



علوم و تحقیقات بذر ایران
سال سوم / شماره سوم / ۱۳۹۵ (۱۱۵ - ۱۰۵)



کمی سازی اثر تنش های خشکی و شوری بر جوانه زنی بذرهای کنجد شیطان (*Cleome viscosa* L.) و طحله (*Corchorus olitorius* L.)

الهام الهی فرد^۱، ابوالفضل درخشان^{۲*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۹/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۲

چکیده

کنجد شیطان (*Cleome viscosa* L.) و طحله (*Corchorus olitorius* L.) از علف های هرز مهم مزارع ذرت خوزستان محسوب می شوند. لذا این مطالعه با هدف کمی سازی اثرات کاهش پتانسیل آب و سطوح شوری بر جوانه زنی گونه های مذکور طراحی شد. برای توصیف اثر کاهش پتانسیل آب بر جوانه زنی بذر این دو علف هرز از محلول های اسمزی با غلظت های ۰، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸، ۱/۰ و ۱/۰ مگاپاسکال و برای تعیین اثر تنش شوری بر جوانه زنی از محلول های ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی مولار کلرید سدیم (NaCl) استفاده شد. ثابت هیدروتایم (θH)، آستانه پتانسیل آب برای شروع جوانه زنی (Ψb(0)) و میانه پتانسیل آب پایه (Ψb(50)) برای کنجد شیطان به ترتیب معادل ۱۴/۳۰ مگاپاسکال ساعت، ۱/۳۲- و ۰/۸۹- مگاپاسکال و برای طحله به ترتیب معادل ۱۱/۸۵ مگاپاسکال ساعت، ۱/۱۳- و ۰/۸۸- مگاپاسکال برآورد شد. آستانه پاسخ کنجد شیطان برای ۵۰ درصد کاهش حداکثر جوانه زنی به شوری معادل ۲۴۶/۸۰ میلی مولار و برای طحله معادل ۲۱۷ میلی مولار بود. در مجموع، مرحله جوانه زنی بذر علف های هرز کنجد شیطان و طحله نسبت به تنش خشکی نسبتاً متحمل و به تنش شوری متحمل بود.

واژه های کلیدی: اکولوژی جوانه زنی، مدل سازی، ویبول، هیدروتایم

۱- استادیار، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۲- دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

*نویسنده مسئول: derakhshan.abo@gmail.com

مقدمه

کنجد شیطان (*Cleome viscosa* L.) گیاهی یکساله از خانواده Cleomaceae است که دارای خواص دارویی بوده و بیشتر در مناطق گرم و مرطوب گسترش دارد (Aparadh *et al.*, 2102). طحله (*Corchorus olitorius* L. نیز یک گیاه علفی یکساله از خانواده Tiliaceae و بومی مناطق مدیترانه‌ای است (Yokoyama *et al.*, 2014). در شمال و غرب آفریقا، جنوب شرق آسیا، خاورمیانه، آمریکای جنوبی و جزایر کارائیب از طحله به عنوان یک گیاه دارویی و از الیاف آن به منظور تولید منسوجات کنفی استفاده می‌شود (Ilhan *et al.*, 2007). با این حال، در استان‌های جنوبی کشور از جمله خوزستان، طحله و کنجد شیطان از علف‌های هرز مهم مزارع ذرت (*Zea mays* L.)، نیسکر (*Saccharum officinarum* L.)، کنجد (*Sesamum indicum* L.) و ماش (*Vigna radiate* L.) محسوب می‌شوند.

گسترش سریع بسیاری از علف‌های هرز عمدتاً وابسته به الگوهای جوانه‌زنی و خواب بذر آنها است. خواب ممکن است وابسته به خصوصیات پوسته بذر و یا خصوصیات جنین باشد (Finch-Savage and Leubner-Metzger, 2006). بانک بذر در خاک در اکثر نظام‌های تولید زراعی منبع اصلی علف‌های هرز یکساله است. عوامل محیطی از قبیل درجه حرارت، پتانسیل اسمزی محلول خاک، اسیدیته، کیفیت نور، عملیات مدیریتی و محل بذر در بانک بذر بر جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه علف‌های هرز موثر است (Ebrahimi and Eslami, 2011). از نظر تئوری، تخلیه بانک بذر علف‌های هرز با جلوگیری از تولید بذر و یا توسط مدیریتی که یک محیط مطلوب برای جوانه‌زنی فراهم آورد، امکان‌پذیر خواهد بود. با این حال، در عمل مدیریت بانک بذر به دلیل دشواری‌های ممانعت از تولید و ورود بذر علف‌های هرز، تداوم بانک بذر به دلیل دوره خواب و پتانسیل بالای تولید بذر بسیاری از گونه‌های هرز پیچیده است (Chauhan and Johnson, 2010). از این‌رو، پذیرش بانک بذر علف‌های هرز به‌عنوان جزئی از محیط کشاورزی و تلاش برای درک و پیش‌بینی رفتار علف‌های هرز و ابداع نظام‌های مدیریتی برای به حداقل رساندن اثرات آنها ممکن است نسبت به تخلیه بانک بذر علف‌های هرز واقع‌گرایانه‌تر باشد.

گونه‌های مختلف علف‌های هرز پاسخ متفاوتی به تنش کمبود آب دارند. جوانه‌زنی علف‌های هرز میموسا (Chauhan and Johnson, 2008a) و طحله (Chauhan and Johnson, 2008b) در یک پتانسیل اسمزی در حدود ۰/۹- مگاپاسکال به‌میزان ۵۰ درصد کاهش یافت، درحالی‌که برای همین میزان در کاهش حداکثر جوانه‌زنی اوپاراسلام بذری (*Cyperus difformis*) (Derakhshan and Gherekhloo, 2013) و گونه‌ای از علف خرچنگ (*Digitaria longiflora* (Retz.) Pers.) (Chauhan and Johnson, 2010) به‌ترتیب پتانسیل اسمزی در حدود ۰/۴۷- و ۰/۳۹- مگاپاسکال نیاز بود.

