مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران | شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJMAPR.2022.356393.3079
جلد ۳۸، شماره ۲، صفحه ۳۰۰-۲۸۶ (۱۴۰۱) | شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350905.1401.38.2.7.7

ارزیابی تأثیر هیومیک اسید و جلبک دریایی بر عملکرد دانه و ویژگی‌های زراعی *Cuminum cyminum* L. در شرایط تنش خشکی

مهران رهگشاهی[۱]، خدابخش پناهی کرد لاغری[۲*] و محمد مهدی رحیمی[۳]

۱- دانشجوی دکتری، گروه کشاورزی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه کشاورزی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران، پست الکترونیک: kh.panahi.kl@gmail.com

۳- استادیار، گروه کشاورزی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران

تاریخ دریافت: آبان ۱۴۰۰ | تاریخ اصلاح نهایی: فروردین ۱۴۰۱ | تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۴۰۱

چکیده

زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) یکی از گیاهان دارویی ارزشمند است که در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور که با تنش خشکی مواجه هستند، کشت می‌شود. بر این اساس، تأثیر عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید در شرایط تنش خشکی در آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان بویراحمد در ۳۵ کیلومتری شهر یاسوج بررسی شد. تنش خشکی به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح آبیاری پس از مصرف ۳۵٪ رطوبت خاک (شاهد)، آبیاری پس از مصرف ۷۰٪ رطوبت خاک و آبیاری پس از مصرف ۹۰٪ رطوبت خاک و فاکتور فرعی هیومیک اسید در دو سطح صفر و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر و فاکتور فرعی دیگر جلبک دریایی در دو سطح صفر و دو لیتر در هکتار بود. نتایج آزمایش نشان داد که محلول‌پاشی هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد اسانس، تعداد ساقه‌های فرعی، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، وزن هزاردانه، تعداد دانه در چتر، تعداد چتر در بوته، ارتفاع بوته و درصد اسانس داشت و اثرهای منفی ناشی از تنش خشکی را کاهش داد. به‌طوری که بیشترین میزان عملکرد دانه، وزن هزاردانه، عملکرد اسانس و تعداد دانه در چتر با محلول‌پاشی هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی بدست آمد. کاربرد اسید هیومیک نسبت به عصاره جلبک دریایی در بیشتر صفات تأثیر بیشتری داشت، به‌نحوی که تنها در صفات عملکرد اسانس و درصد اسانس عصاره جلبک دریایی تأثیر بیشتری از فاکتور اسید هیومیک نشان داد. به‌طور کلی نتایج نشان داد که محلول‌پاشی هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی می‌تواند شرایط نامطلوب تنش را تعدیل کند و موجب افزایش ۴۱/۴ درصدی عملکرد زیره سبز شود.

واژه‌های کلیدی: درصد اسانس، عملکرد اسانس، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، عملکرد زیستی.

مقدمه

تنش خشکی مهمترین تنش غیرزنده‌ای است که بر رشد، توسعه و عملکرد گیاهان به شدت تأثیر دارد (Haghjoo & Bahrani, 2014؛ Amiri *et al.*, 2015). البته استفاده از راهکارهای مناسب می‌تواند به میزان زیادی کاهش عملکرد را جبران کند (Amiri *et al.*, 2022).

زیره سبز با نام علمی *Cuminum cyminum* L.، گیاهی علفی، یک‌ساله و معطر از خانواده چتریان است (Bettaieb *et al.*, 2012). زیره سبز از گیاهان دارویی مهم به‌شمار می‌رود که دارای ارزش اقتصادی فراوانی بوده و در درمان بیماری‌های مختلفی مانند تشنج، صرع و دیابت مورد استفاده قرار می‌گیرد (Bayati *et al.*, 2020). زیره سبز، به‌دلیل دارا بودن ویژگی‌هایی از قبیل شکل برگ‌ها، کوتاه بودن بوته‌ها، رنگ و پوشش سطح اندام‌های گیاه، فصل رشد کوتاه، نیاز آبی کم، عدم تداخل فصل رشد آن با سایر محصولات کشاورزی، توجیه اقتصادی آن نسبت به دیگر محصولات زراعی و صادراتی بودن آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک دارای اهمیت است (Ariafar & Forouzandeh, 2017).

امروزه استفاده از کودهای شیمیایی به‌عنوان سریع‌ترین راه برای جبران کمبود عناصر غذایی خاک گسترش یافته است که این موضوع موجب بروز مشکلات زیست محیطی متعدد و اُفت کیفیت محصولات کشاوزی شده است. کشاورزی پایدار با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی راه‌حلی مطلوب برای غلبه بر این مشکلات است (Alipour *et al.*, 2021). اسید هیومیک از منابع مختلف مانند خاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده، زغال‌سنگ و غیره استخراج می‌شود (Sanjari Mijani *et al.*, 2015). اسید هیومیک نفوذپذیری غشای سلولی را افزایش داده و بدین طریق ورود پتاسیم را تسهیل می‌کند که نتیجه آن افزایش فشار داخل سلولی و تقسیم سلول است و همچنین یک فاکتور مهم در جذب نیتروژن به درون سلول و کاهش تولید نیترات می‌باشد که منجر به افزایش تولید می‌شود (Khalesro & Malekian, 2017). استفاده از جلبک‌ها به‌عنوان کود به قرن نوزده برمی‌گردد که برای اولین بار توسط ساحل‌نشینان مورد استفاده قرار گرفت. یکی از مزایای مصرف کودهای جلبکی کاهش اختلالات فیزیولوژیکی ناشی از کمبود عناصر معدنی است (Rahul *et al.*, 2016). از دیگر خواص کاربرد جلبک‌ها علاوه‌بر دارا بودن ازت و سطوح بالایی از عناصر معدنی، وجود ترکیب‌های هورمونی ازجمله اکسین، جیبرلین و سیتوکینین در عصاره جلبک‌های قهوه‌ای است که سبب افزایش رشد و تولید در گیاهان شده است (Grzesik *et al.*, 2017؛ Thambiraj *et al.*, 2012). اضافه کردن عصاره جلبک دریایی به خاک و یا به‌صورت افشانه برگی در بسیاری از گیاهان مانند غلات، حبوبات، گیاهان دارویی و درختان میوه موجب بهبود عملکرد محصول می‌گردد (Anisimov *et al.*, 2013). Paul و Shridevi (۲۰۱۴) نشان دادند که کاربرد جلبک قرمز *Pennisetum glaucum* موجب افزایش قابل ملاحظه‌ای در رشد و عملکرد گیاه نسبت به تیمار شاهد می‌شود. به‌طور کلی هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید در شرایط تنش خشکی بر صفات زراعی و عملکرد گیاه زیره سبز در شهرستان یاسوج (که یکی از قطب‌های توسعه و کشت گیاهان دارویی در کشور است) است تا با توجه به شرایط تنش خشکی در استان بتوان با این معضل مقابله کرد.

