

پاسخ محصول دهی ژنوتیپ های کلزا به کاربرد عصاره جلبک دریایی در اراضی کم بازده حاشیه دریاچه ارومیه

بهمن پاسبان اسلام^{۱*}، رقیه صلی خواجه مرجان^۲ و بهرام علیزاده^۳

- ۱- دانشیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران، رایانامه: b_pasbaneslam@yahoo.com
- ۲- پژوهشگر بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران، رایانامه: r.solhi@areeo.ac.ir
- ۳- استاد موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، رایانامه: ba.alizadeh@areeo.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول پاشی عصاره جلبک دریایی بر عملکرد دانه و روغن و اجزای عملکرد ژنوتیپ های کلزا در اراضی کم بازده حاشیه دریاچه ارومیه، پژوهشی در سال زراعی ۱۴۰۲-۰۳ به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل کاربرد عصاره جلبک دریایی در دو سطح شاهد و محلول پاشی پنج در هزار به عنوان فاکتور اصلی و ۴۰ ژنوتیپ کلزا به عنوان فاکتور فرعی بودند. نتایج نشان داد که محلول پاشی عصاره جلبک دریایی موجب افزایش تعداد شاخه فرعی، شاخص کلروفیل، تعداد خورجین در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و روغن و شاخص برداشت گردید. ژنوتیپ HL3721×Rohan با میانگین ۱۳۱/۴ خورجین در بوته، ۲۷/۶ دانه در خورجین و عملکرد دانه و روغن به ترتیب ۳۶۵۷ و ۱۶۸۳ کیلوگرم در هکتار بالاترین مقادیر را داشت. ژنوتیپ های HL2012×GK Csenge و Triangle×Modena به مراتب عملکرد دانه کمتری نسبت به سایر ژنوتیپ ها داشتند. نتایج تجزیه به مولفه های اصلی بین صفات مورد مطالعه بیانگر آن است که بین اجزای عملکرد با همدیگر و همچنین بین عملکرد دانه و روغن با ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد. این امر نشان دهنده نقش هر یک از صفات مذکور در شکل دهی عملکرد روغن است. با تجزیه کلاستر به روش وارد، بعد از HL3721×Rohan، هجده ژنوتیپ با میانگین عملکرد دانه ۲۳۱۱ کیلوگرم در هکتار در یک خوشه قرار گرفتند. این ژنوتیپ ها می توانند به عنوان ژنوتیپ های امید بخش در اراضی کم بازده حاشیه دریاچه ارومیه به کار روند.

واژه های کلیدی: اجزای عملکرد، شاخص کلروفیل، عملکرد دانه، کود زیستی، همبستگی

۱. مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) بعد از نخل روغنی و سویا جایگاه سوم را در تولید روغن های خوراکی به خود اختصاص داده است (Singh et al., 2023). بر اساس گزارش وزارت جهاد کشاورزی کلزا از نظر سطح برداشت (۱۵۳۵۳۶ هکتار) و تولید دانه های روغنی (۲۹۰۸۴۰ تن) در بین سایر محصولات روغنی در ایران رتبه اول را دارد. سطح برداشت کلزا در آذربایجان شرقی طی سال زراعی ۴۰۱-۱۴۰۰ شامل ۲۱۴۳ هکتار بود که از آن حدود ۴۹۵۷ تن محصول دانه با متوسط عملکرد ۲/۹ تن در

هکتار به دست آمده است (Statistics Center of the Ministry of Agricultural Jihad, 2023). ژنوتیپ‌های گیاه کلزا واکنش - های متفاوتی به شرایط محیطی نشان می‌دهند و با توجه به ویژگی مورد ارزیابی، تأثیر شرایط محیطی و ژنوتیپ متفاوت می‌باشد. بنابراین، انتخاب ارقام سازگار با شرایط محیطی منطقه مورد کشت برای دستیابی به بیشینه محصول حایز اهمیت است (Yanagi, 2024). بر اساس یافته‌های حاصل از ارزیابی ارقام کلزا در دشت تبریز مشخص شده است که ژنوتیپ‌های Okapi و SLM046 در مقایسه با سایر ارقام از عملکرد دانه بالاتری برخوردار بودند و عموماً ژنوتیپ‌های با عملکرد دانه بیشتر عملکرد روغن بالایی را نیز به خود اختصاص داده‌اند (Pasban Eslam, 2009). در مطالعه صورت گرفته روی ۳۸ ژنوتیپ کلزا در اراضی کم‌بازده دشت تبریز روشن شد که ژنوتیپ‌های Okapi و Nima در شرایط کم‌بازده منطقه با کاهش اجزای عملکرد مانند تعداد خورجین در بوته نتوانستند عملکرد دانه قابل قبولی تولید کنند و این ارقام برای اراضی کم‌بازده مناسب تشخیص داده نشدند ولی ژنوتیپ‌های WRL-96-01، WRL-96-02 و WRL-96-17 بالاترین عملکرد دانه و روغن را در اراضی کم‌بازده کسب کردند (Pasban Eslam & Alizadeh, 2019). نتایج حاصل از تحقیق ده‌شیری و همکاران (Dehshiri & Modares Sanavy, 2017) نشان داد که ارقام RGS003، Zarfam و Okapi به ترتیب بیشترین عملکرد دانه را در خاک‌های کم‌بازده تولید کرده‌اند.

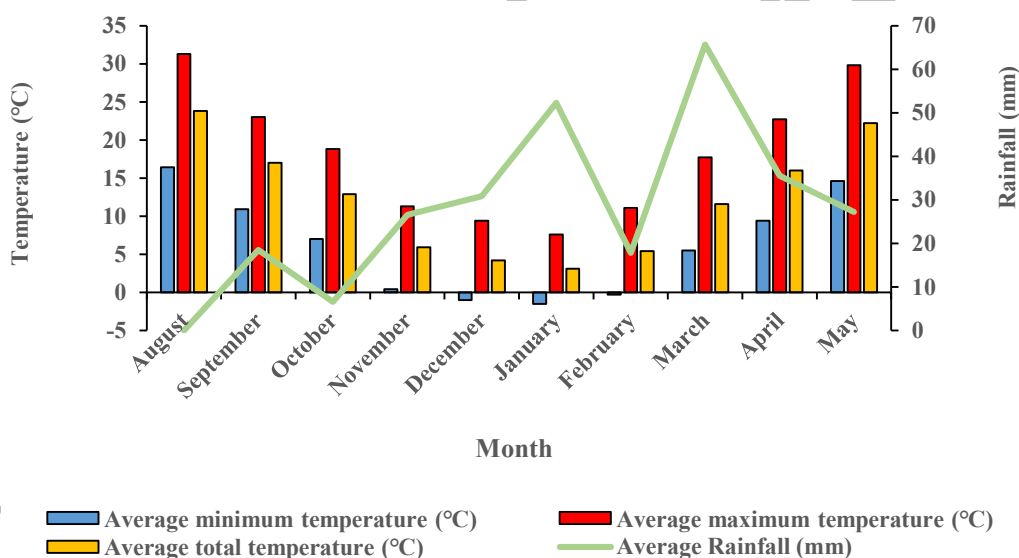
یکی دیگر از مولفه‌های اساسی افزایش عملکرد محصولات کشاورزی کاربرد کودهای شیمیایی است. متأسفانه افزایش مصرف کودهای شیمیایی در دهه‌های اخیر، مشکلات جدی زیست محیطی ایجاد کرده است. امروزه استفاده از کودهای زیستی همچون عصاره جلبک دریایی در محصولات زراعی به عنوان جایگزین و یا مکمل کودهای شیمیایی رو به توسعه است (He et al., 2023). براساس تحقیقات انجام شده، محرک‌های رشد مانند کود عصاره جلبک دریایی می‌توانند با مکانیسم‌های مختلفی موجب افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی و به‌ویژه کلزا گردند. عصاره جلبک دریایی با دارا بودن محرک‌های رشد گیاهی همچون ریزمغذی‌ها (مس، آهن، روی و منیزیم) و درشت مغذی‌ها، پلی ساکاریدها، پروتئین‌ها، اسیدهای چرب غیراشباع با چند بند دوگانه، پلی فنل‌ها، فیتوهورمون‌ها (اکسین، سیتوکینین و جیبرلین) و اسمولیت‌ها می‌تواند موجب افزایش عملکرد گیاهان گردد (Chaturvedi et al., 2022). مطالعات روی کودهای مبتنی بر عصاره جلبک دریایی نشان داده است که اجزای آن‌ها به راحتی توسط سلول‌های گیاهی شناسایی می‌شوند. بنابراین، این کودها می‌توانند به‌طور موثر رشد و نمو گیاهان را تنظیم کنند و تحمل آن‌ها در برابر تنش‌های محیطی را افزایش دهند (Shang et al., 2023; El Khattabi; Rajaie, 2022). افزودن کودها به‌صورت محلول‌پاشی (تغذیه برگ) یکی از روش‌های تضمین شده و موفق برای رفع کمبود عناصر غذایی به‌ویژه ریزمغذی‌ها است. مصرف کودها از طریق برگ تأثیر بیشتری بر تولید و کیفیت محصولات زراعی دارد زیرا تلفات کمتری را در پی خواهد داشت (Gobel et al., 2024). تیمار گیاهان با عصاره جلبک دریایی به افزایش ظرفیت جذب ریشه کمک کرده و منجر به افزایش رشد رویشی می‌شود. بنابراین تأثیر مثبتی بر بهبود و افزایش بهره‌وری محصول خواهد داشت (Daadoush & Al-Doori, 2024; Arab et al., 2022). عصاره جلبک دریایی زمانی که روی گیاه پاشیده شود، باعث افزایش توانایی ریشه در رشد و جذب مواد غذایی، افزایش ضخامت و استحکام ساقه و افزایش سطح برگ می‌شود و در نتیجه رشد رویشی اندام هوایی و ریشه را افزایش داده و عملکرد گیاه را بهبود می‌بخشد (Saleh et al., 2024; Smouni & Fahr, 2023). برخی از محققان دریافته‌اند که محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی در گیاه کلزا موجب افزایش تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در بوته، عملکرد دانه و درصد روغن شده است (Azarmehr et al., 2017). نشان داده شده است که تأثیر جلبک دریایی بر پارامترهای رشد را می‌توان به حضور اکسین، سیتوکینین و سایر عوامل محرک رشد و همچنین ریزمغذی‌ها و درشت مغذی‌ها در عصاره جلبک دریایی نسبت داد. همچنین ترکیبات زیست فعال موجود در عصاره جلبک دریایی ممکن است اثر هم افزایی بر رشد گیاه داشته باشند (Shahriari et al., 2021). همچنین نتایج تحقیق مذکور نشان داد که این کود آلی با اثر مثبت بر