بیش از ۹۰۰ میلیون هکتار از اراضی در سراسر جهان که تقریباً ۲۰ درصد کل اراضی زراعی را شامل می‌شود، توسط نمک تحت تأثیر قرار گرفته است (Zhang *et al.*, 2010). شوری، جوانه‌زنی بذر را از طریق تأثیرات اسمزی، سمیت یونی یا ترکیبی از هر دو تحت تأثیر قرار می‌دهد. در گیاهان علفی، تنش شوری منجر به کاهش فشار تورژانس سلول و کاهش سرعت طویل شدن ریشه و برگ می‌شود که احتمالاً بر اثر کاهش جذب آب است. علاوه بر این، غلظت‌های زیاد درون سلولی دو یون Na^+ و Cl^- می‌تواند از انبساط و تقسیم سلول‌ها جلوگیری نموده، به‌طوری‌که جوانه‌زنی متوقف و حتی منجر به مرگ بذر شوند (Derakhshan and Gherekhloo, 2013). جوانه‌زنی گونه‌های مختلف علف‌های هرز آستانه تحمل متفاوتی به افزایش غلظت نمک دارند. برای مثال، شوری ۱۳۵ میلی‌مولار منجر به ۵۰ درصد کاهش حداکثر جوانه‌زنی *C. difformis* شد (Derakhshan and Gherekhloo, 2013). درحالی‌که برای همین میزان کاهش در جوانه‌زنی بادبر (*Ceratocarpus arenarius* L.) در حدود ۴۰۰ میلی‌مولار لازم بود (Eslami, 2011).

درک بهتر از عوامل موثر بر جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز می‌تواند توسعه روش‌های مدیریت زراعی را از طریق ممانعت از جوانه‌زنی و یا ترغیب جوانه‌زنی در زمانی‌که گیاهچه‌ها به آسانی قابل کنترل هستند، تسهیل سازد. در حال حاضر اطلاعات منتشر شده در مورد پاسخ علف‌های هرز کنجد شیطان و طحله به تنش‌های آبی و شوری محدود است. لذا این تحقیق با هدف کمی‌سازی اثرات

کاهش پتانسیل آب و سطوح شوری بر جوانه زنی گونه های مذکور طراحی شد.

مواد و روش ها

آزمایش در سال ۱۳۹۴ در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان انجام شد. بذرهایی دو گونه کنجد شیطان (*Cleome viscosa* L.) و طحله (*Corchorus olitorius* L.) در سال ۱۳۹۳ از مزارع ذرت مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول جمع آوری و تا زمان شروع آزمایش در دمای اتاق نگهداری شدند. وزن هزاردانه کنجد شیطان در حدود ۱/۱۰ گرم و وزن هزاردانه طحله حدود ۱/۳۵ گرم تعیین شد.

برای توصیف اثر کاهش پتانسیل آب بر جوانه زنی بذر هر دو گونه از محلول های اسمزی با غلظت های ۰، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸، ۱/۰ و ۱/۰ مگاپاسکال استفاده شد. محلول های اسمزی با استفاده از پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ و بر اساس معادله (۱) تهیه شدند (Michel, 1983).

$$\Psi = 1.29[\text{PEG}]^2 T - 140[\text{PEG}]^2 - 4[\text{PEG}] \quad (1)$$
 که Ψ پتانسیل اسمزی مورد نظر (بر حسب مگاپاسکال)، T دما بر حسب درجه سانتی گراد و PEP، مقدار پلی اتیلن گلیکول مورد نیاز به ازای هر میلی لیتر آب مقطر می باشند. برای تعیین اثر تنش شوری بر جوانه زنی بذر علف هرز هر دو گونه علف هرز از محلول های ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی مولار کلرید سدیم (NaCl) استفاده شد.

برای رفع خواب بذر کنجد شیطان و طحله به ترتیب از تیمارهای ۲۰ و ۴۰ دقیقه خراش دهی شیمیایی با اسید سولفوریک ۹۸ درصد استفاده شد. برای هر گونه، آزمون جوانه زنی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. برای آزمون جوانه زنی، پنجاه بذر روی کاغذ صافی واتمن شماره یک در پتری دیش پلاستیکی ۹ سانتی متری قرار گرفت و سپس کاغذهای صافی با ۵ میلی لیتر آب مقطر یا سایر محلول ها مرطوب شد. برای کاهش تلفات آب از طریق تبخیر، پتری دیش ها با پارافیلیم پوشانده شدند و آبیاری پتری دیش ها در صورت نیاز انجام شد. تعداد بذرهایی جوانه زده به صورت ساعتی از زمان شروع انکوباسیون تا اتمام جوانه زنی شمارش شدند. بذرهایی که ریشه چه آنها به اندازه ۲ میلی متر یا بیش تر خارج شده بود، جوانه زده در نظر گرفته شدند. آزمون جوانه زنی در

دمای متناوب ۳۵/۲۵ درجه سانتی گراد در شرایط نور/تاریکی (۱۲ ساعت نور/ ۱۲ ساعت تاریکی) انجام شد. برای توصیف اثر کاهش پتانسیل آب بر جوانه زنی از مدل هیدروتایم (معادله ۲) استفاده شد (Bradford, 1990).

$$\Psi_{b(g)} = \Psi - \left(\frac{\theta_H}{t_g} \right) \quad (2)$$

که در این مدل، $\Psi_{b(g)}$ پتانسیل آب پایه (مگاپاسکال)؛ Ψ پتانسیل آب (مگاپاسکال)؛ θ_H ثابت هیدروتایم (مگاپاسکال ساعت) و t_g زمان (ساعت) تا رسیدن جوانه زنی به کسر g می باشند. در توزیع ویبول، توزیع تجمعی معکوس^۱ برای پیش بینی $\Psi_{b(g)}$ (معادله ۳) و تابع توزیع تجمعی^۲ برای پیش بینی کسر جوانه زنی g (معادله ۴) به شرح زیر است (Watt et al., 2010):

$$\Psi_{b(g)} = \mu + \sigma \cdot [-\ln(1-g)]^{\frac{1}{\lambda}} \quad (3)$$

$$g = 1 - \left[\exp \left(- \left(\frac{\Psi - \left(\frac{\theta_H}{t_g} \right) - \mu}{\sigma} \right)^{\lambda} \right) \right] \quad (4)$$

که μ و σ به ترتیب پارامترهای مکان^۳، مقیاس^۴ می باشند. λ پارامتر شکل است که چولگی و کشیدگی توزیع را تعیین و انعطاف پذیری بالایی به آن می دهد. توزیع ویبول با مقادیر پارامتر شکل بین ۳/۲۴ تا ۳/۶۱ تقریباً متقارن یا نزدیک به توزیع نرمال است. زمانی که پارامتر شکل کوچکتر از ۲/۶۰ یا بزرگتر از ۳/۷۰ باشد، توزیع به ترتیب به سمت راست یا چپ اریب دارد (Mesgaran et al., 2013).

