"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد نهم، شماره ٤، زمستان ۱۳۹۹
(ص ۱۲۲-۱۱۱)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 9, No.: 4, Winter 2021
(pp: 111-122)
DOI: 10.22034/ijsst.2020.127938.1295
Research Article

تاثیر عوامل مختلف محیطی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر علف‌هرز مهاجم گل‌گندم زرد (*Centaurea solstitialis*)

احمد زارع[1*]، فاطمه دریس[2]، زهرا کریمی[2]

۱. استادیار، مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، باوی، ملاثانی، ایران
۲. دانشجوی مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، باوی، ملاثانی، ایران
(تاریخ دریافت:۱۳۹۸/۰۷/۰۹؛ تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۱۰/۲۹)

چکیده

به منظور بررسی پاسخ علف‌هرز مهاجم گل‌گندم زرد (*Centaurea solstitialis*) به عوامل محیطی (دما، خشکی و شوری)، سه آزمایش جداگانه (طرح کاملاً تصادفی) در سال ۱۳۹۸ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در ۶ تکرار انجام گرفت. تیمارهای دما شامل (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سلسیوس)، تنش خشکی شامل (۰، ۰/۲-، ۰/۴-، ۰/۶-، ۰/۸-، ۱- و ۱/۲- مگاپاسکال) و تنش شوری شامل (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ میلی‌مولار) بود. جوانه‌زنی در دمای ۲۵ (٪۹۴)، ۲۰(٪۹۳/۳۳) و ۳۰ درجه سلسیوس (٪۹۲) بود. کمترین جوانه‌زنی در دمای ۳۵ (٪۲۲/۶۶) و در دمای ۴۰ درجه سلسیوس جوانه‌زنی کاملاً متوقف گردید. بر اساس برآورد معادله لجستیک سه پارامتره(X_{50})، کاهش٪ ۵۰ جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب در سطح تنش خشکی ۰/۷۰- و ۰/۴۶- مگاپاسکال به دست آمد. شوری مورد نیاز برای کاهش٪ ۵۰ صفات درصد جوانه‌زنی (۱۸۲/۳۵میلی‌مولار) و سرعت جوانه‌زنی (۱۳۰/۵۷ میلی‌مولار) بود. شناخت بیولوژی بذر علف‌هرز گل‌گندم زرد می‌تواند در مدیریت سبزشدن آن در مزرعه کمک نماید.

کلمات کلیدی: سرعت جوانه‌زنی، معادله لجستیک، شوری، دما

Influence of environmental factors on seed germination characteristics of invasive weed yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*)

A. Zare[1*], F. Deris[2], Z. Karimi[2]

1. Assistant Professor of Plant Production and Genetics Department, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan. Bavi, Mollasani, Iran.
2. Student of Plant Production and Genetics, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan. Bavi, Mollasani, Iran.
(Received: Oct. 01, 2019 – Accepted: Jan. 19, 2020)

Abstract

In order to response of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*) to environmental factors (temperature, drought and salinity), were conducted three separate experiments in 6 replicates in 2019 at Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan. Temperature treatments included (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40 °C), drought stress (0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1 and -1.2 MPa) and salinity stress (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 and 350 mM), respectively. The results of Temperature indicated that the highest germination percentage was at 25(94%), 20(93/33%) and 30 °C (92%). The lowest germination percentage was at 35 °C (22.66) and at 40 °C germination completely was inhibited. Based on the estimation of the logistic equation three parameters (x_{50}), germination percentage and germination rate were reduced by 50% at -0.70 and -0.46 -MPa levels of drought stress, respectively. The salinity required to reduce by 50% were in germination percentage (182.35mM and germination rate (130.57mM). the knowledge of seed biology of yellow starthistle can help to manage emergence in the future.

Key words: Germination rate, Logistic equation, Salinity, Temperature

* Email: ahmadzare@asnrukh.ac.ir

مقدمه

گل‌گندم زرد (*Centaurea solstitialis*) با نام انگلیسی (Yellow Starthistle) به عنوان یکی از علف‌های هرز مهاجم در مناطق مختلف دنیا محسوب و سالانه در حال گسترش می‌باشد (Duncan 2001; Maddox *et al.*, 1985). در بیشتر نوشته‌های آمریکایی گل‌گندم زرد به عنوان یک علف‌هرز زمستان اختیاری یک‌ساله (Keil and Turner, 1993) و در اروپا به عنوان علف‌هرز دوساله لیست شده است (Tutin *et al.*, 1964). معرفی گل‌گندم زرد از یونجه‌های بذری در کالیفرنیا بوده است (Gerlach, 1997) و تخمین‌ها نشان داده است که ۱۵ تا٪ ۲۲ زمین‌های کالیفرنیا را آلوده نموده است (Balciunas and Villegas, 1999).

جنس سنتورا (*Centaura*) دارای ۵۳۰ تا ۵۵۰ گونه می‌باشد که از اسپانیا، سراسر اروپای جنوبی به ترکیه و ایران انتشار یافته است (Klokov *et al.*, 1963). قدرت رقابتی گل‌گندم زرد منجر به عدم ورود و استقرارگونه‌های مطلوب به مراتع، چراگاه‌های بزرگ، پارک‌های ملی، سایت‌های صنعتی، کناره جاده‌ها و زمین‌های دستکاری شده شهری می‌گردد. همچنین حضور گل‌گندم زرد منجر به کاهش تنوع گیاهان بومی،کاهش ارزش تفریحی زمین (Recreation value of land)، کاهش تولیدات علوفه‌ای و ظرفیت چراگاه و مسموم شدن اسب‌ها (در صورت مصرف زیاد) می‌گردد (Callihan *et al.*, 1995).

