

Investigating the Effects of Sugarcane Drainage Water, Foliar Application of Amino Acids, and Salicylic Acid on Morpho-Physiological Characteristics of Camelina Cultivars

Introduction

This study aimed to utilize unconventional water resources to cultivating the strategic oilseed crop *Camelina sativa*, also investigating the effects of foliar application of L-amino acids and salicylic acid (SA) on morpho-physiological characteristics of Camelina cultivars. Soil and water salinity are the most significant problems in Khuzestan Province, leading to reduced agricultural productivity. High salinity in Khuzestan soils significantly reduces the growth and productivity of many crops. However, employing foliar spraying of amino acids and salicylic acid can serve as a magnificent method to reduce the impact of salt stress in saline soils. The current investigation intends to explore the effect of foliar spraying of amino acids and salicylic acid on the *Camelina sativa* L. under sugarcane drainage water irrigation. Camelina as a low input oilseed crop has a few positive traits that make it possible to cultivate in Iran. The main advantages of Camelina like drought and salinity tolerance and high seed oil content make it valuable especially in less productive lands. Due to the large amounts of drainage water in sugarcane production industries, drainage water recycling, and application for salt tolerant crops irrigation except for sugarcane can be used as supplemental irrigation. Depending on management, drainage water recycling can also provide other complementary benefits such as saving conventional water resources needed for the development of crop cultivation in the region.

Materials and Methods

The experiment was conducted during the 2022–2023 and 2023–2024 growing seasons using a split-split plot test within a randomized complete block design in four replications at the sugarcane industry of Hakim Farabi, located in southern Khuzestan Province. Water sources as main factor included river water (control), alternate irrigation (alternating river water and sugarcane drainage water), sugarcane drainage water irrigation. Sub-factor was Foliar applications at flowering stage included control (no application), L-amino acids at 1.5 and 3 L ha⁻¹, salicylic acid at 1 and 2 mM, and cultivars (Soheil and Sepehr) as sub-sub-factor. The amino acids used included alanine, arginine, aspartic acid, cysteine, glutamic acid, glutamine, glycine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, proline, serine, threonine, tryptophan, tyrosine, and valine from stock solutions of 1 and 1.5 L/ha.

Results and Discussion

Results indicated that under river water irrigation (Karun River), the Sepehr cultivar treated with 3 L ha⁻¹ L-amino acids exhibited a 53% higher seed yield compared to the untreated Soheil control. The lowest yield was observed under sugarcane drainage water irrigation. However, the Soheil cultivar showed a 35% yield advantage under sugarcane drainage water when treated with 3 L ha⁻¹ L-amino acids compared to the untreated Sepehr control. The highest seed yield over the two years was obtained from river water irrigation combined with a foliar application of 3 L/ha of amino acids in the Sepehr cultivar (3609 kg/ha). In contrast, the lowest seed yield was recorded for the Sepehr cultivar under irrigation with sugarcane drain water. The best seed yield in the Soheil cultivar was also achieved with a foliar application of 3 L/ha of amino acids (1691 kg/ha). The Sepehr cultivar demonstrated higher grain and biological yields under river water irrigation conditions. The foliar applications of amino acids and salicylic acid positively influenced seed yield, biological yield, harvest

index, 1000-seed weight, number of siliques per plant, number of seeds per silique, silique length, and plant height under both drain water usage conditions and non-usage conditions. Notably, the Sepehr cultivar yielded less than Sohail under drain water conditions. It seems that foliar application of L-amino acids and SA acted as potential growth regulators, mitigating stress effects by enhancing nutrient uptake and improving seed yield.

Conclusion

This study concluded that foliar applications of amino acids and salicylic acid enhanced the growth and development of Camelina by improving nutrient absorption, mitigating stress effects, and increasing seed yield. The integration of L-amino acids and SA alleviated stress under unconventional water irrigation, demonstrating their potential for sustainable Camelina production. River water with amino acid supplementation yielded optimal results, while sugarcane drainage water required amino acid amendments to enhance productivity.

Keywords: Foliar application, Irrigation management, L-amino acids, Non-conventional water resources, Seed yield

بررسی تاثیر زه‌آب نیشکر، کاربرد شاخساره‌ای آمینواسیدها و اسید سالیسیلیک روی برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک ارقام کاملینا

حبیب نژاد قرباغی^۱، پیمان حسینی^{۲*}، افراسیاب راهنما^۳، دانیال کهریزی^۴، علی منصفی^۵

۱- دانشجوی دکتری گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران

اهواز، اهواز، ایران

۲- دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز،

اهواز، ایران

۳- استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز،

ایران

۴- استاد گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۵- دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز،

اهواز، ایران

آزمایش با هدف استفاده از منابع آب نامتعارف به منظور صرفه‌جویی در مصرف آب برای تولید محصول استراتژیک دانه روغنی کاملینا همچنین مطالعه اثر کاربرد شاخساره‌ای آمینواسیدها و اسید سالیسیلیک بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی ارقام کاملینا در سال‌های زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ و ۱۴۰۲-۱۴۰۳ به‌صورت کرت‌های دوبر خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. منابع آبی به عنوان عامل اصلی شامل آبیاری با رودخانه (شاهد)، آبیاری تناوبی (یکبار آب رودخانه و یکبار آبیاری با آب زهکش بطور متناوب) و آبیاری با زه‌آب نیشکر، کاربرد شاخساره‌ای آمینواسیدهای چپ‌گرد و اسید سالیسیلیک در پنج سطح شامل بدون کاربرد (شاهد)، آمینواسیدهای چپ‌گرد میزان یک و نیم و سه‌لیتر در هکتار، اسید سالیسیلیک با غلظت‌های یک و دو میلی‌مولار در مرحله گلدهی به‌عنوان عامل فرعی، و رقم در دو سطح شامل دو رقم سهیل و سپهر به‌عنوان عامل فرعی فرعی بودند. نتایج آزمایش نشان دادند کاربرد برگ‌ی آمینواسیدهای چپ‌گرد و اسید سالیسیلیک به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های بالقوه برای افزایش رشد و نمو کاملینا از طریق افزایش جذب عناصر غذایی، باعث تعدیل اثرات تنش شده و عملکرد دانه، را بهبود بخشید. نتایج نشان داد که در میان تیمارهای منابع آبی، در آبیاری با آب رودخانه کارون بیشترین عملکرد دانه رقم سپهر با کاربرد شاخساره‌ای آمینواسید سه‌لیتر در هکتار نسبت به تیمار شاهد رقم سهیل، ۵۳ درصد عملکرد بالاتری داشت. کمترین میزان عملکرد در کاربرد زه‌آب نیشکر مشاهده شد. هرچند رقم سهیل در شرایط کاربرد زه‌آب نیشکر همراه با آمینواسید سه‌لیتر در هکتار به میزان

۳۵ درصد نسبت به شرایط کاربرد زه آب بدون کاربرد آمینواسید (شاهد) رقم سپهر برتری نشان داد. **واژه‌های کلیدی:** آمینواسیدهای چپ‌گرد، عملکرد دانه، کاربرد شاخساره‌ای، منابع آبی نامتعارف، مدیریت آبیاری

مقدمه¹

کاملینا (*Camelina sativa* L.) از خانواده کلم‌یان می‌باشد که با نام‌های کتان کاذب، کتان وحشی و کنجد آلمانی شناخته می‌شود و بومی مناطق مدیترانه ای آسیا و اروپا است که بررسی‌های کمی در اکثر گونه‌های این جنس صورت گرفته است (Qamarnia et al., 2019). مطالعات متعدد بر روی گیاه کاملینا نشان می‌دهد که این گیاه قادر است در شرایط مختلف آب و هوایی و خاک رشد نماید و در مقایسه با سایر دانه‌های روغنی مرسوم همچون کلزا، سویا و آفتابگردان نیاز کمتری به آب، کود و آفت‌کش‌ها دارد و می‌تواند در زمین‌های حاشیه‌ای رشد نماید (Mohammadinejad et al., 2018 ; Putnik Delik et al., 2013 ; Lee & Sun., 2015). در حال حاضر افکار عمومی به سمتی است که شبکه‌های زهکشی به‌گونه‌ای طراحی شوند که حفظ حیات ساکنین زیست‌بومها تضمین شده و فعالیت‌های کشاورزی، کیفیت آب را زایل نکنند (Khairy et al., 2017; Yazar et al., 2022). ایران نیز از جمله کشورهایی است که در حال حاضر با این مشکلات روبرو است و بسیاری از تالابها و رودخانه‌ها در اثر ورود زه آب زمین‌های کشاورزی هم‌جوار آلوده شده‌اند (Mukhtaran et al., 2019). در این راستا، یکی از اقدامات لازم جمع‌آوری آب‌های برگشتی حاصل از کشاورزی و استفاده مجدد از آنها در امور زراعی و باغی می‌باشد. هدف اصلی استفاده مجدد از زهاب، کاهش مقادیر زه آب است به‌طوری‌که همزمان بتوان آب اضافی قابل‌دسترسی را برای آبیاری و یا مصارف دیگر تأمین کرد (Rejabzadeh & Pizra., 2022 ; Fernandes et al., 2023). استفاده مجدد تنها در صورتی مفید است که زه آب از کیفیت خوب و قابل قبولی برخوردار باشد (Ashu & Lee., 2018). در مطالعه‌ای توسط جرجسن و همکاران، از زه آب حاصل از کشت هویج، برای آبیاری پنبه استفاده شد. زهاب پنبه که حجم آن کمتر شده و از لحاظ نمک و عناصر سمی مانند سلنیم غلیظ‌تر شد، برای آبیاری اوکالیپتوس استفاده گردید و زهاب حاصل برای آبیاری نوعی هالوفیت به نام آترپلیکس به کار رفت. زه آب نهایی با غلظت بالا به حوضچه‌های تبخیری تخلیه گردید. نتایج نشان داد، این روش برای کاهش حجم و استفاده مؤثر از زه آب بسیار مفید است، اما هزینه‌های انتقال و تخلیه زه آب به حوضچه‌های تبخیری بالا می‌باشد (Jorgensen et al., 1992). برای قسمتی از جنوب و جنوب غرب خوزستان که با محدودیت تأمین آب شیرین روبرو است، استفاده از زه آب نیشکر را راه حل مناسبی برای کشت گیاه کینوا در بهار و تابستان معرفی کردند (Mukhtaran et al., 2019). همچنین، نتایج (Sharifipour et al., 2019) نشان دادند که از زه آب‌های با کیفیت مناسب در جنوب خوزستان، می‌توان برای کشت گیاهان متحمل به شوری و توسعه منابع طبیعی برای جلوگیری از طوفان‌های گرد و غبار استفاده کرد. لئی، به‌منظور مدیریت زه آب در یک سامانه آگروفرستری در کالیفرنیا، از زه آب یک محصول حساس به شوری برای آبیاری پنبه که متحمل به شوری است، استفاده کرد. این چرخه چند بار تکرار شد و زه آب حاصل به حوضچه‌های تبخیری تخلیه گردید. نتایج نشان داد، مزیت اصلی این سامانه ورود کمتر آب به حوضچه تبخیری و هدر رفت کمتر آب می‌باشد (Letey et al., 2005). گراتان و همکاران، به‌منظور کاهش حجم زهاب، نسبت به استفاده متوالی از زه آب برای آبیاری ده محصولات متحمل به شوری اقدام کردند (Grattan et al., 2004). در پژوهشی دیگر، به‌منظور افزایش سطح زیر کشت و کاهش حجم زه آب، برای آبیاری گندم از زه آب استفاده شد، به‌طوری‌که ۴۰ درصد عملکرد محصول گندم حاصل شد با توجه به توضیحات فوق و محدود بودن منابع آبی، یکی از اقدامات لازم جمع‌آوری زه آب‌های کشاورزی و کاربرد مجدد در برنامه‌های اصلاحی و زراعی است (Arun and Priyanka., 2018). کاربرد برون‌زا تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه (PGRS) به طور گسترده برای تحمل تنش در خیلی از گونه‌های گیاهی با تعدیل بیوشیمیایی و فیزیولوژی سبب افزایش تحمل تنش‌ها می‌شود (Bakhtavar et al., 2015 ; Ismail et al., 2016). کاربرد شاخساره‌ای مانند (اسمولیت‌های آلی، آمینواسیدها، شبه هورمون‌های گیاهی مانند اسید سالیسیلیک و مواد معدنی) یکی از راه‌های مقابله با شرایط نامناسب در علوم زیستی است (Hayat et al., 2008). آمینواسیدها می‌توانند به‌عنوان یک رویکرد عملی و سازگار با محیط‌زیست جهت بهبود رشد و عملکرد گیاهان

