اثر دود بر برخی از شاخص‌های رشدی گیاه توت‌روباهی (*Sanguisorba minor* L.)

Effect of Smoke on Some Growth Traits in Burnet (*Sanguisorba minor* L.)

بهزاد مهرشاد[۱]، غلامرضا حیدری[۲*]، یوسف سهرابی[۲]، محمدرضا عبداللهی[۳] و سید سعید موسوی[۳]

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات عصاره دودی گیاهان و دود آئروسل، بر ارتفاع بوته، طول ریشه، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد برگ در بوته، میزان کلروفیل و ماده خشک کل در گیاه دارویی توت روباهی، دو آزمایش جداگانه در سال ۱۳۸۸، در همدان اجرا گردید. آزمایش عصاره دودی با شش غلظت (صفر، ۰/۰۰۲، ۰/۰۱، ۰/۱، ۰/۲ و ۱[V/V]) و سه تکرار، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و آزمایش دود آئروسل با دو تیمار دود آئروسل (۲۰ دقیقه) و شاهد در چهار تکرار، در قالب طرح کاملا تصادفی، اجرا شد. نتایج نشان داد که اثر عصاره دودی به‌غیر از میزان کلروفیل، بر تمامی شاخص‌های مورد مطالعه، معنی‌دار بود. در حالت کلی، غلظت‌های ۰/۰۱ و ۰/۱ عصاره دودی، بیش‌تر شاخص‌های رشدی گیاه توت روباهی را به‌طور معنی‌داری، افزایش دادند. نتایج آزمایش دوم نیز نشان داد که دود آئروسل، همه شاخص‌های مورد مطالعه (به جز تعداد برگ در بوته) گیاه توت روباهی را بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: توت روباهی، دود آئروسل، دود گیاهی، صفات رشدی، عصاره دودی

Archive of SID

---

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، کردستان
۳. استادیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
این مقاله بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول ارائه شده به دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان می‌باشد.
*: نویسنده مسوول Email: g.heidari@uok.ac.i

www.SID.ir

مقدمه

با وجود این‌که در جهان مطالعات وسیعی در ارتباط با تاثیر دود و اثرات آن روی جوانه زنی و رشد و نمو گیاهان انجام شده است، در کشور ما به ندرت تحقیقاتی در این زمینه صورت گرفته است. یکی از موادی که می‌تواند اثرات تنظیم کنندگی روی رشد گیاه داشته باشد، دود حاصل از سوختن مواد گیاهی است. دود به‌عنوان یکی از عوامل شکستن خواب بذر در تعداد زیادی از گونه‌های گیاهی شناخته شده است (*دیکسون*[1] و همکاران، 1995 و *براون*[2] و *استادن*، 1997). کاربرد دود گیاهی به‌صورت آئروسل یا عصاره دودی، اثر مشابهی در تحریک جوانه زنی نشان داده است و به‌طور موفقیت‌آمیزی در ازدیاد بسیاری از گونه‌های گیاهی، هم در شرایط طبیعی گونه گیاهی[3] و هم خارج از محل رویش طبیعی[4] استفاده شده‌اند. *ون استادن*[5] و همکاران (2004)، ترکیبی بسیار فعال و مقاوم در برابر گرما، با ماندگاری زیاد به نام ۳ متیل ۲_هیدروفور ۱ و ۲ پیران[6] (بوتنولاید) را که جوانه‌زنی بذور را تحریک می‌کند، شناسایی و آن را از عصاره دودی جدا کردند. این ترکیب، محلول در آب و پایدار در برابر گرما است و به‌مدت زیاد می‌توان آن‌را نگهداری کرد. این ماده فعالیتش را بعد از اتوکلاو کردن و ذخیره طولانی مدت، از دست نخواهد داد (*ون استادن* و همکاران، 2004). *فلماتی*[7] و همکاران (2004)، ترکیب مشابهی را که از دود حاصل از سوختن سلولز بود، گزارش و جداسازی کردند. این ماده نیز دارای اثرات تحریک کنندگی، روی جوانه زنی و رشد گیاه بود. بوتنولاید (ترکیب موثر دود)، اثراتی مشابه با اسید جیبرلیک در تحریک جوانه‌زنی بذور، جای‌گزینی نور در جوانه زنی بذور گیاهان خانواده آستراسه (*مریت*[8]، 2006) و تحریک جوانه زنی بذور علف‌های هرز دارد (*داوز*[9]، 2007). پژوهش‌گران وجود یک ارتباط معنی‌دار را بین پاسخ جوانه‌زنی به دود و اسید جیبرلیک گزارش کردند. مطالعات دیگری نیز نشان دادند که دود، سنتز اسید جیبرلیک درون زاد و میزان ABA گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (*گاردنر*[10] و همکاران، 2001 و *کراک*[11] و همکاران، 2002). از طرف دیگر، *ما*[12] و همکاران (2006) بیان کردند که بوتنولاید ممکن است با روشی مشابه اکسین‌ها عمل کند و می‌تواند جای‌گزینی برای اکسین توفوردی[13] در رویان‌زایی سوماتیکی گیاه *Baloskion tetraphyllum* باشد. بنابراین همه این مطالعات حاکی از آن است که شباهت‌های ذاتی و بالقوه‌ای بین بوتنولاید، جیبرلین‌ها و اکسین‌ها وجود دارد.

