

## روش‌های موثر در شکست خواب و افزایش جوانه‌زنی بذر گون *Astragalus cicer* L.

مژده خیاط مقدم<sup>۱\*</sup>، فاطمه آگاه<sup>۱</sup>، رضا صدرآبادی حقیقی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد، گروه علوم و تکنولوژی بذر، دانشگاه آزاد اسلامی،

واحد مشهد، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، مشهد

<sup>۲</sup> دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۸/۰۷

### چکیده

سرده گون متعلق به خانواده بقولات، بیشترین تنوع و پراکندگی را در ایران دارد. گون‌ها از نظر دارویی، علوفه‌ای و اقتصادی در ایران دارای اهمیت فراوانی می‌باشند. تحقیق حاضر به منظور بررسی تیمارهای مختلف شکست خواب و تحریک جوانه‌زنی بذر گیاه *Astragalus cicer* و پیشنهاد موثرترین تیمار در افزایش جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه‌ها انجام شد. به منظور بررسی شکست خواب بذر در گیاه گون گونه *Astragalus cicer* آزمایشی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد در سال ۱۳۹۱ انجام گردید. تیمارهای مختلفی جهت غلبه بر خواب بذور مورد استفاده قرار گرفت، از جمله: سرمادهی مرطوب در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد (صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱ روز)، اسید جیبرلیک (صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) و خراش‌دهی (شاهد، خراش‌دهی با سمباده). نتایج نشان داد که درصد جوانه‌زنی در تیمار خراش‌دهی با سمباده در ترکیب با سرمادهی و جیبرلیک اسید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. علاوه بر این سرمادهی به مدت ۷ و ۱۴ روز در ترکیب با تیمار اسید جیبرلیک با غلظت ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام باعث بهبود جوانه‌زنی بذور سنبله خورده گردید. نتایج نشان داد که خواب بذر از نوع فیزیولوژیک است، زیرا بیشترین درصد جوانه زنی بذرها در اثر اعمال تیمار تلفیقی پیش سرمادهی مرطوب (به مدت ۱۴ روز) و اسید جیبرلیک (۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) بدست آمد.

**واژگان کلیدی:** جوانه‌زنی، خراش‌دهی، سرمادهی، گون.

### مقدمه

گون بزرگترین سرده گیاهان آوندی با حدود ۳۰۰۰ گونه یکساله و چندساله در ۲۵۰ بخش رده‌بندی شده است (Lock and Simpson, 1991; Maassoumi, 1998; Podlech, 1998). این سرده از اعضای قبیله گالگه<sup>۲</sup> (Polhill, 1981)

\*نویسنده مسئول: moghadam.mojde@gmail.com

در تیره بقولات می‌باشد و به شاخه (IRLC)<sup>۱</sup> تعلق دارد. این شاخه از ۴۵ سرده پروانه آسا<sup>۲</sup> تشکیل شده است. گون به جز قطب جنوب و استرالیا در سایر نقاط جهان پراکنش دارد. مرکز اولیه پیدایش این سرده در جنس گون دارای ترکیب‌های دارویی نظیر پلی ساکاریدها و ساپونین‌ها، ترکیب‌های سمی مانند آلکالوئیدهای ایندوزولیدین و ترکیب‌های نیتروآلیفاتیک و سلنیوم است. از گون‌ها مواد دارویی مختلفی از جمله آنتی‌اکسیدانت محرک‌های سیستم ایمنی، حفاظت کننده‌های کبدی، مواد ضد‌ویروسی و باکتریایی و مواد موثر بر رگ‌های قلبی استخراج شده است (Eisvand et al., 2006). ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانت درون ریشه از کاهش محتوی گلیکوژن کبدی جلوگیری کرده، پروتئین و آلبومین کل سرم را افزایش می‌دهد.

جدیدترین خواص دارویی شناخته‌شده گون‌ها در زمینه اثرات ضد ایدزی و ضد سرطانی آنهاست که در این راستا ترکیب‌های کاستانوسپرین و آستراگالوزونید نیز در دست بررسی می‌باشد (nasiri, 1994; Rios and Waterman, 1997; Du et al., 2003).

