علوم و تحقیقات بذر ایران

سال دوم/ شماره اول/ ۱۳۹۴ (۶۷ - ۵۵)

اثر ترکیبات مختلف تیمارهای هورمونی بر شکست خواب بذر اکوتیپ‌های مختلف زیره سیاه (*Bunium persicum*)

داود درویشی زیدآبادی[۱]، مختار جلالی جواران[۲]، حمید دهقانی[۲*]، سجاد رشیدی‌منفرد[۲] و امین باقی‌زاده[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۲۰

چکیده

بذرهای زیره سیاه ایرانی همچون بسیاری از گونه‌های خانواده چتریان به‌دلیل خواب بذر، به سختی جوانه می‌زنند. به‌منظور بررسی اثر ترکیبات مختلف هورمونی بر شکست خواب بذر در اکوتیپ‌های مختلف زیره سیاه، تعداد ۲۷ تیمار مرکب از سه هورمون اسیدجیبرلیک (غلظت ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میکرومول) (GA)، تیدیازورون (غلظت ۴، ۶ و ۸ میکرومول) (TDZ) و بنزیل‌آدنین (غلظت ۵، ۱۰ و ۱۵ میکرومول) (BA) روی بذر سه اکوتیپ کرمان (خبر)، سمنان و هرمزگان آزمون شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل با سه تکرار اجرا شد. صفات طول گیاهچه، وزن‌تر گیاهچه، وزن‌خشک گیاهچه و درصد کل جوانه‌زنی و شاخص‌های بنیه، وزن‌تر و وزن خشک گیاهچه اندازه‌گیری و محاسبه شدند. تجزیه واریانس صفات نشان داد اثر متقابل اکوتیپ × ترکیب هورمون × سطح هورمون برای صفات وزن‌تر گیاهچه، درصد کل جوانه‌زنی و شاخص بنیه گیاهچه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین ترکیبات سه فاکتوره، اکوتیپ × ترکیب هورمون × سطح هورمون نشان داد بیشترین مقدار درصد کل جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر مربوط به اکوتیپ هرمزگان و ترکیب هورمونی GA × BA (۱۰۰ میکرومول اسید جیبرلیک×۱۵ میکرومول بنزیل‌آدنین) بود و بیشترین مقدار وزن تر گیاهچه مربوط به اکوتیپ سمنان و ترکیب هورمونی TDZ × BA (۶ میکرومول تیدیازورون×۱۰ میکرومول بنزیل‌آدنین) مشاهده شد. مقایسه میانگین اکوتیپ‌ها و سطوح برای صفت شاخص وزن خشک نشان داد که اکوتیپ‌های سمنان و هرمزگان دارای بیشترین شاخص وزن خشک و ترکیب هورمونی (۶ میکرومول تیدیازورون×۵ میکرومول بنزیل‌آدنین×۱۰۰ میکرومول اسیدجیبرلیک) دارای بیشترین تأثیر بر شاخص وزن‌خشک گیاهچه بودند. نتایج این آزمایش نشان داد ترکیب هورمونی GA × BA تأثیر زیادی بر شکست خواب بذر و سایر صفات مربوط به جوانه‌زنی بذر زیره سیاه دارد و اکوتیپ هرمزگان بیشترین تأثیرپذیری را دارد.

واژه‌های کلیدی: اسیدجیبرلیک، بنزیل آدنین، تیدیازورون، زیره سیاه، شکستن خواب بذر

۱- دانشجوی دکتری اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

۲- اعضای هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

۳- دانشیار دانشگاه علوم محیطی کرمان

* نویسنده مسئول: dehghanr@modares.ac.ir

مقدمه

زیره سیاه ایرانی (*Bunium persicum* L.) یکی از اعضای خانواده چتریان[1] می‌باشد و در ایران به‌صورت وحشی در بعضی از مناطق کشور می‌روید. زیره سیاه گیاهی علفی و چند ساله است و محل پراکنش آن در ایران در ارتفاعات کوه‌های مرکزی، جنوب‌شرقی و شمال‌شرقی کشور به‌خصوص اطراف کرمان، تهران، سمنان و خراسان می‌باشد. این گیاه به‌وسیله بذر تکثیر می‌شود و دانه‌های رسیده در پایان مرحله رویشی در محیط پراکنده می‌شوند و پس از پشت سرگذاشتن سرمای زمستان در شروع فصل بهار جوانه می‌زند (Omidbeigi, 1997). سپس تا سال سوم گیاه فقط رشد رویشی داشته و خزان نموده ولی غده‌ای در زیر زمین تشکیل می‌گردد که در سال‌های بعد رشد می‌نماید و در سال سوم بعد از رشد رویشی، در این مرحله گیاه از نیمه اردیبهشت تا اواسط خرداد ماه وارد مرحله زایشی شده و گل تشکیل می‌گردد، از سال سوم به‌مدت ۸ سال دارای باردهی اقتصادی با عملکرد دانه متوسط ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار بوده که بر حسب شرایط آب و هوایی، متغیر می‌باشد (Khosravi, 1993; Faravani, 1997).

بذر بسیاری از گونه‌های گیاهان دارویی دارای خواب هستند و تا زمانی که شرایط خاص محیطی مورد نیاز برای جوانه‌زنی فراهم نگردد، جوانه نمی‌زنند (Kaye *et al.,* 1997). بذر گیاهان خانواده چتریان دارای جوانه‌زنی پایین هستند (Eyog-Matig, 2007). جوانه‌زنی بذرهای زیره سیاه ایرانی همچون بسیاری دیگر از گونه‌های خانواده چتریان به‌دلیل خواب بذر، به سختی انجام می‌پذیرد (Ritchie and Gilroy, 1998). سرمادهی بذرهای زیره امری ضروری است، زیرا بذرهای زیره سیاه *B.persicum* دارای خواب هستند و برای جوانه‌زنی نیاز به دوره سرمادهی دارند (Sharma and Sharma, 2010). برای شکستن خواب بذر امروزه روش‌های گوناگونی در دنیا رایج است. از میان تمام روش‌های شکستن خواب بذر، تیمار با مواد شیمیایی از جمله تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی[2] (PGRs) از همه بیشتر مورد توجه می‌باشد (Bao and Zhang, 2011; Shen *et al.,* 2012). تلاش‌های گسترده‌ای برای شکستن خواب بذر گونه‌های مختلف گیاهی توسط تیمار با محرک‌ها صورت گرفته‌است. در این راستا، تنظیم کننده‌های رشد گیاهی و درجه حرارت پایین به میزان زیادی مورد مطالعه قرار گرفته است. در تمام فرایندهای فیزیولوژیکی و رشد و نمو در طول دوره رشد گیاه PGRs ضروری هستند. اعتقاد بر این است که سطوح PGRs در داخل بذر نقش بزرگی در شکستن خواب بذر دارند (Van Staden, 1973; Arnold *et al.,* 1996; Gupta, 2003; Delanoy *et al.,* 2006; Nadjafi *et al*., 2006).