از شناخته‌ترین اثرهای جیبرلین می‌توان تحریک رشد سبزینه‌ای، طویل شدن ساقه و ریشه و توسعه برگ‌ها را نام برد (*فلیت*[14] و همکاران، 2005). مهم‌ترین اثراتی که به اکسین نسبت داده‌اند عبارت است از: بزرگ شدن سلول گیاهی، طویل شدن ساقه گیاه، تولید ریشه، تولید آوندهای چوبی، افزایش رشد جوانه راسی، تشکیل میوه، بزرگ شدن میوه، تشکیل گرهک در ریشه گیاهانی که دارای باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن هستند، جلوگیری از ریزش برگ و بیوسنتز پروتئین (*ویسوکایا*[15]، 2007 و *مندس*[16]، 2011). تعدادی از محققین (*لایت*[17] و همکاران، 2002 و *اسپارگ*[18] و همکاران، 2005) نیز گزارش کردند که غلظت‌های بالای دود گیاهی، جوانه‌زنی و رشد گیاه را کاهش می‌دهد و اظهار داشتند که میزان این کاهش، به گونه گیاهی گیاه تحت تیمار بستگی دارد (*دایامبا*[19]، 2010). شواهد جدید نشان می‌دهد که علاوه بر ترکیبات تحریک کننده جوانه‌زنی موجود در دود، ترکیب دیگری به نام بوتنولاید[20] ۳، ۴، ۵- تری متیل فوران-۲(۵H)- ۱ در دود وجود دارد که اثر بازدارندگی بر روی مراحل جوانه‌زنی و پس از جوانه‌زنی دارد و به‌طور معنی‌داری اثر مثبت ترکیب تحریک کننده جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد (*لایت*[21] و همکاران، 2010). پژوهش‌گران نشان دادند، پاسخ به دود یک ویژگی وابسته به گونه گیاهی است. یعنی یک گونه گیاهی ممکن است پاسخی متفاوت از گونه‌های دیگر از خود بروز دهد (عبداللهی و همکاران، ۲۰۱۱؛ *براون*[22] و

1. Dixon *et al.*
2. Brown and Van Staden
3. in situ
4. ex situ
5. Vanstaden *et al.*
6. 3-methyl-2Hfuro[2,3-c]pyran-2-one
7. Flematti *et al.*
8. Merritt *et al.*
9. Daws
10. Gardner *et al.*
11. Krock *et al.*
12. Ma *et al.*
13. 2,4-D
14. Fleet *et al.*
15. Vysotskaya
16. Mendes
17. Light *et al.*
18. Sparg *et al.*
19. Dayamba
20. butenolide, 3,4,5- trimethylfuran-2(5H)-one
21. Light *et al.*
22. Brown *et al.*

