

پیش بینی رویش گیاهچه‌های تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*) در روش‌های مختلف آبیاری در آفتابگردان

زینب بش^۱، علیرضا یوسفی^{۲*}، افشین توکلی^۲ و جعفر نیکبخت^۲
۱، ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیاران دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان
(تاریخ دریافت: ۹۰/۹/۳۰ - تاریخ تصویب: ۹۱/۱۰/۲۷)

چکیده

پیش بینی الگوی رویش علف هرز با بهینه سازی زمان کنترل می تواند از کاهش عملکرد گیاه زراعی جلوگیری کرده و زمینه کاهش مصرف علفکش ها را فراهم سازد. بنابراین آزمایش مزرعه‌ای به منظور ارائه یک مدل زمان-دمایی برای پیش بینی رویش گیاهچه های تاج خروس در سطوح مختلف آبیاری (سطوح ۴۰، ۸۰، ۶۰، ۱۰۰ درصد نیاز آبی محصول و آبیاری سنتی) در مزارع آفتابگردان انجام شد. رویش گیاهچه‌های تاج خروس در طول فصل رشد از اوایل خرداد تا اواسط شهریور مورد بررسی قرار گرفت. مقادیر درصد تجمعی رویش در رابطه با زمان-دمایی توسط مدل‌های ویبول و گامپرتز بررسی شد. نتایج نشان داد که مدل ویبول رویش گیاهچه‌های تاج خروس را در طول زمان و در سطوح مختلف آبیاری با دقت بالا (با RMSE بین ۴/۴ تا ۹/۷ درصد) می تواند پیش‌بینی نماید. همچنین این گونه الگوهای متفاوت رویش و زمان-دمایی مورد نیاز جهت آغاز رویش در سطوح مختلف آبیاری را نشان داد. با این حال در ۵۶ واحد زمان-دمایی، رویش در سطوح مختلف آبیاری با اختلاف اندکی در تعداد گیاهچه‌ها اتفاق افتاد. در سطوح آبیاری ۸۰ و ۱۰۰ درصد یک نقطه اوج زود هنگام در رویش و بدنبال آن سرعت پایین رویش در اواخر فصل دیده شد. در زمان-دمایی ۲۸۸ واحد، رویش ۹۰ درصد گیاهچه ها در آبیاری سنتی، الگوی رویش زود هنگام در این سیستم آبیاری را نشان می‌دهد در حالیکه در سیستم آبیاری قطره‌ای-نواری به ۴۱۳ - ۳۸۱ واحد زمان-دمایی جهت ۹۰ درصد رویش نیاز بود، که بیانگر تکمیل دیر هنگام رویش در این سیستم است. تاخیر در رویش می تواند توانایی رقابت این گیاه با آفتابگردان را کاهش دهد ولی از طرف دیگر رویش دیر هنگام این اجازه را به علف هرز می‌دهد تا از روش‌های کنترل علف‌های هرز که در اوایل فصل استفاده می‌شود (استفاده از علف‌کش‌ها) فرار نمایند.

واژه‌های کلیدی: مدل زمان، دمایی، کنترل علف‌های هرز، آبیاری نواری

مقدمه

(2007). در آبیاری قطره‌ای-نواری نیاز آبی گیاه در در دوره‌های آبیاری کوتاه (عموماً روزانه) تأمین می‌شود لذا رطوبت خاک در منطقه توسعه ریشه‌ها در طول دوره رشد، تقریباً ثابت باقی مانده و گیاه کمتر از نوسان‌های تنش آب صدمه می‌بیند. مقایسه مقدار محصول تولیدی

سیستم آبیاری قطره‌ای از جمله روش‌های نوین آبیاری است که توسعه آن به نوبه خود به عنوان راهکاری برای افزایش کارایی مصرف آب کشاورزی مطرح می‌باشد Nakhjavani Moghaddam et al.,

در آبیاری قطره‌ای با سایر روش‌های آبیاری نشان داده است که مقدار محصول تولیدی در این روش معمولاً بیشتر و یا حداقل مساوی با سایر روش‌های آبیاری بوده است (Alizadeh, 2010). وجود رطوبت در محیط رشد بذر یکی از اساسی‌ترین پارامترهای رویش بذر است (Schulze & Hall, 1982)، که در روش آبیاری قطره‌ای-نواری رطوبت لازم برای رویش بذر وجود دارد.

تاج‌خروس (*Amaranthus spp.*) سومین علف هرز غالب دو لپه‌ای در سطح جهان است که در مزارع گیاهان تابستانه و گرمادوست نظیر آفتابگردان قدرت رقابتی قابل ملاحظه‌ای از خود نشان می‌دهد (Ronald, 2000). همچنین این گیاه جزو گیاهان C4 می‌باشد بنابراین دارای راندمان مصرف آب بالایی می‌باشد. نتایج آزمایش هگرتی (Hegarty, 1978) نشان داد، که تنش آبی در مرحله رشد فعال جوانه‌زنی گیاه تاج‌خروس ریشه قرمز مانع رسیدن رطوبت کافی از محیط خاک به بذر می‌شود. در دیگر مطالعات انجام شده بر روی این علف هرز تحت شرایط تنش رطوبتی، میزان رشد و فتوسنتز به طور قابل توجهی کاهش یافت (Becker & Fock, 1986) که دلیل این کاهش رشد بسته شدن روزنه‌ها و همچنین عوامل غیر روزنه ای بیان شده است (Marques & Arrabac, 2004 et al., 2000).

