

## اثر عصاره آبی دود گیاهی بر برخی از صفات بالای زمینی و زیرزمینی گندم زمستانه

سید سعید موسوی<sup>۱</sup>، محمد رضا عبداللهی<sup>۲</sup>، حجت الله مظاهری لقب<sup>۳</sup> و بهزاد مهرشاد<sup>۴</sup>

۱- نویسنده مسوول: استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

(s.moosavi@basu.ac.ir)

۲ و ۳- به ترتیب استادیار و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

۴- کارشناس ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

تاریخ دریافت: ۹۰/۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۶

### چکیده

اثر عصاره آبی دود حاصل از سوختن مواد گیاهی، بر روی برخی از صفات بالای زمین و زیر زمینی دو رقم گندم زمستانه (پیشگام و نوید) به صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بررسی گردید. در این آزمایش اثر ۳ غلظت عصاره آبی دود (۰، ۱:۱۰ و ۱:۱۰۰) بر برخی از صفات شامل تعداد پنجه، طول ساقه، طول سنبله، طول ریشک، طول برگ، پرچم، تعداد سنبله در سنبله، سطح برگ، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه، تعداد ریشه‌های بذری، طول ریشه، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، نسبت وزن خشک ریشه به وزن تر آن، نسبت وزن خشک ساقه به وزن تر آن، نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک ساقه و نسبت وزن تر ریشه به وزن تر ساقه در دو رقم گندم بررسی شد. نتایج تفاوت‌های معنی‌داری را بین سطوح مختلف عصاره دود برای بیشتر صفات نشان داد، به طوری که غلظت ۱:۱۰۰ برای بیشتر صفات دارای برتری نسبی در مقایسه با شاهد بود. همچنین بین دو رقم پیشگام و نوید از نظر تعدادی از صفات تفاوت معنی‌داری وجود داشت و در کل رقم پیشگام دارای برتری نسبی بهتری در مقایسه با رقم نوید بود. اثر متقابل رقم در غلظت عصاره دود برای صفات طول ساقه، وزن خشک ساقه، نسبت وزن خشک ساقه به وزن تر ساقه و نسبت وزن تر ریشه به وزن تر ساقه معنی‌دار گردید که در این حالت از روش بردش‌دهی جهت تجزیه نتایج استفاده شد. بطور کلی، بهترین غلظت عصاره آبی دود، غلظت ۱:۱۰۰ بود و ارقام مورد مطالعه در برخی از صفات، پاسخ متفاوتی به کاربرد عصاره دودی نشان دادند. از بین دو رقم مورد مطالعه، رقم پیشگام پاسخ بهتری به کاربرد عصاره دودی نشان داد.

**کلید واژه ها:** گندم، عصاره آبی حاصل از دود گیاهی، صفات بالای زمینی و زیرزمینی، ریشه گندم

### مقدمه

فلماتی و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۴) استفاده از دود حاصل از سوختن مواد گیاهی به عنوان یک ابزار مهم در زمینه‌های مختلف شناخته شد. دود گیاهی و بوتنولید استخراج شده از آن قابلیت استفاده در باغبانی، کشاورزی و کنترل علف‌های هرز را دارا می‌باشد. مطالعات زیادی، تأثیر مثبت تیمارهای دودی را بر روی جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه در چندین گیاه زراعی، باغی و دارویی گزارش کرده‌اند. گونه‌های گیاهی که به دود چه در شکل آئروسول و چه

پژوهش‌های سال‌های اخیر به خوبی نشان داده است که دود حاصل از سوختن مواد گیاهی، باعث افزایش جوانه‌زنی گیاه، تقویت بنیه گیاهچه و بهبود صفات رشدی در بسیاری از گونه‌های گیاهی می‌گردد (عبداللهی و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱-الف؛ عبداللهی و همکاران، ۲۰۱۱-ب). با استخراج ماده بوتنولید<sup>۲</sup> به عنوان جزء فعال و تحریک کننده جوانه‌زنی از دود توسط

1- Abdolahi et al.

2- 3-methyl-2H-furo[2,3-c]pyran-2-one

3- Flematti et al.

