نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۹۷-۸۱

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 81-97

مقاله علمی-پژوهشی

مقایسه رشد و نمو فنولوژیکی اکوتیپ‌های مختلف علف‌هرز تاتوره (*Datura stramonium* L.)

سارا بازیار[1]- مرجان دیانت[2*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۰۵

چکیده

داشتن اطلاع از فنولوژی گیاه، از طریق تنظیم مراحل آماده‌سازی زمین و تاریخ‌کاشت، در جهت مدیریت پایدار علف‌های هرز مؤثر واقع خواهد شد. علاوه براین تعیین بهترین زمان سمپاشی نیز منوط به شناخت دقیق مراحل فنولوژی است. بدین منظور آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی موسسه گیاه‌پزشکی واقع در جاده مشکین‌دشت کرج در سال۱۳۹۲ انجام شد. تیمار اصلی شامل تاریخ کاشت (فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور) و تیمار فرعی شامل هفت اکوتیپ تاتوره (کرج، قزوین، شیراز، گرگان، اصفهان، مشهد و ارومیه) بودند. صفات تاریخ سبز شدن، سه تا چهار برگی، هشت برگی، گل‌دهی، میوه (کپسول) دهی، باز شدن کپسول و رسیدگی در طول فصل رشد یادداشت برداری شد. نتایج نشان داد که سرعت سبز شدن (۰/۰۰۳۰) در اکوتیپ ارومیه به ازاء افزایش هر واحد دما در مقایسه با دیگر اکوتیپ‌ها بیشتر بود. اکوتیپ‌های ارومیه و گرگان زودتر به مرحله سه برگی رسیدند. اکوتیپ ارومیه علی‌رغم جثه خیلی کوچکش زودتر از سایر اکوتیپ‌ها وارد مرحله زایشی شدند که می‌تواند به‌عنوان مکانیزمی جهت حفظ بقا و تولید بذر برای نسل آینده در برابر روند رو به کاهش دما در طی ماه‌های انتهایی دوره رشد گیاه باشد. اکوتیپ شیراز به دلیل بالاتر بودن میانگین دما در شهر شیراز نسبت به شهر کرج واکنش کمتری نسبت به سایر اکوتیپ‌ها به دما در مرحله گل‌دهی نشان داد. به طور کلی اکوتیپ‌های تاتوره به ترتیب بیشترین و کمترین حساسیت را نسبت به افزایش دما در مرحلهٔ سبزشدن و رسیدگی نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: درجه روز-رشد، سرعت سبز شدن، فنولوژی، علف هرز

مقدمه

علف‌هرز تاتوره (*Datura stramonium* L.) در طی چند دهه اخیر به عنوان یک علف‌هرز مهاجم در مزارع چغندرقند (*Beta vulgaris* L.)، حبوبات، توتون (*Nicotiana tabacum* L.)، سبزی و صیفی، پنبه (*Gossypium hirsutum* L.)، سویا (*Glycine max* (L.) Merr.)، دانه‌های روغنی و باغ‌ها معرفی شده است (۴ و ۲۷). این علف هرز در برخی نقاط کشور (در استان‌های تهران، قزوین، آذربایجان شرقی، مرکزی (خمین)، فارس و خراسان رضوی) شایع شده و در حال پیشرفت به سایر نقاط می‌باشد (۱۷). همچنین تاتوره در فهرست مهم‌ترین گونه‌های علف‌های‌هرز ایران قرار دارد (۳۰). تاتوره علف‌هرزی خطرناک با قدرت رقابتی بالا در محصولات تابستانه به‌ویژه ذرت است. این علف‌هرز بزرگ جثه همزمان با ذرت سبز شده و می‌تواند هم ارتفاع با ذرت رشد کند و حتی در مواردی در اواخر فصل رشد، بالاتر از ذرت قرار می‌گیرد و به‌طور معنی‌داری باعث کاهش عملکرد ذرت شود (۱۵).

سبز شدن گیاهچه بیانگر مرحله‌ای از رشد است که در آن گیاهچه از وابستگی به اندوخته‌های بذر رها شده و توانایی انجام فتوسنتز را بدست می‌آورد. این مرحله یکی از مهم‌ترین رویدادهای فنولوژیکی است که موفقیت گیاهان یک‌ساله را در ادامه چرخه زندگی تعیین می‌نماید (۱۰ و ۱۱). به‌علاوه، کنترل مناسب و به هنگام علف‌های هرز نیز بستگی به پیش‌بینی دقیق زمان سبز شدن علف‌های هرز دارد. با توجه به اینکه یکی از ارکان مدیریت تلفیقی علف‌های هرز به‌کارگیری ابزارهای کنترل در حساس‌ترین مرحله رشد علف‌های هرز است، شناخت دقیق این مراحل به کاهش کاربرد علف‌کش‌های شیمیایی و افزایش کارایی روش‌های کنترل غیرشیمیایی و در نتیجه کاهش هزینه‌ها می‌انجامد (۶ و ۲۳). موفقیت در برنامه های مدیریت علف‌های هرز منوط به درک بهتر و شناخت درست عامل های محیطی بر ویژگی‌های رشدی و زیستی (بیولوژیکی) گیاهان است (۱۳ و ۲۹). مراحل رشدی علف هرز و

۱- استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران
۲- استادیار دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: Ma_dyanat@yahoo.com
DOI: 10.22067/jpp.v34i1.80203

تعامل‌های رقابتی آنها بر گیاهان زراعی را می‌توان از جملهٔ این ویژگی‌ها دانست (۳). برای گونه‌های گیاهی که در رویارویی با تغییر مکانی و زمانی محیط قرار می‌گیرند، انعطاف‌پذیری فنوتیپی می‌تواند امری حیاتی باشد (۲۶). برخی از گونه‌های هرز یک‌ساله اغلب در معرض عوامل متغیر محیطی واقع می‌شوند که منجر به جوانه‌زنی در زمان‌های مختلفی از سال می‌شود (۲۴) که زمان جوانه‌زنی، مراحل رشدی را از جمله زمان سبزشدن، پنجه‌زنی، ساقه رفتن، خوشه‌دهی و غیره را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۹).

با توجه به اینکه تاکنون مراحل فنولوژیکی تاتوره به عنوان یکی از علف‌های‌هرز مشکل‌ساز در ایران مورد بررسی جامعی قرار نگرفته است و جهت رفع پیچیدگی‌های مربوط به مدیریت آن، در پژوهش حاضر مراحل فنولوژیکی اکوتیپ‌های تاتوره مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت طرح کرت‌های خردشده در قالب بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه گیاه‌پزشکی واقع در جاده مشکین‌دشت کرج در سال ۱۳۹۲ به اجرا در آمد. تاریخ کاشت (۲۴ فروردین ماه، ۲۱ اردیبهشت ماه، ۲۱ خرداد ماه، ۲۱ تیر ماه، ۲۲ مرداد ماه و ۲۰ شهریور ماه) به عنوان کرت اصلی و اکوتیپ های مختلف علف‌هرز تاتوره (کرج، قزوین، شیراز، گرگان، اصفهان، مشهد و ارومیه) به عنوان کرت‌فرعی در نظر گرفته شدند (جدول ۱). بر پایهٔاطلاعات هواشناسی منطقهٔ مورد نظر به دلیل احراز ۱۵۰ تا ۱۸۰روز خشک، در زمرهٔ مناطق مدیترانه‌ای گرم خشک و نیمه خشک به شمار می‌آید. میانگین بارندگی سالیانهٔ منطقه ۲۵۰ میلی‌متر بوده که بارش به طور عمده در زمستان و اوایل بهار رخ می‌دهد (آمار و اطلاعات هواشناسی استان البرز). داده‌های مربوط به دما در طول دورهٔ آزمایش (از زمان سبزشدن تا رسیدگی کامل) از ایستگاه هواشناسی واقع در ۵۰۰ متری محل آزمایش به دست آمد (شکل ۱). خاک محل انجام آزمایش دارای بافت لومی و هدایت الکتریکی این خاک۰/۷۸۶ میلی‌موس بر سانتی‌متر و اسیدیته آن ۸/۰۵ بود.

