شکست خواب بذر در گیاه *Hordeum spontaneum* L.

شکیبا شاهمرادی[۱*]، محمدرضا چایی‌چی[۱]، جواد مظفری[۲]، داریوش مظاهری[۱] و فرزاد شریف‌زاده[۱]

[۱] کرج، دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، گروه اکولوژی گیاهان زراعی

[۲] کرج، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بانک ژن، گروه ژنتیک

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۲۹

چکیده

چراگاه‌های امروزی برخلاف علفزارهای طبیعی، باید بر اساس سیستم‌های تناوبی به‌طور متناوب احیا گردند و خواب بذر در گراس‌های علوفه‌ای مانع از استقرار موفق چراگاه‌های جدید می‌شود. شکست خواب در بذرهای جو وحشی (*Hordeum spontaneum*) برای بهبود جوانه‌زنی ضروری به نظر می‌رسد. این آزمایش با هدف بررسی اثر تیمارهای مختلف فیزیکی، شیمیایی، هورمونی و دمایی بر خواب بذر این گیاه در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. در این آزمایش، دو ژنوتیپ *Hordeum spontaneum* که بذرهای تازه آنها دارای سطوح بالای خواب بودند، مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که جوانه‌زنی بذرها تحت تأثیر تیمار دمای ۳۵ درجه سانتیگراد نیز به طور معنی‌داری تحریک شد و در هفته چهارم به حداکثر خود رسید (در ژنوتیپTN۱۳۵۰، ۸۶/۲۵٪ و در ژنوتیپ TN۹۵۱، ۴۷/۵٪). در این آزمایش، هورمون GA در تحریک جوانه‌زنی بذرهای *Hordeum spontaneum*، کارآمدتر از سایر هورمونهای مورد استفاده بود. بالاترین درصد جوانه‌زنی در اثر تیمار GA در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد و این تیمار جوانه‌زنی را در ژنوتیپ TN۱۳۵۰ تا ۶۸/۷۵ درصد و در ژنوتیپ TN ۹۵۱ تا ۳۱/۲۵ درصد نسبت به شاهد (بدون تیمار) افزایش داد. نتایج این تحقیق نشان داد که خواب بذر در گیاه *Hordeum spontaneum* با تیمارهای هورمون جیبرلین و استریفیکاسیون گرمایی (۳۵ درجه سانتی‌گراد) قابل حذف است، بنابراین از نوع خواب فیزیولوژیکی سطحی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: *Hordeum spontaneum*، خواب بذر، تیمار رفع خفتگی.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۶۰۰۲۸۴۰، پست الکترونیکی: shakibafarzan@ yahoo.com

مقدمه

جو وحشی (*Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum*) جد جو زراعی (*Hordeum vulgare*) و غله یکساله و خودگشنی است که عموما در نواحی مدیترانه‌ای خاور نزدیک و جلگه‌های حاصلخیز می‌روید. ویژگی این مناطق مقادیر اندک و غیر قابل پیش‌بینی بارندگی است که توزیع مناسبی ندارد و به دنبال آن تابستانهای گرم و خشک فرا می‌رسد. جو وحشی دارای ویژگی خواب بذر برای سازگاری با این گونه محیط‌های پر تنش می‌باشد (۲۰). در گونه های موجود در شرایط نامساعد محیطی، درصد گیاهان تولیدکننده بذر دارای خواب بسیار بیشتر از گونه های موجود در شرایط اکولوژیکی مطلوب می‌باشد (۴). تاکدا و هوری (۲۱) میزان خواب بذر در ۱۷۷ اکوتیپ جو وحشی (*Hordeum spontaneum*) جمع آوری شده از مناطق مختلف جهان را ارزیابی نمودند. همه اکوتیپ های جو وحشی (*Hordeum spontaneum*) در زمان برداشت درصد جوانه‌زنی را کمتر از ۱۰٪ نشان دادند.

خواب بذر در چرخه زندگی *Hordeum spontaneum* برای ۱) به‌نژادگرانی که این گیاه را به‌عنوان یک منبع ژنتیکی مهمی برای اصلاح گونه های زراعی مورد استفاده قرار می‌دهند، ۲) محققان محیط زیست و مدیران چراگاه‌ها

و مراتعی که سعی در احیای مراتع در حال نابودی و یا ایجاد مراتع جدید دارند، ۳) متخصصان علف‌های هرز که سعی در کنترل این گونه علف هرز در مزارع، چمنزارها و حتی جمعیت‌های طبیعی گیاهی دارند و ۴) اکولوژیست‌هایی که تاریخچه و تغییرات جمعیت‌ها، جوامع و اکوسیستم‌های گیاهی را بررسی می نمایند اهمیت زیادی دارد (۴). از این رو شناخت ماهیت خواب بذر و روش های غلبه بر آن یکی از اهداف مهم تحقیقات در این زمینه می‌باشد.

انجمن متخصصان رسمی تجزیه بذر (AOSA)(Assosiation of Official Seed Analysis) و انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA)(International Seed Testing Association)، روش‌های مختلفی را به منظور شکست خواب بذر و القاء جوانه‌زنی ارائه کرده‌اند که از مهمترین این روش ها می توان به استریتیفیکاسیون و استفاده از محلولهای محرک جوانه‌زنی ازجمله هورمونها اشاره نمود. بطور کلی سرعت و قدرت جوانه‌زنی از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر جوانه‌زنی بذر می‌باشند که در استقرار گیاهان نقش اساسی دارند (۱۶). همچنین میانگین زمان جوانه‌زنی بذر (ارزیابی زمان ظهور گیاهچه‌ها) و ارزش جوانه‌زنی و شاخص سرعت جوانه‌زنی، در جوانه‌زنی بذر مؤثر می‌باشد (۱۷).

یکی از انواع خواب اولیه، خواب فیزیولوژیکی می‌باشد که در اثر سرما و اسید جیبرلیک قابل کنترل است (۷). تحقیقات نشان داده است که خواب بذر در گراس ها، خواب فیزیولوژیکی سطحی می باشد (۴). مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی در ایجاد و کنترل خواب فیزیولوژیکی بذر، نقش کلیدی دارند. یکی از تنظیم‌کننده‌های رشد GA_3 می باشد که از طریق القاء جوانه‌زنی در شکست خواب بذر تأثیر می‌گذارد (۴). همچنین تحقیقات نشان داده است که هورمونهای سیتوکینین (کینین و بنزیل آدنین) و مواد شیمیایی نظیر نیترات پتاسیم، نیترات آمونیم، نیترات سدیم و تیواوره در تحریک جوانه‌زنی بذر یولاف وحشی مؤثرند (۱۹).

