نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۰، شماره ۴ ، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۶۴۸-۶۴۳

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 10, No. 4, Winter 2013, p. 643-648

تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی و اثر دماهای متناوب بر جوانه‌زنی غده‌های ریشه‌ای علف هرز مهاجم فیکاریا (*Ranunculus ficaria*)

سیما سهرابی[1*] – محمد حسن راشد محصل [2] – مهدی نصیری محلاتی[3] – سید کریم موسوی[4]

تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۲
تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۱۹

چکیده

فیکاریا با نام علمی *Ranuculus ficaria* گیاهی غده دار و چندساله‌ای است که ریشه های غده‌ای مهم‌ترین راه تکثیر و پراکنش آن می‌باشد. به منظور تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی غده‌های ریشه ای و اثر دمای متناوب دو آزمایش جداگانه در قالب طرح کاملا تصادفی در آزمایشگاه تحقیقات علوم علف‌های هرز دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. در آزمایش اول به منظور تعیین دماهای کاردینال ریشه‌های غده‌ای در دماهای۱، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰و ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در آزمایش دوم دماهای متناوب شامل (۱۱ ساعت روز/۱۳ ساعت شب) ۵/۱۰، ۷/۱۲، ۱۰/۱۵ و ۱۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد بود. نتایج نشان داد که دمای مطلوب در غده‌های بزرگ و کوچک متفاوت بود. ولی دمای پایه و حداکثر اختلاف چندانی با هم نداشتند. دماهای پایه و حداکثر غده‌های بزرگ و کوچک به ترتیب حدود صفر و۲۵ درجه سانتی‌گراد بود. دمای مطلوب غده‌های بزرگ ۸ درجه سانتی‌گراد ولی غده‌های کوچک ۱۴ درجه سانتی‌گراد شد. نتایج حاصل از اثر دمای متناوب نشان داد دماهای متناوب پائین تر جوانه‌زنی زیادتری دارند. دماهای متناوب ۵/۱۰ و ۷/۱۲ بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی را داشتند.

واژه های کلیدی: اندازه غده، دمای حداکثر، دمای حداقل، دمای مطلوب

مقدمه

فیکاریا (*Ranunculus ficaria*) گیاهی علفی چندساله، بهاره زودگذر و متعلق به تیره آلاله[5] است. این گیاه قادر است پوششی متراکمی در اوایل بهار در سطح زمین تشکیل دهد. ارتفاع این گیاه حدود ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر، به شکل روزت و دارای اندامهای زیرزمینی انگشت مانندی[6] است که بصورت دسته‌هایی از ریشه های غده ای می‌باشد. این گیاه در اواخر زمستان یا اوایل بهار سبز و شروع به فتوسنتز می‌کند. ریشه های غده ای برای ماه‌ها در خاک ذخیره می‌شوند تا در فصل مناسب سبز شوند (۲، ۸،۱۳،۱۹و ۲۰).

روش اصلی تکثیر این گیاه توسط ریشه‌های غده‌ای زیرزمینی است. غده‌های کرم رنگ دسته‌ای شکل به پایه برگی متصل شده‌اند و به راحتی قابل جدا شدن از هم می‌باشند. همیشه یک توده از ریشه‌های غده‌ای کوچک و انگشت مانند در زیر هر گیاه قرار می‌گیرد. پراکنش غده‌های گیاه فیکاریا اغلب توسط فعالیتهای حیوانات، حرکت سیلابها و جابجایی خاک آلوده انجام می‌گیرد (۵، ۷و۱۹). جوانه‌زنی ریشه‌های غده‌ای فیکاریا در دماهای بیش از ۲۰ درجه سانتی‌گراد متوقف می‌شود (۲۱). از آنجا که زمان جوانه‌زنی فیکاریا قبل از هر گیاه بهاره دیگر است این گیاه تهدید بزرگی برای گیاهان زراعی بهاره زودگل می‌باشد این مسئله عامل مهمی برای دسترسی مواد غذایی در خاک و تخلیه عناصر خاک توسط فیکاریا باشد از سوی دیگر این گیاه با ایجاد پوشش متراکم مانع رشد گیاه مجاور شده و بدین ترتیب برتری رقابتی خود را بر دیگر گیاهان اعمال می‌کند (۱۹).