زراعی مورد استفاده قرار گیرد (Ashouri et al., 2021). آمینواسیدها به عنوان منبع تأمین نیتروژن، در تولید پروتئین گیاهی و سبزینه (کلروفیل) و در نتیجه افزایش سطح برگ و افزایش تعداد کلروفیل برگ و تولید اسمولیت های سازگار در گیاه مؤثرند و همچنین موجب افزایش تولید متابولیت های ثانویه در گیاه می شوند (Ghazi Manas et al., 2013). بررسی های به عمل آمده توسط کولا و همکاران (Colla, et al., 2017)، نشان داد که کاربرد شاخساره های آمینو اسیدها اثرات مستقیمی در تحریک رشد گیاه، افزایش جذب عناصر غذایی و بهبود عملکرد دارد. اثرات مثبت کاربرد شاخساره های آمینواسیدها بر خصوصیات فیزیوشیمیایی، رشد و جذب عناصر غذایی در سایر محصولات زراعی مانند سویا (*Glycine max* L.) (Teixeira et al., 2018)، کلم بروکلی (*Brassica oleracea* L.) (Shekari & Javanmardi., 2017) و کاهو (*Lactuca sativa* L.) (Khan et al., 2019). نیز در نتایج سایر محققان گزارش شده است. اسید سالیسیلیک از ترکیبات فنلی است که در تعداد زیادی از گیاهان به وسیله ریشه گیاهان تولید می شود و به عنوان ماده ای شبه هورمونی نقش مهمی در رشد و نمو گیاهان ایفا می کند (Klessig et al., 2018). اسید سالیسیلیک فرایندهای فیزیولوژیکی را در گیاهان تنظیم و عوارض جانبی تنش را کاهش داده و می تواند اثر نامطلوب تنش را بهبود بخشد (Yavas & Unay., 2016). در این رابطه امام و پیرسته انوشه با بررسی بر عملکرد و اجزای عملکرد جو تحت تاثیر غلظت های متفاوت محلول پاشی اسید سالیسیلیک در شرایط شور بیان کردند که عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه تحت تاثیر شوری کاهش معنی داری را در هر دو سال گردید، ولی اسید سالیسیلیک در هر دو شرایط با و بدون تنش شوری موجب افزایش معنی دار این صفات گردید. این اثرات مثبت می تواند به بهبود اغلب ویژگی های بیوشیمیایی مانند کاهش خسارات اکسیداتیو در اثر شوری و یا فیزیولوژیک مانند بهبود ظرفیت فتوسنتزی و فعالیت روبیسکو در اثر کاربرد اسید سالیسیلیک به دست آمد (Imam & t prieste Anousheh., 2014).

با توجه به روند فزاینده شدت خشکسالی طی سال های اخیر و کمبود منابع آبی همچنین سیاست های اتخاذ شده از سوی شرکت توسعه نیشکر مبنی بر استفاده مجدد از زه آب نیشکر در مزارع غیر نیشکری، لذا این آزمایش با هدف استفاده از منابع آب خاکستری به منظور صرفه جویی در مصرف آب برای تولید محصول استراتژیک دانه روغنی کاملینا انجام پذیرفت. همچنین کمبود اطلاعات کافی از پاسخ این گیاه به زه آب نیشکر به عنوان یک منبع نامتعارف آب و واکنش های مورفوفیزیولوژیک آن در شرایط آبیاری با اینگونه منابع آبی، لزوم انجام این پژوهش در منطقه را بیشتر نمایان کرد. بنظر می رسد می توان با ارائه یک راهکار مناسب مدیریتی از زه آب حاصل از زراعت نیشکر جهت استفاده مجدد بهره جست. بر همین اساس این مطالعه به منظور استفاده از زه آب نیشکر و بررسی تاثیر زه آب نیشکر، کاربرد شاخساره های آمینواسیدها و اسید سالیسیلیک روی برخی ویژگی های مورفوفیزیولوژیک ارقام کاملینا در شرایط خوزستان اجرا شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال های زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ و ۱۴۰۲-۱۴۰۳ در کشت و صنعت نیشکر حکیم فارابی واقع در جنوب استان خوزستان به صورت کرت های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. منابع آبی به عنوان عامل اصلی شامل آبیاری با آب رودخانه (شاهد)، آبیاری تناوبی (یکبار آب رودخانه و یکبار آبیاری با آب زهکش بطور متناوب) و آبیاری با زه آب نیشکر، کاربرد شاخساره های آمینواسیدهای چپ گرد و اسید سالیسیلیک در پنج سطح شامل بدون کاربرد شاخساره ای (شاهد)، آمینواسید یکونیم و سه لیتر در هکتار، اسید سالیسیلیک با غلظت های یک و دو میلی مولار در مرحله گلدهی به عنوان عامل فرعی، و رقم در دو سطح شامل دو رقم سهیل و سپهر به عنوان عامل فرعی بودند. ارقام مورد استفاده سهیل و سپهر از شرکت دانش بنیان بیستون شفا کرمانشاه تهیه شدند. والد پدری این دو رقم *Blanne Greek* از کشور یونان و والد مادری آنها رقم *Calena.sp* از کشور فرانسه بودند. در (جدول ۱) ارائه شده است. آمینواسیدهای چپ گرد مورد استفاده در این پژوهش شامل آمینواسیدهای چپ گرد با نام تجاری اُرگانامین (محصول شرکت دانش بنیان کوهرنگ در کشور ایران شماره مجوز واحد فناوری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری: ۵/۲۸۲۳/ب) با ترکیب آلانین (۲٪/۷)، آرژنین (۳٪/۶۸)، اسپارتیک (۲٪/۵۸)، سیستئین (۱٪/۲۲)، گلوتامیک اسید (۴٪/۴۹)، گلوتامین (۳٪/۵۶)، گلوسین (۹٪/۶۷)، هیستیدین (۰٪/۶۹)، ایزولوسین (۱٪/۹۸)، لوسین (۳٪/۴۶)، لیزین (۲٪/۳۴)، متیونین (۰٪/۲۹)، فنیل آلانین (۱٪/۷۵)، پرولین (۵٪/۳۸)، سرین (۲٪/۵۶)، ترئونین (۱٪/۱۹)، تربیتوفان (۰٪/۸۳)، تیروزین (۱٪/۹۱)، والین (۱٪/۷۳)، در لیتر به عنوان استوک تهیه گردید و مقادیر یکونیم لیتر و سه لیتر در هکتار پس از کالیبره کردن سمپاش دستی و محاسبه میزان آب مورد نیاز به همراه کاربرد سورفاکتانت از مارک تجاری طلای سبز B

محصول شرکت زرافشان، مورد استفاده قرار گرفت (Fayaz et al., 2024). اسیدسالیسیلیک مورد استفاده (با فرمول شیمیایی $C_7H_6O_3$ وزن مولکولی ۱۳۸/۱۲ گرم) متعلق به شرکت مرک آلمان بود. عملیات کاربرد شاخساره‌ای آمینواسیدهای چپ‌گرد و سالیسیلیک اسید (کد رشدی ۵۰) در زمان ۵۰ درصد گلدهی طی ساعات ۷ تا ۹ صبح با سمپاش دستی طبق توصیه شرکت سازنده محلول استوک پایه به ترتیب شامل آمینواسید با غلظت‌های یک‌ونیم لیتر و سه لیتر در هکتار، اسید سالیسیلیک با غلظت‌های یک و دو میلی مولار با کاربرد ده لیتر آب در هرکدام از واحدهای آزمایشی طبق نقشه تیمارها در تاریخ‌های ۱۴۰۲/۱۲/۰۲ و ۱۴۰۱/۱۲/۰۲ محلول پاشی شد (Fayaz et al., 2024; Jahanbakhsh et al., 2021). اطلاعات هواشناسی زمان اجرای آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. قبل از اجرای آزمایش و در مهرماه هر دو سال، مزرعه آزمایشی به‌وسیله گاواهن برگردان دار شخم زده شد و سپس به منظور خرد شدن کلوخ‌ها و همچنین یکنواخت شدن وضعیت خاک مزرعه، زمین دیسک و ماله زده شد. قبل از کاشت، نمونه‌های خاک از دو عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متر به صورت تصادفی گرفته شد (جدول ۳) پس از آماده‌سازی زمین به وسیله دیسک، ابعاد هر کرت آزمایشی ۳/۶ در ۴ متر مربع در نظر گرفته شد. هر کرت شامل ۶ پشته با فاصله ۶۰ سانتی‌متر و طول ۴ متر بود. بذرها پس از ضد عفونی و مخلوط کردن با ماسه در دو طرف هر پشته با فاصله خطوط کاشت ۳۰ سانتی‌متر و فاصله روی خطوط حدود ۵ سانتی‌متر در عمق یک سانتی‌متری در تاریخ‌های ۱۴۰۲/۰۸/۱۵ و ۱۴۰۱/۰۸/۱۵ کشت شد. به منظور جلوگیری از نشت رطوبت بین تیمارهای منابع آبی، فاصله بین سطوح منابع آبیاری سه متر و فاصله بین بلوک‌ها چهار متر در نظر گرفته شد. بر اساس نتایج آنالیز خاک و توصیه کودی مرکز تحقیقات، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل، ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم قبل از کاشت و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره در دو مرحله (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله دو برگی و ۵۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله ساقه‌دهی)، استفاده شد. آبیاری بر اساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A انجام شد و میزان آب ورودی به مزرعه نیز توسط کنتور، محاسبه شد (Amiri-Darban et al., 2021). میانگین میزان هدایت الکتریکی آب تیمارهای آبیاری در جدول ۴ و میانگین تجزیه شیمیایی آب در جدول ۵ طی دو سال آزمایش ارائه شده است. (Hovezawi; Neysi et al., 2024) et al., 2016. در هر نوبت آبیاری، با توجه به دبی کنتور مدت زمان آبیاری مشخص، و مقدار آب مصرفی بر حسب متر مکعب در هکتار محاسبه شد. پس از جوانه‌زنی بذرها، عملیات تنک کردن (کد رشدی ۱۵) در مرحله ۳ تا ۴ برگی در هر دو سال ۱۴۰۲/۰۹/۱۸ و ۱۴۰۱/۰۹/۱۸ گياهچه‌ها برای دستیابی به تراکم تقریبی ۱۰۰ بوته در متر مربع انجام شد (Martinelli & Galasso., 2011). در هر دو سال آزمایش، صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، فنولوژیکی، و عملکردی مورد بررسی قرار گرفت. بدلیل مشاهده نشدن آفات طی دو سال سم حشره‌کشی استفاده نشد. نمونه‌برداری‌ها برای اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیکی (کد رشدی ۷۹) در مرحله کپسول‌دهی کامل در تاریخ ۱۴۰۳/۰۱/۰۸ و ۱۴۰۲/۰۱/۰۸ انجام شد. قبل از عملیات برداشت، به‌طور تصادفی از هر واحد آزمایشی، تعداد ۲۰ بوته انتخاب و صفات ارتفاع بوته و طول کپسول، تعداد دانه در کپسول، تعداد کپسول در بوته اندازه‌گیری شد، جهت تعیین عملکرد دانه، در پایان فصل رشد و هنگام رسیدگی کامل دانه‌ها در ارقام، پس از حذف دو ردیف کاشت از دو طرف و نیم متر از بالا و پایین هر کرت آزمایشی از سطحی معادل یک متر مربع، بوته‌ها با رطوبت حدود ۱۴ درصد در تاریخ‌های ۱۴۰۳/۰۲/۰۱ و ۱۴۰۲/۰۲/۰۱ با (کد رشدی ۹۹) برداشت شدند (Zarei et al., 2022). برای تعیین وزن خشک، بوته‌های موجود در مساحت یک مترمربع از هر تیمار به‌طور کامل کف‌بر شده و پس از خشک نمودن در آون (۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد)، توزین صورت گرفت. عملکرد دانه نیز با جداسازی کامل اندام‌هوایی گیاه از دانه به‌دست آمد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه)، به عملکرد زیستی ضربدر ۱۰۰ محاسبه شد. محاسبه شاخص حساسیت به تنش بر اساس رابطه زیر محاسبه شد (Fischer and Maurer., 1987).

$$SSI = \frac{1 - (Y_s / Y_p)}{SI} \quad SI = 1 - \left(\frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p} \right)$$

YP = عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط بدون تنش

YS = عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط تنش

$\sum YP$ = میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش

$\sum YS$ = میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط تنش

SI = شدت تنش

نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک انجام شد. با توجه عدم معنی‌دار شدن تست بارتلت برای بیشتر صفات، دو سال آزمایشی به صورت تجزیه و تحلیل بصورت تجزیه مرکب آماری با استفاده از برنامه آماری SAS ۹/۴ و مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. و برای رسم نمودارها از برنامه Excel استفاده شد.