نوید نسبت به زنگ زرد و قهوه‌ای حساس می‌باشد. در مقاومت به تنش‌های محیطی، نیمه مقاوم به سرما و حساس به تنش رطوبتی می‌باشد (مبصر و همکاران، ۱۳۹۰). بررسی مرور منابع انجام شده نشان داد که تاکنون در ارتباط با اثر عصاره آبی دود حاصل از سوختن مواد گیاهی بر روی صفات رشدی گندم، مطالعه‌ای انجام نشده است. بنابراین در تحقیق حاضر، اثر غلظت‌های مختلف دود حاصل از سوختن مواد گیاهی بایونه گاوی<sup>۱۳</sup> بر روی صفات رشدی زیر زمینی و بالای زمینی دو رقم گندم زمستانه (پیشگام و نوید) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق بصورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۹ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان اجرا گردید که شامل شش تیمار، یعنی دو رقم گندم زمستانه (پیشگام = مقاوم به تنش رطوبتی و نوید = حساس به تنش رطوبتی) و سه سطح مختلف عصاره دودی (۰، ۱:۱۰ و ۱:۱۰۰) بود که این سطوح دودی، بر اساس نتایج کارهای قبلی بر روی گیاهان مختلف انتخاب گردیدند. شایان ذکر است که از دو رقم مورد نظر، رقم پیشگام بطور معمول توسط کشاورزان در منطقه کشت می‌گردد و رقم نوید هم یک رقم حساس به تنش رطوبتی می‌باشد. کاشت بذور در کیسه‌های پلاستیکی به قطر ۱۵ سانتی‌متر و عمق ۱۰۰ سانتی‌متر که حاوی ۵۰٪ شن، ۳۰٪ خاک زراعی و ۲۰٪ کود پوسیده دامی بودند صورت گرفت. کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم به میزان ۱۴۰، ۷۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار بکار برده شد. در هر یک از کیسه‌ها تعداد ۴ بذر در عمق ۱/۵ سانتی متری کشت گردید که پس از استقرار گیاهچه‌ها دو تا از آنها حذف گردید. دمای گلخانه بین  $27 \pm 3$  درجه سانتیگراد در روز، و

به صورت محلول آبی دود و بوتولید پاسخ مثبت داده‌اند عبارتند از: کرفس؛ توماس و ون استادن<sup>۱</sup> (۱۹۹۵)، کاهو؛ دریوز و همکاران<sup>۲</sup> (۱۹۹۵)، ماش؛ تیلور و ون استادن<sup>۳</sup> (۱۹۹۶)، برنج قرمز؛ دوهرتی و کوهن<sup>۴</sup> (۲۰۰۰)، ذرت محلی؛ مودی<sup>۵</sup> (۲۰۰۲ و ۲۰۰۴)، هویج؛ جعفری و تره فرنگی؛ مریت و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۰۵)، ذرت تجاری؛ اسپارگ و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۰۶)، لوییای تجاری؛ ون استادن و همکاران<sup>۸</sup> (۲۰۰۶)، برنج محلی؛ کولکاری و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۰۶)، گوجه فرنگی تجاری؛ کولکاری و همکاران (۲۰۰۸)، بامیه؛ کولکاری و همکاران (۲۰۰۷)، پیاز؛ کولکاری و همکاران (۲۰۱۰) و برخی از گونه‌های گیاهان دارویی از قبیل توت روباهی؛ انیسون و خارمریم؛ عبداللهی و همکاران (۲۰۱۱-الف و ۲۰۱۱-ب). علاوه بر این، مطالعاتی مبنی بر اثر مثبت دود حاصل از سوختن مواد گیاهی بر روی ریشه زایی؛ تیلور و ون استادن<sup>۱۰</sup> (۱۹۹۶)، گلدهی؛ لایت و همکاران<sup>۱۱</sup> (۲۰۰۷) و رویان زایی سوماتیکی؛ سناراتا و همکاران<sup>۱۲</sup> (۱۹۹۹) در برخی از گونه‌های گیاهی وجود دارد. در مورد خصوصیات دو رقم مورد نظر بایستی ذکر کرد که رقم پیشگام در سال ۱۳۸۷ معرفی شده است، دارای ساقه ضخیم، کودپذیر، مقاوم به خوابیدگی و مناسب برای شرایط آبیاری بارانی است. در واکنش به تنش سرما، متحمل است. این رقم نسبت به زنگ زرد از مقاومت نسبتاً خوبی برخوردار است و شرایط محدودیت آبیاری اواخر فصل رشد را نیز به خوبی تحمل می‌کند. برای هر دو شرایط آبیاری نرمال و یا با آبیاری محدود اواخر فصل توصیه می‌شود. رقم

1- Thomas & Van Staden

2- Drewes *et al.*

3- Taylor & Van Staden

4- Doherty & Cohn

5- Modi

6- Merritt *et al.*

7- Sparg *et al.*

8- Van Staden *et al.*

9- Kulkarni *et al.*

10- Taylor & Van Staden

11- Light *et al.*

12- Senarata *et al.*

13- Tanacetum parthenium

سدیم<sup>۴</sup> استفاده گردید. یک میلی لیتر از عصاره آبی دود تهیه شده به عنوان غلظت پایه جهت تهیه غلظت های مورد استفاده در این آزمایش (۱:۱۰ و ۱:۱۰۰) به ترتیب با آب مقطر به ۱۰ و ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. به منظور تیمار بذور گندم با عصاره آبی دود تهیه شده، بذور دو رقم گندم به مدت ۲ ساعت در عصاره آبی دود با غلظت های مورد نظر قرار گرفتند و پس از تیمار دودی با آب مقطر استریل، دو بار (هر دفعه ۵ دقیقه) شستشو داده شدند.

