Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Crop Production

Print ISSN: 2008- 739x
Online ISSN: 2008- 7403

Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences

Predicting the Emergence of Weeds of Bermuda grass (*Cyndon dactylon* (L.) Pers.) and Purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) in Canola Under Different Management Operation

Rahman Khakzad[*1], Ali Alishah[2]

[1] Department of Agronomy, Agriculture college of Sari, Technical Vocational University, Tehran, Iran.
E-mail: rahman.khakzad@yahoo.com
[2] Department of Agronomy, Agriculture college of Sari, Technical Vocational University, Tehran, Iran.
E-mail: ali.alishah.3000@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2023-4-15
Revised:
Accepted: 2023-9-9

Keywords:
Cumulative emergence
Emergence pattern
Herbicide dose
No-till
Tillage

ABSTRACT

Background and objectives: Perennial weeds live at least two years; some survive for decades. Most perennial weeds reproduce both by seeds and by the spread of energy-storing vegetative parts, such as roots or tubers. Strict winter weeds have the ability to survive and grow during times of the year when environmental conditions, mainly temperature, are not favorable for the development of other plant species. The objectives of this research were to understand the role of soil temperature in the emergence of bermuda grass and purple nutsedge in canola and to develop predictive models for the emergence of these two weeds based on soil thermal time (*STT*) accumulation.

Materials and methods: In order to predict the emergence pattern of bermuda grass and purple nutsedge under different management operation, a split plot experiment was conducted in a completely randomized block design with three replications in Sari Agricultural College in 2022. Two tillage systems (Conventional tillage and no-till) and three doses of Butisan Star (quinomerac + metazachlor) (0, 50, and 100 % recommended dose) were considered as experimental factors. To predict emergence pattern in each plot a fixed quadrat 50 in 50 cm in the center of each plot was and the start of the season after the first irrigation, new seedlings grown count, based on the species began. A three-parameter logistic model was used to describe the cumulative seedling emergence (CE) with *STT*. Parametric estimates were compared using paired t-test ($P<0.001$). From the emergence count data, mean emergence time (MET) and emergence rate index (ERI) were calculated. Comparing the average values of MET and ERI indices were compared by SAS 9.2 software and using LSD test.

Results: Bermuda grass in the no-till (NT) system and purple nutsedge in conventional tillage (CT) system had a shorter mean emergence time (MET) and a higher emergence rate index (ERI), and by receiving a lower growing degree days (T_{50}), they reached 50% of their cumulative growth faster. Also, bermuda grass and purple nutsedge at the highest dose of Butisan Star (100 % recommended dose) had the highest MET and the lowest ERI, and by receiving higher T_{50} and having a lower emergence rate (E_{rate}), they achieved 50% cumulative emergence of seedlings later.

Conclusions: Purple nutsedge in both tillage systems and all three doses of Botisan Star herbicide had a lower MET compared to bermuda grass and by

receiving lower T_{50}, it achieved 50% cumulative seedling emergence faster at the beginning of the growing season. On this basis, growth stage suitable for controlling purple nutsedge, when the main wave of bermuda grass seedlings still have not found emergence.

Cite this article: Khakzad, R., Alishah, A. 2023. Predicting the Emergence of Weeds of Bermuda grass (*Cyndon dactylon* (L.) Pers.) and Purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) in Canola Under Different Management Operation. *Crop Production Journal*, 16(3), 195-212.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejcp.2024.21226.2573
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تولید گیاهان زراعی
شاپا چاپی: ۲۰۰۸-۷۳۹x
شاپا الکترونیکی: ۲۰۰۸-۷۴۰۳
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران

پیش‌بینی رویش علف‌های هرز پنجه مرغی (*Cyndon dactylon* (L.) Pers.) و اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L.) در کلزا تحت عملیات مختلف مدیریتی

رحمان خاکزاد[1*]، علی عالیشاه[2]

[1]گروه مهندسی کشاورزی، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران، ایران. رایانامه: rahman.khakzad@yahoo.com
[2]گروه مهندسی کشاورزی، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران، ایران. رایانامه: ali.alishah.3000@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۲۶
تاریخ ویرایش:
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۱۸

واژه‌های کلیدی:
الگوی رویش
بدون خاک‌ورزی
خاک‌ورزی
دز علف‌کش
رویش تجمعی

چکیده

سابقه و هدف: علف‌های هرز چندساله حداقل دو سال و برخی برای دهه‌ها زندگی می‌کنند. بیش‌تر علف‌های هرز چند ساله هم از طریق بذر و هم از طریق گسترش بخش‌های رویشی ذخیره‌کننده انرژی مانند ریشه‌ها یا غده‌ها تکثیر می‌شوند. علف‌های هرز زمستانه مطلق توانایی زنده ماندن و رشد را در مواقعی از سال دارند که شرایط محیطی، عمدتاً دما، برای رشد سایر گونه‌های گیاهی مساعد نیست. اهداف این تحقیق درک نقش دمای خاک در رویش پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی در کلزا و توسعه مدل‌های پیش‌بینی‌کننده برای رویش این دو علف هرز بر اساس تجمع زمان دمای خاک بود.

مواد و روش‌ها: به‌منظور پیش‌بینی الگوی رویش پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی تحت عملیات مختلف مدیریتی آزمایشی به‌صورت طرح اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در آموزشکده کشاورزی ساری در سال ۱۴۰۱ اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی، دو سیستم خاک‌ورزی رایج و بدون خاک‌ورزی و سه دز مختلف علف‌کش بوتیزان استار (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد دز توصیه شده) بودند. برای پیش‌بینی الگوی رویش در هر کرت یک کوادرات ثابت ۵۰ در ۵۰ سانتی‌متری در مرکز هر کرت قرار گرفت و با شروع فصل پس از اولین آبیاری، شمارش گیاهچه‌های جدید رویش یافته بر اساس گونه آغاز شد. یک مدل لجستیک سه پارامتری برای توصیف رویش تجمعی گیاهچه با زمان دمای خاک استفاده شد. برآوردهای پارامتری با استفاده از تست‌های t دو طرفه مقایسه شدند ($P<0.001$). از داده‌های شمارش رویش، میانگین زمان رویش (MET) و شاخص سرعت رویش (ERI) محاسبه گردید. مقایسه میانگین مقادیر شاخص‌های MET و ERI توسط نرم افزار SAS 9.2 و با استفاده از آزمون LSD انجام شد.

یافته‌ها: پنجه مرغی در سیستم بدون خاک‌ورزی و اویارسلام ارغوانی در سیستم خاک‌ورزی رایج دارای میانگین زمان رویش کم‌تر و شاخص سرعت رویش بالاتر بودند و با دریافت درجه روز رشد (T_{50}) کم‌تر، سریع‌تر به ۵۰ درصد رویش تجمعی خود دست یافتند. همچنین پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی در بالاترین دز بوتیزان استار (۱۰۰ درصد دز توصیه شده)

دارای بیش‌ترین میانگین زمان رویش و پایین‌ترین شاخص سرعت رویش بودند و با دریافت T_{50} بالاتر و دارا بودن نرخ رویش پایین‌تر، دیرتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه دست یافتند.

نتیجه‌گیری: اویارسلام ارغوانی در هر دو سیستم خاک‌ورزی و هر سه دز علف‌کش بوتیزان استار دارای میانگین زمان رویش کم‌تر در مقایسه با پنجه مرغی بود و با دریافت T_{50} پایین‌تر، سریع‌تر به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه در ابتدای فصل رشد دست یافت. بر این اساس مرحله رشدی مناسب برای کنترل اویارسلام ارغوانی هنگامی است که هنوز موج اصلی گیاهچه‌های پنجه مرغی رویش پیدا نکرده است.

