Iranian Journal of Weed Science
Vol 16, No 2, 2020 (27-43)
DOI: 10.22092/IJWS.2020.1602.1340

مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۶، شمارهٔ ۲، ۱۳۹۹ (ص ۴۳-۲۷)

بررسی اثر عملیات مدیریتی بر زمان رویش فرفیون خوابیده (*Euphorbia maculate* L.) در سویا

رحمان خاکزاد[۱]، محمد تقی آل ابراهیم[۱] و مصطفی اویسی[۲]
۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، ۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/٤/۲٤ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۸/۱٤)

چکیده

فرفیون خوابیده، علف‌هرزی یک ساله تابستانه در گیاهان ردیفی است که می‌تواند عملکرد آن‌ها را کاهش دهد. بنابراین برای ارزیابی اثر عملیات مختلف مدیریتی بر زمان رویش فرفیون خوابیده، آزمایشی به صورت کرت‌های دوبار خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در شرکت دشت ناز ساری در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹٦ اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل دو سیستم خاک‌ورزی رایج و بدون خاک‌ورزی، سه تراکم سویا (۲۰۰، ۳۰۰ و ٤۰۰ هزار بذر در هکتار سویا) و سه دز مختلف علف‌کش ایمازاتاپیر (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ گرم ماده موثره در هکتار) بودند. رویش فرفیون خوابیده به‌طور معنی‌داری به‌وسیله عملیات مدیریتی نظیر سیستم‌های خاک‌ورزی، مقادیر بذرپاشی سویا و دزهای ایمازاتاپیر تحت تاثیر قرار گرفت. سیستم خاک‌ورزی رایج، تراکم ٤۰۰ هزار بذر در هکتار و دز ۱۰۰ گرم ماده موثره در هکتار ایمازاتاپیر، نه تنها منجر به پایین‌ترین تراکم گیاهچه فرفیون خوابیده در متر مربع شدند بلکه سبب طولانی‌ترین تاخیر در زمان رسیدن به ۵۰ درصد رویش گیاهچه (T_{50}) نیز شدند، بنابراین منجر به فاز تاخیری طولانی‌تری از رویش فرفیون خوابیده در ابتدای فصل رشد شدند. این امر، زمان بیشتری برای بوته‌های سویا فراهم کرد تا بهتر استقرار یابند و توانایی رقابتی خود را بهبود بخشند و همین امر موجب بالاترین عملکرد سویا در واحد سطح در پایان فصل رشد در تیمارهای مزبور شد. نتایج این مطالعه می تواند به تکامل راهبردهای مدیریتی موثر برای این گونه کمک کند.

کلمات کلیدی: بدون خاک‌ورزی، تراکم سویا، خاک‌ورزی رایج، دز علف‌کش، رویش گیاهچه.

Effect of management operations on spotted spurge (*Euphorbia maculata* L.) emergence time in soybean

Rahman Khakzad[*1], Mohammad Taghi Alebrahim[1], Mostafa Oveisi[2]
1. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili,
2. Agronomy and Plant Breeding Department, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran.
(Received: July 15, 2019 - Accepted: November 5, 2019)

ABSTRACT

Spotted spurge is a summer annual weed in row crops that can reduce their yield. Thus, to evaluate the effect of different management practices on the emergence time of spotted spurge, a split-split plot experiment was conducted in a completely randomized block design with three replications in Dasht-e-Naz Sari, 2016 -2017. Two tillage systems (conventional tillage and no-till), three soybean densities (200,000, 300,000 and 400,000 seeds ha^{-1}), and three doses of imazethapyr herbicide (0, 50, and 100 g a.i ha^{-1}) were considered as experimental treatments. The spotted spurge emergence was significantly affected by management practices including tillage system, soybean seeding rate, and imazethapyr dose. Conventional tillage, 400,000 seeds ha^{-1} of soybean and 100 g a.i. ha^{-1} of imazethapyr resulted not only the lowest spotted spurge seedling density m^{-2} but also caused the longest delay in the time to reach 50% of seedling emergence (T_{50}); thus resulting in a long lag phase of spotted spurge emergence early in the season. This condition provided more time for soybeans to establish better and improve their competitive ability, which resulted in higher soybean yield per unit area at the end of the growing season in these treatments. The results of this study could help to develop effective management strategies for this species.

Keywords: Conventional tillage, herbicide dose, no-till, seedling emergence, soybean density

* Corresponding author E-mail: m_ebrahim@uma.ac.ir

مقدمه

فرفیون خوابیده (*Euphorbia maculate* L.)، گیاهی یک‌ساله و تابستانه با سیستم فتوسنتزی چهارکربنه (C_4) و از خانواده فرفیون می‌باشد (Asgarpour *et al.*, 2015) وعلف‌هرزبومی شرق ایالات متحده آمریکا است (Pahlevani & Akhani, 2011). با توجه به علف‌هرزیکساله بودن آن، تکثیر و پراکنش آن توسط بذر انجام می‌گیرد (Asgarpour *et al.*, 2015). بذرهای فرفیون خوابیده در فصل تابستان، توسط یک مکانیسم انفجاری (خودپراکنی[1]) پراکنده می‌شوند و بذرهایی که در فصل پاییز تولید می‌شوند، توسط مورچه ها پخش می‌شوند (Ohnishi & Suzuki, 2008). فرفیون خوابیده در سال ۲۰۰۶ برای اولین بار در شمال ایران و در استان گلستان گزارش شد (Nasseh *et al.*, 2006). مزارع سویا به‌ترتیب ابتدا در گلستان و سپس در مازندران توسط این علف‌هرز آلوده شده‌اند، جایی که این علف‌هرز همزمان با سویا می‌روید. فرفیون خوابیده به طور کلی دارای ساقه‌های خزنده است، اما ساقه‌ها می‌توانند در هنگام رقابت برای نور با گیاهان دیگر، به طور عمودی رشد کنند که منجر به کاهش عملکرد گیاه زراعی و در نتیجه مانع برداشت مکانیکی می‌شود (Asgarpour *et al.*, 2015). در ضمن، رطوبت موجود در کانوپی‌های فرفیون خوابیده، به بذرهای سویا منتقل می‌شود و بنابراین فرایند خشک شدن آن‌ها را به تاخیر می‌اندازد (Asgarpour *et al.*, 2015).

از آن‌جا که شدت رقابت گیاه زراعی- علف‌هرز توسط زمان رویش علف‌های‌هرز نسبت به تکامل فنولوژیکی گیاه زراعی تحت تاثیر قرار می‌گیرد (Blackshaw, 1993)، زمان کنترل علف‌های‌هرز یک جزء کلیدی برای به حداکثر رساندن عملکرد بالقوه گیاه زراعی است. کنترل گیاهچه‌های علف‌های‌هرز تازه رویش یافته، ممکن است به کاهش رقابت در طی مرحله حساس استقرار گیاهچه گیاه زراعی کمک کند (Black & Dyson, 1997)، اما گیاهچه‌های دیر رویش یافته ممکن است از عملیات کنترل فرار کنند و در افزایش بذر به بانک بذر خاک نقش داشته باشند. بنابراین درک عواملی که زمان رویش علف‌های‌هرز را تنظیم می‌کنند، هم برای اهداف کوتاه‌مدت و هم برای اهداف بلندمدت تولید گیاه زراعی بحرانی است. از این رو، پیش‌بینی اثرات عملیات مدیریتی بر رویش تجمعی فرفیون خوابیده می‌تواند در تکامل یک راهبرد بهینه برای مدیریت این علف‌هرز مفید باشد. چنین پیش بینی‌هایی نیاز به درک پاسخ الگوی رویش علف‌های‌هرز به شیوه‌های مدیریتی مانند خاک‌ورزی، تراکم گیاه زراعی و کنترل شیمیایی دارد.

