

بررسی مکانیسم تاثیر برخی ترکیبات بر فرآیندهای بیوشیمیایی شکستن خواب بذر گیاهان

افسانه صمدی^{*۱}

۱) گروه آموزش زیست شناسی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵-تهران، ایران. * رایانامه نویسنده مسئول مکاتبات:

afsane_samadi911@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۰۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۲۶

چکیده

بذر یکی از مهم ترین بخش ها و درواقع ثمره حیات یک گیاه می باشد که علاوه بر مصرف آن در صنایع غذایی، صنعتی و دارویی، به عنوان یک عامل مهم در تولیدمثل و تکثیر گیاه نقش اساسی دارد. دستگاه خلقت برای جوانه زنی بذر شرایطی را تعریف کرده است. خواب بذر، اصطلاحاً زمانی است که بذر شرایط لازم برای جوانه زنی را ندارد. مطالعه حاضر به صورت مروری و با استفاده از مقالات معتبر علمی و تجربیات علمی و آزمایشگاهی نویسنده در این زمینه تالیف شده است. در این مطالعه، فرآیندهای بیوشیمیایی مهم در شکستن خواب و جوانه زنی بذر برخی محلول ها شرح داده و مکانیسم عملکرد برخی محلول های شیمیایی در شکستن خواب بذور بیان شده است. دلایل خواب بذر می تواند فیزیکی، مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی یا فتوشیمیایی باشد. نفوذناپذیری پوسته بذر، نارس بودن جنین، عدم ترشح آنزیم های لازم برای واکنش های جوانه زنی بذر و نیاز نوری مکانیسم های خواب بذر به ترتیب در انواع خواب فیزیکی، مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی و فتوشیمیایی است. محلول هایی مانند اسیدسولفوریک، اسیدجیبرلیک و نترات پتاسیم به ترتیب بر شکستن خواب فیزیکی، فیزیولوژیکی و فتوشیمیایی بذور موثر هستند. غلظت و مدت زمان استفاده از ترکیبات شیمیایی در گونه های مختلف گیاهی، تفاوت زیادی دارد و بسته به نوع و مقدار خواب و شرایط پوسته بذر متغیر است. همچنین نتایج مطالعات مختلف نشان داد اثرات تیمارهای ترکیبی بسیار موفقیت آمیز بوده و در بیشتر موارد با افزایش سرعت و میزان جوانه زنی همراه است.

واژه های کلیدی: جوانه زنی بذر، خواب بذر، خواب فتوشیمیایی، خواب فیزیولوژیکی، فرآیندهای بیوشیمیایی.

بذرهای ذخایر ژنتیکی جهان هستند که حفظ حیات انسان‌ها و موجودات دیگر به آنها وابسته است. امروزه دانشمندان به روش‌های گوناگون و با ایجاد بانک‌های ژن گیاهی به حفظ و حراست از منابع ژنتیکی بسیار متنوع و ارزشمند جهان همت گماردند. در یک تعریف ساده، بذر بخشی از گیاه است که می‌تواند به تکثیر و تولیدمثل آن منجر شود. بذور از نظر خصوصیات فیزیکی مانند رنگ، شکل، اندازه، خصوصیات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی دارای تنوع بسیار زیادی هستند. فعالیت‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی بذر موجب جوانه‌زنی آن می‌گردد که توقف فعالیت‌های مذکور را خواب بذر می‌نامند. به عبارت دیگر یکی از مهم‌ترین سازوکارهای حفظ بقا در گیاهان خواب، استراحت یا وقفه موقت در جوانه‌زنی بذر و رشد آنها است که در این حالت با وجود مناسب بودن شرایط برای جوانه‌زنی، بذر برای مدت نامعلومی در وضعیت استراحت باقی می‌ماند (کوچکی و عزیزی، ۱۳۸۴).

خواب بذر در واقع پدیده‌ای است که بذرهای بسیاری از گیاهان با آن مواجه هستند و خواب به آنها امکان می‌دهد که در مقابل شرایط نامساعد محیطی زنده بمانند و آنها را قادر می‌سازد که بقای لازم را در مقابل شرایط خطرناک و نامناسب محیطی داشته باشد (تاج‌بخش، ۱۳۷۷). بسیاری از گیاهان مرتعی، دارویی و علف‌های هرز از طریق داشتن یکی از انواع خواب‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی بقای خود را برای سال‌های طولانی تضمین می‌کنند، اما برای تکثیر و کشت این گیاهان، رهایی از خواب و جوانه‌زنی یکنواخت بذرها ضروری می‌باشد (مکی‌زاده‌تفتی و همکاران، ۱۳۸۵). دلیل خواب فیزیکی بذر، ساختار سلول‌های ردیف خارجی پوسته آن است که نسبت به آب نفوذناپذیر هستند. در خواب فیزیکی، پوسته بذر به قدری سخت است که به جنین اجازه بزرگ شدن در حین جوانه‌زنی را نمی‌دهد. نظری (۱۳۹۴) بیان کرد در طبیعت پوسته سخت بذرها به تدریج توسط عواملی همچون اسیدها، میکروارگانیسم‌ها، رطوبت، گرما و آتش‌سوزی از بین می‌رود. این در حالی است که در شرایط غیرطبیعی و آزمایشگاهی خواب فیزیکی بذر ناشی از پوسته سخت با استفاده از موادی نظیر سنباده، آب داغ و برخی محلول‌های شیمیایی از بین می‌رود.

همچنین خواب شیمیایی بذر گیاهان احتمالاً به دلیل وجود مواد بازدارنده در پوسته خارجی بسیاری از میوه‌ها و بذرها و عدم تبادل اکسیژن توسط یک لایه لعابی ایجاد می‌شود. در طبیعت این مواد توسط باران‌های شدید از پوسته بذر آب‌شویی شده و گاهی اوقات نیز جذب ذرات خاک می‌شوند. در آزمایشگاه نیز می‌توان این مواد را با آب شستشو داد و یا از تیمارهایی مانند سرمادهی، هورمون‌هایی مثل جیبرلیک‌اسید جهت خواب‌شکنی استفاده نمود (صالحی و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین انجمن متخصصین رسمی تجزیه بذر^۱ روش‌های مختلفی را برای آزمون شکستن خواب بذر و تحریک جوانه‌زنی بذر گیاهان پیشنهاد کرده‌اند که از مهم‌ترین آنها می‌توان به مواردی نظیر سرمادهی، خراش‌دهی و استفاده از تناوب‌های نوری، استفاده از محلول‌های مختلف تحریک‌کننده جوانه‌زنی مانند جیبرلیک‌اسید، نیترات‌پتاسیم، اسیدسولفوریک، پراکسیدیدروژن و پلی‌اتیلن گلیکول اشاره کرد (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۷).

