

Research Article

Plant Prod., 2021, 44(2), 283-294  
http://plantproduction.scu.ac.ir//

ISSN (P): 2588-543X  
ISSN (E): 2588-5979

## Effect of Organic and Chemical Improvers Application on Yield and Essential Oil Percentage of Dill (*Anethum graveolens* L.) under Water Deficit Stress Conditions

Hamed Javadi<sup>1\*</sup> , Seyed Gholam Reza Moosavi<sup>2</sup>, Mohamad Javad Seghatoleslami<sup>3</sup>,  
Fereshteh Kermani<sup>4</sup>

- 1- Assistant Professor, Department of Agricultural Sciences, Payame Noor University, Iran (h\_javadi@pnu.ac.ir)
- 2- Associate Professor, Department of Agriculture, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran
- 3- Associate Professor, Department of Agriculture, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran
- 4- M.Sc. Agronomy, Industrial Parks Organization of South Khorasan Province, Birjand, Iran

**Citation:** Javadi, H., Moosavi, S. Gh. R., Seghatoleslami, M. J., & Kermani, F. (2021). Effect of organic and chemical improvers application on yield and essential oil percentage of dill (*Anethum graveolens* L.) under water deficit stress Conditions. *Plant Productions*, 44(2), 283-294.

 10.22055/PPD.2019.30621.1806

Received: 13 August, 2019

Accepted: 30 October, 2019

### Abstract

#### Introduction

*Anethum graveolens* L is used to treat colds, coughs, urinary problems, bloating, and spasms. Water deficit may cause significant changes in the yield and composition of essential oils of medicinal plants. In order to improve water stress tolerance of plants, various mechanisms have been proposed. The use of materials such as vermicompost, zeolite, superabsorbent and methanol can partially compensate for the lowering of yield from drought stress. Therefore, it is important to use methods that can tolerate plants under drought stress conditions.

#### Materials and Methods

To evaluate the effect of organic and chemical growth improvers application on yield and essential oil percentage of dill (*Anethum graveolens* L.) under water deficit stress conditions, a field experiment was conducted as split plot in randomized complete block design with three replications in Birjand, Iran, during 2017 growing season. The main factor included three levels of water stress (60, 120, 180 mm evaporation form class A pan) and the sub-factor included five levels of organic and chemical growth improvers; control (no application), zeolite (5 t.ha<sup>-1</sup>), vermi compost (6.5 t.ha<sup>-1</sup>), super absorbent polymer (100 kg.ha<sup>-1</sup>) and methanol (20 v/v).

#### Results and Discussion



The results showed that water deficit significantly reduced all studied traits except harvest index and essential oil percentage. Also, organic and chemical improvement agents had a positive and significant effect on plant height, number of umbrellas per plant, grain yield, biological yield and essential oil yield. Interaction of water deficit stress and organic and chemical improvement agents was significant on number of umbrellas per plant, number of seeds per umbrella, grain yield, biological yield and essential oil yield. By increasing the intensity of water deficit stress, the use of organic and chemical improvers increased the yield of seeds and essential oils. Under severe stress conditions and in comparison, with control treatment, super absorbent application increased the yield of seeds and essential oil to 34.43 and 37.27%, respectively, and methanol spraying increased the yield of seeds and essential oils by 34.17% and 42.85. The results of this experiment showed that the use of organic and chemical improvers reduced the damage to seed yield and essential oil yield under water deficit stress conditions. Also, the results revealed that when the plant is exposed to intensive stress, substances such as superabsorbent and methanol can be used to modify the stress. Using these materials under severe stress conditions increased the grain yield by 34% compared to the control. In order to achieve maximum yield of essential oil, use of organic and chemical improvers has been beneficial. Under severe stress conditions, methanol spraying and super absorbent application increased the essential oil yield of dill (*Anethum graveolens* L.) in Birjand region.

### **Conclusion**

In order to achieve the maximum yield of essential oil, use of organic and chemical improvers has been beneficial. Under severe stress conditions, methanol spraying and super absorbent application increased the essential oil yield of dill (*Anethum graveolens* L.) in Birjand region.

**Keywords:** Essential oil yield, Methanol, Super absorbent, Vermicompost, Zeolite

## تأثیر کاربرد مواد بهبوددهنده آلی و شیمیایی بر عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens* L.) در شرایط تنش کم آبی

حامد جوادی<sup>۱\*</sup>، سید غلامرضا موسوی<sup>۲</sup>، محمدجواد ثقه الاسلامی<sup>۳</sup>، فرشته کرمانی<sup>۴</sup>

۱- نویسنده مسئول: استادیار، گروه علوم کشاورزی دانشگاه پیام نور، ایران (h\_javadi@pnu.ac.ir)

۲- دانشیار، گروه زراعت، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران

۳- دانشیار، گروه زراعت، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران

۴- کارشناس ارشد زراعت، شرکت‌های شهرک‌های صنعتی استان خراسان جنوبی، بیرجند، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۰۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۲۲

### چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر کاربرد مواد بهبوددهنده آلی و شیمیایی بر عملکرد و درصد اسانس شوید در شرایط تنش کم آبی، آزمایشی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در شهرستان بیرجند به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تنش کم آبی به عنوان عامل اصلی در سه سطح (آبیاری پس از ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و مواد بهبوددهنده آلی و شیمیایی در چهار سطح شامل سوپر جاذب، ورمی کمپوست، زئولیت و متانول به عنوان عامل فرعی بودند. صفات مورد مطالعه در این تحقیق شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد زیستی، شاخص برداشت، درصد و عملکرد اسانس بودند. نتایج نشان داد که تنش کم آبی موجب کاهش معنی‌دار تمامی صفات مورد مطالعه به جز شاخص برداشت و درصد اسانس شد. هم‌چنین، مواد بهبوددهنده آلی و شیمیایی بر ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و عملکرد اسانس تأثیر مثبت و معنی‌داری داشتند. برهمکنش تنش کم آبی و مواد بهبوددهنده آلی و شیمیایی بر تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. با افزایش شدت تنش کم آبی استفاده از مواد بهبوددهنده آلی و شیمیایی عملکرد دانه و اسانس را افزایش داد. به طوری که در شرایط تنش شدید مصرف سوپر جاذب موجب افزایش عملکرد دانه و اسانس به میزان به ترتیب ۳۴/۴۳ و ۳۷/۲۷ درصد و محلول پاشی با متانول موجب افزایش عملکرد دانه و اسانس به میزان به ترتیب ۳۴/۷۱ و ۴۲/۸۵ درصد نسبت به شاهد شدند. بر اساس نتایج این تحقیق، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب و محلول پاشی با ۲۰ درصد حجمی متانول در شرایط تنش شدید جهت افزایش کمیت و کیفیت عملکرد شوید در منطقه بیرجند پیشنهاد می‌شود.

کلیدواژه‌ها: زئولیت، سوپر جاذب، عملکرد اسانس، متانول، ورمی کمپوست

### مقدمه

(et al., 2015). این گیاه حاوی اسانس‌های فرار بوده که مقدار آن در اندام‌های مختلف و برای هر اقلیمی متفاوت است (Andalibi et al., 2011). از این گیاه در درمان

شوید (*Anethum graveolens* L.) گیاهی یک‌ساله از خانواده چتریان (Apiaceae) است (Qeshm

جلوگیری از کاهش رطوبت خاک است (Moradi Ghahderijani et al., 2015). ظرفیت تبادل کاتیونی بالا، ساختار بسیار متخلخل، جذب سطحی و میزان آبیگری زیاد، جلوگیری از آبیگری عناصر غذایی به ویژه در خاک‌های شنی از ویژگی‌های منحصر به فرد ژئولیت می‌باشد (Mumpton, 1999). نتایج یک آزمایش نشان داد که مصرف ۹ تن در هکتار ژئولیت باعث افزایش عملکرد دانه و کارایی مصرف آب شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) شد (Baghbani Arani et al., 2017). برخی تحقیق‌ها در سال‌های اخیر نشان داده است که رشد و عملکرد گیاهان سه کربنه با محلول‌پاشی متانول افزایش پیدا می‌کند و متانول به عنوان یک منبع کربن برای این گیاهان محسوب می‌شود. جلوگیری و یا کاهش تنفس نوری ناشی از تنش‌های القاشده به گیاهان، تأخیر در پیری برگ‌ها و افزایش دوره فعال فتوسنتزی و دوام سطح برگ و افزایش تثبیت  $CO_2$  از جمله نقش‌های کاربرد متانول در گیاهان می‌باشد (Ramirez et al., 2006).

با توجه به قرار گرفتن ایران در منطقه‌ای خشک و نیمه‌خشک و اهمیت گیاهان دارویی، استفاده از روش‌هایی که بتواند تحمل این گیاهان را در شرایط تنش خشکی افزایش دهد اهمیت دارد. بنابراین، این تحقیق با هدف تأثیر کاربرد مواد بهبوددهنده آلی و شیمیایی بر عملکرد و درصد اسانس شوید در شرایط تنش خشکی در بیرجند انجام شد.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی بیرجند با مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه طول شرقی و با ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا اجرا شد. محل آزمایش از نظر اقلیمی بر اساس سیستم طبقه‌بندی آمبرژه جزء مناطق خشک می‌باشد. نتایج تجزیه خاک منطقه مورد آزمایش در جدول (۱) آمده است.

سرماخوردگی، سرفه، مشکلات ادراری، نفخ و اسپاسم استفاده می‌شود (Madadi Bonab et al., 2013).

یکی از عوامل اقلیمی که بر توزیع و پراکنش گیاهان دارویی در سراسر جهان مؤثر است آب قابل دسترس می‌باشد. برخی مطالعات نشان داده است که تنش ناشی از کمبود آب موجب کاهش عملکرد در گیاهان دارویی می‌شود (Soheilnejad et al., 2018; Baghbani Arani et al., 2017; Madadi Bonab et al., 2013). نتایج تحقیقی در خصوص گیاه شوید نشان داد که تنش خشکی ارتفاع بوته، وزن خشک اندام‌های هوایی و عملکرد اسانس شوید را کاهش داد اما باعث افزایش درصد اسانس شد (Haghshenas and Eskandari, 2011).

