نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۳۳۶-۳۲۲

Journal of Plant Protection
Vol. 31, No. 2, Summer 2017, P. 322-336

پیش‌بینی رویش مهم‌ترین گونه‌های علف هرز مزرعه سویا (*Glycine max* L.) تحت عملیات مختلف مدیریتی

رحمان خاکزاد[۱] - محمد تقی آل ابراهیم[۲*] - احمد توبه[۲] - مصطفی اویسی[۳] - رضا ولی اله پور[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۱۵
تاریخ پذیرش:۱۳۹۶/۰۳/۲۲

چکیده

پیش‌بینی رویش بالقوه گونه‌های مختلف علف هرز یک نیاز اساسی در توسعه راهبردهای مدیریت تلفیقی آفات برای کنترل علف‌های هرز است. از این رو برای پیش‌بینی الگوی رویش گونه‌های مختلف علف‌های هرز تحت عملیات مختلف مدیریتی آزمایشی به صورت کرت دو بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در شرکت دشت ناز ساری در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل دو سیستم خاک‌ورزی (کاشت بدون خاک‌ورزی و کاشت پس از آماده سازی زمین با دیسک + سیکلوتیلر)، سه تراکم ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در متر مربع سویا و دزهای مختلف علف‌کش ایمازاتاپیر (پرسوئیت) (صفر، ۵۰ درصد، ۷۵ درصد، دز توصیه شده و ۲۵ درصد بالای دز توصیه شده) بودند. تابع لجیستیک سه پارامتره روند کلی الگوی رویش علف‌های هرز مختلف را در برابر زمان دما (TT) به خوبی توصیف نمود. نتایج نشان داد به جز قیاق که در تیمار خاک‌ورزی پایین‌ترین تجمع گیاهچه را دارا بود بقیه گونه‌ها که همگی پهن برگ بودند در تیمار بدون خاک‌ورزی کمترین تجمع گیاهچه را داشتند. همچنین نتایج نشان داد که کلیه گونه‌های علف هرز در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع سویا و دز ۱/۲۵ لیتر در هکتار علف کش ایمازاتاپیر پایین‌ترین تجمع گیاهچه را به خود اختصاص دادند. در مجموع در بین سایر گونه‌ها تاج‌خروس با داشتن کمترین میانگین زمان رویش و دریافت درجه روز رشد پایین‌تر، سریعتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه دست یافت. از طرف دیگر گاوپنبه نیز با داشتن بیشترین میانگین زمان رویش و دریافت درجه روز رشد بالاتر، دیرتر از سایر گونه‌های مورد مطالعه به ۵۰ درصد رویش گیاهچه رسید. بر این اساس مرحله رشدی مناسب برای کنترل تاج خروس هنگامی است که هنوز موج اصلی گیاهچه-های گونه‌های غالب دیگر رویش پیدا نکرده‌اند. نتایج حاصل از این تحقیق اطلاعات ارزشمندی در پیش‌بینی زمان رویش علف‌های هرز سویا فراهم می‌کند که می‌تواند در برنامه مدیریت علف‌های هرز و گیاه زراعی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: الگوی رویش، تراکم، خاک‌ورزی، دز علف‌کش

مقدمه

علف‌های هرز یک ساله تابستانه معمولاً بین بهار و اوایل تابستان جوانه می‌زنند، در طول تابستان رشد می‌کنند و در پاییز به بذر می‌نشینند (۴۱). علف‌های هرز یک ساله تابستانه مشکلی پایدار در گیاهان ردیفی یک ساله تابستانه مانند سویا هستند که به طور مستقیم برای آب، نور و مواد غذایی رقابت می‌کنند و باعث کاهش عملکرد در کیفیت و کمیت می‌شوند (۲۹ و ۴۶). برخلاف مشکل دیگر آفات (به عنوان مثال، حشرات، بیماری‌ها)، این علف‌های هرز معمولاً در مجموعه‌های چند گونه‌ای به صورت سالانه با گونه‌های مختلفی که خصوصیات بیولوژیکی و اکولوژیکی منحصر به فرد دارند، تشکیل می‌شوند (۵۰).

هرچند کشاورزی به طور فزاینده بر تکنولوژی مدرن متکی است، آگاهی از سیستم‌های زیستی که در آن از این تکنولوژی‌ها استفاده می‌شود هنوز هم برای به کارگیری راهبردهای مدیریتی حیاتی است. اطلاعات زیستی در مورد علف‌های هرز برای تکامل راهبردهای مدیریتی به منظور به حداقل رساندن تأثیر آنها لازم و با ارزش است (۴۰). بازرسی مزارع برای مشکلات آفات در هر سیستم کشت ضروری است و آگاهی از زمان و تداوم ظهور گونه‌های علف‌های هرز می‌تواند کارایی پایش علف‌های هرز و متعاقب آن عملیات مدیریتی را افزایش دهد (۵۰). تولیدکنندگان در سیستم‌های کشتی که در آنها از هیچ علف‌کشی استفاده نمی‌شود نیاز به اطلاعاتی بر روی جوانه‌زنی

۱ و ۲- دانشجوی دکتری علوم علف هرز و دانشیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی
(*- نویسنده مسئول Email: m_ebrahim@uma.ac.ir)
۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی کرج
۴- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران
DOI: 10.22067/jpp.v0i0.59992

علف‌های هرز دارند تا عملیات مدیریتی را طراحی کنند (به عنوان مثال شخم، زمان کاشت، تراکم کاشت، انتخاب محصول برای رقابت موثرتر با علف‌های هرز) و آنهایی که متکی به راهبردهای شیمیایی هستند نیاز به این اطلاعات دارند تا بهترین زمان کاربرد علف کش را طراحی کنند (۲ و ۷).

موفقیت هر گیاه یک ساله به طور مستقیم به زمان جوانه‌زنی گیاهچه آن وابسته است، به علت اینکه زمان جوانه زنی تعیین‌کننده توانایی یک گیاه برای رقابت با گیاهان مجاور خود، زنده ماندن در تنش‌های زنده و غیرزنده و تولیدمثل است (۱۶). برای برخی از گونه‌ها، جوانه‌زنی در طی یک دوره کوتاه از زمان (به عنوان مثال، چند هفته) رخ می‌دهد، اما برای برخی دیگر می‌تواند در دوره های طولانی‌تری رخ دهد (به عنوان مثال، ماه) (۴۰). براساس گزارش دیویس و همکاران (۱۰) اگر همه بذور علف‌های هرز جوانه زده و در همان زمان ظاهر شوند، مدیریت علف‌های هرز کار ساده‌ای خواهد بود. علف‌های هرز مشکلی سالانه هستند، چرا که آنها در زمان‌های مختلف جوانه زده، به همین علت از عملیات کنترل فرار کرده، بذر تولید می‌کنند و بانک بذر خاک را ایجاد می‌کنند که ممکن است برای چندین سال باقی بماند (۸ و ۹).

اکثر بذوری که به تازگی تولید شده در سال اول پس از دفن جوانه زده، با این حال، برخی از بذور بسیاری از گونه‌ها برای سال‌ها در بانک بذر زنده باقی می‌مانند (۴). دوره و الگوی ظهور جامعه علف-های هرز به گونه‌های موجود در بانک بذر و اثر متقابل آنها با محیط بستگی دارد (۱۶ و ۴۴). بنابراین، آگاهی از گونه‌های علف‌های هرز موجود در بانک بذر خاک و هنگامی که این گونه‌ها به احتمال زیاد در برنامه‌ریزی برنامه‌های موثر کنترل علف‌های هرز جوانه می‌زنند، مهم است (۷ و ۱۷).

گونه‌های علف‌های هرز یک ساله تابستانه به ارایه الگوهای جوانه‌زنی مشابه در سراسر سال در یک مکان جغرافیایی شناخته شده‌اند (۴، ۲۴ و ۴۴). گزارش شده است که دما عامل اصلی محیطی تنظیم‌کننده جوانه‌زنی و ظهور گونه‌های علف‌های هرز می‌باشد (۴). دانشمندان مدل زمان حرارتی[1] را برای پیش بینی ظهور گونه‌های علف‌های هرز بر اساس تجمع روزانه واحد گرمایی و یا درجه روز رشد[2] بالاتر از یک مقدار آستانه مینیمم پایه توسعه داده‌اند (T_{base}). به نظر می‌رسد مدل‌های پیش‌بینی برای ظهور علف‌های هرز براساس تجمع TT به اندازه کافی برای پیش‌بینی زمان ظهور علف‌های هرز دقیق باشند (۱۸). علاوه بر این به علت اینکه داده‌های دمایی خاک به سهولت در دسترس هستند، ساخت این نوع مدل‌ها برای کشاورزان عملی و مفید خواهد بود (۵۰). به علت اینکه آب نیز یک جزء ضروری برای جوانه‌زنی بذر است، گومرسون (۲۰) مفهوم زمان رطوبتی حرارتی[3] را برای محاسبه اثرات مقدار رطوبت خاک بر روی زمان جوانه زنی گیاهچه پیشنهاد داد. مدل HTT تنها هنگامی اجازه تجمع واحدهای گرمایی را می دهد که رطوبت خاک بالاتر از آستانه مقدار رطوبت خاک مورد نیاز برای جوانه‌زنی بذر باشد (Ψ_{base}). مدل‌های HTT دقت پیش بینی مدل TT را به ویژه در مکان‌هایی که آب در طی دوره جوانه‌زنی محدود است بهبود داده‌اند (۲۷).

