



دانشگاه گورگان  
فصلنامه علمی و تخصصی کشاورزی و منابع طبیعی گورگان

مجله پژوهش‌های تولید گیاهی  
جلد شانزدهم، شماره چهارم، ۱۳۸۸  
www.gau.ac.ir/journals

## بهبودسازی اقتصادی عملکرد محصول با تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز (CPWC) ذرت

\* مهدی مفتاح‌هلقی<sup>۱</sup> و محسن اسکافی‌نوغانی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۷/۳/۱؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۷/۲۵

### چکیده

برنامه‌ریزی مفید و اقتصادی نیازمند بررسی تأثیر علف هرز در طول دوره رشد گیاه می‌باشد. در این پژوهش دو گروه تیمار در نظر گرفته شده است گروه اول علف‌های هرز از ابتدای رشد تا زمان‌های مشخصی با گیاه زراعی رقابت نموده و پس از آن علف‌های هرز کنترل شده است. گروه دوم علف‌های هرز از ابتدای دوره رشد تا زمان مشخصی کنترل و پس از آن تا پایان دوره رشد با گیاه زراعی رقابت نموده‌اند. در پایان دوره رشد عملکرد محصول هر یک از تیمارها اندازه‌گیری شده و با استفاده از توابع لجستیک و گامپرتز تغییرات عملکرد نسبی تیمارها در طول دوره رشد بررسی شده است. این توابع به‌صورت پیوسته رابطه بین زمان و عملکرد نسبی را بیان می‌کنند. در تابع لجستیک متغیر مستقل، زمان پایان کنترل و در تابع گامپرتز، زمان شروع کنترل می‌باشد. با واسنجی و برآورد پارامترهای این دو مدل نقطه بحرانی کنترل علف‌های هرز تعیین شد. در تمام پژوهش‌های گذشته این محدوده را با فرض درصد مشخصی (۵ درصد) برای کاهش مجاز عملکرد نسبی محصول به‌دست آورده‌اند. در این پژوهش براساس کاهش اقتصادی عملکرد محصول محاسبه شده است. به همین دلیل این محدوده، دوره اقتصادی کنترل علف‌های هرز نامیده شده است. با استفاده از مدل برنامه‌ریزی پویا EPWC که تابعی از نسبت درآمد حاصل از یک درصد محصول به هزینه یک روز کنترل

\* مسئول مکاتبه: meftah\_20@yahoo.com

علف‌های هرز در واحد سطح می‌باشد، محاسبه می‌شود. EPWC برای هر سال با تعیین ارزش واحد محصول و هزینه مبارزه با علف‌های هرز برای واحد سطح به روز می‌شود. نمودار و معادلات ارایه شده نتایج این مطالعه به‌راحتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد که براساس مدل‌های فوق طول نقطه تقاطع منحنی گامپرتز و لجستیک ۲۷ روز بعد از کاشت ذرت و زمان بحرانی برای کنترل علف‌های هرز می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** دوره بحرانی، بهینه‌سازی، گامپرتز، لجستیک، واسنجی