جدول ۱- شناسنامه مشخصات رقم‌های مورد تحقیق

Table 1- Certification of the studied cultivars

نام رقم	نام به نژادگر	مالک رقم	سال معرفی	کد رقم
Name of the cultivars	The name of the breeder	Owner of the cultivars	Year of release	Cultivar code
سهیل	دکتر دانیال کهرزی	شرکت کشت و توسعه گیاهان دارویی بیستون شفا	1396	1.2.7.1
Sohail	Dr. Danial Kahrizi	Beeston Shafa Medicinal Plants Cultivation and Development Company		
سپهر	دکتر دانیال کهرزی	شرکت کشت و توسعه گیاهان دارویی بیستون شفا	1396	1.2.7.5
Sepehr	Dr. Danial Kahrizi	Beeston Shafa Medicinal Plants Cultivation and Development Company		

جدول ۲- اطلاعات هواشناسی منطقه اجرای آزمایش در کشت و صنعت نیشکر حکیم فارابی جنوب اهواز (سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲)

Table 2- Meteorological information of the experiment region of Hakim Farabi sugarcane cultivation and industry in the south of Ahvaz (2022 and 2023 years)

ماه	Month	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر
		Mean	Min	Max	Mean	Min	Max
درجه سانتی‌گراد °C				درجه سانتی‌گراد °C			
2022				2023			
فروردین	April	14.9	13	38.4	13.4	14	36.4
اردیبهشت	May	19.2	32.1	41	18.86	33.2	42
خرداد	June	36.5	21	49.7	36.18	16.8	48.7
تیر	July	39.4	17.2	50.5	38.24	23.3	50.6
مرداد	August	39.69	25.2	51.3	40.15	29.4	50.1
شهریور	September	36.52	15.7	48.5	29.9	19.4	41.7
مهر	October	31.6	12.2	43	28.02	15.1	42.1
آبان	November	24.13	11.7	35.3	21.41	8.8	38.6
آذر	December	18.2	6.5	26.4	16.82	5.3	30.4
دی	January	11.65	2.4	18.2	11.8	3	18.4
بهمن	February	14.6	-0.2	23	10.7	4	16.2
اسفند	March	19.2	1	30.7	19.1	2	31.8

جدول ۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 3- Physiochemical properties of experimental site soil

سال	عمق	هدایت الکتریکی	کربن آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	گوگرد	شن	سیلت	رس
Year	Depth	EC	OC	N	P	K	S	Sand	Silt	Clay
	(cm)	(ds. m ⁻¹)	pH	(%)	(%)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(%)	(%)	(%)
2022-23	0-30	2.69	7.2	0.34	0.09	12.9	269	14.7	23	46
	30-60	1.42	7.5	0.48	0.08	9.9	192	15.5	25	47
2023-24	0-30	2.63	7.1	0.41	0.08	13.6	256	14.1	23	47
	30-60	1.48	7.3	0.52	0.09	10.2	229	14.6	24	49

جدول ۴- میانگین میزان هدایت الکتریکی آب تیمارهای آبیاری طی دو سال ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲

Table 4- Average of water electrical conductivity in irrigation treatments during 2022-2023

منبع آبیاری	آبیاری اول	آبیاری دوم	آبیاری سوم	آبیاری چهارم	آبیاری پنجم	آبیاری ششم	میانگین
irrigation source	first irrigation	second irrigation	third irrigation	fourth irrigation	fifth irrigation	sixth irrigation	Average
زه آب نیشکر Sugarcane water drainage	6.27	5.3	6.76	7.1	8.13	5.42	6.49
آبیاری با آب رودخانه کارون Irrigation with Karun River water	3.1	3.03	3.28	3.05	3.7	1.94	3.01

واحد اعداد بر اساس دسی زیمنس بر متر (ds.m⁻¹) می باشد.

جدول ۵ - میانگین خصوصیات تجزیه شیمیایی آب آبیاری طی دو سال ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲

Table 5 - Average of chemical properties of irrigation water during 2022-2023

خصوصیات شیمیایی	نسبت جذب سدیم	پتاسیم	منیزیم	سدیم	کلسیم	کلر	بی کربنات	کربنات	هدایت الکتریکی
Chemical properties	SAR	K ⁺	Mg ⁺²	Na ⁺	Ca ⁺²	CL ⁻¹	HCO ⁻³	CO ⁺²	EC
	meql ^{-1/2}	meql ⁻¹	meql ⁻¹	meql ⁻¹	meql ⁻¹	meql ⁻¹	meql ⁻¹	meql ⁻¹	ds.m ⁻¹
آب رودخانه کارون Karun River water	4.3	1.3	4.3	8.7	4.1	48.8	3.9	0	7
زه آب نیشکر Sugarcane drainage water	12.9	3.7	13.7	51.8	6.4	75.6	17.5	0	7.2

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

بر اساس نتایج دو سال آزمایش ارتفاع بوته ارقام به طور معنی داری تحت تأثیر کاربرد شاخساره ای و رقم قرار گرفت (جدول ۶). مقایسه میانگین نیز مشخص نمود که در هر دو سال آزمایش آبیاری با آب کارون در کاربرد شاخساره ای آمینواسیدهای چپ گرد سه لیتر در هکتار در رقم سپهر (۱۲۱/۸۷ سانتی متر) و تیمار منابع آبی آبیاری با زه آب نیشکر بدون کاربرد شاخساره ای در رقم سپهر (۴۴/۶۲ سانتی متر)، به ترتیب

بیشترین و کمترین ارتفاع بوته در زمان برداشت را دارا بودند (شکل ۱). نتایج نشان دهنده تأثیر مثبت آمینواسیدهای چپ‌گرد و اسید سالیسیلیک بر ارتفاع بوته بود، به‌صورتیکه موجب کاهش اثرات منفی تنش شد.

طی گزارشی فیاض و همکاران (Fayaz et al., 2024)، با بررسی تأثیر کاربرد شاخساره‌ای آمینواسیدهای چپ‌گرد در شرایط تنش بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا بیان کردند که کاربرد دو گرم آمینواسید در لیتر به‌صورت کاربرد شاخساره‌ای بیشترین عملکرد ارتفاع بوته ۱۶۶/۵ سانتی متر بدست آمد. (El-Said & Mahdy., 2016)، تأثیر مثبت محرک‌های رشد به‌ویژه آمینواسید را در افزایش عملکرد دانه و وزن هزار دانه و ارتفاع بوته را ناشی از اثر آنها بر ساخت مواد نیتروژن دار غیر پروتئینی نسبت داده‌اند. پژوهشگران دیگری نیز اظهار داشتند که هرچند گیاهان می‌توانند اسیدهای آمینه تولید کنند، اما این سنتز فرآیندی انرژی‌بر است؛ لذا استفاده از آمینواسیدهای سنتز شده برای گیاه، این امکان را فراهم می‌سازد که گیاه در شرایط تنش انرژی خود را به‌جای ساخت آمینواسید در رشد و توسعه خود به‌کار برده و رشد و نمو گیاه بهبود یابد (Li et al., 2021). در پژوهشی یانگ و همکاران (Yang et al., 2018)، اثر شوری را بر روی عملکرد گیاه کینوا رقم Titicaca مورد بررسی قرار داده و نتایج‌شان نشان داد که اعمال تنش شوری منجر به کاهش معنی‌دار در ارتفاع، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد در سطح احتمال یک درصد شد. عظیمی و همکاران (Azimi et al., 2013)، گزارش کردند که کاربرد شاخساره‌ای آمینو اسیدها باعث افزایش قابل توجه ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه گندم شد. نتایج رزمی و همکاران (Razmi et al., 2023)، نشان داد که اثر تیمار آبیاری، ژنوتیپ‌های سویا و غلظت اسید سالیسیلیک در مورد ارتفاع بوته از لحاظ آماری معنی‌دار بود و با افزایش دور آبیاری از سطح آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر به سطح آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر و افزایش شدت تنش، ارتفاع بوته کاهش معنی‌داری یافت، اما کاربرد اسید سالیسیلیک موجب بهبود صفات مانند عملکرد دانه، ارتفاع بوته به‌ویژه در ژنوتیپ ویلیامز شد. که با نتایج این تحقیق هم‌راستا می‌باشد.

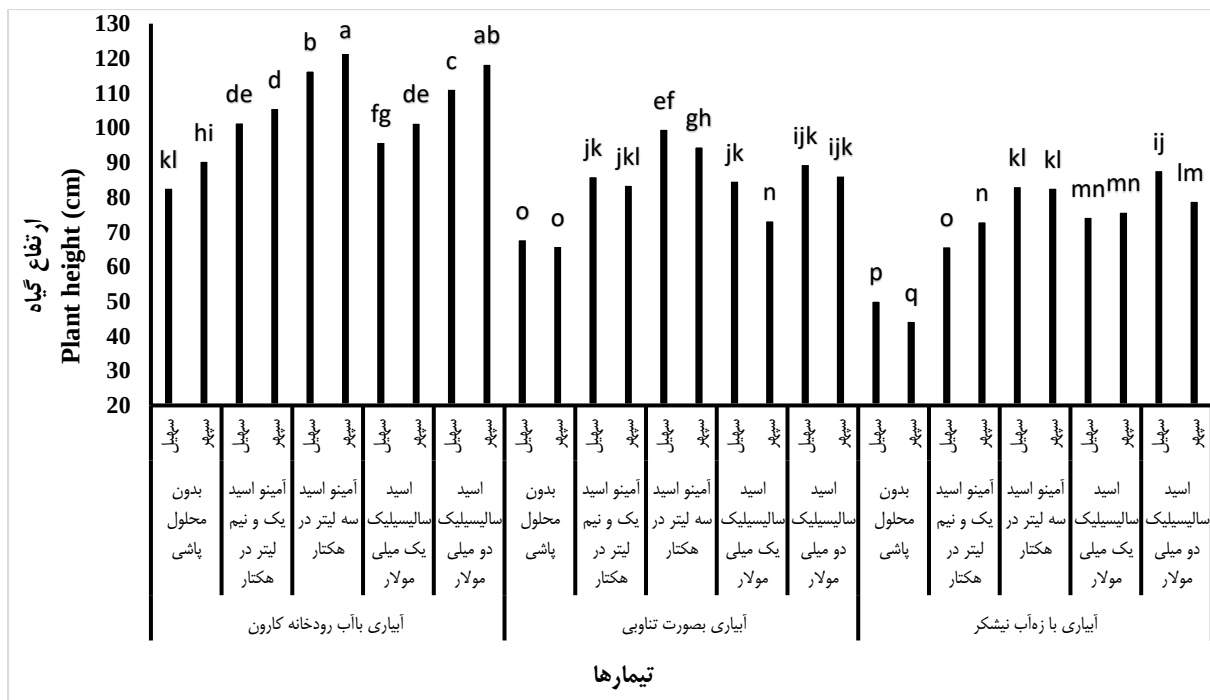
جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات در شرایط کاربرد منابع آبی و کاربرد شاخساره‌ای مختلف در برخی ارقام کاملینا در دو سال زراعی.

Table 6- Mean square analysis of traits under the conditions of using different water resource and foliar spray conditions on some Camelina cultivars during two years.

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد زیستی	شاخص برداشت	ارتفاع بوته	طول کپسول	تعداد دانه در کپسول	تعداد کپسول در بوته	وزن هزار دانه
S.O.V	df	Seed yiled	Biological yield	Harvest index	Plant height	capsules length	Number of capsules	Number of capsules per plant	1000-Seed weight
سال year	1	3146.5ns	4116ns	1.24ns	0.06ns	0.003ns	1.2ns	7.0ns	0.01ns
سال × بلوک block × year	6	3505.6ns	5911 ns	1.3ns	0.05ns	0.26ns	1.08ns	10.6ns	0.008ns
منابع آبی d	2	67547913**	415168821**	202.2**	22209**	248.6**	260.11**	1015838**	0.03**
سال × منابع آبی year×d	2	604.9ns	845.4ns	0.43ns	13.5ns	0.005ns	0.43ns	6.5ns	0.001ns
سال × منابع آبی × بلوک Block × d × year	12	2330.9ns	1940ns	0.66ns	49.7ns	0.119	0.59ns	16.2ns	0.003ns
رقم v	1	182988**	1584365 **	43 **	0.81ns	1.18**	17.60**	1606.**	0.03**
سال × رقم Year × v	1	2413.0ns	320.2ns	0.43ns	16ns	0.008ns	0.5ns	2.604ns	0.01ns
سال × رقم × منابع آبی d×v	2	1228588**	6308150.1**	200**	574.1**	12.0**	97.5**	29035**	0.03**
سال × رقم × منابع آبی Year × d× v	2	2100.6ns	6550.3ns	0.37ns	2.6ns	0.001ns	0.45ns	2ns	0.001ns
s کاربرد شاخساره ای	4	5545596.0**	26487596.2**	126 **	7611.5**	38.6**	175.69**	128636**	0.67**
سال × کاربرد شاخساره‌ای year×s	4	2824.3ns	3470.1ns	0.62ns	0.9ns	0.004ns	0.35ns	3ns	0.004ns
d×s کاربرد شاخساره‌ای × منابع آبی	8	1554484.9**	6409040.6**	32.81**	251.7**	6.42**	4.39**	17034780**	0.06**
کاربرد شاخساره‌ای × منابع آبی × سال year×d×s	8	2129.0ns	4030.9ns	0.35ns	4.2ns	0.003ns	0.059ns	3.2ns	0.001ns
v×s کاربرد شاخساره‌ای	4	59368.8**	985980.1**	30.05**	41.2**	0.65**	0.43ns	4465.9**	0.03**
رقم × کاربرد شاخساره‌ای × سال Year × v × s	4	433.4ns	894.6ns	0.13ns	9.6ns	0.003ns	0.63ns	4.39ns	0.003ns
d×s×v رقم × کاربرد شاخساره‌ای × منابع آبی	8	86716.3**	409415.1**	29.13**	95.6**	0.77**	5.25**	2443**	0.023**
رقم × کاربرد شاخساره‌ای × منابع آبی × سال year×d×v×s	8	557.8ns	655.5ns	0.19ns	1.6ns	0.002ns	0.38ns	3.702ns	0.002ns
CV (%) ضریب تغییرات		9.42	6.91	7.63	5.43	6.98	5.95	5.80	4.93

ns و * و ** از لحاظ آماری در سطح ۱ و ۵ درصد دارای اختلاف آماری معنی‌دار و فاقد اختلاف آماری معنی‌دار هستند.

ns, *, and ** have significant differences at the 1 and 5 percent levels of probability, respectively. Ns: non-significant.