بسیاری از تحقیقات رویش علف‌های هرز و در نتیجه مدل‌های پیش بینی برای مناطق خارج از مازندران به صورت خاص تکامل یافته‌اند. به دلیل تفاوت در شرایط خاکی، آب و هوایی، جغرافیایی و گونه‌های علف‌های هرز این مدل‌ها ممکن است برای پیش‌بینی رویش گونه‌های علف‌های هرز منطقه مازندران مناسب نباشند. بنابراین هدف این آزمایش بررسی رویش علف های‌هرز و توسعه یک مدل تجربی مبتنی بر درجه روز رشد برای پیش بینی رویش چند گونه علف هرز یک ساله در سویا بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۵ در شرکت دشت ناز ساری واقع در ۱۵ کیلومتری شمال شرق ساری با مختصات جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۱۱ دقیقه طول شرقی و ارتفاع یک متر از سطح دریا اجرا شد. بافت خاک منطقه اجرای طرح نسبتاً سنگین و لومی رسی و دارای اسیدیته ۷/۸۶، ماده آلی ۲/۵۱ درصد، هدایت الکتریکی ۱/۰۳ دسی زیمنس بر متر، ۰/۱۲ درصد نیتروژن، ۱/۴۶ درصد کربن آلی، ۱۲/۶ پی پی ام فسفر قابل جذب و ۲۶۸ پی پی ام پتاسیم قابل جذب بود. آزمایش به صورت طرح کرت دو بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام گردید. در این آزمایش فاکتورهای مورد بررسی شامل ۲ سیستم خاک‌ورزی (کاشت بدون خاک‌ورزی و کاشت پس از آماده سازی زمین با دیسک + سیکلوتیلر)، ۳ تراکم ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در متر مربع سویا و دزهای مختلف علف کش ایمازاتاپیر (پرسوئیت) (صفر، ۵۰ درصد، ۷۵ درصد، دز توصیه شده و ۲۵ درصد بالای دز توصیه شده) در نظر گرفته شدند (سیستم‌های خاک‌ورزی به عنوان عامل اصلی، تراکم‌های مختلف سویا به عنوان عامل فرعی و دزهای مختلف علف کش ایمازاتاپیر به عنوان عامل فرعی فرعی). رقم مورد مطالعه در این آزمایش BP بود. از مهم‌ترین خصوصیات این رقم می‌توان به رشد محدود بودن، مقاوم به خوابیدگی و ریزش، سازگار به شرایط دیم منطقه و قدرت جوانه‌زنی خوب اشاره نمود. ابعاد هر کرت آزمایشی نیز ۶ در ۶ متر بود. فرمولاسیون علف‌کش ایمازاتاپیر (پرسوئیت) ۱۰ درصد محلول در آب

1- Thermal Time (TT)
2- Growing Degree Days (GDD)
3- Hydro Thermal Time (HTT)

و دز توصیه شده نیز یک لیتر در هکتار (۱۰۰ گرم ماده موثره در هکتار) بود.

مزرعه محل اجرای آزمایش قبل از اجرای طرح به دو منطقه یکنواخت برای سازگار کردن تیمارهای خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی تقسیم شد. این مزرعه در پاییز سال قبل به زیر کشت کلزا رفته بود. قبل از کاشت در کرت‌های بدون خاک‌ورزی، ساقه‌های باقیمانده کلزا با استفاده از ساقه خردکن قطعه قطعه گردید، سپس سم پاراکوات به نسبت ۳ لیتر در هکتار برای جلوگیری از رویش مجدد ساقه‌های باقیمانده کلزای خودرو به کار رفت. مطابق عرف منطقه در کرت‌های خاک‌ورزی قبل از کاشت ابتدا دو دیسک عمود بر هم زده شد و سپس از سیکلوتیلر به منظور عملیات تسطیح و نرم کردن خاک استفاده گردید. کوددهی نیز براساس عرف منطقه در هر دو سیستم خاک-ورزی انجام شد. کاشت در هر دو سیستم خاک‌ورزی در تاریخ ۹۵/۳/۱۷ انجام شد. بعد از کاشت تا زمان گلدهی هر هفته یک دور آبیاری صورت گرفت. ۲۰ روز پس از کاشت برای از بین بردن لارو پروانه هلیوتیس از حشره کش آوانت (ایندوکساکارب) به نسبت ۲۵۰ سی سی در هکتار استفاده گردید. در مرحله ۳ تا ۴ برگی سویا سمپاشی بر اساس تیمارهای ارایه شده با استفاده از سمپاش پشتی ۲۰ لیتری شارژی نوع Marina، مجهز به نازل شره‌ای و با فشار ۲/۵ بار (کالیبره شده بر اساس مصرف ۲۰۰ تا ۳۰۰ لیتر آب در هکتار) انجام شد. برای پیش‌بینی الگوی رویش در هر کرت یک کوادرات ثابت به اندازه ۵۰ در ۵۰ سانتیمتر در مرکز هر کرت قرار گرفت و از ابتدای فصل بعد از اولین آبیاری شمارش گیاهچه‌های تازه روئیده براساس نوع گونه آغاز شد. شمارش هر هفته تکرار و سپس گیاهچه‌های شمرده شده در هر مرحله حذف شدند تا زمانی که رویش جدید مشاهده نشد.

محاسبات آماری

برای محاسبه رویش تجمعی گیاهچه‌ها در طول فصل، تعداد گیاهچه‌های هر گونه بر مبنای تعداد گیاهچه در متر مربع محاسبه شد. به منظور توصیف الگوی رویش جمعیت‌های علف‌های هرز مختلف، رویش تجمعی هر کدام در برابر زمان حرارتی (TT) یا درجه روز رشد (GDD) بررسی شد. در این ارتباط زمان حرارتی از معادله ۱ به دست آمد.

$$GDD = \left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2}\right) - T_b \qquad (۱)$$

در اینجا T_{max} و T_{min} به ترتیب حداکثر و حداقل دمای روزانه و T_b دمای پایه جوانه‌زنی گونه است. دماهای پایه‌ای که در محاسبات GDD به کار رفته بودند شامل: ۹ درجه سانتیگراد برای گاوپنبه[1] (۱ و ۳۰)، ۱۲ درجه سانتیگراد برای قیاق[2] (۲۵)، ۲۲/۳ درجه سانتیگراد برای تاج‌خروس[3] (۵۱)، ۸/۱ درجه سانتیگراد برای فرفیون‌خوابیده[4] (۵۱)، ۷/۵ درجه سانتیگراد برای خرفه[5] (۴۳)، ۴ درجه سانتیگراد برای کلزا[6] (۱۸). لازم به ذکر است داده های حرارتی (میانگین دمای روزانه) از اداره کل هواشناسی مازندران واقع در پنج کیلومتری بزرگراه ساری (بلوار ساری- قائم شهر) به دست آمد.

از رگرسیون غیرخطی برای بیان الگوی رویش تجمعی گیاهچه‌ها استفاده شد. مدل لجستیک ۳ پارامتره به داده‌ها برازش داده شد (۱۱) (معادله ۲).

$$Y = \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^b} \qquad (۲)$$

که در آن Y رویش تجمعی علف هرز در طول فصل، a مجانب بالای منحنی یا همان حداکثر درصد رویش تجمعی علف هرز، x_0 میزان GDD یا زمان حرارتی که در آن میزان رویش تجمعی به ۵۰٪ میزان جوانه‌زنی نهایی می‌رسد، b شیب منحنی یا نرخ رویش به ازای هر درجه روز رشد محسوب می‌شود.

دو شاخص میانگین زمان رویش (MET)[7] و سرعت رویش (ERI)[8] نیز برای مقایسات تکمیلی رویش با استفاده از معادلات ۳ و ۴ محاسبه شدند (۶).

$$MET = \frac{N_1 t_1 + \ldots + N_n t_n}{N_1 + \ldots + N_n} \qquad (۳)$$

$$ERI = \frac{N_1 + \ldots + N_n}{MET} \qquad (۴)$$

که در آنها $N_1 \ldots N_n$، تعداد گیاهچه‌های جدید شمارش شده در هر نمونه برداری، $T_1 \ldots T_n$، عبارت است از مقدار GDD از هر شمارش تا شمارش بعدی و n تعداد مراحل شمارش است (۶). این دو شاخص درک ساده‌ای از فرایند سبز شدن به ما ارائه می‌دهند و ابزار مفیدی برای مقایسه فرایند رویش گیاهچه از هر یک از گونه‌ها فراهم می‌کنند. با این حال، آنها نمی‌توانند اطلاعات تفصیلی بیشتری بر روی داوم و سرعت جوانه‌زنی ارائه دهند (۱۳). برازش توابع با استفاده از نرم افزار Sigma Plot 12.5 و مقایسه میانگین مقادیر شاخص‌های MET و ERI توسط نرم افزار SAS 9.2 و با استفاده از آزمون LSD انجام شد.

1- *Abutilon theophrasti*

2- *Sorghum halepense*
3- *Amaranthus retroflexus*
4- *Euphorbia maculata*
5- *Portulaca oleracea*
6- *Brassica napus*
7-Mean emergence time (MET)
8- Emergence rate index (ERI)

نتایج و بحث

تابع لجیستیک سه پارامتره روند کلی الگوی رویش علف‌های هرز مختلف را در برابر زمان حرارتی (TT) در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و تراکم‌های مختلف سویا و دزهای مختلف علف‌کش ایمازاتاپیر به خوبی توصیف نمود (جداول ۱ و ۳ و ۵ و شکل های ۱ و ۲ و ۳). تخمین پارامترهای تابع فوق در هر یک از تیمارهای ارائه شده نشانگر تفاوت الگوی رویش هر گونه علف هرز نسبت به دیگری بود.