از مدل لجستیک سه پارامتره برای توصیف روند تغییرات درصد جوانه زنی در سطوح شوری استفاده شد (معادله ۴).

$$G = \frac{G_{max}}{\left\{ 1 + \exp \left[\frac{x-x50}{Grate} \right] \right\}} \quad (5)$$

که G درصد جوانه زنی؛ G_{max} حداکثر درصد جوانه زنی؛ $x50$ غلظت کلرید سدیم مورد نیاز برای ۵۰ درصد کاهش G_{max} و $Grate$ شیب منحنی در نقطه $x50$ را نشان می دهد. علاوه بر G_{max} ، سرعت جوانه زنی در سطوح مختلف تنش شوری مورد مقایسه قرار گرفت. عکس زمان

¹ Inverse cumulative distribution

² Cumulative distribution function

³ Location

⁴ Scale

در پتانسیل‌های آب مختلف و دوره زمانی پیش‌بینی شده با مدل هیدروتایم در شکل ۱ نشان داده شده است. در هر دو گونه، جوانه‌زنی در مدت زمان کوتاهی بعد از انکوباسیون آغاز شد. کل هیدروتایم (θH) مورد نیاز برای جوانه‌زنی *C. viscosa* و *C. olitorius* بترتیب معادل ۱۴/۳۰ و ۱۱/۸۵ مگاپاسکال ساعت برآورد شد. درخشان و همکاران (Derakhshan et al., 2014) ثابت هیدروتایم مورد نیاز برای جوانه‌زنی بذر فالاریس (*Phalaris minor*)، تاج‌خروس ریشه‌قرمز (*Amaranthus retroflexus*) و تاج‌خروس خوابیده (*A. bilitoides*) را بر مبنای مدل هیدروتایم ویبول به ترتیب ۱۰۶/۶۴، ۲۰/۴۷ و ۷۶/۶۱ مگاپاسکال ساعت و عالی‌مقام و قادری فر (Alimaghani and Ghaderi-Far, 2014) مقدار این ضریب را برای شاه‌افسر (*Melilotus officinalis*)، گندم (*Triticum aestivum*) و چاودار (*Secale cereale*) به ترتیب ۱۲/۲۵، ۶۱/۷۰ و ۶۸/۹۶ مگاپاسکال ساعت گزارش کردند. کوچک‌تر بودن مقدار عددی ثابت هیدروتایم نشان می‌دهد که در صورت رفع خواب بذر این علف‌های هرز سرعت جوانه‌زنی آن‌ها در سطوح مختلف تنش خشکی بالاتر است.

تا رسیدن جوانه‌زنی تجمعی به ۵۰ درصد به‌عنوان سرعت جوانه‌زنی در نظر گرفته شد. برای این منظور از معادله غیر خطی ویبول استفاده شد (Guillemin et al., 2012).

$$G = m \left[1 - e^{-\ln(2) \cdot \left(\frac{t-t_0}{t_{50}-t_0} \right)^b} \right], \text{ if } t > t_0 \quad (6) \text{ رابطه}$$

$$G = 0 \quad \text{if } t_0 > t$$

که G ، جوانه‌زنی تجمعی؛ m ، حداکثر درصد جوانه‌زنی؛ t ، زمان؛ t_0 ، زمان بین آغاز انکوباسیون و نخستین جوانه‌زنی؛ t_{50} ، زمان تا رسیدن جوانه‌زنی تجمعی به ۵۰ درصد و b ، پارامتر شکل این مدل است. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و با رویه‌های PROC NLIN و PROC NLMIXED انجام شد (SAS, 2009).

نتایج و بحث

تنش خشکی: برآورد پارمترهای مدل هیدروتایم ویبول برای هر دو گونه‌ی علف‌هرز در جدول ۱ خلاصه شده است. مدل هیدروتایم به خوبی به داده‌ها برازش یافت، به طوری که مقدار ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) برای جوانه‌زنی *C. viscosa* کمتر از ۹ درصد و برای *C. olitorius* کمتر از ۱۱ درصد به دست آمد. جوانه‌زنی تجمعی بذره‌های *C. viscosa* و *C. olitorius*

جدول ۱- برآورد پارامترها برای توزیع ویبول مورد استفاده در مدل سازی هیدروتایم جوانه‌زنی بذر کنجد شیطان (*Cleome viscosa* L.) و طحله (*Corchorus olitorius* L.).

