در بوته در تیمار تداخل کامل علف‌های هرز (۷ عدد در بوته) حاصل شد (شکل ۴). بین دوره‌های تداخل تا ۱۵ روز و دوره‌های کنترل تا بیشتر از ۶۰ روز تفاوت معنی‌داری از لحاظ تعداد نهایی میوه



شکل ۴- اثر طول دوره‌های تداخل و کنترل علف‌های هرز بر تعداد میوه در بوته گوجه‌فرنگی

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

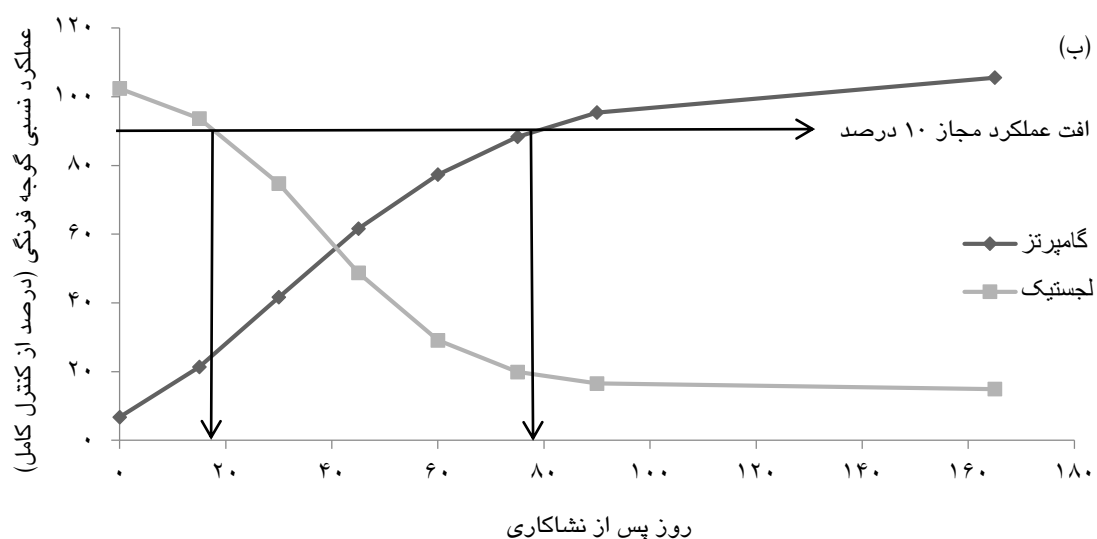
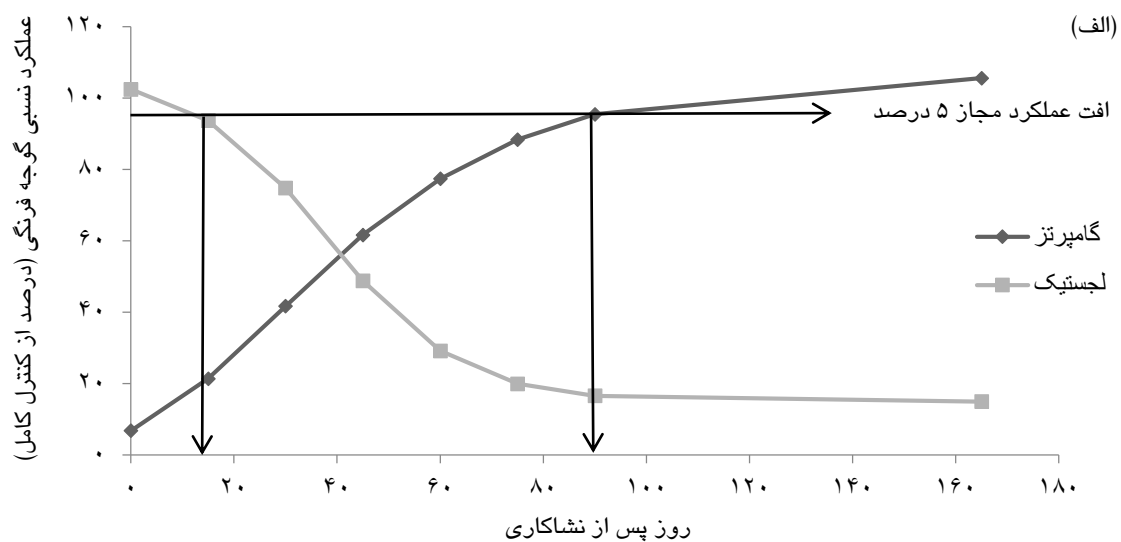
دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز گوجه‌فرنگی