با توجه به نقش اسید جیبرلیک در تحریک جوانه‌زنی بذرها، تیمار بذر با آن توسط محققان متعددی برای شکست خواب بذر مورد استفاده قرار گرفته است (۱، ۲ و ۱۰). بررسی اثر تیمارهایی شامل اسید جیبرلیک، اسید ایندول استیک، نیترات پتاسیم و تیواوره همراه با اسکاریفیکاسیون اسیدی بر خواب بذر تازه سورگوم علوفه‌ای (۱۸) نشان داد که خیس کردن در آب برای مدت ۲۴ ساعت باعث افزایش جوانه‌زنی بذر تا ۱۲ درصد شد. اسکاریفیکاسیون اسیدی نیز نتایج مشابهی داشت ولی قادر به حذف کامل خواب بذر نبود. بنابراین به نظر می‌رسد حذف پوسته بذر (لما و پالئا) باعث بهبود نفوذپذیری پوسته بذر و نشت رطوبت به داخل بذر و حذف و تخریب بخشی از مواد بازدارنده جوانه‌زنی موجود در بذرهای تازه می‌شود و میزان جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد (۱۸). بررسی تیمارهای مختلف رفع خفتگی در گونه های وحشی برنج (۱۴) نشان داد که حذف پوسته بذر روش بسیار مؤثری برای شکست خواب بذر می‌باشد. علاوه بر این، این تحقیق نشان داد که واکنش گونه های مختلف برنج وحشی نسبت به تیمارهای حرارتی و شیمیایی متفاوت است.

حسنی و همکاران (۱۰) در گیاه دارویی آنغوزه (*Ferula assa-foetida*) با بررسی تیمارهای دمایی ۴ درجه و ۲۳ درجه سانتیگراد و هورمون های جیبرلین و سیتوکینین نتیجه گرفتند که تیمار سرمایی به طور معنی‌داری باعث تحریک جوانه‌زنی در این گیاه می‌شود. در این آزمایش هورمون جیبرلین در غلبه بر خواب بذر مؤثر واقع نشد. محققان (۱۳) در بررسی خواب بذر و اثر تیمارهای رفع خفتگی در گیاه *Lymus chinensis* از تیره گندمیان گزارش نمودند که خواب بذر در این گیاه تحت تأثیر هورمون ها نمی‌باشد بلکه دمای محیطی، مقاومت مکانیکی گلوم ها و

بازدارندگی آندوسپرم از عوامل اصلی کنترل کننده خواب و جوانه‌زنی بذرهای این گیاه می‌باشد.

تنوع ژنتیکی در ساختار و یا رنگدانه‌های پوسته و لایه های پوششی بذر نظیر پریکارپ دانه، باعث تغییرات در خواب بذر و طول عمر آن در بسیاری از گونه ها می شود. رنگدانه های پوسته بذر عموما ترکیبات فنلی نظیر فلاونوئیدها می باشند (۵). این ترکیبات به عنوان آنتی اکسیدان، باعث کاهش میزان اکسیژن و در نتیجه بازدارندگی فرایندهای متابولیکی پس‌رسی و جوانه‌زنی ازجمله تخریب اکسیداتیو اسید آبسزیک می شوند. همچنین رنگدانه های پوسته نور دریافتی توسط گیاهچه را فیلتر می‌کنند، مشخص شده است که فلاونوئیدها تنها نور UV را جذب می‌کنند (۲۳). برنامه های به‌نژادی که سعی در جداسازی ویژگی های مرتبط با رنگ دانه، خواب بذر و طول عمر آن داشته‌اند، نشان داده‌اند که این صفات قابل تفکیک نیستند (۱۲). از این رو به نظر می‌رسد ماهیت خواب بذر دارای تنوع درون گونه ای است و احتمال می رود این تنوع وابسته به رنگ بذر باشد.

هدف از این تحقیق، (۱) بررسی پاسخ خواب بذر *Hordeum spontaneum*به تیمارهای مختلف شکست خواب نظیر تیمارهای فیزیکی، شیمیایی، هورمونی و دمایی، (۲) تعیین مؤثرترین تیمار رفع خفتگی برای جوانه‌زنی بذر این گونه و (۳) مقایسه واکنش دو ژنوتیپ *Hordeum spontaneum* با رنگ بذر متفاوت نسبت به تیمارهای رفع خفتگی بود.

مواد و روشها

در این تحقیق، دو ژنوتیپ (*Hordeum spontaneum*) از کلکسیون ژرم پلاسم جو وحشی در بانک ژن گیاهی ملی ایران که بذرهای تازه در آنها دارای سطوح بالای خواب (بیش از ۹۵ درصد) می‌باشند، مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۱). این دو ژنوتیپ که از دو استان مختلف (استان خراسان رضوی و استان مرکزی) جمع‌آوری شده‌اند، از نظر صفات فنولوژیک و آگرونومیک بسیار شبیه بودند و تفاوت عمده آنها در وجود رنگدانه در برخی از اندام های هوایی (دانه، ریشک و گوشوارک و ...) بود. ژنوتیپ ها در سال زراعی۹۰-۸۹ در مزرعه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در خطوط دو متری کشت شدند. به علت شکنندگی محور سنبله در این گونه از جو وحشی، پس از مرحله گرده افشانی، سنبله ها به وسیله روکش های مخصوص پلاستیکی دارای منفذ، پوشانده شدند تا از ریزش و پراکندگی بذرها در زمان رسیدگی جلوگیری به‌عمل آید. مشخصات ژنوتیپ های مورد ارزیابی و محل جمع آوری آنها در جدول ۱ نمایش داده شده است.

پس از برداشت، سنبله ها به روش دستی کوبیده شده و بعد به منظور حفظ خواب در بذرها، به مدت ۶ ماه در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و بعد آماده سازی بذرها برای تست خواب بذر و بررسی شاخص جوانه‌زنی در ژنوتیپ ها انجام شد. در ابتدا آزمون حیات بذر (تترازولیوم) به منظور حصول اطمینان از زنده بودن بذرها بر اساس روش انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) انجام شد. به این منظور در ابتدا چهار تکرار ۲۵ بذری از هر ژنوتیپ پس از حذف پوسته به مدت ۱۸ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در آب مقطر قرار گرفتند. سپس با استفاده از تیغ، برش طولی در بذر ایجاد شد، به طوری که جنین به دو قسمت تقسیم گردد و نیمه آن حذف شد. پس از آن بذرها به مدت ۳ ساعت در محلول تترازولیوم ۱٪، در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و در تاریکی قرار گرفتند. برای جلوگیری از نفوذ نور به پتری دیش ها، سطوح آن با فویل پوشانده شد. بذرهایی که جنین شامل ریشه‌چه، ساقه‌چه، محور جنینی و اسکوتلوم در آنها کاملا رنگ شده بود، زنده محسوب شد. سپس تیمارهای رفع خفتگی در سه آزمایش مجزا به منظور تحریک جوانه‌زنی در بذرهای *Hordeum spontaneum* اعمال شد (جدول ۲).