### نتایج و بحث

#### تجزیه واریانس و مقایسه میانگین برای ارقام

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که دو رقم متفاوت پیشگام و نوید (بترتیب مقاوم و حساس به تنش رطوبتی) در شرایط این آزمایش، از نظر صفات طول برگ، پرچم، سطح برگ، وزن خشک ساقه و تعداد ریشه دارای تفاوت معنی داری آماری ( $p \leq 0.05$ ) بودند. همچنین نتایج مقایسه میانگین ارقام مذکور (جدول ۲) بیانگر این بود که در چهار صفت فوق، رقم پیشگام دارای برتری نسبی در مقایسه با رقم نوید بود که با توجه به اهمیت صفات فوق در افزایش عملکرد می توان انتظار داشت که رقم پیشگام دارای عملکرد مطلوب تری در مقایسه با رقم نوید تحت شرایط عدم تنش رطوبتی باشد. عبدالشاهی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که تعداد ریشه و کارایی مصرف آب با هم همبستگی ژنتیکی دارند، به نحوی که ژنوتیپ های دارای ریشه بیشتر از کارایی مصرف آب بالاتری برخوردار بودند. در تحقیقی (خزاعی و کافی، ۱۳۸۲)، ارقام متحمل و حساس به تنش رطوبتی، تفاوت معنی داری را از نظر صفات تعداد برگ و سطح برگ تحت شرایط عدم تنش رطوبتی نشان ندادند و این در حالی بود که تحت شرایط تنش رطوبتی، ارقام مقاوم به تنش، دارای تعداد برگ بیشتر و سطح برگ کل کمتری بودند. نکته قابل توجه دیگر این است

$3 \pm 13$  درجه سانتیگراد در شب، متغیر بود و متوسط رطوبت نسبی حدود ۶۰ درصد بود. گیاهان از نور طبیعی بدون هیچ نور اضافی استفاده کردند. پس از گذشت حدود ۱۰۰ روز از کاشت بذور، کیسه های پلاستیکی شکافته شدند و به منظور جداسازی ریشه ها از بخش هوایی، شستشو توسط آب تحت فشار صورت گرفت و سپس بخش هوایی و ریشه از هم تفکیک شدند و پس از آن، صفات تعداد پنجه، طول ساقه، طول سنبله، طول ریشک، طول برگ، پرچم، تعداد سنبلچه در سنبل، سطح برگ، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه، تعداد ریشه های بذری، طول ریشه، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، نسبت وزن خشک ریشه به وزن تر آن، نسبت وزن خشک ساقه به وزن تر آن نسبت وزن خشک ریشه به وزن تر ریشه، نسبت وزن خشک ساقه به وزن تر ساقه اندازه گیری گردید. تجزیه و تحلیل های آماری توسط نرم افزار SAS و Minitab انجام شد و دانکن ( $\alpha = 0.05$ ) انجام گردید..

#### تهیه عصاره آبی دود و تیمار بذور

به منظور تهیه عصاره آبی دود، مواد گیاهی بابونه (شاخ و برگ) جمع آوری گردید و حدود ۵ کیلوگرم از این مواد گیاهی در حالت نیمه خشک در داخل یک محفظه استوانه ای فلزی سوزانده شد. دود حاصل از سوختن این مواد گیاهی از یک گالون حاوی ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر به مدت ۴۵ دقیقه با مکش هوا توسط یک جارو برقی عبور داده شد (طبق روش باکستر و همکاران<sup>۱</sup>، ۱۹۹۴). محلول آبی دود از یک کاغذ صافی عبور داده شد و به منظور تهیه عصاره آبی دود بدون هر گونه اسید ضعیف، فنول هل و اسید های قوی از یک پروتکل شیمیایی (فلماتی و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۷) شامل استفاده از محلول های هیدروکسید سدیم<sup>۳</sup> و کربنات

1- Baxter *et al.*

2- Flematti *et al.*

3- NaOH

4- NaHCO<sub>3</sub>

جدول ۱ - تجزیه واریانس صفات مختلف برای دو رقم گندم و ۳ سطح عصاره دود

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		طول ساقه	تعداد پنجه	طول برگ پرچم	طول ریشک	طول سنبله	تعداد سنبلچه در سنبله	سطح برگ	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه
بلوک	۲	۱۴۱/۵*	۰/۵۳	۲۷/۱۲	۷/۰۳**	۱/۰۱	۱۰۳/۱*	۲۸۴۳۵۱	۲۹/۷۹	۲۸/۷۳**
رقم	۱	۳۹/۰۱	۲/۲۲	۱۴۷/۳۴**	۰/۲۹	۸	۱/۳۸	۶۷۷۸۳۶*	۷۹/۷۱	۲۶/۷۹**
عصاره دود	۲	۱۲۸/۴*	۰/۶۵	۵۸/۲۹**	۳/۵۱*	۰/۵۱	۲۹۲/۶۶**	۱۳۲۵۴۰۲**	۸۳/۸۹	۴۰/۰۲**
رقم * عصاره	۲	۲۶۱/۵**	۲/۵۶	۰/۰۹	۰/۲۵	۰/۸۷	۸۲/۸۸	۵۹۳۶۱/۵	۱۱۶/۳۵	۸/۲۳*
ضریب تغییرات (%)		۱۰/۳	۱۱/۹۸	۱۶/۴۸	۱۲/۵	۱۳/۴۳	۹/۱۵	۱۳/۷۳	۸/۱۷	۹/۲

