"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد دهم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰
(ص ۱۳۱-۱۲۱)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 10, No.: 3, Autumn 2021
(pp: 121-131)
DOI: 10.22034/ijsst.2021.342233.1330
Research Article

اثر دماهای متناوب بر شاخص‌های جوانه‌زنی گل‌گندم (*Centaurea balsamita* Lam.)

عباس عباسیان[1]، قربانعلی اسدی[2*]، رضا قربانی[3]، محبوبه ناصری[4]

۱. دانش آموخته دکتری زراعت گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، کارشناس سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی
۲. دانشیار گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳. استاد گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۴. استادیار گروه تولیدات گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربت حیدریه
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۰۵)

چکیده

نوسانات روزانه دما می‌تواند بر حضور و یا عدم حضور علف‌های‌هرز در محیط موثر باشد. گل‌گندم (*Centaurea balsamita* Lam.) علف‌هرز یکساله است که اراضی آیش و مزارع کشاورزی را مورد تهاجم قرار می‌دهد. در همین ارتباط جهت ارزیابی اثر دماهای متناوب بر جوانه‌زنی گل‌گندم، آزمایشی بر پایه طرح کاملاً تصادفی با شش تکرار در شرایط آزمایشگاهی در گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارهای نوسان دمایی شب/روز ۱۵-۵، ۵-۲۰، ۲۰-۱۰، ۲۵-۱۰، ۲۵-۱۵ و ۳۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد به صورت ۱۲ ساعت روز و ۱۲ ساعت شب بود. صفات مورد اندازه‌گیری شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه، انرژی جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی و شاخص بنیه گیاهچه بود. نتایج نشان داد دمای متناوب شب-روز بالاترین میزان جوانه‌زنی در دمای ۱۵-۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی (۸۳ درصد و ۸/۹ بذر در روز) در دمای متناوب ۱۵-۵ درجه سانتی‌گراد و کمترین آن‌ها (۵۹ درصد و ۶/۵ بذر در روز) در دمای متناوب ۳۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد بود. بیشترین مقادیر طول ریشه‌چه (۹۷ میلی‌متر)، طول ساقه‌چه (۳۰ میلی‌متر)، وزن تر ریشه‌چه (۱۹ میلی‌گرم) و وزن تر ساقه‌چه (۵۲ میلی‌گرم) به ترتیب در تیمارهای دمایی ۳۰-۱۵، ۱۵- ۵، ۲۵-۱۵ و ۲۵ -۱۰درجه سانتی‌گراد بود. همچنین بالاترین مقدار شاخص بنیه گیاهچه (۷/۷۵) مربوط به تیمار دمایی ۱۵-۵ درجه سانتی‌گراد کمترین مقدار آن (۵/۲) در دمای متناوب ۲۵-۱۰ درجه سانتی‌گراد بود. همچنین نتایج این آزمایش با واقعیت جوانه‌زنی این گیاه (جوانه‌زنی در آبان ماه با شرط وجود رطوبت) مطابقت داشت. بر اساس نتایج تحقیق حاضر با توجه به اینکه آبان ماه زمان اوج سبز شدن این علف‌هرز در شرایط مشهد است پیشنهاد می‌شود جهت انجام کنترل بهتر و مصرف کمتر سموم و به تبع آن کاهش هزینه‌های مالی و زیست محیطی، مبارزه شیمیایی با این علف هرز در این زمان انجام شود.

کلمات کلیدی: سرعت جوانه‌زنی، ریشه‌چه، ساقه‌چه، بنیه گیاهچه

The effect of intermittent temperatures on germination indices of *Centaurea balsamita* Lam.

A. Abbasian[1], Gh. Asadi[2*], R. Ghorbani[3], M. Naseri[4]

1. PhD Graduate of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad
2. Associate Professor, Department of Agronomy Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
3. Professor, Department of Agronomy Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad
4. Assistant Professor, Department of Plant Production, University of Torbat Heydariyeh
(Received: Mar. 07, 2020 – Accepted: Jul. 26, 2020)

Abstract

Daily temperature fluctuations can affect the presence or absence of weeds in the environment. *Centaurea balsamita* Lam. is an annual plant that invades fallow and steep lands. Understanding the factors affecting the germination of this invasive plant can provide the baseline for the management theme. In this regard, in order to evaluate the effect of intermittent temperatures on germination of *Centaurea balsamita*, a completely randomized design with six replications in vitro was conducted in the Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. Temperature treatments were alternating day / night 15-5, 5-20, 20-10, 25-10, 25-15 and C° 30-15 for 12 hours a day and 12 hours a night. The measured traits included germination percentage, germination rate, seed vigor index, root length, shoot length, root and shoot dry weight, germination energy, germination uniformity and seedling vigor index. The results showed that intermittent night and day temperatures showed the highest germination rate at 5-15 °C. The highest percentage and rate of germination (83% and 8.9 seeds/day) were in the intermittent temperature of 5-15 °C and the lowest (59% and 6.5 seeds per day) in the intermittent temperature of 15-30 °C. The highest values of root length (97 mm), shoot length (30 mm), root fresh weight (19 mg) and shoot fresh weight (52 mg) were obtained at 15-30, 5-15 °C, respectively. Also, the highest value of the seedling vigor index (7.75) was related to the temperature treatment of 5-15 °C, its lowest value (5.2) at an intermittent temperature of 10-25 °C. Also, the results of this experiment were in agreement with the reality of the germination of this plant (germination in November with moisture condition). Based on the results of the present study, considering that November is the peak time for the emergence of this weed in Mashhad, it is suggested that in order to perform better control and reduce the use of pesticides and consequently reduce financial and environmental costs, chemical control this weed is done at this time.