گل‌گندم زرد تنها با اولین رطوبت موثر در پاییز جوانه می‌زند و در شرایط آب و هوایی مدیترانه‌ای به صورت روزت (Rosette) در زمستان رشد و نزدیک تابستان گل می‌دهد.گل‌گندم زرد تنها بوسیله جوانه‌زدن بذر و استقرار گیاهچه ازدیاد و گسترش می‌یابد. به طور آشکارا تولید بذر، پراکنش، جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه سیمای اساسی اکولوژی علف‌های‌هرز مهاجم مانند این علف‌هرز می‌باشد (Young *et al.*, 2005). توانایی تولید فندقه (Achenes) در گل‌گندم زرد بین ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ عدد برآورد شده است (Roche´ and Thill, 2001). آلودگی‌های گل‌گندم زرد ۲۵۰ میلیون فندقه در هکتار به صورت سالیانه گزارش شده است (Callihan *et al.*, 1993). محققین براین باورند پاپوس در گل‌گندم زرد به عنوان ابزار مناسب فندقه برای جوانه‌زنی مطلوب عمل نموده و کارکرد پاپوس برای جوانه‌زنی بیشتر از کمک به انتشار و پراکنش توسط باد اهمیت دارد (Roche´and Thill, 2001). بیشتر فندقه‌ها تقریبا نزدیک گیاه مادری پراکنش دارند، به طوری که نتایج تحقیقات روکه (Roche, 1991) نشان داد که٪ ۹۲ از فندقه گل‌گندم زرد در فاصله ۶۰ سانتی‌متری گیاه مادری پراکنش داشته است. با وجود محدودیت مسافت پراکنش، سرعت تهاجم پذیری بوسیله گل‌گندم زرد بسیار شگفت‌انگیز می‌باشد. گل‌گندم زرد دارای دو نوع فندقه می‌باشد که در کاپیتول رشد کرده‌اند (Joley *et al.*, 1997). چراکه وقوع دو یا چند فندقه متمایز مورفولوژیکی (هترومورفیسم) روی یک گیاه در استرالیا ثبت شده است (Harper, 1997; Olivieri and Berger, 1985).

تحقیقات جولی و همکاران (Joley *et al.*, 1992, 1997, 2003) نشان داد که تولید بذر در گل‌گندم زرد در کالیفرنیا بسیار متفاوت می‌باشد، به طوری که گیاه٪ ۸۵ بذرهایش رنگ روشن همراه با پاپوس و٪ ۱۵ بذرها سیاه و فاقد پاپوس بودند. فندقه‌های گل‌گندم زرد در تاریکی در دمای ۲۰ درجه سلسیوس دارای٪ ۱۰۰جوانه‌زنی بودند، اما در بعضی دماها در شرایط روشنایی نسبت به تاریکی دارای جوانه‌زنی بیشتری بود (Maguire and Overland, 1959)، اما روکه و همکاران (Roche *et al.*, 1997) نشان دادند که فندقه‌های گل‌گندم زرد در دامنه‌های مختلف درجه حرارت قادر به جوانه‌زنی و فاقد خواب می‌باشند.

تاثیر تیمارهای مختلف مثل نور، دما، نوع فندقه، تاریخ جمع‌آوری، خواب و زمان انبارداری بر بذرهای گل‌گندم

زرد نشان داد که بعضی در تاریکی جوانه می‌زنند، اما بیشترین جوانه‌زنی در شرایط روشنایی و همچنین جوانه‌زنی بذرها با پاپوس بیشتر از بدون پاپوس بود (Joley *et al.*, 2003; Young *et al.*, 2005).

پارامترهای خرد اقلیم، پویایی جمعیت، شرایط اقلیم گیاه مادری، جایگاه گل در روی بوته، زمان رسیدگی، دوره انبارداری بر خصوصیات جوانه‌زنی گل‌گندم زرد توسط محققین به جزییات ارائه و نشان داده است که عوامل فوق بر خصوصیات جوانه‌زنی تاثیرگذار می‌باشد (Young *et al.*, 2005; Dukes, *et al.*, 2011; Widmer *et al.*, 2007., Joley *et al.*, 2003; Benefield *et al.*, 2001; Uygur *et al.*, 2004)

به طور کلی جوانه‌زنی و الگوی خواب نقش بسیار حیاتی در گسترش گیاهان مهاجم دارند (Batlla and Benech-Arnold, 2014). عوامل مختلفی مانند نیترات خاک، خراش‌دهی پوسته بذر، دما، نور، رطوبت خاک اسیدیته خاک، شوری خاک، عمق دفن بذر بر جوانه‌زنی و سبزشدن در مزرعه نقش دارند (Batlla and Benech-Arnold, 2014).

شناخت پاسخ جوانه‌زنی علف‌های‌هرز به عوامل محیطی مورد نیاز (دما، خشکی و شوری) می‌تواند دلایل انتشار و مشکل ساز بودن علف‌های‌هرز در منطقه را توجیه نماید. تنش شوری به میزان ۵۰ میلی‌مولار اثر منفی بروی گل گندم (*Centaurea balsamita*) داشت و در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار و تنش خشکی ۱/۴- مگاپاسکال جوانه‌زنی متوقف گردید (Nosrati *et al.*, 2017a).

در بین روش‌های کنترل علف‌هرز گل‌گندم زرد تکنیک‌های عملی بسیاری به مانند وجین‌کردن، چراکردن با احشام، آتش زدن، کنترل بیولوژیک و علف‌کش مورد تحقیق قرار گرفته است (DiTomaso *et al.*, 1999; Thomsen *et al.*, 1994). در مدیریت تلفیقی علف‌های هرز، به‌خصوص علف‌های هرز مهاجم درک و شناخت بیولوژی به عنوان کلیدی برای توسعه یک برنامه کنترل موفق می‌باشد (Thomsen *et al.*, 1994).

درک بهتر از عوامل محیطی تاثیرگذار بر جوانه‌زنی گل‌گندم زرد، به‌منظور دستیابی به مدیریت بهتر علف‌های‌هرز مورد نیاز می‌باشد. بنابراین هدف از انجام این تحقیق پاسخ خصوصیات جوانه‌زنی گل‌گندم زرد به عوامل محیطی به مانند دما، خشکی و شوری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش تاثیر دما بر جوانه‌زنی گل‌گندم زرد

آزمایش در سال ۱۳۹۸ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در آزمایشگاه علوم علف‌های‌هرز و آزمایشگاه تکنولوژی بذر انجام شد. این آزمایش شامل سه تکرار بود که برای اطمینان از نتایج دوبار انجام گردید (مجموعاً شش تکرار). آزمایش دما شامل ۸ دما (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سلسیوس) بود. در ابتدا گل‌های علف‌هرز گل‌گندم زرد در زمان رسیدگی کامل (در پاییز ۱۳۹۷) از اطراف مزارع کشاورزی شهرستان مرودشت با طول و عرض جغرافیایی (29°59'34.7"N 52°44'18.2"E) و ارتفاع از سطح دریا ۱۵۹۷ مترجمع‌آوری گردید. سپس به آزمایشگاه انتقال و فندقه‌ها از گل‌ها جدا گردید. آزمون جوانه‌زنی اولیه انجام و بذرها فاقد خواب بودند. برای آزمایش از فندقه‌های استفاده گردید که دارای رنگ روشن و دارای پاپوس بودند (Joley *et al.*, 2003). در پتری‌های ۱۰ سانتی‌متری روی دو لایه کاغذ صافی واتمن، ۲۵ عدد بذر گل‌گندم زرد قرار داده شد. برای تامین رطوبت به ازای هر پتری‌دیش۵ میلی‌لیتر آب مقطر استفاده گردید. شمارش بذرهای جوانه‌زده به صورت روزانه و تا ۱۵ روز ادامه داشت. معیار جوانه‌زنی خروج دو میلی‌متر ریشه‌چه در نظر گرفته شد (Chauhan and Johnson, 2009). دمای اتاقک رشد ثابت و مدت زمان روشنایی و تاریکی ۱۲ ساعت در نظر گرفته شد. آزمون جوانه‌زنی قبل از آزمایش انجام و درصد جوانه‌زنی بیش از ۸۵ درصد بود، بنابراین پیش‌تیماری برای جوانه‌زنی در نظر گرفته نشد

(برای هر سه آزمایش دما، شوری و خشکی).

