علوم و تحقیقات بذر ایران
سال دهم/ شماره اول/ ۱۴۰۲ (۵۲ - ۴۱)
مقاله پژوهشی
DOI: 10.22124/jms.2023.23352.1729
DOR: 20.1001.1.24763780.1402.10.1.4.7

بررسی صفات فیتوشیمیایی و روش‌های بهبود جوانه‌زنی بذر در جمعیت‌های گیاه دارویی کَبَر (*Capparis spinosa* L.) بومی ایران

پرویز رادمنش[۱]، قاسم کریم‌زاده[۲]*، آرمان بیرقدار کشکولی[۳]، علی حیدرزاده[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۹/۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۶

چکیده

گیاه دارویی کَبَر (*Capparis spinosa*) مصارف دارویی، خوراکی، و صنعتی داشته و از زمان‌های بسیار دور جهت درمان بیماری‌های کلیوی، طحال، کبد، فلج، نقرس، و روماتیسم استفاده می‌شده است. خواب ناشی از پوسته سخت بذر از جمله مشکلات جوانه‌زنی بذر در این گیاه می‌باشد، به‌منظور ارزیابی روش‌های بهبود جوانه‌زنی و بررسی ویژگی‌های فیتوشیمیایی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام پذیرفت. در این آزمایش، جهت بهبود جوانه‌زنی، بذور چهار جمعیت (تهران، تربت‌جام، فیروزآباد، و برازجان) و شش تیمار بذری (شاهد، فراصوت، پتاسیم نیترات، جیبرلیک اسید، سرمادهی، و خراش‌دهی) مورد بررسی قرار گرفت. همچنین، خصوصیات فیتوشیمیایی جمعیت‌های ذکرشده مقایسه شد. نتایج بررسی صفات فیتوشیمیایی نشان داد که جمعیت تربت‌جام بیش‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را با IC_{50} برابر با ۲۶/۴ داشت. بیش‌ترین میزان فنل کل برابر ۲۲۷/۰۳ میلی‌گرم معادل گالیک اسید بر گرم عصاره خشک و فلاونوید کل برابر با ۷۱/۵۴ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم عصاره خشک از جمعیت تهران به‌دست آمد. نتایج نشان داد که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی با ۶۲ درصد و بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی با ۳/۵ درصد در روز در تیمار جمعیت فیروزآباد در شرایط خراش‌دهی مشاهد شد. علاوه بر این، نتایج این پژوهش نشان داد که در جمعیت تهران، تربت جام، فیروزآباد، و برازجان به‌ترتیب ۶/۵۵، ۷/۲۵، ۳/۴۴، و ۱۱/۲۵ برابر نسبت به شاهد افزایش درصد جوانه‌زنی مشاهده شد. با توجه به نتایج این تحقیق، جهت افزایش میزان جوانه‌زنی گیاه دارویی با ارزش کَبَر، استفاده از خراش‌دهی توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی بذر، صفات فیتوشیمیایی، کَبَر، گیاه دارویی، *Capparis spinosa*

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، پردیس کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. parvizradmanesh@gmail.com
۲- استاد، گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، پردیس کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. Karimzadeh_g@modares.ac.ir
۳- استادیار، گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. a.beyraghdar@modares.ac.ir
۴- دانش‌آموخته دکتری، گروه زراعت، پردیس کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. ali.heidarzadeh@modares.ac.ir
*نویسنده مسئول: Karimzadeh_g@modares.ac.ir

مقدمه

گیاهان دارویی جزء منابع مهم اقتصادی در هر منطقه محسوب می‌شوند، زیرا منبع اصلی مواد مؤثره در تهیه بسیاری از داروها بوده که به‌صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Makkizadeh Tafti *et al.,* 2012). خانواده کَوَر (کَبَر)[1] شامل ۳۹ جنس و ۶۵۰ گونه در دنیا می‌باشد (Hamed *et al.,* 2007). جنس *Capparis* با دارا بودن ۲۵۰ گونه، بزرگ‌ترین جنس این خانواده است (Carra *et al.,* 2012) که شامل درختان، درختچه‌ها و بالارونده‌های چوبی می‌باشند (Hamed *et al*., 2007). کَبَر با نام علمی *Capparis spinosa* L. و نام انگلیسی Caper یکی از مهم‌ترین گونه خانواده کَبَر به شمار می‌رود و گیاهی بوته‌ای، تک‌پایه و چندساله است که در اقلیم‌های گرم و خشک رشد می‌کند. این گیاه نه تنها به کمبود آب و حرارت بالا مقاومت قابل ملاحظه‌ای نشان می‌دهد، بلکه مقاوم به سرما نیز می‌باشد و می‌تواند تا دمای ۸- درجه سلسیوس به حیات خود ادامه دهد. گیاه کَبَر در نواحی مانند دریای مدیترانه، افغانستان، ایران، هند، اندونزی، پاکستان، نپال، شمال آفریقا، جنوب غرب آسیا و اروپا پراکنش دارد (Akkari *et al*., 2016). مطالعات فیتوشیمیایی، وجود ترکیبات متنوع مختلفی از جمله گلوکوزینولات‌ها، ایزوتیوسیانات‌ها، گلوکوزیدها، فنل‌ها، ترپن‌ها، استرول‌ها، فلاونویدها، تانن‌ها، و سولفیدها در این گیاه را تأیید کرده است (Hamed *et al*., 2007; Mishra *et al*., 2007). کوئرستین یک فلاونوئید است که گیاه کَبَر بیش‌ترین مقدار کوئرستین را نسبت به دیگر گیاهان دارد (Maldini *et al*., 2016). از مشکلات اساسی این گیاه سودمند دارویی عدم جوانه‌زنی مناسب بذر و در نتیجه عدم استقرار مطلوب گیاهچه می‌باشد. تحقیقات متعددی روی جوانه‌زنی جمعیت‌های مختلف جنس کَبَر انجام گرفته و خواب جنین و پوسته سخت بذر از جمله مشکلات جوانه‌زنی بذر در این گیاه تشخیص داده شده است (Pascual *et al.,* 2004; Olmez *et al*., 2006; Soyler and Khawar, 2007; Bahrani *et al*., 2008; Suleiman *et al*., 2009; Bhoyar *et al*., 2010).

