

Effect of Methanol Spraying on Seed Yield and Mucilage of Flixweed (*Descurainia sophia* L.)

Fatemeh Azimi¹ and Fatemeh Nejatizadeh^{2*}

- 1- M.Sc. Student of Physiology of Medicinal, Spice and Aroma Medicines, Faculty of Agriculture, Khoy Branch, Islamic Azad University, Khoy, Iran
- 2- ***Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Khoy Branch, Islamic Azad University, Khoy, Iran (fnejatzadeh@yahoo.com)

Received: 3 September, 2018

Accepted: 16 January, 2019

Abstract

Background and Objectives

Descurainia sophia L. is one of the most valuable medicinal plants in the pharmaceutical industry because its seeds are used for the production of mucilages. Methanol spraying, as a biological stimulant on three carbonaceous plants, can increase carbon dioxide stability and reduce respiration, resulting in more dry matter in these plants.

Materials and Methods

This experiment was carried out to investigate the effect of methanol spraying on seed yield and mucilage variation of *D. sophia* based on randomized complete block design with five treatments and three replications in a field experiment in Khoy, Iran. The treatments consisted of the control treatment (distilled water without methanol application) with 4 concentrations of methanol spraying (containing 10, 20, 30 and 40%) carried out during the growing season three times at intervals of 12 days (36, 48, 60 days after planting). After the last spraying at the time of full maturity, the plants in each plot were taken individually. The measured morphophysiological characteristics included plant height, plant leaf number, plant stem number, plant dry weight, number of pods per plant, number of seeds per pod, 1000 seed weight and seed yield. Also, the measured phytochemical traits included seed ash content, mucilage percentage and yield, and inflation index.

Results

Results showed that foliar application of different concentrations of methanol had a significant effect on number of plant stems, number of plant leaves, plant dry weight, number of pods per plant, number of seeds per pod, grain yield, seed mucilage yield, seed ash, seed inflation index ($p \leq 0.01$), plant height and 1000 seed weight ($p \leq 0.05$). Foliar application of different concentrations of methanol had a significant effect on all morphological and functional components. To be more precise, methanol spray had a significant effect on plant height, number of stems, plant leaf number, shoot dry weight, number of pods per plant, number of seeds per pod, 1000 seed weight and seed yield, but the effect of year on none of the measured traits was meaningful. Also, the interaction between the year and methanol spraying on the traits of plant leaf number, number of seeds per pod and 1000 seed weight had a significant effect, but the remaining traits were not affected considerably. Combined analysis of variance showed that the

year effect had no noticeable effect on seed ash. While methanol concentration had a significant effect ($p \leq 0.01$) on the seed ash content, the interaction of methanol in different years of experiment was not significant on this characteristic.

Discussion

Regular methanol spraying, as an active bioavailable and a new method in the production of medicinal plants, improved seed yield and mucilage of *Descurainia sophia* seed. Generally, the highest values for the evaluated properties were obtained in the induction of 40% volumetric methanol solution.

Keywords: Biological stimulus, Dry weight, Seed inflation index

بررسی تأثیر محلول پاشی متانول بر تغییرات رشد، عملکرد دانه و موسیلاژ گیاه خاکشیر (*Descurainia sophia* L.)

فاطمه عظیمی^۱ و فاطمه نجاتزاده^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهان دارویی، ادویه‌ای و عطری، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران
۲- *نویسنده مسئول: استادیار، گروه کشاورزی، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران (fnejatzadeh@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۱۲

چکیده

خاکشیر گیاه دارویی ارزشمندی است که مصرف دانه‌های آن در صنایع داروسازی برای تولید موسیلاژ اهمیت زیادی دارد. متانول به‌عنوان یک محرک زیستی روی گیاهان سه کربنه مانند خاکشیر می‌تواند باعث افزایش تثبیت دی‌اکسید کربن و کاهش تنفس نوری شود که در نتیجه ماده خشک بیشتری در این گیاهان تولید خواهد شد. این آزمایش به منظور بررسی تأثیر محلول پاشی متانول بر تغییرات عملکرد دانه و موسیلاژ گیاه خاکشیر در مزرعه‌ای طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۶ در شهرستان خوی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار محلول پاشی و ۳ تکرار اجرا شد. محلول پاشی در طول فصل رشد طی سه نوبت با فواصل زمانی ۱۲ روز یک بار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل تیمار شاهد (محلول پاشی با آب مقطر بدون کاربرد متانول) و محلول پاشی با چهار غلظت مختلف متانول شامل ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد حجمی بود. نتایج نشان داد محلول پاشی غلظت‌های مختلف متانول تأثیر معنی‌داری بر تعداد ساقه فرعی بوته، تعداد برگ بوته، وزن خشک بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه، عملکرد موسیلاژ دانه، خاکستر دانه، شاخص تورم دانه ($p \leq 0/05$)، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه ($p \leq 0/05$) گیاه داشت. محلول پاشی متانول به‌عنوان یک محرک زیستی فعال در تولید گیاهان دارویی موجب بهبود عملکرد دانه و موسیلاژ دانه خاکشیر شد. به‌طور کلی بیشترین مقادیر برای خصوصیات مورد ارزیابی در القای تیمار محلول پاشی با غلظت ۴۰ درصد حجمی متانول حاصل شد.