بر اساس تحقیقات دیگر نیز مشخص گردیده که هورمون‌های گیاهی (مانند GA) نقش مهمی در جوانه‌زنی دارند (Ritchie and Gilroy, 1998). در آزمایشی اثر GA روی جوانه‌زنی بذر گیاهان *Podophyllum hexandrum*، *Hyoscyamus niger* و *Rheum australe* مورد بررسی قرار گرفت که تأثیر مطلوبی بر جوانه‌زنی داشت (Sharma *et al.,* 2006). هورمون اسیدجیبرلیک[3] (GA) یکی از هورمون‌هایی است که نقش مهمی در کنترل خواب اولیه بذر و القاء جوانه‌زنی دارد (Nadjafi *et al.,* 2006). استعمال خارجی اسید جیبرلیک روی بذر می‌تواند باعث شکستن خواب بذر و جوانه‌زنی آن شود (Greipsson, 2001). با توجه به مطالعات انجام شده اگرچه نقش تیدیازورون[4] (TDZ) از گروه هورمونی سایتوکینین‌ها در جوانه‌زنی بذر روشن نشده، ولی باور بر این است که مهارکننده‌هایی که به توسعه خواب جنینی مربوط می‌شوند هنگام استفاده از TDZ برداشته می‌شوند (Sumlu *et al.,* 2010). لازم به ذکر است که براساس تحقیقات انجام شده، نسبت طول جنین با سرعت جوانه‌زنی همبستگی مثبت دارد (Vandelook *et al.,* 2012). لذا بذرهای بزرگتر و کشیده‌تر که طول جنین بیشتری دارند می‌توانند برای جوانه‌زنی مناسب‌تر باشند. در تحقیقی که بر روی گیاه *Digitalis purpurea* L. انجام شده است. هورمون‌های BA و TDZ و Kinetin به همراه اکسین‌ها (NAA، IAA و 2-4-D) به‌تنهایی و یا در ترکیب با یکدیگر مورد استفاده قرار گرفت و مشخص شد که BA و Kin تأثیر معنی‌داری را نسبت به شاهد بر جوانه‌زنی این گیاه داشتند (Patil, *et al*., 2012).

[1] Apiaceae
[2] Plant Growth Regulators
[3] Gibberellic acid
[4] Thidiazoron

در آزمایش دیگری که برای شکست خواب بذر روی گیاه آدونیس *Adonis amurensis* انجام شد از اسید جیبرلیک همراه با TDZ، BA و Kin استفاده شد که اثر ترکیب GA و TDZ بر شکست خواب بذر کاملاً روشن بود (Jung and Kim, 2011).

هدف از این آزمایش بررسی اثر سطوح مختلف ترکیبات دوتایی هورمون‌های اسید جیبرلیک (GA)، تیدیازورون (TDZ) و بنزیل آدنین[5] (BA) روی شکستن خواب و جوانه‌زنی سه اکوتیپ بذر زیره سیاه (کرمان، سمنان و هرمزگان) است تا هم بتوان بهترین ترکیب تیماری را معین کرد و هم پاسخ سه اکوتیپ مختلف را نسبت به ترکیبات هورمونی گوناگون ارزیابی کرد. فراهم نمودن شرایط لازم برای رفع خواب زیره سیاه و افزایش سرعت و یکنواختی در جوانه‌زنی آن می‌تواند گامی در جهت آزمایش‌های گلخانه‌ای و آزمایشگاهی گسترده‌تر به منظور کشت و اهلی‌کردن این گونه ارزشمند دارویی باشد.

مواد و روش‌ها

بذر اکوتیپ‌های مورد نظر از استان‌های مختلف (کرمان، سمنان و هرمزگان) در زمان رسیدن بذر (بهار سال ۱۳۹۲) جمع‌آوری شد. به دلیل زیاد بودن تعداد نمونه‌ها و دقت موردنیاز برای یادداشت‌برداری صفات و لزوم یادداشت‌برداری روزانه بخشی از نمونه‌ها، اکوتیپ‌های کرمان (خبر)، سمنان و هرمزگان در یک آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس مورد مطالعه قرار گرفتند. برای این منظور سه نوع ترکیب تیماری در نه سطح مختلف تهیه شد (جدول ۱) و اثر سطوح ترکیب تیماری بر جوانه‌زنی بذرهای سه اکوتیپ زیره سیاه مورد بررسی قرار گرفتند.

ابتدا تعداد ۳۰ عدد بذر سالم از هر اکوتیپ انتخاب شد. سپس بذرها با محلول هیپو کلریت سدیم ضدعفونی شده و با آب مقطر اتوکلاو شده شستشو شدند. انتخاب بذرهای درشت‌تر و سالم به جوانه‌زنی بهتر کمک می‌کند. ترکیب‌های هورمونی مورد نظر از غلظت‌های مختلف سطوح هورمون‌های اسیدجیبرلیک، تیدیازورون و بنزیل‌آدنین تهیه شدند. برای تهیه محلول مناسب از هورمون‌های مورد نظر، ابتدا استوک‌هایی با غلظت بیشتر تهیه شد، سپس میزان مناسب برای تهیه هر ترکیب تیماری از هورمون‌ها با هم مخلوط و به حجم مناسب رسید. براساس مطالعات انجام شده و غلظت‌های مورد استفاده در منابع علمی (Bahadori and Javanbakht, 2006; Sharma *et al.*, 2006)، سطح هورمونی اسیدجیبرلیک با غلظت‌های ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میکرومول؛ تیدیازورون با غلظت‌های ۴، ۶ و ۸ میکرومول و بنزیل‌آدنین با غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ میکرومول استفاده شد (جدول ۱). تیمار آب مقطر نیز به‌عنوان شاهد در کنار ترکیبات تیماری در نظر گرفته شد ولی از آنجا که درصد جوانه‌زنی در شاهد صفر بود، برای پیشگیری از بروز خطای عدم نرمال بودن داده‌ها، در تجزیه‌های آماری وارد نشد.

ترکیب هورمونی مورد مطالعه به مقدار یکسان به همه نمونه‌های بذر اضافه شد و نمونه‌های بذر به مدت ۲۴ ساعت در یخچال (دمای ۴ °C) قرار داده شدند. سپس بذرها با آب مقطر اتوکلاو شده شستشو داده شدند. بذرها به محفظه‌های ویژه اتوکلاو شده حاوی پرلیت مرطوب منتقل شده و درب محفظه‌ها جهت پیشگیری از آلودگی با پارافیلم بسته شد. برای سرمادهی بذرها به‌مدت ۳ هفته در ژرمیناتور (مدل IKH ایران خودساز) در دمای ۴ °C درجه قرار داده شدند (Sharma and Sharma, 2010). پس از سرمادهی یکسان برای بررسی اثر تیمارهای هورمونی، بذرها به پتری‌های شیشه‌ای تمیز و اتوکلاو شده حاوی یک لایه کاغذ صافی مرطوب منتقل شدند. پتری‌ها به ژرمیناتور با شرایط مناسب (۸ ساعت تاریکی و ۱۶ ساعت روشنایی)، و دمای ۱۵°C برای ادامه جوانه‌زنی منتقل شدند. بعد از ۱۵روز، زمانی‌که تقریباً جوانه‌زنی بذر متوقف شد، صفات طول گیاهچه[6] (SL) (میلی‌متر)، وزن تر گیاهچه[7] (SFW) (بر حسب گرم با دقت ۰/۰۰۰۱) و وزن خشک گیاهچه[8] (SDW) (بر حسب گرم با دقت ۰/۰۰۰۱) و همچنین درصد کل جوانه‌زنی[9] (TPG) که در محاسبات میانگین سه عدد مورد استفاده قرارگرفت. برای خشک کردن از آون با دمای ۷۰°C به‌مدت ۴۸ ساعت استفاده‌شد.