پوسته بذور گیاهان خانواده پروانه‌آسا معمولاً سخت و نسبت به آب و گازها نفوذناپذیر است. بنابراین، بذرها عموماً دارای خواب از نوع پوسته سخت بوده و این سخت پوستی تحت تاثیر جنس، گونه و شرایط محیطی زمان نمو بذر قرار می‌گیرد (Nasiri, 1994)، البته در برخی موارد ممکن است که علاوه بر سخت پوستی، مواد بازدارنده جوانه‌زنی نیز در بذر وجود داشته باشند که چنین وضعیتی حتی در صورت نفوذ پذیر بودن پوسته نسبت به آب، باز هم جوانه‌زنی صورت نمی‌گیرد (Ellis et al., 1985). در بیشتر موارد بررسی ریخت شناسی بذر و رفتار آن راهنمای خوبی برای انتخاب تیمارهای خواب‌شکنی می‌باشد مثلاً برای بر طرف نمودن خواب بذرها لگوم با پوسته‌های غیر قابل نفوذ نسبت به آب، تیمار خراش‌دهی مناسب و اعمال تیمار پیش سرما برای بر طرف شدن خواب در بذرهایی که آب جذب می‌کنند، اما جوانه نمی‌زنند، مفید خواهد بود (Bewley, 1997; Kay, 1997). تیمارهای مختلفی از جمله خراش‌دهی مکانیکی، خراش‌دهی شیمیایی، یخ و آب، آب داغ و سرمادهی، امواج فرا صوت و برخی هورمون‌ها جهت برطرف کردن خواب فیزیولوژیکی بذرها مورد استفاده قرار می‌گیرند (Baskin and Baskin, 1998; Stout, 1998). بنابراین با توجه به اهمیت ویژه گون‌ها در کشور انجام بررسی‌های مختلف در زمینه شکست خواب و تکثیر گونه‌های مهم این جنس به خصوص گونه‌های در حال انقراض حائز اهمیت می‌باشد. با توجه به نقش بذر در تولید و پرورش گیاه گون و همچنین وجود پوسته سخت و خواب موجود در بذر گونه مذکور پژوهش حاضر به منظور تعیین تأثیر تیمارهای خراش‌دهی، سرمادهی و هورمون بر روی جوانه‌زنی و یافتن تیمارهای مناسب جهت برطرف نمودن خواب بذر گیاه *Astragalus cicer* L. به اجرا در آمد.

## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال ۱۳۹۱ در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. بذور یکسان گون (*Astragalus cicer* L. از بین بذوری که از دشت قهیز یکی از مناطق استان اصفهان در سال ۱۳۹۰ جمع‌آوری شده بود، انتخاب گردید.

1- Inverted Repeat Lacking Clade

2- Papilionoid

تیمارهای مورد استفاده جهت شکست خواب بذور شامل خراش دهی در دو سطح (شاهد و خراش دهی با سنباده)، سرمادهی مرطوب در دمای ۴ درجه سانتی گراد در چهار سطح (صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱ روز) و اسیدجیبرلیک در سه سطح (صفر، ۵۰۰ پی پی ام و ۱۰۰۰ پی پی ام) بود. بذرها قبل از استفاده به مدت ۲ دقیقه در هیپوکلریت سدیم ۵ در صد قرار گرفت و پس از آن نیز چندین بار با آب مقطر شستشو گردید و سپس به مدت ۳۰ دقیقه روی صافی آبکش قرار داده شدند تا خشک شوند.

بذرهای ضدعفونی شده جهت تیمار خراش دهی توسط سنباده نرم مالش داده شدند و بعد از آن مجدداً ۲ مرتبه با آب مقطر شسته شدند.

جهت تیمار سرمایی نیز ابتدا بذرهای شاهد و خراش داده شده به مدت ۳۰ دقیقه در آب مقطر خیس شده و مقداری از هر توده تیمار (سنباده شده و شاهد) را در حوله کاغذی مرطوب پیچیده و در دمای ۴ درجه سانتی گراد به مدت ۷ روز و ۱۴ روز و ۲۱ روز نگهداری شدند، ابتدا بذور ۲۱ روزه و بعد ۱۴ روزه و بعد از آنها بذور ۷ روزه در دمای ۴ درجه سانتی گراد قرار گرفتند و هر هفته یکبار رطوبت ظروف محتوی بذر کنترل و در صورت لزوم مقداری آب مقطر به آنها اضافه گردید.