آزمایش اثر خشکی بر جوانه‌زنی بذر گل‌گندم زرد

سطوح مختلف تنش خشکی شامل (شاهد (بدون تنش)، ۰/۲-، ۰/۴-، ۰/۶-، ۰/۸-، ۱- و ۱/۲- مگاپاسکال) بود. به‌منظور اعمال تنش خشکی از پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ استفاده گردید. برای تعیین سطوح مختلف تنش خشکی از معادله میشل و کافمن (۱۹۷۳) استفاده و معیار میزان پلی‌اتیلن گلایکول بر اساس دمای ۲۵ درجه سلسیوس در نظر گرفته شد. از پتری‌دیش‌های شیشه‌ای برای اعمال تنش خشکی استفاده شد. درون هر پتری‌دیش ۲۵ عدد بذر روشن پاپوس‌دار قرار داده شد. شمارش بذرها روزانه و تا ۱۵ روز ادامه داشت. معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به میزان دو میلی‌متر درنظر گرفته شد.

آزمایش اثر شوری بر جوانه‌زنی گل‌گندم زرد

آزمایش شوری شامل سطوح مختلف شوری (شاهد (عدم شوری)، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ میلی‌مولار) بود. از نمک کلراید سدیم برای سطوح مختلف شوری استفاده گردید. پتری دیش‌های ۱۰ سانتی-متری انتخاب و با قرارگیری دو لایه کاغذ واتمن، ۲۵ عدد بذر روشن پاپوس‌دار درون هر پتری‌دیش قرار داده شد. شمارش بذرها روزانه و تا ۱۵ روز ادامه داشت. معیار جوانه‌زنی خروج دو میلی‌متر ریشه‌چه در نظر گرفته شد. در سه آزمایش صفات مورد اندازه‌گیری و چگونگی محاسبه بیان شده است.

درصد جوانه‌زنی نهایی $FGP = \sum \frac{n}{N} * 100$

(Scott *et al.*, 1984)

سرعت جوانه‌زنی (Maguire, 1962) $GR = \sum(\frac{n}{t})$

n= تعداد بذرهای جوانه‌زده تا روز، N= تعداد کل بذر، T= تعداد روز پس از شروع آزمایش

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار مینی‌تب (۱۸) و مقایسه میانگین بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار(LSD) در سطح٪ ۵ انجام گردید. قابل ذکر است در آزمایشات شوری و خشکی علاوه بر مقایسه میانگین از تجزیه رگرسیون با نرم افزار سیگماپلات (۱۴) استفاده گردید.

برای صفات درصد جوانه‌زنی نهایی و سرعت جوانه‌زنی در دو آزمایش شوری و خشکی از معادله لجستیک سه پارامتره استفاده گردید که به شرح ذیل می‌باشد (Nosrati *et al.*, 2017a,b).

$$Y = \frac{a}{1 + (\frac{X}{X_{50}})b}$$

a برابر است با حداکثر جوانه‌زنی در سطح عدم شوری و خشکی (شاهد)؛ X برابر است با سطح شوری یا خشکی و X_{50} سطحی از شوری یا خشکی که در آن a به ۵۰ درصد می‌رسد.

نتایج و بحث

دما

پاسخ گل‌گندم زرد به دماهای مختلف نشان داد بذر این علف‌هرز در دامنه ۵ تا ۳۵ درجه سلسیوس قادر به جوانه‌زنی می‌باشد. از طرف دیگر مشاهده گردید در دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس روند جوانه‌زنی کاهش یافت، به طوری که در دمای ۳۵ درجه سلسیوس درصد جوانه‌زنی به ٪ ۲۲ و در دمای ۴۰ درجه سلسیوس جوانه‌زنی گل‌گندم زرد متوقف گردید (شکل۱-A). از دمای ۵ درجه سلسیوس تا دمای ۲۵ درجه سلسیوس روند جوانه‌زنی افزایش یافت (شکل۱-A). جوانه‌زنی گل‌گندم زرد در دماهای ۵ (٪۸۲)، ۱۰ (٪۸۸)، ۱۵ (٪۹۰)، ۲۰ (٪۹۳)، ۲۵ (٪۹۴) و ۳۰ درجه سلسیوس (٪۹۲) بود (شکل۱-A). مقایسه میانگین دماهای مختلف بر درصد جوانه‌زنی نهایی نشان داد که بین دماهای ۱۰ تا ۳۰ درجه سلسیوس از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و بین دمای ۵ درجه سلسیوس با دو دمای ۱۰ و ۱۵