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی مناطق گردآوری نمونهٔ بذر اکوتیپ‌های تاتوره و وزن هزار دانه آن

Table 1- Geographic characteristics of the locations that jimsonweed seeds were collected and their 1000 seed weights

محل نمونه برداری Sampling sites	متوسط دما Mean temperature (˚c)	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude	ارتفاع از سطح دریا Elevation (m)	وزن هزار دانه 1000 Seed weight g
کرج Karaj	14.5	35˚ 48 ' 07" N	50˚56' 98" E	1302.0	6.30
قزوین Qazvin	14.0	36º 16 ' 00" N	50º 0 ' 00" E	1297.9	5.38
شیراز Shiraz	18.9	29° 33' 41"N	52° 36' 09" E	1593.0	7.21
گرگان Gorgan	18.8	36º 50 ' 44" N	54º 26 ' 21" E	128.9	7.32
اصفهان Esfahan	17.7	32º 37 ' 56" N	51º 22 ' 4" E	1648.0	6.92
مشهد Mashhad	15.2	36º 14 ' 8 " N	58º 48 ' 17" E	1279.1	6.12
ارومیه Urmia	12.5	36º 57 ' 19" N	45º 23 ' 17" E	1325.6	6.54

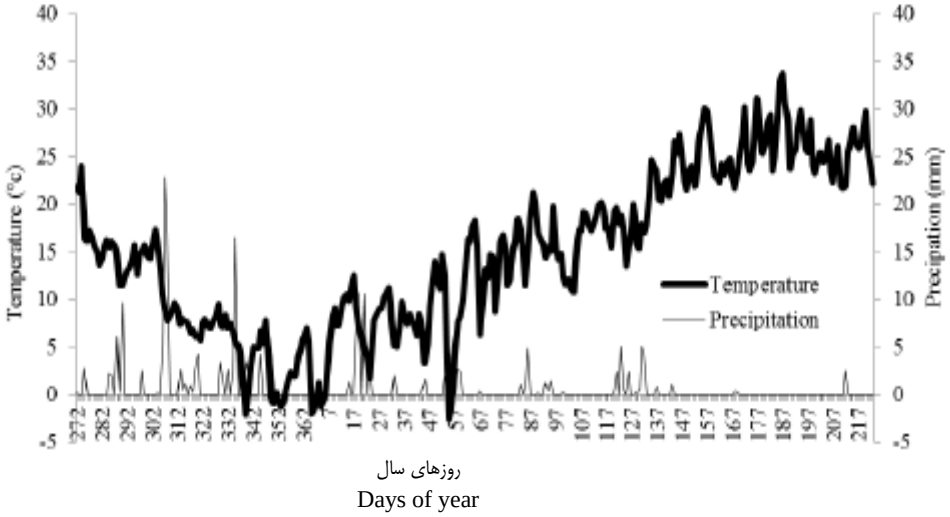
پس از شخم با گاوآهن برگردان‌دار (تا عمق ۲۵ سانتی‌متر) و دو بار دیسک عمود بر هم، عملیات تسطیح زمین توسط لولر انجام شد. سپس کرت های آزمایشی به ابعاد ۶× ۵ متر ایجاد شدند. فاصلهٔ هر کرت با کرت بعدی ۲ متر بود. در کرت‌های فرعی هفت جمعیت تاتوره گردآوری شده از کرج، قزوین، شیراز، گرگان، اصفهان، مشهد و ارومیه جای گرفتند. بذور تاتوره در چهار ردیف به فاصلهٔ ۳۰ سانتی‌متر در عمق ۳ تا ۵ سانتی‌متر به صورت دستی کشت شدند. جهت شکستن خواب بذور از اسید سولفوریک به مدت ۱/۵ دقیقه استفاده شد (۱). اولین آبیاری پس از کاشت صورت گرفت و آبیاری های بعدی با رسیدن سطح رطوبت خاک به ۱۰٪ ظرفیت مزرعه انجام شد که توسط بلوک گچی کنترل می‌شد. یادداشت برداری از گیاهان به صورت دو بار در هفته جهت ثبت مراحل فنولوژیکی رشد انجام شد. با توجه به بررسی مراحل فنولوژیکی رشد علف‌هرز تاتوره، ۷ مرحله اصلی بر اساس کدهای BBCH انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند (۱۴).

این مراحل عبارت بودند از: سبز شدن (BBCH scale 08) سه تا چهار برگی (BBCH scale 13) هشت برگی (BBCH scale 19) گل‌دهی (تشکیل غنچه اول) (BBCH scale 55) میوه‌دهی (تشکیل کپسول اول) (BBCH scale 71) باز شدن میوه (BBCH scale 81) رسیدگی (زرد شدن بوته) (BBCH scale 91).

روش‌های چندی برای محاسبهٔ نیاز دمایی (واحدهای دمایی تجمع یافته) در هر مرحله از رشد گیاه وجود دارد. از رابطهٔ ۱ نیاز دمایی اکوتیپ‌های تاتوره محاسبه شد (۱۹).

رابطه ۱ $TT= \sum_{n=1}^{n=Si} [T\ average - T\ b]$

در این معادله TT: نشان دهندهٔ تجمع واحدهای دمایی در هر مرحله از رشد، Si مرحلهٔ فنولوژیکی، T average: دمای میانگین و Tb: دمای پایه، که کمتر از آن جوانه‌زدن رخ نمی دهد (۲۴). دمای پایهٔ تاتوره ۸ درجهٔ سانتی‌گراد در نظر گرفته شد (۸). پس از محاسبهٔ درجه روز رشد لازم برای هر یک از مراحل فنولوژیکی در هر یک از اکوتیپ‌ها و تاریخ‌های مختلف کاشت، برازش معادلهٔ بین واحدهای دمایی و مراحل مختلف رشدی و تعیین مدل‌های مربوطه با استفاده از رابطه رگرسیونی از نرم‌افزار Sigmaplot (Version, 12.5) استفاده شد.



شکل ۱- میزان بارندگی و دمای کمینه و بیشینه خاک در عمق ۵ سانتی متر در طول آزمایش

Figure 1- Minimum and maximum temperatures and precipitation value at the 5 cm soil depth during the experiment

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارها آزمایشی بر مراحل مختلف رشد فنولوژیک (از رویش تا رسیدگی) اکوتیپ های مختلف علف‌هرز تاتوره حاکی از تأثیر معنی‌دار نوع اکوتیپ، تاریخ کاشت و همچنین اثرات متقابل بین آنها بر کلیه صفات به جز اثرات متقابل آنها بر سرعت سبز شدن بود ($P \leq 0.01$).

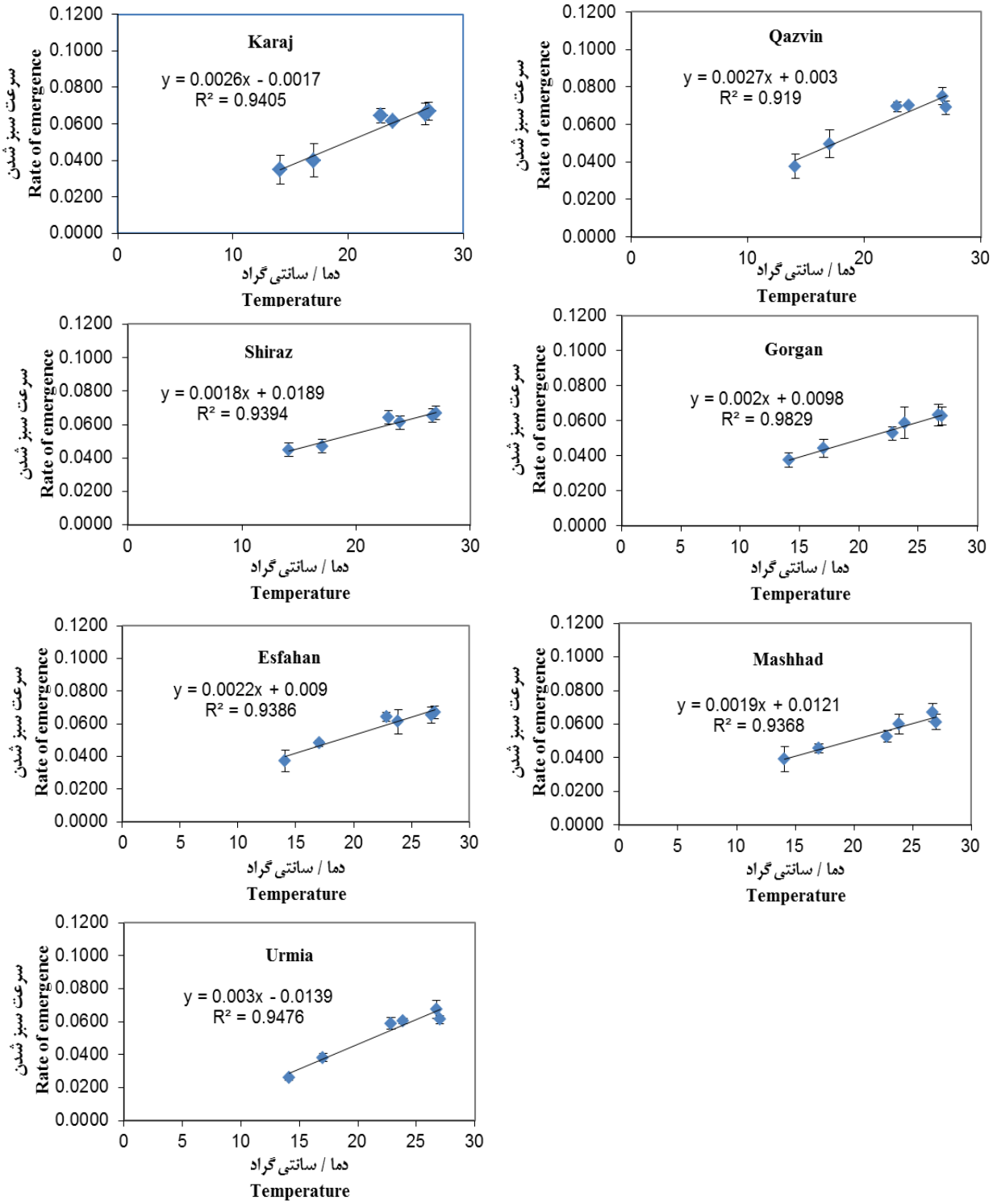
جدول ۲- تجزیهٔ واریانس تأثیر تاریخ های کاشت بر مراحل رشدی اکوتیپ های مختلف علف‌هرز تاتوره

