بررسی شکستن خواب و جوانه‌زنی بذر *Astragalus siliquosus*

حمیدرضا عیسوند[۱]، حسن مداح عارفی[۲] و رضا توکل افشاری[۳]

چکیده

جهت بررسی جوانه‌زنی و شکستن خواب بذر *Astragalus siliquosus* Boiss. آزمایشی در آزمایشگاه تکنولوژی بذر بخش تحقیقات بانک ژن منابع طبیعی با هفت تیمار و ۳ تکرار به صورت طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تیمارها شامل چند روش نفوذ پذیر کردن پوسته و اعمال سرمادهی بودند. نتایج نشان داد که حدود ۹۵٪ خواب بذر *A. siliquosus* ناشی از عدم نفوذپذیری پوسته نسبت به آب و باقی مربوط به عوامل فیزیولوژیکی است. مناسب‌ترین تیماری که بدون داشتن اثرات نامطلوب بر جنین، پوسته بذر را نسبت به آب نفوذ پذیر نمود، خراش دهی با کاغذ سنباده بود. کاربرد توام این تیمار با تیمار سرمادهی، سبب برطرف شدن بیش از ۹۸ درصد خواب بذر گونه مذکور گردید. تیمار پیش سرمایی که همراه با خراش دهی مکانیکی استفاده شد، سرعت جوانه‌زنی را به طور چشمگیری افزایش داد، اما تفاوت معنی‌داری در وزن تر و وزن خشک ایجاد نکرد. تیمار اسید سولفوریک گرچه درصد جوانه‌زنی را افزایش داد اما بیشترین درصد بذرهای مرده نیز به این تیمار اختصاص داشت. سایر تیمارها از نظر درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشتند.

واژه‌های کلیدی: *Astragalus siliquosus*، جوانه‌زنی، خواب بذر و نفوذ ناپذیری پوسته بذر

۱- ناس ارشد بانک ژن منابع طبیعی و دانشجوی دکتری زیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه تهران (e-mail:hrisvand@yahoo.com)

۲- مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع

۳- دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی، اصلاح نباتات.

مقدمه

گون‌ها متعلق به خانواده Fabaceae هستند و به طور وسیعی در سراسر مناطق معتدله جهان و در اصل در اروپا، آسیا و امریکای شمالی پراکنش دارند. از این میان، کشور ایران خاستگاه اصلی و یکی از مراکز تنوع گونه‌های گون در دنیای قدیم می‌باشد (معصومی، ۱۳۷۹). اگرچه مصرف عمده گون به عنوان علوفه برای دامها و حیوانات وحشی می‌باشد، ولی از ۳۲ گونه آن برای مصارف غذایی، دارویی، آرایشی، جانشینی برای چای و قهوه یا به‌عنوان منبع صمغهای گیاهی نیز استفاده می‌شود. در جنس گون ترکیبهای دارویی نظیر پلی ساکاریدها و ساپونین‌ها و ترکیبهای سمی مثل آلکالوئیدهای ایندوزیلیدین[1] و ترکیبهای نیترو آلیفاتیک و سلنیوم وجود دارند. از گون‌ها مواد دارویی مختلفی از جمله حفاظت کننده‌های کبدی، مواد آنتی اکسیدان، محرکهای سیستم ایمنی، مواد ضد ویروس و مواد مؤثر بر رگهای قلبی استخراج شده است. ترکیبهای آنتی اکسیدان بدست آمده از گون‌ها از خسارات کبدی جلوگیری می‌کند. عصاره بدست آمده از ریشه *A. membranceus* از کاهش محتوی گلیکوژن کبدی جلوگیری کرده، پروتئین و آلبومین کل سرم را افزایش می‌دهد. جدیدترین خواص دارویی شناخته شده گون‌ها در زمینه اثرات ضد ایدزی و ضد سرطانی است که در این راستا ترکیبهای کاستانوسپرمین[2] و آستراگالوزوئید II در دست مطالعه‌اند (Rios و Waterman، ۱۹۹۷).

A. siliquosus Boiss. گیاهی علفی، چندساله، با ساقه بلند، به ارتفاع ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر، زمان گلدهی بهار و متعلق به منطقه ایرانی تورانی با سه نام مترادف *A. ispahanicus* Boiss.، *A. teragonocarpus* Boiss. و *A. sulfureus* Bunge می‌باشد و در استانهای خراسان، آذربایجان، کردستان، همدان، لرستان، مرکزی، اصفهان، کهگیلویه و بویراحمد، یزد، کرمان، فارس و تهران گزارش شده است (قهرمان، ۱۳۷۸)

1- Indozilidine
2- Castanospermine

و از گیاهان مهم مرتعی- علوفه‌ای مقاوم به خشکی به شمار می‌رود (پیمانی فرد و طریقی، ۱۳۶۳).

