

## شناسایی و بررسی پتانسیل آللوپاتیک آلکالوئیدهای تاتوره (*Datura stramonium*) بر ویژگی‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت

عمران دسترس<sup>۱</sup>، مه‌ری صفاری<sup>۲</sup>، علی اکبر مقصودی مود<sup>۳</sup>

۱- کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۲ و ۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۲۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۱۵)

### چکیده:

به منظور شناسایی آلکالوئیدهای موجود در علف‌هرز تاتوره، عصاره شاخساره آن تهیه و با استفاده از روش گاز کروماتوگرافی تجزیه شد. سه آلکالوئید تروپینون، تروپین و آتروپین که دارای پتانسیل آللوپاتیکی می‌باشند، شناسایی و استخراج گردید. پتانسیل آللوپاتیک آلکالوئیدهای مذکور بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه شش رقم ذرت شامل سینگل کراس‌های ۳۰۱، ۴۰۴، ۵۰۰، ۶۴۷، ۷۰۰ و ۷۰۴ به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اثر متقابل آلکالوئید×غلظت×رقم بر درصد و سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بود. بیشترین پتانسیل بازدارندگی مربوط به تروپینون و کمترین آن مربوط به تروپین بود. با افزایش غلظت آلکالوئیدها اثر بازدارندگی نیز افزایش یافت. ویژگی‌های وزن خشک ریشه-چه و ساقه‌چه تمامی ارقام ذرت نیز تحت تأثیر پتانسیل بازدارندگی تروپینون و آتروپین قرار گرفتند. هر دو صفت مذکور در همه ارقام در معرض تروپین افزایش یافتند. نتایج کلی بیانگر این است که در عصاره‌ی بقایای علف‌هرز تاتوره سه آلکالوئید با اثرهای متفاوت تحریک‌کننده و بازدارنده وجود دارد، و همچنین غلظت‌های مختلف هر آلکالوئید نیز از پتانسیل آللوپاتیکی متفاوتی برخوردار است که می‌توانند رشد گیاه زراعی را تحت تأثیر خود قرار دهند. یافتن مکانیسم‌های اثر بازدارندگی این ترکیب‌ها بر گیاهان دیگر ممکن است برای یافتن ترکیباتی که بتوانند به عنوان علف‌کش مورد استفاده قرار گیرند، مفید واقع شوند.

واژه‌های کلیدی: آتروپین، اکوسیستم، تروپینون، تروپین

## مقدمه

ذرت از غلات مهم مناطق گرمسیر و معتدل جهان است که از نظر تولید جهانی مقام سوم را به خود اختصاص داده است. جمعیت رو به رشد جهان با کمبود فزاینده مواد غذایی مواجه هستند و به همین دلیل در سطح جهان به نباتات پرمحصولی مانند ذرت نیاز وجود دارد. ذرت با تیپ-های مختلف و برای اهداف به‌خصوصی مانند تولید دانه، سیلو و علوفه کشت می‌شود. همچنین در تولید ذرت هیبرید برای سهولت در امر رفت و آمد و حذف گل‌آذین نر، معمولاً فاصله ردیف‌ها را بیش از حد استاندارد و با فواصل ۱۰۰-۹۰ سانتی‌متر می‌کارند. افزایش فاصله ردیف‌ها، علف-هرز را قادر می‌سازد تا در طول فصل رشد مدت بیشتری رشد و نمو کرده و از قدرت رقابتی بیشتری برخوردار گشته و باعث کاهش محصول شوند. ذرت در ۵-۳ هفته اول نسبت به علف‌های هرز بسیار حساس بوده و در مدت رشد، در جذب آب و مواد غذایی و نور با ذرت رقابت نموده و باعث کاهش شدید محصول ذرت می‌شوند (Rashed, ۱۹۹۷). سرعت رشد زیاد گیاه زراعی سبب افزایش توان رقابت آن در مقابل علف‌های هرز می‌شود، بنابراین هنگامی که عوامل ثانویه (مانند آللوپاتی) در محیط رشد وجود داشته باشند و مانع از درصد و سرعت جوانه-زنی شوند، قدرت رقابت گیاه زراعی کاهش می‌یابد (Bastians *et al.*, ۱۹۷۷).

تاتوره از خانواده (*Solanaceae*) و از علف‌های هرزی است که در سرتاسر جهان انتشار دارد (Berkov *et al.*, ۲۰۰۶). این گیاه به وفور در مزارع کشاورزی مشاهده می‌شود (Griffin and Lin, ۲۰۰۰). تاتوره حاوی انواع مختلف آلکالوئیدهاست (Berkov *et al.*, ۲۰۰۵) که معمولاً در خانواده *Solanaceae* به‌وفور یافت می‌شوند (Griffin and Lin, ۲۰۰۰). 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 (Gressel and Holm, ۱۹۶۴). اثرهای آللوپاتیک عصاره‌های آبی قسمت-های مختلف تاتوره روی جوانه‌زنی و رشد نخود و برنج (Oudhia *et al.*, ۱۹۹۸) و جو و گندم (Levitt and Lovett, ۱۹۸۴) نیز گزارش شده است.

در سال‌های اخیر آزمایش‌های زیادی درباره پتانسیل آللوپاتیکی گیاهان که شامل اثرهای تحریک‌کنندگی و بازدارندگی است، انجام شده است (Mizutani, ۱۹۹۹; Vyvyan, ۲۰۰۲; Macias *et al.*, ۲۰۰۶; Rawat *et al.*, ۲۰۱۳). ترکیب‌های آللوپاتیک که به‌وسیله گیاهان دارای خاصیت آللوپاتی در ریزوسفر آزاد می‌شوند، معمولاً اثرهای سوئی بر گیاهان همسایه خود دارند. آللوکمیکال‌ها به روش‌های مختلفی مانند شستشو از برگ‌ها (Leaching)، ترشح‌های ریشه‌ای (Exudation)، تجزیه توسط ریزجانداران (Decomposition) و تبخیر (Volatilization) از سطح تاج‌پوشش آزاد می‌شوند (Weir *et al.*, ۲۰۰۴). آللوپاتی می‌تواند از طریق تحریک یا ممانعت از جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تعادل جمعیت را در یک اکوسیستم کشاورزی تغییر دهد. حتی می‌تواند از طریق آسیب رساندن به ریزجانداران موجود در خاک، احیا و پایداری بوم‌نظام کشاورزی را تهدید کند (Einheling, ۱۹۹۶; Dayan *et al.*, ۲۰۰۰).

ترکیب‌های شیمیایی آللوپاتیک به گروه‌های فنیل پروپان‌ها، استروئین‌ها، ترپنوئیدها، استروئیدها، آلکالوئیدها تقسیم‌بندی می‌شوند (Whittaker and Feeny, ۱۹۷۱). آلکالوئیدها به ترکیب‌های آلی شیمیایی گفته می‌شوند که دست‌کم دارای یک اتم نیتروژن در حلقه هتروسیکلیک خود می‌باشند و تاکنون بیش از ده‌هزار آلکالوئید در طبیعت شناسایی شده‌اند. 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, ۲۰۰۷).

به‌طور کلی 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 بذر، نفوذپذیری غشاها، جذب مواد معدنی، فتوسنتز و رنگدانه‌ها، فعالیت آنزیم‌ها، تنفس، سنتز پروتئین‌ها و روابط آبی گیاه ایفا می‌کند (Whittaker and Feeny, ۱۹۷۱).