جهت تیمار هورمونی، محلول اسید جیبرلیک به غلظت های صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام، بوسیله رقیق کردن با آب مقطر تهیه شد، سپس بذور سرما دیده و شاهد نیز به مدت ۸ ساعت تحت تاثیر جیبرلین صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام قرار گرفتند.

بعد از انجام تیمارها تعداد ۲۵ بذر در پتری دیش های ۱۰ سانتی متری بر روی یک لایه کاغذ صافی واتمن قرار گرفت و حدود ۱۰ سی سی آب مقطر به آن اضافه گردید و در ژرمیناتور با درجه حرارت  $25 \pm 1$  درجه سانتی گراد قرار گرفت.

شمارش و ثبت بذرهای جوانه زده هر روز انجام گرفت و تا زمانی که در سه شمارش متوالی افزایشی در جوانه زنی مشاهده نشد، ادامه یافت. خروج ریشه چه به طول دو میلی متر به عنوان معیار بذر جوانه زده در نظر گرفته شد. پس از اتمام آزمون جوانه زنی صفت در صد جوانه زنی مورد ارزیابی قرار گرفت.

محاسبه در صد جوانه زنی نیز از رابطه زیر استفاده شد:

$$GP = GN/SN \times 100 \text{ در این فرمول}$$

GP: در صد جوانه زنی

GN: تعداد بذر جوانه زده

SN: تعداد کل بذر مورد آزمایش

برای تجزیه واریانس، تجزیه داده ها و آزمون مقایسه میانگین به روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد از برنامه آماری SAS 6.12 استفاده شد. نمودارها توسط نرم افزار Excel رسم شد.

## نتایج و بحث

اثر خراش دهی، سرمادهی و اثرهای متقابل خراش دهی × سرمادهی و سرمادهی × اسیدجیبرلیک و اثر متقابل سه گانه آنها در سطح احتمال ۱ درصد بر درصد جوانه زنی، تاثیر داشت (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین مربعات آنالیز واریانس تأثیر تیمارها بر صفت درصد جوانه‌زنی در بذر گیاه *Astragalus cicer*

| منبع تغییرات                     | درجه آزادی | درصد جوانه زنی |
|----------------------------------|------------|----------------|
| خراش دهی                         | ۱          | ۴۱۵۵/۶۸**      |
| سرمادهی                          | ۳          | ۲۸۱۰/۱۲**      |
| اسیدجیبرلیک                      | ۲          | ۵۶/۵۱ ns       |
| خراش دهی × سرمادهی               | ۳          | ۶۹۵/۶۸**       |
| خراش دهی × اسیدجیبرلیک           | ۲          | ۳۳/۳۸ ns       |
| سرمادهی × اسیدجیبرلیک            | ۶          | ۱۳۵/۹۵**       |
| خراش دهی × سرمادهی × اسیدجیبرلیک | ۶          | ۲۰۸/۱۸۰**      |
| خطای آزمایش                      | ۴۸         | ۲۴/۳۰          |
| ضریب تغییرات (CV%)               |            | ۷/۳۲           |

\*, \*\*, ns به ترتیب معنی داری در سطح ۵٪، ۱٪، و عدم معنی داری

ارزیابی برهمکنش تیمار خراش دهی و سرمادهی بر درصد جوانه‌زنی نشان داد تلفیق این دو تیمار باعث توسعه جوانه‌زنی می‌شود. تیمارهای خراش دهی با ۷ و ۱۴ روز سرمادهی به ترتیب باعث افزایش جوانه‌زنی به میزان ۳۳/۳۳ و ۳۶/۱۱ درصد نسبت به تیمار خراش دهی به تنهایی شد (جدول ۲).

جدول ۲- اثرات متقابل خراش دهی و سرمادهی بر درصد جوانه‌زنی بذر *Astragalus cicer*

| خراش دهی | سرمادهی (روز) |         |       |
|----------|---------------|---------|-------|
|          | ۷             | ۱۴      | ۲۱    |
| شاهد     | ۵۳/۳۳ d       | ۷۳/۳۳ b | ۶۲ d  |
| سنباده   | ۸۳/۳۳ a       | ۸۶/۱۱ a | ۸۰ ab |

میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند، براساس آزمون دانکن تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