رنگدانه‌های فتوسنتزی و افزایش محتوای کلروفیل و نیز ارتقای عملکرد سیستم فتوسنتزی ممکن است افزایش وزن خشک اندام هوایی، رشد گیاه و در نهایت افزایش عملکرد در گیاه کلزا را توجیه نماید.

استفاده از روش‌های نوین همچون کاربرد محرک زیستی عصاره جلبک دریایی برای کاهش اثرات نامطلوب محیطی و دستیابی به محصول قابل قبول اقتصادی در اراضی کم‌بازده دارای اهمیت است. بنابراین، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثرات محلول پاشی عصاره جلبک دریایی بر برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه و روغن ژنوتیپ‌های پاییزه کلزا در اراضی کم‌بازده حاشیه دریاچه ارومیه اجرا گردیده است.

۲. روش‌شناسی پژوهش

آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و به‌صورت پاییزه در ایستگاه خسروشاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی (۴۶ درجه و ۲ دقیقه شرقی، ۳۷ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی) اجرا شد. این منطقه بر اساس سیستم پهنه‌بندی کوپن سرد و نیمه‌خشک با زمستان‌های یخ‌بندان بوده و در حاشیه شرقی دریاچه ارومیه قرار دارد. مشخصات آب و هوایی ایستگاه خسروشاه در طول دوره آزمایش در شکل ۱ آمده است.



شکل ۱- میانگین ماهانه حداقل، حداکثر و کل دمای هوا و مجموع بارندگی ایستگاه تحقیقات کشاورزی خسروشاه در سال زراعی ۱۴۰۲-۰۳

فاکتورهای آزمایش شامل کاربرد عصاره جلبک دریایی با نام تجاری SEAUMIC از شرکت BIOZAR، محصول کشور ایران در دو سطح محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی با غلظت ۵ گرم در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب (Tarraf *et al.*, 2015) و عدم محلول‌پاشی (آب‌پاشی) و ۴۰ ژنوتیپ پاییزه کلزا به‌ترتیب به‌عنوان فاکتور اصلی و فرعی بودند. برای تهیه این محلول از آب مقطر استفاده گردید و مدتی هم زده شد تا کاملاً عصاره داخل آب حل گردد. مشخصات ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در جدول یک آمده است. این ژنوتیپ‌ها از آزمایش‌های مقدماتی سازگاری با اقلیم‌های سرد کشور مربوط به موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر وزارت جهاد کشاورزی انتخاب شده‌اند و از سازگاری و عملکرد دانه و روغن قابل قبول اقتصادی برای کشت در اقلیم‌های مذکور برخوردارند. هر کرت فرعی از چهار ردیف به فاصله ۳۰ سانتی‌متر تشکیل شده بود. طول هر خط کاشت پنج متر در نظر گرفته شد. فاصله بوته‌ها روی ردیف در ۷ سانتی‌متر تثبیت شدند. کاشت در ۲۰ شهریور ماه سال ۱۴۰۲ انجام گردید. کوددهی مزرعه با توجه به نتایج آزمون خاک مزرعه آزمایشی انجام گرفت (جدول ۲). کود اوره به‌مقدار ۲۴۲ کیلوگرم (در سه قسمت شامل: زمان کاشت، شروع رشد بهار و گل‌دهی)، سولفات پتاسیم ۹۰ کیلوگرم و سوپر فسفات تریپل ۱۶۰

کیلوگرم (هر دو به‌هنگام کاشت) به ازای هر هکتار به کار رفت. برای مقابله با آفت شته مومی به‌هنگام شروع خورجین‌دهی از سم پرمور با غلظت ۲ در هزار استفاده گردید. محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی طی مراحل ساقه‌روی (دراز شدن گل‌آذین اصلی در ۲۰ درصد بوته‌ها) و گل‌دهی (مرحله ۲۰ درصد گل‌دهی) بوته‌های کلزا صورت گرفت. ویژگی‌های کود زیستی به کار رفته در جدول ۳ آمده است.

جدول ۱- اسامی ژنوتیپ‌های مورد استفاده در آزمایش

Number	1	2	3	4	5
Genotype	GK Reka×Zarfam	Zlatna×SW102	ES Mercure×ES Darko	SW102×ES Mercure	HL 2012×Neptune
Number	6	7	8	9	10
Genotype	Zlatna×ES Darko	ES Alonso×L72	Rohan×HL3721	ES Hydromel×GK Csenge	ADV 2×ES Astrid
Number	11	12	13	14	15
Genotype	Nima	ES Kamilo×SW102	ES Astrid × ES Lauren	Rohan×GK Csenge	Garou ×ES Artist
Number	16	17	18	19	20
Genotype	Okapi×Tassilo	ES Artist×Neptune	L72×SW102	HL3721×Rohan	SW102×ES Hydromel
Number	21	22	23	24	25
Genotype	Nafis	ADV2×Zarfam	GK Csenge×DK Expower	L72×GK Reka	ES Artist×ES Darko
Number	26	27	28	29	30
Genotype	HL2012×GK Csenge	1087×GKH2624	SLM 046×Okapi	Garou×GK Csenge	Zlatna×ES Lauren
Number	31	32	33	34	35
Genotype	Nilofar	Okapi	ES Mercure×Zarfam	Triangle×Modena	Rohane×Neptune
Number	36	37	38	39	40
Genotype	SW102×Okapi	Zlatna×ES Hydromel	ES Lauren×ES Hydromel	HL 3721×Rohane	ES Lauren×ES Alonso

جدول ۲- برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

pH	EC (dS m ⁻¹)	Nitrogen (%)	Phosphorus (mg Kg ⁻¹)	Potassium (%)	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)
7.9	4.7	0.05	7.5	207	12	23	65

جدول ۳- نتایج تجزیه ویژگی‌های شیمیایی عصاره جلبک دریایی

K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	Humic Acid (%)	Fulvic Acid (%)	Alginic Acid (%)	Cu+Zn+Fe+B+Mo (%)	Mannitol (%)	OM (%)	Betaine (mg/Kg)	Cytokinin (mg/Kg)	Gibberellin (mg/Kg)
10.5	0.1	50	4.5	1.6	0.3	0.2	38	10	10	50

اندازه‌گیری صفاتی مانند ارتفاع بوته، قطر طوقه و شاخص کلروفیل در اواسط مرحله گل‌دهی انجام شد. برای تعیین ارتفاع بوته، برخی صفات ریخت‌شناسی، شاخص کلروفیل برگ‌ها و اجزای عملکرد دانه ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی از هر کرت آزمایشی انتخاب و به کار رفتند. برای تعیین وزن هزار دانه در هر واحد آزمایشی از ۸ تکرار ۱۰۰ دانه‌ای استفاده گردید که میانگین نمونه‌ها تعیین و در نهایت وزن هزار دانه مشخص شد. با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر دستی مدل CCM-200 ساخت کشور آمریکا، شاخص کلروفیل برگ اندازه‌گیری شد. در نهایت پس از رسیدگی بوته‌ها و برداشت محصول کرت‌ها، عملکرد دانه تعیین گردید. مقدار روغن دانه‌ها به‌روش استخراج پیوسته سوکسله به‌دست آمد (Mirnezami-Ziabari & Sanei-Shariatpanah, 1994).

تجزیه و تحلیل آماری با نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد برای رسم شکل‌ها از نرم افزار Excel 2019 استفاده شد. تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA) با نرم افزار XLSTAT 2018 و آزمون کلاستر به روش وارد با نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۴ صورت گرفت.

۳. نتایج پژوهش و بحث

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها اثر ژنوتیپ و محلول پاشی عصاره جلبک دریایی روی ویژگی‌های ریخت شناسی مورد مطالعه، اجزای عملکرد، عملکرد دانه و روغن ژنوتیپ‌های کلزا معنی‌دار بود. بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر ارتفاع بوته، قطر طوقه، شاخص کلروفیل برگ، مساحت خورجین، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و روغن و شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری دیده شد. همچنین تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد روغن و دانه و شاخص برداشت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر محلول پاشی عصاره جلبک دریایی قرار گرفتند. اثر متقابل تیمارهای عصاره جلبک دریایی و ژنوتیپ روی صفات شاخص کلروفیل و تعداد شاخه‌های فرعی در بوته معنی‌دار شد (جدول ۴).