### مقدمه

با توجه به منابع محدود، تنها راه افزایش تولید مواد غذایی برنامه‌ریزی اصولی و بهینه‌سازی اقتصادی عملکرد می‌باشد. خسارات علف‌های هرز سالانه حدود ۲۷۸ میلیون تن برآورد شده است که معادل ۱۱/۵ درصد از کل غذای جهان می‌باشد (ویور و تان، ۱۹۸۶؛ ویمبها و اوشیلومار، ۱۹۹۶). مطالعه‌های زیادی جهت مبارزه با علف‌های هرز انجام شده است، در این مطالعه‌ها محدوده‌ای از دوره رشد که در آن علف‌های هرز بیشترین خسارت را وارد می‌کنند دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز نامیده شده است (قوشه و همکاران، ۱۹۹۶) و این دوره برای گیاهان در مناطق مختلف محاسبه و پیشنهاد شده است (اومافرا، ۲۰۰۶). محدوده‌ای از دوره رشد گیاه که درآمد حاصل از افزایش محصول، بیشتر از هزینه کنترل علف‌های هرز باشد را دوره اقتصادی کنترل علف‌های هرز نامیده می‌شود. نتایج محققان مانند ویور و تان (۱۹۸۳)، هال و همکاران (۱۹۹۲)، دونان و همکاران (۱۹۹۵) و محمودی (۱۹۹۸) به‌خوبی نشان می‌دهد که کنترل علف‌های هرز در دوره بحرانی، اقتصادی می‌باشد. هر قدر دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز بزرگ‌تر در نظر گرفته شود عملکرد محصول کاهش کمتری خواهد داشت. از طرفی مبارزه غیراصولی با علف‌های هرز و استفاده از مواد شیمیایی مشکلات زیست محیطی نظیر آلودگی آب‌های زیرزمینی، توسعه علف‌های هرز مقاوم و آلودگی خاک را به همراه دارد و همچنین ممکن است درآمد حاصل از افزایش محصول جواب‌گوی هزینه‌های عملیات کنترل نباشد (هال و همکاران، ۱۹۹۸). بالا بردن قدرت رقابت گیاهان زراعی از طریق تراکم و فاصله ردیف‌های کشت، شاخص سطح برگ، ساختار سایه‌انداز، جذب تشعشع فعال فتوسنتزی<sup>۱</sup> و غلظت جریان فوتون

### 1. Photosynthetic Active Radiation

فتوستزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (ون‌آکر و همکاران، ۱۹۹۳). علاوه بر این، اعمال کود نیتروژن باعث افزایش توان رقابتی گیاه ذرت و کاهش دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز می‌شود (هال و همکاران، ۱۹۹۲). زمان جوانه‌زنی و ظاهر شدن گیاهچه علف‌های هرز نسبت به گیاه زراعی از عوامل مهم و مؤثر بر توان رقابتی محصول زراعی می‌باشد. همیشه تمهیدات بالا کافی نیست و مبارزه مستقیم با علف‌های هرز لازم و ضروری می‌باشد. در پژوهش‌های گذشته از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) و یا حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) برای به‌دست آوردن شروع دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز استفاده شده است. با این روش در فاصله زمانی بین دو تیمار، تغییرات میانگین‌ها قابل بررسی نبود (اومافرا، ۲۰۰۶؛ ون‌آکر و همکاران، ۱۹۹۳). علاوه بر آن اگر فاصله زمانی بین دو تیمار کم در نظر گرفته شود عملکرد آن‌ها نسبت به هم معنی‌دار نمی‌شود و به اشتباه شروع یا پایان دوره بحرانی در نظر گرفته می‌شود.

تاکنون پژوهش‌هایی برای تعیین دقیق درصد مجاز افت محصول انجام نشده است. در بیشتر تحقیقات از جمله قوشه و همکاران (۱۹۹۶)، برجسته (۱۹۹۶)، کیانی (۱۹۹۷) و احمدی (۱۹۹۹) دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز با در نظر گرفتن ۵ درصد افت مجاز محصول تعیین شده است. بدیهی است درصد مجاز افت محصول، تابعی از ارزش محصولات و هزینه‌های کنترل می‌باشد و مقدار آن در محصولات مختلف و شرایط اقتصادی مختلف، مقادیر مختلفی خواهد بود. علاوه بر آن، هزینه‌های کنترل واحد سطح به شرایطی از قبیل سطح زیر کشت و وضعیت اقتصادی منطقه بستگی دارد. بنابراین ممکن است در یک منطقه برای یک سال در دو مزرعه مختلف EPWC<sup>۱</sup> متفاوت باشد. هدف این پژوهش ارزیابی مدلی است که افت مجاز محصول را براساس بیشترین سود ممکن محاسبه نماید. در این شرایط CPWC<sup>۲</sup> معادل EPWC خواهد بود.