[5]6-benzyl adenine

[6]Seedling Length
[7]Seedling Fresh Weight
[8]Seedling Dry Weight
[9]Total Percentage of Germination

جدول۱- هورمون‌ها و ترکیبات آنها در سطوح مختلف

Table 1. Hormones and their Components in different Levels

ترکیبات هورمون Hormone Combination	TDZ × GA		TDZ × BA		GA × BA	
سطح هورمون (میکرومولار) Hormone Level (µm)	TDZ	GA	TDZ	BA	GA	BA
1	4€	80	4	5	80	5
2	4	100	4	10	80	10
3	4	120	4	15	80	15
4	6	80	6	5	100	5
5	6	100	6	10	100	10
6	6	120	6	15	100	15
7	8	80	8	5	120	5
8	8	100	8	10	120	10
9	8	120	8	15	120	15

€ - مقادیر برحسب µm (میکرومولار micro Molar)

با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده صفات TPG، SL، SFW و SDW، شاخص بنیه گیاهچه[10] (SVI)، شاخص وزن‌تر[11] (SFWI) و شاخص وزن خشک[12] (SDWI) به‌ترتیب بر اساس روابط ۱ تا ۳ محاسبه شد (Abdul-baki, and Anderson, 1973; Elouaer and Hannachi, 2012). سپس داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزارهای SAS ver.9.1 (SAS Institute Inc. 2006) و PSS ver.20 (IBM Corporation Released, 2011) و روش حداقل اختلاف معنی‌دار[13] (LSD) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

$SVI = TPG \times SL$ رابطه (۱)

$SFWI = TPG \times SFW$ رابطه (۲)

$SDWI = TPG \times SDW$ رابطه (۳)

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات نشان داد اثر متقابل اکوتیپ × ترکیب هورمون × سطح هورمون استفاده شده برای صفات وزن تر گیاهچه، درصد کل جوانه‌زنی و شاخص بنیه گیاهچه معنی‌دار است که نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌داری بین میانگین اکوتیپ‌های مختلف، ترکیب‌های هورمونی و سطوح هورمون استفاده شده بود. اثر متقابل اکوتیپ × ترکیب هورمون و ترکیب هورمون × سطح هورمون برای صفات طول گیاهچه و شاخص وزن تر گیاهچه نیز معنی‌دار بود ($P\leq$۰/۰۱) که نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین میانگین ترکیب‌های هورمونی با اکوتیپ و سطوح هورمونی استفاده شده برای صفات مذکور بود. همچنین اثر متقابل اکوتیپ × سطح هورمون نیز برای شاخص وزن تر اختلاف معنی‌دار بود ($P\leq$۰/۰۵) که نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین میانگین سطوح هورمونی و اکوتیپ استفاده شده برای این صفت بود.

اختلاف بین سطوح ترکیبات هورمونی مورد استفاده و اکوتیپ‌های مختلف برای شاخص وزن خشک معنی‌دار بود (به‌ترتیب $P\leq$۰/۰۵ و $P\leq$۰/۰۱) (جدول ۲) که نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین میانگین سطوح هورمونی و همچنین بین اکوتیپ‌های استفاده شده برای صفت شاخص وزن خشک بود. از آنجا که اثر متقابل اکوتیپ × ترکیب‌هورمون × سطح هورمون معنی‌دار بود، میانگین اثرات اصلی فاکتورها مورد مقایسه میانگین قرار نگرفت و فقط به تجزیه و تحلیل اثرات متقابل پرداخته شد زیرا ممکن است که بذر یک اکوتیپ خاص به سطح ویژه‌ای از ترکیبات مختلف هورمونی واکنش نشان داده و خواب بذر شکسته شود. مقایسه میانگین صفات برای میانگین ترکیب‌های اکوتیپ × ترکیب هورمون × سطح هورمون نشان داد بیشترین مقدار درصد کل جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر مربوط به اکوتیپ هرمزگان و ترکیب GA × BA (۱۰۰µm GA × ۱۵ µm BA) بود که در سطح ششم قرار دارد به‌طوری که در این سطح از ترکیبات هورمونی میزان جوانه‌زنی اکوتیپ هرمزگان ۱۰۰٪ بود.

[10]Seedling Vigor index
[11]Seedling Fresh Weight index
[12]Seedling Dry Weight index
[13]Least Significant Difference

شاخص بنیه گیاهچه نیز در این سطح از ترکیبات هورمونی برای اکوتیپ هرمزگان ۸۲۳۳/۳۳ بود که بیشترین مقدار در بین سایر ترکیبات بود. هورمون اسید جیبرلیک یکی از هورمون‌هایی است که نقش مهمی را در کنترل خواب اولیه بذر و القاء جوانه‌زنی دارد (Nadjafi *et al.*, 2006).

هورمون‌های گروه سایتوکینین اثر تحریک کننده هورمون جیبرلین‌های به کار برده شده را افزایش می‌دهند (Thomas *et al.*, 1975). اکوتیپ هرمزگان می‌تواند در تحقیقات بعدی مورد توجه قرار گیرد. کاربرد توأم هورمون جیبرلین و کینتین (هورمونی از گروه سایتوکینین‌ها) بیشترین تأثیر را بر روی صفات درصد جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر گیاه زیره سیاه دارد (Bahadori and Javanbakht, 2006). گزارش شده است که جیبرلین‌ها، سایتوکینین‌ها و بازدارنده‌ها، تنظیم کننده‌های رشد ضروری برای خفتگی یـا جوانه‌زنی در دانه‌ها می‌باشند و حـــضور یا عدم حضور یکی از این سه دسته هورمون در غلظت فعال فیزیولوژیکی، تعیین‌کننده جوانه‌زنی یا عدم جوانه‌زنی می‌باشد (Khan, 1971).

