Iranian Journal of Weed Science
Vol 16, No 2, 2020 (17-25)
DOI: 10.22092/IJWS.2020.1602.1308

مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۶، شمارهٔ ۲، ۱۳۹۹ (ص ۲۵-۱۷)

بررسی فنولوژی علف‌هرز ماستونک (*Torilis arvensis*) بر اساس درجه روز-رشد در شهرستان کرمانشاه

رضوان پیامنی[۱]، ایرج نصرتی*[۲]، معصومه عامریان[۳]
۱، ۲، ۳. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیارگروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۶ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۸/۱۸)

چکیده

ماستونک با نام علمی *Torilis arvensis* علف‌هرزی یک‌ساله و متعلق به خانواده چتریان است و به‌عنوان علف‌هرز محصولات تابستانه در ایران شناخته می‌شود که فنولوژی آن تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته است. درنتیجه برای بررسی فنولوژی این علف‌هرز، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه انجام شد. بذرها از اول اسفند ۱۳۹۶ تا هشتم خرداد ماه سال ۱۳۹۷ و هر دو هفته یکبار، بذرهای این علف‌هرز کشت شدند. از زمان سبز شدن تا پایان بذردهی، مراحل فنولوژی از جمله سبز شدن، به‌ساقه رفتن، گلدهی، شروع و پایان بذردهی ثبت شد. نتایج نشان داد که کوتاه‌ترین و طولانی‌ترین مراحل رشدی این علف‌هرز از نظر زمانی به‌ترتیب گلدهی تا شروع بذردهی (۷/۶روز) و سبز شدن تا به‌ساقه رفتن (۵۰/۴ روز) بود. هم‌چنین نتایج نشان داد که ماستونک، علف‌هرزی بهاره است که مراحل فنولوژیکی خود را طی ۱۷۸ روز، از ۱۵ اسفند ۱۳۹۶ تا ۸ شهریور ۱۳۹۷ (معادل ۱۹۷۵/۶ درجه روز-رشد) به پایان می‌رساند. نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که بهترین زمان کنترل این علف‌هرز، اواخر فصل بهار (قبل از شروع مرحله گلدهی) است.

کلمات کلیدی: حوادث زیستی، راهبردهای غیر شیمیایی، زیست گردی، درجه روز-رشد.

Phenology of hedge parsley *(Torilis arvensis*) based on growing day degree in Kermanshah

Rezvan Payamani[1], Iraj Nosratti*[1] and Masoomeh Amerian[1]
1. Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Science and Agriculture Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran.

(Received: December 7, 2018 - Accepted: November 9, 2019)

ABSTRACT

Hedge parsley (*Torilis arvensis*) is an annual weed from Apiaceae family, which is considered as a weed of summer crops in Iran. This experiment was conducted to investigate the phenology of this weed at the research farm of the Faculty of Agriculture, Razi University of Kermanshah. Weed seeds were cultivated every two weeks from February 21, 2018 to May 1, 2018. The phenological stages were recorded from emergence to the end of seeding stage, including emergence, stemming, flowering and starting and completing the seeding. At the end of the experiment, the period of each phenological stage was calculated based on the day and the growing degree day. The results showed that the shortest and longest stages of development of this weed were from flowering to starting the seeding (7.6 days) and emergence to stemming (50.4 days). The results also showed that *Torilis arvensis* is a spring weed that completes its phonological stages in 178 days (equal to 1975.6 growing degree days). The results show that the best time to control this weed is late spring (before flowering).

Keywords: Biological events, biodistribution, GDD, non-chemical strategies.