آزمایشات به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. سه آلکالوئید تروپینون، تروپین و آتروپین از شرکت توپازن تهیه و غلظت‌ها به نسبت وزن به حجم ( $\mu\text{g/mL}$ ) به دست آمدند، به طوری که برای تروپینون و تروپین غلظت‌های (۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و برای آتروپین به دلیل حلالیت پایین‌تر غلظت‌های (۱۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر) تهیه شدند. غلظت صفر (آب مقطر) نیز برای هر سه آلکالوئید فوق‌الذکر به عنوان شاهد منظور شد.

جهت ارزیابی پتانسیل آللوپاتیک آلکالوئیدهای شناسایی شده؛ پتری‌دیش‌هایی به قطر ۹ سانتی‌متر انتخاب و در دمای ۱۲۰ درجه به مدت ۳ ساعت ضدعفونی و سپس درون هر پتری‌دیش، دو لایه کاغذ خشک‌کن قرار گرفت، بذره‌های شش رقم ذرت شامل سینگل کراس‌های ۳۰۱، ۴۰۴، ۵۰۰، ۶۴۷، ۷۰۰ و ۷۰۴ جهت آزمایش انتخاب شد. دلیل انتخاب ارقام مذکور، کشت و کار و بازدهی قابل توجه آنها در مزارع استان کرمان می‌باشد. برای جلوگیری از رشد قارچ‌ها، بذرها به مدت ۲ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد قرار گرفتند. در هر پتری‌دیش ۱۰ عدد بذر سالم کشت و به هر پتری‌دیش ۱۰ میلی‌لیتر عصاره اضافه شد (Chung et al., ۲۰۰۳). سپس پتری‌دیش‌ها در اتاقک رشد با دمای حداکثر و حداقل به ترتیب ۲۵ و ۲۰ درجه با ۱۶ و ۸ ساعت روشنایی و تاریکی نگهداری شدند (Quan et al., ۲۰۰۳). برخی از ویژگی‌های جوانه‌زنی نظیر درصد جوانه‌زنی، وزن خشک ریشه‌چه و ساقچه در انتهای روز هشتم مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (Hegde and Miller, ۱۹۹۲). سرعت جوانه‌زنی با شمارش تعداد بذره‌های جوانه‌زده در هر روز طبق معادله زیر تعیین شد (Maguire, ۱۹۶۲):

$$RS = \sum SiDi$$

در معادله فوق Rs سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)،  $S_i$  تعداد بذر جوانه‌زده در هر شمارش،  $D_i$  تعداد روز تا شمارش  $\ln$  نام بود.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS با نسخه ۹/۱، MSTATC و Excel انجام شد. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام شد.

پتانسیل عصاره آبی بذر، پوسته بذر و لپه رویان تاتوره روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه کلم و ارزن ایتالیایی (*Panicum miliaceum*) مطالعه نموده‌اند، به طوری که همه عصاره‌ها، بازدارنده جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گونه‌های مورد مطالعه بوده‌اند (Levitt and Lovett, ۱۹۸۴).

هدف از اجرای این تحقیق ابتدا جداسازی و شناسایی برخی از آلکالوئیدهای موجود در تاتوره و سپس ارزیابی پتانسیل آللوپاتیک آن‌ها روی برخی ارقام ذرت شامل سینگل کراس‌های ۳۰۱، ۴۰۴، ۵۰۰، ۶۴۷، ۷۰۰ و ۷۰۴ می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

مطالعه‌ای جهت شناسایی برخی از آلکالوئیدهای موجود در گیاه *Datura stramonium* و سپس ارزیابی پتانسیل آللوپاتیک آن‌ها بر برخی از ویژگی‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت در آزمایشگاه‌های زراعت و شیمی دانشگاه شهید باهنر کرمان در سال ۱۳۹۲ انجام شد. علف‌هرز تاتوره از بخش‌های مختلف مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان، واقع در ۵۷ درجه و ۷ دقیقه درازای خاوری و ۳۰ درجه و ۱۸ دقیقه پهنا شمالی و ارتفاع ۱۷۵۵ متری از سطح دریا در مرحله گلدهی جمع‌آوری شد. شاخساره‌های جمع‌آوری شده در پاکت‌های کاغذی بسته‌بندی و در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس بقایای حاصل، آسیاب و پودر شد.

برای تهیه سوسپانسیون ابتدا ۱۰ گرم از پودر شاخساره گیاه در ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) به مدت ۶ ساعت در دما و فشار اتاق، خیسانده شده و با عبور از کاغذ صافی توسط کلروفرم ( $\text{CHCl}_3$ ) شستشو داده شد. سپس با اضافه کردن محلول آمونیوم هیدروکسید ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) ۲۵ درصد، pH محلول به حدود ۹-۱۰ رسید. در این مرحله با استفاده از کلروفرم سه بار استخراج مکرر انجام شد و به آن دی‌سدیم سولفات ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) اضافه گردید. در ادامه از دستگاه روتاری (Rotary evaporator) جهت برداشتن حلال از نمونه استفاده شد و با اضافه کردن متانول، نمونه جهت تزریق به دستگاه کروماتوگرافی گازی (Gass Chromatography Mass Spectrophotometric) آماده شد (Themelis et al., ۲۰۰۶).

## نتایج

## شناسایی آلکالوئیدها

بعد از تجزیه عصاره آبی حاصل از تاتوره با روش گاز کروماتوگرافی پیک‌های مختلفی از مواد شیمیایی در عصاره وجود داشتند که از بین این مواد تروپینون ( $\alpha$ -Methyl- $\alpha$ -octan- $\beta$ -one [3,2,1] azabicyclo) و با نسبت جرم به بار ۱۳۹ و با فرمول شیمیایی ( $C_8H_{13}NO$ )، تروپین ( $\beta$ -endo- $\alpha$ -methyl- $\alpha$ -azabicyclo[3,2,1]octan- $\beta$ -ol) و با نسبت جرم به بار ۱۴۱ و با فرمول شیمیایی ( $C_8H_{15}NO$ ) و آتروپین ( $\alpha$ -methyl- $\alpha$ -azabicyclo[3,2,1]oct- $\beta$ -yl $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -phenylpropanoate) و با نسبت جرم به بار ۲۸۹ و با فرمول شیمیایی ( $C_{17}H_{23}NO_2$ ) که از زیر شاخه‌ی آلکالوئیدها می‌باشند و آلکالوئیدها نیز از پتانسیل آلوپاتیک برخوردارند، مورد شناسایی و آزمایش قرار گرفتند (جدول ۱ و شکل ۱).

## پتانسیل آلوپاتیک علف‌هرز تاتوره

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای ساده و متقابل بر برخی از ویژگی‌های جوانه‌زنی معنی‌دار شد (جدول ۲).