مواد و روش‌ها

برای بررسی اثرهای هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی در شرایط تنش خشکی بر خصوصیات زراعی گیاه زیره سبز آزمایشی در طی دو سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در مزرعه‌ای در روستای صالحان از توابع بخش کبگیان شهرستان بویراحمد واقع در ۳۵ کیلومتری شهر یاسوج با مختصات جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۹ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۰ درجه و ۵۱ دقیقه عرض جغرافیایی به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تنش خشکی به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح آبیاری پس از مصرف ۳۵٪ رطوبت خاک (شاهد)،

آبیاری پس از مصرف ۷۰٪ رطوبت خاک و آبیاری پس از مصرف ۹۰٪ رطوبت خاک و فاکتورهای فرعی شامل هیومیک اسید در دو سطح صفر و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر و جلبک دریایی در دو سطح صفر و دو لیتر در هکتار بود.

قبل از انجام آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک به‌طور تصادفی نمونه‌گیری شد و نتایج تجزیه نمونه خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1. Some physical and chemical properties of experimental farm soil

Soil texture	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	K ($mg.kg^{-1}$)	P ($mg.kg^{-1}$)	Total N (%)	OC (%)	TNV	pH	EC ($dS.m^{-1}$)
Clay-Loam	24	33	40	260	12.5	0.24	0.73	12	7.5	0.7

OC: Organic Carbon, TNV: Total Neutralising Value

در اوایل بهار در زمینی که سال قبل به‌صورت آیش بود، عملیات شخم و دو دیسک عمود بر هم انجام و زمین مورد نظر کرت‌بندی شد. بذرها قبل از کاشت برای افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی به مدت ۲۴ ساعت در آب خیس و بعد به‌صورت دستی در عمق ۲- ۱/۵ سانتی‌متر کاشته شدند. در هر نقطه کشت، ۳ تا ۴ عدد بذر قرار داده شد که بعد از استقرار گیاه در مرحله دو تا چهار برگی، یک بوته حفظ گردید. هر کرت شامل پنج خط کشت به طول دو متر با فاصله بین خطوط ۲۵ سانتی‌متر و فاصله روی خطوط ۲۰ سانتی‌متر بود. بین کرت‌های اصلی برای جلوگیری از اختلاط تیمارهای موجود، ۲/۵ متر فاصله در نظر گرفته شد. کوددهی و تغذیه گیاه براساس آزمون خاک و توصیه کودی به میزان ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره و ۱۰۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپیل انجام شد. تاریخ کاشت در هر دو سال آزمایش ۲۲ اسفند بود.

محلول‌پاشی هیومیک اسید در طی دو مرحله انجام شد. مرحله اول در ۵-۳ برگی گیاه در هفته اول اردیبهشت‌ماه و مرحله بعدی دو هفته بعد تکرار شد. کود مایع جلبک دریایی با نام تجاری گرین‌مور پرولیکس به‌صورت محلول‌پاشی در دو مرحله با فاصله یک هفته‌ای بعد از محلول‌پاشی هیومیک اسید انجام گردید. محلول‌پاشی در ساعات نخستین صبح پس از نایلون‌کشی کرت‌های مجاور برای عدم اختلاط تیمارها انجام شد.

برای تعیین دقیق زمان آبیاری از دستگاه تعیین اندازه‌گیری رطوبت خاک (TDR) German, FM-Trime که درصد حجمی رطوبت خاک را در عمق مورد نظر (۴۰ سانتی‌متر) تعیین می‌کند، استفاده شد. تمامی کرت‌ها تا مرحله ۴۰٪ رطوبت قابل استفاده خاک در وضعیت یکنواخت آبیاری قرار داشت و پس از آن تیمارهای آبیاری اعمال شد. میزان آب به‌وسیله کنتور آب اندازه‌گیری گردید و از سیستم آبیاری قطره‌ای برای مدیریت آبیاری استفاده شد.

پس از حذف یک متر از ابتدا و انتهای هر کرت آزمایشی به‌عنوان اثر حاشیه‌ای، نمونه‌برداری از کرت‌ها انجام و از هر کرت ده بوته به‌طور تصادفی برداشت شد. از دانه‌های رسیده داخل هر کرت مربعی به ابعاد ۰/۵ متر انتخاب و بوته‌های آن برداشت شد. برای تعیین اجزاء عملکرد از ردیفی که درون منطقه نمونه‌برداری بود، ده بوته به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد دانه در چتر و تعداد چتر در بوته و وزن هزاردانه بدست آمد. برای تعیین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد داخل آون قرار گرفتند.

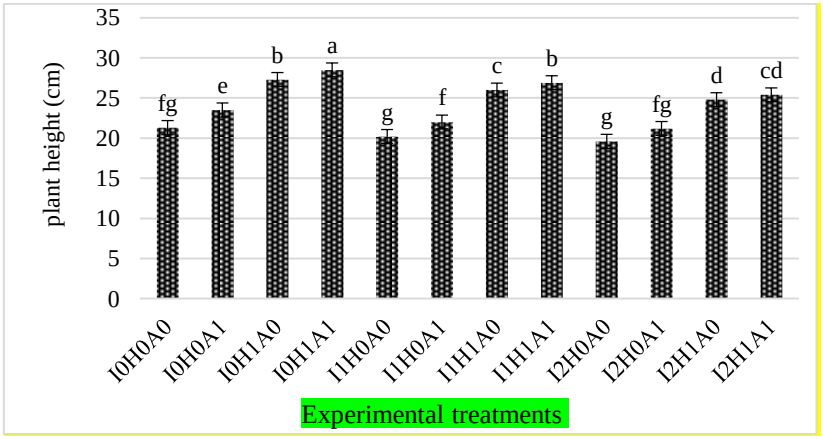
برای اندازه‌گیری درصد اسانس از روش تقطیر با آب (دستگاه کلونجر) استفاده شد. بدین‌منظور از هر کرت یک نمونه ۳۰ گرمی از دانه‌ها که کاملاً پودر شده همراه با ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر درون بالن ۱۰۰۰cc قرار داده و سه

ساعت حرارت داده شد. در اثر حرارت و فشار بخار آب غده‌های حاوی اسانس شکسته و اسانس همراه با بخار آب وارد مبرد گردید. در مبرد عمل میعان انجام شده و قطرات اسانس درون آب به‌صورت دو فاز مشخص به طرف لوله مدرج حرکت کرد و به‌دلیل سبک‌تر بودن اسانس نسبت به آب، اسانس روی آب تجمع پیدا کرد و آب اضافی از طریق لوله رابط به بالن بازگشت. سپس با استفاده از ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۰۱ اسانس اندازه‌گیری گردید. پس از محاسبه درصد وزنی اسانس در دانه‌ها، عملکرد آن در واحد سطح بر حسب کیلوگرم در هکتار تعیین شد. برای انجام تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار (SAS 9.1) استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام شد و شکل‌ها با نرم‌افزار اکسل رسم گردید.

