Journal of Iranian Plant Protection Research

https://jpp.um.ac.ir

Research Article
Vol. 36, No. 3, Fall 2022, p. 339-351

Investigation of Growth Characteristics and Phenological Stages of *Papaver dubium* L. and *Papaver rhoeas* L. Species Based on Growth Degree Day

S. Golmohammadzadeh[1], F. Zaefarian[2*], M. Rezvani[3]

Received: 06-11-2021
Revised: 13-11-2021
Accepted: 05-12-2021
Available Online: 08-12-2022

How to cite this article:
Golmohammadzadeh, S., Zaefarian, F., & Rezvani, M. (2022). Investigation of Growth Characteristics and Phenological Stages of *Papaver dubium* L. and *Papaver rhoeas* L. Species Based on Growth Degree Day. *Journal of Iranian Plant Protection Research 36*(3): 339-351. (In Persian with English abstract)
DOI: 10.22067/JPP.2021.72672.1052

Introduction

Plant development is defined as a series of phenological events that are controlled by external factors and determine changes in the shape or function of some organs. Temperature and photoperiod are two of the most important environmental factors affecting phenological development. *Papaver rhoeas* L. and *Papaver dubium* L., from the *Papaveraceae* family, are common annual winter weeds in northern Iran. The life cycle of these species is closely related to winter crops such as wheat (*Triticum aestivum* L.) and other winter cereals that compete severely with them. The *Papaver* species are capable of producing a huge amount of small-sized seeds that remain dormant at maturity. The timing of emergence, growth and sexual reproduction is highly important for the success of invasive weeds. Checking the phonological behavior of these plant species along with their seed production would be useful for decision-support systems helping managers select the best management strategies and, thereby, improving *P. rhoeas* and *P. dubium* control. Also, the phenology data would allow predicting these species invasibility of new areas. The present study was aimed to quantify the phonological behavior of these weeds.

Materials and Methods

In the present study, the phenology of *P. rhoeas* and *P. dubium* were studied in the research field at Agricultural Sciences and Natural Resources University of Sari, Iran, with an annual rainfall of 851 mm per year. Seeds of these species were collected from a wheat field located in Mazandaran province, north of Iran during spring 2018. These species seeds were cultivated on 12 November 2018. The phenological stages were recorded from emergence to the end of the seeding stage. The phenology was studied based on the growing degree day. At the end of the experiment, the period of each phenological stage was calculated based on the day and the growing degree day. In order to determine the morphological traits of the plant, eight sampling steps were performed. Morphological traits such as plant height, number of leaves, number of flowers, number of capsules, and dry matter were measured.

Results and Discussion

The results showed that *P. rhoeas* and *P. dubium* grow from 0 to 1723.56 and 1759.06 growth degrees day, respectively. During this period, seven phenological stages were recorded for these two species. These stages were included emergence, rosette (7-8 leaves), stem elongation and branching, blooming, flowering, fruiting, and seed maturity. The flowering stage period in both species was long, 48 days in *P. dubium* and 46 days in *P. rhoeas*. The results showed that the shortest and longest stages of development of these two weeds were emergence and stem elongation, respectively. In this study, the growth period of *P. rhoeas* and *P. dubium* took

1 and 2- M.Sc Student and Associate Professor of Agronomy, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: fa.zaefarian@sanru.ac.ir)
3- Associate Professor of Agronomy and Plant Breeding, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran

about eight months. It has some variation with regard to height, the number of flower, number of capsule and dry matter between both species under the same environmental conditions but both plants started their developmental stages at the same time and finished at almost the same rate. The trend of changes in height, number of leaves, number of flowers, number of capsules, and dry matter were similar in both species. The life cycle of these two species begins with germination in autumn and ends with seed production in late June. The longest period of growth stage in both species was in spring and this trend decreases in late spring. The flowering stage begins in late March and ends in mid-June. The maturity period of these two species was from mid-June to the end of the first decade of July. One of the characteristics of these two species is high seed production. In *P. rhoeas*, at the end of the fruiting stage, each plant produced an average of 13 capsules and each plant produced an average of 5000 seeds. Also, in *P. dubium*, each plant produced an average of 14 capsules, and each plant of this species produces an average of 5922 seeds.

Conclusion

Based on knowledge of the different phenological stages of the two species, it is possible to plan for proper management. From a managerial point of view, these two species should be controlled before the blooming stage; so that their seeds do not enter the seed bank, because their seeds are considered as causes of contamination in the field.

Keywords: Emergence, Growth stages, Seed maturity, Weed

نشریه پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران
https://jpp.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۶، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱، ص. ۳۵۱-۳۳۹

بررسی خصوصیات رشدی و مراحل پدیده‌شناسی دو گونه شقایق *Papaver dubium* L. و *Papaver rhoeas* L. براساس درجه روز- رشد

ساجده گل محمدزاده[۱]- فائزه زعفریان[۲]*- محمد رضوانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۱۴

چکیده

نمو گیاه یک توالی از وقایع فنولوژیکی تعریف شده است که توسط عوامل خارجی کنترل می‌شود و تعیین کننده تغییرات در شکل یا کارکرد برخی اندام‌ها است. دو گونه شقایق *Papaver rhoeas* و *Papaver dubium* به‌عنوان علف‌های هرز یک‌ساله زمستانه در مزارع گندم و دیگر غلات زمستانه محسوب می‌شوند. در پژوهش حاضر، مراحل پدیده‌شناسی دو گونه *P. rhoeas* و *P. dubium* در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری بر اساس درجه روز- رشد مورد بررسی قرار گرفت. همچنین، برخی از صفات مورفولوژیکی مانند ارتفاع بوته، تعداد برگ، تعداد گل، تعداد کپسول و ماده خشک اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که گونه‌های *P. rhoeas* و *P. dubium* به ترتیب از درجه روز- رشد صفر تا ۱۷۲۳/۵۶ و ۱۷۵۹/۰۶ به رشد خود ادامه دادند. طی این دوره، هفت مرحله پدیده‌شناسی برای این دو گونه به ثبت رسید. این مراحل شامل سبز شدن، رزت، ساقه‌دهی، غنچه‌دهی (ظهور گل آذین)، گلدهی، میوه‌دهی و رسیدگی بذر بودند. مرحله گلدهی در هر دو گونه طولانی می‌باشد که ۴۸ روز در گونه *P. dubium* و ۴۶ روز در گونه *P. rhoeas* به طول انجامید. نتایج نشان داد که کوتاه‌ترین و طولانی‌ترین مراحل رشدی این دو گونه علف هرز از نظر زمانی به‌ترتیب سبز شدن و ساقه‌دهی بود. بین خصوصیات مورفولوژیک دو گونه مورد بررسی از نظر ارتفاع، تعداد کپسول، تعداد برگ، تعداد گل در شرایط محیطی یکسان اختلاف قابل توجهی مشاهده شد؛ اما دو گونه مراحل نموی خود را به‌صورت هم‌زمان شروع و با سرعت تقریباً مشابهی به‌پایان رساندند. در پایان مرحله میوه‌دهی، هر بوته *P. rhoeas* به‌طور متوسط ۱۳ کپسول (میانگین ۳۸۶ بذر در هر کپسول) و هر بوته *P. dubium* حدود ۱۴ کپسول (میانگین ۴۲۳ بذر در هر کپسول) تولید کرد. در این آزمایش طول دوره رشد هر دو گونه حدود هشت ماه به‌طول انجامید.