سیستم‌های خاک‌ورزی، توزیع عمودی بذر در خاک را به‌طور متفاوتی تحت تاثیر قرار می‌دهند و این توزیع بذر علف‌های‌هرز ممکن است فراوانی نسبی گونه‌های علف‌های‌هرز را تحت تاثیر قرار دهد (Froud-Williams *et al.*, 1981; Chauhan *et al.*, 2006). در سیستم‌های بدون خاک‌ورزی، بخش بزرگی از بانک بذر علف‌های‌هرز پس از کاشت، رو یا نزدیک سطح خاک باقی می‌ماند (Chauhan & Johnson, 2009) که ممکن است رویش بیشتر علف-های‌هرزی را که نیازمند نور برای جوانه‌زنی هستند، تحریک کند. با این وجود در سیستم‌های خاک‌ورزی رایج، رویش گیاهچه تا حدی به اثری که خاک‌ورزی بر دفن بذر می‌گذارد بستگی دارد، زیرا بذرهایی که به طور عمیق دفن شده‌اند، قادر به رویش نیستند (Chauhan *et al.*, 2006). نوع گونه و تراکم گیاهچه علف‌های‌هرز، به شدت تحت تاثیر رژیم خاک‌ورزی

[1] Autochory

اجرا شده قرار می‌گیرد. نورس ورتی و اولیویرا (Norsworthy & Oliveira, 2007) دریافتند که خاک‌ورزی بهاره، رویش توق را افزایش داد، درحالی‌که تاثیر کمی بر رویش تاج خروس داشت.

افزایش تراکم سویا، یکی از روش‌هایی است که به افزایش رقابت‌پذیری گیاه زراعی در برابر علف-های‌هرز کمک می‌کند (Chauhan & Johnson, 2011). تراکم بالای گیاه زراعی، بسته شدن سریع کانوپی را تسهیل می‌کند که منجر به ممانعت موثرتر از رویش علف‌های‌هرز می‌شود. تراکم‌های بالاتر، توانایی گیاه زراعی را برای جلوگیری از رویش علف‌های‌هرز بهبود می‌بخشند و سبب کاهش افت عملکرد گیاه زراعی می‌شوند (Gibson *et al.*, 2002). نایس و همکاران (Nice *et al.*, 2007) نشان دادند که افزایش جمعیت سویا از ۲٤٥ به ٦٧٦ هزار بوته در هکتار، تراکم و رویش سنا (*Senna obtusifolia*) را تا بیش از ۸۰ درصد کاهش داد.

هدف اصلی استفاده از علف‌کش‌ها در مزارع، جلوگیری از رقابت با علف‌های‌هرزی است که همزمان با گیاه زراعی رویش می‌یابند. آگاهی از رویش متناوب علف‌های‌هرز، به کشاورزان اجازه خواهد داد تا به طور سیستماتیک، بهترین زمان را برای استفاده از علف‌کش‌های پیش‌رویشی در گیاهان زراعی تعیین کنند. علاوه بر این، تولیدکنندگان می-توانند با دقت بیشتری زمان‌بندی کاربرد علف‌کش‌های پس‌رویشی را برای تقویت کارایی کنترل علف-های‌هرز پیش‌بینی کنند. بنابراین آگاهی از الگوی رویش فرفیون خوابیده می‌تواند زمان‌بندی عملیات پاشش را بر روی جمعیت این علف‌هرز، به منظور اطمینان از اثربخشی مطلوب بهبود دهد.

با وجود اهمیت فرفیون خوابیده به عنوان یک علف‌هرز مهم و مهاجم جدید در گیاهان ردیفی مانند سویا در مازندران، اطلاعات محدودی در مورد اثر روش‌های مدیریتی بر زمان رویش این علف‌هرز وجود دارد. بنابراین شناخت بیشتر عواملی که رویش گیاهچه فرفیون خوابیده را تحت تاثیر قرار می‌دهند، می‌تواند به کنترل این علف‌هرز کمک کند. بنابراین هدف این تحقیق، تعیین اثر عملیات مدیریتی مختلف بر رویش گیاهچه فرفیون خوابیده و توسعه یک مدل تجربی مبتنی بر زمان- دما، برای پیش‌بینی رویش این گونه در سویا بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های مزرعه‌ای

آزمایش در طی فصول رشد ۱۳۹۵ و ۱۳۹٦، در مزرعه زراعی شرکت دشت ناز ساری، واقع در ۱۵ کیلومتری شمال شرق ساری، با مختصات جغرافیایی ۳٦ درجه و ۳۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۱۱ دقیقه طول شرقی و ارتفاع یک متر از سطح دریا اجرا شد. نوع خاک محل اجرای طرح، لومی رسی با اسیدیته ۷/۸ بود. محتوای ماده آلی خاک نیز در سال های ۱۳۹۵ و ۱۳۹٦، به ترتیب ۲/۵ و ۱/۹ درصد بود. آزمایش به صورت طرح کرت دو بار خرد شده و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل دو سیستم خاک‌ورزی رایج و بدون خاک‌ورزی، سه تراکم سویا (۲۰۰، ۳۰۰ و ٤۰۰ هزار بذر در هکتار) و سه دز مختلف علفکش ایمازاتاپیر (پرسوئیت ۱۰ درصد اس ال) (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ گرم ماده موثره در هکتار) بود. سیستم‌های خاک‌ورزی به عنوان عامل اصلی، تراکم‌های مختلف سویا به عنوان عامل فرعی و دزهای مختلف علفکش ایمازاتاپیر به عنوان عامل فرعی فرعی در نظر گرفته شدند. رقم سویای مورد مطالعه در این آزمایش تلار (BP) بود.

برای اجرای آزمایش، مزرعه‌ای با سابقه کشت سویا و

آلودگی بالا به علف‌های‌هرز یک ساله به خصوص فرفیون خوابیده انتخاب شد. سپس طرح آزمایشی در طی فصول رشد ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در این محل به‌اجرا در آمد. برای پیاده کردن طرح آزمایشی، مزرعه محل اجرای آزمایش در طی هر سال به دو منطقه یکنواخت، برای سازگار کردن تیمارهای خاک‌ورزی رایج و بدون خاک‌ورزی تقسیم شد. این مزرعه در پاییز سال اول، زیر کشت کلزا و در پاییز سال دوم زیر کشت گندم بود. به همین خاطر، قبل از کاشت در کرت‌های بدون خاک‌ورزی، به‌ترتیب در هر سال، ساقه‌های باقیمانده کلزا و گندم با استفاده از ساقه خردکن قطعه قطعه شد، ولی تنها در سال اول از سم پاراکوات به نسبت سه لیتر در هکتار برای جلوگیری از رویش مجدد ساقه‌های باقیمانده کلزای خودرو استفاده شد. در کرت‌های خاک‌ورزی رایج، قبل از کاشت ابتدا دو دیسک عمود بر هم زده شد و سپس از سیکلوتیلر به منظور عملیات تسطیح و نرم کردن خاک استفاده شد. کوددهی مزرعه با استفاده از۳۰۰ کیلوگرم در هکتار از کود گرانوله جامد دی آمونیوم فسفات (۰-٤٦-۱۸) در هر دو سیستم خاک‌ورزی طی هر سال از آزمایش انجام شد. پس از آماده سازی بستر بذر، عملیات کاشت در سال اول و دوم، به‌ترتیب در ۱۷ و ۲۵ خرداد انجام شد. فاصله ردیف های کاشت ۱۹ سانتیمتر و ابعاد هر کرت آزمایشی نیز شش متر در شش متر بود. در هر دو سال بعد از کاشت تا زمان گلدهی، هر هفته یک‌بار آبیاری صورت گرفت. در هر سال ۲۰ روز پس از کاشت، از حشره‌کش آوانت (ایندوکساکارب) به نسبت ۲۵۰ سی سی در هکتار برای از بین بردن لارو پروانه هلیوتیس استفاده شد. سمپاشی بر اساس تیمارهای ارائه شده (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ گرم ماده موثره در هکتار ایمازاتاپیر) و 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) و به صورت پیش‌رویشی[1] انجام شد. برای پیش‌بینی الگوی رویش فرفیون خوابیده در هر کرت، یک کوادرات ثابت به اندازه ۵۰ در ۵۰ سانتیمتر در مرکز هر کرت قرار گرفت و از ابتدای فصل و بعد از اولین آبیاری، شمارش گیاهچه‌های تازه روئیده فرفیون خوابیده آغاز شد. ذکر این نکته ضروری است که به دلیل اجرای طرح در طی دو سال، کوادرات ثابت در سال دوم، به‌جای قرار گرفتن در محل کوادرات سال اول، در فاصله یک متری آن قرار گرفت زیرا به‌دلیل حذف بوته‌های سبز شده در سال اول و عدم تولید بذر جدید در همان محل، نسبت به سایر نقاط دیگر مزرعه، تعداد گیاهچه سبز شده به‌دلیل یکسان نبودن نمی توانست زیاد واقعی باشد. شمارش، هر هفته تکرار شد و سپس گیاهچه-های شمرده شده در هر مرحله حذف شدند. طول دوره شمارش در هر سال، هشت هفته بود (با توجه به پایش به عمل آمده در طی هر سال، پس از هشت هفته، دیگر رویشی مشاهده نشد). وزن هزار دانه فرفیون خوابیده در سال های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ به ترتیب ۰/۰۷ و ۰/۰۹ گرم بود.