Keywords: Germination rate, root, shoot, seedling vigor

* Email: asadi@um.ac.ir

مقدمه

گل‌گندم[1] علف‌هرزی است از خانواده آفتابگردان[2]، یکساله با ساقه‌ای راست به طول ۸۰-۳۰ سانتیمتر که دارای چندین انشعاب ساده بلند در نیمه بالایی ساقه می‌باشد. ساقه و انشعابات آن به رنگ حصیری، بدون کرک. برگ‌ها زبر با کرک‌های بسیار کوچک، صاف یا دارای دندانه، برگ‌های پایینی دوک مانند، در زمان گلدهی پژمرده و خشک می‌شوند (Wagenitz *et al.*, 2006) این گیاه ایستاده به ارتفاع ۳۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر اراضی آیش و شیب‌دار را مورد تهاجم قرار می‌دهد. تکثیر این گیاه بوسیله بذر می‌باشد. این گیاه در کشورهای سوریه، ترکیه، ایران، افغانستان و آسیای مرکزی (ترکمنستان تا تیان‌شان) پراکنش دارد (Rechinger, 1979؛ Wagenitz *et al*, 2006؛ Ghaffari and Shahraki, 2001). از *C. balsamita* دو زیر گونه وجود دارد: یکی زیر گونه *balsamita* و یکی زیر گونه *kermanensis*.

دما در جوانه‌زنی نقش مهمی در تعیین توالی رویش گونه‌های گیاهی ایفا می‌کند. گسترده بودن دامنه نیازمندی‌های محیطی برای جوانه‌زنی بذور راهکار بقای مهمی است که امکان جوانه‌زنی بخشی از بانک بذر خاک را تحت دامنه وسیعی از شرایط محیطی فراهم می‌آورد (Zhou *et al.*, 2005). در نواحی معتدل، دما مهمترین عامل تأثیرگذار بر جوانه‌زنی بذور علف‌هرز است (Forcella, 1998). دماهای سرد طی زمستان و در اوایل بهار هرچند از متابولیسم بذور غیرخفته و به تبع آن جوانه‌زنی آنها جلوگیری می‌کند، امّا سبب تخفیف خفتگی بذر برخی گونه‌ها نیز می‌شود. از سوی دیگر، دمای گرم طی بهار سبب افزایش متابولیسم و تحریک واکنش‌های بیوشیمیایی ضروری برای جوانه‌زنی بذور غیرخفته و تخفیف خفتگی بذور برخی گونه‌ها می‌شود. جوانه‌زنی برخی بذور فقط مشروط به بیشتر بودن دما از یک حد کمینه است، در حالی که دیگر بذور علاوه بر آن به نوسانات حرارتی روزانه نیاز دارند. برای این گونه‌ها، میزان نوسانات حرارتی نقش مهمی در کاهش خفتگی ایفا می‌کند (Baskin *et al*, 2000). بر اساس نتایج تحقیق محققان (Abbasian *et al*, 2017) دماهای کاردینال جوانه‌زنی (پایه، مطلوب و حداکثر) گل‌گندم به ترتیب ۱/۴۴، ۲۲/۸ و ۳۸/۴ درجه سانتی‌گراد بود. همچنین این محققان بیان کردند گستره بالای جوانه‌زنی بذور این گیاه (۱ تا ۳۹ درجه سانتی‌گراد) نشان از توانایی این گونه برای رویش در فصول مختلف و در شرایط آب و هوایی متنوع می‌باشد.

به دلیل اینکه در طبیعت دما به صورت ثابت نبوده و نوسانات دمایی در طی ساعات مختلف شب و روز وجود دارد، جوانه‌زنی گیاهان در طبیعت در دماهای متناوب رخ می‌دهد. به همین دلیل مطالعه جوانه‌زنی گیاهان بایستی در نوسانات مختلف دمایی بررسی شود. در همین ارتباط مطالعه حاضر به منظور ارزیابی تاثیر دماهای متناوب شب و روز بر جوانه‌زنی گل‌گندم انجام شد.

مواد و روش‌ها

گل‌آذین‌های خشک شده گل‌گندم در تابستان سال ۱۳۹۲ از محوطه پردیس دانشگاه فردوسی مشهد (واقع در عرض جغرافیایی ´۱۸ °۳۶ شمالی و طول جغرافیایی ´۳۱ °۵۹ غربی) از بوته مادری جدا و در داخل کیسه پلاستیکی به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه بذور به صورت دستی از داخل گل‌آذین‌ها جدا و پاکسازی شده و در ظروف پلاستیکی سربسته در دمای اتاق (متوسط دمای اتاق ۲۰°C) تا شروع آزمایش نگهداری شدند. جمع‌آوری بذر فقط از گیاهانی صورت گرفت که نیاز آبی برای جوانه‌زنی و رشد آن‌ها فقط توسط آب باران تأمین شده بود. تست جوانه‌زنی به منظور اطمینان از جوانه‌زنی مطلوب و وجود قوه نامیه در دمای محیط (حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد) و مانند تست اصلی تحقیق

[1] *Centaurea balsamita* Lam.
[2] Asteraceae

انجام گرفت و مشخص شد که بذور فاقد خواب بوده می‌باشد. وزن هزار دانه گل‌گندم ۶/۲۴۳ گرم بود.

این آزمایش به منظور مطالعه اثر دماهای متناوب بر جوانه‌زنی گل‌گندم بر پایه طرح کاملاً تصادفی با شش تکرار در آزمایشگاه گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۲ انجام شد. رژیم‌های نوسان دمایی شب/روز ۱۵-۵، ۵-۲۰، ۲۰-۱۰، ۲۵-۱۰، ۲۵-۱۵ و ۳۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد به صورت ۱۲ ساعت روز و ۱۲ ساعت شب بود (Asgarour *et al*., 2014؛ Sarani *et al*., 2019) شدت روشنایی در ژرمیناتورها، ۱۲۰ میکرومول فوتون بر متر مربع بود. پس از ضدعفونی سطحی ۲۵ بذر روی دو لایه کاغذ صافی درون پتری‌دیش‌های با قطر ۹ سانتی‌متر قرار داده شدند. برای ضدعفونی سطحی، بذور به مدت ۵ دقیقه در محلول ۱ درصد هیپوکلریت سدیم قرار داده شدند و پس از آن در سه مرحله با آب مقطر شسته شدند. از روز دوم آزمایش ثبت اطلاعات جوانه‌زنی به صورت روزانه تا انتهای دوره آزمایش صورت گرفت. خروج نوک ریشه‌چه از پوسته بذر به اندازه ۲ میلیمتر به عنوان معیار جوانه‌زنی محسوب شد (Al-Ansari. and Ksiksi, 2016). شمارش بذرها تا ۱۴ روز ادامه یافت (Asgarpour et al, 2015).