* Corresponding author E-mail: Iraj.nosratti@razi.ac.ir

مقدمه

علف‌های‌هرز، منابعی مانند نور، آب و مواد مغذی را محدود می‌کنند و بر رشد و عملکرد محصول تأثیر منفی می‌گذارند. شدت و مدت زمان رقابت علف‌های هرز، عملکرد محصول را به میزان زیادی کاهش می‌دهد (Swanton *et al*., 2015). علف‌کش‌ها، ابزار غالب مورد استفاده برای کنترل علف‌های‌هرز در کشاورزی در سطح جهانی هستند و فروش سالانه علف‌کش‌ها در جهان، حدود ۲۷ میلیارد دلار تخمین زده می‌شود (Kraehmer *et al*., 2012). وابستگی بیش از حد سیستم‌های کشاورزی به علف‌کش‌ها موجب افزایش رشد جمعیت علف‌های‌هرز مقاوم به علف‌کش می‌شود (Heap, 2014). فنولوژی در لغت، از کلمه Phenomenology به‌معنی پدیده‌شناسی گرفته شده است. در طول زندگی گیاه، پدیده‌های مهمی مانند جوانه‌زنی بذر، رشد رویشی، تشکیل میوه و انتشار بذر وجود دارد. مطالعه و بررسی تاریخ و زمان این وقایع، فنولوژی نام دارد (Modirshanechi, 1993). به‌عبارتی، فنولوژی یا زیست‌گردی، شاخه‌ای از علوم است که به روابط بین اقلیم و تغییرات فصلی با حوادث زیستی متناوب می‌پردازد. این تغییرات، شامل تغییر در نور، دما و سایر عوامل کنترل کننده زندگی گیاه است (Carlson *et al*., 2007). فنولوژی علف‌هرز، از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده نتیجه‌ی رقابت گیاه زراعی و علف‌هرز است؛ به‌این صورت که مطالعه فنولوژی، تخمین درستی از زمان رقابت علف‌هرز و اثری که بر عملکرد محصول زراعی دارد، میسر می‌کند (Aleebrahim, 2005). زمان رسیدن به ظهور، رشد و تکثیر جنسی برای موفقیت علف‌های هرز مهاجم بسیار مهم است (Menzel *et al*., 2006). نتایج نشان می‌دهد زمان‌بندی رویدادهای بیولوژیکی، توسط آب و هوا کنترل می‌شود (kington, 1974). فنولوژی گیاهی نیز به‌شدت توسط عوامل آب و هوایی کنترل می‌شود و در نتیجه، یکی از قابل اعتمادترین شاخص‌های زیستی تغییرات آب و هوایی است (Sohrabi *et al*., 2016). فنولوژی علف‌هرز با تعامل بین عوامل داخلی گیاه با سیگنال‌های زیست محیطی خارجی مانند دما، طول روز و خشکی تعیین می‌شود. مراحل فنولوژیکی و ویژگی‌های آن‌ها، برای طراحی و اجرای روش‌های مدیریت علف‌های‌هرز بسیار مهم است (Dincer *et al*., 2010). شناخت پدیده‌های ظهور علف‌های هرز در برنامه‌ریزی‌های کنترلی مانند برنامه‌های کاربردی علف‌کش یا راهبرد-های غیرشیمیایی مهم است (Bullied *et al*., 2003). در مطالعه‌ای مشخص شده است که مبارزه شیمیایی با علف‌هرز یولاف وحشی (*Avena fatua*) در مرحله-ی ساقه‌دهی گندم، علاوه بر کنترل علف‌هرز، صدمه چندانی هم به گندم وارد نمی‌کند (Kon *et al*., 2007). دمای محیط، شدت نور و دوره نوری، سه عامل مهم مؤثر بر فنولوژی گیاه می‌باشند (Parks *et al*., 1995). البته درجه حرارت به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل برای فنولوژی گیاه شناخته شده است (Cave *et al*., 2013). درجه‌ی روز–رشد[1]، بیانگر واحدهای حرارتی تجمع یافته توسط یک گیاه در طی یک دوره زمانی است. در محاسبه درجه روز–رشد، دماهای بالا (دما-های بالاتر از تحمل فیزیولوژیکی گیاه) و دماهای پایین (دماهای پایین‌تر از درجه حرارت پایه‌ی گیاه) مورد استفاده قرار نمی‌گیرند (Tamson *et al*., 2004).

ماستونک با نام علمی *Torilis arvensis* (Huds.) Link subsp. heterophylla (Guss.) Thell. علف‌هرزی یک‌ساله و بومی آسیای غربی (Davis, 1972) است که محصولات تابستانی را در ایران آلوده

[1] Growth degree day (GDD)

می‌کند (Veysi *et al*., 2014). ماستونک به عنوان علف‌هرز محصولات تابستانی مانند گیاهان خانواده چتریان[۱] از جمله گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)، هویج (*Daucus carota* L.)، جعفری (*Petroselinum crispum* L.)، کرفس (*Apium graveolens* L.) و زیره (*Cuminum cyminum* L.) به حساب می‌آید (Ahmadi *et al*., 2013) و به علت عدم استفاده از کنترل شیمیایی، جمعیت آن در ایران در محصولات خانواده چتریان افزایش یافته است (Ivens *et al*., 1951).