جدول ۱- اطلاعات مربوط به صفات آگرونومیک، مورفولوژیک، فنولوژیک و محل جمع‌آوری دو ژنوتیپ *Hordeum spontaneum*

TN	ارتفاع بوته (cm)	رنگ قاعده ساقه	رنگ گوشوارک	روز تا رسیدن	رنگ ریشک	رنگ گلوم	رنگ لما	رنگ دانه	نوع لما	کرکدار بودن گلوم	طول ریشک گلوم	زبری ریشک	طول سنبله (cm)	تعداد سنبلچه در سنبله	وزن صد بذر	استان جمع آوری	شهر جمع آوری
۹۵۱	۱۰۳	بنفش	بنفش	۱۷۷	سیاه	سیاه	سیاه	سیاه	دندانه‌دار	کرکدار	برابر دانه	زبر	۹/۳۷۵	۱۹/۷۵	۳/۳۳	خراسان رضوی	مشهد
۱۳۵۰	۹۶	سبز	سبز	۱۷۹	سفید	سفید	سفید	زرد	دندانه‌دار	کرکدار	برابر دانه	زبر	۹/۷۵	۲۲/۵	۳/۲۸	مرکزی	اراک

جدول ۲- تیمارهای رفع خفتگی مورد استفاده به‌منظور تحریک جوانه‌زنی در بذرهای *Hordeum spontaneum*

آزمایش اول		آزمایش دوم		آزمایش سوم	
تیمارهای شیمیایی و فیزیکی		**تیمارهای هورمونی**		**تیمارهای استریفیکاسیون**	
Control	۱	Control	۱	0 Weeks (Control)	۱
Na EDTA, 0.03 g/l	۲	Kinetin (Kin), 5 mg/l	۲	2 Weeks in 35˚ C	۲
Na EDTA, 0.3 g/l	۳	Kinetin (Kin), 10 mg/l	۳	4 Weeks in 35˚ C	۳
Polyethylene Glycol (PEG), 3%	۴	Benzyladenine (BA), 5 mg/l	۴	6 Weeks in 35˚ C	۴
Polyethylene Glycol (PEG), 5%	۵	Benzyladenine (BA), 10 mg/l	۵	8 Weeks in 35˚ C	۵
KNO_3, 0.5%	۶	Gibberellic Acid (GA), 25 mg/l	۶	2 Weeks in 5˚ C	۶
KNO_3, 1%	۷	Gibberellic Acid (GA), 50 mg/l	۷	4 Weeks in 5˚ C	۷
Thiourea, 0.5%	۸	Gibberellic Acid (GA), 100 mg/l	۸	6 Weeks in 5˚ C	۸
Thiourea, 1%	۹			8 Weeks in 5˚ C	۹
24 hrs soaking in water	۱۰				
Lemma Remove	۱۱				

به منظور بررسی اثر تیمار های شیمیایی و فیزیکی بر جوانه‌زنی بذر، تعداد ۱۰۰ عدد بذر سالم در چهار تکرار ۲۵ بذری بر روی کاغذ صافی واتمن در داخل پتری‌دیش‌های ۹ سانتی‌متری استریل که کاغذ صافی آن به وسیله آب مقطر (تیمار کنترل) و یا یکی از محلول های مورد نظر تیمارهای هورمونی و شیمیایی مرطوب شده بود، کشت شده و به مدت ۸ روز در ژرمیناتور با دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد و تاریکی قرار گرفتند. به منظور عدم از دست رفتن رطوبت، پتری دیش ها در داخل کیسه های فریزری بسته بندی شدند و هر دو روز یکبار درصد جوانه‌زنی بذرها یادداشت برداری شد. خروج ریشه‌چه (به طول ۱ میلیمتر) به منزله جوانه‌زنی بذر محسوب می شد و عدم جوانه‌زنی بذرهای زنده تعیین‌کننده میزان خواب آنها بود.

به منظور اعمال تیمار استریفیکاسیون گرمایی در بذرهای *Hordeum spontaneum*، بذرها در پاکت های کاغذی برای دوره های ۲، ۴، ۶ و ۸ هفته در معرض تیمار پس رسی (After ripening) در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. و به منظور اعمال تیمار استریفیکاسیون سرمایی، بذرها در بین دو لایه کاغذ صافی قرار داده شده و درون ورمیکولیت مرطوب شده با آب مقطر در پتری دیش های ۱۵ سانتیمتری قرار گرفتند. سپس پتری دیش ها برای دوره های زمانی ۲، ۴، ۶ و ۸ هفته در معرض دمای ۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در هر مقطع زمانی بذرها در ۴ تکرار ۲۵ بذری از هر ژنوتیپ، با ۵ میلی لیتر آب مقطر در پتری دیش های ۹ سانتیمتری بر روی کاغذ صافی کشت شده و در دمای ۱۵ درجه و تاریکی به مدت ۸ روز قرار گرفتند. شکست خواب بذر بر اساس درصد جوانه‌زنی در

مراحل ۲، ۴، ۶ و ۸ روز پس از کشت در ژرمیناتور بررسی شد (۲۴). ویژگی های جوانه‌زنی بر اساس معادلات زیر محاسبه شد (۱۴).

درصد جوانه‌زنی (GR%) $Germination\ rate = n/N \times 100$

شاخص جوانه‌زنی (GRI) $Germination\ Index = \Sigma\ (ni / ti)$

میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT) $Mean\ germination\ time = \Sigma\ (ni.\ ti) / \Sigma\ n$

قدرت جوانه‌زنی (GE) $Germination\ energy = MNG/N \times 100$

ارزش جوانه‌زنی (GV) $Germination\ value = MDG \times PV$

n_i: تعداد بذرهای جوانه زده در یک فاصله زمانی مشخص

N: تعداد بذرهای کاشته شده

n: تعداد کل بذرهای جوانه زده طی دوره t_i

t_i: تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی

MDG: میانگین تعداد روزهای لازم برای جوانه‌زنی

MNG: حداکثر درصد تجمعی بذرهای جوانه زده

PV: حداکثر میانگین جوانه‌زنی طی دوره جوانه‌زنی

نرم‌افزار SPSS 16.0 برای تجزیه واریانس داده ها و مقایسه میانگین صفات در اکوتیپ های مختلف به روش دانکن مورد استفاده قرار گرفت. بررسی همبستگی داده ها و گروه بندی اکوتیپ ها نیز با استفاده از همین نرم افزار انجام شد.

نتایج

آزمایش اول؛ تیمارهای شیمیایی و فیزیکی: بر اساس آزمون حیات بذر (تترازولیوم کلراید) بذرهای هر دو ژنوتیپ، صددرصد زنده و دارای قوه نامیه بودند. نتایج تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی بذر بر اساس طرح فاکتوریل (جدول۳) نشان داد که تیمارهای شیمیایی و فیزیکی تأثیر معنی‌داری بر اغلب صفات جوانه‌زنی بذر گیاه *Hordeum spontaneum*داشت. اثر ژنوتیپ بر کلیه صفات جوانه‌زنی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد و این امر نشان‌دهنده تفاوت معنی دار صفات جوانه‌زنی در دو ژنوتیپ مورد بررسی بود. مقایسه دو ژنوتیپ مورد بررسی از نظر میانگین صفات جوانه‌زنی در جدول ۴ نشان داد که ژنوتیپ TN ۱۳۵۰ از نظر کلیه صفات جوانه‌زنی میانگین بالاتری نسبت به ژنوتیپTN۹۵۱ داشت.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارهای شیمیایی و فیزیکی بر صفات جوانه‌زنی بذر گیاه *Hordeum spontaneum*

