

مقایسه رشد و نمو فنولوژی جمعیت‌های یولاف وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana* Durieu)

سمیه فروزش^{۱*}، مصطفی اویسی^۲، حسن علیزاده^۳، حمید رحیمیان مشهدی^۳ و زهرا فرخی^۴
۱، ۲، ۳ و ۴. دانشجوی سابق دکتری، استادیار، استاد و دانشجوی دکتری، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۲۰ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۳)

چکیده

بهینه‌سازی کنترل یولاف وحشی در غلات، مستلزم پیش‌بینی دقیق مراحل نمو این علف هرز در طول فصل رشدی است. در این زمینه بررسی به‌صورت کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۲ در پردیس دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، انجام شد. کرت اصلی شامل پنج تاریخ کاشت (۲۶ مهر، ۱۴ آذر، ۳۰ دی، ۲۴ اسفند و ۴ اردیبهشت)، کرت فرعی تیمار رطوبتی (آبیاری و بدون آبیاری) و کرت فرعی شش جمعیت یولاف وحشی (اهواز، شیراز، قائم‌شهر، کرج، قزوین، اصفهان، کرمانشاه و کامیاران) بود. صفات تاریخ سبز شدن، پنبه‌زنی، ساقه رفتن، خوشه رفتن و رسیدگی شش جمعیت یولاف وحشی در طی فصل رشد یادداشت‌برداری و در مرحله رشدی زادوکس ۹۲ (مرحله رسیدگی) خوشه‌ها گردآوری شدند. سرعت سبز شدن در دو جمعیت یولاف وحشی کامیاران (۰/۱۱) و کرج (۰/۱) به ازای افزایش هر واحد دما در مقایسه با دیگر جمعیت‌های یولاف وحشی بالاتر بود. گیاهچه‌های جمعیت کامیاران در مقایسه با دیگر جمعیت‌ها، با میزان دمای دریافتی (درجه روز رشد) کمتری هر مرحله رشدی را سپری کرد. بنابر نتایج تجزیه چند متغیره جمعیت‌های یولاف وحشی را می‌توان در چند دسته گنجانند. دو جمعیت کامیاران و کرمانشاه از لحاظ وزن بذری، سرعت سبز شدن و ارتفاع بوته همبستگی بالاتری را نشان می‌دهند و به هم نزدیک‌ترند. جمعیت اهواز نسبت به دیگر جمعیت‌ها تفاوت بیشتری نشان داده و رشد آن با دما ارتباط نزدیکی داشته است. احتمالاً به دلیل بارندگی بالا در مازندران سرعت پنبه‌زنی و به ساقه رفتن در این جمعیت (اکوتیپ) بیشتر بوده است. به دلیل همزمانی رشد و نمو یولاف وحشی و گندم مدیریت و مهار این علف هرز با پیش‌بینی به هنگام مراحل رشدی از راه شاخص درجه روز رشد، می‌توان در بهینه‌سازی مدیریت و مهار از جمله تعیین زمان دقیق کاربرد علف‌کش‌ها همراه با کاهش میزان سموم که کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی را به دنبال خواهد داشت اقدام کرد و موفق بود.

واژه‌های کلیدی: جمعیت یولاف وحشی، درجه روز رشد، مقیاس زادوکس، سرعت مراحل فنولوژی.

Comparison of phenological development of *Avena ludoviciana* ecotypes

Somayeh Forouzesh^{1*}, Mostafa Oveisi², Hassan Alizadeh³, Hamid Rahimian Mashhadi³ and Zahra Farokhi⁴
1, 2, 3, 4. Former Ph. D. Student, Assistant Professor, Professor and Ph. D. Candidate, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
(Received: Sep. 10, 2016 - Accepted: Jan. 22, 2017)

ABSTRACT

A precise prediction of the phenological development of weed species in crops would provide timely control for more efficient management of weeds. In order to study, experimental design was a randomized complete block split-split-plots conducted in 2012-2013 at agricultural research field of University of Tehran located at Karaj, Iran. With five planting dates (26 Mehr, 14 Azar, 30 Day, 24 Esfand and 4 Ordibehesht) as the main plot treatments. The main plots were split with two moisture conditions (irrigated and rainfed) as subplots. Each subplot was further split with six population (Ahvaz, Shiraz, Qaemshahr, Karaj, Kamyaran and Kermanshah). Time to main phenological stages of the *A. ludoviciana* populations including emergence time, tillering, heading and maturing were compared using linear regression and multivariate methods. Comparing among populations, emergence rate in two population of Kamyaran (0.11) and Karaj (0.1) was higher than the other populations. Kamyaran population with average less temperature spent each stage of phenological development. A clear clustering was obtained based on rates of phenological development and location characteristics of the population's origin. Kamyaran and Kermanshah populations were in one cluster, karaj and shiraz were more similar, and mazandaran and Ahvaz showed significantly different from other populations. Kamyaran and Kermanshah showed a higher correlation in the weight of seeds, rate of emergence, and altitude. Ahvaz population showed close relations with temperature. In the Mazandaran population the highest tillering rate and stem elongation rate occurred. Also GDD could use for precision time of application of herbicides and could recommend minimum herbicide application, after optimization of the application, the use of such pesticide would be environmentally safe, Due to the simultaneity of the growth of wild oat and wheat.

Keywords: *Avena ludoviciana* ecotypes, Growing degree days, Zadoks scale, Rate of phenological development.

* Corresponding author E-mail: sfrozesh@ut.ac.ir

باریک‌برگ شناخته‌شده گندم‌زارها در ۲۲ استان کشور نیز، مطرح شده است (Montazeri *et al.*, 2005; Zand *et al.*, 2006)، که حضور گونه یولاف وحشی زمستانه *A. ludoviciana* Durieu. عمومیت بیشتری در غلات دارد (Baghestani *et al.*, 2008). مدیریت و مهار مؤثر یولاف وحشی در گام اول به زمان‌بندی درست کنترل (از جمله مبارزه شیمیایی) که به‌نوبه خود، متکی بر پیش‌بینی‌های دقیق توسعه مراحل پدیدشناختی یولاف است، بستگی دارد (Cudney *et al.*, 1989). درک چگونگی گذر مراحل رشد و نمو یولاف وحشی بر پایه درجه روز رشد به‌عنوان کلیدی از داده‌های مورد نیاز برای مهار مطلوب و بهنگام یولاف وحشی مطرح است. منابع درزمینه مراحل پدیدشناختی یولاف وحشی زمستانه متناقض و محدود است (Ball *et al.*, 1995; Cudney *et al.*, 1989; Shirliffe *et al.*, 2000; Dai *et al.*, 2012). هیچ‌یک از این بررسی‌ها، مقایسه‌ای از سرعت مراحل پدیدشناختی جمعیت‌های یولاف وحشی با توجه به تفاوت در زمان سبز شدن در گندم‌زار (به دلیل رشد دوباره^۵ یا به عبارتی پنجه‌زنی متناوب یک بوته در طی یک فصل زراعی که ممکن است منجر به بروز تفاوت در مراحل رشدی یولاف وحشی شود) نداشته است. به دلیل تنوع زیاد اقلیم‌ها در ایران و مشکل‌ساز بودن یولاف وحشی در همه آن‌ها (Mohammad zade *et al.*, 2011)، جمعیت‌های یولاف وحشی از اقلیم‌های با شرایط آب و هوایی و جغرافیایی متفاوت گردآوری شده تا احتمال تفاوت در رشد پدیدشناختی آن‌ها ارزیابی شود. زیرا گیاهان رویش یافته در هر اقلیم سازگاری بالایی با منطقه خود دارند. آیا این سازگاری ژنتیکی^۶ است و یا اینکه تنها یک سازگاری محیطی^۷ به شمار می‌آید؟

مواد و روش‌ها

گردآوری بذر جمعیت‌های یولاف وحشی

بذرهای جمعیت‌های یولاف وحشی در هنگام رسیدگی (اواخر بهار و اوایل تابستان) سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ از گندم‌زار آلوده به این علف هرز در مناطق شیراز، اهواز،