در بذر *Astragalus siliquosus* تیمار پیش سرمایی که همراه با خراش دهی مکانیکی استفاده شد، جوانه‌زنی را به طور چشمگیری افزایش داد (Eisvand et al., 2006). همچنین محققین بذور *Astragalus tribuloides* را تحت تیمارهای مختلف خراش دهی و سرمادهی قرار دادند و نتایج آنها نشان داد که تیمارهای خراش دهی (با یا بدون سرمادهی) منجر به بالاترین درصد جوانه‌زنی گردید (Fateh et al., 2006). از آنجایی که کمبود اکسیژن از عوامل القاء کننده خواب است (Baskin and Baskin, 1998)، شاید تیمارهای خراش دهی، به واسطه تسریع در جذب آب و تسهیل در تبادل گازها به‌ویژه اکسیژن و دی‌اکسید کربن و تیمار سرمادهی به واسطه اثری که در برطرف نمودن عوامل بازدارنده جوانه‌زنی دارد سبب افزایش تعداد بذرهای جوانه زده در واحد زمان و در نهایت افزایش درصد جوانه‌زنی می‌گردد.

مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی تحت اثر متقابل سرمادهی و اسیدجیبرلیک نشان داد بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار ۱۴ روز سرمادهی به همراه اسیدجیبرلیک ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام بود و کمترین درصد جوانه‌زنی در تیمارهای عدم سرمادهی در سطوح متفاوت اسیدجیبرلیک بود (جدول ۳). با دقت در این جدول مشخص می‌شود که سرمادهی نقش

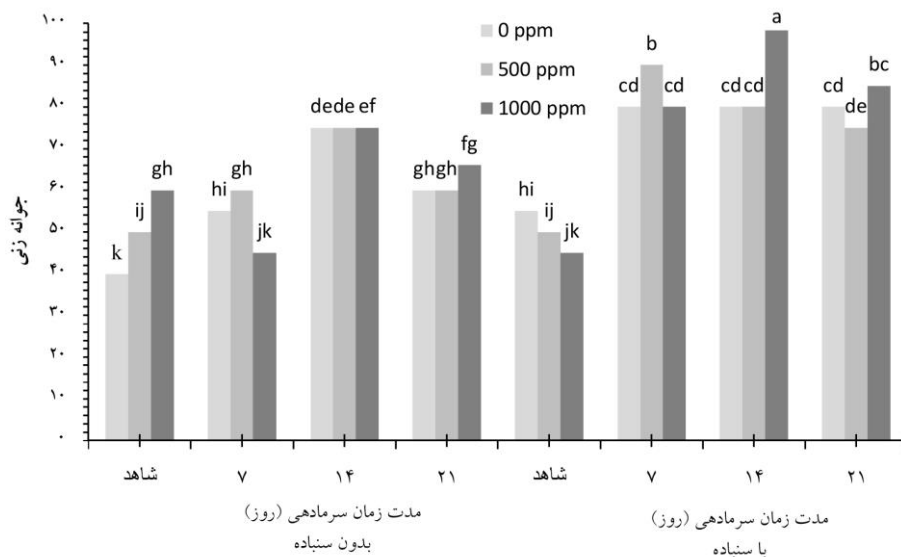
به مراتب مهمتری را در مقایسه با تیمارهای اسید جیبرلیک در افزایش درصد جوانه‌زنی بذرها داشته است. فرایند سرمادهی، تولید برخی مواد محرک رشد نظیر جیبرلین را زیاد می‌کند، دمای پایین نیز ممکن است که از طریق تأثیر روی نفوذپذیری غشاء موجب رسیدن جیبرلین به مراکز هدف در بذر گردد، افزایش سطوح آنزیم‌های کاتالاز، فسفاتاز، آلکالین لیپاز و پراکسیداز در بذرهای سرمادیده و تشکیل اسیدهای آمینه ضروری برای تغذیه جنین در طول رشد نیز از جمله تغییراتی هستند که به دنبال تیمار سرما در بذرهای سرمادیده روی می‌دهند (Zarska-Maciejewska and Lewak, 1976). در بررسی‌ها آمده است که کاربرد جیبرلین بعد از سرمادهی نه تنها اثر مثبتی بر جوانه زنی نداشته، بلکه تأثیر معکوس خواهد داشت و از نقطه نظر آنها اگرچه جیبرلین اثر مطلوبی در راه‌اندازی بسیاری از واکنش‌های آنزیمی مربوط به جوانه‌زنی دارد، اما کاربرد بلند مدت آن پس از سرما منجر به عدم تعادل ترکیب هورمونی بذرها شده و موجب عدم نمو محور جنینی می‌شود (El-Dengawy, 2005).