۳-۱. ارتفاع بوته

طبق نتایج مندرج در جدول تجزیه واریانس داده‌ها، اثر ژنوتیپ بر ارتفاع بوته کلزا معنی‌دار گردید، ولی محلول پاشی جلبک دریایی اثر معنی‌داری بر آن نداشت (جدول ۴). بیشترین ارتفاع بوته با میانگین ۱۲۱/۵ سانتی‌متر در ژنوتیپ ES Artist×ES Darko دیده شد که از نظر آماری با ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۱۳، ۱۵، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۸ و ۲۹ در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۶). پایین‌ترین ارتفاع بوته با ۸۸/۴ سانتی‌متر در ژنوتیپ Zlatna×ES Hydromel مشاهده گردید که با ژنوتیپ‌های شماره ۲۳، ۳۰، ۳۲، ۳۶ و ۳۹ در یک گروه آماری بود (جدول ۶). با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش اختلاف ۲۷ درصدی بین ژنوتیپ‌های ES Artist×ES Darko و Zlatna×ES Hydromel در ارتفاع بوته وجود داشت که قابل توجه می‌باشد. ساقه‌های طولی‌تر با داشتن شاخه‌های فرعی و تعداد خورجین در بوته بیشتر، عملکرد دانه بالاتری نیز تولید کردند (جدول‌های ۶ و ۷). برخی از محققان بر این باورند که در ژنوتیپ‌های مختلف تعداد سلول‌های تولیدی ساقه و رشد سلول‌ها متفاوت می‌باشد و از دلایل اصلی آن تفاوت در هورمون‌های گیاهی تولید شده ذکر شده است (Takatsuka & Umeda, 2014). در نتیجه با بالا بودن تعداد سلول‌ها و رشد طولی آن‌ها ارتفاع بوته نیز افزایش خواهد یافت.

۳-۲. قطر طوقه

بررسی مقادیر قطر طوقه نشان داد که تفاوت معنی‌داری از نظر این صفت بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه وجود دارد (جدول ۶). ژنوتیپ‌های SW 102×ES Mercure و Nafis به‌ترتیب با میانگین ۱۴/۷۴ و ۱۴/۵۴ میلی‌متر بیشترین و ژنوتیپ Zlatna×ES Lauren با میانگین ۸/۰۱ میلی‌متر کمترین قطر طوقه را به خود اختصاص دادند که نسبت به ژنوتیپ SW 102×ES Mercure حدود ۴۶ درصد کاهش نشان می‌دهد. پاسبان اسلام (Pasban Eslam, 2011) نشان داد بوته‌هایی که قبل از ظهور سرمای زمستان از تعداد ۶ برگ و قطر طوقه حدود ۶ میلی‌متر برخوردار باشند، کمتر دچار سرمازدگی شده و با رشد و نمو به‌موقع و مناسب در بهار، عملکردهای مطلوبی تولید خواهند کرد.

۳-۳. تعداد شاخه فرعی

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته با استفاده از عصاره جلبک دریایی با میانگین -های ۵/۵ و ۵/۱ عدد به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های Zlatna×ES Hydromel و HL 3721×Rohane به‌دست آمد. همچنین عدم کاربرد عصاره جلبک دریایی نیز موجب ایجاد کمترین شاخه‌های فرعی با ۰/۸ و ۱/۶ عدد به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های ES Mercure×ES Darko و SW102×ES Mercure گردید (جدول ۷). افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در ژنوتیپ‌های کلزا می‌تواند در اثر رشد

رویشی بیشتر در هوای خنک اوایل بهار باشد. توان یک ژنوتیپ در تولید شاخه‌های فرعی که به گل‌آذین محصول‌دهنده ختم گردد، از عوامل افزایش تعداد خورجین در بوته و در نهایت عملکرد دانه است (Tahmasebi *et al.*, 2013). نتایج پژوهش حاضر نشانگر آن است که تعداد شاخه فرعی زیاد با افزایش تعداد خورجین در بوته موجب تولید عملکرد بالا در ژنوتیپ‌های مربوطه شده است (جدول‌های ۶ و ۷ و شکل ۲). کلزا گیاهی با توانایی رشد نامحدود است که تولید و رشد شاخه‌های فرعی در تمام طول دوره رشد آن تداوم دارد. چون تعداد شاخه در گیاه تحت کنترل عوامل ژنتیکی و محیطی است، بنابراین اثر ژنوتیپ بر تعداد شاخه معنی‌دار خواهد بود (Shahsavari *et al.*, 2023). همچنین تولید شاخه‌های فرعی تحت تأثیر عصاره جلبک دریایی قرار گرفت. تعداد شاخه فرعی در گیاهان محلول‌پاشی شده نسبت به گیاهان شاهد به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. بنابراین محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی در همه ژنوتیپ‌ها اثر یکسانی نداشت و موجب افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در اکثر ژنوتیپ‌ها گردید (جدول ۷). گزارش شده است تیمار بوته‌های کلزا با عصاره جلبک دریایی از طریق بهبود رشد و توسعه ریشه‌ها از لحاظ تغذیه‌ای، باعث گردیده تا بوته‌ها از عناصر غذایی موجود در خاک بهتر و بیشتر استفاده نموده و در نتیجه اندام‌های هوایی گیاه رشد بیشتری داشته باشند. این امر باعث افزایش تعداد مریستم‌های آغازنده شاخه‌های فرعی روی ساقه و در ادامه افزایش تعداد شاخه‌های فرعی می‌گردد (Vafa *et al.*, 2024).

۳-۴. شاخص کلروفیل

نتایج مقایسه میانگین‌های این صفت نشان داد که بیشترین شاخص کلروفیل تحت محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی در ژنوتیپ ES Alonso×L72 به ارزش ۶۲ دیده شد که با ژنوتیپ‌های ES Darko×Zlatna، ES Okapi×Tassilo و Artist×Neptune و HL 2012×Neptune در یک گروه آماری قرار داشتند. کمترین مقدار با ۳۶ واحد در ژنوتیپ SLM 046×Okapi بود که بین مقادیر عدم محلول‌پاشی و محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی ۳۱ درصد اختلاف داشت (جدول ۷). وجود چنین اختلافی در مقدار کلروفیل بیانگر آن است که ژنوتیپ‌هایی که شاخص کلروفیل کمتری برخوردار باشند، از تولید و انتقال فراورده‌های فتوسنتزی کمتری به دانه‌ها نیز برخوردار خواهند بود (Carreño Siqueira *et al.*, 2023). با توجه به همبستگی مثبت شاخص کلروفیل با وزن هزار دانه و تعداد دانه در خورجین در پژوهش حاضر (شکل ۲) کاهش کلروفیل و به تبع آن افت تولید فراورده‌های فتوسنتزی، باعث کاهش تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه در بوته‌های کلزا گردید (جدول ۶). نشان داده شده است که رنگیزه‌های فتوسنتزی نقش مهمی در جذب نور و تولید ماده و انرژی در گیاهان ایفا می‌کنند و مقدار کلروفیل یکی از فاکتورهای مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی است (Cutolo *et al.*, 2023) که در تعیین سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک نقش اساسی دارد. در این آزمایش شاخص کلروفیل برگ (جدول ۷) در ژنوتیپ‌هایی که از نظر عملکرد دانه در رتبه‌های بالاتری قرار داشتند، به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۶). شاخص کلروفیل با استفاده از محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی حدود افزایش یافت که علت آن را می‌توان به ترکیبات موجود در این کود آلی نسبت داد. وجود سیتوکینین، جبرلین، بتائین و عناصر ریزمغذی باعث افزایش ساخت کلروفیل شده و در نهایت موجب بهبود فتوسنتز و افزایش عملکرد دانه از طریق افزایش تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه گردید (جدول‌های ۳ و ۶).

۳-۵. مساحت خورجین

بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری از نظر مساحت خورجین دیده شد (جدول ۴). بررسی میانگین صفات مربوطه نشان داد که بیشترین مساحت خورجین (۴/۷ سانتی‌متر) مربوط به ژنوتیپ ES Kamilo×SW 102 بود که با ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۸، ۱۳، ۱۶، ۲۱، ۲۹، ۳۰ و ۳۷ از نظر صفت مذکور در یک گروه آماری قرار داشتند. کمترین مساحت خورجین با ۴۳/۸ سانتی‌متر مربع در ژنوتیپ SW 102×ES Mercure دیده شد و تفاوت ۲۴ درصدی بین بیشترین و کمترین مساحت خورجین حاصل گردید. مساحت خورجین از مهم‌ترین صفات تعیین‌کننده میزان محصول در کلزا محسوب می‌شود و

ارقامی با مساحت بیشتر به طور معنی داری محصول بیشتری نسبت به ارقام با خورجین کوتاه تر و با سطح کم تر تولید می کنند (Shu *et al.*, 2024). طی مرحله پر شدن دانه در کلزا، خورجین های فوقانی تاج پوشش نقش فتوسنتزی فعال تری داشته و حدود ۴۷ درصد از عملیات تثبیت کربن را به عهده دارند. در این زمان سهم ساقه ها در تولید و انتقال مواد فتوسنتزی ۴۰ درصد و میزان فعالیت برگ ها تنها ۱۳ درصد از کل فتوسنتز را شامل می شود (Champan *et al.*, 1984). در اظهار نظری بیان شده است که مساحت خورجین در کلزا از جمله صفاتی است که به طور غیرمستقیم بر عملکرد روغن تأثیرگذار است و ارقامی از کلزا که دارای تعداد کمتری خورجین در بوته و در عوض مساحت خورجین بیشتری بودند، محصول بیشتری داشتند. علت آن افزایش ظرفیت تعداد دانه و افزایش سطح فتوسنتزکننده خورجین متناسب با افزایش طول آن بیان شده است (Boccaccini *et al.*, 2024).