درصد جوانه‌زنی[1]

در انتها آزمایش درصد جوانه‌زنی با استفاده از معادله ۱ تعیین شد(Al-Ansari. and Ksiksi, 2016).

$$GP = (\sum ni / N) \times 100$$ معادله ۱

در این معادله n_i تعداد بذرهای جوانه زده و N تعداد کل بذرهای هر تیمار بود.

سرعت جوانه‌زنی[2]

اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی بذور (بذر در روز) با استفاده از معادله ۱ انجام شد که در آن S_i تعداد بذور جوانه‌زده در هر شمارش و D_i تعداد روز شمارش تا روز n می‌باشد (Grundy and Jones, 2002).

$$Rs = \sum_{i=1}^{n} \frac{Si}{Di}$$ معادله ۲

رشد گیاهچه (طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک‌ریشه‌چه و ساقه‌چه)

در پایان آزمایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با خط کش اندازه‌گیری شدند. برای تعیین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه ابتدا نمونه ها با آب مقطر شسته شدند و پس از جدا کردن ریشه‌چه و ساقه‌چه و محاسبه وزن تر آن‌ها، جهت محاسبه وزن خشک، در آون با درجه حرارت ۷۰ به مدت ۴۸ درجه سانتی‌گراد ساعت قرار داده شدند. وزن خشک و تر ریشه‌چه و ساقه‌چه با استفاده از ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. همچنین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و همچنین وزن خشک و تر ریشه‌چه و ساقه‌چه از میانگین تمامی بذرهای جوانه‌زده در هر پتری دیش بدست آمد.

شاخص بنیه گیاهچه[3]

برای محاسبه شاخص بنیه گیاهچه از معادله ۳ ذیل استفاده شد (Abdul-baki and Anderson , 1973).

$$Si = (GP \times LSh)/100$$ معادله ۳

در این معادله، GP درصد جوانه‌زنی و LSh میانگین طول گیاهچه (میلی‌متر) بود.

یکنواختی جوانه‌زنی[4]

یکنواختی جوانه‌زنی با استفاده از برنامه Germin محاسبه شد (Soltani *et al*, 2001). در این برنامه برای محاسبه یکنواختی جوانه‌زنی، ابتدا منحنی جوانه‌زنی تجمعی هر تکرار در مقابل زمان (بر حسب ساعت) رسم،

[1] Germination Percentage
[2] Germination Rate
[3] Seedling Vigour Index
[4] Germination Uniformity

سپس با استفاده از روش درون‌یابی خطی مدت زمان از کاشت تا زمانی که ۱۰ درصد و ۹۰ درصد جوانه‌زنی اتفاق بیفتد محاسبه می‌شود. این زمان‌ها به ترتیب به صورت D_{10} تا D_{90} نشان داده می‌شود. یکنواختی جوانه‌زنی یعنی تفاضل زمان رسیدن از ۱۰ درصد جوانه زنی به ۹۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی (D_{90}-D_{10}). هر چه عدد یکنواختی جوانه‌زنی کمتر باشد، یکنواختی بیشتر است (Soltani *et al*, 2001).

شاخص جوانه‌زنی[1]

بر اساس معادله ۴ (Razagh Yadak and Tavakkol Afshari, 2011) شاخص جوانه‌زنی تعیین شد:

معادله ۴

$$GI= (7n1+6n2+5n3+4n4+3n5+2n6+1n7)/(7\times N)$$

که در آن n تعداد بذور جوانه‌زده در هر روز و N تعداد کل بذر بود. شاخص جوانه‌زنی یک روش تشخیصی برای قدرت بذر تحت شرایط تنش است. هر چه عدد بدست آمده به یک نزدیک‌تر باشد، بذر تحمل یا سازگاری بیشتری به تنش موجود خواهد داشت (Daneshmandi and Nabavi Kalat, 2015):

قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها وضعیت نرمال بودن توزیع داده‌های آزمایش با نرم‌افزار Sigma plot بررسی شد و سپس آنالیز واریانس با نرم‌افزار Minitab و Sigma Plot انجام گردید. مقایسه میانگین‌ها با آزمون (۰/۰۵) LSD و شکل‌ها نیز با نرم‌افزار Excel، Sigma Plot رسم شدند.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

تست جوانه‌زنی به منظور اطمینان از جوانه‌زنی مطلوب و وجود قوه نامیه در دمای محیط انجام گرفت و مشخص شد که بذور فاقد خواب بوده می‌باشد. اثر دماهای متناوب بر درصد جوانه‌زنی معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) بود (جدول ۱). بیشترین درصد جوانه‌زنی در دمای متناوب ۱۵-۵ درجه سانتی‌گراد (۸۳ درصد) و کمترین مقدار آن (۵۹ درصد) در دمای متناوب ۳۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد بود (شکل ۱). با توجه به زمستانه بودن و منشأ گرفتن این علف‌هرز از مناطق معتدل (Wagenitz *et al*, 2006)، این نتایج منطقی است. بر اساس نتایج جوانه‌زنی گل‌گندم در همه تیمارهای دمای متناوب بالای ۵۸ درصد بود و دمای متناوب باعث تحریک جوانه‌زنی این گیاه شد. احتمالاً دمای متناوب به عنوان یک مکانیسم سنجش فضای باز و سنجش عمق عمل می‌کند. تغییرات دما با افزایش عمق خاک کاهش یافته و همچنین در زیر سایه انداز پوشش گیاهی بسیار پایین‌تر است. دمای متناوب نشان دهنده این است که بذر در سطح خاک قرار گرفته و پوشش گیاهی وجود ندارد (Fenner, 2009). بنابراین با توجه به اینکه گل‌گندم در دمای متناوب جوانه‌زنی بالایی داشتند، می‌توان بیان داشت که جوانه‌زنی آن در عمق سطحی خاک و در قسمت‌های بدون پوشش گیاهی رخ می‌دهد.