آگاهی از زمان دقیق رویش علف‌هرز، مطابق با شرایط آب و هوایی منطقه و هم‌چنین اطلاع از فواصل زمانی مراحل رشدی می‌تواند در کنترل هر چه بهتر این علف‌هرز مؤثر باشد؛ چرا که با در دست داشتن اطلاعات دقیق مراحل رشدی، می‌توان زمان کاشت محصولات هم‌خانواده‌ی این علف‌هرز که امکان رقابت با آن‌ها دارد را مدیریت کرد و از این طریق، از قدرت رقابت این علف‌هرز کاست. هم‌چنین کاربرد علف‌کش در بهترین مرحله از رشد علف‌هرز، از دیگر فواید دستیابی به اطلاعات دقیق فنولوژی علف‌هرز است زیرا یکی از مکانیسم‌های انتخابی عمل کردن علف‌کش‌ها، زمان کاربرد و توجه به مرحله فنولوژیکی علف‌هرز و محصول است. حساسیت بسیاری از علف‌های‌هرز به علف‌کش‌ها، با افزایش سن کاهش می‌یابد (Aldrich & Kremer, 1997).

مواد و روش‌ها

تعیین مراحل مختلف فنولوژی علف‌هرز ماستونک، در شهرستان کرمانشاه با طول جغرافیایی ٤٧ درجه و شش دقیقه و ۲۰ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ٣٤ درجه و ۱۹ دقیقه و ۱۷ ثانیه شمالی و ۱۳۲٤ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد.

بذرها پس از بلوغ کامل، بذرهای علف‌هرز در آبان ماه دو سال متوالی (۱۳۹۵ و ۱۳۹٦) از ۳۰۰ گیاه در ۱۰ ناحیه از مزارع دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی جمع‌آوری شد. بذرها قبل از شروع آزمایش‌ها، برای کاهش خواب بذر و افزایش جوانه-زنی، بذرها به مدت دو ماه و ، در دمای اتاق (۲ ±۲۱ درجه‌ی سانتی‌گراد) نگه‌داری شدند. متوسط وزن ۱۰۰ دانه بذرها پرزدار و بذرها بدون پرز ماستونک، به -ترتیب ۰/۱٦۸ و ۰/۱۱۹گرم بود.

پس از تسطیح زمین، کشت بذرها (۱۰۰ عدد بذر از هر دو شکل پرزدار و بدون پرز)، از یک اسفند ماه سال ۱۳۹٦ آغاز شد و تا هشت خرداد ماه سال ۱۳۹۷، با فاصله هر دو هفته یک‌بار ادامه داشت (هشت تاریخ کاشت). برای هر تاریخ کاشت، یک کرت با سه خط کشت در نظر گرفته شد. با توجه به نتایج آزمایشات قبل (Payamani *et al*., 2018)، بهترین جوانه‌زنی در سطح خاک بود؛ بنابراین کشت بذرها به صورت سطحی انجام شد. از آن‌جاکه این علف‌هرز به خشکی حساس است (Payamani *et al*., 2018) و بیشتر در اراضی آبی یافت می‌شود، با آبیاری به موقع و با برنامه، شرایطی مناسب و مشابه شرایط طبیعی برای رشد این علف‌هرز فراهم شد. پس از کاشت، دوره‌های نموی در طول دوره‌ی رشد، به صورت منظم بررسی شد. تمام بوته‌های موجود در کرت، معیار سنجش بودند و زمانی‌که ۵۰ درصد بوته‌ها وارد فاز جدید می‌شدند، به عنوان زمان رسیدن به این مرحله در نظر گرفته می‌شد (Nikfam *et al*., 2013). این دوره‌ها عبارت بودند از: سبز شدن، به‌ساقه رفتن، گلدهی و شروع و پایان بذردهی. زمانی که ۷۵ درصد بوته‌ها به بذر می‌رفتند، به عنوان زمان پایان بذردهی در نظر گرفته شد (Al-e-Ebrahim *et al*., 2009).