یکی از راه‌های مقابله با تنش خشکی، استفاده از کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست است. این کودها دارای قدرت بالای جذب و نگهداری آب و عناصر غذایی، تخلخل زیاد، تهویه و زهکشی مناسب در خاک بوده و استفاده از آن در کشاورزی پایدار، علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل می‌نماید (Azeez et al., 2010; Najji and Souri, 2015; Najji and Souri, 2018). در تحقیقی، استفاده از ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد دانه زیره سیاه (*Bunium persicum* Boiss) شد (Nourihoseini et al., 2016). نقش سوپرچادها در کاهش شدت اثرات تنش خشکی و همچنین افزایش تولید محصولات متعددی به اثبات رسیده است (Jahan and Nassiri Mahallati, 2019; Moradi Ghahderijani et al., 2015). در تحقیقی، استفاده از ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرچاد باعث تعدیل اثر سوء خشکی و بهبود رشد و صفات زراعی ماش (*Vigna radiate* L.) شد (Soheilnejad et al., 2018). استفاده از ژئولیت یکی دیگر از راهکارهای

**Table 1. Results of soil analysis at 0-30 cm depth in the growing season 2016-2017**

Texture	EC (ds.m <sup>-1</sup> )	pH	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
Clay Loam	1.57	8.2	0.033	6.8	133

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تنش کم‌آبی به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح (آبیاری پس از ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A) و مواد بهبوددهنده آلی و شیمیایی در چهار سطح (سوپرجاذب، ورمی کمپوست، زئولیت و متانول) به عنوان فاکتور فرعی بودند. در این تحقیق، سوپرجاذب به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، ورمی کمپوست به میزان ۶/۵ تن در هکتار، زئولیت به میزان ۵ تن در هکتار و متانول به میزان ۲۰ درصد حجمی مورد استفاده قرار گرفت. پلیمر سوپرجاذب از نوع کلوپونی از شرکت تجاری مهرپاد کیان تهیه شد. زئولیت مورد استفاده از نوع پودری کلینوپتیلولیت بود. سوپرجاذب، ورمی کمپوست و زئولیت به صورت نواری و در عمق ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متری در زمان کشت بذور و در وسط پشته‌های عریض استفاده گردید. محلول پاشی متانول نیز در دو نوبت شروع گل‌دهی شوید و به فاصله ۱۵ روز انجام شد. در این آزمایش، هر کرت فرعی شامل ۶ خط کاشت به طول ۵ متر و با فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۵ سانتی‌متر بود.

کاشت بذور در تاریخ ۵ اردیبهشت‌ماه انجام شد. قبل از کاشت، بذور به وسیله قارچ کش کاربوکسین تیرام با غلظت ۲ در هزار ضد عفونی گردید. عملیات تنک کردن در مرحله چهار برگی انجام شد. پس از استقرار گیاه، بر اساس آمار تبخیر از تشتک کلاس A تیمارهای آبیاری برای هر کرت محاسبه و با کمک سیستم تحت فشار و توسط شیلنگ و کنتور اعمال شد.

جهت اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب و این صفات تعیین شد. جهت تعیین عملکرد دانه و بیوماس، بوته‌های دو متر مربع قسمت میانی هر کرت در زمان رسیدگی فیزیولوژیک (قهوه‌ای شدن چترها) برداشت و توزین شده و پس از جداسازی چترها و بوجاری بذور

عملکرد دانه نیز تعیین گردید.

به منظور محاسبه درصد اسانس مقدار ۱۰۰ گرم از بذور برداشت شده از هر کرت در دستگاه کلونجر و در فرآیند تقطیر با بخار آب قرار گرفته و میزان اسانس استحصالی از آن توزین شد. عملکرد اسانس نیز از حاصل ضرب عملکرد دانه و درصد اسانس به دست آمد.

تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام پذیرفت. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

## نتایج و بحث

### صفات مورفولوژیک

اثر تنش کم‌آبی بر ارتفاع بوته و بر تعداد شاخه فرعی در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش تنش کم‌آبی ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی در بوته به ترتیب ۳۴/۶۷ و ۱۴/۱۴ درصد کاهش یافت (جدول ۳). در تحقیق‌های جداگانه روی شوید (Haghshenas and Eskandari, 2011) و شنبلله (Baghbani Arani et al., 2017) با افزایش تنش خشکی ارتفاع بوته و تعداد شاخه جانبی در بوته کاهش یافت. علت کاهش ارتفاع بوته در شرایط تنش خشکی، کاهش فشار آماس و متعاقب آن کاهش تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها می‌باشد (Baghalian et al., 2011). به نظر می‌رسد علت کاهش تعداد شاخه فرعی در بوته با افزایش تنش کم‌آبی، کوتاه شدن دوره رویشی گیاه و عدم فرصت کافی برای جذب آب و مواد غذایی و در نتیجه تکمیل فرآیند شاخه‌زایی باشد. فراهمی آب بر بسیاری از جنبه‌های متابولیسمی گیاه از جمله جذب و آسمیلاسیون عناصر غذایی مؤثر است. کاهش در جذب عناصر غذایی در اثر کمبود آب ممکن است در این زمینه مؤثر باشد (Farhadi et al., 2013; Souri, 2016).

کاربرد مواد بهبوددهنده سوپرجاذب، ورمی کمپوست و متانول نسبت به شاهد موجب افزایش به ترتیب ۱۰/۱۹، ۵/۳۸ و ۵/۰۹ درصدی ارتفاع بوته شد (جدول ۴).