Archive of SID
www.SID.ir

همکاران، 1994؛ دیکسون و همکاران، 1995؛ *راچ*[1] و همکاران، همکاران، 1998؛ *موریس*[2]، 2000؛ *توماس*[3] و همکاران، 2003؛ 2003؛ *مریت* و همکاران، 2006؛ *نورمن*[4] و همکاران، 2006). بنابراین، به‌منظور بررسی پاسخ گیاهان مختلف به دود و ترکیبات حاصل از آن، باید گونه‌های مختلف گیاهی را جداگانه مورد مطالعه قرار داد و با توجه به تازگی این موضوع در کشور ما، گیاهان زیادی جهت بررسی پاسخ آن‌ها به دود وجود دارند. این تحقیق، به‌منظور بررسی پاسخ و واکنش رشد گیاه توت‌روباهی به تیمارهای مختلف دود (عصاره دودی و دود آئروسل) انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش، دود حاصل از سوختن ۵۰۰ گرم از گیاه خاکشیر (*Sisymbrium irio*) از یک مخزن حاوی آب مقطر عبور داده شد. به‌طوری‌که دود در آب مقطر به‌صورت یک محلول دود-آب (smoke-water) زرد رنگ در آمد و این محلول، طی یک فرآیند شیمیایی با استفاده از اتر (برای جداسازی مواد موثره دود)، محلول مولار جوش شیرین (برای حذف اسیدهای قوی) و محلول مولار سود (برای حذف اسید-های ضعیف)، برای استخراج عصاره دودی، مورد استفاده قرار گرفت (*اسپارگ*[5] و همکاران، 2006). این عصاره با استفاده از آب مقطر، در غلظت‌های مختلف ۱، ۰/۲، ۰/۱، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۲ (V/V) رقیق و در ظرف‌هایی جداگانه نگهداری شد. بذر گیاه دارویی توت روباهی از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. قوه نامیه بذور قبل از شروع آزمایش تعیین گردید. برای برطرف کردن نیاز احتمالی بذور به سرمادهی جهت بهاره سازی، قبل از هر آزمایشی، بذور به مدت ۹ روز در دمای صفر- ۵ درجه سانتی‌گراد پیش سرمادهی شدند. برای تیمار بذور توسط عصاره دودی، تعداد شش پتری‌دیش که هرکدام حاوی ۱۰۰ بذر بودند، در نظر گرفته شد. پتری-دیش‌ها هرکدام توسط یک غلظت از عصاره دودی به‌مدت یک ساعت تیمار شدند. لازم به‌ذکر است که در تیمار شاهد به‌جای عصاره دود از آب مقطر استفاده شد. پس از اتمام مدت زمان تعیین شده، بذور از پتری‌دیش‌ها خارج و با آب مقطر شسته شدند. سپس، به‌طور تصادفی، تعداد ۳۰ عدد بذر از هر گروه انتخاب گردید و به‌طور جداگانه در سه گلدان (واحد آزمایشی) به قطر ۲۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر کشت شدند. پس از سبز شدن بذور، در مرحله چهار برگی اقدام به تنک کردن گلدان‌ها گردید و در همه گلدان‌ها تعداد ۵ بوته جهت نمونه‌گیری‌های بعدی نگهداری شد. به‌منظور مبارزه با سفیدک سطحی، به‌توصیه کارشناسان از سم بنومیل به میزان دو در هزار استفاده گردید.

در آزمایش دود آئروسل، اندام‌های هوایی تازه و خشک گیاه خاکشیر، جمع‌آوری شده و در یک مخزن فلزی سوزانده شد. دود حاصل از آن توسط لوله‌ای که در طرف دیگر آن یک فن دمنده قرار داشت، به یک محفظه برزنتی مکعبی به ابعاد ۸۰×۸۰×۸۰ سانتی‌متر هدایت گردید. در داخل این محفظه، بذرهایی که به‌منظور جذب بهتر دود به مدت ۵ دقیقه در آب مقطر خیسانده شده بودند، روی طبق-هایی توری مانند فلزی، قرار داده شدند. به‌منظور حذف اثر گرما بر بذرها، لوله هادی دود از میان محفظه‌ای پر از آب، عبور داده شد و به این طریق دود تولید شده، خنک گردید. بعد از مدت ۲۰ دقیقه، بذور مطابق با روش عصاره دودی به گلدان‌های کشت منتقل شدند. برای مطالعه روند رشد و محاسبه شاخص‌های رشدی، پس از سبز شدن و طی رشد گیاه، به‌صورت تصادفی و به تعداد پنج بار (هر۳۰ روز یک‌بار) نمونه برداری صورت گرفت. روند تغییرات میزان ماده خشک، پس از خشک کردن (به مدت ۴۸ ساعت در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد) و توزین نمونه‌ها، بررسی شد.

۱۲۰ روز پس از سبز شدن، میزان کلروفیل (با کلروفیل متر SPAD-502) اندازه‌گیری و در پایان فصل رشد (۱۶۵ روز پس از سبز شدن) به‌منظور تعیین صفات ارتفاع بوته، طول ریشه، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، تعداد برگ در هر بوته نمونه‌های باقی‌مانده (یک گیاه) از هر واحد آزمایشی، انتخاب و صفات مذکور اندازه‌گیری شد.

آزمایش مطالعه اثر تیمار عصاره دودی، درقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۶ تیمار غلظت عصاره دودی (صفر، ۱، ۰/۲، ۰/۱، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۲ [V/V]) و آزمایش مطالعه اثر تیمار دود آئروسل، در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار و ۲ تیمار (شاهد و دود آئروسل) انجام گرفت. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

نتایج

عصاره دودی

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس آزمایش نشان داد که اثر تیمار عصاره دودی بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی-