سیستم‌های خاک‌ورزی

الگوی رویش گونه‌های مختلف علف هرز در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی به این صورت بود که گاوپنبه اگر چه در هر دو سیستم شخم دارای میانگین زمان رویش و شاخص سرعت رویش یکسان بود ولی در سیستم خاک‌ورزی با دریافت درجه روز رشد کمتر (۴۸۳) (جدول ۱ و ۲) زودتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه دست یافت و این روند تا پایان نمونه‌برداری ادامه داشت به طوری که حداکثر رویش تجمعی گاوپنبه در سیستم خاک‌ورزی بالاتر (۲/۷) از سیستم بدون خاک‌ورزی (۲/۴) بود (شکل ۱). میانگین زمان رویش تاج‌خروس در دو سیستم خاک‌ورزی تقریباً یکسان بود ولی تاج‌خروس در سیستم خاک‌ورزی سرعت رویش بالاتری داشت (۰/۰۸۴) (جدول ۲)، به همین دلیل با دریافت درجه روز رشد تقریباً مشابه با سیستم بدون خاک‌ورزی (جدول ۱ و ۲) زودتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی خود دست یافت و این روند تا پایان نمونه‌برداری ادامه داشت به طوری که حداکثر رویش تجمعی تاج‌خروس در سیستم خاک‌ورزی (۵/۹) به دست آمد (شکل ۱). کلزای خودرو در سیستم خاک‌ورزی دارای میانگین زمان رویش کمتر (۴۲۱) و شاخص سرعت رویش بالاتر (۰/۲۱) در مقایسه با سیستم بدون خاک‌ورزی بود (جدول ۲) و با دریافت درجه روز رشد کمتر (۲۴۱) زودتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی خود دست یافت (جدول ۱ و ۲) و همین روند را تا پایان نمونه‌برداری ادامه داد به طوری که در سیستم خاک‌ورزی حداکثر رویش تجمعی گیاهچه (۴۷) را داشت (شکل ۱). فرفیون در سیستم بدون خاک‌ورزی دارای میانگین زمان رویش کمتر (۴۲۵) بود (جدول ۲) و با دریافت درجه روز رشد کمتر (۳۴۱) زودتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی خود دست یافت (جدول ۱ و ۲). ولیکن درصد رویش تجمعی در پایان نمونه برداری نشان داد که فرفیون در تیمار خاک‌ورزی دارای حداکثر رویش تجمعی (۵/۴) بود (شکل ۱). خرفه در تیمار خاک‌ورزی دارای میانگین زمان رویش پایین‌تر (۴۶۱) و شاخص سرعت رویش بالاتر (۰/۱۳) بود (جدول ۲). بنابراین با دریافت درجه روز رشد کمتر (۳۸۰) زودتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی خود دست یافت (جدول ۱ و ۲) و این روند را تا پایان نمونه‌برداری ادامه داد و در تیمار خاک‌ورزی دارای حداکثر رویش تجمعی گیاهچه (۶) بود (شکل ۱). قیاق در تیمار خاک‌ورزی دارای میانگین زمان رویش کمتر (۲۴۶) بود (جدول ۲) و با دریافت درجه روز رشد کمتر (۱۸۷) (جدول ۱ و ۲) توانست زودتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی خود دست یابد. ولی الگوی رویش در پایان نمونه‌برداری نشان داد که قیاق در تیمار بدون خاک‌ورزی دارای حداکثر رویش تجمعی (۲/۵) بود (شکل ۱).

نتایج الگوی رویش گونه‌های مختلف علف‌های هرز در سیستم‌های خاک‌ورزی نشان داد که تاج‌خروس در هر دو سیستم خاک‌ورزی دارای کمترین میانگین زمان رویش در بین سایر گونه‌ها بود (جدول ۲) و با دریافت درجه روز رشد کمتری سریعتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه دست یافت (جدول ۱ و ۲) و گاوپنبه هم در بین سایر گونه‌ها با دارا بودن بالاترین میانگین زمان رویش (جدول ۲) و دریافت درجه روز رشد بالاتر (جدول ۱ و ۲) دیرتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه رسید. این نتیجه نشان می‌دهد تاج‌خروس در بین گونه های مورد مطالعه گونه‌ای با جوانه‌زنی زود هنگام می‌باشد. این نتیجه برخلاف یافته‌های ورل و همکاران (۵۰) می‌باشد. آنها در بررسی الگوی رویش گونه‌های مختف علف هرز دریافتند که تاج‌خروس گونه‌ای با جوانه‌زنی دیر هنگام می‌باشد. از طرفی در این آزمایش مشاهده شد که گاوپنبه نیز در بین گونه‌های مورد مطالعه گونه‌ای با جوانه‌زنی دیر هنگام است. حال آنکه مطالعات الگوی رویش گونه‌های مختلف علف هرز نشان دادند که گاوپنبه گونه‌ای با جوانه‌زنی میان فصل است. (۲۴، ۳۸ و ۵۰).

نتایج کلی الگوی رویش گونه‌های مختلف علف هرز در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی در پایان نمونه‌برداری نشان داد به جز قیاق که در تیمار بدون خاک‌ورزی حداکثر رویش گیاهچه را داشت بقیه گونه‌ها که همگی پهن برگ بودند در تیمار خاک‌ورزی بالاترین تجمع رویش گیاهچه را داشتند (شکل ۱). خاک‌های شخم خورده، به عنوان خاک‌هایی که داری هوادهی بیشتری هستند، گرم‌تر می‌باشند و تجربه نوسانات دمایی بزرگتری دارند، محیط جوانه‌زنی بهتر برای اکثر بذور هم از نظر فیزیکی و هم از نظر شیمیایی فراهم می‌کنند (۳۴). شخم خود محرک جوانه‌زنی را برای علف‌های هرزی که نیازمند فلش‌های نوری، خراش‌دهی، نوسانات دمایی، محیطی برای افزایش غلظت CO_2 و یا غلظت بالاتر نیترات برای شکستن خواب هستند، فراهم می‌کند (۵). آنچه در مورد سیستم‌های خاک‌ورزی جالب توجه بود حداکثر رویش گیاهچه قیاق در پایان نمونه‌برداری در سیستم بدون خاک‌ورزی بود. منابع دیگری افزایش گراس‌هایی مانند قیاق را در سیستم‌های خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی گزارش کرده‌اند (۱۲ و ۳۲).

تراکم‌های مختلف سویا

الگوی رویش گونه‌های مختلف علف هرز در تراکم‌های مختلف سویا به این صورت بود که گاوپنبه در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع سویا دارای کمترین میانگین زمان رویش (۵۱۸) (جدول ۴) بود و در مقایسه با تراکم‌های ۲۰ و ۳۰ بوته در متر مربع سویا با دریافت درجه روز رشد پایین‌تر (۴۸۳) (جدول ۳ و ۴) سریعتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه رسید. با این حال الگوی رویش تجمعی در پایان نمونه‌برداری نشان داد که گاوپنبه به دلیل شاخص سرعت رویش بالاتر در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع سویا (جدول ۴) دارای حداکثر رویش تجمعی گیاهچه بود (شکل ۲).

جدول ۱- تخمین پارامترها و شاخص‌های برازش یافته مدل لجیستیک سه پارامتری به رویش تجمعی علف‌های هرز مختلف در برابر زمان حرارتی در سیستم‌های مختلف شخم سویا

Table 1- Estimated Parameters and Fitted indexes of 3-parameter logistic function to cumulative emergence of different weeds against thermal time in different tillage systems of soybean

گونه علف هرز Weed species	سیستم‌های خاک‌ورزی Tillage systems	a±se	b±se	X0±se	R^2adj	RMSE
Abutilon theophrasti	Tillage	2.72±0.08	-17.24±8.82	483.70±7.57	0.98	0.54
گاوپنبه	No Tillage	2.47±0.08	-18.26±11.23	485.45±9.18	0.98	0.49
Amaranthus retroflexus	Tillage	5.92±0.27	-2.53±0.60	45.91±3.96	0.97	1.31
تاج‌خروس	No Tillage	5.48±0.22	-2.62±0.57	45.75±3.50	0.97	1.22
Brassica napus	Tillage	47.06±1.97	-5.30±2.61	241.24±29.96	0.92	11.10
کلزا	No Tillage	44.63±2.06	-4.72±2.15	244.48±29.52	0.92	10.22
Euphorbia maculate	Tillage	5.48±0.07	-8.58±1.33	344.09±6.24	0.99	1.34
فرفیون خوابیده	No Tillage	5.12±0.06	-8.89±1.42	341.41±6.50	0.99	1.27
Portulaca oleracea	Tillage	6.15±0.03	-8.52±0.62	380.99±2.27	0.99	1.43
خرفه	No Tillage	4.71±0.03	-8.14±0.57	387.45±2.55	0.99	1.06
Sorghum halepense	Tillage	2.35±0.003	-8.40±0.34	187.81±0.33	0.99	0.62
قیاق	No Tillage	2.54±0.003	-8.63±0.35	188.30±0.31	0.99	0.67

