

اثر جایگاه بذر بر پاسخ جوانه‌زنی یولاف وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana* Durieu.) به دما

Effect of seed position on germination response of winter wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu.) to temperature

سمیه فروزش^{۱*}، حمید رحیمیان مشهدی^۲، حسن علیزاده^۳، مصطفی اویسی^۲

چکیده:

یولاف وحشی به واسطه خواب در بذور خود می‌تواند به مدت طولانی در خاک حضور داشته باشد. به منظور بررسی نحوه پاسخ‌دهی بذور یولاف وحشی زمستانه نسبت به دما، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل جایگاه بذر در سنبلچه (دانه تحتانی و دانه فوقانی)، دما (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) و وجود یا عدم وجود پوشش در بذر، بودند. نتایج حاکی از آن بود که درصد جوانه‌زنی بر اساس جایگاه و پوشش بذر، نسبت به دما تغییر می‌کند. بذور تحتانی بدون پوشش به دمای کمتری برای رسیدن به دمای اپتیمم و ماکزیمم در مقایسه با بذور دیگر (بذر فوقانی بدون پوشش و بذور تحتانی با پوشش) برای جوانه‌زنی، نیاز داشتند. پاسخ سرعت جوانه‌زنی به دما با استفاده از مدل مثلثی توصیف شد. بر اساس تابع مثلثی، دمای پایه، مطلوب و ماکزیمم در بذور تحتانی بدون پوشش به ترتیب ۱/۵، ۲۱ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد برآورد شد. در حالی که این مقادیر برای بذور تحتانی همراه با پوشش (به استثناء دمای پایه) افزایش یافت و به ترتیب به ۱، ۳۰/۰۱ و ۴۴/۸۲ درجه سانتی‌گراد رسید. در بذور فوقانی بدون پوشش نیز مقادیر دمای پایه، مطلوب و ماکزیمم به ترتیب ۲/۰۱، ۲۵/۲۵ و ۳۷/۶ درجه سانتی‌گراد بود. جوانه‌زنی در بذور بالایی همراه با پوشش، در دماهای مورد بررسی ناچیز بود. بذور تحتانی بدون پوشش در مقایسه با دیگر بذور، در طیف وسیع‌تری از دما جوانه‌زنی داشتند. جایگاه بذر در طول گل‌آذین تأثیر مهمی بر جوانه‌زنی بذور یولاف وحشی داشت و بذورهای فوقانی گل‌آذین به خاطر این که دیرتر تشکیل می‌شوند مواد ذخیره‌ای کمتری هم دارند. علاوه بر جایگاه بذر، پوشش بذر نیز تأثیر زیادی بر زمان برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی بذر داشته است؛ زیرا که عامل پوشش به طریق مکانیکی از جوانه‌زنی بذر یولاف-وحشی جلوگیری می‌کند.

واژه‌های کلیدی: سنبلچه، جایگاه دانه، لَمَا و پالنا، خواب بذر، مدل سیگموئیدی

مقدمه

در میان علف‌های هرز باریک برگ، یولاف وحشی (*Avena ludoviciana*) به عنوان مهم‌ترین علف‌هرز گندم و سایر غلات پاییزه مطرح می‌باشد (Samedani and Baghestani, 2005). علف‌هرز یولاف وحشی به دلیل سازگاری با شرایط گوناگون زیستی و اکولوژیکی، در اغلب استان‌های ایران به صورت علف‌هرز یافت می‌شود (Montazeri et al., 2005). در سطح جهانی،

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۱/۱۸

۱- دانشجوی دکتری علوم علف‌های هرز، دانشگاه تهران

۲- استاد گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس کرج، دانشگاه تهران

۳- استادیار گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابرویحان، دانشگاه تهران

*- نویسنده مسئول E-mail: sfrozes@ut.ac.ir

از مکانیزم‌های مهم به منظور بقاء علف‌های هرز می‌باشد که به آن هتروبلاستی نیز گفته می‌شود (Abdullahi and Vanderlip, 1972; Demirlicakmak *et al.*, 1963; Duck, 1987). این تفاوت‌ها ممکن است به دلایلی چون؛ عدم اختصاص منابع به میزان برابر به تمامی دانه‌ها (Datta *et al.*, 1970)، تولید بذر در موقعیتی (قاعده گل‌آذین) با شرایط متفاوت محیطی از بذر دیگر (بالای گل‌آذین) و تفاوت در سن فیزیولوژیکی گیاه مادر در زمان تولید دانه‌ها، مربوط شوند (Baskin and Baskin, 2001). بهترین نمونه، تنوع جوانه‌زنی در پاسخ به دانه تولیدشده در بخش‌های مختلف گل‌آذین در برخی گونه‌های غلات، مثل *Aegilops ovata* (Datta *et al.*, 1970)، *A. neglecta* و *A. geniculata* (Maranon, 1987) بود. در این گونه‌ها، بذر تحتانی بزرگتر و خفتگی کمتری نسبت به بذر بالایی دارد. درحالی‌که در *Eremopyrum distans* درصد و سرعت جوانه‌زنی در بذر بالایی کوچکتر، از بذر پایه بزرگتر بیشتر بود (Venable and Levin, 1985). گیاه *Triplasis dunegrass* در خصوصیتی چون تعداد، جرم و جوانه‌زنی دانه بسته به جایگاه بذر، چند شکلی از خود نشان می‌دهد (Cheplick and Sung, 1998). با توجه به تغییر در درصد جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز در پایه مادری، پیش‌بینی پویایی بانک بذر در آلودگی محیط‌هایی از قبیل مزرعه حائز اهمیت می‌باشد. لذا این تحقیق با هدف ارزیابی دما، جایگاه بذر در سنبلچه و اثر پوشش بذر بر خصوصیات جوانه‌زنی یولاف وحشی زمستانه انجام شد.

خسارت بالای یولاف وحشی به دلیل؛ توانایی بالای رقابتی، جوانه‌زنی پراکنده در فصل، تقلید از گیاه زراعی^۱، خواب بذر و باقی ماندن در بانک بذر، غیر یکنواختی در رسیدن و ریزش بذور و مقاومت در برابر بسیاری از علف‌کش‌ها (Bryson, 1990; Medd and Pandey, 1990; Jones and Medd, 1997) می‌باشد. یولاف وحشی زمستانه سابقه دیرینه در همراهی با غلات را دارد (Baghestani *et al.*, 2008; Atri *et al.*, 1998).

از دیدگاه بوم‌شناختی، دما مهم‌ترین نقش را در تنظیم خواب و پدیده جوانه‌زنی بذر دارد. از این رو در بسیاری از پژوهش‌ها تأثیر دما بر پویایی میزان خواب بذر (Batlla and Benech-Arnold, 2003; Meyer and Allen, 2009; Alvarado and Bradford, 2005) و جوانه‌زنی (Timmermans, 2007; Hardegree and Winstral, 2006; Hardegree, 2006 b) آزمون شده است. سه دمای بنیادین برای پاسخ بذر به دما شناخته شده است: دمای پایه (T_b)، مطلوب (T_o) و بیشینه یا ماکزیمم (T_c) که در دماهای پایین‌تر از (T_b) و بالاتر از (T_c) بذر از جوانه‌زنی بازداشته می‌شود و در دمای مطلوب، جوانه‌زنی با بیشترین سرعت رخ می‌دهد (Bradford, 2002; Alvarado and Bradford, 2002; Dumur *et al.*, 1990, Garcia-Huidobro *et al.*, 1982; Hardegree, 2006b).