کلیدواژه‌ها: شاخص تورم دانه، محرک زیستی، وزن خشک

مقدمه

اسیدلینولینیک، اسیداولئیک، اسیدپالمیتیک و اسیداستئاریک می‌باشد. ضمناً در خاکشیر اسانس روغن فراری وجود دارد که دارای مواد بنزیل و ایزوسیانات است (Pasalar et al., 2013). روی دانه‌های خاکشیر را لایه‌ای از موسیلاژ (لعاب) پوشانیده است. با قرار گرفتن خاکشیر در آب و جذب رطوبت، این لایه حجیم‌شده و آب را در خود نگه می‌دارد. به همین دلیل از قدیم خاکشیر به‌صورت شربت برای رفع عطش و گرمادگی به خصوص در مناطق گرم و خشک مورد استفاده بوده است (DadKhah and Kafi,

خاکشیر با نام علمی (*Descurainia sophia* L.) متعلق به خانواده شب‌بو (Cruciferae) گیاهی است علفی یک‌ساله یا دوساله که ارتفاع ساقه آن به ۸۰ سانتی‌متر (و گاهی یک متر) می‌رسد (Barnes et al., 2007). این گیاه در زراعت به‌عنوان علف‌هرز شناخته می‌شود. علاوه بر خواص دارویی که بذر این گیاه، به‌عنوان یک گیاه روغنی که بذور آن حاوی ۳۵-۴۰ درصد روغن می‌باشد نیز معرفی شده است. خاکشیر دارای تعدادی اسیدچرب مانند اسیدلینولئیک،

گیاه شنبلیله به‌طور معنی‌داری می‌تواند از طریق محلول‌پاشی کودها و محرک‌های رشد زیستی افزایش یابد (Mehrafarin et al., 2016). مطالعات نشان دادند که عملکرد کمی و کیفی گیاه خاکشیر به‌طور معنی‌داری می‌تواند از طریق محلول‌پاشی کودها و محرک‌های رشد زیستی افزایش یابد. بنابراین این تحقیق با هدف ارزیابی تغییرات عملکرد دانه و موسیلاژ دانه گیاه دارویی خاکشیر به محلول‌پاشی سطوح مختلف غلظت متانول انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی متانول بر تغییرات عملکرد دانه و موسیلاژ گیاه خاکشیر طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۶ در مزرعه‌ای در شهرستان خوی واقع در عرض شمالی ۳۸ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱۰۳ متر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار به‌صورت آزمایش دو ساله در سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۶ انجام شد. بر اساس آمار هواشناسی منطقه در شش ماه اول سال ۱۳۹۵، میانگین بارندگی سالیانه منطقه در حدود ۲۹۰ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت ۱۳/۴ درجه سانتی‌گراد، متوسط رطوبت نسبی ۵۹/۳۶ درصد و متوسط سرعت وزش باد ۲۲۰۰ متر بر ثانیه بود.

قبل از آماده‌سازی زمین از خاک مزرعه جهت تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌برداری شد (جدول ۱). پس از زدن شخم، جهت خرد کردن کلوخ‌ها دو بار عملیات دیسک‌زنی صورت گرفت و در نهایت با استفاده از لولر زمین تسطیح شد. سپس کرت‌های آزمایشی با ابعاد ۶ × ۵ متر با فواصل دو متر از یکدیگر در هر تکرار ایجاد شد. همچنین ۴۰ کیلوگرم در هکتار فسفات به‌صورت کود سوپرفسفات‌تریپل در فصل پاییز به خاک اضافه شد و کود اوره نیز به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در دو تقسیط مساوی به هنگام خاک‌ورزی و همچنین یک ماه پس از کاشت به‌صورت سرک استفاده شد. بذره‌های خاکشیر از بانک ژن پژوهشکده گیاهان دارویی کرج تهیه شد و در ردیف‌های کاشت با فواصل ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر و با

افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی به دلیل افزایش جمعیت و تقاضای روزافزون صنایع داروسازی به مواد اولیه دارویی از اهمیت خاصی برخوردار است. یکی از راه‌های افزایش عملکرد، افزایش تولید ماده خشک در واحد سطح است. حدود ۹۰ درصد ماده خشک تولیدشده در گیاهان سه کربنه (C_3) ناشی از تفاوت میان میزان تثبیت دی‌اکسید کربن (CO_2) در فرآیند فتوسنتز و هدر رفت آن در فرآیندهای تنفس و تنفس نوری است (Lee et al., 2013). حدود ۲۵ درصد از کربن تثبیت‌شده در گیاهان سه کربنه (C_3) صرف تنفس نوری می‌شود (Lawlor, 1987; Lee et al., 2013). بنابراین یکی از راه‌های افزایش عملکرد گیاهان افزایش میزان فتوسنتز خالص از طریق کاهش تنفس نوری در گیاهان سه کربنه (C_3) است. متانول یا متیل‌الکل (CH_3OH) یک ترکیب فعال زیستی افزایش‌دهنده تثبیت دی‌اکسید کربن (CO_2) در گیاهان سه کربنه (C_3) است، علاوه بر این می‌تواند به‌عنوان یک منبع غنی از کربن در برابر تنفس باشد و به این ترتیب با افزایش غلظت دی‌اکسید کربن در گیاهان و افزایش کارایی فتوسنتز، کمبود کربن در فرآیند فتوسنتز جبران می‌شود (Paknejad et al., 2012). بنابراین محلول‌پاشی متانول گیاهان سه کربنه به‌ویژه در شرایط تنفس نوری زیاد، می‌تواند بخشی از تلفات کربن تثبیت‌شده توسط فتوسنتز را جبران نماید (Gout et al., 2000).