## درصد جوانه‌زنی

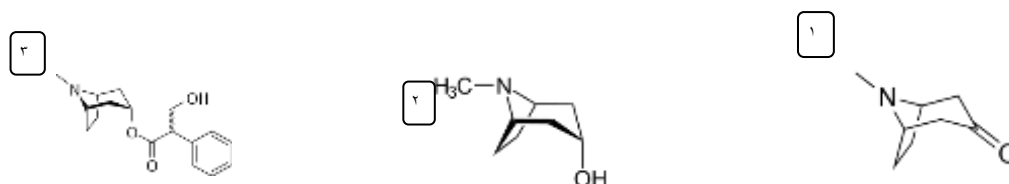
مقایسه میانگین برهم‌کنش آلکالوئید  $\times$  غلظت  $\times$  رقم نشان داد که آلکالوئیدهای تروپینون، تروپین و آتروپین پتانسیل آلوپاتیک متفاوتی را در غلظت‌های مختلف بر

صفت درصد جوانه‌زنی ارقام ذرت نشان دادند. چنانچه ملاحظه می‌شود آلکالوئید تروپینون با افزایش غلظت، دارای پتانسیل بازدارندگی قابل ملاحظه‌ای بر درصد جوانه‌زنی تمام ارقام ذرت بود. در صورتی که تروپین اگرچه از لحاظ آماری تأثیر بازدارندگی معنی‌داری بر صفت مذکور داشت، اما این تأثیر چندان مشهود نبود. آتروپین نیز در غلظت‌های پایین فاقد پتانسیل بازدارندگی بود ولی در غلظت‌های بالا (بالتر از ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) از پتانسیل بازدارندگی بیشتری برخوردار بود. رقم سینگل کراس ۵۰۰ معادل ۷۰/۰۲ درصد بازدارندگی و رقم سینگل کراس ۳۰۱ معادل ۵۷/۶۹ درصد بازدارندگی در مقایسه با شاهد، به ترتیب حساس‌ترین و مقاوم‌ترین ارقام نسبت به تروپینون بودند. رقم سینگل-کراس ۷۰۰ معادل ۴/۳۷ درصد بازدارندگی و رقم سینگل-کراس ۴۰۴ معادل ۱/۱۲ درصد بازدارندگی در مقایسه با شاهد به ترتیب حساس‌ترین و مقاوم‌ترین ارقام به پتانسیل آلوپاتیک تروپین بودند که نسبت به پتانسیل بازدارندگی تروپینون و غلظت‌های بالای آتروپین قابل ملاحظه نیست. ارقام مختلف ذرت در حضور آلکالوئید آتروپین نیز پاسخ‌های متفاوتی نشان دادند، به طوری که رقم سینگل کراس ۷۰۴ معادل ۵۵/۵۹ درصد بازدارندگی و رقم سینگل کراس ۴۰۴ معادل ۳۶/۰۲ درصد بازدارندگی در مقایسه با شاهد به ترتیب ارقام حساس و مقاوم به آتروپین شناسایی شدند (جدول ۳).

جدول ۱- آلکالوئیدهای تاتوره، به نسبت کل یون‌های موجود (از لحاظ کیفی)

Table 1-Datura alkaloids, in the ratio of the total ions current (in terms of quality)

Alkaloid	آلکالوئید	زمان بازداری Inhibition time	نسبت جرم به بار Mass to charge ratio
Tropinone	تروپینون	۱۱,۸۳	۱۳۹,۸۲
Tropine	تروپین	۱۲,۸۴	۱۴۱,۸۲
Atropine	آتروپین	۴۰,۸۴	۲۸۹,۱۲۴



شکل ۱- ساختار شیمیایی آلکالوئیدهای شناسایی شده: ۱- تروپینون ۲- تروپین ۳- آتروپین

Figure 1- Chemical structure of identified alkaloids: 1-Tropinone 2-Tropine 3-Atropine

جدول ۲- تجزیه واریانس پتانسیل آلوپاتیکی غلظت‌های مختلف آلوئیدها بر برخی ویژگی‌های جوانه‌زنی رقم‌های ذرت  
 Table ۲- Analysis of variance allelopathic potential of different concentrations of alkaloids on some of corn varieties germination traits

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight
Alkaloid	آلوئید	۲	۲۳۳۸۱,۸۱**	۲۸۰,۶۲**	۲۲,۰۹**	۳۲,۱۲**
Concentration	غلظت	۵	۱۰۳۶۰,۲۳**	۱۰۱,۱۹**	۰,۲۸**	۱,۴۱**
Cultivar	رقم	۵	۵۵,۹۷**	۳,۲۳**	۰,۰۳**	۰,۰۲**
Alkaloid×Concentration	آلوئید×غلظت	۱۰	۳۲۱۷,۹۲**	۲۵,۱۹**	۲,۶۴**	۳,۶۹**
Alkaloid × Cultivar	آلوئید×رقم	۱۰	۶۷,۷۹**	۰,۹۸**	۰,۰۲**	۰,۰۷**
Concentration × Cultivar	غلظت × رقم	۲۵	۱۵,۷۶**	۰,۶۱**	۰,۰۱**	۰,۰۱**
Alkaloid×Concentration× Cultivar	آلوئید × غلظت × رقم	۵۰	۳۳,۹۹**	۰,۳۸**	۰,۰۲**	۰,۰۱**
Error	خطا	۲۱۵	۶,۴۳	۰,۰۶	۰,۰۰۶	۰,۰۰۵

\*\* : Significant at ۱% level of probability

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین برهم‌کنش آلوئید × غلظت × رقم بر درصد جوانه‌زنی ذرت

Table ۳- Means comparison of interaction effect alkaloid × concentration × cultivar on germination percentage of maize

آلوئید Alkaloids	غلظت Concentration (µg/mL)	سینگل کراس- ۳۰۱ SC-۳۰۱	سینگل کراس- ۴۰۴ SC-۴۰۴	سینگل کراس- ۵۰۰ SC-۵۰۰	سینگل کراس- ۶۴۷ SC-۶۴۷	سینگل کراس- ۷۰۰ SC-۷۰۰	سینگل کراس-۷۰۴ SC-۷۰۴
تروپینون Tropinone	۰	۱۰۰,۰۰	۹۹,۳۷	۱۰۰,۰۰	۱۰۰,۰۰	۱۰۰,۰۰	۱۰۰,۰۰
	۵۰۰	۹۵,۲۳	۹۸,۳۴	۹۸,۹۹	۸۸,۹۹	۹۱,۲۳	۸۹,۳۳
	۱۰۰۰	۸۴,۴۳	۷۸,۲۶	۸۲,۳۸	۷۲,۸۹	۸۳,۹۵	۷۰,۳۴
	۱۵۰۰	۶۳,۴۳	۶۱,۹۶	۵۷,۰۹	۵۸,۸۸	۶۷,۶۸	۶۳,۱۱
	۲۰۰۰	۵۵,۲۴	۴۵,۸۲	۴۱,۷۸	۴۲,۱۹	۵۳,۴۴	۵۰,۶۳
تروپین Tropine	۰	۹۹,۹۱	۱۰۰,۰۰	۱۰۰,۰۰	۱۰۰,۰۰	۱۰۰,۰۰	۱۰۰,۰۰
	۵۰۰	۹۹,۸۳	۹۸,۸۸	۹۸,۰۷	۹۹,۷۹	۹۹,۸۱	۹۸,۶۵
	۱۰۰۰	۹۷,۰۹	۹۸,۹۹	۱۰۰,۰۰	۹۷,۷۱	۹۷,۷۳	۹۹,۹۶
	۱۵۰۰	۹۸,۲۹	۹۹,۹۵	۱۰۰,۰۰	۹۸,۹۵	۹۸,۹۶	۹۹,۹۰
	۲۰۰۰	۹۹,۲۸	۹۹,۶۲	۹۹,۶۵	۹۷,۶۷	۹۹,۶۲	۹۹,۰۲
آتروپین Atropine	۰	۹۹,۹۸	۹۹,۳۵	۱۰۰,۰۰	۱۰۰,۰۰	۱۰۰,۰۰	۱۰۰,۰۰
	۱۰۰	۹۸,۰۴	۹۹,۶۷	۹۸,۶۶	۹۶,۸۹	۹۹,۶۲	۹۹,۰۴
	۵۰۰	۹۸,۶۲	۱۰۰,۰۰	۹۷,۳۶	۹۴,۷۰	۹۷,۸۷	۹۷,۵۶
	۱۰۰۰	۹۶,۶۷	۹۶,۳۲	۹۷,۵۵	۹۳,۰۴	۹۴,۸۷	۹۶,۵۹
	۱۵۰۰	۷۹,۰۶	۸۰,۰۲	۷۹,۰۶	۸۳,۹۳	۸۱,۳۳	۷۵,۰۳
۲۰۰۰	۵۳,۸۸	۶۳,۹۸	۵۹,۳۵	۶۲,۱۵	۵۴,۳۱	۴۴,۴۱	

