

بررسی اثر تیمارهای سولفوریک اسید، جیبرلیک اسید و دما بر جوانه‌زنی بذر سیکاس (*Cycas revolute* L.)

یعقوب حجتی^۱، روح‌انگیز نادری^۲، علی فرامرزی^۳ و جعفر قلی‌پور^۴

چکیده

سیکاس گیاهی با قدمت طولانی بوده و با داشتن برگ‌های شانه‌ای زیبا، امروزه از گیاهان زینتی پر طرفدار در علم باغبانی و طراحی محیط به شمار می‌رود، از آن‌جا که تنها شیوه تکثیر تجاری این گیاه از طریق بذر بوده و بذره‌های آن به دلیل داشتن چندین ساز و کار خفتگی نظیر پوسته سخت و مواد بازدارنده، جوانه‌زنی کند و نامنظمی دارند. بنابراین تعیین ترکیب تیماری مناسب جهت تسریع دوره پس‌رسی و یا کاهش مدت زمان جوانه‌زنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لذا به این منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی طی سال‌های ۸۴-۸۳ انجام گرفت. بذره‌های تازه برداشت شده سیکاس از رامسر تهیه و بعد از تست شناورسازی و اطمینان از قوه نامیه آن‌ها در معرض دو تیمار دمایی ۵ و ۲۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ هفته قرار گرفتند. بعد از اتمام تیمارهای دما، بذرها تحت تیمارهای جیبرلیک اسید ۲۰۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مدت زمان ۰، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت به همراه تیمار اسید سولفوریک ۱۵ مولار با مدت زمان ۰، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ دقیقه قرار گرفتند. بعد از اعمال تیمارها، بذرها در عمق ۱/۵ سانتی‌متری از ماسه‌ی شسته شده کشت شدند و در دمای ۲۸/۲۰ درجه سانتی‌گراد (شب/روز) در زیر مه افشان قرار داده شدند و میزان قوه نامیه بذرها و جوانه‌زنی آن‌ها از روز دوم تا روز نودم ثبت شد. نتایج نشان داد که ۹۲ درصد از بذرهایی که در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده بودند قوه نامیه خود را حفظ نمودند، در صورتی که بذره‌های تحت دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد تنها ۴۲ درصد زیوایی داشتند. تیمار جیبرلیک اسید و سولفوریک اسید تأثیر قابل توجهی بر جوانه‌زنی بذرها نشان دادند، به طوری که با افزایش غلظت این دو ماده و مدت زمان تیمار، میزان جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت و بالاترین میزان جوانه‌زنی را تیمار جیبرلیک اسید با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر و مدت ۴۸ ساعت نشان داد و در تیمار سولفوریک اسید بالاترین درصد جوانه‌زنی در مدت زمان ۳۰ دقیقه مشاهده شد. در کل بالاترین درصد جوانه‌زنی، در بذور انبار شده در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد که در معرض تیمار جیبرلیک اسید ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۴۸ و تیمار سولفوریک اسید به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفته بودند، مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: بذر سیکاس، جیبرلیک اسید، جوانه‌زنی، سولفوریک اسید، دما

تاریخ دریافت مقاله: ۸۶/۷/۱۱ تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۰/۱۳

۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد پردیس کشاورزی دانشگاه تهران و مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه

۲- استادیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشکده باغبانی و گیاه‌پزشکی گروه علوم باغبانی دانشگاه تهران

۳- دکتری تخصصی اکولوژی کشاورزی و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه

۴- کارشناس ترویج جهاد کشاورزی شهرستان میانه

مقدمه و بررسی منابع

بر اساس یافته‌های فسیل‌شناسی، گیاهان راسته سیکادال از اوایل دوره مزوزوئیک شکل گرفته و در دوران دوم زمین‌شناسی به اوج خود رسیده‌اند. اما بیشتر این گیاهان تحت تأثیر تحولات مختلف زمین‌شناسی نابود شده‌اند به طوری که امروزه بیشتر آن‌ها به صورت فسیل دیده می‌شوند و تنها بازماندگان این راسته خانواده سیکاس‌ها هستند که در حدود ۱۰ جنس و بیش از ۹۰ گونه دارد. مجموعه گیاهان این راسته در واقع از ابتدایی‌ترین گیاهان دانه‌دار محسوب می‌شوند که در واقع به فرم حیاتی خاص و به صورت فسیل‌های زنده از دوران‌های گذشته تاکنون به زندگی خود ادامه داده‌اند (۹،۲۰). جنس سیکاس^۱ در حدود ۱۰ گونه دارد، گونه معروف این جنس *Cycas revolute* بوده که درختی است همیشه سبز، بسیار زیبا و پرطرفدار در علم باغبانی و طراحی محیط که مراکز و مؤسسات تولیدی زیادی به کشت و کار آن اشتغال دارند (۱۶،۹). برگ‌ها بزرگ و شانه‌ای به رنگ سبز تیره چرمی و محکم و به صورت مارپیچی آرایش یافته است و به صورت روزت در انتهای تنه، دور تا دور آن را فرا گرفته است و به دلیل ماندگاری طولانی در تزیین دسته‌های گل کاربرد دارد (۱۲،۱۰). با توجه به اهمیت کشت و پرورش این گیاه و محدود بودن شیوه تکثیر آن، بهبود روش‌های ازدیادی از اهمیت بالایی برخوردار است. بذرهاى این گیاه به دلیل داشتن چندین سازو کار در خفتگی، جوانه‌زنی بسیار کند و نامنظمی دارد، به طوری که از زمان کاشت تا زمان جوانه‌زنی یک دوره طولانی ۳ الی ۱۲ ماه لازم است (۴،۲۰) اولین عامل در تأخیر جوانه‌زنی وجود یک لایه گوشتی که محتوی بازدارنده‌های تخصصی و