واژه‌های کلیدی: پدیده‌شناسی، رسیدگی بذر، سبز شدن، علف هرز، مراحل رشد

مقدمه

موفّقیت برنامه‌های مدیریت علف‌های هرز که بر اساس بوم‌شناسی و زیست‌شناسی علف‌های هرز طراحی‌شده‌اند، مستلزم شناخت صحیح از عوامل محیطی و تأثیر آن‌ها بر خصوصیات گیاهان است (Dai *et al*., 2012). از این خصوصیات می‌توان به مراحل رشدی گیاه و اثرات رقابتی علف های هرز بر گیاهان زراعی اشاره نمود. با شناخت صحیح این عوامل و صفات، پدیده‌شناسی علف هرز نیز قابل پیش‌بینی می‌شود (Pahlavani *et al*., 2007). پدیده‌شناسی به مطالعه مراحل زندگی یک موجود زنده در طول دوره رشدش گفته می‌شود و می‌تواند در سطوح مختلفی ازجمله اندام، بافت و یا حتی سلول انجام شود (Alm *et al*., 1991). به‌عبارت‌دیگر، پدیده‌شناسی مطالعه پویایی نمو است و تا حدود زیادی به‌وسیله عوامل محیطی تنظیم می‌شود و از نظر کمی قابل اندازه‌گیری است (Karlsson and Milberg, 2007) دما و دوره نوری از عوامل اصلی تنظیم‌کننده پدیده‌شناسی محسوب می‌شوند. درجه روز- رشد که تلفیق دما و مرحله رشدی گیاه است به‌طور موفقیت‌آمیزی برای پیش‌بینی مراحل رشدی علف هرز نیز بکار برده می‌شود. درجه روز- رشد بیانگر

۱ و ۲- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: fa.zaefarian@sanru.ac.ir)
۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران

DOI: 10.22067/JPP.2021.72672.1052

واحدهای حرارتی تجمع یافته توسط یک گیاه در طی یک دوره زمانی است. با ترکیب دما و زمان می‌توان دوره پدیده‌شناسی یک علف هرز را به دست آورد (Dincer *et al.*, 2010). بررسی مراحل پدیده‌شناسی علف‌های هرز یک‌ساله با ثبت رویش گیاهچه بذری و مراحل رشد و نمو آن آغاز می‌شود.

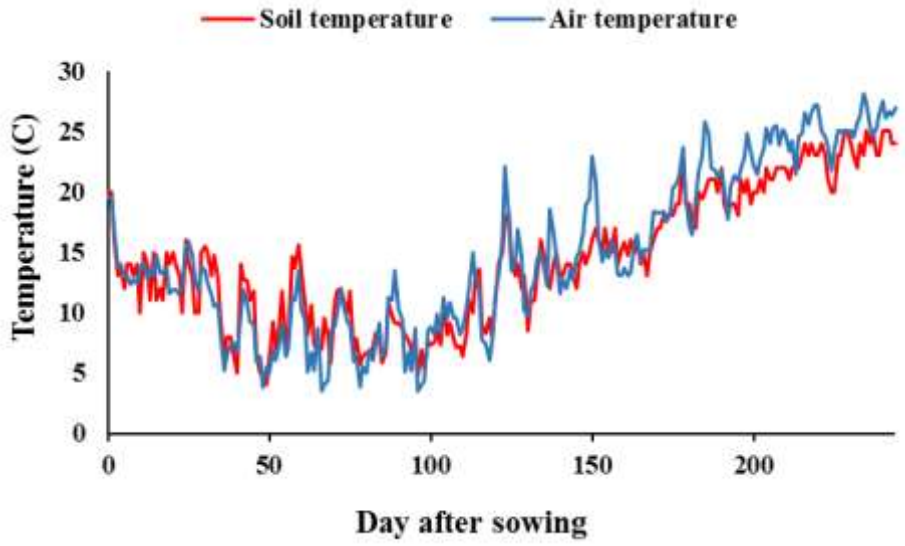
دانستن پدیده‌شناسی یک علف هرز عامل مهمی در مدیریت تلفیقی علف‌های هرز است؛ با ترکیب دما و زمان می‌توان دوره پدیده‌شناسی یک علف هرز را بدست آورد. درجه روز رشد که تلفیق دما و مرحله رشدی گیاه است به‌طور موفقیت‌آمیزی برای پیش‌بینی مراحل رشدی علف هرز و گیاه زراعی بکار برده می‌شود (Godoy *et al.*, 2009). اهمیت بررسی پدیده‌شناسی علف‌های هرز بدین علّت است که با شناخت چرخه‌ی زندگی علف‌های هرز می‌توان از عوامل منفی مؤثر بر آن‌ها آگاه شد و با ارائه تقویم زمانی برای نمو، مدیریت کارآمدتری ارائه داد (Berti *et al.*, 2008) و این مسئله در پیش‌بینی آلودگی مزرعه به علف‌های هرز، مفید خواهد بود. به‌عنوان مثال می‌توان حساس‌ترین مرحله زندگی گیاه نسبت به علف‌کش را تعیین کرد. چنین اطّلاعاتی منجر به ارائه مناسب‌ترین زمان استفاده از علف‌کش و کنترل شیمیایی موفق علف هرز می‌شود. بررسی مراحل پدیده‌شناسی، تخمین صحیح و دقیق‌تر زمان رقابت علف‌های هرز و اثر آن‌ها بر عملکرد گیاه زراعی در نظام‌های زراعی را میسّر می‌سازد (Aleebrahim, et al., 2009). مطالعات متعددی در مورد پیش‌بینی جنبه‌های مختلف پدیده‌شناسی علف‌های هرز انجام شده است که دقّت برخی از آن‌ها قابل‌قبول است. این قبیل یافته‌ها می‌توانند در مدیریت علف‌های هرز گیاهان زراعی مؤثر باشند (Sohrabi *et al.*, 2016; Ziska and Dukes, 2011). کاهش عملکرد محصول به ساختار جامعه علف‌های هرز، تراکم و زمان ظهور آن‌ها بستگی داشته و شناخت چرخه زندگی آن‌ها در کنترل به‌موقع و مفید علف‌های هرز نقش بسزایی دارد (Chersa *et al.*, 1995).