با وجود این‌که خواب بذر امری ضروری برای بقا در رویشگاه‌های طبیعی می‌باشد، ولی اولین مانع جهت زراعی‌کردن و کشت گیاهان دارویی است. بنابراین، دانستن عوامل از بین‌برنده خواب بذر جهت تکثیر و کشت گونه هدف امری بسیار ضروری می‌باشد (Farokhi *et al*., 2018). در تحقیقات استفاده از تیمارهای مختلف از جمله مواد شیمیایی مانند پتاسیم نیترات (Cirak *et al*., 2007)، سولفوریک اسید (Aliero, 2004; Nadjafi *et al*., 2006) و آب گرم ۷۰ و ۹۰ درجه سلسیوس (Aliero, 2004) و آبشویی (Booth and Sowa, 2001) برای شکست خواب و تحریک جوانه‌زنی بذرها توصیه گردیده است. در مطالعه‌ای بر *Capparis ovata* بهترین تیمار برای شکست خواب بذر خراش‌دهی پوسته بذر با کاغذ سمباده، به‌همراه جیبرلیک اسید ۴۰۰ پی‌پی‌ام گزارش شده است (Toncer and Tansi 2000). همچنین در جوانه‌زنی گیاه کَبَر تیمار سرمادهی مرطوب به‌مدت دو تا سه ماه مناسب‌ترین تیمار شکست خواب ارزیابی شده است (Agah *et al*., 2019). در گزارش مکی‌زاده تفتی و همکاران (Makkizadeh Tafti *et al.,* 2012) در بررسی اثر تیمارهای مختلف شکست خواب بذر بر جوانه‌زنی گیاه کَبَر (*C. spinosa*) گزارش شد که آبشویی بذرها موجب افزایش جوانه‌زنی شده و کاربرد جیبرلیک اسید یا نیترات پتاسیم، به‌تنهایی وقتی سودمند بودند که غلظت موسیلاژ موجود در پوسته بذر به وسیله آبشویی به حداقل رسیده باشد. استفاده از امواج فراصوت به‌عنوان یک فناوری نوین غیر حرارتی در شکستن خواب بذور گزارش شده است که نه تنها بر درصد جوانه‌نی، بلکه بر سرعت جوانه‌زنی نیز اثر مطلوبی دارد (Gordon, 1963; Shimomura, 1990, Yaldagard, 2008; Keshvari *et al*., 2008; Alvandian *et al*., 2014). امواج فراصوت با ایجاد حرارت و تأثیر مکانیکی روی غشای سلولی، پوسته بذر را نفوذپذیر کرده و به‌راحتی باعث جذب آب شده در نهایت جوانه‌زنی و خروج گیاهچه از پوسته را تسهیل می‌کند (Gavrilo, 1996). از پر مصرف‌ترین مواد شیمیایی جهت افزایش جوانه‌زنی بذرها، نیترات پتاسیم (KNO_3) می‌باشد که خواب بذور نیازمند به نور را در تاریکی برطرف می‌سازد و به‌عنوان یک عامل مؤثر در کاهش نیاز نوری و افزایش جوانه‌زنی شناخته می‌شود. همچنین، این ماده در پاسخ به فرآیندهای متابولیک بذور، مفید است. این ترکیب ممکن است باعث بیوسنتز اکسین شده و باعث شروع رویش

[1] Capparidaceae

جنین گردد (Mehra *et al*., 2003). کَبَر از گیاهان بومی است که توسعه کشت آن در مناطق و مکان‌هایی که کاشت دیگر گیاهان زراعی متداول و سودبخش نبوده، می‌تواند علاوه بر اثرات مفید بوم‌شناختی، به‌عنوان یک منبع درآمد جانبی برای کشاورزان و به‌ویژه کشاورزی کم‌نهاده باشد (Jami Al Ahmadi *et al*., 2008). با توجه به این‌که کَبَر مشکل جوانه‌زنی دارد، این پژوهش با هدف بهبود جوانه‌زنی، افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی و همچنین بررسی صفات فیتوشیمیایی آن روی جمعیت‌های مختلف کَبَر انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور انجام این آزمایش میوه‌های رسیده جمعیت‌های گیاه کَبَر (*Capparis spinosa* L.) در تابستان سال ۱۴۰۰ از چهار منطقه مختلف ایران جمع‌آوری شدند. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با دو عامل جمعیت در چهار سطح (استان خراسان رضوی (شهرستان تربت‌جام)، استان تهران (شهر تهران)، استان فارس (شهرستان فیروزآباد)، و استان بوشهر (شهرستان برازجان)) و بهبوددهنده‌های جوانه‌زنی به‌منظور شکست خواب بذر در شش سطح (فراصوت، پتاسیم نیترات، جیبرلیک اسید، سرمادهی، خراش‌دهی، و شاهد) با سه تکرار در پردیس کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس در زمستان ۱۴۰۰ اجرا شد. برای اعمال تیمار فراصوت، بذرها به‌مدت چهار دقیقه در دستگاه التراسونیک قرار داده شدند. بذرها در محلول پتاسیم نیترات ۰/۲ مولار به‌مدت ۲۴ ساعت و جیبرلیک اسید ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام به‌مدت ۱۲ ساعت قرار داده شد. همچنین، بذرهای همه جمعیت‌ها به‌منظور اعمال سرما، به‌مدت چهار هفته در دمای چهار درجه سلسیوس به‌صورت مرطوب در یخچال نگه‌داری شدند. برای اعمال تیمار خراش‌دهی نیز شیاری در قسمت ناف (شکمی) بذور با تیغ ایجاد شد (Makkizadeh Tafti *et al*., 2012; Farokhi *et al*., 2018; Agah *et al*., 2019).

پیش از اعمال تیمارها جهت رفع موسیلاژ و لعاب پوسته بذور کَبَر، به‌مدت ۲۰ دقیقه بذور در آب خیسانده و با فشار دست آن‌ها مو سیلاژ و لعاب بذر جدا گردید. بذور به‌مدت پنج دقیقه با هیپوکلریت سدیم پنج درصد (حجمی/حجمی) و به‌مدت یک دقیقه با الکل ۷۰ درصد (حجمی/حجمی) ضدعفونی گردید و در نهایت با استفاده از دستمال کاغذی ضدعفونی شده، بذور خشک شدند و سپس، تیمارها اعمال شدند. برای این آزمایش از پتری‌دیش های شیشه‌ای با قطر نه سانتی‌متر و ضدعفونی‌شده با اتوکلاو استفاده شد و درون هر پتری‌دیش ۲۵ عدد بذر سالم قرار داده شد. عملیات انتقال بذور به پتری‌دیش‌ها در زیر هود و با استفاده از پنس ضدعفونی‌شده انجام گردید. برای شروع جوانه‌زنی بذور با آب مقطر مرطوب شدند. در نهایت پتری‌دیش‌ها درون فیتوترون با دمای ۲۵ درجه سلسیوس و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی گذاشته شدند. شمارش بذور جوانه‌زده هر ۲۴ ساعت و تا زمان ثابت‌شدن سه روز پیاپی تعداد بذر جوانه‌زده ادامه یافت.