خواب بذر پدیده‌ای است که می‌تواند بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه را تحت تاثیر قرار دهد. مطالعه عوامل موثر بر این پدیده، نه تنها می‌تواند شناخت انسان را نسبت به فرایندهای بیوشیمیایی گیاه افزایش دهد بلکه با افزایش بازده و عملکرد تولید گیاه می‌تواند به عنوان یک راهگشایی مطلوب برای رشد و توسعه علمی و اقتصادی مطرح باشد. به دلیل تفاوت در نوع خواب بذور گیاهان، شکستن خواب آنها با روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد. با توجه به اهمیت فرآیند شکستن خواب در چرخه زندگی گیاه، از طرف دیگر با عنایت به اهمیت بخش‌های گیاهی و بیوشیمیایی در کتب آموزش زیست‌شناسی، پرداختن به موضوع حاضر برای افزایش درک مفاهیم مربوط به خواب بذر و فرایندهای بیوشیمیایی مربوط به آن بسیار ضروری می‌باشد.

پیشینه پژوهش

طبق تعریف انجمن متخصصین رسمی تجزیه بذر و انجمن بین‌المللی آزمون بذر^۲، جوانه‌زنی عبارت از توانایی بذر جهت

تولید یک گیاه طبیعی در شرایط مساعد است (Gonzalez-Benito, 2004). دانه‌های گروهی از گیاهان اگر تحت شرایط رطوبت مناسب، اکسیژن و دمای کافی قرار گیرند، به سرعت جوانه نمی‌زنند و ممکن است رویش آنها مدتی به تعویق بیفتد. همه بخش‌های دانه شامل پوشش‌های دانه، آندوسپرم و خود جنین ممکن است مسئول توقف رشد جنین باشند. علل و عوامل محیطی که منجر به خواب می‌شوند کاملاً پیچیده بوده و عوامل محیطی و داخلی در آن تاثیرگذار هستند. استفاده از تیمارهای پیش‌سرمادهی و شیمیایی از عوامل تاثیرگذار و کم هزینه در فرآیند خواب‌شکنی و افزایش جوانه‌زنی بذر می‌باشد.

بر اساس نتایج مطالعه‌ای که تیمارهای خواب‌شکنی بذر بر روی گیاه گاو پنبه انجام شد، خراش‌دهی مکانیکی به همراه تیمار سرمادهی مرطوب به مدت دو هفته تاثیر معنی‌داری بر شکستن خواب و خصوصیات جوانه‌زنی بذر داشت (حاتمی-مقدم و زینالی، ۱۳۸۷). در یک مطالعه دیگر جعفریان و زارع (۱۳۹۳) نشان دادند نیترات پتاسیم بر شکستن خواب بذرهای علف شور، فالاریس و خردل وحشی مؤثر می‌باشد. خواجه-حسینی و همکاران (۱۳۸۹) اثر پیش‌تیمار اسیدسولفوریک را مانند اثرات دستگاه گوارش حیوانات و آتش در طبیعت برای شکستن خواب و افزایش جوانه‌زنی بذرهای سخت مؤثر دانستند. نتایج پژوهش دیگری نیز نشان داد اسیدسولفوریک موجب شکستن خواب فیزیکی بذر ناونوکی رونده شده است. با این حال افزایش زمان استفاده از آن اثرات منفی روی جنین و درصد جوانه‌زنی داشت (Haider-Ali et al., 2011). همچنین مکی‌زاده و همکاران (۱۳۸۵)، نشان دادند اسیدسولفوریک از طریق تأثیر بر پوسته بذر گیاه روناس و تامین اکسیژن لازم برای بذر منجر به افزایش سرعت جوانه‌زنی می‌گردد.

Chetouani و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند استفاده از ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدجبرلیک در گیاه اسطوخودوس (*Lavandula dentate*) موجب افزایش ۶۷ درصدی جوانه‌زنی نسبت به شاهد (کمتر از یک درصد) شده است. همین‌طور رجبیان و همکاران (۱۳۸۶) بیان کردند کاربرد اسیدجبرلیک و سرمادهی در گیاه آنگوزه سبب تحریک جوانه‌زنی بذرها گردیده است.

Eisavand و همکاران (۲۰۰۶) دریافتند کاربرد اسیدسولفوریک با تاثیر بر ساختار پوسته فیزیکی بذر باعث انتقال اکسیژن و آب به جنین شده که این امر منجر به بهبود درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر باریجه گردیده است. همچنین Jamaati-Soomarin و همکاران (۲۰۱۰) بالاترین سرعت جوانه‌زنی بذر را در تیمار اسیدسولفوریک ذکر کردند و نشان دادند بذرهای باریجه (*Ferula gummosa*)، سلمه‌تره (*Amaranthus*) و تاج‌خروس (*Chenopodium album*) به دلیل خواب فیزیکی و فیزیولوژیکی در تیمار شاهد دارای کمترین درصد و سرعت جوانه‌زنی هستند.

