

## مدل سازی سبز شدن علف هرز توق (*Xanthium strumarium*) در دو عمق مختلف کاشت

علیرضا یوسفی\*، مینا ابراهیمی، ملیحه قنبری مطلق، مجید پوریوسف

دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۱۰

تاریخ پذیرش: ۹۰/۴/۱

### چکیده

افزایش آگاهی عمومی در زمینه اثرات نامطلوب علفکشها بر محیط زیست و گسترش علوفهای هرز مقاوم به علفکشها لزوم کاهش مقدار مصرف علفکشها را نشان میدهد. پیش بینی زمان سبز شدن علوفهای هرز با تعیین زمان مناسب کنترل می تواند در این راستا ما را یاری رساند. مدل های مختلفی جهت شبیه سازی ظهور گیاهچه های علفهای هرز در رابطه با زمان دمایی وجود دارد که با توجه به توانایی متفاوت مدل های مختلف در پیش بینی صحیح تر این زمان، ما ملزم به انتخاب مدل مناسب تر می باشیم. به همین دلیل و به منظور بررسی الگوی سبز شدن علف هرز توق در دو عمق مختلف کاشت در خاک و همچنین انتخاب مدل مناسب برای این گیاه، آزمایشی در سال ۱۳۸۸ انجام شد. در این آزمایش روند ظهور گیاهچه های توق که در عمق های دو و پنج سانتیمتری کشت شده بودند، ارزیابی شد. پیش بینی الگوی ظهور گیاهچه های توق، بین زمان دمایی و درصد سبز شدن تجمعی با استفاده از مدل های ویبول، گومپرتز و لجستیک اصلاح شده، صورت گرفت. مقایسه توابع برازش داده شده به داده های مشاهده شده در دو عمق مختلف نشان داد که تابع اصلاح شده ویبول برازش بهتری داشته است. از طرف دیگر اختلاف دو عمق مختلف جهت شروع (۱۰٪) ظهور گیاهچه ها از لحاظ زمان دمایی مورد نیاز، زیاد بود ولی برای اتمام سبز شدن اختلاف زیادی از این لحاظ نداشتند. برای بذوری که در عمق دو سانتی متری کشت شده بود ۵۰٪ سبز شدن تجمعی در زمان دمایی ۴۷۸ اتفاق افتاد در حالیکه ۵۰٪ سبز شدن تجمعی این بذور در عمق پنج سانتی متری در زمان دمایی ۷۷۴ صورت گرفت.

واژه های کلیدی: زمان دمایی، مدلسازی، عمق کاشت، توق.

\* Correspondence to: Yousefi.alireza@znu.ac.ir

## مقدمه

به عنوان تابعی از زمان است به عنوان شاخص وابسته به آب و هوا جهت پیش بینی مراحل نموی گیاهان استفاده می‌شود (Gordon & bootsma., 1993). استفاده از زمان دمایی در تفسیر رخداد‌های بیولوژیکی و تصمیم گیری به موقع مدیریت علف‌های هرز می‌تواند در مدیریت تلفیقی استفاده شود و این روش در رسیدن به سطح مطلوب کنترل موثرتر از تصمیم گیری بر اساس اطلاعات تقویمی است (Harris et al., 1998). درجه حرارت روزانه خاک در زیر سطح رویی آن دارای اثر مستقیم بر جوانه زنی بذر علف‌های هرز می‌باشد که با تبدیل درجه حرارت خاک به زمان دمایی می‌توان از آن جهت پیش بینی زمان سبز شدن گیاهچه‌های علف‌های هرز استفاده کرد (Dorado et al., 2009).