شکل ۱- بذور گیاه دارویی کَبَر

Figure 1. Seeds of a caper medicinal plant

به‌منظور اندازگیری صفات فیتوشیمیایی شامل فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنل و فلاونویید کل تعدادی از میوه‌های هر جمعیت که در سایه خشک شده بودند، درون هاون کوبیده شدند و سپس الک گردید. مقدار پنج گرم از پود الک‌شده برداشته و به‌مقدار ۵۰ میلی‌لیتر متانول به آن اضافه گردید، به‌مدت ۳۰ دقیقه در دستگاه التراسونیک قرار داده شد و سپس آن را با کاغذ صافی صاف نموده و عصاره را در درون بالون ریخته و حلال به کمک دستگاه روتاری از عصاره جدا گردید.

صفات جوانه‌زنی

صفات مورد بررسی جوانه‌زنی شامل وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه وزن خشک گیاهچه، شاخص بنیه برحسب وزن خشک گیاهچه، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی، می‌باشد. برای اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی[۲] از رابطه (۱) استفاده شد.

$$Gp = \frac{\sum Ni}{\sum n} \times 100 \quad \text{(رابطه ۱)}$$

$\sum Ni$ مجموع کل بذور جوانه‌زده تا پایان آزمایش و $\sum n$ تعداد بذور می‌باشد. سرعت جوانه‌زنی [۳] نیز از رابطه (۲) محاسبه گردید (Maguire, 1962).

$$Gr = \sum \left(\frac{n}{t}\right) \quad \text{(رابطه ۲)}$$

n تعداد بذرهایی که جدیدا در زمان t جوانه‌زده و t تعداد روزهای بعد از کشت بودند. برای اندازه‌گیری وزن خشک گیاهچه، ریشه‌چه و ساقه‌چه را درون پاکت کاغذی قرار داده و به‌مدت یک هفته در سایه خشک گردید و سپس با ترازوی دقیق وزن شدند. برای محا سبه بنیه بذر برحسب وزن خشک گیاهچه (SWVI[۴]) از رابطه (۳) استفاده شد.

$$SWVI = \frac{SDW \times GP}{100} \quad \text{(رابطه ۳)}$$

SDW[۵]: وزن خشک گیاهچه وGP: درصد جوانه‌زنی بودند.

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی

برای این منظور از DPPH (2,2-Diphenyl- Picryl- Hydrazyl) استفاده شد (Bozin *et al.*, 2007). عصاره متانولی میوه‌های جمعیت‌ها با غلظت‌های ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در متانول تهیه گردید. در این مرحله DPPH با غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر متانول تهیه شد. سپس مخلوطی با حجم ۲۰۰ میکرولیتر حاوی DPPH و متانول به نسبت ۱:۱، ۳۰ میکرولیتر از غلظت‌های مختلف عصاره‌ها تهیه گردید و هر کدام در سه تکرار در لوله آزمایش قرار داده شد. سپس نمونه‌ها به‌مدت یک ساعت در دستگاه شیکر انکوباتور در تاریکی قرار داده شد. میزان جذب نوری نمونه‌ها بلا فاصله به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر ا ندازه‌گیری گردید. درصد مهار رادیکال آزاد DPPH نمونه‌ها با استفاده از رابطه زیر به‌دست آمد.

$$RSC[۶]\ (\%) = 100 \times \left(\frac{A_{sample} - A_{blank}}{A_{blank}}\right) \quad \text{(رابطه ۴)}$$

RSC، درصد مهار رادیکال‌های آزاد، A_{blank}، جذب بلانک و A_{sample}، جذب نمونه بودند. همچنین، برای مقایسه فعالیت عصاره‌ها از پارامتر IC_{50} استفاده شد (IC_{50} غلظتی از عصاره است که ۵۰ درصد رادیکال‌های آزاد را مهار می‌کند).

سنجش فنل کل

برای اندازه‌گیری میزان فنل کل از روش فولین سیکاتیو استفاده شد (Slinkard and Singletonm 1997). برای این کار، عصاره‌های نمونه خشک با غلظت ۰/۰۱ گرم در میلی‌لیتر متانول تهیه گردید. همچنین، سدیم کربنات هفت درصد (وزنی/حجمی) حل‌شده در آب مقطر در بالون ژوژه تهیه گردید. سپس حجم ۲۰ میکرولیتر از هر عصاره در لوله آزمایش ریخته شده، به‌دنبال آن ۲ میلی لیتر آب مقطر و ۱۰۰ میکرولیتر فولین، ۳۰۰ میکرولیتر سدیم کربنات هفت درصد نیز اضافه گردید و نمونه‌ها در سه تکرار آماده شدند. سپس محلول حاصل به‌مدت ۲ ساعت در دستگاه شیکر انکوباتور قرار داده شد و در نهایت توسط اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۵ نانومتر خوانده شد. از طریق منحنی استاندارد گالیک اسید که با غلظت‌های ۱۰۰۰۰، ۵۰۰۰، ۱۰۰۰، ۲۵۰، ۱۰۰، ۳۰ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر به دست آمد، بر حسب اکی والان گالیک اسید در یک گرم عصاره خشک گزارش گردید.

سنجش فلاونویید کل

برای اندازه‌گیری فلاونویید کل از روش آلومینوم کلراید استفاده شد (Smith and Winder 1996). ابتدا عصاره‌ها با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر متانول تهیه گردید.

[1]Germination Percentage; GP
[3]Germination Rate; GR
[4]Seedling Weight Vigor Index; SWVI
[5]Seedling Dry Weight; SDW
[6]Radical Scavenging Capacity; RSC

همچنین، آلومینیوم‌کلراید دو درصد (وزنی/حجمی) حل شده در متانول آماده شد. سپس، حجم ۶۰۰ میکرولیتر از عصاره در لوله آزمایش ریخته شد. حجم ۶۰۰ میکرولیتر آلومینیوم کلرید دو درصد اضافه شد و نمونه‌ها در سه تکرار آماده شدند. میزان جذب نور محلول حاصل بعد از ۱۰ دقیقه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۲۰ نانومتر قرائت گردید. با استفاده از منحنی استاندارد کوئرستین با غلظت‌های ۵، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم کوئرستین اکی‌والان در یک گرم خشک عصاره گزارش شد.