شکل ۱- مقایسه میانگین ارتفاع بوته در اثر متقابل منابع آبی و کاربرد شاخساره‌های آمینواسیدهای چپ گرد و اسید سالیسیلیک در ارقام کاملینا در دو سال زراعی

میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار (دانکن ۵ درصد) می‌باشند.

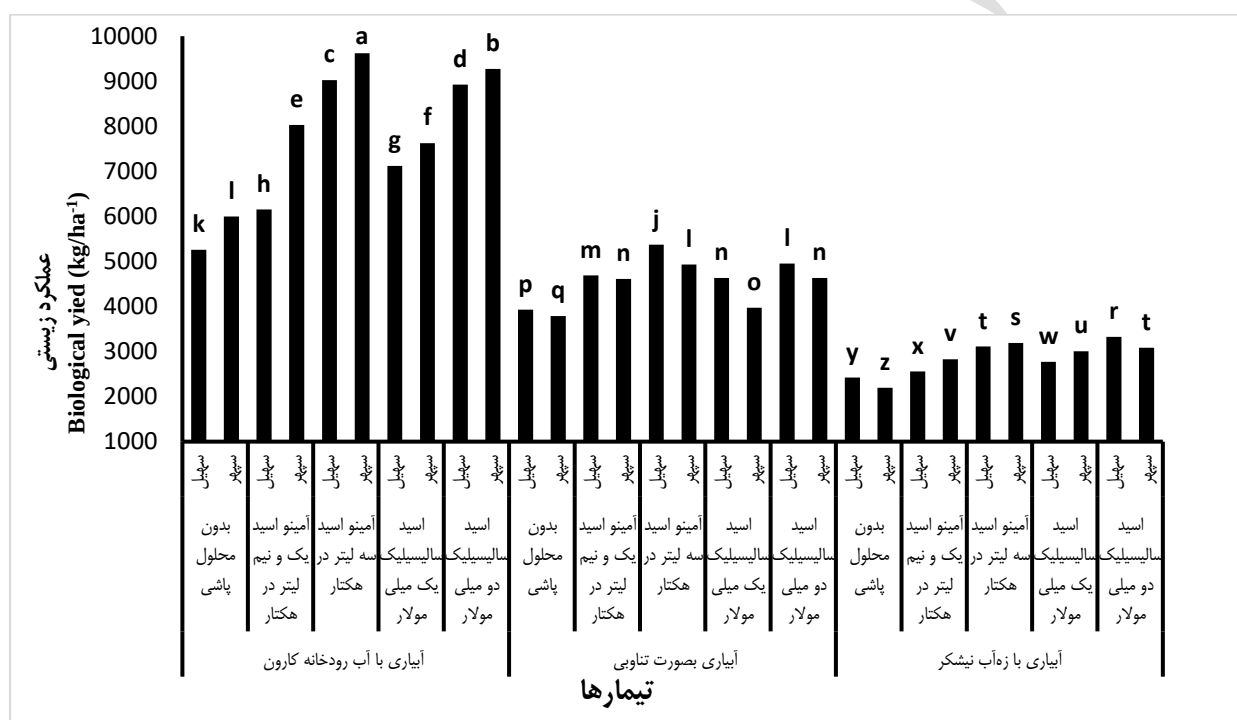
Figure 1. Mean Comparison of different water resources and foliar application effect in *Camelinina* cultivars on plant height during two years.

Means in each column and for each treatment, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که عملکرد دانه تیمار بدون زه‌آب (شاهد) با سایر تیمارها (کاربرد شاخساره‌های اسید سالیسیلیک و آمینو اسیدهای چپ گرد) در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌جانبه تیمارهای مورد آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در دو سال آزمایش مربوط به آبیاری با آب رودخانه و کاربرد شاخساره‌های آمینواسیدهای چپ گرد سه لیتر در هکتار و رقم سپهر با میانگین عملکرد ۳۶۰۹ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و کمترین عملکرد دانه نیز در آبیاری با زه‌آب نیشکر و بدون کاربرد شاخساره‌ای و رقم سپهر با میانگین عملکرد ۶۱۵ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (شکل ۲). نتایج نشان داد که در میان تیمارهای منابع آبی، آبیاری با آب رودخانه کارون بیشترین عملکرد دانه را در رقم سپهر با کاربرد شاخساره‌ای سه لیتر در هکتار آمینواسید حاصل کرد که نسبت به رقم سپهر در تیمار شاهد به میزان ۵۳ درصد برتری داشت. در تیمارهای شاهد آبیاری تناوبی و آبیاری با زه‌آب نیشکر، رقم سپهر به ترتیب ۵ و ۱۱ درصد عملکرد بالاتری نسبت به رقم سپهر داشت. همچنین ارقام مورد مطالعه با افزایش غلظت کاربرد شاخساره‌های اسید سالیسیلیک و آمینواسیدهای چپ گرد در کلیه تیمارها از عملکرد دانه بالاتری برخوردار بودند. با توجه به اینکه زه‌آب مزارع نیشکر دارای مقدار شوری بیشتری نسبت به آب رودخانه کارون بود، لذا تنش شوری باعث کاهش عملکرد دانه کاملینا شد. که با نتایج سایر تحقیقات بر روی کلزا (Neysi et al., 2024) و گندم (Pasha et al., 2023) مطابقت داشت. وقتی گیاه در معرض تنش شوری قرار می‌گیرد، بر اثر کاهش پتانسیل اسمزی آب در خاک و کاهش هدایت هیدرولیکی ریشه دچار نوعی خشکی فیزیولوژیکی شده و ریشه‌ها تحت این شرایط مقدار اسید آبسزیک را افزایش داده که این هورمون از طریق جریان تعرق به اندام‌های هوایی منتقل شده و در اندام‌های هوایی سبب کاهش هدایت روزنه‌ها و به دنبال آن کاهش تعرق می‌شود (Gholinezhad, et al., 2023). نتایج دیگر نیز نشان دادند که با افزایش سطح تنش شوری، عملکرد و اجزای عملکرد دانه کاملینا کاهش معنی‌داری یافت که یافته‌های این پژوهش را تایید می‌کنند (Gholamian et al., 2017). بنظر می‌رسد اسید سالیسیلیک و آمینو اسیدهای چپ گرد اثر تعدیل کنندگی بر اثرات منفی زه‌آب برای عملکرد دانه داشتند. در این رابطه امام و پیروسته انوشه با بررسی بر عملکرد و اجزای عملکرد جو تحت تاثیر غلظت‌های متفاوت محلول پاشی اسید سالیسیلیک در شرایط شور بیان کردند که عملکرد دانه و عملکرد زیستی تحت تاثیر شوری کاهش معنی‌داری را در هر دو سال گردید، ولی اسید سالیسیلیک در هر دو شرایط با و بدون تنش شوری موجب افزایش معنی‌دار این صفات گردید. این اثرات مثبت

می‌دهند، همچنین از دیگر قابلیت‌های آمینواسیدها می‌توان به توانایی آنها در افزایش تحمل گیاه در شرایط تنش غیرزنده، تسهیل تولید مواد فتوسنتزی، تقویت فرایندهای مرتبط با تنفس، سنتز پروتئین و در نهایت تقویت رشد و افزایش عملکرد زیستی گیاه را نام برد (Radkowsk. & Radkowska, 2018). در پژوهشی دیگر تاثیر آمینو اسید باعث بهبود عملکرد و ویژگی‌های کمی و کیفی تربچه شد، نتایج گویای تاثیر آمینو اسید بر صفات مورد بررسی بود که پژوهش‌گران علت این تاثیر مثبت را اهمیت تغذیه برگ‌ی اسید آمینه آزاد به عنوان یک منبع مهم در سنتز پروتئین گیاهان عنوان کردند که نهایت باعث افزایش عملکرد زیستی گیاه در شرایط تنش زیستی و غیر زیستی می‌گردد (Khoshvaghti & TajbakhshShishavan., 2022). شوری آب آبیاری به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک و در نتیجه تغییر در بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه مانند فتوسنتز، کاهش مقدار کلروفیل‌ها، کاهش هدایت روزنه‌ای، کاهش فعالیت روبیسکو شده که در نتیجه منجر به کاهش رشد گیاه، عملکرد زیستی و عملکرد و اجزاء عملکرد دانه می‌گردد (Kalaji et al., 2011) کوچک زاده و همکاران (Koochekzadeh et al., 2023) در بررسی که بر اثر تلقیح مایکوریزایی و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های رشدی، عملکرد و کیفیت گیاه همیشه بهار تحت تنش شوری را مورد بررسی و بیان کردند که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک سبب افزایش ۳۶ درصدی عملکرد زیست توده نسبت به شاهد شد که با نتایج با این آزمایش مطابقت دارند.



شکل ۳- مقایسه میانگین عملکرد زیستی در اثر متقابل منابع آبی و کاربرد شاخساره‌ای آمینواسیدهای چپ‌گرد و اسید سالیسیلیک در ارقام کاملینا در دو سال زراعی

میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار (دانکن ۵ درصد) می‌باشند.

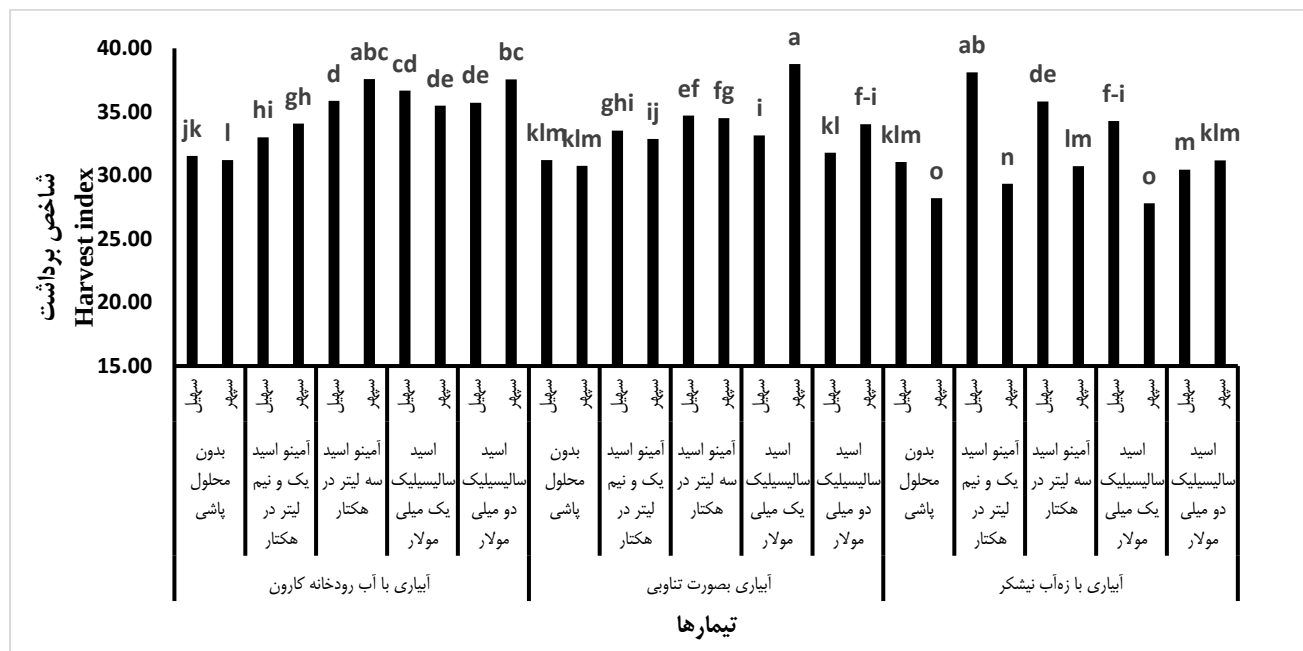
Figure 3. Mean Comparison of different water resources and foliar applications effect in Cameline cultivars on Biological yields during two years.