دیگر عوامل تأثیرگذار بر جوانه‌زنی بذر، جایگاه آن در گیاه است (Gutterman, 2000; Baskin and Baskin, 2001; Moravcova *et al.*, 2005) و این پاسخ، به عنوان 'اثر جایگاه دانه' بیان می‌شود (Cheplick and Sung, 1998; Moravcova *et al.*, 2005). تفاوت در درصد جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز روی پایه مادری، یکی

¹ Crop Mimicry

مواد و روش‌ها:

این بررسی در آزمایشگاه علف‌های هرز دانشکده کشاورزی کرج، دانشگاه تهران انجام شد. با توجه به اینکه گونه گیاهی مورد آزمایش، از نوع یک‌ساله زمستانه بود، زمان رسیدگی و ریزش بذر آن‌ها محدود به اواخر بهار و اوایل تابستان می‌شد. لذا بذر یولاف وحشی، در سال ۱۳۹۱ از مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی دانشگاه تهران جمع‌آوری شدند. بذر پس از تمیز شدن، درون پاکت‌های کاغذی در دمای آزمایشگاه (۲۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد) تا زمان آزمایش به مدت ۳ ماه نگهداری شدند. یولاف وحشی دارای دو و گاهی سه بذر در سنبلچه است (Morgan and Berrie, 1970)، که در این آزمایش از دو جایگاه بذر (بذر تحتانی بزرگتر^۱ و بذر فوقانی کوچکتر^۲) به طور جداگانه استفاده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. فاکتورها شامل جایگاه بذر (بذر تحتانی بزرگتر و بذر فوقانی کوچکتر)، دما (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) و پوشش بذر (با و بدون لما و پالنا) بودند. در خصوص فاکتور پوشش (لما و پالنا) در بذر بدون پوشش، لما و پالنا توسط دست از بذر جدا شدند (Beckie *et al.*, 2000). در این آزمایش در هر پتری دیش ۲۰ عدد بذر برای جوانه‌زنی مورد آزمایش قرار گرفت. بذر درون پتری دیش‌های استریل شده، به قطر ۹ سانتی‌متر که حاوی یک برگ کاغذ صافی واتمن بودند، در زیر هود قرار داده شدند. سپس به هر

پتری دیش ۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید. به طوری که بذر در تماس مستقیم با آب بودند. برای حفظ رطوبت، پتری دیش‌ها درون کیسه‌های نایلونی شفاف نگهداری شدند. کاغذ صافی درون پتری دیش‌ها در صورت لزوم در طی آزمایش مرطوب نگهداشته شدند. بذر پس از قرارگیری در ظروف مربوطه، به مدت ۱۵ روز در دماهای مورد نظر درون ژرمیناتورها قرار گرفتند. نوسان دمایی در ژرمیناتورها در بازه $\pm 1/5$ درجه سانتی‌گراد بود. دماهای مورد آزمون به گونه‌ای انتخاب شدند که علاوه بر دمای پایه و ماکزیمم، گستره مناسبی از دماهای زیر مطلوب و بالاتر از مطلوب را نیز فراهم سازد. شمارش بذر جوانه زده هر ۱۲ ساعت بوده و برای جلوگیری از آلودگی پتری دیش‌ها، بذرهای جوانه زده خارج شدند. معیار جوانه‌زنی، مشاهده اولین نشانه‌های خروج ریشه‌چه، بذرهایی که طول ریشه‌چه آن‌ها ۲ تا ۳ میلی‌متر بود، در نظر گرفته شد (Beheshtian *et al.*, 2011). وزن صد دانه بذر تحتانی بزرگتر و بذر فوقانی کوچکتر با و بدون پوشش اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

در ابتدا با کمک آنالیز واریانس اثرات فاکتورهای آزمایشی و اثرات متقابل مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه آماری داده‌ها توسط نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون دانکن انجام شد.

برای به دست آوردن پاسخ سرعت جوانه‌زنی بذر به دماهای مختلف، تابع سیگموئیدی سه پارامتره (معادله ۱) به داده‌های مورد نظر توسط نرم‌افزار Sigmaplot (Version 11) برازش داده شد (Piper *et al.*, 1996).

¹ Primary proximal seed

² Secondary distal seed

می‌دهد. G_{max} حداکثر جوانه‌زنی در دمای اپتیمم، T_b دمای پایه و T_c دمای ماکزیمم و T_o دمای مطلوب می‌باشد.

نتایج و بحث:

اثرات اصلی و متقابل جایگاه بذر و دما بر درصد جوانه‌زنی بذور بدون پوشش معنی‌دار بود ($P < 0.01$). درصد جوانه‌زنی در بذور پایه بدون پوشش در کلیه دماهای مورد بررسی در یک سطح آماری بود. این در حالی بود که درصد جوانه‌زنی در بذور بالایی، در کلیه دماها به استثناء دو دمای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد با بذور تحتانی تفاوتی به لحاظ آماری نداشت.

درصد جوانه‌زنی بذور بالایی در دو دمای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۷۹ و ۸۲ درصد بود که در مقایسه با سایر دماها کاهش پیدا کرد (شکل ۱). بیشترین درصد جوانه‌زنی در بذور پایه با پوشش، در دماهای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود.

در آزمایش‌های صورت گرفته بر روی این گونه یولاف‌وحشی (*A. ludoviciana*)، دمای مطلوب در حدود ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (Salimi and Ghorbanli, 2001; Shafi, 2001; Quail and Carters, 1996).

درصد جوانه‌زنی در بذور بالایی همراه با پوشش، در کلیه دماهای مورد بررسی ناچیز (کمتر از ۱۵ درصد) بود (شکل ۲). در بسیاری گونه‌ها از جمله گراس‌ها، جایگاه بذر در گیاه مادری که در آن دانه می‌رسد بر جوانه‌زنی آن تأثیر بسزایی دارد (Wang et al., 2010).

$$Y = \frac{a}{(1 + \exp(-\frac{X - X_0}{b}))} \quad (1)$$

که در آن Y جوانه‌زنی تجمعی، a مجانب بالایی منحنی یا همان حداکثر درصد جوانه‌زنی، X_0 زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی و b سرعت جوانه‌زنی می‌باشد. سپس سرعت جوانه‌زنی از معادله ۲ محاسبه شد (Piper et al., 1996).

$$R_{50} = 1/x_0 \quad (2)$$

برای توصیف سرعت جوانه‌زنی در برابر دامنه دمایی مورد آزمایش، از توابع دو تکه‌ای به صورت زیر استفاده شد:

(۳) تابع دو تکه‌ای (مثلی):

$$f(T) = (T - T_b) / (T_o - T_b) \quad \text{if } T_b < T \leq T_o$$

$$f(T) = (T_c - T) / (T_c - T_o) \quad \text{if } T_o < T < T_c$$

$$f(T) = 0 \quad \text{if } T \leq T_b \text{ or } T \geq T_c$$

که در تابع مثلی T دمای آزمایش، T_b دمای پایه، T_o دمای مطلوب و T_c دمای ماکزیمم می‌باشد. سطح زیرین منحنی دو تکه‌ای (مثلی) به مفهوم جوانه‌زنی بذر محسوب می‌شود (Piper et al., 1996).