ادامه جدول ۱ - تجزیه واریانس صفات مختلف برای دو رقم گندم و ۳ سطح عصاره دود

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		تعداد ریشه	طول ریشه	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن تر ساقه/وزن خشک ساقه	وزن تر ریشه/وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه/وزن خشک ریشه
بلوک	۲	۱/۳۸	۶۰۷/۹**	۹۴/۶۷	۳۳/۸۷	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱۷
رقم	۵	۱۵۶/۰۵*	۱۰/۸	۳۳۳/۸۵	۴۴/۴۵	۰/۰۶۴	۰/۰۲۲	۰/۰۱۳
عصاره	۵	۲۶۲/۸**	۲۲۲۵/۷**	۱۶۱۸/۷**	۲۴۵/۵**	۰/۳۹۴**	۰/۰۴۳**	۰/۹۹۸*
رقم * عصاره	۲۵	۳/۵۵	۱۹/۳۸	۱۰۸/۷	۲۴/۳۳	۰/۲۶۴*	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴
ضریب تغییرات (%)		۱۰/۰۶	۶/۶۴	۱۹/۰۱	۱۵/۸۱	۱۶/۱۸	۱۴/۳۳	۱۴/۱۶

\*\* و \* بترتیب بیانگر معنی دار بودن در سطح ۱ و ۵٪ می باشد

اظهار شد که ارقام متحمل و حساس در شرایط مطلوب رطوبتی، از نظر صفت طول ریشه، تفاوت معنی داری نشان ندادند. این در حالی بود که جلالی (۱۳۹۰) اظهار داشت که رقم حساس الوند دارای بیشترین تعداد ریشه در شرایط مطلوب رطوبتی می باشد. در تحقیقات آسنگ و همکاران<sup>۳</sup> (۱۹۹۸) و مین و همکاران (۱۹۹۳) گزارش شد که توانایی یک ژنوتیپ گندم در رشد سریع ریشه در مراحل اولیه احتمالاً یک عامل موثر در استقرار گیاه در شرایط مطلوب رطوبتی و عاملی برای افزایش مقاومت به تنش خشکی است. با توجه به نتایج تحقیقات بلکمن و دیویس<sup>۴</sup> (۱۹۸۵)، لی و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۱) و نتایج این تحقیق، می توان اظهار داشت که ارقام متحمل معمولاً ماده خشک بیشتری را به بخش زیرزمینی گیاه اختصاص می دهند. یعنی دارای نسبت وزن خشک بخش زیرزمینی به بخش هوایی بیشتر در هر دو شرایط، بویژه در شرایط تنش خشکی می باشند که این اختصاص بیشتر ماده خشک به ریشه در ارقام مقاوم یک صفت مطلوب جهت انتخاب می باشد. در واقع یکی از سیستم های مقاومت به خشکی، مکانیسم "اجتناب از خشکی" می باشد که در این مکانیسم، هدف افزایش و نگهداری آب درون گیاه می باشد که رسیدن به این هدف از طریق سیستم جذب ریشه ای مطلوب و جلوگیری از اتلاف آب جذب شده توسط کاهش تعرق برگ در شرایط تنش میسر می باشد. بنابراین معمولاً ارقام مقاومتر سیستم ریشه ای گسترده تری در شرایط محیطی مختلف، بویژه در شرایط تنش رطوبتی، دارند. بجز صفت مطلوب فوق، وجود سطح کلی برگ کمتر و برگ های ضخیمتر می تواند ملاکی جهت انتخاب ارقام متحمل باشند.

### تجزیه واریانس و مقایسه میانگین برای سطوح مختلف عصاره دود

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) بیانگر این بود که بین سطوح مختلف عصاره دودی از نظر بیشتر

که علیرغم عدم وجود تفاوت معنی دار آماری این دو رقم از نظر برخی از صفات ریشه ای، ولی از نظر کلیه این صفات ( یعنی طول کلی ریشه (پیشگام = ۶۵/۰۵ سانتی - متر، نوید = ۶۱/۵ سانتی متر)، وزن تر ریشه (پیشگام = ۲۷/۸ گرم، نوید = ۱۹/۱۹ گرم) و وزن خشک ریشه (پیشگام = ۱۲/۳۲ گرم، نوید = ۹/۱۸ گرم)) رقم پیشگام دارای برتری نسبی در مقایسه با رقم نوید بود که شاید علت برتری نسبی این رقم برای بیشتر صفات بالای زمینی نسبت به رقم نوید، بخاطر داشتن همین خصوصیات ریشه ای مطلوبتر با کارایی بیشتر در این رقم باشد.