اثر طول دوره تداخل و کنترل علف‌های هرز بر عملکرد نسبی گوجه‌فرنگی، بر حسب ۵ و ۱۰ درصد کاهش عملکرد قابل تحمل، در شکل ۴ نشان داده شده است. طول دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز گوجه‌فرنگی نشایی در کرمانشاه بر حسب ۵ درصد کاهش عملکرد مجاز، ۷۵ روز (از ۱۴ تا ۸۹ روز پس از نشاکاری) و با احتساب ۱۰ درصد کاهش عملکرد مجاز، ۵۹ روز (از ۱۹ تا ۷۸ روز پس از نشاکاری) بدست آمد (جدول ۶). زمان بحرانی تداخل علف‌های هرز (شروع دوره بحرانی کنترل) بر حسب ۵ و ۱۰ درصد افت عملکرد به ترتیب ۱۰۳ و ۱۴۴ درجه‌روز رشد و زمان بحرانی کنترل علف‌های هرز (پایان دوره بحرانی کنترل) نیز بر حسب ۵ و ۱۰ درصد افت عملکرد به ترتیب ۱۱۸۹ و ۱۰۰۳ درجه‌روز رشد تعیین شد (جدول ۶). در ابتدای دوره رشد، بدلیل کوچک بودن بوته‌های گوجه‌فرنگی و علف‌های هرز و در نتیجه وجود فضای کافی جهت دریافت نور و سایر منابع رشد، حضور علف‌های هرز منجر به کاهش معنی‌دار در عملکرد گوجه‌فرنگی نمی‌شود، بنابراین مهار علف‌های هرز در این دوره از رشد گیاه،

افزایش محصول را به دنبال نخواهد داشت. از حدود ۱۴ تا ۱۹ روز پس از نشاکاری، بدلیل رشد گوجه‌فرنگی و علف‌های هرز و به دنبال آن سایه اندازی و رقابت بر سر آب و عناصر غذایی، عملکرد کاهش می‌یابد. به همین دلیل کنترل و مهار علف‌های هرز باید از این زمان آغاز گردد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، تداخل علف‌های هرز از ۷۸ تا ۸۹ روز پس از نشاکاری گوجه‌فرنگی تا پایان دوره رشد، سبب کاهش معنی‌دار عملکرد نمی‌گردد، بنابراین کنترل علف‌های هرز گوجه‌فرنگی تا این دوره کافی است تا از خسارت علف‌های هرز جلوگیری کند (شکل ۴). علت این امر افزایش توانایی رقابتی گوجه‌فرنگی پس از این دوره، بدلیل توسعه ریشه و کانوپی است که موجب برتری آن در مقابل علف‌های هرز تازه سبز شده می‌شود. قابلیت رقابت گوجه‌فرنگی با علف‌های هرز در ابتدای فصل رشد کم می‌باشد، به همین دلیل علف‌های هرز در اوایل فصل رشد موجب کاهش شدید عملکرد می‌شوند. بنابراین می‌توان عنوان کرد که حساسیت گوجه‌فرنگی در رقابت با علف‌های هرز در اوایل فصل رشد بیشتر از هر زمان دیگری می‌باشد. بنابراین گوجه‌فرنگی در اوایل فصل نمی‌تواند حضور علف‌های هرز را تحمل نماید و در

۲۹ درصد کاهش عملکرد در سیب‌زمینی روی می‌دهد. ونگسل و رنر (۱۹۹۰) نیز گزارش کردند که سوروف عملکرد سیب‌زمینی رقم سوپریور را در تداخل تمام‌فصل، ۴۰ درصد کاهش می‌دهد اما اگر آلودگی به این علف هرز بعد از ۲ تا ۴ هفته عاری از علف هرز شروع شود، هیچگونه کاهش عملکردی مشاهده نمی‌شود. مارتینز و همکاران (۲۰۱۵) اظهار داشتند که در گیاه چغندر قند برای جلوگیری از کاهش عملکرد نیاز به یک دوره کنترل علف‌های هرز به مدت ۷۰ روز می‌باشد.