**Table 2. Mean square of the effect of organic and chemical improvements on yield, yield components, percentage and yield essential oil of *Anethum graveolens* L. under water deficit stress conditions**

Source of variance	df	Plant height	Number of branches per plant	Number of umbel per plant	Number of seed per umbel	1000 seed Weight	Seed yield	Biological yield	Harvest index	Percentage of essential oil	Essential oil yield
Replication	2	17.018 <sup>ns</sup>	0.143 <sup>ns</sup>	1.53 <sup>ns</sup>	5396.33 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	11637.69 <sup>ns</sup>	1530.5 <sup>ns</sup>	9.96 <sup>ns</sup>	0.039 <sup>ns</sup>	21.82 <sup>ns</sup>
Water stress (A)	2	1703.83 <sup>**</sup>	1.74	37.45 <sup>**</sup>	271643.71 <sup>**</sup>	0.369 <sup>**</sup>	5142934.8 <sup>**</sup>	36850439.04 <sup>**</sup>	30.92 <sup>ns</sup>	0.077 <sup>ns</sup>	1286.1 <sup>**</sup>
Error a	4	18.25	0.271	0.956	2851.006	0.03	16620.72	92184.56	8.36	0.55	26.49
Beneficial materials (B)	4	46.51 <sup>**</sup>	0.445 <sup>ns</sup>	7.56 <sup>**</sup>	7070.34 <sup>ns</sup>	0.021 <sup>ns</sup>	166184.85 <sup>**</sup>	957036.1 <sup>**</sup>	9.71 <sup>ns</sup>	0.018 <sup>ns</sup>	50.13 <sup>**</sup>
A × B	8	11.89 <sup>ns</sup>	0.315 <sup>ns</sup>	4.01 <sup>**</sup>	9355.1 <sup>**</sup>	0.024 <sup>ns</sup>	80004.61	457759.76 <sup>**</sup>	9.12 <sup>ns</sup>	0.038 <sup>ns</sup>	170.35 <sup>*</sup>
Error b	24	7.65	0.232	1.168	3163.83	0.026	18529.98	81633.08	36.69	0.02	6.761
C.V. (%)	-	5.89	12.98	13.05	14.93	8.44	11.12	9.24	15.01	8.25	12.47

\*\*,\* and <sup>ns</sup> are significant at 1 and 5% probability levels and non-significant, respectively.

**Table 3. Mean comparison of effect of water deficit stress on plant height, number of branches per plant and 1000 seed weight of *Anethum graveolens* L.**

water deficit stress (mm evaporation form evaporation pan)	Plant height (cm)	Number of branches per plant	1000 seed Weight (g)
60	58.94 <sup>a</sup>	4.10 <sup>a</sup>	1.71 <sup>b</sup>
120	43.49 <sup>b</sup>	3.51 <sup>b</sup>	1.99 <sup>a</sup>
180	38.50 <sup>c</sup>	3.52 <sup>b</sup>	1.98 <sup>a</sup>

Means with the same letter are not significantly different based on Duncan test ( $p \leq 0.05$ ).

**Table 4. Mean comparison of the effect of organic and chemical improvements plant height of *Anethum graveolens* L.**

	Treatment				
	Control	Zeolite	Vermi compost	Super absorbent	Methanol
Plant height (cm)	45.31 <sup>bc</sup>	44.16 <sup>c</sup>	47.75 <sup>ab</sup>	49.93 <sup>a</sup>	47.74 <sup>ab</sup>

Means with the same letter are not significantly different based on Duncan test ( $p \leq 0.05$ ).

Neamati, and Azizi, 2013; Naiji and Sour, 2015; )

(Naiji and Sour, 2018).

ورمی کمپوست از طریق افزایش جذب آب و تأثیر بر قابلیت تحریک کنندگی فعالیت‌های مفید خاک و افزایش توانایی جذب مواد غذایی موجب افزایش ارتفاع بوته می‌شود (Haj Seyed Hadi and Rezaee Ghale., 2016). هم‌چنین، استفاده از متانول به عنوان بهبوددهنده در گیاه سرخارگل ارتفاع بوته را افزایش داد (Khosravi et al., 2011). محلول پاشی متانول با افزایش تولید سایتوکینین و افزایش تقسیم سلولی، تحریک رشد و افزایش ارتفاع در گیاهان تیمار شده را موجب می‌شود (Amraei et al., 2017).

در تحقیقی، مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب

موجب افزایش ارتفاع بوته ماش شد (Soheilnejad et al., 2018). پلیمرهای سوپر جاذب می‌توانند مقادیر زیادی آب جذب کرده و آن را در ساختمان خود ذخیره نمایند و در مواقع کم‌آبی به تدریج آن را در اختیار ریشه گیاه قرار دهند (Jahan and Nassiri Mahallati, 2019). به نظر می‌رسد آزادسازی تدریجی آب در خاک توسط سوپر جاذب موجب تداوم سرعت رشد گیاه و افزایش تورژسانس سلولی و طولی شدن سلول‌ها و در نهایت افزایش ارتفاع گیاه شده باشد. نتایج برخی تحقیق‌ها حاکی از آن بود که استفاده از ورمی کمپوست باعث افزایش ارتفاع بوته در گیاه دارویی گل مغربی و هم‌چنین گیاهان مرزه و ریحان شد