محاسبات آماری

برای محاسبه رویش تجمعی گیاهچه‌های فرفیون خوابیده (گیاهچه‌های جوانه زده از سطح خاک) در طول فصل، تعداد گیاهچه‌ها بر مبنای تعداد گیاهچه در متر مربع محاسبه شد. با توجه به این‌که در هر دو سال از این آزمایش، بعد از کاشت تا زمان گلدهی، هر هفته یک دور آبیاری صورت گرفت، آب خاک یک عامل محدود کننده برای رویش گونه‌های علف‌هرز نبود و از زمان دمایی خاک[2] [که در واقع همان درجه

[1] Pre emergence (PRI)
[2] Soil thermal time (STT)

روز رشد[1] می‌باشد]، به عنوان تنها متغیر مستقل برای پیش‌بینی رویش تجمعی استفاده شد. زمان دمایی خاک از معادله ۱ به دست آمد:

$$STT = \sum_{i=1}^{n}(ST_{mean} - T_{base}) \quad \text{معادله ۱}$$

که در آن: ST_{mean}، متوسط دمای روزانه خاک؛ T_{base}، دمای پایه جوانه‌زنی گونه علف‌هرز یا پایین‌ترین دمایی که بذر علف‌هرز جوانه می‌زند و n، تعداد روزهای پس از کاشت است. در محاسبات STT، دمای پایه برای فرفیون خوابیده ۲۵ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شد(Asgarpour *et al.*, 2015). از نرم‌افزار مدل دمایی خاک (STM^2) (Spokas & Forcella, 2006) برای پیش‌بینی دمای روزانه خاک (درجه سانتیگراد) در عمق پنج سانتیمتری (شکل ۱) استفاده شد. بارش روزانه (شکل ۱)، حداقل و حداکثر دمای هوا از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی واقع در ۵۰۰ متری محل آزمایش به‌دست آمد. ویژگی‌های بافت خاک و ماده آلی (درصد) همراه با طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع (یک متر) محل تحقیق، در نرم‌افزار برای پیش‌بینی دمای روزانه خاک (درجه سانتیگراد) نیز مورد استفاده قرار گرفت.

برای توصیف الگوی رویش گیاهچه فرفیون خوابیده، رویش تجمعی این گونه در برابر زمان دمای خاک، با استفاده از مدل لجیستیک سه پارامتره (Brown & Mayer, 1988; Eizenberg et al., 2005; محاسبه شد:

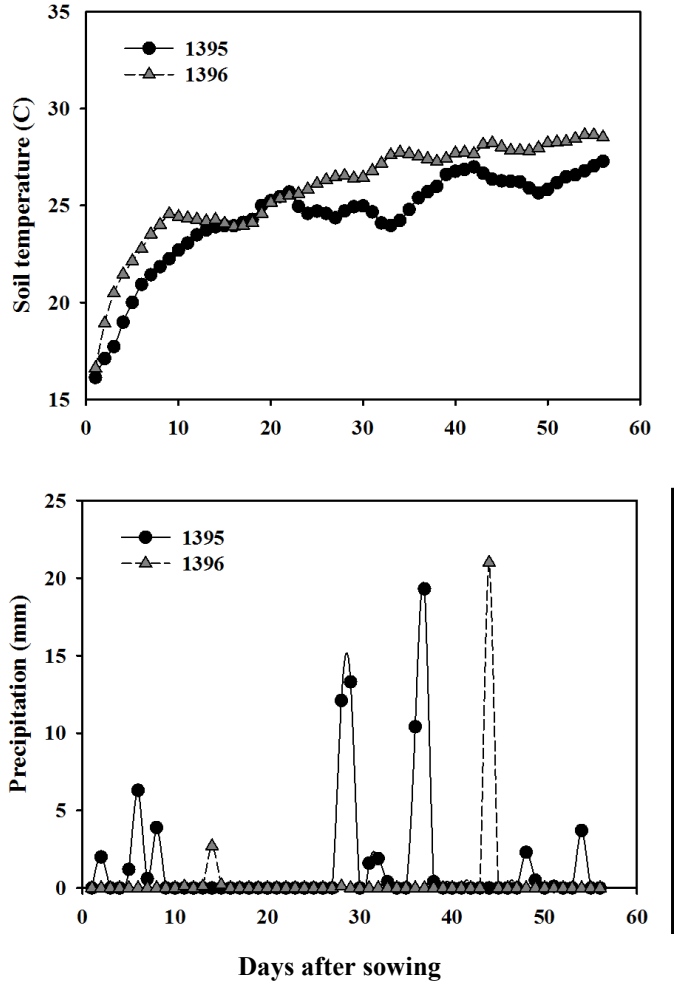
$$E = \frac{E_{max}}{1 + \left(\frac{STT}{T_{50}}\right)^{E_{rate}}} \quad \text{معادله ۲}$$

در این معادله: E، رویش تجمعی علف‌هرز در طول فصل؛ E_{max}، مجانب بالای منحنی یا همان حداکثر درصد رویش تجمعی علف‌هرز ؛ T_{50}، نشانگر STT (زمان دمایی خاک یا همان درجه روز رشد) هنگامی که E برابر ۵۰ درصد حداکثر رویش تجمعی (متوسط) است و E_{rate}، شیب منحنی یا نرخ رویش به ازای هر STT است. 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}) (Izquierdo *et al.*, 2009) انجام شد. مقادیر RMSE کوچکتر و R^2_{adj} نزدیکتر به یک، نشانگر برازش بهتر مدل می‌باشد. آنالیز واریانس مقدماتی برای تعیین اثرات تیمارها و همچنین اثرات متقابلشان، با استفاده از نرم‌افزار R v3.3.1 انجام شد و از نرم افزار Sigma Plot 12.5 برای برازش توابع استفاده شد. در پایان فصل رشد، دو ردیف کناری هر کرت و نیم متر از دو انتهای ردیف‌های میانی، به عنوان اثر حاشیه‌ای حذف شد و سطح باقیمانده در هر کرت (دو متر مربع) جهت تعیین عملکرد دانه برداشت شد. جهت نرمال کردن داده‌های عملکرد سویا، از تبدیل جذری استفاده شد و سپس داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SAS، تجزیه شدند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس آنالیز واریانس مقدماتی، اثرات متقابل تیمارها برای رویش تجمعی فرفیون خوابیده در هر دو سال معنی‌دار نبود (جدول ۱)، بنابراین تنها اثرات اصلی ارزیابی شدند. ضرایب آماری عملکرد مدل تایید کردند که مدل زمان دمایی، یک پیش‌بینی کننده خوب برای رویش فرفیون خوابیده با دامنه R^2_{adj} بین ۰/۹٤ و ۰/۹۹ و دامنه RMSE بین ۱/۹۷ تا ۱۱/۲۵ در دو سیستم خاک‌ورزی، سه مقدار بذرپاشی سویا و سه دز ایمازاتاپیر بود (جدول ۲، ۳، ٤).

[1] Growing Degree Days (GDD)



شکل ۱- دمای روزانه خاک (درجه سانتیگراد) در عمق پنج سانتیمتری (با استفاده از نرم افزار STM²، نرم افزار مدل دمایی خاک برآورد شد) و میزان بارندگی (میلیمتر) در طی دوره رویش فرفیون خوابیده در مزرعه آزمایشی واقع در دشت ناز ساری در سال های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ .

Fig 1. Daily soil temperature (ºC) at a -5cm depth (estimated by STM², soil temperature model software) and precipitation (mm) during the spotted spurge emergence period in the experimental field in Dashte-Naz, Sari, 2016- 2017.

ایزکوئیردو و همکاران (Izquierdo *et al.*, 2009)، بسته به ماهیت اندازه گیری، مقادیر R^2_{adj} را از دامنه ۰/۸۲ تا ۰/۹۲ و مقادیر RMSE را از دامنه ٤/٤ تا ۱۲/۱، برای پیش بینی رویش *Papaver rhoeas* در مزرعه غلات، بر اساس زمان- دمای خاک به‌دست آوردند. با توجه به این‌که تغییرپذیری عواملی مانند دمای خاک و بارندگی بین دو سال متفاوت بود (شکل ۱)، طبیعتا دو سیستم خاک‌ورزی، سه مقدار بذرپاشی سویا و سه دز ایمازاتاپیر از نظر مقدار RMSE در سال اول و دوم اختلاف معنی‌دار نشان دادند (جدول ۲، ۳ و ٤).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثرات اصلی و اثرات متقابل بلوک (B)، خاک‌ورزی (T)، تراکم (D) و دز علف‌کش (HD). رویش فرفیون خوابیده به صورت رویش تجمعی (CE) بیان شده است.

