6th International Conference on Applied Research in Agriculture Science
ششمین کنفرانس بین المللی پژوهش های کاربردی در علوم کشاورزی
February 2019, Tehran, Iran

مطالعه واکنش جوانه‌زنی گیاه دارویی پروانش (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) در پاسخ به فیتوهورمون جاسمونیک اسید

مرضیه عباباف[1]، حشمت امیدی[2*]، عبدالمهدی بخشنده[3]

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
۳- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، اهواز، ایران

چکیده

به‌منظور بررسی تعیین مطلوب‌ترین مدت‌زمان و غلظت پرایمینگ بذر پروانش با جاسونیک اسید، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل پیش تیمار بذر با جاسونیک اسید در سه سطح، صفر، ۱۰ و ۱۰۰ میکرو مولار، در پنج سطح زمانی صفر، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت بودند. نتایج نشان داد که غلظت و مدت‌زمان پرایمینگ بر تمام شاخص‌های موردمطالعه معنی‌دار بود. هم‌چنین اثر برهمکنش غلظت و مدت‌زمان پرایمینگ بر تمام شاخص ها بجز، شاخص وزنی بنیه بذر معنی‌دار بود. درصد جوانه‌زنی در غلظت های ۱۰ و ۱۰۰ میکرومولار جاسمونیک اسید و در مدت ۲۴ ساعت به (۹۸/۳۳ درصد) رسید که ۳۴/۱ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. بالاترین سرعت جوانه‌زنی، در تیمار ۱۰ میکرو مولار و در مدت‌زمان ۱۲ ساعت بود که ۴۲/۸ درصد نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود.. به‌طورکلی نتایج نشان داد پرایمینگ بذر با ۱۰ میکرو مولار جاسمونیک اسید در مدت ۲۴ ساعت موجب بهبود اکثر شاخص‌های موردمطالعه شد.

کلمات کلیدی: ارزش جوانه زنی، پرایمینگ بذر، پروانش، جاسمونیک اسید

۱. مقدمه

گیاه پروانش با نام علمی *Catharanthus rosrus* (L) G.Don و نام انگلیسی Madagascar Periwinkleشناخته شده است. پروانش یک گیاه دولپه ای، خودگشن و جزء گیاهان زینتی دارویی از خانواده خرزهره (Apocynaceae)است و در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری در سراسر جهان یافت می شود و به طور گسترده ای در اسپانیا، ایالات متحده، چین، آفریقا، استرالیا، هند، و جنوب اروپا برای مصرف داروهای آن کشت می‌شود گیاه پروانش یکی از گیاهان دارویی مهم است که متابولیت‌های ثانویه زیادی تولید می‌کند و از دوران باستان به خاطر ترکیبات فیتوشیمیایی و اثر

[1] **Corresponding author:** omidi@shahed.ac.ir

درمانی‌اش مورد استفاده قرار گرفته است. از پروانش قرنها در اروپا برای درمان دیابت و از عصاره برگ آن برای درمان نیش زنبور و ممانعت از خونریزی استفاده شده است. از خواص پروانش می توان به خاصیت ضد سرطان، ضد دیابت، ضد فشار خون و آنتی اکسیدانتی آن اشاره کرد. پروانش به‌عنوان یک مدل مناسب در بسیاری از مطالعات جهت بررسی آلکالوئیدهای گیاهی معرفی شده است. این گیاه دوره‌ی رویشی نسبتاً طولانی دارد. از بدو رویش بذر تا رسیدن و کامل شدن میوه، ۱۸۰ تا ۲۰۰ روز به طول می‌انجامد. رشد اولیه‌ی آن بسیار کُند است [1]. پرایمینگ بذر یک فرآیند فیزیولوژیکی است و از روش‌های شناخته‌شده جهت جوانه‌زنی سریع بذر و بهبود استقرار گیاهچه است [2] :[3] هم‌چنین یک ابزار مهم برای بهبود توان محصول است [4]. پرایمینگ بذر با کاهش طول دوره‌ی رشد موجب افزایش بهره‌وری زمین‌های زراعی شده به‌طوری‌که کشاورزان هندی توانستند سه محصول در یک سال برداشت کنند. پرایمینگ بذر موجب افزایش جوانه‌زنی یکسان، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرها می‌شود [5].