نتایج

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمارهای سال، تنش خشکی، عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید و اثرهای متقابل آنها در سطح ۱٪ بر ارتفاع بوته معنی‌دار بوده است (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اعمال تنش خشکی در تیمار آبیاری پس از مصرف ۷۰٪ رطوبت خاک اگرچه کاهش ارتفاع بوته را به‌دنبال داشت اما اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت، تیمار آبیاری پس از مصرف ۹۰٪ سبب کاهش ارتفاع بوته بیش از ۹٪ شد (جدول ۳). اعمال تیمار هیومیک اسید سبب افزایش معنی‌دار ۲۷/۹ درصدی ارتفاع بوته شد، همچنین اعمال تیمار عصاره جلبک دریایی سبب افزایش معنی‌دار بیش از ۱۳ درصدی ارتفاع بوته نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۳). در برهم‌کنش تیمارها، بیشترین میزان ارتفاع بوته ۲۸/۵ سانتی‌متر متعلق به تیمار آبیاری پس از مصرف ۳۰٪ رطوبت به همراه محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید بود. کمترین میزان ارتفاع بوته ۱۹/۶ سانتی‌متر مربوط به تیمار برهم‌کنش آبیاری پس از مصرف ۹۰٪ رطوبت خاک بدون محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید بود (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی بر ارتفاع بوته زیره سبز (***Cuminum cyminum***)

Figure 1. Means comparison of interaction effects of experimental treatments on plant height of *Cuminum cyminum*

Columns with common letters have no significant difference at 5% probability level.

I0, I1, and I2: irrigation after consumption of 35 (control), 70, and 90% of soil moisture, respectively; H0 and H1: humic acid at two levels of 0 and 300 $mg.L^{-1}$, respectively; A0 and A1: algae at two levels of 0 and 2 $L.ha^{-1}$, respectively.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در گیاه زیره سبز (***Cuminum cyminum***) تحت تیمارهای مختلف آزمایشی طی دو سال

Table 2. ANOVA of studied traits in *Cuminum cyminum* under different experimental treatments during two years

S.O.V.	df	Plant height	No. of sub branches	No. of umbrellas per plant	No. of seeds per umbrella	1000-seed weight	Seed yield	Biological yield	Essential oil percentage	Essential oil yield
Y	1	6.2**	7.3*	12.8**	25.4**	0.11**	18262.5**	52117.1**	0.015**	23.2**
Rep*Y	4	3.4	1.6	5.3	15.6	0.09	8432.6	56478.3	0.005	13.1
I	2	13.9*	28.4*	9.7**	24.9**	0.6**	42538.9**	884513.9**	0.03**	26.8**
Y*I	2	8.4*	33.7**	14.5**	14.2**	0.04**	25299.4**	5417.9**	0.005**	11.7**
Rep*I*Y	6	3.6	2.5	5.2	10.3	0.33	9022.5	21564.7	0.002	9
HA	1	49.4**	42.4**	20.6**	34.3**	0.2**	38220.6**	399652.7**	0.02**	10.8**
Y*HA	1	7.2**	10.2*	3.7**	6.3**	0.08**	8806.5**	34052.9**	0.004**	4.8**
I*HA	2	5.8**	17.9**	14.9**	17.2**	0.3**	46921.3**	317866.2**	0.03**	14.1**
Y*I*HA	2	6.9**	14.6**	9.4**	11.5**	0.11**	20738.8**	211308.4**	0.005**	9.9**
Error(a)	12	17.4	17.3	15.6	13.7	0.22	752.4	6289.5	0.02	9.6
A	1	57.1**	28.2**	12.3**	17.6**	0.09**	26309.4**	297930**	0.018**	34.6**
Y*A	1	22.5**	7.8**	7.6**	8.9**	0.13**	10211.6**	19660.2**	0.002**	16**
I*A	2	30.7**	14.2**	16.4**	30.3**	0.09**	40338.7**	323044.6**	0.015**	28.9**
Y*I*A	2	18.6**	21.7**	9.9**	10.4**	0.11**	17730.1**	169230.5**	0.03**	17.1**
HA*A	1	36.5**	30.8**	22.2**	41.2**	0.41**	42103.2**	326605.4**	0.07**	26.6**
Y*HA*A	1	9.3**	14.5*	7.5**	8.5**	0.19**	18020.4**	180205.2**	0.06**	9.3**
I*HA*A	2	39.4**	26.8**	20.4**	44.9**	0.32**	44120.5**	351213.8**	0.038**	41.7**
Y*I*HA*A	2	16.7**	19.2**	11.6**	16.8**	0.18**	9806.2**	282152**	0.02**	25.6**
Error(b)	24	20.6	17.1	12.8	19.5	2.5	21.8	29.3	0.38	8.2
CV (%)		11.34	10.37	14.68	15.62	9.46	19.57	23.72	7.12	9.42

^{ns}, *, and **: not significant, significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

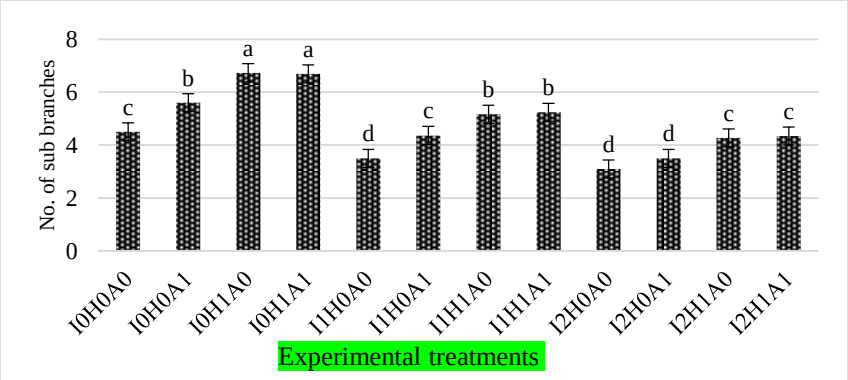
Y= year, I= irrigation, H= humic acid, and A= Algae.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در گیاه زیره سبز (*Cuminum cyminum*) تحت تیمارهای مختلف آزمایشی طی دو سال

Table 3. Means comparison of studied traits in *Cuminum cyminum* under different experimental treatments during two years

Treatment		Plant height (cm)	No. of sub branches	No. of umbrellas per plant	No. of seeds per umbrella	1000-seed weight (g)	Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	Essential oil (%)	Essential oil yield ($kg.ha^{-1}$)
I	30% MD	21.6 a	4.8 a	9.7 a	16.6 a	2.65 a	522.8 a	1472.3 a	1.4 b	7.73 a
	70% MD	20.4 b	3.8 b	8.3 b	15.4 b	2.37 b	404.3 b	1254.7 b	1.83 a	7.4 a
	90% MD	18.8 b	3.2 b	7.9 b	12.3 c	2.18 b	355.6 c	1079.6 c	2.1 a	6.89 b
HA	Non-Foliar application	22.2 b	4.7 b	10.2 b	20.4 b	2.53 b	516.9 b	1523.5 b	1.53 b	7.69 b
	Foliar application	28.4 a	7.2 a	14.3 a	29.2 a	3.1 a	702.4 a	1988.4 a	2.02 a	8.65 a
A	Non-foliar application	20.8 b	4.1 b	9.4 b	21.8 b	2.45 b	531.7 a	1506.1 b	1.56 b	7.25 b
	Foliar application	23.6 a	5.2 a	10.7 a	29.9 a	2.87 a	612.2 b	1833.9 a	2.24 a	3.3 a

In each column, means with common letters are not significantly different at 5% probability level (Duncan test).
I= irrigation, H= humic acid, A= Algae, and MD= Moisture depletion.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی بر تعداد شاخه‌های فرعی زیره سبز (*Cuminum cyminum*)

Figure 2. Means comparison of interaction effects of experimental treatments on number of sub branches of *Cuminum cyminum*

Columns with common letters have no significant difference at 5% probability level.