Means in each column and for each treatment, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

شاخص برداشت

شاخص برداشت شاهد بدون زه‌آب با سایر تیمارها (کاربرد شاخساره‌ای اسید سالیسیلیک و آمینو اسیدهای چپ‌گرد) در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۶). مقایسه میانگین اثرات متقابل منابع آبی در کاربرد شاخساره‌ای (شکل ۳) نشان داد که بیشترین شاخص برداشت هر دو سال آزمایش در آبیاری تناوبی در کاربرد شاخساره‌ای اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار در رقم سپهر (۳۸/۹ درصد) بود. که با تیمار زه‌آب نیشکر و کاربرد شاخساره‌ای آمینواسیدهای چپ‌گرد یک و نیم لیتر هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین میزان شاخص برداشت در تیمار زه‌آب نیشکر با کاربرد شاخساره‌ای اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار (۲۷/۸ درصد) حاصل شد که با زه‌آب نیشکر بدون کاربرد شاخساره‌ای در رقم سپهر تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۴). با افزایش شوری، مانند دیگر صفات، شاخص برداشت

نیز کاهش یافت. گزارش شده است که صفات مربوط به عملکرد اقتصادی و شاخص برداشت گیاهان در شرایط تنش کاهش می‌یابد (Shahsavari, 2019; Waraich et al., 2020). نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج مطالعات قبلی مبنی بر افزایش شاخص برداشت با کاربرد آمینواسید در گیاه گندم و عدس مطابقت داشت (Haider et al., 2021; Heidarzadeh et al., 2021). شاخص برداشت به عواملی نظیر طول دوره قبل و بعد از رشد دانه، ماده خشک و میانگین دما (از طریق تأثیر بر عملکرد دانه)، بستگی دارد (Soltani et al., 2005). در بیشتر تیمارها شاخص برداشت با عملکرد بیولوژیکی رابطه‌ی نسبتاً معکوسی داشته و با افزایش عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت کاهش پیدا کرده است که با نتایج سایر مطالعات بر روی گیاه کلزا (Neysi et al., 2024) مطابقت داشت.



شکل ۴- مقایسه میانگین شاخص برداشت در اثر متقابل منابع آبی و کاربرد شاخساره‌ای آمینواسیدهای چپ‌گرد و اسید سالیسیلیک در ارقام کم‌لینا در دو سال زراعی

میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار (دانکن ۵ درصد) می‌باشند.

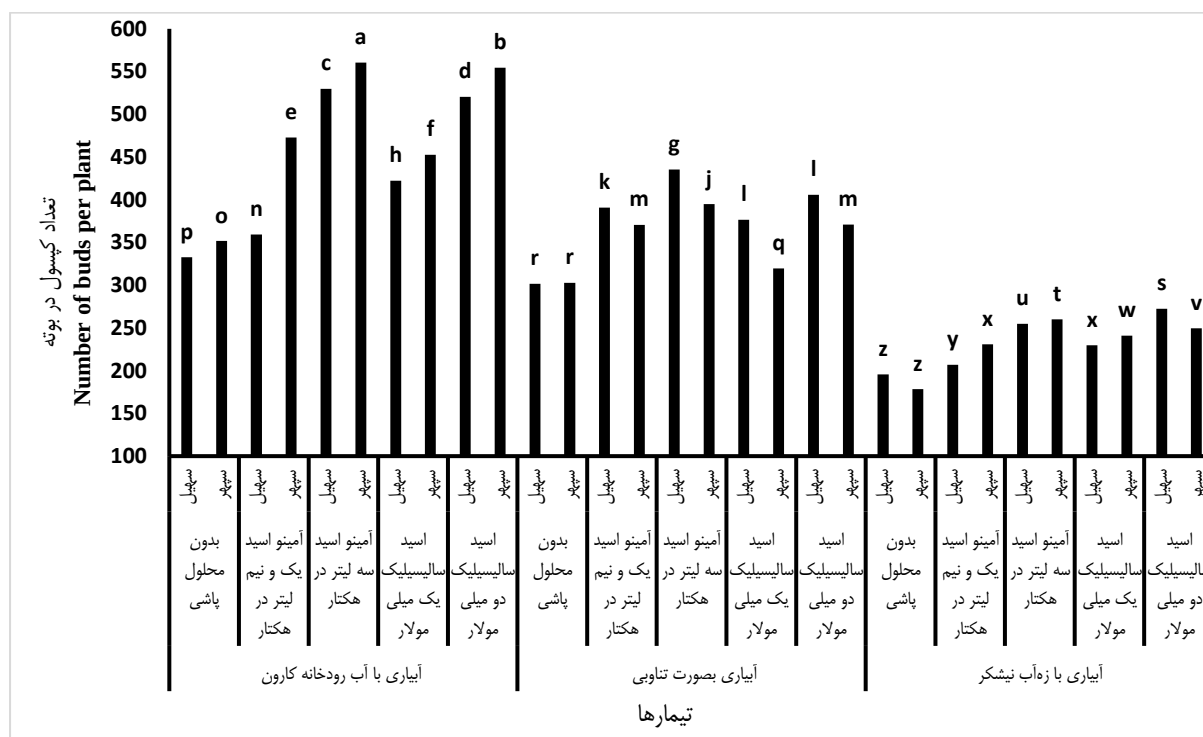
Figure 4. Mean Comparison of different water resources and foliar applications effect in Camelina cultivars on harvest index during two years.

Means in each column and for each treatment, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

تعداد کپسول در بوته

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تعداد کپسول در بوته تیمار شاهد بدون زه‌آب با سایر تیمارها (کاربرد شاخساره‌ای اسید سالیسیلیک و آمینواسیدهای چپ‌گرد) در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۶). مقایسه میانگین اثرات متقابل منابع آبی در کاربرد شاخساره‌ای نشان داد که بیشترین تعداد کپسول در بوته در هر دو سال آزمایش از تیمار آبیاری با آب کارون در کاربرد شاخساره‌ای آمینواسیدهای چپ‌گرد سه‌لیتر در هکتار در رقم سپهر با تعداد ۵۶۰/۶۲ کپسول، حاصل شد (شکل ۴). ظرفیت مخزن‌های گیاه توسط تعداد دانه در کپسول مشخص می‌شود. هر چه تعداد دانه‌ها بیشتر باشند گیاه دارای تعداد مخزن‌های بیشتری برای مواد پرورده تولید شده است و هر عاملی که این جزء را افزایش دهد باعث افزایش عملکرد نیز خواهد شد. بنابراین کاربرد شاخساره‌ای آمینواسید و اسید سالیسیلیک سطح سبز را افزایش داده و در ادامه باعث افزایش فتوسنتز گیاه شده که به‌نوبه خود در انتقال مواد فتوسنتزی و پرشدن دانه تأثیر مثبتی دارد. عملکرد دانه در کام‌لینا حاصل چندین جزء (تعداد دانه در کپسول، تعداد کپسول در بوته، وزن هزار دانه، تعداد بوته در متر مربع، وزن هزار دانه) می‌باشد و هر کدام از این اجزا در مرحله خاصی از رشد گیاه شکل می‌گیرد و اهمیت نسبی آن‌ها در عملکرد دانه متفاوت است. در پژوهشی که قلی‌نژاد و همکاران (GhoAlinezhad et al., 2023)، برای بررسی تأثیر کاربرد شاخساره‌ای با پلی‌آمین‌ها بر صفات رشدی و عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کام‌لینا در سطوح مختلف تنش شوری بر خصوصیات تعداد کپسول در بوته انجام دادند گزارش کردند که کاربرد شاخساره‌ای با اسپرمین، اسپرمیدین و پوترسین در مقایسه با عدم کاربرد شاخساره‌ای، تعداد کپسول در هر بوته را به ترتیب ۲۳، ۲۴ و ۲۴ درصد افزایش داد. که در این آزمایش نیز کاربرد شاخساره‌ای با آمینواسیدهای چپ‌گرد یک‌و نیم لیتر در هکتار، آمینواسیدهای چپ‌گرد سه‌لیتر در هکتار، اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار و اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار در مقایسه با عدم کاربرد شاخساره‌ای تعداد کپسول در

هر بوته را به ترتیب ۱۷، ۲۳، ۲۱ و ۲۲ درصد در آبیاری با آب کارون افزایش داد. در استفاده از زه آب نیشکر تاثیر کاربرد شاخساره‌ای با آمینواسیدهای چپ‌گرد یک‌ونیم لیتر در هکتار، آمینواسیدهای چپ‌گرد سه‌لیتر در هکتار، اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار و اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار در مقایسه با عدم کاربرد شاخساره‌ای تعداد کپسول در هر بوته به ترتیب ۱۴، ۲۷، ۲۰ و ۲۸ درصد افزایش نشان داد. و همچنین در شرایط استفاده از آبیاری تناوبی تاثیر کاربرد شاخساره‌ای با آمینواسیدهای چپ‌گرد یک‌ونیم لیتر در هکتار، آمینواسیدهای چپ‌گرد سه‌لیتر در هکتار، اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار و اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار در مقایسه با عدم کاربرد شاخساره‌ای تعداد کپسول در هر بوته را به ترتیب ۲۰، ۲۷، ۱۳ و ۲۲ درصد در افزایش داد. در گزارشی دیگری خان و همکاران (Khan et al., 2010)، با کاربرد شاخساره‌ای اسید سالیسیلیک در باقلا تحت تنش شوری دریافتند که کاربرد شاخساره‌ای اسید سالیسیلیک تعداد غلاف را در بوته افزایش می‌دهد. که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت.



شکل ۴- مقایسه میانگین تعداد کپسول در بوته در اثر متقابل منابع آبی و کاربرد شاخساره‌ای آمینواسیدهای چپ‌گرد و اسید سالیسیلیک در ارقام کلینا در دو سال زراعی

میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار (دانکن ۵ درصد) می‌باشند.

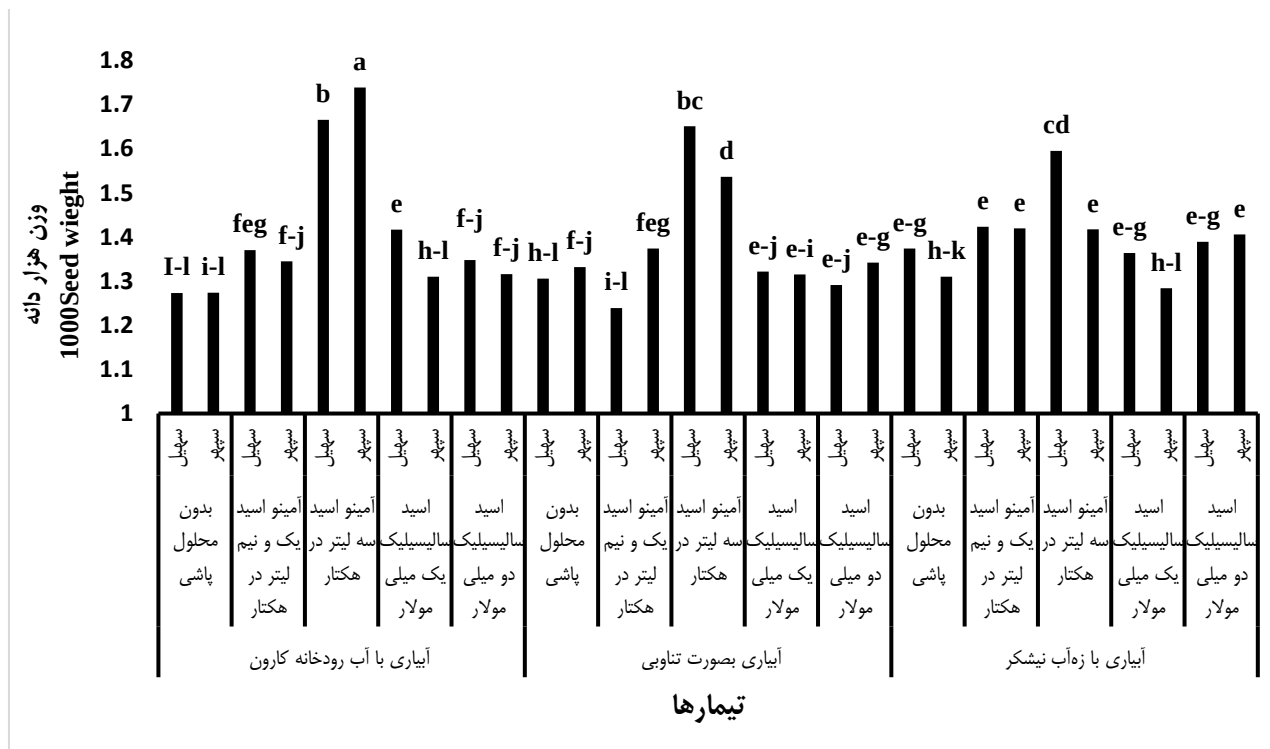
Figure 1. Mean Comparison of different water resources and foliar applications effect in *Camelinia* cultivars on Number of buds per plant during two years.

Means in each column and for each treatment, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

وزن هزار دانه

بر اساس نتایج به‌دست آمده که وزن هزاردانه شاهد بدون زه آب با سایر تیمارها (کاربرد شاخساره‌ای اسید سالیسیلیک و آمینواسیدهای چپ‌گرد) در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه تیمارهای مورد آزمایش نشان داد که بیشترین وزن هزاردانه در دو سال آزمایش مربوط به آبیاری با آب رودخانه و کاربرد شاخساره‌ای آمینواسیدهای چپ‌گرد سه‌لیتر در هکتار و رقم سپهر (۱/۷۳ گرم) به‌دست آمد (شکل ۵). کمترین وزن هزاردانه نیز در آبیاری تناوبی و کاربرد شاخساره‌ای آمینواسیدهای چپ‌گرد یک‌ونیم لیتر در هکتار در رقم سهیل (۱/۲۳ گرم) حاصل شد. که البته با تیمارهای بدون کاربرد شاخساره‌ای و آبیاری با آب رودخانه هر رقم سهیل و سپهر تفاوت معنی‌داری نداشت. نتایج جمالی و انصاری (Jamali & Ansari, 2019)، بر روی رقم Titicaca گیاه کینوا نشان داد که استفاده از مدیریت‌های مختلف آب شور در آبیاری عملکرد دانه و وزن هزاردانه را به میزان ۲۰/۸ و ۲۰ درصد (آبیاری با آب شور در کل دوره رشدی گیاه)، ۱۴/۷ و ۱۳/۶ درصد (منابع آبی آبیاری اختلاط) و ۸/۱ و ۷/۷ درصد (منابع آبی آبیاری تناوبی) نسبت به آبیاری با آب چاه در آبیاری کاهش داد. وزن هزاردانه گیاه ذرت توسط اسید سالیسیلیک و تحت شرایط بدون شوری، افزایش یافت و عملکرد دانه، وزن دانه و تعداد دانه توسط کاربرد اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شوری نسبت به شرایط بدون کاربرد اسید سالیسیلیک افزایش یافت.