گزارش‌های متعددی وجود دارند که محلول‌پاشی متانول روی گیاهان سه کربنه در افزایش عملکرد، یکنواختی رسیدگی، کاهش اثر تنش خشکی و همچنین کم کردن نیاز آبی گیاهان مؤثر است (Lee et al., 2013). محلول‌پاشی ۲۰ درصد حجمی متانول روی بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) سبب افزایش شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه، سرعت رشد غلاف، بازده مصرف تشعشع، افزایش عملکرد غلاف و دانه، افزایش وزن هزار دانه، افزایش تعداد غلاف رسیده و مقدار پروتئین در دانه بادام‌زمینی شده است (Safarzadeh Vishekai et al., 2011). مطالعات نشان دادند که عملکرد کمی و کیفی

رابطه (۱)

= عملکرد موسیلاژ بذر (کیلوگرم در هکتار)

۱۰۰ ÷ درصد موسیلاژ دانه × عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)

تجزیه و تحلیل آماری

آزمون یکنواختی واریانس آزمایش دو سال زراعی متوالی با استفاده از آزمون بارتلت انجام شد و سپس داده‌های مربوط به دو سال زراعی تجزیه مرکب (ANOVA) شد. مقایسه میانگین اثرات ساده با استفاده از آزمون مقایسه میانگین حداقل تفاوت معنی دار (LSD) صورت گرفت. همچنین به منظور تعیین مهم ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه و عملکرد موسیلاژ دانه در گیاه دارویی خاکشیر تحت تأثیر محلول پاشی سطوح مختلف متانول، از روش تجزیه رگرسیون گام به گام (Stepwise Regression Analysis) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. تمامی محاسبات با استفاده از نرم افزار رایانه ای SAS انجام شد.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای اعمال شده بر صفات اندازه گیری شده در گیاه خاکشیر (جدول ۲) به نظر می رسد که اعمال محلول پاشی غلظت های مختلف متانول بر تمام خصوصیات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد اثر معنی داری داشته است. به طوری که محلول پاشی متانول بر روی صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، تعداد برگ بوته، وزن خشک اندام هوایی، تعداد غلاف در بوته، تعداد محلول پاشی دانه در غلاف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه تأثیر معنی داری داشته است ولی اثر سال بر روی هیچکدام از صفات اندازه گیری شده معنی دار نبود. همچنین اثر متقابل سال و متانول بر روی صفات تعداد برگ بوته، وزن خشک و وزن هزار دانه اثر معنی دار و بقیه صفات تحت تأثیر قرار نگرفته و معنی داری نشده اند (جدول های ۲ و ۳).

تراکم ۵۰ بوته در هر متر مربع کشت شدند. در طول فصل کشت عملیات آبیاری، کنترل علف های هرز و آفات و بیماری ها بر اساس ضرورت و استانداردهای زراعی به صورت یکسان انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل تیمار شاهد (محلول پاشی با آب مقطر بدون مصرف متانول) و محلول پاشی ۴ غلظت متانول (شرکت پتروشیمی فن آوران با درجه خلوص بسیار بالا با گرید AA) شامل (۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد) بود. جهت کاهش اثر سمیت متانول، به تمام تیمارها ۰/۲ درصد گلیسین اضافه شد و همچنین تمامی محلول ها دارای یک درصد سورفکتانت تونین (Tween 80) جهت کاهش نیروی کشش سطحی بودند. محلول پاشی در طول فصل رشد طی سه نوبت با فواصل زمانی ۱۲ روز یک بار انجام شد. اولین محلول پاشی ۳۶ روز پس از کاشت و سایر محلول پاشی ها به ترتیب در فواصل ۴۸ و ۶۰ روز پس از کاشت صورت گرفتند. حجم محلول استفاده شده در هر کرت آزمایشی معادل ۲۵۰ لیتر در هکتار یا ۰/۷۵ لیتر در هر واحد آزمایشی بود. پس از آخرین محلول پاشی در زمان رسیدگی کامل بذرها گیاهان موجود در هر کرت با در نظر گرفتن اثر حاشیه ای ۵۰ متر از هر طرف کرت به صورت جداگانه برداشت شدند.

خصوصیات و صفات مورد ارزیابی

خصوصیات مورفولوژیکی و شاخص عملکرد اندازه گیری شده شامل ارتفاع بوته، تعداد برگ بوته، تعداد ساقه فرعی بوته، وزن خشک بوته، تعداد غلاف بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، میزان خاکستر بذر، درصد و عملکرد موسیلاژ و شاخص تورم بود. میزان خاکستر بذر، درصد و عملکرد موسیلاژ دانه و شاخص تورم بر اساس روش (Mehrafarin et al., 2016) اندازه گیری شد. عملکرد موسیلاژ دانه نیز از رابطه (۱) محاسبه شد (Mehrafarin et al., 2016).

Table 1. Physical and chemical characteristics of the studied soil (depth of 0-30 cm)

Texture	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Ca (ppm)	K (%)	P (%)	Total N (%)	Organic carbon (%)	pH	EC (ds m ⁻¹)
Sandy-Loam	64	18	18	0.72	2.21	4.1	4.89	243	6.02	0.06	0.81	7.70	0.57

Table 2. Analysis of variance of morphological traits of (*Descurainia sophia* L.) under the effect of different concentrations of methanol spraying

Source of variations	df	Plant height	Number of stems	Number of leaves	Dry weight	Number of pods bush	Seed number in pods	weight of one thousand seeds	Seed yield
Year	1	8.65 ^{ns}	0.094 ^{ns}	1.07 ^{ns}	33200.1 ^{ns}	0.03 ^{ns}	1.98 ^{ns}	3.31 ^{ns}	6397.6 ^{ns}
ErrorYear	4	66.8	0.12	6.38	17553	1.76	2.61	2.61	27770.2
Methanol	4	43.71*	2.04**	48.4**	20125**	32.2**	11.82**	8.94**	116136**
Methanol × Year	4	16.15 ^{ns}	0.082 ^{ns}	3.97*	16778*	0.36 ^{ns}	1.32 ^{ns}	1.71*	14274 ^{ns}
Error	16	11.58	0.040	1.2	4790.2	0.25	0.48	0.49	4948.5
C.V. (%)	-	10.5	10.4	6.06	4.2	8.03	4.46	4.53	8.82

ns, * and **: Non-significant and significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively.