## مواد و روش‌ها

طرح‌های آزمایشی براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی ابوریحان دانشگاه تهران واقع در ۲۸ کیلومتری جنوب‌شرقی تهران در سال ۱۹۹۹ انجام شد. در پژوهش حاضر دو گروه تیمار، تیمارهای تداخل و کنترل در نظر گرفته شده است. هر گروه متشکل از هفت تیمار

1. Economic Period of Weed Controls
2. Critical Period of Weed Controls

و هر تیمار دارای سه تکرار بوده است. انتخاب تیمارهای هر گروه با توجه به پژوهش‌های گذشته و پوشش مناسب در طول دوره رشد انجام شده‌اند (هال و همکاران، ۱۹۹۲). گیاه مورد آزمایش ذرت سیلویی با نام علمی *Zea mays* می‌باشد. این گیاه به منظور تولید علوفه و دانه کشت می‌شود. برای واسنجی مدل‌ها از میانگین عملکرد تکرارهای هر تیمار استفاده شد. واسنجی مدل‌ها با تلفیق روش‌های حداقل مربعات، نیوتن - رافسون و روابط ریاضی حاکم بر معادله‌ها انجام شده است.

تیمارهای کنترل به ترتیب تداخل کامل یا کنترل صفر، کنترل ۱۶ روز، کنترل ۲۵ روز، کنترل ۳۴ روز، کنترل ۴۵ روز، کنترل ۷۳ روز و کنترل کامل در نظر گرفته شده‌اند. این زمان‌ها مراحل نمو گیاه به ترتیب زمان کاشت، ۳ برگی، ۶ برگی، ۱۰ برگی، ۱۴ برگی، یک هفته بعد از تشکیل کاکل ذرت و برداشت می‌باشند. در انتهای دوره رشد، عملکرد تیمارها اندازه‌گیری شد. برای تیمارهای تداخل، زمان‌ها مشابه تیمارهای کنترل در نظر گرفته شده است.

برای بیان درصد عملکرد نسبی گیاه زراعی در طول دوره رشد تیمارهای تداخل از مدل گامپرتز<sup>۱</sup> استفاده شد. در این مدل متغیر مستقل ابتدای زمان تداخل علف‌های هرز می‌باشد. هرچه این زمان به انتهای دوره رشد نزدیک شود، مقدار عملکرد نسبی به یک نزدیک‌تر می‌شود. علف‌های هرز در تیمار شاهد از ابتدا تا انتهای دوره رشد کنترل می‌شوند. شکل ریاضی این معادله به شکل زیر می‌باشد.

$$Y = Ae^{-Be^{-Kt}} \quad (1)$$

در این مدل  $Y$  عملکرد نسبی،  $t$  متغیر مستقل، زمان شروع تداخل و  $K$ ،  $B$  و  $A$  پارامترهای مدل می‌باشند.

برای بیان درصد عملکرد نسبی تیمارهای کنترل در طول دوره رشد، از مدل لجستیک استفاده شد. در این مدل، متغیر مستقل ابتدای زمان کنترل علف‌های هرز می‌باشد. هرچه این زمان به ابتدای دوره رشد نزدیک شود، مقدار عملکرد نسبی نیز به یک نزدیک خواهد شد. بنابراین تیمار کنترل صفر همان شاهد می‌باشد. شکل ریاضی این معادله به صورت زیر می‌باشد:

$$Y = \left( \frac{1}{De^{K(t-x)} + f} + \frac{f-1}{f} \right) \times 100 \quad (2)$$

در این تابع  $Y$  عملکرد نسبی،  $t$  متغیر مستقل زمان از شروع کنترل و  $D$ ،  $K$  و  $f$  پارامترهای مدل و  $x$  طول نقطه عطف تابع می‌باشد.

## 1. Gompertz

واسنجی مدل‌ها: با لگاریتم گرفتن از دو طرف معادله گامپرتز خواهیم داشت:

$$\ln Y = \ln A - Be^{-kt} \quad (3)$$

اگر  $K = K_0 + \Delta K$  باشد و مقدار  $K_0$  را معلوم فرض کنیم در نتیجه  $e^{-Kt} = e^{-K_0 t} e^{-\Delta K t}$  خواهد بود اگر در بسط تیلور  $e^{-\Delta K t}$ ، از جملات با توان بیشتر از یک  $\Delta K$  صرف‌نظر کنیم خواهیم داشت  $e^{-\Delta K t} = 1 - \Delta K t$  با جایگزینی این معادلات در معادله (3) خواهیم داشت:  $\ln Y = \ln A + Be^{-K_0 t} (\Delta K t - 1)$  که به معادله زیر قابل تبدیل می‌باشد.