اگرچه جیبرلین را می‌توان یکی از مهم‌ترین عوامل جوانه‌زنی بذر دانست، اما لازم به یادآوری است که در طول دوره سرمادهی، بذر تحت تأثیر مجموعه‌ای از فرایندهای درونی و بیرونی قرار دارد که برآیند آن‌ها در طول زمان و به‌تدریج منجر به جوانه‌زنی خواهد شد و تنها بخشی از این فرآیندهاست که با کاهش غلظت بازدارنده‌ها و در مقابل افزایش محرک‌ها، جوانه‌زنی را القاء می‌کنند. به عبارتی، در نتیجه اعمال سرما بر بذر، تعادل هورمونی مناسب منجر به تحریک جوانه‌زنی آن می‌شود و تحت تأثیر مقدار مطلق یک هورمون خاص نیست (Nasiri, 2008). به همین دلیل تفاوت معنی‌دار در جوانه‌زنی اکوتیپ‌های مختلف می‌تواند نتیجه تعادل خاص هورمونی در درون بذر هر اکوتیپ باشد. در این تحقیق اکوتیپ هرمزگان بهترین پاسخ را به ترکیب تیماری مذکور داشت. گزارش شده است که بذرهایی که به مدت زمان کافی در معرض سرما قرار گرفته باشند معمولاً محتوای درونی هورمون آن‌ها جهت جوانه‌زنی کافی بوده و نیازی به مصرف بیرونی آن نیست و چنانچه جوانه‌زنی مطلوب مشاهده نشد به سبب مشکلاتی غیر از خواب فیزیولوژیک خواهد بود (Nasiri, 2008). البته گزارش شده است که کاربرد اسید جیبرلیک می‌تواند جایگزین نیاز سرما در بذرهای خفته شود (Bahadori and Javanbakht, 2006).

بیشترین مقدار وزن تر گیاهچه (۴-۱۰ gr × ۱۶۳/۳۳) مربوط به اکوتیپ سمنان و ترکیب TDZ × BA (۶ µm TDZ × ۱۰ µm BA) بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اکوتیپ × سطح هورمون برای صفت شاخص وزن تر گیاهچه نشان داد اکوتیپ سمنان در سطح پنجم ترکیبات هورمون استفاده شده (۱۰ µm BA × ۶TDZ) دارای بیشترین مقدار بود (۱۰۹۹۴/۴۴) (جدول ۴). با توجه به مطالعات انجام شده اگرچه نقش هورمون TDZ در جوانه‌زنی بذر روشن نشده، ولی باور بر این است که مهارکننده‌هایی که باعث ایجاد خواب جنینی می‌شوند، هنگام استفاده از هورمون TDZ حذف می‌شوند (Sumlu *et al.*, 2010). با توجه به این‌که هورمون‌های گروه سایتوکینین بیشتر روی فرآیندهایی نظیر تقسیم سلولی، بزرگ شدن سلول، اندام‌زائی، تمایز و رشد سلول‌ها اثر دارند (Ghadiri Sardrood and Ghamari Zare, 2014; Yeung, 1995)، لذا ترکیب TDZ × BA که هردو هورمون جزو سایتوکینین‌ها هستند باعث افزایش معنی‌دار وزن تر گیاهچه و شاخص وزن تر گردید. البته اثرات هورمون BA نسبت به هورمون TDZ بیشتر قابل توجه است (Ruznic and Vujovic, 2008). گزارش‌های متعددی مبنی بر اثر سایتوکینین‌ها در القای جوانه‌زنی بذر در تعدادی از گیاهان تا کنون منتشر شده است (Naidu and Rajendrudu, 2001; Parks and Boyle, 2002). که می‌توان به بررسی اثر هورمون‌های BA و TDZ و Kin (Kinetin) به‌همراه اکسین‌ها (NAA، IAA و 2-4-D) روی گیاه *Digitalis purpurea* L. (Patil, *et al.*, 2012) و یا شکست خواب بذر گیاه آدونیس *Adonis amurensis* با استفاده از اسید جیبرلیک همراه با TDZ، BA و Kin اشاره نمود (Jung and Kim, 2011).

همچنین در مقایسه میانگین ترکیب هورمون × سطح هورمون مشخص شد صفت وزن تر دارای بیشترین مقدار (۴- ۱۰ × ۱۲۰/۶۷ gr) در سطح سوم ترکیب هورمونی GA × BA (۸۰ µm GA × ۱۵ µm BA) بود و صفت طول گیاهچه دارای بیشترین مقدار (۴-۱۰ × ۷۱/۰۰ gr) در سطح ششم ترکیب هورمونی GA × BA (۱۰۰µm GA × ۱۵BA µm) بود (جدول ۵).

جدول۲- تجزیه واریانس صفات مربوط به جوانه‌زنی اکوتیپ‌های مختلف زیره سیاه با استفاده از ترکیبات هورمونی مختلف و سطوح هورمونی متفاوت

Table 2. Analysis of variance of seed germination and related traits of different ecotypes and hormone combination and different hormone levels

منبع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات صفت Mean Square of Trait						
		SL	SFW	SDW	TPG	SVI	SFWI	SDWI
اکوتیپ Ecotype	2	28.11ns	8307.08**	2.79ns	3638.27**	11488189.53**	63364835.01**	360295.26**
تکرار× اکوتیپ Replication × Ecotype	6	96.38ns	243.60ns	10.22ns	94.65ns	837931.89ns	566910.58ns	80582.58ns
ترکیب هورمون Hormone combination	2	4810.17**	675.09ns	19.38ns	504.94**	27483471.64**	5149888.25ns	69310.02ns
سطح هورمون Hormone level	8	373.44**	917.39ns	10.31ns	777.78**	7173005.36**	15647696.31**	149747.76*
ترکیب هورمون × سطح هورمون Hormone combination × Hormone level	16	229.60**	1408.36**	10.52ns	436.88**	3783166.03**	16597887.76**	111718.53ns
اکوتیپ × ترکیب هورمون Hormone combination× Ecotype	4	453.60**	1480.41*	6.32ns	115.43ns	6070383.55**	18519183.41**	67830.99ns
سطح هورمون × اکوتیپ Ecotype × Hormone level	16	90.77ns	783.90ns	4.44ns	229.94**	1562402.39*	8898743.85*	54230.23ns
اکوتیپ × ترکیب هورمون × سطح هورمون Hormone level × Hormone combination × Ecotype	32	72.91ns	770.09*	7.60ns	267.52**	1576125.29*	6059606.16ns	48980.78ns
خطا Error	155	86.28	485.50	8.44	80.97	883636	4232565	67131.64
R2 تصحیح شده Adjusted R Squared		0.98	0.97	0.86	0.99	0.97	0.96	0.90

ns، * و **: غیرمعنی دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ ns, *, **, Not Significant and significant at 5% and 1%, respectively.

SL، طول گیاهچه؛ SFW، وزن‌تر گیاهچه؛ SDW، وزن‌خشک گیاهچه؛ TPG، درصد کل جوانه‌زنی؛ SVI، شاخص بنیه گیاهچه؛ SFWI ، شاخص وزن‌تر گیاهچه، SDWI، شاخص وزن‌خشک گیاهچه.