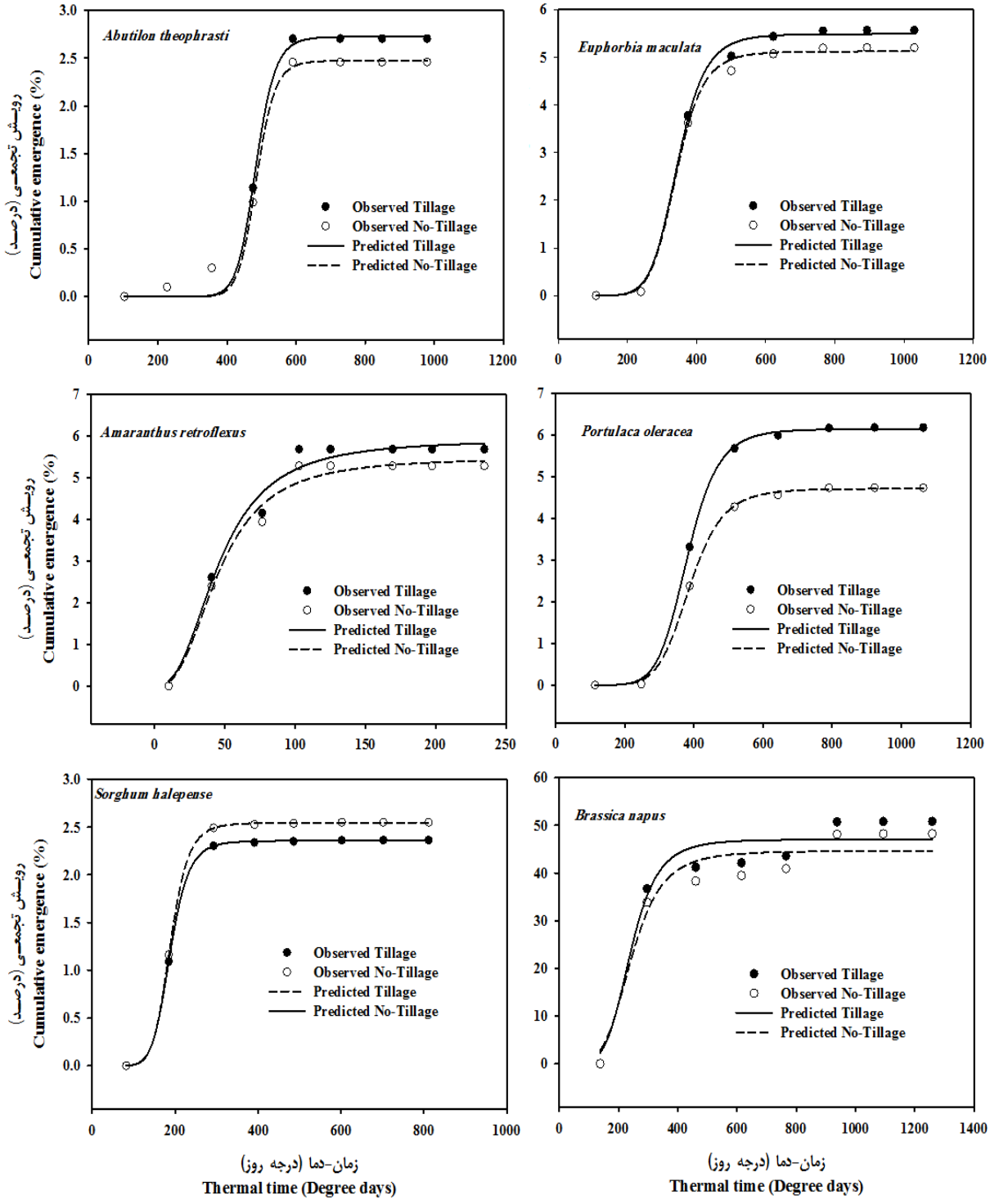
se(Standard Error) a: upper asymptote b: slope of curve x_0 : GDD to reach the %50 cumulative emergence

جدول ۲- شاخص‌های رویش (معادلات ۳ و ٤) و میزان درجه روز رشد تجمعی مورد نیاز برای ۵۰ درصد رویش علف‌های هرز مختلف در سیستم‌های مختلف شخم سویا

Table 2- Emergence indices (calculated using equations 3, 4) and cumulative growing degree days required to reach 50% emergence of different weeds in different tillage systems of soybean

گونه‌های علف هرز Weed species	سیستم‌های خاک ورزی Tillage systems	میانگین زمان رویش براساس درجه روز رشد Mean Emergence Time (MET) (GDD)	شاخص سرعت رویش براساس درجه روز رشد Emergence Rate Index (ERI) (%GDD)	درجه روز رشد تا رسیدن به ۵۰ درصد رویش تجمعی GDD to reach the 50% cumulative emergence
Abutilon theophrasti	Tillage	519.06 a	0.005 d	483.70 a
گاوپنبه	No Tillage	519.05 a	0.005 d	485.45 a
Amaranthus retroflexus	Tillage	66.98 e	0.084 ab	45.91 f
تاج‌خروس	No Tillage	66.77 e	0.079 ab	45.75 f
Brassica napus	Tillage	421.69 c	0.120 a	241.24 d
کلزا	No Tillage	430.49 c	0.111 a	244.48 d
Euphorbia maculate	Tillage	428.52 c	0.012 bc	344.09 c
فرفیون خوابیده	No Tillage	425.80 c	0.012 bc	341.41 c
Portulaca oleracea	Tillage	461.78 b	0.013 bc	380.99 b
خرفه	No Tillage	469.06 b	0.010 bc	387.45 b
Sorghum halepense	Tillage	246.70 d	0.009 cd	187.81 e
قیاق	No Tillage	247.10 d	0.010 bc	188.30 e

Within and between each weed species, MET and ERI values followed by the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$).



شکل ۱- درصد رویش تجمعی علف‌های هرز مختلف در برابر زمان حرارتی (GDD دریافتی در طول فصل) در سیستم‌های مختلف شخم سویا. تابع برازش یافته لجیستیک سه پارامتری می‌باشد

Figure 1- Percent cumulative emergence of different weeds against thermal time (GDD received during the season) in different tillage systems of soybean. (The fitted function is the three-parameter logistic)

تاج‌خروس در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع سویا دارای پایین‌ترین میانگین زمان رویش (۷۱) (جدول ۴) و بالاترین شاخص سرعت رویش (۰/۰۶) (جدول ۴) بود و با دریافت درجه روز رشد کمتر (۵۲) (جدول ۳ و ۴) سریعتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی خود دست یافت و این روند را تا پایان نمونه‌برداری ادامه داد و دارای حداکثر رویش تجمعی (۴/۶) بود (شکل ۲). کلزای خودرو در تراکم ۳۰ بوته در متر مربع سویا دارای کمترین میانگین زمان رویش (۳۹۵) (جدول ۴) بود و با دریافت درجه روز رشد پایین‌تر (۲۴۰) (جدول ۳ و ۴) سریعتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه دست یافت، ولی الگوی رویش در پایان نمونه‌برداری نشان داد کلزای خودرو به دلیل شاخص سرعت رویش بالاتر (جدول ۴) دارای حداکثر تجمع رویش گیاهچه در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع سویا بود (شکل ۲). فرفیون در تراکم ۳۰ بوته در متر مربع سویا دارای کمترین میانگین زمان رویش (۴۲۸) (جدول ۴) بود و با دریافت درجه روز رشد کمتر (۳۴۳) (جدول ۳ و ۴) سریعتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه دست یافت ولی حداکثر رویش تجمع یافته گیاهچه این علف هرز (۵/۶) در پایان نمونه‌برداری در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع سویا به دست آمد (شکل ۲). خرفه در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع سویا دارای کمترین میانگین زمان رویش (۴۶۳) (جدول ۴) بود و با دریافت درجه روز رشد کمتر (۳۸۰) (جدول ۳ و ۴) سریعتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه رسید و این روند را تا پایان نمونه‌برداری ادامه داد و حداکثر رویش تجمعی گیاهچه (۶/۶) در این تراکم از سویا به دست آمد (شکل ۲). قیاق در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع سویا دارای پایین‌ترین میانگین زمان رویش (۲۴۰) (جدول ۳) بود و با دریافت درجه روز رشد کمتر (۱۸۵) (جدول ۳ و ۴) زودتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه دست یافت ولی الگوی رویش در پایان نمونه‌برداری نشان داد که قیاق در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع سویا دارای حداکثر رویش تجمع گیاهچه (۲/۴) می باشد (شکل ۲).

نتایج الگوی رویش گونه‌های مختلف علف هرز در تراکم‌های مختلف سویا نشان داد که تاج خروس نسبت به سایر گونه‌ها در هر سه تراکم سویا دارای کمترین میانگین زمان رویش (جدول ۴) بود و با دریافت درجه روز رشد کمتر (جدول ۳ و ۴) سریعتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه دست یافت و گاوپنبه هم نسبت به سایر گونه‌ها در هر سه تراکم سویا بالاترین میانگین زمان رویش (جدول ۴) را داشت و با دریافت درجه روز رشد بالاتر، دیرتر (جدول ۳ و ۴) به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه رسید. این نتیجه مشابه نتیجه‌ای است که در مورد این دو علف هرز در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی به دست آمد. پس با این احتساب می‌توان گفت در این آزمایش تاج-خروس دارای جوانه‌زنی زود هنگام و گاوپنبه دارای جوانه‌زنی دیر هنگام می‌باشند. مطالعات نشان داده‌اند که تاج‌خروس گونه‌ای با جوانه‌زنی دیرهنگام (۵۰) و گاوپنبه گونه‌ای با جوانه زنی میان فصل (۲۴، ۳۸ و ۵۰) است. این نتایج نشان می‌دهد که درجه روز رشد تجمعی پیش‌بینی کننده خوبی برای رویش علف‌های هرز می‌باشد. پیش‌بینی رویش علف‌های هرز به کشاورزان کمک خواهد کرد، تصمیمات بهتری برای مدیریت زراعی و علف‌های هرز اتخاذ کنند.