(Gunes et al., 2005). طبق نتایج، (Fayaz et al., 2024) در همه سطوح آبیاری کاربرد شاخساره‌ای آمینواسیدهای چپ‌گرد موجب بهبود وزن هزار دانه کلزا در شرایط تنش و غیر تنش شد، که با نتایج این مطالعه هم‌خوانی داشت.



شکل ۵- مقایسه میانگین وزن هزار دانه در اثر متقابل منابع آبی و کاربرد شاخساره‌ای آمینواسیدهای چپ‌گرد و اسید سالیسیلیک در ارقام کمیلنا در دو سال زراعی

میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار (دانکن ۵ درصد) می‌باشند.

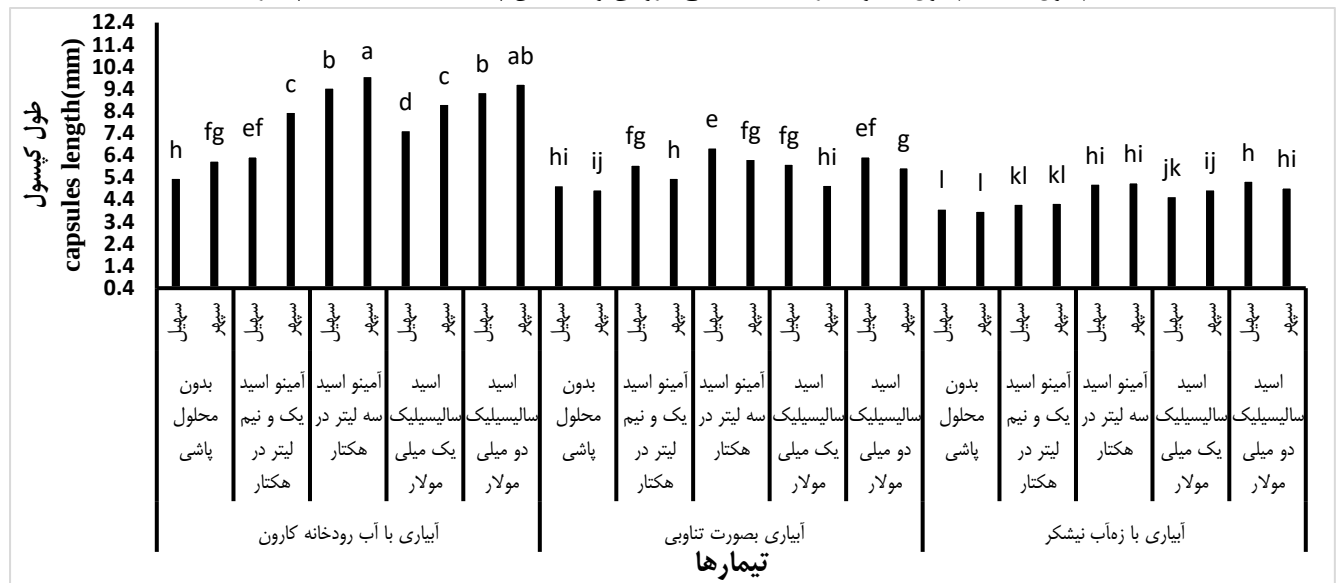
Figure 5. Mean Comparison of different water resources and foliar applications effect in Camelina cultivars on 1000 Seed weight during two years.

Means in each column and for each treatment, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

طول کپسول

نتایج نشان داد که صفت طول کپسول دارای تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد میان تیمارهای منابع آبی و آب آبیاری شاهد و سایر تیمارهای کاربرد شاخساره‌ای با اسید سالیسیلیک و آمینواسیدهای چپ‌گرد می‌باشد (جدول ۶). مقایسه میانگین اثرات متقابل منابع آبی در کاربرد شاخساره‌ای نشان داد که بیشترین طول کپسول در هر دو سال از آبیاری با آب کارون در کاربرد شاخساره‌ای آمینواسیدهای چپ‌گرد سه‌لیتر در هکتار در رقم سپهر (۱۰/۰۳ میلی‌متر)، حاصل شد (شکل ۶). کپسول به عنوان یک اندام فتوسنتزی فعال از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و کاهش طول کپسول، عملکرد دانه را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهد (Gharechaei et al., 2019). کاهش فتوسنتز و ارسال فرآورده‌های فتوسنتزی به کپسول‌ها در اثر تنش مهمترین عامل کاهش طول کپسول و در نتیجه عملکرد دانه است (Seyed Ahmadi et al., 2015). سایر پژوهش‌گران در تحقیق خود گزارشات مشابهی را در این خصوص عنوان نمودند. این نتایج حاکی از آسیب‌پذیری عملکرد و اجزای عملکرد دانه به ویژه در تحت شرایط تنش شوری می‌باشد. به نظر می‌رسد شوری با تأثیرگذاری بر فرآیند فتوسنتز احتمالاً سبب کاهش قدرت منبع در این ارقام می‌شود که این امر در نهایت موجب کاهش تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در بوته، طول کپسول، ارتفاع بوته، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و وزن هزار دانه گردید که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. از طرفی دیگر با توجه به اینکه نیتروژن یکی از اجزای اصلی ساختار آمینواسیدهای چپ‌گرد می‌باشد، به نظر می‌رسد کاربرد شاخساره‌ای با آمینواسیدهای چپ‌گرد از طریق افزایش جذب عناصر غذایی به خصوص نیتروژن در گیاه موجب بهبود فرآیند فتوسنتز، افزایش سرعت انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی به دانه و متعاقب آن بهبود وزن دانه و طول در نهایت افزایش اندازه گیاه و عملکردی تولیدی گردیده است (Colla et al., 2017). آشوری و همکاران طی مطالعه‌ای که بر اثر کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاه و کاربرد شاخساره‌ای آمینواسیدها بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و ارزش غذایی در برنج را مورد مطالعه و بیان کردند که کاربرد شاخساره‌ای آمینواسید منجر به افزایش معنی دار طول خوشه برنج نسبت به شاهد شد. کاربرد شاخساره‌ای توأم آمینواسید متیونین و لیزین می‌تواند نقش مهمی در بهبود رشد، عملکرد و

جذب عناصر غذایی در دانه برنج رقم هاشمی داشته باشد (Ashouri et al., 2023). نتایج این پژوهش نیز نشان داد که کاربرد شاخساره‌ای اسیدهای آمینه از طریق تحریک رشد گیاه و بهبود جذب آب و عناصر غذایی موجب افزایش عملکرد تولیدی گیاه مانند طول کپسول، تعداد دانه در کپسول، تعداد کپسول در بوته گردید. که با نتایج مروجی و همکاران (Maroji et al., 2017) کلزا مطابقت داشت.



شکل ۶- مقایسه میانگین وزن هزار دانه در اثر متقابل منابع آبی و کاربرد شاخساره‌ای آمینواسیدهای چپ‌گرد و اسید سالیسیلیک در ارقام کمیلنا در دو سال زراعی

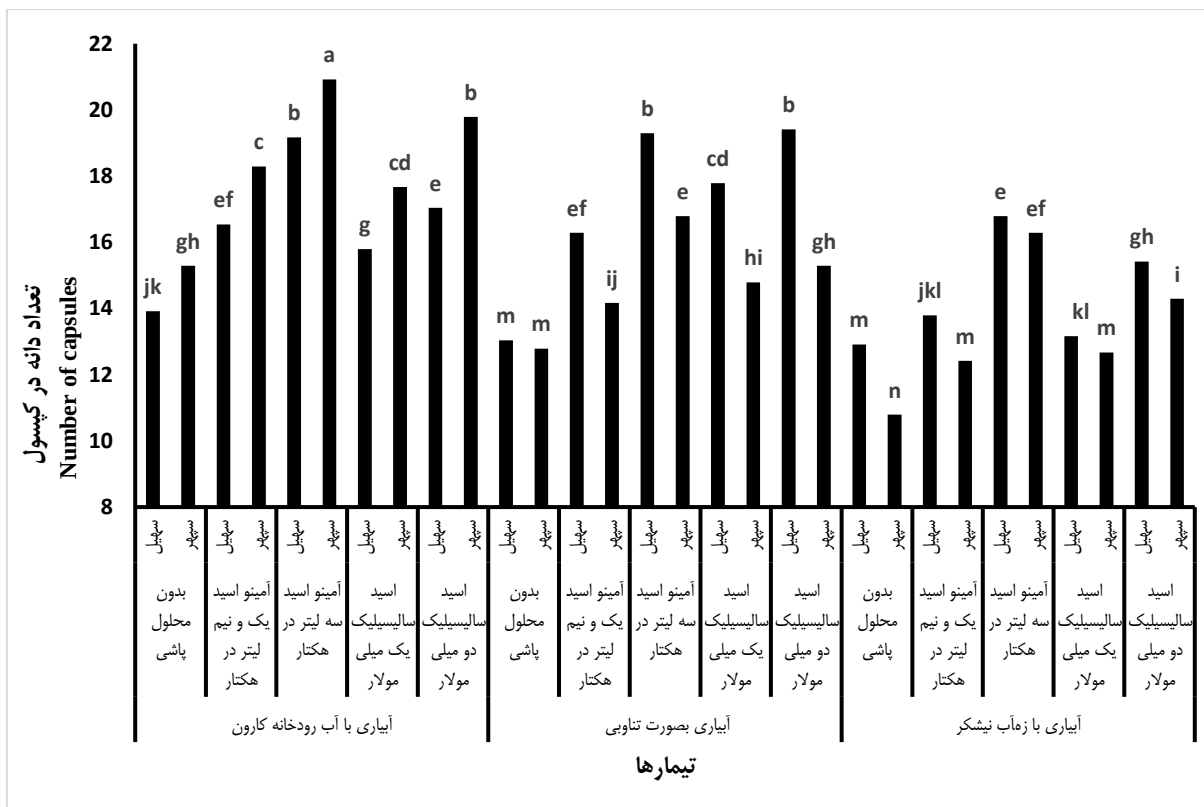
میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار (دانکن ۵ درصد) می‌باشند.

Figure 6. Mean Comparison of different water resources and foliar applications effect in Camelina cultivars on capsules length during two years.

Means in each column and for each treatment, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

تعداد دانه در کپسول

نتایج تجزیه واریانس مرکب دوسال آزمایش نشان داد که صفت تعداد دانه در کپسول دارای تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد میان تیمارهای منابع آبی و آب آبیاری شاهد و سایر تیمارهای کاربرد شاخساره‌ای با اسید سالیسیلیک و آمینواسیدهای چپ‌گرد می‌باشد (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل منابع آبی در کاربرد شاخساره‌ای اسید سالیسیلیک و آمینواسیدهای چپ‌گرد نشان داد که بیشترین تعداد دانه در کپسول در هر دو سال آزمایش مربوط به آبیاری با آب رودخانه و کاربرد شاخساره‌ای آمینواسیدهای چپ‌گرد سه‌لیتر در هکتار و رقم سپهر (۲۰/۸ عدد) حاصل شد (شکل ۸). کمترین تعداد دانه در کپسول نیز در دو سال تیمار در آبیاری با زماب نیشکر و بدون کاربرد شاخساره‌ای و رقم سپهر (۱۰/۷ عدد) به‌دست آمد. نتایج (Salwa & Osama., 2014) نشان داد که محلول پاشی آمینو اسیدها در مواجه با تنش باعث افزایش قابل توجه ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه شد. اختلال در متابولیسم کربوهیدرات‌ها به‌واسطه افزایش شوری که از کاهش غلظت قند برگ‌ها نتیجه می‌شود، می‌تواند به کاهش مقدار کربوهیدرات‌های قابل دسترس برای ارسال به اعضای ذخیره‌کننده، منجر شده که در نتیجه، مقدار سقط جنین افزایش و تعداد دانه تشکیل شده، کاهش می‌یابد. کاید نظامی و همکاران (Kayed Nezami et al., 2012) به‌نظر می‌رسد یکی از علل کاهش تعداد دانه در کپسول در اثر شوری، کاهش اندازه کپسول‌ها باشد که با نتایج این پژوهش هم‌راستا بود.



شکل ۸- مقایسه میانگین تعداد دانه در کپسول در اثر متقابل منابع آبی و کاربرد شاخساره‌های آمینواسیدهای چپ‌گرد و اسید سالیسیلیک در ارقام کمیلنا در دو سال زراعی

میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار (دانکن ۵ درصد) می‌باشند.