بر اساس نتایج مطالعه سپهری (۱۴۰۱) پیش‌تیمار بذور کاسنی با هر دو غلظت ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار پراکسید هیدروژن سبب بهبود ویژگی‌های مرتبط با جوانه‌زنی در سطوح مختلف شوری گردید. به‌طوری‌که در تنش ۲۰۰ میلی-مولار کلریدسدیم پیش‌تیمار بذور با ۲۰۰ میکرومولار پراکسید هیدروژن سبب افزایش درصد جوانه‌زنی، وزن خشک ریشه-چه و وزن خشک ساقچه نسبت به بذور بدون پیش‌تیمار گردید. گونه‌های فعال اکسیژن مانند پراکسید هیدروژن باعث تجزیه ذخائر بذر در طی سرمادهی می‌شوند. در پژوهشی بر روی بذر گیاه کما (*Ferula ovina*) نشان داده شد با افزایش مدت زمان سرمادهی، محتوی پراکسید هیدروژن بذر افزایش یافته به‌طوری‌که در هفته آخر، بیشترین مقدار خود را نشان داد. با توجه به اینکه فرآیند جوانه‌زنی و بررسی روش‌های شکستن خواب بذر گیاهان جزو واکنش‌های بیوشیمیایی مهم در آموزش زیست‌شناسی می‌باشد، مطالعه حاضر با بررسی نقش محلول‌های شیمیایی در واکنش‌های اخیر و بررسی مکانیسم عملکرد محلول‌های شیمیایی می‌تواند گام مهمی در غنای علمی اساتید و دانشجویان آموزش زیست‌شناسی بردارد.

روش پژوهش

مطالعه حاضر به‌صورت مروری و با استناد به مقالات معتبر علمی و تجربه علمی-آزمایشگاهی انجام گرفته است.

یافته‌ها

جوانه‌زنی بذر یکی از مراحل مهم در چرخه حیات گیاه است. خواب بذر می‌تواند تعیین‌کننده زمان جوانه‌زنی باشد و عوامل

محیطی مانند دما، نور و شوری نقش مهمی در تنظیم رفتار جوانه‌زنی ایفا می‌کند. همزمانی جوانه‌زنی با فصل رشد و به حداکثر رساندن بقا نسل از راهبردهایی مانند شکست خواب استفاده می‌کنند. خواب فیزیکی یکی از مهم‌ترین اشکال خواب بذر است که به دلیل وجود لایه‌ای از سلول‌های مالپیگی، دیواره بذر غیرقابل نفوذ می‌شود. عوامل مختلفی همچون ضخامت پوشش دانه، عدم تعادل غلظت هورمون‌های بذر و جنین‌های توسعه‌نیافته از جمله علل خواب بذر می‌باشند (سپهری، ۱۴۰۱).

اسیدجبرلیک

اسیدجبرلیک در جنین بذر تولید می‌شود و از طریق آندوسپرم به لایه آلورون منتشر شده و آنزیم‌های هیدرولیز-کننده آلفا آمیلاز را آزاد نموده که آن هم در نهایت نشاسته را به الیگوساکارید تبدیل کرده و جوانه‌زنی و رشد نهال را افزایش می‌دهد (De Micco et al., 2014).

بر اساس مطالعه سخاوتی و همکاران (۱۳۹۰) استفاده از غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر اسیدجبرلیک باعث افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی در گیاه جو (*Hordeum vulgare*) شد. کاربرد تیمار اسیدجبرلیک و سرما سبب کاهش تراز هورمون‌های بازدارنده و افزایش تراز هورمون‌های محرک رشد و در نتیجه موجب افزایش پتانسیل جوانه‌زنی بذر می‌شود. این رویدادها به‌طور همزمان رخ می‌دهد یعنی جوانه‌زنی در بذر نتیجه توازن هورمون‌ها است (طالبی و همکاران، ۱۳۹۷). محققان زیادی بیان می‌کنند اسیدجبرلیک با تاثیر بر فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز موجب تخریب گرانول‌های نشاسته به مولکول‌های آلی کوچک و تامین انرژی و مواد غذایی لازم برای رشد جنین می‌گردد (طالبی و همکاران، ۱۳۹۷؛ نوروزیان و همکاران، ۱۳۹۵) همچنین عقیده بر آن است که اسیدجبرلیک و سرمادهی تعادل هورمون‌های بازدارنده و تسریع‌کننده را در بعضی از گونه‌ها تغییر می‌دهد. این نتایج بیانگر تاثیر مثبت اسیدجبرلیک بر فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و تحریک جوانه‌زنی بذر است. اسیدجبرلیک یک تنظیم‌کننده رشد کلیدی در فرآیند جوانه‌زنی است. غلظت این تنظیم‌کننده رشد در تعادل با اسی آبسزیک که بازدارنده رشد است، در ایجاد خواب بذر در گیاهان نقش اساسی دارد. به همین دلیل

کاربرد منبع خارجی اسیدجبرلیک می‌تواند تحریک‌کننده جوانه‌زنی بذر باشد. همچنین اسیدجبرلیک با تاثیر مثبت بر نفوذپذیری غشاء سلولی و فعال نمودن آنزیم آلفا آمیلاز و سایر آنزیم‌های هیدرولیک سبب تحریک جوانه‌زنی بذور دارای خواب فیزیولوژیک می‌شود (Liu et al., 2018).

بررسی مطالعات مختلف نشان می‌دهد اسیدجبرلیک و برخی هورمون‌های دیگر احتمالاً از طریق کنترل عملکرد اسیدهای نوکلئیک سبب تحریک جوانه‌زنی می‌گردند. به عبارت دیگر این مواد با تحریک یک سلسله فرآیندهای بیوشیمیایی موجب رونویسی از ژنوم آنزیم‌های هیدرولیزکننده نظیر آنزیم آلفا آمیلاز شده و با تاثیر بر ترجمه پروتئین‌های مذکور موجب سنتز آنها می‌گردد و این آنزیم با تجزیه ذخایر بذر، انرژی لازم برای رشد گیاهچه را فراهم می‌کند (Bhardwaj et al., 2005). طبق نظریه تعادل هورمونی که بیان می‌کند اسیدآبسزیک و اسیدجبرلیک در مراحل مختلف تکوین دانه نقش‌های متفاوتی را ایفا می‌کنند، اسیدآبسزیک القاءکننده خواب طی بلوغ دانه است و اسیدجبرلیک نقش کلیدی در شکست خواب و شروع جوانه‌زنی دارد. به تعبیر دیگر، نسبت اسیدجبرلیک به اسیدآبسزیک کنترل‌کننده جوانه‌زنی دانه‌ها است. بنابراین مطالعات مختلف نشان می‌دهند نسبت جبرلیک اسید به تنظیم‌کننده‌های رشد دیگر مانند آبسزیک اسید در فعال شدن آنزیم آلفا آمیلاز و فرآیندهای بیوشیمیایی بعدی اهمیت زیادی دارد. همچنین برخی محققین بیان می‌کنند اسیدجبرلیک و نیتراپتاسیم با تامین نیاز نوری و سرمایی بذوری که دارای خواب فیزیولوژیک هستند، قادرند تا حدودی جایگزین نیاز نوری و سرمایی برای شکست خواب بذر شوند (فرهودی و مکی‌زاده‌تفتی، ۱۳۹۲).