بسیار از علف‌های‌هرز در دمای ثابت جوانه می‌زنند که نشان دهنده عدم نیاز به تناوب دمایی برای القاء جوانه‌زنی می‌باشد ولی جوانه‌زنی آن‌ها در دمای متناوب افزایش می‌یابد (Chachalis and Reddy, 2000؛ Leon and Knapp, 2004؛ Zhou *et al*, 2005). تناوب دمایی باعث شکستن خواب بذر بعضی علف‌های‌هرز می‌شود، به عنوان مثال جوانه‌زنی بذر تاج‌خروس[2] و دم‌روباهی کبیر[3] از ۳۰ درصد در دمای ثابت به ۹۰ درصد در دمای متناوب افزایش یافت (Leon and Knapp, 2004). در گیاه *Droser anglica* بیشترین درصد جوانه‌زنی و شکست خواب بذرها در دمای متناوب ۲۰-۱۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (Baskin *et al*, 2000). بیشترین میزان جوانه‌زنی (۶۱ درصد) بذور علف‌هرز علف‌اسب[4] در دمای متناوب به دست آمد (Nandula *et al*, 2006).

[1] Germination Index
[2] *Amaranthus tuberculatus*
[3] *Setaria faberi*
[4] *Conyza canadensis*

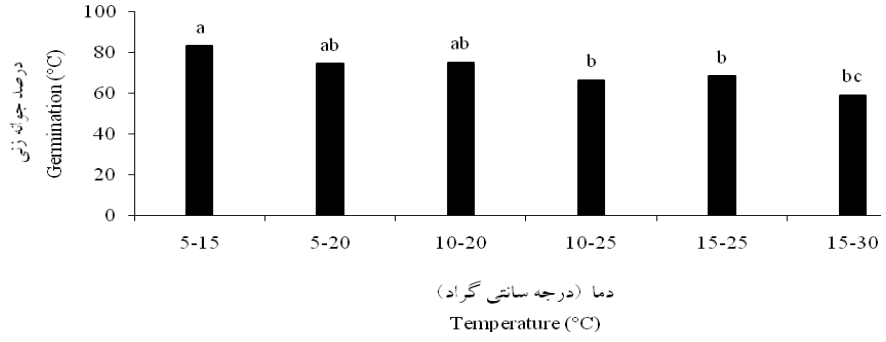
محققان بیان کردند که دما به لحاظ اثری که بر خواب، سرعت جوانه‌زنی و سرعت رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه دارد، درصد جوانه‌زنی نهایی بذور را در گیاهان مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهد (Bradford, 2002). برای موفقیت علف‌های‌هرز در اکوسیستم‌های زراعی است. جوانه‌زنی بسیاری از علف‌های‌هرز در دمای متناوب افزایش می‌یابد (Alebrahim *et al*, 2011). تحریک جوانه زنی بذر در دماهای متناوب در علف‌های‌هرز مختلفی گزارش شده است به نظر می‌رسد در چنین شرایطی تغییرات هورمونی در بذر ایجاد شده که بازدارنده‌های جوانه‌زنی تجزیه می‌شود و باعث تحریک جوانه‌زنی می‌شود که در نتایج تحقیق حاضر هم دماهای متناوب نسبت به دمای ثابت درصد جوانه‌زنی افزایش یافته که در نهایت منجر به افزایش جوانه‌زنی می‌شود.

جدول ۱- میانگین مربعات تأثیر دماهای متناوب بر صفات مرتبط با جوانه‌زنی گل‌گندم (*Centaurea balsamita* Lam.)

Table 1- Mean squares of alternating temperatures on germination-related traits of *Centaurea balsamita* Lam.

منبع Source	درجه آزادی df	سرعت جوانه‌زنی Germination Rate	درصد جوانه‌زنی Germination (%)	طول ریشه چه Radicle length	طول ساقه چه Plumule length	وزن تر ریشه‌چه Fresh weight of radicle	وزن تر ساقه‌چه Fresh weight of plumule	شاخص جوانه‌زنی Germination index	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	شاخص بنیه گیاهچه Seedling Vigour Index
دما Temperature	5	4.1*	416*	2139*	58.5*	60*	337*	0.002*	254*	8.1*
خطا Error	30	0.5	66.3	5.9	2.5	4.1	1.6	0.006	54.5	0.68
کل Total	35									
ضریب تغییرات Coefficient Variation		9.07	11.4	3.35	5.9	14.6	3.1	15.5	11.3	11.8

* معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ * significant at p≤ 0.05



شکل۱- اثر دماهای متناوب روز- شب بر درصد نهائی جوانه‌زنی گل‌گندم (*Centaurea balsamita* Lam.) پس از ۱۴روز

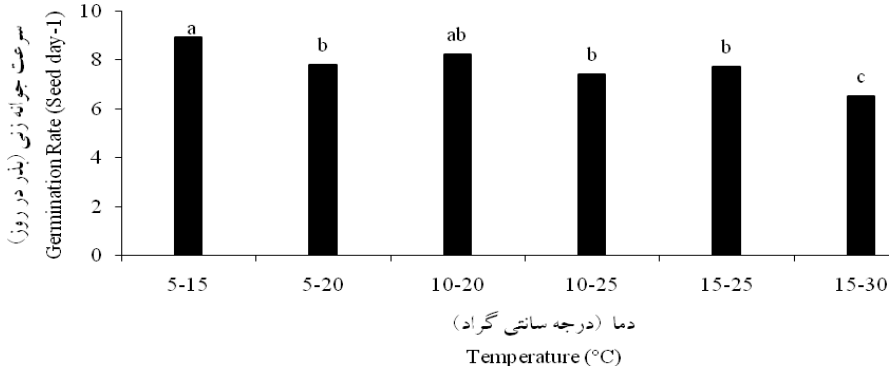
ستون‌های دارای حروف متفاوت تفاوت معنی‌داری (P≤۰/۰۵) با یکدیگر بر اساس آزمون LSD دارند.