جهت دستیابی به سطح جوانه‌زنی از انتگرال رابطه دو تکه‌ای یا مثلی (سطح زیر منحنی) از شاخص ضریب جوانه‌زنی (G.C.)^۱ به ترتیب زیر استفاده شد:

$$G.C. = (T_c - T_b) \times G_{max(to)} \quad (4)$$

G.C. ضریب یا شاخصی برای جوانه‌زنی در

دامنه دمایی بررسی شده می‌باشد. در این معادله $G_{max(to)}$ حداکثر جوانه‌زنی در دمای اپتیمم را نشان

¹ Germination Coefficient

سرعت جوانه‌زنی بذر تأثیر دارد به‌ویژه دماهای زیر دمای مطلوب می‌توانند منجر به جوانه‌زنی ضعیف بذرها شوند (Bewley and Black, 1986). با افزایش دما از ۵ درجه سانتی‌گراد به ۱۰ درجه سانتی‌گراد، زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی کاهش و از ۸۰ ساعت به ۳۰ ساعت رسید. این درحالی بود که به زمان برای جوانه‌زنی بذور در میزان ۵۰ درصد، از دمای ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد افزوده شد و از ۱۲ ساعت به ۳۳ ساعت رسید. دمای مطلوب برای حداکثر درصد جوانه‌زنی در بذور پایه بدون پوشش، از ۱۰ درجه سانتی‌گراد شروع و تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد ادامه داشت (جدول ۲). بیشترین و کمترین زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی در بذور بالایی بدون پوشش، در دماهای ۵ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۸۰ و ۲۵ ساعت بود. این نشان می‌دهد که بذور تحتانی و بالایی بدون پوشش در دمای پایین‌تر از دمای مطلوب زمان بیشتری را برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی سپری کردند ولی در دماهای بیشتر از دمای مطلوب در زمان کمتری به ۵۰ درصد جوانه‌زنی رسیدند. لازم به ذکر است که در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در بذور بالایی، زمان برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی ۲۵ ساعت بود، درحالی که این مقدار برای بذور تحتانی ۱۲ ساعت یعنی نصف زمان لازم برای بذر بالایی بود (جدول ۲). این نشان دهنده تأثیرپذیری سرعت جوانه‌زنی از دما و جایگاه بذر (فاصله بذر از محور سنبلچه) بود. در بذور بالایی همانند بذور تحتانی، با افزایش دما از ۲۵ درجه سانتی‌گراد درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت. به‌طوری‌که درصد و

تنوع جوانه‌زنی در سنبلچه برای یولاف (Schwendiman and Shands, 1943)، چمن (Phaneendranath et al., 1978) و برنج گزارش شده است که جوانه‌زنی در بذور بالای سنبلچه بیشتر از پایین آن است (Sugawara, 1959).

در گراس‌های مختلف، از جمله *Agrostis* (Maranon, 1987) و *Aegilops Avena* (Gonzalez-Rabanal et al., 1994) دانه تحتانی در سنبلچه بزرگتر بوده و جوانه‌زنی بیشتری نسبت به دانه بالایی دارد. در *A. fatua*، دانه تحتانی دارای جوانه‌زنی بالاست، اما دانه بالایی فاقد جوانه‌زنی بوده و دارای خواب فیزیولوژیکی^۱ است (Raju and Ramaswamy, 1983).

تابع سیگموئیدی سه پارامتره به‌خوبی روند سرعت جوانه‌زنی بذور (بذر پایه بزرگتر با و بدون پوشش و بذر بالایی بدون پوشش) را، در برابر دما توصیف نمود. تخمین پارامترهای مدل (۱) که جوانه‌زنی تجمعی را در برابر زمان، در دماهای مختلف توصیف می‌کند (جدول ۲ و ۳). در بذر تحتانی بدون پوشش، بیشترین میزان جوانه‌زنی (ضریب a) در دامنه دماهای ۱۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. همچنین این بذور در دو دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد، زودتر (۱۲ ساعت) از سایر دماهای موردبررسی به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (ضریب x_0) رسیدند؛ اما در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد در بذور تحتانی بدون پوشش، زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (۸۰ ساعت)، از سایر دماها طولانی‌تر بود. دما موفقیت جوانه‌زنی گیاهچه را تعیین کرده و بر میزان و

¹ Physiological Dormancy

در بذور تحتانی با پوشش، بیشترین درصد جوانه‌زنی (۷۱/۲۳ درصد) و همچنین کمترین زمان برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (۵۲ ساعت)، در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد دیده شد. در این بذور نیز مانند بذور قبل (بذر تحتانی و فوقانی بدون پوشش)، کمترین درصد جوانه‌زنی (۴۵/۴۶ درصد) و بیشترین زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (۱۸۷ ساعت) در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد بود (جدول ۳). همچنین این بذور همانند بذور قبل، با افزایش دما از ۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد بر درصد جوانه‌زنی‌اش افزوده و از زمان برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی آن، کاسته شد. در بذور تحتانی بدون پوشش، شروع جوانه‌زنی از دمای ۱/۵ درجه سانتی‌گراد بود. دمای مطلوب و ماکزیمم این بذور به ترتیب ۲۱ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد بود (جدول ۴). در بذور بالایی بدون پوشش، جوانه‌زنی از ۲ درجه سانتی‌گراد شروع، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به حداکثر و سپس در دمای ۳۷/۶ متوقف شد. در بذور پایه با پوشش، دماهای پایه، مطلوب و ماکزیمم به ترتیب ۰/۵، ۳۰/۰۱ و ۴۴/۸۲ درجه سانتی‌گراد بود (جدول ۴). دما یکی از عوامل مهم محیطی در تعیین موفقیت جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه‌ها می‌باشد که درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Sincik *et al.*, 2004). در آزمایش دیگری که روی این گونه از یولاف وحشی صورت گرفته بود دمای پایه ۰/۸ درجه سانتی‌گراد گزارش شد ولی اشاره‌ای بر جایگاه و پوشش بذر نداشت (Leguizamon *et al.*, 2005).