با توجه به کاربرد روزافزون روش‌های نوین آبیاری و اعمال کم آبیاری در مناطق نیمه خشک کشور به منظور حفظ آب، آگاهی از نحوه رویش علف‌های هرز مانند تاج-خروس ریشه قرمز در شرایط رطوبتی مختلف می‌تواند کمک شایانی در مدیریت این علف هرز داشته باشد. در یک منطقه معین بیشتر علف‌های هرز در یک دوره زمانی خاص از فصل سبز می‌شوند و الگوهای رویش هر گونه منحصر به فرد می‌باشد (Anderson & Nillson, 1996) که جزء خصوصیات گونه‌ای محسوب می‌شود. داشتن الگوی رویش معین برای هر گونه موجب می‌شود که با پیش‌بینی زمان و الگوی رویش علف‌های هرز، زمان مناسب کنترل علف‌های هرز مشخص گردد. این پیش-بینی می‌تواند در کاهش رقابت علف هرز با گیاه زراعی و کاهش مصرف علف‌کش و همچنین استفاده از برنامه مدیریتی مناسب موثر باشد (Buhler et al., 2000). به عنوان مثال پیش‌بینی زمان رویش علف هرز در تعیین

زمان کاشت گیاهان زراعی که دوره کشت وسیع دارند، زمان کاربرد علف‌کش‌های پس‌رویشی و حتی در پیش-بینی رویش آبی علف هرز در فصل رشد می‌تواند کمک کننده باشد (Norsworthy & Olovira, 2007). به همین دلیل مدل‌های که زمان رویش علف‌های هرز را پیش-بینی می‌کنند ابزار تصمیم‌گیری مدیریتی باارزشی می‌باشند که می‌توان در بهینه‌سازی برنامه‌های کنترل از آنها سود برد (Forcella, 1998). فاکتورهای زیادی ممکن است در پیش‌بینی زمان رویش علف هرز دخالت داشته باشد. در نتیجه، کاربرد این مدل‌ها در گونه‌ها و محیط‌های مختلف، نیاز به مطالعه و تضمین پارامترهای بیولوژیکی خاصی دارند. یکی از این پارامترها، دمای خاک می‌باشد که در طول دوره رشد گیاه متغیر است. درجه حرارت روزانه خاک در زیر سطح رویی آن بسیار متغیر و دارای اثر مستقیم بر جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز می‌باشد. با ثبت زمان رخداد درجه حرارت خاک و تهیه مدل زمان-دمایی مناسب می‌توان زمان رویش علف‌های هرز را پیش‌بینی کرد (Dorado et al., 2009). استفاده از مدل زمان-دمایی در تفسیر رخدادهای بیولوژیکی و تصمیم‌گیری به موقع مدیریت کنترل علف‌های هرز و رسیدن به سطح مطلوب کنترل، موثرتر از تصمیم‌گیری براساس اطلاعات تقویمی است. از مدل‌های رگرسیون غیرخطی برای کمی‌سازی واکنش جوانه‌زنی و رویش بذر گیاهان نسبت به دما استفاده شده است (Blackshaw., 1991; Gan et al., 1992).

در تحقیقی که در آن رویش چند گونه علف هرز در طول فصل رشد گندم بررسی شد مشاهده گردید که تاج خروس تا زمانی که تاج پوشش گندم نسبت نور قرمز به قرمز دور را به ۰/۷ کاهش دهد این گونه توان رویش داشت در حالی که در نسبت کمتر از ۰/۹ رویش گونه ای از ترب وحشی (*Raphanus sp.*) کاملاً متوقف شد (Kruk et al., 2006). بنابراین از آنجائیکه نور به عنوان عامل موثر در شکست خواب بذر برخی از گونه‌های علف هرز مطرح است، پیش‌بینی رویش علف هرز تحت سایه انداز گیاه زراعی باید بررسی شود. براساس بررسی‌های انجام شده، الگوی رویش تاج خروس به عنوان علف هرز مهم تابستانه در تحت تاج پوشش آفتابگردان بررسی نشده است. هدف این تحقیق ارزیابی دو تابع گامپرتزو

تعرق گیاه مرجع (ET₀) با استفاده از داده‌های روزانه پارامترهای هواشناسی ثبت شده در ایستگاه هواشناسی دانشگاه زنجان و رابطه استاندارد فائو-پنمن-مانتیت محاسبه شد (Buhler et al., 1998).

۲- زمان آبیاری در هر دور آبیاری برای آبیاری جوی-پشته‌ای و قطره‌ای- نواری محاسبه شد:

۲-۱- سیستم آبیاری جوی-پشته‌ای: با استفاده از رابطه (۲) مقدار آب آبیاری محاسبه شد: رابطه (۲)

$$IR = \frac{ETc}{Ea * LR}$$

Ea: راندمان کاربرد آب (درصد)، LR: نیاز آبشویی (درصد) و IR: نیاز آب آبیاری.