در خانواده Fabaceae پوسته بذرها معمولاً سخت بوده و نسبت به آب و گازها نفوذ ناپذیر است. بنابراین، این بذرها به نحو عمده دارای خواب مکانیکی از نوع سخت پوستی هستند و این سخت پوستی تحت تأثیر جنس، گونه و شرایط محیطی به‌ویژه زمان نمو بذر است. البته در برخی موارد ممکن است که علاوه بر سخت پوستی، مواد بازدارنده جوانه‌زنی نیز در بذر یا پوسته آن وجود داشته باشند که در چنین وضعیتی حتی در صورت نفوذ پذیر بودن پوسته نسبت به آب، باز هم بذر جوانه نمی‌زند (Ellis *et al.* ۱۹۸۵). در بیشتر موارد مطالعه مورفولوژیکی بذر و رفتار آن، راهنمای خوبی برای انتخاب تیمار خواب شکنی هستند. به عنوان مثال برای برطرف نمودن خواب بذرهای خانواده Fabaceae با پوسته‌های غیر قابل نفوذ نسبت به آب، تیمار خراش‌دهی مناسب می‌باشد ولی برای برطرف شدن خواب در بذرهایی که آب جذب می‌کنند، اما جوانه نمی‌زنند اعمال تیمار پیش سرما مفید خواهد بود (Kaye، ۱۹۹۷) که این نوع خواب منشاء فیزیولوژیکی دارد (Baskin و Baskin، ۱۹۹۸). خواب فیزیولوژیکی بذر را می‌توان به سه نوع تقسیم کرد: ۱- خواب فیزیولوژیکی سبک[1]؛ در صورتی که به‌طور مصنوعی جنین را جدا کنیم، رشد کرده و گیاهچه عادی[2] تولید می‌کند و در اثر دوره‌های نسبتاً کوتاهی از سرمادهی شکسته می‌شود؛ ۲- خواب فیزیولوژیکی متوسط[3]؛ جنینهای خارج شده از پوسته جنین بذرهایی پس از سرمادهی گیاهچه عادی تولید می‌کنند، اما بسته به گونه، دوره سرمادهی ممکن است به شش ماه هم برسد، ۳- خواب فیزیولوژیک عمیق[4] که جنینهای جدا شده قادر به تولید گیاهچه

1- Nondeep physiological dormancy
2- Normal seedling
3- Intermediate physiological dormancy
4- Deep physiological dormancy

عادی نیستند و یک دوره طولانی بیش از شش ماه سرمادهی برای شکستن آن لازم است.

تیمارهای مختلفی از جمله خراش‌دهی مکانیکی، خراش‌دهی شیمیایی (به‌ویژه استفاده از اسید سولفوریک)، یخ_ آب[1]، آب داغ و امواج التراسونیک جهت بر طرف کردن خواب فیزیکی و تیمارهایی نظیر سرمادهی، پس رسی[2]، استفاده از برخی هورمونها، نوردهی و ... برای شکستن خواب فیزیولوژیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در یک آزمایش، امواج التراسونیک سبب افزایش جوانه‌زنی بذرهای یونجه معمولی[3] گردید (Baskin و Baskin، ۱۹۹۸). نگهداری بذر گون نخودی (*A. cicer*) در آب به مدت یک هفته با دمای متناوب (۸ ساعت ºC ۳۵ و ۱٦ ساعت ºC ۵۰)، جوانه‌زنی ۹۰ درصدی را در مدت ۳ روز سبب شد (Stout، ۱۹۹۸).تیمارهای یخ–آب میزان سختی بذر گون نخودی را ٤۹٪ – ٤٦٪ کاهش داد و سبب افزایش جوانه‌زنی آن گردید. خراش دهی مکانیکی بذر بدون ایجاد خسارت به جنین بذر قابل انجام است. عبور بذر گون نخودی تحت فشار $۲/۸ \ Kg/cm^2$، از میان استوانه فلزی کوچکی که با کاغذ سنباده نرم پوشانده شده بود، خواب بذر را از ٥٤٪ به یک درصد کاهش داد (Townsend و Mc Ginnies، ۱۹۷۲).

با توجه به خصوصیات مفید گون‌ها از جنبه‌های دارویی و علوفه‌ای و نیز گسترش وسیع آنها در کشور، انجام مطالعات مختلف به ویژه در زمینه شکستن خواب بذر و کشت و کار آنها– به ویژه گونه‌های بومی این جنس– ضروری است. از آنجایی که بذرهای این جنس به‌طورعمده دارای خواب می‌باشند بدست آوردن بهترین تیمارهای خواب شکنی و دستیابی به بالاترین درصد جوانه‌زنی، پیش شرطی برای انجام مطالعات

1- Freez-thaw
2- After ripening
3- *Medicago sativa*

به زراعی، به‌نژادی، فارماکولوژیکی و... می‌باشد. با توجه به‌اینکه در بررسی منابع موجود، گزارش اختصاصی در مورد جوانه‌زنی بذر *A. siliquosus* مشاهده نشد، تحقیق حاضر با هدف بررسی جوانه‌زنی، شکستن خواب بذر و یافتن مناسب‌ترین تیمار جهت برطرف نمودن خواب بذر این گونه در دستور کار قرار گرفت.