مقدمه

موفقیت در برنامه‌های مدیریت علف‌های هرز منوط به درک بهتر و شناخت درست عامل‌های محیطی بر ویژگی‌های رشدی و زیستی (بیولوژیکی) گیاهان است (Ghersa & Holt, 1995; Zand *et al.*, 2004). مراحل رشدی علف هرز و تعامل‌های رقابتی آن‌ها بر گیاهان زراعی را می‌توان از جمله این ویژگی‌ها دانست (Alm *et al.*, 1991). برای گونه‌های گیاهی که در رویارویی با تغییر مکانی و زمانی محیط قرار می‌گیرند، انعطاف‌پذیری (فنوتیپی)^۱ می‌تواند امری حیاتی باشد (Schlichting, 1986; Sultan, 1987; Schmid, 1992; Sultan & Bazzaz, 1993). برخی از گونه‌های هرز یک‌ساله اغلب در معرض عوامل متغیر محیطی واقع می‌شوند که منجر به جوانه‌زنی در زمان‌های مختلفی از سال می‌شود (Mack & Pyke, 1983; Sans & Masalles, 1994). که زمان جوانه‌زنی، مراحل رشدی را از جمله زمان سبز شدن، پنجه‌زنی، ساقه رفتن، خوشه‌دهی و ... را، تحت تأثیر قرار می‌دهد (Weinig, 2000; Pigliucci & Marlow, 2001; Donohue, 2002). مراحل پدیدشناختی (فنولوژی) گیاهان به‌طور عمده در مدیریت و مهار عامل‌های محیطی قرار دارند (Menzel, 2000; Menzel & Fabian, 1999) و برهمکنش بین عامل‌های محیطی و قابلیت ظرفیت (پتانسیل) ژنتیکی، انتقال بین مرحله‌های رویشی و زایشی را متأثر می‌سازد. گونه‌هایی با محدوده گسترده جغرافیایی تا حدودی همیشه به‌صورت بومی یا محلی به شرایط محیط سازگاری یافته‌اند (Odum, 1971). یولاف وحشی (*Avena spp.*) گیاهی یک‌ساله با ویژگی جوانه‌زنی به‌صورت متناوب^۲ تولید بذر در سراسر فصل رشدی^۳ و تقلید دوره و الگوی رشد گیاه زراعی^۴، علف هرز در زراعت بیش از ۲۰ گیاه زراعی در بسیاری از کشورهای جهان و یکی از مهم‌ترین علف‌های هرز باریک برگ است (Dezfoli, 1997; Rashed mohasel, 2001; Chancellor & Peters, 1976; Mesbah *et al.*, 1995; Thurston & Phillipson, 1976; Morishita & Thill, 1988). این علف هرز به‌عنوان مهم‌ترین علف هرز

5. Regrowth
6. Adaptation
7. Acclimation

1. Phenotypic plasticity
2. Staggered germination
3. Iteroparous
4. Mimicry

شده است. داده‌های مربوط به دما در طول دوره آزمایش (از زمان سبز شدن تا برداشت آخرین گیاهچه) از ایستگاه هواشناسی مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در ۵۰۰ متری محل آزمایش به دست آمد. آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده^۲ در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، اجرا شد. در این آزمایش کرت اصلی شامل پنج تاریخ کاشت (۲۶ مهر، ۱۴ آذر، ۳۰ دی، ۲۴ اسفند و ۴ اردیبهشت)، تیمار آبیاری و بدون آبیاری (آبیاری معمولی بر پایه دور آبیاری در گندم‌زار به صورت هفته‌ای یک بار و بدون آبیاری، تکیه بر بارش‌های جوی) به عنوان عامل فرعی و شش جمعیت یولاف وحشی (اهواز، شیراز، قائم‌شهر، کرج، قزوین، اصفهان، کرمانشاه و کامیاران) به عنوان عامل فرعی فرعی، در نظر گرفته شدند. ثبت مشاهده‌ها و یادداشت‌برداری به صورت هفتگی بود. مراحل رشدی علف هرز یولاف وحشی همسان با گندم و با استفاده کد زادوکس (Zadoks *et al.*, 1974) یادداشت‌برداری و ثبت شد.

این مراحل عبارت بودند از: ۵۰ درصد سبز شدن (۱۰ زادوکس)، پنجه‌زنی (۲۹ زادوکس)، ساقه رفتن (انتقال از مرحله رویشی به زایشی) (زادوکس ۳۱-۳۹)، ظهور خوشه (زادوکس ۵۰-۵۸) و رسیدگی (زادوکس ۷۵-۱۰۰). بافت خاک زمین زراعی لومی-رسی بود و دیگر ویژگی‌های آن نیز مشخص شد (جدول ۳).

کرج، کامیاران، کرمانشاه و مازندران گردآوری شدند (جدول ۱). جداسازی بذر از اندام‌های هوایی در آزمایشگاه صورت گرفت و سپس بذرها به درون پاکت‌های کاغذی تیره (بدون حضور نور) منتقل و به مدت ۳ ماه در دمای اتاق ($22 \pm 1^\circ\text{C}$) نگهداری شدند.

آزمایش بررسی مراحل پدیدشناختی در مزرعه

برای اطمینان از سبز شدن یولاف وحشی، بذرها بدون پوشش کشت شدند. به این صورت که، پوشینه‌های^۱ شامل لما و پالنا توسط دست از بذرها جدا شدند (Bewick *et al.*, 1988). این طرح در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ در مزرعه آموزشی و پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در محمدمشهر کرج با عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی، طولی جغرافیایی ۵۶ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۳۱۲ متر از سطح دریا، انجام شد. بر پایه آمار آب و هوایی و بنا بر منحنی آمبرو ترمیک، منطقه مورد نظر به دلیل احراز ۱۵۰ تا ۱۸۰ و گاهی ۲۰۰ روز خشک، در زمره مناطق مدیترانه‌ای گرم و خشک و جزو مناطق نیمه‌خشک به شمار می‌آید. با استناد به داده‌های اداره هواشناسی کرج میانگین بارندگی سالیانه منطقه ۲۵۰ میلی‌متر بوده که بارش به‌طور عمده در زمستان و اوایل بهار رخ می‌دهد. میزان تبخیر سالیانه حدود ۷۹۱/۸ میلی‌متر گزارش

جدول ۱. مشخصات جغرافیایی مناطق گردآوری نمونه بذر جمعیت‌های یولاف وحشی

Table 1. Geographic characteristics of the locations that the *A. ludoviciana* seeds were collected

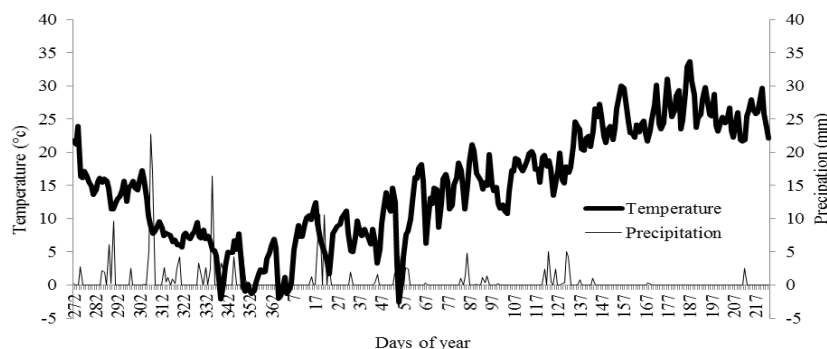
Sampling sites	Mean temperature (°C)	Average annual precipitation (mm)	Latitude	Longitude	Elevation (m)
Ahvaz	26.4	205.4	32°14'28"N	48°47'55" E	105
Karaj	14.5	250	35°48.07" N	50°56.982'E	1302
Kamyaran	12.8	502	34°47.685'N	35°54.531' E	1440
Kermanshah	15.5	401.1	34°16'86" N	46°51'10 " E	1287
Mazandaran	16.7	724.9	36°28'32" N	52°49'18 E	42
Shiraz	18.6	313.4	29° 33' 41"N	52° 36' 09" E	1593

جدول ۲. وزن صدانه بذرهای جمعیت‌های یولاف وحشی همراه با خطای استاندارد

Table 2. 100 seeds weight of *A. ludoviciana* populations. The number in pranthecies is standard error

<i>A. ludoviciana</i> populations	Ahvaz	Karaj	Kamyaran	Kermanshah	Mazandarn	Shiraz
100 seeds weight (g)	3.4(0.44)	3.84(1.32)	4.84(0.02)	4.1(0.07)	3.59(0.01)	3.7 (0.05)