۳-۶. تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین

میانگین بیشترین (۱۳۱، ۲۷/۶۲) و کمترین (۵۹، ۲۱/۶۲) تعداد خورجین در بوته و دانه در خورجین به ترتیب در ژنوتیپ های HL 3721×Rohan و Zlatna×ES Hydromel به دست آمد. به طور کلی تنوع معنی داری از نظر مقادیر این دو صفت بین ژنوتیپ های مورد مطالعه دیده شد (جدول ۶). نشان داده شده است در ارقام زودرس اگر مراحل غنچه دهی و شروع گل که تمایز و تکامل سلول های مولد خورجین در آن مراحل انجام می گیرد، با شرایط بهینه محیطی مصادف گردد، تعداد زیادتری از سلول های مولد خورجین روی شاخه های اصلی و فرعی به مرحله باروری خواهند رسید. اما در ارقام دیرگل، برخورد این مراحل با گرمای زود هنگام اواخر فصل، سبب کاهش تولید خورجین در بوته می شود (Chen *et al.*, 2023). تعداد دانه در خورجین از عوامل مؤثر و تعیین کننده عملکرد دانه و روغن در کلزا است. البته افزایش تعداد دانه در خورجین دارای محدودیت است و ظرفیت تولید این قسمت از عملکرد دانه بیشتر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی قرار دارد (Ihien Katche *et al.*, 2023). محدودیت تأمین مواد فتوسنتزی و دیگر عوامل محیطی بر تعداد دانه در خورجین اثر دارند و به شدت به عواملی همچون شرایط محیطی و مدیریت مزرعه در دوره گل دهی و پر شدن دانه وابسته می باشد. بر اساس نتایج مندرج در جدول ۵ تعداد خورجین تولید شده تحت تیمار عصاره جلبک دریایی حدود ۸۹ عدد بود که در مقایسه با شرایط عدم محلول پاشی (۷۹/۵) حدود ۱۲ درصد بیشتر است (جدول ۵). افزایش تعداد خورجین در بوته با استفاده از عصاره جلبک دریایی به عنوان محرک رشد می تواند با ویژگی های منحصر به فرد این کود آلی مرتبط باشد. این کود حاوی برخی عناصر کم مصرف، پرمصرف، ترکیبات هورمونی و مواد تنظیم کننده رشد مانند جیبرلین، اکسین ها و سیتوکینین ها است (جدول ۳) که در طول شدن سلول، ایجاد گل، رشد برگ، افزایش طول میان گره ها و کاهش اثر برخی آفات و بیماری های گیاهی به خصوص در اراضی کم بازده مؤثر می باشد (Sheela Jesvanthini *et al.*, 2024)، بنابراین عصاره جلبک دریایی می تواند با بهبود رشد و افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته سبب افزایش تعداد خورجین در بوته گردد. این اثر در اراضی کم بازده و دارای محدودیت چشمگیرتر خواهد بود (شکل ۲).

۳-۷. وزن هزار دانه

اثر تیمارهای ژنوتیپ و محلول پاشی جلبک دریایی از نظر آماری بر وزن هزار دانه کلزا معنی دار گردیدند (جدول ۴). بالاترین وزن هزار دانه با میانگین های ۴/۴۴، ۴/۴۱ و ۴/۳۶ گرم به ترتیب در ژنوتیپ های ES Artist×Neptune، ES Mercure×Zarfam و Okapi×Tassilo و کمترین وزن هزار دانه با میانگین های ۳/۳۰، ۳/۲۵ و ۲/۷۷ گرم در ژنوتیپ های SW 102×ES Mercure، Nima و ES Kamilo×SW 102 بود (جدول ۶). یکی از عوامل اصلی مؤثر بر وزن هزار دانه، طول دوره پر شدن دانه می باشد. هرچه این دوره کوتاه تر باشد، وزن هزار دانه کمتر خواهد بود. شروع زودتر دانه بندی در گیاه کلزا و همزمانی دوره پر شدن دانه با هوای خنک تر در اوایل بهار، با افزایش طول دوره پر شدن دانه، باعث افزایش وزن هزار دانه می شود (Pasban Eslam, 2011). محلول پاشی عصاره جلبک دریایی با افزایش معنی دار وزن هزار دانه از میانگین ۳/۵۵ به ۴/۰۲ گرم معادل ۱۳ درصد، عملکرد

دانه را در منطقه آزمایش بهبود بخشید (جدول ۵). افزایش وزن هزار دانه را می‌توان به افزایش شاخص کلروفیل نیز مرتبط دانست (شکل ۲) به نظر می‌رسد عصاره جلبک دریایی با بهبود میزان فتوسنتز، موجب افزایش وزن هزار دانه شده باشد (Radwan *et al.*, 2023). همچنین عصاره جلبک دریایی به علت داشتن هورمون‌های رشد و عناصر ریزمغذی در ترکیب خود می‌تواند وزن دانه‌ها را بالا ببرد (جدول ۳).

۳-۸. عملکرد دانه

با توجه به نتایج پژوهش اثرات اصلی عوامل ژنوتیپ و عصاره جلبک دریایی روی عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۴). بین ۴۰ ژنوتیپ کلزای مورد بررسی بیشترین عملکرد دانه با ۳۶۵۷ کیلوگرم در هکتار به ژنوتیپ HL 3721×Rohan تعلق گرفت. در رتبه‌های بعدی ژنوتیپ‌های SW 102×ES Mercure (۳۰۲۸ کیلوگرم در هکتار)، Garou×GK Csenge (۲۷۸۲ کیلوگرم در هکتار) و Garou×ES Artist (۲۷۷۸ کیلوگرم در هکتار) قرار گرفتند. کمترین عملکرد دانه نیز با ۸۰ درصد کاهش نسبت به ژنوتیپ برتر HL 3721×Rohan با میانگین ۷۳۶/۸ کیلوگرم در هکتار به ژنوتیپ HL 2012×GK Csenge اختصاص یافت (جدول ۶). بالا بودن عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی با افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی بیشتر، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین بیشتر ارتباط دارد (شکل ۲). در شرایط آزمایش جاری از بین اجزای عملکرد دانه، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین بیشترین نقش را در افزایش عملکرد دانه و روغن به خود اختصاص دادند. در این بین، تعداد خورجین در بوته نقش برجسته‌تری داشت (شکل ۲). کاربرد عصاره جلبک دریایی به شکل محلول‌پاشی روی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه کلزا در مراحل ساقه‌روی و گل‌دهی باعث افزایش عملکرد دانه به‌طور میانگین به مقدار ۳۲۹ کیلوگرم در هکتار گردید که نسبت به تیمار عدم کاربرد عصاره جلبک دریایی ۲۱/۲ درصد افزایش داشت (جدول ۵). چنین استنباط می‌گردد که تیمار عصاره جلبک دریایی در شرایط آزمایش جاری با افزایش تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه، موجب افزایش عملکرد دانه و روغن گردیده است. محققان دریافته‌اند که محرک‌های رشدی همچون جلبک دریایی علاوه بر داشتن عناصر غذایی با تأثیر مثبت بر متابولیسم گیاه کارایی مصرف کود را افزایش داده و منجر به افزایش عملکرد دانه می‌گردند (Gharib *et al.*, 2024). نشان داده شده است کاربرد عصاره جلبک دریایی به‌صورت محلول‌پاشی روی بوته‌های کلزا باعث تحریک رشد گیاه و افزایش تحمل به خشکی و بهبود معنی‌دار عملکرد دانه شده است. از بین اجزای عملکرد دانه، اثر عصاره جلبک دریایی روی افزایش تعداد خورجین در بوته بیشتر بود (Niel *et al.*, 2023).

۳-۹. شاخص برداشت

اثر ژنوتیپ و عصاره جلبک دریایی روی شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین شاخص برداشت با ۲۷/۶ درصد در ژنوتیپ شماره ۲۱ دیده شد و ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۱۵ و ۱۹ نیز با این ژنوتیپ در یک گروه آماری قرار داشتند. کمترین مقدار شاخص برداشت با ۱۱/۴ درصد در ژنوتیپ شماره ۳۴ بود (جدول ۶). عوامل ژنتیکی و قابلیت سازگاری با شرایط اقلیمی سبب تفاوت بین ارقام مختلف کلزا از لحاظ شاخص برداشت می‌گردد. شاخص برداشت تابعی از عملکرد دانه و وزن کل گیاه می‌باشد.

همانگونه که در شکل ۲ دیده می‌شود، افزایش شاخص برداشت با افزایش تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و عملکرد دانه رابطه مستقیم داشت. به نظر می‌رسد عصاره جلبک دریایی از طریق بهبود صفاتی مانند شاخص کلروفیل، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه باعث افزایش شاخص برداشت شده باشد.