1. Roche *et al.*
2. Morris
3. Thomas *et al.*
4. Norman *et al.*
5. Sparg *et al.*

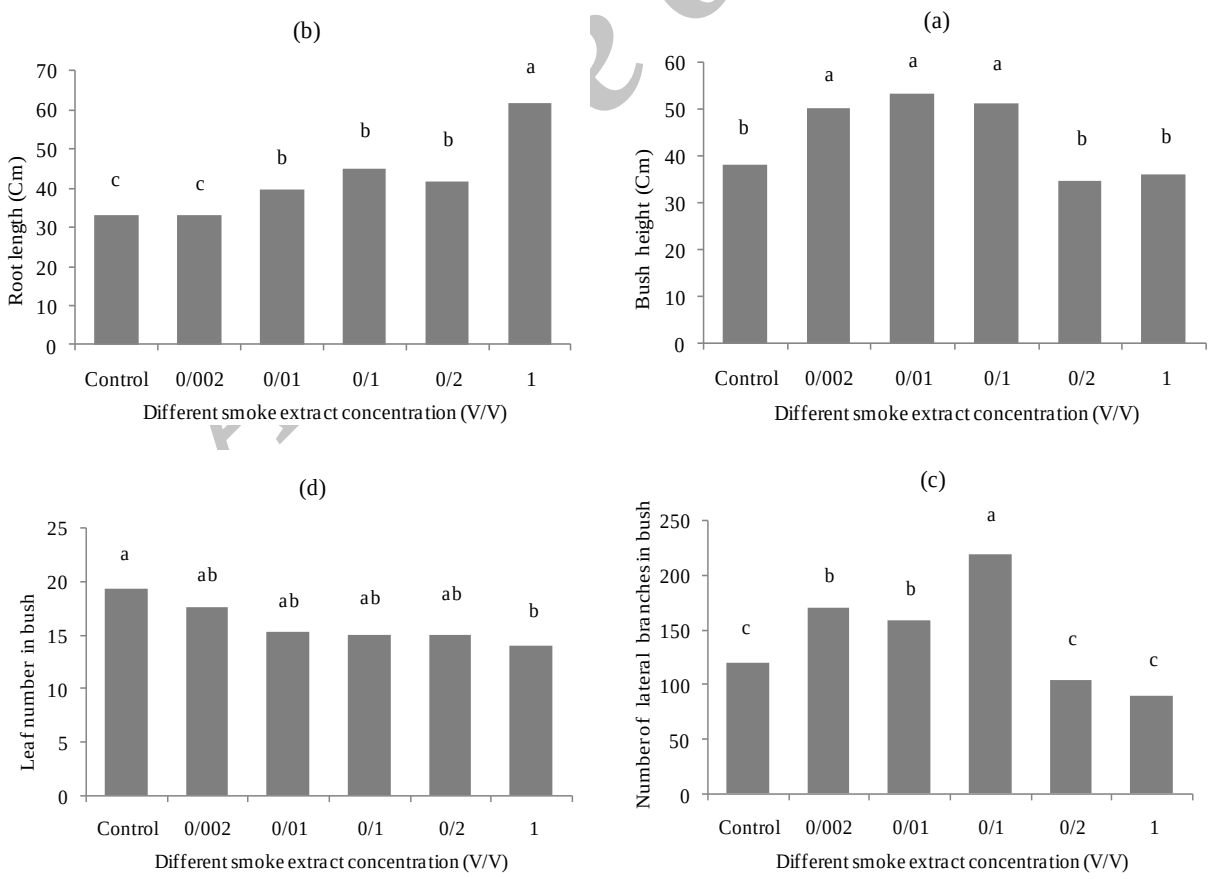
www.SID.ir

دار گردید (جدول ۱). غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۰۱ (V/V)، بیش‌ترین تاثیر را بر افزایش ارتفاع بوته توت‌روباهی داشتند. در حالی‌که سایر غلظت‌ها از نظر آماری، اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته نشان ندادند (شکل ۱- a).

طول ریشه: عصاره دودی به طور معنی داری ($p<0.01$)، میزان طول ریشه گیاه توت روباهی را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱). نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت ۱ بیش‌ترین تاثیر را از لحاظ آماری بر طول ریشه داشت و بعد از آن، غلظت‌های ۰/۰۱، ۰/۱ و ۰/۲ عصاره دودی، به طور معنی‌داری طول ریشه را افزایش دادند. در حالی‌که این تیمارها، از نظر آماری تفاوتی نداشتند. غلظت ۰/۰۰۲ نتوانست در مقایسه با شاهد، تاثیر قابل توجهی بر افزایش طول ریشه داشته باشد (شکل ۱- b).

تعداد شاخه‌های جانبی: بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، اثر تیمار عصاره دودی بر تعداد شاخه‌های فرعی در بوته گیاه توت‌روباهی در سطح احتمال آماری ۰/۰۱ درصد، معنی‌دار گردید (جدول ۱). از میان غلظت‌های مختلف عصاره دودی، غلظت‌های ۱ و ۰/۲ تفاوت معنی‌داری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان ندادند. این در حالی بود که غلظت ۰/۱ و بعد از آن غلظت‌های ۰/۰۰۲ و ۰/۰۱، توانستند از نظر آماری، بیش‌ترین افزایش را در تعداد شاخه‌های فرعی، سبب شوند (شکل ۱- c).

