اثر پرایمینگ با اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه نخود تحت شرایط آللوپاتی گیاه تاتوره (*Datura stramonium* L.)

متین جامی معینی*[۱]، نویدرضا برهانی[۲]، محمد آرمین[۳]

[۱]استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران

[۲]کارشناس آزمایشگاه، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران

[۳]دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۱/۰۹

چکیده

تاتوره یکی از مهم‌ترین علف‌های هرز مشکل‌آفرین مزارع گیاهان صنعتی و حبوبات محسوب می‌شود. فعالیت آللوپاتی تاتوره با آلکالوئیدهای سمی آزادشده از پوسته بذر یا گیاهچه‌های آن در ارتباط است. بررسی و شناسایی ترکیباتی که قادر به کاهش حساسیت محصولات زراعی نسبت به تنش باشند، از اهمیت بالایی برخوردار است. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه‌های نخود تحت شرایط آللوپاتی تاتوره، در آزمایشگاه تحقیقات گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجراء گردید. پس از پیش‌تیمار بذور نخود در محلول‌های اسید سالیسیلیک ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی‌مولار، جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها در غلظت‌های مختلف عصاره آللوپاتیک تاتوره (صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد) مورد ارزیابی قرار گرفت. درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص قدرت گیاهچه، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه نخود در سطوح مختلف آللوپاتی تاتوره به طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش یافت. پیش‌تیمار بذور با اسید سالیسیلیک تأثیری بر درصد جوانه‌زنی نداشت، اما در غلظت ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی‌مولار باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و شاخص قدرت گیاهچه در بالاترین غلظت عصاره آللوپاتیک تاتوره (۷۵ درصد) گردید.

واژه‌های کلیدی: آلکالوئید، اسید سالیسیلیک، حبوبات، شاخص قدرت گیاهچه.

*نویسنده مسئول: m_jamimoeini@yahoo.com

مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.) در مقایسه با سایر حبوبات از لحاظ سطح کشت و تولید از اهمیت بیشتری در کشور ایران برخوردار می‌باشد (Majd et al., 2006). خصوصیاتی همچون توانایی تثبیت نیتروژن، ریشه‌دهی عمیق و استفاده مؤثر از نزولات جوی سبب شده است که این گیاه نقش مهمی در ثبات تولید نظام‌های زراعی در کشاورزی پایدار ایفا نماید (Amiri Deh Ahmadi et al., 2010). با وجود ارزش تغذیه‌ای و محتوای پروتئین بالا، تولید محصول نخود به وسیله تعدادی از تنش‌های زیستی و غیرزیستی محدود می‌شود (Mantri et al., 2010).

از جمله عوامل محدودکننده تولید محصولات زراعی، تداخل علف‌های هرز با آن‌ها است که کاهش عملکرد را موجب می‌شوند. این تداخل گاهی ناشی از اثرات آللوپاتیک علف‌های هرز است (Masoudi Khorasani et al., 2005). از جمله چالش‌های کشت نخود، توانایی کم آن در رقابت با علف‌های هرز است به‌طوری‌که کاهش عملکرد ناشی از تداخل علف‌های هرز تا ۹۰ درصد گزارش شده است (Mousavi, 2011). برهمکنش آللوپاتی بین گیاهان زراعی و علف هرز می‌تواند روی مراحل مختلف زندگی یک گونه گیاهی اثرگذار باشد. پدیده آللوپاتی غالباً باعث کاهش رشد و نمو در گیاهان، به مراتب بیشتر از آنچه که از رقابت برای نور، آب و مواد غذایی می‌تواند ناشی شود، می‌گردد. نشان داده شده است که علف‌های هرز در استفاده از این پدیده توانایی بالایی داشته و شرایط محیطی را به نفع رشد خود تغییر می‌دهند و سبب کاهش کیفی و کمی عملکرد گیاهان دیگر می‌شوند. گیاهان متعددی هستند که نسبت به گیاهان دیگر که بعداً یا هم‌زمان با آن‌ها رشد می‌کنند، آللوپاتیک می‌باشند(Mardan and Kazemi, 2001).

تاتوره (*Datura stramonium* L.) یکی از مهم‌ترین علف‌های هرز مشکل‌آفرین در مزارع گیاهان صنعتی و حبوبات محسوب می‌شود (An et al., 2003). تاتوره گیاهی یک‌ساله، نسبتاً بدبو با ساقه‌هایی به ارتفاع ۲۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر است. این گیاه که منشاء آن ایران است، دارای برگ‌های بزرگ و متناوب با دندانه‌های نامنظم است. گل‌های آن درشت، شیپوری و به رنگ‌های سفید یا صورتی است. این گیاه دارای اثر آللوپاتی می‌باشد (Mardan and Kazemi, 2001).