۲-۲- سیستم قطره‌ای-نواری: با استفاده از روابط (۳) تا (۸) مدت زمان لازم برای تأمین آب گیاهان در آبیاری قطره‌ای-نواری در هر دور محاسبه شد. رابطه (۳)

$$T_d = U_d \cdot (0.1 * P_d^{0.5})$$

رابطه (۴)

$$d_n = T_d \cdot f$$

رابطه (۵)

$$LR = \frac{EC_{iv}}{2(MaxEC_e)}$$

رابطه (۶)

$$d = \frac{100 \cdot d_n}{Eu \cdot (1 - LR)}$$

رابطه (۷)

$$G = K \cdot d \cdot S_p \cdot S_r$$

رابطه (۸)

$$T_a = \frac{G}{N_p \cdot q_a}$$

Td: مقدار تعرق روزانه گیاه (mm/day); Ud: مقدار تبخیر-تعرق روزانه گیاه (mm/day); Pd: سطح سایه‌انداز (درصد); dn: عمق خالص آبیاری در هر نوبت آبیاری

ویبول جهت پیش‌بینی زمان رویش علف هرز تاج‌خروس ریشه قرمز در شرایط رطوبتی متفاوت و نیز ارائه یک مدل مناسب جهت پیش‌بینی زمان رویش گیاهچه‌های این علف هرز در مزارع آفتابگردان بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه‌ای

به منظور بررسی الگوی رویش گیاهچه‌های تاج-خروس ریشه قرمز در مزارع آفتابگردان تحت سیستم آبیاری مختلف آزمایشی در بهار ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان واقع در عرض شمالی ۳۶° ۴۱'، طول شرقی ۴۸° ۲۹' و ارتفاع ۱۶۶۳ متر از سطح دریا انجام شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آبیاری شامل نوع سیستم آبیاری (سنتی و قطره‌ای-نواری) و سطوح مختلف آبیاری بود. لازم به توضیح است که سطوح مختلف آبیاری فقط در روش آبیاری قطره‌ای-نواری اعمال شد که شامل ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه بود. در آبیاری سنتی تأمین آب گیاه به صورت ۱۰۰ درصد نیاز آبی آن بود.

کرت‌های آزمایشی به طول ۸ متر و عرض ۲ متر بود که در هر کرت ۴ ردیف کاشت با فاصله ۵۰ سانتیمتری در نظر گرفته شد. بذرها آفتابگردان با فاصله بوته ۲۵ سانتیمتر در روی ردیف کشت شد. رقم آفتابگردان مورد استفاده، مگاسان بود. نیاز آبی آفتابگردان به صورت روزانه براساس آخرین روابط ارائه شده در نشریه ۵۶ فائو (Buhler et al., 1998) و با استفاده از میانگین روزانه داده‌های پارامترهای هواشناسی ایستگاه هواشناسی دانشگاه زنجان محاسبه شد. بنابراین مقادیر نیاز آبی محاسبه شده در این پژوهش به هنگام بود. مراحل محاسبه نیاز آبی بطور خلاصه به شرح ذیل می‌باشد:

۱- تبخیر-تعرق گیاه (ET_c) در مراحل مختلف رشد آفتابگردان با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد. رابطه (۱)

$$ET_c = K_c \cdot ET_0$$

ET_c: تبخیر-تعرق گیاه (mm/day)، ET₀: تبخیر-تعرق گیاه مرجع (mm/day) و K_c: ضریب گیاه. تبخیر-

محاسبه متوسط روزانه دمای خاک، میانگین داده‌های ذخیره شده برای هر روز محاسبه گردید. با استفاده از رابطه ۱، زمان-دمایی رویش تاج‌خروس ریشه قرمز محاسبه شد.

رابطه (۹)

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

در معادله فوق TT: زمان-دمایی تجمعی، n: تاریخ شروع زمان-دمایی تجمعی، n: مدت لازم برای تکمیل دوره رشد رویشی، T_{min} و T_{max} حداکثر و حداقل درجه حرارت روزانه در عمق ۵ سانتیمتری خاک، T_b : درجه حرارت پایه گیاه می‌باشد. درجه حرارت پایه برای تاج-خروس ریشه قرمز ۱۲/۲ در نظر گرفته شد (Robert et al., 2010).

محاسبات آماری

جهت ارائه مدلی برای پیش‌بینی الگوی رویش تاج-خروس ریشه قرمز در مزرعه آفتابگردان به صورت تابعی از زمان-دمایی از معادلات ۲ (معادله ویبول) و ۳ (معادله گامپرتز) استفاده شد (Dorado et al., 2009).

رابطه (۱۰)

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

رابطه (۱۱)

$$E = 100 \exp^{(-\exp^{-(b(x-m)})}$$

در معادلات فوق E: درصد رویش تجمعی، X: زمان-دمایی براساس حداقل و حداکثر درجه حرارت خاک در عمق ۵ سانتیمتری، b و c: پارامترهای مدل و m: زمان-دمایی است که در آن ۵۰ درصد رویش گیاهچه‌ها رخ می‌دهد. جهت اعتبارسنجی مدل از ضریب تبیین که نشان‌دهنده میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده می‌باشد، و جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) استفاده شد.

RMSE شاخصی است که اختلاف نسبی بین مقادیر شبیه‌سازی شده و مشاهدات را نشان می‌دهد و توصیفی از قابلیت پیش‌بینی مدل را ارائه می‌کند. هرچه مقدار عددی این معیار در مدلی کمتر باشد آن مدل، برتر است (Brnham & Anderson., 2002). همچنین معیار دیگری که به کمک آن می‌توان مدل‌ها را با هم مقایسه کرد، معیار اطلاعاتی آکائیک (AIC) است. این معیار به کمک