علاوه بر دما فاکتورهای دیگری نیز بر جوانه زنی و سبز شدن بذور علف‌های هرز و در نتیجه در پیش بینی زمان ظهور گیاهچه‌ها می‌توانند دخالت داشته باشند. (Mennan & Ngouajio, 2006) طی آزمایشی گزارش کردند که درصد جوانه زنی بذور علف هرز *Brassica kaber L., Galium aparine L.* در دامنه ای از ۴۴٪ تا ۸۴٪ قرار داشته که بسته به عمق کاشت، درصد جوانه زنی با افزایش عمق کاشت بذر کاهش می‌یافت. به طوری که در علف هرز شیرپنیر با افزایش عمق تا ۲۰ سانتی متر جوانه زنی ۲۸٪ نسبت به سطح خاک کاهش یافت. میزان خواب بذر *Ambrosia trifida L.* و زمان جوانه‌زنی آن به عمقی که بذور کاشته می‌شوند بستگی دارد (Harrison et al., 2007) در بین گونه‌های مختلف بیشترین درصد جوانه زنی در عمق ۵۰ سانتی متر صورت گرفته و با افزایش عمق (۱۰-۵) جوانه زنی ۹۸٪ کاهش می‌یابد (Rashed Mohassel et al., 2006).

**توق** با نام علمی *Xanthium strumarium L.*، سومین علف‌هرز مهم محصولات زراعی بویژه مزارع سویا و ذرت می‌باشد که در این محصولات به ترتیب تا ۸۷ و ۶۵ درصد کاهش می‌تواند ایجاد نماید (Yousefi, 2009; Karimmojeni et al., 2010). آگاهی از الگوی سبز شدن این علف هرز می‌تواند در مدیریت اصولی و کاهش هزینه‌های کنترل موثر باشد. لذا این تحقیق با اهداف پیش بینی زمان سبز شدن علف هرز

زمان ظهور و تراکم علف‌های هرز دو عامل تعیین کننده میزان تاثیرگذاری علف‌های هرز بر رشد و عملکرد گیاه زراعی است (Knezevic et al., 1994). 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 بذر و افزایش بانک بذر خواهند داشت (Grundy, 2000). بیشتر علف‌های هرز در یک برهه زمانی خاص از فصل سبز می‌شوند و الگوهای ظهور ویژه برای هر گونه دیده می‌شود (Anderson & Nillson, 1996) که جزء خصوصیات گونه‌ای محسوب می‌گردد. الگوی سبز شدن علف‌های هرز مشخص کننده این موضوع خواهد بود که کدام علفکش و یا روش‌های غیر شیمیایی کنترل علف هرز می‌تواند در جلوگیری و یا به حداقل رساندن اثر علف‌های هرز بر عملکرد و کیفیت محصول موثرتر باشد. داشتن الگوی ظهور معین برای هر گونه این شانس را به ما می‌دهد که با پیش بینی زمان و الگوی ظهور علف‌های هرز، زمان مناسب کنترل علف‌های هرز را مشخص نماییم. این پیش بینی می‌تواند در کاهش رقابت علف هرز با گیاه زراعی و کاهش مصرف علفکش و همچنین استفاده از برنامه مدیریتی مناسب ما را یاری رساند (Buhler et al., 2000). بطور مثال پیش بینی زمان سبز شدن علف هرز در تعیین زمان کاشت گیاهان زراعی که دوره کشت وسیع دارند، زمان کاربرد علفکش‌های پس رویشی و حتی پیش بینی تهاجمات آینده در فصل رشد کمک کننده باشند (Norsworthy & Olovira, 2007). به همین دلیل مدل‌های که زمان ظهور علف‌های هرز را پیش بینی می‌کنند ابزار تصمیم‌گیری مدیریتی با ارزشی می‌باشند که می‌توان در بهینه‌سازی برنامه‌های کنترل از آنها سود برد (Forcella, 1998). از مدل‌های رگرسیون غیر خطی برای کمی‌سازی واکنش جوانه زنی و سبز شدن بذور گیاهان نسبت به دما استفاده شده است (Gan et al., 1992). زمان دمایی (Thermal time) که بیانگر تجمع دمای بالاتر از درجه حرارت پایه بوده

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

معادله ۳ (گومپرتز)  $E = 100 \exp(-\exp(-b(x-m)))$

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

که در آن  $E$  = درصد سبز شدن تجمعی پیش‌بینی شده،  $x$  = GDD تجمعی بر اساس Max و Min خاک،  $b$  = شیب (سرعت سبز شدن در هر GDD)،  $m$  = نقطه خمیدگی در محور  $x$  و  $c$  = پارامتر مدل می‌باشند.

میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده با استفاده از ضریب تبیین و همچنین  $RMSE^*$  تعیین شد. در واقع  $RMSE$  شاخصی است که اختلاف نسبی بین مقادیر شبیه سازی و مشاهدات را نشان می‌دهد و توصیفی از قابلیت پیش‌بینی مدل را ارائه می‌کند.

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 / n} \quad \text{معادله ۵}$$

$x_i$  = درصد سبز شدن تجمعی واقعی،  $y_i$  = درصد سبز شدن تجمعی پیش‌بینی شده و  $n$  = تعداد مشاهدات می‌باشد. هر چه مقدار  $RMSE$  کمتر باشد نشان دهنده این مطلب خواهد بود که مدل برازش مناسب‌تری داشته است. همچنین سه مدل با استفاده از معیار Akaike تصحیح شده مقایسه شدند. هر چه مقدار آن در مدلی کمتر باشد آن مدل بهتر است (Burnham & Anderson, 2002). برازش مدل با استفاده از رگرسیون غیر خطی و با نرم افزار SigmaPlot 11 صورت گرفت.

## نتایج و بحث

### مقایسه مدل‌ها

عمق دو سانتی‌متر: با توجه به جدول ۱، مدل گومپرتز در عمق دو سانتی‌متر به دلیل  $AICc$  کمتر (۷۹۴/۲۶) به عنوان بهترین مدل انتخاب شد. همچنین در این مدل  $R^2$  با ۰/۹۴ بیشترین و  $RMSE$  با ۰/۱۱ کمترین مقدار بود که نشان می‌

توق، مقایسه الگوی سبز شدن بذور تونق در دو اعماق مختلف خاک و مقایسه مدل‌های مختلف برای پیش‌بینی سبز شدن علف‌هرز تونق به اجرا درآمد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در پاییز ۱۳۸۸ در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان بصورت کاملاً تصادفی اجرا شد. در این آزمایش، پس از آماده سازی خاک (مخلوطی از ماسه، کود دامی و خاک رس به نسبت ۲:۱:۲) و قرار دادن آن در گلدان‌های پلاستیکی به ارتفاع ۳۵ و طول و عرض ۲۵ سانتی‌متر، ۳۰ عدد بذر تونق در هر گلدان در دو عمق دو سانتی‌متری و پنج سانتی‌متری قرار داده و سپس اقدام به آبیاری شد. دمای روزانه و شبانه گلخانه به ترتیب ۲۵ و ۱۶ درجه سانتیگراد بود. پس از یک هفته بذور سبز شده در هر روز که در مرحله کوتیلدون بود شمارش و از خاک خارج شدند این کار تا زمان اتمام جوانه زنی تمام بذرها ادامه یافت. سپس درصد سبز شدن بذور علف‌هرز در هر روز نسبت به کل بذور سبز شده محاسبه و درصد سبز شدن تجمعی به دست آمد.

## محاسبات آماری

روش‌های متعددی برای محاسبه زمان دمایی پیشنهاد شده است رایج‌ترین روش، دمای میانگین منهای دمای پایه بیان شده در معادله زیر است:

$$CTU = \sum_i^n \left( \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) - t_b \quad \text{معادله ۱}$$

که در آن  $CTU$  نشان دهنده واحدهای دمایی تجمع یافته در درجه روزها،  $i$  = تاریخ شروع درجه روزهای تجمع یافته،  $n$  = تعداد روز اندازه‌گیری دما،  $T_{max}$  = حداکثر دمای روزانه،  $T_{min}$  = حداقل دمای روزانه و  $T_b$  = دمای پایه می‌باشد (Leblanc et al., 2003). صفر پایه برای تونق در این آزمایش ۹/۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد (Norsworthy & Oliveira, 2007). پیش‌بینی الگوی سبز شدن تونق، با زمان دمایی با استفاده از توابع زیر صورت گرفت.