$$I = C_1 f_1 + C_2 f_2 + C_3 f_3 \quad (4)$$

در معادله (4) توابع  $(f_1 = 1, f_2 = -e^{-K_0 t}, f_3 = f_3 t)$  معلوم می‌باشند. با انجام رگرسیون ضرایب  $C_1, C_2, C_3$  محاسبه و از رابطه‌های زیر پارامترهای مدل به دست می‌آیند.

$$A = e^{C_1}, \quad B = -C_2, \quad \Delta K = \frac{C_3}{C_2}$$

با معلوم بودن  $K_0$  از رابطه  $K = K_0 + \Delta K$  مقدار  $K$  به دست می‌آید اگر مقدار  $\Delta K$  به اندازه کافی کوچک نباشد با جایگزینی مقدار  $K$  در  $K_0$  محاسبه‌ها ادامه می‌یابند. با این روش به راحتی معادله گامپرتز واسنجی می‌شود.

در معادله لجستیک اگر  $t$  را طول دوره رشد در نظر بگیریم،  $Y$  عملکرد نسبی تیمار تداخل تمام فصل خواهد بود. در این صورت مقدار  $\frac{1}{De^{K(t-x)} + f}$  به خاطر بزرگ بودن  $t$ ، کوچک و قابل صرف نظر کردن است. و معادله (2) به شکل زیر خواهد بود:

$$Y = \frac{f-1}{f} 100 \Rightarrow f = \frac{-100}{Y-100} \quad (5)$$

در معادله (5)  $Y$  عملکرد نسبی تیمار تداخل تمام فصل و دارای کمترین عملکرد می‌باشد، ضریب  $f$  بزرگ‌تر از یک است و توان رقابتی گیاه در مقابل علف هرز را نشان می‌دهد، مقدار یک برای گیاهان بسیار حساس است و هرچه این پارامتر بزرگ‌تر باشد بیان‌کننده توان رقابتی بیشتر گیاه می‌باشد. اگر در معادله لجستیک  $t$  را طول نقطه عطف، یعنی مساوی  $t$ ، قرار دهیم، عبارت  $e^{K(t-x)}$  مساوی 1 خواهد بود. بدیهی است که در این صورت  $Y$  عملکرد نسبی در نقطه عطف ( $Y_x$ ) خواهد بود و معادله را می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$Y_x = \left( \frac{1}{D+f} + \frac{f-1}{f} \right) 100 \Rightarrow D = \frac{-f^x (Y_x - 100)}{f(Y_x - 100) + 100} \quad (6)$$

مقادیر  $X$  و  $Y_x$  با استفاده از عملکردهای اندازه‌گیری شده به دست می‌آید. و تنها پارامتر باقی‌مانده مدل گامپرتز یعنی  $K$  با برازش خط بین داده‌های اندازه‌گیری شده به دست می‌آید. با توجه به مدل‌های بالا، پس از واسنجی پارامترهای آن‌ها عملکرد محصول را با انجام مراحل زیر بهینه کرده و با توجه به آن دوره اقتصادی کنترل علف‌های هرز به دست می‌آید.

الف) محاسبه درصد عملکرد در نقطه تلاقی دو معادله  $(Y_c)$ .

ب) در نظر گرفتن درصد عملکرد بهینه  $(Y_{ec})$  به عنوان متغیر. بدیهی است درصد عملکرد بهینه از  $(Y_c)$  بیشتر و از ۱۰۰ کمتر خواهد بود زمان از دو مدل لجستیک و گامپرتز به ازای  $(Y_{ec})$  محاسبه می‌شود.

ج)  $(t_L, t_G)$  بازه زمانی محدود به شروع و پایان دوره بحرانی می‌باشد. اگر هزینه کنترل یک روز واحد سطح را  $P$  و ارزش ریالی ۱ درصد عملکرد محصول تیمار شاهد را  $Z$  فرض کنیم، هزینه کنترل مساوی  $P(t_G - t_L) \times$  خواهد بود و سود حاصل از افزایش محصول از رابطه  $Z - P(t_G - t_L) \times$   $(Y_{ec} - Y_c)$  به دست می‌آید که تابع هدف می‌باشد و باید بیشینه شود.