1. Glumel
2. Split split plot



شکل ۱. میزان بارندگی و دمای کمینه و بیشینه در عمق ۵ سانتی متری خاک در طول سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱
Figure 1. Minimum and maximum temperatures and pericpitation at the 5 cm soil depth in 2012-2013

جدول ۳. ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش

Table 3. Soil characteristics of the location of experiment

Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	C (%)	Organic matter (%)	pH	EC (dS/m)
28.6	40	31.4	0.083	4.58	110	0.07	1	7.4	1.23

نشد. پس از محاسبه درجه-روز رشد لازم برای هر یک از مراحل پدیدشناختی در هر یک از جمعیت‌ها و تاریخ‌های مختلف کاشت، برازش معادله بین واحدهای دمایی و مراحل مختلف رشدی و تعیین مدل‌های مربوطه با استفاده از رابطه‌های رگرسیونی، از نرم‌افزار Sigmaplot (Version, 12.5) و Excel 2007 استفاده شد. برای رسم داده‌های دما در برابر سرعت رشدی، از تبدیل لگاریتمی^۱ استفاده شد. تجزیه آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی یا (PCA)^۲ برای تعیین ارتباط و همبستگی بین جمعیت‌های یولاف وحشی و عامل‌های محیطی استفاده شد (Kenkel *et al.*, 2002; Qiang, 2005; Ter braak & Milauer, 1987 a,b).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان دادند، اثر متقابل تاریخ کشت و تیمار رطوبتی، تاریخ کشت و جمعیت‌های یولاف وحشی، جمعیت‌های یولاف وحشی و تیمار رطوبتی و همچنین اثر سه‌گانه تاریخ کشت، تیمار رطوبتی و جمعیت‌های یولاف وحشی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود ($P < 0.01$).

در آغاز بنابر عرف منطقه اقدام به شخم با گاوآهن برگردان‌دار (تا عمق ۲۵ سانتی‌متر) و پس از دو بار دیسک عمود بر هم، عملیات تسطیح توسط لولر انجام شد. سپس کرت‌های آزمایشی به ابعاد $۱/۵ \times ۶/۵$ متر ایجاد شدند. فاصله هر کرت با کرت بعدی ۱/۵ متر بود. در کرت‌های فرعی فرعی شش جمعیت یولاف وحشی گردآوری شده از کرمانشاه، کامیاران، کرج، مازندران، شیراز و اهواز جای گرفتند. چهل عدد بذر بدون پوشش از هر جمعیت یولاف وحشی در چهار ردیف به فاصله ۲۰ سانتی‌متر در عمق ۲ سانتی‌متر در دو شرایط رطوبتی (آبیاری و دیم) به صورت دستی کشت شدند. روش‌های چندی برای محاسبه نیاز دمایی (واحدهای دمایی تجمع یافته) در هر مرحله از رشد گیاه وجود دارد. از رابطه زیر نیاز دمایی جمعیت‌های یولاف وحشی محاسبه شد (Leblanc *et al.*, 2003):

$$TT = \sum_{n=1}^{n=Si} [(T_{\text{average}} - T_b)]$$

در این معادله TT نشان‌دهنده تجمع واحدهای دمایی در هر مرحله از رشد، Si مرحله پدیدشناختی، T_{average} دمای میانگین و T_b دمای پایه، که کمتر از آن جوانه زدن رخ نمی‌دهد (Wang, 1960) است. دمای پایه یولاف وحشی ۰ درجه سانتی‌گراد، در نظر گرفته شد (Minbashi *et al.*, 2008). در صورتی که دمای کمینه کمتر از دمای پایه بود، هیچ تجمع واحد دمایی منظور

1. Ln-transformed

2. Principal Component Analysis

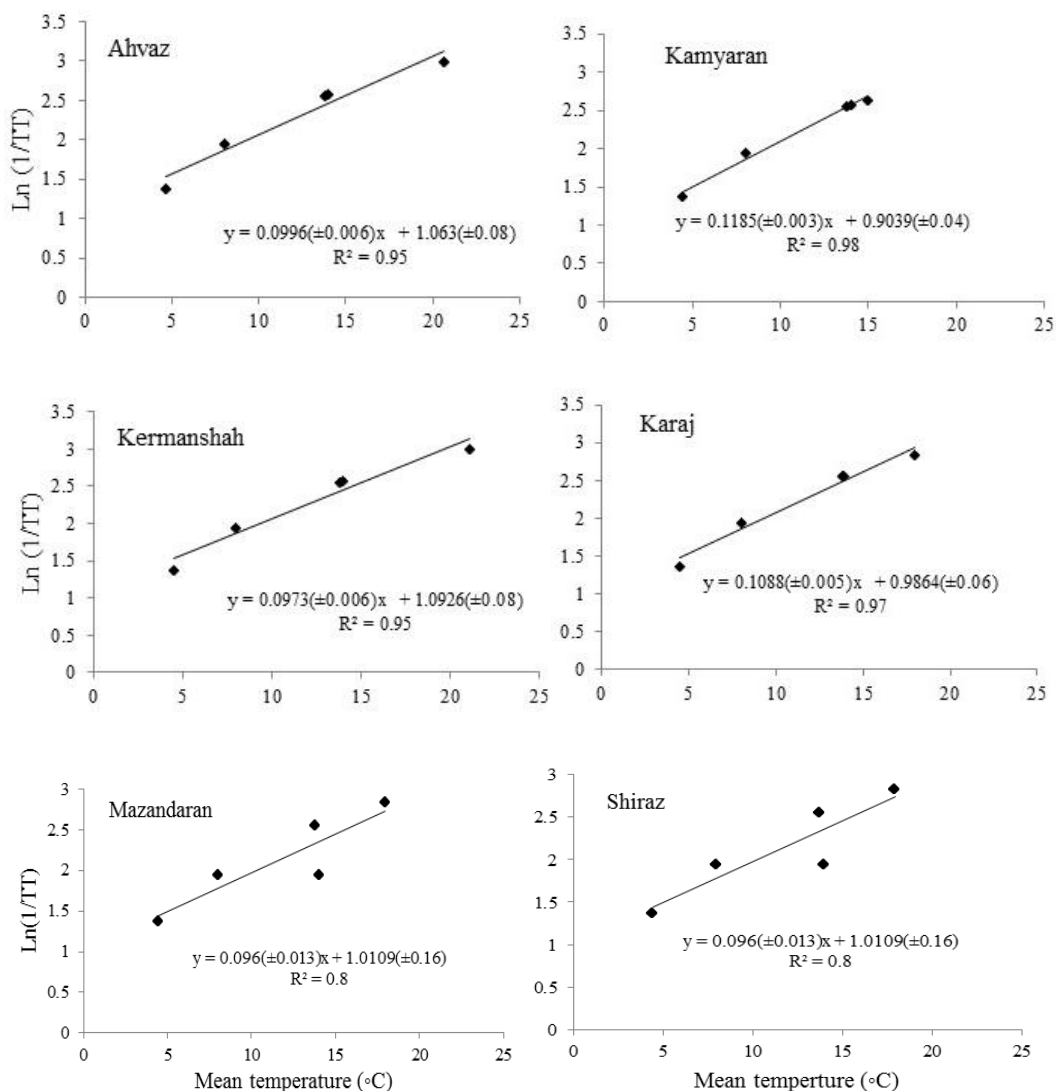
جدول ۴. تجزیه واریانس تأثیر تاریخ‌های کاشت و آبیاری روی مراحل رشدی جمعیت‌های یولاف وحشی

Table 4. Analysis of variance effect of planting dates and irrigation on the growth stages of *Avena ludoviciana* population

Treatments	Df	Mean Square				
		Zadokes stages				
		10 (Emergence)	29 (Tillering)	31-39 (Stem elongation)	50-58 (Headings)	75-100 (Ripening)
Planting dates	4	8459.86**	34776.8**	118539.58**	138236.17**	144254.51**
E _{pl}	8	31.198	26.01	19.78	14.61	56.72
Moisture	1	4292.45**	5533.35**	5120**	5511.2**	5859.6**
Planting dates × Moisture	4	2494.47**	4585.35**	806.44**	997.95**	1515.98**
E _m	10	18.62	6.95	9.27	24.95	26.82
Population	5	98.53**	578.64**	367.38**	1018.36**	1182.71**
Planting dates × Population	20	102.42**	466.72**	902.34**	1857.01**	1967.82**
Moisture × Population	5	118.1**	169.07**	637.86**	1251.06**	1283.32**
Planting dates × Moisture × Population	20	180.06**	328.05**	608.24**	825.68**	987.83**
E _{pop}	100	8.1	22.66	18.89	20.7	43.89
C.V.	-	9.7	9.05	5.03	4.38	6.08

ns و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

Non significant, **, significantly different from p<0.005 and p<0.001 respectively.