نتایج کلی الگوی رویش در پایان نمونه‌برداری نشان داد که کلیه گونه‌های علف هرز در تراکم‌های ۲۰ و ۴۰ بوته در متر مربع سویا به ترتیب دارای حداکثر و حداقل تجمع رویش گیاهچه بودند (شکل ۲). بر این اساس در پاسخ به تراکم‌های گیاهی کم، پوشش محصول در اوایل فصل رشد کم است و مقدار زیادی از منابع در دسترس علف‌های هرز قرار می‌گیرد و آنها را قادر به استقرار و رشد سریع می‌کند (۳۳، ۳۷، ۲۲ و ۲۸). از طرف دیگر مطالعات بسیاری نشان دادند که ممانعت از رشد علف‌های هرز در تراکم‌های گیاهی بالاتر افزایش می‌یابد (۱۳، ۱۵، ۲۲، ۲۸، ۳۳، ۳۷، ۳۴). در حقیقت افزایش تراکم نه تنها جذب تشعشع در اوایل فصل، بلکه جذب ذخایر خاک از جمله آب را نیز بهبود می‌بخشد. چنین مسئله‌ای اولاً کارایی استفاده از منابع، بخصوص در اوایل فصل را به نفع گیاه زراعی تغییر می‌دهد و سبب جذب کمتر این منابع توسط علف هرز خواهد شد (۴۲ و ۴۷). ثانیاً به دنبال افزایش کارایی مصرف منابع توسط گیاه زراعی، سرعت رشد گیاه افزایش خواهد یافت. سرعت رشد بالاتر گیاه در مراحل اولیه رشد سبب استقرار سریع تر گیاه زراعی و در نتیجه سایه‌اندازی بیشتر بر روی سطح زمین خواهد شد که این دو مسئله میزان سبز شدن علف‌های هرز را کاهش می‌دهند (۴۸). در حقیقت افزایش تراکم، نوعی اعمال تنش بر علف‌هرز محسوب می‌شود که از طریق کاهش رشد علف‌های هرز گامی مهم در جهت مدیریت تلفیقی علف‌های هرز و کشاورزی پایدار به حساب می‌آید (۴۹). تراکم از جمله عواملی است که با تحت تأثیر قرار دادن ساختار کانوپی از طریق تغییر شکل اجزای اندام‌های هوایی همچون اندازه برگ‌ها، جهت‌گیری برگ‌ها و نحوه اتصال آنها به ساقه قادر به کاهش توان تداخل علف‌های هرز خواهد شد (۴۵، ۳۰، ۲۰ و ۴۸). بدین ترتیب می‌توان اثرات محیطی مثبت "تراکم بالای ممانعت کننده از رشد علف‌های هرز در نظام های زراعی" را به شرح ذیل ذکر نمود: (۱) کاهش شدید یا بدون کاربرد علف‌کش (۲) عبور و مرور کمتر بر روی مزارع و در نتیجه فشردگی کمتر خاک (۳) مصرف سوخت و تولید CO_2 کمتر (۴) کاهش فرسایش (۵) افزایش تنوع گیاهی در مزرعه (به علت اینکه علف های هرز از بین نمی روند بلکه از رشدشان جلوگیری می شود). (۶) افزایش منابع برای بی مهرگان، پرندگان و غیره (۴۹).

جدول ۳- تخمین پارامترها و شاخص‌های برازش یافته مدل لجیستیک سه پارامتری به رویش تجمعی علف‌های هرز مختلف در برابر زمان حرارتی در تراکم‌های مختلف سویا (بوته در متر مربع).

Table 3- Estimated Parameters and Fitted indexes of 3-parameter logistic function to cumulative emergence of different weeds against thermal time in different densities of soybean (plant/m^{-2}).

گونه علف هرز Weed species	تراکم (بوته در متر مربع) Density (plant.m^{-2})	a±se	b±se	X0±se	R^2adj	RMSE
Abutilon theophrasti گاوپنبه	20	2.94±0.08	-19.37±11.99	484.65±7.98	0.98	0.59
	30	2.74±0.08	-18.04±10.05	484.30±7.86	0.98	0.55
	40	2.60±0.08	-17.03±8.78	483.98±7.96	0.98	0.52
Amaranthus retroflexus تاج‌خروس	20	4.68±0.34	-2.48±0.75	52.18±6.39	0.95	0.99
	30	4.32±0.29	-2.59±0.74	53.43±6.13	0.95	0.92
	40	3.91±0.25	-2.68±0.74	54.47±5.99	0.95	0.84
Brassica napus کلزا	20	47.10±1.96	-5.21±2.49	241.83±29.18	0.93	11.08
	30	44.03±1.31	-6.1±2.89	240.22±26.32	0.96	10.98
	40	40.66±1.24	-5.84±2.55	241.50±24.74	0.95	10.02
Euphorbia maculate فرفیون خوابیده	20	5.66±0.07	-8.16±1.20	345.84±6.10	0.99	1.36
	30	5.54±0.07	-8.79±1.46	343.25±6.60	0.99	1.36
	40	4.65±0.06	-8.48±1.41	346.93±6.44	0.99	1.13
Portulaca oleracea خرفه	20	6.69±0.05	-8.18±0.65	380.60±2.73	0.99	1.54
	30	5.11±0.04	-7.88±0.61	385.29±2.98	0.99	1.15
	40	3.82±0.02	-9.32±0.71	385.51±1.95	0.99	0.89
Sorghum halepense قیاق	20	2.49±0.004	-8.13±0.34	188.42±0.39	0.99	0.65
	30	2.34±0.0003	-10.03±0.05	186.80±0.02)	1.00	0.62
	40	2.00±0.0001	-10.74±0.04	185.09±0.01)	1.00	0.53

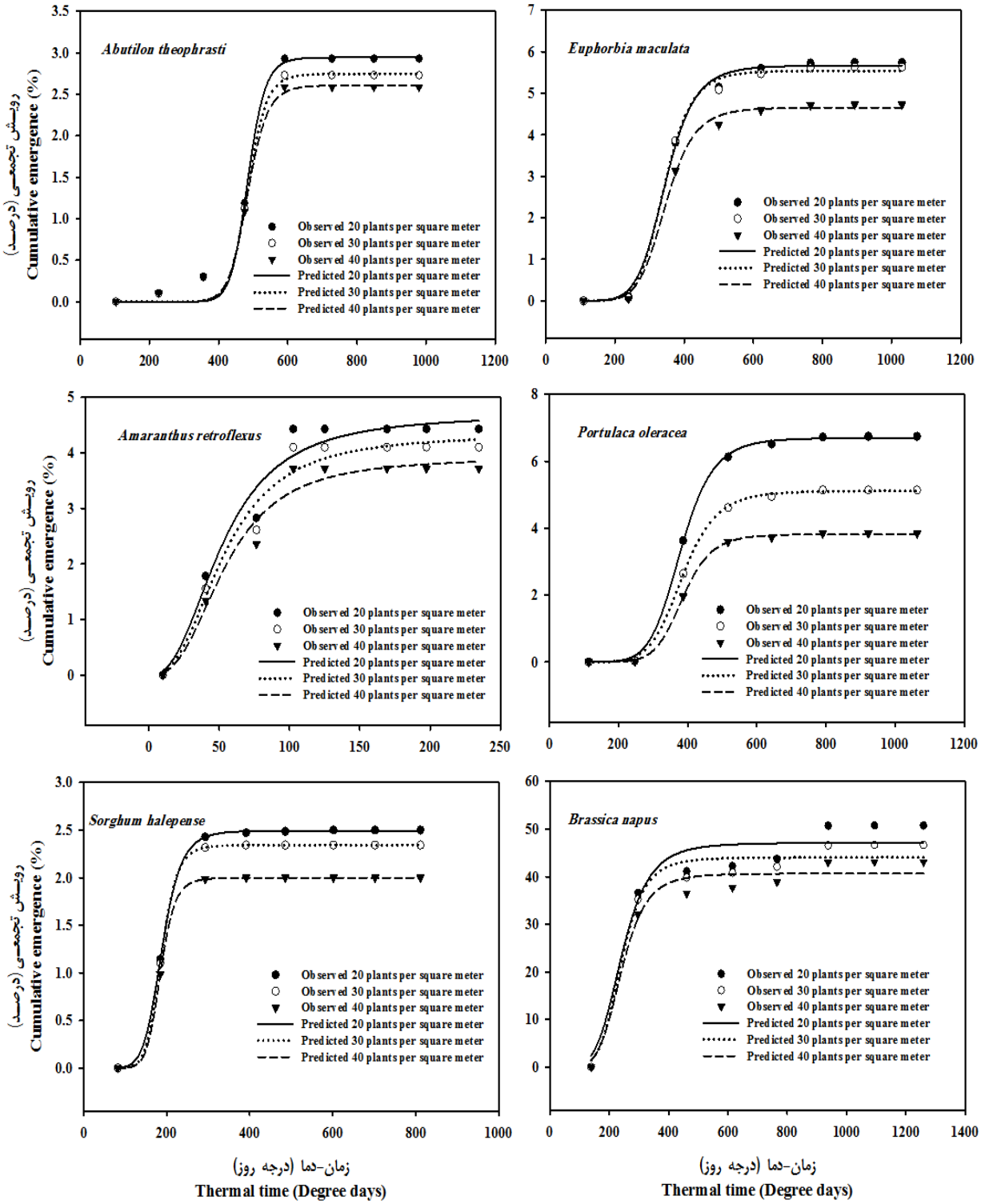
se(Standard Error) a: upper asymptote b: slope of curve x_0 : GDD to reach the %50 cumulative emergence

جدول ٤- شاخص‌های رویش (معادلات ۳ و ٤) و میزان درجه روز رشد تجمعی مورد نیاز برای ۵۰ درصد رویش علف‌های هرز مختلف در تراکم‌های مختلف سویا

Table 4- Emergence indices (calculated using equations 3, 4) and cumulative growing degree days required to reach 50% emergence of different weeds in different densities of soybean