[۱] Apiaceae

بررسی مراحل فنولوژی، هم‌زمان با کاشت بذرها در کرت‌هایی به ابعاد یک متر در یک مترآغاز شد و تا پایان دوره رشد یعنی پایان بذردهی ادامه داشت.بذرها لازم به یادآوری است که با این که علف‌هرز ماستونک، دو شکل بذر در یک چتر تولید می‌کند و بذر درونی با پرزهای ظریف و بذر بیرونی با پرزهای متراکم و ضخیم پوشیده شده است (Meyer, 1987)، اما براساس پیش آزمایشاتی انجام شده، گیاهچه‌ی تولیدی از هر دو شکل بذر، به یک شکل بودند و مراحل رشد و نمو را به صورت هم‌زمان طی کردند (Pavamani *et al*., 2018)؛ بنابراین از هر دو شکل بذر به میزان یک‌سان برای کاشت استفاده شد. پس از کاشت بذرها و برای بررسی ظهور تجمعی، بذرهای جوانه‌زده به صورت مرتب و دو بار در هفته بعد از تاریخ کاشت شمارش شدند. از آن جاکه همه گیاهان کاشته شده در یک زمان وارد فاز جدیدی از رشد نمی‌شوند، زمین دو بار در هفته بازدید شد و در هر بار، زمان استقرار ۵۰ درصد از بوته‌ها ثبت شد. هنگامی که ۲۵ و ۷۵ درصد گیاهان مربوط به هر تاریخ کاشت وارد مرحله‌ی بذردهی شدند آن زمان به‌ترتیب به‌عنوان مرحله شروع و پایان بذردهی در نظر گرفته شد. برای تعیین مراحل فنولوژی، دمای پایه و دمای حداقل و حداکثر روزانه ضروری می‌باشد. بر اساس آزمایشات انجام شده، دمای پایه این علف هرز (Tb) ۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد است (Payamani *et al*., 2018). هم‌چنین اطلاعات مربوط به دمای حداقل و حداکثر روزانه، از ایستگاه سینوپتیک شهرستان کرمانشاه به‌دست آمد و از طریق فرمول زیر (Russele *et al*., 1984)، درجه روز–رشد برای همه مراحل تعیین شد.

$$GDD=\left[\sum_{i=1}^{n}\frac{(T_{max}+T_{min})}{2}-Tb\right]$$

که در این رابطه: n، تعداد روزهای رشد؛ T_{min} و T_{max}، به‌ترتیب دمای حداقل و حداکثر روزانه؛ Tb، دمای پایه علف‌هرز و GDD، درجه روز–رشد می‌باشد. در پایان، محاسبات آماری توسط نرم افزار اکسل انجام شد.

نتایج و بحث

اولین گیاهان، از بذرهای کاشته شده در پانزدهم اسفند ماه (دومین تاریخ کاشت)، سبز شدند و بذرهای کاشته شده در مرحله اول (یکم اسفند ماه) و مرحله هفتم و هشتم (۲۵ اردیبهشت و ۸ خرداد ماه ۱۳۹۷) سبز نشدند (جدول ۱).

جدول ۱- تاریخ وقوع مراحل فنولوژی علف‌هرز ماستونک

Table 1. Date of the phenological stages of *Torilis arvensis*

Sowing date	Sowing turns	Emergence	Stem elongation	Flowering	Start seeding	Complete seeding
2018.3.6	Second	2018.4.14	2018.6.15	2018.7.4	2018.7.11	2018.8.10
2018.3.20	Third	2018.4.19	2018.6.23	2018.7.22	2018.7.26	2018.8.25
2018.4.3	Fourth	2018.4.21	2018.6.28	2018.7.16	2018.4.25	2018.8.25
2018.4.17	Fifth	2018.5.5	2108.7.5	2018.7.21	2018.7.30	2018.8.27
2018.5.1	Sixth	2018.5.20	2018.7.11	2018.7.25	2018.8.2	2018.8.30

طبق داده‌های هواشناسی، به ترتیب پایین و بالاتر بودن دمای هوا در این دو تاریخ کاشت نسبت به صفر فیزیولوژیک ماستونک، دلیل این امر می‌باشد. ماستونک علف‌هرزی بهاره با دمای پایه ۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد است که دوره‌ی رشد خود را طی ۱۴۱/۶ روز (میانگین مجموع روزهای رشد) به پایان می-

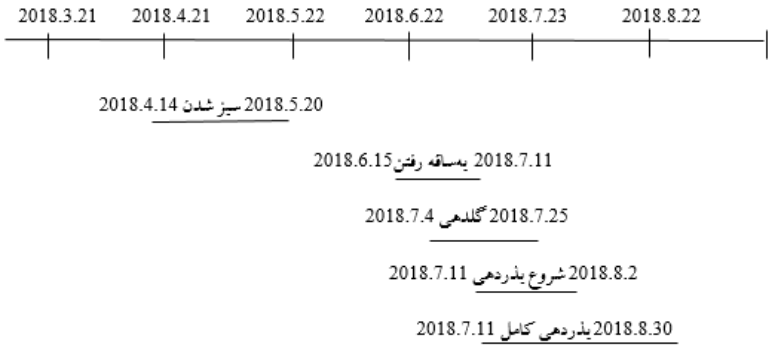
رساند (جدول ۲).