معادله ۲ (لجستیک جدید)

\* - Root Mean Square Error

مدل ویبول نسبت به دو مدل دیگر به ترتیب با ۰/۹۴ و ۰/۰۹ بیشترین و کمترین مقدار بود. با توجه به مقادیر AICc تفاوت مدل ویبول با لجستیک خیلی زیاد نیست اما با مدل گومپرتز اختلاف زیادی دارد (جدول ۱). لذا با تجزیه رگرسیونی صورت گرفته می‌توان گفت برای بذور توق ای که در عمق دو سانتی‌متری قرار می‌گیرند مدل گومپرتز با ۱۱ درصد خطا و برای بذور که در عمق پنج سانتی‌متری قرار می‌گیرند مدل ویبول با خطای کمتر از ۹ درصد برازش بهتری داشته و میتوان از این مدلها برای پیش بینی ظهور گیاهچه های توق استفاده کرد (جدول ۱). (Ekeleme et al., 2005) مقدار RMSE مناسب برای درصد سبز شدن تجمعی را در دامنه ای از ۵/۸ تا ۱۰/۱ گزارش کردند.

دهد اختلاف نسبی بین مقادیر شبیه سازی شده و مشاهده شده کم بوده و مدل برازش مناسبی داده شده است. البته مدل ویبول هم با AICc (۷۹۶/۸۱) کارایی نزدیک به مدل گومپرتز دارد و مدل نسبتاً مناسبی است. اما مدل لجستیک با AICc (۸۲۲/۶۲) برازش مناسبی نداشته و نمی‌توان از آن برای پیش بینی ظهور بذور توق ای که در سطح رویی خاک قرار می‌گیرند استفاده نمود.

**عمق پنج سانتی‌متر:** مقادیر AICc نشان داد که مدل ویبول از بین سه مدل به کار رفته برازش مناسب تری داشته و به عنوان بهترین مدل انتخاب شد. مقدار AICc برای مدل ویبول برابر با ۷۲۶/۶۹ و برای مدل‌های لجستیک و گومپرتز به ترتیب ۷۳۱/۷۷ و ۷۴۳/۹۴ بود. همچنین مقادیر  $R^2$  و RMSE برای

جدول ۱- پارامترهای برآورد شده سبز شدن توق به وسیله سه مدل مختلف در دو عمق متفاوت کاشت

Table 1- Parameters estimated of three different models fitted to seedling emergence of *Xanthium strumarium* in two different burial depths.

Soil depth (cm)	Function	parameters			AICc	R2	RMSE(%)
		b	c	$X_0$			
2	webul	0.0017(0.00003)	1.990(0.098)	-	796	0.94	11.2
	GPZ	0.0044(0.0002)	-	393.57(8.37)	794	0.94	11.1
	LOG	0.0064(0.0003)	-	502.22(9.57)	822	0.93	12.1
5	webul	0.0012(0.00001)	3.773(0.214)	-	726	0.94	9.1
	GPZ	0.0042(0.0002)	-	673.10(8.32)	743	0.93	9.5
	LOG	0.0071(0.0004)	-	773.88(7.66)	731	0.94	9.2

