**Plant Production and Genetics** **تولید و ژنتیک گیاهی**

**Vol. 4, No. 1, Spring & Summer 2023, p. 95-104** **جلد ۴، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۲، صفحه ۱۰۴-۹۵**

DOI: 10.34785/J020.2022.019 مقاله پژوهشی

# اثر عصاره آبی دود حاصل از سوختن گیاه بابونه (*Tanacetum parthenium* L.) بر شاخص‌های جوانه‌زنی و پس از جوانه‌زنی سه گونه گیاه دارویی

محمدرضا عبداللهی[1*]، سید سعید موسوی[1]

۱- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۰

**چکیده**

دود حاصل از سوختن گیاه به عنوان یکی از مواد افزایش دهنده جوانه‌زنی بذر، شکننده خواب بذر وتحریک‌کننده رشد گیاهچه شناخته شده است. در این تحقیق اثر عصاره آبی دود گیاه بابونه کبیر (*Tanacetum parthenium* L.) بر پارامترهای جوانه‌زنی و پس از جوانه‌زنی سه گیاه دارویی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)، خارمریم (*Silybum marianum*) و قدومه (*Alyssum* sp.) مورد بررسی قرار گرفت. غلظت‌های مختلف عصاره آبی دود گیاه بابونه (۱:۵۰۰، ۱:۱۰۰، ۱:۱۰ و ۱:۰) به همراه شاهد آب مقطر در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در دو شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای استفاده گردید. غلظت‌های مختلف عصاره آبی دود، اثر متفاوتی بر صفات جوانه‌زنی در سه گونه گیاهی نشان دادند. غلظت ۱:۵۰۰ بیشترین تأثیر را بر اکثر صفات جوانه‌زنی در گیاه زیره سبز نشان داد. در گیاه خارمریم صفات طول ریشه‌چه، وزن‌تر گیاهچه، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و ضریب جوانه‌زنی با غلظت‌های بالای عصاره آبی دود (۱:۱۰ و ۱) میانگین بیشتری از خود نشان دادند در حالی که در گیاه قدومه غلظت‌های پایین عصاره آبی دود (۱:۵۰۰ و ۱:۱۰۰) نسبت به غلظت‌های بالا میانگین بیشتری برای اکثر صفات مورد بررسی نشان دادند. عصاره آبی دود گیاه بابونه تاثیر مثبت معنی‌داری بر شاخص‌های جوانه‌زنی و پس از جوانه زنی سه گونه دارویی مورد بررسی نشان داد و با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان این عصاره را برای بهبود صفات مربوط به جوانه‌زنی در گونه‌های دارویی دیگری که دارای مشکل جوانه‌زنی هستند، آزمون کرد.

**کلید واژگان:** جوانه‌زنی، خارمریم، زیره سبز، عصاره آبی دود گیاهی، قدومه

---

*ایمیل نویسنده مسئول: m.abdollahi@basu.ac.ir

**مقدمه**

طی دو دهه اخیر، اثر دود حاصل از سوختن مواد گیاهی بر جوانه‌زنی بذور به طور گسترده‌ای شناخته شده و با روش‌های مختلفی در گونه‌های گیاهی مختلف به کار برده شده است. اولین گزارش در مورد تحریک جوانه‌زنی بذر توسط دود حاصل از گیاه در سال ۱۹۹۰ ارائه شد (De Lange and Boucher, 1990). آنان دریافتند که دود می‌تواند به عنوان عاملی برای شکستن خواب بذر استفاده گردد. اکثر مطالعات کاربرد دود گیاهی، بر روی گونه‌های بومی موجود در استرالیا (Dixon and Roche, 1995) و آفریقای جنوبی (Pierce *et al*., 1995) گزارش شده است، در حالی که گونه‌هایی که به دود واکنش نشان می‌دهند در همه قاره‌ها اعم از مناطق آتشخیز و غیر آتشخیز (به جز قطب جنوب) ، طیف وسیعی از گیاهان را شامل می‌شوند (Thomas and Van Staden, 1995).عمده مطالعات در زمینه بررسی اثر دود گیاهی بر روی گونه‌های وحشی و جنگلی انجام شده است و در بیشتر موارد، مراحل پس از جوانه‌زنی مانند قدرت بنیه و صفات رشد گیاهچه مورد مطالعه قرار نگرفته‌اند. به همین دلیل مطالعات بیشتری در زمینه اثر دود حاصل از سوختن مواد گیاهی بر صفات پس از جوانه‌زنی نیاز است. برخی مطالعات در زمینه پاسخ گونه‌های زراعی و باغی از جمله کرفس (Thomas and Van Staden, 1995)، کاهو (Drewes *et al*., 1995) برنج قرمز (Doherty and Cohn, 2000)، ذرت(Sparg *et al*., 2006) ، برنج (Kulkarni *et al*., 2006) ، گوجه فرنگی (Ahmed *et al*., 2006) به دود گیاهی، چه به شکل آئروسل و چه به صورت محلول آبی دود و بوتنولید گزارش شده است، برخی از گونه‌های گیاهان دارویی از قبیل توت روباهی و انیسون و خارمریم (Abdollahi *et al*., 2011a; Abdollahi *et al*., 2011b) و گونه‌های علف‌هرز (Adkins and Peters, 2001) نیز به دود پاسخ مثبت نشان داده‌اند. اکثر مطالعات فوق نشان می‌دهد که دود می‌تواند به منظور بهبود رشد و عملکرد در محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد. زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) گیاهی است از خانواده چتریان که بذر آن خاصیت دارویی دارد. مواد موثر بذر زیره سبز معالجه کننده دل درد، ضد نفخ شکم و اشتها آور است و به عنوان مسکن درد مورد استفاده قرار می‌گیرد (Kafi, 2002). خارمریم با نام علمی (*Silybum marianum*) که به ماریتیغال نیز معروف است، گیاهی است از خانواده کاسنی و یک ساله که به صورت خودرو رشد کرده و در درمان بیماری‌های گوناگون، از جمله بیماری‌های کبد موثر است. بخش‌های درمانی این گیاه دانه و برگ آن است و ماده موثر درمانی آن سیلی‌مارین است که در کاهش کلسترول خون سودمند است. قدومه (*Alyssum sp*.) گیاهی است یک ساله و علفی که از دیرباز مصرف دارویی داشته و از دانه‌ی آن که خاصیت موسیلاژی قوی دارد عمدتا به عنوان نرم کننده سینه، برطرف کننده سرفه و ملین استفاده می‌شود. با توجه به اینکه اکثر گونه‌های گیاهی دارویی دارای مشکل جوانه‌زنی هستند و جوانه‌زنی در اکثر این گونه‌ها به سختی و در فراوانی پایین صورت می‌گیرد، در پژوهش حاضر، اثر غلظت‌های مختلف عصاره آبی دود حاصل ازسوختن مواد گیاهی گونه دارویی بابونه (*Tanacetum parthenium*) بر صفات جوانه‌زنی و پس از جوانه‌زنی سه گیاه دارویی زیره‌سبز، خارمریم و قدومه مورد بررسی قرار گرفت.