		مجموع مربعات				
منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی	قدرت جوانه‌زنی	ارزش جوانه‌زنی
تیمار	۱۰	۲۳۲/۳۸*	۰/۴۹^{ns}	۱۷۳/۴۸**	۵۸۰۹/۵۶*	۲۱/۰۲*
ژنوتیپ	۱	۵۲۵/۲۸*	۱/۵۶*	۳۶۹/۴۱*	۱۳۱۳۲/۱۱*	۴۷/۶۹*
ژنوتیپ * تیمار	۱۰	۵۷/۱۶^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۴۰/۴۶^{ns}	۱۴۲۸/۹۸^{ns}	۱۳/۵۳^{ns}
خطا	۶۶	۱۰۸/۲۵	۰/۳۲	۶۱/۶۱	۲۷۰۱/۲۳	۹/۶۴
کل	۸۸					

*و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی در دو ژنوتیپ مختلف گیاه *Hordeum spontaneum*

ژنوتیپ	درصد جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی	قدرت جوانه‌زنی	ارزش جوانه‌زنی
TN ۹۵۱	۴/۳۲ b	۰/۲۰ b	۳/۰۶ b	۲۱/۵۹ b	۰/۳۸ b
TN۱۳۵۰	۱۰/۱۳ a	۰/۵۱ a	۸/۴۶ a	۵۰/۶۳ a	۲/۰۴ a

مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی بذر تحت تأثیر تیمارهای شیمیایی و فیزیکی مورد استفاده در جدول ۵ نشان می دهد که بالاترین درصد جوانه‌زنی در اثر تیمار NaEDTA در غلظت ۰/۰۳ گرم در لیتر مشاهده شد و این تیمار باعث القا جوانه‌زنی تا ۱۵/۶ درصد نسبت به بذرهای تیمار نشده (۰٪) شده است. این جدول نشان می‌دهد که تیمار فیزیکی حذف پوسته نیز درصد جوانه‌زنی بذرها را به طور معنی داری افزایش داده است. ولی خیس کردن بذر در آب به مدت ۲۴ ساعت، اثر معنی داری بر هیچ یک از صفات جوانه‌زنی بذر نداشت. صفات میانگین زمان جوانه‌زنی و قدرت جوانه‌زنی بذری تحت تأثیر تیمارهای شیمیایی و فیزیکی واکنشی مشابه به درصد جوانه‌زنی نشان دادند. در مورد صفت ارزش جوانه‌زنی تنها تیمار شیمیایی NaEDTAدر غلظت ۰/۰۳ گرم در لیتر باعث افزایش معنی دار این صفت شد.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی تحت تأثیر تیمارهای شیمیایی و فیزیکی در گیاه *Hordeum spontaneum*

تیمار	درصد جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی	قدرت جوانه‌زنی	ارزش جوانه‌زنی
Normal	۰ c	۰ b	۰ d	۰ c	۰ b
0.03 g/l NaEDTA	۱۵/۶۲ a	۰/۷۹ a	۱۲/۷۵ a	۱۲/۷۸ a	۵/۷۹ a
0.3 g/l NaEDTA	۳/۱۲ bc	۰/۱۱ b	۳/۷۵ bcd	۱۵/۶۲ bc	۰/۱۸ b
3% PEG	۶/۸۸ abc	۰/۳۸ ab	۵/۷۵ abcd	۳۴/۳۸ abc	۱/۴۵ b
5% PEG	۲/۵۰ bc	۰/۱۶ ab	۱/۷۵ cd	۱۲/۵۰ bc	۰/۳۱ b
0.5% KNo_3	۵/۶۲ abc	۰/۲۹ ab	۴/۲۵ abcd	۲۸/۱۲ abc	۰/۴۲ b
1% KNo_3	۳/۱۲ bc	۰/۲۲ ab	۲/۰۰ cd	۱۵/۶۲ bc	۰/۶۶ b
0.5% Thiourea	۱۱/۸۸ abc	۰/۵۸ ab	۱۰/۳۶ abc	۵۹/۳۸ abc	۱/۱۸ b
1% Thiourea	۱۰/۶۳ abc	۰/۴۵ ab	۸/۲۶ abcd	۵۳/۱۲ abc	۱/۰۴ b
24 hrs soaking	۱/۲۵ c	۰/۰۹ b	۰/۷۵ d	۶/۲۵ c	۰/۱۹ b
Lemma Remove	۱۳/۷۵ ab	۰/۵۷ ab	۱۲/۵۳ ab	۶۸/۷۵ ab	۱/۰۷ b

میانگین‌های با حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۶- تجزیه واریانس اثر تیمارهای هورمونی بر صفات جوانه‌زنی بذر گیاه *Hordeum spontaneum*

		مجموع مربعات			
منابع تغییر	درجه	درصد	شاخص	میانگین زمان	قدرت	ارزش
تیمار	۷	۲۳۶۱/۱۱**	۷/۰۸**	۸۹۳/۹۲**	۵۹۰۲۷/۶۲**	۸۱/۳۸**
ژنوتیپ	۱	۲۶۹۱/۰۲**	۱۱/۷۸**	۱۳۰۵/۸۹**	۶۷۲۷۵/۳۹**	۲۴۹/۹۷**
ژنوتیپ * تیمار	۷	۴۵۹/۷۷**	۲/۲۵**	۲۲۴/۴۲*	۱۱۴۹۴/۱۲**	۳۷/۶۴**
خطا	۴۸	۱۴۷/۲۷	۰/۴۰	۷۷/۶۸	۳۶۸۱/۶۴	۱۱/۹۶
کل	۶۴					

*و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

آزمایش دوم؛ تیمارهای هورمونی: تجزیه واریانس اثر تیمارهای هورمونی اعمال شده بر صفات جوانه‌زنی بذر در قالب طرح فاکتوریل (جدول۶) نشان داد که اثر این تیمارها بر صفات جوانه‌زنی بذر گیاه *Hordeum spontaneum* در سطح احتمال۱٪ معنی دار بود. اثر ژنوتیپ نیز بر کلیه صفات جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد و این امر نشان‌دهنده تفاوت معنی دار صفات جوانه‌زنی در دو ژنوتیپ مورد بررسی بود. همچنین در این آزمایش اثر

متقابل تیمار و ژنوتیپ نیز در تمام صفات معنی دار شده است و نشان می دهد که واکنش ژنوتیپ ها نسبت به تیمارهای هورمونی یکسان نبوده است، بنابراین مقایسه میانگین اثر متقابل صفات مورد بررسی قرار گرفت.

مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی بذر تحت تأثیر تیمارهای هورمونی در دو ژنوتیپ مختلف گیاه *Hordeum spontaneum* در نمودار ۱ نشان داده شده است. نمودار ۱– a نشان می دهد که کلیه تیمارهای هورمونی اعمال شده، درصد جوانه‌زنی در بذرهای *Hordeum spontaneum* را به طور معنی داری افزایش داده اند و در این میان هورمون GA در غلظت های مختلف آن در رتبه بالاتری نسبت سایر هورمون ها قرار گرفته است. بالاترین درصد جوانه‌زنی (GR) در اثر تیمار GA در غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر مشاهده می‌شود، به‌طوری‌که این تیمار جوانه‌زنی ژنوتیپ TN۱۳۵۰ را تا ۶۸/۷۵ درصد و ژنوتیپ TN ۹۵۱ تا ۳۱/۲۵ درصد نسبت به شرایط بدون تیمار (۰٪) افزایش داد. بنابراین به نظر می‌رسد اکثر تیمارهای هورمونی اعمال شده در این آزمایش، باعث تحریک بیشتر جوانه‌زنی در ژنوتیپ TN۱۳۵۰ نسبت به TN۹۵۱ شدند و تنها استثنایی که مشاهده شد تیمار کینتین و بنزیل آدنین در غلظت ۵ میلی گرم در لیتر بود. بنزیل آدنین در غلظت ۵ میلی گرم در لیتر جوانه‌زنی را در هر دو ژنوتیپ به میزان تقریبا یکسانی افزایش داد و تیمار کینتین ۵ میلی گرم در لیتر جوانه‌زنی را در TN۹۵۱ (۱۰٪) دو برابر بیشتر از ژنوتیپ TN۱۳۵۰ (۵٪) افزایش داده است. این ویژگی در مورد صفات میانگین زمان جوانه‌زنی، ارزش جوانه‌زنی و قدرت جوانه‌زنی نیز مشاهده می‌شود (نمودار ۱–e,d,c).

آزمایش سوم؛ تیمارهای دمایی: نتایج تجزیه واریانس تیمارهای دمایی اعمال شده بر صفات جوانه‌زنی بذر در قالب طرح فاکتوریل در جدول ۷ نشان‌دهنده تأثیر معنی دار این تیمارها بر صفات جوانه‌زنی بذر گیاه *Hordeum spontaneum*بود (در سطح احتمال ۱٪). همچنین در این آزمایش اثر متقابل تیمارهای دمایی و ژنوتیپ نیز در تمام صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد. این امر نشان داد که واکنش ژنوتیپ ها نسبت به تیمارهای دمایی یکسان نبود، بنابراین مقایسه میانگین اثر متقابل دما و ژنوتیپ بر صفات جوانه‌زنی مورد بررسی قرار گرفت.

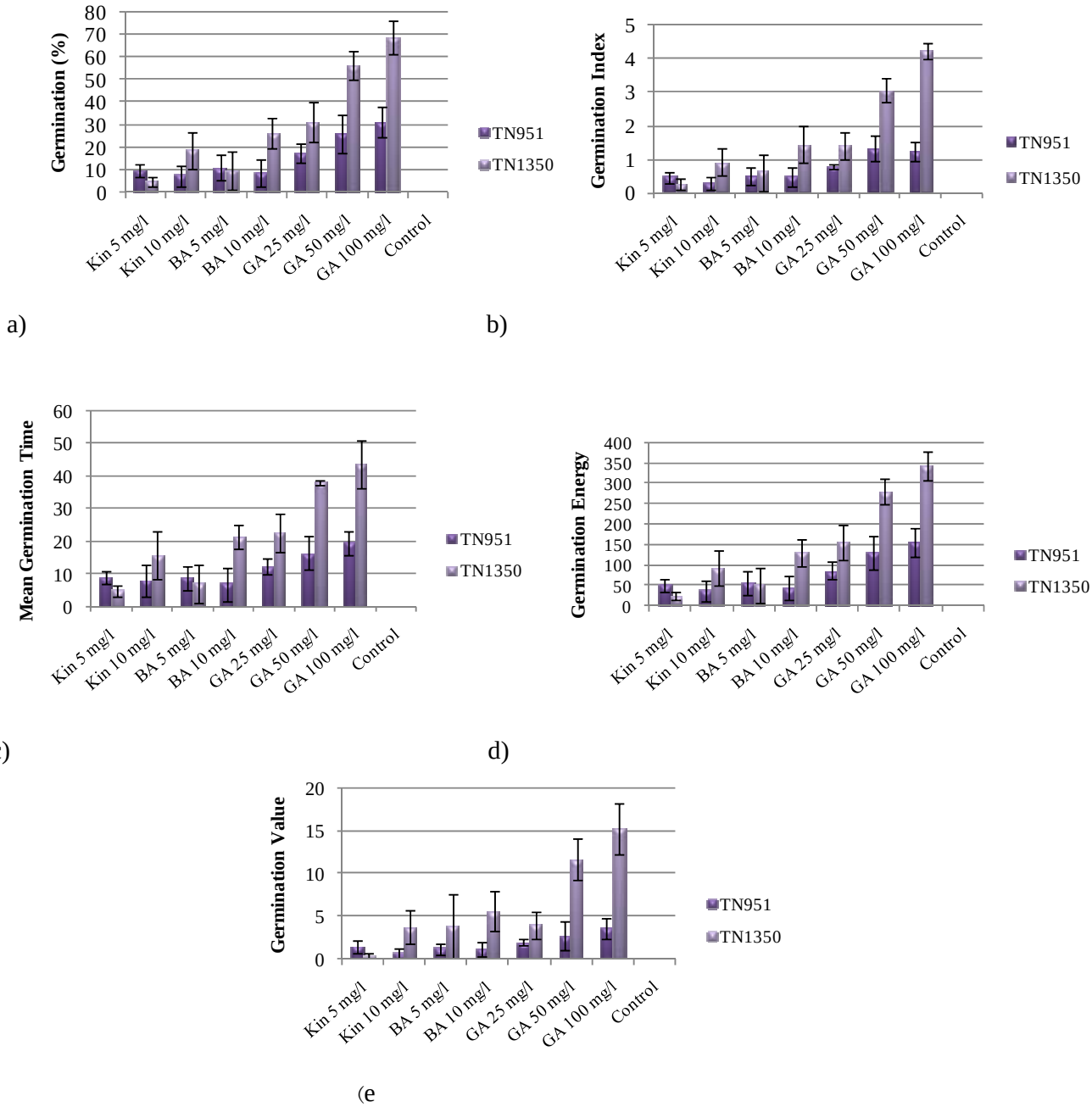
جدول ۷– تجزیه واریانس اثر تیمارهای دمایی بر صفات جوانه‌زنی بذر گیاه *Hordeum spontaneum*

		مجموع مربعات				
منابع تغییر	درجه	درصد	شاخص	میانگین زمان	قدرت	ارزش
تیمار	۸	۱۸/۴۶**	۳۰۷۸/۹۱**	۱۲۱۳/۶۳**	۷۶۹۷۲/۶۶**	۵۰۱۵/۹۹**
ژنوتیپ	۱	۲۴۷/۸۴**	۲۵۱۲۵/۳۵**	۴۰۵۰/۰**	۶۲۸۱۳۳/۶۸**	۵۴۴۵۳/۸۲**
ژنوتیپ * تیمار	۸	۸/۲۲**	۷۴۴/۸۸**	۱۱۰/۱۳**	۱۸۶۲۱/۹۶**	۴۰۰۸/۱۰**
خطا	۵۴	۰/۶۲	۷۱/۴۱	۲۴/۵۶	۱۷۸۵/۳۰	۸۹۵/۶۹
کل	۷۲					