Standard errors are given in parenthesis

Parameter estimates of a three-parameter sigmoid model fitted to the in Figure

بذور توق در عمق پنج سانتی‌متری در ۹۷۲/۳ واحد زمان دمایی رخ داد که این نشان دهنده سرعت سبز شدن بیشتر علف هرز توق در عمق دو سانتی‌متری می‌باشد (جدول ۴-۲). (Norsworthy & Oliveira, 2007) که مدل سبز شدن توق را در سویا بررسی کردند ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۰٪ سبز شدن را به ترتیب در زمان های دمایی ۱۰۷، ۱۶۲، ۳۰۹، ۶۰۱ و ۱۰۳۷ گزارش کردند. (Mennan & Ngouajio (2006) در طی آزمایشی که بر روی شیرپنیر و خردل وحشی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که جوانه زنی بذور شیر پنیری که روی سطح خاک بودند ۴۸٪ بود که با افزایش عمق کاشت تا ۲۰ سانتی متر جوانه زنی به ۲۸٪ کاهش یافت. همچنین در مورد خردل وحشی نیز سبز شدن گونه های تابستانه و زمستانه آن با افزایش عمق کاشت کاهش یافتند. اصولاً نوسانات دمایی در

### الگوی سبز شدن در مزرعه

گیاهچه‌های توق در دو عمق دو و پنج سانتی‌متری، الگوی ظهور متفاوتی داشته همچنین از لحاظ زمان دمایی مورد نیاز برای شروع ظهور گیاهچه ها نیز با هم اختلاف داشتند. برای هر دو عمق، سبز شدن با افزایش زمان دمای افزایش یافت. برای بذوری که در عمق دو سانتی‌متری کشت شده بود ۵۰٪ سبز شدن تجمعی در ۴۷۸/۵ واحد زمان دمایی اتفاق افتاد در حالیکه ۵۰٪ سبز شدن تجمعی این بذور در عمق پنج سانتی-متری در ۷۷۴/۸ واحد زمان دمایی صورت گرفت. در نتیجه بذور در عمق دو سانتی‌متری سریع‌تر به زمان دمایی مورد نیاز برای درصد معین ظهور رسیدند (جدول ۲). همچنین ۹۰٪ سبز شدن برای بذور توق در عمق دو سانتی‌متری در ۹۰۷/۸ واحد زمان دمایی اتفاق افتاد. در حالیکه ۹۰٪ سبز شدن برای

توان گفت که با افزایش عمق، چون مقدار اکسیژن کم می‌شود احتمال شکست خواب بذور توق کاهش می‌یابد (kochaki & Sarmadnia., 1998). کاهش سبز شدن با افزایش عمق همچنین می‌تواند با میزان مواد غذایی موجود در بذر و سن مرتبط باشد که با افزایش سن بذر تا حدی و ذخائر بذر (هرچه بزرگتر باشد سرعت جوانه می‌زند) جوانه زنی و در نتیجه سبز شدن افزایش می‌یابد (Mennan & Ngouajio, 2006).

سطح خاک بیشتر بوده که به شکستن خواب بذر کمک کرده و جوانه زنی و سبز شدن را بالا می‌برد. این نتایج مشابه یافته‌های Omami *et al.*, (1999) روی تاج‌خروس ریشه‌قرمز و Mennan (2003) بر روی شیر پنیر می‌باشد. همچنین همین طور که می‌دانیم بذر توق یک میوه خشک ناشکوفاست که دارای دو بذر است. بذر پایینی به راحتی جوانه می‌زند ولی بذر بالایی برای سال‌ها در خواب باقی می‌ماند. علت خواب نیز میزان مکش پایین اکسیژن در اطراف بذر است. پس می‌