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه روی ژنوتیپ‌های کلزا در واکنش به محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی طی سال زراعی ۱۴۰۲-۰۳

Source of variation	Degree of freedom	Mean Square											
		Plant height	Collar diameter	Branches per plant	Chlorophyll index	Area of pod	Pods per plant	Seeds per pod	1000-Seed weight	Seed yield	HI	Oil percent	Oil yield
Replication	2	134.3	0.5	0.4	169.9	0.37	188.2	147.9	7.0	235435	17.4	0.5	58576
Seaweed extract	1	546.1**	17.4**	4.8**	113.5**	1.13**	1647.9**	21.09**	0.8**	2617577**	93.2**	3.0	536902**
Error	2	29.9	0.1	0.1	4.8	0.3	48.9	10.2	0.2	28081	13.4	1.3	15301
Genotype	39	265.6**	24.6**	1.5**	1729.08**	14.4**	5484.09**	262.2**	13.04**	993757**	206.09**	1.5*	212568*
SE×G	39	7.5	0.07	0.3**	5.1**	0.4	122.4**	4.2	0.38	20565	3.7	1.0	4909
Error	156	6.3	0.3	0.08	2.6	0.6	28.9	3.7	0.36	21146	6.8	2.1	5324
Coefficient of Variation		2.36	4.76	8.7	3.5	14.45	6.36	7.87	15.90	8.55	13.89	5.3	8.9

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه روی ژنوتیپ‌های کلزا تحت محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی طی سال زراعی ۱۴۰۲-۰۳

Seaweed extract	Pods per plant	1000-Seeds weight	Seed yield	HI	Oil yield
Control	79.84 b	3.55 b	1546 b	17.92 b	786.4 b
Foliar application of seaweed extract	89.40 a	4.02 a	1875 a	19.78 a	845.9 a

حروف متفاوت نمایانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد است.

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه روی ژنوتیپ‌های کلزا طی سال زراعی ۱۴۰۲-۰۳

Genotype	Plant height (cm)	Collar diameter (mm)	Pod area (cm ²)	Pods per plant	Seeds per pod	1000-Seeds weight (g)	Grain yield (Kg/h)	HI (%)	Oil percentage	Oil yield (Kg/h)
1	105.4 h-m	13.7 b-d	3.7 d-h	90.0 g-l	25.5 a-f	3.4 b-e	1656 r-t	16.2 g-l	44.8 a-f	518 p-r
2	113.4 b-g	13.6 cd	4.1 a-f	83.9 f-k	25.6 a-f	3.8 a-d	1889 jk	17.2 e-k	45.2 a-e	855 ij
3	111.2 d-j	10.1 op	3.3 g-j	65.5 n-r	26.4 a-d	3.3 c-e	1951 i-k	12.7 kl	45.2 a-e	882 ij
4	101.5 k-o	14.7 a	2.5 j	94.6 d-f	21.9 d-g	2.8 e	3028 b	25.3 ab	44.5 c-f	1347 b
5	96.0 o-q	8.9 qr	3.7 c-h	115.3 b	24.2 a-g	4.0 a-d	2375 d-f	20.4 b-i	44.7 b-f	1060 e-g
6	118.7 a-c	14.11 b	3.4 f-i	86.0 f-j	23.9 a-g	4.4 ab	16151 mn	22.1 b-f	43.7 f	706 k-m
7	99.5 m-p	11.2 kl	4.0 a-g	79.1 i-m	21.5 fg	4.3 ab	1102 s-u	13.0 kl	44.8 a-f	494 q-s
8	97.4 n-q	10.7 mn	3.5 e-i	94.5 d-f	24.4 a-g	3.6 a-e	1751 kl	17.7 d-k	45.7 a-d	979 jk
9	100.5 l-p	8.7 r	4.6 a-c	75.0 j-n	24.9 a-g	3.6 a-e	2302 e-h	22.4 a-f	45.5 a-e	1047 e-h
10	104.0 j-n	10.9 lm	4.3 a-e	87.7 f-i	25.5 a-f	3.7 a-d	1701 k-m	21.2 b-g	45.6 a-e	774 h-l
11	97.9 n-q	13.1 e-g	4.3 a-f	73.1 k-o	25.8 a-f	3.3 d-e	1380 n-r	20.5 b-i	45.5 a-e	626 m-p
12	106.4 g-m	12.8 gh	4.7 a	79.9 h-m	26.9 a-c	3.3 c-e	859.2 uv	16.2 g-l	45 a-f	387 st
13	119.1 ab	12.2 i	3.7 d-h	92.3 d-g	25.3 a-g	3.6 a-e	1005 tu	14.4 jkl	45 a-f	453 rs
14	106.8 f-l	12.6 g-i	4.3 a-f	83.1 g-k	26.2 a-e	3.6 c-e	2253 fgh	20.8 b-h	45 a-e	1018 f-h
15	114.9 a-e	12.9 fg	4.3 a-f	126.0 a	26.3 a-d	3.5 a-e	2778 c	24.7 abc	44.5 c-f	1237 b-d
16	104 j-n	10.0 op	2.8 ij	60.3 qr	21.5 e-g	4.4 a	1457 m-p	14.9 i-l	45.0 a-e	660 l-n
17	109.1 e-j	9.9 p	4.3 a-e	87.7 f-i	24.4 a-g	4.41 a	2407 d-f	21.6 b-g	45.0 a-e	1087 ef
18	114.2 a-f	14.1 b	3.9 a-g	69.6 m-r	22.3 c-g	4.2 a-c	1444 m-q	19.8 b-j	44.5 c-f	643 m-o
19	121.0 a	13.9 bc	4.0 a-g	131.4 a	27.6 a	3.8 a-d	3657 a	23.0 a-e	46.0 ab	1683 a
20	119 abc	11.6 j	4.3 a-f	83.3 g-k	24.5 a-g	3.9 a-d	2193 f-i	19.1 c-j	44.0 d-f	973 f-i
21	115.8 a-e	14.55 a	3.7 d-h	90.7 e-h	26.2 a-e	3.7 a-e	2535 c-e	27.6 a	45.0 a-f	1141 d-e
22	116.6 a-d	11.3 j-l	3.8 a-h	62 p-r	25.1 a-g	3.4 c-e	1947 i-k	18.0 d-k	45.7 a-d	889 ij
23	88.6 l-r	9.2 q	4.3 a-f	62.7 o-r	25.1 a-g	4.2 a-c	1091 s-u	19.3 c-j	45.5 a-e	497 q-s
24	11.3 d-j	11.0 lm	4.0 a-g	70.0 m-q	27 ab	3.7 a-e	2575 cd	20.1 b-j	45.0 a-f	1158 c-e
25	121.5 a	12.8 gh	4.6 abc	108.1 bc	27.1 ab	3.7 a-e	2086 g-j	20.3 b-i	45.7 b-f	932 hi
26	111.7 c-i	10.0 op	3.9 a-g	66.3 n-r	22.6 b-g	4.0 a-d	737 v	13.1 kl	44.8 a-f	331 t
27	101.8 k-o	11.0 m	4.1 a-g	89.8 f-i	24.6 a-g	4.0 a-d	2289 e-h	23.1 a-d	44.0 ef	1011 f-h
28	115.4 a-e	13.3 d-f	4.3 a-f	100.7 c-e	25.1 a-g	3.6 a-e	2233 d-g	23.7 a-d	45.0 a-f	1051 e-h
29	116.8 a-d	12.6 g-i	3.1 h-j	102.3 cd	22.3 c-g	3.7 a-e	2778 c	19.6 b-j	45.5 a-e	1266 bc
30	88.7 r	8.0 s	3.8 b-h	76.0 j-n	22.8 b-g	4.2 a-c	1562 l-o	15.2 h-l	45.0 a-e	708 k-m
31	105.2 i-m	12.5 hi	4.1 a-g	87.7 f-i	24.5 a-g	4.0 a-d	1330 o-s	16.1 g-l	44.8 a-f	596 m-q
32	93.7 p-r	10.4 no	4.5 a-d	79.4 i-m	27.5 a	3.9 a-d	1070 s-u	21.6 b-g	45.0 a-e	483 q-s
33	110.3 d-j	11.3 j-l	4.7 ab	72.0 l-p	23.0 a-g	4.4 ab	1219 p-t	12.5 kl	45.0 a-e	550 n-r
34	100.0 l-p	12.3 i	4.2 a-f	80.3 h-m	23.9 a-g	3.7 a-e	1186 q-t	11.41 kl	45.0 a-f	534 o-r
35	108.7 e-k	12.8 gh	4.3 a-e	79.6 i-m	26.8 a-c	3.7 a-e	1910 jk	22.5 a-e	45.8 abc	875 ij
36	92.3 qr	12.2 i	4.6 a-c	90.7 e-h	24.9 a-g	4.2 a-c	1422 n-q	19.9 b-j	46.0 a	657 l-o
37	88.5 r	11.0 lm	3.6 e-h	59.2 r	21.6 e-g	4.2 a-c	1476 m-p	16.7 f-l	44.8 a-f	662 l-n
38	113.3 b-g	13.5 de	4.1 a-g	100.7 c-e	21.8 g	3.6 a-e	1069 s-u	13.2 k-l	44.5 c-f	477 q-s
39	95.0 o-r	10.0 op	3.9 a-h	84.2 f-j	26.9 a-c	3.3 c-e	1454 m-q	16.0 g-l	44.7 b-f	645 m-o
40	112.6 b-h	11.6 jk	4.0 a-g	72.9 k-o	26.8 a-c	3.5 a-e	2065 h-j	21.8 b-g	45.5 a-e	934 g-i