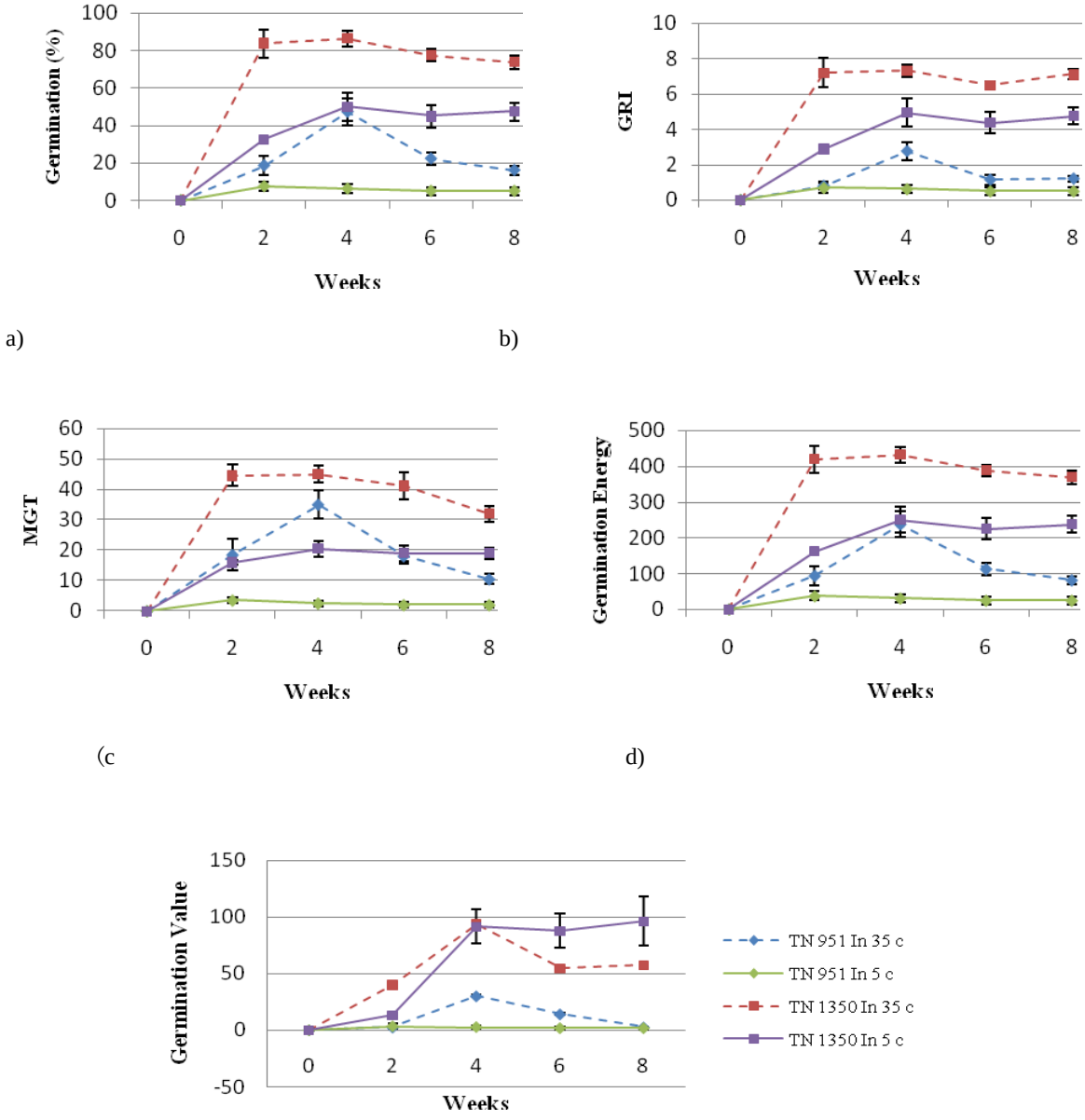
*و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی بذر تحت تأثیر تیمارهای دمایی در دو ژنوتیپ مختلف گیاه *Hordeum spontaneum* در نمودار ۲ نشان داد که جوانه‌زنی بذرها تحت تأثیر این تیمار های دمایی به طور معنی داری تحریک شد. نمودار ۲– a نشان می دهد که کلیه تیمارهای دمایی اعمال شده، درصد جوانه‌زنی در بذرهای *Hordeum spontaneum* را به طور معنی داری افزایش داده‌اند. درصد جوانه‌زنی در هر دو ژنوتیپ در تیمار دمایی ۳۵ درجه سانتی‌گراد از هفته دوم جوانه‌زنی بالاتری را نسبت به تیمار ۵ درجه به همراه داشت و در هفته چهارم به حداکثر خود رسید (در

ژنوتیپ TN۱۳۵۰، ۸۶/۲۵٪ و در ژنوتیپ TN۹۵۱، ۴۷/۵٪)، سپس در هفته‌های ششم و هشتم رو به کاهش گذاشت. این افت درصد جوانه‌زنی در تیمار دمای ۵ درجه سانتی‌گراد ژنوتیپ TN۹۵۱ شدیدتر بود. بطور کلی ژنوتیپ TN۱۳۵۰ در هر دو تیمار دمایی جوانه‌زنی بالاتری نسبت به ژنوتیپ TN۹۵۱ داشت.



نمودار ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای هورمونی و ژنوتیپ بر صفات جوانه‌زنی بذر (درصد جوانه‌زنی (a)، شاخص جوانه‌زنی (b)، میانگین زمان جوانه‌زنی (c)، قدرت جوانه‌زنی (d) و ارزش جوانه‌زنی (e)) در دو ژنوتیپ *Hordeum spontaneum*



نمودار ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای دمایی و ژنوتیپ بر صفات جوانه‌زنی بذر (درصد جوانه‌زنی (a)، شاخص جوانه‌زنی (b)، میانگین زمان جوانه‌زنی (c)، قدرت جوانه‌زنی (d) و ارزش جوانه‌زنی (e)) در دو ژنوتیپ *Hordeum spontaneum*.

شاخص جوانه‌زنی (نمودار ۲- b) و قدرت جوانه‌زنی (نمودار۲-d) نیز واکنشی مشابه درصد جوانه‌زنی نسبت به تیمارهای دمایی را به نمایش گذاشتند. اما در صفت میانگین زمان جوانه‌زنی (نمودار ۲-c) در هفته چهارم ملاحظه می‌شود که میانگین زمان جوانه‌زنی در ژنوتیپ TN۱۳۵۰ در تیمار دمایی ۵ درجه سانتی‌گراد به طور معنی داری کمتر از مقدار این صفت در ژنوتیپ TN۹۵۱ در تیمار ۳۵ درجه بود. از این رو به نظر می‌رسد که این

ژنوتیپ در هفته چهارم تیمار دمایی ۵ درجه با سرعت بالاتری جوانه‌زنی نموده و به همین جهت میانگین زمان جوانه‌زنی کمتر شده است. در نمودار e-۲ مشاهده می شود که ارزش جوانه‌زنی در ژنوتیپTN۱۳۵۰ در تیمار دمایی ۵ درجه در هفته ششم افزایش معنی داری نسبت به تیمار ۳۵ درجه همین ژنوتیپ نشان می دهد. از آنجا که میانگین جوانه‌زنی روزانه در این صفت تأثیر مستقیمی دارد و همانطور که در نمودار c-۲ ملاحظه شد، سرعت جوانه‌زنی ژنوتیپ TN۱۳۵۰ در تیمار دمای ۵ درجه بالا بود، این امر افزایش ارزش جوانه‌زنی این ژنوتیپ را در تیمار مذکور قابل توجیه می‌نماید.