استناد: خاکزاد، ر.، عالیشاه، ع. (۱۴۰۲). پیش‌بینی رویش علف‌های هرز پنجه مرغی (*Cyndon dactylon* (L.) Pers.) و اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L.) در کلزا تحت عملیات مختلف مدیریتی. *مجله تولید گیاهان زراعی*، ۱۶ (۳)، ۲۱۲-۱۹۵

DOI: 10.22069/ejcp.2024.21226.2573

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

علف‌های هرز چندساله حداقل دو سال و برخی برای دهه‌ها زندگی می‌کنند. بیش‌تر علف‌های هرز چندساله هم از طریق بذر و هم از طریق گسترش بخش‌های رویشی ذخیره‌کننده انرژی مانند ریشه‌ها یا غده‌ها تکثیر می‌شوند (۱). این علف‌های هرز توانایی زنده ماندن و رشد را در مواقعی از سال دارند که شرایط محیطی، عمدتاً دما، برای رشد سایر گونه‌های گیاهی مساعد نیست (۲). علف‌های هرز چندساله‌ای که در زمستان رویش می‌نمایند را می‌توان بیش‌تر یا به عنوان مطلق[1]، جایی که جوانه‌زنی فقط در پاییز و زمانی که دما در حال کاهش است، رخ می‌دهد، یا اختیاری[2]، جایی که جوانه‌زنی هم در پاییز و هم در بهار اتفاق می‌افتد، طبقه‌بندی کرد (۳ و ٤). علف‌های هرز زمستانه اختیاری شانس بقای خود را افزایش می‌دهند، زیرا خطر حذف در طی یک دوره واحد کاهش می‌یابد (مثلاً مدیریت اواخر پاییز یا از بین بردن زمستانه).

علف‌های هرز چندساله در کشاورزی ایالات متحده به دلیل افزایش پذیرش شیوه‌های خاک‌ورزی حفاظتی (۵)، پذیرش گسترده محصولات زراعی مقاوم به گلایفوسیت (٦) و کاهش استفاده از علف‌کش‌های دارای اثر باقیمانده (۷) فراوان شده‌اند. اثرات علف‌های هرز چندساله زمستانه مطلق و اختیاری در سیستم‌های زراعی اغلب نادیده گرفته می‌شود، زیرا این علف‌های هرز چرخه زندگی خود را قبل یا در زمان کاشت گیاه زراعی کامل می‌کنند (۸). با این حال، توده‌های متراکم علف‌های هرز زمستانه مطلق و اختیاری ممکن است منجر به تأخیر در گرم شدن خاک در بهار (۹)، رقابت مستقیم و غیرمستقیم برای آب و مواد غذایی در طی استقرار اولیه محصول زراعی اصلی (۱۰) و دشواری عملیات کاشت (۱۱) شوند. علاوه بر این، چندین علف هرز زمستانه اختیاری می‌توانند به عنوان میزبان جایگزین برای آفات، از جمله نماتد سیست سویا (*Heterodera glycines*, SCN) عمل کنند (۱۲ و ۱۳).

برای کاهش مشکلات مربوط به علف‌های هرز چندساله زمستانه، کشاورزان از علف‌کش‌ها در اواخر پاییز یا اوایل بهار استفاده می‌کنند. کاربرد علف‌کش پاییزی کنترل رضایت‌بخش علف‌های هرز را فراهم می‌کند (١٤) و ممکن است در مقایسه با کاربرد اوایل بهار، به ویژه در سال‌های مرطوب، مفید باشد، زیرا کشاورزان می‌توانند حجم کار خود را در طول زمان بهتر گسترش دهند (۱۱). علف‌های هرز زمستانه (مطلق و اختیاری) در پاییز یا اوایل بهار، زمانی که کوچک هستند، به تیمارهای علف‌کش حساس‌ترند. در اواخر بهار، اگر علف‌های هرز در مرحله رشد سریع باشند، کاربرد علف‌کش ممکن است منجر به کنترل مطلوب نشود (۹). تحقیقات کمی بر روی استفاده از زمان رویش علف‌های هرز چندساله برای تصمیم‌گیری‌های مدیریت علف‌های هرز متمرکز شده است (۳). مدل‌های پیش‌بینی‌کننده رویش علف‌های هرز ممکن است آگاهی از زمان‌بندی و توالی رویش گونه‌های علف‌های هرز را تحت شرایط مزرعه فراهم کنند و به پرورش‌دهندگان کمک کنند تا بهترین زمان را برای اقدامات مدیریتی (یعنی کاربرد علف‌کش، خاک‌ورزی) انتخاب کنند. زمان رویش علف‌های هرز زمستانه کلزا (یک‌ساله و چندساله) در کانادا و جنوب ایالات متحده گزارش شده است (۳ و ٤)، اما الگوی رویش شایع‌ترین گونه‌های علف‌های هرز زمستانه کلزا (چندساله) در منطقه مازندران، تا جایی که ما می‌دانیم، بررسی نشده است.

[1] Strict
[2] Facultative

تعدادی از رویکردهای تجربی مختلف برای پیش‌بینی رویش علف‌های هرز استفاده شده‌اند، اما متداول‌ترین روش‌های مورد استفاده، مدل‌های زمان دمایی (TT) و زمان رطوبتی دمایی (HTT) هستند. از آنجایی که دما عامل محیطی اصلی تنظیم‌کننده جوانه‌زنی و رویش است (٤)، مدل‌های TT برای پیش‌بینی رویش چندین گونه علف هرز بر اساس تجمع واحدهای حرارتی بالاتر از حداقل مقدار پایه (T_{base}) (یعنی درجه روز رشد [GDD]) توسعه یافته‌اند.از آنجایی که آب نیز یک جزء ضروری برای جوانه‌زنی بذر است، گومرسون (۱۹۸٦) مفهوم HTT را پیشنهاد داد که اثرات محتوای آب خاک بر زمان رویش گیاهچه را محاسبه می‌کند (۱۵). مدل‌های HTT تنها زمانی اجازه تجمع واحدهای حرارتی را می‌دهند که رطوبت خاک بالاتر از آستانه محتوای آب خاک باشد که برای جوانه‌زنی بذر (Y_{base}) لازم است.

گزارش شده است که نوسان دمایی باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی علف‌های هرز زمستانه می‌شود (۱٦). علاوه بر این، رویش علف‌های هرز زمستانه تحت شرایط مزرعه به دوره‌ای محدود می‌شود که دمای خاک در محدوده دمایی مجاز برای جوانه‌زنی قرار می‌گیرد (۱۷). پاسخ‌های فیزیولوژیکی به نوسانات دمایی به عنوان مکانیسم‌های سنجش عمق دفن در بذرها (۱۸) و اندام‌های رویشی زیرزمینی (۱۷) پیشنهاد شده است. نوسان دمایی به ندرت در مدل‌های پیش‌بینی برای رویش علف‌های هرز گنجانده می‌شود؛ بنابراین، ترکیب این جزء محیطی ممکن است دقت مدل‌های پیش‌بینی را بهبود بخشد.

اهداف این تحقیق درک نقش دمای خاک در رویش پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی در کلزا و توسعه مدل‌های پیش‌بینی‌کننده برای رویش این دو علف هرز بر اساس تجمع زمان دمای خاک بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱٤۰۱ در آموزشکده کشاورزی ساری واقع در ۱۵ کیلومتری شمال شرق ساری با مختصات جغرافیایی ۳٦ درجه و ۳۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱٦ متر از سطح دریا اجرا شد. بافت خاک منطقه اجرای طرح نسبتاً سنگین و لومی رسی و دارای اسیدیته ۷/۸٦، ماده آلی ۲/۵۱ درصد، هدایت الکتریکی ۱/۰۳ دسی زیمنس بر متر، ۰/۱۲ درصد نیتروژن، ۱/٤٦ درصد کربن آلی، ۱۲/٦ پی پی ام فسفر قابل جذب و ۲٦۸ پی پی ام پتاسیم قابل جذب بود. آزمایش به صورت طرح اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گردید. در این آزمایش فاکتورهای مورد بررسی شامل دو سیستم خاک‌ورزی (کاشت بدون خاک‌ورزی و کاشت پس از آماده سازی زمین با دیسک + سیکلوتیلر)، و دزهای مختلف علف‌کش بوتیزان استار (کوپین مراک + متازاکلر) (SC 41.6%) (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد دز توصیه شده) در نظر گرفته شدند. (سیستم‌های خاک‌ورزی به عنوان عامل اصلی و دزهای مختلف علف‌کش بوتیزان استار به عنوان عامل فرعی). دو روز پس از کاشت و قبل از جوانه‌زنی کلزا، سمپاشی بر اساس تیمارهای ارائه شده با استفاده از سمپاش پشتی مجهز به نازل شره‌ای و با فشار ۲ تا ۲/۵ بار (کالیبره شده بر اساس مصرف ۲۰۰ تا ۳۰۰ لیتر آب در هکتار) انجام شد. رقم مورد مطالعه در این آزمایش Hayola 50 بود. از مشخصات این رقم می‌توان به متوسط عملکرد ۲۵۰۰ تا ۳۵۰۰ کیلوگرم در هکتار، ارتفاع بوته ۱٤۰ تا ۱٦۰ سانتی متر، وزن هزار دانه ۳/٤ تا ۵/۳ گرم، میزان روغن دانه ٤۰ تا ٤٤ درصد، روز تا رسیدن ۱٦۰ تا ۱۷۰ روز، تحمل به خوابیدگی و بیماری فوما اشاره کرد. ابعاد هر کرت آزمایشی نیز ۵ در ٤ متر بود.