نتایج مطالعه‌ای که روی بذرهای خفته (بدون سرمادهی) و غیرخفته (سرمادهی شده) جاشیر انجام شده بود، نشان داد فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز با پیشرفت رسیدگی بذر افزایش پیدا می‌کند (نعمتی و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین در بذر مرزنگوش (*Origanum vulgare*) فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در بذرهایی که خواب آنها شکسته شده بود، به‌طور معنی‌داری از بذرهای دارای خواب بیشتر بوده است (مرادی و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین مطالعات دیگر نشان می‌دهند توانایی اسیدجبرلیک برای کاهش خواب، توسط اکسیدنیتریک کنترل می‌شود و

افزایش ترکیبات گونه‌های فعال اکسیژن مانند پراکسید هیدروژن می‌تواند تولید اکسید نیتریک را در جنین بدون سرمادهی، تحریک نماید.

پراکسید هیدروژن

فرآیند جوانه‌زنی با بسیاری از رویدادهای متابولیکی، سلولی و مولکولی همراه است که توسط یک شبکه نظارتی پیچیده هماهنگ شده است. تولید گونه‌های اکسیژن فعال توسط بذرها، جوانه‌زده، اغلب به عنوان یک اثر منفی در نظر گرفته می‌شود که ممکن است بر روند جوانه‌زنی تاثیر گذارد. مطالعات جدید نشان می‌دهند این مولکول‌های سمی اکنون برای جوانه‌زنی مفید هستند، به شرط اینکه تجمع آنها به شدت توسط تعادل بین تولید و جمع‌آوری تنظیم شود. البته بین ترکیبات گونه‌های اکسیژن فعال، پراکسید هیدروژن تاثیر مثبتی بر جوانه‌زنی بذر یا رشد گیاهچه نشان داده است. درواقع کاربرد برون‌زا پراکسید هیدروژن، می‌تواند جوانه‌زنی بذر را در بسیاری از گونه‌های گیاهی بهبود بخشد. تعامل بین پراکسید هیدروژن و مسیرهای سیگنال‌دهی هورمون، منجر به تغییراتی در بیان ژن یا وضعیت ردوکس سلولی می‌شود که نقشی در درک عوامل محیطی توسط دانه‌ها در طول جوانه‌زنی آنها ایفا می‌کند. تغییرات در سطوح پروتئوم، مطالعه ژنوم و هورمونی که منجر به تسریع روند جوانه‌زنی می‌شود، احتمالاً به دلیل تقویت بذرها است (الباجی و مرعشی، ۱۴۰۲).

پراکسید هیدروژن در طی روند شکست خواب بذر سیب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد محتوی پراکسید هیدروژن پس از یک هفته قرار گرفتن بذرها در دمای پنج درجه سانتی‌گراد، به‌طور معنی‌داری در جنین افزایش یافت و پس از طی دو ماه سرمادهی، غلظت آن در جنین به حداکثر رسید.

پراکسید هیدروژن می‌تواند بر بیوسنتز، سیگنال‌دهی و عملکرد هورمون‌ها تاثیر گذارد. به‌عنوان مثال، در طول شرایط تنش غیرزیستی مانند خشکسالی پراکسید هیدروژن می‌تواند سنتز و سیگنال‌دهی اسیدآبسیزیک را افزایش دهد (نوروزیان و همکاران، ۱۳۹۵) که منجر به بسته‌شدن روزنه برای کاهش از دست دادن آب و القای بیان ژن پاسخگو به استرس می‌شود. همین‌طور پراکسید هیدروژن، می‌تواند با سیگنال‌دهی جیبرلیک‌اسید برای تعدیل پاسخ‌های دفاعی در برابر گیاه‌خواران و پاتوژن‌ها تعامل داشته باشد (Debska et al., 2013).

اسیدسولفوریک

در مواردی که خواب دانه ناشی از سختی یا نفوذناپذیری پوسته دانه می‌باشد (خواب فیزیکی بذر) اسکاریفیکاسیون شیمیایی و مکانیکی می‌تواند در شکست خواب مؤثر باشند. El-Dengawy و همکاران (۲۰۰۵) دریافتند که خراش‌دهی گیاه تمرهندی (*Tamarindus indica*) با آب داغ و اسیدسولفوریک، میانگین زمان ظهور را تا ۵۰ درصد نسبت به شاهد کاهش می‌دهد. همچنین گزارش شده است که آب داغ ۸۰ درجه سانتی‌گراد در برطرف نمودن خواب لوپین (*Lupinus arboreus*) و گونه‌های گل ابریشم مؤثر بوده است.

معمولاً تیمارهای مختلف با آب داغ و اسیدسولفوریک از طریق ایجاد رخنه در پوسته بذر سبب کاهش مقاومت مکانیکی آن در برابر خروج دانه‌رست‌ها و نیز باعث بالا بردن نفوذپذیری پوسته دانه نسبت به آب و اکسیژن می‌شود. به این ترتیب نقش بازدارندگی پوسته در فرآیند جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. با این وجود برخی گزارش‌ها از تاثیر منفی آب داغ و اسیدسولفوریک بر جوانه‌زنی برخی بذور مانند خار مریم بیان