Table 3. Comparison of mean effects of different concentration of methanol on morphological traits of (*Descurainia sophia* L.)

Percent volumetric methanol solution	plant height (cm)	Number of stems	Number of leaves	Dry weight (Kg/ha)	Number of pods bush	Seed number in pods	weight of one thousand seeds (gr)	Seed yield (Kg/ha)
0	27.84 ^c	1.25 ^d	15.43 ^c	1439.31 ^c	5.6 ^c	14.33 ^b	14.33 ^c	634.3 ^c
10	30.01 ^{bc}	1.4 ^c	16.56 ^c	1484.1 ^c	5.5 ^c	14.40 ^b	14.40 ^c	669.65 ^c
20	32.36 ^{ab}	2.2 ^b	18.74 ^b	1689.3 ^b	6.3 ^b	15.70 ^b	15.33 ^b	829.15 ^b
30	34.04 ^{ab}	2.30 ^b	21.12 ^a	1797.15 ^a	6.8 ^{ab}	17.11 ^a	16.73 ^a	918.15 ^a
40	34.66 ^a	2.64 ^a	22.06 ^a	1851.65 ^a	7.4 ^a	17.23 ^a	16.86 ^a	935.15 ^a

The mean of the same letter in each column does not differ significantly from the LSD mean test at 5% probability level.

دانه خاکشیر تأثیر داشت. همچنین اثر متقابل کاربرد متانول در سال‌های مختلف آزمایش نیز بر عملکرد موسیلاژ دانه معنی‌دار ($p \leq 0/05$) بود (جدول ۴). محلول‌پاشی متانول میزان عملکرد موسیلاژ دانه خاکشیر را افزایش داد (شکل ۳). محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف متانول بر شاخص تورم دارای اثر معنی‌داری ($p \leq 0/01$) بود و از سوی دیگر اثر متقابل کاربرد متانول در سال‌های مختلف تأثیر معنی‌داری بر این ویژگی نداشت (جدول ۴). محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف متانول شاخص تورم را افزایش داد (شکل ۴).

همبستگی و رگرسیون صفات

نتایج جدول‌های (۵ و ۶) نشان داد درصد موسیلاژ دانه و شاخص تورم تنها با یکدیگر و هر کدام نیز با عملکرد موسیلاژ دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند. نتایج رگرسیون گام به گام نیز نشان داد که تحت تأثیر سطوح مختلف محلول‌پاشی غلظت‌های متانول، حدود ۹۸ درصد تغییرات عملکرد دانه گیاه خاکشیر توسط تغییرات تعداد دانه در غلاف، تعداد ساقه فرعی بوته و ارتفاع بوته قابل توجیه است. همچنین ضرایب رگرسیون استاندارد و ضریب

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که عامل سال تأثیر معنی‌داری بر میزان خاکستر دانه، درصد موسیلاژ دانه و شاخص تورم دانه نداشت. درحالی‌که محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف متانول تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0/01$) بر میزان خاکستر دانه داشت. همچنین اثر متقابل متانول در سال‌های مختلف آزمایش بر این ویژگی معنی‌دار نبود (جدول ۴). کاربرد متانول میزان خاکستر دانه را افزایش داد و بالاترین میانگین آن در تیمار ۴۰ درصد حجمی متانول مشاهده شد (شکل ۱). اما محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف متانول بر درصد موسیلاژ دانه خاکشیر تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0/05$) نداشت. اثر متقابل کاربرد متانول در سال بر درصد موسیلاژ دانه معنی‌دار نبود (جدول ۴). نتایج نشان داد که بالاترین درصد موسیلاژ دانه در تیمار ۴۰ درصد حجمی متانول مشاهده شد (شکل ۲).

تغییرات عملکرد موسیلاژ دانه خاکشیر تحت تأثیر عامل سال آزمایش معنی‌دار ($p \leq 0/05$) شد. به طوری که عملکرد موسیلاژ دانه در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۹۶ بیشتر بود. در مجموع محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف متانول به طور معنی‌داری ($p \leq 0/01$) بر عملکرد موسیلاژ

بین صفات مورد بررسی، تنها عملکرد موسیلاژ دانه تحت تأثیر سال قرار گرفت و بیشترین میزان این صفت نیز در سال ۱۳۹۵ حاصل شد. صفات خاکستر دانه، درصد موسیلاژ و شاخص تورم در سال ۱۳۹۶ معنی دار نشد (جدول ۴).

تیین جزئی نشان دادند که تحت شرایط محلول پاشی متانول، تعداد دانه در غلاف به تنهایی بیشترین تغییرات حاصل در عملکرد دانه خاکشیر را توجیه کرده اند (جدول های ۵ و ۶). هیچکدام از صفات بررسی شده به جز عملکرد موسیلاژ تحت تأثیر سال معنی دار نشد نتایج نشان داد

Table 4. Analysis of variance of phytochemical traits of (*Descurainia sophia* L.) seed under the effect of different concentrations of methanol spraying

Source of variations	df	Seed ashes	Percentage of seed mucilage	Yeild of seed mucilage	Inflation index
Year	1	0.71 ^{ns}	3.86 ^{ns}	1263.4*	0.008 ^{ns}
Error year	4	0.41	8.41	118.03	0.024
Methanol	4	1.51**	3.27*	6105.02**	0.27**
Methanol × Year	4	0.097 ^{ns}	0.99 ^{ns}	854.27*	0.01 ^{ns}
Error	16	0.191	0.95	282.54	0.005
C.V. (%)	-	12.06	5.2	11.16	5.02

ns, * and **: Non-significant and significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively.