**مواد و روش‌ها**

به منظور بررسی اثر عصاره آبی دود حاصل از سوختن مواد گیاهی گونه دارویی بابونه (*T. parthenium*) ، بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر و برخی صفات پس از جوانه‌زنی سه گیاه دارویی خارمریم (*S. marianum*)، زیره سبز (*C. cyminum*) و قدومه (*Alyssum sp*.) آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار، به دو صورت آزمایشگاهی و گلخانه‌ای در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی و گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان انجام شد. گیاه بابونه به منظور تهیه عصاره از منطقه بیلوار از توابع شهرستان کرمانشاه جمع‌آوری گردید. همچنین بذور زیره سبز، خارمریم و قدومه از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد.

**تهیه عصاره آبی دود گیاهی**

تهیه محلول آبی دود گیاهی، با روش باکستر و همکاران (Baxter *et al*., 1994) انجام گردید. بدین منظور حدود ۵ کیلوگرم از مواد گیاهی نیمه خشک شده از گونه گیاهی بابونه (*T. parthenium*) جمع آوری گردید. این مواد گیاهی نیمه خشک شده، در داخل یک محفظه فلزی به مدت ۴۵ دقیقه سوزانده شدند و دود حاصل از سوختن این مواد گیاهی از طریق یک لوله خروجی، از میان یک ظرف حاوی ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر توسط مکش گذرانده شد. محلول آب-دود حاصل با استفاده از یک کاغذ صافی تصفیه گردید. عصاره آبی دود خنثی (بدون حضور اسیدهای ضعیف،

ترکیبات فنلی و اسیدهای قوی) شامل اتر، محلول سود و بیکربنات سدیم از این محلول آب-دود تهیه گردید (Flematti *et al*., 2007). عصاره آبی دود حاصل به عنوان محلول مادری برای تهیه غلظت های مختلف مورد استفاده در این آزمایش (۱:۰، ۱:۱۰، ۱:۱۰۰ و ۱:۵۰۰) در نظر گرفته شد. در مورد غلظت ۱، عصاره آبی دود به طور مستقیم به کار برده شد در حالی که برای ۳ غلظت دیگر، ۱ میلی لیتر از عصاره آبی دود به ترتیب با ۱۰، ۱۰۰ و ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر رقیق گردید. آب مقطر به عنوان شاهد در این آزمایش استفاده گردید.

**تیمار بذور با غلظت های مختلف عصاره آبی دود گیاهی و کشت بذور در شرایط آزمایشگاهی**

در هر آزمایش، بذور ابتدا توسط محلول هیپوکلریت سدیم دو درصد به مدت ده دقیقه ضدعفونی شدند و ۳ بار با آب مقطر شستشو داده شدند و به دنبال آن با قارچ کش بنومیل با غلظت دو در هزار به مدت یک ساعت ضدعفونی شدند. از هر رقم گیاهی مورد آزمایش، ۳۰۰ بذر ضدعفونی شده و سالم برای هر تیمار عصاره آبی دود انتخاب گردید. تعداد ۶۰ بذر برای هر تیمار عصاره آبی دود و شاهد آب مقطر در نظر گرفته شد. ۶۰ بذر از هر رقم گیاهی در داخل یک پتری دیش جداگانه ریخته شد و حدود ۱۰ میلی لیتر عصاره آبی دود با غلظت مورد نظر به آنها اضافه شد. بذور به مدت ۲ ساعت در معرض عصاره آبی دود قرار گرفتند. بعد از اعمال تیمار عصاره آبی دود، جهت حذف دود از سطوح بذور یک بار با آب مقطر شستشو شدند و سپس بر روی یک کاغذ صافی ضدعفونی شده قرار گرفتند تا آب سطحی بذور خشک شود. به منظور کشت در شرایط آزمایشگاهی هر ۶۰ بذر مربوط به هر تیمار آزمایشی به صورت مساوی به ۳ قسمت تقسیم گردید. سپس هر ۲۰ عدد بذر در پتری دیش‌های ضدعفونی شده به قطر ۹ سانتی‌متر روی دو لایه کاغذ صافی واتمن استریل گذاشته شد. پس از آن به هر پتری دیش، مقداری آب مقطر جهت خیس شدن کاغذهای صافی اضافه شد. برای جلوگیری از تبخیر عصاره و اتلاف رطوبت، درب پتری‌ها روی آنها قرار داده شد. ظروف حاوی بذر در اتاقک رشد در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و ۱۲ ساعت روشنایی و شدت روشنایی ۱۹۴۰ لوکس قرار گرفتند.

**کشت بذور زیره سبز در شرایط گلخانه‌ای**

از میان سه گیاه مورد آزمایش در مرحله اول، گیاه زیره سبز برای کشت در گلخانه انتخاب شد. بذور تیمار شده با غلظت های مختلف عصاره آبی دود به تعداد ۱۰ عدد و در گلدان‌هایی به قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر و عمق ۳۰ سانتی‌متر کاشته شدند و پس از سبز شدن در مرحله ۳ تا ۴ برگی تنک شده و در هر گلدان ۵ گیاهچه نگه داشته شد. خاک گلدان‌ها دارای نسبت ۱:۲:۳ از خاک :کود دامی: شن بود. این آزمایش در گلخانه‌ای با دمای حداکثر ۳۰ درجه سانتی‌گراد در روز و حداقل ۱۵ درجه سانتی‌گراد در شب و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد.