قبل از اجرای آزمایش، مزرعه‌ای با سابقه کشت کلزا و آلودگی بالا به گونه‌های علف هرز چندساله به خصوص پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی انتخاب شد. سپس طرح آزمایشی در طی فصل رشد ۱۴۰۱ در این محل به اجرا در آمد. 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 بهار و تابستان سال ۱۴۰۱ به زیر کشت برنج نشایی رفته بود. قبل از کاشت در کرت‌های بدون خاک‌ورزی، ساقه‌های باقیمانده برنج با استفاده از ساقه خردکن قطعه قطعه گردید. 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 خاک‌ورزی انجام شد. کاشت در هر دو سیستم خاک‌ورزی در تاریخ ۱۴۰۱/۷/۱۶ انجام شد. بعد از کاشت تا زمان گلدهی نهایی هر هفته یک دور آبیاری صورت گرفت (کلزا در اوایل رشد به آب کم‌تر، در مرحله گلدهی و طویل شدن کپسول گیاه به آب زیاد، در مرحله هشت برگی به ۲ تا ۳ میلی‌متر آب در روز و در مرحله گلدهی نهایی به ۷ تا ۸ میلی‌متر آب در روز نیاز دارد، به همین علت بر اساس نیاز کلزا به آبیاری در هر مرحله تا گلدهی نهایی هر هفته آبیاری صورت گرفت). ۲۰ روز پس از کاشت برای از بین بردن لارو سفیده بزرگ کلم از حشره کش روی اگرو (ماترین) (SL 0.6%) به نسبت ۵۰۰ سی‌سی در هکتار استفاده گردید. با توجه به اینکه این آفت ۲ تا ٤ نسل در سال دارد و با توجه به آلودگی مجدد مبارزه با این آفت در چند مرحله (هر دو هفته یک بار) صورت گرفت. برای پیش‌بینی الگوی رویش در هر پلات یک کوادرات ثابت به اندازه ۵۰ در ۵۰ سانتیمتر در مرکز هر پلات 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 (مرحله نمونه‌برداری تقریباً تا زمان سرد شدن هوا که دیگر رویشی مشاهده نشد، ادامه یافت).

محاسبات آماری: برای محاسبه رویش تجمعی گیاهچه‌ها (گیاهچه‌های جوانه زده از سطح خاک) در طول فصل، تعداد گیاهچه‌های هر گونه بر مبنای تعداد گیاهچه در متر مربع محاسبه شد. با توجه به اینکه در این آزمایش بعد از کاشت تا پایان نمونه برداری، آب خاک یک عامل محدودکننده برای رویش گونه‌های علف‌های هرز نبود (به دلیل آبیاری و بارندگی)، از زمان دمای خاک (*STT*) به عنوان تنها متغیر مستقل برای پیش‌بینی رویش تجمعی استفاده شد. لذا *STT* با دمای خاک از معادله زیر به‌دست آمد:

(۱)

$$STT = \sum_{i=1}^{n} (ST_{mean} - T_{base})$$

که در آن ST_{mean} متوسط دمای روزانه خاک، T_{base} دمای پایه جوانه‌زنی گونه علف هرز یا پایین‌ترین دمایی که بذر علف هرز جوانه می‌زند و n تعداد روزهای پس از کاشت است. دماهای پایه‌ای که در محاسبات *STT* به کار رفته بودند شامل: ۵ درجه سانتی‌گراد برای پنجه مرغی (۱۹ و ۲۰) و ۷/٤۷ درجه سانتی‌گراد برای اویارسلام ارغوانی (۲۱). از نرم افزار مدل دمایی خاک (STM^2) (۲۲) برای پیش‌بینی دمای روزانه خاک (درجه سانتی‌گراد) در عمق ۳ سانتیمتری (شکل ۱) استفاده شد. بارش روزانه (شکل ۱)، حداقل و حداکثر دمای هوا از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی واقع در ۵۰۰ متری محل آزمایش به دست آمد. ویژگیهای بافت خاک و ماده آلی (درصد) همراه با

عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی و ارتفاع (یک متر) محل تحقیق، در نرم افزار برای پیش‌بینی دمای روزانه خاک (درجه سانتی‌گراد) نیز مورد استفاده قرار گرفت. به منظور توصیف الگوی رویش گیاهچه علف‌های هرز پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی، رویش تجمعی هر یک از این گونه‌ها در برابر زمان دمای خاک (*STT*) با استفاده از مدل لجیستیک سه پارامتره (۲۳ و ۲۴) محاسبه شد:

(۲)

$$E = \frac{E_{max}}{1 + \left(\frac{STT}{T_{50}}\right)^{E_{rate}}}$$

که در آن E رویش تجمعی علف هرز در طول فصل، E_{max} مجانب بالای منحنی یا همان حداکثر درصد رویش تجمعی علف هرز ، T_{50} نشانگر GDD (زمان دمایی خاک یا همان درجه روز رشد) هنگامی که E، 50 درصد حداکثر رویش تجمعی (متوسط) است و E_{rate} شیب منحنی یا نرخ رویش به ازای هر STT محسوب می‌شود. لازم به ذکر است برآوردهای پارامتری با استفاده از تست‌های t دو طرفه مقایسه شدند ($P<0.001$).

ارزیابی برازش مدل با ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب دقت اندازه‌گیری (R^2_{adj}) (۲۵) انجام شد. RMSE با معادله زیر محاسبه شد:

(۳)

$$RMSE = \left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(P_i - O_i)^2\right]^{\frac{1}{2}}$$

که در آن O_i و P_i به ترتیب مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده رویش و n تعداد مشاهدات است.

همچنین ضریب دقت اندازه‌گیری (R^2_{adj}) با استفاده از برازش توابع توسط مدل لجیستیک سه پارامتره در نرم افزار Sigma Plot 12.5 محاسبه شد. مقادیر RMSE کوچکتر و R^2_{adj} نزدیکتر به یک، نشانگر برازش بهتر مدل می‌باشد. برازش توابع با استفاده از نرم افزار Sigma Plot 12.5 انجام شد.

دو شاخص میانگین زمان رویش[3] و سرعت رویش[4] نیز برای مقایسات تکمیلی رویش محاسبه شد.

میانگین زمان رویش (MET) از طریق فرمول زیر محاسبه شد (۲۶).

(۳)

$$MET = \frac{N_1 t_1 + \cdots + N_n t_n}{N_1 + \cdots + N_n}$$

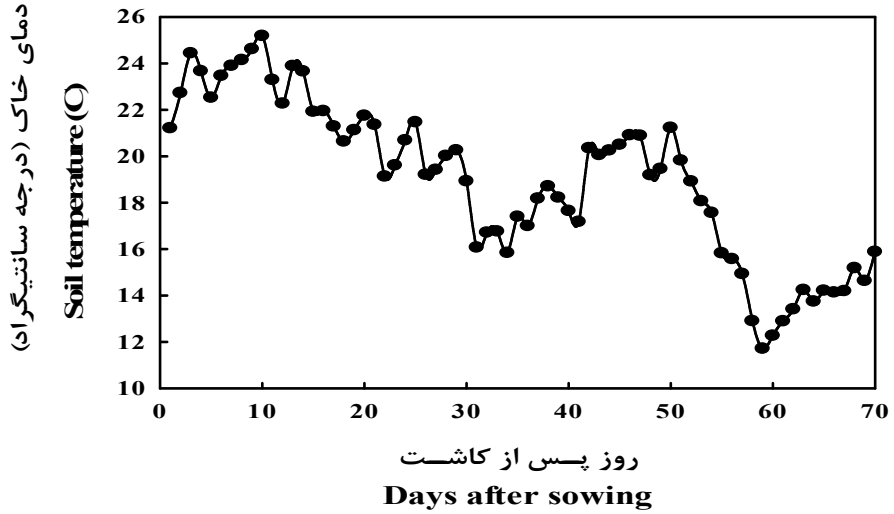
و شاخص سرعت رویش (ERI) نیز از فرمول زیر به دست آمد (۲۶).