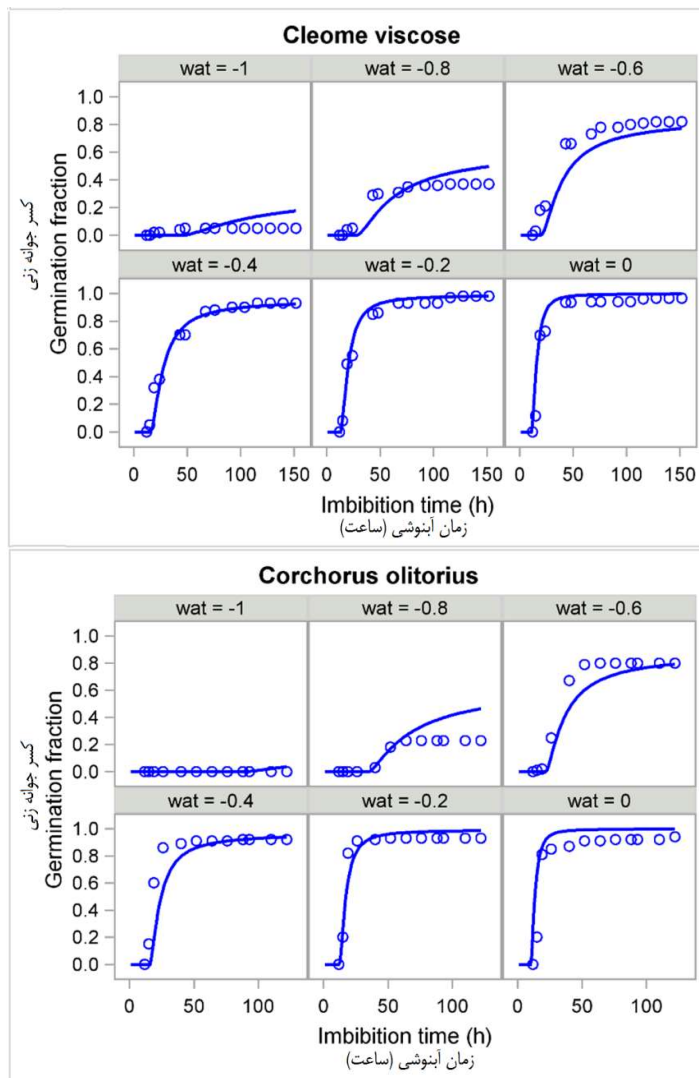
Table 1. Parameter estimates for Weibull distribution used in hydrotim modelling of Egyptian spinach (*Corchorus olitorius* L.) and Asian spiderflower (*Cleome viscosa* L.) seed germination

Species	Hydrotim constant (θH)	Location (μ)	Scale (δ)	Shape (λ)	SD	RMSE
<i>Cleome viscosa</i>	14.30±0.52	-1.32±0.09	0.51±0.09	1.98±0.45	0.24±0.02	0.0813
<i>Corchorous olitorius</i>	11.85±0.57	-1.13±0.06	0.32±0.06	1.51±0.44	0.20±0.03	0.1091

olitorius در پتانسیل‌های آب مثبت‌تر هم سرعت و هم درصد جوانه‌زنی به گونه‌ای که در شکل ۱ نشان داده شده، افزایش می‌یابد. مسگران و همکاران (Mesgaran et al., 2013) حداقل پتانسیل آب مورد نیاز برای شروع جوانه‌زنی جودره (*Hordeum spontaneum*)، *P. minor* آفتاب‌پرست (*Heliotropium europaeum*) و تریچه وحشی (*Raphanus raphanistrum*) را بترتیب معادل ۱/۶۴، ۲/۴۰، ۱/۸۷ و ۱/۲۷ مگاپاسکال گزارش کردند. درخشان و همکاران (Derakhshan et al., 2014) نیز گزارش دادند که جوانه‌زنی بذر *A.*

پارامتر μ که حداقل مقدار پتانسیل آب پایه ممکن در جمعیت بذری ($\Psi_b(0)$) را نشان می‌دهد (Derakhshan et al., 2014)، برای جوانه‌زنی *C. viscosa* و *C. olitorius* به ترتیب معادل ۱/۳۲- و ۱/۱۳- مگاپاسکال برآورد شد. دسترسی به آب هم سرعت جوانه‌زنی و هم کسری از بذره‌های یک جمعیت که قادر به جوانه‌زنی هستند را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Bradford, 2002) ولی در پتانسیل‌های آب بسیار پایین جوانه‌زنی به دلیل عدم جذب آب متوقف می‌شود (پتانسیل‌های آب منفی‌تر از ۱/۳۲- برای *C. viscosa* و کمتر از ۱/۱۳- برای *C.*

retroflexus و *A. bilitoides* به ترتیب از مقادیر پتانسیل آب مثبت‌تر از $-0/۸۶$ و $-۱/۰۷$ - مگاپاسکال شروع می‌شود.



شکل ۱- جوانه‌زنی تجمعی بذر کنجد شیطان (*Cleome viscosa* L.) و طحله (*Corchorus olitorius* L.) در پتانسیل‌های آب مختلف و دوره‌های زمانی جوانه‌زنی پیش‌بینی شده با مدل هیدروتایم و بیبول

Figure 1. Cumulative germination of Egyptian spinach (*Corchorus olitorius* L.) and Asian spiderflower (*Cleome viscosa* L.) seeds at various water potentials and germination time courses predicted by the Weibull hydrotime model

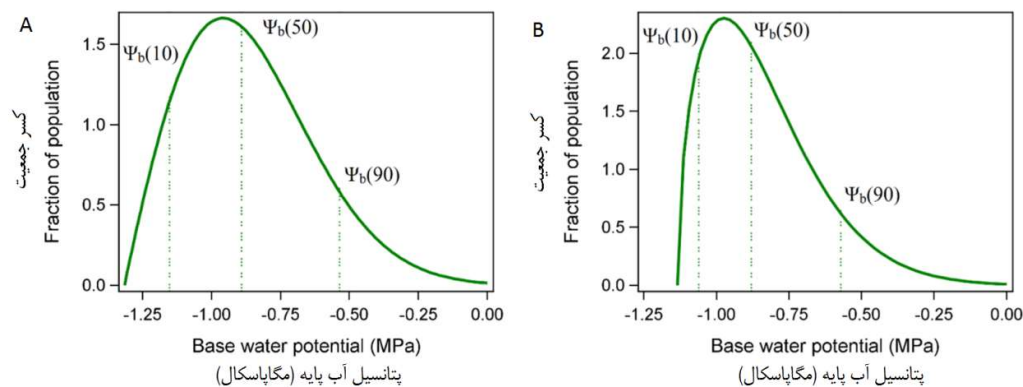
2011; Mesgaran *et al.*, 2013; Derakhshan *et al.*, 2014) که به نظر می‌رسد در آن‌ها نوعی سازگاری برای بقاء باشد. مقادیر انحراف استاندارد (SD) نشان داد که یکنواختی جوانه‌زنی برای هر دو گونه مشابه بود.