دمای مطلوب برای بذور تحتانی بدون پوشش،

سرعت جوانه‌زنی در دمای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب به ۷۷/۰۷ و ۸۲/۸۵ درصد و ۴۳ و ۴۲ ساعت رسید. بیشترین درصد جوانه‌زنی بذور فوقانی بدون پوشش در دماهای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد ملاحظه شد. در خانواده گرامینه‌ها، تنوع در جوانه‌زنی بذر اغلب ناشی از جایگاه بذر در سنبلچه است (Gosling *et al.*, 1981; Schwendiman and Shands, 1943). در اغلب موارد جایگاه بذر بر درصد و سرعت جوانه‌زنی تأثیرگذار است (Wang *et al.*, 2011). یک توضیح قابل قبول برای تفاوت در جوانه‌زنی این است که در هنگام رسیدن، هر دو بذر (بذر تحتانی و بذر فوقانی) به عنوان منبعی برای دریافت مواد ذخیره‌ای، عمل می‌کنند. بذر بزرگتر و نزدیکتر به منبع، به طور معمول ماده ذخیره‌ای بیشتری از بذر بالایی و دورتر دریافت می‌کند (Morgan and Berrie, 1970).

سرعت جوانه‌زنی بذر تحتانی و بذر فوقانی بدون پوشش در برابر درجه حرارت، به صورت مشاهده شده و پیش بینی شده در شکل ۳ نشان داده شده است.

سرعت جوانه‌زنی در بذور تحتانی بدون پوشش از دمای ۵ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد افزایش و پس از آن کاهش پیدا کرد. ولی افزایش سرعت جوانه‌زنی برای بذور فوقانی بدون پوشش، از دمای ۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود (شکل ۳). نتایج به دست آمده نشان دادند که میزان و سرعت جوانه‌زنی در دو جایگاه بذر (بذر نزدیک به محور سنبلچه؛ یا بذر بزرگ و بذر دور از محور سنبلچه؛ یا بذر کوچک) در حالت بدون پوشش یولاف وحشی گونه *A.ludoviciana* تفاوت چندانی با یکدیگر نداشتند.

با پوشش یولاف وحشی ۰/۷۹ بود که در مقایسه با ضریب جوانه‌زنی بذور بدون پوشش تحتانی و بالایی، کمتر بود. در واقع با حذف پوشش از یولاف وحشی، جوانه‌زنی در بازه زمانی بزرگتری رخ داده است. بذور پایه بدون پوشش یولاف وحشی جوانه‌زنی وسیع‌تری را در دامنه دماهای مورد بررسی در مقایسه با دو بذر دیگر داشته است. میزان این ضرایب حاکی از آن است که علاوه بر دما، جایگاه و پوشش بذر نیز از دیگر عوامل مهم در جوانه‌زنی یولاف وحشی گونه *A. ludoviciana* محسوب می‌شوند. در گیاهان *P. floridanum*، *Paspalum publiflorum* و *P. dilatatum* نیز حذف پوشش منجر به جوانه‌زنی بذر شد (Andersen, 1953).

نتیجه‌گیری:

دانه‌ها در جایگاه‌های مختلف در سنبلیچه ممکن است استراتژی‌های متفاوتی را در سیکل زندگی گیاه نشان دهند. بذر تحتانی بزرگتر دارای استراتژی در معرض خطر است که در آن درصد جوانه‌زنی بالا و سریع، با سازگاری نسبتاً کم و بذر بالایی دارای استراتژی کم خطر که در آن جوانه‌زنی آرام و درصد جوانه‌زنی کم با سازگاری بالا. وجود دو استراتژی بذر ممکن است نوعی سازگاری به منظور تضمین بقا در شرایط زمانی و مکانی مختلف باشد. تفاوت‌های گزارش شده برای جوانه‌زنی بذر یولاف وحشی می‌تواند ناشی از حاصل شدن بذر در جایگاه‌های مختلف سنبلیچه و رنجی از دما باشد که این می‌تواند یک سازگاری فیزیولوژیکی قوی پوشش بذر نسبت به ویژگی‌های آب و هوایی از مناطقی که از آن‌ها جمع‌آوری

بذور بالایی بدون پوشش و بذور تحتانی با پوشش به ترتیب ۲۱، ۲۵ و ۳۰ درصد سانتی‌گراد بود. در واقع بذور بدون پوشش زودتر از بذور با پوشش به دمای مطلوب برای جوانه‌زنی رسیدند که این می‌تواند ناشی از پوشش بذر باشد. عامل پوشش (لما و پالئا) که به طریق مکانیکی از جوانه‌زنی بذر یولاف وحشی جلوگیری می‌کند و لایه آلورون موجود در گندمه یولاف وحشی، با کاهش انتقال آب و در نتیجه دستیابی کمتر رویان به آب جهت رشد، باعث کاهش جوانه‌زنی آن می‌شود (Salimi and Ghorbanli, 2001). حذف آندوسپرم از جودره (*Hordeum spontaneum* Koch) نیز منجر به تسریع جوانه‌زنی آن شده است (Yan et al., 2012). البته این ممکن است با حذف محدودیت‌های مکانیکی برای جوانه‌زنی بذر همراه باشد (Gutterman and Nevo, 1994).

همان‌طور که از جدول ۴ برمی‌آید ضریب جوانه‌زنی (G.C.) برای بذور تحتانی و بذور بالایی بدون پوشش یولاف وحشی به ترتیب ۲/۹۲ و ۱/۳۸ بود. بذور پایه بدون پوشش جوانه‌زنی وسیع‌تری را در مقایسه با بذور بالایی بدون پوشش، در دامنه دماهای مورد بررسی داشت. شاید این تفاوت، ناشی از وزن دانه باشد. وزن صد دانه در بذور پایه بدون پوشش ۱/۸۵ گرم و در بذور بالایی بدون پوشش ۱/۰۷ گرم بود (جدول ۱). وزن بذر، درصد و سرعت جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Wang et al, 2010)؛ به عبارت دیگر همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن بذر و درصد جوانه‌زنی آن وجود دارد (Khan, 2003; Jorge and Ray, 2004). ضریب جوانه‌زنی (G.C.) برای بذور پایه