**آزمون جوانه زنی**

پس از گذشت ۷۲ ساعت از اعمال تیمارهای آزمایش و کشت بذور سه گونه گیاهی دارویی، شمارش بذور جوانه‌زده به صورت روزانه شروع شد. جوانه‌زنی روزانه ثبت شد و خروج یک میلی‌متری ریشه‌چه معیاری برای جوانه‌زنی بذر قرار داده شد (Ghebrehiwot *et al*., 2008). ده روز پس از شروع آزمایش از هر پتری، ده عدد گیاهچه به طور تصادفی انتخاب شد و پارامترهای جوانه‌زنی اندازه‌گیری شدند. پارامترهای درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG) میانگین مدت زمان جوانه‌زنی (MGT) و شاخص بنیه بذر به ترتیب با استفاده از روابط یک تا پنج محاسبه شدند (Khaled *et al*., 2007; Abdul-baki and Anderson 1973). در روابط ۳ و ۴، Di و Ni به ترتیب تعداد بذرهای جوانه زده در روزiام می باشد.

رابطه ۱ $\text{درصد جوانه زنی} = \frac{\text{بذور کل بذور جوانه زده}}{\text{تعداد کل بذور کشت شده}} \times 100$

رابطه ۲ $\sum \frac{\text{تعداد بذر جوانه زده در هر روز}}{\text{تعداد روز بعد از اولین شمارش}}$

رابطه ۳ $MGT = \frac{\sum_{i=n}^{ni} NiDi}{\sum Ni}$

رابطه ۴ $GC = \frac{1}{MGT} \times 100$

رابطه ۵ (ضریب سرعت جوانه‌زنی)

$$CVG = \frac{G_1 + G_2 + G_3 + \ldots + G_n}{(1\times G_1) + (2\times G_2) + (3\times G_3) + \ldots + (n\times G_n)}$$

G1 – Gn: تعداد بذر جوانه زده از روز اول تا روز آخر را نشان می‌دهد.

رابطه ۶ ۱۰۰ / درصد جوانه زنی × میانگین طول گیاهچه‌ها به میلی‌متر(ساقه + ریشه) = شاخص بنیه بذر

**آنالیز آماری**

بر روی داده‌های مربوط به درصد جوانه‌زنی قبل از آنالیز، با استفاده از تبدیل جذری تبدیل داده صورت گرفت. داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۹ تجزیه و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام شد.

**نتایج و بحث**

**الف- شرایط آزمایشگاهی**

**تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تیمارها برای صفات جوانه‌زنی و پس از جوانه‌زنی زیره سبز**

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که اختلاف بسیار معنی داری (P<۰/۰۱) بین غلظت‌های مختلف عصاره آبی دود برای شاخص‌های جوانه‌زنی مورد مطالعه در زیره سبز وجود داشت (جدول ۱). بیشترین میانگین طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر در غلظت ۱:۵۰۰ مشاهده گردید. همچنین ضریب جوانه‌زنی نیز در غلظت ۱:۵۰۰ به همراه ۱:۱۰۰ و ۱:۱۰ دارای بیشترین میانگین بود. در حالی که میانگین مدت جوانه‌زنی در غلظت ۱:۰ عصاره آبی دود، بیشترین میانگین را از خود نشان داد (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس پارامترهای جوانه زنی و پس از جوانه‌زنی زیره سبز تحت تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره آبی دود در شرایط آزمایشگاهی

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | طول ریشه‌چه | طول ساقه‌چه | درصد جوانه‌زنی | سرعت جوانه‌زنی | میانگین مدت جوانه‌زنی | ضریب سرعت جوانه‌زنی | شاخص بنیه بذر |
| غلظت عصاره آبی دود | ۴ | ۲۳۲۴/۶۷$^{**}$ | ۳۲۰۴/۱۷$^{**}$ | ۱۲۲/۵۰$^{**}$ | ۵/۵۷$^{**}$ | ۱۵/۰۷$^{**}$ | ۲۶۹۲/۲۰$^{**}$ | ۸۴۷/۷۱$^{**}$ |
| خطا | ۱۰ | ۹۲/۰۷ | ۷۱/۲۷ | ۱۸/۳۳ | ۰/۵۰ | ۰/۹۱ | ۳۹۸/۰۴ | ۷۴/۳۱ |

جدول ۲- مقایسه میانگین غلظت های مختلف عصاره آبی دود برای صفات جوانه زنی و پس از جوانه‌زنی زیره سبز در شرایط آزمایشگاهی

| غلظت عصاره دود | طول ریشه‌چه | طول ساقه‌چه | درصد جوانه‌زنی | سرعت جوانه‌زنی | میانگین مدت جوانه‌زنی | ضریب سرعت جوانه‌زنی | شاخص بنیه بذر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد | ۴۰/۶۷ $^{b}$ | ۲۷/۳۳ $^{c}$ | ۶/۶۷ $^{b}$ | ۰/۵۴ $^{c}$ | ۴/۵۰ $^{b}$ | ۲۵/۵۶ $^{bc}$ | ۴/۵۷ $^{b}$ |
| ۱:۵۰۰ | ۱۰۶/۶۷ $^{a}$ | ۱۰۹/۶۷ $^{a}$ | ۲۰ $^{b}$ | ۳/۵۶ $^{a}$ | ۱/۴۰ $^{c}$ | ۷۷/۷۸ $^{a}$ | ۴۳/۰۸ $^{a}$ |
| ۱:۱۰۰ | ۵۳ $^{b}$ | ۴۴/۳۳ $^{b}$ | ۵ $^{b}$ | ۲/۰۶ $^{b}$ | ۱/۶۷ $^{c}$ | ۶۱/۱۱ $^{ab}$ | ۴/۸۷ $^{b}$ |
| ۱:۱۰ | ۴۶/۶۷ $^{b}$ | ۴۰ $^{bc}$ | ۱۱/۶۷ $^{b}$ | ۲/۰۷ $^{b}$ | ۱/۴۴ $^{c}$ | ۷۴/۲۹ $^{a}$ | ۱۰ $^{b}$ |
| ۱:۰ | ۴۱/۳۳ $^{b}$ | ۴۰/۳۳ $^{bc}$ | ۵ $^{b}$ | ۰/۱۶ $^{c}$ | ۶/۳۳ $^{a}$ | ۱۵/۸۸ $^{c}$ | ۴/۰۸ $^{b}$ |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

**تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تیمارها برای صفات جوانه‌زنی و پس از جوانه‌زنی گیاه خارمریم**

با توجه به نتایج پژوهش، غلظت های مختلف عصاره آبی دود برای شاخص‌های جوانه‌زنی مورد بررسی در این آزمایش در سطح احتمال یک درصد با همدیگر تفاوت نشان دادند (جدول ۳). مقایسات میانگین با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد، اثر غلظت‌های عصاره دود بر روی طول ریشه‌چه را به دو گروه تفکیک می‌نماید که در آن شاهد و غلظت ۱:۵۰۰ در یک گروه با میانگین کمتر و بقیه تیمارها در گروه دیگر با میانگین بیشتر قرار می‌گیرند. طول ساقه‌چه در غلظت ۱:۵۰۰ بیشترین میانگین را از خود نشان داد و با بقیه گروه‌ها تفاوت معنی داری نشان داد. بیشترین میانگین سرعت جوانه‌زنی و وزن تر گیاهچه مربوط به غلظت ۱:۰ و در رتبه بعد۱:۱۰ بود که با بقیه تیمارها تفاوت معنی داری داشتند. با افزایش غلظت عصاره از میانگین مدت جوانه‌زنی کاسته شد به طوری که بیشترین میانگین مربوط به شاهد و کمترین آن مربوط به غلظت یک بود. ضریب جوانه‌زنی در غلظت یک عصاره آبی دود بیشترین میانگین و بقیه تیمارها در گروهی جداگانه و متفاوت با این غلظت قرار گرفتند. غلظت های مختلف عصاره آبی دود شاخص بنیه بذر را در مقایسه با شاهد افزایش دادند و غلظت های ۱:۵۰۰ و ۱:۰ بیشترین تأثیر را روی این صفت نشان دادند. در کل صفات طول ریشه‌چه، وزن تر گیاهچه، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و ضریب جوانه‌زنی با افزایش غلظت عصاره آبی دود، میانگین بیشتری از خود نشان دادند. به طوری که سه پارامتر وزن تر گیاهچه، سرعت جوانه‌زنی و ضریب جوانه‌زنی در غلظت یک عصاره دودی بیشترین میانگین را نشان دادند (جدول ۴).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات جوانه زنی و پس از جوانه‌زنی خارمریم تحت تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره آبی دود در شرایط آزمایشگاهی

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | طول ریشه‌چه | طول ساقه‌چه | وزن تر | درصد جوانه‌زنی | سرعت جوانه‌زنی | میانگین مدت جوانه‌زنی | ضریب سرعت جوانه‌زنی | شاخص بنیه بذر |
| غلظت عصاره آبی دود | ۴ | ۲۱/۷۷ | ۲۳۴/۱۰$^{**}$ | ۰/۰۰۰۵$^{**}$ | ۲۰/۸۳$^{**}$ | ۱/۱۹۰$^{**}$ | ۸/۳۵$^{**}$ | ۱۲۴۶/۹$^{**}$ | ۴/۰۴$^{**}$ |
| خطا | ۱۰ | ۲/۵۳ | ۸/۱۳ | ۰/۰۰۰۰۲ | ۱۴/۴۰ | ۰/۰۴۲ | ۱/۳۸ | ۶۸/۶۳ | ۰/۴۸ |

$^{**}$، $^{*}$ و ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار

جدول ۴- مقایسه میانگین غلظت های مختلف عصاره آبی دود برای صفات جوانه زنی و پس از جوانه‌زنی خارمریم در شرایط آزمایشگاهی

| غلظت عصاره دود | طول ریشه‌چه | طول ساقه‌چه | وزن تر | درصد جوانه‌زنی | سرعت جوانه‌زنی | میانگین مدت جوانه‌زنی | ضریب سرعت جوانه‌زنی | شاخص بنیه بذر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد | ۱۰ $^{b}$ | ۱۵/۶۷ $^{bc}$ | ۰/۰۱۶ $^{c}$ | ۵ $^{b}$ | ۰/۲۰ $^{c}$ | ۵/۶۷ $^{a}$ | ۲۰/۶۴ $^{b}$ | ۱/۲۸ $^{c}$ |
| ۱:۵۰۰ | ۱۰/۶۷ $^{b}$ | ۳۴/۳۳ $^{a}$ | ۰/۰۲ $^{c}$ | ۶/۳۳ $^{b}$ | ۰/۴۷ $^{c}$ | ۴/۴۴$^{ab}$ | ۲۳/۸۹ $^{b}$ | ۳/۷۱ $^{a}$ |
| ۱:۱۰۰ | ۱۵ $^{a}$ | ۱۱/۳۳ $^{c}$ | ۰/۰۲۳ $^{c}$ | ۶/۶۷ $^{b}$ | ۰/۲۵ $^{c}$ | ۵$^{ab}$ | ۲۵ $^{b}$ | ۱/۷۰ $^{bc}$ |
| ۱:۱۰ | ۱۴/۳۳ $^{a}$ | ۱۷/۶۷ $^{b}$ | ۰/۰۳۵ $^{b}$ | ۱۱/۶۷ $^{a}$ | ۰/۹۲ $^{b}$ | ۲/۸۷ $^{bc}$ | ۳۱/۷۴ $^{b}$ | ۲/۷۷$^{ab}$ |
| ۱:۰ | ۱۶ $^{a}$ | ۱۶/۶۷ $^{bc}$ | ۰/۰۵۱ $^{a}$ | ۱۱/۶۷ $^{a}$ | ۱/۷۲ $^{a}$ | ۱/۵۶ $^{c}$ | ۷۰ $^{a}$ | ۳/۸۷ $^{a}$ |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

## تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تیمارها برای صفات جوانه‌زنی و پس از جوانه‌زنی گیاه قدومه

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که غلظت‌های مختلف عصاره تاثیر بسیار معنی‌داری بر روی شاخص‌های جوانه‌زنی مورد بررسی داشته است (جدول ۵). کمترین میانگین طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن تر گیاهچه مربوط به غلظت یک عصاره آبی دود بود که اختلاف معنی‌داری با سایر غلظت‌ها که در یک گروه قرار گرفته بودند، داشت. درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر در غلظت‌های ۱:۵۰۰ و ۱:۱۰۰ دارای بیشترین میانگین بودند. میانگین مدت جوانه‌زنی نیز در غلظت‌های ۱:۵۰۰ و ۱:۱۰۰ به همراه غلظت یک بیشترین میانگین را از خود نشان داد. در حالی که در این غلظت‌ها ضریب جوانه‌زنی کمترین مقدار را داشت (جدول ۶).