فرآیند جوانه‌زنی با بسیاری از رویدادهای متابولیکی، سلولی و مولکولی همراه است که توسط یک شبکه نظارتی پیچیده هماهنگ شده است. تولید گونه‌های اکسیژن فعال توسط بذرها، جوانه‌زده، اغلب به عنوان یک اثر منفی در نظر گرفته می‌شود که ممکن است بر روند جوانه‌زنی تاثیر گذارد. مطالعات جدید نشان می‌دهند این مولکول‌های سمی اکنون برای جوانه‌زنی مفید هستند، به شرط اینکه تجمع آنها به شدت توسط تعادل بین تولید و جمع‌آوری تنظیم شود. البته بین ترکیبات گونه‌های اکسیژن فعال، پراکسید هیدروژن تاثیر مثبتی بر جوانه‌زنی بذر یا رشد گیاهچه نشان داده است. درواقع کاربرد برون‌زا پراکسید هیدروژن، می‌تواند جوانه‌زنی بذر را در بسیاری از گونه‌های گیاهی بهبود بخشد. تعامل بین پراکسید هیدروژن و مسیرهای سیگنال‌دهی هورمون، منجر به تغییراتی در بیان ژن یا وضعیت ردوکس سلولی می‌شود که نقشی در درک عوامل محیطی توسط دانه‌ها در طول جوانه‌زنی آنها ایفا می‌کند. تغییرات در سطوح پروتئوم، مطالعه ژنوم و هورمونی که منجر به تسریع روند جوانه‌زنی می‌شود، احتمالاً به دلیل تقویت بذرها است (الباجی و مرعشی، ۱۴۰۲).

پراکسید هیدروژن باعث کاهش محتویات اسیدآبسیزیک دانه و همچنین تحریک برخی از آنزیم‌های گلیکولیتیک مسیر پنتوزفسفات می‌شود. فعال‌سازی مسیر پنتوزفسفات می‌تواند NADPH را برای سیستم تیوردوکسین که در جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌ها دخیل است، فراهم کند. از طرف دیگر، پراکسید هیدروژن می‌تواند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم انتقال اسیدآبسیزیک از لپه به جنین را مختل و باعث کاهش آن شود و فرآیند جوانه‌زنی را تحریک نماید (دهقان‌پورفرشاه و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین اثر تحریک‌کننده پراکسید هیدروژن بر جوانه‌زنی و قدرت گیاهچه‌ها هم در تعدادی از گونه‌ها مشاهده شده است. این ماده به‌صورت یک عامل تحریک‌کننده تنفسی و تسریع‌کننده تجزیه مواد ذخیره‌ای عمل می‌کند که باعث تولید انرژی برای سنتز در نقاط رشد می‌شود (Barba-

می‌کنند که احتمالاً دلیل این امر می‌تواند ناشی از آسیب رسیدن به ساختار رویان در اثر آب داغ و اسید است.

ترکیبات نیتروژن‌دار

مدت زمان زیادی است که استفاده از ترکیبات حاوی نیتروژن از جمله KNO_3 به عنوان یکی از مهم‌ترین تیمارهای بذرهای در حال خواب در آزمایشگاه‌های بذر به کار می‌رود (Çirak, 2007). مکانیسم عمل نیترات‌های غیرآلی تا حدودی نامشخص است. البته چندین تئوری در این زمینه ارایه شده است. بر اساس نتایج مطالعات انجام شده، نیترات‌های غیرآلی می‌توانند حساسیت به نور را افزایش داده و نیازمندی‌های نوری دانه‌های فتوبلاستیک مثبت را کاهش دهند. به عبارت دیگر، نوعی ارتباط عملی بین تاثیر نیترات‌ها و فعالیت فیتوکروم‌ها در جوانه‌زنی بذر ثابت گردیده است (Giba, 1998). نیترات پتاسیم اثر تحریک‌کنندگی خود بر جوانه‌زنی دانه‌های فتوبلاستیک مثبت را وقتی اعمال می‌نماید که فیتوکروم A در این دانه‌ها به طور فعال وجود داشته باشد. بر اساس داده‌های پژوهشگران، نیترات پتاسیم هیچ ارتباط عملی با دیگر انواع فیتوکروم ندارد. علاوه بر این، آنها معتقدند که اثرگذاری نیترات بر جوانه‌زنی بذر، پدیده‌ای مرتبط با اکسیدنیتریک است. یک توضیح احتمالی برای تاثیر نیترات‌ها یا اکسیدنیتریک در جوانه‌زنی مرتبط با فیتوکروم، ارتباط عملی مستقیم با آپوپروتئین فیتوکروم است. احتمال اول این است که نیترات به آپوپروتئین فیتوکروم می‌پیوندد و خواص فیزیکی شیمیایی آپوپروتئین را تغییر می‌دهد. احتمال دوم آن است که ترکیب‌های نیتروژن‌دار ارتباط بین سلولی را به طریقی تسهیل کرده و یا اینکه خود واسطه‌هایی برای این ارتباط هستند. با این وجود، یافته‌هایی نیز مبنی بر ارتباط منفی نور و نیترات پتاسیم وجود دارد که غلظت‌های مختلف این ماده را مسبب تحریک جوانه‌زنی در تاریکی دانسته است (Çirak, 2007).

پیش تیمار نیترات پتاسیم ۳ درصد همچنین می‌تواند باعث بهبود صفات طول گیاهچه و وزن تر آنها در برخی بذرهای همچون زیره سبز گردد. جباری و همکاران (۱۳۹۰) دریافتند که پیش تیمار نیترات پتاسیم در شرایط تنش شوری توانست

اثرات منفی تنش شوری را بر بذر تریپتیکاله تعدیل کند و از این طریق منجر به افزایش جوانه‌زنی شود.

ترکیبات دارای نیترات نظیر پتاسیم در کاهش خواب فیزیولوژیک و تحریک جوانه‌زنی بذرهایی که خواب آنها ناشی از کمبود ماده تحریک‌کننده جوانه‌زنی نظیر اسیدجبرلیک است، نقش دارند، زیرا نیترات نقش مثبتی در مسیر سنتز اسیدجبرلیک دارد (Alboresi et al., 2005). به همین دلیل بذرهای بابا آدم که با نیترات پتاسیم تیمار شده بودند در مقایسه با بذرهایی که صرفاً خراش دهی شدند، از فعالیت بیشتر آنزیم آلفا آمیلاز و جوانه‌زنی بیشتری برخوردار بودند. اکسین و اسیدجبرلیک دو تنظیم‌کننده رشد گیاهی موثر در فرآیند جوانه‌زنی هستند که بر فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، رشد ریشه‌چه و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت گیاهچه تاثیر مثبت دارند، اما عدم تعادل میان غلظت این تنظیم‌کنندگان رشد با ترکیبات بازدارنده مانند آبسزیک اسید سبب ایجاد خواب بذر و تاخیر در جوانه‌زنی می‌شود (Miransari & Smith, 2014).