صورتی که علف‌های هرز آن تا ۸۹ روز پس از نشاکاری (اواخر دوره گلدهی) کنترل شود عملکرد بیش از ۵ درصد کاهش نمی‌یابد. جاهدی‌پور و همکاران (۲۰۰۸) نیز یک دوره بحرانی ۵۶ روزه را برای کنترل علف‌های هرز گوجه‌فرنگی توصیه کردند. این محققان شروع دوره بحرانی را ۲۲ روز پس از نشاکاری محصول و پایان آن را در ۷۸ روز پس از نشاکاری گوجه‌فرنگی اعلام کردند که این زمان‌ها به ترتیب معادل ۲۱۰ تا ۸۹۴ درجه-روز رشد بود. وال و فریسن (۱۹۹۰) نیز گزارش کردند که اگر چسبک به مدت ۲ هفته با سیب‌زمینی رقابت کند،



شکل ۵- دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز گوجه‌فرنگی نشایی در کرمانشاه، با احتساب ۵ درصد (الف) و ۱۰ درصد (ب)، افت عملکرد نسبی مجاز گوجه‌فرنگی نسبت به شاهد کنترل کامل.

جدول ۵- ضرایب معادله‌های گامپرتز و لجستیک به‌ترتیب در دوره‌های کنترل و تداخل علف‌های هرز گوجه‌فرنگی نشایی در کرمانشاه

لجستیک					ضرایب تابع گامپرتز			
D	C	B	A	R ²	C	B	A	R ²
۹۲/۱۴۷	۱۴/۹۱۷	۰/۰۷۷	۲/۹۳۱	۰/۹۸۹	۰/۰۳۵	۲/۷۵۶	۱۰۶/۳۴۰	۰/۹۴۳

جدول ۶- دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز گوجه‌فرنگی نشایی در کرمانشاه، برحسب روز پس از نشاکاری و درجه‌روزرشد پس از کاشت، با احتساب ۵ و ۱۰ درصد افت عملکرد

درجه‌روزرشد				روز پس از نشاکاری			
۱۰ درصد افت عملکرد		۵ درصد افت عملکرد		۱۰ درصد افت عملکرد		۵ درصد افت عملکرد	
پایان	شروع	پایان	شروع	پایان	شروع	پایان	شروع
۱۰۰۳	۱۴۴	۱۱۸۹	۱۰۳	۷۸	۱۹	۸۹	۱۴

دوره‌های تداخل سبب افزایش وزن خشک علف‌های هرز گردید و شایان ذکر است با افزایش طول دوره‌های تداخل تراکم بوته علف‌های هرز نیز به طور معنی‌داری افزایش یافت.

سپاسگزاری

نویسندگان لازم می‌دانند از زحمات همه اشخاصی که در انجام این پژوهش همکاری داشته‌اند از جمله آقای دکتر محمد رضا عبدالمهدی عضو محترم گروه زراعت و اصلاح نباتات و آقای مهندس بهزاد مهرشاد کارشناس محترم پژوهشی آزمایشگاه بیولوژی علف‌های هرز دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، تشکر و سپاسگزاری نمایند.

نتیجه‌گیری کلی

یکی از اصول مدیریت تلفیقی علف‌های هرز، استفاده از ابزار کنترل در زمانی است که حداکثر خسارت به علف‌های هرز و حداقل اثر منفی بر گیاه زراعی وارد شود که از آن تحت عنوان دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز یاد می‌شود. در این مطالعه مشخص شد که دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در گوجه‌فرنگی در منطقه کرمانشاه با ۵ و ۱۰ درصد کاهش عملکرد مجاز، به ترتیب بین ۱۴ تا ۸۹ روز و بین ۱۹ تا ۷۸ روز پس از نشاکاری می‌باشد. این مطالعه نشان داد که رقابت علف‌های هرز با گوجه‌فرنگی باعث کاهش معنی‌داری در سطح برگ و عملکرد بیولوژیکی گیاه گوجه‌فرنگی می‌شود، همچنین عملکرد کل میوه گوجه‌فرنگی نیز کاهش می‌یابد. افزایش طول

منابع مورد استفاده

- Abbasi NA, Zafar L, Khan HA, Qureishi AA, 2013. Effects of weeds on growth, yield and post harvest performance of tomato fruit. Pakistan Journal of Botany, 45(5):1581 -1587.
- Adisa IO, Rawat S, Pullagurala VLR, Dimkpa CO, Elmer WH, White JC, Hernandez-Viezcas JA, Peralta-Videa JR and Gardea-Torresdey JL. 2020. Nutritional Status of Tomato (*Solanum lycopersicum*) Fruit Grown in Fusarium-Infested Soil: Impact of Cerium Oxide Nanoparticles. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 68: 1986-1997.
- Ahmadvand G, Mondani F and Golzardi F, 2009. Effect of crop plant density on critical period of weed competition in potato. Scientia Horticulturae, 121: 249-254.
- Amador-Ramirez MD, 2002. Critical period of weed control in transplanted chilli pepper, Weed Research, 42: 203-209.