حروف متفاوت در هر ستون نمایانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای عصاره جلبک دریایی و ژنوتیپ بر شاخص کلروفیل و تعداد شاخه‌های فرعی کلزا

Number Genotype	Chlorophyll index		Branches per plant	
	Control	Seaweed extract	Control	Seaweed extract
1	51.3 m-z	57.7 c-g	4.1 d-h	3.6 g-m
2	48.0 yz	54.0 f-t	3.8 f-k	3.9 f-j
3	48.8 wxyz	52.6 i-x	1.6 z	1.7z
4	47.9 yz	51.3 m-z	0.8 z	1.2 z
5	55.4 d-m	59.3 abcd	3.6 g-m	3.4 g-o
6	57.8 cdef	61.7 ab	4.1 d-g	4.1 d-h
7	58.4 a-e	62.0 a	3.1 l-s	3.4 g-o
8	48.9 wxyz	55.6 d-l	3.1 l-s	2.9 m-u
9	49.2 v-z	54.4 e-r	2.5 r-y	2.6 p-w
10	49.4 u-z	53.4 h-v	3.3 i-p	3.6 g-m
11	48.6 xyz	52.4 i-x	4.4 cdef	4.0 e-i
12	48.0 yz	51.1 n-z	3.5 g-n	3.2 j-r
13	45.8 z	51.5 l-y	4.6 bcde	4.6 bcde
14	49.5 u-z	54.5 e-q	2.3 t-z	2.1 v-z
15	48.0 yz	51.1 n-z	3.8 f-k	4.4 cdef
16	54.9 e-p	61.3 abc	3.3 i-p	2.0 wxyz
17	58.0 b-f	61.3 abc	3.0 m-t	2.8 n-u
18	52.3 i-x	56.3 d-i	2.5 q-x	2.3 s-z
19	45.4 z	51.1 n-z	3.5 g-n	3.5 g-n
20	51.7 j-y	56.8 d-h	1.8 yz	1.4 yz
21	51.5 k-y	55.7 d-k	3.5 g-n	3.5 g-n
22	45.5 z	50.6 q-z	3.3 i-p	3.0 l-s
23	49.8 u-z	54.1 f-s	3.0 m-t	2.8 n-u
24	50.3 r-z	54.0 f-t	2.5 q-x	2.4 r-y
25	41.6 z	50.1 s-z	4.0 e-i	4.1 d-h
26	47.4 yz	54.6 e-q	2.3 t-z	2.0 wxyz
27	48.9 wxyz	55.1 e-o	2.6 p-w	2.2 u-z
28	36.0 z	47.0 z	3.2 j-q	2.9 m-u
29	49.8 t-z	55.7 d-j	3.5 g-n	1.9 xyz
30	49.6 u-z	56.4 d-i	3.7 f-l	3.7 f-l
31	50.2 r-z	55.2 d-n	4.7 bcd	4.8 abc
32	39.7 z	48.5 xyz	3.4 h-o	3.3 i-p
33	51.1 n-z	55.1 e-o	3.4 h-o	3.2 j-r
34	40.2 z	48.5 xyz	3.6 g-m	3.4 g-o
35	47.7 yz	52.8 h-w	3.1 k-r	3.5 g-n
36	50.9 o-z	54.2 f-s	2.6 p-w	2.7 o-v
37	49.4 u-z	53.5 g-u	4.6 bcde	5.1 ab
38	50.8 p-z	56.1 d-i	3.0 m-t	3.2 j-r
39	39.4 z	46.9 z	5.2 ab	5.5 a
40	39.9 z	48.3 xyz	3.5 g-n	2.0 wxyz

حروف متفاوت در هر
معنی‌دار در سطح

۱۰-

عملکرد روغن

اثرات

و عملکرد روغن

ولی اثر تیمار

دریایی از نظر

عملکرد روغن

که از طریق اثر

ستون نمایانگر اختلاف
احتمال ۵ درصد است.

۳. درصد و

ژنوتیپ بر درصد

دانه معنی‌دار بود

عصاره جلبک

آماری تنها بر

معنی‌دار گردید

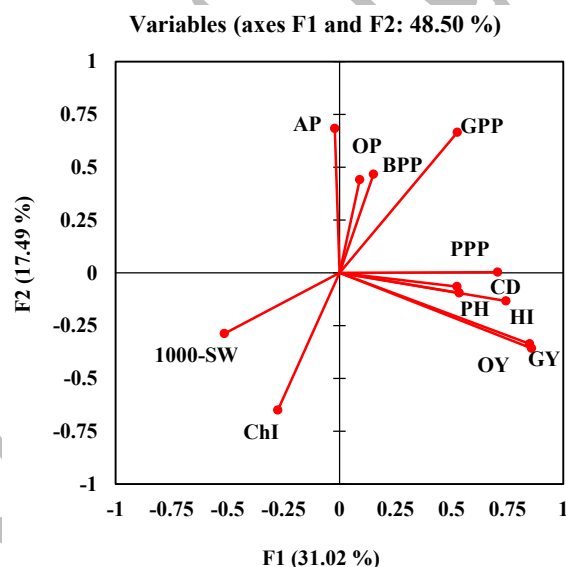
بر عملکرد دانه

بود (جدول ۴). بیشترین درصد روغن دانه با ۴۶ درصد به ژنوتیپ SW 102×Okapi تعلق داشت. کمترین درصد روغن نیز با ۴۳/۷ درصد از ژنوتیپ Zlatna×ES Darko به دست آمد (جدول ۶). بیشترین عملکرد روغن با ۱۶۸۳ کیلوگرم در هکتار هم راستا با عملکرد دانه از ژنوتیپ HL 3721×Rohan به دست آمد. ژنوتیپ‌های SW 102×ES Mercure و Garou×GK Csenge در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. کمترین عملکرد روغن نیز با ۳۳۱ کیلوگرم در هکتار در ژنوتیپ HL 2012×GK Csenge دیده شد (جدول ۶). محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد روغن به طور متوسط به مقدار ۷/۶ درصد گردید (جدول ۵). این اثر از طریق عملکرد دانه بوده است چراکه اثر جلبک دریایی روی درصد روغن دانه غیر معنی‌دار بود. نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی نیز مویید این امر است (شکل ۲). گزارش شده است که محلول‌پاشی

عصاره جلبک دریایی با افزایش میزان جذب عناصر غذایی، افزایش رشد و تغییر فعالیت آنزیم‌ها بر محتوای روغن می‌افزاید (El-Ziat *et al.*, 2024). بین عملکرد روغن با صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری به‌دست آمد. این صفات در تبیین عملکرد روغن دانه از طریق عملکرد دانه نقش معنی‌داری نشان دادند (شکل ۲).

۳-۱۱. تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA)

روش تجزیه به مولفه‌های اصلی به‌عنوان روش آماری موثر جهت تحلیل دقیق‌تر و تعیین همبستگی بین متغیرها استفاده گردید (شکل ۲). نتایج PCA نشان داد که در این مطالعه عملکرد دانه و روغن همبستگی مثبتی با ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته و شاخص برداشت داشتند (شکل ۲). بنابراین عملکرد روغن تابعی از پارامترهای مذکور بود. وزن هزاردانه با شاخص کلروفیل همبستگی مثبت و با تعداد دانه در خورجین همبستگی منفی نشان می‌دهد. این بدین معنی است که کاهش تعداد بذر در خورجین و افزایش شاخص کلروفیل به افزایش وزن هزار دانه انجامید. در بررسی پارامترهای موثر بر عملکرد دانه و در نهایت عملکرد روغن، پارامتر تعداد خورجین در بوته همبستگی مثبت و قوی‌تری با ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، بیوماس گیاهی، شاخص برداشت، عملکرد دانه و روغن داشت. اثر تعداد خورجین در بوته بر افزایش عملکرد روغن بیشتر از سایر اجزای عملکرد دیده شد. بین صفات مورد مطالعه کلروفیل برگ، وزن هزار دانه و مساحت خورجین با نشان دادن بیشترین زاویه با عملکرد دانه و روغن، کمترین همبستگی را با این صفات نشان دادند (شکل ۲). به‌طور کلی نتایج این تجزیه و تحلیل حاکی از آن است که اثرات متقابل این متغیرها می‌توانند در عملکرد نهایی گیاهان کلزا در شرایط محیطی مورد مطالعه (اراضی کم‌بازده) نقش کلیدی داشته باشند.