فعالیت آللوپاتی تاتوره با آلکالوئیدهای سمی آزادشده از پوسته بذر یا گیاهچه‌های آن در ارتباط است. در آزمایش‌هایی که بذور تاتوره همراه با آفتابگردان کشت گردید، نشان داده شد که سمیت آلکالوئیدهای تاتوره به مدت ۲۰ هفته در خاک پایدار بود. با این وجود، حداکثر بازدارندگی از رشد آن در هفته اول مشاهده گردید (An et al., 2003). در عصاره بقایای علف‌هرز تاتوره سه آلکالوئید تروپینون، تروپین و آتروپین با اثرهای متفاوت تحریک‌کننده و بازدارنده وجود دارد که غلظت‌های مختلف هر آلکالوئید از پتانسیل آللوپاتیکی متفاوتی برخوردار است که می‌تواند رشد گیاه زراعی را تحت تأثیر خود قرار دهد (Dastras et al., 2014). اودهیا و همکاران (۱۹۹۸) کاهش طول ریشه نخود سیاه را تحت تأثیر مواد آللوپاتیک ریشه تاتوره گزارش کردند. بررسی اثرات آللوپاتیک عصاره آبی اندام هوایی تاتوره بر جوانه‌زنی و رشد عدس نشان داد که افزایش غلظت عصاره آبی شاخساره تاتوره به طور معنی‌داری باعث کاهش جوانه‌زنی و رشد ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن خشک گیاه عدس شد (Mardan and Kazemi, 2001).

پرایمینگ بذر یک خصوصیت فیزیولوژیکی است که با محلول‌های مختلف اسمتیک و غیراسمتیک به منظور جذب آب توسط بذر و انجام دو فاز اولیه جوانه‌زنی بدون خروج هیچ ریشه‌چه‌ای قبل از کاشت انجام می‌شود. مهم‌ترین مزیت این تکنیک افزایش سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی سبز شدن بذر و افزایش درصد جوانه‌زنی و شکستن خواب بذر به ویژه تحت تنش‌های محیطی از جمله مواد آللوپاتیک، خشکی، شوری و سرما در گیاهان زراعی و غیر

زراعی می‌باشد. بررسی اثر اسموپرایمینگ بر جوانه‌زنی گندم تحت شرایط عصاره آللوپاتیک علف هرز دم‌روباهی نشان داد که بذرهای پرایمینگ شده بهتر از شاهد (بدون پرایمینگ) در عصاره آللوپاتیک رشد کردند، به طوری که بیشترین طول ساقه‌چه و گیاهچه در تیمار ۱ درصد $CaCl_2$ به‌دست آمد (Babaei Qaqlstany et al., 2016). گزارش شده است که پیش‌تیمار بذرهای گندم با آب (هیدروپرایمینگ) باعث افزایش معنی‌دار طول ریشه‌چه در شرایط آللوپاتی عصاره اندام‌های مختلف علف هرز پیچک صحرایی می‌گردد (Adibi et al., 2014).

بررسی و شناسایی ترکیباتی که قادر به کاهش حساسیت محصولات زراعی نسبت به تنش باشند از اهمیت بالایی برخوردار است. هورمون‌های گیاهی نقش مهمی در فرآیندهای رشدی گیاه ایفا می‌کنند و برخی از آن‌ها در سازگاری گیاهان به تغییرات محیطی نقش کلیدی دارند. نتایج تحقیقات بیانگر آن است که شبه‌هورمون اسید سالیسیلیک می‌تواند یک ترکیب نویدبخش برای کاهش حساسیت گیاهان به تنش‌های زیستی و غیرزیستی باشد و اثرات تخریبی عوامل متعدد تنش‌زا در گیاهان را کاهش دهد. گزارش شده که خیساندن پیش از کاشت بذور در محلول اسید سالیسیلیک (پرایمینگ) گیاهان را بر علیه تنش‌های غیرزیستی محافظت می‌نماید (Szalai et al., 2011). دولت‌آبادیان و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی اثر پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک بر خصوصیات جوانه‌زنی گندم در شرایط تنش شوری، نشان دادند که اسید سالیسیلیک هم در تیمار شاهد و هم در تیمارهای تنش دیده سبب افزایش جوانه‌زنی و بهبود خصوصیات رشدی گیاهچه‌ها گردید. کاربرد اسید سالیسیلیک، گونه‌های مختلف گیاهی را در برابر عوامل تنش‌زای دیگر نظیر فلزات سنگین، دمای بالا، خشکی و سرمازدگی نیز محافظت می‌نماید (Szalai et al., 2011). هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه‌های نخود تحت شرایط آللوپاتی تاتوره بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹٤ در آزمایشگاه تحقیقات زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار اجراء گردید. جهت انجام آزمایش، اندام هوایی بوته‌های تاتوره در اواخر دوره رشد زایشی از مزارع سیب‌زمینی در شهرستان مشهد جمع‌آوری و پس از خشک کردن در آون الکتریکی با دمای ٤٠ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت، آسیاب شدند. از پودر حاصل از اندام هوایی گیاه تاتوره، عصاره غلیظ آبی ۱۰ درصد وزنی–حجمی تهیه شد. برای تهیه عصاره، ۱۰ گرم ماده‌ی گیاهی در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ٢٤ ساعت غوطه‌ور شده، سپس از کاغذ صافی عبور داده شد و سانتریفیوژ گردید. با اضافه نمودن آب مقطر به عصاره غلیظ، عصاره‌های آبی با غلظت‌های صفر (آب مقطر)، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد تهیه گردید.