LSD ۵% = ۱,۵۱

## سرعت جوانه‌زنی

ذرت پاسخ غیریکسان و کاهشی نشان دادند. این تغییرات در مقایسه با پتانسیل بازدارندگی تروپین و آتروپین متفاوت بود، به طوری که آلوئید تروپین با افزایش غلظت اگرچه تأثیر بازدارنده بر سرعت جوانه‌زنی ارقام ذرت نشان داد اما

مقایسه میانگین برهم‌کنش آلوئید × غلظت × رقم نشان داد که غلظت‌های مختلف آلوئیدهای تروپینون، تروپین و آتروپین تأثیر متفاوتی بر صفت سرعت جوانه‌زنی دارند. با افزایش غلظت تروپینون، سرعت جوانه‌زنی ارقام

بودند. رقم سینگل کراس ۴۰۴ معادل ۱۳/۳۲ درصد بازدارندگی و رقم سینگل کراس ۶۴۷ معادل ۵/۵۶ درصد بازدارندگی در مقایسه با شاهد به ترتیب حساس‌ترین و مقاوم‌ترین ارقام نسبت به تروپین بودند. رقم سینگل کراس ۷۰۴ معادل ۶۶/۹۲ درصد بازدارندگی و رقم سینگل کراس ۴۰۴ معادل ۲۸/۵۳ درصد بازدارندگی در مقایسه با شاهد به ترتیب حساس‌ترین و مقاوم‌ترین ارقام نسبت به آتروپین بودند (جدول ۴).

این تأثیر در مقایسه با تروپینون قابل ملاحظه نبود. آلکالوئید آتروپین نیز در غلظت‌های پایین‌تر از ۱۰۰۰ پی-پی‌ام از پتانسیل آللوپاتیکی قابل ملاحظه‌ای برخوردار نبود اما در غلظت‌های بالا مشابه تروپینون سرعت جوانه‌زنی ارقام ذرت را تحت تأثیر قرار داد. در بین ارقام مختلف رقم سینگل کراس ۴۰۴ معادل ۸۹/۳۷ درصد بازدارندگی و رقم سینگل کراس ۷۰۰ معادل ۶۸/۴۳ درصد بازدارندگی به ترتیب حساس‌ترین و مقاوم‌ترین ارقام به آلکالوئید تروپینون

جدول ۴- مقایسه میانگین برهم‌کنش آلکالوئید × غلظت × رقم بر سرعت جوانه‌زنی ذرت

Table 4- Means comparison of interaction effect alkaloid × concentration × cultivare on germination rate of maize

آلکالوئیدها alkaloids	غلظت Concentration (µg/mL)	سینگل کراس- ۳۰۱ SC-۳۰۱	سینگل کراس- ۴۰۴ SC-۴۰۴	سینگل کراس- ۵۰۰ SC-۵۰۰	سینگل کراس- ۶۴۷ SC-۶۴۷	سینگل کراس- ۷۰۰ SC-۷۰۰	سینگل کراس-۷۰۴ SC-۷۰۴
تروپینون Tropinone	۰	۷,۷۵	۷,۴۳	۷,۳۴	۷,۵۶	۷,۷۶	۸,۰۱
	۵۰۰	۶,۳۱	۵,۵۸	۵,۷۷	۶,۲۲	۶,۲۸	۶,۸۲
	۱۰۰۰	۵,۱۲	۴,۶۵	۴,۱۳	۵,۲۳	۵,۱۹	۴,۱۱
	۱۵۰۰	۳,۲۹	۲,۲۵	۳,۳۳	۳,۸۸	۴,۴۴	۳,۴۴
	۲۰۰۰	۲,۱۶	۱,۷۸	۲,۲۲	۲,۱۷	۳,۸۵	۲,۲۳
تروپین Tropine	۰	۷,۷۶	۷,۴۳	۷,۳۴	۷,۵۶	۷,۷۶	۸,۰۱
	۵۰۰	۷,۶۶	۷,۴۲	۷,۵۷	۷,۵۵	۷,۸۹	۷,۶۶
	۱۰۰۰	۷,۳۱	۷,۱۸	۷,۸۷	۷,۳۳	۷,۴۴	۷,۷۰
	۱۵۰۰	۷,۴۹	۷,۲۲	۸,۱۸	۷,۸۸	۷,۶۵	۷,۸۲
	۲۰۰۰	۶,۷۳	۶,۷۷	۶,۷۹	۷,۲۲	۸,۱۳	۸,۵۶
آتروپین Atropine	۰	۷,۷۶	۷,۴۳	۷,۳۴	۷,۶۶	۷,۷۶	۸,۰۱
	۱۰۰	۷,۶۵	۷,۴۸	۷,۲۸	۷,۶۵	۷,۱۲	۷,۷۳
	۵۰۰	۷,۴۴	۷,۷۴	۷,۱۴	۷,۳۲	۷,۳۱	۷,۵۳
	۱۰۰۰	۷,۲۱	۷,۱۶	۷,۱۴	۷,۱۳	۶,۸۸	۷,۷۱
	۱۵۰۰	۴,۵۴	۵,۳۱	۴,۶۹	۵,۵۹	۵,۶۹	۵,۵۲
	۲۰۰۰	۳,۲۲	۴,۱۸	۳,۳۳	۳,۱۴	۴,۵۵	۲,۶۵

LSD ۵% = ۰,۱۶۵

#### وزن خشک ریشه‌چه

آللوپاتیک (بازدارنده) اندکی برخوردار بود اما در غلظت‌های بالا (به‌خصوص ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام) دارای اثر بازدارندگی قوی بود. قابل ذکر است که پتانسیل‌های آللوپاتیک فوق‌الذکر (تحریک‌کننده و بازدارنده) در بین ارقام مختلف ذرت متفاوت بود، به‌طوری که رقم سینگل-کراس ۴۰۴ معادل ۹۹/۹۸ درصد بازدارندگی و رقم سینگل-کراس ۶۴۷ معادل ۹۰/۵۹ درصد بازدارندگی در مقایسه با شاهد به ترتیب حساس‌ترین و مقاوم‌ترین ارقام در مقابل تروپینون بودند. تروپین در مقایسه با تروپینون و آتروپین تنها آلکالوئیدی بود که پتانسیل آللوپاتیک آن به‌صورت تحریک‌کننده بر وزن خشک ریشه‌چه ارقام مختلف ذرت مشاهده شد، به‌طوری که با افزایش غلظت میزان تحریک-

مقایسه میانگین برهم‌کنش آلکالوئید × غلظت × رقم از لحاظ تأثیر بر وزن خشک ریشه‌چه از پتانسیل آللوپاتیک برخوردار بودند. آلکالوئیدهای تروپینون، تروپین و آتروپین در غلظت‌های مختلف قادر بودند پتانسیل‌های آللوپاتیک متفاوتی را بر وزن خشک ریشه‌چه ارقام ذرت اعمال کنند. چنانچه ملاحظه می‌شود مادامی که صفت مذکور در معرض افزایش غلظت آلکالوئید تروپینون قرار می‌گیرد، روند کاهش یا بازدارندگی را نشان می‌دهد اما آلکالوئید تروپین با افزایش غلظت طی آزمایش منجر به خاصیت تحریک-کنندگی بر وزن خشک ریشه‌چه شد. با این وجود آتروپین با افزایش غلظت تا ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام اگرچه از پتانسیل

رقم سینگل کراس ۵۰۰ معادل ۷۷/۰۱ درصد بازدارندگی و رقم سینگل کراس ۷۰۰ معادل ۶۱/۴۵ درصد بازدارندگی در مقایسه با شاهد به ترتیب حساس‌ترین و مقاوم‌ترین ارقام در مقابل با آتروپین بودند (جدول ۵).