ناشناخته است، دومین عامل لایه ضخیم و چوبی است که مانع نفوذ آب و اکسیژن به درون بذر می‌شود، نهایتاً وجود یک جنین نابالیده در بذرهاى تازه برداشت شده است که در اکثر گونه‌ها گزارش شده است (۷،۶). مطالعاتی که در مورد افزایش میزان جوانه‌زنی و زیوایی بذرهاى *Zamia floridana* با حذف لایه گوشتی و یا خراش‌دهی توسط سولفوریک اسید صورت گرفت نشان داد که با اعمال تیمار سولفوریک اسید ۱۸ مولار به مدت ۱۵ دقیقه میزان جوانه‌زنی تا ۸۵ درصد افزایش داشت (۹،۱۰،۱۴) و مطالعاتی که در مورد کاربرد اسید جیبرلیک و تأثیر آن بر روند دوره پس‌رسی و افزایش زیوایی بذرهاى گونه‌های مختلف سیکاس و گونه *Zamia floridana* و *Zamia furfuracea* انجام گرفت نشان داد که زیوایی و درصد جوانه‌زنی با اعمال تیمار اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۲۴ ساعت سبب کاهش مدت زمان جوانه‌زنی تا ۳۷ روز و افزایش درصد جوانه‌زنی تا ۶۸/۹ درصد گردید (۷،۱۰،۱۳). نیکولاوا^۱ (۱۹۷۷) در مطالعات خود گزارش کرد که در بذرهاى سیکاس یک نوع خفتگی به نام خفتگی مرفوفیزیولوژیکی^۲ وجود دارد که در گونه‌های مختلف سیکاس نظیر *C. revolute* و *C. circinalis* با موفقیت توسط تیمارهای فوق بر طرف گردید (۱۹). نتایج مشابهی در دیگرگونه *Zamia sp.* و گونه سیکاس *C. rumphii* با استفاده از تیمار سولفوریک اسید و تنظیم‌کننده‌های رشد به دست آمد (۶،۷،۸،۱۴). مطالعه‌ای که توسط بسکین^۳ (۲۰۰۱) بسکین و کباسکین^۴ (۱۹۸۴) انجام شد نشان

1- Nikolaeva

2- Morphophysiological

3- Baskin

4- Cbaskin

1- *Cycas* L.

میزان توسعه جنین و رسیدن به بلوغ فیزیولوژیکی انتخاب و دوباره آزمون شناورسازی اجرا و بذرهای شناور حذف گردید. بعد از اتمام دوره پس رسی، لایه خارجی تمام بذرها برداشته شده و آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی اجرا گردید. بذرها تحت چهار تیمار سولفوریک اسید (۹۸٪ ساخت کارخانه مرک^۱) ۱۵ مولار با مدت زمان های ۴۵، ۳۰، ۱۵، ۰ دقیقه و تیمار اسید جیبرلیک (ساخت کارخانه سیگما^۲) ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر با مدت زمان ۰، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت قرار گرفتند. بعد از اعمال تیمار اسید سولفوریک و قبل از اعمال تیمار اسید جیبرلیک، بذرها ۲ ساعت در آب جاری قرار داده شدند. بعد از اتمام اعمال تیمارها، بذرها به طور افقی در عمق ۱/۵ سانتی متری در ماسه شسته کشت شدند و در دمای ۲۸/۲۰ (شب / روز) در زیر مه افشان قرار داده شدند و میزان جوانه زنی بذرها از روز دوم تا روز نودم ثبت شد و مجموع داده های برداشت شده با استفاده از نرم افزار SAS آنالیز گردید (جدول ۱). اثرات متقابل با استفاده از نرم افزار MSTATC مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تنها ۸ درصد از بذرهای تحت دمای ۵ درجه سانتی گراد زیوایی خود را از دست داده بودند در حالی که ۵۸ درصد از بذرهای تحت دمای ۲۲ درجه سانتی گراد زیوایی خود را از دست دادند، از طرفی بذرهایی که در دمای ۲۲ درجه سانتی گراد انبار شدند به دلیل درجه رطوبت نسبی پایین انبار، لایه گوشته^۳ خارجی بذرهای خشک شد که سبب جدا