جهت ضدعفونی سطحی، بذور نخود رقم آرمان به مدت ۲ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد قرار گرفتند و سپس سه مرتبه توسط آب مقطر استریل شستشو شدند. به منظور انجام پرایمینگ اسید سالیسیلیک، بذرهای نخود به مدت ۵ ساعت در محلول‌های اسید سالیسیلیک ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی‌مولار، تحت شرایط تاریکی و دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. هیچ نوع پیش‌تیماری بر روی بذور شاهد انجام نگرفت. پس از انجام پرایمینگ، بذور نخود سه مرتبه توسط آب مقطر شستشو گردیده و به مدت ٤٨ ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند تا رطوبت آن‌ها به رطوبت اولیه بذور برسد.

برای انجام آزمون جوانه‌زنی، در هر تکرار تعداد ۲۵ عدد از بذور پیش‌تیمار شده و شاهد درون پتری‌دیش‌های ضدعفونی شده درپوش‌دار با قطر ۱۲ سانتیمتر، حاوی یک عدد کاغذ صافی قرار داده شد و به هر یک ۱۰ میلی‌لیتر از محلول‌های آللوپاتیک یا آب مقطر اضافه گردید. سپس پتری‌دیش‌ها به انکوباتور در شرایط تاریکی و دمای ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجراء گردید. شمارش بذرهای جوانه‌زده به صورت روزانه و به مدت ۷ روز انجام گرفت و در پایان صفاتی نظیر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و شاخص قدرت گیاهچه مورد ارزیابی قرار گرفتند.

درصد جوانه زنی از طریق فرمول زیر محاسبه شد (Nicols and Heydecker, 1968):

درصد جوانه زنی= (تعداد بذرهای جوانه زده در روز آخر/ تعداد کل بذرها) × ۱۰۰

شاخص قدرت گیاهچه از حاصل‌ضرب طول گیاهچه (سانتی‌متر) در درصد جوانه‌زنی به دست آمد (Abdul Baki and Anderson, 1973).

سرعت جوانه‌زنی (Rs) طبق روش ماگویر (Maguire, 1962) و با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید:

$$Rs = \sum_{i=1}^{n} \frac{Si}{Di}$$

در این معادله، Si تعداد بذور جوانه‌زده در هر شمارش و Di تعداد روزها تا شمارش nام می‌باشد.

عمل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین‌ها مطابق با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. برای مقایسه میانگین اثرات متقابل از برش‌دهی فیزیکی استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی بذور نخود نداشت. با این وجود، اثر غلظت عصاره آللوپاتیک تاتوره بر درصد جوانه‌زنی بذور نخود در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). افزایش غلظت عصاره تاتوره باعث کاهش درصد جوانه‌زنی گردید، به طوری که بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی به ترتیب در تیمار شاهد (۹۹/۱۷ درصد) و غلظت ۷۵ درصد عصاره (۷/۱۹ درصد) مشاهده شد (جدول ۲).

ترکیب‌های آللوپاتیک که به وسیلهٔ گیاهان دارای خاصیت آللوپاتی در ریزوسفر آزاد می‌شوند، معمولاً اثرهای سوئی بر گیاهان همسایه خود دارند. آللوپاتی می‌تواند از طریق تحریک یا ممانعت از جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تعادل جمعیت را در یک اکوسیستم کشاورزی تغییر دهد. نشان داده شده است که آلکالوئیدهای عصاره آبی تاتوره از طریق هیدرولیز نشاسته، جوانه‌زنی و رشد آفتابگردان، هویج، فلفل، گوجه‌فرنگی و سویا را کاهش دادند و این اثرهای دگرآسیبی را مربوط به اسکوپلامین و هیوسیامین می‌دانند (دسترس و همکاران، ۱۳۹۳). بر خلاف نتایج پژوهش حاضر، اودهیا و همکاران (۱۹۹۸) افزایش درصد جوانه‌زنی نخود را تحت تأثیر عصاره حاصل از اندام‌های مختلف علف هرز تاتوره گزارش نمودند که دلیل احتمالی آن تفاوت در شرایط آزمایش و به ویژه غلظت‌های مورد استفاده عصاره آللوپاتیک تاتوره می‌باشد.