شکل ۲. اثر متقابل جمعیت در تاریخ کاشت در مرحله ۱۰ زادوکس (سبز شدن). محور افقی میانگین دما در هر تاریخ کاشت (مهر،

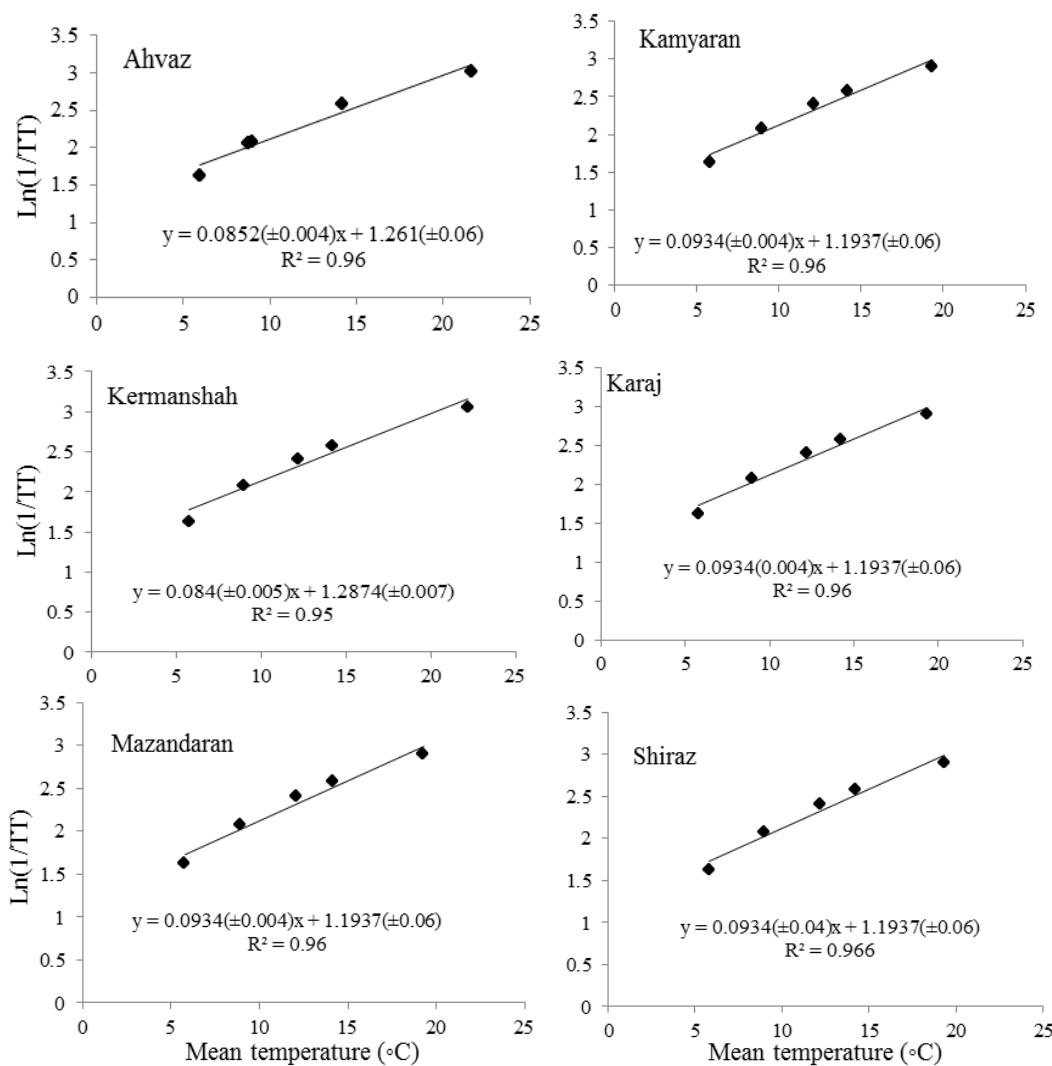
آذر، دی، اسفند و اردیبهشت) و محور عمودی، زمان گرمایی

Figure 2. Interaction between ecotype in planting dates in 10 zadoks scale. Horizontal axis is mean temperature in each planting dates and Vertical axis is 1/TT growing degree days.

افزایش دما برای تاریخ‌های کاشت، تفاوت چندانی ملاحظه نشد (شکل ۲ و جدول ۵).

گیاهان مادری جمعیت یولاف وحشی کامیاران به دلیل پایین بودن میانگین دما در منطقه کامیاران (جدول ۱) فصل رشد طولانی‌تری را گذرانده‌اند ولی احتمال دارد پس از واقع شدن بذرها در این جمعیت در کرج و رویارویی با میانگین دمای بالاتر (افزایش دما)، سرعت سبز شدن آن افزایش پیدا کند (Page et al., 2006). درجه روز رشد لازم برای پنجه‌زنی (مرحله ۲۹ زادوکس) در تاریخ‌های کشت بین جمعیت‌های یولاف وحشی متفاوت بود (شکل ۳).

در تاریخ کاشت اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم درجه روز رشد لازم برای سبز شدن (مرحله ۱۰ زادوکس) همه جمعیت‌های یولاف وحشی با هم برابر بود (شکل ۲). شیب خط (ضریب b) بیانگر کارایی دما برای رسیدن به مراحل پدیدشناختی است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود به ازای افزایش هر واحد دما، سرعت سبز شدن در جمعیت یولاف وحشی کامیاران (شیب ۰/۱۱) در مقایسه با دیگر جمعیت‌های یولاف وحشی بیشتر است. پس از جمعیت یولاف وحشی کامیاران جمعیت کرج بیشترین سرعت سبز شدن را نشان داد. در بین دیگر جمعیت‌های یولاف وحشی سرعت سبز شدن نسبت به