- Amare T, Frehiwot Sileshi F and Hamza I, 2015. Effect of weed interference period on yield of transplanted tomato (*Lycopersicon esculentum* M.) in Guder West Shewa-Oromia, Ethiopia. ISABB-Journal of Food and Agricultural Science, 5(3): 14-20.
- Bhowmik PC and Reddy KN, 1998. Effect of barnyard grass (*Echinochloa crusgali*) on growth, yield and nutrient status of transplanted tomatoes (*Lycopersicom esculentum*). Weed Science, 30: 775-778.
- Brown B, Hoshide AK, Gallandt ER, 2019. An economic comparison of weed management systems used in small-scale organic vegetable production. Organic Agriculture, 9: 53-63.
- Buhler DD, 2002. Challenges and opportunities for integrated weed management. Weed Science, 50: 273-280.
- Burnside OC, Wiens J H, Holder BJ, Weisberg S, Ristau EA, Johnson MM and Camerron JH, 1998. Critical period for weed control in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). Weed Science, 46: 301-306.
- Cao SY, Li Y, Meng X, Zhao CN, Li S, Gan RY and Li HB, 2019. Dietary natural products and lung cancer: Effects and mechanisms of action. Journal of Functional Foods, 52:316-331.
- Cardina Y, Webster TM, Herms CP and Regnier EE, 1999. Development of weed IPM. Levels of integration for weed management. Crop Protection, 2: 239-267.
- Chaudhari S, Jennings K M, Monks DW, Jordan DL, Gunter CC, McGowen SJ and Louws FJ, 2016. Critical period for weed control in grafted and nongrafted fresh market tomato. Weed Science, 64(3): 523-530.
- Cousens RD, 1992. Weed competition and interference in cropping systems proceedings of the first international Weed control congress. Melbourne, Australia, 1: 113-117.
- Crotser PM and Witt WW, 2000. Effect of Glycine max canopy characteristics, G.max interference, and weed-free periods in Solanum ptycanthum growth. Weed Science, 48: 20-26.
- Garvey PV, Meyers SL, Monks DW and Coble HD, 2013. Influence of Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) on the critical period for weed control in plasticulture-grown tomato. Weed Technology, 27(1): 165-170.
- Gupta OP, 2000. Weed management. Principles and practies. Weed Science, 49: 87-95.
- Hall MR, Swanton CJ and Anderson GW, 1992. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays* L.). Weed Science, 40: 441-447.
- Harker KN, BlackShaw RE and Clayton GW, 2001. Timing weeds removal for field Pea (*Pisum sativum*). Weed Technology, 15: 277-283.
- Husrev Mennan H, Jabran K, Zandstra BH and Pala F, 2020. Non-chemical weed management in vegetables by using cover crops: A Review. Agronomy, 10(2):257.
- Jahedipour S, Sobhani A and Bazoobandi M, 2008. Investigation of critical period for weed control in tomato (*Lycopersicon esculentum*). The 2nd weed science congress. Jan. 29-30. Mashhad, Iran.
- Jalali RM, Hassanein AMA and Fedlallah AM, 2020. Determination Critical Periods of Weed Competition and Weed Control Influence on Yield Productivity of Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.). Journal of Plant Production, 11: 127-137.
- Kavaliauskaite D and Bobinas C, 2006. Determination of weed competition critical period in red beer, Agronomy Research, 4: 217-220.
- Kenzevic SZ, Evans SP, Blankenship E, Van Aker RC and Lindquist JL, 2002. Critical period for weed control the concept and data analysis. Weed Science, 50: 773- 786.
- Khazaei H and Zare Feizabadi A, 2013. Assessment of fruit yield and quality of tomato varieties in one and several times hand-harvesting Seed. Plant Production Journal, 29 (2): 235-249 (in Persian).
- Khazaei H, Sobhani A and Khaksar K, 2008. Tomato seed multiplication Agricultural information and technology center, Agricultural research, education and extension organization, Technical report, No 87/505, p29 (in Persian).