مواد و روشها

به منظور شکستن خواب بذر *A. siliquosus* آزمایش در آزمایشگاه تکنولوژی بذر بانک ژن منابع طبیعی در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار انجام شد. بذر مورد نیاز از بانک ژن منابع طبیعی تهیه شد. نمونه بذری مورد آزمون در تیرماه ۱۳۸۰ از منطقه سی سخت استان چهارمحال و بختیاری جمع آوری و در سردخانه (۱۸°C-) نگهداری شده بود. درصد جوانه‌زنی بذر در آزمون استاندارد قبل از ذخیره‌سازی (بدون اعمال هیچ نوع تیماری) ٤٪ گزارش شده بود. قبل از شروع آزمایش، جهت اطلاع از قوه نامیه، آزمون تترازولیوم براساس دستورالعمل ISTA انجام شد. در این آزمون از محلول تترازولیوم ۰/۵ درصد که محیط پایه آن بافر نمکهای KH_2PO_4 و Na_2HPO_4 بودند استفاده گردید (ISTA، ۱۹۸۵). ارزیابی بذرهای رنگ گرفته در سه تکرار ۱۰۰ تایی، میانگین درصد بذرهای زنده را ۹۹/۳٤ نشان داد. نحوه رنگ پذیری جنینها در شکل شماره ۱ نشان داده شده است. همچنین به منظور پی بردن به نوع خواب و انتخاب تیمارهای مناسب خواب شکنی، در یک آزمایش مقدماتی با استفاده از اسکالپل بخشی از پوسته بذرها حذف شد و در شرایط استاندارد جوانه‌زنی قرار گرفتند که بدین‌ترتیب بذرها به سرعت جوانه زدند.

تیمارهای خواب شکنی عبارت بودند از: شاهد، خراش‌دهی مکانیکی (ایجاد خراش روی پوسته بذر با استفاده از کاغذ سنباده به مدت ۲ دقیقه)، یخ- آب روی کاغذ کاشت (۵ چرخه یخ- آب در حالتی که بذرها روی کاغذ کاشت مرطوب قرار داشتند؛ ۳

ساعت دمای ۱۰- °C و ۵ ساعت دمای اتاق)، یخ- آب در داخل آب (۵ چرخه یخ – آب در حالتی که بذرها داخل آب قرار داشتند؛ ۳ ساعت دمای ۱۰- °C و ۵ ساعت دمای اتاق)، استفاده از اسید سولفوریک (قرار دادن بذرها در محلول اسید سولفوریک ۹۸٪ به مدت ۱۲ دقیقه و سپس سه بار شستشو با آب مقطر)، تیمار آب داغ (آب ۹۰°C روی بذرها ریخته شد و در دمای اتاق خنک شد)، خراش‌دهی مکانیکی+ پیش سرما (ایجاد خراش روی پوسته بذر با استفاده از کاغذ سنباده به مدت ۲ دقیقه و متعاقب آن اعمال پیش سرما در دمای ۵ °C -۳ و محیط مرطوب به مدت یک هفته). برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد.

پس از اعمال تیمارها، بذرها بر روی یک لایه کاغذ کشت مرطوب در پتری دیش قرار داده شدند (هر پتری ۵۰ بذر). دمای ژرمیناتور ۲۰ °C، شدت نور ۱۰۰۰ لوکس و رطوبت نسبی آن ۷۰٪ بود. برای کشت بذرها از پتری دیش‌های یک بار مصرف با قطر ۱۰cm و کاغذ کاشت استریل استفاده شد. هر پتری به‌عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. خروج ریشه چه به طول ۱ mm به‌عنوان معیار بذر جوانه زده در نظر گرفته شد. شمارش بذرهای جوانه زده در فواصل سه روزه انجام شد و تا زمانی که در دو شمارش متوالی، افزایشی در جوانه‌زنی مشاهده نگردید، ادامه یافت. بر این اساس، آزمایش ۲۱ روز به طول انجامید. در پایان آزمایش؛ طول ریشه چه و ساقه چه، وزن تر و خشک گیاهچه، تعداد گیاهچه‌های غیر عادی و تعداد بذرهای مرده یاداشت شدند.