جدول ۱: تجزیه واریانس ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه نخود در سطوح مختلف پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک و آللوپاتی تاتوره

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص قدرت گیاهچه	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه
پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک	۳	۲۹/۱۷^{ns}	۱/۱۲*	۲۰۹۶/۲۹**	۱٤۰/۳٦*	۲۲/۷۱**
آللوپاتی	۳	۱۹۷٦۸/۰۵**	۸۳۱/۱٤**	۲۲۰۸۰۸/٦۱**	٦۹۱۵/٤۹**	۱۵٤۹/۰۱**
پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک × آللوپاتی	۹	۷۰/۳۷^{ns}	۱/۹۱**	۲۹٦۳/٦۱**	۷۹/۰۱^{ns}	٤۹/۳۲**
خطای آزمایشی	۳۲	۷۲/۳۹	۰/۳۳	۲۵۲/٤۸	۳۷/٦۲	٤/٤۲
ضریب تغییرات (٪)		۱۸/۷۳	۸/۰۲	۱٤/۹۵	۲۰/۰۵	۱۳/۵۳

^{ns} غیرمعنی‌دار. *، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح آماری ۵ و ۱ درصد.

جدول ۲: اثر پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک و عصاره آبی تاتوره بر درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه نخود

تیمار	میانگین	
	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)
پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک (میلی‌مولار)		
شاهد	٤۷/۵۰ a*	۳۵/۱۹ a
۰/۲۵	٤۳/۷۵ a	۲۸/۸۰ b
۰/۵۰	٤۵/٤۲ a	۲۷/۳٤ b
۰/۷۵	٤۵/۰۰ a	۳۰/۹۹ ab
غلظت عصاره آللوپاتیک تاتوره (درصد)		
صفر	۹۹/۱۷ a	٦۵/٤۲ a
۲۵	۵۳/۳۳ b	۲۵/۹۹ b
۵۰	۲۱/۲۵ c	۱۹/۷۵ c
۷۵	۷/۹۲ d	۱۱/۱۷ d

* میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند، مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند ($P\leq$۰/۰۵).

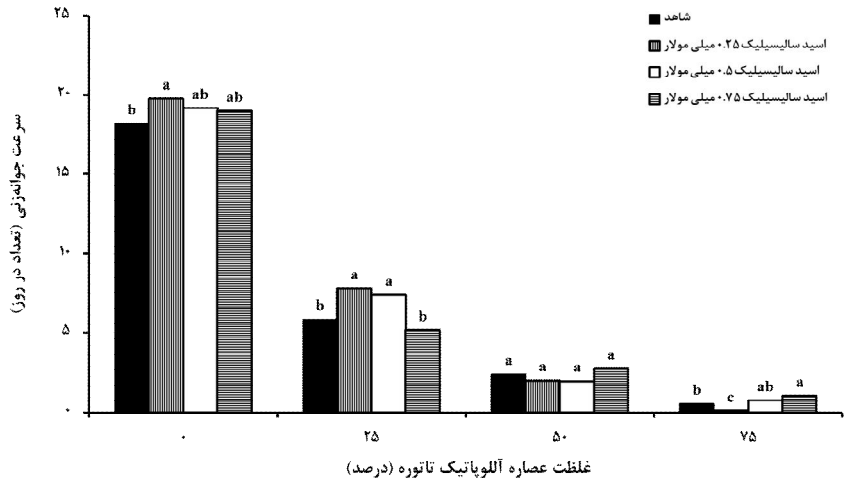
اثر متقابل پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک و غلظت عصاره تاتوره بر سرعت جوانه‌زنی بذور نخود معنی‌دار شد (جدول ۱). آللوپاتی تاتوره باعث کاهش سرعت جوانه‌زنی بذور نخود در مقایسه با تیمار شاهد گردید. در غلظت‌های بالای عصاره آللوپاتیک، کاهش سرعت جوانه‌زنی از شدت بیشتری برخوردار بود، به طوری که کمترین سرعت جوانه‌زنی در غلظت ۷۵ درصد عصاره تاتوره به دست آمد. در شرایط عدم وجود آللوپاتی، پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک در کلیه سطوح باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی گردید. با این وجود، تفاوت سطوح ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک با تیمار شاهد معنی‌دار نشد. در غلظت عصاره آللوپاتیک ۲۵ درصد، پیش‌تیمار بذور با محلول اسید سالیسیلیک ۰/۲۵ و ۰/۵ میلی‌مولار سرعت جوانه‌زنی را به طور قابل‌ملاحظه‌ای در مقایسه با شاهد افزایش داد، اما اثر محلول اسید سالیسیلیک ۰/۷۵ میلی‌مولار معنی‌دار نبود. در غلظت عصاره آللوپاتیک ۵۰ درصد، پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک تأثیر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی نداشت. پیش‌تیمار بذور با محلول اسید سالیسیلیک ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی‌مولار باعث