بحث

خواب بذر پدیده ای طبیعی برای بقاء گراس‌ها در اکوسیستم‌های نامساعد می‌باشد، اما چراگاه‌های امروزی برخلاف علفزارهای طبیعی، باید بر اساس سیستم های تناوبی به طور متناوب احیا گردند و خواب بذر در گراس های علوفه ای مانع از استقرار موفق چراگاه های جدید می شود. وجود خواب در بذرهای یکی از گونه های گراس مخلوط، می تواند باعث حذف کامل آن گونه در طی مرحله استقرار گردد. بنابراین شکست خواب در بذرهای تازه برداشت شده برای بهبود جوانه‌زنی ضروری به نظر می رسد.

نتایج تحقیقات نشان داده است (۴) که خواب اغلب گراس ها از نوع خواب فیزیولوژیکی سطحی می باشد. شواهد حکایت از آن دارد که در بذرهای دارای خواب فیزیولوژیکی سطحی، هورمون جیبرلین باعث تحریک جوانه‌زنی می شود (۴ ، ۷ و ۱۸). اما این هورمون اثر ناچیزی بر سایر انواع خواب دارد. در این آزمایش نیز، هورمون GA در غلظت های مختلف درصد جوانه‌زنی را به طور معنی داری افزایش دادند و در تحریک جوانه‌زنی در بذرهای *Hordeum spontaneum*، از سایر هورمون های مورد استفاده کارآمدتر بود. بالاترین درصد جوانه‌زنی در اثر تیمار GA در غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر مشاهده شد و این تیمار جوانه‌زنی ژنوتیپ TN۱۳۵۰ را تا ۶۸/۷۵ درصد و ژنوتیپ TN ۹۵۱ تا ۳۱/۲۵ درصد نسبت به شرایط بدون تیمار افزایش داد.

تحقیق حاضر نشان داد که تیمار فیزیکی حذف پوسته درصد جوانه‌زنی بذرها را به طور معنی داری افزایش داد ولی خیس کردن بذر در آب به مدت ۲۴ ساعت، اثر معنی داری بر هیچیک از صفات جوانه‌زنی بذر نداشت. بر اساس تحقیقات محققان (۱۴ و ۱۸) صدمه به پوشش جنین باعث تحریک جوانه‌زنی بذرهای دارای خواب سطحی می شود و در این نوع خواب حذف لما و پالئا باعث القاء جوانه‌زنی می‌گردد. همچنین خواب فیزیولوژیکی سطحی تنها نوع خواب فیزیولوژیکی است که در دمای اتاق شکسته می شود (۴). همانطور که در نتایج این آزمایش نیز ملاحظه شد، جوانه‌زنی بذرهای دو ژنوتیپ مختلف گیاه *Hordeum spontaneum* تحت تأثیر تیمار دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به طور معنی داری تحریک شد. درصد جوانه‌زنی در هر دو ژنوتیپ در تیمار دمایی ۳۵ درجه سانتی‌گراد از هفته دوم جوانه‌زنی بالاتری را نسبت به تیمار ۵ درجه به همراه داشت و در هفته چهارم به حداکثر خود رسید (در ژنوتیپTN۱۳۵۰، ۸۶/۲۵٪ و در ژنوتیپ TN۹۵۱، ۴۷/۵٪). نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که خواب بذر در گیاه *Hordeum spontaneum* با تیمارهای هورمون جیبرلین، حذف پوسته و استریفیکاسیون گرمایی (۳۵ درجه سانتی‌گراد) قابل غلبه است، بنابراین از نوع خواب فیزیولوژیکی سطحی می باشد.

در آزمایش تیمارهای فیزیکی و شیمیایی ژنوتیپ با بذر روشن (TN۱۳۵۰) از نظر کلیه صفات جوانه‌زنی میانگین بالاتری نسبت به ژنوتیپ با بذر تیره (TN۹۵۱) داشت و در بررسی تیمارهای هورمونی، هورمون جیبرلین افزایش شدیدتر جوانه‌زنی را در ژنوتیپ با بذر روشن به همراه داشت. از این رو به نظر می‌رسد خواب بذر ژنوتیپ تیره

در این آزمایش عمیق‌تر از ژنوتیپ با بذر روشن بود و این ژنوتیپ کمتر تحت تأثیر تیمارهای رفع خفتگی قرار گرفت. این نتیجه با گزارش‌های محققان قبلی (۵) مطابقت دارد. این تحقیقات نشان داده است که بذرهای تیره‌تر عموما دارای خواب بیشتری می باشند و احتمال می رود عامل آن ترکیبات فنلی در رنگدانه‌های پوسته بذر نظیر فلاونوئیدها باشند. با توجه به واکنش نسبتا متفاوت ژنوتیپ‌ها نسبت به تیمار هورمونی، به نظر می‌رسد که نوع نیاز هورمونی برای غلبه بر خواب بذرهای تیره متفاوت باشد. محققان (۸ و ۹) گزارش کرده‌اند از آنجا که بذرهای تیره‌تر دارای خواب عمیق‌تری می باشند، بنابراین سایر ویژگی ها نظیر تعادل سطح هورمونی و یا حساسیت به آن می‌تواند عامل القاء خواب در بذرهای روشن‌تر گردند. از این رو به نظر می‌رسد واکنش بیشتر ژنوتیپ با بذر روشن نسبت به تیمارهای هورمونی در این آزمایش، تأییدکننده این نظریه می‌باشد.

تحقیقات نشان داده است که بذر در معرض استراتیفیکاسیون دمایی، تغییرات فیزیولوژیکی و هورمونی خواهد داشت، همچنین مشخص شده که در برخی از بذرها، افزودن هورمون جیبرلین می‌تواند جایگزین نیاز استراتیفیکاسیون گردد و نشان‌دهنده نقش تحریک‌کننده این هورمون می باشد (۲۲). در این تحقیق نیز هورمون جیبرلین جایگزین مناسبی برای تیمار استراتیفیکاسیون در دمای ۳۵ درجه بود و درصد جوانه زنی را به طور معنی داری افزایش داد.

برای اغلب گیاهان خانواده گرامینه، نگهداری بذر خواب برای یک تا دو ماه در دمای ۲۰-۱۵ درجه (پس رسی در زمان انبارداری) برای جوانه زنی بالای بذر کافی می باشد (۲۲). از آنجا که جیبرلین و استراتیفیکاسیون گرمایی می‌توانند جایگزین تیمار پس‌رسی با انبارداری شوند، به نظر می رسد فرایند انبارداری برای تحریک گیاهچه برای سنتز جیبرلین ضروریست و قبل از جوانه زنی تغییر تعادل هورمونی از حالت بازدارنده به تحریک کننده لازم به نظر می رسد.