جنس شقایق، *Papaver* spp. گیاهانی هستند از خانواده خشخاش *Papaveraceae* که بیشتر در نواحی معتدل پراکنده‌اند. ۴۴ جنس و ۷۶۰ گونه از این خانواده در جهان شناخته‌شده است. جنس *Papaver* با بیش از ۴۰ گونه در ایران بیشترین تنوع را در بین جنس‌های این خانواده به‌خود اختصاص داده است (Azimi Motem *et al.*, 2010). گونه‌های مختلف شقایق *Papaver arenarium*، *P. lacerum*، *P. rhoeas*، *P. macrostomum*، *P. tenuifolium*، *P. dubium* و *P. glaucum* به‌عنوان علف هرز در ایران شناخته شده‌اند (Rastgar, 2007). میزان خسارت این علف‌های هرز به گیاهان زراعی به‌طور دقیق مشخص نیست، اما گزارش‌ها حاکی از آن است گونه‌های شقایق را می‌توان با کاربرد علف‌کش توفوردی در مرحله ۴ تا ۶ برگی کنترل کرد (Rashed Mohassel *et al.*, 2001). گونه‌های *P. rhoeas* و *P. dubium* به‌عنوان علف‌های هرز یک‌ساله زمستانه در مزارع گندم (*Triticum aestivum* L.) و دیگر غلات زمستانه محسوب می‌شوند (Izquierdo *et al.*, 2009). این دو گونه بومی اروپا و غرب آسیا بوده و در حال حاضر در ایران در استان‌های لرستان، ایلام، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، خراسان، مازندران و سمنان پراکنش دارند (Rastgar, 2007). محققان متعددی بیان کرده‌اند که خواب بذر این گونه‌ها از نوع مورفوفیزیولوژیکی است (خواب مورفوفیزیولوژیکی در بذرهایی با جنین توسعه نیافته وجود دارد، اما علاوه بر آن، دارای جزء فیزیولوژیک برای خواب هستند؛ بنابراین این بذرها نیاز به تیمارهای شکست خواب و همچنین یک دوره زمانی برای رشد جنین‌های توسعه نیافته دارند) و جوانه‌زنی آنها تحت تأثیر دما تغییر می‌کند (Baskin *et al.*, 2002; Sohrabi *et al.*, 2016). بذور این گیاهان بسیار ریز هستند و از منافذی که در بالای کپسول باز هستند، منتشر می‌شوند. این گونه‌ها دارای پتانسیل باروری بالایی می‌باشند، هر بوته بیش از ۸۰۰۰ بذر تولید می‌کند که می‌تواند به مدت پنج سال در خاک باقی بماند و خاصیت جوانه‌زنی خود را حفظ کند (Baskin *et al.*, 2002). از اینرو، عدم دقت در مبارزه با آن باعث غنی شدن بانک بذر شقایق و لزوم صرف هزینه زیاد برای مهار آن طی سالیان طولانی می‌شود. افزایش اطّلاعات در ارتباط با زیست‌شناسی علف‌های هرز اوّلین مرحله در رویارویی با یک علف هرز جدید در منطقه می‌باشد، لذا شناخت خصوصیات یک علف هرز، در برنامه‌ریزی مدیریتی آن مفید بوده و به توسعه برنامه‌های کنترلی آن‌ها کمک شایانی می‌کند. گزارش شده است که گونه *P. rhoeas* عملکرد گندم زمستانه را در مزارع لهستان ۳۷-۱۲ درصد کاهش داد (Rola *et al.*, 2013)، همچنین این گونه یک علف هرز مهمی است که در منطقه اروپا و مدیترانه به برخی از علف‌کش‌های گروه بازدارنده استولاکتات سینتاز و توفوردی مقاوم شده است (Heap, 2021). هرچند بررسی‌های گسترده‌ای درباره زیست‌شناسی و مدیریت گونه‌های شقایق در کشورهای دیگر انجام شده است (Izquierdo *et al.*, 2009; Torra *et al.*, 2010; Torra and Recasens, 2008)، اما تاکنون اطلاع دقیق و جامعی از پدیده‌شناسی این دو گونه در دسترس نیست و بررسی جامعی صورت نگرفته است و با توجه به اهمیّت شناخت مراحل پدیده‌شناسی علف هرز، در پژوهش حاضر مراحل پدیده‌شناسی این دو گونه مزبور مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، بذرهای دو گونه *Papaver rhoeas* و *P. dubium* از مزارع گندم اطراف شهرستان ساری استان مازندران در بهار سال ۱۳۹۴ جمع‌آوری شدند. بذرها از کپسول خارج و تا زمان شروع آزمایش در داخل پاکت‌های کاغذی تیره (بدون حضور نور) و

در دمای اتاق (۱±۲۱ سانتی‌گراد) نگهداری شدند. این آزمایش در فصل زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران با ارتفاع ۱۵ متر بالاتر از سطح دریا اجرا شد. آب و هوای منطقه از نظر اقلیمی جزء مناطق معتدل و مرطوب می‌باشد. با استناد به اطلاعات ادارهٔ هواشناسی ساری متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۸۵۱ میلی‌متر بوده که بارش عمدتاً در زمستان و اوایل بهار صورت گرفت. بیشترین میزان بارندگی در دی ماه (۱۱۰/۹ میلی‌متر) و کمترین آن در خرداد ماه (۱۱/۹ میلی‌متر) مشاهده شد. اطلاعات مربوط به دمای هوا و خاک در طول دورهٔ آزمایش (از زمان سبزشدن تا رسیدگی سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴) از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک ساری بدست آمد (شکل ۱). قبل از آزمایش، نمونه‌ای از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک تهیه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است. براساس نتایج آزمون خاک، بافت خاک منطقه آزمایش لومی رسی بود.



شکل ۱- میانگین دمای روزانه هوا و خاک در طول آزمایش پدیده‌شناسی در سال ۱۳۹۵-۱۳۹۴

Figure 1- Average daily air and soil temperature during the phenology experiment in 2015-2015

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Chemical and physical characteristics of soil

Soil texture بافت خاک	EC (dS/m^{-1}) هدایت الکتریکی	pH اسیدیته	Soil elements عناصر خاک			Organic material (mg/kg) ماده آلی	Organic carbon (%) کربن آلی
			K (mg/kg) پتاسیم	P (mg/kg) فسفر	N (%) نیتروژن		
Clay loam لومی رسی	1.14	7.34	69.4	65.5	0.08	93	2.01

پس از تسطیح زمین، بذرهای هرگونه در ۲۱ آبان سال ۱۳۹۴ در هر کرت به صورت تصادفی کاشته شد. ۵۰ بذر از هر گونه در هر کرت به صورت تصادفی کشت شد. با توجه به نتایج آزمایشات قبلی ما (Golmohammadzadeh *et al.*, 2020)، بهترین جوانه‌زنی و سبز شدن در عمق ۱ سانتی‌متری خاک بود؛ بنابراین کشت بذرها در این عمق انجام شد. برای هر گونه جهت تعیین صفات مورفولوژیکی ۲۴ کرت آزمایشی در نظر گرفته شد. علاوه بر این، ۶ کرت دیگر نیز جهت تعیین مراحل پدیده‌شناسی در نظر گرفته شد (در مجموع ۳۰ کرت برای هر گونه در نظر گرفته شد). هر کرت آزمایشی دارای یک متر طول و یک متر عرض بود و فاصله کرت‌ها از یکدیگر ۰/۵ متر بود. کرت‌ها بلافاصله پس از کشت، آبیاری شدند و آبیاری تا آخرین مراحل ثبت رشد در صورت نیاز ادامه داشت.

دوره‌های نموی در طول دوره‌ی رشد، به صورت منظم بررسی شد و تمام بوته‌های موجود در کرت، معیار سنجش بودند (همه بذرهای کشت شده در همه کرت‌ها سبز شدند). از زمان ظهور گیاه در سطح خاک تا پایان دوره رشد گیاه، بوته‌های هر دو گونه با هدف ورود به مراحل پدیده‌شناسی جدید مورد بررسی قرار گرفتند. این مراحل عبارتند از: ۱- رویش (ظهور اندام‌های هوایی)، ۲- رزت (۷-۸

برگی) ۳- ساقه‌دهی و ایجاد شاخه‌های فرعی، ۴- ظهور گل آذین (غنچه‌دهی)، ۵- باز شدن گل (گل‌دهی)، ۶- ظهور میوه و ۷- رسیدگی. از آن‌جاکه همه گیاهان کاشته شده در یک زمان وارد فاز جدیدی از رشد نمی‌شوند، به منظور ثبت مراحل پدیده‌شناسی ، ثبت مشاهدات و یادداشت‌برداری از زمان سبز شدن گیاه تا پایان رشد گیاه بصورت هفتگی بود و تا تیرماه ۱۳۹۵ ادامه داشت. بررسی و مشاهدات از ۶ کرتی که به منظور بررسی پدیده‌شناسی در نظر گرفته شد، انجام شد. طی ثبت ۷ مرحله پدیده‌شناسی دو گونه *Papaver*، به محض ورود اولین و آخرین گیاه به مرحله پدیده‌شناسی مورد نظر، زمان و درجه روز-رشد ثبت شد تا طول دوره بر اساس درجه روز-رشد تعیین شود. برای تعیین مراحل پدیده‌شناسی این دو گونه وو ثبت درجه روز-رشد سه مرحله در نظر گرفته شد: ۱- ورود به مرحله مورد نظر زمانی بود که ۲۵ درصد گیاهان مورد بررسی وارد آن مرحله شده بودند. ۲- خود مرحله زمانی محسوب می‌شد که ۵۰ درصد گیاهان وارد آن مرحله شده بودند. ۳- پایان مرحله زمانی بود که ۷۵ درصد گیاهان مورد بررسی این دوره را پشت سر گذاشته بودند (Cheresa *et al.*, 1995). با استفاده از اطّلاعات هواشناسی و همچنین تاریخ ثبت مراحل رشدی، براساس معادله استاندارد زیر، درجه روز-رشد (GDD) برای آغاز هر مرحله پدیده‌شناسی با کمک معادله ۱ محاسبه شد (Gorzin *et al.*, 2014):

$$GDD = \frac{\sum_{i=1}^{n}(T_{max}+T_{min})}{2} - T_b \quad \text{معادله (۱)}$$