Table 2- Analysis of variance effect of planting dates on the growth stages of jimsonweed ecotypes

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (DF)	میانگین مربعات Mean squares						
		سبز شدن Emergence	سه برگی Three-leaf	هشت برگی Eight-leaf	گلدهی Flowering	کپسول‌دهی Fruiting	باز شدن کپسول Opening fruit	رسیدگی Maturity
تکرار Replication	2	7.95 ns	58.1 ns	0.97 ns	93.72 ns	219.57 ns	3.46 ns	15455.42ns
تاریخ کاشت Time of planting	5	600.11**	5068.70**	6394.02**	10238.45**	14792.70**	28730.81**	38196.00**
E(Time)	10	4.03	17.29	11.53	89.84	101.04	3.02	5985.50
اکوتیپ Ecotype	6	1.03 ns	27.86**	22.63**	319.08**	168.36**	133.48**	5173.36**
Time×Ecotype	30	2.84 ns	22.12**	15.94**	325.79**	105.96**	241.64**	3588.96**
خطاءError	68	2.14	4.57	7.21	178.13	26.43	22.90	3082.78
ضریب تغییراتC.V		8.35	4.25	3.35	17.44	5.81	3.58	32.09

** تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪ و ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار

** Significant at 1% level and n.s non-significant



شکل ۲- اثر متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت بر مرحلهٔ سبز شدن

محور افقی میانگین دما در هر تاریخ کشت (فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور) و 1/TT محور عمودی، زمان گرمایی

Figure 2- Interaction between ecotype and planting dates on seedling emergence stage

Horizontal axis is mean temperature in each planting dates and vertical axis is 1/TT growing degree days

سبز شدن

جهت مقایسه اکوتیپ‌های تاتوره در رسیدن به مراحل فنولوژیکی مختلف، از رگرسیون خطی استفاده گردید. یکی از دلایل استفاده از رگرسیون خطی برای توصیف نمو فنولوژیکی گیاهان این است که در طول دوران زندگی گیاه و در فاصله ظهور گیاهچه تا رسیدگی، واکنش سرعت نمو اکثر گیاهان نسبت به دما خطی و یا نزدیک به خطی می‌باشد که با ماهیت روش سنتی زمان حرارتی مطابقت دارد (۲۴). در تاریخ های کاشت اول تا ششم مجموع درجه-روز رشد لازم برای سبز شدن جمعیت‌های مختلف تاتوره با یکدیگر برابر بود (جدول ۳). شیب‌خط بیانگر کارایی سرعت مراحل رشد فنولوژیک در برابر دما می‌باشد. همان‌طور که شکل ۲ نشان می‌دهد این ضریب برای اکوتیپ ارومیه بیشترین مقدار را داشت.

به عبارت دیگر، در بین اکوتیپ‌های مختلف دوره کاشت تا ظهور گیاهچه در این اکوتیپ کوتاهتر بود و زودتر از گیاهچه‌های سایراکوتیپ‌ها در مزرعه ظاهر شدند. این امر می‌تواند ناشی متفاوت بودن مختصات جغرافیایی مناطق مختلف باشد. اکوتیپ‌های قزوین و کرج تقریبا بعد از اکوتیپ ارومیه، با شیب کمتر، در مدت زمان مشابه به مرحله ۵۰٪ ظهور گیاهچه رسیدند و تفاوت معنی‌دار بین آنها وجود نداشت. بذور شیراز با داشتن کمترین مقدار شیب افزایش در برابر زمان، که نشان دهنده تاخیر در رسیدن است، به این مرحله فنولوژیکی رسیدند. بدین ترتیب اکوتیپ‌ها هم از لحاظ آغاز ظهور و هم شیب افزایش به ازاء دریافت درجه حرارت، در تاریخ های کاشت متفاوت بودند (جدول ۴). مقادیر ضریب تبیین (R^2) بالا نشان دهنده برازش مناسب خط رگرسیون با مشاهدات سبز شدن می‌باشد. توانایی متفاوت سبز شدن اکوتیپ‌ها در واکنش به دما توسط سایر محققان نیز گزارش شده است. برای مثال درصد سبز شدن اکوتیپ‌های اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L. CYPRO) که در معرض دمای ثابت ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داشتند از ۱۱ تا ۸۵ درصد متغیر بود (۱۶). فروزش و همکاران (۱۲) نیز تفاوت‌هایی را در واکنش به دما بین اکوتیپ‌های یولاف وحشی (*Avena ludoviciana*) مشاهده کردند.

جدول ۳- درجه-روز رشد لازم برای مرحله سبز شدن اکوتیپ‌های تاتوره در هر تاریخ کاشت

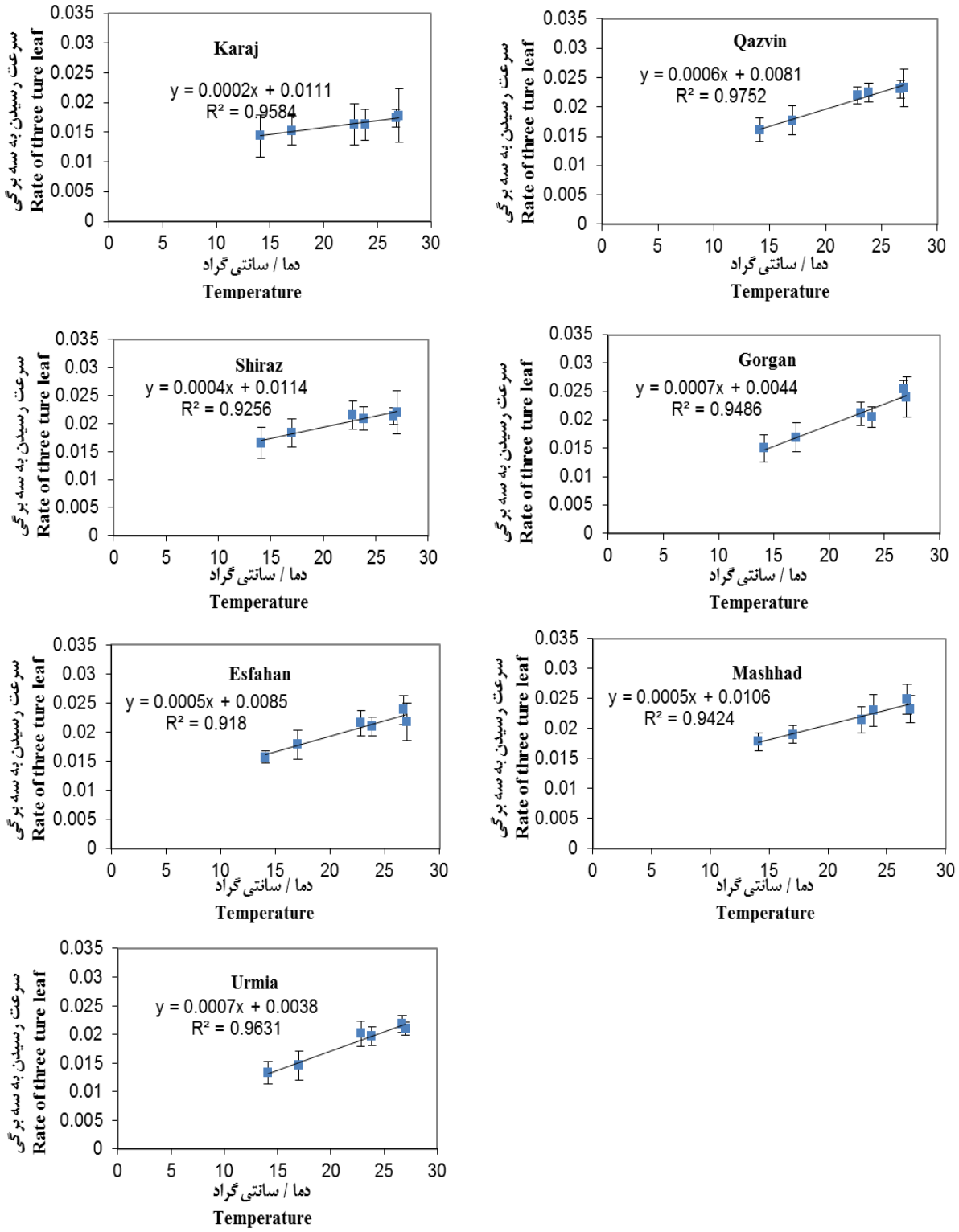
Table 3- Required growth-degree day for emergence of jimson weed ecotypes at any planting time

تاریخ کاشت Time of planting	سبز شدن Emergence						
	کرج Karaj	قزوین Qazvin	شیراز Shiraz	گرگان Gorgan	اصفهان Esfahan	مشهد Mashhad	ارومیه Urmia
فروردین Farvardin	29	27	28	26	29	29	28
اردیبهشت Ordibehesht	12	13	14	11	12	14	13
خرداد Khordad	16	17	17	19	17	15	17
تیر Tir	15	17	16	16	16	16	16
مرداد Mordad	15	13	15	13	13	15	15
شهریور Shahrivar	16	17	17	17	17	17	17

سه برگی

در شکل۳ مدت زمان لازم تا رسیدن به مرحله سه برگی در تاریخ کاشت‌های متفاوت برای اکوتیپ‌های مختلف علف‌هرز تاتوره مورد بررسی قرار گرفت. در این مرحله همان‌طور که ملاحظه می‌گردد اکوتیپ‌های گرگان و ارومیه زودتر از سایر اکوتیپ‌ها به مرحله سه برگی رسیده‌اند که دارا بودن بیشترین مقدار شیب‌خط در این دو اکوتیپ نشان دهنده این موضوع می‌باشد.