با استفاده از روابط زیر، سرعت جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی (به‌عنوان معیاری از زمان جوانه‌زنی)، شاخص بنیه و درصد خواب فیزیولوژیکی محاسبه گردید:

فرمول سرعت جوانه‌زنی (Agrawal، ۱۹۹۲):

$$\text{سرعت جوانه‌زنی} = \sum_{1}^{j} \frac{n_i}{Di}$$

n_i تعداد بذرهای جوانه زده در روزهای شمارش و D_i تعداد روز پس از شروع آزمایش

فرمول شاخص جوانه‌زنی (Scott *et al*. ۱۹۸٤):

$$\textbf{شاخص جوانه‌زنی} = \frac{\Sigma T_i N_i}{S}$$

Ti زمان شمارش (روز) پس از کاشت، Ni تعداد بذرهای جوانه زده در هر شمارش (روز) و S کل بذرهای کاشته شده است.

فرمول شاخص بنیه (Abdul-baki و Anderson، ۱۹۷۳):

$$\textbf{شاخص بنیه} = \frac{\text{میانگین طول گیاهچه (mm)} \times \text{درصد جوانه‌زنی}}{۱۰۰}$$

درصد خواب فیزیولوژیکی = (درصد جوانه‌زنی حاصل از تیمار خراش مکانیکی) − (درصد جوانه‌زنی حاصل از تیمار خراش مکانیکی + سرمادهی)

تجزیه داده‌ها

داده‌های درصد جوانه‌زنی با استفاده از روش زاویه‌ای[1] و داده‌های سرعت جوانه‌زنی به روش رادیکالی تبدیل شدند. بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم افزار Minitab و تجزیه آنها با نرم افزار MSTAT-C انجام شد. نمودارها با نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج

اختلاف بین تیمارهای اعمال شده از نظر درصد جوانه‌زنی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. دسته‌بندی تیمارها با آزمون دانکن (در سطح احتمال ۱٪) آنها را در سه کلاس جداگانه قرار داد. تیمارهای خراش‌دهی مکانیکی و خراش‌دهی مکانیکی + پیش سرما، بیشترین درصد جوانه‌زنی را داشتند و در کلاس a قرار گرفتند. تیمار اسید سولفوریک در کلاس b و درصد جوانه‌زنی حاصل از تیمارهای اعمال یخ- آب روی کاغذ کاشت مرطوب، اعمال یخ- آب در داخل آب و تیمار آب داغ، هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند و همراه با تیمار شاهد در کلاس c قرار گرفتند (شکل شماره ۲- الف).

اختلاف بین تیمارها از نظر سرعت جوانه‌زنی، در سطح یک درصد معنی‌دار بود. پس از انجام آزمون دانکن (۱٪)، تیمار خراش‌دهی مکانیکی + پیش سرما با بیشترین سرعت جوانه‌زنی در کلاس a، تیمار خراش‌دهی با سنباده در کلاس b، تیمارهای اسید سولفوریک، شاهد، یخ- آب روی کاغذ و تیمار آب داغ در کلاس c و تیمار یخ- آب در داخل آب در کلاس d قرار گرفتند (شکل شماره۲- ب).

1- Arc scin transformation

اثر تیمارها بر شاخص جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول شماره ۱). تیمار خراش‌دهی مکانیکی دارای بیشترین شاخص جوانه‌زنی و تیمار یخ – آب داخل آب دارای کمترین شاخص جوانه‌زنی بودند (شکل شماره۲- ج). تفاوت تیمارها در کاهش یا افزایش شاخص جوانه‌زنی در مقایسه با تیمار شاهد در شکل شماره ۲- ج نشان داده شده است. اثر تیمارهای خواب شکنی بر وزن تر و وزن خشک گیاهچه، طول ریشه چه، طول ساقه چه، درصد بذرهای مرده و درصد گیاهچه‌های غیر عادی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول شماره ۱) نتیجه مقایسه میانگین این صفات با آزمون دانکن در جدول شماره ۲ آمده است.

بحث

همان‌طوری که اشاره شد خراش‌دهی مکانیکی با کاغذ سنباده، تیمار مناسبی برای نفوذ پذیر کردن پوسته و شکستن خواب بذر *A. siliquosus* بود. در اثر اعمال این تیمار، تمامی بذرها آب جذب کردند، اما همه آنها جوانه نزدند. این موضوع نشان می‌دهد که علاوه بر خواب ناشی از سخت پوستی، خواب فیزیولوژیکی نیز در بذر این گونه وجود دارد، چرا که براساس نتیجه آزمون تترازولیوم، می‌بایست ۹۹/۳٦ درصد جوانه‌زنی مشاهده شود، اما متوسط جوانه‌زنی پس از تیمار خراش‌دهی ۹۵/۱۷ درصد بود. از آنجایی که بسیاری از منابع اثر تیمار سرمادهی در افزایش جوانه‌زنی بذرهای آماس شده را برطرف شدن موانع فیزیولوژیکی جوانه‌زنی از جمله تجزیه اسید آبسیسیک (ABA)، یا کاهش غلظت آن نسبت به جیبرلیک اسید، ذکر کرده‌اند (Baskin و Baskin ، ۱۹۹۸)، بنابراین با در نظر گرفتن میزان افزایش درصد جوانه‌زنی حاصل از پیش سرما در بذرهای آماس شده، درصد خواب فیزیولوژیکی در این توده بذری ٤/۲ درصد تشخیص داده شد (جدول شماره ۳). تیمار یک هفته سرمادهی، فقط