در این معادله T_{max} حداکثر دمای روزانه و T_{min} حداقل دمای روزانه است، T_b دمای پایه جوانه‌زنی و رشد می‌باشد. برای محاسبه درجه روز-رشد مرحله سبز شدن از اطلاعات دمای خاک در معادله (۱) استفاده شد. با توجه به آزمایش‌های انجام شده دمای پایه برای *P. rhoeas* و *P. dubium* به‌ترتیب ۲/۸ و ۱/۲۸ درجه سانتی‌گراد درنظر گرفته شد (Golmohammadzadeh *et al.*, 2022). چنانچه درجه حرارت حداقل کمتر از درجه حرارت پایه بود، هیچ تجمع واحد حرارتی منظور نشد. به‌عبارتی دیگر، درجه روز-رشد برابر صفر درنظر گرفته شد. برای محاسبه درجه روز- رشد از برنامه GDD cal استفاده شد (Soltani and Maddah, 2010).

برای تعیین صفات مورفولوژی گیاه هشت مرحله نمونه‌برداری انجام شد. با درنظر گرفتن اثر حاشیه‌ای در هر مرحله از ۱۵ بوته در هر کرت نمونه‌برداری انجام شد، همچنین در هر مرحله، از ۳ کرت نمونه‌برداری انجام شد. صفات ارتفاع گیاه، تعداد برگ‌ها، وزن خشک گیاه و تعداد گل اندازه‌گیری شدند. هنگام جمع‌آوری بوته‌ها، ابتدا میوه‌های (کپسول) موجود در بوته‌ها شمارش و از گیاه جدا و سپس از هر بوته پنج میوه به طور تصادفی انتخاب و تعداد بذر آن شمارش شد. همچنین وزن هزاردانه برای هر دو گونه محاسبه شد. اولین نمونه‌برداری یک ماه بعد از کاشت (۲۱ آذر) و نمونه‌برداری‌های بعدی نیز به صورت ماهانه انجام شد و تا ۱۰ تیر ادامه داشت.

برای توصیف روند تغییرات ارتفاع، تعداد گل و تعداد کپسول از مدل لجستیک سه پارامتره استفاده شد (معادله ۲):

$$y = \frac{A_{max}}{1+\left(\frac{x}{X_{50}}\right)^b} \quad \text{معادله (۲)}$$

که در آن A_{max} حداکثر مقدار صفت مورد بررسی (ارتفاع، تعداد گل و تعداد کپسول)، b نشان‌دهنده شیب منحنی و X_{50} زمان تا ۵۰ درصد حداکثر تغییرات (GDD) می‌باشند.

برای توصیف روند تغییرات تعداد برگ و ماده خشک از مدل رگرسیون درجه دو استفاده شد (معادله ۳):

$$y = ax^2 + bx + c \quad \text{معادله (۳)}$$

که در آن x درجه روز-رشد و y مقدار صفت مربوطه می‌باشد (تعداد برگ و ماده خشک)، c عرض از مبدا و a و b ضرایب معادله هستند. برازش بین درجه روز-رشد و مراحل مختلف رشدی و تعیین مدل‌های مربوطه با استفاده از روابط رگرسیونی، از نرم‌افزار Sigmaplot (Ver, 12.5) استفاده شد.

نتایج و بحث

با توجه به مراحل رشد دو گونه شقایق، هفت مرحله پدیده‌شناسی در این دو گونه علف هرز مشاهده شد (جدول ۲). مراحل پدیده‌شناسی به مراحل سبز شدن (ظهور اندام‌های هوایی)، رزت، ساقه‌دهی، غنچه‌دهی (ظهور گل آذین)، گل‌دهی (باز شدن گل)، میوه‌دهی و رسیدگی تقسیم شد. طول دوره مراحل پدیده‌شناسی این دو گونه بر اساس تعداد روز و درجه روز- رشد مورد نیاز برای شروع هر مرحله پدیده‌شناسی در جدول ۲ نشان داده شده است.

نتایج بررسی مراحل پدیده‌شناسی گونه *P. rhoeas* نشان داد، طول دوره ظهور گیاهچه ۱۲ روز که بین صفر تا ۸۳/۷۵ درجه روز- رشد بود، به طول انجامید. با پایان این دوره، مرحله بعدی یعنی رزت آغاز شد. در مرحله رزت نخستین برگ حقیقی تولید می‌شود و افزایش برگ‌ها تا توقف رشد و شروع خواب زمستانه انجام می‌گیرد. در اواخر بهمن ماه سرما کاهش می‌یابد و شرایط رشد فراهم می‌شود، به‌طوری که گیاهان از حالت رزت خارج شده و ساقه گل‌دهنده تشکیل شد. در درجه روز- رشد ۸۱۲/۵ گیاه وارد مرحله زایشی یعنی غنچه‌دهی شد. در اواخر اسفند ماه با دریافت ۹۵۷/۸۷ درجه روز- رشد اولین گل ظاهر شد. وقتی این علف هرز ۱۵۸۵/۶۵ درجه روز- رشد دریافت کرد؛ اولین کپسول در آن تشکیل شد (جدول ۲).

جدول ۲- طول دوره رشد هر مرحله پدیده‌شناسی درصد ظهور مراحل پدیده‌شناسی دو گونه *P. rhoeas* و *P. dubium* براساس درجه روز-رشد

Table 2- The growth period of each phonological stage and emergence percentage of phonological stage of *P. rhoeas* and *P. dubium*

مراحل پدیده‌شناسی Phenology stages	*P. rhoeas*				*P. dubium*			
	25%*	50%	75%	طول مرحله رشدی Growth period (days)*	25%	50%	75%	طول مرحله رشدی Growth period** (days)
سبز شدن Emergence	81.32	90.34	95.45	12	93.57	99.98	104.87	14
رزت Rosette	116.615	298.77	465.98	61	107.715	356.98	498.56	54
ساقه‌دهی Stem elongation and branching	512.5	8778.54	1245.98	68	581.90	976.66	1411.82	72
غنچه‌دهی Blooming	812.5	1074.87	1387.98	36	881.90	1198.8	1278.98	39
گلدهی Flowering	957.87	1235.87	1989.98	46	1041.98	1432.98	2056.98	48
میوه‌دهی Fruiting	1585.65	1657.98	2010.87	28	1556.87	1803.762	2178.9	23
رسیدگی Maturity	1759.06	2100.6	2350.87	19	1723.56	2090.76	2266.23	21
کل Total	-	-	-	214	-	-	-	210