گونه علف هرز Weed species	تراکم (بوته در متر مربع) Density (plant.m^{-2})	میانگین زمان رویش براساس درجه روز رشد Mean Emergence Time (MET) (GDD)	شاخص سرعت رویش براساس درجه روز رشد Emergence Rate Index (ERI) (%GDD)	درجه روز رشد تا رسیدن به ۵۰ درصد رویش تجمعی GDD to reach the 50% cumulative emergence
Abutilon theophrasti گاوپنبه	20	522.40 a	0.006 d	484.65 a
	30	520.08 a	0.005 d	484.30 a
	40	518.30 a	0.005 d	483.98 a
Amaranthus retroflexus تاج‌خروس	20	71.42 f	0.062 b	52.18 f
	30	72.30 f	0.056 b	53.43 f
	40	73.03 f	0.050 b	54.47 f
Brassica napus کلزا	20	421.31 d	0.120 a	241.83 d
	30	395.39 d	0.118 a	240.22 d
	40	398.35 d	0.108 a	241.50 d
Euphorbia maculate فرفیون خوابیده	20	431.15 c	0.013 c	345.84 c
	30	428.60 c	0.013 c	343.25 c
	40	433.22 c	0.010 c	346.93 c
Portulaca oleracea خرفه	20	463.15 b	0.014 c	380.60 b
	30	468.34 b	0.010 c	385.29 b
	40	463.87 b	0.008 c	385.51 b
Sorghum halepense قیاق	20	247.89 e	0.10 cd	188.42 e
	30	242.98 e	0.009 cd	186.80 e
	40	240.17 e	0.008 cd	185.09 e

Within and between each weed species, MET and ERI values followed by the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$)



شکل ۲- درصد رویش تجمعی علف‌های هرز مختلف در برابر زمان حرارتی (GDD دریافتی در طول فصل) در تراکم‌های مختلف سویا (بوته در متر مربع). تابع برازش یافته لجیستیک سه پارامتری می‌باشد

Figure 2- Percent cumulative emergence of different weeds against thermal time (GDD received during the season) in different densities of soybean (plant/m^{-2}). (The fitted function is the three-parameter logistic)

دزهای مختلف علف کش ایمازاتاپیر (پرسوئیت)

الگوی رویش گونه‌های مختلف علف هرز در دزهای مختلف علف‌کش ایمازاتاپیر به شرح ذیل بود.

کلیه علف‌های هرز پهن‌برگ مانند گاوپنبه، تاج‌خروس، کلزای خودرو، فرفیون و خرفه در دز صفر علف‌کش ایمازاتاپیر دارای کمترین میانگین زمان رویش (به ترتیب ۵۰۵/۵، ۷۱/۹، ۴۲۲/۴، ۴۳۷/۷ و ۳۹۰/۳) (جدول ۵) و بیشترین شاخص سرعت رویش (به ترتیب ۰/۰۰۸، ۰/۰۶۸، ۰/۱۲۰، ۰/۰۱۷ و ۰/۰۱۸) (جدول ۵) بودند و با دریافت کمترین درجه روز رشد (به ترتیب ۴۶۲/۴، ۵۲/۸، ۶/ ۲۴۱، ۳۴۷/۹ و ۳۱۲/۶) (جدول ۵ و ۶) سریعتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه رسیدند. در مورد علف هرز باریک‌برگ قیاق تا رسیدن به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه نتیجه برعکس علف‌های هرز پهن برگ بود به این ترتیب که قیاق در دز ۱/۲۵ لیتر در هکتار علف‌کش ایمازاتاپیر دارای کمترین میانگین زمان رویش (۲۴۷/۱) (جدول ۵) و کمترین شاخص سرعت رویش (۰/۰۱۰) (جدول ۵) بود و با دریافت کمترین درجه روز رشد (۱۸۸/۳) (جدول ۵ و ۶) سریعتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه رسید. این نتایج نشان می‌دهد که علف‌کش ایمازاتاپیر تا ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه علف‌های هرز پهن‌برگ را به خوبی کنترل نمود ولی روی علف هرز باریک‌برگ قیاق تأثیری نداشت.

جدول ۵- تخمین پارامترها و شاخص های برازش یافته مدل لجیستیک سه پارامتری به رویش تجمعی علف‌های هرز مختلف در برابر زمان حرارتی در دزهای مختلف علف‌کش ایمازاتاپیر (پرسوئیت) (لیتر در هکتار)

Table 5- Estimated Parameters and Fitted indexes of 3-parameter logistic function to cumulative emergence of different weeds against thermal time in different doses of herbicide Pursuit (Imazethapyr) (lit/ha^{-1})

گونه علف هرز Weed species	دز علف‌کش (لیتر در هکتار) Herbicide dose(lit.ha-1)	a±se	b±se	X0±se	R^2adj	RMSE
Abutilon theophrasti گاوپنبه	0	3.88±0.06	-11.83±1.88	462.45±4.88	0.99	0.80
	0.5	3.64±2.01	-11.68±2.01	464.02±5.34	0.99	0.74
	0.75	3.44±0.06	-11.60±2.17	465.77±5.81	0.99	0.70
	1	3.27±0.07	-11.59±2.36	467.65±6.24	0.99	0.66
	1.25	3.11±0.07	-11.74±2.65	470.21±6.68	0.99	0.62
Amaranthus retroflexus تاج‌خروس	0	5.11±0.26	-2.81±0.65	52.83±4.73	0.97	1.12
	0.5	4.82±0.25	-2.80±0.66	52.93±4.79	0.96	1.05
	0.75	4.54±0.24	-2.79±0.67	53.05±4.90	0.96	0.99
	1	4.31±0.23	-2.76±0.68	53.30±5.10	0.96	0.93
	1.25	4.00±0.23	-2.80±0.71	54.78±5.45	0.96	0.86
Brassica napus کلزا	0	47.23±2.00	-5.21±2.52	241.66±29.64	0.92	11.10
	0.5	45.38±2.02	-4.88±2.26	243.48±29.64	0.92	10.48
	0.75	43.85±2.05	-4.60±2.05	245.52±29.40	0.91	9.97
	1	42.50±2.09	-4.33±1.88	247.77±29.82	0.91	9.52
	1.25	40.35±2.22	-3.83±1.58	253.90±31.40	0.90	8.74
Euphorbia maculate فرفیون خوابیده	0	8.07±0.42	-3.42±0.63	347.91±22.03	0.98	1.27
	0.5	7.44±0.35	-3.59±0.62	376.25±19.78	0.98	1.19
	0.75	6.73±0.34	-3.53±0.65	379.15±21.32	0.98	1.06
	1	6.23±0.28	-3.59±0.61	374.33±19.18	0.98	1.00
	1.25	5.27±0.25	-3.47±0.60	367.99±19.85	0.98	0.85
Portulaca oleracea خرفه	0	7.31±0.24	-3.94±0.64	312.64±13.14	0.98	1.52
	0.5	6.77±0.23	-4.01±0.69	313.16±15.83	0.98	1.40
	0.75	6.35±0.21	-4.00±0.66	315.70±14.59	0.98	1.32
	1	5.94±0.17	-3.95±0.59	321.03±15.01	0.98	1.24
	1.25	5.64±0.20	-3.75±0.65	323.28±15.69	0.98	1.15
Sorghum halepense قیاق	0	3.48±0.10	-4.03±0.62	229.52±9.92	0.98	0.75
	0.5	3.18±0.06	-4.21±0.47	216.72±6.28	0.99	0.71
	0.75	3.00±0.03	-4.52±0.36	207.93±3.84	0.99	0.69
	1	2.81±0.01	-5.11±0.24	199.47±1.67	0.99	0.68
	1.25	2.51±0.003	-8.63±0.35	188.30±0.31	0.99	0.66

se(Standard Error) a: upper asymptote b: slope of curve x_0 : GDD to reach the %50 cumulative emergence

جدول ٦- شاخص های رویش (معادلات ۳ و ٤) و میزان درجه روز رشد تجمعی مورد نیاز برای ۵۰ درصد رویش علف‌های هرز مختلف در دزهای مختلف علف‌کش ایمازاتاپیر (پرسوئیت)

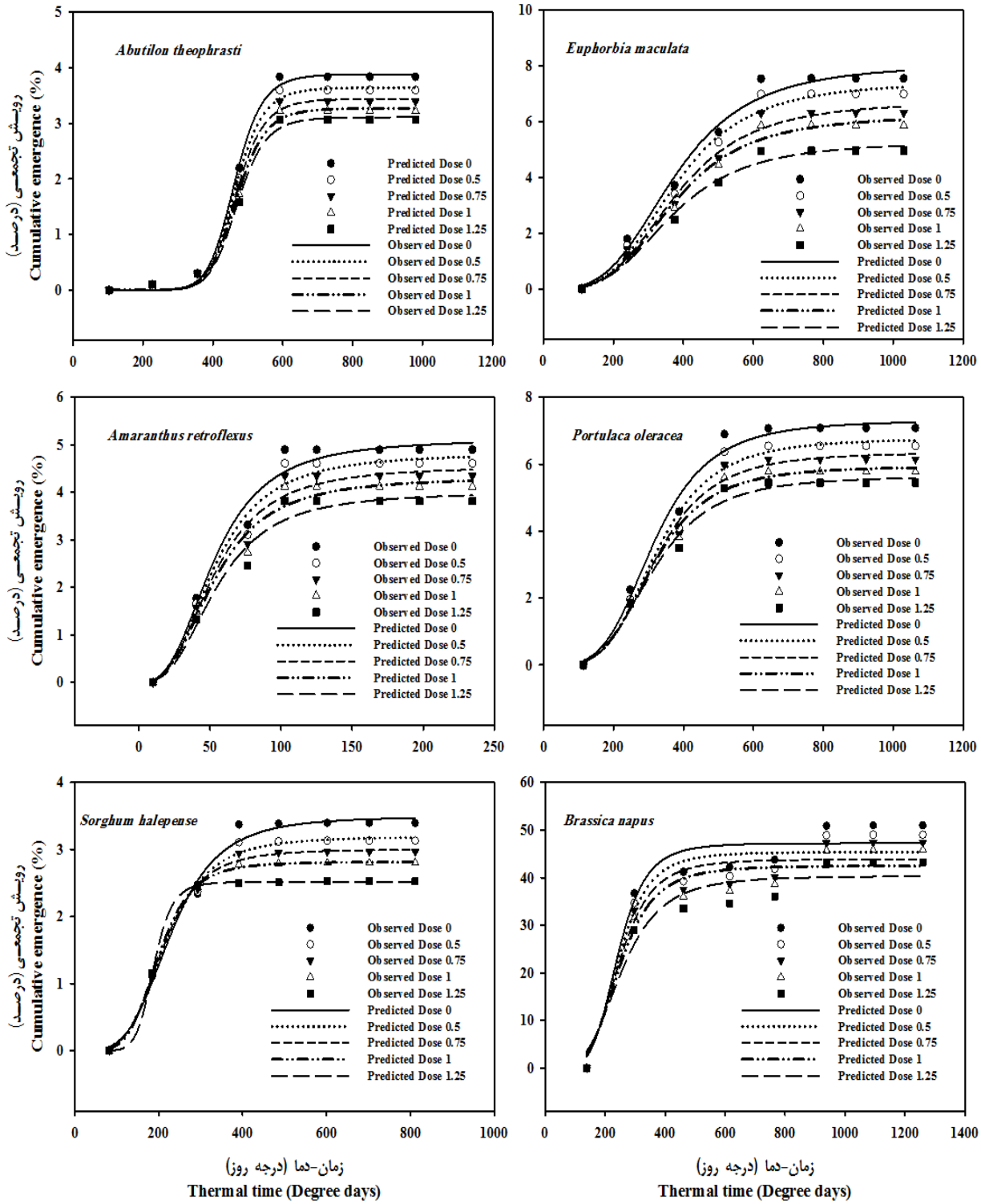
Table 6- Emergence indices (calculated using equations 3, 4) and cumulative growing degree days required to reach 50% emergence of different weeds in different doses of herbicide Pursuit (Imazethapyr)

