

پیش بینی زمان رویش گیاهچه های علف‌های هرز خاکشیر (*Descurainia sophia* (L.) Webb.) و ازمک (*Cardaria draba* (L.) Desv.) در مزرعه کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط زنجان

علیرضا یوسفی^۱ - مهدی راستگو^{۲*} - ملیحه قنبری مطلق^۳ - مینا ابراهیمی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۹/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۷/۱۹

چکیده

پیش بینی زمان رویش علف‌های هرز با مشخص کردن زمان مناسب کنترل آنها می‌تواند در کاهش رقابت علف هرز با گیاه زراعی و کاهش مصرف علف‌کش ما را یاری رساند. به همین دلیل مدلهایی که زمان رویش علف‌های هرز را پیش بینی می‌کنند ابزار تصمیم‌گیری مدیریتی با ارزشی می‌باشند که می‌توان در بهینه‌سازی برنامه‌های کنترل از آنها سود برد. به همین منظور جهت پیش‌بینی رویش گیاهچه‌های دو گونه علف هرز زمستانه خاکشیر و ازمک در مزرعه کلزای پاییزه، آزمایشی در پاییز ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقات زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان انجام شد. در این آزمایش تعداد گیاهچه‌های این دو گونه بطور هفتگی شمارش و سپس کادرهای مورد نظر حذف می‌شدند. داده‌های درصد رویش تجمعی و زمان دمایی در مدل‌های اصلاح شده ویبول، لجستیک و گامپرتز جهت انتخاب بهترین مدل، برازش داده شدند. نتایج نشان داد که مدل ویبول با معیار اطلاعاتی آکاییک (AIC) کمتر از ۲۰-۵۹ برازش مناسب تری نسبت به دو مدل دیگر داشته است. در حالی که مدل لجستیک برای هر دو گونه بدترین برازش را داشت. همچنین دو گونه الگوی رویش متفاوتی داشتند بطوریکه ۱۰٪ رویش در ازمک در زمان دمایی پایین تری رخ داد در حالیکه خاکشیر سریعتر به ۹۰٪ رویش رسید.

واژه‌های کلیدی: علف هرز زمستانه، مدل ویبول، مدل گامپرتز، پیش‌بینی، مدیریت علف‌های هرز

مقدمه

علف‌کش و یا روش غیر شیمیایی کنترل علف‌های هرز، می‌تواند در جلوگیری و یا به حداقل رساندن اثرات سوئی این عوامل بر عملکرد و کیفیت محصول موثرتر باشد.

پیش‌بینی زمان رویش علف‌های هرز با مشخص کردن زمان مناسب کنترل علف‌های هرز می‌تواند در کاهش رقابت علف هرز با گیاه زراعی و کاهش مصرف علف‌کش و همچنین استفاده از برنامه مدیریتی مناسب ما را یاری کند (۳). به همین دلیل مدلهایی که زمان رویش علف‌های هرز را پیش‌بینی کنند ابزار تصمیم‌گیری مدیریتی با ارزشی می‌باشند که می‌توان در بهینه‌سازی برنامه‌های کنترل از آنها سود برد (۱۲).

درجه حرارت روزانه در سطح رویی خاک بسیار متغیر و دارای اثر مستقیم بر جوانه زنی بذر علف‌های هرز می‌باشد. با تبدیل درجه حرارت خاک به زمان حرارتی^۵ می‌توان از آن جهت پیش‌بینی، زمان رویش گیاهچه‌های علف‌های هرز استفاده کرد (۶ و ۱۲).

زمان رویش و تراکم علف‌های هرز دو عامل تعیین کننده میزان تاثیر گذاری علف‌های هرز بر رشد و عملکرد گیاه زراعی است (۱۵). علف‌های هرزی که در اوایل فصل سبز می‌شوند رقابت بیشتری با گیاه زراعی خواهند داشت در حالی که علف‌های هرزی که در اواسط و اواخر فصل رشد سبز می‌شوند و از مدیریت‌های اعمال شده فرار می‌کنند شانس زیادی جهت تولید و افزایش بانک بذر خواهند داشت (۱۰). بیشتر علف‌های هرز در هر سال در یک دوره زمانی خاص سبز شده و الگوهای رویش خاص برای هر گونه دیده می‌شود (۱). الگوی رویش علف‌های هرز مشخص کننده این موضوع خواهد بود که کدام