* ۲۵٪ ابتدای مرحله، ۵۰٪ اواسط مرحله، ۷۵٪ پایان مرحله

** بین برخی از دوره‌های مراحل رشد هم‌پوشانی وجود دارد.

*25% at the beginning of the stage, 50% mid-stage, 75% end of stage

** There was an overlap between some growth stage periods.

با توجه به جدول ۲ دوره رشدی گونه *P. dubium*، از سبز شدن تا پایان رسیدگی با کسب ۲۲۶۶/۲۳ درجه روز- رشد پایان می‌یابد. بوته‌ها در اوایل دی ماه وارد مرحله رزت شدند، این مرحله تا اواخر بهمن ادامه داشت و تعداد برگ‌ها به طور متوسط به ۸ برگ رسید و با نزول میانگین دما به ۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد عملاً رویش گیاه متوقف گردید. این روند ۵۴ روز ادامه داشت. در اواخر بهمن بوته‌ها وارد مرحله ساقه رفتن شدند که همزمان غنچه‌های گل‌آذین در منطقه رویشی گیاه مشخص شد. مرحله گلدهی با دریافت ۱۰۴۱/۹۸ درجه روز- رشد در اواخر اسفند شروع شد و تولید میوه از حدود اواسط گلدهی که همزمان به ۱۵۵۶/۸۷درجه روز- رشد بود آغاز شد (جدول ۲). نتایج این بررسی نشان داد، مرحله گلدهی در هر دو گونه طولانی می‌باشد که ۴۸ روز در گونه *P. dubium* و ۴۶ روز در گونه *P. rhoeas* به طول انجامید. این مدت طولانی در تولید گل و به طبع آن تولید میوه و ادامه آن تا اواخر خرداد نشان‌دهنده سازگاری ویژه و بالقوه این دو گونه علف هرز در تولید بذر می‌باشد، شایان ذکر است که بسیاری از علف‌های هرز دارای این ویژگی می‌باشند (Alm *et al.*, 1991).

باتوجه به نتایج، بوته‌های گونه *P. rhoeas* دارای برگ‌های متناوب با بریدگی‌های باریک، برگ‌های بالایی بدون دمبرگ و برگ‌های پایینی دارای دمبرگ می‌باشند (شکل ۲) و گونه *P. dubium* دارای برگ‌های دمبرگ‌دار و با قطعات سرنیزه‌ای شکل تا باریک و پوشیده از کرک‌های نرم و خوابیده هستند (شکل ۳). ساقه گونه *P. rhoeas* دارای شیرابه بی‌رنگ، ایستاده، پوشیده از کرک است اما ساقه در گونه *P. dubium* منشعب و در بخش‌های پائین کرک‌دار است و تراکم کرک‌ها در بخش‌های بالایی کمتر است. گل‌های این دو گونه شقایق به صورت منفرد به رنگ قرمز روشن و دارای ۴ گلبرگ هستند، گلبرگ‌ها دارای خال سیاه‌رنگ در قاعده هستند. کپسول گونه *P. rhoeas* بدون کرک و دارای ۸ تا ۱۲ شیار در انتها می‌باشد (شکل ۲) اما کپسول در گونه *P. dubium*، چماقی شکل، طول آن چندین برابر عرض و بدون پرز می‌باشد (شکل ۳).

بررسی ویژگی‌های مورفولوژیک در دو گونه *P. rhoeas* و *P. dubium* نشان داد که روند تغییرات ارتفاع بوته از یک روند سیگموئیدی تبعیت کرد (شکل ۴).

(A) (B) (C) (D)

شکل ۲- مراحل رشدی گیاه *P. rhoeas*، A) رزت، B) غنچه‌دهی، C) گلدهی و D) کپسول

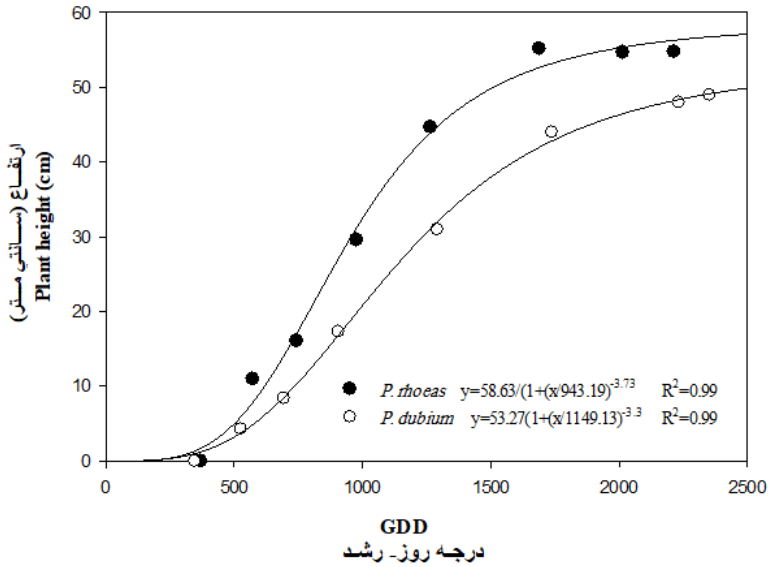
Figure 2- Growth stages of *P. rhoeas*, A) Rosette, B) budding, C) Flowering and D) Capsule

(A) (B) (C) (D)

شکل ۳- مراحل رشدی گیاه *P. dubium*، A) رزت، B) غنچه‌دهی، C) گلدهی و D) کپسول

Figure 3- Growth stages of *P. dubium*, A) Rosette, B) budding, C) Flowering and D) Capsule

به طوری که ارتفاع بوته در هر دو گونه پس از سبز شدن در ابتدا با سرعت کم تا دریافت زمان حرارتی برابر ۶۰۰ درجه روز- رشد و سپس با سرعت زیاد و به صورت خطی تا دریافت زمان حرارتی برابر ۱۵۰۰ درجه روز- رشد افزایش یافت. پس از تجمع ۱۵۰۰ درجه روز رشد دما در هر دو گونه سرعت افزایش ارتفاع کاهش یافت و منحنی رفته رفته به مرحله مجانب خود رسید. به‌علاوه، همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است، سرعت افزایش ارتفاع و ارتفاع نهایی بوته در گونه *P. rhoeas* بیشتر از گونه *P. dubium* بود.



شکل ۴- تغییرات ارتفاع در دو گونه *P. rhoeas* (دایره سیاه توپر) و *P. dubium* (دایره سیاه توخالی) بر اساس درجه روز- رشد

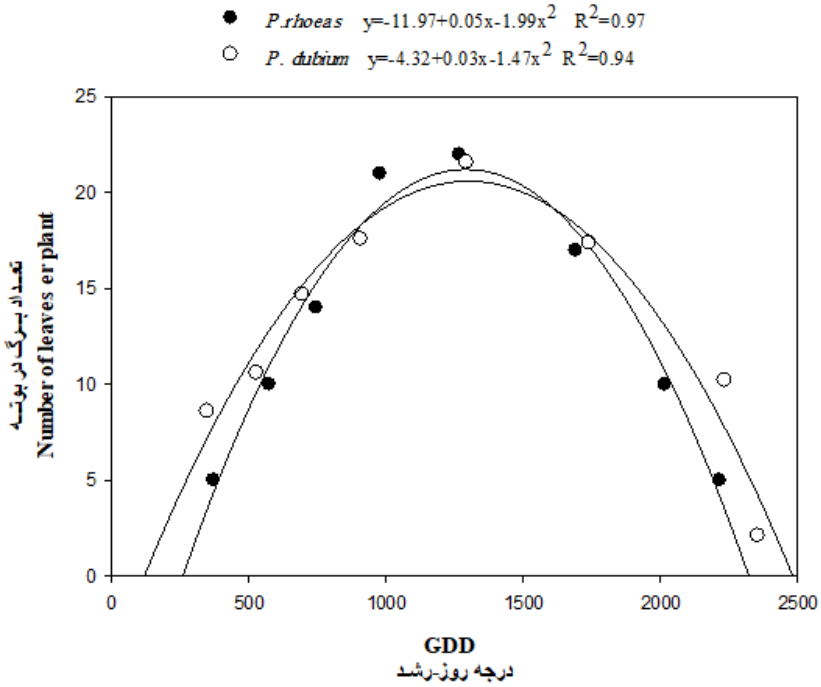
Figure 4- The height changes in (a) *P. rhoeas* (●) and (b) *P. dubium* (○) species according to GDD