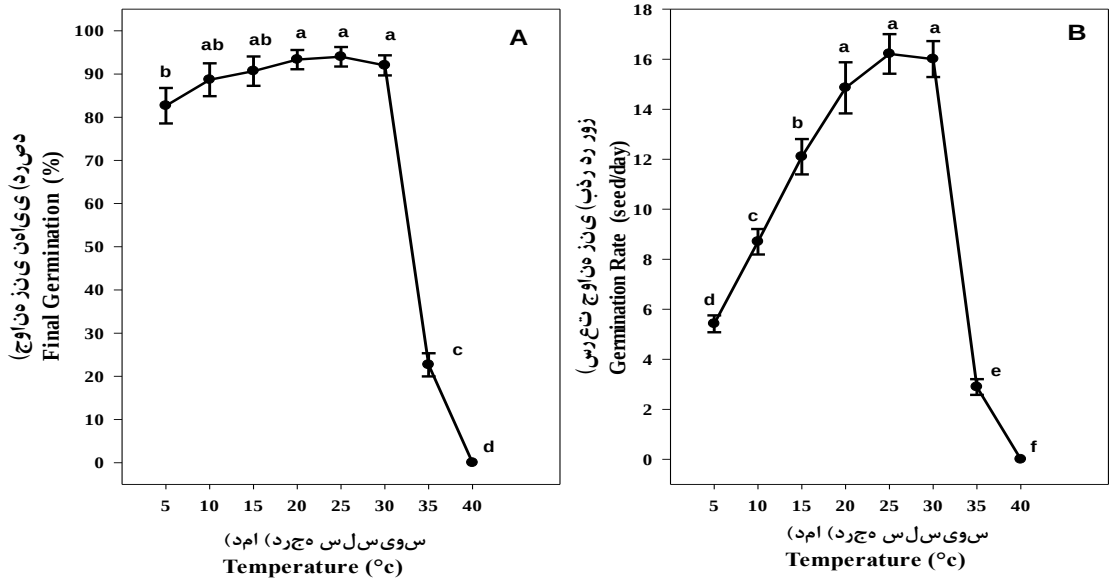
درجه سلسیوس نیز اختلاف آماری وجود نداشت. بین دمای ۵ درجه با سه دمای ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سلسیوس از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (شکل ۱-A). درصد کاهش جوانه‌زنی از ۳۰ تا ۳۵ درجه سلسیوس بسیار شدید بود، به طوری که جوانه‌زنی از٪ ۹۲ به ٪ ۲۲ رسید (شکل ۱-A).

در دماهای پایین سرعت جوانه‌زنی گل‌گندم زرد نسبت به دماهای دیگر دارای اختلاف معنی‌داری بود. با افزایش دما از ۵ به ۳۰ درجه سلسیوس سرعت جوانه‌زنی افزایش و بیشترین سرعت جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس (۱۶/۲۱ بذر در روز) به دست آمد. در دماهای پایین (۵ و ۱۰ درجه سلسیوس) سرعت جوانه‌زنی به ترتیب معادل ۵/۴۱ و ۸/۶۹ بذر در روز بود (شکل۱-B). کمترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به دمای ۳۵ درجه سلسیوس بود که در این دما سرعت جوانه‌زنی به ۲/۸۹ بذر در روز رسید. مقایسات میانگین سرعت جوانه‌زنی نشان داد که بالاترین سرعت جوانه‌زنی در دماهای ۲۰(۱۴/۸۵)، ۲۵ (۱۶/۲۱ بذر در روز) و ۳۰ درجه سلسیوس (۱۶/۰۰) بودکه در یک گروه آماری قرار گرفتند. نتایج مقایسه میانگین برای سرعت جوانه‌زنی نشان داد که در دماهای پایین (۵ تا ۱۵ درجه سلسیوس) از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین سه دما وجود داشت (شکل۱-B).

نتایج تحقیقات یانگ و همکاران (Young *et al.*, 2005) در پاسخ گل‌گندم زرد به دماهای مختلف نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی در دماهای ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سلسیوس و در دمای پایین ۵ درجه سلسیوس درصد جوانه‌زنی گل‌گندم زرد٪ ۷۶ و در در دمای ۳۵ درجه سلسیوس جوانه‌زنی معادل ٪ ۱۰ و در دمای ۴۰ درجه سلسیوس جوانه‌زنی گل‌گندم زرد متوقف گردید. نکته قابل توجه تحقیقات این محققین درصد جوانه‌زنی گل‌گندم زرد در دمای صفر درجه سلسیوس بود که برابر ٪ ۱۵ بود و نشان می دهد که توانایی جوانه‌زنی این گیاه در دماهای سرد و دماهای بالا می‌تواند به عنوان یکی از عوامل مهم در گسترش و معرفی آن به عنوان یک گیاه مهاجم قرار گیرد. برای موفقیت، تولید بذر فراوان در گونه‌های گیاهان یکساله غیربومی بسیار مهمتر از پایداری جمعیت می‌باشد و محققین بر این باورند که جوانه‌زنی کمتر در دماهای زیر دمای مطلوب (کمتر از ۱۰ درجه سلسیوس) می‌تواند مورد نیاز و مطلوب باشد، چرا که گیاهانی که بذر فراوان تولید می‌کنند زمانی که بذرها متوجه شوند که در یک موقعیت غیرمناسب برای جوانه‌زنی قرار دارند، ممکن است خواب را کسب نمایند (Joley *et al.*, 2003; Young *et al.*, 2005). با توجه به تولید بذر فراوان بین ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ فندقه در گیاه برای گل‌گندم زرد (Roche´ and Thill, 2001) و محدودیت پراکنش (Roche,´ 1991) به طور آشکارا نشان داده شده است که گل‌گندم زرد فندقه‌های بسیار بیشتری را نسبت به تجدید کردن جمعیت‌های موجود خود تولید می‌کند. تحقیقات جولی و همکاران (Joely *et al.*, 2003) نشان داد که جوانه‌زنی فندقه‌های گل‌گندم زرد در بانک بذر به صورت دوره‌ای می باشد، به طوری که در بهار و تابستان جوانه‌زنی کاهش و در بهار افزایش می‌یابد. نتایج تحقیقات بنیفیلد و همکاران (Benefield *et al.*, 2001) نشان داد که بذرها یک هفته پس از پراکنش بیش از٪۹۰ جوانه‌زنی داشتند، همچنین نتایج شیلی و همکاران (Sheley *et al.*, 1983) نشان داد که بذرهای گل‌گندم زرد ۹۶ ساعت بعد از انتشار دارای٪ ۱۰۰ جوانه‌زنی بودند.

روکه و همکاران (Roché *et al.*, 1997) نتیجه گرفتند که دمای پایه گل‌گندم برای جوانه‌زنی ۲ درجه سلسیوس و بیان کردند که سرعت جوانه‌زنی تا دمای ۲۵ درجه سلسیوس به صورت خطی افزایش می‌یابد. جولی و همکاران (Joley *et al.*, 1997) گزارش کردند که شرایط اقلیم گیاه مادری (رشد کرده در مناطق گرم) و انبارداری خشک منجر به افزایش جوانه‌زنی فندقه‌های گل‌گندم زرد نسبت به بذرهای تازه برداشت شده در دماهای بالاتر می‌گردد. نتایج بوکر و همکاران (Bouker *et al.*, 2016)

نشان داد که جوانه‌زنی گونه‌ای از گل‌گندم (*Centaurea eriophora*) در دامنه‌ای از ۱۰ تا ۳۵ درجه سلسیوس و در دمای ۴۰ درجه سلسیوس جوانه‌زنی متوقف گردید. جولی و همکاران (Joley *et al.*, 2003) نشان دادند فندقه‌های موجود در بانک بذر گل‌گندم زرد در بهار و تابستان جوانه‌زنی کمتر و بیشترین جوانه‌زنی در پاییز می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در بهار و تابستان که دمای نسبتا گرمتر می‌باشد، جوانه‌زنی حداقل و یا متوقف خواهد شد و با شروع پاییز و کاهش دما و همچنین نزولات جوی میزان جوانه‌زنی می‌تواند افزایش یابد. تحقیقات نصرتی و همکاران (Nosrati *et al.*, 2017a) بر گونه گل‌گندم (*Centaurea* balsamita) نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و در دماهای پایین (۵ درجه سلسیوس) جوانه‌زنی کمتر از ٪ ۲۵ بود. اثرات اقلیم به مانند گرم یا سرد بودن زمستان، مرطوب یا خشک بودن بهار و ترکیبات بیشمار دیگر(تغییرات محیطی) می‌تواند بر هر مرحله رشدی گیاه تاثیرگذار باشد (Grubb *et al.*, 1982).