جوانه‌زنی مرحله‌ای بحرانی در چرخه حیات گیاهان بوده و اغلب پویایی جمعیت را کنترل می‌کند (۱۱). جوانه‌زنی فرآیند فیزیولوژیکی کاملی است که توسط عوامل محیطی متعددی مانند درجه حرارت،

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری رشته شناسایی و مبارزه با علفهای هرز و استادان گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email:Simsoh@gmail.com)
۴- دانشجوی دکتری رشته شناسایی و مبارزه با علفهای هرز گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و عضو هیات علمی مرکز تحقیقات استان لرستان

5- Ranunculaceae
6- Fingerlike

رطوبت و نور تحت تاثیر قرار می‌گیرد و در این میان درجه حرارت تاثیر مهمی بر خواب و جوانه‌زنی بذر و اندام رویشی دارد (۱). از آنجا که درجه حرارت اثرات قابل توجهی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی از جمله شروع، درصد و سرعت جوانه‌زنی دارد، بنابراین بحرانی‌ترین عاملی است که موفقیت یا عدم موفقیت در استقرار گیاه را تعیین می‌کند (۹). درجه حرارت‌های کاردینال[1] جوانه‌زنی، عموما بستگی به دامنه سازگاری محیطی یک گونه دارد و تطابق زمان جوانه‌زنی با شرایط مطلوب برای مراحل بعدی رشد و توسعه گیاهچه را تضمین می‌نماید (۱). بطور کلی سه درجه حرارت (حداقل، مطلوب و حداکثر) به عنوان درجه‌حرارت‌های کاردینال می‌باشند، که اندام زایای هرگونه گیاهی می‌تواند در این دامنه از درجه حرارت جوانه بزنند (۳). درجه حرارت حداقل یا پایه (T_b[2])، کمترین درجه حرارتی است که جوانه‌زنی در آن اتفاق می‌افتد. درجه حرارت مطلوب (T_o[3])، درجه حرارتی است که در آن جوانه‌زنی بیشترین سرعت را داشته و درجه حرارت حداکثر (T_c[4])، بالاترین درجه حرارتی است که بذور و اندام رویشی قادر به جوانه‌زنی می‌باشند (۸،۱ و ۱۴). درجه حرارت می‌تواند درصد و سرعت جوانه‌زنی را از طریق تاثیر زوال، کاهش خواب و کلیه فرآیند های جوانه‌زنی تحت تاثیر قرار دهد (۹). بنیه اندام زایا، سرعت جوانه‌زنی و توسعه سریع گیاهچه برای استقرار مناسب گیاه مهم می‌باشد و عوامل محیطی مانند درجه حرارت و رطوبت خاک می‌توانند بر این خصوصیات اثرات نامطلوبی داشته باشند. رشد سریع باعث می‌شود که ریشه چه قبل از خشک شدن سطح خاک بتواند وارد خاک شده و استقرار یابد. علاوه بر این جوانه‌زنی سریع تحت شرایط نامطلوب دمایی یعنی زمانی که علفهای هرز قادر به رقابت نیستند، مناسب‌ترین راه برای استقرار مطلوب گیاه می‌باشد (۸). ریشه های غده ای الاله های زینتی در دماهای کمتر از ۲۰ درجه سانتی گراد جوانه‌زنی بهتری داشتند (۴). غده‌های علف هرز *Stachys floridana* در فصول گرم به خواب می‌رود و رشد خود را در اواخر پائیز و اوایل بهار انجام می‌دهند (۶).