جدول ۲- طول دوره مراحل فنولوژی علف‌هرز ماستونک

Table 3. Duration of *Torilis arvensis* phenological stages

Period duration (day)						
Sowing date	Sowing to emergence	emergence to stem elongation	stem elongation to flowering	flowering to the Starting of seeding	Completing the seeding	Sum of growth days
2018.3.6	41	62	19	8	30	160
2018.3.20	31	63	28	5	29	156
2018.4.3	18	66	18	8	31	141
2018.4.17	18	60	16	9	28	131
2018.5.1	19	51	14	8	28	120
Average	27.4	50.4	19.6	7.6	29.2	141.6

سبز شدن ماستونک به‌طور متوسط طی ۲۷/٤ روز (جدول ۲) و با کسب ۱۰۱/۸۷ درجه‌ی روز–رشد (جدول ۳) کامل شد که کوتاه‌ترین مرحله رشد از لحاظ میزان درجه روز–رشد دریافتی بود. در همه تاریخ‌های کاشت، به‌ساقه رفتن گیاهان، به طور میانگین دو ماه پس از سبز شدن طول کشید که از نظر دوره رشد، طولانی‌ترین مرحله (از آغاز یک مرحله تا آغاز مرحله بعد) به حساب می‌آید. کوتاه‌ترین مرحله از نظر طول دوره، مربوط به دوره گلدهی تا شروع بذردهی است (جدول ۲) و این نشان می‌دهد که با کسب درجه روز–رشد مورد نیاز (جدول ٤)، طی مدت کوتاهی پس از گلدهی و به شرط وجود درجه حرارت کافی، این علف‌هرز به بذر می‌رود. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که این علف‌هرز، مرحله شروع تا پایان بذردهی را طی یک ماه به انجام می‌رساند. به طور میانگین، از شروع سبز شدن تا بذردهی کامل این علف‌هرز، ۱٤۱/٦ روز طول می‌کشد (جدول ۲، شکل ۱).



شکل۱- مراحل فنولوژی علف‌هرز ماستونک بر اساس تقویم زمانی

Fig 1. Phenological stages of *Torilis arvensis* based on time calendar

نتایج نشان می‌دهد که علف‌هرز ماستونک به‌طور میانگین پس ازگذشت ۲۷/٤ ، ۸۵/٤ ، ۱۰٤، ۱۱٦/٤ و ۱٤۱/٦ روز، به‌ترتیب مراحل سبز شدن، به‌ساقه رفتن، گلدهی، شروع و پایان بذردهی را پشت سر می‌گذارد (جدول ۳) که در هر مرحله، میزان مشخصی از درجه روز–رشد را تحت عنوان درجه روز–رشد تجمعی دریافت کرده است (شکل۲).

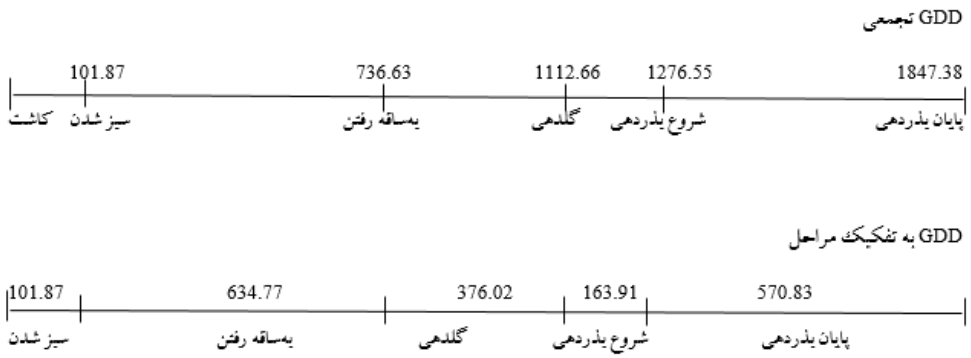
بررسی مراحل رشدی علف‌هرز ماستونک در تمام تاریخ‌های کاشت نشان می‌دهد که این علف هرز قادر به سبز شدن از اواخر فروردین ماه تا اواخر اردیبهشت است و پس از آن، به علت بالا بودن دمای هوا در تاریخ کاشت هفتم و هشتم (۲۵ اردیبهشت و ۸ خرداد)، بذری سبز نشد (شکل ۱). همانطور که در

شکل ۱ مشاهده می‌شود، برخی از مراحل رشدی این علف‌هرز، با یکدیگر تداخل دارند؛ به‌عنوان مثال و در حالی که برخی از گیاهان در مرحله گلدهی به سر می‌برند، برخی دیگر مرحله به ساقه رفتن را پشت سر می‌گذارند و یا این که برخی از گیاهان شروع به بذر-دهی کرده و هم‌زمان برخی دیگر در مرحله به‌ساقه رفتن و یا گلدهی می‌باشند (شکل ۱) که این فرآیندی جهت بقای این علف‌هرز است؛ چرا که گیاه فرصت بیشتری برای تولید بذر دارد.