بذرهای اکوتیپ گرگان دارای بیشترین مقدار وزن هزار دانه در بین اکوتیپ‌های به‌کار رفته بودند و موفق شدند نرخ رشد خود را نسبت به زمان، جهت رسیدن به این مرحله فنولوژیکی در برابر اکوتیپ‌هایی که اندوخته بذر کمتری داشتند، افزایش دهند. اکوتیپ کرج نرخ توسعه فنولوژیکی کمتری بر اساس شیب خطوط نسبت به دیگر اکوتیپ‌ها داشت (جدول ۴). عموما تاریخ کاشت روی فشار وارده از طرف علف‌هرز بر گیاه زراعی تاثیر گذار است. تاریخ کاشت، تعادل رقابتی بین گیاه زراعی و علف‌های هرزی که پس از کاشت جوانه می زنند را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. این امر به دلیل وابستگی سرعت رشد گیاه زراعی به شرایط محیطی (به‌خصوص درجه‌حرارت و رطوبت خاک) اتفاق می‌افتد و معمولا این شرایط در طول فصل تغییر می‌کنند (۲۲).

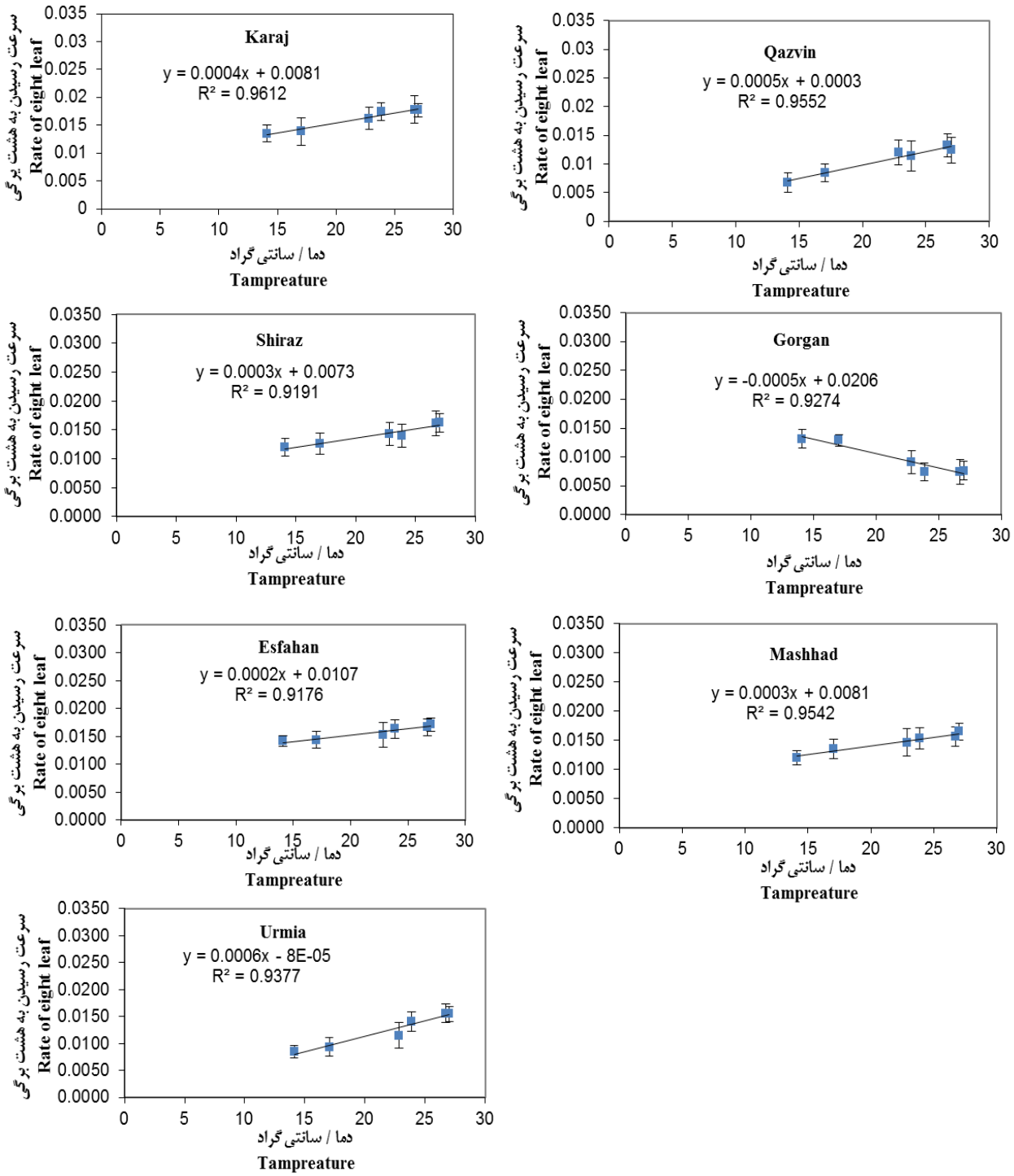


شکل ۳- اثر متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت بر مرحلهٔ سه برگی

محور افقی میانگین دما در هر تاریخ کشت (فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور) و 1/TT محور عمودی، زمان گرمایی

Figure 3- Interaction between ecotype and planting dates on three-leaf stage

Horizontal axis is mean temperature in each planting dates and vertical axis is 1/TT growing degree days



شکل ٤- اثر متقابل اکوتیپ× تاریخ کاشت بر مرحلهٔ هشت برگی

محور افقی میانگین دما در هر تاریخ کشت (فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور) و1/TT محور عمودی، زمان گرمایی

Figure 4- Interaction between ecotype and planting dates on eight-leaf stage

Horizontal axis is mean temperature in each planting dates and vertical axis is 1/TT growing degree days

هشت برگی

در این مرحله رشد گیاهچه‌های اکوتیپ ارومیه با شیب بیشتری نسبت به دیگر اکوتیپ‌ها در حال افزایش می‌باشد و این مرحله فنولوژیک را با سرعت زیادی سپری نمود. درجه-روز رشد لازم از

مرحله سه برگی تا رسیدن به مرحله هشت برگی در تاریخ کاشت فروردین در جمعیت‌های ارومیه و اصفهان به ترتیب ۶۲ و ۹۰ بود. آخرین اکوتیپ از نظر شیب افزایش در برابر زمان در این مرحله فنولوژیکی اصفهان بود، که این اکوتیپ علاوه بر داشتن شیب ملایم‌تر در این مرحله بوته‌های کوچک‌تری نیز داشت. شیب خط در اکوتیپ گرگان منفی بود که حاکی از کاهش ناگهانی و توقف رشد این اکوتیپ در ماه‌های آخر رشد می‌باشد. در طول ماه آذر بر طبق نتایج ارائه شده و مشاهدات مزرعه‌ای بوته‌های گرگان با جثه بزرگ و رنگ سبز تیره در حال رشد بودند، و با توجه به این‌که تاتوره گیاهی رشد نامحدود می‌باشد این اکوتیپ دارای برگ‌های سبز، کپسول‌ها خشک شده و از طرف دیگر غنچه و کپسول‌های تازه تشکیل شده بود. ولی کاهش ناگهانی دما در این ماه موجب یخزدگی بافت‌های بوته‌های این اکوتیپ گردید و شیب منفی نمودار نیز به دلیل رخ دادن این پدیده می‌باشد (شکل ۴ و جدول ۴).

پس از سبزشدن با افزایش دما در تاریخ‌های مختلف سرعت رسیدن به هشت برگی در بین اکوتیپ های تاتوره متفاوت بود که این تفاوت می تواند ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی و یا ناشی از سازگاری منطقه‌ای ایجاد شده در اکوتیپ‌ها، به دلیل فشار انتخابی، شرایط آب و هوایی گیاه مادری (۷) در زمان تشکیل و نمو بذرهای تشکیل شده باشد (۲۱).