Figure 1- Effect of alternating day-night temperatures on the final percentage of germination of *Centaurea balsamita* Lam. after 14 days

Columns with different letters have a significant difference (P≤0.05) with each other based on the LSD test.

سرعت جوانه‌زنی

اثر دماهای متناوب بر سرعت جوانه‌زنی معنی‌داری (P≤۰/۰۵) بود (جدول ۱). بیشترین مقدار سرعت جوانه‌زنی در دمای متناوب ۱۵-۵ °C (۸/۹ بذر در روز) و کمترین مقدار آن (۶/۵) در دمای متناوب ۳۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد بود (شکل ۲). Alebrahim *et al*, (2011) گزارش کردند که سرعت جوانه‌زنی بذر بادبر[1] به طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر دماهای متناوب قرار گرفته است بطوریکه بیشترین سرعت جوانه زنی بذر (۱۷ بذر در روز از مجموع ۲۵ بذر) در دمای۲۵/ ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد به دست آمد و کمترین آن (۲ بذر در روز) در دمای متناوب ۱۰/۵ درجه سانتی‌گراد بود.



شکل۲- اثر دماهای متناوب روز-شب بر سرعت جوانه‌زنی گل‌گندم (*Centaurea balsamita* Lam.)
ستون‌های دارای حروف متفاوت تفاوت معنی‌داری (P≤۰/۰۵) با یکدیگر بر اساس آزمون LSD دارند.

Figure 2 - Effect of alternating day-night temperatures on the germination rate of *Centaurea balsamita* Lam. Columns with different letters have a significant difference (P≤0.05) with each other based on the LSD test.

به نظر می‌رسد در دماهای پایین تر بذر گل‌گندم موفق تر عمل می‌کند که این را می‌توان در نتیجه سازگار شدن بذر این گیاه به شرایط محیطی دانست (شکل ۲). بین درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی گل‌گندم در دماهای متناوب همبستگی (R^2=۰/۸۲) مثبتی وجود داشت (شکل ۳). دماهای متناوب برای جوانه زنی بذور بسیاری از علف‌های‌هرز ضروری است .دماهای متناوب، جوانه‌زنی را از طریق فعال کردن فرآیندهای فیزیولوژیکی مشخصی در درون بذر تحریک می‌کنند (Booth *et al*, 2003).

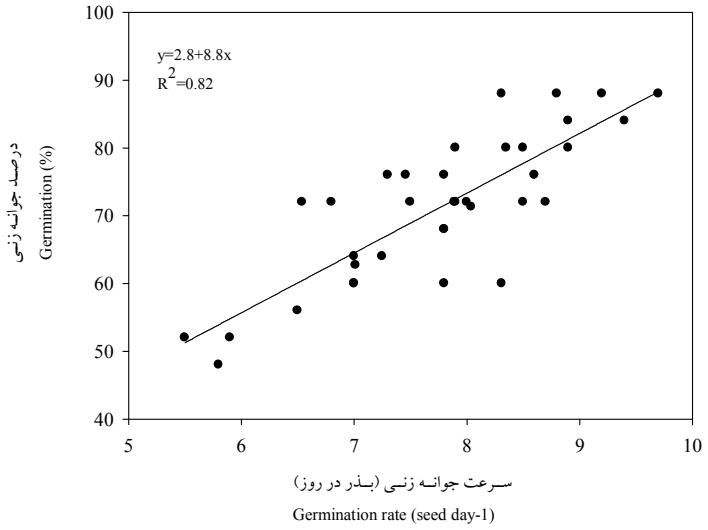
رشد گیاهچه

اثر دماهای متناوب بر رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه معنی‌دار (P≤۰/۰۵) بود (جدول ۱)، بطوریکه بیشترین مقادیر طول ریشه‌چه (۹۷ میلی‌متر)، طول ساقه‌چه (۳۰ میلی‌متر)، وزن تر ریشه‌چه (۱۹ میلی‌گرم) و وزن تر ساقه‌چه (۵۲ میلی-گرم) به ترتیب در تیمارهای دمایی ۳۰-۱۵، ۱۵- ۵، ۲۵-۱۵ و ۲۵-۱۰ درجه سانتی‌گراد بود (شکل۴ و ۵). همچنین کمترین مقادیر طول ریشه‌چه (۵۴ میلی‌متر)، طول ساقه‌چه (۲۲ میلی‌متر)، وزن تر ریشه‌چه (۱۰/۵ میلی‌گرم) و وزن تر ساقه‌چه (۳۳ میلی‌گرم) به ترتیب در تیمارهای دمایی ۲۵-۱۰، ۳۰-۱۵، ۲۵-۱۰ و ۲۰-۵ درجه سانتی‌گراد بود (شکل۴ و ۵).