I0, I1, and I2: irrigation after consumption of 35 (control), 70, and 90% of soil moisture, respectively; H0 and H1: humic acid at two levels of 0 and 300 $mg.L^{-1}$, respectively; A0 and A1: algae at two levels of 0 and 2 $L.ha^{-1}$, respectively.

تعداد شاخه‌های فرعی

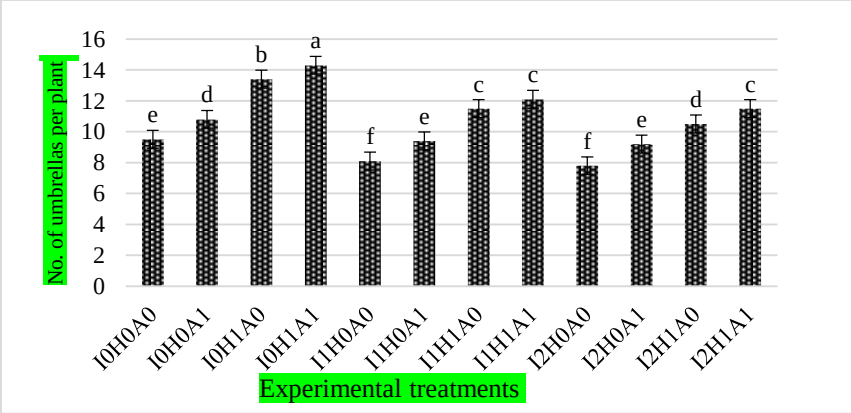
نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمارهای سال، تنش خشکی، هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی و اثرهای متقابل آنها در سطح ۱٪ بر تعداد شاخه‌های فرعی معنی‌دار بوده است (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در تیمار آبیاری پس از مصرف ۹۰٪ رطوبت خاک تعداد شاخه‌های فرعی نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌دار ۳۳٪ پیدا کرد (جدول ۳). اعمال تیمار عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید به‌ترتیب باعث افزایش معنی‌دار ۲۱/۱ و ۵۳ درصدی تعداد شاخه‌های فرعی نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۳). در برهم‌کنش تیمارها، بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی (۶/۷۳) متعلق به تیمار آبیاری پس از مصرف ۳۰٪ رطوبت خاک (شاهد) به‌همراه محلول‌پاشی هیومیک اسید و عدم محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی بود. کمترین تعداد

شاخه‌های فرعی (۳/۱) نیز مربوط به تیمار برهم‌کنش آبیاری پس از مصرف ۹۰٪ رطوبت خاک بدون محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید بود (شکل ۲).

تعداد چتر در بوته

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمارهای سال، تنش خشکی، هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی و اثرهای متقابل آنها در سطح ۱٪ بر تعداد چتر در بوته معنی‌دار بوده است (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در تیمار آبیاری پس از مصرف ۹۰٪ رطوبت خاک تعداد چتر در بوته نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌دار ۱۸/۵ درصدی پیدا کرد (جدول ۳). اعمال تیمار عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید به‌ترتیب باعث افزایش معنی‌دار ۱۳/۸٪ و ۴۰٪ تعداد چتر در بوته نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۳).

بیشترین تعداد چتر در بوته (۱۴/۳) متعلق به تیمار آبیاری پس از مصرف ۳۰٪ رطوبت خاک (شاهد) به‌همراه محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید بود و کمترین آن (۷/۸) نیز مربوط به تیمار برهم‌کنش آبیاری پس از مصرف ۹۰٪ رطوبت خاک بدون محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید بود (شکل ۳).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی بر تعداد چتر در بوته زیره سبز (***Cuminum cyminum***)

Figure 3. Means comparison of interaction effects of experimental treatments on number of umbrellas per plant of *Cuminum cyminum*

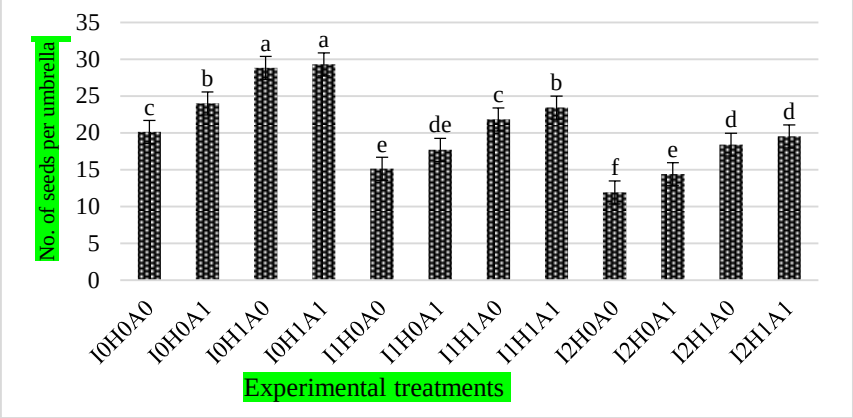
Columns with common letters have no significant difference at 5% probability level.

I0, I1, and I2: irrigation after consumption of 35 (control), 70, and 90% of soil moisture, respectively; H0 and H1: humic acid at two levels of 0 and 300 mg.L^{-1}, respectively; A0 and A1: algae at two levels of 0 and 2 L.ha^{-1}, respectively.

تعداد دانه در چتر

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمارهای سال، تنش خشکی، هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی و اثرهای متقابل آنها در سطح ۱٪ بر تعداد دانه در چتر معنی‌دار بوده است (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در تیمار آبیاری پس از مصرف ۹۰٪ رطوبت خاک تعداد دانه در چتر نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌دار ۳۷٪ پیدا کرد (جدول ۳). اعمال تیمار عصاره جلبک دریایی سبب افزایش معنی‌دار ۱۸/۸٪ تعداد دانه در چتر و اعمال تیمار هیومیک اسید نیز سبب افزایش معنی‌دار ۴۳٪ تعداد دانه در چتر نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۳). براساس نتایج بدست آمده، در برهم‌کنش تیمارهای آزمایش نیز بیشترین تعداد دانه در چتر (۲۹/۳) متعلق به تیمار آبیاری پس از مصرف ۳۰٪ رطوبت خاک (شاهد) به‌همراه محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید و کمترین آن (۱۱/۹) نیز مربوط به تیمار برهم‌کنش آبیاری

پس از مصرف ۹۰٪ رطوبت خاک بدون محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید بود (شکل ۴).