گونه علف هرز Weed species	دز علف‌کش (لیتر در هکتار) Herbicide dose (lit.ha^{-1})	میانگین زمان رویش براساس درجه روز رشد Mean Emergence Time (MET) (GDD)	شاخص سرعت رویش براساس درجه روز رشد Emergence Rate Index (ERI) (%GDD)	درجه روز رشد تا رسیدن به ۵۰ درصد رویش تجمعی GDD to reach the 50% cumulative emergence
Abutilon theophrasti گاوپنبه	0	505.52 a	0.008 e	462.45 a
	0.5	505.66 a	0.007 e	464.02 a
	0.75	505.89 a	0.007 e	465.77 a
	1	506.22 a	0.007 e	467.65 a
	1.25	506.86 a	0.006 e	470.21 a
Amaranthus retroflexus تاج‌خروس	0	71.94 e	0.068 b	52.83 f
	0.5	72.01 e	0.064 b	52.93 f
	0.75	72.09 e	0.060 b	53.05 f
	1	72.27 e	0.056 b	53.30 f
	1.25	73.30 e	0.052 b	54.78 f
Brassica napus کلزا	0	422.49 b	0.120 a	241.66 d
	0.5	427.52 b	0.114 a	243.48 d
	0.75	432.01 b	0.109 a	245.52 d
	1	436.27 b	0.105 a	247.77 d
	1.25	444.28 b	0.097 a	253.90 d
Euphorbia maculate فرفیون خوابیده	0	432.71 b	0.017 cd	347.91 b
	0.5	437.76 b	0.015 cd	376.25 b
	0.75	441.25 b	0.014 cd	379.15 b
	1	438.32 b	0.013 cd	374.33 b
	1.25	439.50 b	0.011 cd	367.99 b
Portulaca oleracea خرفه	0	390.30 c	0.018 c	312.64 c
	0.5	390.78 c	0.016 c	313.16 c
	0.75	392.42 c	0.015 c	315.70 c
	1	396.19 c	0.014 c	321.03 c
	1.25	397.63 c	0.013 c	323.28 c
Sorghum halepense قیاق	0	289.29 d	0.010 de	229.52 e
	0.5	279.16 d	0.010 de	216.72 e
	0.75	271.35 d	0.011 de	207.93 e
	1	262.61 d	0.011 de	199.47 e
	1.25	247.10 d	0.011 de	188.30 e

Within and between each weed species, MET and ERI values followed by the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$).

الگوی رویش گونه‌های مختلف علف هرز در دزهای مختلف علف‌کش ایمازاتاپیر نتیجه مشابهی با الگوی رویش گونه‌های مختلف علف هرز در سیستم‌های خاک‌ورزی و تراکم‌های مختلف سویا نشان داد به این صورت که تاج‌خروس در بین سایر گونه‌ها با داشتن کمترین میانگین زمان رویش (جدول ۶) و دریافت پایین‌ترین درجه روز رشد (جدول ۵ و ۶) در دزهای مختلف علف‌کش ایمازاتاپیر، سریعتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه دست یافت و گاوپنبه هم در بین سایر گونه‌ها با داشتن بیشترین میانگین زمان رویش (جدول ۶) و دریافت بالاترین درجه روز رشد (جدول ۵ و ۶) در دزهای مختلف علف کش ایمازاتاپیر، دیرتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه دست یافت. بر این اساس تاج‌خروس دارای جوانه‌زنی زود هنگام و گاوپنبه دارای جوانه زنی دیرهنگام است. ورل و همکاران (۵۰) در مطالعات خود دریافتند که تاج خروس دارای جوانه‌زنی دیرهنگام و گاوپنبه دارای جوانه‌زنی میان فصل است. بنابراین مرحله رشدی مناسب برای کنترل تاج خروس هنگامی است که هنوز موج اصلی گیاهچه‌های گونه‌های غالب دیگر رویش پیدا نکرده‌اند.

نتایج کلی الگوی رویش گونه‌های مختلف علف هرز در دزهای مختلف علف‌کش ایمازاتاپیر در پایان نمونه‌برداری نشان داد که کلیه گونه‌های مختلف علف هرز چه پهن‌برگ و چه باریک‌برگ در دزهای صفر و ۱/۲۵ لیتر در هکتار علف‌کش ایمازاتاپیر به ترتیب دارای حداکثر و حداقل تجمع رویش گیاهچه بودند (شکل ۳).



شکل ۳- درصد رویش تجمعی علف های هرز مختلف در برابر زمان حرارتی (GDD دریافتی در طول فصل) در دزهای مختلف علف کش پرسوئیت (ایمازاتاپیر) (لیتر در هکتار). تابع برازش یافته لجیستیک سه پارامتری می باشد

Figure 3- Percent cumulative emergence of different weeds against thermal time (GDD received during the season) in different doses of herbicide Pursuit (Imazethapyr) (lit/ha^{-1}). (The fitted function is the three-parameter logistic)

نکته قابل توجهی که باید به آن اذعان داشت این است که تا رسیدن به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه، علف‌کش ایمازاتاپیر هیچ گونه تأثیری بر قیاق نداشت ولی با پیشرفت فصل رشد و پایان نمونه‌برداری این علف هرز نیز همانند سایر گونه ها در دز ۱/۲۵ لیتر در هکتار علف‌کش ایمازاتاپیر دارای کمترین تجمع رویش گیاهچه بود (شکل ۳). این نتیجه بیانگر آن است که یکی از ویژگیهای مهم خانواده علف کش‌های بازدارنده استولاکتات سنتاز[1] مخصوصاً ایمیدازولینون‌ها این است که مرگ گیاهان تیمار شده به کندی و در طی فصل رشد اتفاق می‌افتد. به طوریکه براساس بررسیهای انجام شده علت این امر می‌تواند به این دلیل باشد که ایمیدازولینون ها از ماندگاری نسبتاً بالایی در خاک برخوردارند (۲۳)، که این ویژگی برای کنترل علف‌های هرزی که در طول فصل رشد ظاهر می‌شوند، مناسب است (۳۶). به طوری که مطالعات نشان داده اند که کاربرد پس رویشی ایمازاتاپیر (پرسوئیت) از گروه علف‌کش های ایمیدازولینون ها منجر به کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ در کشت سویا و سایر گیاهان خانواده نیام داران می‌شود (۳، ۲۶ و ۳۹).

نتیجه گیری کلی

نتایج این تحقیق می‌تواند برای تولیدکنندگان به منظور پیش‌بینی زمان رویش گونه‌های متعدد علف‌های هرز مفید باشد. این اطلاعات می‌تواند به منظور برنامه‌ریزی بهتر روش‌های مدیریتی و شناسایی تغییرات بالقوه در ترکیب گونه‌های علف هرز منتج از عملیات مدیریتی زراعی سازگار استفاده شود. به عنوان مثال، گونه‌هایی با رویش زود هنگام به ویژه با دوره جوانه‌زنی کوتاه، را می‌توان پس از حداکثر رویش گیاهچه‌ها با استفاده از علف‌کش‌های تماسی یا شخم پیش از کاشت محصول مدیریت نمود. در مقابل گونه‌هایی با جوانه‌زنی میان فصل یا دیرهنگام را می‌توان با استفاده از علف‌کش‌های پس‌رویشی انتخابی یا تراکم‌های گیاهی بالاتر مدیریت نمود. گونه‌هایی با دوره رویش کوتاه ممکن است تنها با یک راهبرد مدیریتی (مانند کاربرد علف کش پس‌رویشی یا شخم) کنترل شوند، در حالی که گونه‌های علف هرز با دوره رویش طولانی ممکن است نیاز به عملیات چندگانه داشته باشند. در مجموع بهترین عملیات مدیریتی که برای مدیریت علف‌های هرز استفاده می‌شود به گونه‌های علف هرز موجود در بانک بذر خاک و تنوع تاکتیک‌های مدیریتی (به عنوان مثال تاریخ های کاشت) بستگی خواهد داشت که منجر به تغییرات کمتر در ترکیب گونه‌ها می‌شود.