(mm); f: دور آبیاری (روز). دور آبیاری در نظر گرفته شده برای این پژوهش ۲ روز بود؛ LR: نیاز آبیاری (درصد)؛ ECiw: هدایت الکتریکی آب آبیاری (mmhos/cm)؛ MaxECe: حداکثر هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک که در آن تولید محصول به علت از بین رفتن گیاه صفر خواهد بود (mmhos/cm)؛ d: عمق ناخالص آبیاری در هر نوبت آبیاری (mm)؛ Eu: ضریب یکنواختی طراحی (درصد)، در این پژوهش 90% Eu در نظر گرفته شده است؛ G: حجم ناخالص آب مورد نیاز در هر نوبت آبیاری (lit)؛ K: ضریب تبدیل واحدها، $K=1$ در سیستم واحدهای SI؛ Sp: فاصله بوته بر روی ردیف (m)؛ Sr: فاصله ردیف‌ها (m)؛ Ta: مدت زمان آبیاری در هر دور آبیاری (ساعت)؛ NP: تعداد قطره‌چکان اختصاصی برای هر بوته؛ qa: دبی قطره‌چکان (lit/hr) (Keller & Bliesner, 1990). در تمام مراحل رشد گیاه، سایه‌انداز گیاه در در زمان تابش عمودی خورشید، با استفاده از خط‌کش در مزرعه اندازه‌گیری شد. هدایت الکتریکی آب آبیاری در طول دوره رشد به طور مرتب اندازه‌گیری شده و مقدار نیاز آبیاری محاسبه شد. پس از محاسبه عمق آب آبیاری برای کرت‌های ۱۰۰ درصد تامین نیاز آبی در هر دور با استفاده از روابط بالا، عمق آب سایر سطوح آبیاری با توجه به درصدهای کم‌آبیاری در نظر گرفته شده محاسبه گردیده و آبیاری بر اساس آن انجام شد. در این آزمایش الگوی رویش گیاهچه‌های تاج‌خروس ریشه قرمز در رابطه با دمای عمق ۵ سانتیمتری خاک در کودرات ثابت در ابعاد ۱×۱ متر که به صورت تصادفی در فواصل روی ردیف و بین ردیف آفتابگردان قرار داده شده بود، مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی رویش علف هرز تاج‌خروس ریشه قرمز بطور هفتگی تعداد علف‌های هرز سبز شده در هر کودرات شمارش و سپس حذف شدند. از این داده‌ها برای محاسبه درصد رویش تجمعی علف هرز در هر دوره نمونه‌گیری در ارتباط با رویش کل استفاده شد. درجه حرارت خاک با استفاده از سنسور دقیق دستگاه اتوماتیک ثبت دما و رطوبت خاک که در عمق پنج سانتیمتری (Roman et al., 2000) خاک در مزرعه قرار داده شده بود اندازه‌گیری شد. زمان ثبت داده‌های دما و رطوبت در دستگاه بر روی ۳۰ دقیقه تنظیم شد. برای

نشان می‌دهد. اطلاعات این جدول نشان می‌دهد که اختلاف بین مقادیر (RMSE) در سطوح آبیاری ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی آفتابگردان در روش قطره‌ای-نواری نسبت به سایر سطوح آبیاری، در مدل ویبول بیشتر از مدل گامپرتز است. لذا برازش حاصل از مدل ویبول به عنوان مدل برتر جهت پیش‌بینی زمان-دمایی رویش تاج‌خروس در سطوح آبیاری ذکر شده انتخاب شد.

نتایج یک مطالعه ای که در آن چهار تابع مختلف (ویبول، گامپرتز، لجستیک و لجستیک تغییر یافته) به منظور ارائه مدلی برای پیش‌بینی الگوی رویش چند گونه علف هرز مورد ارزیابی قرار گرفتند، نشان داد که یک تابع معین نمی‌تواند برای پیش‌بینی گونه‌های متفاوت و شرایط اقلیمی مختلف استفاده شود ولی مدل توسعه یافته در یک سال به خوبی به داده‌های مشاهده شده در سال بعد برازش می‌یابد (Dorado et al., 2009).

معادله ۱۲ محاسبه می‌شود (Brnham & Anderson., 2002).

(معادله ۱۲)

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

در معادله فوق k تعداد پارامترهای مدل، n تعداد مشاهدات و RSS نیز 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 ۱ مقدار پارامترهای حاصل از برازش داده‌های اندازه‌گیری شده درصد تجمعی رویش گیاهچه‌های تاج-خروس ریشه قرمز و زمان-دمایی در توابع ویبول و گامپرتز و همچنین معیارهای سنجش برازش را در سطوح مختلف آبیاری و انواع سیستم‌های آبیاری را

جدول ۱- پارامترهای برآورد شده (خطای استاندارد) بوسیله مدل‌های گامپرتز و ویبول برای رویش گیاهچه‌های تاج‌خروس ریشه قرمز در سطوح آبیاری متفاوت و سیستم‌های مختلف آبیاری.