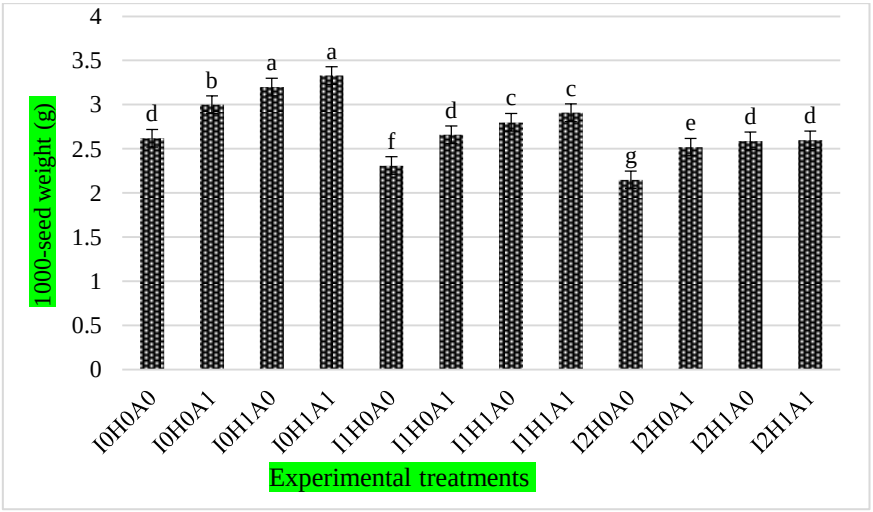


شکل ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی بر تعداد دانه در چتر زیره سبز (***Cuminum cyminum***)

Figure 4. Means comparison of interaction effects of experimental treatments on number of seeds per umbrella of *Cuminum cyminum*

Columns with common letters have no significant difference at 5% probability level.

I0, I1, and I2: irrigation after consumption of 35 (control), 70, and 90% of soil moisture, respectively; H0 and H1: humic acid at two levels of 0 and 300 mg.L^{-1}, respectively; A0 and A1: algae at two levels of 0 and 2 L.ha^{-1}, respectively.



شکل ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی بر وزن هزاردانه زیره سبز (***Cuminum cyminum***)

Figure 5. Means comparison of interaction effects of experimental treatments on 1000-seed weight of *Cuminum cyminum*

Columns with common letters have no significant difference at 5% probability level.

I0, I1, and I2: irrigation after consumption of 35 (control), 70, and 90% of soil moisture, respectively; H0 and H1: humic acid at two levels of 0 and 300 mg.L^{-1}, respectively; A0 and A1: algae at two levels of 0 and 2 L.ha^{-1}, respectively.

وزن هزاردانه

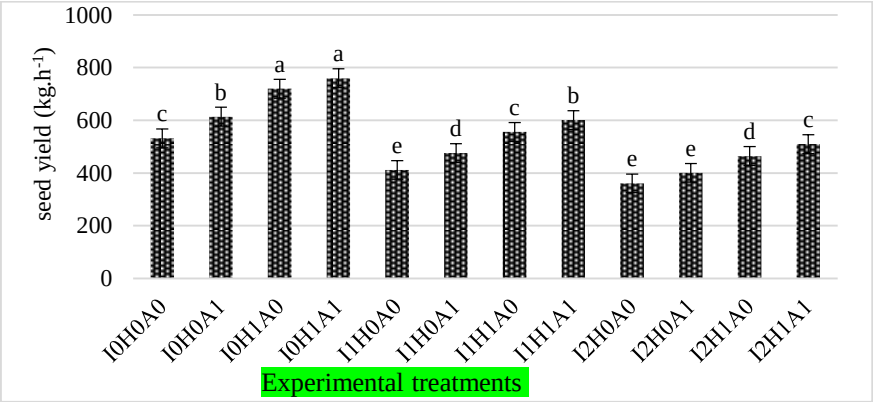
نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمارهای سال، تنش خشکی، هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی و اثرهای متقابل آنها در سطح ۱٪ بر وزن هزاردانه معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در تیمار آبیاری پس از مصرف ۹۰٪ رطوبت خاک وزن هزاردانه نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌دار ۱۷/۷٪ پیدا کرد (جدول ۳). کاربرد عصاره جلبک دریایی

و هیومیک اسید به‌ترتیب سبب افزایش معنی‌دار ۱۷٪ و ۲۲٪ در وزن هزاردانه نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۳). در برهم‌کنش تیمارهای آزمایش بر صفت وزن هزاردانه، بیشترین وزن هزاردانه به میزان ۳/۳۳ گرم متعلق به تیمار آبیاری پس از مصرف ۳۰٪ رطوبت خاک (شاهد) به همراه محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید بود و کمترین وزن هزاردانه به میزان ۲/۱۵ گرم مربوط به تیمار برهم‌کنش آبیاری پس از مصرف ۹۰٪ رطوبت خاک بدون محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید بود (شکل ۵).

عملکرد دانه و عملکرد زیستی

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمارهای سال، تنش خشکی، هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی و اثرهای متقابل آنها در سطح ۱٪ بر عملکرد دانه و عملکرد زیستی معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در تیمار آبیاری پس از مصرف ۹۰٪ رطوبت خاک عملکرد دانه و عملکرد زیستی به‌ترتیب ۳۲٪ و ۲۶/۶٪ نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌دار پیدا کرده است (جدول ۳). اعمال تیمار عصاره جلبک دریایی سبب افزایش معنی‌دار ۱۶/۸٪ عملکرد دانه و ۲۳/۳٪ عملکرد زیستی نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۳). همچنین کاربرد عصاره جلبک دریایی سبب افزایش معنی‌دار ۲۱/۷٪ عملکرد دانه و ۳۵/۹٪ عملکرد زیستی نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۳).

براساس نتایج بدست آمده در برهم‌کنش تیمارهای آزمایش بر صفت عملکرد دانه و عملکرد زیستی بیشترین عملکرد دانه (۷۵۹/۲ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد زیستی (۲۰۹۴ کیلوگرم در هکتار) متعلق به تیمار آبیاری پس از مصرف ۳۰٪ رطوبت خاک (شاهد) به‌همراه محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید بود و کمترین عملکرد دانه ۳۶۰/۶ کیلوگرم در هکتار و عملکرد زیستی (۹۹۶/۳ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار برهم‌کنش آبیاری پس از مصرف ۹۰٪ رطوبت خاک بدون محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید بود (شکل‌های ۶ و ۷).

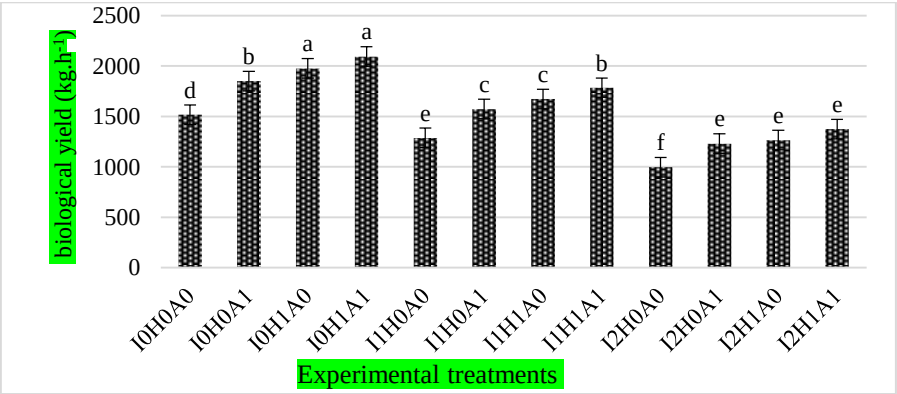


شکل ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی بر عملکرد دانه زیره سبز (***Cuminum cyminum***)

Figure 6. Means comparison of interaction effects of experimental treatments on seed yield of *Cuminum cyminum*

Columns with common letters have no significant difference at 5% probability level.