گلدهی

در شکل ۵ مدت زمان لازم از کاشت تا رسیدن به مرحله گلدهی در تاریخ کاشت‌های متفاوت در اکوتیپ‌های مختلف علف‌هرز تاتوره مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داد روند تغییرات زمان تا رسیدن به مرحله گلدهی در مقابل دما (تاریخ کاشت) با مدل خطی به خوبی توصیف شد. این امر حاکی از آن است که با افزایش دمای محیط اختلافاتی بین اکوتیپ‌های مختلف علف‌هرز تاتوره در رسیدن به مرحله گلدهی وجود داشت. درجه روز رشد لازم از مرحله هشت برگی تا گلدهی در تاریخ کاشت شهریور ماه در جمعیت‌های گرگان و قزوین به ترتیب ۶۱ و ۱۱۱ بود. شیب خط (بیانگر پاسخ مرحله فنولوژیک به دماست) برای اکوتیپ گرگان بالاترین مقدار را دارا بود. به‌عبارت دیگر این اکوتیپ با سرعت بیشتری این مرحله فنولوژیک را پشت‌سر گذاشت و وارد مرحله زایشی گردید. پس از آن اکوتیپ های مشهد و ارومیه وارد مرحله زایشی شدند. با توجه به یکسان بودن شیب نمودارها در اکوتیپ‌های شیراز و اصفهان (جدول ۴) این دو اکوتیپ در پاسخ به دما یکسان عمل کردند و همان‌طور که در جدول مختصات جغرافیایی جدول ۱ ملاحظه می‌گردد مشخصات این دو ناحیه از نظر جغرافیایی تقریبا نزدیک به هم می‌باشد. سرعت رسیدن به مرحلهٔ گلدهی در ارتباط با شرایط حاکم بر خاستگاه اکوتیپ است (۵) و ارتباط قوی با طول فصل رشد دارد (۱۸).

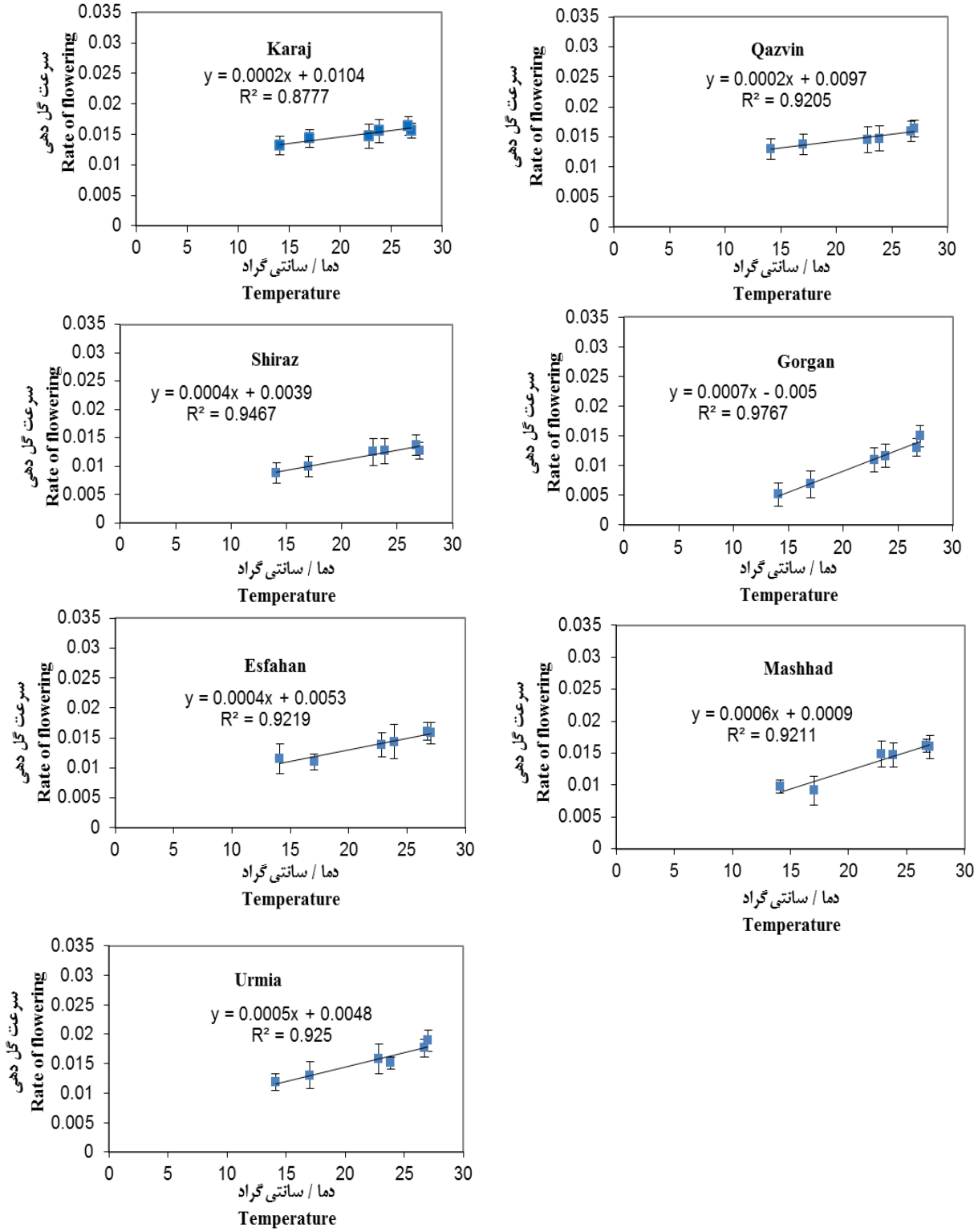
میوه (کپسول)دهی

همان‌طورکه در شکل ۶ مشاهده می‌شود اکوتیپ شیراز به دلیل بالاتر بودن میانگین دما در شهر شیراز نسبت به شهر کرج واکنش کمتری نسبت به سایر اکوتیپ ها به دما در این مرحله نشان داد. این گونه قادر به تمایز به اکوتیپ در مناطق مختلف با توجه به شرایط منطقهٔ رویش یافته (۲۰) است و اختلاف در بین اکوتیپ‌های تاتوره می‌تواند ناشی از تفاوت نیازهای محیطی و پاسخ‌های فیزیولوژیکی اکوتیپ‌های بومی باشد (۱۱).

جدول ٤- ضریب b برای هر مرحلهٔ نمو اکوتیپ‌های تاتوره

Table 4- b coefficients for each stage of development of jimsonweed ecotypes.

مرحله فنولوزیکی Phenological stages	اکوتیپ Ecotype						
	کرج Karaj	قزوین Qazvin	شیراز Shiraz	گرگان Gorgan	اصفهان Esfahan	مشهد Mashhad	ارومیه Urmia
سبز شدن Emergence	0.0026	0.0027	0.0018	0.0020	0.0022	0.0019	0.0030
سه برگی Three-leaf	0.0002	0.0006	0.0004	0.0007	0.0005	0.0005	0.0007
هشت برگی Eight-leaf	0.0004	0.0003	0.0005	- 0.0005	0.0002	0.0003	0.0006
گل‌دهی Flowering	0.0002	0.0002	0.0004	0.0007	0.0004	0.0006	0.0005
میوه‌دهی Fruiting	0.0009	0.0008	0.0001	0.0008	0.0006	0.0007	0.0006
باز شدن کپسول Opening fruit	0.0003	- 0.0003	0.0003	- 0.0002	-0.0002	- 0.0003	0.0006
رسیدگی Maturity	-0.0003	- 0.0002	- 0.0002	0.0001	- 0.0002	0.0001	- 0.0003