تابع توزیع احتمال (pdf) پتانسیل آب پایه پیش‌بینی شده با مدل هیدروتایم و بیبول در شکل ۲ نشان داده شده است. برای هر دو گونه شکل توزیع تقریباً مشابه بوده و به وضوح اریب $\Psi_b(g)$ به راست را نشان می‌دهد. برای *C. viscosa* جوانه‌زنی از پتانسیل آب $-۱/۳۲$ - مگاپاسکال

نتایج نشان داد که $\Psi_b(g)$ هم برای *C. viscosa* ($\lambda=1.98$) و هم برای *C. olitorius* ($\lambda=1.51$) به راست اریب داشت. چولگی توزیع پتانسیل آب پایه به راست دارای پیامدهای زیست‌محیطی مهمی است، زیرا به معنای آن است که بخش اعظم بذرهای یک جمعیت بذری دارای مقادیر پتانسیل آب پایه بالاتری بوده و حتی تحت شرایط مطلوب نیز به کندی جوانه خواهند زد (*Watt et al.*, 2010). در اکثر گونه‌های هرز توزیع پتانسیل آب پایه دارای چولگی به راست است (*Watt et al.*, 2010 and)

تحمل به خشکی وجود ندارد. بر این اساس، میزان تحمل جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز *C. olitorius* و *C. viscosa* به تنش خشکی بیش‌تر از علف‌های هرز *A. retroflexus* و *M. officinalis* (مگاپاسکال؛ Derakhshan et al., 2014) و *H. spontaneum* (مگاپاسکال؛ Ghaderi-Far, 2014) و کم‌تر از گیاهانی مانند *P. minor* (مگاپاسکال؛ Mesgaran et al., 2013) است.

$\Psi_b(0)$ شروع شد و در پتانسیل‌های آب $-1/20$ ، $-0/89$ و $-0/43$ مگاپاسکال به ترتیب به ۵، ۵۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی نهایی رسید. همچنین، $\Psi_b(10)$ و $\Psi_b(95)$ به ترتیب $-1/15$ و $-0/54$ تعیین شدند. برای *C. olitorius*، $\Psi_b(5)$ ، $\Psi_b(10)$ ، $\Psi_b(50)$ ، $\Psi_b(90)$ و $\Psi_b(95)$ به ترتیب معادل $-1/09$ ، $-1/06$ ، $-0/88$ ، $-0/57$ و $-0/46$ مگاپاسکال تعیین شد. با در نظر گرفتن میانه پتانسیل آب پایه به‌عنوان آستانه تحمل جوانه‌زنی به تنش کمبود آب، اختلاف معنی‌داری بین این دو علف‌هرز از نظر میزان



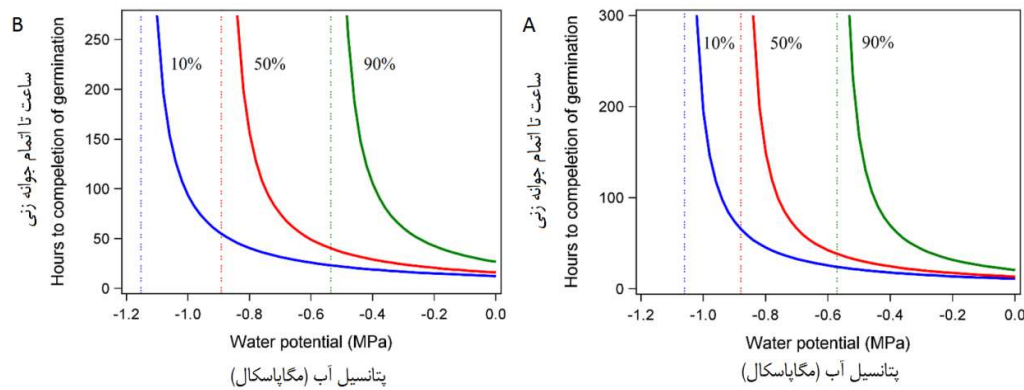
شکل ۲- تابع توزیع احتمال پتانسیل آب پایه پیش‌بینی شده با مدل هیدروتایم ویبول برای جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز

کنجد شیطان (A) (*Cleome viscosa* L.) و طحله (B) (*Corchorus olitorius* L.) در پاسخ به کاهش پتانسیل آب

Figure 2. Probability distribution function of the predicted base water potential using Weibull hydrotime model for seed germination of Asian spiderflower (*Cleome viscosa* L.) (A) and Egyptian spinach (*Corchorus olitorius* L.) (B) in response to reduced water potentials

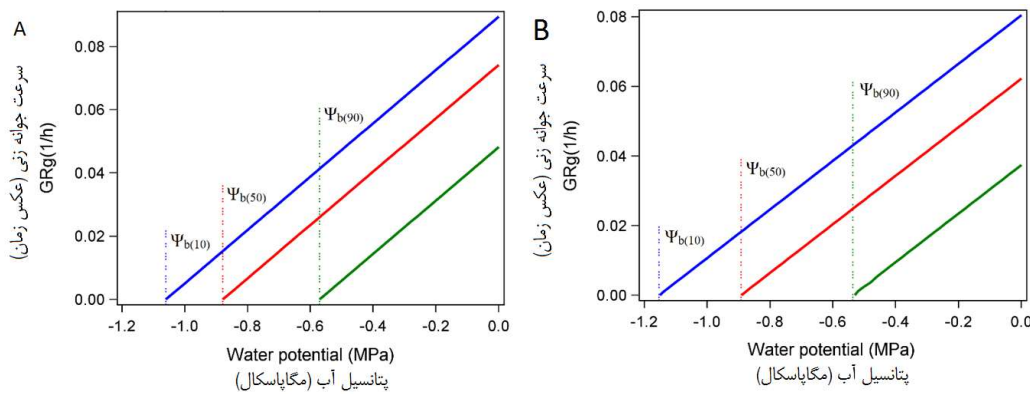
Ψ_b نزدیک می‌شود، زمان تا جوانه‌زنی خیلی سریع افزایش می‌یابد و به‌طور مجانب به Ψ_b می‌رسد (شکل ۳). در هر دو گونه، سرعت جوانه‌زنی (GRg یا $1/tg$) برای دهمین، پنجاهمین و نودمین کسر از جمعیت بذری در شکل ۴ نشان داده شده است. با قرار دادن معکوس tg در برابر Ψ خطوطی با شیب $1/\theta H$ (مگاپاسکال ساعت برای *C. viscosa* و $0/08$ مگاپاسکال ساعت برای *C. olitorius*) و عرض از مبدهایی روی محور X با مقادیر Ψ_b برای هر کسر جوانه‌زنی معین ایجاد می‌شود.