جاسمونات ها به‌عنوان ترکیبات پیام رسان کلیدی معرفی شده‌اند که تجمع متابولیت‌های ثانویه را باعث می‌شوند. این مولکول‌ها منجر به القای فعالیت آنزیم های ویژه‌ای می‌شوند که واکنش‌های بیوسنتزی مربوط به تولید ترکیبات دفاعی مانند پلی فنل‌ها، آلکالوئیدها و ترکیبات ترپنوئیدی را کاتالیز می‌کنند. جاسمونیک اسید نقش مهمی در پاسخ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان به شرایط محیطی دارد[6].

با توجه به دوره‌ی رشد طولانی گیاه پروانش و کوچک بودن بذر و عدم استقرار مناسب آن در مزرعه با خاک‌هایی با بافت نیمه سنگین و سنگین، این تحقیق با هدف بررسی اثر هورمون پرایمینگ بذر با جاسمونیک اسید در غلظت‌ها و مدت‌زمان‌های متفاوت بر بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی بذر پروانش انجام شد.

۲. مواد و روش

به‌منظور بررسی تأثیر مدت‌زمان و غلظت‌های مختلف جاسمونیک اسید بر جوانه‌زنی بذر پروانش، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده‌ی علوم کشاورزی دانشگاه شاهد تهران در سال ۱۳۹۶ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل مدت‌زمان پرایمینگ در چهار سطح (۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت) و جاسمونیک اسید در دو سطح (۱۰ و ۱۰۰ میلی مولار) بود. از بذور خشک (پرایم نشده) نیز به‌عنوان شاهد استفاده شد. بذرها از شرکت مزرعه سبز نمین تهیه شد. بذرها با اتانول ۷۰ درصد به مدت ۳۰ ثانیه و سپس سه مرتبه با آب مقطر شستشو داده شدند و پس از آن با هیپوکلریت سدیم تجاری (۲/۵ درصد) به مدت ۱۵ دقیقه ضدعفونی شده و مجدداً با آب مقطر شسته شدند [7] بذرها در زمان‌های (۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت) در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد با غلظت‌های موردنظر تیمار سپس با آب مقطر شسته شده و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا به رطوبت اولیه بذر رسیدند[8] . در هر پتری ضدعفونی شده حاوی یک کاغذ واتمن اتوکلاو شده با قطر ۹ سانتی‌متر ۵۰ عدد بذر کشت شد به هر پتری ۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. به‌منظور کاهش میزان تبخیر آب، در پتری‌ها به‌وسیله پارافیلم بسته شد پس از این مرحله پتری‌های حاوی بذور به دستگاه ژرمیناتور منتقل و تحت دمای ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد و تناوب نوری ۱۲ روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی قرار گرفتند [9] و از روز دوم پس از کشت شمارش بذرها روزانه در ساعت معینی به مدت ۱۰ روز انجام گرفت[10]. تعداد بذور جوانه‌زده (با طول ریشه‌چه دو میلی‌متر) روزانه شمارش و یادداشت شد [11]. برای تعیین درصد جوانه‌زنی بذرها [12] ،

سرعت جوانه زنی [13]، میانگین زمان جوانه‌زنی [14]، شاخص طولی و وزنی بنیه بذر [15] و ارزش جوانه زنی[16] از معادلات زیر استفاده شد.

درصد جوانه زنی Germination percentage (GP) = (N×100)/M (رابطه ۱)

میانگین زمان جوانه زنی Mean germination time (MGT) = ∑(Ni Di)
(رابطه ۲)

سرعت جوانه زنی Germination Speed (GS)= ΣNi / Ti (رابطه ۳)

شاخص طولی بنیه بذر Seed length vigor index (SLV) = GP × Seedling length (SL)
(رابطه ۴)

شاخص وزنی بنیه بذر Seed weight vigor index (SWV) = GP × Seedling dry weight (SD (رابطه ۵)

ارزش جوانه زنی Germination Value (GV) = GP × MDG (رابطه ۶)

تعداد بذرهای جوانه :Ni زمان از شروع آزمایش تا روز مشاهده :Di ,تعداد کل بذرهای کشت شده :M ,مجموع بذرهای جوانه زده در پایان آزمایش :N
دوره جوانه زنی :T ,تعداد بذرهای جوانه زده در پایان آزمایش :ΣN ,زده در زمانDi.

تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS صورت گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

۳. نتایج و بحث

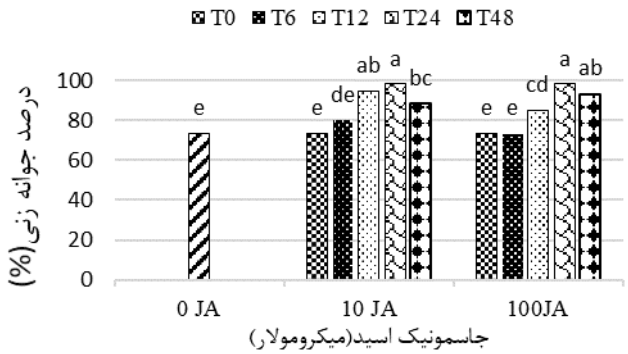
درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که غلظت جاسمونات اسید، مدت‌زمان و اثر متقابل غلظت و مدت زمان پرایمینگ بر درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج نشان داد بیشترین میزان جوانه‌زنی را بذرهای پرایم شده نسبت به بذرهای پرایم نشده داشت. مشاهده شد با افزایش مدت زمان پرایمینگ تا مدت زمان ۲۴ ساعت، درصد جوانه‌زنی در سطح ۱۰ و ۱۰۰ میکرومولار جاسمونات به بیشترین میزان خود (۹۸/۳۳ درصد) رسید (شکل ۱). گزارش شده است که پرایمینگ با جاسمونات اسید تولید پلی آمین آزاد را در بافت‌های گیاهی تحریک می‌کند بنابراین جاسمونات به صورت سینرژیم عمل می‌کند و آماده سازی بذر با جاسمونات درصد جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد [17]. نتایج این مطالعه مطابق با یافته‌های [18] است که نشان داند بیشتر شدن مدت زمان پرایمینگ تأثیر مثبتی بر جوانه‌زنی بذرهای سرخارگل دارد. [6] گزارش کردند پرایمینگ بذر با متیل جاسمونات منجر به بهبود درصد جوانه‌زنی بذرهای برنج شد که این یافته‌ها با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر مدت‌زمان و غلظت پرایمینگ با جاسمونیک اسید بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر پروانش

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی	ارزش جوانه زنی	شاخص وزنی بنیه بذر	شاخص طولی بنیه بذر
جاسمونیک اسید	۲	۸۰۱/۶۷**	۲/۳۲**	۰/۱۷*	۸۷۹۰/۷۲**	۵۴۸۹/۳۴**	۳۱۴۳۳/۲۹**
زمان	۴	۴۳۸/۸۹**	۱/۱۷**	۰/۳۹**	۳۸۳۸/۴۸**	۱۱۳۵/۹۶**	۱۶۱۰۵/۲۳**
غلظت×زمان	۸	۱۳۶/۳۹**	۰/۳۵**	۰/۱۳*	۱۳۱۴/۹**	۲۶۹/۲۸$^{n.s}$	۴۵۲۳/۰۳**
خطای آزمایش	۳۰	۲۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۴	۱۳۳/۰۲	۶۵	۲۹۹/۵۸
ضریب تغییرات (٪)	-	۵/۴۸	۵/۱۱	۴/۵۶	۱۰/۱۹	۱۱	۵