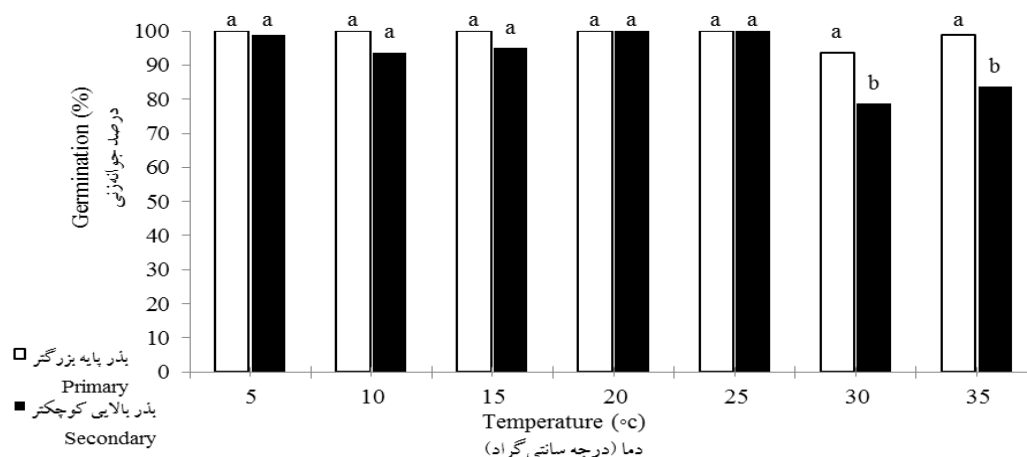
گل‌آذین تأثیر مهمی بر جوانه‌زنی بذور یولاف وحشی داشت و بذره‌های بالایی گل‌آذین به‌خاطر اینکه دیرتر تشکیل می‌شوند مواد ذخیره‌ای کمتری هم دارند. این اثر باعث شده است که درصد جوانه‌زنی کمتری نیز داشته باشند. علاوه بر جایگاه بذر، پوشش بذر و دما نیز تأثیر زیادی بر درصد جوانه‌زنی بذر داشته‌اند؛ زیرا که عامل پوشش به طریق مکانیکی از جوانه‌زنی بذر یولاف-وحشی جلوگیری می‌کند و با افزایش دما تا دمای اپتیمم درصد جوانه‌زنی نیز افزایش یافت.

شده‌اند را، منعکس سازد. لما و پالئا ممکن است جوانه‌زنی سنبلیچه را با محدود کردن نفوذ اکسیژن به جنین، تحت تأثیر قرار دهند. اگر چه این پارامتر (پوشش بذر) در مطالعات انجام‌شده اندازه‌گیری نشده است، ولی درصد بالای جوانه‌زنی بذور بدون پوشش در مطالعه انجام‌شده مطابق با این نظر است. در بذور یولاف وحشی مورد بررسی (بذور تحتانی، بالایی، با و بدون پوشش) با افزایش دما درصد جوانه‌زنی نیز افزایش پیدا کرد که دمای اپتیمم برای هر یک از آنها تفاوت داشت. در مجموع می‌توان گفت که در این مطالعه جایگاه بذر در طول

جدول ۱- وزن صد دانه بذور تحتانی بزرگتر و بذور فوقانی کوچکتر با و بدون لما و پالئا یولاف وحشی. مقادیر داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد است.

Table 1. 100-seed weight lower and upper seeds of *A.ludoviciana* with and without lemma and palea. The number in pranthecies is standard error.

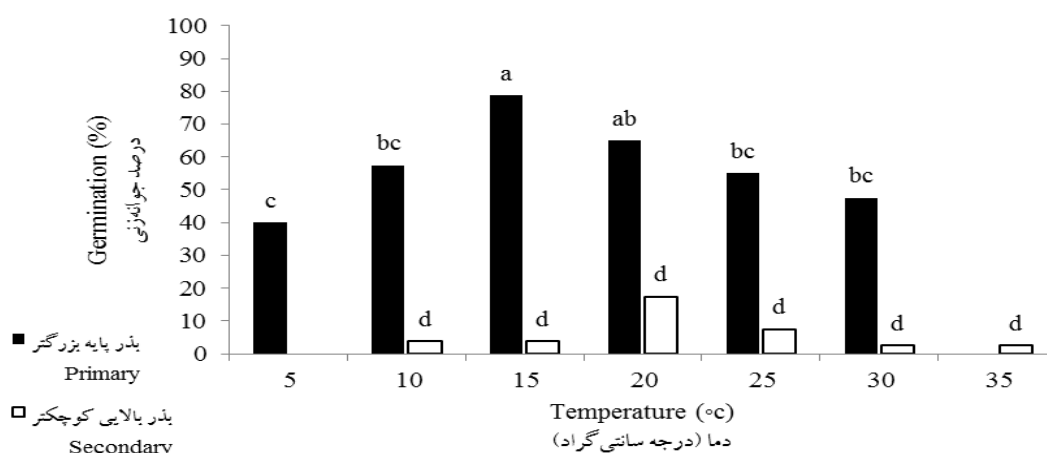
با پوشش With Lemma and Palea		بدون پوشش Without Lemma and Palea		بذور یولاف وحشی <i>A.ludoviciana</i> seeds
Upper	Lower	Upper	Lower	وزن صد دانه (g) 100 Seed weight
1.26 (0.01)	2.23 (0.25)	1.07 (0.07)	1.85 (0.05)	



شکل ۱- تأثیر دما بر جوانه‌زنی بذره‌های یولاف وحشی با موقعیت قرارگیری مختلف بر روی سنبلیچه حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن فاقد تفاوت معنی‌دار هستند.

Figure 1. Effect of seed position of *A.ludoviciana* without lemma and palea and temperature on germination (%).

" اثر جایگاه بذر در سنبلیچه بر پاسخ جوانه‌زنی یولاف وحشی ... "



شکل ۲- تأثیر دما بر جوانه‌زنی بذرهای یولاف وحشی با موقعیت قرارگیری مختلف بر روی سنبله

حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن فاقد تفاوت معنی‌دار هستند

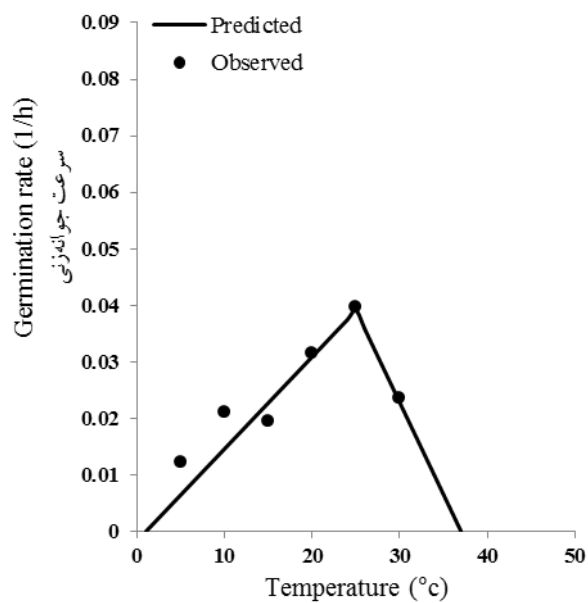
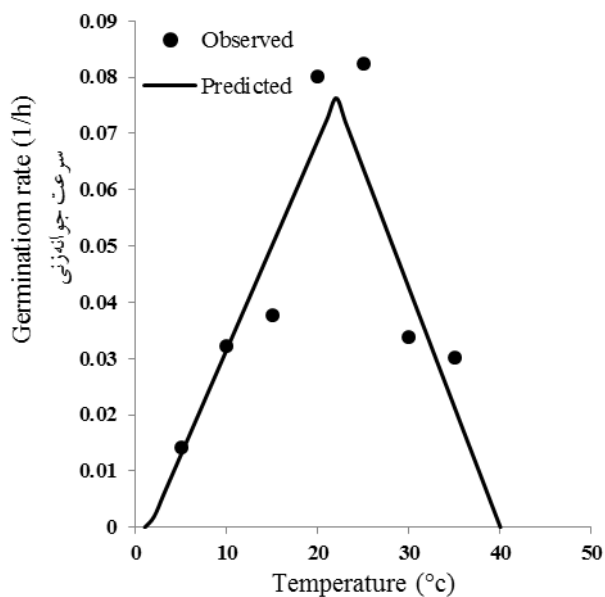
Figure 2. Effect of seed position of *A.ludoviciana* with lemma and palea and temperature on germination (%).