د) با توجه به مشخص شدن تابع هدف و قیدهای لازم، درصد عملکرد اقتصادی و دوره اقتصادی کنترل علف‌های هرز به صورت تابعی از  $Z/P$  به دست می‌آید.

## نتایج و بحث

با استفاده از عملکرد تیمارهای تداخل مدل لجستیک با روش ارایه شده به صورت زیر واسنجی شد.  $Y = 99.16e^{-1.40e^{-0.095t}}$  که مقادیر  $A=99/16$ ,  $B=1/40$ ,  $K=0/095$  می‌باشند و نتایج محاسبات در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- نتایج اندازه‌گیری شده و محاسبه شده تیمارهای تداخل.

زمان (روز از ابتدای کاشت)	درصد عملکرد نسبی اندازه‌گیری شده	درصد عملکرد نسبی محاسبه شده
۰	۲۴	۲۴/۵۷
۱۶	۷۵	۷۳/۱۴
۲۵	۸۷	۸۷/۱۳
۳۴	۸۹	۹۳/۸۶
۴۵	۱۰۰	۹۷/۲۷
۷۳	۹۹	۹۹/۰۳
۱۰۳	۱۰۰	۹۹/۱۵

با استفاده از عملکرد تیمارهای کنترل، مدل گامپرتز با روش ارایه شده به صورت زیر واسنجی شده است.

$$Y = \left( \frac{1}{0.14e^{0.14(t-23)} + 1/39} + \frac{f-1}{f} \right) \times 100$$

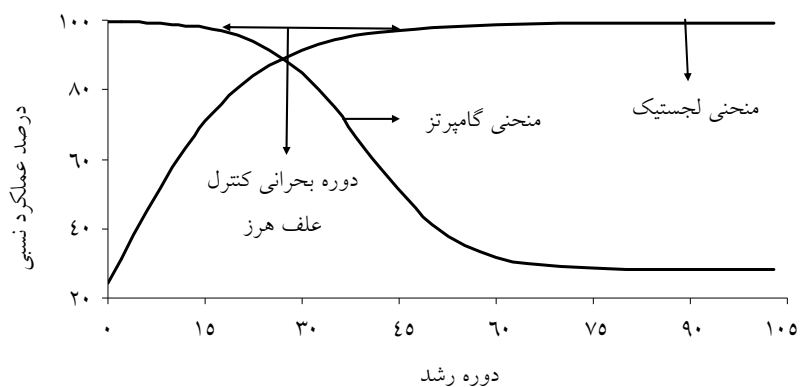
که مقادیر  $x=23$ ،  $f=1/39$ ،  $D=0/14$  و  $K=0/14$  می‌باشند و نتایج محاسبات در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- نتایج اندازه‌گیری شده و محاسبه شده تیمارهای کنترل.

زمان (روز از ابتدای کاشت)	درصد عملکرد نسبی اندازه‌گیری شده	درصد عملکرد نسبی محاسبه شده
۰	۱۰۰	۹۹/۶۹
۱۶	۹۶	۹۷/۲۹
۲۵	۹۳	۹۱/۴۶
۳۴	۷۷	۷۷/۲۶
۴۵	۵۱	۵۱/۴۸
۷۳	۳۴	۲۹/۱۹
۱۰۳	۲۴	۲۸/۴۸

نقطه بحرانی بر نقطه تلاقی دو منحنی گامپرتز و لجستیک منطبق می‌باشد. طول این نقطه ۲۷ روز بعد از کاشت است. این تاریخ حساس‌ترین زمان برای گیاه می‌باشد و باید در این زمان مزرعه ذرت عاری از هر گونه علف هرز نگهداری شود در این صورت حداقل عملکرد پیش‌بینی شده معادل ۸۹ درصد عملکرد شاهد خواهد بود. شکل ۱ منحنی‌های گامپرتز و لجستیک واسنجی شده را نشان می‌دهد. این شکل تأثیر علف‌های هرز بر عملکرد گیاه زراعی را نشان می‌دهد. در این شکل دوره بهینه کنترل علف‌های هرز با فرض این که مقدار  $Z/P$  مساوی ۵ باشد نشان داده شده است. با استفاده از مدل‌های پیوسته و برنامه‌ریزی پویا، دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز به‌عنوان تابعی از نسبت  $Z/P$  و درصد عملکرد مورد انتظار برای نسبت‌های مختلف  $Z/P$  محاسبه شده است.