Figure 8. Mean Comparison of different water resources and foliar applications effect in Camelina cultivars on capsules number during two years.

Means in each column and for each treatment, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

شاخص حساسیت به تنش

رقم سهیل با شاخص حساسیت به تنش پایین‌تری نسبت به رقم سهپر، نشان داد که دارای تحمل نسبی به استفاده از منبع نامتعارف زه‌آب مزارع نیشکر است (جدول ۷). آنالقی و همکاران (Anaghli et al., 2016)، در آزمایشی که جهت انتخاب ارقام متحمل به شوری کلزا با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش، بر روی ۱۹ رقم کلزا انجام داده‌اند، عنوان کردند که شاخص حساسیت به تنش ارقام مورد مطالعه بین ۰/۳۷ تا ۱/۴۴ متغیر بوده است. در گزارش دیگری توسط (Neysi et al., 2024)، بررسی فیزیولوژیکی اثر زه‌آب مزارع نیشکر روی برخی صفات کمی و کیفی ارقام کلزا را مورد بررسی و گزارش کردند رقم هایولا ۴۸۱۵ با شاخص حساسیت به تنش پایین‌تری نسبت به دو رقم دیگر، نشان داد تحمل نسبی به استفاده از منبع نامتعارف زه‌آب مزارع نیشکر دارد.

جدول ۷- شاخص حساسیت به تنش ارقام مورد مطالعه

Table 7-Stress susceptibility index of studied varieties

ارقام مورد مطالعه	شاخص حساسیت به تنش (SSI)
studied varieties	Stress susceptibility index
سهیل	0.27
Sohail	
سهپر	0.46
Sepehr	

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که در تمامی صفات، تفاوت معنی داری در سطح یک درصد میان تیمارهای منابع آبی و آب آبیاری شاهد و سایر تیمارهای کاربرد شاخساره‌ای با اسید سالیسیلیک و آمینواسیدهای چپ گرد وجود داشت. کاربرد آبیاری تناوبی و زه آب نیشکر (تنش شوری) منجر به کاهش ارتفاع گیاه، تعداد کپسول و در نهایت عملکرد دانه نسبت به شاهد شد. رقم سهیل در شرایط کاربرد زه آب دارای بیشترین تعداد دانه در کپسول، کپسول در بوته، شاخص برداشت، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بود. از طرف دیگر، کاربرد آمینواسیدهای چپ گرد به میزان سه‌لیتر در هکتار و اسیدسالیسیلیک با غلظت دو میلی‌مولار، در مرحله گلدهی نقش مهمی در رشد گیاه داشته است به گونه‌ای که عملکرد دانه نسبت به شاهد در شرایط استفاده از آب رودخانه کارون به ترتیب ۴۸ و ۴۷ درصد افزایش نشان داد. با توجه به نتایج به دست آمده، می‌توان گفت که کاربرد شاخساره‌ای آمینواسیدهای چپ گرد و اسیدسالیسیلیک، اثر مثبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کاملینا داشته است. در میان تیمارهای منابع آبی، آبیاری با آب رودخانه کارون با کاربرد شاخساره‌ای سه‌لیتر در هکتار آمینواسید، بیشترین عملکرد دانه را در رقم سپهر به میزان ۵۳ درصد نسبت به رقم سهیل در تیمار شاهد نشان داد. ولی در شرایط استفاده از زه آب، رقم سپهر عملکرد کمتری نسبت به رقم سهیل داشت. یافته‌های این مطالعه نشان داد به نظر می‌رسد که کاربرد برگ‌های آمینواسیدهای چپ گرد و اسید سالیسیلیک به عنوان تنظیم کننده‌های بالقوه برای افزایش رشد و نمو کاملینا از طریق افزایش جذب عناصر غذایی، باعث تعدیل اثرات تنش شده و عملکرد دانه، را بهبود می‌بخشد که اثبات آن نیاز به انجام آزمایش‌های بیشتری دارد. عملکرد دانه در شرایط آبیاری با آب رودخانه در تیمارهای مورد استفاده بصورت معنی داری بیشتر از سایر روش‌های آبیاری بوده و کمترین میزان عملکرد در کاربرد زه آب نیشکر مشاهده شد، هرچند در این میان رقم سهیل در شرایط کاربرد زه آب نیشکر با آمینواسید سه‌لیتر در هکتار به میزان ۳۵ درصد نسبت به شرایط کاربرد زه آب بدون کاربرد آمینواسید (شاهد) رقم سپهر برتری نشان داد. در مجموع به نظر می‌رسد که چنانچه هدف آبیاری با آب رودخانه کارون باشد، می‌توان از رقم سپهر بهره جست و چنانچه در زمان کمبود منابع آب آبیاری، هدف آبیاری با زه آب باشد بهتر است از رقم سهیل استفاده شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به جهت تأمین اعتبار لازم برای اجرای این طرح تشکر و قدردانی می‌نماید.

References

- Abdulahi, A. (2015). Study on effect of seed density and planting date on yield and yield components of bread Wheat in dry land conditions. *Iranian Journal of Dryland Agriculture*, 4(2), 99-114. <http://dx.doi.org/10.22092/ijad.2016.106095>.
- Amiri-Darban, N., Nourmohammadi, G., Shirani Rad, A. H., Mirhadi, S. M. J., & Majidi Heravan, I. (2021). Evaluation of the response of physiological and seed and oil yields of camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) to the application of ammonium and potassium sulfates under late-season drought stress. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 52(4), 87-99. <http://dx.doi.org/10.22059/IJFCS.2020.308214.654746>.
- Anaghli, A., Rousti, M., J., & Azari, A. (2016). Selection of salt-tolerant rapeseed cultivars using indicators (*Arid Biome Scientific Journal*), 6(2) 1-9. <https://sid.ir/paper/199792/fa>.
- Arun, G. & Priyanka, T. (2021). Reuse of canal and drainage water in irrigation for wheat crop by using Hydrus 2D software - A case study. *Water and Energy International*. 63(12): 6-11. <http://dx.doi.org/20.1001.1.24764531.1401.9.1.9.0>.
- Ashour, E., Zeidan, B. & Elshemy, M. (2021). Assessment of agricultural drainage water reuse for irrigation in El-Behira Governorate, Egypt. *Water Science*. 35(1): 135-153. <https://doi.org/10.1080/23570008.2021.1982336>.
- Ashouri, R., Fallah, H., Niknezhad, Y., & Barari Tari, D. (2023). Effect of Application of Plant Growth Promoting Bacteria and Amino Acids Foliar Application on Growth Characteristics, Yield, and Nutritional Value in Rice (*Oryza sativa* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 21(3), 333-346. (in Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jcsc.2023.81340.1230>.
- Ashraf, M. (2001). Relationships between growth & gas exchange characteristics in some salt-tolerant amphidiploid Brassica species in relation to their diploid parents. *Environmental and Experimental Botany*, 45, 155-163. [https://doi.org/10.1016/S0098-8472\(00\)00090-3](https://doi.org/10.1016/S0098-8472(00)00090-3).
- Ashu, A & Lee, S. (2018). Reuse of agriculture drainage water in a mixed land-use watershed. *Agronomy*. 9(6): 1-18. <https://doi.org/10.3390/agronomy9010006>.

Azimi, M. S., J. Daneshian, S. Sayfzadeh & S. Zare, (2013). Evaluation of amino acid and salicylic acid application on yield and growth of wheat under water deficit. *Intl. J., Agriculture Crop Science*, 5(8): 816-819. <https://doi.org/10.90146374/Corpus.90146374>.

Badil, F. C., Barary, M., Shomeili, M., & Tahmasebi, Z. (2016). Alleviation of salinity effects by exogenous applications of salicylic acid in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) seedlings. 14(3), 449- 459.

Bakhtavar, M.A., Afzal, I., Basra, S.M.A., Ahmad, A.U.H & Noor, M.A. (2015). Physiological Strategies to Improve the Performance of Spring Maize (*Zea mays* L.) Planted under Early and Optimum Sowing Conditions. *PloS One*, 10: e0124441. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124441>.

Brankov, M., Simi, M., Dolijanovi, Z., Rajkovi, M., Mandi, V., and Dragicevi, V. (2020). The Response of Maize Lines to Foliar Fertilizing. *Agriculture*, 10(9), 365.378. <https://doi.org/10.3390/agriculture10090365>.

Colla, G., Cardarelli, M., Bonini, P., & Roupheal, Y. (2017). Foliar applications of protein hydrolysate, plant and seaweed extracts increase yield but differentially modulate fruit quality of greenhouse tomato. *HortScience*, 52, 1214-1220. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12200-17>.

El-Said, M.A.A., & Mahdy, A.Y. (2016). Response of two wheat cultivars to foliar application with amino acids under low levels of nitrogen fertilization. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 5(4), 462-472.

Fayaz, E., Sorooshzadeh, A., & Heidarzadeh, A. (2024). Effect of Foliar Application of Amino Acids under Water Deficit Conditions during Late-Season on Yield & Yield Components of Oil Rapeseed (*Brassica napus* L.). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 55(1), 139-149. <https://doi.org/10.22059/IJFCS.2024.368145.655044>.

Fernandes, L. S., Galvao, A., Santos, R., & Monteiro, S. (2023). Impact of water reuse on agricultural practices and human health. *Environmental Research*, 216, 114762. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114762>.

Gharechaei N, Paknejad F, Shirani Rad AH, Tohidloo Gh, & Jabbari, H, (2019). Study of late season drought stress and planting date on some agronomic traits of advanced winter canola genotypes. *Environmental Stresses in Crop Sciences*. 12(1): 181-191. (In Persian) <https://sid.ir/paper/358448/en>.

Ghazi Manas M, Banj Shafiee S, Haj Seyed Hadi MR, & Darzi MT (2013) Effects of vermicompost and nitrogen on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iran J Med Aromat Plants* 29(2):269–280 (in Persian).

GhoAlinezhad, E., Lalehgani, B., & Kazemi, S. (2023). Evaluation of the effect of different levels of salinity stress and foliar spraying of spermine, spermidine and putrescine on seed yield and concentration of leaf and root nutrients in Camelina plant. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 13 (3), 1-24. . <https://doi.org/10.22069/EJSMS.2023.21074.2089>.

GhoAlinezhad, E., Lalehgani, B., & Kazemi, S. (2023). Evaluation of the effect of different levels of salinity stress and foliar spraying of spermine, spermidine and putrescine on seed yield and concentration of leaf and root nutrients in Camelina plant. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 13 (3), 1-24. <https://doi.org/10.22069/EJSMS.2023.21074.2089>.

Gholamian, S. M., Ghamarnia, H., & Kahrizy, D. (2017). Effects of saline water on Camelina (*Camelina sativa*) yield in Greenhouse condition. *Water and Irrigation Management*, 7(2), 333-348. . <https://doi.org/10.22059/jwim.2018.248556.582>.

Grattan, S. R., Grieve, C. M., Poss, J. A., Robinson, P. H., Suarez, D. L. & Benesd, S. E. (2004). Evaluation of salt-tolerant forages for sequential water reuse systems: I. Biomass production. *Agricultural Water Management*. 70(2): 109-120 <https://doi.org/10.22092/ijmapr.2013.2855>.

Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Cicek, N., Guneri, E., Eraslan, F., & Guzelordu, T. (2005). Effects of exogenously applied salicylic acid on the induction of multiple stress tolerance and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.). *Archives of Agronomy and Soil Science* 51: 687-695. <https://doi.org/10.1080/03650340500336075>.

Haider, I., Raza, M.A.S., Iqbal, R., Ahmad, S., Aslam, M.U., Israr, M., Riaz, U., Sarfraz, M., Abbas, N., Abbasi, S.H., & Abbas, Z. (2021). Alleviating the drought stress in wheat (*Triticum aestivum* L.) by foliar application of amino acid and yeast. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 34(1), 239-246. <https://doi.org/10.17582/journal.pjar/2021/34.1.239.246>.

Heidarzadeh, A., Modarres-Sanavy, S.A.M., & Ebrahimi Esborezi, H. (2021). Effect of priming and foliar application of different amino acids on yield and yield components of lentil (*Lens culinaris* Medik.) in late sowing. *Iranian Journal Pulses Research*, 12(1), 88-99. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/IJPR.V12I1.83900>.

Hovezawi, S, Naseri,A,A., & Izdpanah, Z. (2016). The effect of sugarcane drainage irrigation on soil chemical properties. *Water and Irrigation Management* 6(1): 117-132.

Imam , Y., & Pirasteh Anousheh, H. (2014). The effect of salicylic acid priming on water absorption, germination and growth of barley seedlings under salt stress. 13th Iranian Congress of Agriculture and Plant Breeding.

Ismail, H.,Maksimovic.J.D, Maksimovic .V, Shabala. L, Živanovic.B.D, Tian .Y, Jacobsen . S.E., & Shabala .S. (2016). Rutin, a flavonoid with antioxidant activity, improves plant salinity tolerance by regulating K⁺ + retention and Na⁺ exclusion from leaf mesophyll in quinoa and broad beans. *Funct. Plant Biol.*, 43: 75–86. : <https://doi.org/10.1071/FP15312>.