تعداد برگ در بوته: اثر عصاره دودی بر تعداد برگ در سطح احتمال آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). با توجه به شکل ۱-d، چنین استنباط می‌شود که با اعمال تیمار عصاره دودی بر بذرهای گیاه توت روباهی، از تعداد برگ‌ها کاسته شده است. با توجه به شکل ۲ که افزایش وزن خشک گیاه در اثر تیمار عصاره دودی را نشان می‌دهد، به نظر می‌رسد که با افزایش غلظت عصاره دودی، تعداد برگ‌ها کاهش پیدا کردند. ولی با وجود این، برگ‌ها از نظر اندازه درشت‌تر گردیدند.



شکل ۱: اثر عصاره دودی بر ارتفاع بوته (a)، طول ریشه (b)، تعداد شاخه‌های جانبی (c) و تعداد برگ در بوته (d) در گیاه توت‌روباهی

Figure 1: Effects of smoke extract on bush height (a), root length (b), number of lateral branches in bush (c), leaf number in bush (d) in *Sanguisorba minor*

www.SID.ir

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات رشدی گیاه توت روباهی متاثر از غلظت‌های مختلف عصاره دودی (میانگین مربعات)

Table 1: Analysis of variance for effect of smoke extract on growth traits in *Sanguisorba minor*

total dry matter	SPAD reading	leaf number	lateral branches	root length	bush height	df	S.V
7.29 ^{ns}	9.70 ^{ns}	0.38 ^{ns}	18.66 ^{ns}	2.16 ^{ns}	1.72 ^{ns}	2	Replication
771.58***	7.67 ^{ns}	12.18**	124.63***	337.6***	34.05**	5	smoke extract concentration
12.86	8.04	1.92	5.4	10.96	4.58	10	Error
5.9	5.36	8.63	13.53	7.83	8.15		C.V.

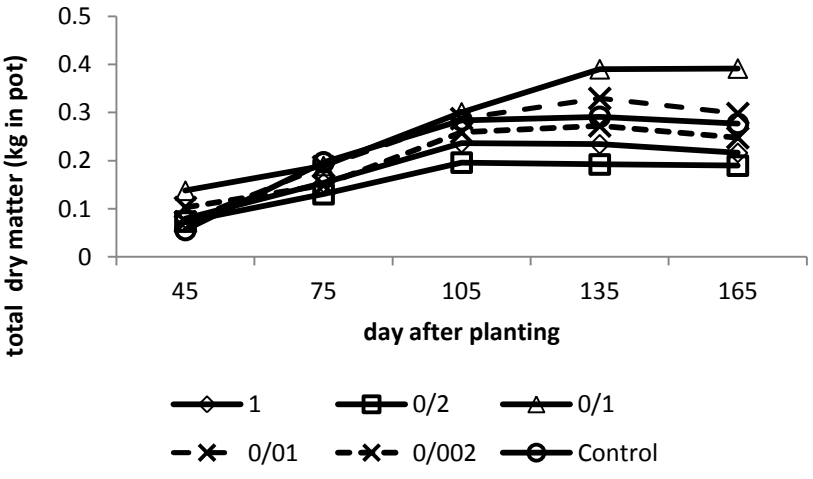
***= significant for (α = %0.01), **=significant for (α = 0.01), *= significant for (α = 0.05) and ^{ns}= not significant

ماده خشک کل (TDM): اثر عصاره دودی بر ماده خشک کل گیاه توت روباهی، در سطح احتمال آماری ۰/۰۱ درصد معنی‌دار بود (جدول-۱). در اوایل دوره رشد، به دلیل کوچک بودن گیاه، سرعت تولید و تجمع ماده خشک کم بود. اما با گذشت زمان و افزایش ارتفاع بوته و شاخه‌های جانبی، این صفات افزایش یافته و به دلیل افزایش توسعه برگی، گیاه در مرحله فاز رشد سریع قرار گرفت. با افزایش سن گیاه و بعد از رسیدن به بیشینه سطح برگ مطلوب، در اثر ریزش برگ‌ها و پیری بوته از ماده خشک کاسته شد و نمودار تجمع ماده خشک، سیر نزولی پیدا کرد. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌گردد، غلظت‌های ۰/۲ و ۱ عصاره دودی، ماده خشک کل را در مقایسه با شاهد کاهش دادند. در مقابل غلظت ۰/۱ عصاره دودی، نسبت به شاهد ماده خشک کل را به طور معنی‌داری افزایش داد. به‌طوری‌که در آخرین روز نمونه‌برداری (روز ۱۶۵ام) ماده خشک کل در نقطه بیشینه خود بود و بر خلاف سایر غلظت‌ها، هیچ‌وقت سیر نزولی نیافت. گیاهانی که ارتفاع بیش‌تری دارند، طبیعتا در تولید ماده خشک می‌توانند بهتر عمل کنند. با توجه به شکل‌های ۱- a و ۱- c، می‌توان اظهار داشت که گیاهان تحت تیمار غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۰۱ عصاره دودی از نظر ارتفاع و تا حدی از نظر تعداد شاخه‌های جانبی و تعداد برگ در مقایسه با شاهد، برتری داشتند و ماده خشک بیش‌تری نیز تولید کردند.