روند تغییرات تعداد برگ و وزن خشک اندام هوایی در طول دوره رشد از منحنی درجه دوم تبعیت کردند (شکل ۵ و ۶). بر این اساس در هر دو گونه با افزایش تعداد درجه روز – رشد دریافتی از صفر تا ۱۰۰۰ درجه روز رشد تعداد برگ به صورت خطی افزایش یافت. از نظر تقویم زمانی این دوره همزمان با نیمه اول فروردین ماه بود؛ به عبارت دیگر با افزایش دما در بهار رشد رویشی آن افزایش پیدا کرد. با افزایش زمان حرارتی تجمعی به بیش از ۱۲۰۰ درجه‌روز– رشد، تعداد برگ در هر دو گونه کاهش یافت (شکل ۵). در واقع رشد رویشی کم و بیش متوقف شد، به نظر می‌رسد در این مرحله مواد غذایی بیشتر صرف رشد زایشی و رسیدگی میوه شد و بخش کمتری به رشد رویشی اختصاص یافت. با وجود اینکه تولید برگ پس از دریافت ۱۲۰۰ درجه روز رشد کاهش یافت، اما افزایش وزن خشک در هر دو گونه تا زمان دریافت ۱۵۰۰ درجه روز– رشد همچنان ادامه یافت، که این به دلیل عدم شروع ریزش برگ‌ها تا این زمان و شروع تولید غنچه و گل پس از دریافت ۱۰۰۰ درجه روز رشد در دو گونه مورد بررسی بود. در نهایت با شروع ریزش برگ‌ها با وجود افزایش تعداد گل، وزن خشک نیز شروع به کاهش کرد (شکل ۶).

گلدهی تقریباً پس از دریافت حدودا ۱۰۰۰ درجه روز– رشد شروع شد و سپس با یک روند سیگموئیدی در طول دوره رشد تغییر کرد. با دریافت ۱۰۰۰ درجه روز رشد در هر دو گونه مرحله خطی منحنی شروع شد و تولید گل تا دریافت حدود ۱۵۰۰ درجه روز– رشد با سرعت بالایی ادامه یافت. در هر دو گونه در اواخر دوره رشد تعدادی از گل‌ها به میوه تبدیل شدند و بسیاری از آن‌ها نیز خشک شده و از بین رفته بودند. به‌علاوه، سرعت افزایش تعداد گل و نیز حداکثر تعداد گل تولیدی در گونه *P. rhoeas* کمی بیشتر از گونه *P. dubium* بود (شکل ۷).

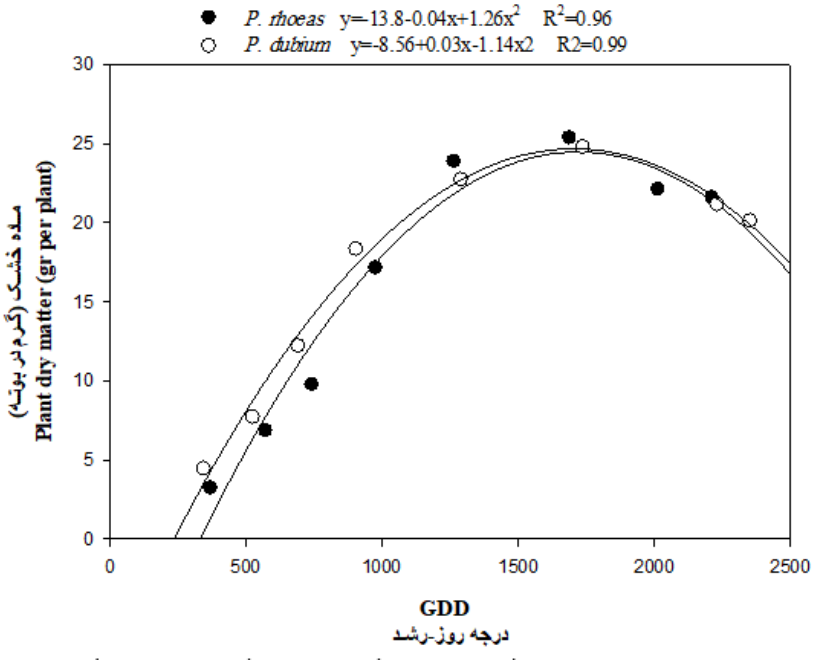
روند تغییرات تعداد کپسول نیز از یک منحنی سیگموئیدی تبعیت کرد، به طوری که در هر دو گونه پس از دریافت ۱۵۰۰ درجه روز– رشد دما تعداد کپسول افزایش یافت و با تجمع زمان حرارتی حدود ۲۱۰۰ درجه روز رشد تولید کپسول متوقف و منحنی به مرحله مجانب خود رسید. به‌علاوه، اختلاف قابل توجهی بین دو گونه از لحاظ سرعت تولید کپسول و یا حداکثر تعداد کپسول تولید شده مشاهده نشد (شکل ۸).

در گونه *P. rhoeas*، در پایان مرحله میوه دهی به طور متوسط هر بوته ۱۳ کپسول تولید کرد که میانگین تعداد بذر در هر کپسول ۳۸۶ عدد بود، یعنی هر بوته به طور متوسط ۵۰۰۰ بذر تولید می‌کند. همچنین، در گونه *P. dubium* هر بوته که وارد مرحله رشد زایشی شد به‌طور متوسط ۱۴ کپسول تولید کرد. میانگین تعداد بذر در هر کپسول ۴۲۳ عدد بود، می‌توان گفت هر بوته از این گونه به‌طور متوسط ۵۹۲۲ بذر تولید می‌کند. به‌طورکلی وزن هزار دانه دو گونه *P. rhoeas* و *P. dubium* به‌ترتیب ۰/۱۱ و ۰/۱۴ گرم بود.



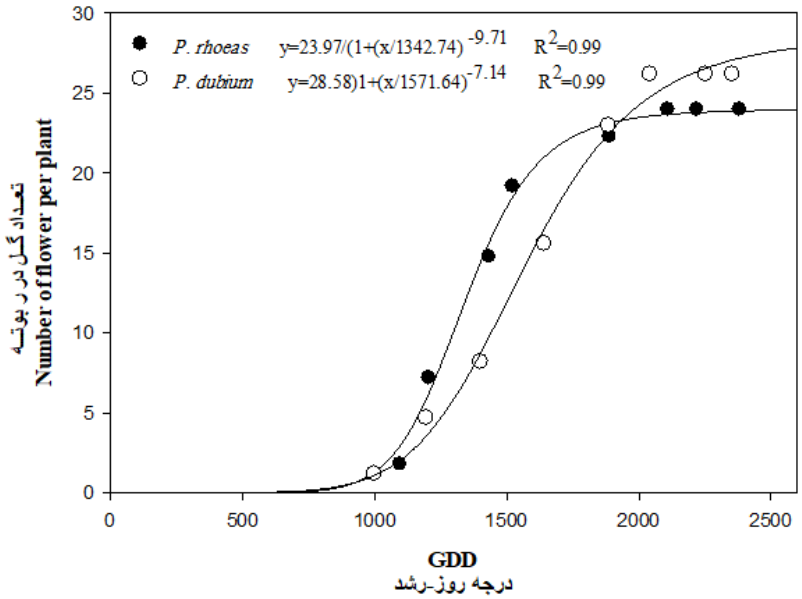
شکل ۵- تغییرات تعداد برگ در دو گونه *P. rhoeas* (دایره سیاه توپر) و *P. dubium* (دایره سیاه توخالی) بر اساس درجه روز–رشد