۱، ۳ و ۴- به ترتیب استادیار و کارشناس ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی

مشهد

(Email: m.rastgoo@um.ac.ir

*) نویسنده مسئول:

روز تجمعی طبق معادله ۱ محاسبه شد.

$$GDD = \sum_i^n \left(\frac{T_{\max} - T_{\min}}{2} \right) - t_b \quad (1)$$

در معادله فوق GDD^۱: درجه روز رشد تجمعی و i: تاریخ شروع روز درجه تجمعی، n: مدت زمان لازم برای تکمیل نمو، T_{max} و T_{min} به ترتیب حداکثر و حداقل درجه حرارت روزانه و (T_b)^۲ درجه حرارت پایه می باشند. درجه حرارت پایه جوانه زنی بذر برای خاکشیر ۲/۵ و برای ازمک ۴/۵ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شد (۱۴).

از مدل های رگرسیون غیر خطی برای کمی سازی واکنش جوانه زنی و رویش بذور گیاهان نسبت به دما استفاده شده است (۲ و ۸). توابع استفاده شده در این آزمایش تابع ویبول^۳ (معادله ۱)، گامپرتز (معادله ۲) و لجستیک (معادله ۳) بودند که مقدار رویش تجمعی گیاهچه های علف هرز ازمک و خاکشیر را در تمام فصل رشد به صورت تابعی از روز درجه تجمعی بیان می کنند.

$$E = 100(1 - \exp^{-(bx)^c}) \quad (2)$$

$$E = \frac{100}{1 + \exp^{-b(x-m)}} \quad (3)$$

$$E = 100 \exp(-\exp(-b(x-m))) \quad (4)$$

در معادلات فوق E: درصد رویش تجمعی و X: درجه روز رشد تجمعی بر اساس حداقل و حداکثر درجه حرارت خاک در عمق ۵ سانتی متری و b، c، m پارامترهای معادله می باشند.

میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده شده و پیش بینی شده با استفاده از ضریب تبیین و همچنین جذر میانگین مربعات خطا RMSE^۴ تعیین شد. در واقع RMSE شاخصی است که اختلاف نسبی بین مقادیر شبیه سازی شده و مشاهدات را نشان می دهد و توصیفی از قابلیت پیش بینی مدل است (معادله ۵).

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 / n} \quad (5)$$

در این معادله X_i: درصد رویش تجمعی واقعی، Y_i: درصد رویش تجمعی پیش بینی شده و n: تعداد مشاهدات می باشد. هر چه مقدار RMSE کمتر باشد نشان دهنده آن است که مدل برازش مناسب تری داشته است. همچنین معیار دیگری که به کمک آن می توان مدل ها را با هم مقایسه کرد، معیار اطلاعاتی آکائیک (AIC^۵) است. این معیار به کمک معادله ۶ محاسبه می شود (۴).

حرارتی که بیانگر تجمع دمای بالاتر از درجه حرارت پایه بوده به عنوان تابعی از زمان است به عنوان شاخص وابسته به آب و هوا جهت پیش بینی مراحل نمو گیاهان استفاده می شود (۹). استفاده از زمان حرارتی در تفسیر رخدادهای بیولوژیک و تصمیم گیری به موقع می تواند در مدیریت تلفیقی علف های هرز استفاده شده و این روش در رسیدن به سطح مطلوب کنترل موثرتر از تصمیم گیری بر اساس اطلاعات تقویمی است (۱۱).

اطلاعات کافی از الگوی رویش گیاهچه های علف های هرز خاکشیر و ازمک در توسعه روشهای مبارزه و تغییر مدیریت مزرعه جهت افزایش کارایی کنترل آنها موثر خواهد بود. مدل های مختلفی برای پیش بینی رویش علف های هرز وجود دارد ولی با این حال برای هر گونه خاص، یک مدل ویژه، می تواند پیش بینی مناسب تری ارائه دهد. تا کنون در گیاهان مختلف از این روش جهت پیش بینی رویش استفاده شده است، ولی معمولاً این تحقیقات در غیاب گیاه زراعی انجام شده و تاثیر کانوپی گیاه زراعی بر رویش علف های نادیده گرفته شده است. از طرف دیگر تا کنون از مدل زمان حرارتی برای پیش بینی علف های هرز خاکشیر و ازمک مدل استفاده نشده است. هدف این تحقیق ارزیابی مدل های مختلف و انتخاب مدل مناسب جهت پیش بینی رویش گیاهچه های دو گونه علف هرز خاکشیر و ازمک در مزرعه کلزا می باشد.