Table 1. Variance analysis of the main effects and interactions of block (B), tillage (T), density (D), and herbicide dose (HD). Spotted spurge emergence is expressed as cumulative emergence (CE).

Source of variation	Df	2016	2017
		CE	CE
Block (B)	2	0.01	0.03
Tillage (T)	1	<0.0001	<0.0001
Error a	2	0.001	NS
Density (D)	2	<0.0001	<0.0001
Herbicide Dose (HD)	2	<0.0001	<0.0001
D × HD	4	NS	NS
T × D	2	NS	NS
T × HD	2	NS	NS
T × D × HD	4	NS	NS
Error b	8	0.003	NS
CV (%)		15.69	12.43

ns: غیرمعنی‌دار

NS: not significant.

جدول ۲- الگوی رویش تجمعی فرفیون خوابیده در سیستم‌های خاک‌ورزی رایج و بدون خاک‌ورزی.

Table 2. Cumulative emergence pattern of spotted spurge in conventional and no-tillage systems.

Year	Tillage system	Parameter estimates ± SE				RMSE
		Emax	*Erate*	T_{50}	R^2adj	
2016	Conventional tillage	173.10 ± 17.48	-2.61 ± 0.76	19.48 ± 1.77	0.95	9.90
	No-till	582.75 ± 41.77	-3.34 ± 1.00	15.14 ± 0.91	0.97	5.35
	P value	<0.0001	<0.001	<0.0001		
2017	Conventional tillage	377.84 ± 11.37	-2.01 ± 0.21	5.76 ± 0.47	0.98	4.83
	No-till	487.35 ± 5.84	-3.07 ± 0.42	4.99 ± 0.18	0.99	1.97
	P value	<0.0001	<0.001	<0.0001		

R^2adj: ضریب تبیین تطبیقی، RMSE: خطای میانگین مربعات

R^2adj, adjusted coefficient of determination; RMSE, root-mean-square error.

جدول ۳- الگوی رویش تجمعی فرفیون خوابیده در سه تراکم سویا

Table 3. Cumulative emergence pattern of spotted spurge in three soybean densities.

Year	Density (seed ha-1)	Parameter estimates ± SE				RMSE
		Emax	*Erate*	T_{50}	R^2adj	
2016	200,000	363.95 ± 36.79	-3.09 ± 0.87	15.51 ± 1.00	0.97	6.07
	300,000	245.91 ± 17.41	-3.03 ± 0.83	16.72 ± 1.06	0.97	6.48
	400,000	150.57 ± 11.06	-2.33 ± 0.82	17.92 ± 1.36	0.97	6.91
	P value	<0.0001	<0.001	<0.0001		
2017	200,000	587.05 ± 11.61	-2.05 ± 0.25	5.33 ± 0.27	0.99	2.78
	300,000	395.06 ± 7.97	-1.82 ± 0.23	5.92 ± 0.30	0.99	2.97
	400,000	309.91 ± 5.40	-1.72 ± 0.21	6.07 ± 0.32	0.99	2.84
	P value	<0.0001	<0.001	<0.0001		

R^2adj: ضریب تبیین تطبیقی، RMSE: خطای میانگین مربعات

R^2adj: adjusted coefficient of determination; RMSE: root-mean-square error.

جدول ٤- الگوی رویش تجمعی فرفیون خوابیده در سه دز ایمازاتاپیر

Table 4. Cumulative emergence pattern of spotted spurge in three imazethapyr doses

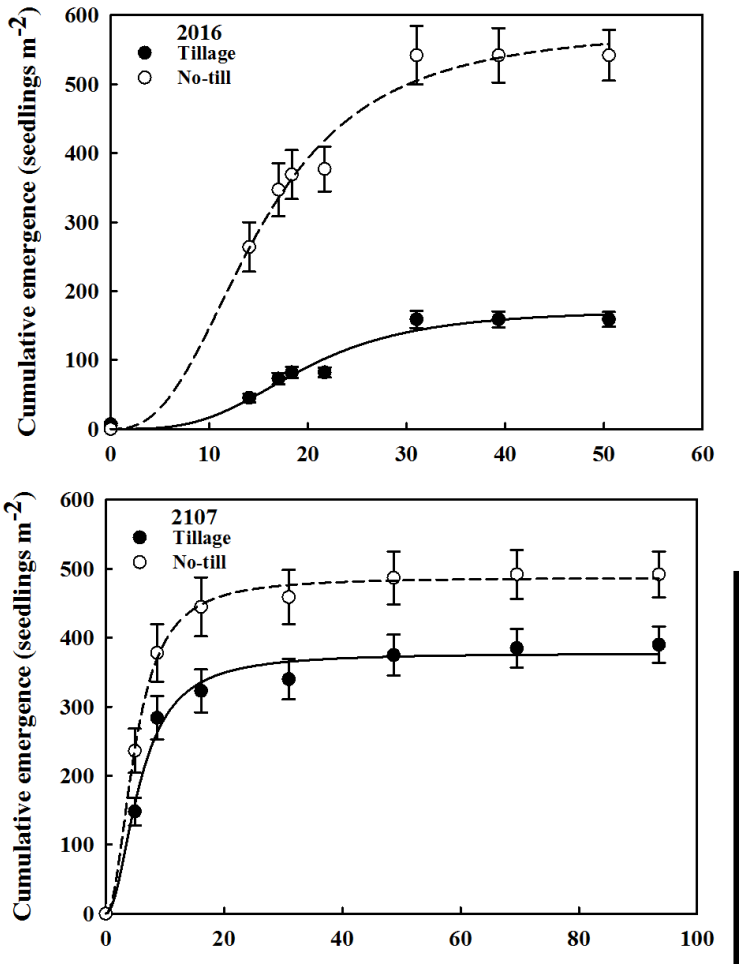
Year	Imazethapyr doses (g ai ha^{-1})	Parameter estimates ± SE				RMSE
		Emax	*Erate*	T_{50}	R^2_{adj}	
2016	0	426.02 ± 25.24	-3.23 ± 1.12	14.81 ± 0.74	0.98	4.86
	50	234.05 ± 22.19	-2.79 ± 0.85	17.44 ± 1.48	0.96	7.45
	100	95.93 ± 13.06	-2.70 ± 0.73	19.86 ± 2.54	0.94	11.25
	P value	<0.0001	<0.001	<0.0001		
2017	0	624.64 ± 14.55	-2.42 ± 0.27	4.90 ± 0.18	0.99	3.01
	50	443.06 ± 7.88	-2.02 ± 0.25	5.38 ± 0.27	0.99	2.87
	100	227.00 ± 2.76	-1.63 ± 0.20	6.50 ± 0.37	0.99	2.17
	P value	<0.0001	<0.001	<0.0001		

R^2adj: ضریب تبیین تطبیقی، RMSE: خطای میانگین مربعات

R^2adj: adjusted coefficient of determination; RMSE: root-mean-square error.