داده‌های به‌دست آمده از صفات فیتوشیمیایی و صفات مربوط به جوانه‌زنی در این پژوهش، بعد از اطمینان از نرمال‌بودن باقی‌مانده‌های داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.4 و روش GLM[7] تجزیه واریانس شده و میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌داری (LSD[8]) مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به صفات و شاخص‌های جوانه‌زنی

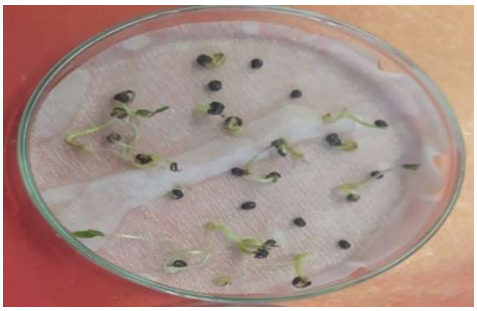
درصد جوانه‌زنی

جدول تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش جمعیت و تیمارهای اعمال‌شده تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد روی درصد جوانه‌زنی گذاشت (جدول ۱). بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی از تیمار خراش‌دهی در جمعیت فیروزآباد (۶۲ درصد) به‌دست آمد که نسبت به شاهد در این جمعیت افزایش ۳/۳۸ برابر داشت (جدول ۲)، این درحالی است که کم‌ترین مقدار درصد جوانه‌زنی از تیمار فراصوت در جمعیت برازجان با ۳/۶۷ درصد مشاهده شد (جدول ۲) و با تیمارهای شاهد (۴/۰۰ درصد)، پتاسیم نیترات (۴/۳۳ درصد)، و جیبرلیک اسید (۴/۶۷ درصد) در جمعیت برازجان و تیمارهای شاهد (۵/۵۰ درصد)، فراصوت (۳/۷۱ درصد)، و پتاسیم نیترات (۶/۲۵ درصد) در جمعیت تهران در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۲). جدول همبستگی صفات نشان داد که درصد جوانه‌زنی با شاخص بنیه بذر بر حسب وزن خشک گیاهچه (۰/۹۵۹**) و (۰/۲۷۱* = r) همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد (جدول ۳).

این تحقیق نشان داد که می‌توان به کمک روش‌های ساده و ارزان جوانه‌زنی را در گیاه کَبَر را به میزان قابل توجهی بالا برد. یکی از این روش‌ها استفاده از خراش‌دهی در قسمت شکمی بذر (شکل ۱) که محل خروج ریشه‌چه و ساقه‌چه هست. با توجه به این که پوسته سخت بذر مانع از جذب آب و در صورت جذب آب مانع از خروج ریشه‌چه می‌گردد، سبب افزایش جوانه‌زنی می‌شود. خراش‌دهی به‌وسیله تیغ باعث افزایش میزان جوانه‌زنی در تمامی جمعیت‌ها گردید. این افزایش در جمعیت فیروزآباد بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی را داشت. نتایج این بخش از آزمایش با نتایج دیگر محققین (Toncer and Tansi, 2000; Grepsson, 2001). این محققین بهترین روش برای افزایش جوانه‌زنی *Capparis ovata* را خراش‌دهی با سم‌باده گزارش کردند. ازآن جایی که جوانه‌زنی بذور جمعیت‌های کَبَر با استفاده از تیمارهای سرمایی، جیبرلیک اسید، فراصوت و پتاسیم نیترات به‌تنهایی نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت، می‌توان نتیجه گرفت که خواب بذر بر گرفته از پوسته سخت بذر می‌باشد. در مطالعه‌ای (Sozzi and Chicsa, 1995) بر روی جوانه‌زنی بذر گیاه کَبَر گزارش کردند که خواب بذر این گیاه ناشی از سختی پوسته بذر می‌باشد و خراش‌دهی بذر را بهترین تیمار برای شکست خواب بذر کَبَر عنوان کردند که با نتایج تحقیق حاضر کاملا مطابقت دارد. بحرانی و همکاران (Bahrani *et al.,* 2008) بیان کردند که خراش‌دهی پوسته بذر نقش به‌سزایی در جوانه‌زنی بذر کَبَر دارد. همچنین اولمز و همکاران (Olmez *et al.,* 2006) در بررسی جوانه‌زنی بذر کَبَر، گزارش کردند که خراش‌دهی پوسته بذر، جوانه‌زنی بذر را در مقایسه با شاهد افزایش داده که این نشان‌دهنده این است که خواب بذر این گیاه ناشی از پوسته سخت بذر آن می‌باشد که برای افزایش جوانه‌زنی و تحریک آن، خراش‌دهی پوسته بذر الزامی است.

[7]Generalized Linear Model; GLM

[8]Least Significant Difference; LSD



شکل ۲- بذور کَبَر جوانه‌زده بعد از تیمار خراش‌دهی

Figure 2. Germinated caper seeds after scarification treatment

سرعت جوانه‌زنی

جدول تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش جمعیت و تیمارهای اعمال‌شده تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد روی سرعت جوانه‌زنی گذاشت (جدول ۱). بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی از تیمار خراش‌دهی در جمعیت فیروزآباد (۳/۴۹۷ درصد در روز) به‌دست آمد که نسبت به شاهد در این جمعیت افزایش ۲/۸ برابر داشت (جدول ۲). این درحالی است که کم‌ترین مقدار سرعت جوانه‌زنی از تیمار فراصوت در جمعیت برازجان با ۰/۱۴۷ درصد در روز مشاهده شد (جدول ۲) و با تیمار فراصوت در جمعیت تهران با ۰/۳۲۳ درصد در روز در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۲). جدول همبستگی صفات نشان داد که سرعت جوانه‌زنی با درصد جوانه‌زنی (r = ۰/۷۹۴**)، و شاخص بنیه بذر بر حسب وزن خشک گیاهچه (r = ۰/۷۴۸**)، همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۳). خراش‌دهی در پوسته بذور کَبَر به‌علت جذب آب و اکسیژن توسط جنین بذر باعث تغییرات بیوشیمیایی هیدرولیزکننده و افزایش آنزیم‌های تجزیه‌کننده مرتبط با جوانه‌زنی مانند آلفا آمیلاز می‌باشد که افزایش فعالیت آنزیمی سبب شکسته‌شدن قندها گردیده و مواد نشاسته‌ای ذخیره‌ای بذر را به مواد قابل استفاده برای جنین تبدیل می‌کند که این فرایند سبب افزایش درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بذور می‌گردد (Malekzade and Fallah, 2015).

جدول ۱- تجزیه واریانس درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و شاخص بنیه بذر برحسب وزن خشک گیاهچه تیمارهای مختلف جمعیت‌های گیاه دارویی کَبَر

Table1. Analysis of variance of germination percentage, germination rate, seedling dry weight, hypocotyl dry weight, radicel dry weight, and seedling weight vigor index different treatments populations of caper medicinal plant

منبع تغییرات Source of Variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares					
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Pedicle dry weight	وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight	شاخص وزنی بنیه گیاهچه Seedling weight vigor index
جمعیت (P) Population	3	454.951**	3.058**	9.603**	8.257**	0.1937**	0.641**
تیمار(T) Treatment	5	3121.666**	7.379**	0.306**	0.358**	0.0282**	3.437**
اثرمتقابل PT	15	141.041**	0.776**	0.763**	0.630**	0.0319**	0.224**
خطا Error	48	3.415	0.023	0.001	0.001	0.0005	0.003
ضریب تغییرات(%) CV	-	10.38	10.53	1.23	1.31	5.16	10.224

**تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

** Significant at 1% probability level

وزن خشک گیاهچه، ساقه‌چه، ریشه‌چه، و شاخص بنیه بذر کَبَر برحسب وزن خشک گیاهچه

جدول تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش جمعیت و تیمارهای اعمال‌شده تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد روی وزن خشک گیاهچه، ساقه‌چه، ریشه‌چه، و شاخص بنیه بذر بر حسب وزن خشک گیاهچه گذاشت (جدول ۱). بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه کَبَر از تیمار پتاسیم نیترات در جمعیت برازجان (۴/۷ میلی‌گرم) به‌دست

آمد (جدول ۲)، این درحالی است که کم‌ترین مقدار وزن خشک گیاهچه از تیمار جیبرلیک اسید در جمعیت تهران با (۱/۸۷۰ میلی‌گرم) حاصل شد (جدول ۲)، بیش‌ترین وزن خشک ساقه‌چه مربوط به تیمار شاهد در جمعیت تهران با (۴/۱۷۰ میلی‌گرم) و کم‌ترین مقدار به تیمار شاهد در جمعیت تهران با (۱/۵۵ میلی‌گرم) تعلق داشت (جدول ۲)، بیش‌ترین وزن خشک ریشه‌چه مربوط به تیمار پتاسیم نیترات در جمعیت فیروزآباد با (۰/۷۹ میلی‌گرم) و کم‌ترین مقدار به تیمار جیبرلیک اسید در جمعیت تربت‌جام با (۰/۲۶ میلی‌گرم) تعلق داشت (جدول ۲) و با تیمار جیبرلیک اسید در جمعیت تهران با ۰/۲۷ میلی‌گرم در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین مربوط به وزن خشک گیاهچه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و شاخص بنیه بذر برحسب وزن خشک گیاهچه تیمارهای مختلف جمعیت های کَبَر

Table 2. Mean comparisons of seedling dry weight, hypocotyl dry weight and radicle dry weight different treatments of caper populations

جمعیت‌ها Populations	تیمارها Treatments	درصد جوانه‌زنی (٪) Germination percentage (%)	سرعت جوانه‌زنی (درصد بر روز) Germination rate (% day-1)	وزن خشک گیاهچه (mg) Seedling dry weight (mg)	وزن خشک ساقه‌چه (mg) Hypocotyl dry weight (mg)	وزن خشک ریشه‌چه (mg) Radicle dry weight (mg)	شاخص بنیه بذر برحسب وزن خشک گیاهچه Seedling weight vigor index
تهران Tehran	آب مقطر (شاهد) Distilled water (Control)	5.50kl	0.643ij	1.89p	1.55p	0.38ij	0.104jk
	فراصوت Ultrasonic	3.71l	0.323jk	2.00o	1.80o	0.37jk	0.074k
	پتاسیم نیترات KNO_3	6.25kl	0.526ij	2.48m	2.08n	0.44gh	0.155i-k
	جیبرلیک اسید Gibberellic acid (GA3)	10.33ij	1.281fg	1.87p	1.26q	0.27m	0.193h-k
	سرمادهی Chilling	28.00d	0.826hi	2.54lm	2.06n	0.47gh	0.711d
	خراش‌دهی Scarification	36.00c	2.679b	2.39n	2.13mn	0.30lm	0.859c
تربت جام Torbat-e-Jam	آب مقطر (شاهد) Distilled water (Control)	8.00jk	0.679i	3.15h	2.80g	0.37jk	0.252g-i
	فراصوت Ultrasonic	11.33h-j	0.581ij	3.09hi	2.60h	0.54d	0.350fg
	پتاسیم نیترات KNO_3	19.00ef	2.223c	2.59l	2.19m	0.32kl	0.491e
	جیبرلیک اسید Gibberellic acid (GA_3)	15.00f-h	1.477e-g	2.55lm	2.29k	0.26m	0.383ef
	سرمادهی Chilling	11.67h-j	1.906dc	2.86j	2.37j	0.49e-g	0.334fg
	خراش‌دهی Scarification	58.00a	3.343a	2.80j	2.20lm	0.52ef	1.625b
فیروزآباد Firuzabad	آب مقطر (شاهد) Distilled water (Control)	18.33e-g	1.250fg	3.55ef	2.87g	0.74b	0.651d
	فراصوت Ultrasonic	21.67e	2.150c	4.17c	3.43d	0.48e-g	0.903c
	پتاسیم نیترات KNO_3	11.67h-j	1.550ef	2.70k	2.28kl	0.79a	0.315f-h
	جیبرلیک اسید Gibberellic acid (GA_3)	14.33g-i	1.150gh	3.05i	2.30jk	0.53de	0.437ef
	سرمادهی Chilling	12.00h-j	1.747de	3.60e	3.15e	0.47f-h	0.432ef
	خراش‌دهی Scarification	62.00a	3.497a	3.37g	2.57hi	0.60c	2.089a
برازجان Borazjan	آب مقطر (شاهد) Distilled water (Control)	4.00kl	0.523ij	4.17c	4.17a	0.34j-l	0.166h-k
	فراصوت Ultrasonic	3.67l	0.143k	2.85j	2.51i	0.35jk	0.105jk
	پتاسیم نیترات KNO_3	4.33kl	2.143c	4.70a	3.80b	0.43hi	0.204h-j
	جیبرلیک اسید Gibberellic acid (GA_3)	4.67kl	0.827hi	3.70d	3.40d	0.38ij	0.172i-k
	سرمادهی Chilling	12.00h-j	1.197g	3.50f	3.05f	0.45gh	0.420ef
	خراش‌دهی Scarification	45.33b	2.073cd	4.40b	3.67c	0.49d-g	1.996a
$LSD_{1\%}$	-	4.05	0.33	0.08	0.07	0.05	0.13

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف لاتین مشترک تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهند (مقایسه میانگین‌ها به روش LSD).

In each column, means with the same Latin letters are not significantly different (Mean comparisons done by LSD method).