- Martin M and Williams M, 2006. Planting date influences critical period of weed control in sweet corn, *Weed Science*, 54:928–933.
- Martínez JM, de Juan Valero JA, Padilla AD and Buendía MRP, 2015. Competition and critical periods in spring sugar beet cultivation. *Journal of Plant Protection Research*, 55(4): 336-342.
- Masiunas JB, 2002. In Illinois I (Eds) *Weed control for commercial vegetable crops*. Agricultural Pest Management Handbook, P 184-210.
- Nedim Dogan M, Unay A, Boz Ö and Albay F, 2003. Determination of optimum weed control timing in maize (*Zea mays*. L). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28:349-354.
- Norsworthy JK and Oliveria MJ, 2004. Comparison of the critical period for weed control in wide and narrow-row corn, *Weed Science*, 52: 802-807.
- Oliver LR and Klingman TE, 1994. Influence of cotton on weed interference. *Weed Science*, 42: 61-65.
- Osipitan OA, 2017. Weed interference and control in cowpea production: A review. *Journal of Agricultural Science*, 9: 11-20.
- Padarlo A, Bazoobandi M, Alimoradi L and Jahedi poor S, 2008. Calculation of Shanon-Weiner and Simpson index in weeds community of saffron fields. In 2nd Iranian Weed Science Congress. Mashhad, Iran, 29-30 January. (In Persian).
- Papamichail D, Elefetherohorinus I, Froud-Wiilliams R and Gravani F, 2002. Critical periods of weed competition in cotío. *Greece Weed Science*, 30: 1-7.
- Petroviene I, 2002. Competition between potato and weeds on Lithuani soils. *Weed Research*, 12:286-287.
- Rajcan I and Swanton CJ, 2001. Understanding maize-weed competition: resources competition, light quality and the whole plant. *Field Crops Research*, 71: 139–150.
- Seem EJ, Creamer NG and Monks DW, 2003. Critical weed-free period for Beauregard Sweep potato (*Pomoea batatas*). *Weed Technology*, 17: 680–695.
- Shahverdi M, Hejazi A, Rahimian MH and Torkamani A, 2002. Determination of the critical period for weed control in sunflower (*Helianthus annuus*). *Iranian Journal of Crop Science*, 4: 152-162. (In Persian).
- Shaw WC, 1985. Integrated weed management systems technology for agroecosystem management. In *CRC Handbook of Natural Pesticides: Methods*, ed. NB, Mandava, Vol. 1, 123-139. Boca Raton, FL.: CRC Press, Inc.
- Singh M, Saxena MC, Abu-Irmaileh BE, Al-Thahabi SA and Haddad NI, 1996. Estimation of critical period of weed control. *Weed Science*, 44: 273-283.
- Traore S, Mason SC, Martin AR, Mortensen DA and Spotanski J, 2003. Velvetleaf interference effects on yield and growth of grain sorghum. *Agronomy*, 95: 1602-2607.
- Trejo Solis C, Pedraza Chaverri J, Torres Ramos M, Jimenez Farfan D, Cruz Salgado A, Serrano Garcia N, Osorio Rico L. and Sotelo J, 2013. Multiple molecular and cellular mechanisms of action of lycopene in cancer inhibition. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*. Article No. 705121.
- Van Acer RC, Swanton CJ and Weise SF, 1993. The critical period of weed control in soybean and sunflower cropping systems. *Weed Science*, 41: 107-113.
- Van Acer RC, Weise CF and Swanton CJ, 1993. Influence of interference from a mixed weed species stand on soybean (*Glycine max* L. Merr) growth. *Canadian Journal of Plant Science*, 73: 1293-1304.
- Van Delden AL, Lote AP, Bastians L, Frank AC, Smid HG, Groeneveld RMW and Kropff MJ, 2002. The Influence of nitrogen supply on the ability of wheat and potato to suppress *Stellaria media* growth and reproduction. *Weed Research*, 42: 429-445.
- Vangessel MJ and Renner KA, 1990. Effect of soil type, whiling time, and weed interference on potato (*Solanum tuberosum*) development and yield. *Weed Technology*, 4: 299-305.

Wall DA and Friesen GH, 1990. Green foxtail (*Setaria viridis*) competition in potato (*Solanum tuberosum*).
Weed Science, 38: 396-400.