در مدل هیدروتایم عنوان می‌شود که θH برای هر جمعیت بذری معین ثابت است، به این معنی که tg باید به‌طور متناسب با کاهش اختلاف بین Ψ و $\Psi_b(g)$ افزایش یابد تا این اختلاف به صفر برسد (Bradford, 2002). این مورد در هر دو گونه علف‌هرز برای کسرهای جوانه‌زنی ۱۰، ۵۰ و ۹۰ در شکل ۳ نشان داده شده است. در پتانسیل‌های آب بیش‌تر، زمان تا جوانه‌زنی برای کسرهای مختلف جوانه‌زنی مشابه است اما با کاهش Ψ به تدریج از هم دور می‌شوند. برای هر کسر بذری معین وقتی Ψ به



شکل ۳- زمان تا جوانه زنی کسرهای مختلف جمعیت بذری علف های هرز کنجد شیطان (*Cleome viscosa L.*) (A) و طحله (*Corchorus olitorius L.*) (B) در پتانسیل های آب مختلف

Figure 3. The times to germination of different fractions of the seed population imbibed at different water potentials for Asian spiderflower (*Cleome viscosa L.*) (A) and Egyptian spinach (*Corchorus olitorius L.*) (B)



شکل ۴- سرعت جوانه زنی کسرهای مختلف جمعیت بذری کنجد شیطان (*Cleome viscosa L.*) (A) و طحله (*Corchorus olitorius L.*) (B) در مقابل پتانسیل آب

Figure 4. Germination rates (GRg) of different fractions of the seed population versus water potential for Asian spiderflower (*Cleome viscosa L.*) (A) and Egyptian spinach (*Corchorus olitorius L.*) (B)

معادل ۲۴۶/۸۰ و ۲۱۷/۰۰ میلی مولار برآورد گردید. خاکهایی با شوری کم تر از ۴۰ میلی مولار (تقریباً ۴ دسی زیمنس بر متر) دارای شوری کم، خاکهایی با شوری بین ۴۰ تا ۱۰۰ میلی مولار (تقریباً ۴ تا ۱۰ دسی زیمنس بر متر) دارای شوری متوسط و خاکهایی با شوری بیش از ۱۰۰ میلی مولار (تقریباً ۱۰ دسی زیمنس بر متر) جزء اراضی با شوری بالا طبقه بندی می شوند (Tanji and Kieln, 2002). بر طبق نتایج به دست آمده می توان اظهار داشت که مرحله جوانه زنی هر دو گونه علف هرز تحمل نسبتاً بالایی به تنش شوری دارد و در این بین میزان تحمل به شوری در گونه *C. viscosa* بیش تر از گونه *C. olitorius* است.

تنش شوری: با افزایش غلظت نمک درصد جوانه زنی نهایی هر دو گونه علف هرز با تابعیت از یک رابطه لجستیک کاهش یافت (شکل ۵). بر این اساس، حداکثر جوانه زنی برای *C. viscosa* معادل ۸۸/۳۰ درصد برآورد شد (جدول ۲). حداکثر جوانه زنی این گونه در غلظت نمک ۱۱۳/۶۲ میلی مولار به ۹۰ درصد نهایی و در غلظت حدود ۳۸۰ میلی مولار به ۱۰ درصد نهایی رسید. حداکثر جوانه زنی برای *C. olitorius* معادل ۹۴/۹۶ درصد برآورد شد (جدول ۲). آستانه پاسخ *C. olitorius* برای کاهش ۱۰ و ۹۰ درصد حداکثر جوانه زنی به ترتیب معادل ۱۷۹/۳۸ و ۲۵۴/۶۲ میلی مولار برآورد شد (شکل ۵). غلظتی از نمک که منجر به ۵۰ درصد کاهش حداکثر جوانه زنی *C. olitorius* و *C. viscosa* شد به ترتیب

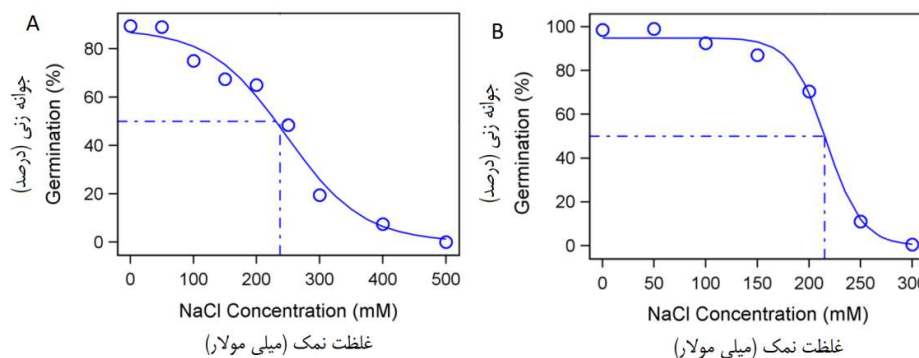
کسری از بذرهای هر دو علف‌هرز *C. viscosa* و *C. olitorius* در شرایط شور قادر به جوانه‌زنی بودند که می‌تواند یک ویژگی کلیدی برای بقاء آن‌ها در اراضی شور باشد. تنش شوری یکی از محدودیت‌های اصلی تولید گیاهان زراعی در سراسر دنیا است و نه تنها کشت گیاهان زراعی در این اراضی محدود می‌شود، بلکه در این اراضی علف‌های هرز متحمل‌تر به شوری رقابت بهتری با گیاهان زراعی خواهند داشت. آستانه تحمل ذرت به شوری خاک در حدود ۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر (حدود ۱۷ میلی‌مولار) است و به ازاء هر واحد افزایش شوری خاک عملکرد آن در حدود ۲۰ درصد کاهش می‌یابد (Chauhan and Johnson, 2010). بنابراین، در اراضی با شوری متوسط نیز توان رقابتی این علف‌های هرز بیش‌تر از ذرت بوده و در صورت عدم کنترل، افت عملکرد ذرت به‌واسطه رقابت این علف‌های هرز چشمگیر خواهد بود.