جدول ۲- ضرایب a و b همراه با مقادیر اشتباه استاندارد آن‌ها در مدل استفاده‌شده (مدل برازش یافته سیگموئیدی سه پارامتره) برای توصیف جوانه‌زنی بذر بدون لما و پالئا یولاف وحشی (مقادیر داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد است).

Table 2- Parameter estimates of sigmoid function fitted to cumulative germination of primary and secondary seed without lemma and palea *A.ludoviciana* against thermal time. The number in pranthecies is standard error

R ² adj	X ₀ (SE)	b (SE)	a (SE)	Seeds بذور	Temperature (°C) دما (سانتی‌گراد)
0.96	80.55 (1.84)	14.47 (1.49)	98.34 (1.27)	Primary بذر تحتانی بزرگتر	5
0.98	80.95 (1.05)	12.27 (0.89)	97.96 (0.77)	Secondary بذر بالایی کوچکتر	5
0.98	30.99 (0.73)	7.7 (0.51)	99.21 (0.56)	Primary بذر تحتانی بزرگتر	10
0.84	47.28 (3.29)	11.92 (2.81)	94.07 (2.25)	Secondary بذر بالایی کوچکتر	10
0.98	26.49 (0.54)	8.042 (0.5)	100 (0.47)	Primary بذر تحتانی بزرگتر	15
0.92	51.1 (2.13)	9.7 (2.04)	94.54 (1.62)	Secondary بذر بالایی کوچکتر	15
0.99	12.49 (0.1)	3.09 (0.22)	99.9 (0.22)	Primary بذر تحتانی بزرگتر	20
0.99	31.6 (1.07)	3.67 (0.5)	99.9 (0.28)	Secondary بذر بالایی کوچکتر	20
0.99	12.11 (0.04)	2.37 (0.21)	99.95 (0.11)	Primary بذر تحتانی بزرگتر	25
0.91	25.18 (1.49)	7.73 (1.54)	100 (1.38)	Secondary بذر بالایی کوچکتر	25
0.87	29.63 (2.58)	14.72 (2.25)	92.15 (1.63)	Primary بذر تحتانی بزرگتر	30
0.88	43.12 (2.97)	13.65 (2.36)	77.07 (1.56)	Secondary بذر بالایی کوچکتر	30
0.95	33.18 (0.68)	6.15 (0.61)	90.46 (0.85)	Primary بذر تحتانی بزرگتر	35
0.92	42.66 (1.24)	13.98 (1.78)	82.85 (1.25)	Secondary بذر بالایی کوچکتر	35

a: حداکثر درصد جوانه‌زنی b: شیب خط X₀: زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی



شکل ۳- سرعت جوانه‌زنی بذور تحتانی (نمودار پایین) و فوقانی (نمودار بالا) بدون پوشش در برابر دما.

(سرعت پیش‌بینی شده توسط تابع برازش یافته سیگموئیدی سه پارامتره $(Y=a/(1+\exp(-x-x_0/b)))$)

Figure 3. Germination rate of lower and upper seeds of *A. ludoviciana* without lemma and palea against temperature.

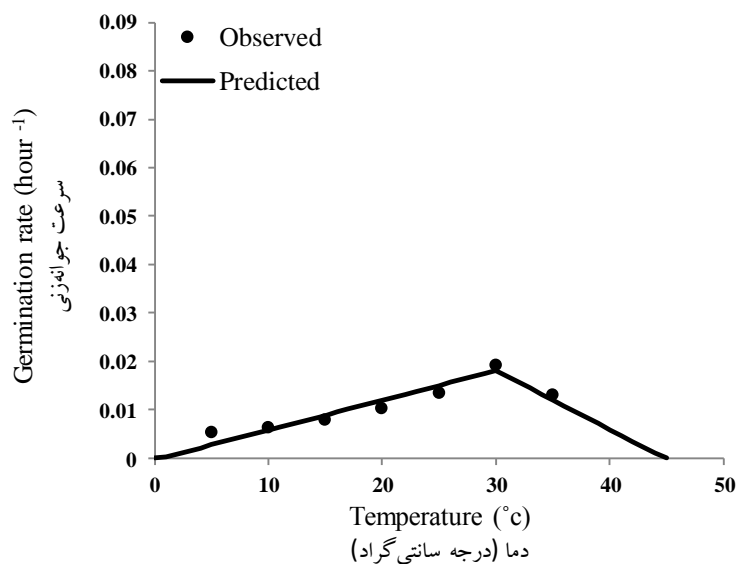
" اثر جایگاه بذر در سنبلچه بر پاسخ جوانه‌زنی یولاف وحشی ... "

جدول ۳- ضرایب a و b همراه با مقادیر اشتباه استاندارد آن‌ها در مدل استفاده شده ($Y=a/(1+\exp(-x-x_0/b))$)، مدل برازش یافته سیگموئیدی سه پارامتره) برای توصیف جوانه‌زنی بذور تحتانی با پوشش یولاف وحشی. مقادیر داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد است.

Table 3- Parameter estimates of sigmoid function fitted to cumulative germination of primary seed with lemma and palea *A.ludoviciana* against thermal time. The number in pranthecies is standard error

R ² adj	X0 (SE)	b (SE)	a (SE)	Temperature(°c) دما (سانتی گراد)
0.8	187.26 (6.4)	14.53 (5.6)	45.46 (2.7)	5
0.7	156.21 (5.1)	17.87 (4.5)	62.11 (4.14)	10
0.94	125.1 (3.8)	21.21 (3.34)	62.45 (3.4)	15
0.83	96.6 (6.2)	18.97 (5.37)	62.78 (2.53)	20
0.81	74.37 (5.77)	17.01 (4.86)	67 (2.51)	25
0.79	52.15 (5.35)	15.06 (4.35)	71.23 (2.49)	30
0.89	77.6 (2.76)	8.22 (2.49)	47.49 (1.12)	35

a: حداکثر درصد جوانه‌زنی b: شیب خط x₀: زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی



شکل ۴- سرعت جوانه‌زنی بذور تحتانی با پوشش در برابر دما (سرعت پیش‌بینی شده توسط تابع برازش یافته سیگموئیدی سه پارامتره ($Y=a/(1+\exp(-x-x_0/b))$))

Figure 4. Germination rate of primary *A. ludoviciana* seed with lemma and palea against temperature

جدول ۴- مقادیر دمای پایه، مطلوب و ماکزیمم برای بذور تحتانی و بذور فوقانی با و بدون پوشش یولاف وحشی. مقادیر داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد است.