SL, Seedling Length; SFW, Seedling Fresh Weight;SDW, Seedling Dry Weight; TPG, Total Percentage of Germination; SVI, Seedling Vigour Index; SFWI, Seedling Fresh Weight Index; SDWI, Seedling Dry Weight Index.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ × ترکیب هورمون × سطح هورمون برای صفات وزن ترگیاهچه، درصدکل جوانه زنی و شاخص بنیه گیاهچه

Table 3. Mean Comparison of Ecotype × Hormone Combination × Hormone Level for Seedling Fresh Weight, Total percentage of germination and Seedling Vigor Index

سطح Level	ترکیب هورمون Hormone Component	اکوتیپ (Ecotype)								
		کرمان- خبر (Kerman- Khabr)			سمنان (Semnan)			هرمزگان (Hormozgan)		
		SFW (gr)	TPG (%)	SVI	SFW(gr)	TPG (%)	SVI	SFW(gr)	TPG (%)	SVI
1	TDZ × GA	97.67 f-s	83.33 a-e	4900.0 d-r	90.0 g-t	80.0 b-f	4350.0 f-t	88.0 i-t	90.0 a-d	4410.0 e-s
	TDZ × BA	120.33 b-j	60.00 g-i	2920.0 r-u	123.7 b-h	90.0 a-d	4710.0 d-r	90.0 g-t	86.7 a-e	3943.3 j-t
	GA × BA	88.33 h-t	53.33 h-j	3373.3 n-t	85.0 j-s	96.7 ab	5616.6 b-l	105.3 c-q	80.0 b-f	5750.0 b-j
2	TDZ × GA	104.67 d-q	86.67 a-e	4780.0 d-r	116.3 b-k	76.7 c-g	3906.6 j-t	62.0 t	93.3 abc	4143.3 h-t
	TDZ × BA	108.67 c-o	73.33 d-g	3763.3 j-t	105.3 c-q	90.0 a-d	4370.0 f -t	94.8 g-t	83.3 a-e	3383.3 n-t
	GA × BA	78.00 m-t	80.00 b-f	4960.0 d-q	89.0 g-t	70.0 e-h	3973.3 i-t	82.7 k-s	96.7 ab	5426.7 b-m
3	TDZ × GA	94.67 g-t	83.33 a-e	4673.3 d-r	77.5 m-t	90.0 a-d	5116.6 d-q	91.3 g-t	93.3 abc	5226.7 c-o
	TDZ × BA	107.00 c-p	83.33 a-e	4620.0 d-r	88.7 g-t	96.7 ab	4683.3 d-r	82.5 k-t	86.7 a-e	4098.3 i-t
	GA × BA	147.67 ab	80.00 b-f	5343.3 c-n	112.3 b-m	93.3 abc	5953.3 b-i	102.0 e-r	90.0 a-d	5333.3 c-n
4	TDZ × GA	139.33 a-d	80.00 b-f	4906.7 d-r	109.3 c-o	96.7 ab	5240.0 c-o	100.7 e-r	86.7 a-e	4636.7 d-r
	TDZ × BA	130.67 a-f	80.00 b-f	4370.0 f-t	134.3 a--e	86.7 a-e	5070.0 d-q	75.7 n-t	80.0 b-f	3813. 3j-t
	GA × BA	97.33 f-t	70.00 e-h	4433.3 e-s	120.3 b-j	86.7 a-e	6413.3 a-e	93.3 g-t	86.7 a-e	6166.7 b-g
5	TDZ × GA	88.67 g-t	70.00 e-h	4036.7 i-t	87.7 i-t	90.0 a-d	4593.3 d-r	72.0 p-t	90.0 a-d	4470. 0e-s
	TDZ × BA	93.67 g-t	76.67 c-g	3593.3 m-t	163.3 a	93.3 a-c	5630.0 b-l	82.2 k-t	96.7 ab	4843.3d-r
	GA × BA	90.00 g-t	80.00 b-f	4186.7 h-t	100.7 e-r	96.7 ab	6300.0 a-f	93.7 g-t	93.3 abc	5966.7 b-i
6	TDZ × GA	110.33 c-n	46.67 ij	2540.0 stu	102.7 e-r	96.7 ab	5676.7 b-k	91.7 g-t	93.3 abc	4913.3 d-r
	TDZ × BA	71.33 q-t	90.00 a-d	4110.0 h-t	80.3 l-t	86.7 a-e	3666.7 l-t	97.3 f-t	83.3 a-e	3153.3 q-t
	GA × BA	120.33 b-j	83.33 a-e	6116.7 b-h	132.3 a-f	80.0 b-f	4563.3 e-r	108.3 c-o	100.0 a	8233.3 a
7	TDZ × GA	105.67 c-q	83.33 a-e	5410.0 c-m	133.3 a-e	93.3 abc	5720.0 bj	87.7 i-t	86.7 a-e	5013.3 d-q
	TDZ × BA	106.33 c-q	70.00 e-h	3190.0 q-t	119.7 b-j	83.3 a-e	4070.0 i-t	95.0 g-t	90.0 a-d	3780.0 j-t
	GA × BA	104.33 d-q	76.67 c-g	4720.0 d-r	109.0 c-o	86.7 a-e	5553.3 b-m	112.7 b-m	93.3 a-c	7430.0 ab
8	TDZ × GA	113.67 b-l	80.00 b-f	4176.7 g-t	93.0 g-t	93.3 abc	5166.7 c-p	92.3 g-t	90.0 a-d	4615.0 d-r
	TDZ × BA	89.00 g-t	90.00 a-d	3960.0 i-t	124.0 b-g	86.7 a-e	4613.3 d-r	85.2 j-t	90.0 a-d	4200.0 g-t
	GA × BA	87.67 i-t	73.33 d-g	4210.0 g-t	122.0 b-i	93.3 abc	7136.7 a-c	93.7 g-t	86.7 a-e	6573.3 a-d
9	TDZ × GA	100.00 e-r	83.33 a-e	4236.7 g-t	112.3 b-m	80.0 b-f	4506.7 e-s	74.3 o-t	83.3 a-e	4453.3 e-s
	TDZ × BA	140.67 a-c	73.33 d-g	3566.7 m-t	118.3 b-j	83.3 a-e	3710.0 k-t	64.7 s-t	86.7 a-e	3290.0 o-t
	GA × BA	88.00 i-t	53.33 h-j	2366.7 tu	67.5 r-t	30.0 j	1110.0 u	85.3 j-s	63.3 f-i	3370.0 n-t
LSD 5%		35.65	14.53	1520.8	35.65	14.53	1520.8	35.65	14.53	1520.8
LSD 1%		47.06	19.18	2007.8	47.06	19.18	2007.8	47.06	19.18	2007.8

SFW، وزن‌تر گیاهچه (برحسب گرم 4-10 × g)؛ TPG، درصد کل جوانه‌زنی؛ SVI، شاخص بنیه گیاهچه.