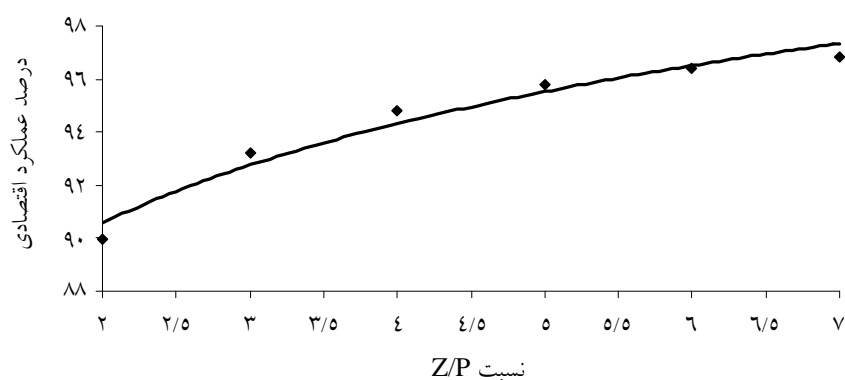
جدول ۳ دوره بحرانی، طول دوره بحرانی و درصد عملکرد اقتصادی را به ازای مقادیر مختلف  $Z/P$  نشان داده‌اند که بنابراین هر عاملی که باعث تغییر  $Z/P$  شود، طول دوره و درصد عملکرد بهینه را تغییر می‌دهد پژوهش‌های انجام شده نشان داده‌اند که افزایش طول دوره کنترل علاوه بر افزایش عملکرد، کیفیت محصول را افزایش می‌دهد و از افزایش جمعیت علف‌های هرز مزرعه در سال‌های بعد جلوگیری می‌کند (احمدی، ۱۹۹۹). اطلاعات مندرج در جدول ۳ راهنمای کاربردی و مناسبی برای کنترل علف‌های هرز براساس سود بیشینه در منطقه پاکدشت و ورامین و همچنین مناطقی است که تحقیقاتی در این زمینه انجام نشده است.



شکل ۱- منحنی لجستیک و گام‌پرتز و نمایش دوره بهینه کنترل علف‌های هرز.

جدول ۳- درصد عملکرد نسبی مورد انتظار و دوره اقتصادی کنترل علف‌های هرز به‌ازای مقادیر Z/P

Z/P	درصد عملکرد نسبی اندازه‌گیری شده	دوره بحرانی کنترل (روز از ابتدای کاشت)	طول دوره اقتصادی کنترل علف‌های هرز (روز)
۲	۸۹/۹۸	۲۶-۲۸	۳
۳	۹۳/۱۹	۲۳-۳۳	۱۱
۴	۹۴/۸۳	۲۰-۳۷	۱۸
۵	۹۵/۸۱	۱۹-۳۹	۲۱
۶	۹۶/۴۰	۱۸-۴۱	۲۴
۷	۹۶/۸۲	۱۷-۴۳	۲۷



شکل ۲- نمودار درصد عملکرد اقتصادی و نسبت Z/p



به منظور سادگی استفاده از نتایج این پژوهش شکل ۲، جدول ۳ و معادله‌های ۷ و ۸ ارائه شده است. برای استفاده از این معادلات با توجه به شرایط اقتصادی و امکانات موجود، (قیمت محصول در بازار و هزینه کنترل علف‌های هرز) نسبت  $Z/P$  محاسبه می‌شود و با قرار دادن این مقدار در یکی از معادله‌های ۷ و ۸ درصد نسبی عملکرد اقتصادی به دست می‌آید و در نهایت با استفاده از مدل‌های گامپرتز و لجستیک دوره اقتصادی کنترل علف‌های هرز محاسبه می‌شود.

$$Y = 87/01 \left( \frac{Z}{P} \right)^{0.079} \quad (7)$$

$$Y = 0/418 \ln \left( \frac{Z}{P} \right) + 86/81 \quad (8)$$

نتایج این پژوهش بهینه‌سازی اقتصادی کنترل علف‌های هرز می‌باشد. بدیهی است مدلی که برای بهینه‌سازی اقتصادی کشاورزی ارائه شود باید علاوه بر علف‌های هرز شامل توابعی برای آفات، امراض و عملیات کاشت، داشت و برداشت نیز باشد.