کنندگی نیز افزایش یافت. رقم سینگل کراس ۶۴۷ معادل ۵۵/۰۳ درصد تحریک‌کنندگی و رقم سینگل کراس ۳۰۱ معادل ۳۷/۲۲ درصد تحریک‌کنندگی در مقایسه با شاهد، به ترتیب ارقام با تحریک‌پذیری زیاد و کم شناسایی شدند.

جدول ۵- مقایسه میانگین برهم‌کنش آلکالوئید × غلظت × رقم بر وزن خشک ریشه‌چه ذرت

Table ۵ – Means comparison of interaction effect alkaloid × concentration × cultivar on root dry weight of maize

آلکالوئید Alkaloid	غلظت Concentration (µg/mL)	سینگل کراس- ۳۰۱ SC-۳۰۱	سینگل کراس- ۴۰۴ SC-۴۰۴	سینگل کراس- ۵۰۰ SC-۵۰۰	سینگل کراس- ۶۴۷ SC-۶۴۷	سینگل کراس- ۷۰۰ SC-۷۰۰	سینگل کراس-۷۰۴ SC-۷۰۴
تروپینون Tropinone	۰	۰٫۹۷	۰٫۹۷	۰٫۸۷	۰٫۸۵	۰٫۸۳	۰٫۹۱
	۵۰۰	۰٫۵۸	۰٫۵۸	۰٫۶۲	۰٫۶۷	۰٫۶۵	۰٫۷۱
	۱۰۰۰	۰٫۳۹	۰٫۴۰	۰٫۴۲	۰٫۵۰	۰٫۵۱	۰٫۴۷
	۱۵۰۰	۰٫۲۵	۰٫۱۹	۰٫۲۷	۰٫۳۵	۰٫۳۱	۰٫۲۸
	۲۰۰۰	۰٫۱۴	۰٫۰۸	۰٫۱۴	۰٫۲۱	۰٫۱۰	۰٫۱۳
تروپین Tropine	۰	۰٫۹۷	۰٫۹۷	۰٫۸۷	۰٫۸۵	۰٫۸۳	۰٫۹۱
	۵۰۰	۱٫۱۲	۱٫۰۶	۰٫۹۵	۰٫۹۲	۱٫۰۱	۰٫۹۸
	۱۰۰۰	۱٫۱۴	۱٫۲۳	۱٫۰۹	۱٫۱۷	۱٫۱۰	۱٫۱۴
	۱۵۰۰	۱٫۲۲	۱٫۵۰	۱٫۲۸	۱٫۳۲	۱٫۲۵	۱٫۳۷
	۲۰۰۰	۱٫۴۶	۱٫۶۸	۱٫۶۷	۱٫۴۸	۱٫۴۰	۱٫۸۰
آتروپین Atropine	۰	۰٫۹۷	۰٫۹۷	۰٫۸۷	۰٫۸۵	۰٫۸۳	۰٫۹۱
	۱۰۰	۰٫۹۶	۰٫۹۷	۰٫۹۵	۰٫۹۱	۰٫۹۱	۰٫۹۳
	۵۰۰	۰٫۸۹	۰٫۹۲	۱٫۰۰	۰٫۹۱	۰٫۹۲	۱٫۰۲
	۱۰۰۰	۰٫۸۶	۰٫۸۳	۰٫۹۰	۰٫۸۱	۰٫۷۹	۰٫۸۵
	۱۵۰۰	۰٫۴۹	۰٫۴۷	۰٫۳۵	۰٫۵۲	۰٫۵۹	۰٫۶۴
۲۰۰۰	۰٫۳۳	۰٫۳۰	۰٫۲۰	۰٫۲۸	۰٫۳۲	۰٫۲۳	

LSD ۵% = ۰٫۱۱۲

مقاوم‌ترین ارقام به پتانسیل آللوپاتیک تروپینون بودند. همچنین رقم سینگل کراس ۶۴۷ معادل ۵۰/۸۷ درصد تحریک‌کنندگی و رقم سینگل کراس ۷۰۰ معادل ۴۲/۱۱ درصد تحریک‌کنندگی در مقایسه با شاهد به ترتیب ارقامی با پتانسیل تحریک‌پذیری زیاد و کم در مقابل با تروپین بودند. رقم سینگل کراس ۳۰۱ معادل ۸۵/۱۲ درصد بازدارندگی و رقم سینگل کراس ۷۰۰ معادل ۷۴/۳۸ درصد بازدارندگی در مقایسه با شاهد به ترتیب حساس‌ترین و مقاوم‌ترین ارقام در مقابل آتروپین شناسایی شدند (جدول ۶).

### وزن خشک ساقه‌چه

مقایسه میانگین برهم‌کنش آلکالوئید × غلظت × رقم بیانگر اختلاف پتانسیل آللوپاتیک بین غلظت‌های متفاوت آلکالوئیدهای تروپینون، تروپین و آتروپین از لحاظ تأثیر بر وزن خشک ساقه‌چه تمام ارقام ذرت مورد مطالعه بود. چنانچه ملاحظه می‌شود تروپینون و تروپین با افزایش غلظت به ترتیب دارای اثر بازدارنده و تحریک‌کننده بودند. آتروپین نیز در غلظت‌های بالا دارای اثر بازدارنده بود. به طوری که رقم سینگل کراس ۳۰۱ معادل ۹۷/۵۲ درصد بازدارندگی و رقم سینگل کراس ۶۴۷ معادل ۹۵/۵۸ درصد بازدارندگی در مقایسه با شاهد به ترتیب حساس‌ترین و

جدول ۶- مقایسه میانگین برهم‌کنش آلکالوئید × غلظت × رقم بر وزن خشک ساقه‌چه ذرت

Table ۶ – Means comparison of interaction effect alkaloid × concentration × cultivar on shoot dry weight of maize