(٤)

$$ERI = \frac{N_1 + \cdots + N_n}{MET}$$

که در آن‌ها $N_1 \ldots N_n$، تعداد گیاهچه‌های جدید شمارش شده در هر نمونه‌برداری، $T_1 \ldots T_n$، عبارت است از مقدار STT از هر شمارش تا شمارش بعدی و n تعداد مراحل شمارش است (۲۶). 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 (۲۷). مقایسه میانگین مقادیر شاخص‌های MET و ERI توسط نرم افزار SAS 9.2 و با استفاده از آزمون LSD انجام شد.

[3]Mean emergence time (MET)
[4]Emergence rate index (ERI)



شکل ۱- دمای روزانه خاک (درجه سانتی‌گراد) در عمق ۳ سانتی‌متری توسط نرم افزار مدل دمایی خاک (STM^2) در طول مطالعه رویش علف‌های هرز برآورد شد. اطلاعات هواشناسی از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی واقع در ۵۰۰ متری محل آزمایش به دست آمد.

Figure 1- Daily soil temperature (°C) at 3-cm depth estimated by soil temperature model software (STM^2) during the weed emergence study. Meteorological information was obtained from the nearest meteorological station located 500 meters from the experiment site.

نتایج و بحث

تابع لجیستیک سه پارامتره روند کلی الگوی رویش علف‌های هرز مختلف را در برابر زمان دمای خاک (*STT*) در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و دزهای مختلف علف‌کش بوتیزان استار به خوبی توصیف نمود. تخمین پارامترهای تابع فوق در هر یک از تیمارهای ارائه شده نشانگر تفاوت الگوی رویش دو گونه علف هرز مورد آزمایش نسبت به یکدیگر بود.

سیستم‌های خاک‌ورزی:

الگوی رویش پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی به شرح ذیل بود.

پنجه مرغی در سیستم بدون خاک‌ورزی رویش تجمعی بیش‌تری نسبت به سیستم خاک‌ورزی رایج داشت (جدول ۱، شکل ۲). حداکثر رویش تجمعی پنجه مرغی (E_{max}) در سیستم بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی رایج به ترتیب ۳۷۵۰ و ۱٤٦۳ گیاهچه در متر مربع بود (جدول ۱، شکل ۲). شیب منحنی یا نرخ رویش در هر درجه روز رشد (E_{rate}) نیز بین سیستم‌های خاک‌ورزی متفاوت بود. پنجه مرغی تحت سیستم بدون خاک‌ورزی نرخ رویش بالاتری (٤/۲٤-) در هر درجه روز رشد در مقایسه با سیستم خاک‌ورزی رایج داشت (جدول ۱). علاوه بر این زمان دمای خاک یا درجه روز رشد مورد نیاز تا رسیدن به ۵۰ درصد رویش گیاهچه (T_{50}) بین دو سیستم خاک-ورزی متفاوت بود. پنجه مرغی تحت سیستم بدون خاک‌ورزی T_{50} پایین‌تری (٦۵۸/۰۹) نسبت به سیستم خاک‌ورزی رایج داشت (جدول ۱). اویارسلام ارغوانی بر خلاف پنجه مرغی رویش تجمعی بیش‌تری در سیستم خاک‌ورزی رایج نسبت به سیستم بدون خاک-ورزی داشت (جدول ۱، شکل ۲). حداکثر رویش تجمعی اویارسلام ارغوانی (E_{max}) در سیستم خاک-ورزی رایج و بدون خاک‌ورزی به ترتیب ۲۲۲۷ و ۱۰۹٤ گیاهچه در متر مربع بود (جدول ۱، شکل ۲). در اویارسلام ارغوانی شیب منحنی یا نرخ رویش در هر درجه روز رشد (E_{rate}) نیز متفاوت بود. اویارسلام ارغوانی تحت سیستم خاک‌ورزی رایج نرخ رویش بالاتری (٦/٤٧-) در هر درجه روز رشد نسبت به

سیستم بدون خاک‌ورزی داشت (جدول ۱). اویارسلام ارغوانی بر خلاف پنجه مرغی تحت سیستم خاک-ورزی رایج T_{50} پایین‌تری (۵۶۳/۵۶) نسبت به سیستم بدون خاک‌ورزی داشت (جدول ۱).

با توجه به مطالب گفته شده و نتایج شاخص‌های رویش، پنجه مرغی در سیستم بدون خاک‌ورزی دارای میانگین زمان رویش کم‌تر و شاخص سرعت رویش بالاتر در مقایسه با سیستم خاک‌ورزی رایج بود (جدول ۲) و با دریافت درجه روز رشد (T_{50}) کم‌تر، سریع‌تر به ۵۰ درصد رویش تجمعی خود دست یافت (جدول ۱ و جدول ۲) و همین روند را تا پایان روند نمونه‌برداری ادامه داد به طوری که در سیستم بدون خاک‌ورزی حداکثر رویش گیاهچه را داشت (جدول ۱، شکل ۲). خاک‌ورزی کاهش‌یافته یا بدون خاک‌ورزی غنای علف‌های هرز چند ساله مانند پنجه مرغی را نسبت به گونه‌های یکساله ترویج می‌کند (۲۸). بیلالیس و همکاران (۲۰۰۱) مشاهده کردند که علف هرز چندساله پنجه مرغی در سیستم بدون خاک‌ورزی به دلیل ناتوانی این سیستم در از بین بردن ریشه ریزومی عمیق آن غالب بود و بالاترین تراکم را داشت (۲۹). در مطالعه‌ای که توسط حسین و همکاران (۲۰۲۱) انجام شد، مشخص گردید که ترکم گیاهچه‌های علف هرز چندساله پنجه مرغی با ساختارهای خاک‌ورزی کاهش یافته همبستگی مثبت داشتند (۳۰). مطالعات دیگر (۳۱ و ۳۲) نیز نشان دادند که خاک‌ورزی رایج می‌تواند فراوانی پنجه مرغی را کاهش دهد. در مقابل اویارسلام ارغوانی در سیستم خاک‌ورزی رایج دارای میانگین زمان رویش کم‌تر و شاخص سرعت رویش بالاتر نسبت به سیستم بدون خاک‌ورزی بود (جدول ۲) و با دریافت درجه روز رشد کم‌تر، سریع‌تر به ۵۰ درصد رویش تجمعی خود دست یافت (جدول ۱ و جدول ۲) و این روند را تا پایان روند نمونه‌برداری ادامه داد و در تیمار خاک‌ورزی رایج دارای حداکثر رویش تجمعی گیاهچه بود (جدول ۱، شکل ۲). ماچادو و همکاران (۲۰۰۵) دریافتند که جمعیت اویارسلام ارغوانی در سیستم خاک‌ورزی رایج در مقایسه با سیستم بدون خاک‌ورزی بیشتر بود (۳۳). غده‌ها به عنوان اصلی‌ترین اندام رویشی اویارسلام ارغوانی نقش مهمی در افزونش (تکثیر) آن بازی می‌کنند (۳٤) و استقرار گیاهچه‌های جوان به طور عمده با تکیه بر فرایند جوانه‌زنی غده می‌باشد که این نیز به نوبه خود در میان عوامل محیطی تحت تاثیر دما قرار دارد (۳۵ و ۳٦). نتایج تحقیقات حاکی از آن است که اویارسلام ارغوانی، بذرهای زنده بسیار کمی تولید می‌کند و همچنین، قابلیت جوانه‌زنی آن‌ها نیز بسیار پایین می‌باشد (۳۷). از این رو رفتار جوانه‌زنی غده‌ها در تقابل با عوامل محیطی برای اطلاع از زمان جوانه‌زنی و سبز شدن آن مورد توجه می‌باشد. دمای خاک یکی از عوامل محیطی اصلی است که بر جوانه‌زنی غده‌های اویارسلام ارغوانی تحت رطوبت کافی تأثیر می‌گذارد (۳۵). جوانه‌زنی غده به صورت خطی تا دمای ثابت (٦٦ درصد) افزایش می‌یابد، اما زمانی که دما نوسان پیدا می‌کند یا متناوب می‌شود، جوانه‌زنی حداکثر (۱۰۰ درصد) است (۳۸). در سیستم بدون خاک‌ورزی، کاه و کلش برنج بر روی سطح خاک تابش اشعه خورشید را کاهش می‌دهد و از تغییرات دمای خاک جلوگیری می‌کند در حالی که عدم وجود کاه و کلش برنج در سیستم خاک‌ورزی رایج باعث افزایش نوسانات دمایی نزدیک سطح خاک می‌شود (۳۳). بنابراین پیشنهاد می‌شود که هیچ جوانه‌زنی غده در اویارسلام ارغوانی در سیستم بدون خاک‌ورزی نمی‌تواند ناشی از وقوع ساختارهای قدیمی‌تر در این سیستم مدیریتی باشد، زیرا تولید غده های جدید در سیستم بدون خاک‌ورزی نسبت به سیستم خاک‌ورزی رایج به دلیل عدم چرخش خاک (عدم وجود تخریب) و استفاده مداوم از علف‌کش کم‌تر است (۳۳).