#### منابع

1. Ahmadi, A. 1999. Determination of critical period of weed control on tomato. M.Sc. Thesis, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Pardis Abouraihan, Tehran University, Iran, 100p. (In Persian)
2. Barjaste, A. 1996. Determination of critical period of weed control on forage sorghum. M.Sc. Thesis, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Tarbiyat Modarres University, Iran, 111p. (In Persian)
3. Dunan, C.M., Westra, P., Schweizer, E., Lybecker, D.W., and Moore, F.D. 1995. The concept and application of early economic period threshold: The case of DCPA in onion (*Alium cepa*). Weed Sci. 43: 634-639.
4. Ghoseh, H.Z., Holshouser, L., and Chandle, J.M. 1996. The critical period of johnsongrass Sorghoum halopense control in field corn (*Zea mayas*). Weed Sci. 44: 947-994.
5. Hall, M.R., Swanton, C.J., and Anderson, G.W. 1992. The critical period of weed control in grain corn. Weed Sci. 40: 441-447.
6. Keayani, A. 1997. Critical period of weed control on tomato. M.Sc. Thesis, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, 37p. (In Persian)

7. Mahmoody, S. 1998. Determination Critical period of weed control on cotton and assessment of competition effects on quantity and quality yield and yield components. M.Sc. Thesis, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Pardis Abouraihan, Tehran University, Iran, 164p. (In Persian)
8. Omafra, Staff. 2006. Principles of Integrated Weed Management: Critical Period of Weed Control. Publication 75, Guide to Weed Control, Minister of Agriculture, Food and Rural Affairs.
9. Van acker, R.C., Wanton, C.S., and Weise, S. 1993. The critical period of weed control in soybean. *Weed Sci.* 41: 194-200.
10. Vmbha, N., and Ushilumar, S. 1998. Weed Science Reasirch in India. *J. Agricultural. Sci.* 68: 8. 567-582.
11. Weaver, S.E., and Tan, C.S. 1983. Critical period of weed interference in transplanted tomatoes (*Lycopersicon esculentum*): Growth analysis. *Weed Sci.* 31: 476-481.
12. Weaver, S.E., and Tan, C. 1986. Critical period of weed interference in field seeded tomatoes and its relation to water stress and shading. *C.P. Sci.* 67: 575-583.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Plant Production, Vol. 16(4), 2009*  
*www.gau.ac.ir/journals*

## **Economic optimization of crop yield with determination critical period of weed control (CPWC) on corn**

**\*M. Meftah Halghy<sup>1</sup> and M. Eskafi Noghany<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Assistant Prof., Dept. of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>2</sup>M.Sc. Student, Dept. of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

### **Abstract**

Studying the weed's effect during period of plant growth is needed for economical and useful programming. In this paper two groups of treatments have been used. In the first group, weed and plant had competition from the beginning of growth period and then weeds were controlled at the certain time. In the second group, weeds were controlled from the beginning of growth period and at the certain time, were competed with the plant. At the end of growth period, the crop yield of both treatments have been measured and the variations of relative crop yield of treatments during growth period have been investigated, using Logistic and Gompertz functions. These functions describe the relationship between time and related yield, continuously. The independent variable in Logistic and Gompertz methods is end of control period and beginning of control period respectively. Critical point of weed control has been determined with calibration and parameter estimate of these two models. In all of past studies, CPWC has determined by accept of certain percent (5%) for allowable relative crop yield decrease. In this research, CPWC has been calculated based on economic decrease of crop yield. Therefore, this period has named as Economic Period of Weed Control (EPWC). EPWC, which is a function of income from one percent of crop yield to cost of one day of weed control in unit area, is calculated using dynamic programming. EPWC is annually updated, according to value of crop yield and cost of weed control for unit area. The results of this study show that the length of intersection point of Logistic and Gompertz curves is 27 days after planting of corn and critical point of weed control.

**Keywords:** Critical period, Optimization, Gompertz model, Logistic model, Calibration

---

\* Corresponding Author; Email: meftah\_20@yahoo.com