داد که خراش دهی^۱ لایه خارجی بذر توسط اسید سولفوریک سبب حذف بازدارنده های شیمیایی خارجی ترین لایه بذر^۲ گردید (۳،۲). بر اساس نتایج به دست آمده از آزمایش دهقان^۳ و پریز^۴ (۲۰۰۵) در بهبود جوانه زنی *Caribbean applecactus* با خراش دهی اسید سولفوریک و تیمار اسید جیبرلیک، بذرهایی که به مدت ۲۴ ساعت در اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر خیسانده شده بودند و تیمار ۱۸ مولار اسید سولفوریک را به مدت ۴۵ ثانیه دریافت کرده بودند بالاترین میزان جوانه زنی (۶۸ درصد) را داشتند (۱۳).

در این تحقیق سعی شده است عوامل تأخیر در جوانه زنی بذرهای برطرف و هم چنین سرعت جوانه زنی و درصد جوانه زنی بذرها با استفاده از خراش دهی توسط سولفوریک اسید و تیمار جیبرلیک اسید بهبود یابد.

مواد و روشها

این تحقیق در گروه علوم باغبانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در طی سال های ۱۳۸۳-۱۳۸۴ انجام گرفت. برای انجام آزمایش بذرهای تازه برداشت شده سیکاس (*Cycas revoluta*) از رامسر تهیه گردید و قبل از شروع آزمایش جهت تعیین زیوایی آنها بر روی آب شناور گردیدند به این طریق بذرهای پوک از بذرهای سالم جدا شدند (۹) نهایتاً بذرهای سالم در کیسه های قابل نفوذ به مدت ۲۴ هفته در دمای ۵ و ۲۲ درجه سانتی گراد نگهداری شد و پس از پایان دوره سرمادهی تعدادی از بذر به طور تصادفی جهت تعیین

1- Merk
2- Sigma
3- Sarcotesta

1- Scarification
2- Testa
3- Dehgan
4- Perez

شدن لایه داخلی و خارجی بذر گردید که این مسأله منجر به از دست دادن زیوایی بذرها گردید. این مطلب توسط دهقان و شوتزمن^۱ (۱۹۸۳) روی گونه *Zamia floridana* کاملاً تأیید شده است (۸). آن‌ها در مطالعات خود نشان دادند که بذرهای *Zamia furfuracea* و دیگر گونه‌های جنس سیکاس که در دمای بالا انبار شده بودند جوانه‌زنی پایینی داشتند و رویان با وجود ظاهری سالم و عادی قدرت زیوایی پایینی داشته و یا اصلاً قادر به جوانه‌زنی نبودند، در حالی که بذرهای انبار شده در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد، جنین با توسعه کوتاه و سالم داشتند و تورژسانس خود را حفظ کرده و زیوایی بالایی داشتند (۹ و ۱۰). بنابر گزارش تائو^۲ و خان^۳ (۱۹۷۷) میزان ماده خشک بذرهای از ۶/۶ درصد تا ۹/۶ درصد افزایش پیدا کرد که دلیل این امر می‌تواند کاهش محتوی آب بذرها از ۵۵/۴ درصد تا ۹۳/۴ درصد باشد که در طی فرایندهای سوخت و ساز در دوره خفتگی^۴ بذرها، سبب از بین رفتن زیوایی بذرها می‌گردد (۲۱). از طرفی جدا شدن لایه داخلی (گامتوفیت بذر) از پوسته خارجی و سفت (اسکلروتست^۵) می‌تواند از علایم کاهش محتوی آب بذر باشد. در کل، بذر سیکاس جزء بذر کوتاه‌عمر^۶ تقسیم‌بندی می‌شود چرا که کاهش محتوی آب از حد بحرانی سبب آسیب‌های غیر قابل برگشت به زیوایی بذرها می‌گردد (۲۰، ۱۷، ۱۵).