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات جوانه زنی و پس از جوانه‌زنی قدومه تحت تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره آبی دود در شرایط آزمایشگاهی

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | طول ریشه‌چه | طول ساقه‌چه | وزن تر | درصد جوانه‌زنی | سرعت جوانه‌زنی | میانگین مدت جوانه‌زنی | ضریب سرعت جوانه‌زنی | شاخص بنیه بذر |
| غلظت‌عصاره آبی دود | ۴ | ۱۱/۰۷$^{**}$ | ۷/۵۰$^{**}$ | ۰/۰۰۰۳$^{**}$ | ۳۱۸/۵۷$^{**}$ | ۲/۴۱$^{**}$ | ۲/۸۰$^{**}$ | ۱۰۶۵/۲۵$^{*}$ | ۹/۰۶$^{**}$ |
| خطا | ۱۰ | ۱/۶۷ | ۰/۷۳ | ۰/۰۰۰۰۴ | ۲۳/۵۸ | ۰/۱۴ | ۰/۴۵۴ | ۱۹۵/۰۸ | ۰/۴۹ |

$^{**}$، $^{*}$ و ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار

جدول ۶- مقایسه میانگین غلظت های مختلف عصاره آبی دود برای صفات جوانه زنی و پس از جوانه‌زنی قدومه در شرایط آزمایشگاهی

| غلظت عصاره دود | طول ریشه‌چه | طول ساقه‌چه | وزن تر | درصد جوانه‌زنی | سرعت جوانه‌زنی | میانگین مدت جوانه‌زنی | ضریب سرعت جوانه‌زنی | شاخص بنیه بذر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد | ۸/۳ $^{a}$ | ۷/۳۳ $^{a}$ | ۰/۰۱۵۷$^{a}$ | ۶/۶۷ $^{b}$ | ۰/۸۳ $^{b}$ | ۲/۶۷ $^{b}$ | ۶۱/۱۱ $^{ab}$ | ۱/۰۷ $^{b}$ |
| ۱:۵۰۰ | ۹ $^{a}$ | ۷/۶۷ $^{a}$ | ۰/۰۱۳۷ $^{a}$ | ۲۵ $^{a}$ | ۱/۹۷ $^{a}$ | ۷۳/۵۷ $^{a}$ | ۲۹/۰۴ $^{c}$ | ۴/۱۰ $^{a}$ |
| ۱:۱۰۰ | ۹ $^{a}$ | ۸/۶۷ $^{a}$ | ۰/۰۱۴۳ $^{a}$ | ۱۶/۶۷ $^{a}$ | ۱/۷۰ $^{a}$ | ۳/۴۴ $^{a}$ | ۳۰/۹۵ $^{c}$ | ۲/۹۲ $^{a}$ |
| ۱:۱۰ | ۱۰ $^{a}$ | ۸/۳۳ $^{a}$ | ۰/۰۱۶ $^{a}$ | ۱/۶۷ $^{b}$ | ۰/۰۷ $^{c}$ | ۱/۵۰ $^{b}$ | ۷۲/۲۲ $^{a}$ | ۰/۳۰ $^{b}$ |
| ۱:۰ | ۵ $^{b}$ | ۴/۶۷ $^{b}$ | ۰/۰۰۸ $^{b}$ | ۱/۶۷ $^{b}$ | ۰/۰۵ $^{c}$ | ۲/۳۳ $^{ab}$ | ۴۴/۴۴ $^{ab}$ | ۰/۱۳ $^{b}$ |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

**ب- شرایط گلخانه‌ای**

در این قسمت از تحقیق، اثر عصاره آبی دود گیاهی بر روی صفات جوانه‌زنی و پس از جوانه‌زنی گیاه زیره سبز در شرایط گلخانه ای مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که برای صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر و وزن خشک بین غلظت‌های مختلف عصاره دودی تفاوت معنی داری از نظر آماری($P<۰/۰۵$) وجود دارد. همچنین برای شاخص‌های درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر تفاوت بسیار معنی داری ($P<۰/۰۱$) وجود داشت (جدول ۷). نتایج نشان داد که بیشترین میانگین در صفت طول ریشه‌چه مربوط به غلظت‌های پایین یعنی ۱:۵۰۰ و ۱:۱۰۰ بود و غلظت‌های بالا تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان ندادند. در حالی که میانگین طول ساقه‌چه در شاهد به جز غلظت ۱:۰ از همه غلظت‌ها بالاتر بود. میانگین وزن تر گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، درصد جوانه‌زنی،سرعت جوانه‌زنی در غلظت ۱:۱۰ بیشترین میانگین را داشتند. هرچند شاخص بنیه بذر نیز در همین غلظت بیشترین میانگین را داشت اما تفاوت معنی‌داری با غلظت ۱:۰ نداشت. میانگین صفات سطح برگ، میانگین مدت جوانه‌زنی و ضریب جوانه‌زنی در غلظت‌های مختلف عصاره تفاوت معنی داری با شاهد و با همدیگر نشان ندادند (جدول ۸).

جدول ۷- تجزیه واریانس صفات جوانه زنی و پس از جوانه‌زنی زیره سبز تحت تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره آبی دود در شرایط گلخانه‌ای

| | | میانگین مربعات | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| منابع تغییرات | درجه آزادی | طول ریشه‌چه | طول ساقه‌چه | سطح برگ | وزن تر | وزن خشک | درصد جوانه‌زنی | سرعت جوانه‌زنی | میانگین مدت جوانه‌زنی | ضریب سرعت جوانه‌زنی | شاخص بنیه بذر |
| غلظت عصاره آبی دود | ۴ | ۱۲۵/۸۳* | ۸۱/۶۷* | ۰/۳۸ ns | ۰/۰۰۰۱۴ * | ۰/۰۰۰۴۲ * | ۲۴۰۵/۸۳ ** | ۱۴/۶۳ ** | ۰/۱۱۶ ns | ۹/۸۶ ns | ۲۰۰۷/۵۵ ns |
| خطا | ۱۰ | ۳۰ | ۱۹/۸۷ | ۰/۵۵ | ۰/۰۰۰۰۳ | ۰/۰۰۰۰۰۱ | ۴۵ | ۰/۲۳ | ۰/۳ | ۲۴/۸۸ | ۸۷/۶۲ |