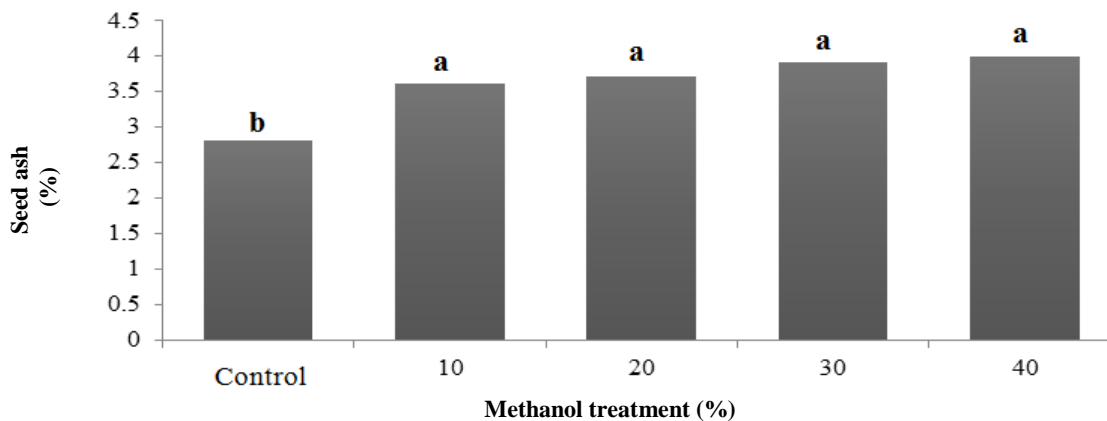


Figure 1. Changes in the amount of seed ash under the influence of different methanol concentrations based on the comparison of the mean of the minimum significant difference at the level of 1%

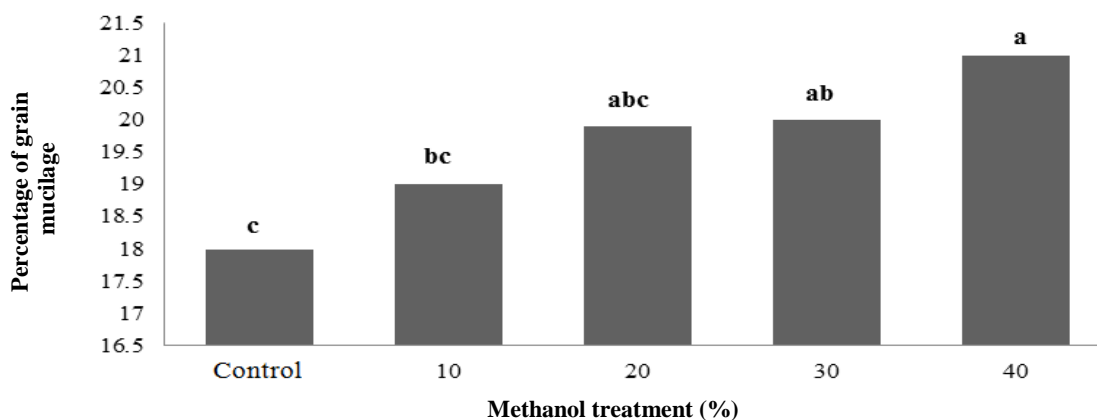


Figure 2. Changes in the amount of seed mucilage under the influence of different methanol concentrations based on the comparison of the mean of the minimum significant differences at the 5%

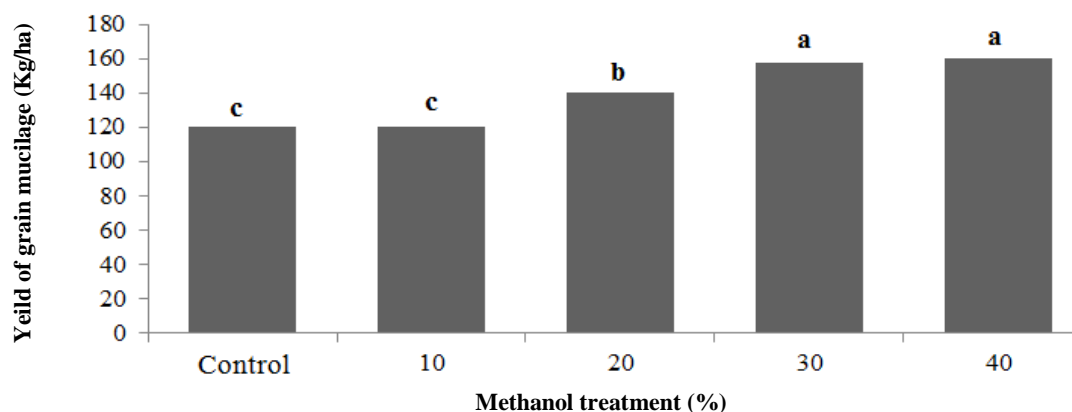


Figure 3. Changes in the yield of seed mucilage under the influence of methanol on the basis of the comparison of the mean of the minimum significant difference at the level of 1%