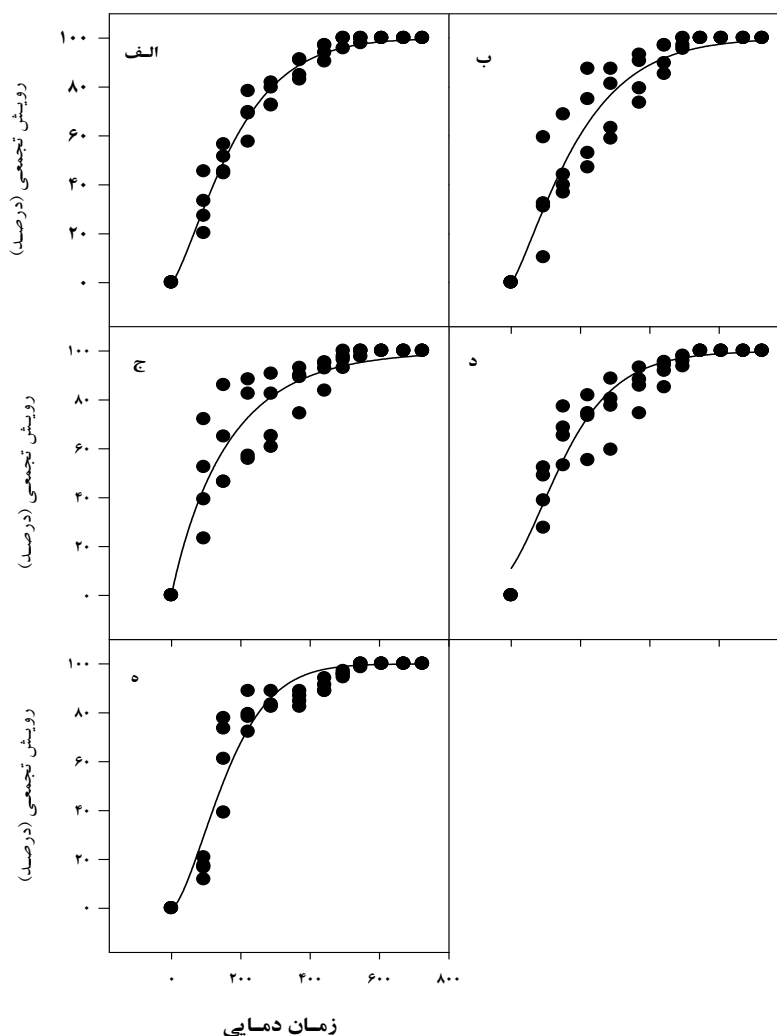
R ²	AICc	RMSE (%)	پارامترها			تابع	تامین نیاز آبی گیاه زراعی (درصد)
			b	c	m		
۰/۹۷	۱۵۸	۴/۸۴	۰/۰۰۹۰ (۰/۰۰۰۵)	-	۱۱۷/۰۱ (۴/۷)	گامپرتز	۴۰
۰/۹۸	۱۴۹	۴/۴۲	۰/۰۰۵۰ (۰/۰۰۰۱)	۱/۳۰۹ (۰/۰۶۳)	-	ویبول	
۰/۹۱	۲۲۳	۹/۵۶	۰/۰۰۸۱ (۰/۰۰۰۸)	-	۱۲۰/۲۳ (۹/۹۲)	گامپرتز	۶۰
۰/۹۱	۲۲۰	۹/۲۹	۰/۰۰۴۷ (۰/۰۰۰۲)	۱/۲۵۱ (۰/۱۲۲)	-	ویبول	
۰/۸۷	۲۳۴	۱۰/۷۶	۰/۰۰۸۴ (۰/۰۰۰۹)	-	۸۸/۹۰ (۱۱/۴۸)	گامپرتز	۸۰
۰/۸۹	۲۲۵	۹/۷۳	۰/۰۰۶۰ (۰/۰۰۰۴)	۰/۹۴۴ (۰/۱۰۹)	-	ویبول	
۰/۹۲	۲۰۸	۸/۲	۰/۰۰۸۸ (۰/۰۰۰۸)	-	۸۹/۷۷ (۸/۵۰)	گامپرتز	۱۰۰
۰/۹۴	۱۹۱	۶/۸۵	۰/۰۰۰۶ (۰/۰۰۰۳)	۰/۹۶۹ (۰/۰۷۹)	-	ویبول	
۰/۹۴	۲۰۱	۷/۶۳	۰/۰۱۳۴ (۰/۰۰۱۴)	-	۱۱۸/۲۱ (۵/۹۱)	گامپرتز	جوی-پشته ای
۰/۹۴	۲۰۵	۷/۵	۰/۰۰۵۴ (۰/۰۰۰۲)	۱/۵۳۱ (۰/۱۵۰)	-	ویبول	

ها متناسب با گونه علف هرز از کارایی بهتری برخوردار بودند، از جمله دونالد (۲۰۰۰) مدل لجستیک را به خوبی به واکنش رویش شاخساره‌های حاصل از جوانه‌های نابجای ریشه خارلته (*Cirsium ravense* L.) به درجه روز دمای تجمعی، برازش داد. در حالیکه در پژوهشی دیگر که از مدل زمان حرارتی خاک برای پیش‌بینی رویش شقایق (*Papaver rhoeas* L.) در مزارع غلات استفاده شد، مدل گامپرتز کارایی بسیار خوبی نشان داد به طوریکه ضرایب تبیین حاصل از برازش

لگویی‌زامون و همکاران (۲۰۰۵) نیز که از تابع ویبول جهت شبیه‌سازی رویش علف هرز یولاف وحشی (*Avena sterilis* L.) 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 علف هرز را شبیه‌سازی می‌کند، ولی در شرایط محدودیت آب نیاز به استفاده از زمان حرارتی - رطوبتی و نیز تابعی جایگزین است. در برخی مطالعات دیگر نیز، سایر مدل

مدل استفاده کرد که در این آزمایش برای این تیمارها به دلخواه مدل ویبول انتخاب و پیش‌بینی رویش گیاهچه‌ها در ارتباط با زمان-دمایی با استفاده از این مدل انجام شد. شکل ۱ مدل ویبول برازش شده بر درصد تجمعی رویش تاج‌خروس ریشه قرمز نسبت به زمان-دمایی را در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد.