** ،* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار

جدول ۸- مقایسه میانگین غلظت های مختلف عصاره آبی دود برای صفات جوانه زنی و پس از جوانه‌زنی زیره سبز در شرایط گلخانه‌ای

| غلظت عصاره دود | طول ریشه‌چه | طول ساقه‌چه | سطح برگ | وزن تر | وزن خشک | درصد جوانه‌زنی | سرعت جوانه‌زنی | میانگین مدت جوانه‌زنی | ضریب سرعت جوانه‌زنی | شاخص بنیه بذر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد | ۴۱ b | ۶۹/۶۷ a | ۵/۳۷ a | ۰/۰۳۶ b | ۰/۰۴۳b | ۴۱/۶۷ c | ۳/۷۰ c | ۳/۴۹ a | ۲۹ a | ۴۶/۵۸ b |
| ۱:۵۰۰ | ۵۱/۳۳ a | ۵۸/۶۷ b | ۴/۴۷ a | ۰/۰۳۸ b | ۰/۰۰۵ b | ۱۳/۳۳ d | ۱/۱۷ d | ۳/۲۰ a | ۳۲/۲۶ a | ۱۵/۰۷ c |
| ۱:۱۰۰ | ۵۲ a | ۶۱ b | ۵/۰۳ a | ۵۸/۶۷ b | ۰/۰۰۵ b | ۴۰ c | ۴/۳۵ bc | ۳/۰۲ a | ۳۳/۲۷ a | ۴۵/۲۰ b |
| ۱:۱۰ | ۳۸/۳ b | ۵۵/۶۷ b | ۴/۶۰ a | ۰/۰۵۳ a | ۰/۰۰۷۳ a | ۸۵ a | ۷/۲۸ a | ۳/۲۱ a | ۳۱/۷۶ a | ۷۹/۹۰ a |
| ۱:۰ | ۴۰/۶ b | ۶۱/۶۷ ab | ۴/۹۰ a | ۰/۰۳۸ b | ۰/۰۰۴۷ b | ۷۱/۶۷ b | ۴/۹۹ b | ۳/۴۵ a | ۲۹/۵۹ a | ۷۳/۴۲ a |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

در این تحقیق، تاثیر عصاره آبی دود حاصل از گیاه دارویی بابونه بر روی صفات جوانه‌زنی و پس از جوانه‌زنی سه گونه دارویی خارمریم، قدومه و زیره سبز مورد بررسی قرار گرفت. گونه‌های گیاهی مختلف مورد بررسی پاسخ های متفاوتی به غلظت های مختلف عصاره آبی دود نشان دادند (جداول ۱ تا ۸). همان گونه که محققین دیگر نیز نشان دادند، پاسخ به دود یک ویژگی وابسته به گونه گیاهی است. یعنی یک گونه گیاهی ممکن است پاسخی متفاوتی نسبت به گونه‌های گیاهی دیگر در مقابل دود از خود بروز دهد (Brown *et al*., 1994; Dixon *et al*., 1995; Roche *et al*., 1998; Thomas *et al*., 2003; Merritt *et al*. 2006) در شرایط آزمایشگاهی غلظت ۱:۵۰۰ بیشترین اثر بخشی را نسبت به سایر غلظت ها بر روی میانگین پارامترهای طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر گیاه زیره سبز نشان داد (جدول ۲). این امر نشان دهنده تاثیر زیاد این ماده در غلظت‌های پایین

نسبت به مقادیر بالا می‌باشد که توسط اسپارگ و همکاران نیز گزارش شده است (Sparg *et al*., 2006). در گیاه خارمریم پارامترهای طول ریشه‌چه، وزن تر گیاهچه، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و ضریب جوانه‌زنی با افزایش غلظت عصاره میانگین بیشتری از خود نشان دادند. به طوری که سه پارامتر وزن تر گیاهچه، سرعت جوانه‌زنی و ضریب جوانه‌زنی در غلظت یک بیشترین میانگین را داشتند (جدول ۴). شواهد نشان می دهد که ترکیب تحریک کننده جوانه‌زنی موجود در دود، می تواند باعث القای زودتر فعالیت‌های چرخه سلولی شود و در نتیجه ظهور و رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه را در بذرهای در حال جوانه‌زنی شتاب ببخشد این عمل باعث می‌گردد که بذرهای تیمار شده با دود نسبت به بذور شاهد، با سرعت بیشتری جوانه بزنند (Jain and Van Staden, 2007). همچنین توانایی تیمار دودی در کوتاه کردن زمان جوانه‌زنی یا افزایش سرعت جوانه‌زنی در گذشته نیز توسط محققین متعددی گزارش شده است (Sparg *et al*., 2005; Crosti *et al*., 2006). قدومه نیز مانند زیره سبز واکنش متفاوتی نسبت به عصاره آبی دود از خود نشان داد، زیرا در بیشتر صفات، غلظت‌های پایین عصاره آبی دود (۱:۱۰۰ و ۱:۵۰۰) نسبت به غلظت‌های بالا، در بهبود صفات جوانه‌زنی تاثیرگذار بوده‌اند (جدول ۶). این امر احتمالا به دلیل واکنش منفی این گونه گیاهی به غلظت‌های بالای عصاره آبی دود می‌باشد. محققین دیگر (Sparg *et al*., 2006) نیز نشان دادند که بذور ذرت تیمار شده با غلظت های بالای محلول آبی دود گیاهی و یا قرار گرفتن بذور برای مدت طولانی در معرض دود آئروسل می‌تواند از جوانه‌زنی بذور جلوگیری کند. مکانیسمی که در اثر آن غلظت بالای دود باعث کاهش جوانه‌زنی می‌شود، هنوز به خوبی مشخص نیست ولی پژوهشگران بیان کردند که این اثر، ممکن است به اثرات سمی ترکیبات دود مربوط باشد که در غلظت بالا به کاهش جوانه‌زنی و طول ساقه و ریشه منجر می‌گردند (Clarke and French, 2005). شواهد جدید نشان می‌دهد که علاوه بر ترکیبات تحریک کننده جوانه‌زنی موجود در دود، ترکیب دیگری به نام بوتنولاید ۳، ۴، ۵- تری متیل فوران- (5H)-1 در دود وجود دارد که اثر بازدارندگی بر مراحل جوانه‌زنی و پس از جوانه‌زنی دارد و به طور معنی‌داری اثر مثبت ترکیب تحریک کننده جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد (Light *et al*., 2010). به نظر می‌رسد که هر چه غلظت عصاره دودی بیشتر می‌شود، تأثیر بوتنولاید محرک بیشتر می‌شود تا اینکه در یک غلظت مشخص، تسلط بوتنولاید بازدارنده بیشتر شده و به کاهش شدید رشد منجر می‌گردد. در مبارزه بین دو ترکیب تحریک کننده و بازدارنده مرز مشخصی مشاهده می‌شود که این مرز به نوع و گونه گیاه مورد آزمایش وابسته است. با توجه به نتایج صفات جوانه‌زنی در گیاه خارمریم به نظر می‌رسد که این گیاه از مقاومت بیشتری نسبت به غلظت‌های بالای عصاره دودی، در مقایسه با دو گیاه دیگر مورد مطالعه در این تحقیق، برخوردار بود. زیرا بیشتر صفات جوانه‌زنی، در غلظت‌های بالاتر (۱:۱۰ و ۱:۰) افزایش پیدا کردند در حالی که در گیاه زیره سبزاین افزایش بیشتر مربوط به غلظت ۱:۵۰۰ و دیگرگیاه قدومه این افزایش در بیشتر صفات مربوط به غلظت های ۱:۱۰۰ و ۱:۵۰۰ بود. در آزمایشی که در شرایط گلخانه که بر روی زیره سبز انجام شد، نتایج متفاوتی نسبت به شرایط آزمایشگاه بدست آمد. برخی صفات مانند طول ریشه‌چه در غلظت‌های پایین اما بیشتر آنها در غلظت‌های بالا بیشترین میانگین‌ها را نشان دادند؛ که این با نتایج حاصل از آزمایشگاه متفاوت است. شاید این تفاوت در نتایج گلخانه و آزمایشگاه به علت متفاوت بودن تاثیر خاک و آب و ماهیت آنها بر روی جوانه‌زنی بذور باشد. مکانیسم-های مختلفی برای اثر تحریک کنندگی دود بر روی صفات جوانه‌زنی و پس از جوانه‌زنی پیشنهاد شده است (Van Staden *et al*., 1995). دود ممکن است سیستم فیتوکرومی را فعال کند، در بیوسنتز دخالت کند، در متابولیسم جیبرلین‌ها و دیگر هورمونها دخالت کند و در نتیجه مقدار هورمون‌های گیاهی فعال را که می‌توانند در سیستم فیتوکرومی دخیل باشند را افزایش دهد، نفوذپذیری غشاء را تغییر دهد و به این ترتیب انتقال هورمون‌های گیاهی را به سایت‌های فعال افزایش دهد، حساسیت گیرنده‌های هورمون‌ها را تغییر دهد و آنزیم‌هایی را که در آغاز جوانه‌زنی نقش دارند، فعال کند ولی هنوز به طور دقیق مکانیسم عمل دود در بهبود صفات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه مشخص نشده است. علی رغم مطالعات گسترده انجام شده در مورد اثر دود گیاهی و ترکیبات موثر آن به عنوان نوعی پرایمر بذور گیاهان، در کشور ما تحقیقات کمی است. با توجه به اینکه بذور اکثر گونه‌های گیاهی دارویی دارای خواب هستند و جوانه‌زنی در آنها در فراوانی پایین صورت می‌گیرد کاربرد دود گیاهی چه به صورت عصاره آبی و چه به صورت آئروسل