باتوجه به اینکه این گیاه در مزارع گندم مناطقی از استان لرستان در تراکم بالا ظاهر شده است و احتمال گسترش سریع و آلوده کردن دیگر مزارع به آن وجود دارد و با توجه به زمان سبز شدن گیاه، توانایی جذب مواد غذایی خاک و تشکیل پوشش متراکم در مرحله حساس پنجه زنی گیاه گندم احتمال کاهش شدید رشد و عملکرد وجود خواهد داشت. هدف از انجام این آزمایش ارزیابی دماهای حداقل، بهینه و حداکثر و بررسی اثر دمای متناوب بر جوانه زنی ریشه‌های غده‌ای فیکاریا بود. شناخت دماهای کاردینال واثر دمای متناوب بر جوانه‌زنی ریشه‌های غده‌ای فیکاریا در شناخت صحیح زمان شروع جوانه‌زنی و عملیات مدیریتی جهت کنترل آن کمک خواهد کرد.

مواد و روش‌ها

دماهای کاردینال جوانه‌زنی

به منظور تعیین دماهای اصلی (دمای حداکثر، دمای بهینه و حداقل) آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. پس از شکستن خواب ریشه‌های غده‌ای (قرارگرفتن به مدت ۴ هفته در دمای ۱±۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال) ریشه‌های غده‌ای را به دو دسته بزرگ (بزرگتر از ۰/۲ گرم) و کوچک (کمتر از ۰/۰۵ گرم) تقسیم کرده و سپس ۵ عدد ریشه غده‌ای درون پتری‌دیش‌های به قطر ۹ سانتی‌متر و محتوی کاغذ صافی حاوی ۵ میلی لیتر آب قرار داده شدند. ریشه‌های غده‌ای را در در دماهای۱، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰و ۲۵ درجه سانتی‌گراد داخل ژرمیناتور در تاریکی و رطوبت ۶۰ درصد به مدت ۲۰ روز قرار داده شدند. شمارش از روز دوم شروع و هر دو روز یکبار شمارش انجام می‌شد. برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی از فرمول زیر استفاده شد.

$$Rs = \sum_{i=1}^{n} \frac{Si}{Di} \qquad (۱)$$

که در آن Rs سرعت جوانه‌زنی، Si تعداد بذر جوانه زده در هر روز و Di تعداد روز شمارش nام می‌باشد.

برای برازش نمودار دماهای کاردینال از مدل خطوط متقاطع[5] (ISL) استفاده شد (۱۷،۱۲ و ۱۸). این مدل از دو نیم خط تشکیل شده است، که هر کدام یک ناحیه از نمودار را پوشش می‌دهد.

$$f = if(x < to, region1(x), region2(x))$$
$$region1(x) = b*(x - tb)$$
$$region2(x) = c*(tc - x)$$

که در این معادله ها، t_b دمای پایه، t_o دمای بهینه و t_c دمای حداکثر می‌باشد.

اثر دماهای متناوب بر میزان جوانه زنی

جهت بررسی اثر دماهای متناوب، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. دماهای متناوب شامل (۱۱ ساعت روز/۱۳ ساعت شب) ۵/۱۰، ۷/۱۲، ۱۰/۱۵ و ۱۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد بودند. ۵ ریشه غده‌ای همراه با کاغذ صافی ۹ میلی متری و ۵ میلی

1- Cardinal Temperature
2- Base Temperature
3- Optimum Temperature
4- Ceiling Temperature

5- Intersected-lines Model

لیتر آب مقطر در هر پتری داخل ژرمیناتور به مدت ۲۰ روز در تاریکی و رطوبت ۶۰ درصد قرار گرفتند. شمارش تعداد ریشه‌های غده‌ای جوانه‌زده از روز دوم شروع و تا روز بیستم هر دو روز یکبار انجام می‌شد. معیار برای جوانه‌زنی ظاهرشدن جوانه سفید رنگ روی ریشه‌های غده‌ای بود. سرعت جوانه‌زنی براساس فرمول ۱ محاسبه گردید. برای آنالیز داده‌ها از نرم افزار Minitab (R13) و برای رسم شکل‌ها از نرم افزار Sigmaplot ver 8. استفاده گردید. از آزمون LSD در سطح ۵ درصد ، برای مقایسه میانگین استفاده شد.