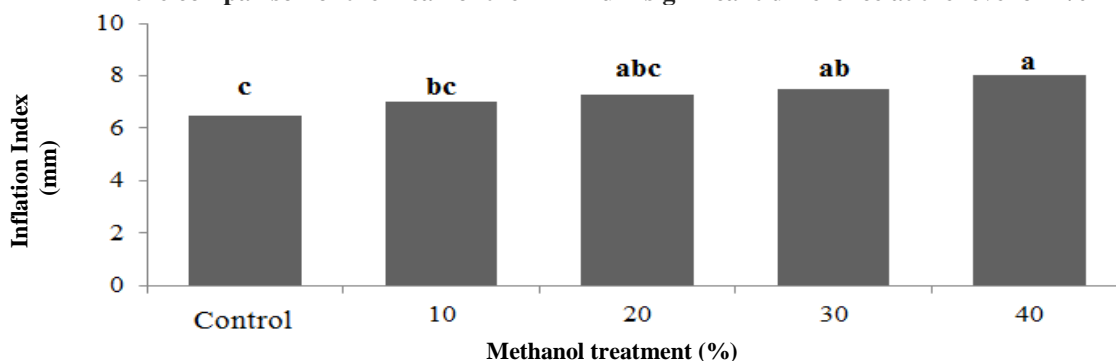


Figure 4. Changes in inflation index under the influence of various concentrations of methanol Based on the comparison of the mean of the minimum significant differences at the 1%

Table 5. Stepwise regression results to determine the dependent variables affecting on seed yield of (*Descurainia sophia* L.)

Input variables	Stage	Parameter	Partial coefficient	Model correlation coefficient	Standardized coefficients	F
Width from origin	-	-344.86	-	-	-	-
Seed number In pods	1	49.033	0.951	0.951	0.48	565.80**
Number of stems	2	94.56	0.018	0.971	0.35	18.64**
Plant height	3	5.68	0.008	0.9801	0.17	10.40**

** Significance at 1% probability level.

Table 6. Stepwise regression results to determine the dependent variables affecting of Yeild of seed mucilage (*Descurainia sophia* L.)

Input variables	Stage	Parameter	Partial coefficient	Model correlation coefficient	Standardized coefficients	F
Width from origin	-	-157.88	-	-	-	-
Percentage of seed mucilage	1	8.317	0.952	0.952	0.867	26.38**
Seed yield	2	0.188	0.0218	0.974	0.377	22.92**

** Significance at 1% probability level.

مطابقت داشت. این محققین گزارش کردند که محلول‌پاشی ۴۰ درصد حجمی متانول موجب بهبود صفات رویشی از قبیل، ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و ویژگی‌های فیتوشیمیایی گیاه دارویی سرخارگل

تمام صفات مورد ارزیابی تحت تأثیر محلول‌پاشی سطوح مختلف غلظت متانول قرار گرفتند و بیشترین میزان آن‌ها در تیمار غلظت ۴۰ درصد حجمی متانول حاصل شد. نتایج این تحقیق با نتایج (Khosravi et al. 2012)

و معنی داری میان وزن خشک اندام هوای گیاه خاکشیر با ارتفاع بوته ($p \leq 0/01$) ($r = 0/861$)، تعداد برگ بوته ($p \leq 0/01$) ($r = 0/867$)، تعداد ساقه فرعی ($p \leq 0/01$) ($r = 0/896$)، تعداد غلاف در بوته ($p \leq 0/01$) ($r = 0/896$)، تعداد دانه در غلاف ($p \leq 0/01$) ($r = 0/908$)، عملکرد دانه ($p \leq 0/01$) ($r = 0/865$)، وزن هزار دانه ($p \leq 0/01$) ($r = 0/878$) به دست آمد (جدول ۷). افزایش تعداد برگ موجب افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه افزایش کارایی جذب انرژی تابشی خورشید می شود. همچنین با افزایش ارتفاع بوته و افزایش فاصله میان گره ها، احتمال سایه اندازی بر روی برگ های پایینی کمتر می شود و به این ترتیب ممکن است میزان فتوسنتز در برگ های پایین نیز افزایش یافته و در نهایت وزن خشک گیاه افزایش می یابد. بنابراین، محلول پاشی متانول علاوه بر کاهش تنفس نوری و افزایش میزان فتوسنتز خالص از طریق افزایش ارتفاع ساقه، تعداد برگ و تعداد ساقه فرعی بوته نیز موجب افزایش وزن خشک اندام هوایی شده است (Galbally and Kirstine, 2002; Ghafari and Tadayon, 2018). مطالعات نشان داده اند که عملکرد کمی و کیفی گیاه شنبلیله به طور معنی داری می تواند از طریق محلول پاشی کودها و محرک های رشد زیستی افزایش یابد (Mehrafarin et al., 2016). طی گزارش (Khosravi et al., 2012) بر روی گیاه دارویی بادرنجبویه، بیشترین میزان بیوسنتز نرال، ژرانیال، ژرانیل استات مربوط به محلول پاشی با متانول ۵۰ درصد بوده است. در مجموع می توان چنین گفت که اعمال تیمارهای هیدروالکلی متانول و اتانول بر روی گیاه دارویی بادرنجبویه توانست باعث افزایش و تغییر در بیوسنتز اجزای تشکیل دهنده اسانس شود. در ارتباط با میزان غلظت الکل ها و عملکرد کمی و کیفی در گیاه می توان این گونه نیز بحث نمود که گیاهان، به ویژه گیاهان اسانس دار در مواجهه با تنش های محیطی، یک سری واکنش هایی نشان می دهند که این واکنش ها منجر به سنتز بیشتر متابولیت ها در بافت های