شکل ۲- تجزیه به مولفه‌های اصلی برخی از پارامترهای مورد مطالعه روی ژنوتیپ‌های کلزا

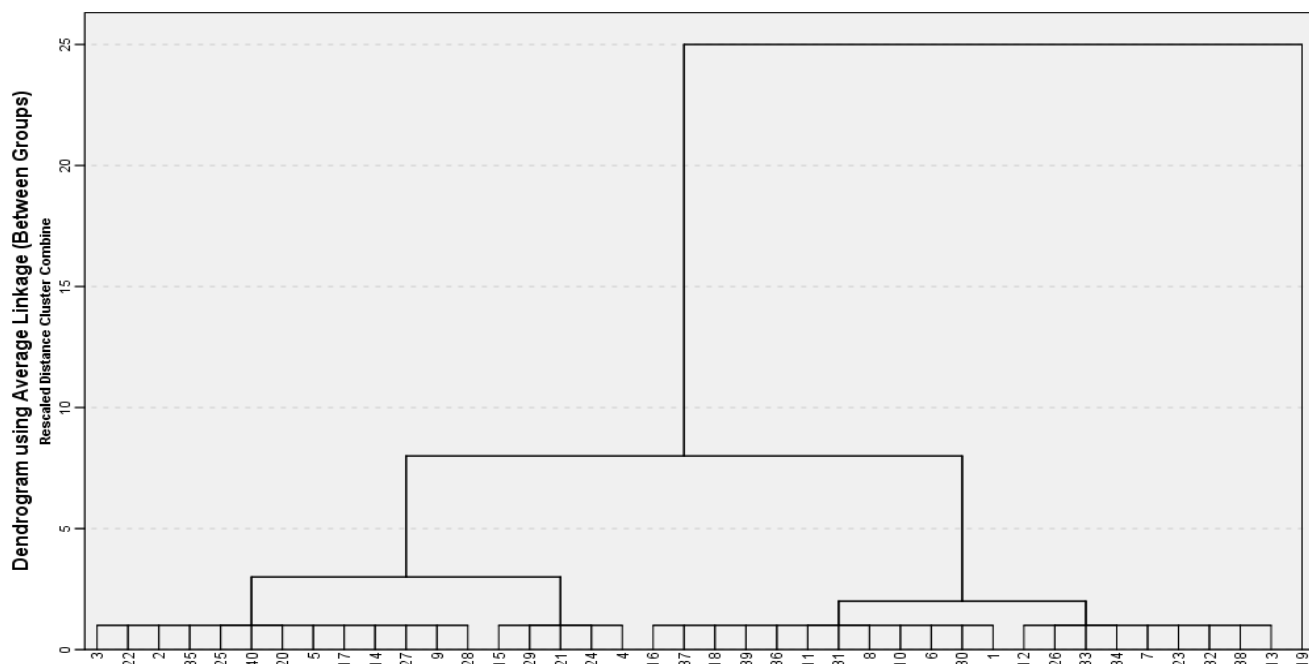
- زاویه بین خطوط در شکل نشانگر همبستگی بین صفات بوده و با نزدیک شدن خطوط به همدیگر مقدار همبستگی تشدید می‌گردد.

PH: ارتفاع بوته، CD: قطر طوقه، BPP: شاخه فرعی در بوته، ChI: شاخص کلروفیل، AP: مساحت خورجین، PPP: تعداد خورجین در بوته، GPP: تعداد دانه در خورجین، 1000-SW: وزن هزار دانه، GY: عملکرد دانه، HI: شاخص برداشت، OP: درصد روغن، OY: عملکرد روغن

۳-۱۲. تجزیه کلاستر

جهت انجام گروه‌بندی ژنوتیپ‌های کلزا ابتدا شرایط انجام روش وارد از جمله کمی بودن داده‌ها، فاصله اقلیدسی مربع شده و اندازه نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. گروه‌بندی (دندروگرام) ۴۰ ژنوتیپ کلزای مورد مطالعه بر اساس ارتفاع بوته، قطر طوقه، تعداد شاخه فرعی در بوته، شاخص کلروفیل، مساحت خورجین، اجزای عملکرد، عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد روغن و عملکرد روغن با استفاده از تجزیه کلاستر به روش وارد با استفاده از مربع فاصله اقلیدسی در شکل ۳ نمایش داده شده است. با برش دندروگرام از فاصله ۵ واحد، ژنوتیپ‌ها در ۳ گروه

قرار گرفتند. در این گروه‌بندی ژنوتیپ شماره ۱۹ ضمن کسب بالاترین عملکرد دانه با میانگین ۳۶۵۷ کیلوگرم در هکتار در گروه اول قرار گرفت. ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۲۲، ۲، ۳۵، ۴۰، ۲۰، ۵، ۱۷، ۱۴، ۲۷، ۹، ۲۸، ۱۵، ۲۹، ۲۱، ۲۴ و ۴ با میانگین عملکرد دانه ۲۳۱۱ کیلوگرم در هکتار در گروه دوم و رتبه بعدی عملکرد دانه بودند. در گروه سوم با میانگین عملکرد دانه به مراتب پایین‌تر ۱۳۱۳ کیلوگرم در هکتار ژنوتیپ‌های



شماره ۱۶، ۳۷، ۱۸، ۳۹، ۳۶، ۱۱، ۳۱، ۸، ۱۰، ۶، ۳۰، ۱، ۱۲، ۲۶، ۳۳، ۳۴، ۷، ۲۳، ۳۲، ۳۸ و ۱۳ قرار گرفتند. در گروه اول که تنها ژنوتیپ ۱۹ قرار داشت بیشترین عملکرد دانه و روغن و شاخص برداشت به دست آمد. ژنوتیپ‌های گروه دوم در رتبه بعدی از نظر عملکرد دانه و روغن قرار گرفتند. بنابراین ژنوتیپ‌های گروه‌های اول و دوم از میانگین عملکرد دانه و روغن و اجزای عملکرد دانه بالاتری در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این آزمایش برخوردار بودند. این ژنوتیپ‌ها به عنوان ژنوتیپ‌های امید بخش در آزمایش‌های بعدی گزینش و معرفی ارقام برای اراضی کم‌بازده حاشیه دریاچه ارومیه و مناطقی با شرایط اقلیمی مشابه مناسب تشخیص داده شدند.

شکل ۳- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های کلزا بر اساس میانگین صفات مورد ارزیابی به روش وارد

۴. نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش جاری نشان داد که محلول‌پاشی ۵ در هزار عصاره جلبک دریایی در مراحل ساقه‌روی و گل‌دهی ژنوتیپ‌های کلزا در اراضی کم‌بازده حاشیه دریاچه ارومیه با افزایش معنی‌دار تعداد شاخه فرعی در بوته، شاخص کلروفیل، تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه و شاخص برداشت باعث افزایش عملکرد دانه و روغن به‌طور میانگین به مقدار ۷/۳ و ۷/۶ درصد گردید. در این میان اثر تعداد خورجین در بوته بیشتر از سایر صفات بود. به نظر می‌رسد کود آلی جلبک دریایی به دلیل دارا بودن محرک‌های رشدی و عناصر مغذی در رشد و بهبود محصول‌دهی ژنوتیپ‌های کلزا اثر مثبت داشته است. چنین استنباط می‌گردد که کاربرد این کود آلی به‌ویژه در شرایط دشوار محیطی برای دستیابی به محصول اقتصادی در زراعت کلزا نقش قابل قبولی داشته باشد. بین ۴۰ ژنوتیپ پاییزه کلزای مورد مطالعه در منطقه آزمایش، اختلاف معنی‌داری از نظر اجزای عملکرد، عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های گیاهی دیده شد. گروه‌بندی آن‌ها بر مبنای صفات مورد مطالعه نشان داد که ژنوتیپ‌های HL 3721×Rohan، ES Artist×SW102، ES Mercure، Garou×GK Csenge، Garou×GK Reka، L72×GK Nafis، ES Hydromel×GK Csenge، ES 1087×GKH2624، ES Artist×Neptune، Rohan×GK Csenge، SLM 046×Okapi، HL 1212×Neptune، ES Hydromel×SW102، ADV2×Zarfam، ES Darko×ES Lauren، ES Alonso×Artist، ES Darko×Zlatna و Zlatna×SW102 بیشترین

عملکرد دانه و روغن را کسب کردند و می‌توانند به‌عنوان ژنوتیپ‌های امید بخش در گزینش کلزاهای سازگار و با عملکرد دانه و روغن قابل قبول برای کشت در اراضی کم‌بازده حاشیه دریاچه ارومیه و مناطقی با شرایط اقلیمی مشابه به‌کار روند.

۵. تعارض منافع

نویسندگان اظهار می‌نمایند که هیچ‌گونه تعارض منافی در رابطه با نشر این مقاله وجود ندارد.

۶. سپاسگزاری

بدین وسیله از پشتیبانی مدیریت مزرعه و کار کوشای ایستگاه خسرو شاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی برای اجرای این پژوهش، سپاسگزاری می‌گردد.