بر اساس نتایج این تحقیق و با توجه به بررسی تحقیقات دیگر (خزاعی و کافی، ۱۳۸۲؛ عبدالشاهی و همکاران، ۱۳۸۸) شاید بتوان اظهار داشت که افزایش میزان رشد ریشه در شرایط مطلوب رطوبتی، میزان رشد نهایی گیاه را تحت این شرایط افزایش می دهد و در نتیجه گیاه عملکرد مطلوب تری را تولید می نماید.

به گزارش خزاعی و کافی (۱۳۸۲) روند حداکثر عمق ریشه در پایان دوره آزمایش به گونه ای بود که در شرایط مطلوب رطوبتی، ارقام با مقاومت به خشکی بیشتر طول ریشه بیشتری نیز داشتند که تاییدی بر نتایج آزمایش مذکور می باشد.

مین و همکاران<sup>۱</sup> (۱۹۹۳) اظهار داشتند وقتی که بخشی از ریشه تحت شرایط تنش خشکی قرار می گیرد، این امر باعث درک علائم خشکی توسط گیاه می شود که گیاه جهت مقابله با آن، افزایش سطح برگ را محدود می کند. در واقع با درک علائم تنش رطوبتی توسط گیرنده های گیاهی، ژن های سنتز کننده آبسزیک اسید بیان خود را افزایش می دهند، که این امر موجب تجمع این هورمون گیاهی در درون بافت های گیاهی و در نتیجه محدودیت گسترش سطح برگ، باعث بسته شدن روزنه ها و کاهش تعرق برگ می گردد ( وانگ و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۳). در تحقیقی (خزاعی و کافی، ۱۳۸۲)

3- Asseng *et al.*

4- Blackman &amp; Davies

5- Li *et al.*1- Main *et al.*2- Wang *et al.*

آزمایش، سطح ۱:۱۰۰ بود. نتیجه قابل توجه این است که کاربرد عصاره دودی (به ویژه سطح ۱:۱۰۰) باعث افزایش قابل توجهی در صفات ریشه‌ای یعنی تعداد ریشه بذری، طول کلی ریشه، وزن تر ریشه و وزن خشک ریشه شد که این نتیجه، اهمیت استفاده از عصاره دودی را جهت استقرار بهتر گیاهچه و استفاده مطلوب تر آن از منابع محدود و در نتیجه عملکرد بهتر آن را نشان می‌دهد که با این وجود، می‌توان از این مزیت در شرایط تنش رطوبتی هم استفاده کرد. نتایج این تحقیق با نتایج تیلور و ون استادن (۱۹۹۸) مبنی بر اثر مثبت دود گیاهی بر روی صفت ریشه زایی مطابقت می‌کند. این محققین اظهار داشتند، عصاره آبی دود گیاهی، به طور معنی‌داری سبب گسترش ریشه‌های اولیه و افزایش ریشه‌های جانبی در دو گونه گوجه فرنگی گردید. نقش عصاره دودی در تاثیر بر روی ریشه‌دهی مانند تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی است ولی به صورت دقیق نقش عصاره دودی در تحریک ریشه‌دهی مشخص نیست.

### تجزیه واریانس و مقایسه میانگین برای اثر متقابل سطوح مختلف عصاره دود در ارقام گندم

طبق نتایج جدول ۱ مشخص گردید که اثر متقابل رقم در عصاره دودی فقط برای صفات طول ساقه (۰/۰۱)،  $\alpha = 0/05$ ، وزن خشک ساقه (۰/۰۵)، نسبت وزن خشک ساقه به وزن تر ساقه (۰/۰۵) و وزن تر ریشه به وزن تر ساقه (۰/۰۵) معنی‌دار بود. بنابراین نتیجه‌گیری می‌گردد که تغییرات این صفات نسبت به شاهد، بستگی به نوع ژنوتیپ و نوع سطح عصاره دودی دارد بطوری که پاسخ سطوح مختلف عصاره دودی وابسته به نوع ژنوتیپ می‌باشد یعنی پاسخ صفات مذکور به سطوح عصاره دودی در دو رقم پیشگام و نوید متفاوت می‌باشد. جهت درک این تفاوت نیاز به انجام عمل برش دهی<sup>۱</sup> یک عامل در سطوح عامل دیگر می‌باشد که نتایج انجام این عمل در جدول ۵ قابل مشاهده می‌باشد. نتایج