مدل در دامنه ای از ۰/۶۴ تا ۰/۹۹ قرار گرفت و مقدار RMSE نیز در محدوده ۴/۴ تا ۲۴/۳ بدست آمد (Izquierdo et al., 2009). با این حال در تحقیق حاضر کارایی دو مدل ذکر شده جهت پیش‌بینی زمان-دمایی رویش گیاهچه‌های تاج‌خروس ریشه قرمز در سطوح ۴۰ و ۶۰ درصد آبیاری قطره‌ای-نواری و همچنین روش آبیاری سنتی تقریباً یکسان است و می‌توان از هر دو



شکل ۱- درصد رویش تجمعی مشاهده شده (نقاط تو پر) و پیش‌بینی شده (خطوط) تاج‌خروس ریشه قرمز (با تابع ویبول) در رابطه با زمان-دمایی در سطوح مختلف آبیاری (الف، ب، ج و د: آبیاری قطره ای-نواری به ترتیب در سطوح ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد تامین نیاز آبی آفتابگردان، ه: آبیاری جوی-پشته ای).

قرمز در سطوح آبیاری متفاوت و انواع سیستم‌های آبیاری را نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۲ در سطوح آبیاری ۸۰ و ۱۰۰ درصد، رویش گیاهچه‌ها زودتر از سایر تیمارها آغاز شد بنابراین در این دو سطوح اولین

تاثیر میزان رطوبت بر الگوی رویش گیاهچه‌ها در مزرعه

جدول ۲ زمان-دمایی مورد نیاز جهت رسیدن به مقدار مشخص رویش را برای علف هرز تاج‌خروس ریشه

رویش تاج خروس در نسبت کم‌تر از ۰/۷ کاملاً متوقف شد. بطور کلی در سطوح آبیاری ۱۰۰ درصد و سنتی سرعت رویش تاج‌خروس ریشه قرمز بالاتر از سایر تیمارها بود که نشان می‌دهد استفاده از روش‌های نوین در مدیریت آب (مثل استفاده از روش قطره‌ای-نواری و انجام آبیاری براساس نیاز آبی گیاه) با وجود مزایایی زیاد، می‌تواند طول دوره‌ای که این علف هرز در مزرعه سبز می‌شود را افزایش دهد. علف هرزهای که دیرتر سبز می‌شوند اگرچه ممکن است کاهش عملکردی در همان سال ایجاد نمایند ولی تولید بذر آنها می‌تواند خسارت در سال‌های آتی را تضمین نماید (Grundy, 2002). لذا با توجه به نتایج این پژوهش، با کاربرد روش‌های نوین ذکر شده، زارع مجبور به مدیریت تاج‌خروس ریشه قرمز برای مدت زمان طولانی‌تری بوده که می‌تواند هزینه‌های کنترل علف هرز را در این شرایط حداقل در جایی که از علف‌کش‌های پس‌رویشی و یا وجین دستی استفاده می‌شود، افزایش دهد. البته این مشکل را می‌توان با کاربرد علف‌کش‌های خاک مصرف که بتوانند کنترل موثر برای مدت زمان بیشتری از طول فصل داشته باشند را برطرف نمود. لذا در مناطقی که زارعان به روش قطره ای - نواری روی آورده اند و یا از روش کم آبیاری استفاده می‌شود، باید تحقیقات تکمیلی جهت تعیین نوع علف‌کش خاک مصرف مناسب و همچنین تعیین دز موثر جهت سرکوب طولانی مدت این علف هرز در کشت آفتابگردان در شرایط ذکر شده، انجام گیرد.

علف‌های هرز در مزرعه مشاهده شدند. برای رویش ۲۵ درصد گیاهچه‌ها در دو سطح دیگر آبیاری (۴۰ و ۶۰ درصد) در سطح مزرعه، ۷۹،۲ واحد زمان-دمایی نیاز بود. در حالیکه در آبیاری سنتی، شروع رویش به زمان-دمایی بیشتری نیاز داشت لذا نسبت به سطوح دیگر، رویش گیاهچه دیرتر رخ داد همچنین در این تیمار با ۴۸۵ واحد زمان-دمایی نسبت به آبیاری جوی و پشته-ای رویش گیاهچه (رسیدن به ۹۰ درصد رویش) در مزرعه سریعتر تکمیل شد و به حداکثر رویش رسید. در این تیمار جهت توقف رویش ۲۸۸ واحد زمان-دمایی نیاز بود در حالیکه در بقیه تیمارها حداقل زمان-دمایی مورد نیاز ۳۸۲ واحد بود و حتی سطح آبیاری ۶۰ درصد، به ۱۲۵ واحد، زمان-دمایی بیشتر نسبت به روش سنتی برای رسیدن به ۹۰ درصد رویش نیاز داشت. در آزمایشات مختلف رطوبت و دما و نور بعنوان تاثیر-گذارترین عوامل محیطی بر رویش گیاهچه علف‌های هرز ذکر شده است (Benvenuti et al., 2001; Kruk et al., 2006).

در روش جوی-پشته ای بوته های آفتابگردان رشد مناسب تری نسبت به روش قطره ای - نواری داشتند و زودتر تاج پوشش خود را بستند(داده ها نشان داده نشده اند)، بنابراین به نظر می رسد تاج پوشش گیاه زراعی با کاهش نسبت نور قرمز به قرمز دور توانسته از جوانه زنی و رویش این علف هرز جلوگیری نماید. این نتایج با نتایج کروک و همکاران(۲۰۰۶) مطابقت دارد. در آزمایش آنها

جدول ۲- زمان-دمایی مورد نیاز (برآورد شده بوسیله مدل ویبول) جهت درصدهای مختلف رویش علف هرز تاج‌خروس ریشه قرمز

در سطوح مختلف آبیاری قطره ای -نواری و روش آبیاری جوی-پشته ای.