می‌توان گفت که محیط رشد گیاه مادری (شرایط تناوب دمایی) بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر و توان رشدی گیاهچه اثر قابل ملاحظه‌ای دارد. با

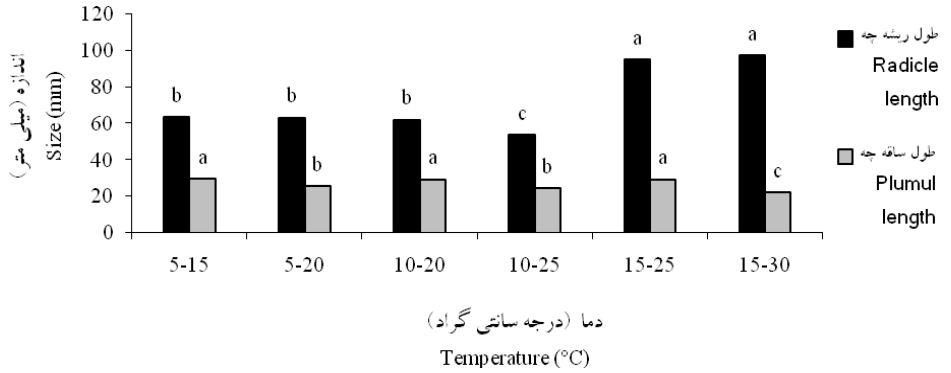
[1] *Ceratocarpus arenarius*

افزایش دمای متناوب شب و روز طول ریشه‌چه و وزن آن افزایش یافت ولی طول و وزن ساقه‌چه گل گندم از این روند طبعیت نکرد (شکل ۳). Gessler and Pessarakli (2009) در تحقیقی گلخانه‌ای بر روی واریته‌های *Distichlis spicata* (L.) افزایش طول ریشه را در واریته‌های مقاومتر در شرایط تنش شوری مشاهده کردند. به نظر می‌رسد در دما های شب و روز ۲۵/۱۵ و ۳۰/۱۵ درجه سانتی‌گراد گیاهچه گل گندم در شرایط تنش دمایی قرار می‌گیرد و این شرایط باعث افزایش طول ریشه چه می‌شود.



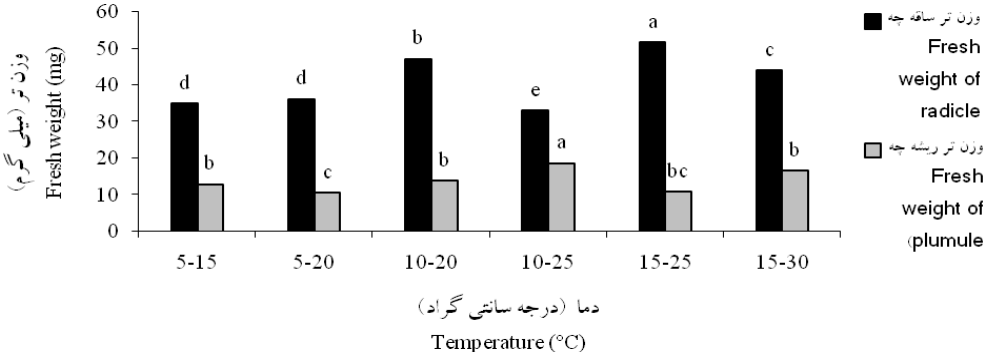
شکل ۳- روابط رگرسیونی پارامترهای جوانه‌زنی گیاهچه گل‌گندم (*Centaurea balsamita* Lam.) در دماهای متناوب روز-شب

Figure 3- Regression relationships of germination parameters of *Centaurea balsamita* Lam. seedling at alternate day-night temperatures



شکل۴- اثر دماهای متناوب روز-شب بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گل‌گندم (*Centaurea balsamita* Lam.)
ستون‌های دارای حروف متفاوت تفاوت معنی‌داری (P≤۰/۰۵) با یکدیگر بر اساس آزمون LSD دارند.

Figure 4- Effect of alternating day-night temperatures on radicle and plumule length of *Centaurea balsamita* Lam. after 14 days
Columns with different letters have a significant difference (P≤0.05) with each other based on the LSD test.

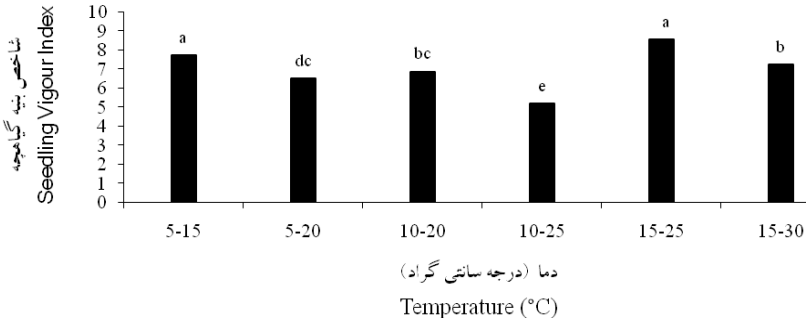


شکل ۵- اثر دماهای متناوب روز- شب بر وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه گل گندم (*Centaurea balsamita* Lam.)
ستون‌های دارای حروف متفاوت تفاوت معنی‌داری (P≤۰/۰۵) با یکدیگر بر اساس آزمون LSD دارند.

Figure 5- Effect of alternating day-night temperatures on fresh weight of radicle and plumule of *Centaurea balsamita* Lam. after 14 days
Columns with different letters have a significant difference (P≤0.05) with each other based on the LSD test.

شاخص بنیه گیاهچه

تیمارهای دماهای متناوب اثر معنی‌داری (P≤۰/۰۵) بر شاخص بنیه گیاهچه داشتند (جدول ۱). بر اساس نتایج بالاترین مقدار (۷/۷۵) شاخص بنیه گیاهچه مربوط به تیمار دمایی ۱۵-۵ درجه سانتی‌گراد بود (شکل ۶). علت آن مربوط به افزایش معنی‌دار دو جزء مهم شاخص بنیه گیاهچه یعنی درصد جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه در دمای ۱۵-۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که با نتایج دیگر محققان نیز مطابقت دارد (Joudi and Sharifzadeh, 2006).