جدول۳- طول دوره تجمعی مراحل فنولوژی علف هرز ماستونک

Table 3. Duration of *Torilis arvensis* phenological stages

Period duration (day)					
Sowing date	Sowing to emergence	Sowing to stem elongation	Sowing to flowering	Sowing to the Starting of the seeding	Sowing to completing the seeding
2018.3.6	41	103	122	130	160
2018.3.20	31	94	122	127	156
2018.4.3	18	84	102	110	141
2018.4.17	18	78	94	103	131
2018.5.1	19	70	84	112	120
Average	27.4	85.4	104	116.4	141.6



شکل۲. مراحل فنولوژی علف هرز ماستونک بر اساس درجه روز-رشد

Fig 2. Phenological stages of *Torilis arvensis* based on growth degree day

آگاهی از زمان دقیق از مراحل رشدی این علف‌هرز، برای کنترل هرچه بهتر آن ضروری می‌باشد اما این روش به تنهایی کافی نیست و دلیل برتری روش محاسبه درجه‌ی روز-رشد نسبت به تقویم زمانی، آگاهی از درجه حرارت مورد نیاز علف‌هرز، برای طی کردن مراحل رشد و نمو می‌باشد. تلفیق درجه حرارت و زمان در محاسبه درجه‌ی روز-رشد، دلیل برتری آن نسبت به تقویم زمانی در پیش‌بینی مراحل فنولوژیکی است (Romo & Eddleman, 1995). همانطور که در جدول ٤ آمده است، بذر این علف‌هرز در تاریخ‌های مختلف کاشت در هر مرحله، به میزان متفاوتی از درجه‌ی روز-رشد نیاز دارد که این نتایج گویای آن است که این علف‌هرز در طیف وسیعی از دماها می‌تواند مراحل سبز شدن، به‌ساقه رفتن، گلدهی و تولید بذر را به انجام رساند. برای محاسبه درجه‌ی‌روز-رشد هر مرحله، از درجه روز-رشد تمام مراحل در پنج تاریخ کاشت میانگین گرفته شده است.

نتایج نشان می‌دهد که علف‌هرز ماستونک برای تکمیل رشد و نمو خود در مراحل مختلفT به مقادیر متفاوتی از درجه روز-رشد نیاز دارد که بیش‌ترین مقدار (٦٣٤/٧٧ درجه‌ی روز-رشد)، به مرحله سبز شدن تا به ساقه رفتن (٥٠/٤ روز) تعلق داشت. این مرحله، طولانی‌ترین مرحله رشدی این علف‌هرز بود

و پس از آن، شروع بذردهی تا بذردهی کامل با کسب ۵۷۰/۸۳ درجه روز–رشد در مرتبه بعدی از نظر مقدار درجه روز–رشد قرار گرفت. این علف‌هرز از آغاز سبز شدن تا پایان بذردهی و برای تکمیل دوره رشد و نمو خود، به ۱۸۴۷/۳۸ درجه روز–رشد نیاز دارد. (شکل ۲).

جدول ٤- مراحل فنولوژی علف‌هرز ماستونک بر مبنای صفر فیزیولوژیکی (۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد) یا درجه روز–رشد در شهرستان کرمانشاه

Table 4. Phonological stages *Torilis arvensis* based on physiological zero (10 °C) or growing degree day in Kermanshah

GDD					
Sowing date	Emergence	stemming	flowering	Starting the seeding	Completing the seeding
2018.3.6	145.1	466.9	326.25	154.65	610.55
2018.3.20	119.65	573.05	565.95	93.3	593.45
2018.4.3	58.7	651.6	369.8	184.45	612.8
2018.4.17	80.15	720.05	330.2	199.7	533.05
2018.5.1	105.75	762.25	287.9	187.45	504.2
GDD(T)	509.35	3173.85	1880.1	819.55	2854.15
Average	101.87	634.77	376.02	163.91	570.83