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

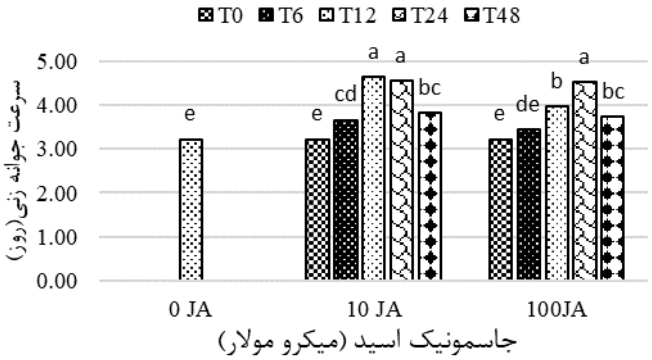


شکل ۱- مقایسه میانگین اثر مدت و غلظت جاسمونیک اسید بر درصد جوانه‌زنی

سرعت جوانه زنی

نتایج معنی‌دار بودن اثر غلظت جاسمونات اسید، مدت زمان پرایمینگ و اثر متقابل غلظت و مدت زمان پرایمینگ بر سرعت جوانه‌زنی را نشان داد (جدول ۱). مشاهده شد سرعت جوانه‌زنی بذرهای پرایم شده نسبت به بذرهای پرایم نشده بالاتر بود. نتایج افزایش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی را با بیشتر شدن مدت زمان پرایمینگ و سطوح غلظت جاسمونات اسید را نشان داد به طوری که بیشترین میزان سرعت جوانه‌زنی در مدت زمان ۲۴ ساعت پرایمینگ با سطوح ۱۰ و ۱۰۰ میکرومولار جاسمونات اسید مشاهده شد (شکل ۲). گزارش‌هایی مبنی بر افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر گیاهان با جاسمونات اسید وجود دارد [19] که با نتایج این مطالعه هم راستا است. [20] گزارش کردند که پرایمینگ بذر در مدت ۲۴ ساعت با هورمون جیبرلین موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی بذرهای پرایم شده استویا می‌شود. به دلیل طول زمان پرایمینگ، جنین نمو پیدا

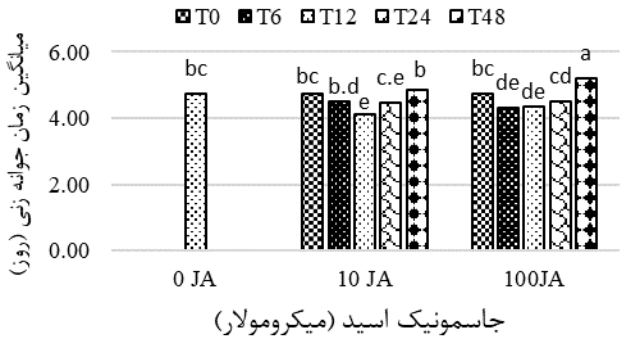
می‌کند و آندوسپرم را فشرده می‌سازد که نیروی فشار جنین و فعالیت‌های هیدرولیتیکی دیواره سلولی آندوسپرم و فضای ایجاد شده داخل بذر پرایم شده ممکن است جوانه‌زنی را با تسهیل جذب آب تسریع کند [21].



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر مدت و غلظت جاسمونیک اسید بر سرعت جوانه‌زنی

میانگین زمان جوانه‌زنی

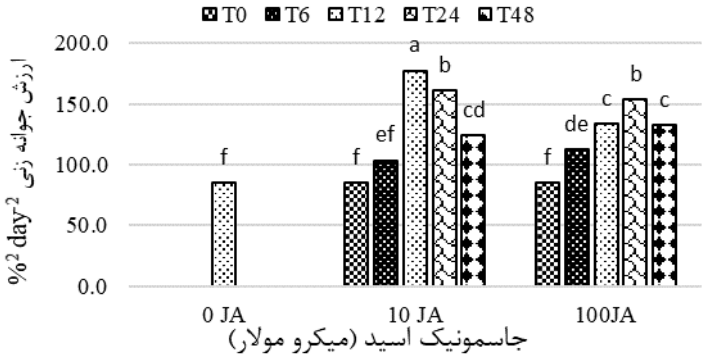
نتایج نشان داد اثر غلظت جاسمونات اسید، مدت زمان پرایمینگ و اثر متقابل غلظت و مدت زمان پرایمینگ بر میانگین زمان جوانه زنی معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج نشان داد که با افزایش سطوح غلظت جاسمونات اسید و مدت زمان پرایمینگ میانگین زمان جوانه‌زنی به بالاترین حد خود رسید به طوری بیشترین میانگین زمان در بذرهای پرایم شده در مدت زمان ۴۸ ساعت و در سطح ۱۰۰ میکرومولار جاسمونات اسید مشاهده شد (شکل ۳). بذرها برای انجام فعالت‌های حیاتی و شروع به جوانه‌زنی احتیاج به آب کافی دارند. چنان‌چه جذب آب دچار اختلال شود و یا به کندی صورت بگیرد، فعالیت‌های داخل بذر به کندی صورت می‌گیرد و مدت زمان لازم برای خروج ریشه‌چه از بذر افزایش می‌یابد [22]. کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی در بذرهای پرایم شده به افزایش احتمالی سرعت تقسیم سلولی که در اثر سنتز RNA، DNA و پروتئین در طی پرایمینگ رخ می‌دهد و هم‌چنین بسیاری از مراحل فیزیولوژیکی که در فرآیند جوانه‌زنی کامل شده و بذر در آستانه جوانه‌زنی می‌گیرد، نسبت داده شده است [23, 24].