زمان دمایی جهت رسیدن به درصدهای مختلف رویش زراعی (درصد)	زمان دمایی جهت رسیدن به درصدهای مختلف رویش			
	۱۰	۲۵	۵۰	۷۵
۴۰	۲۶/۷	۷۹/۲	۱۵۲/۷	۲۶۰/۲
۶۰	۳۶/۷	۷۹/۲	۱۵۸/۴	۲۷۷/۲
۸۰	۱۶/۹	۴۵/۲	۱۱۳/۱	۲۳۷/۶
۱۰۰	۱۶/۹	۴۸/۰	۱۱۵/۹	۲۳۴/۸
جوی-پشته ای	۵۶/۵	۹۳/۳	۱۴۷/۱	۲۱۲/۱

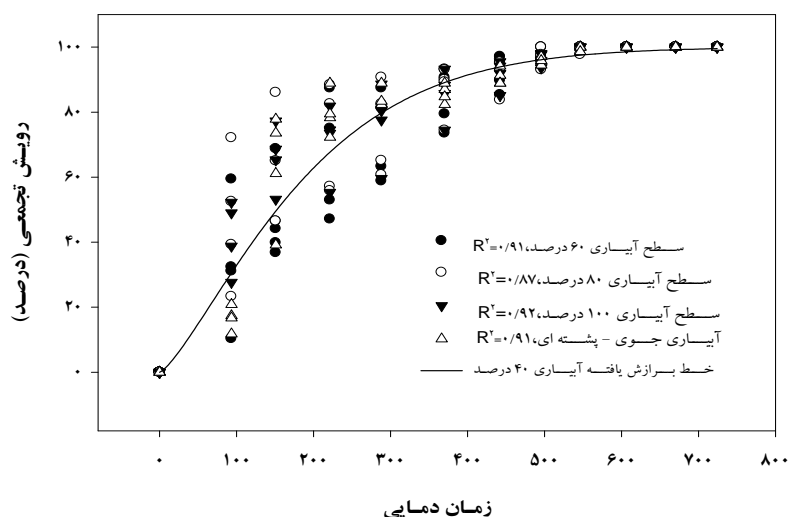
است. هدف این بخش بررسی امکان استفاده از یک مدل واحد در جایی که نوع سیستم آبیاری و همچنین سطح تامین رطوبت مورد نیاز گیاه زراعی تغییر می‌کند، می‌باشد. جدول ۱ نشان می‌دهد که مدلی که از تابع ویبول و در سطح آبیاری ۴۰ درصد به دست آمده دارای

تعیین یک مدل واحد برای شرایط آبیاری مختلف

ارائه یک مدل واحد که بتواند در شرایط مختلف (شرایط جغرافیایی مختلف، سیستم های مدیریتی مختلف مزرعه اعم از سیستم خاکورزی، شرایط رطوبتی) کارایی مناسب داشته باشد مورد توجه محققین بوده

مدل با کارایی بالا توانسته است زمان-دمایی برای یک مقدار معین رویش علف هرز تاجخروس ریشه قرمز در شرایط رطوبتی متفاوت را پیش‌بینی نماید. به‌نحوی که مقادیر ضریب تبیین (همبستگی خطی) بین داده‌های مشاهده شده در تیمارهای ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ درصد و روش جوی پشته ای با مدل به دست آمده از سطح ۴۰٪ به ترتیب برابر با ۹۱، ۸۷، ۹۲ و ۹۳ درصد بود. بنابراین اگر بخواهیم به زارعان که معمولاً از سیستم های متفاوت آبیاری استفاده می کنند، فقط "یک مدل" توصیه کنیم می توان مدل ذکر شده را برای پیش‌بینی الگوی رویش تاجخروس ریشه قرمز در کشت آفتابگردان جهت استفاده عملی به زارعان پیشنهاد داد.

کمترین خطا بین داده‌های پیش‌بینی شده و مشاهده شده بوده، بطوریکه در این مدل با ضریب تبیین ۹۸ درصد، تنها ۴/۴ درصد بین داده‌های مشاهده شده و برآورد شده اختلاف وجود داشته است همچنین AICc این مدل بین ۹ تا ۸۵ واحد با سایر مدل ها اختلاف داشت (جدول ۱)، بنابراین این مدل به عنوان مدل برتر جهت پیش‌بینی رویش گیاهچه‌های تاجخروس ریشه قرمز در شرایط رطوبتی مختلف انتخاب شد و همبستگی خطی داده‌های مشاهده شده رویش در شرایط رطوبتی مختلف با پیش‌بینی مدل ذکر شده جهت اعتبارسنجی آن تعیین گردید (شکل ۲). همانطور که از پراکندگی داده‌های مشاهده شده در تیمارهای مختلف با خط پیش‌بینی و ضریب تبیین هر کدام مشخص است، این



شکل ۲- رابطه بین مقادیر پیش‌بینی شده سطح آبیاری ۴۰ درصد با مقادیر مشاهده شده از سطوح مختلف آبیاری

نتایج حاکی از آن است که روش آبیاری قطره‌ای-نواری می‌تواند طول دوره رویش علف هرز تاجخروس ریشه قرمز را افزایش دهد بنابراین زارعان در یک دوره طولانی‌تری نسبت به آبیاری سنتی بایستی با این علف هرز مبارزه نمایند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از زمان-دمایی برای پیش‌بینی رویش علف هرز تاجخروس ریشه قرمز با استفاده از مدل‌های تجربی می‌تواند با دقت بالایی به عنوان یک ابزار پیش‌آگاهی جهت مدیریت اصولی این علف هرز مورد استفاده قرار گیرد. همچنین

REFERENCES

1. Alizadeh, A. (2001). *Principles and Practices of Trickle Irrigation*. Imam Reza University Press. 450 pages. (In Persian).