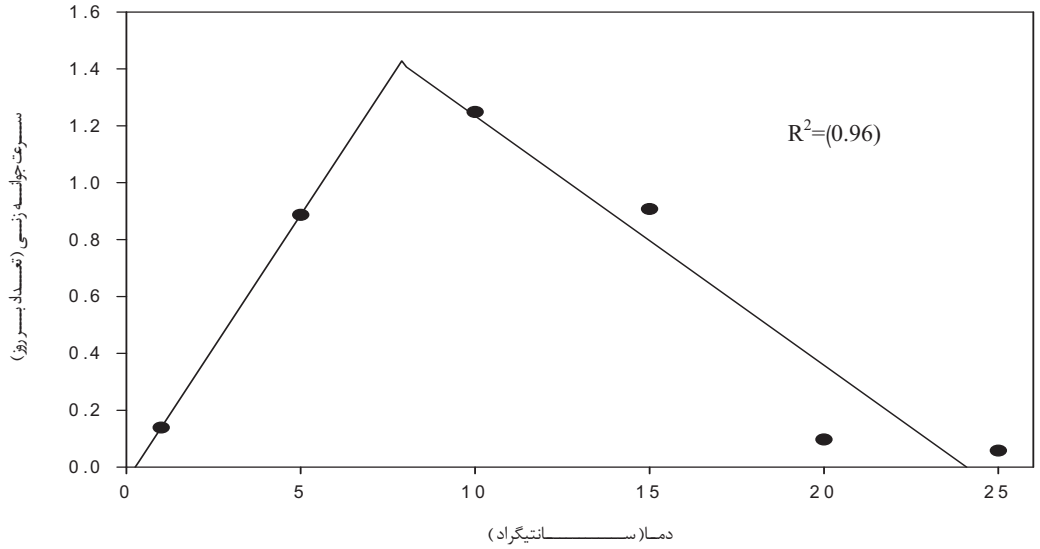
نتایج و بحث

نتایج حاصل از اثرات دماهای مختلف روی جوانه‌زنی ریشه‌های غده‌ای فیکاریا نشان داد که این گیاه به درجه حرارتهای کمتر واکنش بهتری نشان می‌دهد، بطوری که بیشترین درصد (۱۰۰و ۹۵ درصد) جوانه‌زنی به ترتیب در دماهای ۱۰ و ۵ درجه سانتی‌گراد بود. بطور کلی با افزایش درجه حرارت تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد برای هر دو اندازه ریشه‌های غده‌ای بزرگ (بیشتر از ۰/۱ گرم) و کوچک (کمتر از ۰/۰۵ گرم) میزان جوانه‌زنی کاهش یافت. بیشترین سرعت جوانه‌زنی در دماهای حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاد. براساس مدل خطوط متقاطع درجه حرارتهای پایه، مطلوب و حداکثر برای دو اندازه مختلف ریشه‌های غده‌ای بدست آمد (جدول۱). دمای مطلوب در ریشه‌های غده‌ای بزرگ و کوچک تفاوت داشت. ولی دمای پایه و حداکثر اختلافی با هم نداشتند. دماهای پایه و حداکثر ریشه‌های غده‌ای بزرگ و کوچک به ترتیب حدود صفر و ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود. دمای مطلوب ریشه‌های غده‌ای کوچک ۱۴ درجه سانتی‌گراد و ریشه‌های غده‌ای بزرگ ۸ درجه سانتی‌گراد بود (جدول ۱ و شکل‌های ۱و۲). این اختلاف را می‌توان به تفاوت فیزیولوژیکی یا ژنتیکی جمعیت غده‌های مورد آزمایش نسبت داد (۱۵). زمان خروج از مرحله رکود نیز می‌تواند یکی از عوامل موثر در تفاوت تحمل دمای کمتر و مقدار دمای مطلوب باشد. غده های بزرگتر با داشتن ذخایر غذایی بیشتر بهتر دمای پائین را تحمل می کنند و سریعتر مراحل رشدی خود را شروع می کند. احتمالا خروج زودتر از رکود شرایط مناسب برای جوانه‌زنی زودتر را فراهم ساخته در نتیجه تحمل بهتر دمای کم منجر به کاهش دمای بهینه می‌شود. اندازه غده نیز یک عامل مهم در تعیین طول دوره رکود است، از بین اندازه‌های مختلف جمعیت ریشه‌های غده‌ای فیکاریا ، غده‌های ریشه‌ای بزرگتر در دمای سردتر (۵ درجه سانتی گراد) سریعتر از غده‌های کوچکتر تشکیل و توسعه می‌یابند (۱۳ و ۱۵).