مواد شیمیایی بازدارنده جوانه‌زنی بذر

تنوع ژنتیکی در ساختار و یا رنگدانه‌های پوسته و لایه‌های پوششی بذر نظیر پریکارپ، باعث تغییرات در خواب بذر و طول عمر آن در بسیاری از گونه‌ها می‌شود. رنگدانه‌های پوسته بذر عموماً ترکیبات فنلی نظیر فلاونوئیدها می‌باشند. این ترکیبات به عنوان آنتی اکسیدان باعث کاهش میزان اکسیژن و در نتیجه بازدارندگی فرآیندهای متابولیکی پس‌رسی و جوانه‌زنی از جمله تخریب اکسیداتیو اسیدآبسزیک می‌شوند. همچنین رنگدانه‌های پوسته، نور دریافتی توسط گیاهچه را فیلتر می‌کنند. مشخص شده است که فلاونوئیدها تنها نور را جذب می‌کنند (شاه‌مرادی و همکاران، ۱۳۹۳). مواد شیمیایی که در حین نمو و تکوین دانه در پوسته و یا دانه میوه تجمع یافته و حتی بعد از رسیدن دانه هم در این بخش‌ها باقی می‌مانند، به عنوان بازدارنده جوانه‌زنی عمل می‌کنند. انواع فنل‌ها، کومارین و اسیدآبسزیک در شمار این ترکیب‌های بازدارنده هستند. در عین حال اثر این ترکیب‌ها را می‌توان با شستشو در آب خنثی نمود (Booth & Sowa, 2001).

بحث و نتیجه گیری

خواب بذر یک پدیده‌ای طبیعی می‌باشد که برای حفظ و حراست منابع گیاهی در سیستم طبیعت ایجاد شده است. بررسی نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهد برای شکستن خواب بذر به توجه به نوع خواب: فیزیکی، موفولوژیکی، فیزیولوژیکی و فتوشیمیایی از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. البته لازم به ذکر است که برخی از بذرهای دارای خواب ترکیبی هستند. به عنوان مثال Samadi و همکاران (۲۰۱۲) شکستن خواب چهار گونه از بذرهای جنس لینوم (*Linum* L.) را مورد آزمایش قرار دادند. بر اساس نتایج مطالعه مذکور، نوع خواب در جنس لینوم فیزیکی - فیزیولوژیکی بود و تیمار ترکیبی اسیدسولفوریک با جیبرلیک اسید بهترین نتیجه را در شکستن خواب بذرهای حاصل نمود. در یک مطالعه دیگر نیز که توسط نوروزیان و همکاران (۱۳۹۵) انجام شد، نتایج مطالعه نشان داد بالاترین سرعت جوانه‌زنی، با میانگین ۸۱/۵ درصد در تیمار ترکیبی جیبرلیک اسید با غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر و اسیدسولفوریک غلیظ (۹۸ درصد) به مدت ۴۵ دقیقه به دست آمد. بذرهای تیمار نشده (شاهد) کمترین میانگین جوانه‌زنی (۱/۶ درصد) را نشان دادند. تیمارهای اسیدجیبرلیک با غلظت‌های ۲۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم در لیتر به ترتیب با ۶۳/۸ و ۶۲/۲ درصد تفاوت معنی‌دار نشان ندادند. در نهایت Jihun Lee و همکاران (۲۰۲۴) با بررسی اثرات تیمارهای مختلف بر جوانه‌زنی بذرهای *Lonicera insularis* دریافتند که تیمار اسیدجیبرلیک در غلظت‌های مختلف به تنهایی موفق به شکستن خواب بذور نگردیده است. بر اساس نتایج این مطالعه، دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط روشنایی و همچنین اثر ترکیبی خراش‌دهی همراه با دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد شرایط بهینه‌ای را برای جوانه‌زنی ایجاد نموده است.

بنابراین تیمار ترکیبی به خصوص تیمار اسیدجیبرلیک با اسیدسولفوریک در بسیاری از موارد با بالاترین کارایی موجب افزایش سرعت و میزان جوانه‌زنی می‌گردد. البته اعمال تیمار لازم باید بر اساس نوع خواب تشخیص داده شده و همین‌طور نوع گونه گیاهی انجام گیرد. بر اساس نتایج مطالعات مختلف، شکست خواب یک فرآیند بیوشیمیایی می‌باشد که ترشح آنزیم آلفا آمیلاز برای شکستن پلی ساکاریدهای

نشاسته به مولکول‌های آلی کوچک و تولید انرژی لازم می‌باشد. در بذر برخی گونه‌های گیاهی هم افزایش نفوذپذیری پوسته بذر با محلول‌هایی مانند اسیدسولفوریک منجر به شکستن خواب بذر می‌گردد. در نهایت تامین نیازمندی‌های نوری برخی بذرهای هم با تیمارهایی مانند تناوب‌های نوری و نیترات پتاسیم امکان‌پذیر است.