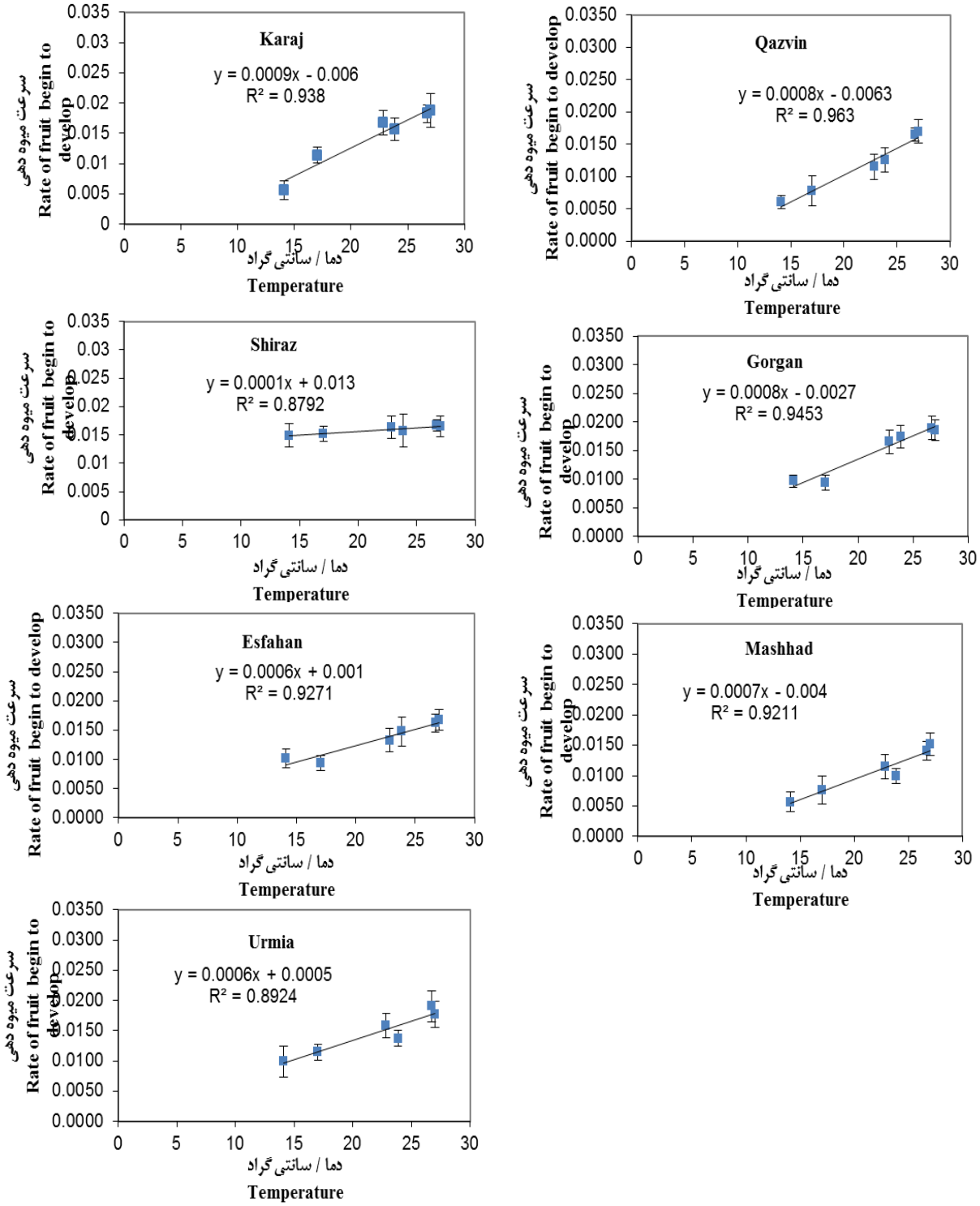


شکل ۵- اثر متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت بر مرحلهٔ گل دهی

محور افقی میانگین دما در هر تاریخ کشت (فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور) و1/TT محور عمودی، زمان گرمایی

Figure 5- Interaction between ecotype and planting dates on flowering stage

Horizontal axis is mean temperature in each planting dates and vertical axis is 1/TT growing degree days

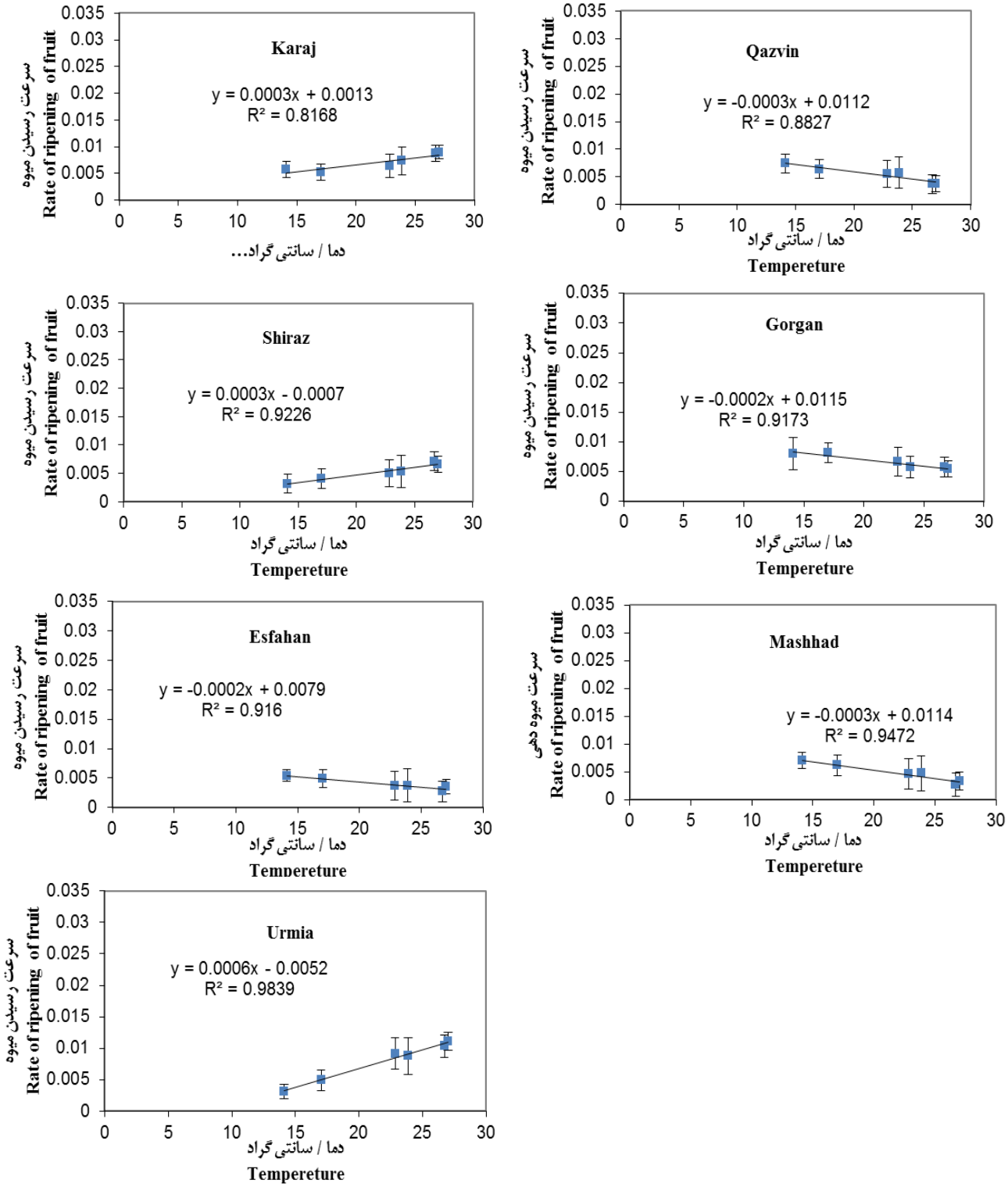


شکل ٦- اثر متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت بر مرحلهٔ میوه دهی

محور افقی میانگین دما در هر تاریخ کشت (فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور) و1/TT محور عمودی، زمان گرمایی

Figure 6- Interaction between ecotype and planting dates on fruiting stage

Horizontal axis is mean temperature in each planting dates and vertical axis is 1/TT growing degree days



شکل ۷- اثر متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت بر مرحلهٔ باز شدن کپسول.

محور افقی میانگین دما در هر تاریخ کشت (فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور) و1/TT محور عمودی، زمان گرمایی

Figure 7- Interaction between ecotype and planting dates on ripening fruit stage

Horizontal axis is mean temperature in each planting dates and vertical axis is 1/TT growing degree days

رسیدن (باز شدن) کپسول

در این مرحله فنولوژیکی در اکوتیپ ارومیه با توجه به دارا بودن بیشترین میزان شیب خط قبل از سایر اکوتیپ‌ها اولین شکاف طولی ایجاد ولی به دلیل ضعیف بودن بوته‌ها، اکثر آنها در این مرحله فنولوژیکی مانده و کپسول‌ها نتوانستد به طور کامل باز شوند و بوته‌ها به همین صورت شروع به زرد شدن کردند. با توجه به شیب خطوط کپسول‌های اکوتیپ کرج بعد از ارومیه شروع به باز شدن کردند (جدول ۴ و شکل ۷). درجه–روز رشد لازم برای این مرحله در اکوتیپ های ارومیه و کرج به ترتیب ۹۰ و ۱۰۰ واحد بود که بین تاریخ‌های مختلف کاشت نیز در این دو اکوتیپ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

رسیدگی

در شکل ۸ مدت زمان لازم از زمان کاشت تا رسیدن به مرحله رسیدگی در اکوتیپ‌های مختلف علف‌هرز تاتوره مورد بررسی قرار گرفته است. با بررسی شیب خط مشاهده گردید که در این مرحله عاملی باعث توقف ناگهانی رشد بوته‌ها گردید، به همین دلیل شیب خط در اکثر بوته‌ها منفی می‌باشد. تنها اکوتیپ‌هایی که در این بین شیب مثبت داشت گرگان و مشهد بودند. بوته‌های اکوتیپ گرگان از نظر رشد فنولوژیکی عقب‌تر از سایر اکوتیپ‌ها بود، بر طبق مشاهدات مزرعه‌ای بوته‌ها در حالی‌که هنوز سبز بودند در اثر مواجه سرمای هوا دچار سرمازدگی شدند، این قضیه باعث شد که شیب نمودار مربوط به مرحله رسیدگی اکوتیپ گرگان بر خلاف سایر اکوتیپ‌ها دارای شیب مثبت باشد (شکل ۸). اکوتیپ‌های کرج و ارومیه کمترین میزان شیب را دارا بودند و تفاوت معنی‌داری از لحاظ شیب با یکدیگر نداشتند. بوته‌های اکوتیپ ارومیه در کل دوره بررسی مراحل نمّو فنولوژیک بسیار کوچک‌تر از سایر اکوتیپ‌ها بودند. درجه روز رشد لازم از کاشت تا رسیدگی کامل برای هر تاریخ کاشت در اکوتیپ های مختلف در جدول ۵ نشان داده شده است. اکوتیپ‌های مختلف علف‌هرز تاتوره دارای پاسخ‌های فنولوژیکی متفاوت نسبت به دما بودند، به‌علاوه سرعت توسعه فنولوژیک اکوتیپ‌های مناطق جغرافیایی متفاوت با یکدیگر متفاوت بود (جدول ۵).