۸۳/۹۳٪ از خواب فیزیولوژیکی را برطرف نمود و اینکه افزایش مدت سرمادهی قادر به برطرف نمودن میزان خواب (فیزیولوژیک) باقیمانده هست یا نه، موضوعی است که نیاز به بررسی بیشتر دارد. با توجه به این که در آزمایش مقدماتی، پس از حذف بخشی از پوسته بذر، جوانه‌زنی سریع با تولید گیاهچه‌های عادی صورت گرفت و با توجه به زمان کم سرمادهی که سبب جوانه‌زنی بذرهای آماس شده گردید، می‌توان نتیجه گرفت که خواب فیزیولوژیکی بذر این گونه گیاهی، به احتمال قوی از نوع سبک باشد.

تیمار اسید سولفوریک، گرچه سبب افزایش درصد جوانه‌زنی گردید، اما اثرات مضر آن نیز بالا بود و بیشترین بذرهای مرده و گیاهچه‌های غیر عادی را تولید کرد (جدول شماره ۲). دلیل این امر، به احتمال زیاد می‌تواند مربوط به غیر یکنواخت بودن ضخامت پوسته و مقاومت این توده بذری در برابر اسید باشد. زیرا چنین توده‌های بذری از نظر خصوصیات کنترل کننده خواب، غیر یکنواخت هستند. اگر مدت نگهداری بذرها در اسید کم باشد تعدادی از آنها جذب آب نخواهند داشت و اگر مدت افزایش یابد، جنین بذرهایی که دارای پوسته ضعیف‌تری هستند خسارت می‌بینند و این امر سبب از بین رفتن بذر و یا تولید گیاهچه غیر عادی می‌شود. بنابراین در چنین مواردی بهتر است که جهت خواب شکنی از اسید سولفوریک استفاده نشود. در شکل شماره ٤، چند گیاهچه غیر عادی به همراه یک گیاهچه عادی نشان داده شده است.

وجود گیاهچه‌های غیر عادی در تیمارهای خراش مکانیکی و خراش مکانیکی همراه با سرمادهی به دو موضوع زیر بر می‌گردد: ۱- ناهنجاریهای کروموزومی، ۲- خسارت به بافتهای بذر در اثر جذب سریع آب (Ellis *et al.* ۱۹۸۵). در این تیمارها به دلیل بالا بودن درصد جوانه‌زنی، فراوانی مشاهده ناهنجاریهای کروموزومی بیشتر است، چرا که تا بذری جوانه نزده باشد این پدیده هم مشاهده نمی‌شود. جذب سریع آب در بذرهایی که به لحاظ طبیعی دارای پوسته‌های سخت و درصد رطوبت پایین هستند خسارتهایی به بافتها و ساختار بذر وارد می‌کند (Ellis *et al.* ۱۹۸۵).