بذرهایی که در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد انبار شده بودند دارای جنین نازک کشیده و ضعیف بودند

در حالی که بذرهای انبار شده در ۵ درجه سانتی‌گراد دارای رویان توسعه یافته، کوتاه، ضخیم و قوی بودند و جوانه‌زنی بالاتری نسبت به بذرهای انبار شده در دمای بالا داشتند. با وجود توسعه کامل جنینی و بلوغ کامل آن‌ها سرعت و زیوایی بذرهای جوانه زده به اندازه سرعت جوانه‌زنی بذرهای تیمار شده توسط تیمار جیبرلیک اسید و سولفوریک اسید نبود. میزان جوانه‌زنی بذرها با اعمال سطوح مختلف تیمار جیبرلیک اسید و سولفوریک اسید متفاوت بود و بالاترین میزان جوانه‌زنی بذرها مربوط به اعمال تیمار سولفوریک با مدت زمان ۳۰ دقیقه به دست آمد. در حالی که در تیمار جیبرلیک اسید بالاترین میزان جوانه‌زنی بذرها با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مدت زمان ۴۸ ساعت به دست آمد (نمودار ۱). با افزایش مدت زمان تیمار سولفوریک اسید، درصد جوانه‌زنی افزایش پیدا می‌کند و این روند تا مدت زمان ۳۰ دقیقه یک روند صعودی است اما افزایش اندکی در مدت زمان تیمار درصد جوانه‌زنی کاهش پیدا کرد (نمودار ۲)، در تیمار ۴۵ دقیقه نه تنها درصد جوانه‌زنی افزایش پیدا نکرد، بلکه کاهش جوانه‌زنی نیز مشاهده گردید. دلیل این امر می‌تواند به دلیل خاصیت خورندگی سولفوریک اسید باشد که با افزایش مدت زمان تیمار، خراش‌دهی بیشتر شده و منجر به آسیب گامتوفیت و جنین می‌شود.

با بررسی اثر هر دو تیمار بر تسریع روند جوانه‌زنی بذرها، مشاهده شد که اعمال سطوح مختلف تیمار جیبرلیک اسید بر جوانه‌زنی معنی‌دار بوده و بالاترین میزان جوانه‌زنی در هر دو غلظت با مدت زمان ۴۸ ساعت خیس‌اندن حاصل گردید. اعمال تیمار سولفوریک اسید با افزایش مدت زمان تیمار، سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی شده و در بذرهای تیمار

1- Schutzman

2- Tao

3- Khan

4- Dormancy

5- Scrotesta

6- Recalcitrant

نیازمند سپری نمودن یک دوره انبارداری با مدل دمای خاص می باشد. نگهداری بذرهای سیکاس در دمای بالا نظیر دمای ۲۲ درجه سانتی گراد سبب یک ناهنجاری در توسعه جنینی می شود به طوری که بعضی زود و بعضی دیر تمایز پیدا می کنند این فرایند باعث تسریع از دست دادن زیوایی بذرها در انبارهای با رطوبت کم می شود، بنابراین انبارداری بذرهای سیکاس در دمای پایین نه تنها سبب حفظ زیوایی بذرها می گردد، بلکه به یکنواختی سرعت بالای جوانه زنی نیز خواهد انجامید. مهم ترین اثر سرمادهی^۱ بر افزایش سرعت جوانه زنی و هم زمانی جوانه زنی است که در کل منجر به کاهش مدت زمان جوانه زنی شده و از طرف دیگر منجر به کاهش تلفات جوانه زنی می شود. سرمادهی بذرهای *Cycas revoluta* نه تنها سبب افزایش زیوایی بذرهای می شود سبب افزایش درصد جوانه زنی و یکنواختی آن نیز می شود (۸). با توجه به مطالعات اوناری^۲ (۱۹۸۴) مهم ترین فاکتور در حفظ شرایط فیزیولوژیکی بذرها در زمان بلوغ بذرها حفظ رطوبت در زمان انبارداری است. علاوه بر موارد گفته شده، انبارداری سرد بذرها سبب تسریع روند جوانه زنی شده و هم چنین هیچ گونه سرمازدگی بذرها در گیاهان نیمه گرمسیری و گرمسیری مشاهده نشده است (۱۷).

در سیکاس رشد و توسعه جنین بسیار آهسته و کند صورت می گیرد و این عمل یک فرایند بدون توقف است به طوری که توسعه جنین در سیکاس از مرحله گرده افشانی تا زمان تشکیل سلول های جنینی و تشکیل ریشه چه^۳ به صورت برجسته و پیوسته است بنابراین جوانه زنی نه تنها توسط خفتگی فیزیولوژیکی

شده در کم تر از دو هفته اولین علامت جوانه زنی ظاهر شد این در صورتی است که در بذرهایی که هیچ گونه اعمال تیمار در آن صورت نگرفته ۱/۵ الی ۲ ماه طول کشید تا اولین جوانه زنی ظاهر شود (نمودارهای ۳ و ۴).