مواد و روش ها

روش اجرای طرح

این آزمایش در پاییز ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقات زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان واقع در عرض شمالی ۴۱°، ۳۶° طول شرقی ۲۹°، ۴۸° و ارتفاع ۱۶۶۳ متر از سطح دریا انجام شد. مشخصات خاک محل آزمایش در جدول ۱ ذکر شده است.

کاشت کلزا در ۱۵ شهریور ماه در کرت های به ابعاد ۶×۲ متر انجام شد. برای کاشت از رقم Okapi که دارای تیپ رشد بینابین (Intermediate) و مقاوم به سرما می باشد، استفاده شد. مقدار بذر بر اساس ۷ کیلوگرم در هکتار محاسبه کاشت شد.

به منظور کمی سازی واکنش رویش دو گونه علف هرز خاکشیر و ازمک به دما هشت کادر به مساحت یک متر مربع به صورت تصادفی در فواصل روی ردیف و بین ردیف کلزا قرار داده شد و هر هفته تعداد گیاهچه های رویش یافته شمارش و درصد رویش هر علف هرز به صورت نسبت علف های هرز سبز شده در هر دوره نمونه گیری در ارتباط با رویش کل، در هر کادر محاسبه شد. حداقل و حداکثر درجه حرارت هوا همچنین حداقل و حداکثر درجه حرارت خاک در عمق پنج سانتی متری (۲۱) از محل ایستگاه هواشناسی که در محل آزمایش قرار داشت گرفته شد. با حداکثر و حداقل درجه حرارت خاک، درجه

1- Growing Degree day

2- Base temperature

3- Weibull

4- Root Mean Square Error

5- Akaike information criterion

جدول ۱- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش

پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	فسفر (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	نیتروژن (درصد)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	اسیدیته (pH)	ماده آلی (درصد)
۲۶۶	۵/۶	۰/۰۷	۴۲	۲۷	۳۱	۸/۱۸	۱/۳۱

قادر به پیش بینی ۹۰ درصد از رویش در مناطق جغرافیایی مختلف بودند (۱۳).

برای علف‌هرز از مک نیز نشان داده شد که مدل ویبول دارای AIC پایین‌تر بوده و بهترین برازش را برای پیش‌بینی رویش این علف‌هرز داشت (جدول ۲). مقایسه دو علف‌هرز خاکشیر و از مک نشان داد که در خاکشیر هر سه مدل گامپرتز، لجستیک و ویبول با داشتن AIC کمتر و RMSE پایین‌تر از ۱۰ درصد، رویش گیاهچه این علف‌هرز را بهتر از علف‌هرز از مک پیش‌بینی کرد (جدول ۱). در برخی موارد بسته به گونه علف‌هرز کارایی مدل‌های مختلف متفاوت خواهد بود از جمله رویو - اسنال و همکاران (۲۲) طی یک پژوهش چندساله نشان دادند که علیرغم اینکه واکنش رویش تجمعی گونه‌های مختلف جنس *Galium* در غلات نسبت به زمان حرارتی - رطوبتی،^۱ به خوبی توسط مدل ویبول شبیه‌سازی شد، با اینحال کارایی این مدل در گونه‌های مختلف، متفاوت بود.

در برخی موارد نیز حتی عوامل دیگری می‌تواند بر کارایی این مدل‌ها تاثیر گذار باشد. از جمله در پژوهش رومن و همکاران (۲۱) که زمان حرارتی - رطوبتی را برای پیش‌بینی رویش علف‌هرز سلمه تره در شرایط مختلف خاک ورزی و حضور و عدم حضور گیاه زراعی (ذرت) به کار بردند، مشخص شد که استفاده از دمای خاک نسبت به دمای هوا کارایی بیشتری داشته و نیز حضور یا عدم حضور گیاه زراعی در قدرت پیش‌بینی مدل بی‌تاثیر بود، با این حال بر اساس نتایج بدست آمده نوع عملیات خاک ورزی اثر معنی‌داری بر توان پیش‌بینی مدل ایجاد کرد.