صفات، یعنی صفات طول ساقه، طول برگ پرچم، طول ریشک، تعداد سنبلچه در سنبله، سطح برگ، وزن خشک ساقه، تعداد ریشه، طول ریشه، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، نسبت وزن خشک ریشه به وزن تر ریشه، نسبت وزن خشک ساقه به وزن تر ساقه، نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک ساقه و نسبت وزن تر ریشه به وزن تر ساقه، تفاوت معنی‌دار آماری ( $P \leq 0.05$ ) وجود دارد. این نتایج بیانگر تاثیر قابل توجه کاربرد عصاره دودی در مقایسه با شاهد بود، به طوری که نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف عصاره دودی (جدول ۳) نشان داد که برای کلیه صفات فوق، بجز صفت نسبت وزن خشک ریشه به وزن تر ریشه، که تیمار شاهد دارای برتری نسبی بود، سطح ۱:۱۰۰ عصاره دودی در مقایسه با شاهد دارای برتری بود و تاثیر قابل توجهی در تغییر میزان صفات فوق داشت. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) نشان داد که کاربرد عصاره دودی بر افزایش طول ساقه و طول ریشه اثر مثبت و معنی‌داری داشته است که با توجه به اهمیت ریشه در تامین آب و مواد غذایی گیاه و همچنین نقش ساقه، به‌عنوان منبع ذخیره اسمیلات‌ها و انتقال مواد پرورده به سایر اندام‌ها بویژه بذور، بنابراین کاربرد عصاره دودی می‌تواند به عنوان یک عامل تحریک‌کننده مثبت در افزایش این صفات مطلوب زراعی و در نتیجه به‌عنوان عاملی برای افزایش عملکرد استفاده گردد. نکته قابل ذکر در این تحقیق، توجه به اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات ریشه‌ای، به‌عنوان یک منبع جدید و مهم تنوع، می‌باشد که نتایج مقایسات بیانگر تاثیر مثبت و معنی‌دار مصرف عصاره دودی بر افزایش بیشتر این صفات، بویژه وزن خشک ریشه، وزن تر ریشه و طول ریشه بود. کاربرد سطح ۱:۱۰ عصاره دودی بیشترین تاثیر افزایشی را بر صفت سطح برگ داشت و تفاوت آن با شاهد و سطح ۱:۱۰۰ از نظر آماری معنی‌دار بود. در مجموع، نتیجه‌گیری شد که کاربرد عصاره دود کارایی بهتری در مقایسه با شاهد داشت و از طرف دیگر مطلوب‌ترین سطح مصرف آن تحت شرایط این

جدول ۲ - مقایسه میانگین صفات با تفاوت معنی دار برای دو رقم

ارقام	میانگین ها		
	طول برگ پرچم (سانتی متر)	سطح برگ (میلی متر مربع)	وزن خشک ساقه (گرم)
پیشگام	۲۰/۷۷a	۱۸۴۶/۶a	۱۰/۰۷a
نوید	۱۵/۰۵b	۱۴۵۸/۴b	۷/۶۳b

حروف مشابه بیانگر عدم وجود تفاوت معنی دار آماری می باشد.

جدول ۳ - مقایسه میانگین صفات با تفاوت معنی دار برای ۳ سطح دود

عصاره دود	میانگین ها										
	طول ساقه (سانتی متر)	طول برگ (سانتی متر)	طول ریشک (سانتی متر)	تعداد سنبلچه در سنبله	سطح برگ (میلی متر مربع)	تعداد ریشه	طول ریشه (سانتی متر)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن تر ریشه / وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه / وزن خشک ریشه
شاهد	۴۵/۸b	۱۵/۸۳b	۵/۶۶ab	۳۰/۱۶b	۱۳۶۳/۸b	۲۰/۸۳b	۴۴/۶۶c	۹/۳۹b	۵/۳۵b	۰/۵۹a	۰/۷۳b
۱/۱۰	۵۴/۵a	۱۶/۴۱b	۴/۵۱b	۳۹/۵a	۲۱۹۴/۸a	۱۸/۸۳b	۶۵b	۱۹/۵۶b	۹/۰۹ab	۰/۴۲b	۱/۱۹a
۱/۱۰۰	۶۳/۸a	۲۱/۵a	۵/۹۶a	۴۳/۸۳a	۱۳۹۸/۸b	۳۱/۱۶a	۸۳/۱۶a	۴۱/۵۳a	۱۷/۸۲a	۰/۴۶b	۱/۱a

حروف مشابه بیانگر عدم وجود تفاوت معنی دار آماری می باشد.

جدول ۴ - مقایسه میانگین صفات با تفاوت معنی دار برای سطوح مختلف عصاره دودی و ارقام

شماره رقم	سطوح عصاره دود	میانگین صفات			
		طول ساقه (سانتی متر)	وزن خشک ساقه (گرم)	وزن تر ساقه / وزن خشک ساقه	وزن تر ساقه / وزن تر ریشه
	۱	۲۸/۸۳b	۷/۴۳ b	۰/۵۱b	۰/۶۸b
۱	۲	۴۸/۳۳a	۱۴/۳۲a	۰/۴۱c	۴/۱۴a
	۳	۴۵/۶۶a	۸/۴۸b	۰/۴۵c	۰/۸۶b
	۱	۴۶/۸۳a	۷/۰۹b	۰/۶۶a	۰/۶۲c
۲	۲	۴۵/۸۳a	۹/۳۵b	۰/۴۴c	۱/۹b
	۳	۳۹a	۶/۴۶c	۰/۴۸b	۱/۱۲b

حروف مشابه بیانگر عدم وجود تفاوت معنی دار آماری می باشد.