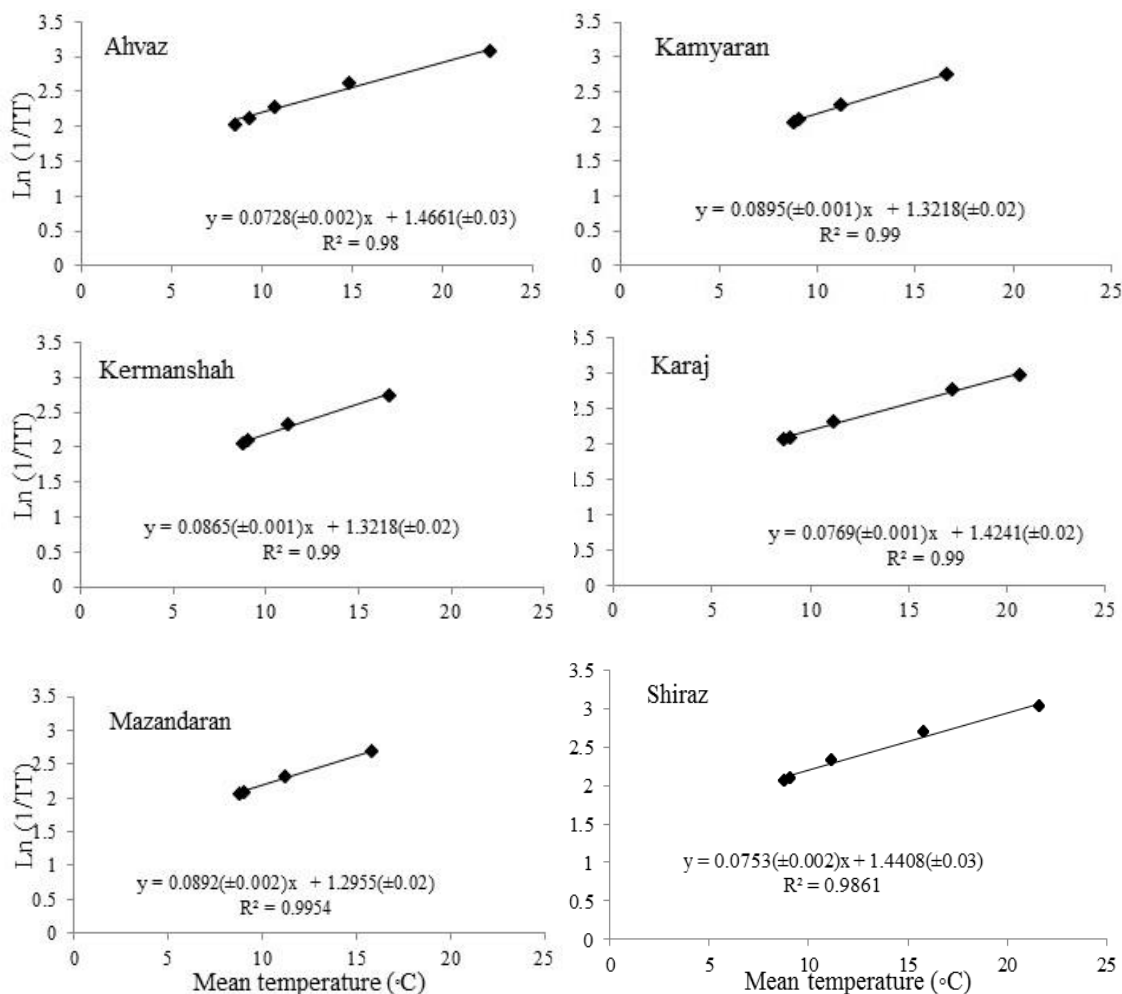


شکل ۳. اثر متقابل جمعیت در تاریخ کاشت در مرحله ۲۹ زادوکس (پنجه‌زنی). محور افقی میانگین دمای هر تاریخ کشت (مهر، آذر، دی، اسفند و اردیبهشت) و محور عمودی زمان گرمایی

Figure 3. Interaction between ecotype in planting dates in 29 zadoks scale. Horizontal axis is mean temperature in each planting dates and Vertical axis is 1/TT growing degree days.

کامیاران، به دلیل بالا بودن میانگین دما در منطقه اهواز (جدول ۱) نسبت به دیگر جمعیت‌ها واکنش کمتری نسبت به افزایش دما نشان داد. دریافت بیشترین میزان درجه روز رشد و نیاز به دریافت بیشترین دما برای سبز شدن در جمعیت جو دره *H. spontaneum* اهواز نیز مشاهده شد (Pourali et al., 2013).

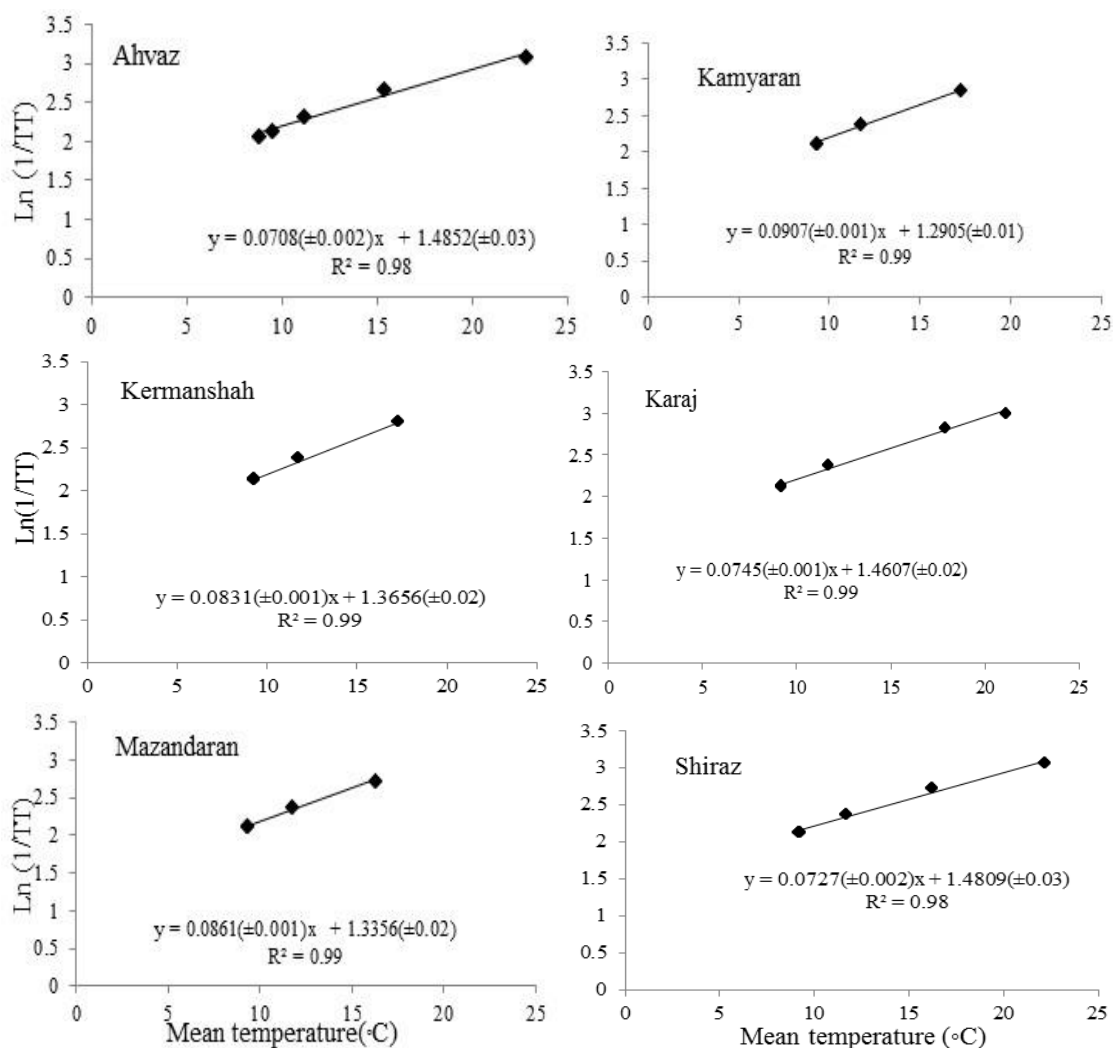
در مقایسه بین سرعت پنجه‌زنی جمعیت‌های یولاف وحشی در دو دسته قرار گرفتند. به عبارتی دو جمعیت اهواز و کرمانشاه در یک دسته و بقیه نیز در دسته دیگر واقع شدند که تفاوت بین آن‌ها معنی‌دار نبود (شکل ۳ و جدول ۵). جمعیت یولاف وحشی اهواز برخلاف جمعیت



شکل ۴. اثر متقابل جمعیت در تاریخ کاشت در مرحله ۳۱ - ۳۹ زادوکس (انتقال از مرحله رویشی به زایشی). محور افقی میانگین دمای هر تاریخ کشت (مهر، آذر، دی، اسفند و اردیبهشت) و 1/TT محور عمودی زمان دمایی
 Figure 4. Interaction between ecotype in planting dates in 31-39 zadoks scale. Horizontal axis is mean temperature in each planting dates and Vertical axis is 1/TT growing degree days.

بیشتری نسبت به دیگر جمعیت‌ها داشت و بین دیگر جمعیت‌های یولاف وحشی از این نظر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۴ و جدول ۵). بدیهی است، تفاوت در سرعت رسیدن به هر یک از مراحل پدیدشناختی در بین جمعیت‌های یولاف وحشی پس از سبز شدن در هر تاریخ کشت افزایش پیدا کرده است.

همانند دو مرحله رشدی پیش نیز به ازای هر واحد دمای دریافتی گیاهچه‌های جمعیت یولاف وحشی کامیاران در مدت زمان کمتری به ساقه رفتند که از این نظر با جمعیت یولاف وحشی مازندران تفاوت معنی‌داری نداشت. پس از دو جمعیت کامیاران و مازندران جمعیت کرمانشاه سرعت به ساقه رفتن



شکل ۵. اثر متقابل جمعیت در تاریخ کاشت در مرحله ۵۰-۵۸ زادوکس (ظهور خوشه). محور افقی میانگین دمای هر تاریخ کشت (مهر، آذر، دی، اسفند و اردیبهشت) و 1/TT در محور عمودی، زمان گرمایی

Figure 5. Interaction between ecotype in planting dates in 50-58 zadoks scale. Horizontal axis is mean temperature in each planting dates and Vertical axis is 1/TT growing degree days.