تغییرات t_{50} (زمان بین آغاز انکوباسیون و نخستین جوانه‌زنی)، t_{50} (زمان تا رسیدن جوانه‌زنی تجمعی به ۵۰ درصد) و b (پارامتر شکل توزیع ویبول) با افزایش غلظت نمک در شکل ۶ ارائه شده است. در هر دو گونه علف‌هرز *C. olitorius* و *C. viscosa* با افزایش سطوح شوری t_{50} و t_{50} افزایش یافتند، اما تغییرات پارامتر b در این دو علف‌هرز در پاسخ به افزایش غلظت نمک متفاوت بود. در غلظت‌های کم نمک اختلاف بین t_{50} و t_{50} اندک بود، یعنی جوانه‌زنی بذرها در محلول‌هایی با شوری کم سریع بوده و در فاصله‌زمانی کوتاهی پس‌از نخستین جوانه‌زنی، جوانه‌زنی تجمعی به نیمی از جوانه‌زنی نهایی رسیده است (شکل ۶). اما در غلظت‌های بالاتر نمک فاصله زمانی نخستین جوانه‌زنی و ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی افزایش یافت که البته در علف‌هرز *C. viscosa* بسیار مشهودتر بود.

جدول ۲- برآورد پارامترهای مدل لجستیک برازش یافته به حداکثر جوانه‌زنی بذر کنجد شیطان (*Cleome viscosa*) و طحله (*Corchorus olitorius*) در پاسخ به افزایش غلظت نمک

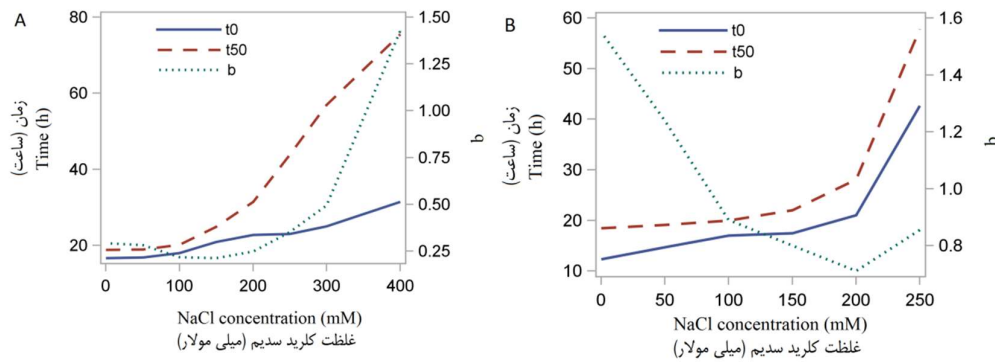
Table 2. Parameter estimates for Logistic model fitted to maximum germination of Asian spiderflower (*Cleome viscosa* L.) and Egyptian spinach (*Corchorus olitorius* L.) in response to increasing NaCl concentration

Species	Parameter		
	Gmax (%)	X50 (mM)	Grate
<i>Cleome viscosa</i>	88.30±4.99	246.80±12.96	-60.61±12.27
<i>Corchorus olitorius</i>	94.96±2.25	217.00±3.72	-17.12±2.73



شکل ۵- تاثیر غلظت نمک بر درصد جوانه‌زنی بذر کنجد شیطان (*Cleome viscosa* L.) (A) و طحله (*Corchorus olitorius* L.) (B).

Figure 5. Effect of NaCl concentration on seed germination percentage of Asian spiderflower (*Cleome viscosa* L.) (A) and Egyptian spinach (*Corchorus olitorius* L.) (B)



شکل ۶- تغییرات t0 (زمان بین آغاز انکوباسیون و نخستین جوانه زنی)، t50 (زمان تا ۵۰ درصد جوانه زنی نهایی) و b (پارامتر شکل توزیع ویبول) با افزایش غلظت نمک برای جوانه زنی بذر کنجد شیطان (A) (*Cleome viscosa* L.) و (B) (*Corchorus olitorius* L.)
Figure 6. Changes in t0 (the time between the beginning of the incubation and the first germination), t50 (time to 50% of final germination) and b (shape parameter of Weibull model) with increasing NaCl concentration for seed germination of Asian spiderflower (*Cleome viscosa* L.) (A) and Egyptian spinach (*Corchorus olitorius* L.) (B)

سپاسگزاری

نتایج ارائه شده در مقاله مستخرج از طرح پژوهشی مصوب به شماره ۹۴۱/۰۶ می باشد. بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان بابت تأمین اعتبار هزینه طرح تقدیر و تشکر می شود.

در مجموع مرحله جوانه زنی بذر علف های هرز *C. olitorius* و *viscosa* نسبت به تنش خشکی نسبتاً متحمل و به تنش شوری متحمل بود. هدف از این مطالعه تعیین پارامترهای معنی دار از نظر بیولوژیک در خصوص اثرات تنش آب بر نخستین فرایند نموی چرخه زندگی *C. olitorius* و *viscosa* بود. این برآوردها برای توسعه مدل های پیش بینی جهت کمک به اتخاذ تصمیم های مدیریتی علف های هرز ضروری است.