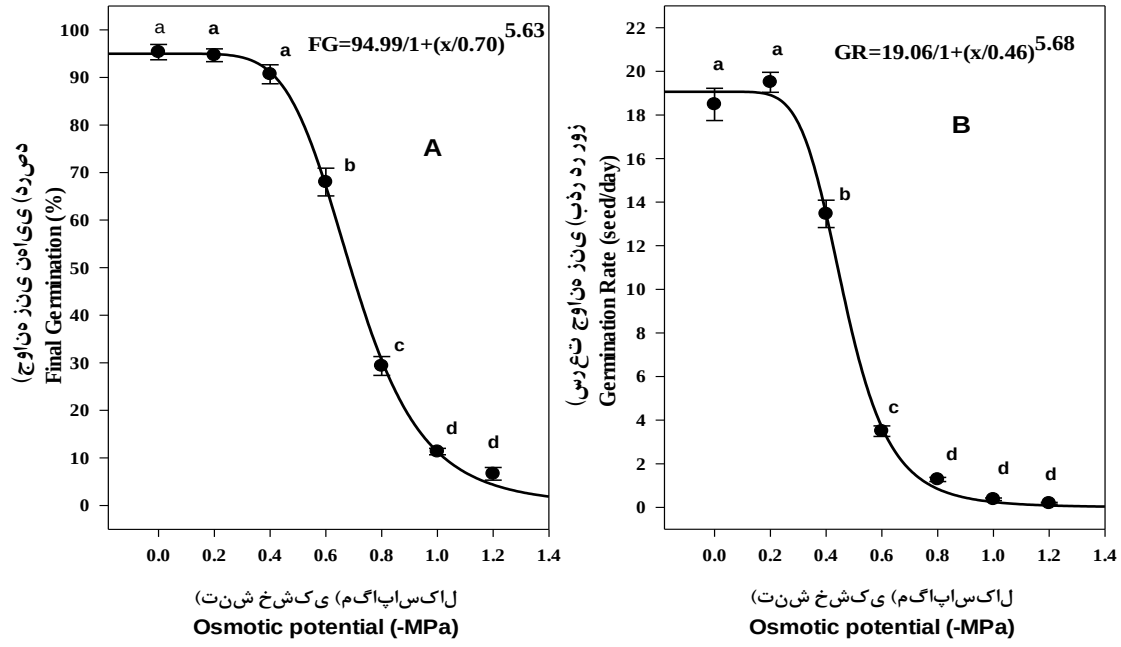
شکل۱- اثر دماهای مختلف بر درصد جوانه‌زنی نهایی (A) و سرعت جوانه‌زنی (B) گل‌گندم زرد
Figure 1-The effect of different temperatures on final germination (A) and germination rate (B) of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*)

تنش خشکی

با افزایش تنش خشکی، درصد جوانه‌زنی نهایی کاهش و در تنش ۱/۲- مگاپاسکال به کمترین مقدار خود رسید (٪۶). تا سطح تنش شوری ۰/۴- مگاپاسکال درصد جوانه‌زنی کاهش نشان نداد. در تنش ۰/۶- مگاپاسکال درصد جوانه‌زنی به٪ ۶۸ و در تنش ۰/۸- به٪ ۲۹ رسید (شکل ۲- A). برآورد پارامترهای برازش داده شده بر اساس معادله لجستیک سه پارامتره نشان داد که در ۰/۷- مگاپاسکال درصد جوانه‌زنی٪ ۵۰ کاهش یافته است (X_{50} پارامتر). همچنین بر اساس این معادله بیشترین درصد جوانه‌زنی در شرایط عدم تنش خشکی معادل ۹۴/۹۹ ٪ پیش‌بینی گردید (شکل ۲- A). مقایسه میانگین نشان داد که بین سه سطح تنش خشکی شاهد، ۰/۲- و ۰/۴- مگاپاسکال از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و در یک گروه قرار گرفتند. همچنین در تنش‌های خشکی ۱- و ۱/۲- مگاپاسکال نیز برای درصد جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بین دو سطح تنش خشکی ۰/۶- و ۰/۸- مگاپاسکال از لحاظ آماری اختلاف

معنی‌داری مشاهده گردید (شکل ۲- A). سرعت جوانه‌زنی گل‌گندم زرد نسبت به درصد جوانه‌زنی نهایی در پاسخ به سطوح مختلف تنش خشکی تا حدودی متفاوت بود، به طوری که از تنش ۰/۴- مگاپاسکال سرعت جوانه‌زنی روند کاهشی داشت (شکل ۲- B). در شرایط عدم تنش خشکی (شاهد) سرعت جوانه‌زنی برابر با ۱۸/۴۸ عدد در روز و در شرایط تنش خشکی ۰/۲- مگاپاسکال این مقدار برابر با ۱۹/۸۸ عدد در روز بود. با افزایش تنش خشکی به ۰/۴- مگاپاسکال سرعت جوانه‌زنی به ۱۳/۴۹ عدد در روز رسید. سرعت جوانه‌زنی در تنش خشکی ۰/۶- مگاپاسکال با شیب زیادتری کاهش یافت، به طوری که از ۱۳ به ۳ عدد در روز کاهش یافت (شکل ۲- B). مقایسه میانگین سطوح مختلف تنش خشکی نشان داد که بین تیمار شاهد و ۰/۲- مگاپاسکال اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۲- B). همچنین در تنش‌های بالاتر از ۰/۸ – مگاپاسکال نیز اختلاف معنی‌داری برای سرعت جوانه‌زنی مشاهده نگردید. روند تغییرات سرعت جوانه‌زنی از معادله لجستیک سه پارامتره تبعیت نمود که بر اساس برازش داده‌ها، نتایج نشان داد که کاهش ٪۵۰ سرعت جوانه‌زنی در ۰/۴۶- مگاپاسکال حادث خواهد شود.