لگویزامون و همکاران (۱۷) نیز که از تابع ویبول جهت شبیه‌سازی رویش علف‌هرز یولاف وحشی (*Avena sterilis ssp. ludoviciana*) به کمک زمان حرارتی و زمان حرارتی - رطوبتی استفاده کردند، نشان دادند که در شرایط عدم محدودیت آب خاک، استفاده از این تابع به همراه زمان حرارتی به خوبی، رویش این علف‌هرز را شبیه‌سازی می‌کند، ولی در شرایط محدودیت آب نیاز به استفاده از زمان حرارتی - رطوبتی و نیز تابعی جایگزین است.

در مطالعه حاضر، مدل ویبول به عنوان مدل برتر انتخاب شده و الگوی رویش دو علف‌هرز به صورت تابعی از زمان دمایی با این مدل بیان گردید (جدول ۲). مدل ویبول برای علف‌هرز خاکشیر به علت

$$AIC = n \log (RSS/n) + 2k \quad (۶)$$

در معادله فوق k تعداد پارامترهای مدل، n تعداد مشاهدات و RSS نیز مجموع مربعات باقیمانده یا همان مجموع مربعات انحراف از رگرسیون می‌باشد. به منظور آنالیز رگرسیونی و رسم نمودارها از نرم‌افزار Sigmaplot 11.0 استفاده شد.

نتایج و بحث

مقایسه مدل

جدول ۲ مقدار پارامترهای مدل و AIC رویش گیاهچه‌های دو علف‌هرز خاکشیر و از مک را نشان می‌دهد. در مورد علف‌هرز خاکشیر از بین سه مدل گامپرتز، لجستیک و ویبول، مدل ویبول به دلیل داشتن AIC پایین‌تر به عنوان بهترین مدل انتخاب شد. نورتی و وورتی و همکاران (۲۰) نیز مدل ویبول را به داده‌های رویش تجمعی علف‌هرز توق (*Xanthium strumarium*) در شرایط مختلف خاکورزی و حضور و عدم حضور گیاه زراعی سوپا در مقابل مقادیر مختلف زمان حرارتی، برازش دادند. در پژوهش آنها مقادیر بالای ضرایب تبیین (در حدود ۰/۹۸) بدست آمده، حاکی از کارایی بالای مدل در پیش‌بینی رویش این علف‌هرز بود. همچنین لبلانک و همکاران (۱۶) نیز از تابع تغییر یافته ویبول و زمان حرارتی، جهت پیش‌بینی رویش علف‌هرز سلمه تره (*Chenopodium album*) در زمان‌های مختلف آماده‌سازی بستر کاشت، استفاده کردند. این محققین چنین نتیجه گرفتند که بدلیل سادگی و دقت بالای این مدل، می‌توان از آن به عنوان ابزاری قابل اعتماد جهت پیش‌بینی رویش این علف‌هرز، استفاده نمود.

در برخی مطالعات دیگر نیز، سایر مدل‌ها متناسب با گونه علف‌هرز از کارایی بهتری برخوردار بودند، از جمله دونالد (۵) مدل لجستیک را به خوبی به واکنش رویش شاخساره‌های حاصل از جوانه‌های نابجای ریشه خارلته (*Cirsium arvense*) به درجه روز دمای تجمعی، برازش داد. در پژوهشی دیگر نیز که از مدل زمان حرارتی خاک برای پیش‌بینی رویش شقایق (*Papaver rhoeas*) در مزارع غلات اسپانیا استفاده شد، مدل گامپرتز کارایی بسیار خوبی نشان داد به طوری که ضرایب تبیین حاصل از برازش مدل در دامنه‌ای از ۰/۶۴ تا ۰/۹۹ قرار گرفت و مقدار RMSE نیز در محدوده ۴/۴ تا ۲۴/۳ بدست آمد. بطور کلی مدل‌های بدست آمده

نشان می دهد. علف هرز خاکشیر نسبت به از مک دیرتر سبز می شود و برای اینکه به ۱۰ درصد رویش خود برسد به GDD بیشتری نیاز داشت، اما با این حال برای رسیدن به حداکثر رویش و رسیدن به ۹۰ درصد رویش GDD کمتری دریافت کرد. این نشان دهنده این مطلب است که علف هرز خاکشیر رویش خود را در اوایل فصل انجام داده و با سرعت به حداکثر رویش خود می رسد.