FW, Fresh Weight (g × 10^{-4}); TPG, Total Percentage of Germination; SVI, Vigour Index

جدول۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل اکوتیپ × سطح هورمون برای صفت شاخص وزن‌ترگیاهچه

Table 4. Comparison of means of Ecotype × Hormone Level for Seedling Fresh Weight Index

سطح Level	SFWI		
	کرمان(خبر) Kerman(Khabr)	سمنان Semnan	هرمزگان Hormozgan
1	6671.11 ij	8953.33 bcdefg	8086.67 defghi
2	7803.33 defghi	8190.00 defghi	7208.33 ghij
3	9475.56 abcde	8704.44 cdefgh	8251.67 defghi
4	9547.78 abcd	10775.56 ab	7617.78 efghij
5	6805.56 hij	10994.44 a	7717.78 defghi
6	7354.44 fghij	9166.67 abcdef	9136.67 abcdef
7	8006.67 defghi	10603.33 abc	8931.11 bcdefg
8	7781.11 defghi	10266.67 abc	8049.44 defghi
9	7728.89 defghi	7735.00 defghi	5721.11 j
LSD 5%	1920.2	1920.2	1920.2
LSD 1%	2535.1	2535.1	2535.1

SFWI، شاخص وزن تر گیاهچه Seedling Fresh Weight Index

مقایسه میانگین اکوتیپ × ترکیب هورمون برای صفات طول گیاهچه و وزن تر گیاهچه نشان داد که ترکیب هورمونی GA×BA دارای بیشترین اثر روی صفت طول گیاهچه (۶۸/۰۷mm) در اکوتیپ هرمزگان است و ترکیب هورمونیTDZ×BA بیشترین تأثیر را روی وزن تر گیاهچه ($۸۷۵۶/۹۲gr\times۱۰^{-۴}$) در اکوتیپ سمنان داشت (جدول۶).

جدول۵- مقایسه میانگین اثر متقابل ترکیب × سطح هورمون برای صفات طول گیاهچه و وزن‌ترگیاهچه

Table 5. Mean Comparison of Hormone Combination × Hormone Level for Seedling Length and Seedling Fresh Weight

ترکیب Combination / سطح Level	TDZ×GA		TDZ×BA		GA×BA	
	SL (mm)	SFW(gr)	SL (mm)	SFW(gr)	SL (mm)	SFW(gr)
1	54.11cdefgh	91.89bcd	48.50fghi	111.33abc	64.33abc	92.89bcd
2	50.11efghi	94.33abcd	46.83ghi	102.94abcd	58.33bcdef	83.22d
3	56.22cdefg	87.83cd	50.39efghi	92.72bcd	63.67abcd	120.67a
4	56.00cdefg	116.44ab	53.67cdefgh	113.56abc	69.78ab	103.67abcd
5	52.78defghi	82.78d	52.50defghi	113.06abc	60.67abcd	94.78abcd
6	54.89cdefgh	101.56abcd	41.89i	83.00d	71.00a	120.33a
7	60.67abcde	108.89abcd	45.50ghi	107.00abcd	68.22ab	108.67abcd
8	52.83defghi	99.67abcd	47.89fghi	99.39abcd	69.89a	101.11abcd
9	53.67cdefgh	95.56abcd	43.56hi	107.89abcd	44.75ghi	81.87d
LSD 5%	8.68	8.96	8.68	8.96	8.68	8.96
LSD 1%	11.46	27.15	11.46	27.15	11.46	27.15

SL، طول گیاهچه (برحسب میلی‌متر)؛ SFW، وزن‌تر گیاهچه (برحسب گرم $g \times 10^{-4}$)

SL, Seedling Length (mm); SFW, Seedling Fresh Weight ($g\times10^{-4}$).

نتایج مقایسه میانگین اکوتیپ‌ها و سطوح برای صفت شاخص وزن خشک گیاهچه نشان داد که اکوتیپ‌های سمنان و هرمزگان دارای بیشترین شاخص وزن خشک (۶۴۸/۳۷) (شکل۱) و سطح چهارم و پنجم ترکیبات هورمونی به کار رفته، دارای بیشترین تأثیر روی شاخص وزن خشک بود (۶۸۹/۶۳ و ۶۸۸/۳۳ به‌ترتیب برای سطح چهارم و پنجم) (شکل۲).

باتوجه به نتایج حاصله می‌توان چنین اظهار داشت که دامنه سطوح هورمون‌های استفاده شده در این آزمایش مناسب بوده، زیرا سطوح متوسط بیشترین تأثیر را روی اکثر صفات مخصوصاً جوانه‌زنی و شاخص وزن خشک

داشتند. همچنین ترکیب هورمونی GA × BA در این آزمایش تأثیر قابل‌توجهی روی جوانه‌زنی و سایر صفات مربوط به جوانه‌زنی بذر زیره سیاه داشت و اکوتیپ هرمزگان بیشترین تأثیرپذیری را در بیشتر صفات مخصوصاً درصد کل جوانه‌زنی از این ترکیب هورمونی نشان داد. لازم به ذکر است شرایط آب و هوایی هرمزگان بیشتر نزدیک به اقلیم‌های حاره‌ای و گرم و مرطوب است و بنابراین گیاه می‌تواند با شرایط سخت‌تر سازگاری پیدا کند.

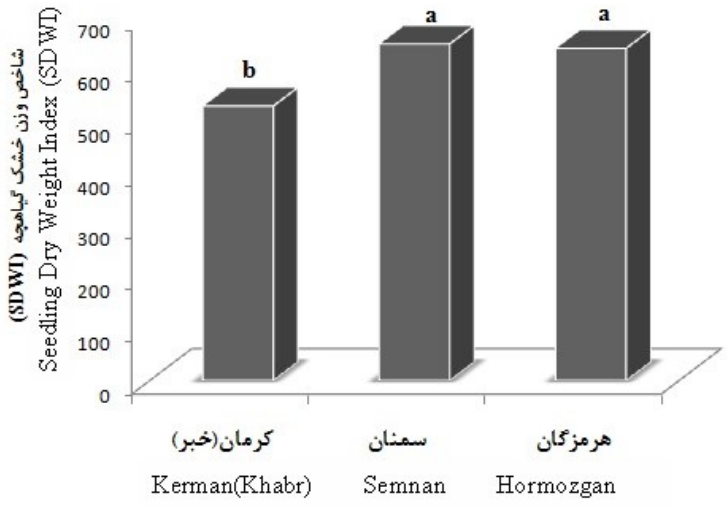
جدول۶- مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ × ترکیب هورمون برای صفات طول گیاهچه و شاخص وزن‌ترگیاهچه

Table 6. Comparison of means of Ecotype × Hormone Combination for Seedling Length and Seedling Fresh Weight Index