نتایج کلی الگوی رویش پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی نشان داد که اویارسلام ارغوانی در هر دو سیستم خاک‌ورزی دارای میانگین زمان رویش کم‌تر بود (جدول ۲) و با دریافت درجه روز رشد (T_{50}) پایین‌تر، سریع‌تر به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه در مقایسه با پنجه مرغی در ابتدای فصل رشد دست یافت. لذا با توجه به نتایج این آزمایش اویارسلام ارغوانی نسبت به پنجه مرغی دارای جوانه‌زنی زود هنگام است. این نتایج نشان می‌دهد که درجه روز رشد خاک پیش‌بینی کننده خوبی برای رویش علف‌های هرز می‌باشد. این مطالعه بینش‌های جالبی را در مورد الگوی رویش دو گونه علف هرز غالب کلزا در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی که تولیدکنندگان با آن روبه‌رو هستند ارائه کرده است. از این دانش می‌توان برای طراحی برنامه‌های مدیریت تلفیقی علف‌های هرز استفاده کرد که کنترل سازگارتر علف‌های هرز را فراهم خواهد کرد. پیش‌بینی رویش علف‌های هرز به کشاورزان کمک خواهد کرد تصمیمات بهتری برای مدیریت زراعی و علف‌های هرز اتخاذ کنند. لذا مدیریت علف‌های هرز یک کار پیچیده است که نیاز به تلفیق عوامل زیادی دارد که یکی از آن‌ها آگاهی از الگوی رویش علف‌های هرز به منظور بهینه‌سازی زمان‌بندی اقدامات کنترل پس‌رویشی مانند خاک‌ورزی است.

جدول ۱- تخمین پارامترها و شاخص‌های برازش مدل لجیستیک سه پارامتری به رویش تجمعی پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی در برابر زمان دمای خاک در سیستم‌های مختلف شخم کلزا.

Table 1- Parameter estimates of Logistic function fitted to cumulative emergence of bermuda grass and purple nutsedge against soil thermal time in different tillage systems of canola.

گونه‌های علف هرز Weed species	سیستم‌های خاک‌ورزی Tillage systems	E_{max}±se (گیاهچه در متر مربع)	E_{rate}±se	T_{50}±se (درجه روز رشد)	R^2adj	RMSE
Cynodon dactylon پنجه مرغی	Tillage	1462.92±122.46	-3.94±0.51	671.38±57.07	0.99	2.66
	No Tillage	3749.76±500.06	-4.24±0.75	658.09±34.33	0.98	4.33
	P value	<0.001	<0.001	<0.001		
Cyperus rotundus اویارسلام ارغوانی	Tillage	2272.26±228.66	-6.47±0.67	563.56±92.27	0.99	3.20
	No Tillage	1094.58±121.13	-2.98±0.64	584.12±14.09	0.99	2.33
	P value	<0.001	<0.001	<0.001		

a: مجانب فوقانی b: شیب منحنی x_0: GDD برای رسیدن به ۵۰ درصد رویش تجمعی se (خطای استاندارد)

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

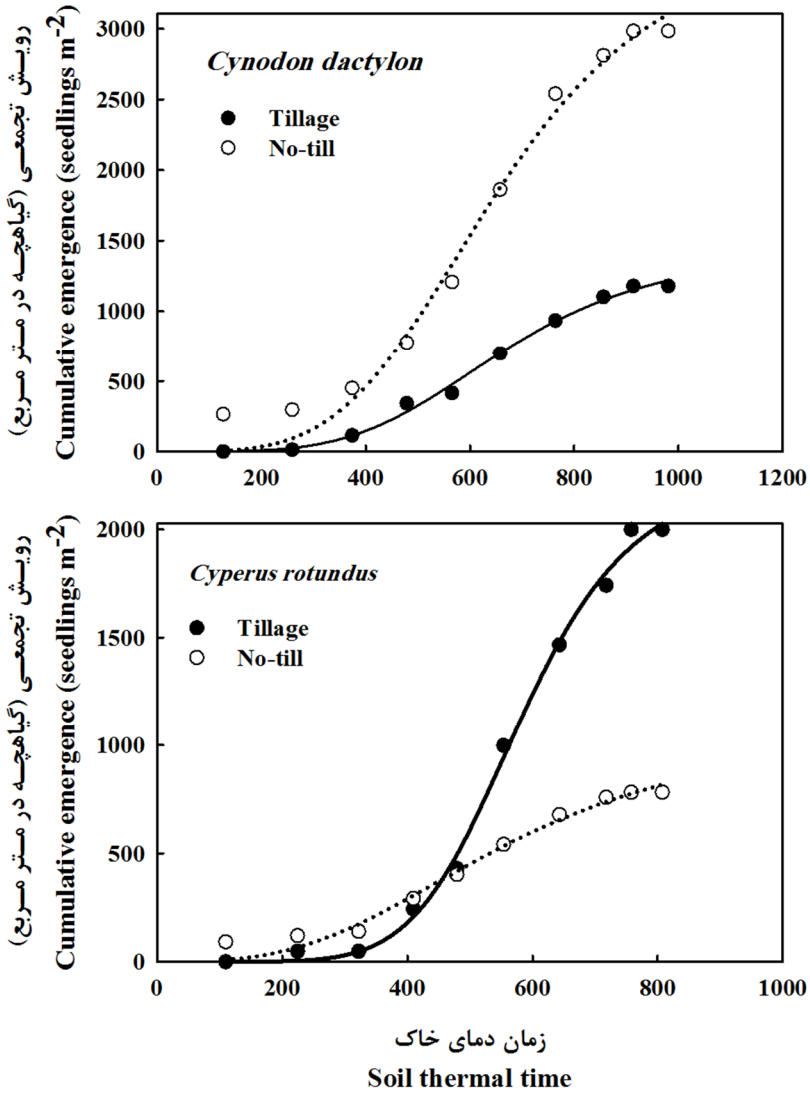
جدول ۲- شاخص‌های رویش (معادلات ۳ و ٤) و میزان درجه روز رشد تجمعی مورد نیاز برای ۵۰ درصد رویش پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی در سیستم‌های مختلف شخم کلزا

Table 2- Emergence indices (calculated using equations 3, 4) and thermal time to reach 50% emergence of bermuda grass and purple nutsedge in different tillage systems of canola

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
Cynodon dactylon پنجه مرغی	Tillage	101.07 a	0.12 b	671.38 a
	No Tillage	96.01 b	0.29 a	658.09 b
Cyperus rotundus اویارسلام ارغوانی	Tillage	75.38 b	0.26 a	563.56 b
	No Tillage	82.29 a	0.09 b	584.12 a

در داخل و بین هر گونه علف هرز، مقادیر میانگین زمان رویش و شاخص سرعت رویش با حروف یکسان تفاوت معنی داری ندارند.