آلکالوئید Alkaloid	غلظت Concentration ( $\mu\text{g/mL}$ )	سینگل کراس- ۳۰۱ SC-۳۰۱	سینگل کراس- ۴۰۴ SC-۴۰۴	سینگل کراس- ۵۰۰ SC-۵۰۰	سینگل کراس- ۶۴۷ SC-۶۴۷	سینگل کراس- ۷۰۰ SC-۷۰۰	سینگل کراس-۷۰۴ SC-۷۰۴
تروپینون Tropinone	۰	۱,۲۱	۱,۱۹	۱,۱۶	۱,۱۳	۱,۲۱	۱,۱۹
	۵۰۰	۱,۰۹	۱,۰۶	۰,۹۵	۰,۹۹	۱,۰۴	۱,۰۴
	۱۰۰۰	۰,۸۴	۰,۸۹	۰,۷۲	۰,۷۸	۰,۸۱	۰,۷۳
	۱۵۰۰	۰,۵۹	۰,۶۲	۰,۳۲	۰,۴۷	۰,۴۱	۰,۴۱
	۲۰۰۰	۰,۲۴	۰,۱۷	۰,۱۰	۰,۲۴	۰,۱۳	۰,۱۳
تروپین Tropine	۰	۱,۲۱	۱,۱۹	۱,۱۶	۱,۱۳	۱,۲۱	۱,۱۹
	۵۰۰	۱,۳۸	۱,۳۶	۱,۳۷	۱,۴۸	۱,۳۸	۱,۴۰
	۱۰۰۰	۱,۴۴	۱,۴۹	۱,۶۶	۱,۷۳	۱,۴۸	۱,۶۰
	۱۵۰۰	۱,۶۹	۱,۷۳	۱,۸۹	۱,۹۵	۱,۶۶	۱,۷۹
	۲۰۰۰	۱,۸۵	۱,۸۵	۲,۰۷	۲,۱۱	۱,۸۷	۱,۹۷
آتروپین Atropine	۰	۱,۲۱	۱,۱۹	۱,۱۶	۱,۱۳	۱,۲۱	۱,۱۹
	۱۰۰	۱,۱۸	۱,۲۰	۱,۱۲	۱,۱۶	۱,۱۷	۱,۲۳
	۵۰۰	۱,۱۸	۱,۱۷	۱,۰۳	۱,۱۲	۱,۱۷	۱,۱۶
	۱۰۰۰	۱,۰۹	۱,۱۰	۰,۹۶	۱,۰۰	۱,۱۲	۱,۰۸
	۱۵۰۰	۰,۴۳	۰,۵۳	۰,۵۸	۰,۶۹	۰,۸۴	۰,۷۱
۲۰۰۰	۰,۱۸	۰,۲۶	۰,۲۶	۰,۲۲	۰,۳۱	۰,۲۵	

LSD ۵% = ۰,۰۸۴

## بحث

با بررسی نتایج به دست آمده حاصل از این مطالعه می‌توان پی برد که آلکالوئیدهای موجود در علف‌هز تاتوره هنگامی که توسط آبیاری یا باران و یا هر روش دیگری در سطح مزرعه آزاد می‌شوند، دارای پتانسیل آللوپاتیک روی ویژگی‌های جوانه‌زنی ذرت می‌باشند. به عقیده گرسل و هولم (Gressel and Holm, ۱۹۶۴) آلکالوئیدهای عصاره آبی تاتوره از طریق هیدرولیز نشاسته، جوانه‌زنی و رشد آفتاب‌گردان، هویج، فلفل، گوجه‌فرنگی و سویا را کاهش می‌دهند و این اثرهای دگرآسیبی را مربوط به اسکوپلامین و هیوسیامین می‌دانند. لویت و لوویت (Levitt and Lovett, ۱۹۸۴) گزارش کردند که تاتوره ویژگی‌های جوانه‌زنی جو و گندم را کاهش می‌دهد. در پژوهشی، بهاومیک و دول (Bhawmik and Doll, ۱۹۸۳) گزارش کردند که تاج‌خروس وحشی، ویژگی‌های جوانه‌زنی ذرت را کاهش می‌دهد. چنان‌چه بیان شد در این پژوهش نوع آلکالوئیدی که حاوی پتانسیل آللوپاتیک است، شناسایی شد. نتایج نشان داد تروپینون و آتروپین دارای پتانسیل بازدارنده بر ویژگی‌های جوانه‌زنی می‌باشند. پتانسیل بازدارندگی می‌تواند ناشی از کاهش آغشتگی بذر با آب و یا

جدول و شکل ۱ بیانگر این مطلب است که در عصاره تاتوره آلکالوئیدهای مختلفی وجود دارد که ممکن است بر گیاه زراعی اثر متفاوتی اعمال نمایند. ترکیب‌های آللوپاتی دیگری که تقریباً ساختار آنها مشابه ساختار تروپینون، تروپین و آتروپین می‌باشند نیز در گیاه علف‌خروگوش شناسایی شده‌اند (Hwang *et al.*, ۲۰۰۴). بررسی‌های صورت گرفته نشان داده‌اند که در برخی از علف‌های هرز شامل توق (Dellagreca *et al.*, ۲۰۰۴)، تاج‌خروس (Mi *et al.*, ۲۰۰۷)، پیچک‌صحرايي (Llanos *et al.*, ۲۰۱۰)، تلخه (Baratelli *et al.*, ۲۰۱۲) و کنگره وحشی (Noguchi *et al.*, ۲۰۱۲) نیز پتانسیل آللوپاتیک شناسایی شده است. کاتو-نوگوجی (Kato-Noguchi, ۱۹۹۹) طی پژوهشی گزارش کرد؛ گیاهان می‌توانند ترکیبات آللوپاتیک خود را بسته به شرایط محیطی تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله تنش آب، انتشار نور، عرض جغرافیایی، مواد غذایی قابل دسترس، درجه حرارت، آلودگی و ریزجانداران تغییر و غلظت آن‌ها را کاسته یا افزایش دهند.



آن ماده نیز روی صفت‌های جوانه‌زنی روند افزایشی را طی می‌کند.

تأثیر مواد آللوپاتیک روی گیاهان همیشه منفی نیست بلکه مواد آللوپاتیک، بعضی اوقات بی‌اثر یا اثر تحریک‌کننده نشان می‌دهند. اودهیا و همکاران (Oudhia et al., ۱۹۹۸) درصد جوانه‌زنی نخود سیاه را تحت تأثیر عصاره به دست آمده از اندام‌های مختلف علف‌هرز تاتوره (ریشه، ساقه، برگ، ساقه+برگ) گزارش کردند. در آزمایش دیگری که توسط اودهیا (Oudhia, ۱۹۹۹) انجام گرفت، افزایش درصد جوانه‌زنی نخود سیاه متأثر از ترشح‌های به دست آمده از برگ علف‌های هرز موجود در مزرعه نخود سیاه (گاو پنبه، گل داوودی و فرفیون) گزارش شده است. چنان‌چه ملاحظه می‌شود در این آزمایش نیز تروپین روی درصد و سرعت جوانه‌زنی اثر آللوپاتیک بسیار اندکی اعمال نمود اما در وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه اثرهای تحریک‌کننده محسوسی نشان داد.

#### نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش، چنین نتیجه‌گیری می‌شود که، عصاره آبی شاخساره‌ی علف‌هرز تاتوره، دارای آلکالوئیدهایی شامل تروپینون، تروپین و آتروپین می‌باشد که دارای پتانسیل آللوپاتیک متفاوتی می‌باشند، به طوری که تروپینون و آتروپین دارای پتانسیل بازدارنده روی صفت‌های جوانه‌زنی ذرت بوده در صورتی‌که تروپین روی درصد و سرعت جوانه‌زنی دارای پتانسیل آللوپاتیک خنثی یا کم بوده اما روی وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه دارای پتانسیل تحریک‌کننده می‌باشد. بنابراین می‌توان از آلکالوئیدهای شناسایی شده به عنوان تحریک‌کننده‌های رشد (تروپین) و بازدارنده‌های رشد (تروپینون و آتروپین) در محیط کشت استفاده نمود. به عبارتی دیگر می‌توان تحریک‌کننده‌ها و بازدارنده‌های رشد مصنوعی را با تحریک‌کننده‌ها و بازدارنده‌های رشد بیوسنتز جایگزین نمود و از این طریق مواد شیمیایی را حذف کرد تا بوم‌نظام کشاورزی نیز چرخه تکامل خود را پایدارتر طی کند، زیرا از این طریق علاوه بر ایجاد اکوسیستم زراعی پایدار، می‌توان از متابولیت‌های ثانویه (آلکالوئیدها) که در حالت طبیعی تأثیر چندانی در عملکرد گیاه ندارند با شناسایی روند کارکرد آنها مشابه تحقیق اخیر باعث ایجاد شرایط مناسب جهت رشد گیاه زراعی شد.