می‌تواند به عنوان یک عامل شکننده خواب بذر و همچنین افزایش دهنده رشد و نمو گیاهچه در این گونه‌ها مورد بررسی قرار گیرد. همچنین، با توجه به این مطلب که موضوع دود و تأثیر آن بر رشد گیاهان، تقریباً جدید می‌باشد و مکانیسم تأثیر آن در مقیاس مولکولی و سلولی، هنوز به طور واضحی مشخص نشده است، پیشنهاد می‌گردد که محققان و دانشجویان عزیزی که امکانات لازم در اختیار دارند، تحقیقات کامل و جامعی در مورد نحوه اثر این ترکیبات، در مقیاس مولکولی، داشته باشند.

**سپاسگزاری**

بدین وسیله از دانشگاه بو علی سینا همدان به خاطر حمایتهای مالی از این پژوهش و ارائه خدمات پژوهشی قدردانی می‌گردد.

**منابع**

Abdollahi, M.R., Mehrshad, B., & Moosavi, S.S. (2011a). Effect of method of seed treatment with plant-derived smoke solutions on germination and seedling growth of milk thistle (*Silybum marianum* L.). *Seed Science and Technology*, *39*, 225- 229.

Abdollahi, M.R., Mehrshad B., Mirzaie Asl, A., & Sepehri, A. (2011b). Plant-derived smoke solution and potassium nitrate affect seed germination and seed vigour in four medicinal plant species. *Die Bodenkultur*, *62*, 5-12.

Adkins, S.W., & Peters N.B.C. (2001). Smoke derived from burnt vegetation stimulates germination of arable weeds. *Seed Science Research,11*(3), 213-222.

Ahmed, A., Johson, K., Burchett, M., & Kenny, B. (2006). The effects of heat, smoke, leaching, scarification, temperature and NaCl salinity on germination of *Solanum centrale* (the Australian bush tomato). *Seed Science and Technology*, *34*, 33– 45.

Baxter, B.J.M., Van Staden, J., Granger, J.E., & Brown, N.A.C. (1994). Plant-derived smoke and smoke extracts stimulate seed germination of the fire-climax grass Themeda *triandra*. *Environmental and Experimental Botany*, *34*, 217–223.

Brown N.A.C., Jamieson H., & Botha P.A. (1994). Stimulation of seed germination in South African species of Restionaceae by plant-derived smoke. *Plant Growth Regulation*, *15*, 93-100.

Clarke, S., & French. K. (2005). Germination response to heat and smoke of 22 Poaceae species from grassy woodlands. *Australian Journal of Botany*, *53*, 445–454.

Crosti, R., Ladd, P.G., Dixon, K.W. & Piotto, B. (2006). Post-fire germination: The effect of smoke on seeds of selected species from the central Mediterranean basin. *Forest Ecology and Management*, *221*, 306-312.

De Lange, J., & Boucher, C. (1990). Autecological studies on *Audouinia capitata* (Bruniaceae). I. Plant-derived smoke as a seed germination cue. *South African Journal of Botany*, *56*, 700– 703.

Dixon, K.W. & Roche, S. (1995). The role of combustion products (smoke) in stimulating exsitu and in-situ germination of Western Australian plants. *Combined proceedings - International Plant Propagators' Society*, *45*, 53–56.

Dixon K.W., Roche S., & Pate, J.S. (1995). The promotive effect of smoke derived from burnt native vegetation on seed germination of Western Australian plants. *Oecologia*, *101*, 185-192.