Within and between each weed species, MET and ERI values followed by the same letter are not significantly different (p>0.005).



شکل ۲- رویش تجمعی پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی در برابر زمان دمای خاک (GDD دریافتی در طول فصل) در سیستم‌های مختلف شخم کلزا. تابع برازش یافته لجیستیک سه پارامتری می‌باشد.

Figure 2- Percent cumulative emergence of bermuda grass and purple nutsedge against soil thermal time (growing degree days) in different tillage systems of canola. (Fitted line Logistic equation symbol observed emergence).

دزهای مختلف علف‌کش بوتیزان استار (کوبین مراک + متازاکلر): الگوی رویش پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی در دزهای مختلف علف‌کش بوتیزان استار به شرح ذیل بود.

در بالاترین دز بوتیزان استار (۱۰۰ درصد دز توصیه شده) رویش تجمعی پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی پایین (به ترتیب ۱۰۸۸ و ۸۳۸ برای پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی) بود و رویش تجمعی این دو علف هرز (E_{max}) هنگامی که هیچ علف‌کشی به کار نرفته بود بالاتر (به ترتیب ۳۱۶۰ و ۱۷۳٤ برای پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی) بود (جدول ۳، شکل ۳). مشاهده مشابهی برای شیب منحنی یا نرخ رویش (E_{rate}) در هر درجه روز رشد برای هر دو علف هرز یافت شده بود جایی که این پارامتر در بالاترین مقدار بوتیزان استار (۱۰۰ درصد دز توصیه شده) کم‌تر (به‌ترتیب ۲/٤۹- و ٤/۲۲- برای پنجه مرغی و

اویارسلام ارغوانی) بود و در غیاب علف‌کش بیش‌تر (به ترتیب ٤/١٩- و ٤/٩٧- برای پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی) بود (جدول ٣). از طرف دیگر T_{50} روند متفاوتی را نشان داد جایی که T_{50} در بالاترین دز بوتیزان استار بیشتر (به‌ترتیب ٨٣١/٦٧ و ٦٢٠/٧٥ برای پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی) و در غیاب علف‌کش کم‌تر (به ترتیب ٧١٧/١٦ و ٦٠٠/١٦ برای پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی) بود (جدول ٤). روند در هر دو علف هرز مشابه بود. از طرف دیگر نتایج شاخص‌های رویش نشان دادند که پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی در بالاترین دز بوتیزان استار (١٠٠ درصد دز توصیه شده) دارای بیش‌ترین میانگین زمان رویش و پایین‌ترین شاخص سرعت رویش بودند (جدول ٤) و با دریافت بالاترین درجه روز رشد (داشتن بالاترین T_{50}) (جدول ٣ و جدول ٤) و دارا بودن پایین‌ترین نرخ رویش (جدول ٣) دیرتر به ٥٠ درصد رویش تجمعی گیاهچه رسیدند. این امر فرصت بیش‌تری برای گیاه زراعی به منظور بهره‌برداری از منابع موجود و استقرار بهتر فراهم کرد و توانایی آن را برای سرکوب گیاهچه‌های پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی افزایش داد. این نتایج نشان می‌دهد که علف‌کش بوتیزان استار در دز استاندارد (١٠٠ درصد دز توصیه شده) به خوبی توانست پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی را کنترل نماید. در تأیید یافته‌های فوق شیمی و همکاران (٢٠١٤) دریافتند که بوتیزان استار (٢/٢ لیتر در هکتار) قادر به کنترل تمام علف‌های هرز باریک برگ مزرعه بود (٣٩). جنریچ و همکاران (١٩٩٣) نیز به نتیجه مشابهی دست یافتند (٤٠). بوتیزان استار علف‌کشی است دومنظوره که برای کنترل طیف وسیعی از علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ مزارع کلزا از جمله علف‌های هرز هم خانواده کلزا به کار می‌رود (٤١). بوتیزان استار دارای دو ماده موثره متازاکلر و کویین مراک می‌باشد. متازاکلر از تقسیم سلولی جلوگیری می‌نماید (٤٢) و کویین مراک از اکسین‌های مصنوعی می‌باشد که در رشد گیاه اختلال ایجاد می‌کند (٤٣). بوتیزان استار بیش‌تر از راه ریشه‌های در حال جوانه‌زنی علف‌های هرز جذب می‌گردد. پس از مصرف در خاک به صورت پیش‌رویشی، بوتیزان استار جذب علف‌های هرز جوانه‌زده شده و در اندک زمانی باعث پژمردگی و نابودی آن‌ها می‌گردد. همچنین این سم می‌تواند موجب نابودی علف‌های هرز در مرحله کوتیلدونی گردد (٤٤). بنابراین می‌توان دریافت که زمان کاربرد علف‌کش‌ها عاملی کلیدی است که تا حد زیادی روی کارایی آن‌ها تأثیر می‌گذارد. دلیل این امر آن است که علف‌های‌هرز در برخی مراحل به خصوص مراحل گیاهچه‌ای به علف‌کش‌ها حساسیت بیش‌تری دارند (٤٥). بنابراین یک علف‌کش کاملاً انتخابی که در زمان مناسب به کار رود، برای کنترل موفقیت‌آمیز علف‌های‌هرز ضروری است و از شدت رویش و تراکم آن‌ها می‌کاهد.

نتایج کلی الگوی رویش پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی در دزهای مختلف علف‌کش بوتیزان استار نشان داد که اویارسلام ارغوانی در هر سه دز علف‌کش بوتیزان استار با داشتن کم‌ترین میانگین زمان رویش (جدول ٤) و دریافت پایین‌ترین درجه روز رشد (T_{50}) (جدول ٣ و جدول ٤) در مقایسه با پنجه مرغی سریع‌تر به ٥٠ درصد رویش تجمعی گیاهچه دست یافت. بر این اساس اویارسلام ارغوانی نسبت به پنجه مرغی دارای جوانه‌زنی زود هنگام است. بنابراین مرحله رشدی مناسب برای کنترل اویارسلام ارغوانی هنگامی است که هنوز موج اصلی گیاهچه‌های گونه غالب دیگر رویش پیدا نکرده‌اند. لذا درک الگوی رویش علف‌های هرز می‌تواند به سامانه شتیبانی تصمیم‌گیری برای مدیریت علف‌های هرز مانند زمان‌بندی کاربرد علف‌کش کمک کند.

جدول ۳- تخمین پارامترها و شاخص های برازش مدل لجیستیک سه پارامتری به رویش تجمعی پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی در برابر زمان دمایی در دزهای مختلف علف‌کش بوتیزان استار (کوپین مراک + متازاکلر) (درصد دز توصیه شده).