Jahanbakhsh, S., Khajoei-Nejad, Gh. R., Moradi, R., & Naghizadeh, M. (2021). Effect of planting date and salicylic acid on some quantitative and qualitative traits of quinoa as affected by drought stress. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 13(4), 1149-1167. (in Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22077/escs.2020.2313.1595>.

Jamali, S. 2017. Investigation the effects of different salinity and deficit irrigation on yield and yield components of Quinoa. MSc thesis of irrigation and drainage, Gorgan University of Agriculture Science and Natural Resources. (in Persian with English abstract).

Jamali, S., & Ansari, H. (2019). Effects of water quality and irrigation management on growth and yield of Quinoa. *Water Research in Agriculture* 33 (3): 339-351. (in Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/JCESC.2021.37118.0>.

Jorgensen, G. S., Solomon, K. H. & Cervinka, V. (1992). "Agroforestry systems for on farm drain water management," in Drainage and water table control: Proc. Sixth International Drainage, *American Society of Agricultural Engineers*, 484–490.

Kalaji, H. M., Govindjee, Bosa, K., Kościelniak, J., & Żuk-Golaszewska, K. (2011). Effects of salt stress on photosystem II efficiency and CO₂ assimilation of two Syrian barley landraces. *Journal of Environmental and Experimental Botany*, 73, 64-72. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2010.10.009>.

Kayed nezami,R., Balochi, H.R., & Yadavi. A.R (2012). "The effect of salicylic acid foliar spraying on yield, yield components and some physiological traits of lentil cultivars under salt stress (*Lens culinaris*) Medik." *Iranian Legume Research* 3(2): 97-110.

Khairy, S., Shaban, M., Negm, A. M., Eldeen, O. W. & Ramadan, M. (2022). Drainage water reuse strategies: Case of El-Bats drain, Fayoum Governorate, *Egypt. Ain Shams Engineering Journal*. 13(5): 101681. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.101681>.

Khan NA, Shabian S, Masood A, Nazar A & Iqbal N. (2010). Application of salicylic acid increases contents of nutrients and antioxidative metabolism in mungbean and alleviates adverse effects of salinity stress. *International Journal of Plant Biology*, 1: 1- 8. <https://doi.org/10.4081/pb.2010.e1>.

Khan, S., Yu, H., Li, Q., Gao, Y., Sallam, B. N., Wang, H., Liu, P., & Jiang, W. (2019). Exogenous application of amino acids improves the growth and yield of lettuce by enhancing photosynthetic assimilation and nutrient availability. *Agronomy*, 9(5), 266. <https://doi.org/10.3390/agronomy9050266>.

Khoshvaghti, H. & Tajbakhsh-Shishavan, M., (2022). The effect of foliar application of nano and amino acid fertilizers on some biochemical properties of grain and yield of corn.24(1), 237-252. <https://doi.org/10.22059/jci.2022.332347.2628>.

Klessig, D. F., Choi, H. W., and Dempsey, D. M. A. (2018). Systemic acquired resistance and salicylic acid: past, present, and future. *Molecular plant-microbe interactions*, 31(9), 871-888. <https://doi.org/10.1094/MPMI-03-18-0067-CR>.

Koochekzadeh, A., Siahposh, A., Moradi-Telavat, M.R. & Shafiee, M., (2023). Effect of Mycorrhizal inoculation and Salicylic Acid on Growth Characteristics, Yield and Quality of Marigold under Salinity Stress. *Journal of Crops Improvement*, 25(4), pp.1133-1148. <https://doi.org/10.22059/jci.2023.344308.2719>.

- latev, Z., & Yordanov, I. (2004). Effects of soil drought on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in bean plants. *Journal of Plant Physiology*, 30(3), 3-4.
- Letey, J. (2005). Model describes sustainable long-term recycling of saline agricultural drainage water. *California Agriculture*. 57 (1): 24-27. <http://danr.ucop.edu/calag>.
- Li, X., Zheng, S., & Wu, G. (2021). Nutrition and functions of amino acids in fish. Amino acids in nutrition and health: amino acids in the nutrition of companion, zoo and farm animals, 133-168. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54462-1_8
- Li, Y. & Sun, X. (2015). Camelina oil derivatives and adhesion properties. *Industrial Crops and Products*, 73: 73-80. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.04.015>.
- Maroji, S., & Zamani, G., & Kafi, M., and Alizadeh, Z. (2017) Effect of different levels of salinity on yield and yield components of spring rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.) and Indian mustard (*B. juncea* L.). *Environmental Stresses in Agricultural Sciences*, 10(3): 445-457. <https://doi.org/10.22077/escs.2017.302.1062>.
- Martinelli, T., & Galasso, I. (2011). Phenological growth stages of *Camelina sativa* according to the extended BBCH scale. *Annals of applied Biology*, 158(1), 87-94. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2010.00444.x>
- Mohammadinejad, R. Bahramian, S. & Kahrizi, D. (2018). Evaluation of physicochemical properties, fatty acid composition and oxidative stability of *Camelina sativa* oil (DH 125). *Food Science and Technology*. 15(77): 261- 269.
- Mokhtaran, A., Tavoosi, M., Varjavand, P., & Sepehri Sadeghian, S. (2020). Investigation of the Effects of Sugarcane Drainage Water for Quinoa Cultivation in Southern Khuzestan on Crop Yield and Soil Salinity and Sodictiy Changes. *Journal of Water Research in Agriculture*, 34(3): 337-354. <https://doi.org/20.1001.1.22287140.1399.34.3.4.1.9>.
- Morales, D., Potlakayala, S., Soliman, M., Daramola, J., Weeden, H., Jones, A., Kovak, E., Lowry, E., Patel, P., Puthiyaparambil, J., Goldman, S. & Rudrabhatla, S. (2017). Effect of biochemical and Physiological response to salt stress in *Camelina Sativa*, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48(7): 716-729. <https://doi.org/10.1080/00103624.2016.1254237>.
- Nazeri P, Shirani Rad AH, ValadAbadi SA, Mirakhoori M, & Hadidi Masoule E, (2018). Effect of sowing dates and late season water deficit stress on quantitative and qualitative traits of canola cultivars. *Outlook on Agriculture*, 47(4): 291-297 <https://doi.org/10.1177/0030727018793658>.
- Neysi, K., Hassibi, P, Rahnama A., Ghahfarokhi A & Bahadori, A.(2024). Physiological study of sugarcane fields drain water effect on some quantitative and qualitative traits of Canola cultivars. *Scientific Journal of Crop Plant Physiology, Islamic Azad University, Ahvaz*, 16(61):47-64. <http://cpj.ahvaz.iau.ir/article-1-1635-en.html>.
- Pasha, S., Alavifazel, M., Jafarnejadi, A., Lack, Sh. & Mojaddam M. (2023). Effect of supplemental nutrition on yield, yield components, and grain protein and Zinc amount of wheat cultivars under drain water irrigation. *Scientific Journal of Crop Plant Physiology, Islamic Azad University, Ahvaz*, 15(58):5-21. <http://cpj.ahvaz.iau.ir/article-1-1331-en.html>.
- Pervaiz, Z., Afzal, M., Xi, S., Xiaoe, Y., & Ancheng, L.(2020). Physiological parameters of salt tolerance in wheat. *Asian Journal of Plant Science*. 1 (5):478-481. <https://doi.org/10.3923/ajps.2002.478.481>.
- Pouryousef Miandoab., M. & Shahravan. N. (2014). The effect of foliar spraying of amino acids at different times on corn yield and yield components. *Quarterly Scientific Research Journal of Crop Plant Physiology. Islamic Azad University, Ahvaz* .6(23): 21-32. <http://cpj.ahvaz.iau.ir/article-1-378-en.html>.
- Putnik-Delic, M., Maksimovic, I., Zeremski, T. & Marjanovic-Jeromela, A. (2013). Effects of heavy metals on chemical composition of *Camelina sativa* L. *Agrozanje*, 14(3): 377-384. <https://doi.org/10.7251/AGREN1303377P>.
- Qamarnia, H. Kahrizi, D. & Rostami Ahmadvandi, H. (2019). *Camelina: A Low-Risk and Adaptable Plant*. Razi University. Kermanshah. 120 pp.

Qasim, M., Ashraf, M., Ashraf, M. Y., Rehman, S. U. & Rha, E. S. (2003). Salt-induced changes in two canola cultivars differing in salt tolerance. *Biologia plantarum*, 46(4): 629-632. <https://doi.org/10.1023/A:1024844402000>.

Radkowski, A., & Radkowska, I. (2018). Influence of foliar fertilization with amino acid preparations on morphological traits and seed yield of timothy. *Plant Soil Environment*, 64, 209-213 <https://doi.org/10.17221/112/2018-PSE>.

Raeisi, M., Farahani, L., & Palashi, M. (2014) Changes of qualitative and quantitative properties of radish (*Raphanus sativus* L.) under foliar spraying through amino acid. *International Journal of Biosciences*, 4(1), 463-468. <https://doi.org/10.12692/ijb/4.1.463-468>.

Rajabzadeh, F., & Pazira, E. (2022). Management of drainage waters from sugarcane cultivation in Khuzestan plain. *Water Management in Agriculture*, 9(1), 119-134. <https://doi.org/20.1001.1.24764531.1401.9.1.9.0>.

Razmi, N., Ebadi, A. Daneeshian, J. & Jahanbakhsh, S. (2023). The effect of salicylic acid on some agrophysiological and biochemical traits of soybean genotypes under drought stress conditions. *Scientific Journal of Crop Plant Physiology, Islamic Azad University, Ahvaz*. 15(58): 61-81. <http://cpj.ahvaz.iau.ir/article-1-1613-en.html>.

Salwa, A.R. Hammad & Osama A.M. Ali, (2014). Physiological and biochemical studies on drought tolerance of wheat plants by application of amino acids and yeast extract. *Annals of Agricultural Science*, 59(1): 133-145. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2014.06.018>.

Seyed Ahmadi A, Bakhshandeh A, & Garineh MH, (2015). Evaluation physiological characteristics and grain yield canola cultivars under end seasonal drought stress in weather condition of Ahvaz. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 13 (1): 71-80. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/GSC.V13I1.48318>.

Shahsavari, N. (2019). Effects of zeolite and zinc on quality of canola (*Brassica napus* L.) under late season drought stress. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50 (9), 1117-1122. <https://doi.org/10.1080/2019.1604729>.

Sharifipour, M., Liaqat, A., Naseri, A. A., Nozari, H., Hajishah, M., Zarshenas, M., Hoveyze, H. & Nasri, M. (2019). Management of wastewater in irrigation and drainage networks in southwestern Khuzestan Province. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 55:(2): 525-539. <https://doi.org/10.22059/IJSWR.2019.274004.668107>.

Shekari, G., & Javanmardi, J. (2017). Effects of foliar application pure amino acid and amino acid containing fertilizer on broccoli (*Brassica oleracea* L. var. italica) transplant. *Advances in Crop Science and Technology*, 5, 280. <https://doi.org/10.4172/2329-8863.1000280>.

Soltani, A., Torabi, B., & Zarei, H. (2005). Modeling crop yield using a modified harvest index-based approach: application in Chickpea. *Field Crops Research*, 91, 273-285. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2004.07.016>.

Teixeira, W. F., Fagan, E. B., Soares, L. H., Soares, J. N., Reichardt, K., & Neto, D. D. (2018). Seed and foliar application of amino acids improve variables of nitrogen metabolism and productivity in soybean crop. *Frontiers in Plant Science*, 9, 396. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00396>.

Waraich, E.A., Rashid, F., Ahmad, Z., Ahmad, R., & Ahmad, M. (2020). Foliar applied potassium stimulate drought tolerance in canola under water deficit conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 43(13), 1923-1934. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1758132>.

Xia, L., Lam, S. K., Chen, D., Wang, J., Tang, Q., & Yan, X. (2017). Can knowledge-based N management produce more staple grain with lower greenhouse gas emission and reactive nitrogen pollution? A meta-analysis. *Global Change Biology*, 23(5), 1917-1925. <https://doi.org/10.1111/gcb.13455>.

Yang, A., Akhtar, S. S., Iqbal, S., Qi, Z., Alandia, G., Saddiq, M. S., & Jacobsen, S. E. (2018). Saponin seed priming improves salt tolerance in quinoa. *Journal of Agronomy and Crop Science* 204 (1): 31-39. <https://doi.org/10.1111/jac.12229>.

Yavas, I., & Unay, A. (2016). Effects of zinc and salicylic acid on wheat under drought stress. *JAPS: Journal of Animal and Plant Sciences*, 26(4).

Yazar, A., Metin, S., Yeşim, B., Çiğdem, İ. & Servet, T. (2017). Effect of planting times and saline irrigation of Quinoa using drainage water on yield and yield components under the Mediterranean environmental conditions. *International Journal of Research International Journal of Research in Agriculture and Forestry*. 4(8): 8-16.

Zarei, Sh., Hassibi, P., Kahrizi, D., and Safieddin Ardebili, S. M. 2022. Effect of nitrogen application on camelina (*Camelina sativa*) oil seed yield and yield components at different planting dates. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 19(4), 311–325. <https://doi.org/10.22067/JCESC.2021.37179.0> [In Persian].

نشریه دانش کشاورزی