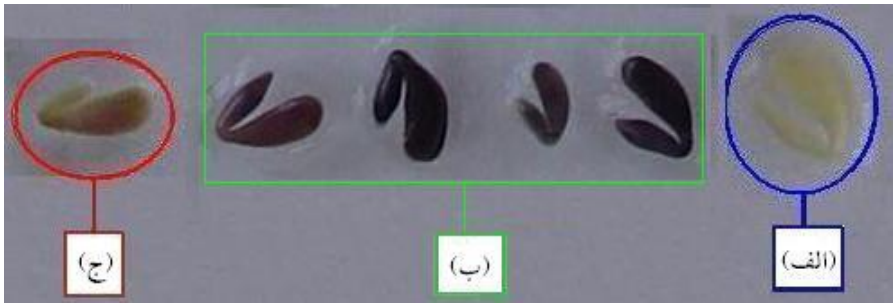
تیمارهای خراش مکانیکی و سرمادهی در مقایسه با تیمار شاهد، سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی شدند و به‌جز تیمار یخ- آب در داخل آب که سرعت جوانه‌زنی کمتری از تیمار شاهد داشت سایر تیمارها از این نظر تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشتند (شکل شماره ۲- ب). به نظر می‌رسد که تیمار خراش مکانیکی پوسته، به‌واسطه تسریع در جذب آب و تسهیل در تبادل گازها (به ویژه O_2 و CO_2) و تیمار سرمادهی به‌واسطه اثری که در برطرف نمودن عوامل بازدارنده جوانه‌زنی دارد سبب افزایش تعداد بذرهای جوانه زده در واحد زمان می‌شوند و در نهایت افزایش سرعت جوانه‌زنی را سبب می‌گردند. در این آزمایش، بیشترین سرعت جوانه‌زنی از تیمار خراش مکانیکی به همراه تیمار پیش سرما بدست آمد. تیمارهای یخ- آب هیچ‌گونه تأثیری بر افزایش نفوذ پذیری پوسته نداشتند، بنابراین از نظر درصد جوانه‌زنی تفاوتی بین آنها و تیمار شاهد مشاهده نشد. این موضوع احتمالاً به وضعیت سطح پوسته مربوط است. بررسی سطح پوسته (با دستگاه binocular) نشان داد که سطح پوسته کاملاً صاف است و کمترین جایگاهی برای نفوذ سطحی آب در آن وجود ندارد، بنابراین در چنین وضعیتی، دوره‌های یخ آب، کمکی به نفوذ پذیر کردن پوسته نخواهند کرد. تیمار یخ آب زمانی مؤثر خواهد بود که سطح پوسته دارای چروک حداقل تا عمق کمی نفوذ پذیر باشد و مقداری آب در خود نگهدارد تا انجماد و ذوب شدن آن موجبات گسیخته شدن پوسته را فراهم نماید.

کمتر بودن درصد جوانه‌زنی در تیمار یخ- آب داخل آب نسبت به تیمار شاهد، گرچه به لحاظ آماری معنی‌دار نبود، اما این احتمال وجود دارد که دلیل آن، فشرده شدن پوسته بذر در اثر نیروی حاصل از تشکیل یخ در اطراف آن بوده و یا القاء خواب ثانویه در شرایط غرقاب (کمبود اکسیژن) باشد. زیرا کمبود اکسیژن خود یکی از عوامل القاء کننده خواب می‌باشد (Baskin و Baskin، ۱۹۹۸).

شاخص جوانه‌زنی، معیاری از زمان جوانه‌زنی است و هرچه این شاخص کوچکتر باشد نشان دهنده کمتر بودن زمان جوانه‌زنی است. بیشترین مقدار این شاخص در تیمار خراش مکانیکی مشاهده گردید که دلیل آن پایین بودن سرعت جوانه‌زنی است. گرچه کمترین شاخص جوانه‌زنی از تیمار یخ- آب داخل آب بدست آمد، اما به دلیل اینکه درصد جوانه‌زنی در این تیمار بسیار ناچیز و حتی کمتر از شاهد بود (شکل شماره ۲- الف) در چنین شرایطی پایین بودن شاخص جوانه‌زنی ارزش چندانی نخواهد داشت. زیرا هدف اصلی یافتن تیمار مناسبی برای شکستن خواب بذر (یعنی جوانه‌زنی بیشینه) و پس از آن جوانه‌زنی سریع می‌باشد.

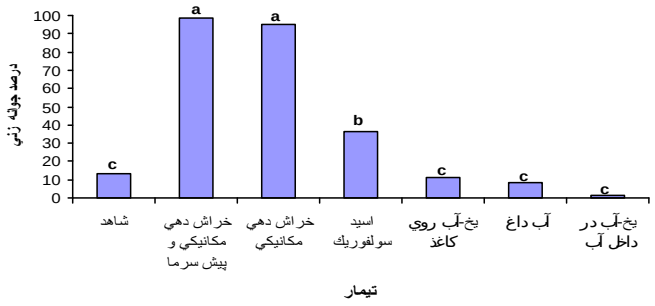
بیشترین شاخص بنیه، از تیمارهای خراش مکانیکی + پیش سرما و خراش مکانیکی بدست آمد و بقیه تیمارها از این نظر تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشتند (جدول شماره ۲). با توجه به رابطه مستقیم شاخص بنیه با درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه، بالا بودن این شاخص در این تیمارها امری بدیهی است و ناشی از بالابودن درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه می‌باشد. بخشی از افزایش طول گیاهچه مربوط به جوانه‌زنی زود هنگام در این تیمارها و بخش دیگر احتمالاً به دلیل تعدیلات هورمونی ایجاد شده در جهت جوانه‌زنی در اثر تیمار پیش سرما می‌باشد (Baskin و Baskin، ۱۹۹۸).

با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق، بهترین تیمار برای خواب شکنی بذر گونه *A. siliquosus* و داشتن گیاهچه‌های عادی، ایجاد خراش جزیی (به روش مکانیکی) در سطح پوسته و متعاقب آن قرار دادن بذرها در شرایط سرد (°C ۵-۳) و مرطوب به مدت ۱٤-۷ روز است.