#### جدول ۲- زمان دمایی مورد نیاز جهت درصدهای مختلف ظهور گیاهچه توق در دو عمق متفاوت خاک

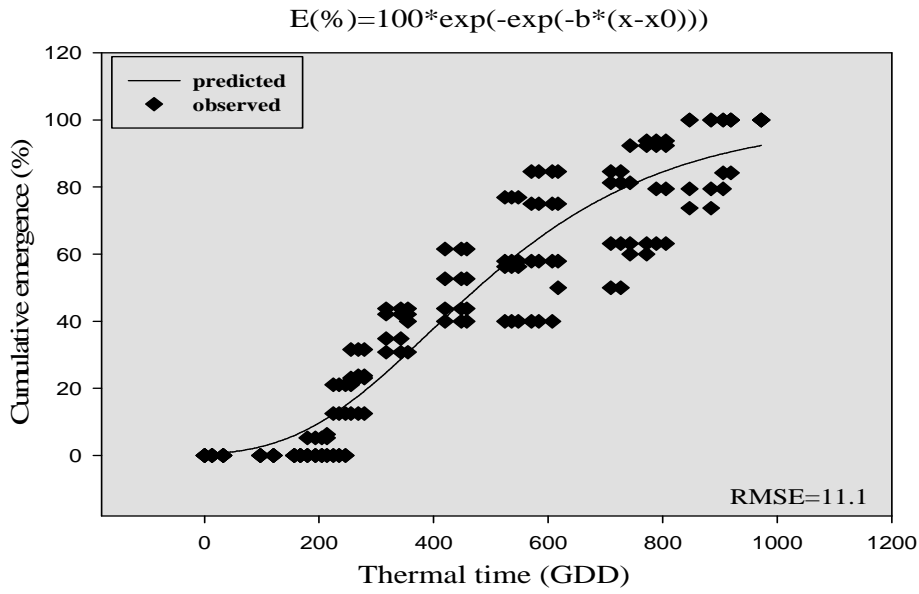
Table 2- Thermal time required for selected cumulative emergence times in two different burial depths of *xanthium strumarium* using eqn (4) fitted model

Soil depth (cm)	Thermal time to reach % emergence				
	10	25	50	75	90
2	205	319	478	679	907
5	470	615	774	930	1092

فصل رشد سبز شده و در مراحل اولیه محصول زراعی با آن رقابت کنند. همچنین تأخیر در سبز شدن علف‌های هرز توانایی رقابتی آن‌ها را می‌تواند کاهش دهد اما سبز شدن دیر به آن‌ها اجازه می‌دهد که از اقدامات کنترلی فرار کنند چون بیشتر استراتژی‌های مدیریتی علف‌هرز (بویژه کاربرد علفکش‌ها) در ابتدای فصل رشد انجام می‌شود به همین دلیل کنترل آن‌ها باید برای جلوگیری از افزایش اندازه بانک بذر و کاهش عملکردهای بعدی در برنامه مدیریتی کنترل علف‌هرز قرار گیرند (Mennan & Ngouajio, 2006).

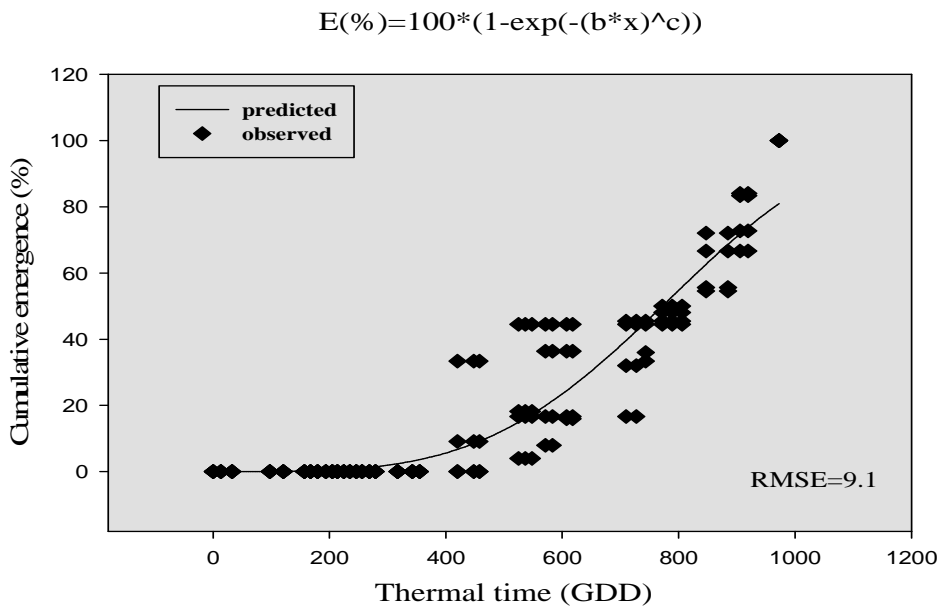
با توجه به تابع برازش داده شده در شکل‌های ۱ و ۲ تقریباً بیشترین سرعت ظهور ظهور گیاهچه‌های توق در عمق دو سانتی متری در زمان دمایی برابر با ۲۰۰-۳۰۰ صورت گرفت در حالیکه با توجه به شیب تابع بیشترین سرعت ظهور گیاهچه‌های توق در عمق پنج سانتی متری با مدل ویبول در زمان دمایی برابر با ۷۵۰-۸۰۰ دیده شد که ۶۹٪ بیشتر از عمق دو سانتی متری بوده و نشان دهنده تأخیر و دیرتر سبز شدن آن می‌باشد (شکل ۱ و ۲).