اکوتیپ Ecotype	ترکیب Combination	SL (mm)	SFWI
کرمان(خبر) Kerman(Khabr)	TDZ × GA	56.26bc	8267.78bcd
	TDZ × BA	48.89de	8180.74bcd
	GA × BA	60.59b	7276.30d
سمنان Semnan	TDZ × GA	55.52bc	9053.70ab
	TDZ × BA	50.76cd	10461.85a
	GA × BA	60.63c	8756.92bc
هرمزگان Hormozgan	TDZ × GA	51.98cd	7538.89cd
	TDZ × BA	43.93e	7415.00d
	GA × BA	68.07a	8619.63bcd
LSD 5%		5.01	1108.4
LSD 1%		6.62	1463.4

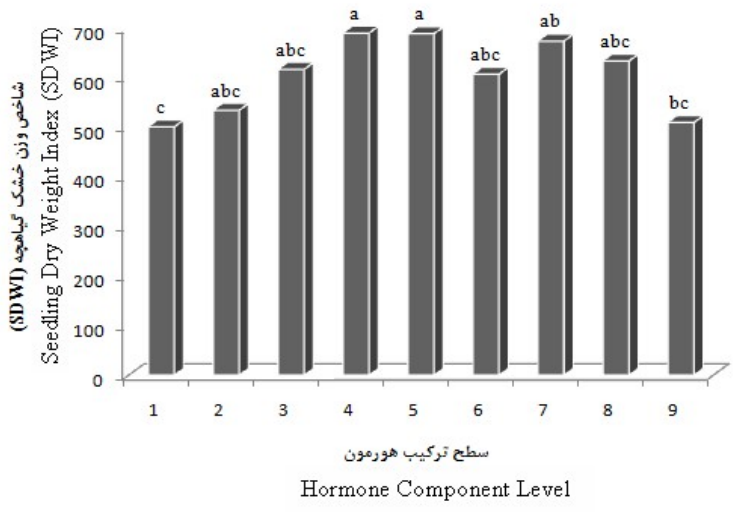
SL، طول گیاهچه (برحسب میلی‌متر)؛ SFWI ، شاخص وزن‌تر گیاهچه.

SL, Seedling Length (mm); SFWI, Seedling Fresh Weight Index.



شکل۱- نمودار مقایسه میانگین شاخص وزن‌خشک در اکوتیپ‌های مختلف

Figure 1. Comparison of Seedling Dry Weight Index mean in different ecotypes of Hormone combination



شکل۲- مقایسه میانگین شاخص وزن‌خشک در سطوح مختلف ترکیبات هورمون: سطوح ۹-۱ بر اساس جدول ۱ تعریف شده است. سطوح هورمون۴ و ۵ دارای بیشترین تاثیر روی شاخص وزن خشک بودند و در کلاس a قرار گرفتند.

Figure 2. Comparison of Dry Weight Index mean at different levels of Hormone combination: Base on table 1 detected 1-9 levels. Hormone levels 4 and 5 have the greatest impact on Seedling Dry Weight Index and were in a class.

به‌طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که اولاً، ترکیبات مختلف هورمون‌های گیاهی استفاده شده در شکست خواب بذر گیاه زیره سیاه موثر است. ثانیاً، ترکیب هورمونی اسید جیبرلیک با بنزیل آدنین که از گروه سایتوکینین‌ها است موثرتر از بقیه ترکیبات هورمونی بود و از بین سطوح ترکیبات هورمونی استفاده شده، سطح ششم ترکیب هورمونی اسیدجیبرلیک با بنزیل آدنین بیشترین تأثیر را روی شکست خواب بذر و جوانه‌زنی در اکوتیپ زیره هرمزگان داشت و سطوح چهارم و پنجم ترکیبات هورمونی بیشترین تأثیر را روی شاخص وزن خشک داشتند. این موضوع ضمن نشان دادن دامنه مناسب ترکیبات هورمونی استفاده شده، بیانگر این است که اثر سایتوکینین‌ها به‌تنهایی روی جوانه‌زنی بذر کمتر از زمانی است که در ترکیب با جیبرلین استفاده می‌شوند. زمانی که سایتوکینین‌ها به‌تنهایی استفاده شوند صفاتی نظیر شاخص وزن خشک افزایش می‌یابد که نتیجه تقسیم و تمایز سلولی بیشتر است. از بین اکوتیپ‌های استفاده شده در این تحقیق اکوتیپ هرمزگان بهترین پاسخ را در صفات درصد کل جوانه‌زنی بذر و شاخص بنیه بذر نسبت به ترکیب تیماری مذکور داشت که می‌تواند به‌دلیل حساسیت و واکنش بسیار بالای بذر این اکوتیپ به این ترکیب هورمونی باشد و این واکنش می‌تواند ناشی از تعادل هورمونی متفاوت اکوتیپ‌ها و سازگاری این اکوتیپ به شرایط اقلیمی خاص رویشگاه مربوطه باشد.

منابع

Abdul-baki, A.A. and Anderson, J.D.1973. Vigor determination in soybean seed by multiplication. Crop Science, 3: 630-633. **(Journal)**

Arnold, R.M., Slyker, J.A. and Gupta, T.H. 1996. Germination of *Chaenorrhinum minus* seeds in response to gibberellin treatments. Journal of Plant Physiology, 148:677–683. **(Journal)**

Bahadori, F. and Javanbakht, A. 2006. Effect of pre-treatments on seed germination and seedling growth of *Bunium persicum* of Semnan. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 14(3):163-169. (In Farsi) **(Journal)**

Bao, J. and Zhang, S. 2011. Changes in endogenous hormone contents of pear stock (*Pyrus betulaefolia* Bge. and *Pyrus calleryana* Dcne.) seeds during cold stratification. African Journal of Biotechnology, 10(74): 16813-16825. **(Journal)**

Delanoy, M., VanDamme, P., Scheldeman, X. and Beltran, J. 2006. Germination of *Passiflora mollissima* (Kunth) L.H. Bailey, *Passiflora tricuspis* Mast. and *Passiflora nov* sp. seeds. Scientia Horticulture, 110:198–203. **(Journal)**

Elouaer, M.A. and Hannachi, C. 2012. Seed priming to improve germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius*) under salt stress. EurAsian Journal of BioSciences, 6: 76-84. **(Journal)**

Eyog-Matig, O., Aoudji, A.K.N. and Linsoussi, C. 2007. *Garcinia kola* Heckel seeds dormancy breaking. Applied Ecology and Environmental Research, 5(1): 63-71. **(Journal)**

Faravani, M. 1997. Invesgigation on plant density of Black cumin *(Bunium persicum)* on grain yield and yield compenents in nurseryand field. Research Report, Research Department of Seed and Plant, Agricultural Research Center of Khorasan. (In Farsi).