افزایش سرعت جوانه‌زنی نخود در حضور عصاره آللوپاتیک ۷۵ درصد تاتوره شد. اما محلول اسید سالیسیلیک ۰/۲۵ میلی‌مولار سرعت جوانه‌زنی را در مقایسه با شاهد کاهش داد (شکل ۱).

نتایج تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی محصولات زراعی با آلکالوئیدهای سمی آزادشده از بقایای گیاه تاتوره در ارتباط است (An et al., 2003). آلکالوئیدها معمولاً از گیاهان به دست آمده و ترکیبات بازی هستند که در محیط اسیدی تولید نمک می‌نمایند و معمولاً دارای اثرهای فیزیولوژیک برجسته‌ای روی انسان و حیوانات می‌باشند (Evans, 2007).

تأثیر مفید پرایمینگ بر جوانه‌زنی ممکن است به افزایش فعالیت آنزیم اندو بتاماناز[1] مربوط شود که باعث تضعیف دیواره سلولی و بهبود ظهور ریشه‌چه می‌شود. شیوه‌های مختلف پرایمینگ باعث افزایش فعالیت‌های آنزیم‌های هیدرولیزی شده و به علت قابلیت دسترسی آسان گیاهچه به مواد غذایی در طول جوانه‌زنی، دانه‌های پرایمینگ شده بهتر قادر به کامل کردن فرآیند جوانه‌زنی در زمان کوتاه‌تر می‌شود (Babaei Qaqlstany et al., 2016).

این امکان وجود دارد که اسید سالیسیلیک با اثر بر بیوسنتز جیبرلین، بر جوانه‌زنی اثر گذاشته و منجر به تحریک و افزایش سرعت آن گردد (Mazaheri Tirani and Manuchehri Kalantari, 2006). به‌طور مشابه، گزارش شده است که کاربرد اسید سالیسیلیک باعث افزایش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی گیاه توت روباه گردید. چنین به نظر می‌رسد که اسید سالیسیلیک از طریق تأثیر بر سیستم آنتی‌اکسیدانی سبب کاهش اثر سمی و مخرب عصاره تاتوره شده و سرعت جوانه‌زنی را افزایش داده است (Doulatabadian et al., 2008).



شکل ۱: اثر متقابل پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک و عصاره آبی تاتوره بر سرعت جوانه‌زنی نخود

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر پرایمینگ اسید سالیسیلیک بر طول ریشه‌چه بذور نخود معنی‌دار شد (جدول ۱). پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک باعث کاهش طول ریشه‌چه نخود گردید که این کاهش در غلظت ۰/۲۵ و ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک معنی‌دار بود (جدول ۲).

اسید سالیسیلیک باعث تنظیم رادیکال‌های آزاد اکسیژن و آنتی‌اکسیدانت‌ها می‌شود. اسید سالیسیلیک به عنوان یک مولکول پیام‌رسان داخلی با مسیر پیام‌رسانی رادیکال‌های آزاد اکسیژن برهم‌کنش دارد. به عنوان نمونه، تیمار با اسید