Table 5- parameter estimates of Logistic function fitted to cumulative emergence of bermuda grass and purple nutsedge against thermal time in different doses of herbicide Butisan Star (quinomerac + metazachlor) (% recommended dose)(

گونه‌های علف هرز Weed species	دز علف‌کش (درصد دز توصیه شده) Herbicide dose (% recommended dose)	*Emax*±se (گیاهچه در مترمربع)	*Erate*±se	T_{50}±se (درجه روز رشد)	R^2adj	RMSE
Cynodon dactylon پنجه مرغی	0	3160.72±716.57	-4.19±0.79	717.16±67.28	0.98	3.59
	50	2266.31±468.66	-2.86±0.52	768.82±133.13	0.99	2.92
	100	1088.92±173.97	-2.49±0.33	831.67±142.53	0.98	2.16
	P value	<0.001	<0.001	<0.001		
Cyperus rotundus اویارسلام ارغوانی	0	1734.41±265.84	-4.97±0.99	600.16±42.33	0.98	2.66
	50	1110.90±161.89	-4.60±0.89	619.26±53.24	0.98	2.18
	100	838.97±152.10	-4.22±0.68	620.75±63.25	0.97	1.84
	P value	<0.001	<0.001	<0.001		

a: مجانب فوقانی b: شیب منحنی x_0: GDD برای رسیدن به ۵۰ درصد رویش تجمعی se (خطای استاندارد)

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

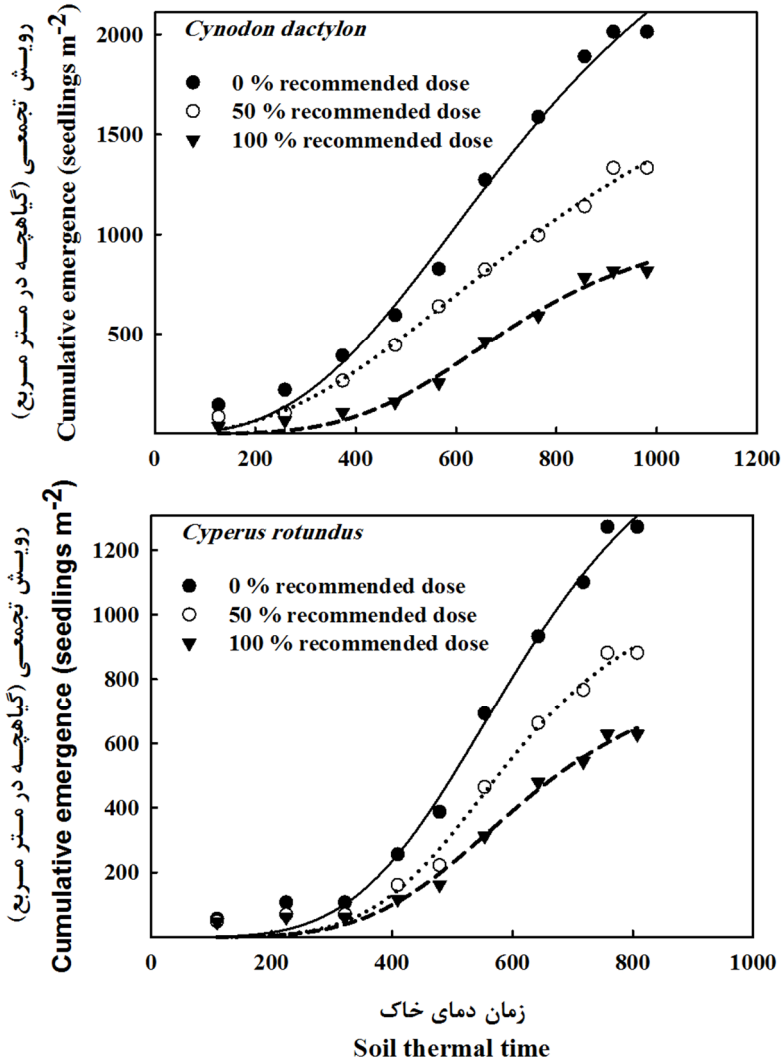
جدول ٤- شاخص های رویش (معادلات ۳ و ٤) و میزان درجه روز رشد تجمعی مورد نیاز برای ۵۰٪ رویش پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی در دزهای مختلف علف‌کش بوتیزان استار (کوپین مراک + متازاکلر) (درصد دز توصیه شده).

Table 6- Emergence indices (calculated using equations 3, 4) and thermal time to reach 50% emergence of bermuda grass and purple nutsedge in different doses of herbicide Butisan Star (quinomerac + metazachlor) (% recommended dose)

گونه‌های علف هرز Weed species	دز علف‌کش (درصد دز توصیه شده) Herbicide dose (% recommended dose)	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
Cynodon dactylon پنجه مرغی	0	93.99 c	0.19 a	717.96 c
	50	97.86 b	0.13 b	768.82 b
	100	103.10 a	0.08 c	831.67 a
Cyperus rotundus اویارسلام ارغوانی	0	78.30 a	0.16 a	600.16 c
	50	77.22 b	0.11 b	619.26 b
	100	76.91 c	0.08 c	620.75 a

در داخل و بین هر گونه علف هرز، مقادیر میانگین زمان رویش و شاخص سرعت رویش با حروف یکسان تفاوت معنی داری ندارند.

Within and between each weed species, MET and ERI values followed by the same letter are not significantly different (p>0.005).



شکل ۳- رویش تجمعی پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی در برابر زمان دمایی (GDD دریافتی در طول فصل) در دزهای مختلف علف‌کش بوتیزان استار (کوپین مراک + متازاکلر) (درصد دز توصیه شده). تابع برازش یافته لجیستیک سه پارامتری می‌باشد.

Figure 3- Percent cumulative emergence of bermuda grass and purple nutsedge against thermal time (growing degree days) in different doses of herbicide Butisan Star (quinomerac + metazachlor) (% recommended dose). (Fitted line Logistic equation symbol observed emergence).

نتیجه‌گیری کلی

پنجه مرغی در سیستم بدون خاک‌ورزی دارای میانگین زمان رویش کم‌تر و شاخص سرعت رویش بالاتر در مقایسه با سیستم خاک‌ورزی رایج بود و با دریافت درجه روز رشد (T_{50}) کم‌تر، سریع‌تر به ۵۰ درصد رویش تجمعی خود دست یافت. در مقابل اویارسلام ارغوانی در سیستم خاک‌ورزی رایج دارای میانگین زمان رویش کم‌تر و شاخص سرعت رویش بالاتر نسبت به سیستم بدون خاک‌ورزی بود و با دریافت T_{50} پایین‌تر، سریع‌تر به ۵۰ درصد رویش تجمعی خود رسید. همچنین پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی در بالاترین دز بوتیزان استار (۱۰۰ درصد دز توصیه شده) دارای بیش‌ترین میانگین زمان رویش و پایین‌ترین شاخص سرعت رویش بودند و با دریافت T_{50} بالاتر و دارا بودن نرخ رویش پایین‌تر، دیرتر به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه دست یافتند. در

مجموع اویارسلام ارغوانی در هر دو سیستم خاک-ورزی و هر سه دز علف کش بوتیزان استار دارای میانگین زمان رویش کم‌تر در مقایسه با پنجه مرغی بود و با دریافت T_{50} پایین‌تر، سریع‌تر به ۵۰ درصد رویش تجمعی گیاهچه در ابتدای فصل رشد دست یافت. بر این اساس مرحله رشدی مناسب برای کنترل اویارسلام ارغوانی هنگامی است که هنوز موج اصلی گیاهچه‌های گونه غالب دیگر رویش پیدا نکرده است.

نتایج این تحقیق اطلاعاتی را بر روی الگوی رویش پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی در کلزا تحت شرایط مزرعه فراهم می‌کند. مدل‌های ارائه‌شده در اینجا می‌توانند توسط کشاورزان برای پیش‌بینی زمان‌بندی بهینه رویش پنجه مرغی و اویارسلام ارغوانی در کلزا و برنامه‌ریزی بهتر استراتژی‌های مدیریتی مورد استفاده قرار گیرند.