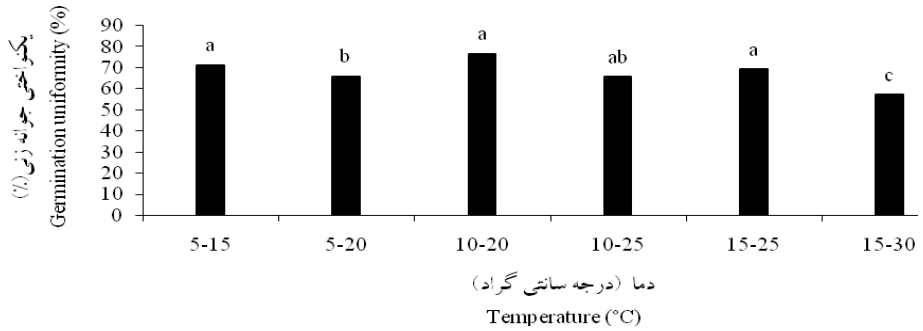
شکل ۶- اثر دماهای متناوب روز-شب بر شاخص بنیه گیاهچه گل گندم (*Centaurea balsamita* Lam.)
ستون‌های دارای حروف متفاوت تفاوت معنی‌داری (P≤۰/۰۵) با یکدیگر بر اساس آزمون LSD دارند.

Figure 6- Effect of alternating day-night temperatures on seedling vigor index of *Centaurea balsamita* Lam. after 14 days
Columns with different letters have a significant difference (P≤0.05) with each other based on the LSD test.

یکنواختی جوانه‌زنی

اثر دماهای متناوب بر یکنواختی جوانه‌زنی معنی‌دار (P≤۰/۰۵) بود (جدول ۱)، بطوریکه بیشترین مقدار آن در دمای متناوب ۱۵-۵ و ۲۰-۵ درجه سانتی‌گراد و کمترین مقدار آن در دماهای متناوب ۲۰-۱۰، ۲۵-۱۰، ۲۵-۱۵ و ۳۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد بود (شکل ۷). با توجه به اینکه

هر چه میزان این شاخص بالاتر باشد میزان یکنواختی کمتر است می‌توان نتیجه گرفت که افزایش دما در دمای متناوب باعث یکنواختی در جوانه‌زنی شده است.

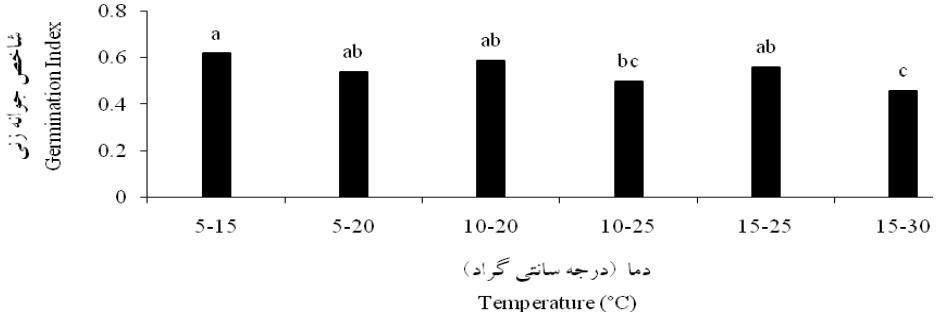


شکل ۷- اثر دماهای متناوب روز-شب بر یکنواختی جوانه‌زنی گل‌گندم (*Centaurea balsamita* Lam.)
ستون‌های دارای حروف متفاوت تفاوت معنی‌داری (P≤۰/۰۵) با یکدیگر بر اساس آزمون LSD دارند.

Figure 7- Effect of alternating day-night temperatures on germination uniformity of *Centaurea balsamita* Lam. after 14 days
Columns with different letters have a significant difference (P≤0.05) with each other based on the LSD test.

شاخص جوانه‌زنی

اثر دماهای متناوب بر شاخص جوانه‌زنی معنی‌دار (P≤۰/۰۵) بود (جدول ۱)، به‌طوریکه بیشترین مقدار آن در دمای متناوب ۱۵-۵ درجه سانتی‌گراد و کمترین مقدار آن در دمای متناوب ۳۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد بود (شکل ۸). با توجه به اینکه هر چه این شاخص به یک نزدیک‌تر باشد، بذر تحمل یا سازگاری بیشتری به تنش موجود خواهد داشت، بر همین اساس دمای بهینه برای تندش گل‌گندم دماهای متناوب ۱۵-۵، ۲۰-۵، ۲۰-۱۰ و ۲۵-۱۵ درجه سانتی‌گراد قرار دارد و خارج از این محدوده بذر گل‌گندم تحمل کمتری نسبت به تنش خواهد داشت. به نظر می‌رسد با توجه به اینکه میانگین شاخص جوانه‌زنی در دماهای متناوب (۰/۵۵) بالاتر از میانگین دماهای ثابت (۰/۲۳) است، دمای متناوب در افزایش شاخص جوانه‌زنی تأثیر مثبت دارد.



شکل ۸- اثر دماهای متناوب روز-شب بر شاخص جوانه‌زنی گل‌گندم (*Centaurea balsamita* Lam.)
ستون‌های دارای حروف متفاوت تفاوت معنی‌داری (P≤۰/۰۵) با یکدیگر بر اساس آزمون LSD دارند.

Figure 8- Effect of alternating day-night temperatures on germination index of *Centaurea balsamita* Lam. after 14 days
Columns with different letters have a significant difference (P≤0.05) with each other based on the LSD test.

نتیجه‌گیری

یکی از مهم‌ترین مراحلی که موفقیت علف‌هرز در رقابت با دیگر گیاهان را رقم می‌زند مرحله جوانه‌زنی است. برای مدیریت صحیح و کنترل اصولی علف‌های-هرز، شناسایی عوامل محیطی موثر بر بیولوژی علف‌هرز اهمیت دارد. جوانه‌زنی بذر بسیاری از علف‌های هرز در دمای متناوب در مقایسه با دمای ثابت، افزایش می‌یابد. دماهای متناوب، جوانه‌زنی را از طریق فعال کردن فرآیندهای فیزیولوژیکی مشخصی در درون بذر تحریک می‌کنند. در آزمایش حاضر بالاترین درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه گیاهچه و شاخص جوانه‌زنی در دمای ۱۵-۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و همچنین نتایج آزمایش‌های فنولوژی گل‌گندم مشخص کرد که این گیاه در شرایط مشهد در آبان ماه جوانه‌زنی می‌کند. بر اساس داده‌های هواشناسی در شرایط مشهد نوسانات دمای ماه‌های مهر، آبان و آذر در حدود ۲۵-۱۰ ، ۱۸-۵ و ۱۳-۱ درجه سانتی‌گراد است و بنابراین نتایج آزمایش‌های دمای متناوب در آزمایشگاه با جوانه‌زنی گل‌گندم در شرایط طبیعت مطابقت دارد. با توجه به اینکه شناخت ویژگی‌های بیولوژیک علف‌های‌هرز به پیش‌بینی زمان اوج سبز شدن آنها منجر می‌شود، این خصوصیات می‌توانند، جهت انجام کنترل بهتر و مصرف کمتر سموم و به تبع آن کاهش هزینه‌های مالی و زیست محیطی موثر باشد.