جلوگیری از فرآیند تنفسی توسط ترکیبات آللوپاتیک (تروپینون و آتروپین) باشد.

برای مثال فیک (Fick et al., ۱۹۸۸) بیان کرد که پاسخ‌های اسمزی دانه‌ها و یا دانه‌رست‌ها به ترکیب‌های آللوپاتیک گیاهان دارای توان آللوپاتیک بستگی دارد. حاصل تداخل واکنش‌های شیمیایی متفاوت است که در بسیاری از موارد پاسخ گیاهان به این ترکیب‌ها، مانند زمانی است که تحت اثر تنش اسمزی قرار گرفته‌اند. این امر موجب کاهش آغشتگی بذر در زمان جوانه‌زنی می‌شود. کوپه (Koeppe, ۱۹۷۲) در تحقیقات خود به این نتیجه رسید که، قطع تولید ATP توسط ژوگلان (ماده آللوپاتیک در درخت گردو)، با اثر بازدارندگی از رشد بافت‌های تیمار شده با آن ارتباط نزدیک دارد (Al-Azmani and Ghorbanli, ۲۰۱۰). آنایا (Anaya et al., ۱۹۹۹) می‌نویسد که، پتانسیل آللوپاتیک ریشه توتون بر جوانه‌زنی کلزا و شلغم، ۶۴ درصد بازدارندگی جوانه‌زنی در کلزا و ۸۰ درصد در شلغم را موجب می‌شود. هانگ و مویر (Moyer and Hung, ۱۹۹۷) در یک تحقیق، پتانسیل آللوپاتیک کلزا را بر جوانه‌زنی و رشد ۱۰ گونه‌ی علف‌هرز بررسی کردند که در همه‌ی این نمونه‌ها، کاهش جوانه‌زنی و رشد نسبت به شاهد وجود داشته است.

خوهی (Khoehi, ۱۹۹۸) در تحقیقی گزارش کرد که، واکنش‌های تحریکی یا بازدارندگی آللوکمیکال‌ها، به غلظت ماده‌ی شیمیایی دریافت شده توسط گیاهان هدف بستگی دارد. بر اساس نتایج به دست آمده از این آزمایش، پتانسیل آللوپاتیک با میزان موادی که در زمان جوانه‌زنی در جوار بذر قرار می‌گیرد، رابطه‌ی کاملاً مستقیمی دارد و با افزایش غلظت، پتانسیل آللوپاتیک نیز بیشتر می‌شود. این امر می‌تواند ناشی از افزایش مقدار مواد آللوکمیکال، و به دنبال آن، افزایش سمیت روی جوانه‌زنی باشد. این مشاهده با یافته‌های محققین دیگر نیز مطابقت داشت. دوک و همکاران (Duck et al., ۲۰۰۱) در پژوهشی که بر روی گاوپنبه انجام داده بودند، گزارش کردند که ترکیب‌های آللوپاتیک پوسته بذر گاوپنبه، پتانسیل بازدارندگی قابل ملاحظه‌ای بر ویژگی‌های جوانه‌زنی سویا دارد. ویسباج و همکاران نشان دادند که (Weissbach et al., ۲۰۱۲) میزان غلظت آلکالوئیدها رابطه‌ی مستقیمی با پتانسیل آللوپاتیک آن‌ها دارد. معمولاً با افزایش غلظت آلکالوئیدها بسته به نوع ماده‌ی مؤثره (تحریک‌کننده یا بازدارنده)، اثر

## منابع

- Al-Azmani, M. and M. Ghorbanli.** ۲۰۱۰. Investigation of allelopathic effect of plant residues water extract in some of important species *Amaranthus sp.* On germination of soybean seed DPX cultivar. **Journal of Plant and Ecosystem**, ۲۳(۶): ۹۳-۱۰۷.
- Anaya, M., Pratley, J. and Haig, T.** ۱۹۹۹. Allelopathy: From conceet to keality. Australian Agronomy Conference-Pepers.
- Baratelli, T. D. G., Gomes, A. C. C., Wessjohann, L. A., Kuster, R. M. and Simas, N. K.** ۲۰۱۲. Phytochemical and allelopathic studies of *Terminalia catappa* L. (Combretaceae). **Biochemistry and Systematic of Ecology**, ۴۱: ۱۱۹-۱۲۵.
- Bastians, L., Kropff, M. Y., Puchetty, N. K., Rajan, A. and Migo, T. R.** ۱۹۷۷. Can simulation models help design rice cultivars that are more competitive against weeds. **Field Crops Research**, ۵۱: ۱۰۱-۱۱۱.
- Berkov, S., Doncheva, T. S., Philipov, S. and Alexandrov, K.** ۲۰۰۵. Ontogenetic variation of the tropane alkaloids in *Datura stramonium*. **Biochemical Systematics and Ecology**, ۳۳: ۱۰۱۷-۲۹.
- Berkov, S., Zayed, R. and Doncheva, T.** ۲۰۰۶. Alkaloid patterns in some varieties of *Datura stramonium*. **Fitoterapia**, ۷۷: ۱۷۹-۸۲.
- Bhowmik, P. C. and Doll, J. D.** ۱۹۸۳. Growth analysis of corn and soybean responses to allelopathic effects of weed residues at various temperatures and photosynthetic photon flux densities. **Journal of Chemistry Ecology**, ۹: ۱۲۶۳-۱۲۸۰.
- Chung, I. M., Kim, K. H., Ahn, J. K., Lee, S. B., Kim, S. H. and Hahn, S. J.** ۲۰۰۳. Comparison of allelopathic potential of rice leaves, straw, and hull extracts on Barnyardgrass. **Agronomy Journal**, ۹۵: ۱۰۶۳-۱۰۷۰.
- Dayan, F. E., Romagni, J. G. and Duke, S. O.** ۲۰۰۰. Investigating the mode of action of natural phytotoxins. **Journal of Chemical Ecology**, ۲۶: ۲۰۷۹-۲۰۹۴.
- Dellagreca, M., Marino, C. D., Zarrelli, A. and D'Abrosca, B.** ۲۰۰۴. Isolation and phytotoxicity of Apocarotenoids from *Chenopodium album*. **Journal of Natural Products**, ۶۷: ۱۴۹۲-۵.
- Duck, S. O., Scheffler, B. E., Dayan, F. E., Weston, L. A. and Ota, E.** ۲۰۰۱. Strategies for using transgenes to produce allelopathic crops. **Weed Technology**, ۱۵: ۸۲۶-۸۳۴.
- Einhelling, F. A.** ۱۹۹۶. Interactions involving allelopathy in cropping systems. **Agronomy Journal**, ۸۸: ۸۸۶-۸۹۳.
- Evans, W. C.** ۲۰۰۷. Pharmacognosy-tryzvavans. Translated by S. Afshari Poordocor. Isfahan University of Medical Sciences. Isfahan. pp: ۲۸۶-۲۹۱, ۳۹۳-۴۰۰.
- Fick, G. W., Holt, D. A. and Lugg, D. G.** ۱۹۸۸. Environmental physiology and crop growth. P. ۱۶۳-۱۹۴. In A. A. Hanson, D. K. Barnes and R. R. Hill (ed.) Alfalfa and alfalfa improvement. **Agronomy Monograph**, ۲۹. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
- Gressel, I. and Holm, L.** ۱۹۶۴. Chemical inhibition of crop germination by weed seeds and natural inhibition by *Abutilon theophrasti*. **Weed Research**, ۴: ۴۴-۵۳.
- Griffin, W. and Lin, D.** ۲۰۰۰. Chemotaxonomy and geographical distribution of tropane alkaloids. **Phytochemistry**, ۵۳: ۶۲۳-۳۷.
- Hegde, R. S. and Miller, D. A.** ۱۹۹۲. Scanning electron microscopy for studying root morphology and anatomy in alfalfa autotoxicity. **Agronomy Journal**, ۸۴: ۶۱۸-۶۲۱.
- Hwang, B. Y., Su, B. N., Chai, H., Mi, Q., Kardono, L. B. S. and Afriastini, J. J.** ۲۰۰۴. Silvestrol and episilvestrol, potential anticancer rocaglate derivatives from *Aglaiasilvestris*. **Journal of Organic Chemistry**, ۶۹: ۳۳۵۰-۳۳۵۸.
- Kato-Noguchi, H.** ۱۹۹۹. Effect of light-irradiation on allelopathic potential of germinating maize. **Phytochemistry**, ۵۲: ۱۰۲۳-۱۰۲۷.
- Khohi, R. K.** ۱۹۹۸. Allelopathy and its implications in agroecosystems. Crop Sciences and Recent Advance Editor, A. S. Basra. Haworth Press Inc.
- Levitt, J. and Lovett, J.** ۱۹۸۴. Activity of allelochemicals of *Datura stramonium* L. in contrasting soil types. **Plant and Soil**, ۷۹: ۱۸۱-۱۸۹.
- Llanos, G. G., Varela, R. M., Jimenez, I. A., Molinillo, J. M. G., Macias, F. A. and Bazzocchi, I. L.** ۲۰۱۰. Metabolites from *Withania aristata* with potential phytotoxic activity. **Natural Product Communications**, ۵: ۱۰۴۳-۱۰۴۷.