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر مدت و غلظت جاسمونیک اسید میانگین زمان جوانه‌زنی

ارزش جوانه‌زنی

نتایج معنی‌دار بودن اثر غلظت جاسمونات اسید، مدت زمان پرایمینگ و اثر متقابل غلظت و مدت زمان پرایمینگ بر ارزش جوانه‌زنی را نشان داد (جدول ۱). مشاهده شد بذرهای پرایم شده با جاسمونات اسید نسبت به بذرهای بدون پرایم بیشترین میزان ارزش جوانه‌زنی را داشت. نتایج افزایش معنی‌دار ارزش جوانه‌زنی را با بیشتر شدن مدت زمان پرایمینگ تا مدت زمان ۱۲ ساعت در غلظت ۱۰ میکرومولار جاسمونات اسید را نشان داد (شکل ۴). [20] گزارش دادند که پرایمینگ بذر موجب افزایش ارزش جوانه زنی بذر می‌شود و تیمار ۲۴ ساعت پرایم بیشترین ارزش جوانه زنی را نشان داد.

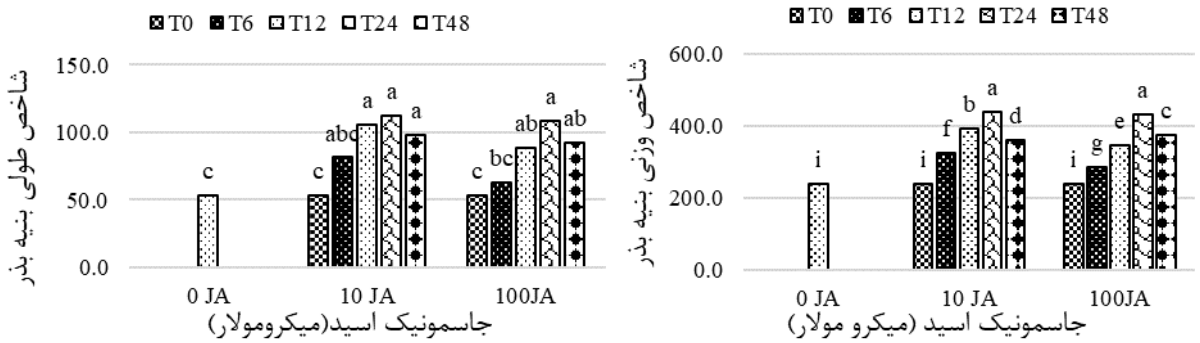


شکل ۴- مقایسه میانگین اثر مدت و غلظت جاسمونیک اسید ارزش جوانه‌زنی

شاخص وزنی و طولی بنیه بذر

نتایج نشان داد اثر غلظت جاسمونات اسید، مدت زمان پرایمینگ و اثر متقابل غلظت و مدت زمان پرایمینگ بر شاخص وزنی و طولی بنیه بذر معنی‌دار بود (جدول ۱). مشاهده شد بذرهای پرایم شده نسبت به بذرهای پرایم نشده بیشترین میزان شاخص طولی و وزنی بنیه بذر را داشت. نتایج افزایش معنی‌دار شاخص طول و وزنی بنیه بذر را با افزایش مدت زمان پرایمینگ