بیش‌ترین شاخص بنیه بذر کَبَر بر حسب وزن خشک گیاهچه از تیمار خراش‌دهی در جمعیت فیروزآباد با ۰/۰۸۹ به‌دست آمد (جدول ۲) و کم‌ترین مقدار به تیمار فراصوت از جمعیت تهران با مقدار ۰/۰۷۴ تعلق داشت (جدول ۲). با توجه به این که گیاه کَبَر دارای خواب مکانیکی ناشی از پوسته بذر می‌باشد که مانع از جوانه‌زنی و خروج ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد، هر عاملی که سبب از بین رفتن پوسته بذر گردد باعث جذب سریع آب و اکسیژن گردیده و بذور سریعا جوانه‌زده و باعث خروج زود هنگام ریشه‌چه و ساقه‌چه شده که سبب رشد سریع گیاهچه شده درنتیجه وزن گیاهچه افزایش می یابد (Baskin and Baskin, 1998). از آن‌جایی‌که شاخص بنیه بذر حاصل‌ضرب درصد جوانه‌زنی و وزن گیاهچه می‌باشد، هر عاملی که میانگین آن‌ها را افزایش دهد میزان شاخص وزنی بنیه بذر را افزایش می‌دهد. همان‌طور که مشاهده شد خراش‌دهی پوسته بذر درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه و در نتیجه وزن آن را افزایش داد، پس با ایجاد خراش‌دهی در پوسته، این شاخص نیز افزایش یافت (Sharma *et al*., 2014).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی بذر

جدول تجزیه واریانس نشان داد که جمعیت‌های کَبَر تأثیر معنی‌داری روی صفات فیتوشیمیایی در سطح یک درصد داشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های جمعیت‌های بررسی شده نشان داد که کم‌ترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به عصاره جمعیت فیروزآباد با IC_{50} برابر با ۵۵/۷۳ میکروگرم بر میلی‌گرم و بیش‌ترین مربوط به عصاره جمعیت تربت جام با IC_{50} برابر با ۲۶/۴۰ می‌باشد (جدول ۵). تغییرات عوامل اکولوژیک نقش مؤثری بر رشد و افزایش کمیت و کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی دارند. در نظر گرفتن ویژگی های محل رویش، موقعیت جغرافیایی و عوامل اکولوژیک بر روی گیاه در طبیعت از عمده عواملی هستند که می‌توانند بر میزان مواد مؤثره گیاه اثر زیادی داشته باشند (Zovko Koncic *et al*., 2010; Sun *et al*., 2011). تفاوت در شرایط آب هوایی از قبیل میزان بارش، رطوبت نسبی در طول فصل رشد گیاه و همچنین درجه حرارت می‌تواند دلیل تفاوت جمعیت تربت جام با دیگر جمعیت‌ها باشد.

محتوای فنل کل بذر

مقایسه میانگین محتوای فنل کل عصاره جمعیت‌های مورد بررسی نشان داد که جمعیت تهران با میانگین ۲۲۷/۰۳ میلی‌گرم معادل گالیک اسید بر گرم عصاره خشک دارای بیش‌ترین محتوای فنل کل و جمعیت فیروآباد با میانگین ۱۰۰/۴۳ میلی‌گرم معادل گالیک اسید بر گرم عصاره خشک دارای کم‌ترین محتوای فنل کل بود (جدول ۵).

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده بین صفات جوانه زنی جمعیت‌های کَبَر

Table 3. Simple correlation coefficients between germination traits of caper populations

صفات Traits	سرعت جوانه‌زنی (درصد بر روز) Germination rate (% day-1)	درصد جوانه‌زنی (٪) Germination percentage (%)	وزن خشک گیاهچه (mg) Seedling dry weight (mg)	وزن خشک ساقه‌چه (mg) Hypocotyl dry weight (mg)	وزن خشک ریشه‌چه (mg) Radicle dry weight (mg)
درصد جوانه‌زنی (درصد) Germination percentage (%)	0.794**	1.000			
وزن خشک گیاهچه (mg) Seedling dry weight (mg)	0.209ns	0.090ns	1.000		
وزن خشک ساقه‌چه (mg) Hypocotyl dry weight (mg)	0.073ns	-0.029	0.960**	1.000	
وزن خشک ریشه‌چه (mg) Radicle dry weight (mg)	0.211ns	0.271*	0.252*	0.131ns	1.000
شاخص بنیه بذر برحسب وزن خشک گیاهچه Seedling weight vigor index	0.748**	0.959**	0.284*	0.154ns	0.325*

ns، * و ** به‌ترتیب عدم همبستگی در سطح احتمال ۵ درصدو وجود همبستگی در سطوح احتمال ۵و ۱ درصد

ns, *, ** No correlation at 5% probability level and correlations at 5% and 1% probability levels, respectively.

در تحقیق بر روی دو گونه از گیاه زرشک گزارش شده که زیستگاه گیاه از طریق تغییرات اقلیمی می‌تواند بر فرآیند تشکیل متابولیت‌های ثانویه در اندام‌های مختلف گیاه تأثیرگذار باشد (Zovko Koncic *et al*., 2010).

محتوای فلاونویید کل بذر

مقایسه محتوای فلاونویید کل جمعیت‌های گیاه کَبَر نشان داد که جمعیت تهران و برازجان به‌ترتیب برابر با ۷۱/۵۴ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم عصاره خشک بیش‌تر از دو جمعیت دیگر بود (جدول ۵) و همچنین تفاوت محتوای فلاونویید کل در میان جمعیت‌های مورد بررسی از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۴). عوامل متعددی می‌تواند بر محتوای ترکیبات فنولی و فلاونوییدی تأثیرگذار باشد که نمونه گیاهی (نوع گونه، جمعیت، اندام مورد استفاده، و مرحله نمو) و شرایط محیطی گیاه (نوع خاک، شرایط اقلیمی (دما، رطوبت، میزان بارندگی، و ارتفاع از سطح دریا) و تنش‌ها) از جمله این عوامل می‌باشند (Moraes de Souza *et al*., 2008).

جدول ۴- تجزیه واریانس مربوط به فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنول کل و فلاونویید کل جمعیت‌های مختلف کَبَر

Table 4. Analysis of variance for antioxidant activity, total phenol, and total flavonoid of caper populations

منبع تغییرات (Source of Variation)	درجه آزادی df	میانگین مربعات (Mean squares)		
		فعالیت آنتی‌اکسیدانی Antioxidant activity	محتوای فنل کل Total phenol	محتوای فلاونوید کل Total flavonoid content
جمعیت Population (P)	3	602.78**	9844.30**	1644.20**
خطاError	8	11.40	13.90	9.40
ضریب تغییرات CV (%)	-	8.49	2.28	7.47

**تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

** Significant at 1% probability level.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های مربوط به فعالیت آنتی‌اکسیدانی، محتوی فنل کل، و محتوی فلاونویید کل جمعیت‌های مختلف کَبَر

Table 5. Mean comparisons of antioxidant activity, total phenol content, and total flavonoid content of different caper populations

جمعیت Population	فعالیت آنتی‌اکسیدانی (میکرو گرم بر میلی گرم) Antioxidant activity (µg/mg)	محتوای فنل کل(میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم وزن خشک عصاره) Total phenol content (mg GAE/g DW Extract)	محتوای فلاونویید کل (میلی‌گرم کوئرستین بر گرم وزن خشک عصاره) Total flavonoid content (mg QE/g DW Extract)
تهران Tehran	29.33[b]	227.03[a]	71.54[a]
تربت جام Torbat-e-Jam	26.40[b]	193.33[b]	22.67[c]
فیروزآباد Firuzabad	55.73[a]	100.43[d]	22.67[c]
برازجان Borazjan	47.53[a]	132.83[c]	47.27[b]
$LSD_{1\%}$	9.25	10.21	8.40

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف لاتین مشترک تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهند.