رویش اوایل فصل این علف هرز باعث می شود که خاکشیر با کلزا در مورد منابع، رقابت بیشتری داشته باشند. چرا که در اوایل فصل، گیاه کلزا استقرار مناسبی نداشته و این دو گیاه متعلق به یک خانواده می باشند. تفاوت در زمان رویش گونه های مختلف علف هرز متناسب با طبیعت زمستانه یا بهاره بودن آنها و به عبارتی صفر فیزیولوژیک جوانه زنی آنهاست که در نتایج سایر محققین نیز این چنین اختلافاتی، گزارش شده است. از جمله مایرز و همکاران (۱۹) طی یک آزمایش دو ساله، امکان استفاده از درجه روز دمای خاک را جهت پیش بینی رویش تجمعی ۸ گونه علف هرز یکساله در ایالات متحده آمریکا، بررسی کردند. نتایج وی نشان داد که مدل لجستیک با ضریب تبیین بسیار بالا (۰/۹۰ تا ۰/۹۵) به خوبی، بر داده های رویش تجمعی هر ۸ گونه علف هرز نسبت به عامل درجه روز دمای خاک، برازش داده شد. در آزمایش این محققین سلمه تره و آمبروزیا زودترین رویش و علف انگشتی (*Digitaria sp.*)، تاج خروس (*Solanum nigrum*) دیرترین رویش را داشتند.

داشتن R^2 بالا (۹۸ درصد) و RMSE پایین برازش بهتری برای رویش این علف هرز نشان داد. RMSE برابر ۶/۹۴ نشان دهنده شبیه سازی عالی رویش در این علف هرز نسبت به RMSE ۲۰/۳۵ (شبیه سازی متوسط) در علف هرز از مک بود (جدول ۲ و شکل ۱). استفاده از ضریب تبیین و RMSE در مطالعات سایر محققین نیز برای تعیین کارایی توابع مورد استفاده، مورد توجه بوده است. از جمله مارتینسون و همکاران (۱۸) از زمان حرارتی و نیز زمان حرارتی-رطوبتی برای پیش بینی رویش یولاف وحشی (*Avena fatua*) استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که هنگام استفاده از زمان حرارتی، ضریب تبیین ۰/۹۳ و RMSE معادل ۱۰/۷ بود، در حالیکه موقع استفاده از زمان حرارتی-رطوبتی ضریب تبیین معادل ۰/۹۲ و RMSE حدود ۱۱/۲ محاسبه شد. آنها استفاده از مدل دمایی را اولویت اول جهت پیش بینی رویش این گونه علف هرز در شرایط مزرعه دانستند. در مطالعه ای دیگر نیز طی یک پژوهش سه ساله یک مدل زمان حرارتی-رطوبتی برای شبیه سازی رویش علف هرز آمبروزیا (*Ambrosia trifida*) مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل، مدل ویبول با RMSE حدود ۸ تا ۹/۵، به خوبی به داده های رویش تجمعی آمبروزیا در زمان های مختلف حرارتی-رطوبتی را برازش داد (۲۳).

الگوی رویش خاکشیر و از مک در مزرعه

جدول ۳ و شکل ۲ (الف و ب) زمان دمایی مورد نیاز جهت رسیدن به مقدار مشخص سبز شدن را برای دو گونه خاکشیر و از مک