(*Echinacea purpurea* L.) در شرایط رویشی اقلیم کرج شد. بیشترین میانگین تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در گیاه آراییدوپسیس تحت تأثیر محلول پاشی متانول با غلظت ۴۰ درصد حجمی به دست آمد (Downie et al., 2004). (Sabokrow Foomany et al., 2012) بیان کردند که محلول پاشی ۴۰ درصد متانول موجب افزایش معنی دار خصوصیات کیفی گیاه تنباکو شد. در نتیجه به نظر می رسد اثر متانول بر رشد گیاهان سه کربنه ناشی از کاهش تنفس نوری آن ها باشد. زیرا در شرایط مزرعه ای زمانی که دمای هوا، شدت نور و در نتیجه تنفس نوری زیاد بود (Cherazi et al., 2018). محلول پاشی متانول رشد گیاهان را افزایش داد تفاوت آشکاری که بین گیاهان سه کربنه با گیاهان چهار کربنه طی آسیمیلاسیون متانول مشاهده می شود، بازداشتن تنفس نوری در گیاهان سه کربنه می باشد. متانول یک ترکیب فعال زیستی افزایش دهنده تثبیت دی اکسید کربن (CO_2) در گیاهان سه کربنه (C_3) است، علاوه بر این می تواند به عنوان یک منبع غنی از کربن در برابر تنفس باشد و به این ترتیب با افزایش غلظت دی اکسید کربن در گیاهان و افزایش کارایی فتوسنتز، کمبود کربن در فرآیند فتوسنتز جبران می شود (Sabokrow Foomany et al., 2012). بنابراین محلول پاشی متانول بر روی گیاهان سه کربنه به ویژه در شرایط تنفس نوری زیاد، می تواند بخشی از تلفات کربن تثبیت شده توسط فتوسنتز را جبران نماید که این امر منجر به افزایش فتوسنتز خالص در واحد سطح و ازدیاد تولید ماده خشک در گیاهان سه کربنه می شود (Sani and Aliabadi Farahani, 2010). متانول تولید شده در گیاهان در آب داخل بافت ها و نیز برخی از بافت های گیاهی ذخیره شده و مقداری از آن نیز در داخل گیاهان به فرمالدئید و سپس به اسید فرمیک و در نهایت به دی اکسید کربن تبدیل شده که دی اکسید کربن تولید شده می تواند بر آسیمیلاسیون کربن در گیاهان اثر بگذارد (Khosravi et al., 2012). در این تحقیق همبستگی مثبت

Table 7. Pearson's correlation coefficients for morphophysiological and phytochemical traits of (*Descurainia sophia* L.)

Investigated traits	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0.808**										
2	0.840**	0.860**									
3	0.801**	0.964**	0.867**								
4	0.861**	0.900**	0.617**	0.896**							
5	0.864**	0.623**	0.571**	0.908**	0.531**						
6	0.865**	0.890**	0.751**	0.534**	0.715**	0.591**					
7	0.878**	0.964**	0.873**	0.823**	0.856**	0.975**	0.941**				
8	0.865**	0.706**	0.658**	0.664**	0.590**	0.641**	0.630**	0.641**			
9	-0.14 ^{ns}	0.186 ^{ns}	0.196 ^{ns}	0.287 ^{ns}	0.067 ^{ns}	0.206 ^{ns}	0.193 ^{ns}	0.116 ^{ns}	0.075 ^{ns}		
10	0.722**	0.805**	0.803**	0.852**	0.845**	0.630**	0.715**	0.912**	0.612**	0.965**	
11	0.056 ^{ns}	0.271 ^{ns}	0.280 ^{ns}	0.240 ^{ns}	0.073 ^{ns}	0.235 ^{ns}	0.233 ^{ns}	0.177 ^{ns}	0.250 ^{ns}	0.643**	0.373*

(1) Plant height

(2) Number of stems

(3) Number of leaves

(4) Dry weight

(5) Number of pods bush

(6) Seed number In pods

(7) Weight of one thousand seeds

(8) Seed yield

(9) Seed ashes

(10) Percentage of seed mucilage

(11) Yield of seed mucilage

ns, * and **: Non-significant and significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively.

آزمایش نشان داد محلول‌پاشی متانول موجب افزایش درصد موسیلاژ دانه خاکشیر شد.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، محلول‌پاشی متانول به‌عنوان یک محرک زیستی و روش نوین در تولید و زراعت گیاهان دارویی توانست موجب بهبود خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد دانه و موسیلاژ در گیاه دارویی خاکشیر طی دوره رویش خود در اقلیم و اکوسیستم زراعی شود. بهترین تیمار آزمایشی که بیشترین بازده را داشت متانول ۴۰ درصد بود. تحت شرایط محلول‌پاشی متانول، تغییرات عملکرد دانه خاکشیر بیشتر توسط تغییرات تعداد دانه در غلاف توجیه شد و همچنین تغییرات عملکرد موسیلاژ دانه خاکشیر بیشتر به تغییرات درصد موسیلاژ دانه مرتبط بود.

سپاس‌گزاری

با سپاس فراوان از اعضای محترم گروه کشاورزی و آزمایشگاه گروه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی که سختی راه را بر ما هموار نمودند.