1. Endo beta mannanase

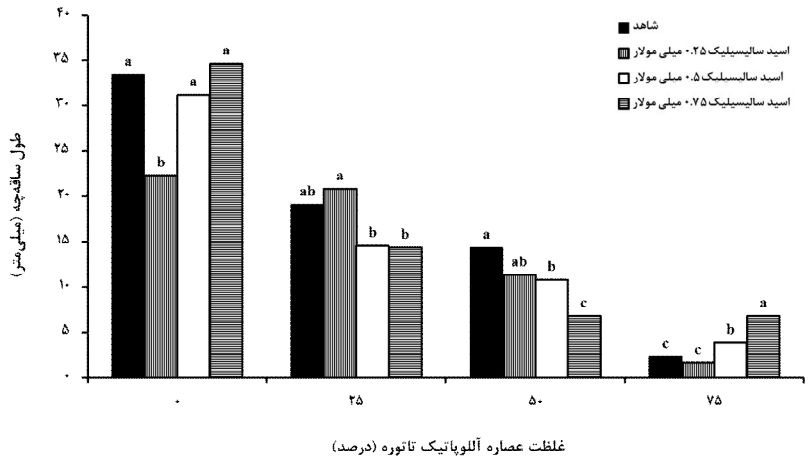
سالیسیلیک خارجی باعث تجمع پراکسید هیدروژن در آرابیدوپسیس، تنباکو و خردل می‌شود (Zawoznik et al., 2007). مقادیر بالای رادیکال‌های آزاد مخرب بوده و موجب آسیب‌های سلولی و حتی مرگ گیاه می‌شود. اما مقادیر کم رادیکال‌های اکسیژنی و مخصوصاً پراکسید هیدروژن نقش سیگنالی داشته و در شرایط وجود تنش‌های محیطی، مسیرهای دفاعی خاصی همچون سنتز برخی هورمون‌ها نظیر جاسمونات، اسید سالیسیلیک، آبسزیک اسید و اتیلن و یا سنتز یا فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت را فعال می‌کند (Wu et al., 2008). غلظت عصاره آبی تاتوره بر طول ریشه‌چه نخود تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۱). افزایش غلظت عصاره تاتوره باعث کاهش قابل‌توجه طول ریشه‌چه گردید، به‌طوری که بیشترین و کمترین طول ریشه‌چه به ترتیب در تیمار شاهد (٦٥/٤٢ میلی‌متر) و غلظت ۷۵ درصد عصاره (۱۱/۱۷ میلی‌متر) مشاهده شد (جدول ۲).

ترکیبات آللوپاتیک رشد و نمو گیاهان را از طریق تداخل در فرآیندهای مهم فیزیولوژیک آن‌ها، تغییر ساختار دیواره سلولی، نفوذپذیری و عمل غشاء، جلوگیری از تقسیم سلولی و فعالیت برخی آنزیم‌ها، تعادل هورمون‌های گیاهی، جوانه‌زنی بذر و لوله گرده، جذب عناصر غذایی، فتوسنتز، تنفس و تغییر ساختار DNA و RNA مختل می‌سازند (Babaei Qaqlstany et al., 2016). تاتوره حاوی انواع مختلف آلکالوئیدهاست که معمولاً در خانواده سولاناسه به وفور یافت می‌شوند. به‌طورکلی تأثیر آلکالوئیدها به دو شکل مستقیم و غیرمستقیم است. اثرهای مستقیم، در مقایسه با اثرهای غیرمستقیم بیشتر مورد توجه قرار گرفته و دلیل آن نقش مؤثری است که بر جنبه‌های گوناگون رشد و متابولیسم گیاهان مانند هورمون‌های گیاهی، جوانه‌زنی بذرها، نفوذپذیری غشاها، جذب مواد معدنی، فتوسنتز و رنگ‌دانه‌ها، فعالیت آنزیم‌ها، تنفس، سنتز پروتئین‌ها و روابط آبی گیاه ایفا می‌کند (Dastras et al., 2014).

اثر متقابل پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک و آللوپاتی تاتوره، طول ساقه‌چه نخود را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱). افزایش غلظت عصاره آللوپاتیک تاتوره باعث کاهش طول ساقه‌چه در مقایسه با شرایط عدم حضور آللوپاتی گردید. بیشترین کاهش در طول ساقه‌چه در غلظت ۷۵ درصد عصاره تاتوره مشاهده شد (شکل ۲) که می‌تواند نتیجه افزایش غلظت آلکالوئیدهای سمی در عصاره آبی تاتوره باشد (An et al., 2003).

پیش‌تیمار بذور نخود در محلول اسید سالیسیلیک ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی‌مولار، طول ساقه‌چه نخود را به طور قابل‌ملاحظه‌ای در حضور بالاترین غلظت عصاره آللوپاتیک تاتوره (۷۵ درصد) افزایش داد. در سطوح آللوپاتی ۲۵ و ۵۰ درصد، کاربرد غلظت‌های بالای اسید سالیسیلیک باعث کاهش طول ساقه‌چه گردید (شکل ۲). ساز و کار افزایش رشد طولی ساقه‌چه توسط اسید سالیسیلیک به خوبی شناخته نشده است، اما احتمال داده می‌شود که اسید سالیسیلیک طویل شدن و تقسیم سلولی را به کمک ترکیبات دیگری نظیر اکسین تنظیم نماید (Doulatabadian et al., 2008).