References

1. Radosevich, S., Holt, J., & Ghersa, C. (2007). Ecology of weeds and invasive plants. 3nd edn. New York: J Wiley. 439 p.
2. Colquhoun, J. (2001). Perennial Weed Biology and Management. pp. 11.
3. Cici, S. Z. H., & Van Acker, R. C. (2009). A review of the recruitment biology of winter annual weeds in Canada. *Canadian Journal of Plant Science*, 89(3), 575–589.
4. Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (1988). Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperature region. *American Journal of Botany*, 75(2), 286–305.
5. Swagata, B. B., Martin, S. W., Roberts, R. K., Larson, J. A., Hogan, Jr. R. J., Johnson, J. L., Paxton, K. W., & Reeves, J. M. (2009). Adoption of conservation-tillage practices and herbicide resistant seed in cotton production. *Agbioforum*, 12(4), 258–268.
6. Owen, M. D. K., & Zelaya, I. A. (2005). Herbicide-resistant crops and weed resistance to herbicides. *Pest Management Science*, 61(3), 301–311.
7. Shaner, D. L. (2000). The impact of glyphosate-tolerant crops on the use of other herbicides and on resistance management. *Pest Management Science*, 56(4), 320–326.
8. Johnson, W. G., Creech, J. E., & Mock, V. (2008). Role of winter annual weeds as alternative hosts for soybean cyst nematode. Online. Crop Management. doi:10.1094/CM-2008-0701-01-RV.
9. Lee, A. T., & Witt, W. W. (2001). Persistence and efficacy of fall-applied simazine and atrazine. *North Central Weed Science Society*, 56(2), 50-62.
10. Bernards, M. L., & Sandell, L. D. (2011). Control Winter Annual Weed Early to Protect Crop Yield: CropWatch Nebraska Crop Production & Pest Management Information, March 18, 2011. Lincoln, NE: University of Nebraska-Lincoln Extension, http://cropwatch.unl.edu/web/cropwatch/Archive?articleID 54491902. Accessed January 26, 2012.
11. Krausz, R. F., Young, B. G., & Matthews, J. L. (2003). Winter annual weed control with fall-applied corn (Zea mays) herbicides. *Weed Technology*, 17(3), 516–520.
12. Venkatesh, R., Harrison, S. K., & Riedel, R. M. (2000). Weed hosts of soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*) in Ohio. *Weed Technology*, 14(1), 156–160.
13. Werle, R., Bernards, M. L., Giesler, L. J., & Lindquist, J. L. (2013). Influence of two herbicides on soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*) reproduction on henbit (*Lamium amplexicaule*) roots. *Weed Technology*, 27(1), 41–46.
14. Hasty, R. F., Sprague, C. L., & Hager, A. G. (2004). Weed control with fall and early-preplant herbicide applications in no-till soybean. *Weed Technology*, 18(4), 887–892.
15. Gummerson, R. J. (1986). The effect of constant temperatures and osmotic potential on the germination of sugar beet. J Exp Bot. 37(1), 729–741.

16. Bond, W., Davies, G. & Turner, R. 2007. The biology and nonchemical control of common chickweed (*Stellaria media* L.). Henry Doubleday Research Association, Coventry, UK. http://www.gardenorganic.org.uk/organicweeds/downloads/stellaria%20media.pdf. Accessed August 3, 2013.
17. Benech-Arnold, R., Sa´nchez, R. A., Forcella, F., Kruk, B. C., & Ghersa, C. M. (2000). Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field Crops Research*, 67, 105–122.
18. Kegode, G. O., Pearce, R. B., & Bailey, T. B. (1998). Influence of fluctuating temperatures on emergence of shattercane (*Sorghum bicolor*) and giant foxtail (*Setaria faberi*). *Weed Science*, 46(3), 330–335.
19. Pornaro, C., Macolino, S., & Leinauer, B. (2016). Seeding time affects establishment of warm-season turfgrasses. *Acta Horticulturae*, 112(2), 27–34.
20. Schiavon, M., Leinauer, B., Serena, M., Sallenave, R., & Maier, B. (2012). Bermudagrass and seashore paspalum establishment from seed using differing irrigation methods and water qualities. *Agronomy Journal*, 104(3), 706–714.
21. Mijani, S., Rastgoo, M., Ghanbari, A., & Mahallati, M. N. (2021). Quantification of tuber sprouting of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) response against temperature using thermal time models. *Iranian Journal of Seed Research*, 8(1), 123-136. [In Persian].
22. Spokas, K. & Forcella, F. 2009. Software tools for weed seed germination modeling. *Weed Science*, 57(2), 216–227.
23. Eizenberg, H., Colquhoun, J. B., & Mallory-Smith, C. A. (2005). A predictive degree-d model for small broomrape (*Orobanche minor*) parasitism in red clover in Oregon. *Weed Science*, 53(1), 37–40.
24. Brown, R. F., & Mayer, D. G. (1988). Representing cumulative germination. The use of the Weibull function and other empirically derived curves. *Annals of Botany*, 61(2), 127–138.
25. Izquierdo, J., Gonzalez-Andujar, J. L., Bastida, F., Lezaun, J. A., & Del Arco, M. J. S. (2009). A thermal time model to predict corn poppy (*Papaver rhoeas*) emergence in cereal field. *Weed Science*, 57(4), 660–664.
26. Bilbro, J. D., & Wanjura, D. F. (1982). Soil crust and cotton emergence relationship. *Transactions of American Society of Agricultural Engineers*, 25(4), 1485– 1488.
27. Dorado, J., Sousa, E., Calha, I. M., Gonzalez-Avdujar, J. L., Fernandez, L. A., & CQuintanilla, I. L. (2009). Predicting weed emergence in maize crops under two contrasting climatic conditions. *Weed Research*, 49(3), 251–260.
28. Singh, M., Bhullar, M. S., & Chauhan, B. S. (2015). Influence of Tillage, Cover Cropping, and Herbicides on Weeds and Productivity of Dry Direct-Seeded Rice. *Soil and Tillage Research*, 147(1), 39–49.
29. Bilalis, D., Efthimiadis, P., & Sidiras, N. (2001). Effect of three tillage systems on weed flora in a 3-year rotation with four crops. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 186(2), 135–141.
30. Hossain, M. M., Begum, M., & Hashem, A. (2021). Strip tillage and crop residue retention decrease the size but increase the diversity of the weed seed bank under intensive rice-based crop rotations. *Agronomy*, 11(4), 1164-1183.
31. Ofosu-Anim, J., & Limbani, N. V. (2007). Effect of intercropping on the growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). *International Journal of Agriculture And Biology*, 9(4), 594–597.
32. Kruidhof, H. M., Bastiaans, L., & Kropff, M. J. (2008). Ecological weed management by cover cropping: effects on weed growth in autumn and weed establishment in spring. *Weed Research*, 48(4), 492–502.
33. Machado, A. F. L., Jakelaitis, A. L. R., Ferreira, F. A., Agnes, E. L., & Tuffi

Santos, L. D. (2005). Population Dynamics of Weeds in No-Tillage and Conventional Crop Systems. *Journal of Environmental Science and Health - Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 40(1), 119-128.

34. Dor, E., & Hershenhorn, J. (2013). Effect of low temperature on purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) reproductive biology. *Weed Science*, 61(2), 239-243.
35. Lati, R. N., Filin, S., & Eizenberg, H. 2011. Temperature- and radiation-based models for predicting spatial growth of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Weed Science*, 59(4), 476-482.
36. Nishimoto, R. K. (2001). Purple nutsedge tuber sprouting. *Weed Biology and Management*, 1(4), 203-208.
37. Riemens, M. M., van der Weide, R., & Runia, W. T. (2008). Biology and Control of *Cyperus rotundus* and *Cyperus esculentus*, review of a literature survey. *Plant Research International*, 47(4), 1-18.
38. Peerzada, A. M. (2017). Biology, agricultural impact, and management of *Cyperus rotundus* L: the world's most tenacious weed. *Acta Physiologiae Plantarum*, 39(12), 270–284.
39. Shimi, P., Darvish, N., & Mighani, F. (2014). Investigating the efficiency of new Butisan Star herbicide in controlling weeds and yield of canola. *Journal of Crop Production Research*, 6(1), 31-38. [In Persian].
40. Jennrich, H., Nuyken, W., & Jung, B. (1993). BAS526H, a new combination for flexible weed control in oilseed rape. *Mededelingen Van de Faulteit Universiteit Gent*, 58(3), 853-861.
41. Montvilas, R. (1997). Effectiveness of chloroacetanilide group herbicides in oilseed rape. Proc. of Sci. Conf. devoted to the 70th Anniversary of Plant Protection Sci. in Lithuania. 224-228.
42. Murawa, D., & Adomas, B. (1995). Effects of herbicides on the yield and qualitative features of seed of dougle low winter rape. XVII Ogolnpdska Knofrenj Naukowa, *Pozan*, 16(3), 195-200.
43. Tomlin, C.D.S. (editor). 2004. The Pesticide Manual. British Crop Protection Council. pp. 1344.
44. Sulewska, H., Koziara, W., Śmiatacz, K., Szymańska, G., & Panasiewicz, K. (2012). Efficacy of selected herbicides in weed control of maize. *Fragmenta Agronomica*, 29(3), 144–151.
45. Motley, K., Dellow, J., Storrie, A., & Spenceley, J. (2001). Using Herbicides in Lippia Management Program. Agnote DPI-384, NSW Agriculture.