منابع

- الباجی، ز. و مرعشی، ک. (۱۴۰۲) اثر پرایمینگ بذر با پراکسید هیدروژن بر مولفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم *Triticum aestivum* (L.) در شرایط تنش شوری. نشریه علوم و فناوری بذر ایران، ۱۲(۴): ۵۷-۶۷.
- تاج‌بخش، م. (۱۳۷۷) بذر: شناخت، گواهی و کنترل آن، انتشارات احرار، تبریز، ۱۵۶ صفحه.
- جباری، ر. امینی‌دهقی، م.، گنجی‌ارژنکی، ف. و آگاهی، ک. (۱۳۹۰) چگونه مدت زمان و روش‌های پرایمینگ ممکن است بر جوانه زنی بذر زیره سبز (*Cuminum Cyminum* L.) تاثیر بگذارد. مجله علوم زراعت، ۴(۴): ۳۰-۳۳.
- جعفریان، ط. و زارع، م.ج. (۱۳۹۳) تاثیر پیش تیمار پر اکسید هیدروژن (H_2O_2) بر تحمل به تنش شوری در تربیتکاله و گندم در مرحله جوانه‌زنی، سیزدهمین همایش علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران و سومین همایش علوم تکنولوژی بذر ایران، کرج. قابل دسترس در: <https://civilica.com/doc/312467/>
- حاتمی‌مقدم، ز. و زینالی، ا. (۱۳۸۷) بررسی عملکرد پیش سرمادهی و تیمارهای خراش‌دهی شیمیایی و مکانیکی بر شکستن خواب بذر گاوپنبه (*Abutilon Theophrasti*). مجله الکترونیکی محصولات زراعی، ۱(۱): ۱۷-۳۷.
- خواجه‌حسینی، م.، اروجی، ک. و اورسجی، ز. (۱۳۸۸) بررسی برخی از روش‌های شکستن خواب در بذر بیست گونه علف هرز، همایش علوم علف‌های هرز ایران، قابل دسترس در: <https://sid.ir/paper/816113/fa/>
- رجبیان، ت.، صبور، ع.، حسنی، ب. و فلاح‌حسینی، ح. (۱۳۸۶). اثرات GA3 و سرمازدگی بر جوانه زنی بذر

- مجله تحقیقات گیاهان زراعی ایران، ۳(۵): ۸۱-۸۸.
- مرادی، ع.، بزی، ت.، معصومی اصل، ع. و زارعی، ت. (۱۳۹۵) تاثیر دمای جوانه زنی بر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی و جوانه زنی بذره های جاشیر (*Prangos ferulacea*) برداشت شده در رطوبت های مختلف بذر. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۸(۴۸): ۷۹-۸۸.
- مکی زاده تفتی، م.، فرهودی، ر.، نقدی بادی، ح. و مهدی زاده، ع. (۱۳۸۵) تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۲(۲): ۱۰۵-۱۱۶.
- نظری، خ. (۱۳۹۴) ارزیابی اکولوژی جوانه زنی بذر و سبز شدن علف هرز مشک (*Myagrurn perfoliatum*). پایان نامه کارشناسی ارشد وزارت علوم، تحقیقات، و فناوری - دانشگاه رازی - دانشکده علوم کشاورزی - ۱۳۹۴.
- نعمتی، ع.، شریفی، ح.، گردکانه، م. و شریفی، ز. (۱۳۹۵) تاثیر پیش سرمادهی و اسیدجیبرلیک بر شکستن خواب بذر دو گونه گیاه دارویی *Silybum mrianum* و *Citrus colocythis*. مجله تحقیقات بذر ایران، ۳(۱): ۱۶۹-۱۷۷.
- نوروزیان، ع.، معصومیان، م.، ابراهیمی، م. ع. و بخشی خانیکی، گ. ر. (۱۳۹۵) تاثیر تیمارهای شکستن خواب بر جوانه زنی بذر *Ferula assa-foetida*. مجله تحقیقات بذر ایران، ۳(۲): ۱۵۵-۱۶۹.
- Alboresi, A., Gestin, C., Leydecker, M.T., Bedu, M., Meyer, C. and Truong, H.N. (2005) Nitrate, a signal relieving seed dormancy in Arabidopsis. Plant, Cell and Environment, 28(4): 500-512.
- Barba-Espín, G., Hernández, J.A. and Diaz-Vivancos, P. (2012) Role of H₂O₂ in pea seed germination. plant signal bahav. Plant Signaling and Behavior, 7(2): 193-195.
- Bhardwaj, R.L., Meena, R.R. and Mukherjee, S. (2005) Role of plant growth regulators in Guava (*Psidium guajava*)- A review. Agricultural Review, 26(4): 281-287.
- Booth, D.T. and Sowa, S. (2001) Respiration in dormant and non-dormant bitterbrush seeds. Journal of Arid Environment, 48(1): 35-39.
- Chetouani, M., Mzabri, I., Aamar, A., Boukroute, A., Kouddane, N. and Berrichi, A. (2017) Effect of gibberellic acid (AG3) on the germination of seeds of *Thymus satureioides* L. and *Lavandula dentata*. Journal of Materials and Environmental Sciences, 8(3): 942-948
- Çirak, C. Kevseroglu, K. and Ayan, A.K. (2007) Breaking of seed dormancy in a Turkish endemic *Ferula assa-foetida*, به عنوان یک گیاه دارویی. مجله گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۳(۳): ۳۹۶-۴۰۳.
- سپهری، ع. (۱۴۰۱) تاثیر پراکسید هیدروژن بر ویژگی های جوانه زنی بذر کاسنی (*Cichorium intybus* L.) تحت تنش شوری. اولین همایش ملی گیاهان و داروهای گیاهی، طب سنتی و سلامت جامعه دامغان، قابل دسترس در: <https://civilica.com/doc/1581992>
- سخاوتی، ن.، حسینی، س.م.، اکبری نیا، م. و رضایی، ع. (۱۳۹۰) جیبرلیک و سرمادهی برای شکستن خواب بذر و افزایش جوانه زنی بذر گیاه دارویی سیاه دانه (*Cerasus mahaleb* L. Mill. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۱۹(۱): ۲۰۴-۱۹۲.
- شاه مرادی، ش.، چایچی، م.ر.، مظفری، ج.، مظاهری، د. و شریف زاده، ف. (۱۳۹۳) خواب شکستن بذر در *Hordeum spontaneum* L. مجله تحقیقات گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)، ۲۷(۵): ۸۷۲-۸۸۳.
- صالحی، ع.، معصومی اصل، ع. و مرادی، ع. (۱۳۹۴) ارزیابی روش های موثر شکستن خواب بذر در گیاه دارویی بیلهر (*Dorema aucheri*). مجله تحقیقات بذر ایران، ۲(۱): ۶۵-۷۲.
- طالبی، ع.، سلیمانی، ع. و شمس، م. (۱۳۹۷) چگونگی تاثیر پیش تیمار بر خواب، جوانه زنی و رشد گیاهچه جمعیت های کبر (*Capparis spinosa* L.). تحقیقات اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۱۴(۲): ۸۶-۱۰۳.
- فرهودی، ر. و مکی زاده تفتی، م. (۱۳۹۲) بررسی شکست خواب بذر کرفس کوهی (*Kelussia odoratissima*) تحت تاثیر اسیدجیبرلیک و تیمارهای سرمایی. مجله علوم و فناوری بذر ایران، ۳(۲): ۲۴۱-۲۴۹.
- سلطانی، ا. کامکار، ب و اکرم قادری، ف. (۱۳۸۷) علوم و تکنولوژی بذر، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ایران، ص ۵۱۲.
- کوچکی، ع و عزیزی، ع. (۱۳۸۴) تاثیر تیمارهای مختلف بر شکستن خواب گیاه مریم نخودی (*Teucrium polium*).