I0, I1, and I2: irrigation after consumption of 35 (control), 70, and 90% of soil moisture, respectively; H0 and H1: humic acid at two levels of 0 and 300 $mg.L^{-1}$, respectively; A0 and A1: algae at two levels of 0 and 2 $L.ha^{-1}$, respectively.



شکل ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی بر عملکرد زیستی زیره سبز (***Cuminum cyminum***)

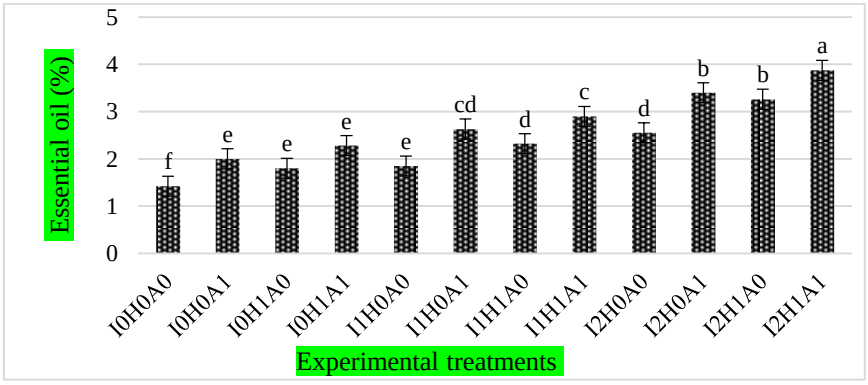
Figure 7. Means comparison of interaction effects of experimental treatments on biological yield of *Cuminum cyminum*

Columns with common letters have no significant difference at 5% probability level.

I0, I1, and I2: irrigation after consumption of 35 (control), 70, and 90% of soil moisture, respectively; H0 and H1: humic acid at two levels of 0 and 300 mg.L^{-1}, respectively; A0 and A1: algae at two levels of 0 and 2 L.ha^{-1}, respectively.

درصد اسانس و عملکرد اسانس

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمارهای سال، تنش خشکی، هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی و اثرهای متقابل آنها در سطح ۱٪ بر درصد اسانس و عملکرد اسانس معنی‌دار بوده است (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در تیمار آبیاری پس از مصرف ۹۰٪ رطوبت خاک، درصد اسانس و عملکرد اسانس نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۵۰٪ و ۱۰/۹٪ کاهش پیدا کرد (جدول ۳). کاربرد عصاره جلبک دریایی سبب افزایش ۴۳/۶ درصدی در درصد اسانس و ۲۸/۳ درصدی در عملکرد اسانس نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۳). کاربرد هیومیک اسید نیز درصد اسانس و عملکرد اسانس را به‌ترتیب ۳۲٪ و ۳۵/۹٪ نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (جدول ۳).



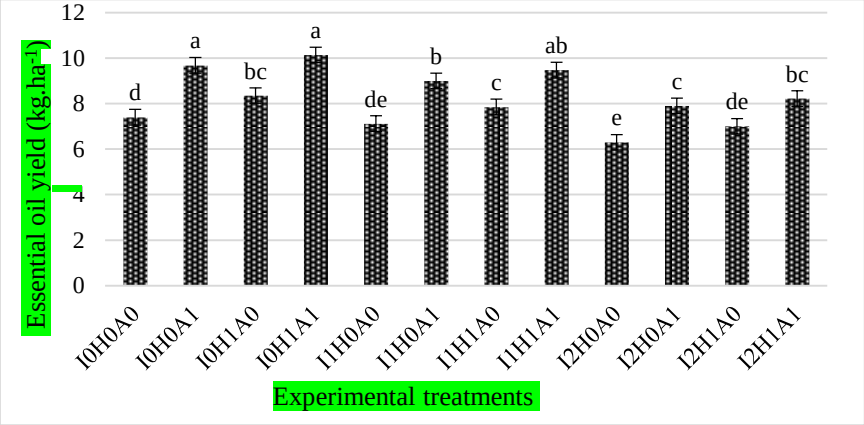
شکل ۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی بر درصد اسانس زیره سبز (***Cuminum cyminum***)

Figure 8. Means comparison of interaction effects of experimental treatments on essential oil percentage of *Cuminum cyminum*

Columns with common letters have no significant difference at 5% probability level.

I0, I1, and I2: irrigation after consumption of 35 (control), 70, and 90% of soil moisture, respectively; H0 and H1: humic acid at two levels of 0 and 300 mg.L^{-1}, respectively; A0 and A1: algae at two levels of 0 and 2 L.ha^{-1}, respectively

در برهم‌کنش تیمارهای آزمایش بر صفت درصد اسانس و عملکرد آن بیشترین درصد اسانس (۳/۸۷٪) و عملکرد اسانس (۱۰/۱۴ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب متعلق به تیمار آبیاری پس از مصرف ۹۰٪ و ۳۰٪ رطوبت خاک (شاهد) به‌همراه محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید بود و کمترین درصد اسانس (۱/۴۲٪) و عملکرد اسانس (۶/۳ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار برهم‌کنش آبیاری پس از مصرف ۹۰٪ رطوبت خاک بدون محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی و هیومیک اسید بود (شکل‌های ۸ و ۹).



شکل ۹- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی بر عملکرد اسانس زیره سبز (***Cuminum cyminum***)

Figure 9. Means comparison of interaction effects of experimental treatments on essential oil yield of *Cuminum cyminum*

Columns with common letters have no significant difference at 5% probability level.

I0, I1, and I2: irrigation after consumption of 35 (control), 70, and 90% of soil moisture, respectively; H0 and H1: humic acid at two levels of 0 and 300 $mg.L^{-1}$, respectively; A0 and A1: algae at two levels of 0 and 2 $L.ha^{-1}$, respectively.

بحث

اسید هیومیک از طریق اثرهای هورمونی و با تأثیر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و با قدرت کلات‌کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی، سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می‌شود (Akbari & Gholami, 2016). همچنین Haj Seyed Hadi و Rezaei Ghale (۲۰۱۶) نیز گزارش کردند که کودهای آلی مانند اسید هیومیک سبب افزایش ارتفاع بابونه گردید که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. Khazaie و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که اسید هیومیک موجب افزایش اندام هوایی و رشد تعداد شاخه در گیاه زوفا (*Hyssopus officinalis*) می‌شود.

در شرایط نرمال رطوبتی گیاه به‌دلیل فراهم بودن شرایط مناسب رشد از طریق افزایش تولید شاخه فرعی بارور می‌تواند باعث افزایش تعداد چتر در گیاه و در نهایت افزایش عملکرد شود (Karimi Afshar *et al*., 2016). کاهش تعداد دانه در چتر در اثر تنش خشکی در زیره سبز و همچنین در گیاه رازیانه گزارش شده است (Azizi & Safaei, 2017). تعداد دانه در چتر ظرفیت مخزن را تعیین می‌کند، البته هر چه تعداد دانه بیشتر باشد، گیاه دارای مخزن بزرگتری برای دریافت مواد فتوسنتزی تولید شده است و افزایش این صفت منجر به افزایش عملکرد گیاه خواهد شد (Rezaei Chianeh *et al*., 2012). گیاه زیره در آغاز گلدهی دارای رشد رویشی سریعی است که در شرایط فراهم بودن رطوبت قابل دسترس، طول دوره رشد زایشی و میزان فتوسنتز جاری افزایش می‌یابد و منجر به تشکیل گل‌های بیشتر در گیاه می‌شود که بر تشکیل غلاف‌های بارور و تولید دانه مؤثر است (Goldani & Rezvani Moghadam, 2007). مطالعات انجام شده در زمینه اعمال کود مایع

جلبکی بر روی گیاه گندم نشان داد که بکاربردن کود مایع جلبک دریایی سبب افزایش میزان تعداد دانه در سنبله در گیاه گندم گردید که با این مطالعه مطابقت دارد (Sivasangari Ramya *et al*., 2010).