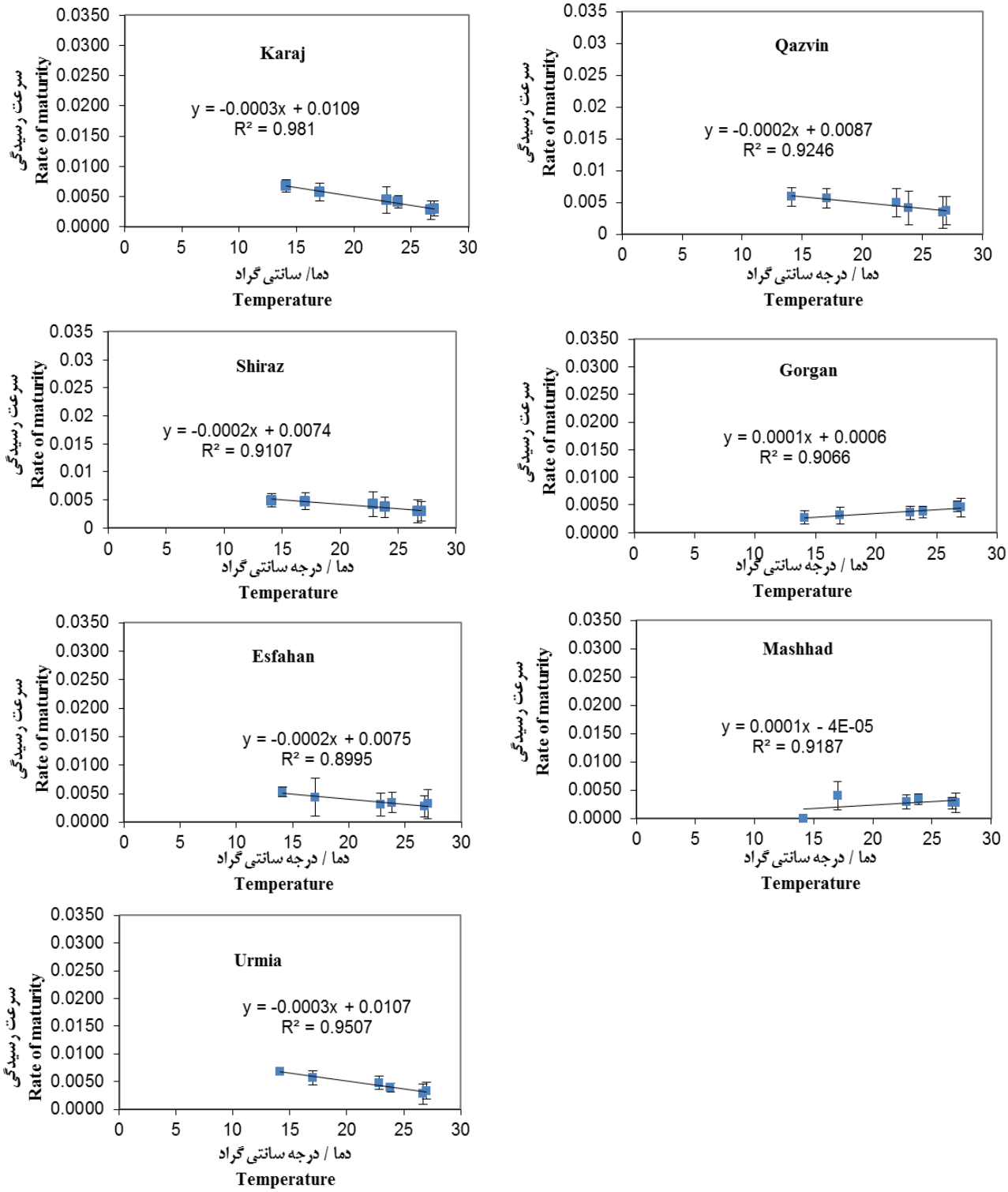
نتیجه‌گیری

به طورکلی اکوتیپ‌های تاتوره بیشترین و کمترین حساسیت را نسبت به افزایش دما به ترتیب در مرحلهٔ سبزشدن و رسیدگی نشان دادند. اکوتیپ ارومیه نسبت به دیگر اکوتیپ‌های تاتوره، حساسیت بیشتری نسبت به افزایش دما داشت. به عبارتی سرعت رسیدن به مراحل فنولوژیک در این اکوتیپ به ازاء افزایش هر واحد دما، بیشتر بود. واکنش سریع این اکوتیپ نسبت به افزایش دما می‌تواند ناشی از شرایط رویش گیاه مادری این اکوتیپ نسبت به دیگر اکوتیپ‌های تاتوره باشد. این روند در اکوتیپ شیراز به کلی برعکس بود، بدین معنی که این اکوتیپ در میان دیگر اکوتیپ‌ها حساسیت کمتری نسبت به افزایش دما داشت و با افزایش دما کندتر از دیگر اکوتیپ های تاتوره، مراحل رشدی را سپری کرد. گیاهان مادری این اکوتیپ برخلاف اکوتیپ ارومیه، در میانگین دمای بالاتری به عمل آمده بودند که واکنش کمتر آن را به ازاء افزایش هر واحد دما باعث شد. در بسیاری موارد عدم کارایی سموم به دلیل طی شدن مراحل رشدی علف‌هرز و کاهش حساسیت آنها به علف‌کش‌ها است. اختلال در پویایی بانک بذر علف‌های هرز (تخلیه بانک و جلوگیری از تقویت آن) نیز نیازمند اطلاع از خصوصیات جوانه‌زنی و مراحل فنولوژی گیاه است. این اطلاعات می‌توانند در جهت تعیین دقیق عملیات زراعی کاربرد فراوان داشته باشند. شناخت این رفتارهای متفاوت در توده‌های مختلف علف‌های هرز بسیار مهم بوده و نقش بسیار مهمی را در شناخت الگوهای سازگاری علف‌های هرز به شرایط محیطی و همچنین انتخاب راهبردهای مدیریتی مناسب ایفا می‌کند (۲).

جدول ۵- درجه–روز رشد لازم از کاشت تا رسیدگی برای اکوتیپ‌های تاتوره در هر تاریخ کاشت

Table 5- Required growth-degree day from planting until maturity for jimson weed ecotypes at any planting time

تاریخ کاشت	از کاشت تا رسیدگی Planting until maturity						
	کرج Karaj	قزوین Qazvin	شیراز Shiraz	گرگان Gorgan	اصفهان Esfahan	مشهد Mashhad	ارومیه Urmia
فروردین Farvardin	684	643	722	666	514	473	487
اردیبهشت Ordibehesht	675	834	795	536	507	450	496
خرداد Khordad	592	850	671	659	502	455	478
تیر Tir	712	622	647	516	516	453	502
مرداد Mordad	651	722	654	493	451	458	506
شهریور Shahrivar	677	712	538	501	450	476	485



شکل ۸- اثر متقابل اکوتیپ× تاریخ کاشت بر مرحلهٔ رسیدگی

محور افقی میانگین دما در هر تاریخ کشت (فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور) و1/TT محور عمودی، زمان گرمایی

Figure 8- Interaction between ecotype and planting dates on maturity stage

Horizontal axis is mean temperature in each planting dates and vertical axis is 1/TT growing degree days