منابع

- Alimagham, S.M. and Ghaderi-Far, F. 2014. Hydrotime model: Introduction and application of this model in seed researches. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 7: 41-52. **(Journal)**
- Aparadh, V.T., Mahamuni, R.J. and Karadge, B.A. 2012. Taxonomy and physiological studies in spider flower (*Cleome* species): A critical review. *Plant Science Feed*, 2: 25-46. **(Journal)**
- Bradford, K.J. 1990. A water relations analysis of seed germination rates. *Plant Physiology*, 94: 840-849. **(Journal)**
- Bradford, K.J. 2002. Applications of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy. *Weed Science*, 50: 248-260. **(Journal)**
- Chauhan, B.S. and Johnson, D.E. 2008a. Germination ecology of Chinese sprangletop (*Leptochloa chinensis*) in the Philippines. *Weed Science*, 56: 820-825. **(Journal)**
- Chauhan, B.S., and Johnson, D.E. 2008b. Seed germination and seedling emergence of nalta jute (*Corchorus olitorius*) and redweed (*Melochia concatenata*): Important broadleaf weeds of the tropics. *Weed Science*, 56: 814-819. **(Journal)**
- Chauhan, B.S. and Johnson, D.E. 2010. Growth and reproduction of junglerice (*Echinochloa colona*) in response to water stress. *Weed Science*, 58: 132-135. **(Journal)**
- Derakhshan, A. and Gherekhloo, J. 2013. Factors affecting *Cyperus difformis* seed germination and seedling emergence. *Planta Daninha*, 31: 823-832. **(Journal)**
- Derakhshan, A., Akbari, H. and Gherekhloo, J. 2014. Hydrotime modeling of *Phalaris minor*, *Amaranthus retroflexus* and *A. blitoides* seed germination. *Iranian Journal of Seed Science and Research*, 1: 83-97. (In Persion)**(Journal)**
- Ebrahimi, E. and Eslami, S.V. 2011. Effect of environmental factors on seed germination and seedling emergence of invasive *Ceratocarpus arenarius*. *Weed Research*, 52: 50-59. **(Journal)**

- Finch-Savage, W.E. and Leubner-Metzger, G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171: 501–523. **(Journal)**
- Guillemin, J.P., Gardarin, A., Granger, S., Reibel, C., Munier-Jolain, N., and Colbach, N. 2012. Assessing potential germination period of weeds with base temperatures and base water potentials. *Weed Research*, 53: 76-87. **(Journal)**
- Ilhan, S., Savaroglu, F. and Colak, F. 2007. Antibacterial and antifungal activity of *Corchorus olitorius* L. (Molokhia) extracts. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1: 59-61. **(Journal)**
- Mesgaran, M.B., Mashhadi, H.R., Alizadeh, H., Hunt, J., Young, K.R. and Cousens, R.D. 2013. Importance of distribution function selection for hydrothermal time models of seed germination. *Weed Research*, 53: 89-101. **(Journal)**
- Michel, B.E. 1983. Evaluation of the water potentials of solutions of polyethylene glycol 8000 both in the absence and presence of other solutes. *Plant Physiology*, 72: 66–70. **(Journal)**
- SAS. 2009. SAS/STAT 9.2 User's Guide. SAS Institute, Cary, NC, USA. **(Book)**
- Tanji, K.K. and Kielen, N.C. 2002. Agricultural drainage water management in arid and semi-arid areas. *Fao Irrigation and Drainage, Paper 61*, Rome, Italy. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 202p. **(Book)**
- Watt, M.S., Bloomberg, M. and Finch-savage, W.E. 2011. Development of a hydrothermal time model that accurately characterises how thermoinhibition regulates seed germination. *Plant, Cell and Environment*, 34: 870–876. **(Journal)**
- Watt, M.S., Xu, V. and Bloomberg, M. 2010. Development of a hydrothermal time seed germination model which uses the Weibull distribution to describe base water potential. *Ecological Modelling*, 221: 1267–1272. **(Journal)**
- Yokoyama, S., Hiramoto, K., Fujikawa, T., Kondo, H., Konishi, N., Sudo, S., Iwashima, M. and Ooi, K. 2014. Topical application of *Corchorus olitorius* leaf extract ameliorates atopic dermatitis in NC/Nga mice. *Dermatology Aspects*, 2: 1-8. **(Journal)**
- Zhang, H., Irving, L.J., McGill, C., Matthew, C., Zhou, D. and Kemp, P. 2010. The effects of salinity and osmotic stress on barley germination rate: sodium as an osmotic regulator. *Annals of Botany*, 106: 1027-1035. **(Journal)**

Quantifying the effect of osmotic and salt stress on germination of Egyptian spinach (*Corchorus olitorius* L.) and Asian spiderflower (*Cleome viscosa* L.)

Elham Elahi Fard¹, Abolfazl Derkhshan^{2*}

Received: December 9, 2015

Accepted: February 21, 2016

Abstract

Egyptian spinach (*Corchorus olitorius* L.) and Asian spiderflower (*Cleome viscosa* L.) are two of most important weeds in Khuzestan province corn fields. This experiment was conducted to quantifying the effect of osmotic and salt stress on germination of these weeds. In order to describing effect of reduced water potential on germination of these weeds solutions were prepared with osmotic potentials of 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 and -1.0 MPa by dissolving appropriate amounts of polyethylene glycol 6000 in distilled water. Also, Water solutions with salinity of 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 400 and 500 mM were prepared by dissolving NaCl in distilled water. The hydrotime constant (θH), the base or threshold water potential ($\Psi_b(0)$) and the median base water potential ($\Psi_b(50)$) of these weeds were as follows: *C. viscosa* (14.30 MPa h, -1.32 and 0.89 MPa) and *C. olitorius* (11.85, -1.13 and -0.88 MPa), respectively. Threshold response of 50% maximum germination reduction to salinity of *C. viscosa* and *C. olitorius* were 246.80 mM and 217.00 mM, respectively. Totally, seed germination of *C. viscosa* and *C. olitorius* were partially tolerate and tolerant to osmotic stress and salinity, respectively.

Key words: Ecology of Seed Germination; Hydrotime; Modeling; Weibull

1. Assistant Professor, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran

2. Ph.D student of Agronomy, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran

*Corresponding Author: derakhshan.abo@gmail.com