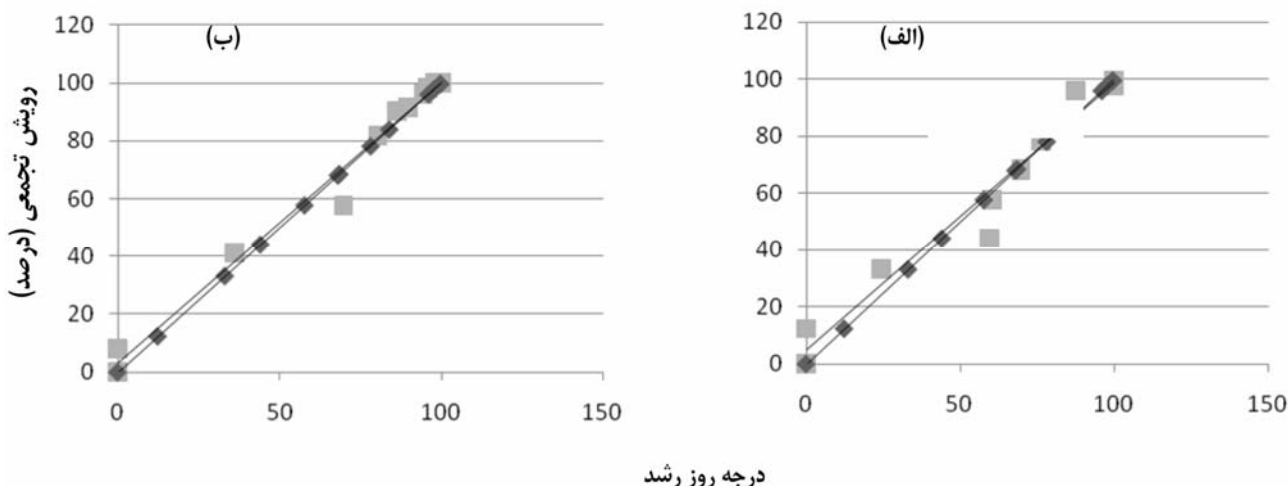
جدول ۲- پارامترهای حاصل از برازش مدل های گامپرتز، لجستیک و ویبول به داده های رویش تجمعی خاکشیر و از مک

علف هرز	تابع	پارامترها		
		X_0	c	b
گامپرتز	گامپرتز	۴۴/۵۲(۲/۰۹)	-	۰/۰۲۶۳(۰/۰۰۲)*
خاکشیر	لجستیک	۵۵/۴۴(۱/۷۹)	-	۰/۰۵۸۷(۰/۰۰۶)
ویبول	ویبول	-	۰/۰۱۹۱(۰/۰۰۶)	۰/۰۱۲۳(۰/۰۰۰۵)
گامپرتز	گامپرتز	۳۷/۵۴(۵/۱۵)	-	۰/۰۲۰۳(۰/۰۰۳۹)
از مک	لجستیک	۵۹/۴۲(۵/۷۹)	-	۰/۰۲۷۳(۰/۰۰۴۴)
ویبول	ویبول	-	۰/۰۷۵۰(۰/۱۱۸)	۰/۰۱۳۲(۰/۰۰۱۵)

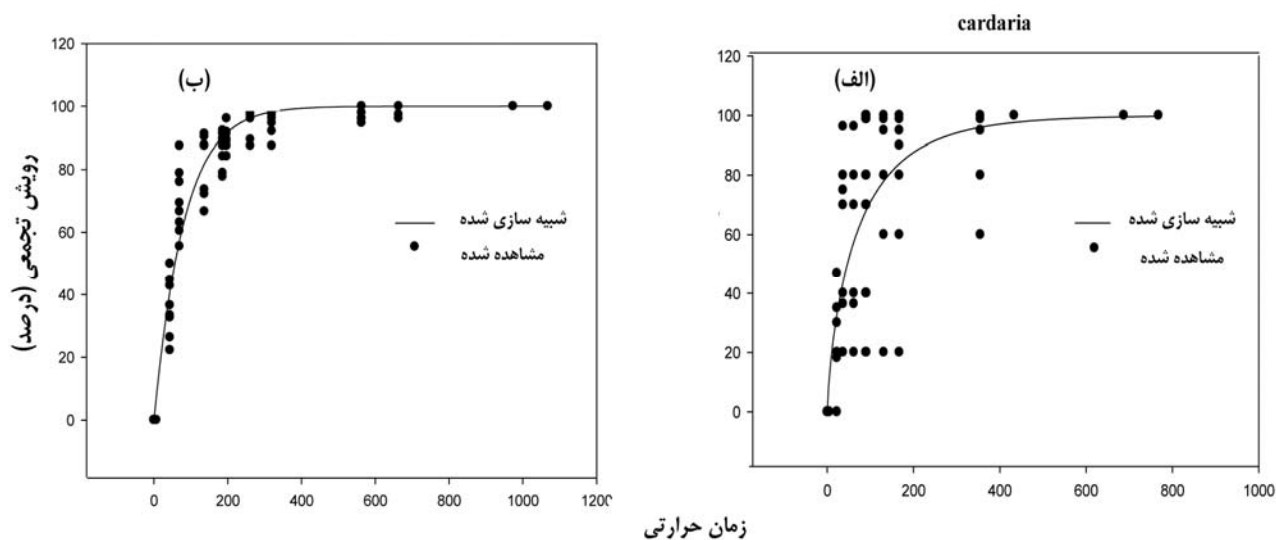
*- اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد (SE) هستند.