Figure 5– The number of leaves of (a) *P. rhoeas* (●) and (b) *P. dubium* (○) species according to GDD



شکل ۶- تغییرات ماده خشک در دو گونه *P. rhoeas* (دایره سیاه توپر) و *P. dubium* (دایره سیاه توخالی) بر اساس درجه روز-رشد

Figure 6– The dry matter of (a) *P. rhoeas* (●) and (b) *P. dubium* (○) species according to GDD

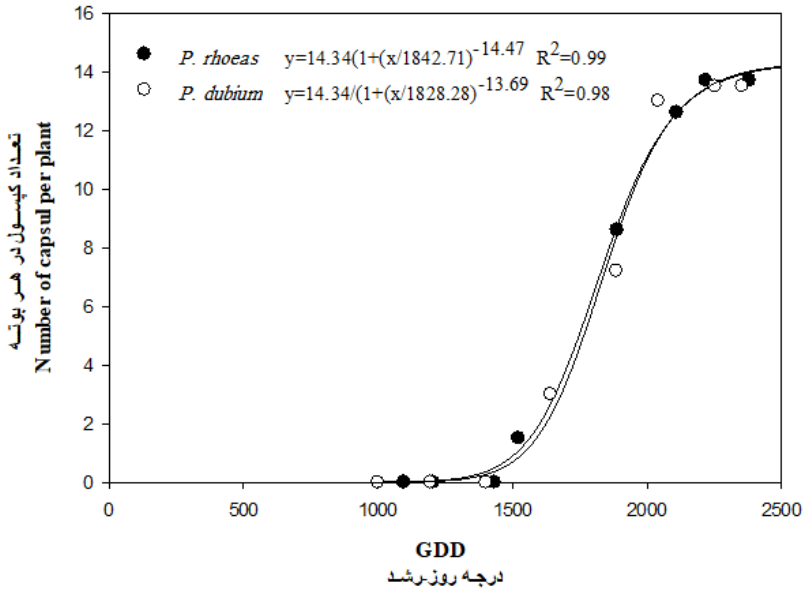


شکل ۷- تعداد گل دو گونه *P. rhoeas* (دایره سیاه توپر) و *P. dubium* (دایره سیاه تو خالی) بر اساس درجه روز-رشد

Figure 7– The flower number of (a) *P. rhoeas* (●) and (b) *P. dubium* (○) species according to GDD

بر اساس آنچه گفته شد، اختلاف قابل توجهی بین خصوصیات مورفولوژیک دو گونه مورد بررسی در شرایط محیطی یکسان مشاهده نشد و هر دو گیاه مراحل نموی خود را به صورت همزمان شروع و با سرعت تقریباً مشابهی به پایان رساندند. همچنین، مشخص شد که حداکثر رشد رویشی در هر دو گونه تا زمان دریافت ۱۵۰۰ درجه روز-رشد دما ادامه پیدا کرد. در هر دو گونه همزمانی رشد رویشی و زایشی نیز مشاهده شد، زیرا گلدهی از حدود ۱۰۰۰ درجه روز- رشد تجمع دما در دو گونه شروع شد (شکل ۷) که در این زمان تغییرات ارتفاع،

تعداد برگ و وزن خشک در مرحله خطی منحنی قرار داشتند (شکل ۴، ۵ و ۶) و با سرعت زیادی رو به افزایش بودند. در واقع، هم‌زمانی رشد رویشی و زایشی از ۱۰۰۰ تا حدود ۱۵۰۰ درجه روز رشد بود. این موضوع نشان دهنده این است که دو گونه از لحاظ تیپ رویشی در گروه گیاهان رشد نامحدود قرار دارند.



شکل ۸- تعداد کپسول در دو گونه *P. rhoeas* (دایره توپر) و *P. dubium* (دایره توخالی) بر اساس درجه روز-رشد

Figure 8– The flower number of (a) *P. rhoeas* (●) and (b) *P. dubium* (○) species according to GDD

پدیده‌شناسی علف‌های هرز یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده نتیجه رقابت علف‌هرز-گیاه زراعی است. به‌طورکلی مطالعات پدیده‌شناسی این امکان را ایجاد می‌کند که تخمین صحیح‌تر زمان رقابت علف‌های هرز و اثر آن‌ها روی عملکرد محصولات زراعی به خصوص در سیستم‌های زراعی امکان‌پذیر شود. با این شیوه می‌توان روش‌های کنترل مخصوص برای هر کدام را گسترش داد (Godoy *et al.*, 2009). آگاهی از وضعیت رویش علف‌های هرز در موفقیت اقدامات کنترلی از اهمیت بسزایی برخوردار است. کاربرد علف‌کش‌ها در زمان نامناسب، خیلی زود یا خیلی دیرهنگام، از جمله مهمترین عوامل کارایی پایین علف‌کش‌های پس‌رویشی به‌شمار می‌رود (Aleebrahi *et al.*, 2009). در صورتی که کاربرد علف‌کش پس‌رویشی خیلی زود صورت گیرد، علف‌های هرز رویش یافته پس از کاربرد علف‌کش تحت تأثیر عملیات کنترلی واقع نمی‌شوند، همچنین، در صورتی که کاربرد علف‌کش خیلی به تعویق بیفتد، بوته‌های علف هرز به دلیل اندازه بزرگ، کمتر تحت تأثیر علف‌کش قرار می‌گیرند و از سوی دیگر تا آن زمان نیز خسارت به بار می‌آورند. آگاهی از دوره زمانی رویش علف‌های هرز به شناسایی زمانبندی مناسب برای مدیریت علف‌های هرز کمک می‌نماید (Pahlavani *et al.*, 2007). به تعویق انداختن تاریخ کاشت از جمله روش‌های کاملاً عملی است که به طور موثری قادر به کنترل علف‌های هرز رویش یافته است.

البته موفقیت این روش به شرایط اقلیمی طی فصل پاییز و به خصوص رژیم بارش و دمای خاک و به تبع آن رویش بذر از بانک بذر وابسته است.

نتایج این بررسی نشان داد که دو گونه *P. dubium* و *P. rhoeas* علف‌های هرزی با دوره رشد طولانی هستند. دوره زندگی این دو گونه با جوانه‌زنی در پاییز آغاز و با تولید بذر در اواخر خرداد سال بعد پایان می‌یابد. مرحله گلدهی تقریباً از اواخر اسفند آغاز می‌گردد. گلدهی در دو گونه در یک زمان انجام نمی‌شود و به تدریج این مرحله طی شده تا اینکه تقریباً تا اواسط خرداد تمام آن‌ها به گل می‌نشینند. زمان میوه‌دهی نیز متغیر است، به‌طورکلی تا اواخر خرداد میوه‌دهی کامل انجام شد. زمان رسیدن بذر این دو گونه از اواسط خرداد ماه شروع می‌شود و تا پایان دهه اول تیر ماه ادامه می‌یابد. احتمال دارد همزمانی رسیدگی بذرهای این دو گونه شقایق و رسیدگی گندم، سبب آلودگی محصول گندم در زمان برداشت شود، همچنین باز شدن کپسول و ریزش بذرها سبب افزایش بانک بذر این دو گونه در مزارع می‌شود. علاوه بر این کشت بذر گندم آلوده به بذر این علف‌های هرز ، سبب انتشار و آلودگی مزارع به این دو گونه علف هرز در سال‌های بعد می‌شود. طول مراحل رویشی این علف هرز زیاد و به تولید شاخ و برگ اختصاص داده می‌شود. تولید شاخ و برگ زیاد و رشد نسبی بالا، در مرحله رویشی باعث افزایش رقابت علف هرز با

گیاه زراعی می‌شود. بررسی اطلاعات آب و هوایی (بارندگی، درجه حرارت و نوع اقلیم) منطقه نشان می‌دهد که میزان بارندگی حدود ۸۵۱ میلی‌متر و درجه حرارت متوسط سالانه حدود ۲۱/۴ می‌تواند به عنوان یکی از رویشگاه‌های دو گونه علف هرز مطرح باشد.