سیستم‌های خاک‌ورزی

رویش تجمعی فرفیون خوابیده در هر دو سال، به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر سیستم‌های خاک‌ورزی قرار گرفت (P<0.0001)، به‌طوری‌که فرفیون خوابیده در سیستم بدون خاک‌ورزی، رویش تجمعی بیشتری نسبت به خاک‌ورزی رایج داشت (جدول ۲، شکل ۲). حداکثر رویش تجمعی فرفیون خوابیده (E_{max}) در سال ۱۳۹۵ تحت سیستم‌های خاک‌ورزی رایج و بدون خاک‌ورزی، به‌ترتیب ۱۷۳ و ۵۸۳ گیاهچه در متر مربع بود، درحالی‌که در سال ۱۳۹٦ و در سیستم‌های خاک‌ورزی رایج و بدون خاک‌ورزی، حداکثر رویش تجمعی فرفیون خوابیده (E_{max}) به‌ترتیب ۳۷۸ و ٤۸۷ گیاهچه در متر مربع بود (جدول ۲، شکل ۲). بنابراین، بین دو سیستم خاک‌ورزی از لحاظ رویش فرفیون خوابیده، تفاوت اساسی وجود داشت. احتمالا دلیل این تفاوت در رویش با شرایط محیطی سطح خاک، مخصوصا نور و دما در سیستم بدون خاک‌ورزی در ارتباط باشد که برای جوانه‌زنی بذر و رویش فرفیون خوابیده مطلوب‌تر است. عسگرپور و همکاران (Asgarpour *et al.*, 2015) نشان دادند که نور و دما، جوانه‌زنی بذرهای فرفیون خوابیده را تحریک می‌کند و به این نتیجه رسیدند که حداکثر رویش در سطح یا نزدیک سطح خاک رخ می‌دهد. شیب منحنی یا نرخ رویش در هر درجه روز رشد (E_{rate}) نیز در هر دو سال بین سیستم‌های خاک‌ورزی متفاوت بود (P<0.001). نرخ رویش فرفیون خوابیده در هر درجه روز رشد در سیستم بدون خاک‌ورزیدر مقایسه با سیستم خاک‌ورزی رایج، بالاتر بود (جدول ۲). علاوه بر این، زمان- دما یا درجه روز رشد مورد نیاز تا رسیدن به ۵۰ درصد رویش گیاهچه ($\boldsymbol{T_{50}}$) بین دو سیستم خاک‌ورزی در هر دو سال متفاوت بود (**P<0.0001**) (جدول ۲). فرفیون خوابیده در سیستم بدون خاک‌ورزی، $\boldsymbol{T_{50}}$ پایین‌تری نسبت به سیستم خاک‌ورزی رایج داشت (به ترتیب ۱۵/۱٤ و ٤/۹۹ درجه روز رشد مورد نیاز برای رسیدن به ۵۰ درصد رویش در سال های ۱۳۹۵ و ۱۳۹٦) (جدول ۲). بنابراین فرفیون خوابیده در کرت‌های بدون خاک‌ورزی نسبت به کرت‌های خاک‌ورزی رایج، سریع‌تر به ۵۰ درصد رویش تجمعی دست یافت. عوامل متعددی ممکن است در رویش زودتر فرفیون خوابیده در سیستم بدون خاک-ورزی در مقایسه با سیستم خاک‌ورزی رایج نقش داشته باشند؛ اول این‌که در سیستم‌های بدون خاک‌ورزی، بیشتر بذرها بر روی سطح خاک یا



شکل ۲- تاثیر سیستم های خاک‌ورزی بر الگوی رویش تجمعی فرفیون خوابیده در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در دشت ناز ساری. میله‌های عمودی نشان‌دهنده خطای استاندارد هستند.

Fig 1. Effect of tillage systems on cumulative emergence pattern of spotted spurge in 2016 and 2017 in Dasht Naz, Sari. Vertical bars represent standard error.

نزدیکی سطح خاک قرار گرفته‌اند (Hongle *et al.*, 2017)؛ جایی که شرایط محیطی مخصوصا نور و دما برای جوانه‌زنی و رویش تجمعی مطلوب وجود دارد (Mohler & Callaway, 1992)؛ بنابراین قابل انتظار است گیاهچه‌های بیشتری در سیستم بدون خاک-ورزی رویش یابند (Hongle *et al.*, 2017). دوم این‌که شخم، بذرهای سطحی را در لایه‌های عمیق‌تر خاک دفن می‌کند (Benvenuti *et al.*, 2001)، بنابراین باعث کاهش رویش فرفیون خوابیده می‌شود. بذرهایی که بیش از حد عمیق دفن شده باشند، ممکن است به واسطه محیط نامطلوب، وادار به خواب شوند (Benvenuti *et al.*, 2001). در نهایت رویش تجمعی سریع‌تر در سیستم بدون خاک‌ورزی می‌تواند به اندازه کوچک بذرهای فرفیون خوابیده مربوط باشد. گیاهچه‌هایی که به تازگی از بذرهای کوچکی که به‌طور عمیق در خاک دفن شده‌اند جوانه می‌زنند، ممکن است قبل از این‌که بتوانند از سطح خاک رویش یابند، ذخایر انرژیشان تخلیه شود (Bolfrey-Arku *et al.*, 2011). بنابراین گزینه مدیریتی ممکن برای فرفیون خوابیده ممکن است شخم عمیق با

گاوآهن برگردان دار باشد که بذرها را زیر عمق حداکثری آن‌ها دفن می‌کند تا مانع رویش این علف‌هرز شود (Hongle *et al.*, 2017). این نتیجه بیانگر اهمیت اثر عمق دفن بر رویش فرفیون خوابیده است. در این ارتباط، عسگرپور و همکاران (Asgarpour *et al.*, 2015) به این نتیجه رسیدند که با توجه به نیاز نوری بذرهای فرفیون خوابیده برای جوانه‌زنی، عملیات خاک‌ورزی عمیقی که بذرها را دفن می‌کند، ممکن است مانع جوانه‌زنی و رویش این علف‌هرز شود.

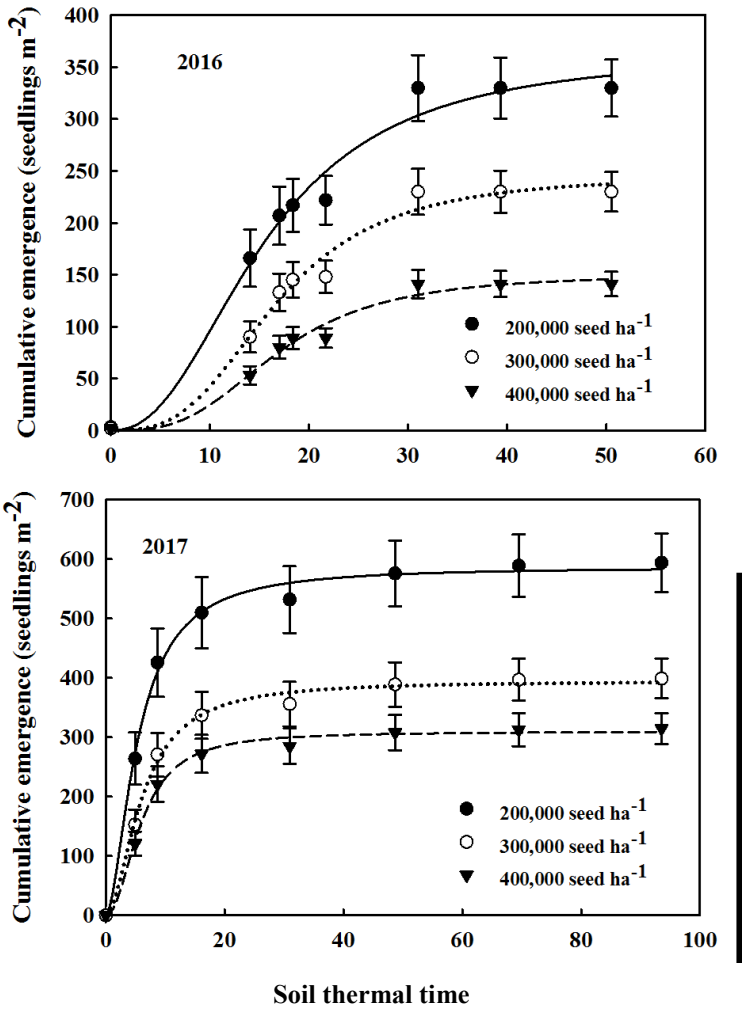
تراکم‌های سویا

اثر تراکم‌های مختلف سویا بر رویش تجمعی گیاهچه‌های فرفیون خوابیده در هر دو سال معنی‌دار بود (P<0.0001). در تراکم ۲۰۰ هزار بذر سویا در هکتار، فرفیون خوابیده رویش تجمعی بالاتری (E_{max}) نسبت به دو تراکم دیگر در هر دو سال داشت. رویش تجمعی فرفیون خوابیده در تراکم ٤۰۰ هزار بذر سویا در هکتار پایین‌تر بود (جدول ۳، شکل ۳). شیب منحنی یا نرخ رویش در هر STT (E_{rate}) نیز بین تراکم‌های سویا در هر دو سال متفاوت بود (P<0.001) (جدول ۳). نرخ رویش فرفیون خوابیده در هر STT در تراکم ۲۰۰ هزار بذر سویا در هکتار بیشتر بود اما در تراکم ٤۰۰ هزار بذر کمتر بود (جدول ۳). از طرف دیگر، T_{50} فرفیون خوابیده در تراکم ٤۰۰ هزار بذر سویا در هکتار بیشتر و در تراکم ۲۰۰ هزار بذر کمتر بود (P<0.0001) (جدول ۳). بنابراین فرفیون خوابیده در تراکم پایین‌تر سویا، رویش بالاتر و T_{50} پایین‌تری (درجه روز رشد مورد نیاز مورد نیاز پایین‌تری برای رسیدن به ۵۰ درصد رویش) نسبت به تراکم بالاتر سویا نشان داد (جدول ۳).