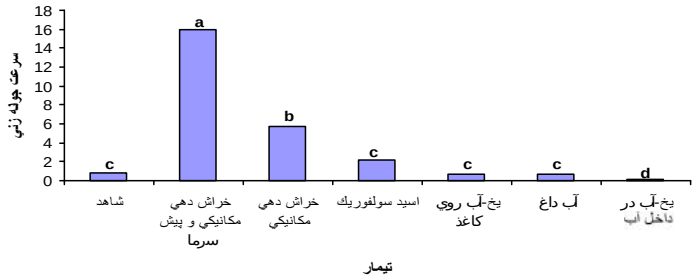


شکل شماره ۱: مدت رنگ پذیری جنینهای *A. siliquosus* در محلول ترازولیوم ۰/۵ درصد؛ یک جنین قبل از قرار گرفتن در محلول ترازولیوم. (الف)؛ جنینهای زنده (ب) و یک جنین غیر زنده (ج) پس از قرار گرفتن در محلول ترازولیوم.

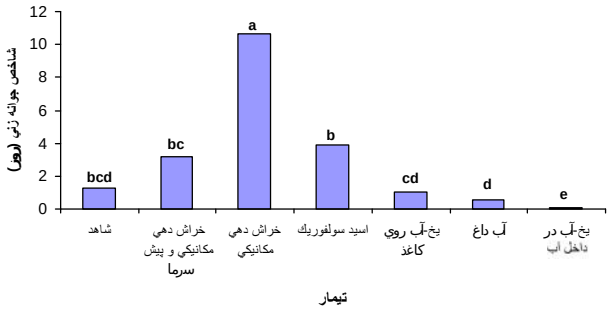
(الف)



(ب)

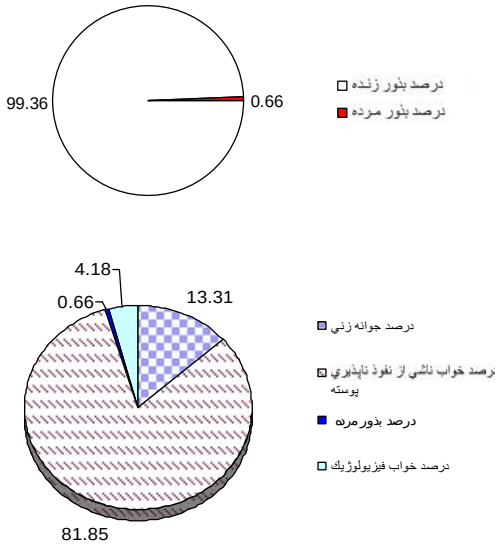


(ج)



شکل شماره ۲: اثر تیمارهای مختلف بر درصد جوانه‌زنی (الف)، سرعت جوانه‌زنی (ب) و شاخص جوانه‌زنی (ج) بذر *A. siliquosus* (تیمارهای دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری باهم ندارند)

الف



ب

شکل شماره ۳: تشریح وضعیت خواب و جوانه‌زنی بذر *A. siliquosus* (الف) و نتیجه آزمون ترازولیوم (ب)

جدول شماره ۱- مقادیر F تجزیه واریانس برخی صفات مورد بررسی در *A. siliquosus*

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی (داده‌های تبدیل شده)	سرعت جوانه‌زنی (داده‌های تبدیل شده)	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	طول ساقه چه	طول ریشه چه	درصد بذرهای مرده	درصد گیاهچه غیر عادی
تیمار	٦	۱۸۳/۰۷**	۳۹/۰۳**	۵/۷٤**	۵/۷٦**	۱۵/۷۱**	۱۲/۱٤**	٤٤/۱٤**	۱۵/۱٤**
خطا	۱٤								
ضریب تغییرات (CV%)		۱۵/۹۹	۱۷/۸۷	۲۸/۵۵	۳٦/۱۸	۲۳/۵۸	۳۷/٤۳	۵۵/۱۱	۵۷/۰٦

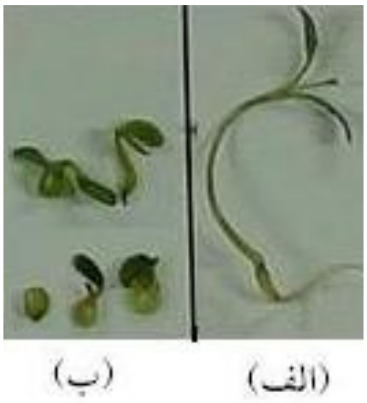
** معنی‌دار در سطح یک درصد

جدول شماره **۲- مقایسه‌های میانگین صفات شاخص بنیه، وزن تر، وزن خشک، درصد بذرهای مرده و درصد گیاهچه‌های غیر عادی.**