2. Anderson, R. L. & Nielsen, D. C. (1996). Emergence pattern of five weeds in the Central Great Plains. *Weed Technology*, 10, 744-749.
3. Becker, T. W. & Fock, H. P. (1986). Effects of water stress on the gas exchange, the activities of some enzymes of carbon and nitrogen metabolism, and on the pool sizes of some organic acids in maize leaves. *Photosynthesis Research*, 8, 175-181.
4. Benvenuti, S., Macchia, M. & Miele, S. (2001). Light, temperature and burial depth effects on *Rumex obtusifolius* seed germination and emergence. *Weed Research*, 41, 177-186.
5. Blackshaw, R. E. (1991). Soil temperature and moisture effects on downy brome Vs. winter canola, wheat, and rye emergence. *Crop Science*, 31, 1034-1040.
6. Buhler, D. D., Liebman, M. & Obrycki, J. J. (2000). Theoretical and practice challenges to an IPM approach to weed management. *Weed Science*, 48, 274-280.
7. Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (2002). *Model selection and multimodel inference: A practical information-theoretic approach*. New York: Springer-Verlag.
8. Donald, W.W. (2000). A degree-day model of *Cirsium arvense* shoot emergence from adventitious root buds in spring. *Weed Science*, 48, 333-341.
9. Dorado, J., Sousa, E., Calha, I. M., Gonzalez-Andujar, J. L. & Fernandez-Quintanilla, C. (2009). Predicting weed emergence in maize crops under two contrasting climatic conditions. *Weed Research*, 49, 251-260.
10. Forcella, F. (1998). Real-time assessment of seed dormancy and seedling growth for weed management. *Seed Science Research*, 8, 201-209.
11. Gan, Y., Stobbe, E. H. & Moes, J. (1992). Relative date of wheat seedling emergence and its impact on grain yield. *Crop Science*, 32, 1275-1281.
12. Grundy, A. C. (2002). Predicting weed emergence: a review of approaches and future challenges. *Weed Research*, 43, 1-11.
13. Hegarty, T. W. (1978). The physiology of seed hydration and dehydration, and the relation between water stress and the control of germination: a review. *Plant Cell and Environment*, 1, 101-119.
14. Izquierdo, J., Gonzalez-Andujar, J. L., Bastida, F., Lezaun, J. A. & Sanchez-Arco, M. J. (2009). A thermal time model to predict corn poppy (*Papaver rhoeas*) emergence in cereal fields. *Weed Science*, 57, 660-664.
15. Keller, J., & Bliesner, R. D. (1990). *Sprinkler and trickle irrigation*. An avi book, Van Nostrand Reinhold, New York. 652 pages.
16. Kruk, B., Insausti, P., Razul, A. & Benech-Arnold, R. (2006). Light and thermal environments as modified by a wheat crop: effects on weed seed germination. *Journal of Applied Ecology*, 43, 227-236.
17. Leguizamon, E., Fernandez-Quintanilla, S. C., Barroso J. & Gonzalez-Andujar, J. L. (2005). Using thermal and hydrothermal time to model seedling emergence of *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana* in Spain. *Weed Research*, 45, 149-156.
18. Maroco, J. P., Pereira, J. S. & Chaves, M. M. (2000). Growth, photosynthesis and water-use efficiency of two C4 Sahelian grasses subjected to water deficits. *Journal Arid Environ.* 45, 119-137.
19. Marques, J., & Arrabac, M. C. (2004). Photosynthetic enzymes of the C4 grass *Setaria sphacelata* under water stress: a comparison between rapidly and slowly imposed water deficit. *Photosynthetica*, 42, 43-47.
20. Nakhjvany moghaddam, M. M., Sanyeh Dehghani, H. & Heidari, N. (2007). *Deficit irrigation and its effect on increasing Water Use Efficiency on row crops*. Scientific seminar on National Project for irrigation and sustainable development, Karaj. 331-340.
21. Norsworthy, J. K. & Oliveira, M. J. (2007). A Model for Predicting Common Cocklebur (*Xanthium strumarium*) Emergence in Soybean. *Weed Science*, 55, 341-345.
22. Roberta, M., L. Donato, B. Stfen, M. Vanti, M. Clarazain, & Z. Goseppe. (2010). Temperature and water potential as parameters for modeling weed emergence in central-northern Italy. *Weed Science*, 58, 216-222.
23. Roman, E.S., Murphy, S. D. & Swanton, C. J. (2000). Simulation of *Chenopodium album* emergence. *Weed Science*, 48, 217-224.
24. Ronald, A.E. 2000. (*Amaranthus retroflexus*)/pigweed. U. S. Department of Agriculture, New York. 181 page.
25. Schulze, E. D., & Hall, A. E. (1982). *Stomatal responses, water loss, and CO2 assimilation rates of plants in contrasting environments*. Page 181-230.