در تراکم پایین، گیاهان زراعی نیاز به زمان بیشتری برای بستن کانوپی خود دارند؛ بنابراین رویش علف‌های‌هرز تحریک می‌شود (Arce *et al.*, 2009). ریچ و رنر (Rich & Renner, 2007) دریافتند که پایین آوردن تراکم سویا به زیر سطح مطلوب، رقابت‌پذیری سویا با علف‌های‌هرز را کاهش داد. این رقابت‌پذیری کاهش یافته، منجر به تراکم بالاتر علف‌های‌هرز و کاهش سطح برگ و وزن خشک سویا شد (Legere & Schreiber, 1989). همچنین نتایج نشان داد که تراکم ٤۰۰ هزار بذر سویا در هکتار، منجر به فاز تاخیری طولانی‌تری از رویش فرفیون خوابیده در هر دو سال، به واسطه نرخ رویش پایین‌تر و T_{50} بالاتر (درجه روز رشد مورد نیاز مورد نیاز بالاتر برای رسیدن به ۵۰ درصد رویش) شد (جدول ۳). این امر، زمان بیشتری برای استقرار بهتر گیاه زراعی فراهم می‌کند و توانایی رقابتی سویا را بهبود می‌بخشد. بنابراین گیاهان زراعی در تراکم‌های بالا، به‌دلیل تکامل سریع کانوپی، در رقابت باعلف‌های‌هرز، برترند . هاردر و همکاران (Harder *et al.*, 2007) دریافتند که در تراکم ٤٤۵ هزار بوته در هکتار سویا، کانوپی ۱۱ هفته پس از کاشت بسته شد، درحالیکه در تراکم پایین‌تر یعنی ۳۰۰ هزار بوته در هکتار، یک هفته بیشتر طول کشید تا کانوپی بسته شود. نتیجه این تفاوت این است که تکامل سریع کانوپی گیاه زراعی در مقدار بذرپاشی بالاتر، منجر به تراکم پایین‌تر علف‌های‌هرز شد.

دزهای ایمازاتاپیر

دزهای مختلف ایمازاتاپیر، تاثیر معنی‌داری بر رویش تجمعی فرفیون خوابیده در هر دو سال داشتند (P<0.0001) (جدول ٤، شکل ٤). در بالاترین دز ایمازاتاپیر (۱۰۰ گرم ماده موثره در هکتار)، رویش تجمعی فرفیون خوابیده پایین بود و هنگامی که هیچ علف‌کشی به کار نرفته بود، میزان رویش بالاتر بود (جدول ٤، شکل ٤). مشاهده مشابه‌ای برای شیب

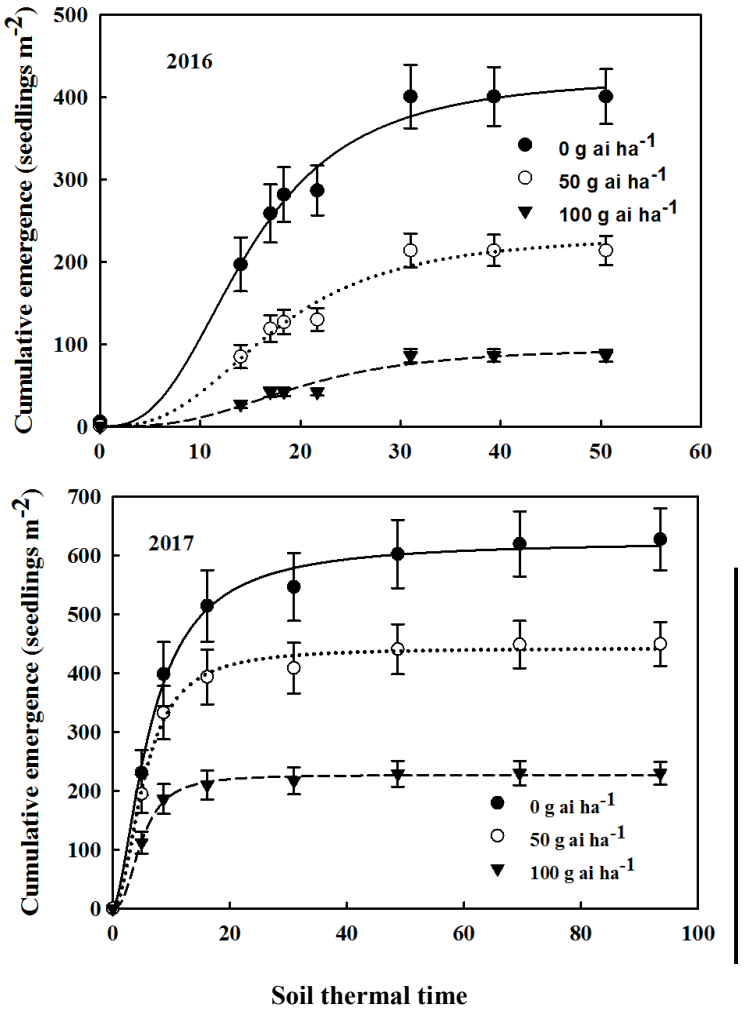


شکل ۳- تاثیر تراکم‌های سویا بر الگوی رویش تجمعی فرفیون خوابیده در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در دشت ناز ساری. میله-های عمودی نشان‌دهنده خطای استاندارد هستند.

Fig 2. Effect of soybean densities on cumulative emergence pattern of spotted spurge in 2016 and 2017 in the Dasht Naz, Sari. Vertical bars represent standard error.

منحنی یا نرخ رویش در هر STT (E_{rate}) نیز مشاهده شده بود؛ جایی که این پارامتر در بالاترین مقدار ایمازاتاپیر کمتر بود و در غیاب علف‌کش، میزان آن بیشتر بود (جدول ٤). از طرف دیگر، T_{50} روند متفاوتی را نشان داد و میزان آن در بالاترین دز ایمازاتاپیر، بیشتر و در غیاب علف‌کش کمتر بود (جدول ٤)؛ این روند در هر دو سال مشابه بود.

فرفیون خوابیده در بالاترین دز ایمازاتاپیر (۱۰۰ گرم ماده موثره در هکتار)، نرخ رویش کمتر و T_{50} بالاتری (به ترتیب ۱۹/۸٦ و ٦/۵۰ درجه روز رشد مورد نیاز برای رسیدن به ۵۰ درصد رویش) را در هر دو سال نشان داد (جدول ٤) که منجر به دوره زمانی طولانی-تری برای رسیدن به ۵۰ درصد رویش تجمعی در بخش اولیه فصل رشد شد. 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 فرفیون خوابیده افزایش داد.



شکل ٤- تاثیر دزهای ایمازاتاپیر بر الگوی رویش تجمعی فرفیون خوابیده در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹٦ در دشت ناز ساری. میله-های عمودی نشان دهنده خطای استاندارد هستند.

Figure 3. Effect of imazethapyear doses on cumulative emergence pattern of spotted spurge in 2016 and 2017 in the Dasht Naz, Sari. Vertical bars represent standard error.

ایمازاتاپیر به واسطه بقایای فعال طولانی مدت خود در خاک، کنترل موثری روی فرفیون خوابیده در طی فصل رشد داشت (Buhler & Proost, 1992; McGlamery *et al.*, 1990). در این رابطه، والش و همکاران (Walsh *et al.*, 2015) دریافتند که ایمازاتاپیر در بالاترین دز (۱۰۰ گرم ماده موثره در هکتار)، تراکم و وزن خشک سلمه تره (*Chenopodium album* L.)، آمبروسیا (*Ambrosia artemisiifolia* L.)، دم روباهی باریک (*Alopecurus myosuroides* Huds.) و گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* Medicus.) را بیش از ۸۰ درصد کاهش داد.

عملکرد سویا

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که سیستم خاک‌ورزی، تراکم سویا و دز علف‌کش تاثیر معنی-داری بر عملکرد سویا در هر دو سال داشتند ($P<0.01$) (جدول ٥). مقایسه میانگین عملکرد سویا در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی نشان داد که

عملکرد دانه سویا در سیستم خاک‌ورزی رایج در مقایسه با سیستم بدون خاک‌ورزی در هر دو سال آزمایش بالاتر بود (جدول ٦).