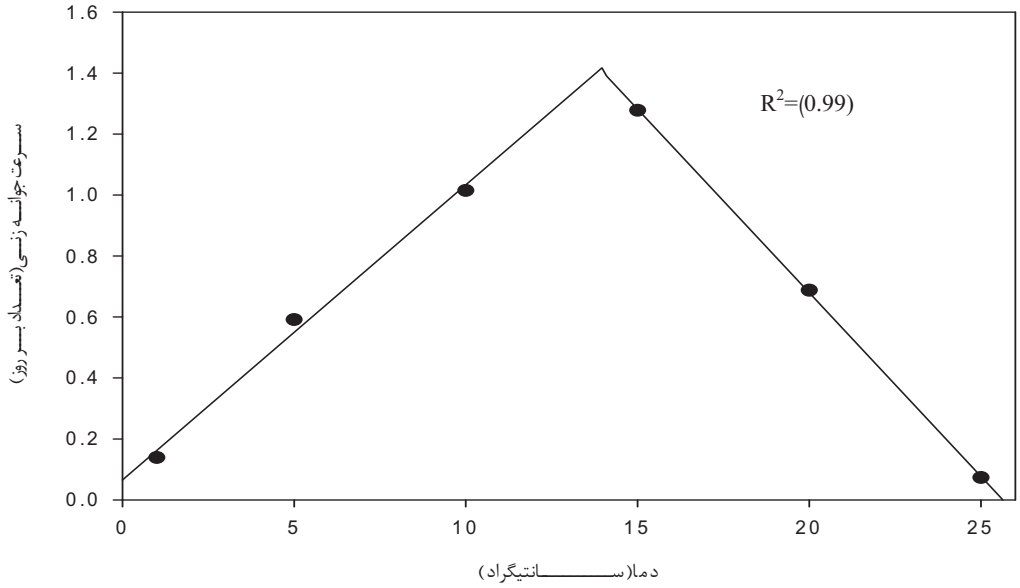
در نتیجه شناخت جمعیت علف‌هرز در مزرعه آلوده از نظر اندازه ریشه‌های غده‌ای می‌تواند در شناخت بهتر میزان آلودگی در فصل‌های آینده و زمان مناسب کنترل (با توجه به دماهای کاردینال) موثر باشد.

اثر دمای متناوب

شکل۳، روند تغییرات درصد جوانه‌زنی فیکاریا را با توجه به دمای متناوب نشان می‌دهد. بیشترین جوانه‌زنی ریشه‌های غده‌ای این گیاه در دماهای متناوب (روز/شب) ۵/۱۰ و ۷/۱۲ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۱۰۰و ۹۵ درصد بود. کمترین جوانه‌زنی ریشه‌های غده‌ای در دماهای متناوب ۲۵/ ۱۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. درصد جوانه‌زنی در دمای ۱۰/۱۷ با ۷/۱۰ درجه‌سانتی‌گراد تفاوت معنی‌داری نداشت.