منابع

Reference

Abdul Baki, A.A., and J.D. Anderson. 1973. Vigor determination in soybean seed by multiplication. Crop Sci. 3: 630-633.

Al-Ansari, F., and T. Ksiksi. 2016. A Quantitative Assessment of Germination Parameters: the Case of Crotalaria Persica and Tephrosia Apollinea. Open Ecol. J. 9(1): 13-21.

Alebrahim, M., M.H. Mohassel, F. Maighany, and M. Baghestani. 2011. Study of Different Techniques for Breaking Dormancy and Optimum Temperature for Germination of Russian Knapweed (*Acroptilon repens*). Plant Prot. 24(4):391-397.

Abbasian, A., G. Asadi, and R. Ghorbani. 2017. The effect of temperature on some germination index of invasive plant of *Centaurea balsamita* and determination of its germination Cardinal Temperatures, Iranian J. Seed Sci. Technol. 5(2): 215-222. (In Persian)

Asgarpour, R., R. Ghorbani, and M. Khajeh Hosseini. 2014. Effect of environmental factors on wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla* L.) germination- a new introduced weed in soybean field, Weed Res, 5(2): 183-198.

Asgarpour, R., R. Ghorbani, M. Khajeh-Hosseini, E. Mohammadvand, and B.S. Chauhan. 2015. Germination of spotted spurge (Chamaesyce maculata) seeds in response to different environmental factors. Weed Sci. 63(2):502-510.

Baskin, C. C., J.M. Baskin, and E.W. Chester. 2000. Effect of flooding on the annual dormancy cycle and germination of seeds of the summer annual *Achoenoplectus purshianus*. Aquatic Bot. 67: 109-116.

Baskin, C. C. and J. M. Baskin. 1998. Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. San Diego, CA: Academic.

Booth, B. D. S.D. Murphy, and C.J. Swanton. 2003. Weed ecology in natural and agricultural systems. Pp 93-94. CAB International, Wallingford.

Bradford, K.J. 2002. Application of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy.Weed Sci.50: 248-260.

Daneshmandi, M.Sh., and S.M. Nabavi Kalat. 2015. Responses of Corn 704 Single Cross (*Zea maize*) seed germination to acid rain stress. Iranian J. Seed Sci. Technol. 4(2): 57-69. (In Persian, with English Abstract)

Chachalis, D., and K.N. Reddy. 2000. Factors affecting Campsis radicans seed germination and seedling emergence. Weed Sci. 48: 212-216.

Fenner, M., and K. Thompson. 2005. The Ecology of Seeds.

Fenner, M. 2009. The ecology of seeds. Cambridge University Press, Cambridge.

Forcella, F. 1998. Real-time assessment of seed dormancy and seedling growth for weed management. Seed Sci. Res. 8:201-209.

Gessler, N., and M. Pessarakli. 2009. Growth Responses and Nitrogen Uptake of Salt grass under Salinity Stress. Turfgrass, Landscape and Urban IPM Research Summary. 32-38.

Ghaffari, S. M., and M.A. Shahraki. 2001. Some Chromosome Counts and Meiotic Behavior in Centaurea Species from Iran. Iranian J. Bot. 9(1): 11-18.

Grundy, A.C., and N.E. Jones. 2002. Seedbanks. Pp 39-63. In R.E.L. Naylor (ed.). Weed Management Handbook, 9th ed. Blackwell Science for the BCPC.

Joudi M., and F. Sharifzadeh. 2006. Investigation of Hydropriming effects on Barley Cultivars. Desert. 11(1): 99 - 109.

Leon, R.G., and A.D. Knapp. 2004. Effect of temperature on the germination of common waterhemp (*Amaranthus theophrasti*). Weed Sci. 52:67-73.

Nandula, V.K., T.W. Eubank, D.H. Poston, C.H. Koger, and K.N. Reddy. 2006. Factors affecting germination of horseweed (*Conyza canadensis*). Weed Sci. 54:898-902.

Razaghi Yadak, F., and R. Tavakkol Afshari. 2011. Effect of drought stress on seed embryo axis phosphatase activities during early stages of germination of two bread wheat (*Triticum aestivum*) cultivars. Iranian J. Field Crop Sci. 41(2): 385-393. (In Persian)

Rechinger KH. 1979. Compositae-Cynareae. Vol. 139a, Pp 331 – 333. In K.H. Rechinger (ed.). Flora Iranica. Akademische Druckund Verlagsanstalt, Graz, Austria.

Sarani, H., E. Izadi Darbandi, A. Ghanbari, and A. Rahemi. 2019. Effect of Temperature and Light on Germination Characteristics of Japanese Morning Glory (*Ipomoea nil*): Determination of Cardinal Temperaturesof Germination. Iranian J. Seed Res. 6(1): 115-127.

Soltani, A., S. Galeshi, E. Zenali, and N. Latifi. 2001. Germination seed reserve utilization and growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Sci Techno. 30:51-60.

Wagenitz G., F. Hellwig, P. Gerald, and M. Ludwig. 2006. Two new species of Centaurea (Compositae, Cardueae) from Turkey. Willdenowia. 36: 423–434.

Zhou, J., E.L. Deckard, and W.H. Ahrens. 2005. Factors affecting of hairy nightshade (*Solanum sarrachoides*) seeds. Weed Sci.53:41-45.