جدول ۳- پیش بینی الگوی رویش خاکشیر و از مک در مزرعه

گونه علف هرز	درجه روز رشد (GDD) مورد نیاز برای X درصد رویش تجمعی				
	۹۰	۷۵	۵۰	۲۵	۱۰
خاکشیر	۱۸۷/۷۴۳۲	۱۱۲/۶۴۵۹	۵۷/۴۰۹۰	۲۴/۰۷۱۸	۸/۸۹۰۷
از مک	۲۲۷/۹۷۹۵	۱۱۶/۹۸۹۵	۴۷/۹۹۵۷	۱۴/۹۹۸۷	۳/۷۲۰۰



شکل ۱- رابطه خطی بین داده‌های شبیه سازی شده (■) و مشاهده شده (□) و مقایسه آن با خط ۱:۱ در الف: از مگ و ب: خاکشیر



شکل ۲- رابطه درصد رویش تجمعی و زمان حرارتی در از مگ (الف) و خاکشیر (ب)

نسبت به دو مدل گامپرتز و لجستیک رویش دو گونه علف‌هرز زمستانه خاکشیر و از مگ را شبیه‌سازی و پیش‌بینی نمود. همچنین در مقایسه دو گونه علف‌هرز مورد مطالعه مشخص شد که مدل ویبول از توانایی بالاتری در شبیه‌سازی رویش علف‌هرز خاکشیر در مقایسه با از مگ برخوردار است. این موضوع احتمالاً بدلیل چندساله بودن این گونه علف‌هرز، که بخشی از رویش مشاهده شده در سطح مزرعه ناشی از فعالیت جوانه‌های نابجای روی ریشه‌های این گیاه بوده و به علت عدم انطباق احتمالی صفر فیزیولوژیک این جوانه‌ها با صفر فیزیولوژیک بذر، منجر به افزایش خطا شده، می‌باشد. با اینحال این مدل می‌تواند به عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری مهم و مناسب برای کمک به محققان و کارشناسان اجرایی جهت پیش‌بینی رویش علف-هرز و مدیریت مزرعه (مصرف کود، علف‌کش‌ها) به کار گرفته شود.

علف‌هرز از مگ هر چند در ابتدا، رویش سریعتری داشت (با گرفتن GDD برابر ۳/۷)، اما در مدت زمان بیشتری به حداکثر رویش خود رسید (جدول ۲). این موضوع نشان دهنده آن است که از مگ در مراحل اولیه، رویش قابل توجهی نداشته و بیشتر رویش آن در مرحله‌ای صورت گرفت که کلزا استقرار پیدا کرده و کمتر به رقابت با از مگ حساس بود. بطور کل می‌توان گفت که علف‌هرز خاکشیر نسبت به از مگ برای کلزا علف‌هرز مزاحم تری بوده و لازم است کنترل سریع آن در مراحل اولیه رشد کلزا انجام شود.

نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های این تحقیق مدل ویبول، با توانایی بالاتری

سپاسگزاری

بدینوسیله از آقای دکتر جعفر نیکبخت مسئول ایستگاه هواشناسی دانشگاه زنجان جهت فراهم آوری داده های ساعتی دمای خاک تقدیر و تشکر می شود.

همچنین علف هرز خاکشیر نسبت به ازمک در زمان دمایی کمتری به ۹۰ درصد رویش رسید که نشانگر آن است که اولویت برنامه های مدیریتی بایستی بر اساس کنترل این گونه باشد.