بررسی اثرات متقابل تیمارها تأثیر معنی داری بین تیمار جیبرلیک اسید و سولفوریک اسید نشان داد و بالاترین درصد جوانه زنی در جیبرلیک اسید ۲۰۰ پی پی ام با ۴۸ ساعت خیساندن به همراه ۳۰ دقیقه خوابانیدن در سولفوریک اسید حاصل گردید (نمودار ۵).

هم چنین نتایج نشان داد که در بذرهای تیمار شده با ۲۰۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید به ترتیب با مدت زمان ۴۸ و ۷۲ ساعت به همراه تیمار سولفوریک اسید (۳۰ دقیقه) در طی ۹۰ روز جوانه زنی نزدیک به ۱۰۰ درصد حاصل گردید. در صورتی که در تیمار شاهد بالاترین جوانه زنی حدود ۱۰ درصد بود (نمودار ۵).

ویت^۱ (۱۹۷۷) در مطالعات خود نشان داد که جنین استخراج شده از بذرهای زامیا^۲ در مراحل ابتدای برداشت تمایز نیافته و نابالیده است اما زمانی که برای چندین ماه در دمای مناسب نگهداری می شود جنین توسعه یافته و تمایز می یابد و سریعاً وارد اندام زایی^۳ می شود. در واقع جنین زامیا برای القای اندام زایی و تمایز نیازمند سپری نمودن دوره انبارداری در دمای مناسب است (۲۳). با توجه به مطالب ذکر شده در مورد توسعه جنینی زامیا الگوی مشابهی برای تمایز یابی جنین سیکاس پیشنهاد شده، به طوری که جنین سیکاس نیز در زمان برداشت تمایز نیافته بوده و

1- Stratification
2- Evenari
3- Coleorhizae

1- Witte
2- Zamia
3- Organogenesis

اسید آبسزیک در قسمت های مختلف بذر بالغ تولید می شود. حتی رنگ نارنجی پوسته سخت و ضخیم سارکوتستا به دلیل وجود بتا کاروتن یا بتا کارتنوئیدها و زاگزاتین ها است که در کرموپلاست های غده ای ذخیره شده اند. خواص بازدارندگی سارکوتستا توسط براون^۱ (۱۹۶۶) گزارش شده به طوری که بنابر گزارش آن ها خواص بازدارندگی خارجی ترین لایه گوشتی به اسید آبسزیک مشتق شده از کارتنوئیدها بر می گردد (۶). بنابراین زمانی که بذرهاى جوانه می زنند باید لایه خارجی آن ها برداشته شود و یا به طور طبیعی تجزیه شده باشد (۵ و ۲۲).

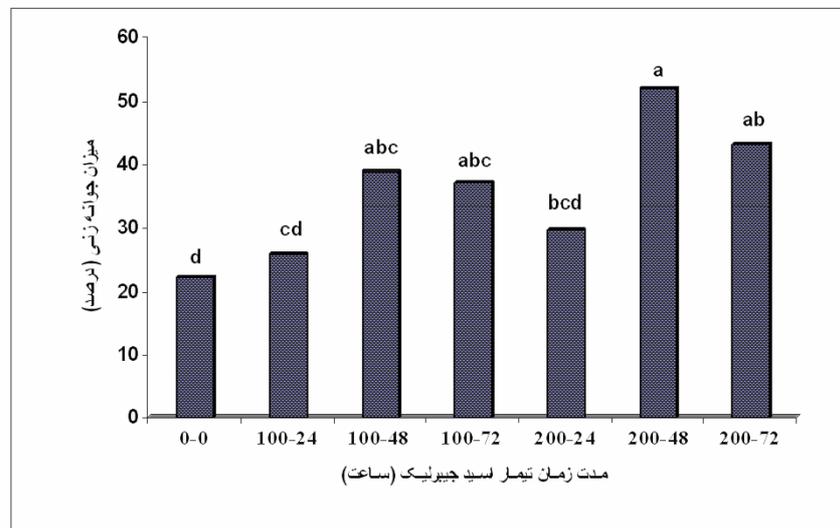
در کل از بالاترین میزان جوانه زنی زمانی به دست آمد که بذرهاى سیکاس در دمای ۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ هفته نگهداری شدند که این مسأله جهت نمو کامل جنین لازم بوده در صورتی لایه خارجی حذف گردید اما باید توجه داشت جنین در دمای ۲۲ درجه سانتی گراد سریع تر نمو پیدا کرده ولی سریعاً خشک شده و می میرد، بنابراین بهتر است که بذرهاى ابتدا در دمای پایین نگهداری شده و سپس در دمای بالا جهت توسعه نرمال نگهداری گردد. هم چنین باید در نظر داشت که تیمارهای اعمال شده تحت تأثیر تیمار دما قرار داشتند و بذرهایی که در دمای ۵ سانتی گراد تیمار شده بودند به طور قابل توجهی تحت تأثیر تیمار جیبرلیک اسید و سولفوریک اسید قرار گرفتند. بنابراین برای این که بذرها به طور یکنواخت جوانه بزنند. بهترین راهکار این است که به مدت ۳۰ دقیقه در اسید سولفوریک خیسانده شده و به مدت ۴۸ ساعت تحت تیمار جیبرلیک اسید ۲۰۰ میلی گرم در لیتر قرارگیرند.