به خوشه رفتن جمعیت یولاف وحشی کامیاران به ازای افزایش هر واحد دما، با سرعت بیشتری (شیب ۰/۰۹) همراه بود. همسان قبل نیز جمعیت یولاف وحشی اهواز با روند افزایش دما، دیرتر (شیب ۰/۰۷) وارد مرحله خوشه‌دهی شد و واکنش کمتری نسبت به افزایش دما داشت. پس از جمعیت کامیاران، به ترتیب جمعیت‌های کرمانشاه، مازندران، کرج و شیراز وارد مرحله خوشه‌دهی شدند (شکل و جدول ۵). سرعت رسیدن به مرحله گلدهی در ارتباط با شرایط حاکم بر خاستگاه توده است (Boonman, 1993) و یک ارتباط قوی با طول فصل رشد دارد (Kirwa et al., 2016).

بنابر نتایج به دست آمده ملاحظه شد، پس از سبزشدن با افزایش دما در تاریخ‌های مختلف سرعت رسیدن به پنجه‌زنی و به ساقه رفتن در بین جمعیت‌های یولاف وحشی متفاوت بود که این تفاوت می‌تواند ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی و یا ناشی از سازگاری منطقه‌ای ایجاد شده در جمعیت‌ها، به دلیل فشار انتخابی^۱ شرایط آب و هوایی گیاه مادری (Clements & Ditommaso, 2011) در زمان تشکیل و نمو بذره‌های حاصل یافته، باشد (Mickelson & Grey, 2006; Gutterman, 1992; Sexsmith, 1969). همان‌طور که از شکل نیز بر می‌آید

1. Selective pressure

نتایج در نمودار دووجهی (بای پلات) نشان می‌دهد، ۷۷ درصد تغییرات توسط دو عامل یا مؤلفه اول و دوم توجیه شد و جمعیت‌های یولاف‌وحشی را می‌توان از نظر برخی صفات به چند دسته جداگانه تقسیم کرد. برای مثال همان‌طور که در شکل ۷ ملاحظه می‌شود، رشد جمعیت یولاف‌وحشی اهواز با دما همبستگی مثبتی داشته است. به طوری که با افزایش دما رشد این جمعیت نیز افزایش پیدا کرد. سرعت بیشتر سبز شدن دو جمعیت کرمانشاه و کامیاران می‌تواند در ارتباط با وزن بذر بیشتر این دو جمعیت باشد (جدول ۲). در جمعیت مازندران بالا بودن سرعت به خوشه رفتن و ساقه رفتن احتمال دارد ناشی از میزان بارندگی و رطوبت بالا در این منطقه بوده باشد.

با توجه به نتایج بالا می‌توان گفت که سرعت مراحل پدیدشناختی جمعیت‌های یولاف‌وحشی افزون بر اینکه به دما و مکان سبز شدن جمعیت‌های یولاف‌وحشی مربوط است، از منطقه‌ای که بذرها در آن به دست می‌آیند نیز تأثیر می‌پذیرد. به عبارتی این‌گونه از یولاف‌وحشی قادر به تمایز به جمعیت در مناطق مختلف با توجه به شرایط منطقه رویش یافته (Masin et al., 2012) است و اختلاف در بین جمعیت‌های یولاف‌وحشی می‌تواند ناشی از تفاوت نیازهای محیطی و پاسخ‌های فیزیولوژیکی جمعیت‌های بومی باشد (Probert, 1992; Forcella et al., 2000).

هنگامی که جمعیت‌های یک گیاه در یک محیط یکسان واقع می‌شوند تنها تفاوت در میزان انعطاف‌پذیری آن‌ها به شرایط محیط به ظهور می‌رسد (Schlichting & Levin, 1986, 1990).

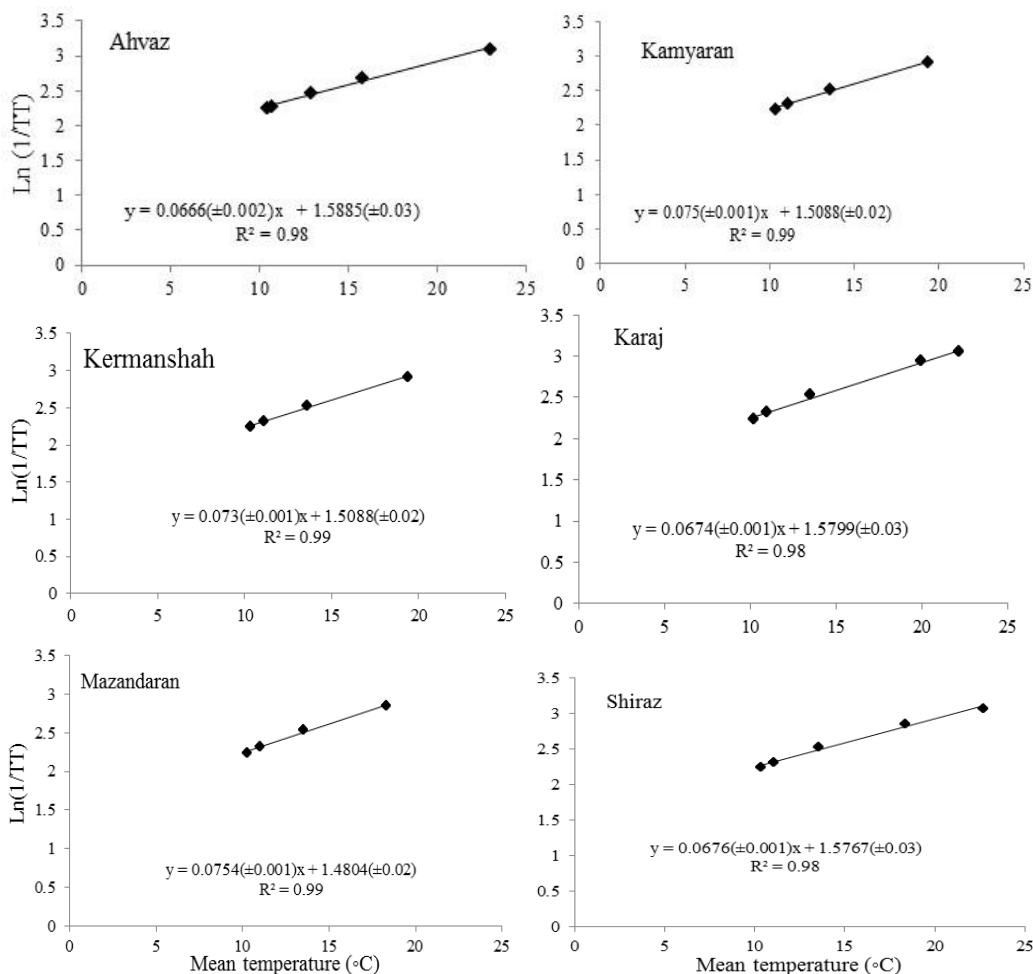
سرعت رسیدگی در جمعیت یولاف‌وحشی کامیاران، به ازای افزایش هر واحد دما نسبت به دیگر جمعیت‌های یولاف‌وحشی بیشتر بود که از این نظر با جمعیت‌های کرمانشاه و مازندران تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. سه جمعیت اهواز، کرج و شیراز نیز با هم وارد مرحله رسیدگی شدند. (شکل ۶ و جدول ۵).