با وجود تنش خشکی، جذب آب برای جوانه‌زنی دچار اختلال می‌گردد و با کاهش جذب آب فرآیندهای متابولیکی و فیزیولوژیک بذر نیز کاهش و در نتیجه جوانه‌زنی آهسته تر و در پتانسیل‌های بالاتر با کاهش رطوبت لازم جوانه‌زنی متوقف می‌گردد (De and Kar, 1994).



شکل۲- اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر درصد جوانه‌زنی نهایی (A) و سرعت جوانه‌زنی (B) گل‌گندم زرد

Figure 2-The effect of different levels of drought stress on final germination (A) and germination rate (B) of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*)

پاسخ دو نوع فندقه گل‌گندم زرد (پاپوس و بدون پاپوس) به تنش خشکی متفاوت بود، به طوری که تا تنش ۰/۵- مگاپاسکال ۱۱ تا٪ ۱۵ جوانه‌زنی در فندقه‌های پاپوس‌دار نسبت به بدون پاپوس بیشتر بود. در تنش بالاتر

از ۱- مگاپاسکال، جوانه‌زنی در دو نوع فندقه به طور کامل متوقف گردید (Larson and Kiemnec, 1997). نتایج تحقیقات نصرتی و همکاران (Nosrati *et al.*, 2017 b) نیز نشان داد که پاسخ علف‌هرز تلخه‌بیان (*Sophora alopecuroides*) به سطوح مختلف خشکی بسیار متفاوت بود، به طوری که این علف‌هرز تا تنش خشکی ۰/۶- مگاپاسکال دارای جوانه‌زنی به مانند شاهد بود، اما با افزایش تنش خشکی درصد جوانه‌زنی از٪ ۷۰ به٪ ۳۲ در تنش خشکی ۱/۳- مگاپاسکال رسید. همچنین ٪ ۵۰ جوانه‌زنی در تنش خشکی ۱- مگاپاسکال حادث گردید. نتایج تحقیقات نصرتی و همکاران (Nosrati *et al.*, 2017 a) مبنی بر پاسخ دو توده گل‌گندم (*Centaurea balsamita*) به سطوح مختلف خشکی نشان داد که در دو توده جمع‌آوری شده از دو شهرستان کرمانشاه (کنگاور و کرمانشاه) در تنش خشکی ۱/۲- مگاپاسکال جوانه‌زنی دارای کمترین مقدار بود.

تنش شوری

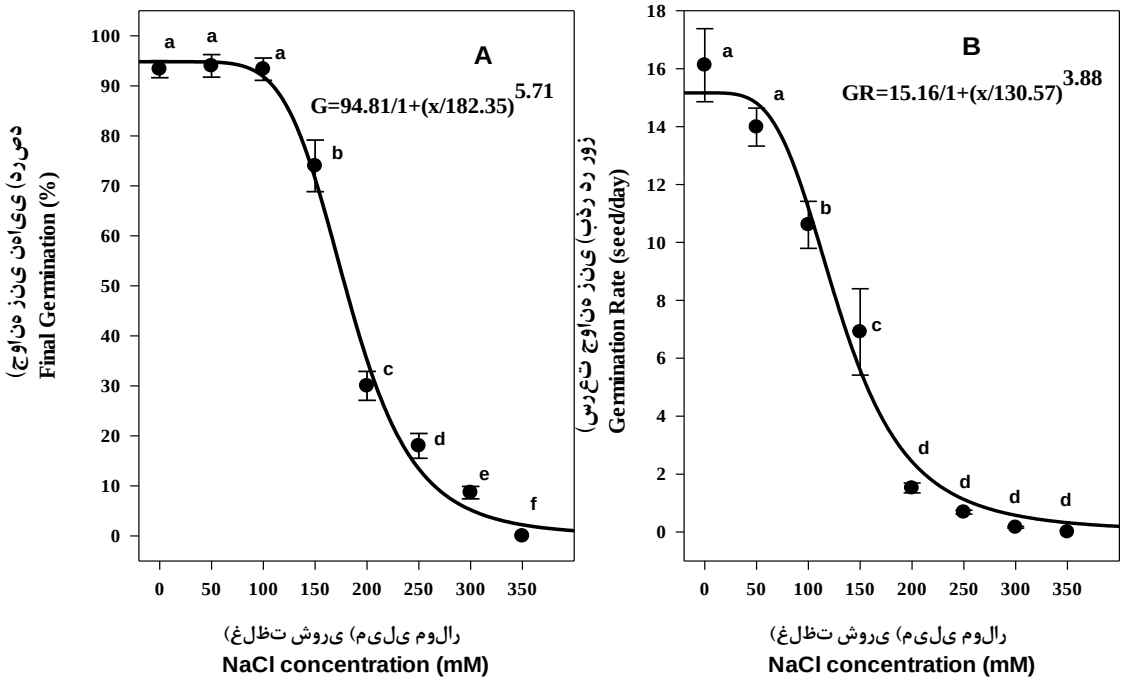
با افزایش تنش شوری درصد جوانه‌زنی نهایی کاهش یافت و در شرایط شوری ۳۵۰ میلی‌مولار جوانه‌زنی کاملا متوقف گردید (شکل۳-A). گل‌گندم زرد تا شوری ۱۰۰ میلی‌مولار را به خوبی تحمل و در نتیجه کاهش معنی‌داری در جوانه‌زنی مشاهده نگردید (شکل۳-A). میزان کاهش از سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار تا ۲۰۰ میلی‌مولار بسیار شدیدتر بوده است، به طوری که در سطح تنش ۱۵۰ میلی‌مولار درصد جوانه‌زنی از٪ ۷۴ به ٪۳۰ در سطح شوری ۲۰۰ میلی‌مولار رسید (شکل۳-A). بین سه سطح شاهد، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار از لحاظ آماری اختلاف وجود نداشت و بین سایر سطوح مختلف شوری اختلاف معنی‌داری در سطح٪ ۵ مشاهده گردید (شکل۳-A). بر اساس برآورد پارامترهای برازش داده شده (معادله لجستیک سه پارامتره)، بیشترین درصد جوانه‌زنی در شرایط عدم شوری (تیمار شاهد) ٪ ۹۴/۸۱ پیش‌بینی شد. شوری مورد نیاز برای کاهش٪ ۵۰ جوانه‌زنی (پارامتر X_{50}) در سطح شوری ۱۸۲/۳۵ میلی‌مولار جوانه‌زنی به دست آمد (شکل۳-A).