جدول ۵ - نتایج برش دهی سطوح مختلف عصاره دودی در هر رقم

سطوح رقم	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		طول ساقه	وزن خشک ساقه	وزن تر ساقه / وزن خشک ساقه	وزن تر ساقه / وزن تر ریشه
پیشگام (۱)	۲	۳۳۵/۳۶***	۴۱/۳۱***	۰/۶۴***	۱۱/۴***
نوید (۲)	۲	۵۴/۵۲	۶/۹۵*	۰/۰۱۴	۱/۲۴



عصاره دود، به عنوان محرک رشد گیاهی، در ابعاد بزرگ تر استفاده کرد. البته نکته قابل توجه در این تحقیق بررسی اثر این عصاره بر روی صفات مختلف رشدی گیاه گندم برای اولین بار می باشد که لازمه آن انجام مطالعات تکمیلی بیشتر، که در حال انجام است، می باشد. همچنین در تحقیقات بعدی سطوح مختلف بیشتری برای عامل عصاره دودی در نظر گرفته شده که تایید کننده اثر سطح ۱:۱۰۰ خواهد بود. نکته قابل ذکر اینست که، دود گیاهی علیرغم اثرات مثبت بر روی رشد گیاه، اثرات مخربی بر روی گیاه ندارد. البته بایستی به این مورد توجه گردد که دود گیاهی در محدوده و دامنه خاصی از غلظت ها استفاده گردد. به طوریکه غلظت های پایین عصاره دودی هیچگونه تاثیری بر رشد گیاه ندارند و غلظت های بالای آن اثرات بازدارندگی دارند. همچنین با افزایش گسترش مناطق شهری و صنعتی تعداد زیادی از زیستگاه ها از بین می روند در نتیجه استفاده از تکنولوژی دود در مناطق شهری که استفاده از آتش امکان پذیر نیست روش مناسبی برای ترمیم زیست گاهها و همچنین بازیابی گونه های گیاهی از بین رفته است. از بین بردن فیزیکی گیاهان بیگانه ( گیاهانی که باعث از بین رفتن گیاهان بومی شده اند) بوسیله آتش، ممکن است در بازیابی تعداد زیادی از گیاهان بومی یک منطقه موفقیت آمیز باشد.

حاصل نشان داد که برای چهار صفت فوق، تفاوت بین سطوح مختلف عصاره دودی در ژنوتیپ پیشگام چشمگیرتر از رقم نوید است بطوری که برای هر چهار صفت فوق بین سطوح مختلف عصاره دودی در رقم پیشگام تفاوت معنی دار قابل توجهی ( $\alpha = 0/01$ ) مشاهده گردید در حالی که برای رقم نوید فقط این تفاوت برای صفت وزن خشک ساقه ( $\alpha = 0/05$ ) قابل مشاهده است پس نتیجه گیری شد که در این صفات، پاسخ به سطوح مختلف عصاره دودی وابسته به نوع ژنوتیپ آن می باشد.

همچنین نتایج مقایسه میانگین این چهار صفت (جدول ۴) نشان داد که بجز صفت وزن خشک ساقه به وزن تر ساقه، در کلیه صفات، تیمار شماره ۲ (سطح ۱:۱۰ عصاره دودی در رقم پیشگام) بهترین تیمار می باشد. در کل نتیجه گیری گردید که سطوح مختلف عصاره دودی به عنوان یک عامل موثر و محرک در افزایش اغلب صفات مورد مطالعه است و این افزایش در برخی از صفات وابسته به نوع ژنوتیپ (رقم) می باشد.

### بحث

به طور کلی با توجه به اثرات مثبت دود و عصاره دودی بر روی صفاتی مانند شکستن خواب بذر، افزایش جوانه زنی بذور، افزایش بینه گیاهچه و افزایش رشد بسیاری از گیاهان اعم از زراعی و غیر زراعی می توان از

### منابع

۱. جلالی فر، س. ۱۳۹۱. کاربرد صفات ریشه ای در انتخاب ارقام مقاوم به خشکی گندم نان. پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه بو علی سینا. همدان. ۱۲۸ ص.
۲. خزاعی، خ. و کافی، م. ۱۳۸۲. تاثیر تنش خشکی بر رشد ریشه و توزیع ماده خشک بین ریشه و بخش هوایی در ارقام مقاوم و حساس گندم. مجله پژوهشهای زراعی ایران، ۱ (۱): ۳۳-۴۰.

موسوی و همکاران: اثر عصاره آبی دود گیاهی بر برخی از صفات...

۳. عبدالشاهی، ر.، امیدی، م.، طالعی، ع.ر. و یزدی صمدی، ب. ۱۳۸۸. نقشه یابی QTL های کنترل کننده تحمل به خشکی در گندم نان (*Triticum aestivium*). مجله پژوهش های زراعی ایران. ۷ (۲): ۵۲۷-۵۳۹.

۴. مبصر، ص.، جمالی، س.ح.، جزائری، م.ر.، خندان، ع.، رضوی، و.، نصرالهی، ا.، خزائی، ف.، طاهرنژاد، ز.، نجفیان، م.، صادقی، ل.، روزبه، ب. و حسینی، س. ۱۳۹۰ "فهرست ملی ارقام گیاهی ایران". معاونت تحقیقات شناسایی و ثبت ارقام گیاهی. ۱۶۵ ص.