همان‌گونه که ملاحظه شد جمعیت یولاف‌وحشی کامیاران نسبت به دیگر جمعیت‌های یولاف‌وحشی، حساسیت بیشتری نسبت به افزایش دما داشت. به عبارتی سرعت رسیدن به مراحل پدیدشناختی در این جمعیت به ازای افزایش هر واحد دما، بیشتر بود. واکنش سریع این جمعیت نسبت به افزایش دما می‌تواند ناشی از شرایط رویش گیاه مادری این جمعیت نسبت به دیگر جمعیت‌های یولاف‌وحشی، باشد. این روند در جمعیت یولاف‌وحشی اهواز و شیراز به کلی برعکس بود، بدین معنی که این دو جمعیت در میان دیگر جمعیت‌ها حساسیت کمتری نسبت به افزایش دما داشتند و با افزایش دما کندتر از دیگر جمعیت‌های یولاف‌وحشی، مراحل رشدی را سپری کردند. گیاهان مادری این دو جمعیت به‌رغم جمعیت یولاف‌وحشی کامیاران، در میانگین دمای بالاتری به عمل آمده بودند که واکنش کمتر این دو جمعیت به ازای افزایش هر واحد دما ممکن است به این دلیل باشد. به‌طور کلی جمعیت‌های یولاف‌وحشی بیشترین (بالاتر بودن شیب‌خط) حساسیت را نسبت به افزایش دما در مرحله سبز شدن و پنجه‌زنی داشتند و کمترین (پایین تر بودن شیب‌خط) پاسخ در برابر افزایش دما را در مرحله رسیدگی نشان دادند.

جدول ۵. ضریب b برای هر مرحله نمو جمعیت‌های یولاف‌وحشی

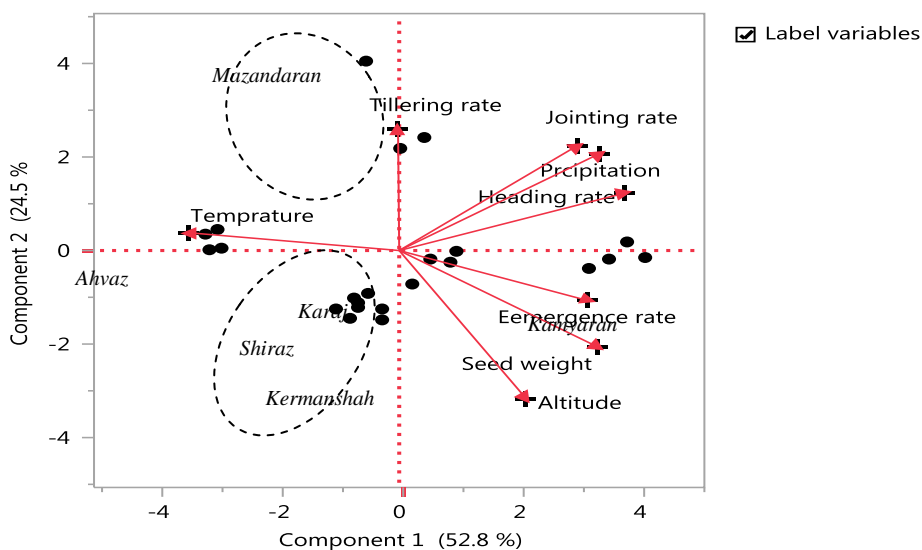
Table 5. b coefficients for each stage of development of *A. ludoviciana* populations. The number in parentheses is standard error

<i>A. ludoviciana</i> populations	Phenology stages	Ahvaz	Karaj	Kamyaran	Kermanshah	Mazandarn	Shiraz
	10 Zadokes	0.099(0.006)	0.1(0.005)	0.11 (0.003)	0.097(0.006)	0.096(0.013)	0.096(0.013)
	29 Zadokes	0.085(0.004)	0.093(0.004)	0.093(0.004)	0.084(0.005)	0.093(0.004)	0.093(0.004)
b	31-39 Zadokes	0.072(0.002)	0.076(0.001)	0.089(0.001)	0.086(0.001)	0.089(0.002)	0.075(0.002)
	50-58 Zadokes	0.07(0.002)	0.074(0.001)	0.09(0.001)	0.083(0.001)	0.086(0.001)	0.072(0.002)
	75-100 Zadokes	0.066(0.002)	0.067(0.001)	0.075(0.001)	0.073(0.001)	0.075(0.001)	0.067(0.001)



شکل ۶. اثر متقابل جمعیت در تاریخ کاشت در مرحله ۷۵-۱۰۰ زادوکس (رسیدگی). محور افقی میانگین دمای هر تاریخ کشت (مهر، آذر، دی، اسفند و اردیبهشت) و $1/TT$ در محور عمودی، زمان گرمایی

Figure 6. Interaction between ecotype in planting dates in 75-100 zadoks scale. Horizontal axis is mean temperature in each planting dates and Vertical axis is $1/TT$ growing degree days.



شکل ۷. نمودار دووجهی ناشی از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی توسط تجزیه همبستگی کانونی (CCA)، توصیف‌کننده ارتباط بین جمعیت‌های علف هرز یولاف وحشی *Avena ludoviciana* با ویژگی‌های محیطی است.

Figure 7. plots of the main components analyzed by canonical correlation analysis (CCA), describes the relationship between population *Avena ludoviciana* with environmental features.

نتیجه‌گیری کلی

یولاف‌وحشی و گندم سرعت رشد به نسبت یکسانی دارند (Minbashi *et al.*, 2008). همزمانی رشد و نمو این دو گیاه مدیریت و مهار یولاف‌وحشی را در گندم از روش‌های زراعی مانند برداشت زود هنگام و یا چرا دچار اشکال می‌کند. لذا با پیش‌بینی به هنگام مراحل رشدی این علف هرز از راه شاخص درجه روز رشد، می‌توان در بهینه‌سازی مدیریت و مهار از جمله تعیین زمان دقیق کاربرد علف‌کش‌ها همراه با کاهش میزان سموم که کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی را به دنبال خواهد داشت، اقدام کرد و موفق بود. به نظر می‌رسد که تجزیه و تحلیل بیشتر با استفاده از ابزار مولکولی برای تعیین تنوع ژنتیکی درون‌گونه‌های یولاف‌وحشی ضروری است.

با وجود تأخیر در سبزشدن جمعیت‌های یولاف‌وحشی در دیگر تاریخ‌های کاشت در یک فصل زراعی، ملاحظه شد که این علف هرز صرف‌نظر از توسعه نیافتن کافی اندام‌های رویشی وارد مرحله زایشی شده و تولید بذر می‌کند. به بیانی دیگر، گرچه یولاف‌وحشی گیاه روزبلندی است، ولی قادر به تکمیل چرخه زندگی خود در هر دو دوره نوری بلند و کوتاه و بروز سازگاری نسبت به شرایط بود (Hulme, 2009). جمعیت‌های یولاف‌وحشی در سه تاریخ آخر کشت با تولید زیست‌توده کمتر توانایی رقابتی کمتری داشته ولی در صورت مدیریت و مهار نشدن از راه تولید بذر منجر به آلودگی بانک بذر شده و مشکلاتی در آینده را به دنبال خواهد داشت.

REFERENCES

1. Alm, D. M., McGiffen, J. R. M. E. & Hersketh, J. D. (1991). Weed phenology. In *Predicting Crop Phenology*, 191-218.
2. Baghestani, M. H., Zand, A., Barjaste, A. R., Veisi, M., Noroz zade, S. H., Jamali, M. & Kakhaki, S. H. (2008). Investigating efficacy of BEHPIC and CURRENT Herbicides on grassy weed in wheat fields. Final Report. *Iranian Plant Protection Research Institute*.
3. Ball, D. A., Klepper, B. & Rydrych, D. J. (1995). Comparative above-ground development rates for several annual grass weeds and cereal grains. *Weed Science*, 43(3), 410-416.
4. Bewick, T. A., Binning, L. K. & Yandell, B. (1988). A degree day model for predicting the emergence of swamp dodder in cranberry. *Horticulture Science*, 839-841.
5. Boonman, J. G. (1993). East Africa's grasses and fodders: *Their ecology and husbandry*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
6. Clements, D. R., & Ditommaso, A. (2011). Climate change and weed adaptation: can evolution of invasive plants lead to greater range expansion than forecasted? *Weed Research*, 51(3), 227-240.
7. Chancellor, R.J. and Peters, N.C.B. 1976. Competition between wild oat and crops. Pages 99-112 in D. P. Jones, ed. *Wild Oats in World Agriculture*. London: A RC.
8. Cudney, D. W., Jordan, L. S. Corbett, C. J. & Bendixen, W.E. (1989). Developmental rates of wild oats (*Avena fatua*) and wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Science*, 37(4), 521-524.
9. Dai, J., Wiersma, J. J., Martinson, K. L. & Durgan, B. R. (2012). Influence of time of emergence on the growth and development of wild oat (*Avena fatua*). *Weed Science*, 60(3), 389-393.
10. Donohue, K. (2002). Germination timing influences natural selection on life-history characters in *Arabidopsis thaliana*. *Ecology*, 83(4), 1006-1016.
11. Dezfoli, M. (1997). Graminea grass weeds in Iran. 480 pp.
12. Forcella, F., Benec Arnold, R., Sanchez, R. & Ghersa, C. (2000). Modeling seedling emergence. *Field Crop Research*, 67(2), 123-139.
13. Ghersa, C. M. & Holt, J. S. (1995). Using phenology prediction in weed management: a review. *Weed Research*, 461-470.
14. Gutterman, Y. (1992). Maternal effects on seeds during development. Pages 27-59 in M. Fenner, ed. *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. Wallingford, U.K.: CAB International.
15. Hulme, P. E. (2009). Relative roles of life-form, land use and climate in recent dynamics of alien plant distributions in the British Isles. *Weed Research*, 49(1), 19-28.
16. Kenkelii, N. A. C., Derksen, D. A., Thomas, A. G. & Watson, P. R. (2002). Multivariate analysis in weed science research. *Weed Science*, 50(3), 281-292.
17. Kirwa, E. C., Kubasu, D., Mnene, W. N., Kidake, B. & Kimitei, R. K. (2012). Establishment of allelopathic effects in range grass species through pure germinating seed studies. *Presented during the 13th KARI Biennial Scientific Conference held Oct*.
18. Kirwa, E. C., Njoroge, K., Chemining'wa, G. N. & 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(12), 1008-1018.