جدول ٥- تجزیه واریانس عملکرد سویا در سال های ۱۳۹۵ و ۱۳۹٦

Table 5- Variance analysis of soybean yield in 2016 and 2017

Source of variation	df	Soybean yield	
		2016	2017
Block (B)	2	<0.01	<0.01
Tillage (T)	1	<0.01	<0.01
Error a	2	NS	NS
Density (D)	2	<0.01	<0.01
Herbicide Dose (HD)	2	<0.01	<0.01
D × HD	4	NS	NS
T × D	2	NS	NS
T × HD	2	NS	NS
T × D × HD	4	NS	NS
Error b	8	NS	NS
CV (%)		8.73	7.30

ns: غیرمعنی‌دار

ns: not significant.

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر سیستم های خاک ورزی بر عملکرد سویا در سال های ۱۳۹۵ و ۱۳۹٦

Table 6. Mean comparison of the effect of tillage systems on soybean yield in 2016 and 2017

Source of variation	Tillage systems	Year	
		2016	2017
Soybean yield (kg ha^{-1})	Conventional tillage	3422.22^{a}	2822.22^{a}
	No-till	3115.56^{b}	2515.55^{b}

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، با هم اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد و بر اساس آزمون دانکن ندارند.

In each column, means with the same letters are not significantly different ($P < 0.05$) according to Duncan.

خاک‌ورزی درکنار برگردان خاک، آماده‌سازی بستر بذر، افزایش مواد غذایی و نفوذپذیری خاک، علف‌های‌هرز را نیز به خوبی کنترل می‌کند، به‌گونه‌ای که مهم‌ترین هدف شخم در روش‌های مدرن زراعت، کنترل علف‌های‌هرز است (Reicosky & Allmaras, 2003). در این راستا، شخم سبب افزایش سرعت زوال بذر علف‌های‌هرز، کاهش جمعیت علف‌های‌هرز چندساله و دوساله از طریق قطع اندام‌های زایا و رویشی و توزیع یکنواخت بذر علف‌های‌هرز در نیمرخ خاک می‌شود (Rashedmohassel *et al.*, 1999)؛ در مقابل، در نظام‌های خاک‌ورزی حداقل، جمعیت علف‌های‌هرز پهن برگ و باریک برگ یک‌ساله با جوانه‌زنی سطحی و زود هنگام افزایش می‌یابد زیرا در این روش، ٦۰ تا ۹۰ درصد بذرهای علف‌های‌هرز در سطح خاک قرار دارند (Swanton *et al.*, 2002). همچنین در این روش، وجود بقایای گیاهی در سطح خاک، باعث سایه‌اندازی بر روی خاک می‌شود و در این شرایط، خاک سه تا چهار درجه سانتی‌گراد سردتر و مرطوب‌تر از خاک شخم خورده می‌باشد و شرایط مطلوبی را برای جوانه‌زنی علف‌های‌هرز با بذرهای کوچک مانند فرفیون خوابیده فراهم می‌کند (Gebhardt *et al.*, 1985). به‌طورکلی، افزایش تراکم علف‌های‌هرز در سیستم‌های خاک‌ورزی حداقل، سبب کاهش عملکرد محصول می‌شود (Blackshaw *et al.*, 2001). به‌علاوه سیستم‌های بدون شخم، سبب رشد علف‌های‌هرز تا پیش از

کاشت محصول می‌شوند و بنابراین علف‌های‌هرزی که در زمان کاشت محصول در حال رشد هستند، ثر مقایسه با آن دسته که همزمان با گیاه زراعی سبز می‌شوند، خسارت بیشتری به گیاه زراعی وارد می‌نمایند (Rashedmohassel *et al.*, 1999). در این ارتباط، واسیلاس و همکاران (Vasilas *et al.*, 1988) در یک مطالعه در ایلینویز نشان دادند که سویای کاشته شده در سیستم بدون خاک‌ورزی، عملکرد کمتری نسبت به سویای کاشته شده در سیستم خاک‌ورزی رایج داشت.

همچنین مقایسه میانگین عملکرد سویا در تراکم‌های مختلف کاشت نشان داد که بیشترین عملکرد سویا در هر دو سال آزمایش، در تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار به دست آمد (جدول ۷).

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر تراکم سویا بر عملکرد این گیاه در سال های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

Table 7. Mean comparison of the effect of soybean densities on its yield in 2016 and 2017

Source of variation	Soybean density (seed ha^{-1})	Year	
		2016	2017
Soybean yield (kg ha^{-1})	200.000	3250.00^{b}	2650.00^{b}
	300,000	2895.00^{c}	2295.00^{c}
عملکرد سویا (کیلوگرم در هکتار)	400,000	3661.67^{a}	3061.66^{a}

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، با هم اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد و بر اساس آزمون دانکن ندارند.

In each column, means with the same letters are not significantly different ($P < 0.05$) according to Duncan.

در مطالعه‌ای با بررسی اثر تراکم بر ارقام لوبیا مشخص شد که با افزایش تراکم، تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه کاهش یافت؛ هرچند به دلیل افزایش تعداد غلاف در واحد سطح، عملکرد دانه افزایش یافت (Parvizi *et al.*, 2011). بنابراین به‌نظر می‌رسد که دلیل اصلی افزایش عملکرد دانه در تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار، افزایش تعداد غلاف در واحد سطح باشد. در مطالعه دیگری، اثر تراکم بر عملکرد دو رقم لوبیا مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که با افزایش تراکم یا کاهش فاصله ردیف از ۶۰ به ۳۰ سانتی‌متر، بر سرعت رشد محصول افزوده شد و بالاترین عملکرد دانه به‌دست آمد (Torabi Jafroudi *et al.*, 2007). با افزایش تراکم گیاهی، عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف مورد مطالعه سویا افزایش یافت (Gan *et al.*, 2002).

مقایسه میانگین عملکرد سویا در دزهای مختلف علف‌کش نشان داد که دز ۱۰۰ گرم ماده موثره ایمازاتاپیر در هکتار، بالاترین عملکرد دانه را در هر دو سال داشت (جدول ۸). با توجه به این نتیجه و همچنین پاسخ الگوی رویش تجمعی فرفیون خوابیده به دزهای ایمازاتاپیر که در بالا بیان شد می توان دریافت که ایمازاتاپیر، با توجه به کنترل موثر فرفیون خوابیده در طول فصل، فرصت بیشتری برای دسترسی گیاه زراعی به منابع موجود در طی فصل رشد را فراهم کرد و بنابراین عملکرد گیاه زراعی انتهای فصل رشد افزایش یافت. حسن زاده و همکاران (Hasanzadeh *et al.*, 2015) در بررسی اثر ایمازاتاپیر بر روی لوبیا قرمز به این نتیجه رسیدند که عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا قرمز در دز توصیه شده (۱۰۰ گرم ماده موثره در هکتار) به‌طور معنی‌داری بهبود پیدا کرد.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر دزهای ایمازاتاپیر بر عملکرد سویا در سال های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

Table 8. Mean comparison of the effect of imazethapyr doses on soybean yield in 2016 and 2017

Source of variation	Imazethapyr doses (g ai ha^{-1})	Year	
		2016	2017
Soybean yield (kg ha^{-1})	0	2296.67^{c}	1696.66^{c}
	50	2793.33^{b}	2193.33^{b}
	100	3306.67^{a}	2706.66^{a}

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، با هم اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد و بر اساس آزمون دانکن ندارند.

In each column, means with the same letters are not significantly different ($P < 0.05$) according to Duncan.

نتیجه‌گیری کلی

مطالعه حاضر نشان داد که رویش فرفیون خوابیده، به‌وسیله عملیات مدیریتی همچون سیستم‌های خاک-ورزی، تراکم‌های سویا و دزهای ایمازاتاپیر تحت تاثیر قرار گرفت. درجه روز رشد تا رسیدن به ۵۰ درصد رویش فرفیون خوابیده در سیستم خاک‌ورزی رایج نسبت به سیستم بدون خاک‌ورزی افزایش یافت و با افزایش تراکم کاشت، رویش گیاهچه در هر درجه روز رشدکاهش یافت. همچنین با افزایش دز علف-کش، نیازهای درجه روز رشد برای رسیدن به ۵۰ درصد رویش افزایش یافت. بنابراین سیستم خاک-ورزی رایج، تراکم ۴۰۰ هزار بذر سویا در هکتار و دز ۱۰۰ گرم ماده موثره ایمازاتاپیر در هکتار، منجر به کاهش تراکم گیاهچه فرفیون خوابیده در متر مربع و طولانی‌تر شدن درجه روز رشد برای علف‌هرز تا رسیدن به ۵۰ درصد رویش گیاهچه‌ها شدند. این امر، زمان بیشتری برای بوته‌های سویا فراهم کرد تا بهتر استقرار یابند و توانایی رقابتی خود را بهبود دهند؛ بنابراین بالاترین عملکرد سویا در واحد سطح، در پایان فصل رشد در این تیمارها مزبور به‌دست آمد. این نتایج می‌تواند به برنامه‌ریزی برای گزینه‌های مدیریتی مناسب، تکامل مدل‌ها و تصمیم‌گیری زمان-بندی بهینه برای کنترل فرفیون خوابیده در مزارع سویا کمک کند.