شکل۱- رابطه بین سرعت جوانه‌زنی ریشه‌های غده‌ای بزرگ (۰/۱<گرم) فیکاریا



شکل۲- رابطه بین سرعت جوانه‌زنی ریشه‌های غده‌ای کوچک (۰/۰۵>گرم) فیکاریا

جدول۱- دماهای کاردینال ریشه‌های غده‌ای فیکاریا براساس مدل خطوط متقاطع (Tb =دمای پایه، To =دمای بهینه، Tc =دمای حداکثر)

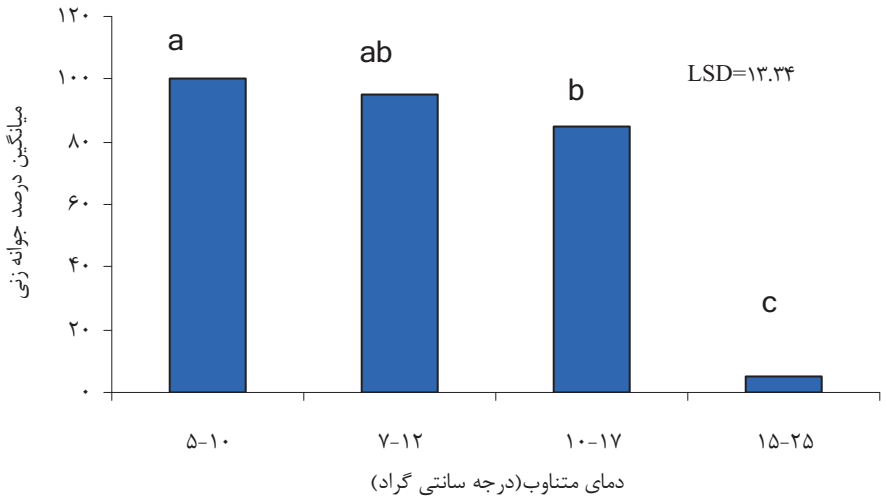
غده های بزرگ (۰/۱>گرم)، (R^2=۰/۹۶)		غده های کوچک (۰/۰۵>گرم)، (R^2=۰/۹۹)	
انحراف معیار	دماهای کاردینال	انحراف معیار	دماهای کاردینال
۲/۰۲	T_b=۰/۲۵	۰/۵۹	T_b= – ۰/۶
–	T_o=۸	–	T_o=۱۴
۲/۷۸	T_c=۲۴	۰/۴۲	T_c=۲۵

در دماهای ثابت ۵ و ۱۰ درجه‌سانتی‌گراد میانگین درصد جوانه‌زنی ۹۵ و ۱۰۰ درصد بود. نتایج نشان داد که تفاوتی در تاثیر دمای متناوب و ثابت روی جوانه‌زنی ریشه‌های غده‌ای فیکاریا وجود نداشت. در شکل ۷، سرعت جوانه‌زنی ریشه‌های غده‌ای فیکاریا در دماهای متناوب دیده می‌شود. بطوری که مشاهده می‌شود بیشترین سرعت در دمای متناوب (روز/ شب) ۷/۱۲ درجه سانتی‌گراد است. گرچه سرعت جوانه‌زنی در دماهای ۵/۱۰ و ۱۰/۱۷ درجه سانتی گراد تفاوتی از لحاظ آماری نداشت. کمترین سرعت در دمای متناوب ۱۵/۲۵ دیده شد (شکل۴).