### عملکرد و اجزای عملکرد دانه

در شرایط تنش کم آبی استفاده از مواد بهبوددهنده موجب افزایش تعداد چتر در بوته نسبت به شاهد شد (جدول ۵). در تیمار آبیاری مطلوب (۶۰ میلی متر تبخیر از تشتک) استفاده از سوپر جاذب (۱۲/۱۲) نسبت به شاهد از تعداد چتر در بوته بیشتری برخوردار بود (جدول ۵). هم چنین، در تیمار تنش متوسط (۱۲۰ میلی متر تبخیر از تشتک) کاربرد سوپر جاذب (۹/۵۴) و ورمی کمپوست (۹/۳۳) و در تیمار تنش شدید (۱۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک) کاربرد زئولیت (۷/۸۷) و ورمی کمپوست (۷/۶۷) نسبت به شاهد از لحاظ تعداد چتر در بوته برتر بودند (جدول ۵). در تحقیقی مشخص شد که کاربرد سوپر جاذب موجب افزایش تعداد چتر در بوته شوید شد (Shekofteh et al., 2013). به نظر می رسد که افزایش فراهمی آب توسط سوپر جاذب و آزادسازی تدریجی آن در خاک باعث افزایش رشد سبزینه ای گیاه شده که در نهایت بهبود رشد زایشی را نیز به دنبال خواهد داشت. در تحقیقی دیگر، کاربرد ورمی کمپوست موجب افزایش تعداد کپسول در بوته گل مغربی شد (Neamati and Azizi, 2013). ورمی کمپوست جذب آب و عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم را افزایش داده (Azeez et al., 2010) و از طریق افزایش رشد سبزینه ای گیاه موجب افزایش تعداد چتر در بوته می شود. در تحقیقی، مصرف ۹ تن در هکتار زئولیت و ۲/۷ تن در هکتار ورمی کمپوست اثر منفی تنش خشکی را در شنبلیله کاهش داد (Baghbani Arani et al., 2017).

در تیمار آبیاری مطلوب (۶۰ میلی متر تبخیر از تشتک) استفاده از مواد بهبوددهنده نسبت به شاهد تأثیر معنی داری بر تعداد دانه در چتر نداشت (جدول ۵). با افزایش تنش کم آبی به ویژه در تیمار تنش شدید (۱۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک) استفاده از تیمار سوپر جاذب و متانول

افزایش به ترتیب ۲۶/۵ و ۱۹/۹۶ درصدی تعداد دانه در چتر شوید حاصل شد (جدول ۵). در تحقیقی، کاربرد ۳۰ گرم در متر مربع سوپر جاذب تعداد دانه در چتر شوید را افزایش داد (Shekofteh et al., 2013). در بسیاری از گیاهان زراعی و دارویی بروز تنش آبی در دوره گل دهی بحرانی است و وقوع آن در این مرحله، تعداد گل هایی که به دانه تبدیل می شوند را به شدت کاهش می دهد (Amiri Deh Ahmadi et al., 2012). بنابراین، سوپر جاذب با در اختیار قرار دادن آب قابل دسترس برای گیاه از بروز این تنش ها در دوران گل دهی جلوگیری کرده و تعداد دانه در چتر را افزایش می دهد. در تحقیقی، محلول پاشی با متانول تعداد دانه در خورجین کلزا (*Brassica napus* L.) را افزایش داد (Ahmadi et al., 2018). در تحقیقی دیگر، استفاده از متانول تعداد گل گیاه سرخارگل را افزایش داد (Khosravi et al., 2011). به نظر می رسد متانول از طریق تأخیر در پیری برگ ها و افزایش دوام سطح برگ (Ramirez et al., 2006) موجب افزایش فتوسنتز جاری در مرحله زایشی شده و با تولید و انتقال آسیمیلات لازم زمینه افزایش تعداد گلچه های بارور و در نهایت تعداد بیشتر دانه در چتر گیاه شوید را فراهم کرده باشد.

افزایش تنش کم آبی موجب شد وزن هزار دانه به میزان ۱۵/۷۸ درصد افزایش یابد (جدول ۳). افزایش تنش کم آبی موجب کاهش وزن هزار دانه شوید (Amiri Deh Ahmadi et al., 2012) و شنبلیله (Baghbani Arani et al., 2017) شد. این در حالی بود که نتایج تحقیقی حاکی از عدم تأثیر معنی دار تنش خشکی بر وزن هزار دانه شوید بود (Madadi Bonab et al., 2013). احتمالاً، کاهش تعداد چتر در بوته باعث هدایت آسیمیلات بیشتر به دانه ها و افزایش سهم هر دانه از تولیدات فتوسنتزی و در نهایت افزایش وزن دانه ها شده باشد.

در سطوح مختلف تنش کم آبی، استفاده از مواد

**Table 5. Mean comparison of interaction between application of organic and chemical Beneficial materials and of water deficit stress on yield, some of yield components and essential oil yield of *Anethum graveolens* L.**