از آنجایی که بذور توق در عمق دو سانتی متری در زمان دمایی کمتری سبز شدند، لذا این بذور می‌توانند در اوایل



شکل ۱- درصد سبز شدن تجمعی مشاهده شده و پیش‌بینی شده بذور توفق در رابطه با زمان دمایی در عمق دو سانتیمتری

Figure 1- Observed (symbols) and predicted (lines) percent cumulative emergence against thermal time in *Xanthium strumarium* for 2-cm soil depth.



شکل ۲- درصد سبز شدن تجمعی مشاهده شده و پیش‌بینی شده در رابطه با زمان دمایی برای بذور توفق در عمق پنج سانتیمتری

Figure 2- Observed (symbols) and predicted (lines) percent cumulative emergence against thermal time in *Xanthium strumarium* for 5-cm soil depth.

## نتیجه‌گیری کلی

دادن بذور تونق درصد سبز شدن آن‌ها را کاهش داد همچنین می‌توانیم بهترین زمان برای کاربرد علفکش‌ها را پیش‌بینی کرده و از مصرف بی‌رویه و آلودگی محیط زیست جلوگیری کرده و هزینه‌های کارگری را نیز کم کرد.

**سپاسگزاری:** بدینوسیله از آقای دکتر نیکبخت مسئول ایستگاه هواشناسی دانشگاه زنجان جهت فراهم‌آوری داده‌های ساعتی دمای خاک تقدیر و تشکر می‌شود.

در بین مدل‌های آزمایش شده، مدل گومپرتز برای بذور سطحی و مدل ویبول برای بذور دفن شده برآزش مناسب‌تری داشتند و این مدل‌ها می‌تواند بعنوان ابزار تصمیم‌گیری مدیریتی برای علف‌هرز تونق با عمق‌های مختلف سبز شدن باشد و می‌توان بهترین زمان را برای کنترل مکانیکی و شیمیایی پیش‌بینی کرد مثلاً با عملیات شخم و زیر خاک قرار