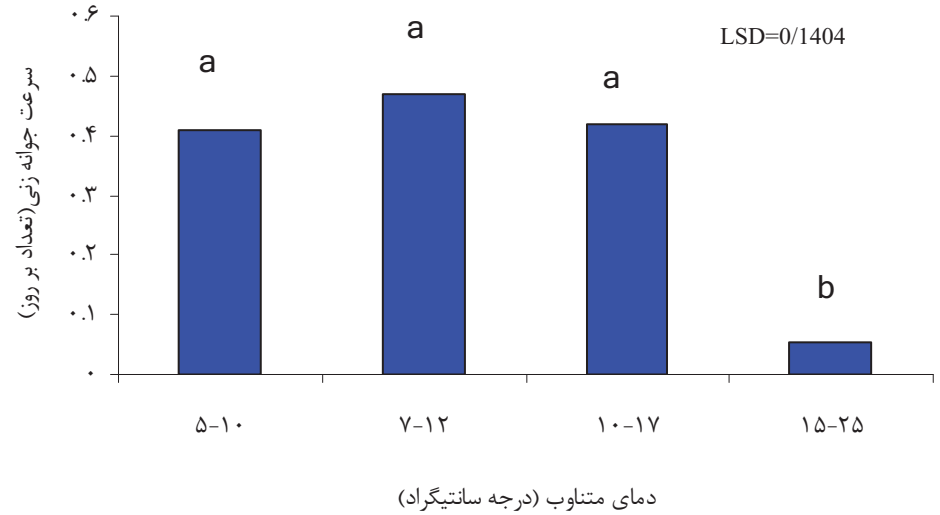
گزارش شده است که سرعت توسعه دو زیر گونه فیکاریا به دمایی که بعد از تیمار پیش‌سرمایی (۴/۵ درجه سانتی‌گراد) قرار می‌گیرند بستگی دارد، در دمای۲۰/ ۱۵ درجه سانتی‌گراد اغلب گیاهان در عرض ۳تا ۴ ماه از بین می‌روند در حالی که در دمای ۱۰/۸ درجه سانتی‌گراد طول عمر آنها به ۵ تا ۷ ماه می‌رسد و وقتی که گیاه پیوسته در دمای ۴–۵ درجه سانتی‌گراد باشد طول دوره رشد آن به ۱۱تا ۱۲ ماه می‌رسد (۲۱). دمای متناوب اغلب روی شکستن خواب و شروع جوانه‌زنی بذور اثر افزایشی دارد ولی روی شکستن خواب و شروع جوانه‌زنی اندامهای رویشی اثر زیادی ندارد (۱۶). بذرهای فیکاریا در دمای متناوب ۲۰درجه سانتی‌گراد در روز و ۱۵ درجه سانتی‌گراد درشب به مقدار خیلی کمی جوانه می‌زنند. دوره های کوتاه با دمای پائین برای جوانه زنی بذرهای دیپلوئید و تترا پلوئید فیکاریا لازم است (۲۱).

براساس اطلاعات موجود آلاله‌های زینتی بهترین رشد خود را در شب‌های سرد انجام می‌دهند و میانگین دمای شبانه روزی ۱۶ و ۱۸ درجه سانتی‌گراد بهترین دمای بهینه برای رشد رویشی این گیاهان است (۴). ولی باید توجه داشت که فیکاریا از سایر گونه‌های آلاله سرمادوست‌تر است. به احتمال زیاد مناطقی با دوره های سرمایی، محرک رشد این علف هرز خواهد بود.

طبق نتایج بدست آمده فیکاریا در دماهای کم شروع به جوانه‌زنی می‌کند و می‌تواند در زمستان قبل از آغاز رشد سایر گیاهان رشد خود را شروع کند این امر منجر به برتری رقابتی آن خواهد شد.



شکل۳- میانگین درصد جوانه‌زنی غده‌های ریشه‌ای فیکاریا در دماهای متناوب روز/شب (ستونهای دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند)



شکل٤- سرعت جوانه‌زنی غده‌های‌ریشه‌ای فیکاریا با دماهای متناوب روز/شب (ستونهای دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند).

از آنجا که ریشه‌های غده‌ای بزرگ و کوچک دارای دمای بهینه متفاوت بودند شناخت جمعیت علف هرز در مزرعه آلوده از نظر اندازه ریشه‌های غده‌ای می‌تواند در شناخت سطح آلودگی مزرعه و زمان مناسب کنترل (با توجه به دماهای کاردینال) موثر باشد. در دماهای متناوب پائین جوانه‌زنی ریشه‌های غده‌ای بیشتر بود به توجه به نتایج حاصل از این آزمایش، مناطق سرد مناسب رشد این علف هرز خواهد بود. بنابراین مزارع گیاهان زمستانه در مناطقی با دوره‌های سرمایی مستعد توسعه و رشد فیکاریا خواهد بود و اتمال افزایش سطح آلودگی آن در صورت عدم توجه به آن می‌رود. از سوی دیگر گسترش و پراکنش این علف هرز با توجه به دماهای کاردینال آن در مناطق گرم ضعیف است.