منابع

- 1- Anderson R.L., and Nielsen D.C. 1996. Emergence pattern of five weeds in the Central Great Plains. *Weed Technol.* 10:744-749.
- 2- Blackshaw R.E. 1991. Soil temperature and moisture effects on downy brome Vs. winter canola, wheat, and rye emergence. *Crop Sci.* 31:1034-1040.
- 3- Buhler D.D., Liebman M., and Obrycki J.J. 2000. Theoretical and practice challenges to an IPM approach to weed management. *Weed Sci.* 48:274-280.
- 4- Burnham K.P., and Anderson D.R. 2002. *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-theoretic Approach.* New York: Springer-Verlag.
- 5- Donald W.W. 2000. A degree-day model of *Cirsium arvense* shoot emergence from adventitious root buds in spring. *Weed Sci.* 48:333-341.
- 6- Dorado J., Sousa E., Calha I.M., Gonzalez-Andujar J.L., and Fernandez-Quintanilla C. 2009. Predicting weed emergence in maize crops under two contrasting climatic conditions. *Weed Res.* 49, 251-260.
- 7- Ekeleme F., Forcella F., Archer D.W., Okezie Akobundu I., and Chikoye D. 2005. Seedling emergence model for tropic ageratum (*Ageratum conyzoides*). *Weed Sci.* 53:55-61.
- 8- Gan Y., Stobbe E.H., and Moes J. 1992. Relative date of wheat seedling emergence and its impact on grain yield. *Crop Sci.* 32: 1275-1281.
- 9- Gordon R., and Bootsma A. 1993. Analysis of growing degree-days for agriculture in Atlantic Canada. *Climate Res.* 3, 169-176.
- 10- Grundy A.C., and Mead A. 2000. Modeling weed emergence as a function of meteorological records. *Weed Sci.* 48:594-603.
- 11- Harris S.M., Doohan D.J., Gordon R.J., and Jensen K.I.N. 1998. The effect of thermal time and soil water on emergence of *Ranunculus repens*. *Weed Res.* 38, 405-412.
- 12- Harvey S.J., and Forcella F. 1993. Thermal seedling emergence model for common lambsquarters (*Chenopodium album*). *Weed Sci.* 41, 309-316.
- 13- Izquierdo J., Gonzalez-Andujar J.L., Bastida F., Lezaun J.A., Sanchez del Arco M.J. 2009. A thermal time model to predict corn poppy (*Papaver rhoeas*) emergence in cereal fields. *Weed Sci.* 57, 660-664.
- 14- Kiemnce G.L., Mcinnis M.L. 2002. Hoary cress (*Cardaria draba*) root extract reduces germination and root growth of five plant species. *Weed Technol.* 16:231-234.
- 15- Knezevic S.Z., Wiese S.F., and Swanton C.J. 1994. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) in corn (*Zea mays*). *Weed Sci.* 42:568-573.
- 16- Leblanc M.L., Cloutier D.C., Stewart K., Hamel C. 2003. The use of thermal time to model common lambsquarters (*Chenopodium album*) seedling emergence in corn. *Weed Sci.* 51, 718-724.
- 17- Leguizamon E., Fernandez-Quintanila S.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 Res.* 45, 149-156.
- 18- Martinson K., Durgan B., Forcella F., Wiersma J., Spokas K., and Archer D. 2007. An emergence model for wild oat (*Avena fatua*). *Weed Sci.* 55:584-591.
- 19- Myers M.W., 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 Sci.* 52:913-919.
- 20- Norsworthy J.K., and Oliveira M.J. 2007. A model predicting common cocklebur (*Xanthium strumarium*) emergence in soybean. *Weed Sci.* 55:341-345.
- 21- Roman E.S., Murphy S.D., and Swanton C.J. 2000. Simulation of *Chenopodium album* emergence. *Weed Sci.* 48:217-224.

- 22- Royo-Esnal A., Torra J., Conesa J.A., Forcella F., and Recasens J. 2010. Modeling the Emergence of Three Arable Bedstraw (*Galium*) Species. *Weed Sci.* 58:10–15.
- 23- Schutte B., Regnier J., Harrison E.E., Schmoll S.K., Spokas J.T., and Forcella F. 2008. A hydrothermal emergence model for giant ragweed (*Ambrosia trifida*). *Weed Sci.* 56:555–560.