5. Abdollahi, M.R., Mehrshad, B. and 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.
6. Abdollahi, M.R., Mehrshad, B., Mirzaie Asl A., and 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
7. Asseng, S., Ritchie, J.T., Smucker, A.J.M., and Robertson, M.J. 1998. Root growth and water uptake during water deficit and recovering. *Plant and Soil*, 201: 265 - 273.
8. Baxter, B.J.M., Van Staden, J., Granger, J.E., and 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.
9. Blackman, P.G., and Davies, W. J. 1985. Root to shoot communication in maize plants of the effects of soil drying. *Journal of Experimental Botany*, 36: 39-48.
10. Boyer, J. S. 1982. Plant productivity and environment. *Crop Science*, 218: 443 - 448.
11. Doherty, L.C., and Cohn, M.A. 2000. Seed dormancy in red rice (*Oryza sativa*). XI. Commercial liquid smoke elicits germination. *Seed Science Research*, 10: 415 - 421.
12. Drewes, F.E., Smith, M.T., and 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.
13. Flematti, G.R., Ghisalberti, E.L., Dixon, K.W., and Trengove, R.D. 2004. A compound from smoke that promotes seed germination. *Crop Science*, 305: 977.
14. Flematti, G.R., Goddard-Borger, E.D., Merritt, D.J., Ghisalberti, E.L., Dixon, K.W., and 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.
15. Kulkarni, M.G., Ascough, G.D., and Van Staden, J. 2007. Effects of foliar applications of smoke-water and a smoke-isolated butenolide on seedling growth of okra and tomato. *Horticulture Science*, 42:179 - 182.

16. Kulkarni, M.G., Ascough, G.D., and Van Staden, J. 2008. Smoke-water and a smoke isolated butenolide improve growth and yield of tomatoes under greenhouse conditions. *Horticulture Technology*, 18: 449 - 454.
17. Kulkarni, M.G., Ascough, G.D., Verschaeve, L., Baeten, K., Arruda, M.P., and Van Staden, J. 2010. Effect of smoke-water and a smoke-isolated butenolide on the growth and genotoxicity of commercial onion. *Scientia Horticulturae*, 124: 434 - 439.
18. Kulkarni, M.G., Sparg, S.G., Light, M.E., and 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.
19. Li, M.F., Liu, X.L., and Li, S.Q. 2001. Effect of early soil water distribution on the dry matter partitioning between roots and shoots of winter wheat. *Agriculture Water Management*, 49: 163 - 171.
20. Light, M.E., Kulkarni, M.G., Ascough, G.D., and Van Staden, J. 2007. Improved flowering of a South African *Watsonia* with smoke treatments. *South African Journal of Botany*, 73: 291 - 298.
21. Main, M.A.R., Nafziger, E.D., Kolb, F.L., and Teyker, R.H. 1993. Root growth of wheat genotypes in hydroponic culture and in the green house under different soil moisture regimes. *Crop Science*, 33: 283 - 286.
22. Merritt, D.J., Dixon, K.W., Flematti, G., Commander, L.E., and Turner, S.R. 2005. Recent findings on the activity of butenolide a compound isolated from smoke that promotes seed germination. In: *Abstr. 8th. Intl. Wkshp. on Seeds*, Brisbane, Australia, pp: 8 - 13.
23. Modi, A.T. 2002. Indigenous storage method enhances seed vigour of traditional maize. *South African Journal of Science*, 98: 138 - 139.
24. Modi, A.T. 2004. Short-term preservation of maize landrace seed and taro propagules using indigenous storage methods. *South African Journal of Botany*, 70: 16 - 23.
25. Senaratna, T., Dixon, K., Bunn, E., and Touchell, D. 1999. Smoke-saturated water promotes somatic embryogenesis in geranium. *Plant Growth Regulation*, 28: 95 - 99.
26. 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.
27. Taylor, J.L.S., and Van Staden, J. 1996. Root initiation in *Vigna radiata* (L.) Wilczek hypocotyl cutting is stimulated by smoke-derived extracts. *Plant Growth Regulation*, 18: 165 - 168.
28. Taylor, J.L.S., and Van Staden, J. 1998. Plant-derived smoke solutions stimulate the growth of *Lycopersicon esculentum* roots *in vitro*. *Plant Growth Regulation*, 26: 77-83.

29. Thomas, T.H., and Van Staden, J. 1995. Dormancy break of celery (*Apium graveolens* L.) seeds by plant-derived smoke extract. *Plant Growth Regulation*, 17: 195 - 198.
30. Van, Staden, J., Sparg, S.G., Kulkarni, M.G., and Light, M.E. 2006. Post germination effects of the smoke-derived compound 3-methyl-2H-furo [2, 3-c] pyran-2-one, and its potential as a preconditioning agent. *Field Crops Research*, 98: 98 - 105.
31. Wang, W., Vinocur, B., and Altman, A. 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 218: 1 - 14.