سرعت جوانه‌زنی گل‌گندم زرد با افزایش تنش شوری کاهش یافت. تا سطح شوری ۵۰ میلی‌مولار سرعت جوانه‌زنی روند ثابتی داشت و از سطح شوری بالاتر از ۵۰ میلی‌مولار سرعت جوانه‌زنی به شدت کاهش یافت (شکل۳-B). بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد برابر با ۱۶/۱۲ بذر در روز بود و در شرایط تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار سرعت جوانه‌زنی به ۱۰/۶۱ بذر در روز رسید (شکل۳-B). در تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار سرعت جوانه‌زنی ۶/۹۰ بذر در روز بود (شکل۳-B). مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی نشان داد که بین سطح شوری ۵۰ و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و همچنین از سطح شوری ۲۰۰ میلی‌مولار به بالاتر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و همگی در یک گروه قرار گرفتند (شکل۳-B). دلیل کاهش جوانه‌زنی در پاسخ به شوری می‌تواند به دلیل اثر کلرید سدیم بروی جنین و یا اثرات سمی یون‌های مثل سدیم و کلر باشد که بر جوانه‌زنی به طور مستقیم اثر می‌گذارد (Poljakoff-mayber, *et al.*, 1994). همچنین تنش شوری با کاهش جذب آب و اختلال در ترشح آنزیم‌هایی مانند آمیلاز و لیپاز مانع از تجزیه مواد اندوخته‌ای بذر و با کاهش تجزیه مواد ذخیره‌ای انرزی لازم برای خروج ریشه‌چه و ساقه‌چه با کمبود مواجه خواهد شد (Niu *et al.*, 1995)

اثر سطوح مختلف شوری بر دو نوع فندقه گل‌گندم زرد (پاپوس و بدون پاپوس) نشان داد که در سطح عدم شوری در شرایط فندقه پاپوس‌دار درصد جوانه‌زنی ۷۹ و در شرایط بدون پاپوس٪ ۶۸ بود. در شرایط شوری ۱۲ دیسی زیمنس در فندقه پاپوس‌دار درصد جوانه‌زنی ۶۳ و در فندقه بدون پاپوس٪ ۶۰ به دست آمد (Larson and Kiemnec, 1997). با توجه به این که شوری ۱۵۰ میلی‌مولار معادل ۱۳ دیسی‌زیمنس می‌باشد، می‌توان

نتیجه گرفت که گل‌گندم زرد نسبت به شوری مقاوم بوده و نتایج این تحقیق نیز نشان داد که تا ۱۰۰ میلی‌مولار بر روند جوانه‌زنی تاثیرگذار نبوده است و از سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار به بالا جوانه‌زنی کاهش یافته است.

پاسخ گونه‌های علف‌های‌هرز به سطوح مختلف شوری می‌تواند متفاوت باشد و میزان تحمل شوری به نوع گیاه و شرایط اقلیمی مربوط می‌گردد، به طوری که نتایج ابراهیمی و اسلامی(Ebrahimi and Eslami, 2012) نشان داد که علف‌هرز بادبر (*Ceratocarpus arenarius* L) که به عنوان یک علف‌هرز در مناطق نیمه خشک حضور دارد در ۱۶۰ میلی‌مولار جوانه‌زنی معادل٪ ۸۰ داشت و کاهش ٪ ۵۰ جوانه‌زنی (پارامتر x_{50}) در شوری ۲۲۰ میلی‌مولار حادث گردید. بنابراین با توجه به گزارش شوری خاک در غرب ایران توسط احمدی (Ahmadi, 1999) که بیان کردند که متوسط شوری خاک کمتر از ۲۵۰ میلی‌مولار می‌باشد، انتظار حضور و رشد این علف‌هرز مهاجم می‌تواند چشمگیر باشد. بنابراین امید است اطلاعات فوق بتواند در مدیریت تلفیقی علف‌های‌هرز مورد استفاده قرار گیرد.



شکل۳- اثر سطوح مختلف شوری بر درصد جوانه‌زنی نهایی (A) و سرعت جوانه‌زنی (B) گل‌گندم زرد

Figure 3-The effect of different levels of salinity on final germination (A) and germination rate (B) of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*)

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که گل‌گندم زرد می‌تواند در دامنه‌های دمای ۵ تا ۳۵ درجه سلسیوس جوانه بزند و از این رو انتظار حضور این علف‌هرز می‌تواند در تمام عرض‌های جغرافیایی فراهم باشد. باتوجه به مقاومت این علف‌هرز به تنش‌های محیطی (شوری و خشکی)، امکان هجوم گسترده می‌تواند قابل پیش‌بینی باشد. پاسخ

گل‌گندم زرد به عوامل محیطی به مانند دما، شوری و خشکی می‌تواند در برنامه مدیریت تلفیقی علف‌های هرز مفید باشد، چرا که کلید موفق کنترل، شناخت بیولوژی علف‌هرز می‌باشد.

سپاسگزاری

نتایج تحقیق این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی به شماره ۹۸۱/۱۰ می‌باشد. نگارندگان این مقاله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان جهت تامین اعتبار هزینه طرح تقدیر و تشکر می‌نماید.

منابع

Reference

Ahmadi, H. 1999. Applied Geomorphology (Wind Erosion). University of Tehran Press, Tehran, Iran. (In Persian)

Balciunas, J., and B. Villegas. 1999. Two new seed head flies attack yellow starthistle. Calif. Agric. 53(2):8–11.

Batlla, D., and R.L. Benech-Arnold. 2014. Weed seed germination and the light environment: Implications for weed management. Weed Biol. Manage. 14(2): 77-87

Benefield, C.B., J.M. DiTomaso, G.B. Kyser, and A. Tschohl. 2001. Reproductive biology of yellow starthistle: maximizing late-season control. Weed Sci. 49(1): 83-90.

Bouker, A., Z. Mehdadi, A. Latreche, B. Saidi., A.L. Adjouj, and M. Dadach. 2016. Research of the Optimal Temperature Conditions for Germination of *Centaurea eriophora* achene's from Tessala Mount (western Algeria). Bull. Environ, Pharmacol. Life Sci. 6(1): 6-11.

Callihan, R.H., L. Smith, and E.L. Michalson. 1995. Yellow Starthistle Management for Small Acreages. Moscow, ID: University of Idaho College of Agriculture Current Information Ser. CIS 1025.

Callihan, R.H., T.S. Prather, and F.E. Northam. 1993. Longevity of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*) achenes in soil. Weed Technol. 7: 33–35.