و سطوح غلظت جاسمونات اسید را نشان داد به طوری که بیشترین میزان شاخص طولی و وزنی بنیه بذر در مدت زمان ۲۴ ساعت در غلظت ۱۰ و ۱۰۰ میکرومولار جاسمونات اسید مشاهده شد (شکل ۵ و ۶). نتایج این پژوهش مطابق با نتایج پژوهش پراور و همکاران (۲۰۱۴) دارد که گزارش کردند با افزایش مدت زمان پرایمینگ میزان شاخص بنیه بذر افزایش یافت، هم چنین [6] گزارش کردند که پرایمینگ بذر برنج با متیل جاسمونات موجب افزایش شاخص های بنیه بذر شد. شاخص طولی و وزنی بنیه بذر از صفات با ارزش در مطالعات جوانه‌زنی به شمار می‌آیند، در نتیجه بذرهایی که درصد و سرعت جوانه‌زنی بالایی برخوردار باشند دارای بنیه بیشتری خواهند بود. در بررسی اثر پیش تیمار متیل جاسمونات بر طول گیاهچه و وزن تر و خشک برنج گزارش شد که پیش تیمار متیل جاسمونات تأثیر مثبتی بر این صفات داشته و در نتیجه باعث افزایش شاخص‌های بنیه بذرهای پرایم شده نسبت به بذرهای شاهد شده است [6].



شکل ۵، ۶- مقایسه میانگین اثر مدت و غلظت جاسمونیک اسید شاخص طولی و وزنی بنیه بذر

۴. نتیجه گیری

از نتایج به دست آمده از این پژوهش می توان نتیجه‌گیری کرد افزایش مدت زمان پرایمینگ و غلظت جاسمونات اسید به طور معنی‌داری بر مولفه‌های درصد و سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، انرژی جوانه‌زنی و شاخص طولی و وزنی بنیه بذر تأثیر گذار بود و موجب بهبود این صفات و تسریع جذب آب و جوانه‌زنی بذرها گردید. بنابراین مطالعه آزمایشگاهی گیاه پروانش در شرایط پرایمینگ حاکی از آن است افزایش سطوح غلظت پیش تیمار جاسمونات اسید سبب بهبود رشد و تسریع جوانه‌زنی بذرهای پروانش با افزایش زمان پرایمینگ تا ۲۴ ساعت گردید به طوری که بیشترین میزان شاخص‌های جوانه‌زنی در مدت زمان ۲۴ ساعت پرایمینگ در غلظت ۱۰ و ۱۰۰ میکرومولار جاسمونات اسید مشاهده شد.

۵. منابع

1. Nejat, N., Valdiani, A., Cahill, D., Tan, Y.-H., Maziah, M., & Abiri, R. (2015). “Ornamental exterior versus therapeutic interior of Madagascar Periwinkle (Catharanthus roseus): the two faces of a versatile herb.” The Scientific World Journal, 2015.