Ghadiri Sardrood, S. and Ghamari Zare, A. 2014. Effects of kinetin, 2, 4-D and TDZ on somatic embryogenesis of *Eucalyptus saligna*. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 22(1): 91-100. (In Farsi) **(Journal)**

Greipsson, S. 2001. Effects of stratification and GA_3 on seed germination of a sand stabilising grass *Leymus arenarius* used in reclamation. Seed Science Technology, 29:1-10. **(Journal)**

Gupta, V. 2003. Seed germination and dormancy breaking techniques for indigenous medicinal and aromatic plants. Journal of Medicinal Aromatic Plant Science, 25:402–407. **(Journal)**

IBM Corporation Released. 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp. **(Book)**

Jung, H.H. and Kim, K.S. 2011. Flowering of *Adonis amurensis* by Breaking Dormancy Using Gibberellins and Cytokinins. Horticulture and Environmental Biotechnology, 52(3):246-251. **(Journal)**

Khan, A.A. 1971. Cytokinins: Permissive role in seed germination. Science, 171: 853-859. **(Journal)**

Kaye, T.N., Liston, A., Love, R.N., Luoma, D.L., Meinke, R.J. and Wilson, M.V. 1997. Seed dormancy in high elevation plants: Implication for ecology and restoration. Conservation and Management of Native plants and Fungi. Native Plant Society of Oregon, Corvallis, Oregon, 115-120. **(Journal)**

Khosravi, M. 1993. *Bunium persicum (*Botany, Ecology and Explore the possibility of crop production). M.Sc. Thesis. Agriculture field, Ferdowsi University of Mashhad. PP. 107. (In Farsi)

Nadjafi, F., Bannayan, M., Tabrizi, L. and Rastgoo, M. 2006. Seed germination and dormancy breaking techniques for *Ferula gummosa* and *Teucrium polium*. Journal of Arid Environment, 64:542–547. **(Journal)**

Naidu, C.V. and Rajendrudu, G. 2001. Influence of kinetin and nitrogenous salts on seed germination of red sanders (*Pterocarpus santalinus* Linn. f.). Seed Science and Technology, 29: 669-672. **(Journal)**

Nasiri, M. 2008. Investigation of suitable seed germination enhancement and breaking seed dormancy treatment of Montpellier maple (*Acer monospessulanum* L.). Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 16(1): 94-105. (In Farsi) **(Journal)**

Omidbeigi, R. 1997. Producton and Processing of Medicinal Plants. (1st edition) Tarrahane-Nashr Publication, Tehran, Vol. 2. pp. 424. (In Farsi) **(Book)**

Parks, C.A. and Boyle, T.H. 2002. Germination of *liatris spicata* (L). willdseed is enhanced by stratification, benzyladenine, or thiourea but not gibberellic acid. Horticultural Science, 37: 202-205. **(Journal)**

Patil, J.G., Ahire, M.L and Nikam, T.D. 2012. Influence of plant growth regulators on in vitro seed germination and seedling development of *Digitalis purpurea* L. The Asian and Australian Journal of Plant Science and Biotechnology. 6 (1): 12-18. **(Journal)**

Ritchie, S. and Gilroy, S. 1998. Gibberellins: regulating genes and germination. New Phytologist, 140:363-383. **(Journal)**

Ruznic, D.J.V. and Vujovic, T.I. 2008. The effects of cytokinin types and their concentration on in vitro multiplication of sweet cherry cv. Lapins (*Prunus avium* L.). Horticultural Science, (Prague), 35(1): 12–21. **(Journal)**

SAS Institute Inc. 2006. Base SAS® 9.1.3 procedures guide (2nd ed.), volumes 1, 2, 3, and 4. Cary, NC: Author. **(Book)**

Sharma, R.K. and Sharma, S. and Sharma, S.S. 2006. Seed germination behaviour of some medicinal plants of Lahaul and Spiti cold desert (Himachal Pradesh): implications for conservation and cultivation. Current Science, 90 (8): 1113-1118. **(Journal)**

Sharma, R.K. and Sharma, S. 2010. Effect of storage and Cold-Stratification on seed physiological aspects of *Bunium persicum:* A threatened medicinal herb of Trans-Himalaya. International Journal of Botany, 6: 151-156. **(Journal)**

Shen, H., Zhu, L., Bu, Q.Y. and Huq, E. 2012. *Max2* affects multiple hormones to promote photomorphogenesis. Molecular, Plant, 5:224-236. **(Journal)**

Sumlu, S., Atar, H.H. and Khawar, K.M. 2010. Breaking seed dormancy of water lily *(Nymphaea alba* L*.)* under in vitro conditions. Biotechnology and Biotechnology Equipment, 24(1): 1582-1586. **(Journal)**

Thomas, T.H., Palevitch, D., Biddington, N.L. and Austin, R.B. 1975. Growth regulators and phytochrome mediated dormancy of celery seeds. Physiologia Plantarum, 35:101-106. **(Journal)**

Vandelook, F., Janssens, S.B. and Probert, R.J. 2012. Relative embryo length as an adaptation to habitat and life cycle in Apiaceae. New Phytologist*,* 195(2):1469-8137. **(Journal)**

Van Staden, J. 1973. Changes in endogenous cytokinins of lettuce seed during germination. Physiologia Plantarum*,* 28:222–227. **(Journal)**

Yeung, E.C. 1995. Structural and developmental patterns in somatic embryogenesis. In: Thorpe, T.A., (ed.) *In vitro* Embryogenesis in Plants. Kluwar Academic Publishers, Dordrecht, 205-248. **(Part of Book)**

The Effect of Different Combinations of Hormonal Treatments on Breaking Seed Dormancy in Different Ecotypes of Black Zira (*Bunium persicum*)

Davood Darvish[1], Mokhtar Jalali Javaran[1], Hamid Dehghani[1*], Sajad Rashidi Monfared[1] and Amin Baghizadeh[2]

Received: June 28, 2015 Accepted: September 11, 2015

Abstract

To study the effect of different hormone combinations on breaking dormancy and germination of Black Zira, 27 treatments consisted of three hormone, gibberellic acid (80, 100, and 120 μm), Thidiazuron (4, 6 and 8 μm) and benzyl adenine (5, 10 and 15 μm). Factorial experimental with three replications in a randomized complete block design was carried out. Seedling length, seedling fresh weight, seedling dry weight and the total percentage of germination were measured and seedling vigor index, fresh weight index, and dry weight index were calculated. Analysis of variance showed the significant differences between the effect of ecotype × combination × Hormone level for fresh weight, total percentage of germination and vigor index. Comparison of means for ecotype × combination × level effect showed the total percentage of germination and vigor index were highest for sixth level of GA × BA combination in Hormozgan ecotype and fresh weight was highest for fifth level of TDZ × BA combination in Semnan ecotype. Mean Comparison of ecotype effects showed that the dry weight index was the highest in Semnan ecotype and the Mean Comparison of level effects showed that the dry weight index was highest in fourth levels (6 μm TDZ and 5 μm BA and 100 μm GA). The result showed that hormones levels and combinations were suitable for seed germination in this experiment. Hormozgan ecotype had the best germination at GA × BA combination.

Key words: Benzyladenine, Breaking seed dormancy, *Bunium persicum*, Gibberellic acid, Thidiazuron.

1:Ph.D Candidate of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2:Faculty members, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
3:Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Kerman, Iran
*Corresponding author: dehghanr@modares.ac.ir