ایجاد می شود بلکه یک نوع خفتگی مکانیکی با ایجاد یک ساختار ضخیم و غیر قابل نفوذ به آب و هوا به لایه های درونی (خفتگی فیزیکی) مانع از توسعه رویان می شود. اگرچه نگهداری در شرایط مناسب، در نهایت منجر به جوانه زنی بذرها خواهد شد، اما باید در نظر داشت که جوانه زنی توسط یک عامل هورمونی مانند جیبرلیک اسید تسریع خواهد شد و یا خراش دهی پوسته سخت توسط اسید سولفوریک جوانه زنی را تسریع خواهند کرد (۴ و ۵).

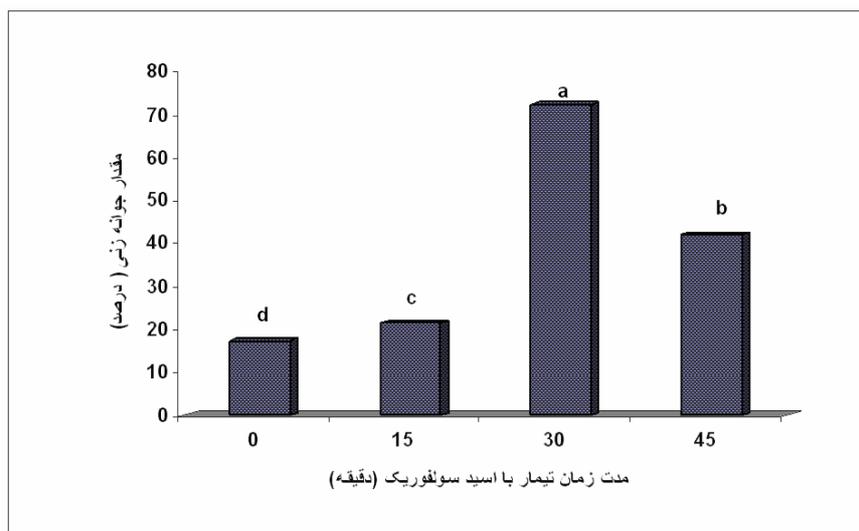
هورمون های گیاهی یا همان تنظیم کننده های گیاهی از مهم ترین عوامل در فرایند جوانه زنی تشخیص داده شده اند به طوری که در صورت عدم حضور تنظیم کننده هایی نظیر جیبرلین و سایتوکینین جوانه زنی اتفاق نمی افتد و یا کاملاً ناقص خواهد بود (۱۱، ۱۲، ۲۰). براساس مطالعات انجام شده مشخص شده است اسید جیبرلیک اثر قابل توجهی در توسعه جنینی ندارد بلکه به عنوان عامل اصلی در تحریک جوانه زنی نقش دارد. اما در صورت کاربرد آن به صورت استعمال خارجی، به عنوان تحریک کننده ی جوانه زنی عمل خواهد کرد (۱۳). خان^۱ (۱۹۷۵) در مورد نقش اسید جیبرلیک بر جوانه زنی اظهار کرد که این ماده در تنظیم آزاد سازی مواد مؤثر و در جوانه زنی و پایان دادن به خفتگی مؤثر است و سبب القای آنزیمی و تنظیم جوانه زنی می شود (۱۸). اما به طور کلی در این آزمایش مشخص شد که اعمال تیمار سرمایی ۵ درجه سانتی گراد در ۲۴ هفته به همراه تیمار اسید سولفوریک، سبب تسریع جوانه زنی به میزان ۵۰ درصد بیش از انبار کردن بذرها در دمای معمولی می شود.