منابع

1- Alm D.M., Pike D.R., Hesketh J.D., and Stoller E.W. 1988. Leaf area development in some crop and weed species. Biotronics, 17:29–39.

2- Anderson R.L. 1994. Characterizing weed community seedling emergence for a semiarid site in Colorado. Weed Technology, 8:245–249.

3- Arnold R.N., Murray M.W., Gregory E.J., and Smeal D. 1993. Weed control in pinto beans (*Phaseolus vulgaris*) with imzethapyr combinations. Weed Technology, 7:361-364.

4- Baskin C.C., and Baskin J.M. 1988. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperature region. American Journal of Botany, 75:286–305.

5- Benech-Arnold R.L., Sanchez R.A., Forcella F., Kruk B.C., and Ghersa C.M., 2000. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. Field Crops Research, 67:105–122.

6- Bilbro J.D., and Wanjura D.F. 1982. Soil crust and cotton emergence relationship. Transactions of American Society of Agricultural Engineers, 25:1485–1488.

7- Buhler D.D., Hartzler R.G., Forcella F., and Gunsolus J.L. 1997. Sustainable agriculture: Relative emergence sequence for weeds of corn and soybeans. Iowa State University Extension Bulletin, SA-11, 4 p.

8- Burnside O.C., Wilson R.G., Weisberg S., and Hubbard K.G. 1996. Seed longevity of 41 weed species buried 17 years in eastern and western Nebraska. Weed Science, 44:74–86.

9- Conn J.S., Beattie K.L., and Blanchard A. 2006. Seed viability and dormancy of 17 weed species after 19.7 years of burial in Alaska. Weed Science, 54:464–470.

10- Davis A.S., Schutte B.J., Iannuzzi J., and Renner K.A. 2008. Chemical and physical defense of weed seeds in relaion to soil seedbank persistence. Weed Science, 56:676–684.

11- Deihimfard R., Nazari Sh., and Aboutalbian M.A. 2016. Modelling Germination Pattern of Two Pigweed Ecotypes in Response to Temperature. Journal of Plant Protection (Agricultural Science and Technology), 30(2):328-336. (in

1- Inhibitors of acetolactate synthase (ALS)

Persian with English abstract).
12- Derksen D.A., Lafond G.P., Thomas A.G., Loeppky H.A., and Swanton C.J. 1993. Impact of agronomic practices on weed communities: tillage systems. Weed Science, 41:409–417.
13- Doll H. 1997. The ability of barley to compete with weeds. Biological Agriculture and Horticulture, 14:43–51.
14- Dorado J., Sousa E., Calha I.M., Gonzalez-Avdujar J.L., Fernandez L.A., and couintanilla, I.L. 2009. Predicting weed emergence in maize crops under two contrasting climatic conditions. Weed Research, 49:251–260.
15- Ervio L.R. 1972. Growth of weeds in cereal population. Journal of the Science of Food and Agriculture, 44:19–27.
16- Forcella F., Wilson R.G., Dekker J., Kremer R., Cardina J., Anderson R.L., Alm D., Renner K.A., Harvey R.G., Clay S., and Buhler D.D. 1997. Weed seed bank emergence across the Corn Belt. Weed Science, 67:123–129.
17- Forcella F., Benech-Arnold R.L., Sanchez R.E., and Ghersa C.M. 2000. Modeling seedling emergence. Field Crops Research, 67:123–139.
18- Gomez-Campo C. 1999. Biology of *Brassica Coenospecies*. Elsevier Science, p. 40.
19- Grundy A.C. 2003. Predicting weed emergence: a review of approaches and future challenges. Weed Research, 43:1–11.
20- Gummerson R.J. 1986. The effect of constant temperatures and osmotic potential on the germination of sugar beet. Journal of Experimental Botany, 41:1431–1439.
21- Gunsolus J.L. 1990. Mechanical and cultural weed control in cornand soybeans. Am. Journal Alternate Agriculture, 5:114-119.
22- Hakansson S. 1997. Competitive effects and competitiveness in annual plant stands, 2: measurements of plant growth as influenced by density and relative time of emergence. Swedish Journal of Agricultural Research, 27:75–94.
23- Halloway K.l., Kookana R.S., Noy D.M., Smith J.G., and Wilhelm N. 2006. Crop damage caused by residual Acetolactate synthase herbicides in the soils of south-eastern Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture, 46:1323-1331.
24- Hartzler R.G., Buhler D.D., and Stoltenberg D.E. 1999. Emergence characteristics of four annual weed species. Weed Science, 47:578–584.
25- Holt J.S., and Orcutt D.R. 1996. Temperature thresholds for bud sprouting in perennial weeds and seed germination in cotton. Weed Science, 44:523–533.
26- Klingman T.E., King C.A., and Oliver L.R. 1992. Effect of application rate, weed species, and weed stage of growth on imazethapyr activity. Weed Science, 40:227-232.
27- Leguizamon E.S., Fernandez-Quintanilla C., Barroso J., and Gonzalez-Andujar J.L. 2005. Using thermal and hydrothermal time to model seedling emergence of *Avena sterilis* ssp. ludoviciana in Spain. Weed Research, 45:149–156.
28- Lemerle D., Gill C.E., Murphy S.R., Walker R.D., Cousens S., Mokhtari S.J., Peltzer R., Coleman C., and Luckett D.J. 2001. Genetic improvement and agronomy for enhanced wheat competitiveness with weeds. Australian Journal of Agricultural Research, 52:527–548.
29- Lindquist J.L., Mortensen D.A., Clay S.A., Schmenk R., Kells, J.J., Howatt K., and Westra P. 1996. Stability of corn (*Zea mays*)-velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) interference relationships. Weed Science, 44:309–313.
30- Lindquist J.L., Mortensen D.A., and Johnson B.E. 1998. Mechanism of corn tolerance and velvetleaf suppressive ability. Agronomy Journal, 90:787–792.
31- Maddonni G.A., Otegui M.E., and Cirilo A.G. 2001. Plant population density, row spacing and hybrid effects on maize canopy architecture and light attenuation. Field Crops Research, 71:183-193.
32- McCloskey M., Firbank G., Watkinson A.R., and Webb D.J. 1996. The dynamics of experimental arable weed communities under different management practices. Journal of Vegetation Science, 7:799–808.
33- Medd R.W., Auld B.A., Kemp D.R., and Musison R.D. 1985. The influence of wheat density and spatial arrangement on annual ryegrass, *Lolium rigidum*, competition. Australian Journal of Agricultural Research, 36:361–371.
34- Mohler C.L. 1996. Ecological bases for the cultural control of annual weeds. Journal of Production Agriculture, 9:468–474.
35- Mohler C. 2001. Ecological Management of Agricultural Weeds. Cambridge: Cambridge University Press, 532 pp.
36- Moyer J.R., and Hamman W.M. 2001. Factors affecting the toxicity of MON 37500 residues to following crops. Weed Technology, 15:42-47.
37- Murphy S.D., Yakubu Y., Weise S.F., and Swanton C.J. 1996. Effect of planting patterns and inter row cultivation on competition between corn (*Zea mays*) and late-emerging weeds. Weed Science, 44:856–870.
38- Myers M.M., Curran W.S., Vangessel M.J., Calvin D.D., Mortensen D.A., Majek B.A., Karsten H.D., and Roth G.W. 2004. Predicting weed emergence for eight annual species in the northeastern United States. Weed Science,

52:913–919.
39- Nelson K.A., and Renner K.A. 2002. Yellow nutsedge control and tuber production with glyphosate and ALS-inhibiting herbicides. Weed Technology, 16:512-519.
40- Ogg A.G.Jr., and Dawson J.H. 1984. Time of emergence of eight weed species. Weed Science, 32:327–335.
41- Radosevish S., Holt J., and Ghersa C. 1997. Weed Ecology. 2nd edn. New York, 589 p.
42- Schwinning S., and Weiner J. 1998. Mechanisms determining the degree of sizeasymmetry in competition among plants. Oecologia, 113:447–455.
43- Steinmaus S.J., Prather T.S., and Holt J.S. 2000. Estimation of base temperatures for nine weed species. Journal of Experimental Botany, 51:275–286.
44- Stoller E.W., and Wax L.M. 1973. Periodicity of germination and emergence of some annual weeds. Weed Science, 21:74–580.
45- Teasdale, J.R., Beste C.E., and Potts W.E. 1991. Response of weeds to tillage and cover crop residue. Weed Science, 39:195–199.
46- Vangessel M.J., and Renner K.A. 1990. Effect of soil type, hilling time, and weed interference on potato (*Solanum tuberosum*) development and yield. Weed Technology, 4: 299–305.
47- Weiner J. 1990. Asymmetric competition in plant populations. Trends in Ecology and Evolution, 5:360–364.
48- Weiner J., Griepentrog H.W., and Kristensen L. 2001. Suppression of weeds by spring wheat (*Triticum aestivum*) increases with crop density and spatial uniformity. Journal of Applied Ecology, 38:784–790.
49- Weiner J., Andersen S.B., Wille W.K.M., Griepentrog H.W., and Olsen J.M. 2010. Evolutionary Agroecology: the potential for cooperative, high density, weed-suppressing cereals. Evolutionary Applications, 3:473–479.
50- Werle R., Sandell L.D., Buhler D.D., Hartzler R.G., and Lindquist J.L. 2014. Predicting Emergence of 23 Summer Annual Weed Species. Weed Science, 62:267–279.
51- Zhang H., Tian Y., and Zhou D. 2015. A Modified Thermal Time Model Quantifying Germination Response to Temperature for C3 and C4 Species in Temperate Grassland. Agriculture, 5:412-426.