منابع

1- Alvarado, V. and K. J. Bradford. 2002. A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. Plant, Cell and Environment. 25: 1061-1069.
2- Bailey, L. H. and E. Z. Bailey. 1977. Hortus Third: A Concise Dictionary of Plants Cultivated in the United States and Canada, MacMillan Publishing Co, Inc, New York.
3- Bewley, J. D. and M. Black. 1994. Seeds: Physiology of development and germination, 2nd eds. Plenum Press, New York, USA.
4- Bogard, J. 2005. Mache Ranunculus, Crop culture report. Culture Connection. GPN.
5- Bond, W., G. Davies, and R. Turner. 2007. The Biological and non-chemical control of lesser celandine (*Ranunculus ficaria* L.). HDRA, Ryton Organic Gatdens, Coventry, CV8, 3LG, UK. http://www.gardenorganic.org.uk/organicweeds, Access date: August 31, 2011.
6- Czarnota, M. and T. Murphy. 2009. Controlling Florida botany in the landscape. Weed wizard. The University of Georgia. http://www.caes.uga.edu/publications/pubDetail.cfm?pk_id=7648. August 31, 2011.
7- Fernald, M. L. 1970. Gray's Manual of Botany, Eighth edition. D. Van Nostrand Company, New York, NY. p. 648.
8- Iannucci, A., N. Di Fonzo, and P. Martiniello. 2000. Temperature requirement for seed germination in four annual clover grown under two irrigation treatment. Seed Science and Technology. 28: 59-66.
9- Jami Al-Ahmadi, M. and M. Kafi. 2007. Cardinal temperature for germination of *Kochia scoparia* (L). Journal of Arid Environments. 68: 308-314.
10- Kebreab, F. and A. J. Murdoch. 1999. A model of the effect of a wide range of constant and alternating temperature on seed germination of four *Orobanche* species. Annals of Botany. 84: 549-557.
11- Keller, M. and J. Kollmann. 1999. Effect of seed provenance on germination of herbs for agricultural compensation sites. Agriculture, Ecosystem and Environment. 72: 78-99.
12- Kocabas, Z., J. Craigon, and S. N. Azam-Ali. 1999. The germination response of Bambara groundnut (*Vigna sublerranneam* L.) to temperature. Seed Science and Technology. 27:303-313.
13- Markham, B. 1970. An eco-physiological study of *Ranunculus ficaria* L. in relation to light and temperature. Ph.D. thesis, University of London.
14- Phartyal, S. S., R. C. Thapliya, G. S. Nayal, M. M. S. Rawat, and G. Hoshi. 2003. The influences of temperature on seed germination rate in Himalayan elm (*Ulmus wallichiana*). Seed Science and Technology. 31: 83-93.
15- Ramin, A. A. 1997. The influence of temperature on germination of taree Irani (*Allium ampeloprasum* L. spp. Iranicum W.). Seed Science and Technology. 25:419-426.
16- Shirazi, A.M. 2003. Standardizing methods for evaluating the chilling requirements to break dormancy in seeds and buds (including geophytes): Introduction to the workshop. Hort Science 38:334-335.
17- Salmons, S. 2003. Presentation to Mid-Atlantic Exotic Pest Plant Council, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA.
18- Summerfield, R. J., R. H. Robert, R. M. Ellis, and R. J. Lawn. 1991. Towards the reliable prediction of time to flowering in six annual crop. I. the development of simple model for fluctuating field environment. Experimental Agriculture. 27: 11-31.
19- Swearingen, J., K. Reshetiloff, B. Slattery, and S. Zwicker. 2002. "Lesser Celandine". Plant Invaders of Mid-Atlantic Natural Areas. National Park Service and U.S. Fish & Wildlife Service, Washington, D.C.
20- Swearingen, J. 2004. Lesser Celandine (*Ranunculus ficaria*). http://www.nps.gov/plants/alien/fact/rafi1.htm. August 31, 2011.
21- Taylor, K. and B. Markham. 1978. Biological flora of the British Isles: *Ranunculus ficaria* (*Ficaria verna* Huds.; *F. Ranunculoides* Moench). Journal of Ecology 66: 1011-1031.