Table 6-Parameter estimates for germination of *A.ludovician* seeds. The number in pranthecies is standard error

G.C	R ²	G.max	Tc (SE)	To (SE)	Tb (SE)	<i>A.ludovician</i> seeds بذور یولاف وحشی	
2.92	0.9	0.076	40(1.2)	21(0.22)	1.5(0.41)	lower بذر تحتانی	Without lemma and Palea بدون لما و پالنا
1.38	0.89	0.039	37.6(1.5)	25.25(0.59)	2.01(0.54)	upper بذر بالایی فوقانی	
0.79	0.91	0.018	44.82(0.29)	30.01(0.84)	1(0.37)	lower بذر تحتانی	With lemma and Palea با لما و پالنا

Tc: دمای ماکزیمم To: دمای مطلوب Tb: دمای پایه

Reference

فهرست منابع

- Abdullahi, A. and R.L. Vanderlip.** 1972. Relationships of vigor tests and seed source and size to sorghum seedling establishment. *Agronomy Journal* 62, 143-144.
- Alvarado V, Bradford KJ.** 2002. A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. *Plant, Cell and Environment* 25, 1061-1069.
- Alvarado V, Bradford KJ.** 2005. Hydrothermal time analysis of seed dormancy in true (botanical) potato seeds. *Seed Science Research* 15, 77-88.
- Atri, A., A. Javanshir, M. Moghadam and M.R. Shakiba.** 1998. Evaluation of competition in zea and phaseolus mixture by reverse yield model. *J. Agri Sci.* 4: 105-97.
- Andersen, A.M.** 1953. The effect of the glumes of *paspalum notatum* flugge on germination. *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts.* 43: 93-100.
- Baghestani, M.H, E., Zand, A.R., Barjaste, M., Veisi, S.H., Noroz zade, M., Jamali and S.H. Kakhaki.** 2008. Investigating efficacy of Behpic and Current Herbicides on grassy weed in wheat fields. Final Report. Iranian Plant Protection Research Institute.
- Baskin, C.C. and J.M, Baskin.** 2001. *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination.* San Diego, CA: Academic Press.
- Batlla, D. and Benech-arnold, R.L.** 2003. A quantitative analysis of dormancy loss dynamics in *Polygonum aviculare* L. seeds. Development of a thermal time model based on changes in seed population thermal parameters. *Seed Science Research* 13, 55-68.

- Beckie, H.J, I.M., Heap, R.J., Smeda and L.M, Hall.** 2000. Screening for herbicide resistance in weeds. *Weed Tech.* 14:428-445.
- Beheshtian, M.M, M.H., Rahimian and H. Alizade.** 2011. Modeling seeding emergence patterns of wild barley (*Hordeum spontaneum*) and canary grass (*Phalaris minor*) weeds. Ph.D. thesis. University of Tehran.
- Benech-Arnold, R.L., R.A., Sanchez, F. Forcella, B. Kruk and C.M. Ghera.** 2000. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field Crops Res.* 67: 105-122.
- Benitez_Malvido, J., E., Tapia, I., Suazo, E. Villasenor and J. Alvarado.** .2003. Germination and Seed Damage in Tropical Dry Forest Plants Ingested by Iguanas, *J Herpetol.* 37: 301–308.
- Bewley, J.D. and M. Black.** 1994. *Seeds: Physiology of development and germination.* 2nd ed. New York: Plenum. 273-290.
- Bewley, J.D. and M. Black.** 1986. *Seeds: Physiology of Development and Germination.* Plenum press. N. Y. and London.
- Bradford KJ.** 2002. Applications of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy. *Weed Science* 50, 248–260.
- Bryson, C.T.** 1990. Interference and critical time of Hemp Sesbania (*Sesbania exalta* L.) in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Weed Tech.* 4:833-837.
- Cheplick, G.P, Sung, L.Y.** 1998. Effects of maternal nutrient environment and maturation position on seed heteromorphism, germination, and seedling growth in *Triplasis purpurea* (Poaceae). *International Journal of Plant Sciences.* 159: 338–350.
- Copeland, L.O and M.B. McDonald.** 1995. *Principles of Seed Science and Technology.* Pub.Chapman and Hall.USA.
- Datta, S.C, M. Evenari and Y. Gutterman.** 1970. The heteroblasty of *Aegilops ovata* L. *Israel Journal of Botany* 19: 463–483.
- Demir Kaya, M.** 2009. The role of hull in germination and salinity tolerance in some sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. *African J. of Biotech.* 8: 597-600.
- Demirlicakmak, A., Kaufman, M.L. and Johnson, L.P.V.** 1963. The influence of seed size and seeding rate on yield and yield components of barley. *Canadian Journal Plant science* 43, 330- 337.
- Dezfoli, M.A.** 1997. *Narrow leaves of grasses, weeds in Iran.* University Press.480 Pp.
- Duck, S.O.** 1987. *Weed physiology. Vol I. Reproduction and ecophysiology.* CRC press Inc. 165 pp.
- Dumur D, Pilbeam CJ, Craigon J.** 1990. Use of the weibull function to calculate cardinal temperatures in faba bean. *Journal of Experimental Botany* 41, 1423-1430.

- Flores, J. and O. Briones.** 2001. Plant life-form and germination in a Mexican intertropical desert: effects of soil water potential and temperature. *J Arid Environ* 47: 485-497.
- Fernandez-Quintanilla, C. J.L., Gonzalez-Andujar and A.P. Appleby.** 1990. Characterization of the germination and emergence response to temperature and soil moisture of *Avena fatua* and *A. sterilis*. *Weed Res* 30: 289-295.
- Garcia-Huidobro J, Monteith JL, Squire GR.** 1982 Time, temperature and germination of pearl millet (*Pennisetum typhoides* S & H.). I. Constant temperature. . *Journal of Experimental Botany* 33, 288-296 *Weed Res* 30: 289-295.
- Ghaderi, F.A, A. Soltani and H.R Sadeghipour.** 2008. Cardinal temperatures of germination in medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo*. convar. *pepo* var. *styriaca*), borago (*Borago officinalis* L.) and black cumin (*Nigella sativa* L.). *Asian J. Plant Sci.* 7: 574-578.
- Gonzalez-Rabanal, R., M. Casal and L. Trabaud.** 1994. Effects of high temperatures, ash and seed position in the inflorescence on the germination of three Spanish grasses. *J. of Vegetation Sci.* 5: 289-294.
- Gosling, P.G, R.A., Butler, M. Black and J.M. Chapman.** 1981. The onset of germinationability in developing wheat. *J. of Experimental Botany* 32: 621-627.
- Guan, B.** 2009. Germination responses of *Medicago ruthenica* seeds to salinity, alkalinity, and temperature. *J. Arid Environ.* 73: 135-138.
- Guterman, Y.** 2000. Maternal effects on seeds during development. In Fenner M. ed. *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*, 2nd edn. Wallingford: 59-84.
- Guterman, Y and E. Nevo.** 1994. Temperatures and Ecological_Genetic Differentiation Affecting the Germination of *Hordeum spontaneum* Caryopses Harvested from Three Populations: The Negev Desert and Opposing Slopes on Mediterranean Mount Carmel, Israel *J. Plant Sci.* 42: 183-195.
- Hardegree SP.** 2006b. Predicting germination response to temperature. I. Cardinal-temperature models and subpopulation-specific regression. *Annals of Botany* 97, 1115-1125.
- Hardegree SP, Winstral AH.** 2006. Predicting germination response to temperature. II. Three-dimensional regression, statistical gridding and iterative-probit optimization using measured and interpolated-subpopulation data. *Annals of Botany* 98, 403-410.
- Jones, R. and R. Medd.** 1997. Economic analysis of integrated management of wild oats involving fallow, herbicide and crop rotational options. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* 37: 683-691.
- Jorge, M.H.A. and Ray, D.T.** 2004. Germination characterization of Guayule (*Parthenium argentatum*) seed by morphology mass and X-ray and analysis. *Indust Crops and Prod.* 23, 59-63.
- Kader, M.A and S.C. Jutzi.** 2004. Effects of thermal and salt treatments during imbibitions on germination and seedling growth of sorghum. *J Agron Crop Sci.* 190: 35- 38.
- Khan, M.L.** 2003. Effects of seed mass on seedling success in *Artocarpus heterophyllus* L. a tropical tree species of north – east India. *Acta Oecologia.* 25,103-110.