دود آئروسل

جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که اثر دود آئروسل بر صفات ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، در سطح احتمال ۵ درصد و بر صفات طول ریشه، میزان کلروفیل و ماده خشک کل در سطح احتمال آماری ۱٪ معنی‌دار گردید. درحالی‌که، این تیمار اثر معنی‌داری بر صفت تعداد برگ در بوته نداشت.

جدول ۳ نشان می‌دهد که تیمار دود آئروسل ارتفاع بوته، طول ریشه، تعداد شاخه‌های فرعی و ماده خشک کل را در مقایسه با شاهد، به‌طور معنی داری بهبود بخشید. با توجه به شکل ۳ می‌توان اظهار داشت که گیاه تحت تیمار دود آئروسل، در تمام طول دوره رشد، به دلیل برخورداری از ارتفاع بوته، طول ریشه و تعداد شاخه‌ها جانبی بیشتر، ماده خشک بیش‌تری تولید کرد و نسبت به شاهد تفاوت معنی-داری داشت و بر خلاف شاهد، در روزهای پایانی دوره رشد، ماده خشک تولیدی خود را بیش‌تر حفظ نمود.



شکل ۲: روند تغییرات ماده خشک کل گیاه توت روباهی طی مراحل رشد متأثر غلظت های مختلف عصاره دودی

Figure 2: Effect of various concentration of smoke extract on total dry matter in *Sanguisorba minor*

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس تاثیر دود آئروسل بر صفات رشدی گیاه توت روباهی (میانگین مربعات)

Table 2: Analysis of variance for effect of aerosol smoke on growth traits in *Sanguisorba minor*

total dry matter	SPAD reading	leaf number	lateral branches	root length	bush height	df	S.V
208.18**	62.25**	0.125ns	3221.12*	220.5***	78.125*	1	Aerosol smoke
13.80	1.90	5.12	409.95	4.5	8.39	2	Error
6.07	3.28	13.22	12.19	4.68	10.73		C.V.

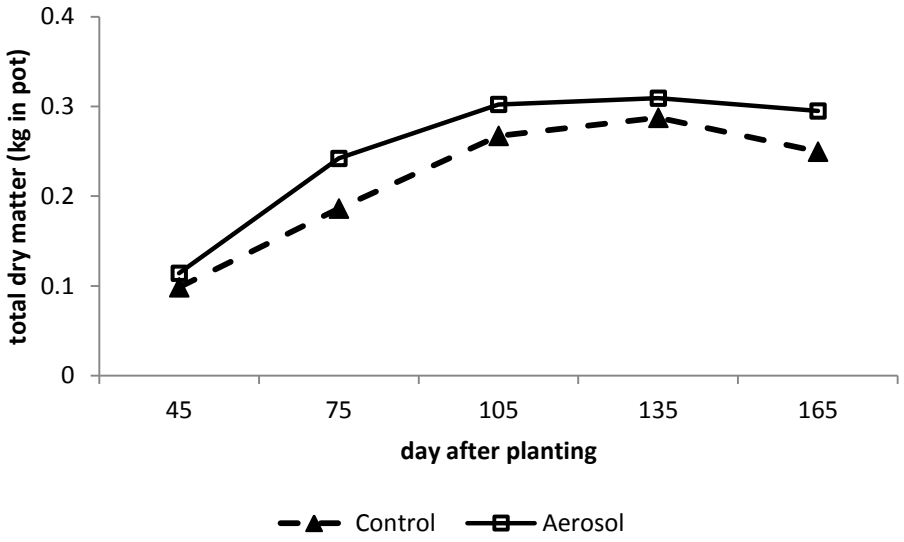
***= significant for (α = %0.01), **=significant for (α = 0.01), *= significant for (α = 0.05) and ns= not significant

جدول ۳: مقایسه میانگین تاثیر دود آئروسل بر صفات رشدی گیاه توت روباهی

Table 3: Mean comparison for effect of aerosol smoke on growth traits in *Sanguisorba minor*

total dry matter g/pot	SPAD reading	lateral branches	root length Cm	bush height Cm	
66.34 a	44.85 a	186.5 a	50.5 a	30.12 a	Aerosol smoke
56.14 b	39.27 b	145.75 b	40 b	23.87 b	Control

Within each column means followed by the same letters are not significantly different at 5%.