	Interaction between drought and Beneficial materials	Number of umbel per plant	Number of seed per umbel	Seed yield (kg. ha <sup>-1</sup> )	Biological yield (kg. ha <sup>-1</sup> )	Essential oil yield (L. ha <sup>-1</sup> )
60	Control	8.21 <sup>d</sup>	508.1 <sup>a</sup>	1591.37 <sup>c</sup>	2574.62 <sup>d</sup>	29.12 <sup>b</sup>
	Zeolite	9.75 <sup>c</sup>	564.7 <sup>a</sup>	1899.62 <sup>b</sup>	2962.04 <sup>c</sup>	27.71 <sup>b</sup>
	Vermi compost	8.70 <sup>c</sup>	517.8 <sup>a</sup>	1683.87 <sup>c</sup>	2622.96 <sup>d</sup>	27.75 <sup>b</sup>
	Super absorbent	12.12 <sup>a</sup>	535.4 <sup>a</sup>	2058.00 <sup>a</sup>	3237.00 <sup>b</sup>	35.88 <sup>a</sup>
	Methanol	10.92 <sup>b</sup>	531.7 <sup>a</sup>	2168.00 <sup>a</sup>	3459.83 <sup>a</sup>	35.03 <sup>a</sup>
120	Control	6.75 <sup>b</sup>	395.7 <sup>a</sup>	1229.75 <sup>a</sup>	1725.91 <sup>a</sup>	21.03 <sup>a</sup>
	Zeolite	7.06 <sup>b</sup>	328.1 <sup>b</sup>	978.19 <sup>b</sup>	1501.06 <sup>bc</sup>	18.29 <sup>a</sup>
	Vermi compost	9.33 <sup>a</sup>	227.6 <sup>c</sup>	789.50 <sup>c</sup>	1225.00 <sup>d</sup>	14.11 <sup>b</sup>
	Super absorbent	9.54 <sup>a</sup>	232.7 <sup>c</sup>	925.87 <sup>bc</sup>	1404.79 <sup>cd</sup>	17.86 <sup>a</sup>
	Methanol	7.83 <sup>b</sup>	362.9 <sup>ab</sup>	1257.37 <sup>a</sup>	1648.29 <sup>ab</sup>	21.20 <sup>a</sup>
180	Control	5.46 <sup>d</sup>	275.0 <sup>bc</sup>	631.25 <sup>b</sup>	993.08 <sup>c</sup>	10.57 <sup>b</sup>
	Zeolite	7.87 <sup>a</sup>	236.3 <sup>c</sup>	715.75 <sup>ab</sup>	994.92 <sup>c</sup>	12.17 <sup>ab</sup>
	Vermi compost	7.67 <sup>ab</sup>	255.1 <sup>c</sup>	729.50 <sup>ab</sup>	960.33 <sup>c</sup>	12.61 <sup>ab</sup>
	Super absorbent	6.25 <sup>cd</sup>	347.9 <sup>a</sup>	848.62 <sup>a</sup>	1402.37 <sup>a</sup>	14.51 <sup>a</sup>
	Methanol	6.67 <sup>bc</sup>	329.9 <sup>ab</sup>	850.37 <sup>a</sup>	1136.96 <sup>bc</sup>	15.10 <sup>a</sup>

Means with the same letter are not significantly different based on Duncan test ( $p \leq 0.05$ ).

2019). به نظر می‌رسد آزادسازی تدریجی آب در خاک توسط سوپرجاذب به‌ویژه در شرایط تنش شدید می‌تواند مانع از کاهش سرعت فتوسنتز شده و با در اختیار گذاشتن رطوبت بیشتر مانع از کاهش طول دوره رشد گیاه شود. در این تحقیق، با توجه به این که استفاده از سوپرجاذب در شرایط تنش کم آبی موجب افزایش تعداد دانه در چتر شد. بنابراین، انتظار می‌رود عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار داده و موجب افزایش آن شود. در تحقیقی، محلول پاشی متانول در شرایط تنش خشکی موجب افزایش شاخص‌های رشدی و عملکرد سویا شد (Amraei et al., 2017). استفاده از موادی مانند متانول با خواص تعدیل‌کنندگی تنش می‌تواند تا حدی جبران‌کننده کاهش عملکرد حاصل از خشکی باشد (Downie et al., 2004). در تحقیقی مشخص شد که استفاده از ژئولیت و ورمی کمپوست اثر منفی تنش خشکی را در شنبليله کاهش داد. نتایج یک آزمایش نشان داد که مصرف ۹ تن در هکتار ژئولیت باعث افزایش عملکرد دانه و کارایی مصرف آب شنبليله شد (Baghbani Arani et al., 2017). ظرفیت تبادل کاتیونی بالا، ساختار بسیار متخلخل،

بهبوددهنده موجب افزایش عملکرد دانه شوید شد (جدول ۵). به‌طوری‌که در تیمار آبیاری مطلوب (۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) بیشترین عملکرد دانه به‌طور مشترک از مواد بهبوددهنده متانول و سوپرجاذب با افزایش به‌ترتیب ۳۶/۲۳ و ۲۹/۳۲ درصدی نسبت به شاهد حاصل شد (جدول ۵). هم‌چنین، بیشترین عملکرد دانه در تیمار تنش شدید (۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) به‌طور مشترک متعلق به تیمارهای متانول و سوپرجاذب بود که از افزایش به‌ترتیب ۳۴/۷۱ و ۳۴/۴۳ درصدی نسبت به شاهد برخوردار بودند (جدول ۵). نتایج تحقیقی حاکی از آن بود که استفاده از مواد بهبوددهنده موجب افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب آفتابگردان در شرایط تنش خشکی شد (Moradi Ghahderijani et al., 2015). در مطالعه‌ای، بیشترین عملکرد دانه شوید از مصرف ۲۰ گرم در مترمربع سوپرجاذب حاصل شد (Shekofteh et al., 2013). پلیمرهای سوپرجاذب می‌توانند مقادیر زیادی آب جذب کرده و آن را در ساختمان خود ذخیره نمایند و در مواقع کم‌آبی به تدریج آن را در اختیار ریشه گیاه قرار دهند (Jahan and Nassiri Mahallati, 2013).