In each column, means with the same Latin letters are not significantly different.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق می‌توان استنباط کرد که بذور کَبَر دارای خواب مکانیکی ناشی از پوسته سخت بذر می‌باشند که مانع از جوانه‌زنی آن‌ها می‌گردد. مطابق نتایج این پژوهش برای رفع خواب بذرهای کَبَر، تیمار خراش‌دهی نسبت به سایر روش‌ها (فراصوت، پتاسیم نیترات، سرمادهی، و جیبرلیک اسید) بالاترین تأثیر را داشت و توانست ۵/۶۶ برابر نسبت به شاهد درصد جوانه‌زنی را در کل جمعیت‌های مورد مطالعه (تهران، برازجان، فیروزآباد، و تربیت جام) افزایش دهد. لذا، خراش‌دهی برای افزایش درصد جوانه‌زنی در گیاه دارویی ارزشمند کَبَر توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

از جناب آقای دکتر علی مختصی بیدگلی، استادیار گروه زراعت، محمد نورانی، دانشجوی دکتری گروه باغبانی، مهندس عبدالجبار ایری و مهندس محسن یادگاری به ترتیب کارشناسان آزمایشگاه‌های گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی و گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس جهت همکاری تشکر و قدردانی می‌نماید.

منابع

Agah, F., Esmaeili, M.A., Farzam, M. and Abbasi, R. 2019. Effect of dormancy breaking treatments and seed bed medium on seed germination and morphology of *Capparis spinosa* L. seedlings. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 9(3): 45-57. **(Journal)**

Akkari, H., Bchir, F., Hajaji, S., Rekik, M., Sebai, E., Hamza, H., Darghouth, M.A. and Gharbi, M. 2016. Potential anthelmintic effect of *Capparis spinosa* as related to its polyphenolic content and antioxidant activity. Veterinarni Medicina, 61(6): 308-316. **(Journal)**

Aliero, B. L. 2004. Effect of sulphuric acid, mechanical scarification and wet heat treatment on germination of seeds of *Parkia biolobosa*. African Journal of Biotechnology, 3: 179-181. **(Journal)**

Alvandian. S., Vahedi, A. and Taghi-Zadh, R. 2014. The effect of ultrasound and chilling on seed germination medicinal plants (*Myrtus communis* L.). Journal of Seed Research, 3(3): 21-31. (In Persian) **(Journal)**

Bahrani, M.J., Ramazani Gask, M., Shekafandeh, A. and Taghvaei, M. 2008. Seed germination of wild caper (*Capparis spinosa* L., var. Parviflora) as affected by dormancy breaking treatments and salinity levels. Seed Science Technology, 36(3): 776-780. (In Persian) **(Journal)**

Baskin C.C. and Baskin, J.M. 1998. Seeds: ecology, biogeography, and evaluation of dormancy and germination. San Diego, CA: Academic. 66 p. **(Book)**

Bhoyar, M., Mishra, G., Singh, R. and Singh, B. 2010. Effects of various dormancy breaking treatments on the germination of wild caper (*Capparis spinosa*) seeds from the cold arid desert of trans-Himalayas. Indian Journal of Agricultural Sciences, 80(7): 621-625. **(Journal)**

Booth, D.T., and Sowa, S. 2001. Respiration in dormant and non-dormant bitterbrush seeds. Journal of Arid Environment, 48: 35-39. **(Journal)**

Bozin B., Mimica-Dukic N., Samojlik L. and Jovin Agric, E.J. 2007. Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) essential oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55: 7879-7885. **(Journal)**

Carra, A., Sajeva, M., Abbate, L., Siragusa, M., Sottile, F. and Carimi, F. 2012. *In vitro* plant regeneration of caper (*Capparis spinosa* L.) from floral explants and genetic stability of regenerants. Plant Cell, Tissue, and Organ Culture (PCTOC), 109(2): 373-381. **(Journal)**

Cirak, C., Kevseroglu, K. and Ayan, A.K. 2007. Breaking of seed dormancy in a Turkish endemic *Hypericum* species: *Hypericum aviculariifolium* subsp. depilatum var. depilatum by light and some pre-soaking treatments. Journal of Arid Environments, 68(1): 159-164. **(Journal)**

Farokhi, M., Nabavikalat, S.M., and Rahbarian, R. 2018. Evaluation of the effective methods of seed dormancy breaking (*Fumaria parviflora* Lam.). Journal of Seed Research, 2(7): 30-40. (In Persian) **(Journal)**

Gavrilo, L.R., Tsirulnikov, E.M., and Davies, H. 1996. Application of focused for the stimulation of neural structures. Ultrasound in Medicine and Biology, 22(2): 179-192. **(Journal)**

Gordon, A.G. 1963. The use of ultrasound in agriculture. Ultrasonics, 1(2): 70-77. **(Journal)**

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

Hamed, A.R., Abdel-Shafeek, K.A., Abdel-Azim, N.S., Ismail, S.I., and Hammouda, F.M. 2007. Chemical investigation of some *Capparis* species growing in Egypt and their antioxidant activity. Journal of Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 4: 25-28. **(Journal)**

Jami Al Ahmadi, M. and Kafi, M. 2008. Kochia (*Kochia scoparia*): To be or not to be? In: M. Kafi and M.A. Khan (Eds.). Crop and Forage Production Using Saline Waters, Nam S and T Centre. Daya Publisher, New Delhi, India. **(Book)**

Keshvari, M., Abdali, N., Faryabi, A. and Zaremanesh, H. 2008. The Use of Ultrasonic Waves in Enhancing Germination Rate and Percentage in the Seeds of Garden-Cress (*Lepidium sativum* L.), Clover (*Trifolium resupinatum* L.), and Savory (*Satureja* L.). The 1st National Conference on Iranian Seed Science and Technology, Gorgan, Iran. (In Persian) **(Conference)**

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination, aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, 2: 176-177. **(Journal)**

Makkizadeh Tafti, M., Farhoudi, M., Rastifar, M. and Sadat Asilan, K. 2012. Methods of breaking seed dormancy in Caper (*Capparis spinosa* L.). Journal of Range and Desert Research, 18(4): 569-577. (In Persian) **(Journal)**

Maldini, M., Foddai, M., Natella, F., Addis, R., Chessa, M., Petretto, G.L., Tuberoso, C.I.G. and Pyntore, G. 2016. Metabolomic study of wild and cultivated caper (*Capparis spinosa* L.) from different areas of Sardinia and their comparative evaluation. Journal of Mass Spectrometry, 51(9): 716-728. **(Journal)**

Malekzade, S.M. and Fallah, S. 2015. Effects of seed priming methods on germination parameters of Ajowan (*Carum copticum* L.) seed. Iranian Journal of Seed Research, 1(2): 91-101. (In Persian) **(Journal)**