2. Pouramir-Dashtmian, F., Khajeh-Hosseini, M., & Esfahani, M. (2014). "Improving chilling tolerance of rice seedling by seed priming with salicylic acid". Archives of Agronomy and Soil Science, 60(9), 1291-1302.
3. Paparella, S., Araújo, S., Rossi, G., Wijayasinghe, M., Carbonera, D., & Balestrazzi, A. (2015). "Seed priming: state of the art and new perspectives". Plant cell reports, 34(8), 1281-1293.
4. Batool, A., Ziaf, K., & Amjad, M. (2015). "Effect of halo-priming on germination and vigor index of cabbage (Brassica oleracea var. capitata)." Journal of Environmental and Agricultural Sciences, 2(7), 8pp.
5. Santini, B. A., & Martorell, C. (2013). "Does retained- seed priming drive the evolution of serotiny in drylands? An assessment using the cactus Mammillaria hernandezii". American Journal of Botany, 100(2), 365-373.
6. Sheteiwy, M. S., Gong, D., Gao, Y., Pan, R., Hu, J., & Guan, Y. (2018). "Priming with methyl jasmonate alleviates polyethylene glycol-induced osmotic stress in rice seeds by regulating the seed metabolic profile". Environmental and Experimental Botany, 153, 236-248.
7. Taha, H., El-Bahr, M., & Seif-El-Nasr, M. (2009). "In vitro studies on Egyptian Catharanthus roseus (L.). II. Effect of biotic and abiotic stress on indole alkaloids production". Journal of Res. Applied Sciences, 5, 1826-1831.
8. Iqbal, M., & Ashraf, M. (2007). "Seed Treatment with Auxins Modulates Growth and Ion Partitioning in Salt- stressed Wheat Plants". Journal of Integrative Plant Biology, 49(7), 1003-1015.
9. Senbagalakshmi, P., Rao, M., & Kumar, T. S. (2017). "In vitro studies, biosynthesis of secondary metabolites and pharmacological utility of Catharanthus roseus (L.) G. Don.: a review Catharanthus roseus". (pp. 153-199): Springer.
10. Barkat, M. A., Abul, H., & Rahman, M. A. (2017). "Agricultural, pharmaceutical, and therapeutic interior of Catharanthus roseus (L.) G. Don *Catharanthus roseus".* pp. 71-100: Springer.
11. Kaya, M. D., Okçu, G., Atak, M., Cıkılı, Y., & Kolsarıcı, Ö. (2006). "Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (Helianthus annuus L.)". European journal of agronomy, 24(4), 291-295.
12. Panwar, P., & Bhardwaj, S. (2005). "Handbook of practical forestry: Agrobios (India)".
13. Pagter, M., Bragato, C., Malagoli, M., Brix, H., 2009. "Osmotic and ionic effects of NaCl and Na2SO4 salinity on Phragmites australis". Aquatic Botany, 90(1): 43-51.
14. Ranal, M. A., & Santana, D. G. d. (2006). "How and why to measure the germination process?" Brazilian Journal of Botany, 29(1), 1-11.
15. Abdul-Baki, A. A., & Anderson, J. D. (1973). "Relationship Between Decarboxylation of Glutamic Acid and Vigor in Soybean Seed 1". Crop science, 13(2), 227-232.
16. Ghasemi Gholozani, K., Dalil, B., (2011). "Germination and seed vigor tests". Publications Jahad Daneshgahi Mashhad.

۱۷. طاهره مقبلی و آروین، م. ج. (۱۳۹۲)، "اثر آماده سازی بذر با تنظیم کننده های رشد بر خصوصیات جوانه زنی رشد و عملکرد میوه طالبی،" نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، سال چهارم ، شماره چهاردهم ، ۳۳-۲۳.

18. Paravar, A., Omidi, H., Sadat Esaynezhad, N. and Amirzad, M. (2015). "Effect of hydroperimmuning on reducing the effects of salinity stress on germination and proline content of seeds of two species of Purple coneflower (Echinacea angustifolia) and chicory (Chicorium intybus)", Journal of Seed Research. 5(4): 33-43.
19. Korkmaz, A., M. Uzunlu and R. Demirkiran. (2007). "Acetyl salicylic acid alleviates chilling-induced damage in muskmelon seedlings". Canadian Journal of Plant Science 80: 581-585.
20. Shahverdi, M. A., Omidi, H. & Tabatabaei, S. J. (2017). "Determination of optimum duration and concentration of Stevia (Stevia rebaudiana Bert.) seed priming with Boric acid (H3BO3)". Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 4**:** 24-30.

۲۱. مکی زاده تفتی، م. فرهودی، ر. و راستی فر، م. (۱۳۹۰). "بررسی تأثیر اسموپرایمینگ بر جوانه زنی گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L)تحت تنش شوری،" فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۲۷، شماره ۴، ۵۸۶-۵۷۳.

۲۲. فتحی امیر خیز، ک. امیدی، حشمت. حشمتی، سیاوش. و جعفرزاده، ل. (۱۳۹۱). "بررسی تاثیر تسریع کننده ها بر بنیه بذر و خصوصیات جوانه زنی گیاه دارویی سیاهدانه(*Nigella sativa* L.) تحت تنش شوری،" نشریه پژوهشهای زراعی ایران، جلد ۱۰شماره ۲، ۲۹۹-۳۱۰.

23. Foti, R., Abureni, K., Tigere, A., Gotosa, J. & Gere, J. (2008): "The efficacy of different seed priming osmotica on the establishment of maize (Zea mays L.) caryopses". Journal of Arid Environments, 72, 1127-1130.
24. Brancalion, P., Novembre, A., Rodrigues, R. & Tay, D. (2008): "Priming of Mimosa bimucronata seeds-a tropical tree species from Brazil". Acta Horticulturae, 782, 163.