- <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1006131215297>.
- Gonzalez-Benito, M.E., Albert, M.J., Iriando, J.M., Varela F. and Pérez-Garca, F. (2004) Seed germination of four thyme species after conservation at low temperatures at several moisture contents. ISTA. Online, International Seed Testing Association, 247-254. Retrieved from <https://doi.org/10.15258/sst.2004.32.1.28/>
- Haider-Ali, H., Tanveer, A., Ather-Nadeem, M. and Naeem-Asghar, H. (2011) Methods to break seed dormancy of *Rhynchosia capitata*, a summer annual weed. Chilean Journal of Agricultural Research, 71(3): 483-487. Retrieved from <https://doi.org/10.4067/S0718-58392011000300021/>
- Jihun Lee, J., Park, K., Hamin Lee, H., Jang, B. and Cho, J. (2024) Improving seed germination: effect of stratification and dormancy-release priming in *Lonicera insularis* Nakai. Frontiers in Plant Science, 15. DOI: 10.3389/fpls.2024.1484114/
- Liu, L., Xia, W., Li, H., Zeng, H., Wei, B., Han, S. and Yin, C. (2018) Salinity inhibits rice seed germination by reducing α -amylase activity via decreased bioactive gibberellin content. Frontiers in Plant Science, 9: 275-275.
- Miransari, M. and Smith, D.L. (2014) Plant hormones and seed germination. Environmental and Experimental Botany, 99, 110-121. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0098847213001895/>
- Samadi, A., Carapetian, J., Qadim Zadeh, M. and Hassanzadeh Ghortapeh, A. (2012) Comparison of two culture media for breaking seed dormancy and germination improvement in four species of *Linum* L. African Journal of Biotechnology, 11(20): 4699-4705. Retrieved from <http://www.academicjournals.org/AJB/>
- Hypericum species: *Hypericum aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum* by light and some pre-soaking treatments. Journal of Arid Environment, 68(1): 159-164.
- De Micco, V., De Pascale, S., Paradiso, R. and Aronne, G. (2014) Microgravity effects on different stages of higher plant life cycle and completion of the seed-to-seed cycle. Plan Biology, 16(1): 31-38.
- Debska, K., Krasuska, U., Budnicka, K., Bogatek, R. and Gniazdowska, A. (2013) Dormancy removal of apple seeds by cold stratification is associated with fluctuation in H_2O_2 , no production and protein carbonylation level. Journal Plant Physiology, 5(170): 480-488.
- Dehghanpour Farashah, H., Tavakkol Afshari, R., Sharifzadeh, F. and Chavoshinasab, S. 2011. Germination improvement and α -amylase and β -1,3-glucanase activity in dormant and nondormant seeds of Oregano (*Origanum vulgare*). Australian Journal of Crop Science, 5(4):421-427.
- 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(3): 331-342.
- Eisavand, Hr., Madah Arefi, H. and Tavakolafshari, R. (2006) Effects of various treatments on breaking seed dormancy of *Astragalus siliquosus*. Seed Science and Technology, 34(3): 747-752. Retrieved from <https://doi.org/10.15258/sst.2006.34.3.22/>
- Jamaati-Soomarin, S., Alipoor, S.H. and Zabihi-Mahmoodabad, R. (2010) Evaluation of sulfuric acid application in breaking dormancy of goosefoot and red-root amaranth seeds. Plant Ecophysiology, 2: 127-131.
- Giba, Z., Grubisic, D., Todorovic, S., Stojakovic, D. and Konjevic, R. (1998) Effects of nitric oxide-releasing compounds on phytochrome-controlled germination of Empress tree seeds. Plant Growth Regulation, 26: 175-181. Retrieved from

Investigation of the mechanism of the effect of some compounds on the biochemical processes of breaking plant seed dormancy

Afsaneh Samadi^{1*}

- 1) Department of Biology Education, Farhangian University, P.O. Box 14665-889 Tehran, Iran. *Corresponding Author Email Address: afsane_samadi911@yahoo.com

Date of Submission: 2025/05/16

Date of Acceptance: 2025/09/29

Abstract

Seeds are one of the most important parts and in fact the fruit of a plant's life, which, in addition to its use in the food, industrial, and pharmaceutical industries, plays a fundamental role as an important factor in plant reproduction and propagation. The creation system has defined conditions for seed germination. Seed dormancy is the so-called time when the seed does not have the necessary conditions for germination. The present study was written as a review using reputable scientific articles and the author's experiences in this field. In this study, important biochemical processes in breaking dormancy and seed germination of some solutions are described and the mechanism of action of some chemical solutions in breaking seed dormancy is stated. The reasons for seed dormancy can be physical, morphological, physiological or photochemical. The impermeability of the seed coat, the immaturity of the embryo, the lack of secretion of enzymes necessary for seed germination reactions, and the need for light are the mechanisms of seed dormancy in the following types of dormancy: physical, morphological, physiological, and photochemical. Solutions such as sulfuric acid, gibberellic acid and potassium nitrate are effective in breaking physical, physiological and photochemical dormancy of seeds, respectively. The concentration and duration of use of chemical compounds in different plant species varies greatly and depends on the type and amount of dormancy and the condition of the seed coat. Also, the results of various studies show that the effects of combined treatments are very successful and in most cases are associated with an increase in the speed and rate of germination.

Keywords: Biochemical processes, Photochemical dormancy, Physiological dormancy, Seed dormancy, Seed germination.