تیمار		شاخص بنیه	وزن تر (mg/seedling)	وزن خشک (mg/seedling)	درصد گیاهچه‌های غیر عادی	درصد بذرهای مرده
شاهد		۲ b	۱٤/۸۷ab	۰/۵۹bc	۰	۰/٦٦b
خراش مکانیکی	دهی	٤٦/۳٤ a	۲۹/٤a	۱/۷۳a	۱/۵ a	۰/٦٦b
یخ- کاغذ کاشت	روی	۱/٦۳ b	۱۸/۳٦ab	۰/۸۲abc	۰	۲b
یخ- آب در داخل آب		۰/۲٦ b	۸b	۰/۳۳c	۰	۰b
اسید سولفوریک		۹/۷۷ b	۱۷/٦۷ab	۱abc	۲ a	۱۲a
آب داغ		۳/۷۹ b	۲۵/۵۳a	۱/٤٦ab	۰	۰b
خراش مکانیکی+ سرما	دهی پیش	۵۱/۲۸ a	۳۰a	۱/٦٦a	۱/۳۲a	۰b
LSD (٪۱)		۱۲/۱٦	۱٤/۲٦	۰/۹۵	۱/۰۵	۲/۸

جدول شماره ۳: درصد خواب (سخت پوستی و خواب فیزیولوژیکی) و میزان موفقیت در برطرف کردن آن

ردیف	نوع خواب	درصد خواب بذر ناشی از این نوع	تیمار اعمال شده جهت برطرف کردن این نوع خواب	درصد شکستن این نوع خواب
۱	مکانیکی (سختی پوسته)	۹۵/۸	خراش‌دهی (سنباده)	۱۰۰
۲	فیزیولوژیکی (جنین)	٤/۲	سرمادهی (یک هفته)	۸۳/۹



شکل شماره ٤- گیاهچه عادی (الف) و نمونه‌هایی از گیاهچه‌های غیر عادی (ب)

شکل شماره -۵ تصویر گیاه *A. siliquosus* (برگرفته از منبع شماره ۲)

سپاسگزاری

این تحقیق با استفاده از امکانات بخش بانک ژن منابع طبیعی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع انجام شده است که بدین وسیله از مسئولان محترم مؤسسه تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین از آقایان مهندس نصیری و مهندس سیدیان به خاطر همکاری صمیمانه‌اشان تشکر می‌شود.

منابع

۱. پیمانی، ب. و طریقی، ع.، ۱۳۶۳. اصلاح مراتع فرسوده از طریق: بررسی فصل کشت، عمق، روش و میزان کشت بذر نباتات مرتعی مقاوم به خشکی. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.

۲. قهرمان، ا. ۱۳۷۸. فلور ایران، جلد ۲۰، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.

۳. معصومی، ع. ۱۳۷۹. گون‌های ایران، جلد چهارم، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.

4. Abdul-baki, A. A. and Anderson, J. D., 1973. Vigor determination in soybean seed by multiplication. Crop Sci., 3: 630-633.
5. Agrawal, R. L. 1992. Seed technology. Oxford and IBH Publishing Co. LTD. New Delhi.
6. Baskin, C. C. and Baskin, J. M., 1998. Seeds, ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, New York.
7. Ellis, R. H., Hong, T. D. and Roberts, E. H., 1985. Handbook of seed technology for genebanks. Volume II. Compendium of specific germination information and test recommendations. Handbook for genebanks, No.3, IBPGR.
8. Iinternational Seed Testing Association. 1985. Seed Sci. and Technol., 13, 299-355.
9. Kaye, T. N., 1997. Seed dormancy in high elevation plants: Implications for ecology and restoration. In T. N. Kaye, A. Liston, R. M. Love, D. L. Luoma, R. J. Meinke, and M. V. Wilson. Conservation and management of native plants and fungi. Native Plants Society of Oregon, Corvallis, Oregon.

10. Maguire, J. D., 1962. Speed of germination in selection and evaluation for seedling vigor. Crop Sci. 2: 176-177.
11. Rios, J. L. and Waterman, P. G., 1997. A review of the pharmacology and Toxicology of Astragalus. Phytotherapy Research. 11,411-418.
12. Stout, D., 1998. Rapid and synchronous germination of cicer milkvetch seed following diurnal temprature priming. J. Agron. Crop Sci. 181: 263-266.
13. Scott, S. J., Jones, R. A. and Williams, W. A., 1984. Review of data analysis method for seed germination. Crop Sci. 24: 1192-1199.
14. Townsend, C.E. and Ginnies, W. Mc., 1972. Temprature requirments for seed germination of several forage legumes. Agron. J. 64:809-812.