جدول ۱- آنالیز واریانس داده های به دست آمده از تجزیه آماری به وسیله SAS

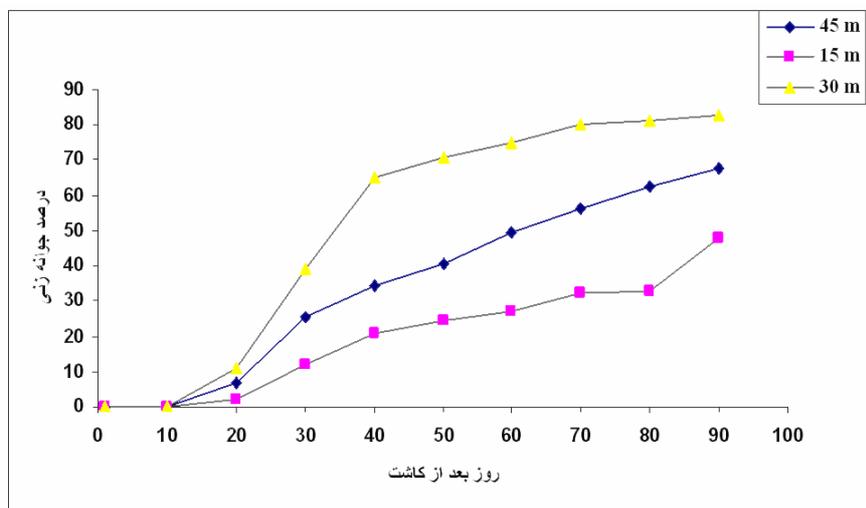
میانگین مربعات (MS)		منابع تغییرات
میزان جوانه زنی	درجه آزادی	
۲۱۰/۳۴**	۱	تیماردا
۴۴۰/۸۲ **	۶	اسید سولفوریک
۱۰۰/۵۶ **	۶	اسید جیبرلیک
۵/۹۷ ns	۶	جیبرلیک * تیماردا
۴/۵۴ ns	۳	اسید سولفوریک * تیماردا
۲۱۰/۳۴**	۶	اسید سولفوریک * جیبرلیک
۱۲/۱۶**	۶	اسید سولفوریک * جیبرلیک * تیماردا
۴۶/۷۵	۵۶	اشتباه اصلی
۶۲۸/۵۷	۸۳	جمع کل



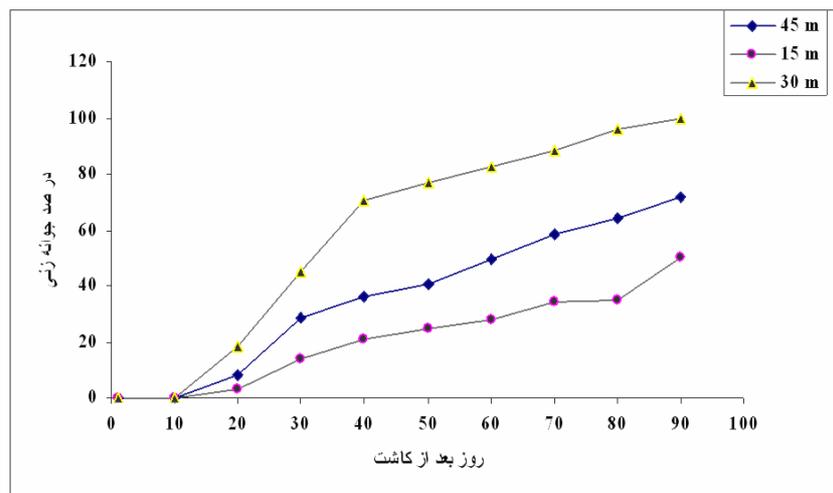
نمودار ۱- بررسی اثر اسید جیبرلیک بر جوانه زنی بذرهای *Cycas revoluta*. میانگین های با حروف غیر مشابه در سطح یک درصد در آزمون چند دامنه ای دانکن تفاوت معنی داری نشان می دهند.



نمودار ۲- بررسی اثر اسید سولفوریک بر جوانه زنی بذرهای *Cycas revoluta*. میانگین‌های با حروف غیر مشابه در سطح یک درصد در آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی داری نشان می‌دهند.

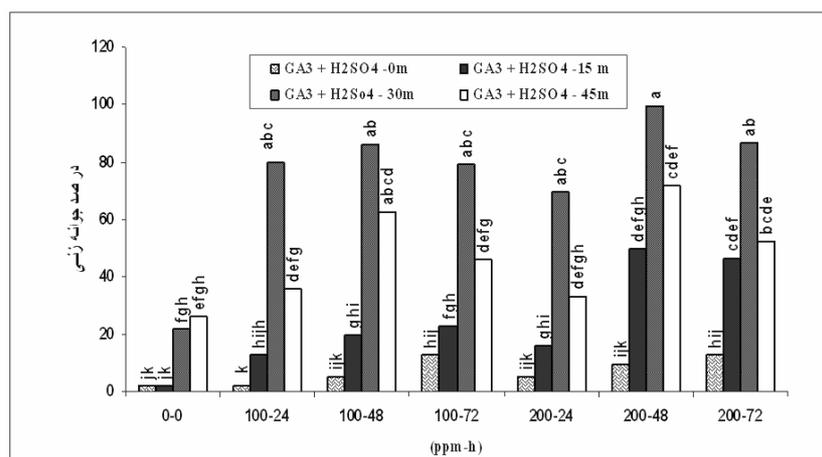


نمودار ۳- بررسی پرمکنش اثر خراش دهی با سولفوریک اسید پس از ۹۰ روز با تیمار اسید جیبرلیک ۱۰۰ میلی گرم در لیتر بر سرعت جوانه زنی بذرهای *Cycas revoluta*.