۷. منابع

- Arab, S., Baradaran Firouzabadi, M., Gholami, A. & Heidari, M. (2022). Physiological responses of soybean plant (dpx) to pretreatment and foliar application of seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) and seed primary quality. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 20(1), 105-119. (In Persian).
- Azarmehr, A., Baghi, M. & Ziaenasab, M. (2017). Effect of Seaweed extract (*Basfoliar Kelp sl*) and Sulphate (K-leaf) on yield and some yield components of winter rapeseed (*Brassica Napus* L.) var. Natalie. 14(3), 155-165.
- Boccaccini, A., Cimini, S., Kazmi, H., Lepri, A., Longo, C., Lorrari, R. & Vittorioso, P. (2024). When size matters: new insights on how seed size can contribute to the early stages of plant development. *Plants*, 13(13), ID: 1793.
- Carreño Siqueira, J.A., Marques, D.J., Silva, M.C.G. & Silva, C.A. (2023). The use of photosynthetic pigments and SPAD can help in the selection of bean genotypes under fertilization organic and mineral. *Scientific Reports*, 13(1), ID: 22610.
- Champan, J.F., Dniels, R.W. & Scarisbrick, D.H. (1984). Field studies on ¹⁴C assimilate fixation and movement in oilseed rape, (*B. napus*). *Journal of Agricultural Science*, 102, 23-31.
- Chaturvedi, S., Kulshrestha, S. & Bhardwaj, K. (2022). *Role of seaweeds in plant growth promotion and disease management*. In New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering, Chapter 11. (pp. 217-238).
- Chen, M., Zhang, T.L., Hu, C.G. & Zhang, J.Z. (2023). The role of drought and temperature stress in the regulation of flowering time in annuals and perennials. *Agronomy*, 13(12), ID: 3034.
- Cutolo, E.A., Guardini, Z., Dall'Osto, L. & Bassi, R. (2023). A paler shade of green: engineering cellular chlorophyll content to enhance photosynthesis in crowded environments. *New Phytologist*, 239 (5), 1567-1583.
- Daadoush, H. K. & Al-Doori, M. F. L. (2024). The impact of seaweed extract and bio fertilizer on root growth and some mineral content of orange seedlings. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 137 (4), ID: 042039.
- Dehshiri, A. & Modares Sanavy, S. A. M. (2017). Effects of salinity on yield quantity and quality of three rapeseed (*brassic napus*) cultivars under different atmospheric carbon dioxide concentrations. *Crop Production*, 9 (4), 1-16.
- El-Khattabi, O., El Hasnaoui, S., Toura, M., Henkrar, F., Collin, B., Levard, C., Colin, F., Merghoub, N., Smouni, A. & Fahr, M (2023). Seaweed extracts as promising biostimulants for enhancing lead tolerance and accumulation in tomato (*Solanum lycopersicum*). *Journal of Applied Phycology*, 35(1), 459-469.
- El-Ziat, R.A.M., Saudy, H.S. & Hewidy, M. (2024). The Alteration in physiological status, growth and essential oil profile of French marigold (*tagetes patula* l.) owing to seaweed extract and salicylic acid application. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 24(2), 1-14.
- Gharib, F.A.E.L., Osama, K., Sattar, A.M.A.E. & Ahmed, E.Z., (2024). Impact of *Chlorella vulgaris*, *Nannochloropsis salina*, and *Arthrospira platensis* as bio-stimulants on common bean plant growth, yield and antioxidant capacity. *Scientific Reports*, 14(1), ID: 1398.
- Göbel, M., Dulal, S., Sommer, L., Weinmann, M., Mamun, A. A., Ahmed, A., Sujeeth, N., Mai, K., Neumann, G., Müller, T. & Bradáčová, K. (2024). Protective potential of selected microbial and non-microbial biostimulants against *Zymoseptoria tritici* leaf blotch in winter wheat as affected by the form of N supply. *Frontiers in Plant Science*, 15, ID: 1407585.
- He, Z., Ding, B., Pei, S., Cao, H., Liang, J. & Li, Z. (2023). The impact of organic fertilizer replacement on greenhouse gas emissions and its influencing factors. *Science of the Total Environment*, 905, ID: 166917.
- Ihien Katche, E. & Mason, A. (2023). Resynthesized rapeseed (*Brassica napus*): breeding and genomics. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 42(2), 65-92.
- Mirnezami-Ziabari, S. H. & Sanei-Shariatpanah, M. (1994). Usual methods in fats and oils analysis. *Mashhad Astaneh Gods*, 274p. (in Persian).

- Nicol, J.B., Ribano, A.K.B., Hickerson, N.M.N., Ali, N., Jamois, F. & Samuel, M.A. 2023. Plant growth regulator extracts from seaweeds promote plant growth and confer drought tolerance in canola (*Brassica napus* L.). *Plant Signaling and Behavior Journal*, 18(1): 22-28.
- Pasban Eslam, B. (2009). Evaluation of physiological indices, yield and its components as screening techniques for water deficit tolerance in oilseed rape cultivars. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 11: 413-422.
- Pasban Eslam, B. (2011). Study of possibility of delayed planting of oilseed rape (*Brassica napus* L.) in east azarbaijan in Iran. *Seed and Plant Journal*, 27(3), 269-284. (In Persian).
- Pasban Eslam, B. & Alizadeh, B. (2019). Response of Seed and Oil Yields and Yield Components of some Rapeseed (*Brassica napus* L.) Genotypes at Saline Areas of Tabriz Plain. *Journal of Crop Ecophysiology*, 51 (13). 485-498. (in Persian).
- Radwan, A.M., Ahmed, E.A., Donia, A.M., Mustafa, A.E. & Balah, M.A. (2023). Priming of *Citrullus lanatus* var. *colocynthoides* seeds in seaweed extract improved seed germination, plant growth and performance under salinity conditions. *Scientific Reports*, 13(1), ID: 11884.
- Rajaie, M. (2022). Improving yield, yield components and the absorption of nutrients of wheat by growth stimulants under normal irrigation and drought stress. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 20(2), 147-162. (In Persian).
- Saleh, M. A., Atala, S. A. & Bardisi, E. A. (2024). Effect of foliar application with potassium silicate and seaweed extract on plant growth, productivity, quality attributes and storability of potato. *Scientific Journal of Agricultural Sciences*, 6(2), 78-96.
- Shahriari, A. G., Mohkami, A., Niazi, A., Parizipour, M. H. G. & Habibi-Pirkoohi, M. (2021). Application of brown algae (*Sargassum angustifolium*) extract for improvement of drought tolerance in canola (*Brassica napus* L.). *Iranian Journal of Biotechnology*, 19(1), e2775.
- Shahsavari, M., Mohammadi, V., Alizadeh, B. & Alizadeh, H. (2023). Application of machine learning algorithms and feature selection in rapeseed (*Brassica napus* L.) breeding for seed yield. *Plant Methods*, 19(1), 1-22.
- Shang, X. C., Zhang, M., Zhang, Y., Li, Y., Hou, X. & Yang, L. (2023). Combinations of waste seaweed liquid fertilizer and biochar on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seedling growth in an acid-affected soil of *Jiaodong Peninsula*, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 260, ID: 115075.
- Sheela Jesvanthini, R. K., Baradhan, G., Suresh Kumar, S.M., Sathyanarayanan, G. & Rex Immanuel, R. (2024). Evaluating the impact of combined application of seed dressing and foliar application of sea weed extracts on growth attributes of Black Gram (*Vigna mungo*). *Environment and Ecology*, 59(3), 1186-1190.
- Shu, X., Zhang, X., Wang, S., Fu, T., Ding, Z., Yang, Y., Wang, Z., Zhao, S., Xu, J., Zhou, J. & Ju, J. (2024). Simplified panicle fertilization is applicable to japonica cultivars, but splits are preferred in indica rice for a higher paddy yield under wheat straw return. *Frontiers in Plant Science*, 15, ID: 1273774.
- Singh, A., Singh, G. & Singh, L. (2023). Performance of canola (*Brassica napus* L.) at different age of seedling under system of mustard intensification. *Indian Journal of Agricultural Research*, 57 (6), 780-783.
- Statistics center of the ministry of agricultural jahad. (2023). <https://amar.org.ir/salnameh-amari/agentType/ViewSearch/CustomFieldIDs/65/SearchValues/1401/PropertyTypeID/615>.
- Tahmasebi, G., Syadat, S.A., Pour Siabidi, M.M. & Naseri, R. (2013). Effect of planting dates on seed yield and vegetative traits of rapeseed cultivars in ilam region. *Journal of Crop Ecophysiology*, 27(7), 241-258. (In Persian).
- Takatsuka, H. & Umeda, M. (2014). Hormonal control of cell division and elongation along differentiation trajectories in roots. *Journal of experimental botany*, 65(10), 2633-2643.
- Tarraf, S.A., Talaat, I.M., El-Sayed, A.E.K.B. & Balbaa, L.K. (2015). Influence of foliar application of algae extract and amino acids mixture on fenugreek plants in sandy and clay soils. *Nusantara Bioscience*, 7(1), 33-37.
- Vafa, Z.N., Sohrabi, Y., Mirzaghaderi, G., Heidari, G., Rizwan, M. & Sayyed, R.Z. (2024). Effect of bio-fertilizers and seaweed extract on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) under different irrigation regimes: Two-year field study. *Chemosphere*, 364, ID: 143068.
- Yanagi, M. (2024). Climate change impacts on wheat production: Reviewing challenges and adaptation strategies. *Advances in Resources Research*, 4(1), 89-107.

The productivity response of rapeseed genotypes to the application of seaweed extract in the marginal areas around Urmia Lake

ABSTRACT

The research was conducted to investigate the effect of foliar application of seaweed extract on seed and oil yields and its components of rapeseed genotypes in the marginal areas around Urmia Lake. The experiment was done in the cropping year 2023-2024 as a split-plot based on a randomized complete block design with three replications at East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. The experimental factors included the foliar application of seaweed extract at two levels (control and 5 per thousand) as the main factor and 40 canola genotypes as the sub-factor. The results showed that the foliar application of seaweed extract increased the number of sub-branches, chlorophyll index, number of pods per plant, 1000-seed weight, harvest index, and seed and oil yields. Genotype HL3721×Rohan had the highest amounts of pods per plant (131.4), seeds per pod (27.6), and seed and oil yields of 3657 and 1683 kg/h, respectively. HL2012×GK Csege and Triangle×Modena genotypes had the lowest seed yield compared to others. The results of principal components analysis among the studied traits showed significant correlation between seed and oil yields. Also mentioned traits had significantly positive correlations with plant height, pods per plant, and harvest index. This shows the role of the mentioned traits in the formation of plant performance. By cluster analysis with Ward's method, after HL3721×Rohan, eighteen genotypes with an average seed yield of 2311 kg/ha were placed in one group. These genotypes can be used as promising genotypes in the marginal areas around Urmia Lake.

Keywords: Biological nutrient, Chlorophyll index, Correlation, Seed yield, Yield components