با محدودشدن آبیاری در مرحله زایشی به‌دلیل کاهش طول دوره پر شدن دانه، گیاه با محدودیت منبع مواجه شده و مواد کمتری به دانه‌ها منتقل می‌شود. بنابراین، هر گونه تنش کم آبی در طی این مراحل می‌تواند بر روابط منبع و مخزن تأثیر منفی بگذارد و سبب محدود شدن گنجایش ذخیره دانه و کاهش وزن دانه شود (Rezaei Chianeh *et al*., 2012). کاهش وزن هزاردانه در اثر تنش خشکی در نتایج Norouzi Shahri و همکاران (۲۰۱۵) در گیاه زیره سبز و رازیانه گزارش شده است. اسید هیومیک می‌تواند از طریق بهبود میزان فتوسنتز و تولید زیست توده گیاهی، وزن هزاردانه را افزایش دهد (Gholami *et al*., 2015). ازاین‌رو، به نظر می‌رسد کاربرد کودهای آلی با توسعه اندام فتوسنتزکننده، منجر به افزایش تولید و ذخیره مواد پرورده شده و در نتیجه با افزایش فتوسنتز جاری و انتقال دوباره، موجب ایجاد دانه‌هایی با اندوخته آندوسپرمی بالاتر شده است (Shahbazi *et al*., 2015).

براساس نتایج بدست آمده از این آزمایش، استفاده از هیومیک اسید سبب افزایش عملکرد زیره شد که با مطالعات Nasiri Dehsorkhi و همکاران (۲۰۱۸) بر روی گیاه زیره مطابقت داشت. نتایج پژوهشی نشان داد که اسید هیومیک جذب نیترات و فعالیت آنزیم ATPآز را در غشاء پلاسمایی سلول‌های ریشه افزایش داد، همچنین به‌دلیل افزایش فتوسنتز و جذب عناصر غذایی، بر میزان عملکرد دانه افزوده شد (Ariafar & Forouzandeh, 2017). محققان دیگری بیان کردند که استفاده از اسید هیومیک سبب افزایش عملکرد ذرت می‌شود (Mojaddam *et al*., 2016). عصاره جلبک دریایی به‌دلیل داشتن عناصر پرمصرف و کم مصرف، ویتامین‌ها و آمینواسیدها و هورمون‌های رشد ازجمله سیتوکینین تأثیر مفیدی بر رشد گیاهان داشته و سبب کاهش اثرهای منفی تنش خشکی و افزایش عملکرد می‌شود (Kamiab *et al*., 2014؛ Heydari *et al*., 2017). Taghaddosi و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی تنش قطع آبیاری و محلول‌پاشی با اسید هیومیک و عصاره جلبک بر روی سورگوم علوفه‌ای گزارش کردند که اسید هیومیک و عصاره جلبک سبب کاهش اثرهای منفی تنش خشکی می‌شود و در رشد گیاه مؤثر است. افزایش درصد اسانس در اثر مصرف هیومیک اسید توسط Alizadeh و همکاران (۲۰۱۸) گزارش شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

به‌طور کلی نتایج نشان داد که محلول‌پاشی اسید هیومیک و عصاره جلبک دریایی هم‌افزایی معنی‌داری داشت و عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز را افزایش داد، به‌طوری که تأثیر فاکتورها بر تمام صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود و سبب بهبود اثرهای نامطلوب تنش خشکی در گیاه زیره سبز شد. کاربرد اسید هیومیک نسبت به عصاره جلبک دریایی در بیشتر صفات تأثیر بیشتری داشت، تنها در صفات عملکرد اسانس و درصد اسانس عصاره جلبک دریایی تأثیر بیشتری از فاکتور اسید هیومیک نشان داد.

References

- Akbari, I. and Gholami, A., 2016. Evaluation of mycorrhizal fungi, vermicompost and humic acid on essence yield and root colonization of fennel. Iranian Journal of Field Crops Research, 13(4): 840-853.
- Alipour, A., Rahimi, M.M., Hosseini, M. and Bahrani, A., 2021. Mycorrhizal fungi and growth-promoting bacteria improves fennel essential oil yield under water stress. Industrial Crops and Products 170: 113792.
- Alizadeh, A., Najaf, F., Hadian, J. and Salehi, P., 2018. Effect of different levels of humic-acid and vermicompost extract on growth, yield, morphological and phytochemical properties of *Satureja khuzistanica* (Jamzad). Journal of Agroecology, 10(1): 69-80.
- Amiri, E., Bahrani, A., Khorsand, A. and Haghjoo, M., 2015. Evaluating Aquacrop model performance to predict grain yield and wheat biomass, under water stress. Water and Soil Science (Agricultural Science), 25(4/2): 217-229.
- Amiri, E., Bahrani, A., Irmak, S. and Mohammadiyan Roshan, N., 2022. Evaluation of irrigation scheduling and yield response for wheat cultivars using Aquacrop

Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 31(6): 1058-1070.
- Heydari, M., Daneshian-Moghaddam, A.M. and Nourafcan, H., 2017. Effect of vermicompost and liquid seaweed fertilizer on morpho-physiological properties of marigold. Journal of Crop Ecophysiology, 10(4): 891-906.
- Khalesro, S. and Malekian, M., 2017. Effects of vermicompost and humic acid on morphological traits, yield, essential oil content and component in organic farming of Ajwan (*Trachyspermum ammi* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(6): 968-980.
- Kamiab, F., Khorshidi, A. and Heidari-Salehabad, M., 2014. Effect of vermicompost and cow manure application on growth and flowering of *Petunia hybrida*. Agroecology Journal, 10: 65-73.
- Karimi Afshar, A., Baghizadeh, A. and Mohammadi-Nejad, G., 2016. Evaluation of relationships between morphological traits and grain yield in cumin (*Cuminum cyminum* L.) under normal and drought conditions. Journal of Crop Breeding, 8(18): 159-165.
- Khazaie, H.R., EyshiRezaie, E. and Bannayan, M., 2011. Application times and concentration of humic acid impact on above ground biomass and oil production of hyssop *(Hyssopusofficinalis)*. Journal of Medicinal Plants Research, 5(20): 5148-5154.
- Mojaddam, M., Dashti, M. and Derogar, N., 2016. Effect of humic acid and nitrogen fertilizer application on quantitative and qualitative characteristics and nitrogen use efficiency of spring corn. Journal of Crop Production Research, 8(1): 43-50.
- Nasiri Dehsorkhi, A., Makarian, H., Vernaseri Qandali, V. and Salari, N., 2018. The effect of humic acid and vermicompost application on yield and yield components of *Cumin cyminum* L. Journal of Crop Applied Research, 31(1): 93-113.
- Norouzi Shahri, F., Puryousef, M., Tavakoli, A., Saba, J. and Yazdinejad, A., 2015. Evaluation of the function of some native fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) of Iranian fennel under drought stress conditions. Iranian Journal of Field Crop Science, 46(1): 49-56.
- Paul, J. and Shridevi, S.D.K., 2014. Effect of seaweed liquid fertilizer of *Gracilria dura* (AG.) J. AG. (Red seaweed) on *Pennisetum glaucum* (L.) R.Br. in Thoothukudi, Tamil nadu, India. Indo American Journal of Pharmaceutical Research, 4(4): 2183-2187.
- Rahul, V., Agrawal, P., Sharma, M. and Shukla, S., 2016. Total phenolics, flavonoids and antioxidant potential of organic extract of fresh water algal sample collected from a marine lake. Indian Journal of Geo-Marine Sciences, 45: 1320-1326.
- Rezaei Chianeh, A., Zahtab Salmasi, S., Ghasemi Golazani, K. and Delazar, A., 2012. The effect of model in an arid climate. Water Supply, 22(1): 602-614.
- Ariafar, S. and Forouzandeh, M., 2017. Evaluation of humic acid application on biochemical omposition and yield of black cumin under limited irrigation condition. Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, 86 (special issue): 13-24.
- Anisimov, M.M., Skriptsova, A.V., Chaikina, E.L. and Klykov, A.G., 2013. Effect of water extracts of seaweeds on the growth of seedling roots of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). International Journal of Recent Research and Applied Studies, 16(2): 282-287.
- Azizi, M. and Safaei, Z., 2017. The effect of foliar application of humic acid and nano fertilizer on morphological traits, yield, essential oil content and yield of black cumin (*Nigella Sativa* L.). Journal of Horticulture Science (Agricultural Sciences and Technology), 30(4): 671-680.
- Bayati, P., Karimmojeni, H. and Razmjoo, J., 2020. Changes in essential oil yield and fatty acid contents in black cumin (*Nigella sativa* L.) genotypes in response to drought stress. Industrial Crops and Products, 155(1): 112764.
- Bettaieb, R.I., Jabri-Karoui, I., Hamrouni-Sellami, I., Bourgou, S., Limam, F. and Marzouk, B., 2012. Effect of drought on the biochemical composition and antioxidant activities of cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds. Industrial Crops and Products, 36(1): 238-245.
- Gholami, A., Akbari, I. and Abbas Dokht, H., 2015. Study the effects of bio and organic fertilizers on growth characteristics and yield of Fennel (*Foeniculum vulgar*). Journal of Agroecology, 7(2): 215-224.
- Goldani, M. and Rezvani Moghadam, P., 2007. The effect of different moisture regimes and planting date on phenological characteristics and growth indices of three cultivars of rainfed and irrigated chickpeas in Mashhad. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 14(1): 63-74.
- Grzesik, M., Romanowska-Duda Z. and Kalaji, H.M., 2017. Effectiveness of cyanobacteria and green algae in enhancing the photosynthetic performance and growth of willow (*Salix viminalis* L.) plants under limited synthetic fertilizers application. Photosynthetica, 55: 510-521.
- Haghjoo, M. and Bahrani, A., 2014. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on grain yield, yield components and dry matter remobilization of maize cv. SC260. Iranian Journal of Crop Sciences, 16(4): 278-292.
- Haj Seyed Hadi, M.R. and Rezaei Ghale, H., 2016. Effects of vermicompost and foliar application of amino acids and urea on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.).

irrigation treatments on yield and yield components of three native fennel cultivars. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 22(4): 57-71.
- Sanjari Mijani, M., Sirousmehr, A. and Fakheri, B., 2015. The effects of drought stress and humic acid on some physiological characteristics of roselle. Journal of Crops Improvement, 17(2): 403-414.
- Shahbazi, Sh., Fateh, E. and Aynehband, A., 2015. Evaluation of the effect of humic acid and vermicompost on yield and yield components of three wheat cultivars in tropical regions. Journal of the Plant Production, 38(2): 99-110.
- Sivasangari Ramya, S., Nagaraj, S. and Vijayanand, N., 2010. Biofertilizing efficiency of brown and green algae on growth, biochemical and yield parameters of *Cyamopsis tetragonolaba* L. Taub. Recent Research in Science and Technology, 2(5): 45-52.
- Taghaddosi, M., Hasani, N. and Sinki, J.M., 2013. Irrigation disruption stresss, spraying with humic acid and seaweed extract in antioxidant enzymes and proline in the forage sorghum. Crops Production in Environmental Stress, 4(4): 1-12.
- Thambiraj, J., Lingakumar, K. and Paulsamy, S., 2012. Effect of seaweed liquid fertilizer (SLF) prepared from Sargassum wightii and Hypnea musciformis on the growth and biochemical constituents of the pulse, *Cyamopsis tetragonoloba*. Journal of Agricultural Research, 1(1): 65-70.

Study on humic acid and algae effects on grain yield and agronomical characteristics of cumin (*Cuminum cyminum* L.) under drought stress conditions

M. Rahgoshahi[1], Kh. Panahi Kordlaghari[2*] and M.M. Rahimi[3]

1- Ph.D. student, Department of Agriculture, Yasouj Branch, Islamic Azad University, Yasouj, Iran
2*- Corresponding author, Department of Agriculture, Yasouj Branch, Islamic Azad University, Yasouj, Iran
E-mail: kh.panahi.kl@gmail.com
3- Department of Agriculture, Yasouj Branch, Islamic Azad University, Yasouj, Iran

Received: October 2021 Revised: April 2022 Accepted: April 2022

Abstract

Cumin (*Cuminum cyminum* L.) is one of the valuable medicinal plants cultivated in arid and semi-arid regions of Iran, facing to drought stress. Accordingly, an experiment was conducted to investigate the effects of algae extract and humic acid on cumin under drought stress conditions as a factorial split plot in a randomized complete blocks design with three replications in a farm located in Boyer-Ahmad city, 35 km from Yasouj, Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province in 2019 and 2020 years. The experimental factors included drought stress as the main factor at three levels of irrigation after consumption of 35 (control), 70, and 90% of soil moisture and humic acid at two levels of 0 and 300 $mg.L^{-1}$ and algae at two levels of 0 and 2 $L.ha^{-1}$ as the sub-factors. The results showed that foliar application of humic acid and algae extract had a significant effect on essential oil yield, number of branches, biological yield, grain yield, 1000-seed weight, number of seeds per umbrella, number of umbrellas per plant, plant height, and essential oil percentage and improved the negative effects of drought stress. The highest grain yield, 1000-grain weight, essential oil yield, and number of grains per umbrella were obtained by foliar application of humic acid and algae extract. The application of humic acid was more effective than algae extract on traits except yield and essential oil percentage which were more affected by algae extract. In general, the results showed that foliar application of humic acid and algae extract could moderate the adverse stress conditions and increase cumin yield by 41.4%.

Keywords: Essential oil percentage, essential oil yield, number of umbrellas per plant, number of seeds per umbrella, biological yield.