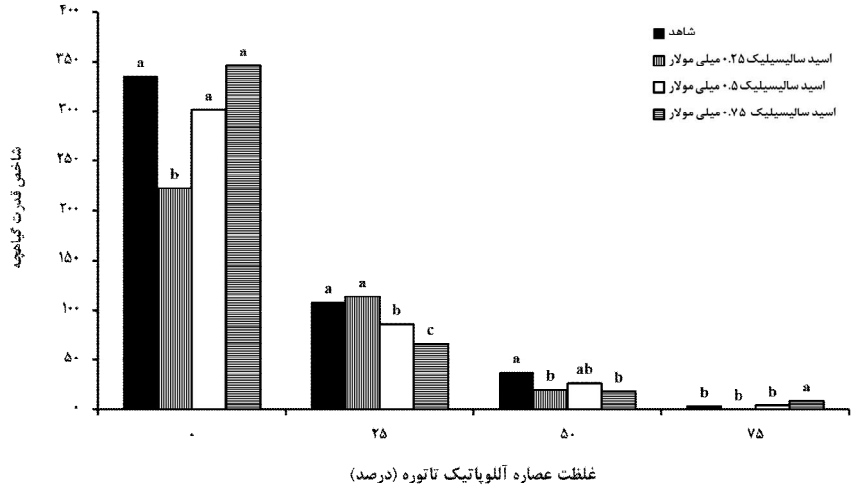
اثر متقابل پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک و غلظت عصاره آبی تاتوره بر شاخص قدرت گیاهچه معنی‌دار شد (جدول ۱). با افزایش غلظت عصاره آبی تاتوره، شاخص قدرت گیاهچه کاهش یافت، به طوری که بیشترین و کمترین شاخص قدرت گیاهچه به ترتیب در شرایط عدم حضور آللوپاتی و غلظت ۷۵ درصد عصاره آبی تاتوره به دست آمد (شکل ۳). در پژوهش حاضر، دلیل کاهش شاخص قدرت گیاهچه در واکنش به پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک، کاهش درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در غلظت‌های مختلف عصاره تاتوره است. همان‌گونه که اشاره شد، شاخص قدرت گیاهچه حاصل ضرب طول گیاهچه (سانتی‌متر) در درصد جوانه‌زنی می‌باشد.



شکل ۲: اثر متقابل پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک و عصاره آبی تاتوره بر طول ساقه‌چه نخود

در شرایط عدم وجود آللوپاتی تاتوره و همچنین غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ درصد عصاره آبی تاتوره، پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک تأثیر مثبتی بر شاخص قدرت گیاهچه نداشت و حتی در برخی سطوح باعث کاهش معنی‌دار این شاخص در مقایسه با بذور غیرپرایم گردید. این در حالی است که در غلظت ۷۵ درصد عصاره آبی تاتوره، پیش‌تیمار بذور با محلول ۰/۷۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک باعث افزایش معنی‌دار شاخص قدرت گیاهچه در مقایسه با سایر غلظت‌های اسید سالیسیلیک و تیمار شاهد گردید (شکل ۳).

گزارش‌های متعددی مبنی بر افزایش طول گیاهچه، وزن تر و خشک آن و در نتیجه افزایش وزن خشک کل و شاخص بنیه بذر از طریق پیش‌تیمار بذر با سالیسیلیک اسید وجود دارد (Hanan, 2007). مکانیسمی که سالیسیلیک اسید رشد ریشه و بخش هوایی را در برخی گیاهان افزایش می‌دهد به‌خوبی شناخته نشده است، اما احتمال دارد که سالیسیلیک اسید تعادل هورمونی را در گیاه تغییر داده و تحت شرایط تنش، سبب افزایش اکسین، ABA و مانع از کاهش سیتوکینین می‌شود، به طوری که سالیسیلیک اسید با اثر بر مقدار ABA، باعث تکامل واکنش‌های آنتی‌استرس (تجمع پرولین) در گیاهچه‌های گندم گردید (Shakirova et al., 2003).



شکل ۳: اثر متقابل پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک و عصاره آبی تاتوره بر شاخص قدرت گیاهچه نخود

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج حاصل از بررسی اثر پیش‌تیمار با اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی و ویژگی‌های رشدی گیاهچه نخود تحت شرایط آللوپاتی تاتوره نشان داد که عصاره آبی تاتوره در غلظت‌های مختلف دارای اثرات بازدارنده بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های نخود بود و با افزایش غلظت عصاره این اثرات تشدید گردید. پیش تیمار بذور نخود با اسید سالیسیلیک درصد جوانه‌زنی بذر را تحت تأثیر قرار نداد، اما در غلظت ۰/۵ و به ویژه ۰/۷۵ میلی‌مولار باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و شاخص قدرت گیاهچه در بالاترین غلظت عصاره آللوپاتیک تاتوره (۷۵ درصد) گردید.