شکل ۳: روند تغییرات مقدار ماده خشک کل گیاه توت روباهی طی مراحل رشد متأثر از تیمار بذر توسط دود آئروسل

Figure 3: Effect of aerosol smoke on total dry matter in *Sanguisorba minor*

بحث

گونه‌های مختلف گیاهی، به دامنه معینی از غلظت‌های عصاره دودی پاسخ مثبت می‌دهند و این دامنه با توجه به گونه گیاهی آن‌ها متفاوت می‌باشد. شکل ۱- a نشان می‌دهد که دامنه غلظت مطلوب، برای تولید گیاه با ارتفاع بیش‌تر در گیاه توت روباهی، غلظت‌های ۰/۰۱ تا ۰/۱ عصاره دودی، می‌باشد و در این دامنه برآیند مجموع عوامل فوق‌الذکر، به تولید گیاه با ارتفاع بیش‌تر منجر می‌گردد. گزارش شده است که بوتنولاید در گیاه، نقشی مشابه با دو هورمون اکسین و جیبرلین ایفا می‌کند. از شناخته‌ترین اثرات جیبرلین تحریک رشد سبزینه‌ای، طویل شدن ساقه، ریشه و توسعه برگ‌ها می‌باشد (*فلیت* و همکاران، 2005) و نیز از مهم‌ترین اثرات اکسین می‌توان به بزرگ شدن سلول گیاهی، طویل شدن ساقه و تولید ریشه اشاره کرد (*ویسوکایا*، 2007؛ *مندس*، 2011). بنابراین، افزایش ارتفاع بوته، طول ریشه و تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه توت‌روباهی، بر اثر افزایش غلظت عصاره دودی، می‌تواند به‌واسطه افزایش اثر هورمونی بوتنولاید باشد. در مورد ریشه، یکی از راه‌های مقابله با تنش

www.SID.ir

به ویژه تنش خشکی، تقویت و توسعه ریشه است. *سوس*[1] و همکاران (2009) گزارش کردند که در جریان تیمار گیاهان با دود، بیش‌تر ژن‌هایی که تحت تاثیر کاربرد دود قرار می‌گیرند، همان ژن‌هایی هستند که در استرس‌های محیطی فعال می‌شوند. این نشان می‌دهد که دود اثر مستقیمی بر روی بیان ژن به‌ویژه ژن‌های مربوط به استرس‌های محیطی دارد. گیاهانی که از همان ابتدای رشد و جوانه‌زنی، ساقه‌چه، ریشه‌چه، بنیه گیاهچه قوی‌تر و ارتفاع بیش‌تری دارند، طبیعتا در تولید ماده خشک می‌توانند بهتر عمل کنند. با توجه به شکل‌های ۱- a، ۱- c و ۱- d، می‌توان اظهار داشت که گیاهان تحت تیمار غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۰۱ عصاره دودی از نظر ارتفاع بوته و تا حدی از نظر تعداد شاخه‌های جانبی در مقایسه با شاهد، برتری داشتند و ماده خشک بیش‌تری نیز تولید کردند. نکته قابل توجه در شکل‌های فوق این‌که غلظت بالای عصاره دودی (۱ v/v) ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد برگ در بوته را کاهش داد. دلیل آن می‌تواند وجود ترکیب دیگری به نام بوتنولاید ۳، ۴، ۵- تری متیل فوران-(5H)۲- ۱ در دود، علاوه بر ترکیبات تحریک کننده جوانه‌زنی باشد که اثر بازدارندگی بر روی مراحل جوانه‌زنی و پس از جوانه‌زنی دارد و به‌طور معنی‌داری اثر مثبت ترکیب تحریک کننده جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد (لایت و همکاران، 2010). در غلظت‌های خیلی بالای عصاره دودی احتمالا ترکیب بازدارنده در رقابت با ترکیب تحریک کننده، موفق‌تر عمل کرده و اثرات خود را بیشتر بروز می‌دهد.

نتیجه گیری

در مجموع، در گیاه توت روباهی غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۰۱ عصاره دودی، بیش‌ترین تاثیر مثبت را داشتند. تقریبا در همه موارد، دود آئروسل شاخص‌های رشدی را بهبود بخشید. نتایج نشان داد که نمی‌توان برای گیاهان غلظت مشخصی از عصاره دودی را توصیه نمود که تمام شاخص‌های رشدی را افزایش دهد. بنابراین، با توجه به شرایط رشد گیاه، باید ابتدا تعیین نمود که چه صفتی برای گیاه مورد نظر مهم‌تر است و با توجه به این این صفت، غلظت مطلوب عصاره دودی این گیاه را توصیه نمود.

1. Soos *et al.*

Archive of SID
www.SID.ir

منابع

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

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

Brown, N. A. C. and Van Staden, J. 1997. Smoke as a germination cue: A review. Plant Growth Regulation. 22:115-124.

Daws, M. I., Davies, J., Pritchard, H. W., Brown, N. A. C. and Van Staden, J. 2007. Butenolide from plant-derived smoke enhances germination and seedling growth of arable weed species. Plant Growth Regulation. 51:73-82.

Dayamba, S. D., Sawadogo, L., Tigabu, M., Savadogo, P., Zida, D., Tiveau, D. and Oden, P. C .2010. Effects of aqueous smoke solutions and heat on seed germination of herbaceous species of the Sudanian savanna-woodland in Burkina Faso. Flora. 205: 319-325.