منابع

Arce, G.D., Pedersen, P. and Hartzler, R.G. 2009. Soybean seeding rate effects on weed management. Weed Technol. 23:17–22

Asgarpour, R., Ghorbani, R., Khajeh-Hosseini, M., Mohammadvand, E. and Chauhan, B.S. 2015. Germination of spotted spurge (*Chamaesyce maculata*) seeds in response to different environmental factors. Weed Sci. 63:502–510

Benvenuti, S., Macchia, M. and Miele, S. 2001. Quantitative analysis of emergence of seedlings from buried weed seed with increasing soil depth. Weed Sci. 49:528–535

Black, I.D. and Dyson, C.B. 1997. A model of the cost of delay in spraying weeds in cereals. Weed Res. 37:139–146

Blackshaw, R.E. 1993. Downy brome (*Bromus tectorum*) density and relative time of emergence affects interference in winter wheat (*Triticum aestivum*). Weed Sci. 41:551–556

Blackshaw R.E., Larney F.J., Lindwall C.W., Watson, P.R. and Derksen, D.A. 2001. Tillage intensity and crop rotation affect weed community dynamics in a winter wheat cropping system. Can J. Plant. Sci. 81:805-813

Bolfrey-Arku, G.E.K., Chauhan, B.S. and Johnson, D.E. 2011. Seed germination ecology of itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*). Weed Sci. 59:182–187

Brown, R.F. and Mayer, D.G. 1988. Representing cumulative germination. The use of the Weibull function and other empirically derived curves. Ann. Bot. 61:127–138

Buhler, D.D. and Proost, R.T. 1992. Influence of application time on bioactivity of imazethapyr in no-

tillage soybean (*Glycine max*). Weed Sci. 40:122-126
Chauhan, B.S., Gill, G. and Preston, C. 2006. Seedling recruitment pattern and depth of recruitment of 10 weed species in minimum tillage and no-till seeding systems. Weed Sci. 54:658–668
Chauhan, B.S. and Johnson, D.E. 2009. Influence of tillage systems on weed seedling emergence pattern in rainfed rice. Soil Tillage Res. 106:15–21
Chauhan, B.S. and Johnson, D.E., 2011. Row spacing and weed control timing affect yield of aerobic rice. Field Crops Res. 121, 226–231
Eizenberg, H., Colquhoun, J.B. and Mallory-Smith, C.A. 2005. A predictive degree-d model for small broomrape (*Orobanche minor*) parasitism in red clover in Oregon. Weed Sci. 53:37–40
Froud-Williams, R.J., Chancellor, R.J. and Drennan, D.S.H. 1981. Potential changes in weed floras associated with reduced-cultivation systems for cereal production in temperate regions. Weed Res. 21: 99–109
Gibson, K.D., Fischer, A.J., Foin, T.C. and Hill, J.E. 2002. Implications of delayed *Echinochloa* spp. germination and duration of competition for integrated weed management in water-seeded rice. Weed Res. 42:351–358
Gan, Y., Stulen, I., Van Keulen, H. and Kuiper, P.J.C. 2002. Physiological response of soybean genotypes to plant density. Field Crops Res. 74: 231-241
Gebhardt, M.R., Daniel T.C., Schweizer, E.E. and Allmaras, R.R. 1985. Conservation tillage. Weed Sci. 23:25-630
Harder, D.B., Sprague, C.L. and Renner, K.A. 2007. Effect of soybean row width and population on weed, crop yield, and economic return. Weed Technol. 21:744–752
Hasanzadeh, S., Rezvani, M. and Abbasi, R. 2015. The Effect of imazethapyr reduced dose on red bean (*Phaseolus calcaratus* L.) grain yield and yield components at competition with velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medik.). J. Agric. Sci. Prod. 1:14-24
Hongle, X., Wangcang, S., Di, Z., Lanlan, S., Hengliang, W., Fei, X., Shunguo, Z., Zeguo, Z. and Renhai, W. 2017. Influence of environmental factors on *Cucumis melo* L. var. *agrestis* Naud. Seed germination and seedling emergence. Plos One. 12:1-16
Izquierdo, J., Gonzalez-Andujar, J.L., Bastida, F., Lezaun, J.A. and Del Arco, M.J.S. 2009. A thermal time model to predict corn poppy (*Papaver rhoeas*) emergence in cereal field. Weed Sci. 57:660–664
Legere, A. and Schreiber, M.M. 1989. Competition and canopy architecture as affected by soybean (*Glycine max*) row width and density of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). Weed Sci. 37:84–92
McGlamery, M.D., Pike, D.R., Knake, E.L., Curran, W.S. and Anderson, C.D. 1990. Weed control for corn, soybeans, and sorghum. Pages 139-145 in Univ. Illinois Coll. Agric. Circ. no. 1277-90. Urbana, IL.
Mohler, C.L. and Callaway, M.B. 1992. Effects of tillage and mulch on the emergence and survival of weed in sweet corn. J. Appl. Ecol. 29:21-34
Nasseh, Y., Joharchi, M.R. and Zehzad, B. 2006. Two new records of the genus *Euphorbia* (Euphorbiaceae) for the flora of Iran. Iran J. Bot. 12:78–80
Nice, G.R.W., Buehring, N.W. and Shaw, D.R. 2001. Sicklepod (*Senna obtusifolia*) response to shading, soybean (*Glycine max*) row spacing, and population in three management systems. Weed Technol. 15:155–162
Norsworthy, J.K. and Oliveira, M.J. 2007. Tillage and soybean canopy effects on common cocklebur (*Xanthium strumarium*) emergence. Weed Sci. 55:474-480
Ohnishi, Y. and Suzuki, N. 2008. Seasonally different modes of seed dispersal in the prostrate annual, *Chamaesyce maculata* (L.) Small (Euphorbiaceae), with multiple overlapping generations. Ecol. Res. 23:299–305
Pahlevani A.H. and Akhani, H. 2011. Seed morphology of Iranian annual species of *Euphorbia* (Euphorbiaceae). Bot. J. Linn. Soc. 167:212–234
Parvizi, S., Amirnia, R., Bernosy, I., Paseban, I.B., Hasanzadeh, G.A. and Raeii, Y. 2011. Evaluation of different plant densities effects on rate and process of grain filling, yield and yield components in varieties of dry bean. Int. J. Plant Prod. 18:69-87.
Rashedmohassel, M.H., Rahimian, H. and Banaeian, M. 1999. Applied Weed Science. University Jahad Mashhad Press. 576 Pp.
Reicosky, D.C. and Allmaras, R.R. 2003. Advances in tillage research in North American cropping systems. Int. J. Plant Prod. 8:75-125
Rich, A.M. and Renner, K.A. 2007. Row spacing and seeding rate effects on eastern black nightshade

(*Solanum ptychanthum*) and soybean. Weed Technol. 21:124–130.
Spokas, K. and Forcella, F. 2006. Estimating hourly incoming solar radiation from limited meteorological data. Weed Sci. 54:182–189.
Swanton C.J., Shrestha A., Clements D.R., Booth B.D. and Chandler K. 2002. Evaluation of alternative weed management systems in a modified no-tillage corn-soybean-winter wheat rotation: Weed densities, crop yields, and economics. Weed Sci. 50:505-511
Torabi Jafroudi A., Hasanzadeh A.A., and Fayaz moghadam A. 2007. Effect of plant population on some morph physiological characteristics of two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. App. Field Crop Res. 20: 63-71
Vasilas, B.L., Esgar, R.W., Walke, W.M., Beck, R.H. and Mainz M.J. 1988. Soybean response to potassium fertility under four tillage systems. Agron. J. 80:5-8
Walsh, K.D., Soltani, N., Shropshire, C. and Sikkema, P.H. 2015. Weed control in soybean with imazethapyr applied alone or in tank mix with saflufenacil/dimethenamid-P. Weed Sci. 63:329-335.