میلی متر تبخیر از تشتک) استفاده از سوپر جاذب و متانول موجب افزایش به ترتیب ۲۳/۲۱ و ۲۰/۲۹ درصدی عملکرد اسانس شد. این در حالی بود که تفاوت آماری معنی داری بین سایر مواد بهبود دهنده از لحاظ عملکرد اسانس وجود نداشت (جدول ۵). با افزایش تنش کم آبی و در تیمار تنش شدید (۱۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک) نیز استفاده از مواد بهبود دهنده افزایش عملکرد اسانس را به دنبال داشت و بیشترین عملکرد اسانس از محلول پاشی متانول و مصرف سوپر جاذب به ترتیب با افزایش ۴۲/۸۵ و ۳۷/۲۷ درصدی نسبت به شاهد به دست آمد (جدول ۵). در تحقیقی، محلول پاشی با متانول موجب افزایش درصد و عملکرد اسانس با درنجبویه (*Melissa officinalis*) شد (Haddadi et al., 2017). در آزمایش دیگر، استفاده از سوپر جاذب موجب افزایش درصد و عملکرد اسانس در شوید شد (Shekofteh et al., 2013). با توجه به این که عملکرد اسانس تابعی از درصد اسانس و عملکرد دانه می باشد، لذا با توجه به ثابت بودن درصد اسانس در تیمارهای مورد مطالعه (جدول ۲) و افزایش عملکرد دانه با مصرف سوپر جاذب و متانول به عنوان مواد بهبود دهنده در شرایط کم آبی (جدول ۵) انتظار می رود عملکرد اسانس در تیمارهای مذکور افزایش یابد.

### نتیجه گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که در شرایط تنش کم آبی استفاده از مواد بهبود دهنده آلی و شیمیایی موجب کاهش خسارت های وارده به عملکرد دانه و عملکرد اسانس شوید شد. هم چنین، نتایج نشان داد که زمانی گیاه شوید با تنش شدید آبی مواجه است جهت تعدیل تنش می توان از موادی مانند سوپر جاذب و متانول استفاده نمود. استفاده از این مواد در شرایط تنش شدید موجب افزایش عملکرد دانه شوید به میزان ۳۴ درصد نسبت به شاهد شد.

جذب سطحی و میزان آبیگری زیاد، جلوگیری از آبخسویی عناصر غذایی به ویژه در خاک های شنی از ویژگی های منحصر به فرد ژئولیت می باشد (Mumpton, 1999).

در سطوح مختلف تنش کم آبی، استفاده از مواد بهبود دهنده موجب افزایش عملکرد زیستی در شوید شد (جدول ۵). به طوری که در تیمار تنش شدید (۱۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک) کاربرد سوپر جاذب و متانول موجب افزایش به ترتیب ۴۱/۲۱ و ۱۴/۴۸ درصدی عملکرد دانه نسبت به شاهد شد (جدول ۵). در مطالعه ای روی شوید، بیشترین وزن خشک از مصرف ۳۰ گرم در مترمربع سوپر جاذب حاصل شد (Shekofteh et al., 2013). در مطالعه دیگر، محلول پاشی با متانول موجب افزایش عملکرد زیستی در کلزا شد. متانول در گیاهان محلول پاشی شده نقش خنک کننده و گشته گیاه را در مقابل افزایش درجه حرارت محافظت می کند. افزایش مقدار کلروفیل نیز با اکسیداسیون متانول در ارتباط است (Ahmadi et al., 2018). وقتی بوته ها در شرایط کمبود آب و افزایش درجه حرارت قرار گیرند با بسته شدن روزنه ها و کاهش درون برگی مواجه می شوند که در این صورت متانول به عنوان یک منبع کربنی می تواند باعث افزایش کلروفیل و در نهایت وزن خشک گیاه شود (Amraei et al., 2017). افزایش عملکرد زیستی شوید در شرایط تنش شدید و با کاربرد متانول بیانگر این است که بخشی از اثرات منفی ناشی از کمبود آب در شرایط تنش خشکی توسط محلول پاشی با متانول جبران شده است.

### درصد و عملکرد اسانس

اثر تنش کم آبی، مواد بهبود دهنده و برهمکنش آنها بر درصد اسانس معنی دار نبود، اما اثر آنها بر عملکرد اسانس معنی دار بود (جدول ۲). با افزایش تنش کم آبی، مصرف مواد بهبود دهنده موجب افزایش عملکرد اسانس شوید شد (جدول ۵). در تیمار آبیاری مطلوب (۶۰

### سپاس‌گزاری

نویسندگان از مرکز تحقیقات کشاورزی، گیاهان دارویی و علوم دامی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند و کلیه افرادی که در انجام این تحقیق به هر نحوی همکاری نمودند تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

جهت دستیابی به حداکثر عملکرد اسانس شوید استفاده از مواد بهبوددهنده آلی و معدنی مفید بود و در شرایط تنش شدید محلول پاشی متانول و مصرف سوپر جاذب موجب افزایش عملکرد اسانس در گیاه شوید در منطقه بیرجند شد.