منابع

1- Abbasi Surki A., Rouhi H.R., Moradi A., Zainali N., and Alimoradi J. 2017. Methods for overcoming seed dormancy in jimsonweed (*Datura stramonium* L. Journal of Field Crop Science Special Issue: 35-41. (In Persian with English Abstract)
2- Abin A., and Eslami S.V. 2009. Influence of maternal environment on salinity and drought tolerance of annual sowthistle (*Sonchus oleraceus* L.) at germination and emergence stage. Iranian Weed Research Journal 2: 1- 12. (In Persian with English Abstract)
3- Alm D.M., McGiffen J.R.M.E., and Hersketh J.D. 1991. Weed phenology. In Predicting Crop Phenology 191-218.
4- Arana M.V., de Miguel, L.C. and Sanchez, R.A. 2006. A phytochrome-dependent embryonic factor modulates gibberellin responses in the embryo and micropylar endosperm of *Datura ferox* seeds. Planta 223: 847-857.
5- Boonman J. G. 1993. East Africa's grasses and fodders: Their ecology and husbandry. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
6- Cardina J., Catherine P., Herms D., Herms A., and Forcella F. 2007. Evaluating Phonological Indicators for Predicting Giant Foxtail (*Setaria faberi*) Emergence. Weed Science 55: 455-464.
7- Clements D.R., and Ditommaso A. 2011. Climate change and weed adaptation: can evolution of invasive plants lead to greater range expansion than forecasted? Weed Research 51: 227-240.
8- Donato L., Edite S., Masin R., Calha I., Zanin G., Fernandez- Quintanilla C., and Dorado J. 2013. Estimation and Comparison of Base Temperatures for Germination of European Populations of Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and Jimsonweed (*Datura stramonium*). Weed Science 61: 443–451.
9- Donohue, K. 2002. Germination timing influences natural selection on life-history characters in *Arabidopsis thaliana*. Ecology 83(4): 1006-1016.
10- Fenner M., and Thompson K. 2006. The ecology of seeds. Cambridge: Cambridge University Press. P. 260
11- Forcella F., Benech Arnold, R.L., Sanchez R., and Ghersa, C.M. 2000. Modeling seedling emergence. Field Crop Research 67: 123-139.
12- Forouzesh S., Oveisi M., Alizadeh H., Rahimian Mashhadi H., and Farokhi Z. 2017. Comparison of phenological development of *Avena ludoviciana* ecotypes. Iranian Journal of Field Crop Science 48: 601-613.
13- Ghersa C.M., and Holt J.S. 1995. Using phenology prediction in weed management: a review. Weed Research 35: 461-470.
14- Hess M., Barralis G., Bleiholder H., Eggers T.H., Hack H., and Stauss R. 1997. Use of the extended BBCH scale – general for the descriptions of the growth stages of mono – and dicotyledonous weed species. Weed Research 37: 433-441.
15- Karimmojeni H., Rahimianmashhadi H., Alizadeh H.M., Nasirimahhallati M., and Zand E. 2007. Estimation of corn yield loss due to single and single species of jimson weed and rough cocklebur using empirical models based on density. Electronic Journal of Crop Production 1: 127-136. (In Persian with English Abstract)
16- Kawabata O., and Nishimoto R.K. 2003.Temperature and rhizome chain effect on sprouting of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) ecotypes. Weed Science 51: 348–355.
17- Khanjani M., Mahmoodi, S., and Jamil mohammadi. 2009. Effect of density and relative time of emergence of Jimsonweed (*Datura stramonium* L.) on yield and yield components of Chitti been (*Phaseolus vulgaris* L.). Electronic Journal of Crop Production 89: 215-228. (In Persian with English Abstract)
18- Kirwa E.C., Njoroge K., Chemining'wa G.N., and Mnene N. 2016. Ecological effects on the flowering phenology of *Cenchrus ciliaris* L. collections from the arid and semiarid lands of Kenya. African Journal of Agricultural Research 11: 1008-1018.
19- Leblanc M.L., Cloutier D.C., Stewart K., and Hamel C. 2003. The use of thermal time to model common lambsquarters (*Chenopodium album*) seedling emergence in corn. Weed Science 51: 718-724.
20- Masin R., Loddo D., Benvenuti S., Otto S., and Zanin G. 2012. Modeling weed emergence in Italian maize fields. Weed Science 60: 254-259.
21- Mickelson J.A., and Grey W. E. 2006. Effect of soil water content on wild oat (*Avena fatua*) seed mortality and seedling emergence. Weed Science 52: 255-262.
22- Najafi H. 2013. Biology and management of Iranian weeds. Agricultural Research Organization. 455 pp.
23- Rowse H.R., and Finch-Savage W.E. 2003. Hydrothermal threshold models can describe the germination response of carrot (*Daucus carota*) and onion (*Allium cepa*) seed populations across both sub- and supra-optimal temperatures. New Phytologist 158: 101–108.
24- Sans F.X., and Masalles R.M. 1994. Life-history variation in the annual arable weed *Diplotaxis erucoides* (Cruciferae). Canadian Journal Botany 72: 10-19.
25- Soltani A., Robertson M.J., Torabi B., Yousefi-Daz M., and Sarparast R. 2006. Modeling seedling emergence in chickpea as influenced by temperature and sowing depth. Agriculture Forest Meteorological 138: 156-167.
26- Sultan S.E., and Bazzaz F.A. 1993. Phenotypic plasticity in *Polygonum persicaria*. I. Diversity and uniformity in genotypic norms of reaction to light. Evolution 47: 1009-1031.

27- Veblen K.E. 2012. Savanna glade hotspots: Plant community development and synergy with large herbivores. Journal of Arid Environment 78: 119-127.
28- Wang J.Y. 1960. A critique of the heat unit approach to plant response studies. Ecology 41: 785-790.
29- Zand E., Rahimian H., Koocheki A. R., Khalaghani J., Moosavi K., and Ramezani K. 2004. Weed ecology (Translation). Jehade Daneshgahi of Mashhad Press.
30- Zand E., Baghestani M.A., Nezamabadi N., Minbashi M., and Hadizadeh M.H. 2009. A review on the last list of herbicides and the most important weeds of Iran. Weed Research Journal 1: 83-99. (In Persian with English Abstract)

.

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 81-97

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۹۷-۸۱

Comparison of Growth and Phenological Development of Jimsonweed (*Datura stramonium* L.) Ecotypes

S. Bazyar[1]**- M. Diyanat**[2]*****

Received: 09-06-2019
Accepted: 24-02-2020

Introduction: Jimsonweed (*Datura stramonium* L.) is considered as a serious weed in many crops such as corn, soybean, Chitti been and cotton and in waste land. Due to jimsonweed is resistant to most commonly used herbicides, its control is difficult. Contamination of wheat, rye, buckwheat and linseed with seeds of jimsonweed resulting in poisoning have been reported. A precise prediction of the phenological development of jimsonweed in crops would provide timely control for more efficient management of it in growing season.

Materials and Methods: The experiment was carried out at Iranian Plant Protection Research farm in Karaj (Meshgin dasht) during 2013. The experiment was a split plot layout as randomized complete block design with three replications per planting date (March, April, May, June, July and August) and ecotypes (Karaj, Ghazvin, Shiraz, Gorgan, Esfahan, Mashhad and Oromiee) as the main plot and the subplot. Jimsonweed seeds were cultivated manually in four rows at a distance of 30 cm and a depth of 3-5 cm. The plants were noted twice a week to record the phonological stages of growth. Seven main stages were selected and studied according to the study of phonological stages of jimsonweed based on BBCH codes. The base temperature of jimsonweed was considered 8 ºC. Time to main phonological stages of jimsonweed ecotypes including emergence, three-leaf, eight-leaf, flowering, fruiting, opening fruit and maturity were compared using linear regression model.

Results and Discussion: One of the reasons for using linear regression to describe the phenological development of plants is that, during plant life and at the time of seedling emergence, the reaction of the rate of development of most plants is linear or near the linear temperature, which is the nature of the traditional thermal time method (GDD). This suggests that with increasing environmental temperature, there is a difference between the seeds of different ecotypes of jimsonweed during emergence of seedlings. Emergence rate was higher in Oromiee ecotype than the other ecotypes. Oromiee and Gorgan ecotypes reached to three-leaf stage sooner than the other ecotypes. Oromiee ecotype with smaller canopy reached sooner to reproductive stage that can be used as a mechanism for survival and seed production for future generations against the falling temperature during the last months of plant growth. The ecotype of Shiraz showed less reaction to temperature in this stage than other ecotypes due to higher average temperature in Shiraz city compared to Karaj city. Oromiee ecotype was more sensitive to temperature than other jimsonweed ecotypes. In other words, the rate of reaching to the phenological stages in this ecotype was higher for each unit of temperature. The rapid reaction of this ecotype to the increase of temperature could be due to the conditions of the growth of the mother plant of this ecotype compared to the other jimsonweed ecotypes. This trend was reversed in the ecotype of Shiraz, which means that this ecotype was less sensitive to temperature, and grew at a slower rate than the other jimsonweed ecotypes. The mother plants of this ecotype, in contrast to the Oromiee ecotype, were produced at a higher average temperature, which resulted in a lower reaction due to an increase in temperature per unit of temperature.

Conclusion: Different ecotypes of jimsonweed have different phonological responses relative to the temperature. In addition, the rates of phonological development of ecotypes with different geographic regions were significantly different. In general, jimsonweed ecotypes showed the highest and lowest sensitivity to the increase in temperature at emergence and reproduction stages, respectively. Having knowledge of plant phenology, through the establishment of land preparation and planting date, will be effective for sustainable weed management. Additionally, the determination of the best time for spray also depends on the precise knowledge of the phonological stages. In many cases, the ineffectiveness of herbicides is due to the growth stages of the weed and the reduction of their sensitivity to them. Disturbance in the dynamics of the seed bank of weeds also requires knowledge of the germination characteristics and plant phonological stages. Recognizing

1- Assistant Professor, Department of Agricultural, Karaj Branch, Karaj, Iran
2- Assistant Professor, Department of Agricultural Sciences and Food Industries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
(*- Corresponding Author Email: Ma_dyanat@yahoo.com)

these different behaviors in different ecotypes of weeds is very important and plays a very important role in recognizing patterns of weed adaptation to environmental conditions and also choosing appropriate management strategies.

Keywords: Growing degree days, Phenology, Rate of seedling emergence, Weed