- Macias, F. A., Chinchilla, N., Varela, R. M. and Molinillo, J. M. G.** ۲۰۰۶. Bioactiverosteroids from *Oryza sativa* L. **Steroids**, ۷۱: ۶۰۳-۶۰۸.
- Maguire, J. D.** ۱۹۶۲. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, ۲: ۱۷۶-۱۷۷.
- Mi, K. L., Hee, Y. J., Ki, Y. L., Seung, H. K., Choong, J. M. and Sang, H. S.** ۲۰۰۷. Inhibitory constituents of *Euscaphis japonica* on lipopolysaccharide-induced nitric oxide production in BV۲ microglia. **Plant Medicince**, ۷۳: ۷۸۲-۶.
- Mizutani, J.** ۱۹۹۹. Selected allelochemicals. **Critical Reviews in Plant Sciences**, ۱۸: ۶۵۳-۶۷۱.
- Moyer, J. R. and Hung, H. C.** ۱۹۹۷. Effect of aqueous extracts of crop residues on germination and seedling growth of ten weed species. **Botanical of Academia Sinica**, ۲۸: ۱۳۱-۱۳۹.
- Noguchi, H. K., Tamura, K., Sasaki, H. and Suenaga, K.** ۲۰۱۲. Identification of two phytotoxins, blumenol A and grasshopper ketone, in the allelopathic Japanese rice variety Awaakamai. **Journal of Plant Physiology**, ۱۶۹: ۶۸۲-۶۸۵.
- Oudhia, P.** ۱۹۹۹. Studies on allelopathy and medicinal weeds in chickpea field. Indian Gandhi Agricultural University Press.
- Oudhia, P., Kolhe, S. S. and Tripathi, R. S.** ۱۹۹۸. Germination and seedling vigour of chickpea as affected by allelopathy of *Datura stramonium* L. **International Chickpea and Pigeonpea Newsletter**, ۵: ۲۲-۲۴.
- Quan Yu, J., Feng Ye, S., Fang Zhang, M. and Haihu, W.** ۲۰۰۳. Effect of root extractes and aqueouse root extracts of cucumber (*Cucumis sativus*) and allelochemicals on photosynthesis and antioxidant enzymes in cucumber. **Biochemical Systematics and Ecology**, ۳۱: ۱۲۹-۱۳۹.
- Rashed Mohassel, M. H.** ۱۹۹۷. Cereal crops. Jahad Daneshgahi Press, Mashhad University. (In Persian)
- Rawat, L. S., Maikhuri, R. K. and Negi, V. S.** ۲۰۱۳. Inhibitory effect of leachate from *Helianthus annuus* on germination and growth of *kharif* crops and weeds. **Acta Ecologica Sinica**, ۳۳: ۲۴۵-۲۵۲.
- Themelis, D. G., Kika, F. S. and Economou, A.** ۲۰۰۶. "Flow injection direct spectrophotometric assay for the speciation of trace chromium (III) and chromium (VI) using chromotropic acid as chromogenic reagent." **Talant**, ۶۹: ۶۱۵-۶۲۰.
- Vyvyan, J. R.** ۲۰۰۲. Allelochemicals for new herbicides and agrochemicals. **Tetrahedron**, ۵۸: ۱۶۳۱-۱۶۴۶.
- Weir, T. L., Park, S. W. and Vivanco, J. M.** ۲۰۰۴. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. **Current Opinion in Plant Biology**, ۷: ۴۷۲-۴۷۹.
- Weissbach, A., Bechemin, C., Genauzeau, S., Rudstrom, M. and Legrand, C.** ۲۰۱۲. Impact of *Alexandrium tamarense* allelochemicals on DOM dynamics in an estuarine microbial community. **Harmful Algae**, ۱۳: ۵۸-۶۴.
- Whittaker, R. H. and Feeny, P. P.** ۱۹۷۱. Allelochemics: Chemical interactions between species. **Science Magazine**, ۱۷۱: ۷۵۷-۷۷۰.

## Determination and investigation of potential allelopathic in Thorn apple (*Datura stramonium*) alkaloids on germination indices of corn cultivars

Emran Dastras<sup>1\*</sup>, Mehri Safari<sup>2</sup> and Ali Akbar Maghsoud mood<sup>3</sup>

<sup>1</sup>. MSc. of Agronomy, Shahid Bahonar Kerman University, <sup>2</sup> and <sup>3</sup>. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, Shahid Bahonar Kerman University

(Received: October 14, 2013- Accepted: May 2, 2014)

### Abstract:

In this study the shoot parts extracts of *Datura stramonium* prepared and was analysed using GC-MS method. Three alkaloids including tropinon, tropin and atropine were found and extracted. The potential allelopathic effects of these compounds were evaluated in a factorial experiment based on RCBD with 3 replications on the germination and seedling growth of six corn hybrids including Sc- 301, Sc- 404, Sc- 500, Sc- 747, Sc- 700 and Sc- 704. Results showed that the three way interaction effect of alkaloid  $\times$  concentration  $\times$  hybrid is significant on germination percentage and rate. Highest inhibitory potential was related to tropinone while lowest values were found in tropine. Increasing the concentration of alkaloid, inhibitory effect was also increased. Root and shoot dry weight of all corn hybrids were affected by the inhibitory effect of tropine and atropine. Both characteristics were increased in all corn hybrids when were exposed to atropine. Generally, it was concluded that three different alkaloids are existing in *Datura stramonium* which have different allelopathic effects and may influence the next crop plant. The mechanisms which are responsible for the inhibitory effects of these allelochemicals may be useful for finding the compounds which can be used as herbicides.

**Keywords:** Atropin, Ecosystem, Tropin, Tropinon

\*Corresponding author: emrandastres16@yahoo.com