## منابع:

- Anderson, R. L. and Nielsen, D. C. 1996. Emergence pattern of five weeds in the Central Great Plains. *Weed Technol.* 10:744-749.
- 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.
- Burnham, K. P. and Anderson, D. R. 2002. Model selection and multimodel inference: A practical information-theoretic approach. New York: Springer-Verlag.
- 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.
- Ekeleme, F., Forcella, F., Archer, D.W. Akobundu, I.O. and Chikoye, D. 2005. Seedling emergence model for tropic ageratum (*Ageratum conyzoides*). *Weed Sci.* 53:55-61.
- Forcella, F. 1998. Real-time assessment of seed dormancy and seedling growth for weed management. *Seed Sci. Res.* 8:201-209.
- 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.
- Gordon, R. and Bootsma, A. 1993. Analysis of growing degree-days for agriculture in Atlantic Canada. *Climate Res.* 3: 169-176.
- Grundy, A. C. and Mead, A. 2000. Modeling weed emergence as a function of meteorological records. *Weed Sci.* 48:594-603.
- 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.
- Harrison, S. K., Regnier, E. E. Schmoll, J. T. and Harrison, J.M. 2007. Seed size and burial effects on giant ragweed (*Ambrosia trifida*) emergence and seed demise. *Weed Sci.* 55:16-22.
- Karimmojeni, H., Rahimian-Mashhadi, H., Alizadeh, H.M., Cousens, R. D. and Beheshtian- Mesgaran, M. 2010. Interference between maize and *Xanthium strumarium* or *Datura stramonium*. *Weed Res.* 50:253-261.
- 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.
- Kochaki, A. R. and Sarmadnia, GH. H. 1998. Physiology of crops (translation). Mashhad University jahad Press. Thirteenth Printing. (In Persian with English summary).
- Leblanc, M. L., Cloutier, D. C., Stewart, K. A. and Hamel, C. 2003. The use of thermal time to model common lambsquarters (*Chenopodium album*) seedling emergence in corn. *Weed Sci.* 51:718-724.
- Mennan, H. 2003. The effects of depth and duration of burial on seasonal germination, dormancy and viability of *Galium aparine* and *Bifora radians* seeds. *J. Agron. Crop Sci.* 189:304-309.
- Mennan, H. and Ngouajio, M. 2006. Seasonal cycles in germination and seedling emergence of summer and winter populations of catchweed bedstraw (*Galium aparine*) and wild mustard (*Brassica kaber*). *Weed Sci.* 54:114-120.
- Norsworthy, J. K. and Oliveira, M. J. 2007. A Model for predicting common cocklebur (*Xanthium strumarium*) emergence in soybean. *Weed Sci.* 55:341-345.
- Omami, E. N., Haigh, A.M., Medd, R.W. and Nicol, H.I. 1999. Changes in germinability, dormancy and viability of *Amaranthus retroflexus* as affected by depth and duration of burial. *Weed Res.* 39:345-354.

---

Rashed Mahassel, M. H., Rastgoo, M., Moosavi, K. and Valialahpoor, R. 2006. Principles of weed science (Translation). Mashhad University Press. First Printing. P: 519. (In Persian with English summary).

Yousefi, A. R. 2009. Effect of reduced dose of imazethapeyr on competitive ability of Common cocklebur (*Xanthium strumarium*) and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) in soybean .PhD thesis, University of Tehran, Karaj, Iran.(In Persian with English summary).



---

---

## Predicting Seedling Emergence of *Xanthium strumarium* in Two Burial Depths

Ali Reza Yousefi, Mina Ebrahimi, Malehea Ghanbari\*, Majid Pouryosef

Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural, University of Zanjan

### Abstract

Increasing public awareness and concern about the impacts of herbicides on the environment, development of herbicide-resistant weeds, and high economic cost of herbicides have increased the need to reduce the amount of herbicides used in agriculture. Prediction of weed emergence timing would help reduce herbicide use through the optimization of the timing of weed control. There are several models that could be used for predicting weed seedling emergence. However, the ability to predict emergence of given species is different between models. For better prediction of emergence we should be able to select a suitable model. Therefore, *Xanthium strumarium* seedling emergence at two different burial depths from an experiment conducted in 2009-2010, was used to find and develop the best emergence model. The number of *X. strumarium* seedlings was recorded every three days and then removed from pots. Emergence for each species was expressed as a cumulative percentage of total emergences. Percentage of cumulative emergence values was explained against thermal time (TT) using Logistic, Gompertz and Weibull modified functions. The three models were compared using the Akaike information criterion. The Weibull model gave a better description than other models. Conversely, Logistic model gave the worst fit, with AIC values far higher than Weibull and Gompertz models. Thermal time required for given seedling emergence was affected by burial depth and increased with soil depth. For example, when seeds buried in the 5 cm depth, they required 744 TT for 50% emergence. However, seeds in 2 cm depth had a shorter emergence time-span and required 391-488 TT for 50% emergence.

**Key words:** modeling, soil depth, weed management, common cocklebur