جدول ۳- اثرات متقابل سرمادهی و اسیدجیبرلیک بر درصد جوانه زنی بذر *Astragalus cicer*

| اسیدجیبرلیک (پی‌پی‌ام) |         | سرمادهی (روز) |      |
|------------------------|---------|---------------|------|
| ۱۰۰۰                   | ۵۰۰     | شاهد          |      |
| ۵۲/۵ e                 | ۵۰ e    | ۴۷/۵ e        | شاهد |
| ۶۲/۵ d                 | ۷۵ bc   | ۶۷/۵ cd       | ۷    |
| ۸۴/۱۶ a                | ۷۷/۵ ab | ۷۷/۵ ab       | ۱۴   |
| ۷۵/۵ abc               | ۶۷/۵ cd | ۷۰ bcd        | ۲۱   |

میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند، براساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی گونه *Astragalus cicer* تحت تأثیر اثر متقابل خراش‌دهی، سرمادهی و اسیدجیبرلیک در شکل ۱ آمده است. مقایسات میانگین نشان داد بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار ترکیبی خراش‌دهی به همراه ۱۴ روز سرمادهی و اسیدجیبرلیک ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام بود و کمترین درصد جوانه‌زنی در شاهد مشاهده شد. محققین در بذور *Eriochola villosa* (Bello et al., 1998)، *Chickpea* (Iglesias and Babiano, 1997)، *Echinacea angustifolia* (Macchia et al., 2001) و بذر باران طلایی (Rehman, 2000)، سرما و اسیدجیبرلیک را بهترین عامل شکستن رکود و افزایش جوانه‌زنی دانستند، چون در دمای پایین اکسیژن بیشتری در آب حل شده بنابراین احتیاجات اکسیژنی جنین بهتر جبران می‌گردد (Young and Young, 1986). جیبرلین‌ها با القاء تغییراتی در مراحل رونویسی و یا ترجمه برخی از ژن‌ها موجب تغییرات کمی و کیفی در سنتز برخی از پروتئین‌ها می‌شوند و در نهایت سنتز آنزیم‌های هیدرولیز کننده مولکول‌های ذخیره‌ای دانه، نظیر  $\alpha$ -آمیلاز، را تحریک می‌نمایند. این آنزیم‌ها واکنش‌های ضروری جهت تولید انرژی و ترکیبات ساختمانی لازم برای رشد و ظهور جنین را کاتالیز می‌نمایند و به این ترتیب پدیده جوانه‌زنی القاء می‌شود (Harberd and Peng, 2002). کاربرد ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک جوانه‌زنی بذرهای *Koelreuteria paniculata* را از صفر در شاهد به ترتیب به ۱۷، ۱۸ و ۱۵ درصد و پیش سرمادهی بذرهای مرطوب به مدت ۶۰ روز جوانه‌زنی را ۴۴ درصد، و ترکیب هر دو تیمار جوانه‌زنی را بعد از ۳۰ روز به ترتیب ۶۰، ۵۱ و ۵۴ درصد افزایش می‌دهد، بنابراین کاربرد توام سرما و اسیدجیبرلیک بر روی بذور خراش‌دهی شده درصد جوانه‌زنی را افزایش داد (Rehman, 2000).



شکل ۱- اثرات متقابل خراش دهی، سرمادهی و اسیدجیبرلیک بر درصد جوانه‌زنی بذر *Astragalus cicer*

### نتیجه‌گیری نهایی

در مورد بذر گونه *Astragalus cicer* به رغم سختی پوسته بذر، حذف پوشش تاثیر چشمگیری بر میزان جوانه‌زنی بذر آن نشان نداد و تیمارهای سرمادهی و اسیدجیبرلیک در بهبود روند شکست خواب این گونه موثر بودند، این امر نشان می‌دهد که سختی پوسته تنها مانع جوانه‌زنی بذر این گونه نیست، بلکه عوامل فیزیولوژیکی نیز در خواب بذر آن موثر است و سرمادهی و اسیدجیبرلیک باعث حذف هر دو نوع خواب می‌شود و روی جنین بذر موثر است. این نتیجه این فرضیه را در ذهن مجسم می‌سازد که احتمالاً یکی از علل خواب بذر این گونه گون، عدم تناسب هورمونی در بذرهای آنهاست که کاربرد سرما و اسیدجیبرلیک خارجی این تعادل را به سمت افزایش جیبرلین و آمادگی برای جوانه‌زنی سوق می‌دهد.