Mehra, V., Tripathi, J. and Powell, A.A. 2003. Aerated hydration treatment improves the response of *Brassica juncea* and *Brassica campestris* seeds to stress during germination. Seed Science Technology, 31: 57-70. **(Journal)**

Mishra, S.N, Toma, P.C. and Lakra, N. 2007. Medicinal and food value of *Capparis*. Indian Journal of Traditional Knowledge, 6(1): 230-238. **(Journal)**

Moraesdesouza, R.A., Oldoni, T.L.C., Regitano-D'Arce, M.A.B. and Alencar, S. M. 2008. Antioxidant activity and phenolic composition of herbal infusions consumed in Brazil. Cienciay Tecnologia Alimentaria, 6(1): 7-41. **(Journal)**

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 Environments, 64: 542-547. (In Persian) **(Journal)**

Olmez, Z., Gokturk, A. and Gulcu, S. 2006. Effects of cold stratification on germination rate and percentage of caper (*Capparis ovata Desf.*) seeds. Journal of Environmental Biology, 27(4): 667-670. **(Journal)**

Pascual, B., San Bautista, A., Imbernón, A., López-Galarza, S., Alagarda, J. and Maroto, J.V. 2004. Seed treatments for improved germination of caper (*Capparis spinosa*). Seed Science Technology, 32(2): 637-642. **(Journal)**

Sharma, A.D., Rathore, S.V.S., Srinivasan, K. and Tyagi, R.Y. 2014. Comparison of various seed priming methods for seed germination, seedling vigor and fruit yield in okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). Scientia Horticulturae, 165: 75-81. **(Journal)**

Shimomura, S. 1990. The effects of ultrasonic irradiation on sprouting radish seed, Ultrasonic Symposium, Proceedings, IEEE, 3: 1665-1667. **(Journal)**

Slinkard, K. and Singleton, V.L. 1977. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. American Journal of Enology and Viticulture, 28: 49-55. **(Journal)**

Smith R.J. and Winder, M.L. 1996. Medicinal garden. In: The National Herb Garden Guidebook. Ober R., editor. Springfield, VA: The Herb Society of America; pp. 61-71. **(Book)**

Soyler, D. and Khawar, K.M. 2007. Seed germination of Caper (*Capparis ovata* var. Herbacea) using α naphthalene acetic acid and gibberellic acid. International Journal of Agriculture and Biology, 9(1): 35-37. **(Journal)**

Sozzi, G. and Chiesa, A. 1995. Improvement of caper (*Capparis spinosa* L.) seed germination by breaking seed coat-induced dormancy. Scientia Horticulturae, 62: 255-261. **(Journal)**

Suleiman, M.Kh., Bhat, N.R., Abdal, M.S., Jacob, S.H., Thomas, R. R., Al-Dossery, S. and Bella, R. 2009. Germination studies of *Capparis spinosa* L. Propagation of Ornamental Plants, 9(1): 35-38. **(Journal)**

Sun, Y.F., Liang, Z.S., Shan, C.J., Viernstein, H. and Unger, F. 2011. Comprehensive evaluation of natural antioxidants and antioxidant potentials in *Ziziphus jujuba Mill*. var. spinosa (Bunge) Hu ex H. F. Chou fruits based on geographical origin by TOPSIS method. Food Chemistry 124: 1612-1619. **(Journal)**

Toncer, O.G. and Tansi, S. 2000. The caper (*Capparis ovata*) culture in Turkey. Pakistanian Journal of Biological Science, 3: 568-570. **(Journal)**

Yaldagard, M., Mortazavi, A. and Tabatabaie, F. 2008. Application of ultrasonic waves as a priming technique for accelerating and enhancing the germination of barely seed: optimization of method by the Taguchi approach, The Institute of Brewing and Distilling, World Applied Sciences Journal, 3(1): 91-95. **(Journal)**

Zovko Koncić, M., Kremer, D., Karlović K. and Kosalec, I. 2010. Evaluation of antioxidant activities and phenolic content of *Berberis vulgaris* L. and *Berberis croatica* Horvat. Food and Chemical Toxicology, 48(8-9): 2176-2180. **(Journal)**

Study on phytochemical traits and improving seed germination methods of Iranian endemic populations of caper (*Capparis spinosa* L.) medicinal plant

Parviz Radmanesh[1], Ghasem Karimzadeh[2*], Arman Beyraghdar Kashkoli[3], and Ali Heidarzadeh[4]

Received: November 30, 2022 Accepted: March 17, 2023

Abstract

Caper*, Capparis spinosa,* has medicinal, edible, and industrial uses and has been used since ancient times to treat kidney, spleen, liver, paralysis, gout, and rheumatism diseases. Dormancy caused by hard seed shell is one of the problems of seed germination in this plant. In order to study on improving seed germination methods and biochemical characteristics, a factorial experiment on the basis of completely randomized design was conducted with three replications. To improve seed germination, four caper populations (Tehran, Torbat-e-Jam, Firuzabad, and Barazjan) were treated with six seed treatments (control, ultrasonic, potassium nitrate, gibberellic acid, chilling, and scarification). Phytochemical characteristics of the populations were also compared. The results of phytochemical traits showed that the Torbat-e-Jam population had the highest antioxidant activity with an IC_{50} equal to 26.4. The highest amount of total phenol equal to 227.03 mg of gallic acid per gram of dry extract, and total flavonoid equal to 71.54 mg of quercetin per gram of dry extract was obtained from Tehran population. The results showed that the highest percentage of germination with 62% and the highest germination rate with 3.5% per day was identified in the treatment of Firozabad population under scratching conditions. Also, the results of this study showed that in Tehran, Torbat-e-Jam, Firozabad, and Barazjan, the percentage of germination increased by 6.55, 7.25, 3.44, and 11.25 times, respectively compared to the controls. According to the results of the current study, seed scarification is recommended to increase the germination rate of a caper valuable medicinal plant.

Keywords: Caper; *Capparis spinose*; Medicinal plant; Phytochemical traits; Seed germination

How to cite this article
Radmanesh, P., Karimzadeh, G., Beyraghdar Kashkoli, A. and Heidarzadeh, A. 2023. Study on phytochemical traits and improving seed germination methods of Iranian endemic populations of caper (*Capparis spinosa* L.) medicinal plant. Iranian Journal of Seed Science and Research, 10(1): 41-52. (In Persian)**(Journal)**
DOI: 10.22124/jms.2023.23352.1729

COPYRIGHTS
Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research
The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. MSc student, Department of Plant Genetics and Breeding, College of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. parvizradmanesh@gmail.com
2. Professor, Department of Plant Genetics and Breeding, College of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. Karimzadeh_g@modares.ac.ir
3 Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, College of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. a.beyraghdar@modares.ac.ir
4. Ph.D Candidate, Department of Agronomy, College of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. ali.heidarzadeh@modares.ac.ir
*Corresponding author: Karimzadeh_g@modares.ac.ir