مراحل رویشی و وقوع مراحل زایشی در گیاه، ارتباط منطقی با درجه حرارت محیط دارد؛ درجه‌ی حرارت در سال‌های مختلف متفاوت است و این تفاوت، موجب تغییر در تاریخ وقوع پدیده‌های فنولوژیکی می‌شود (Akbarzadeh & Mirhaji, 2002). در واقع مشاهدات کشاورزی و فنولوژیکی، یک روش اساسی برای ارائه توضیح قابل توجه و مفید از رشد و توسعه فصلی محصولات است که توسط متغیرهای محیطی کنترل می‌شود و در بین این متغیرها، درجه حرارت نقش اصلی را ایفا می‌کند (Cola *et al*., 2016). مطالعات فراوانی در راستای تعیین فنولوژی گیاهان مختلف صورت گرفته است.شروع رویش و رشد گیاه علفی فستوکا (*Festuca altaica Trin*) توسط رومو و ادلمان (Romo & Eddleman, 1995) مورد بررسی قرار گرفت و درجه حرارت تجمعی برای آن، ٤۰۰ درجه‌روز–رشدبرآورد شد . جعفرزاده و همکاران (Jafarzadeh *et al*., 2016) در بررسی جوانه‌زنی و فنولوژی علف‌هرز سس (*Cuscuta campestris*) در مزارع چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) دریافتند که چرخه‌یزندگی سس، از کاشت تا تولید بذر، طی چهار مرحله رشدی، از مرحله‌ی سبز شدن آغاز شد و با کسب ۷۱٦/۹ درجه روز–رشد، به رشد خود ادامه داد. داده‌ها نشان می‌دهد که گلدهی، طولانی ترین (٤۷۳ درجه روز–رشد) و سبز شدن، کوتاه‌ترین (۹۵ درجه‌ی روز–رشد) مراحل رشد سس بود. نتایج بررسی‌های نیک فام و همکاران (Nikfam *et al*., 2013) نشان داد که طول دوره رشد خارشتر (*Alhaj pseudoalhagi* L.) در یزد، شامل هفت مرحله فنولوژیکی است که ۲۱۱ روز و به‌عبارتی، ٤۰٤۹ درجه روز–رشد می‌باشد. کوتاه‌ترین و طولانی‌ترین دوره رشد این علف‌هرز، به ترتیب مربوط به مرحله غنچه‌دهی (۲۲ روز) و رسیدن بذر (۹۰ روز) بوده است. نتایج مطالعات جوادزاده و همکاران (Javadzadeh *et al*., 2015) بیانگر آن است که طول دوره فعالیت بیولوژیک چای ترش (*Hibiscus sabdariffa*) ۱۸۳ روز می‌باشد که در این مدت، گیاه در مجموع به ۵۰۱۳/۸٤ درجه روز–رشد نیاز دارد. به‌دلیل وجود دماهای بالا در طول دوره رشد چای ترش، این گیاه با سرعت بیشتری مراحل فنولوژیکی خود را طی کرد و به بلوغ فیزیولوژیکی رسید.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که مراحل فنولوژیک علف‌هرز ماستونک، ۱۷۸ روز به طول انجامید و این

گیاه با کسب ۱۹۷۵/٦ درجه روز –رشد (از ۱۵اسفند ۱۳۹٦ تا ۸ شهریور ۱۳۹۷) چرخه زندگی خود را کامل کرد. گلدهی تا شروع بذردهی، به عنوان کوتاه-ترین فاصله زمانی از آغاز یک مرحله تا مرحله بعد (۷/٦روز) ثبت شد و سبز شدن تا به ساقه رفتن، به - عنوان بیشترین فاصله زمانی از آغاز یک مرحله تا مرحله رشد بعدی (۵۰/٤ روز) این علف‌هرز در نظر گرفته شد. هم‌چنین از اولین تاریخ سبز شدن تا آخرین تاریخ رسیدگی کامل بذر (از ۲۵ فروردین تا هشت شهریور ماه)، با کسب ۱۸۳۳/۱۵ درجه روز–رشد طی ۱۳۲ روز، به زندگی خود ادامه داده است. به منظور جلوگیری از تولید بذر و گسترش بیشتر ماستونک، کنترل در مرحله قبل از تولید گل (اواخر فصل بهار)، به‌عنوان مناسب‌ترین زمان کنترل توصیه می‌شود.

منابع

Ahmadi, A., Rashedmohasel, M.H, Khazaee, H.R., Ghanbari, R. and Mousavi, S.K. 2013. Study of weed flora of lentil (*Lens culinaris*) in Khorramabad. Iranian J. Field Crop Res. 11(1):45-53. (In Persian).

Akbarzadeh, M. and Mirhaji, T. 2002. Phenological study of several important species of rangelands in the Pleur region, 7(7): 121-140. Iranian J. Range Desert Res. (In Persian).

Aldrich, R.J. and Kremer, R.J. 1997. Principles in Weed Management. Iowa state University Press. Africa, pp: 129.

Al-E-Ebrahim, M.T., Mighani, F., Rashedmohasel, M.H and Baghestani, M.A. 2009. Study of phenology in Russian knapweed (*Acroptilon repens*) based on growing day degree. Plant Pests and Diseases. 77(2):119-136. (In Persian).

Bullied, W.J., Marginet, A.M. and Van Acker, R.C. 2003. Conventional- and conservation-tillage systems influence emergence periodicity of annual weed species in canola. Weed Sci. 51(6):886–897.