بطور کلی بررسی اثر تیمارهای مختلف فیزیکی، شیمیایی، هورمونی و دمایی در تحریک جوانه‌زنی بذرها *Hordeum spontaneum* در این تحقیق نشان داد که از میان تیمارهای مورد آزمایش، کارآمدترین تیمار برای غلبه بر خواب بذر، تیمار دمایی ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت چهار هفته بود که درصد جوانه‌زنی را در ژنوتیپ TN۱۳۵۰، تا ۸۶/۲۵٪ و در ژنوتیپ TN۹۵۱، تا ۴۷/۵٪ افزایش داد. از این رو به نظر می‌رسد تیمار استریفیکاسیون گرمایی در دمای ۳۵ درجه، روشی قابل توصیه و کم هزینه برای تحریک جوانه زنی در این گونه می‌باشد.

منابع

۱. سخاوتی، ن.، حسینی، س. م.، اکبری نیا، م. و رضایی، ا. ۱۳۹۰. اثر اسید جیبرلیک همراه با سرمادهی جهت رفع خواب و افزایش جوانه‌زنی بذر بدون پوسته و با پوسته محلب (*Cerasus mahaleb* (L.) Mill). دو فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. جلد ۱۹، شمارهٔ ۱، ۱۹۲-۲۰۴.

۲. مکی زاده تفتی، م.، فرهودی، ر.، راستی فر، م.، اسیلان، ک. ۱۳۹۰. روشهای شکست خواب بذر در گیاه کور (*Capparis spinosa* L.) فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. جلد ۱۸، شماره ۴، ۵۶۹-۵۷۷.

3. Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No. 32, Lincoln, NE, USA: Association of Official Seed Analysis.

4. Baskin, C. C., Baskin, J. M. 1998. Seeds – ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic, San Diego.

5. Debeaujon, I., Lepiniec, L., Pourcel, L., Routaboul, J. M. 2007. Seed coat development and Dormancy. pp. 25-49. In: Bradford, K. and

Nonogaki. H. (eds) Seed Development, Dormancy and Germination. Blackwell, Oxford.

6. Descriptor for barley (*Hordeum vulgare L.).* 1994. International plant Genetic Resources Institute.
7. Ellis, R. P., Forster, B. P., Robinson, D., Handley, L., Gordon, D. C., Russell, J. R. & Powell, W. 1999. Wild barley: a source of genes for crop improvement in the 21st century*?* Journal of experimental botany. 51:9-17.
8. Flintham, J. E. 2000. Different genetic components control coat-imposed and embryo-imposed dormancy in wheat. *Seed Sci. Res.* 10:43–50.
9. Gale, M. D., Flintham, J. E., Devos, K. M. 2002. Cereal comparative genetics and preharvest sprouting. *Euphytica* 126:21–25.
10. Hassani, S. B., Saboora, A., Radjabian T. AND Fallahhusseini, H. 2009. Effects of temperature, GA3 and cytokinins on breaking dormancy of *Ferula assafoetida L*. Iranian Journal of Science & Technology, Transaction A, Vol. 33, No. A1. 75-85.
11. ISTA Working Sheets on Tetrazolium Testing. 2003. Volume I - Agricultural, Vegetable and Horticultural Species. By N. Leist and S. Krämer
12. Koornneef, M., Reuling, G., Karssen, C. 1984. The isolation and characterization of Abscisic Acid-insensitive mutants of *Arabidopsis thaliana*. Physiol. Plant. 61:377–83
13. Ma. H., Liang. Z., Wu. H., Huang. L. and Wang. Z. 2010. Role of endogenous hormones, glums, endosperm and temperature on germination of *Leymus chinensis (*Poaceae) seeds during development. Journal of plant Ecology. 3: 269-277.
14. Naredo, M. E. B., Juliano, A.B., Lu, B. R., Guzman, F. de and Jackson, M. T. (1998), Seed Sci. & Technol., 26, 675-689.
15. Panwar, P. and Bhardwaj, S. D., 2005. Handbook of Practical Forestry. AGROBIOS (INDIA), 191 p.
16. Pederson, L. H., Jorgensen, P. E. Poulsen, I. 1993. Effects of seed vigour and dormancy on field emergence, development and grain yield of winter weath (*Triticum aestivum L.*) and winter barley (*Hordeum vulgare L.).* Seed Science and Technology. 21: 150-178.
17. Ranal, M. A. and Santann, D. G., 2006. How and why to measure the germination process? Revista Brasileira de Botanica, 29: 1-11.
18. Shanmugavalli, M., Renganayaki, P. R. and Menaka, C. 2007. Seed dormancy and germination improvement treatments in fodder sorghum. Journal of SAT Agricultural Research. Vol 3, 1.
19. Sharma, M. P., Mcbeath, D. K. and Vanden Born W. H. 1976. Studies on the biology of wild oats. Can J. Plant Sci. 56: 611-618.
20. Snape, J. W., Sarma, R., Quarrie, S. A., Fish, L., Galiba, G., Sutka, J. 2001. Mapping genes for flowering time and frost tolerance in cereals using precise genetic stocks. Euphytica. 120:309–315.
21. Takeda, K., Hori, K. 2007. Geographical differentiation and diallel analysis of seed dormancy in barley. Euphytica 153:249–256.
22. Van Gastel, A. J. G. Pagnotta, M.A. Porceddu, E. 1996. Seed science and technology. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
23. Winkel-Shirley, B. 2002. Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. Current Opinion in Plant Biology. 5:218–23
24. Zhang. F. and Gutterman. Y. 2003. The trade-off between breaking of dormancy of caryopsis and revival ability of young seedling of wild barley (*Hordeum spontaneum*). Can. J. Bot. 81 (4) ; 375-382.

Breaking seed dormancy in *Hordeum spontaneum* L.

Shahmoradi S.[1], Chaichi M.R.[1], Mozafari J.[2], Mazaheri D.[1] and Sharif Zadeh F.[1]

[1] Agronomy and Crop Breeding Dept., College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. of Iran

[2] Genetics and National Plant Dept., Gene Bank, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, I.R. of Iran

Abstract

Breaking seed dormancy is an essential step towards germination improvement in *Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum*. This study was conducted to evaluate the effects of physical, chemical, hormonal and stratification treatments on *Hordeum spontaneum* seed dormancy. In the current research two highly dormant genotypes of *Hordeum spontaneum* (TN1350 and TN951) were evaluated. To this purpose, 25 seeds in four replications were placed in 9 cm petridishes containing filter paper saturated with distilled water (control), chemical or hormonal solutions. To induce the stratification treatments, seeds were kept in 35˚C (heat stratification) or 5˚C (cold stratification) for periods of 2, 4, 6 and 8 weeks. Results indicated that heat stratification increased germination significantly. Germination percentage of seeds under 35˚C treatments increased since the second week of treating and reached the maximum in the fourth week (47.5% in TN951 and 86.25% in TN1350). Results showed that GA3 in the all used concentrations was the most effective hormone in inducing germination compared to the other used hormones in this study. The highest germination percentage in *Hordeum spontaneum* seeds was observed in 100 mg/l GA with increased germination percentage up to 68.75% in TN1350 and 31.25% in TN951. Results of this study revealed that seed dormancy in *Hordeum spontaneum* can be overcome by GA3, and heat stratification. On the other hand, seed dormancy was apparently deeper in the genotype with darker seeds (TN951) which were also less affected by ripening treatments.

Key words: *Hordeum spontaneum*, Seed dormancy, Dormancy break treatments.