Doherty, L., & Cohn, M. (2000). Seed dormancy in red rice (Oryza sativa). XI. Commercial liquid smoke elicits germination. *Seed Science Research*, *10*, 415– 421.

Drewes, F.E., Smith, M.T., &Van Staden, J. (1995). The effect of plant-derived smoke extract on the germination of light-sensitive lettuce seed. *Plant Growth Regulation*, *16*, 205– 209.

Flematti G.R., Goddard-Borger E.D., Merritt D.J., Ghisalberti E.L., Dixon K.W., & Trengove R.D. (2007). Preparation of 2H-furo 2,3-c]pyran-2-one derivatives and evaluation of their germination-promoting activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *55*, 2189-2194.

Ghebrehiwot H.M., Kulkarni M.G., Kirkman K.P., & Van Staden J. (2008). Smoke-water and a smoke-isolated butenolide improve germination and seedling vigour of *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter under high temperature and low osmotic potential. *Journal of Agronomy and Crop Science*, *194*, 270–277.

Jain, N. &Van Staden, J. (2007). The potential of the smoke-derived compound 3-methyl-2H-furo 2,3-c pyran-2-one as a priming agent for tomato seeds. *Seed Science Research*, *17*, 175-181.

Kafi, M. (2002). Cuminum cyminum, Technology, Production and Processing. Language and Literature Publishing. Mashhad. Pp 33-34.

Kulkarni, M., Sparg, S., Light, M., & Van Staden, J. (2006). Stimulation of rice (*Oryza sativa* L.) seedling vigour by smoke-water and butenolide. *Journal of Agronomy and Crop Science*, *192*, 395– 398.

Khaled T., Alali F.Q., Gharaibeh M., Mohammad M., & El-Elimat T. (2007). Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. *Food Chemistry*, *104*, 1372 – 8.

Light, M.E., Burger, B.V., Staerk, D., Kohout, L., & Van Staden, J. (2010). Butenolides from Plant-Derived Smoke: Natural Plant-Growth Regulators with Antagonistic Actions on Seed Germination. *Journal of Natural Products*, 73, 267-269.

Merritt, D.J., Kristiansen, M., Flematti, G.R., Turner S.R., Ghisalberti E.L., Trengove R.D., & Dixon K.W. (2006). Effects of a butenolide present in smoke on light-mediated germination of Australian Asteraceae. *Seed Science Research*, *16*, 29-35.

Pierce, S.M., Esler, K. and Cowling, R.M. (1995). Smoke induced germination of succulents (Mesembryanthemaceae) from fire-prone and fire-free habitats in South Africa. *Oecologia*, *102*, 520-522.

Roche S., Dixon K.W., &Pate J.S. (1998). For everything a season: Smoke-induced seed germination and seedling recruitment in a Western Australian Banksia woodland. *Australian Journal of Ecology*, *23*, 111-120.

Sparg, S.G., Kulkarni, M.G., Light, M.E., & Van Staden, J. (2005). Improving seedling vigour of indigenous medicinal plants with smoke. *Bioresource Technology*, *96*,1323–1330.

Sparg S., Kulkarni, M., & Van Staden, J. (2006). Aerosol smoke and smoke-water stimulation of seedling vigor of a commercial maize cultivar. *Crop Science*, *46*, 1336–1340.

Thomas, T.H., &Van Staden, J. (1995). Dormancy break of celery (*Apium graveolens* L.) seeds by plant derived smoke extract. *Plant Growth Regulation*, *17*, 195– 198.

Thomas P.B., Morris E.C., & Auld T.D. (2003). Interactive effects of heat shock and smoke on germination of nine species forming soil seed banks within the Sydney region. *Austral Ecology*, *28*, 674-683.

Van Staden, J., Jäger, A.K., & Strydom, A. (1995). Interaction between a plant-derived smoke extract, light and phytohormones on the germination of light-sensitive lettuce seeds. *Plant Growth Regulation*, *17*, 213–218.

**Plant Production and Genetics** **تولید و ژنتیک گیاهی**

**Vol. 4, No. 1, Spring & Summer 2023, p. 95-104** **جلد ۴، شماره ۱، بهار و تابستان، ۱۴۰۲، صفحه ۱۰۴-۹۵**

**Research Article** **DOI:**10.34785/J020.2022.019

# The effect of aqueous extract of smoke obtained from burning (*Tanacetum parthenium* L.) on germination and post-germination indicators of three types of medicinal plants

**Mohammad Reza Abdollahi *[1], Sayyed Saeed Moosavi**

1 . Associate Professor, Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

Received: 17-05-2022

Accepted: 17-07-2022

## Abstract

Smoke from burning vegetation is widely recognized as a germination cue, dormancy breaking agent and seedling growth stimulator. In this study, the effect of different concentrations of smoke extract derived from burning the leaf material of *Tanacetum parthenium* on germination and post germination parameters of three medicinal species of *Cuminum cyminum, Silybum marianum* and *Alyssum* was investigated. Different concentrations of *T. parthenium* derived smoke extract (1:500, 1:100, 1:10 and 1) with control distilled water as a factorial design based on completely randomized design with three replications were used under both laboratory (for three medicinal plants) and greenhouse conditions (for *C. cyminum*). Different concentrations of aqueous smoke extract showed different effects on germination parameters in three medicinal species. The concentration of 1:500 was the most effective concentration for majority of germination parameters in *C. cyminum*. Root length, seedling fresh weight, germination percentage, germination speed and germination coefficient of *S. marianum* showed the highest means with high concentrations of smoke extract (1:10 and 1). In *Alyssum*, the means for majority of parameters were higher in low concentrations of smoke extract (1:100 and 1:500) compared to higher concentrations of smoke extract. Aqueous smoke extract derived from burning *T. parthenium* showed significant positive effects on germination parameters of three medicinal plant species. Based on these findings, we can use this extract to improve the germination parameters for other medicinal plant species that have problems with germination.

**Keywords:** Germination, *Silybum marianum*, *Cuminum Cyminum*, plant-derived smoke extract, *Alyssum*

Citation: Abdollahi, M. R., & Moosavi, S.S. (2023). The effect of aqueous extract of smoke obtained from burning (*Tanacetum parthenium* L.) on germination and post-germination indicators of three types of medicinal plants. *Plant Production and Genetics*, 4(1), 95-104. https://doi.org/10.34785/J020.2022.019.

Copyrights:
Copyrights rights for this article is retained by the author (s), with publication rights granted to Plant Production and Genetics. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

*Corresponding Author Email: m.abdollahi@basu.ac.ir