Cave, R.L., Hammer, G.L., McLean, G., Birch, C.J., Erwin, J.E. and Johnston, M.E. 2013. Modelling temperature, photoperiod and vernalization responses *of Brunonia australis* (Goodeniaceae) and *Calandrinia* sp. (Portulacaceae) to predict flowering time. Ann. Bot. 111(4):629–639.

Cola, G., Pieri, L., Salvatorelli, F. and Ventura, F. 2016. Agro-phenological observation and modeling of cereals in Padana Plain in the period 2003-2012. Journal of Agrometeorology. 2:5-14.

Davis, P.H. 1972. Flora of Turkey and the east Aegean islands. Vol 4. Edinburgh University Press, Edinburgh, Great Britain, pp: 657.

Dincer, I., Midilli, A., Hepbasli, A. and Karakoc, T.H. 2010. Global warming: Engineering solutions. Green Energy and Technology. pp. 625, (Springer: Boston, MA).

Heap, I. 2018. The International Herbicide-Resistant Weed Database. Online. December 5, 2018. Available: www.weedscience.org.

Ivens, G.W., Woodford, E.K. and Blackman, G.E. 1951. The Use of petroleum oils as herbicides in Great Britain. 3rd Int. World Petroleum Cong. pp: 6.

Jafarzadeh, N., Pirzad, A, Hadi, H., Bagestani, M.A. and Maleki, R. 2016. Survey of germination and phenology of dodder (*Cuscuta campestris*) in sugar beet (*Beta vulgaris*) fields. Iranian J. Weed Sci., 11(2):129-143. (In Persian).

Javadzadeh, S.M., Rezvani Moghadam, P., Banayan Aval, M. and Asili, J. 2015. Estimation of degree-days of growth phrnological stages of sour tea based on BBCH scale in different agricultural systems (common and ecological systems). Agric. Ecol.10(2):1-6. (In Persian).

Kington, J.A. 1974. An application of phenological data to historical climatology. Weather. 29(9):320-328.

Kon, K.F., Follas, G.B. and James, D.E. 2007. Seed dormancy and germination phenology of grass weeds and implications for their control in cereals. New Zealand Plant Prot. 60:174-182.

Kraehmer, H. 2012. Innovation: Changing trends in herbicide discovery. Outlooks on Pest Management, 23(3): 115-118.

Modirshanechi, M. 1993. Plant ecology (translation). Imam Reza University Press, Mashhad. pp. 509. (In Persian).

Menzel, A., Sparks, T.H., Estrella, N., Koch, E., Aasa, A., Ahas, R. and Chmielewski, F.M. 2006.

European phenological response to climate change matches the warming pattern. Global Change Biol. 12(10):1969-1976.

Nikfam, F., Baghestani, M.A. Mirvakili, S.M. and Mighani, F. 2013. Investigation of phallic phonological stages (*Alhaj pseudoalhagi* L.) in Yazd province. J. Weed Ecol. 1(1):1-8. (In Persian).

Parks, R.J., Curran, W.S., Roth, G.W., Hartwing N.L. and Clvin, D.D. 1995. Common lambsquarters (*Chenopodium album*) control in corn (*Zea mays*) with post-emergence herbicides and cultivation. Weed Tech. 9:728-735.

Payamani, R., Nosratii, I. and Amerian, M. 2018. Variations in the germination characteristics in response to environmental factors between the hairy and spiny seeds of hedge parsley (*Torilis arvensis* Huds.). Weed Biol. Manag. 18:176–183.

Romo, J.T. and Eddleman, L.E. 1995. Use of degree days in multiple-temperature experiment. J. Range. Manag. 48(5) 410-416.

Russelle, M.P., Wilhelm, W.W., Olson, R.A., and Power, J.F. 1984. Growth analysis based on degree days. Crop Sci. 24(1):28-32.

Sohrabi, S., Gherekhloo, J., Kamkar, B., Ghanbari, A. and Rashed Mohassel, M.H. 2016. The phenology and seed production of *Cucumis melo* as an invasive weed in northern Iran. Aust. J. Bot. 64(3):227-234.

Swanton, C.J., Nkoa Ondoua, R. and Blackshaw, R.E. 2015. Experimental methods for crop–weed competition studies. Weed Sci. 63(1):2-11.

Veysi, M., Rahimian Mashhadi, H., Alizade, H., Minbashi, M. and Oveysi, M. 2014. The effect of crop rotation management methods and herbicide on weed distribution of wheat farms. Iranian J. Crop Sci. (Agric. Sci. Iran). 45(4):521-530. (In Persian).