19. Klingaman, T. E. & Oliver, L. R. (1996). Existence of ecotypes among populations of entireleaf morningglory (*Ipomoea hederacea* var. *integriuscula*). *Weed Science*, 44(3), 540-544.
20. 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 Science*, 51(5), 718-724.
21. Mack, R. N. & Pyke, D. A. (1983). The demography of *Bromus tectorum*: variation in time and space. *Ecology*, 70(1), 69-93.
22. Masin, R., Loddo, D., Benvenuti, S., Otto, S. & Zanin, G. (2012). Modeling weed emergence in Italian maize fields. *Weed Science*, 60(2), 254-259.
23. Menzel, A. (2000). Trends in phenological phases in Europe between 1951 and 1996. *International Journal of Biometeorology*, 44(2), 76-81.
24. Menzel, A. & Fabian, P. (1999). Growing seasons extended in Europe, *Nature* 397.
25. Mesbah, A., Miller, S. D., Fornstrom, K. J. & Legg, D. E. (1995). Wild mustard (*Brassica kaber*) and wild oat (*Avena fatua*) interference in sugarbeet (*Beta vulgaris* L.). *Weed Technology*, 9, 49-52.
26. Minbashi Moeini, M. (2008). *Application of GIS in the management of weed wheat and rapeseed*. Ph.D. thesis. University of Tehran.
27. Minbashi Moeini, M., Rahimian, H., Baghestani, M. A., Alizadeh, H. M., Kheirkhah, M. M., Kakhki, Nazer, S. H. & Dieh-Ji, H. (2008). Using Phenology of Weeds in the Wheat Fields for Improvement Chemical Control and Reducing Herbicide Application. *Environmental Science*, 94-77.
28. Mickelson, J. A. & Grey, W. E. (2006). Effect of soil water content on wild oat (*Avena fatua*) seed mortality and seedling emergence. *Weed Science*, 52(2), 255-262.
29. Mohamadzadeh, Z. (2011). *Study of Genetic Diversity in Susceptible and Resistant Populations of Wild Oat to ACCase-Inhibitor Herbicides*. Ph.D. thesis of Plant Systematic. Islamic Azad University Science and Research Branch, Tehran.
30. Montazeri, M., Zand, A. & Baghestani, M. H. (2005). *Weeds and their control in wheat fields of Iran*. Plant Pest and Diseases Research Institute Press. 85pp.
31. Morishita, D. W. & Thill, D. C. (1988). Factors of wild oat interference on spring barley (*Hordeum vulgare*) growth and yield. *Weed Science*, 36(1), 37-42.
32. Odum, E. P. (1971). *Fundamentals of ecology*, Edn. 3. Saunders, Philadelphia, U.S.A. 574 pp.
33. Page, E. R., Gallagher, R. S., Kemani, A. R., Zhang, H. & Fuerste, E. P. (2006). Modeling site-specific wild oat (*Avena fatua*) emergence across a variable landscape. *Weed Science*, 54(5), 838-846
34. Pigliucci, M. & Marlow, E. T. (2001). Differentiation for flowering time and phenotypic integration in *Arabidopsis thaliana* in response to season length and vernalization. *Oecologia*, 127(4), 501-508.
35. Pour-Ali Moghanloo, H., Alizadeh H. & Oveis, M. (2013). Predicting Seedling Emergence of *Hordeum spontaneum*: Do the Emerged Ecotypes from Different Climates in Iran Indicate Different Patterns of Emergence?. *Iranian Journal of Weed Science*, 9, 15-26. (in Farsi)
36. Probert, R. J. (1992). The role of temperature in germination ecophysiology. Fenner, M. (Ed.). *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. Wallingford, CAB International. 285-325.
37. Qiang, S. (2005). Multivariate analysis, description, and ecological interpretation of weed vegetation in the summer crop fields of Anhui province, China. *Journal of Integrative Plant Biology*, 47(10), 1193-1210.
38. Rashed Mohasel, M. H., Najafi, H. & Akbarzade, M. D. (2001). *Weed Biology and management* Book. Ferdowsi University.
39. Sans, F. X. & Masalles, R. M. (1994). Life-history variation in the annual arable weed *Diplotaxis erucoides* (Cruciferae). *Canadian Journal Botany*, 72(1), 10-19.
40. Schlichting, C. D. & Levin, D. A. (1986). Phenotypic plasticity: an evolving plant character. *Biological Journal of Linnean Society*, 29(1), 37-47.
41. Schlichting, C. D. & Levin, D. A. (1990). Phenotypic plasticity in Phlox. III. Variation among natural populations of *P. drummondii*. *Journal of Evolutionary Biology*, 3(5-6), 411-428.
42. Schlichting, C. D. (1986). The evolution of phenotypic plasticity in plants. *Annual Review Ecology Systematic*, 17, 667-693.
43. Schmid, B. (1992). Phenotypic variation in plants. *Evolution Trends Plant*, 6(1), 45-60.
44. Sexsmith, J. J. (1969). Dormancy of wild oat seed produced under various temperature and moisture conditions. *Weed Science*, 17(4), 405-407.
45. Shirliffe, S. J., Entz, M. H. & van Acker, R. C. (2000). *Avena fatua* development and seed shatter as related to thermal time. *Weed Science*, 45(8), 555-560.
46. Sultan, S. E. & Bazzaz, F. A. (1993). Phenotypic plasticity in *Polygonum persicaria*. I. Diversity and uniformity in genotypic norms of reaction to light. *Evolution*, 47(4), 1009-1031.
47. Sultan, S. E. (1987). Evolutionary implications of phenotypic plasticity in plants. *Evolution Biology*, 127-178.

48. Ter Braak, C. & Milauer, P. (1998). CANOCO Reference manual and user's guide to CANOCO for windows: Software for community ordination (version 4). Microcomputer Power (Itasca, NY, USA). 352 pp.
49. Thurston, J. M. & Phillipson, A. (1976). Distribution wild oats in world agriculture. London: *Agricultural Research Council*, 19-64.
50. Wang, J. Y. (1960). A critique of the heat unit approach to plant response studies. *Ecology*, 41(4): 785-790.
51. Weinig, C. (2000). Differing selection in alternative competitive environments: shade-avoidance responses and germination timing. *Evolution*, 54(1), 124-136.
52. Zadoks, J. C., Chang, T. T. & Konzak, C. F. (1974). Decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14, 415-421.
53. Zand, E., Rahimian, H., Koocheki, A. R., Khalaghani, J., Moosavi, K. & Ramezani, K. (2004). *Weed ecology* (Translation). Jehade Daneshgahi of Mashhad Press.
54. Zand, E., Bena Kashani, F., Baghestani, M.A., Maknali, A., Minbashi, M. & Soufizadeh, S. (2006b). Investigating the distribution of resistant wild oat (*Avena ludoviciana*) populations to clodinafop-propargil herbicide in South Western Iran. *Environmental Sciences*, 4, 85-92.