نمودار ۴- بررسی برهمکنش اثر خراش دهی با سولفوریک اسید پس از ۹۰ روز با تیمار اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی گرم در

لیتر بر سرعت جوانه زنی بذرهاي *Cycas revoluta*.



نمودار ۵- بررسی اثر متقابل تیمار اسید سولفوریک و اسید جیبرلیک بر جوانه زنی *Cycas revoluta*. میانگین های با

حروف غیر مشابه در سطح یک درصد در آزمون چند دامنه ای دانکن تفاوت معنی داری نشان می دهند.

منابع

1. Anonymous. 2004. The plants database, version 3.5. USDA Natural Resources Conservation Service. URL: [Http:// plants.usda.gov](http://plants.usda.gov) (Accessed 30 dec2004).
2. Baskin, J. M. and C. Baskin. 1984. Germination Physiology of an eastern deciduous forest herb *Stylophorum diphyllum*. Amer. Midland Natur. 11:390-399.
3. Baskin, C. 2001. Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. San Digo (CA): Academic Perss.66 P.
4. Bewley, J. D. and M. Black. 1978. Physiology and biochemistry of seed in relation to germination. Vol. 1. Development, germination and growth Springer-Versa, Berlin.
5. Brown, R. F. and D.G. Mayer. 1986. Problems in applying Thornley model of germination .Ann. Bot. 57:49-53.

6. Brown, C. I. 1966. Growth and development of *Zamia* embryos in vitro. Amer. Soc. Plant Physiol. Southern Sec., Proc. Assoc. Agric. Workers (ASAW), Jackson, Mo.P 283. (Abstr)
7. De Silva, B.L. T. and M.S. Tambiah. 1952. A contribution to the life history of *Cycas rumphii* Miq. Ceylon J Sci. 12:223-249.
8. Dehgan, B. and B. Schutzman. 1983. Effect of H₂SO₄ and GA₃ on seed germination of *Zamia furfuracea*. HortSciene 18:371-372.
9. Dehgan, B. and C. K. K. H. Yuen. 1983. Morphology of the seed in relation to dispersal, evolution and propagation in the genus *Cycas* L. Bot. Gaz. 114:412-418.
10. Dehgan, B. 1983. Propagation and growth of cycads conservation strategy. Fa State Hort. Soc Proc. 96:137-139.
11. Dehgan, B. 1984. Germination of *Nandia domestica* seeds as influenced by GA₃ and stratification. Fla State Hort. Soc. Proc. 97:311-313.
12. Dehgan, B. 1999. Propagation and culture of cycads: A practical approach. Acta Hort. (ISHS) 486:123-132.
13. Dehgan, B. and H. Perez. 2005. Preliminary study shows germination of *Caribbean applecactus* improved with acid scarification and Gibberellic acid. Native Plants Journal 6. (1): 91-96.
14. Dehgan, B. and C.R. Johson. 1983. Improved seed germination of *Zamia floridana* (sensu lato) with H₂SO₄ and GA₃. Scientia Hort. 9:357-361.
15. Dorety, S. H. A. 1919. Embryo and seedling of *Dioon Spinulosum*. Bot. Gaz. 67:251-257.
16. Edwards, D.GW. 1986. Special prechilling techniques for tree seeds. J. Seed. Technol. 10:151-171.
17. Evenari, M. 1984. Seed physiology: from ovule to maturing seed. Bot. Rev. 50:143-170.
18. Khan, A. A. 1975. Primary, Preventive and permissive roles of hormones in plant systems. Bot. Rev. 41:391-420.
19. Nikolaeva, W, M. G. 1977. Factors controlling the seed pattern, p. 51-74. In: A.A. Khan (ed.), The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. North Holland, Amsterdam, Netherlands.
20. Tao, K. L. and A. A. Khan. 1977. Hormonal regulation of nucleic acid and proteins in germination, p 413- 433. In: A.A Khan (ed.), The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. North Holland, Amsterdam, Netherlands.
21. Whatley, J.M. 1985. Chomoplasts in some cycads. New Phytol. 101:595-604.
22. Witte, W.T. 1977. Storage and germination of *Zamia* seed. Proc. Fla State Hort. Soc. 90:89-91.