- Kocabas, Z., J. Craigon and S.N. Azam-Ali.** 1999. The germination response of Bambara groundnut (*Vigna subterranean* (L) Verdo) to temperature. *Seed Science and Technology*. 27:303-313.
- Leguizamón E.S., C. Fernández-Quintanilla, J. Barroso and J.L. González-Andujar.** 2005. Using thermal and hydrothermal time to model seedling emergence of *Avena sterilis* ssp. *Ludoviciana* in Spain. *Weed Res.*30: 289–295.
- Maranon, T.** 1987. Ecología del polimorfismo somático de semillas y la sinaptosperma en *Aegilops neglecta* Req. ex Bertol. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 44: 97–107.
- Medd, R.W and S. Pandey.** 1990. Estimating the cost of wild oats (*Avena* spp.) in the Australian wheat industry. *Plant Protection Quarterly*. 5: 142–144.
- Meyer SE, Allen PS.** 2009. Predicting seed dormancy loss and germination timing for *Bromus tectorum* in a semi-arid environment using hydrothermal time models. *Seed Science Research* 19, 225–239.
- Montazeri, M. E. Zand and M.A. Baghestani.** 2005. Weeds and their control in wheat fields of Iran: *Plant Pest & Disease Research Institute Press*. 85.
- Moravcova, L., I. Perglova P., Pysek, V. Jitech and J. Pergl.** 2005. Effects of fruit position on fruit mass and seed germination in the alien species *Heracleum mantegazzianum* (Apiaceae) and the implications for its invasion. *Acta Oecologica*. 28: 1–10.
- Morgan, S.F. and Berrie, A.M.M.** 1970. Development of dormancy during seed maturation in *Avena ludoviciana* winter wild oat. 1225.
- Phaneendranath, B.R., R.W. Duell and C.R. Funk.** 1978. Dormancy of Kentucky bluegrass seed in relation to the color of spikelets and panicle branches at harvest. *Crop Sci* 18: 683–684.
- Piper, E.L, K.J., Boote, J.W Jones and S.S Grimm.** 1996. Comparison of two phenology models for predicting flowering and maturity date of soybean. *Crop Sci*. 36: 1606-1614.
- Quail, P.H and O.G. Carter.** 1969. Dormancy in seeds of *Avena ludoviciana* and *Avena fatua*. *Aust. J. Agric. Res.* 20: 1- 11.
- Raju, M.V.S and S.N. Ramaswamy.** 1983. Studies on the inflorescence of wild oats (*Avena fatua*). *Canadian Journal of Botany*. 61: 74–78.
- Ramin, A.A.**1997. The influence of temperature on germination of taree Irani (*Allium amploprasum* L.spp.iranicum W.). *Seed Scie and Techn.* 25:419-426.
- Riemens, M.M, P.C Scheepens and R.Y. Vander-Weide.** 2004. Dormancy, germination and emergence of weed seeds, with emphasis on the influence of light. *Plant Res International B.V., Wageningen*. 23.
- Roberts, E.H.** 1988. Temperature and seed germination. 109-132. In: Long SP, Woodward FI (Eds.). *Plants and temperature*. Symp Soc Exp Biol, Company of Biologists Ltd, Cambridge.

- Salimi, H and M. Ghorbanli.** 2001. A study on seed germination *Avena ludoviciana* and the effective factors in seed dormancy breaking. *Rostaniha*. 2: 41- 55.
- Samedani, B. and Baghestani, M.A.** 2005. Comparison of allelopathic activity of different *Artemisia* species on seed germination rate and seedling growth. *Pajouhesh and Sazandegi in agriculture and horticulture*.68:69-74.
- Schwendiman, A. and H.L. Shands.** 1943. Delayed germination or seed dormancy in Vicland oats. *Agronomy Journal* 35: 681–688.
- Shafii, B. and W.J. Price.** 2001. Estimation of Cardinal Temperatures in Germination Data Analysis. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* 6: 356-366.
- Sincik, M., U. Bilgili, A. Uzun and E. Acikgoz.** 2004. Effect of low temperatures on the germination of different field pea genotypes. *Seed Sci. Technol.* 32, 331-339.
- Soltani, A., Robertson, M.J., Trabi, B., Yousefi, M., Sarparast, R.,** 2006. Modeling seedling emergence in chickpea as affected by temperature and sowing depth. *Agric. Forest. Met.* 138, 156- 67.
- Sugawara, S.** 1959. Studies on the germination capacity of upland rice seeds in relation to the location on the flower panicle. *Bulletin of the Faculty of Agriculture of Niigata University* 11: 9–22.
- Thurston, J.M.** 1963. Biology and control of wild oats. *Rep. Rothamsted Exp. Stn.,* 1962: 263-253.
- Timmermans, B.G.H., Vos, J., van Nieuwburg, J., Stomph, T.J. and van der Putten, P.E.L.** 2007. Germination rates of *Solanum sisymbriifolium*: temperature response models, effects of temperature fluctuations and soil water potential. *Seed Sci Res.* 17: 221–231.
- Wang, A.B, D.Y. Tan, C.C. Baskin and J.M. Baskin.** 2010. Effect of seed position in spikelet on life history of *Eremopyrum distans* (Poaceae) from the cold desert of north-west China. *Annals of Botany.* 106: 95–105.
- Yan, J. Y. Wang, E. Nevo, Y. Gutterman and J.P. Cheng.** 2012. Effects of partial endosperm removal on embryo dormancy breaking and salt tolerance of *Hordeum spontaneum* seeds. *Russian Journal of Plant Physiology* 3: 423-427.