### Reference

- Baskin, C.C., and Baskin, J.M. 1998. Seeds: Ecology, Biogeography, Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press. San Diego.
- Bello, I.A., Hatterman-Valentini, H., and Owen, M.D.K. 1998. Effects of stratification, temperature, and oxygen on wooly Cupgrass (*Eriochloa villosa*) seed dormancy. Weed Science. 46: 526-529.
- Bewley, J.D. 1997. Seed germination and dormancy. The plant cell. 9: 1055-1066.
- Du, M., Wu, X.J., Ding, J., Hu, Z.B., White, K.N., and Branford, C.J. 2003. Astragaloside IV and polysaccharide production by hairy roots of *Astragalus membranaceus* in bioreactors. Biotechnology letters, 25:1853-1856.
- Eisvand, H.R., Arefi, H.M., and Tavakol-Afshari, R. 2006. Effects of various treatments on breaking seed dormancy of *Astragalus siliquosus*. Seed Science and Technology. 34(3):747-752.
- El-Dengawy, E.F.A. 2005. Promotion of seed germination and subsequent seedling growth of loquat (*Eriobotrya japonica*) by moist-chilling and GA3 applications. Scientia Horticulturae 105: 331-342.
- Ellis, R.H., Hong, T.D., and Roberts, E.H. 1985. Handbook of seed technology for gene-banks. Volume II. Compendium of specific germination information and test recommendations. Handbook for genebanks. No. 3. IBPGR.

- Fateh, E., Majnoonhosseini, N., Arefi, H.M., and Sharif-Zadeh, F. 2006. Seed dormancy methods breakage in *Astragalus tribuloides*. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research. 13(4): 345-360.
- Harberd, N.P. and Peng, J. 2002. The role of GA-mediated signaling in the control of germination. Sci. 5: 376-381.
- Iglesias, R.G. and Babiano, M.J. 1997. Endogenous abscisic acid during the germination of chickpea seed. Physiology. Plant 100, 500-504.
- Kay, T.N. 1997. Seed dormancy in high elevation plants: Implications for ecology and restoration. Conservation and management of native plants and fungi. Native plants society of Oregon.
- Lock, J.M., and Simpson, K. 1991. Legumes of west Asia, a checklist. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Maassoumi, A.A. 1998. *Astragalus* in the old world. Check list. Research Institute of Forests and Rangelands. Tehran.
- Macchia, M., Angelini, L.G., and Ceccarini, L. 2001. Methods to overcome seed dormancy in *Echinacea angustifolia* DC. Scientia Horticulture 89: 317-324.
- Nasiri, M. 1994. Factor affecting dormancy, germination and seed development Agricultural Research and Education Organization press, pp.63.
- Podlech, D. 1998. Phylogeny and progression of characters in Old World Astragali (Leguminosae)., In: Zhang A., Wu S. (Eds.) Floristic characteristics and Diversity of east Asian Plants., China higher Education Press., Beijing., pp. 405-407.
- Polhill, R.M. 1981. Galegeae. In: Polhill R. M., Raven P.H. (eds.) Advances in legume systematic, part Royal Botanical Gardens, Kew, pp: 371-374.
- Rehman, S. 2000. Effect of scarification, GA and chilling on the germination of golden-tree (*Koelreuteria paniculata* Laxm.). Scientia Horticulture. 85: 319-329.
- Rios, J.L. and Waterman, P.G. 1997. A review of the pharmacology and toxicology of *Astragalus*. Phototherapy Res., 11:411-418.
- Stout, D. 1998. Rapid and synchronous germination of *Cicer milkvetch* seed following diurnal temperature priming. Crop Sci., 181:263-266.
- Young, J.A., and Young, C.G. 1986. Seeds of Woody Plants in North America. Dioscorides Press, Portland, Oregon.
- Zarska-Maciejewskanál, S., and Lewak, T. 1976. The role of lipases in the removal of dormancy in apple seeds. Planta. 132: 177-181.