مختلف گیاه می‌شود. در مواجهه با غلظت‌های بالای الکل‌ها، احتمالاً گیاه مورد تنش واقع شده و افزایش عملکرد اسانس را نیز می‌توان علاوه بر نقش تغذیه‌ای الکل‌ها به‌عنوان یک منبع مستقیم و سهل الوصول کربنی، به واکنش گیاه در مقابل غلظت‌های بالای الکل‌ها در داخل بافت‌های گیاه نیز نسبت داد (Kalidasu et al., 2008; Aghaabbasi et al., 2008). بنابراین با توجه نتایج همبستگی (جدول ۷) و رگرسیون گام به گام (جدول‌های ۵ و ۶) می‌توان گفت، محلول‌پاشی سطوح مختلف متانول بر گیاه خاکشیر از طریق افزایش تعداد دانه در غلاف، ارتفاع بوته، وزن خشک گیاه و وزن هزار دانه موجب افزایش عملکرد دانه شده است. نتایج این تحقیق با نتایج سایر مطالعات برای افزایش عملکرد دانه تطابق دارد (Welch et al., 1991). محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف متانول از طریق تأثیر بر افزایش درصد موسیلاژ دانه و عملکرد دانه توانست عملکرد موسیلاژ دانه در گیاه خاکشیر را افزایش دهد. البته مکانیسم و نحوه اثر متانول بر افزایش محتوای موسیلاژ هنوز ناشناخته است اما نتایج

References

- Aghaabbasi, K., Dehghan, E., Baghizadeh, A. and Dashti, H. (2013). Comparing the effect of ethanol extracts of *Descurainia sophia* (L.) Seed and *althaea officinalis* root on streptococcus pyogenes. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 10(15), 29-33.

- Barnes, J., Anderson, L. A. and Phillipson, J. D. (2007). *Herbal medicines*. London: Pharmaceutical Press.
- Cherazi, M., Pourghasemi, D. and Khoshbakht, M. (2018). The effect of planting methods and calcium nanoparticles spray on quality, quantity and vase life of gladiolus hybrida cv. magma. *Plant Productions*, 41(2), 55-67. [In Farsi]
- Dadkhah, A. S. and Kafi, M. (2012). Effect of salt stress on germination and seedling growth of four medicinal plants. *Iranian Journal of Applied Research*, 10(1), 25-32.
- Downie, A., Miyazaki, A., Bohnert, H., John, P., Coleman, J., Parry, M. and Haslam, R. (2004). Expression Profiling of the response of Arabidopsis thaliana to methanol stimulation. *Phytochemistry*, 65(16), 2305-2316.
- Galbally, E. and Kirstine, W. (2002). The production of methanol by flowering plants and the global cycle of methanol. *Atmosphere Chemistry*, 43(3), 195-229.
- Ghafari, H. and Tadayon, M. R. (2018). Impact of jasmonic acid on radiation use efficiency and dry biomasses of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under water deficit conditions. *Plant Productions*, 41(4), 111-124. [In Farsi]
- Gout, E., Aubert, S., Blingny, R., Rebeille, F., Nonomura, A. R., Benson, A. A. and Douce, R. (2000). Metabolism of methanol in plant cells: Carbon-13 (Nuclear magnetic resonance studies). *Plant Physiology*, 123(1), 287-296.
- Kalidasu, G., Sarada, C. and Reddy, T. Y. (2008). Efficacy of biofertilizers on the performance of rainfed coriander (*Coriandrum sativum*) in vertisols. *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 17(2), 98-102.
- Khosravi, E., Mehrafarin, A. Naghdibadi, H. Hajiabadi, R. and Khosravi, M. (2012). The phytochemical response of (*Melissa officinalis* L.) to foliar application of hydro-alcoholic solutions (methanol and ethanol). *Journal of Herbal Drugs*, 2(2), 121-28. [In Farsi]
- Lawlor, D. (1987). *Photosynthesis: Metabolism, control and physiology*. Harlow: Longman Sc & Tech.
- Lee, Y. J., Kim, N. S., Kim, H., Yi, J. M., Oh, S. M. and Bang, O. S. (2013). Cytotoxic and anti-inflammatory constituents from the seeds of *Descurainia sophia*. *Archives of Pharmacal Research*, 36(5), 536-541.
- Mehrafarin, A., Naghdi-Badi, H. A., Ghadiri, A. Labafi, M. R., Zend, E. Nourmohammadi, A. H., Qavami, N. and Saif Sahandi, M. (2016). *Journal of Medicinal Plants*, 4(20), 86-100.
- Paknejad, F., Bayat, V., Ardakani, M. R. and Vazan, S. (2012). Effect of methanol foliar application on seed yield and its quality of soybean (*Glycine max* L.) under water deficit conditions. *Annals of Biological Research*, 3(5), 2108-2117.
- Pasalar, M., Bagheri lankarani, K., Mehrabani, D., Tolide-I, H. R. and Naseri, M. (2013). The effect of *descureania sophia* l. and *prunus domestica* l. in prevention of constipation among iranian hajj pilgrims, saudi arabia. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 4(2), 1195-1203.
- Sabokrow Foomany, K., Safarzade Vishekaei, M. N. Daneshian, J. and Rangbar, M. (2012). Study of growth and yield indexes of tobacco in response to methanol sprayed. *International Journal of Agriculture: Research and Review*, 2(3), 149-154.
- Safarzadeh Vishekaei, M. N., Mahalleh yosefi, M. and Normohammadi, G. (2011). *Effect of spraying methanol on yield of common bean and snap bean*. New Topics First National Conference on Agriculture Tehran, Iran.
- Sani, B. and Aliabadi Farahani, H. (2010). *Evaluation of amino acids foliar application on essential oil variations in flixweld (Descurainia sophia L.) under drought stress conditions*. USA: American Council for Medicinally Active Plants.

Welch, R. M., Allaway, W. H., House, W. A. and Kubota, J. (1991). Geographical distribution of trace element problems. In J. J. Mortvedt, F. R. Cox, L. M. Shuman and R. M. Welch (Eds.), *Micronutrients in agriculture* (pp. 31-57). Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America, Inc.



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)