با بررسی مراحل رشد این دو گونه مشخص می‌شود که طولانی‌ترین مرحله زندگی این دو گونه علف هرز دوره رویشی آن می‌باشد. بیشترین دوره رویشی آن در فصل بهار صورت می‌گیرد و این روند در اواخر بهار کاهش می‌یابد. همچنین، میزان گلدهی آن ابتدا بالاست، اما به تدریج کاهش می‌یابد و در خرداد ماه به حداقل خود می‌رسد. از ویژگی‌های این دو گونه تولید بذر زیاد می‌باشد. بر اساس یادداشت‌برداری‌های هفتگی میانگین گل‌های باز شده از هر بوته ۱۷ عدد و میانگین تعداد کپسول ۱۴ عدد بود. بر پایه شناخت کامل از مراحل مختلف پدیده‌شناسی دو گونه علف هرز می‌توان نسبت به برنامه‌ریزی جهت اعمال مدیریت صحیح اقدام نمود. به منظور جلوگیری از تولید بذر و گسترش بیشتر این دو گونه، کنترل در مرحله قبل از تولید گل، به‌عنوان مناسب‌ترین زمان کنترل توصیه می‌شود. لذا، این دو گونه باید قبل از تولید گل، کنترل شوند تا بذر آن وارد بانک بذر نشود، چرا که بذر آن از عوامل ایجاد آلودگی در مزرعه محسوب می‌شود.

منابع

1. Aleebrahim, M.T., Meyghani, F., Rashed Mohassel, M.H., & Baghestani, M.A. (2009). Study of phenology in Russian knapweed (*Acropilton repens*) based on growing day degree. *Applied Entomology and Phytopathology 77*(2): 119-136. (In Persian with English abstract)
2. Alm, D.M., Mc Giffen, M.E., & Hesketh, J.D. (1991). *Weed Phenology*. Eds. Hodges T. Predicting Crop Phenology. Boca Raton FL USA: CRC Press. 191-218.
3. Azimi Motem, F., Carapetian, J., BakhshiKhaniki, G., & Talai, R. (2010). Karyotypic characterics of several Papaver species in Ardabil province. *Iranian Journal of Plant Biology 1*(3): 77-90. (In Persian)
4. Baskin, C.C., Milberg, P., Andersson, L., & Baskin, J.M. (2002). Non-deep simple morphophysiological dormancy in seeds of the facultative winter annual *Papaver rhoeas*. *Weed Research* 42: 194–202. https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2002.00275.x.
5. Berti, A., Sattin, M., Baldoni, G., Del Pino, A.M., Ferrero, A., Monterro, P., Tel, F., Viggiani, P., & Zanin, G. (2008). Relationships between crop yield and weed time of emergence/removal: modelling and parameter stability across environments. *Weed Research* 48: 378-388. https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2008.00628.x.
6. 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. https://doi.org/10.1614/WS-D-11-00204.1.
7. Dincer, I., Midilli, A., Hepbasli, A., & Karakoc, T.H. (2010). *Global warming: engineering solutions*. green energy and technology. Springer: Boston MA. 699 pp.
8. Chersa, C.M., & Holt J.S. (1995). Using phenology prediction in weed management: a review. *Weed Research 35*(6): 461-470.
9. Godoy, O., Richardson, D.M., Valladares, F., & Castro-Diez P. (2009). Flowering phenology of invasive alien plant species compared with native species in three Mediterranean-type ecosystems. *Annals Botany* 103: 485-494. https://doi.org/10.1093/aob/mcn232.
10. Golmohammadzadeh, S., Zaefarian, F., Rezvani, M., & Chauhan, B.S. (2022). Quantifying cardinal temperatures and thermal time for seed germination of *Papaver dubium* and *P. rhoeas*. *Plant Ecology and Diversity* 15: 67-76. https://doi.org/10.1080/17550874.2022.2088423.
11. Golmohammadzadeh, S., Zaefarian, F., & Rezvani M. (2020). Priming techniques, germination and seedling emergence in two Papaver species (*P. rhoeas* L. and *P. dubium* L., *Papaveraceae*). *Brazilian Journal of Botany* 43: 503-512. https://doi.org/10.1007/s40415-020-00629-0.
12. Gorzin, M., GhaderiFar, F., Zainali, E., & Razavi, S.E. (2014). Effect of the length of various developmental periods on soybean yield and yield components. *Electronic Journal of Crop Production 8*(1): 21-41. (In Persian with English abstract)
13. Heap, I. (2021). International survey of herbicide resistant weeds. Available in: http:// www.weedscience.org (visited 15 September 2021).
14. Izquierdo, J., González-Andújar, J.L., Bastida, F., & Lezaún, J.A. (2009). A thermal time model to predict corn poppy (*Papaver rhoeas*) emergence in cereal fields. *Weed Science* 57: 660-664. https://doi.org/10.1614/WS-09-043.1.
15. Karlsson, L.M., & Milberg, P. (2007). A comparative study of germination ecology of four *Papaver* taxa. *Annals Botany* 99: 935-946. https://www.jstor.org/stable/26420688.
16. Pahlavani, A.H., Meyghani, F., Rashed Mohassel, M.H., & Baghestani, M.A. (2007). Study of swallow wort (*Cynanchum acutum* L.) phenology stages. *Pajouhesh and Sazandegi* 76: 16-24. (In Persian with English abstract)
17. Rashed Mohasel, M.H., Najafi, H., & Akbarzade, M.D. (2001). *Biology and weed control*. Ferdowsi Mashhad

University Publishing, Mashhad, Iran. 404 Pp. (In Persian)
18. Rastegar, M.A. (2007). *Weed and control mothods*. University Publication Center. 412 pp.
19. Rola, H., Domaradzki, K., Kaczmarek, S., & Kapeluszny, J. (2013). Significance of thresholds in integrated methods of weeding regulation in cereals. Prog. *Plant Protection* 53: 96-104.
20. Sohrabi, S., Gherekhloo, J., Kamkar, B., Ghanbari, A., & Rashed Mohassel, M.H. (2016). The phenology and seed production of *Cucumis melo* as an invasive weed in northern Iran. *Australian Journal of Botany* 64: 227-234. http://dx.doi.org/10.1071/BT15256.
21. Soltani, A., & Maddah, V. (2010). *Simple applications for teaching and research in agronomy*. Ecological Society of Shahid Beheshti University Press. 80 pp.
22. Torra, J., Cirujeda, A., Taberner, A., & Recasens, J. (2010). Evaluation of herbicides to manage herbicide-resistant corn poppy (*Papaver rhoeas*) in winter cereals. *Crop Protection* 29: 731-736.
23. Torra, J., & Recasens J. (2008). Demography of corn poppy (*Papaver rhoeas*) in relation to emergence time and crop competition. *Weed Science* 56: 826-833. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.02.011.
24. Ziska, L.H., & Dukes, J.S. (2011). *Weed biology and climate change*. Blackwell Publishing Ltd. USA. 248 pp.