### References

- Ahmadi, K., Rostami, M., & Hosseinzadeh, S. R. (2018). Effects of foliar application of methanol on yield and yield components of two cultivars of canola (*Brassica napus* L.) under rainfed conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 16(3), 629-640. [In Farsi]
- Amiri Deh Ahmadi, S. R., Rezvani Moghadam, P., & Ehyae, H. R. (2012). The effects of drought stress on morphological traits and yield of three medicinal plants (*Coriandrum sativum*, *Foeniculum vulgare* and *Anethum graveolens*) in greenhouse conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10(1), 116-124. [In Farsi]
- Amraei, B., Peknezad, F., Ebrahimi, M. A., & Subhaniyan, H. (2017). Effect of methanol foliar application and drought tension on grain yield and growth indices of soybean (*Glycine max* L.). *Crop Physiology Journal*, 9(34), 111-129. [In Farsi]
- Andalibi, B., Zehtab Salmasi, S., Ghassemi Gholezani, K., & Saba, J. (2011). Changes in Essential oil yield and composition at different parts of dill (*Anethum graveolens* L.) under limited irrigation conditions. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 21(2), 11-24. [In Farsi]
- Azeez, J. O., Van Averbek, A. B., & Okorogbona, A. O. M. (2010). Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. *Bioresource Technology*, 101(7), 2499-2505.
- Baghalian, K., Abdoshah, Sh., Khalighi-Sigaroudi, F., & Paknejad, F. (2011). Physiological and phytochemical response to drought stress of German chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 49(2), 201-207.
- Baghbani Arani, A., Modarres-Sanavy, S. A. M., Mashhadi Akbar Boogar, M., & Mokhtassi Bidgoli, A. (2017). Effect of application of zeolite and nitrogen fertilization on growth, seed yield and water productivity of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) under drought stress conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 19(3), 239-254. [In Farsi]
- Downie, A., Miyazaki, S., Bohnert, H., John, P., Coleman, J., Parry, M., & Haslam, R. (2004). Expression profiling of the response of Arabidopsis thaliana to methanol stimulation. *Phytochemistry*, 65(16), 2305-2316.
- Farhadi, N., Souri, M. K., & Alirezalu, A. (2013). Effect of sowing dates on quantity and quality of castor bean (*Ricinus communis* L.) under semi-arid condition in Iran. *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*, 18(2), 72-77.
- Haddadi, H., Moradi, P., & Matlabi, E. (2017). The effect of Methanol and Manganese sulfate on amount and components of essential oil of dracocephalum (*Melissa officinalis* L.). *Journal of Medicinal Plants*, 15(58), 80-88. [In Farsi]
- Haghshenas, J., & Eskandari, M. (2011). Growth parameters and essential oil percentage changes of dill (*Anethum graveolens* L.) as affected by drought stress and use of 28-homobrassinolide. *Journal of*

- Plant Ecophysiology*, 3(9), 29-40. [In Farsi]
- Haj Seyed Hadi, M. R., & Rezaee Ghale, H. (2016). Effects of vermicompost and foliar application of amino acids and urea on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 31(6), 1058-1070. [In Farsi]
- Jahan, M., & Nassiri Mahallati. (2019). Meta-analysis of the effect of super-absorbent application on crops yield in Iran. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 17(2), 207-220. [In Farsi]
- Khosravi, M. T., Mehr Afarin, A., Naghdi Badi, H. A., Haji Aghaei, R., & Khosravi, E. (2011). The Effect of Methanol and Ethanol on yield of purple coneflower (*Echinacea purpurea* L.) in Karaj Region. *Herbal Medicine Journal*, 2(2), 121-128. [In Farsi]
- Madadi Bonab, S., Zehtab Salmasi, S., & Ghassemi Golezani, K. (2013). Effect of irrigation and nitrogen fertilizer levels on yield and yield components of dill (*Anethum graveolens* L.). *Agroecology*, 5(1), 67-74. [In Farsi]
- Moradi Ghahderijani, M., Sadat Asilan, K., & Modarres Sanavy, S. A. M. (2015). Effect of imperovers application on seed yield and irrigation water use efficiency of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under water deficit stress conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 17(2), 115-127. [In Farsi]
- Mumpton, F. (1999). La roca magica: Uses of natural zeolites in agriculture and industry. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(7), 3463-3470.
- Naiji, M., & Souri, M. K. (2015). Growth and yield of summer savory plants under application of organic and biological fertilizers in line with organic production. *Iranian Journal of Plant Products*, 38(3), 93-103. [In Farsi]
- Naiji, M., & Souri, M. K. (2018). Nutritional value and mineral concentrations of sweet basil under organic compared to chemical fertilization. *Journal of Hortorum Cultus*, 17(2), 167-175.
- Neamati, H., & Azizi, M. (2013). The effect of different levels of vermicompost and plant density on growth and developmental factors, seed yield and oil content of evening primrose (*Oenothera biennis* L.). *Plant Productions*, 36(2), 23-34. [In Farsi]
- Nourihoseini, S. M., Khorassani, R., Astaraei, A. R., Rezvani Moghadam, P., & Zabihi, H. R. (2016). Effect of different fertilizer resources and humic acid on some morphological criteria, yield and antioxidant activity of black zira seed (*Bunium persicum* Boiss). *Applied Field Crops Research*, 29(4), 87-104. [In Farsi]
- Qeshm, R., Khorramdel, S., Mahmudi, Gh., & Hosseini, M. (2015). Effects of planting date and preservative practices on density and growth characteristics and quantitative and qualitative yield of dill (*Anethum graveolens* L.). *Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology*, 1(14), 45-62. [In Farsi]
- Ramirez, I., Dorta, F., Espinoza, V., Jimenez, E., Mercado, A., & Pen a Cortes, H. (2006). Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of Arabidopsis, tobacco and tomato plants. *Journal of Plant Growth Regulation*, 25(1), 30-44.
- Shekofteh, H., Salari, N., & Abdi, S. (2013). Effect of different ratios of nitrate to ammonium and super absorbent polymer on the yield of medicinal plant dill (*Anethum graveolens* L.). *Plant Production Technology*, 15(2), 55-68. [In Farsi]
- Soheilnejad, A., Mahdavi Damghani, A., Liaghati, S., & Pezeshkpour, P. (2018). Effect of superabsorbent hydrogel Aquasorb application on mitigating drought stress, grain yield and water use efficiency of mung bean (*Vigna radiate* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 19(4), 363-375. [In Farsi]

Souri, M. K. (2016). Aminocheilate fertilizers: The new approach to the old problem: A review. *Open Agriculture*, 1(1), 118-123.