Dixon, K. W., Roche, S. and 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.

Fleet, C. M. and Sun, T. P. 2005. A DELLAcate balance: the role of gibberellin in plant morphogenesis. Current Opinion in Plant Biology. 8:77-85.

Flematti, G. R., Ghisalberti, E. L., Dixon, K. W. and Trengove, R. D. 2004. A compound from smoke that promotes seed germination. Science. 305:977-977.

Gardner, M. J., Dalling, K. J., Light, M. E., Jager, A. K. and van Staden, J. 2001. Does smoke substitute for red light in the germination of light-sensitive lettuce seeds by affecting gibberellin metabolism? South African Journal of Botany. 67:636-640.

Krock, B., Schmidt, S., Hertweck, C. and Baldwin, I. T. 2002. Vegetation-derived abscisic acid and four terpenes enforce dormancy in seeds of the post-fire annual, Nicotiana attenuata. Seed Science Research. 12:239-252.

Light, M. E., Burger, B. V., Staerk, D., Kohout, L. and 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.

Light, M. E., Gardner, M. J., Jager, A. K. and van Staden, J. 2002. Dual regulation of seed germination by smoke solutions. Plant Growth Regulation. 37: 135-141.

Ma, G. H., Bunn, E., Dixon, K. and Flemati, G. 2006. Comparative enhancement of germination and vigor in seed and somatic embryos by the smoke chemical 3-methyl-2H-furo 2,3-c pyran-2-one in Baloskion tetraphyllum (Restionaceae). In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant. 42:305-308.

Mendes, A. F. S., Cidade, L. C., Otoni, W. C., Soares-Filho, W. S. and Costa, M. G. C. 2011. Role of auxins, polyamines and ethylene in root formation and growth in sweet orange. Biologia Plantarum. 55:375-378.

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

Morris, E. C. 2000. Germination response of seven east Australian Grevillea species (Proteaceae) to smoke, heat exposure and scarification. Australian Journal of Botany. 48:179-189.

Norman, M. A., Plummer, J. A., Koch, J. M. and Mullins, G. R. 2006. Optimising smoke treatments for jarrah (*Eucalyptus marginata*) forest rehabilitation. Australian Journal of Botany. 54:571-581.

Roche, S., Dixon, K. W. and 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.

Soos, V., Juhasz, A., Light, M. E., Van Staden, J. and Balazs, E. 2009. Smoke-water-induced changes of expression pattern in Grand Rapids lettuce achenes. Seed Science Research. 19:37-49.

Sparg, S. G., Kulkarni, M. G., Light, M. E. and Van Staden, J. 2005. Improving seedling vigour of indigenous medicinal plants with smoke. Bioresource Technology. 96: 1323-1330.

Sparg, S. G., Kulkarni, M. G., and van Staden, J. 2006. Aerosol smoke and smoke-water stimulation of seedling vigor of a commercial maize cultivar. Crop Science. 46:1336-1340.

Thomas, P. B., Morris, E. C. and 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., Jager, A. K., Light, M. E. and Burger, B. V. 2004. Isolation of the major germination cue from plant-derived smoke. South African Journal of Botany. 70:654-659.

Vanstaden, J., Drewes, F. E. and Brown, N. A. C. 1995. Some chromatographic characteristics of germination stimulants in plant-derived smoke extracts. Plant Growth Regulation. 17:241-249.

Vysotskaya, L. B., Cherkoz'yanova, A. V., Veselov, S. Y. and Kudoyarova, G. R. 2007. Role of auxins and cytokinins in the development of lateral roots in wheat plants with several roots removed. Russian Journal of Plant Physiology. 54:402-406.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of Smoke on Some Growth Traits in Burnet (*Sanguisorba minor* L.)

Mehrshad[1], B., Haidari[*2], G., Sohrabi[2], Y., Abdollahi[3], M. R. And Moosavi[3], S. S.

Abstract

The effect of plant-derived smoke extract either as smoke extract or aerosol on plant growth parameters of *Sanguisorba minor* was investigated. Five concentrations of smoke extract (0.002, 0.01, 0.1, 0.2 and 1 v/v) and distilled water as control were used in the first experiment. A randomized complete block design with three replications was used for this experiment. In the second experiment, aerosol smoke and control were studied in a completely randomized design with four replications. Smoke extract, significantly affected all of the plant growth parameters (except amount of chlorophyll) in *S. minor*. Smoke extract concentrations of 0.1 and 0.01 were the best treatment for growth properties in *S. minor*. Results of the second experiment showed that aerosol smoke significantly improved all of the plant growth parameters (except leaves number) in *S. minor*.

Keywords: Aerosol smoke, Growth properties, Plant smoke, *Sanguisorba minor*, Smoke extract

Archive of SID

1 and 2. M.Sc. Student and Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Snanadaj.

3. Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University Hamedan

*: Corresponding author E,mail: g.heidari@uok.ac.ir

www.SID.ir