References

Abdul Baki, A.A. and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. Crop Science, 13: 630-633. (In Persian)

Adibi, M., Vazan, S. and Tohidloo, Gh. 2014. Effect of wheat seed pretreatment on the resistance to allelopathic stress of different parts extract of bindweed (*Canolvulus arrensis* L.) at germination stage. Iranian Journal of Science and Technology of Seed, 3(1): 85-95. (In Persian)

Amiri Deh Ahmadi, S.R., Parsa, M. and Ganjeali, A. 2010. Effects of drought stress at different phenological stages, on morphological characteristics and yield components of chickpea in greenhouse conditions. Iranian Journal of Field Crops Research, 8(1): 257-166.

An, M., Liu, D.L., Johnson, I.R. and Lovett, J.V. 2003. Mathematical modelling of allelopathy: II. The dynamics of allelochemicals from living plants in the environment. Ecological Modelling, 161: 53-66.

Babaei Qaqlstany, A., Asadi Gakiyeh, M., Fallahi, N. and Hatami Ghare Ghoyni, N. 2016. Osmopriming effect on germination of wheat under allelopathic conditions of foxtail extract. Seed Research, 6(18): 11-19. (In Persian)

Doulatabadian, A., Modarres Sanavy, S.A.M. and Etemadi, F. 2008. Effect of Pretreatment of Salicylic acid on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seed Germination under Salt Stress. Iranian Journal of Biology, 21(4): 692-702. (In Persian)

Hanan, E.D. 2007. Influence of salicylic acid on stress tolerance during seed germination of *Triticum aestivum* and *Hordeum vulgare*. Biological Research, 1:40-48.

Majd, A., Maddah, S.M., Fallahian, F., Sabaghpour, S.H. and Chalabian, F. 2006. Comparative study of the effect of salicylic acid on yield, yield components and resistance of two susceptible and resistant chickpea cultivars to *Ascochyta rabiei*. Iranian Journal of Biology, 19(3): 314-324. (In Persian)

Mantri, N.L., Ford, R., Coram, T.E. and Pang, E.C.K. 2010. Evidence of unique and shared responses to major biotic and abiotic stresses in chickpea. Environmental and Experimental Botany, 69: 286-292.

Mantri, N.L., Ford, R., Coram, T.E. and Pang, E.C.K. 2010. Evidence of unique and shared responses to major biotic and abiotic stresses in chickpea. Environmental and Experimental Botany, 69: 286-292.

Mardan, R. and Kazemi, Sh. 2011. Allelopathic effects of *Datura stramonium* on lense growth and germination. The 6th National Conference New Ideas in Agriculture, Islamic Azad University of Khorasgan. (In Persian)

Masoudi Khorasani, F., Hdadchy, Gh.R., Baqrany, N. and Banayan Avval. 2005. Allelopathic effects of aqueous extract of different organs of wild mustard in various concentrations on some characteristics of the canola germination. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 5: 73-80.

Mazaheri Tirani M. and Manuchehri Kalantari, Kh. 2006. Effects of the role of salicylic acid, drought stress, ethylene and interaction of three factors on seed germination of *Brassica napus*. Iranian Journal of Biology, 19(4): 408-418. (In Persian)

Mousavi, S.K. 2011. Chemical weed control in autumn sowing of chickpea (*Cicer aretinum* L.) at Lorestan province. Iranian Journal of Pulses Research, 1(2): 131-142. (In Persian)

Oudhia, P., Kolhe, S.S. and Tripathi, R.S. 1998. Germination and seedling vigor of chickpea as affected by allelopathy of *Datura stramonium* L. International Chickpea and Pigeonpea. Newsletter, 5:22-24.

Nicols, M.A. and Heydecker, W. 1968. Two approaches to the study of germination date, proc. Int. Seed Test. Asso., 33: 531-540.

Shakirova, F.M., Sakhabutdinova, A.R., Bozrutkova, M.V., Fatkhutdinova, R.A. and Fatkhutdinova, D.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Science, 164: 317-322.

Szalai, G., Horgosi, S., Soos, V., Majlath, I., Balazs, E. and Janda, T. 2011. Salicylic acid treatment of pea seeds induces its de novo synthesis. Journal of Plant Physiology, 168(3): 213-219.

Wu, H.S., Raza, W., Fan, J.Q., Sun, Y.G., Bao, W., Liu, D.Y., Huang, Q.W., Mao, Z., Shen, Q.R. and Miao, W.G. 2008. Antibiotic effect of exogenously applied salicylic acid on in vitro soilborne pathogen, *Fusarium oxysporum* f. sp. niveum. Chemosphere, 74: 45-50.

Zawoznik, M.S., Groppa, M.D., Tomaro, M.L. and Benavides, M.P. 2007. Endogenous salicylic acid potentiates cadmium-induced oxidative stress in *Arabidopsis thaliana*. Plant Science, 173: 190-197.