Chauhan, B.S., and D.E. Johnson. 2009. Seed germination ecology of jungle rice (*Echinochlo*a *colona*): a major weed of rice. Weed Sci. 57(3): 235-240.

De, F., and R.K. Kar. 1994. Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiate*) under water stress included by PEG-6000. Seed Sci. Technol. 23: 301-304.

DiTomaso, J.M., G.B. Kyser, and M.S. Hastings. 1999. Prescribed burning for control of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*) and enhanced native plant diversity. Weed Sci. 47: 233–242.

Dukes, J.S., N.R. Chiariello, S.R. Loarie, and C.B. Field. 2011. Strong response of an invasive plant species (*Centaurea solstitialis* L.) to global environmental changes. Ecol Appl. 21(6): 1887–1894.

Duncan, C.L, 2001. Knapweed management: another decade of change. Pages 1–7 *in* L. Smith, ed. Proceedings of the First International Knapweed Symposium of the Twenty-First Century; March 15–16, Coeur d'Alene, ID. Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service.

Ebrahimi, E., and S.V. Eslami. 2012. Effect of environmental factors on seed germination and seedling emergence of invasive *Ceratocarpus arenarius*. Weed Res. 52: 50–59.

Gerlach Jr, J.D. 1997. The introduction, dynamics of geographic range expansion, and ecosystem effects of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*). Proc. Calif. Weed Sci. Soc. 49:136–141.

Grubb, P.J., D. Kelley, and J. Mitchley. 1982. The control of relative abundance in communities of herbaceous plants. Pp 79–97. *In* E.I. Newman (Ed.). The Plant Community as a Working Mechanism. BES Special Publication, No. 1. Oxford: Blackwell.

Harper, J. L. 1977. Population Biology of Plants. Academic, New York.

Joley, D.B., D.M. Maddox, B.E. Mackey, S.E. Schoenig, and K.A. Casanave. 1997. Effect of light and temperature on germination of dimorphic achenes of *Centaurea solstitialis* in California. Can. J. Bot. 75:2131–2139.

Joley, D.B., D.M. Maddox, D.M. Supkoff, and A. Mayfield. 1992. Dynamics of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*) achenes in the field and laboratory. Weed Sci. 40:190–194.

Joley, D.B., D.M. Maddox, S.C. Schoenig, and B.E. Mackey. 2003. Parameters affecting germinability and seed bank dynamics in dimorphic achenes of *Centaurea solstitialis* in California. Can. J. Bot. 81:993–1007.

Keil, D.J., and C.E. Turner. 1993. Centaurea. Pp 222–223. *In* J. C. Hickman (Ed.). The Jepson Manual. University California Press, Berkeley, CA.

Klokov, M.B., D.I. Sonsovskii, N.N. Tsvelev, and C. K. Cherepanov. 1963. *Centaurea*. Pp 370–579. *In* V. Komarovii (Ed.). Flora URSS. XXVIII. Institutum Botanicum nomine V. Komarovii. Academiae Scientiarum URSS, Moscow.

Larson, L., and G. Kiemnec. 1997. Differential germination by dimorphic achenes of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis* L.) under water stress J. Arid Environ. 37: 107–114.

Maddox, D.M., A. Mayfield, and N.H. Poritz. 1985. Distribution of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*) and Russian knapweed (*Centaurea repens*). Weed Sci. 33:315–327.

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination, aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Crop Sci. 2:176-177.

Maguire, J.D., and A. Overland, 1959. Laboratory germination of seeds of weedy and native plants. Pullman, WA: Washington Agriculture Station Cir. 349.

Michel, B.E., and M.R. Kaufmann. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiol. 51:914-6.

Niu, X., R.A. Bressan, P.M. Hasegawa, and J.M. Pardo. 1995. Ion homeostasis in NaCl stress environment. Plant Physiol. 109: 735- 742.

Nosratti, I., S, Soltanabadi, S.J. Honarmand, and B.S. Chauhan. 2017a. Environmental factors affect seed germination and seedling emergence of invasive *Centaurea balsamita*. Crop and Pasture Sci. 68: 583–589.

Nosratti, I., S. Amiri., A. Bagheri, and B.S. Chauhan. 2017b. Environmental Factors Affecting Seed Germination and Seedling Emergence of Foxtail Sophora *(Sophora alopecuroides)*.Weed Sci. 66 (1): 71-77.

Olivieri, I., and A. Berger. 1985. Seed dimorphism for dispersal: physiological, genetic, and demographical aspects. *In* P. Jacquard, ed. Genetic Differentiation in Plants. Springer Verlag, Berlin.

Poljakoff-mayber, A., G.F. Somers, E. Werker, and J.I. Gallagher. 1994. Seeds of *Kosteletzkya virginica* (Malvaceace), their structure, germination and salt tolerance. Am. J. Bot. 81: 54-59.

Roche Jr., B. 1991. Achene dispersal in yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*). Northwest Sci. 66:62–65.

Roche´, C.T., and D.C. Till. 2001. Biology of common crupina and yellow starthistle, two Mediterranean winter annual invaders in western North America. Weed Sci. 49: 439–447.

Roche´, C.T., D.C. Thill, and B. Shafii. 1997. Reproductive phenology in yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*). Weed Sci. 45: 763–770.

Scott, S., R. Jones, and W. Williams. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Sci. 24. 1192–1199.

Sheley, R.L., D.L. Zamora, C. Huston, R.H. Callihan, and D.C. Thill. 1983. Seed and Seedling Root Growth Characteristics of Several Populations of yellow starthistle. Research Progress Report of the Western Society of Weed Science.

Thomsen, C.D., M. Vayssieres, and W.A. Williams. 1994. Grazing and mowing management of yellow starthistle. Proc. Calif. Weed Conf. 46: 228–230.

Tutin, T.G., V.H. Heywood, N.A. Burges, D.M. Moore, D.H. Valentine, S.M. Walters, and D.A. Weeb. 1964. Flora Europea: Plantaginaceae to Compositae. Volume 4. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Uygur, S., .L. Smith, F.N. Uygur, M. Cristofaro, and J. Balciunas. 2004. Population densities of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*) in Turkey**.** Weed Sci. 52(5): 746-753.

Widmer, T.L., F. Guermache, M.Y. Dolgovskaia, and S.Y Reznik. 2007. Enhanced growth and seed properties in introduced vs. native populations of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*). Weed Sci. 55: 465–473.

Young, J.A., C.D. Clements, M.J. Pitcairn, J. Balciunas, S. Enloe, C. Turner, and D. Harmon. 2005. Germination-Temperature Profiles for Achenes of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*). Weed Technol. 19: 815–823.