Archive of SID

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۶

صفحه‌های ۳۴۷-۳۳۳

بررسی عملکرد کاملینا تحت رژیم‌های مختلف شوری آب در شرایط گلخانه

سید محسن غلامیان[۱]، هوشنگ قمرنیا[۲]*، دانیال کهریزی[۳]

۱. دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲. استاد گروه مهندسی آب، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۳. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۶/۱۰/۱۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۱۰

چکیده

یکی از مشکلات بیشترین مناطق کشور ما، شوری آب و خاک است. کمبود منابع آبی سبب شده است تا استفاده از آب‌های شور در کشاورزی و آبیاری فضای سبز و مصارف دیگر، به عنوان یکی از اهداف اصلی در نظر گرفته شود. به‌منظور مطالعهٔ آثار تنش شوری بر عملکرد دانه، روغن و پروتئین چهار لاین گیاه کاملینا، آزمایشی در گلخانهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه رازی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۶ اجرا شد. فاکتورها شامل چهار لاین (۸۰، ۱۱۵، ۱۳۱،۱۳۰) کاملینا و پنج سطح شوری (۰/۶، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) و یک نمونهٔ شاهد دیم بود. نتایج پژوهش نشان داد با افزایش شوری، عملکرد دانه و اجزای آن به‌طور معناداری کاهش یافت، اما میان لاین‌های مختلف گیاه کاملینا تفاوت زیادی وجود نداشت. همچنین، نتایج به‌دست‌آمده نشان داد میزان عملکرد محصول در حالت دیم از میزان عملکرد در شوری نُه دسی‌زیمنس بر متر کمتر بوده، اما از میزان عملکرد محصول در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بیشتر است. این نکته بیان می‌کند در جاهایی که میانگین شوری آب آبیاری بیشتر از نُه دسی‌زیمنس است، کشت محصول به‌صورت دیم نسبت به آب شور اقتصادی‌تر است.

کلیدواژه‌ها: پروتئین، روغن، کارایی مصرف آب، لایسیمتر، لاین، نیاز آبی.

* نویسنده مسئول Email: hghamarnia@razi.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت و توسعهٔ شهری و صنعتی در ایران، رقابت بین بخش‌های کشاورزی، شهرسازی و صنعتی برای منابع آب قابل دسترسی را تشدید کرده است. برای رفع تقاضای روزافزون غذا و محصولات کشاورزی و به‌دلیل کمبود منابع آب شیرین، استفاده از آب‌هایی با کیفیت مرزی برای آبیاری یکی از اهداف و راهکارهای مدیریتی در این زمینه است. شوری خاک و آب سبب تخریب خاک و کاهش عملکرد محصول در مقایسه با خاک‌های غیر شور می‌شود (۱۳ و ۱۴). شوری خاک می‌تواند به دلیل استفاده از آب‌های شور زیرزمینی کم‌عمق یا آب‌هایی با کیفیت کم برای آبیاری زمین‌های کشاورزی اتفاق بیفتد که این امر ممکن است منشأ طبیعی یا انسانی داشته باشد، در این صورت رشد گیاهان تحت تأثیر قرار می‌گیرد و در نهایت به کاهش تولید منجر می‌شود (۱۴). در ایران حدود ۲۳۵ هزار کیلومترمربع (یا ۱۴/۲ درصد از کل کشور) تحت تأثیر نمک قرار گرفته است که معادل حدود ۵۰ درصد از اراضی آبی کشور است (۲۲). از آنجا که منابع آبی با کیفیت مطلوب برای آبیاری محصولات در جهان محدود است، بنابراین استفاده از آب‌های شور برای کشاورزی اجتناب‌ناپذیر است و در چنین شرایطی، یکی ازعوامل مؤثر در تولید و بهره‌برداری از خاک و آب شور، استفاده از ارقام گیاهی متحمل به شوری است (۶).

رابطهٔ بین نسبت یون پتاسیم به یون سدیم (K^+/Na^+) و مقاومت به شوری در گیاهان به‌وسیلهٔ برخی پژوهشگران بررسی و معلوم شده است که افزایش نسبت این دو عنصر در بسیاری از گیاهان عامل تعیین‌کنندهٔ میزان عملکرد در شرایط تنش شوری بوده است (۱۶، ۱۱ و ۲۷). براساس تعریف شانون و گریوی، شوری عبارت است از حضور بیش از اندازهٔ نمک‌های قابل حل و عناصر معدنی در محلول آب و خاک که به تجمع نمک در ناحیهٔ ریشه منجر شده و گیاه در جذب آب کافی از محلول خاک با اشکال روبه‌رو می‌شود (۲۶). تنش شوری فقط بر یک مرحلهٔ رشدی گیاه تأثیر سوء نگذاشته، بلکه با توجه به شدت تنش، نوع تنش، میزان مقاومت گیاه، مراحل مختلف رشدی و نوع بافت و اندام گیاهی (سیر تکاملی) متفاوت است (۲۰).

گیاه کاملینا[1] جنسی از خانوادهٔ براسیکاسه است. گونه‌های کاملینا عموماً به نام‌های مختلف از جمله کتان کاذب، کتان وحشی، کنجد آلمانی شناخته می‌شوند و بومی مناطق مدیترانه‌ای آسیا و اروپا هستند. بررسی‌های کمی در بیشتر گونه‌های این جنس به‌جز کاملینای ساتیوا[2] صورت گرفته است. از نظر تاریخی، به عنوان گیاه روغنی در نظر گرفته می‌شود. کاملینا گیاهی یک‌ساله با تیپ رشدی زمستانه یا تابستانه و ارتفاع آن بین ۳۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر متغیر است. وزن هزاردانهٔ آن از ۰/۸ تا دو گرم متغیر است. بذور این گیاه ۳۸ تا ۴۳ درصد روغن و ۲۷ تا ۳۲ درصد پروتئین دارند. کاملینا گیاهی با دورهٔ رشد کوتاه (۸۵ تا ۱۰۰ روز) است و به‌خوبی در آب و هوای معتدل و خاک سبک و متوسط رشد می‌کند. کاملینا نسبت به سایر گیاهان روغنی از جمله کلزا و گلرنگ به آب و نیتروژن کمتری برای رشد نیاز دارد. به‌طور کلی، کاملینا دانهٔ روغنی جدیدی است که در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است (۷).

روسو و رگیانی (۲۰۱۵) سطوح مختلف (۰، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵و ۱۵۰ میلی‌مولار) شوری (کلرید سدیم) روی جوانه‌زنی و میزان پلی‌آمین گیاه کاملینا را بررسی کردند. بر اساس یافته‌های آنها هنگامی که میزان شوری از ۷۵ میلی‌مولار بیشتر باشد، درصد جوانه‌زنی به‌شدت افت

1. Camelina sp
2. Camelina sativa

www.SID.ir

Archive of SID

می‌کند. میزان شکر و اسیدهای آمینه تا غلظت ۷۵ میلی‌مولار افزایش و سپس کاهش می‌یابد. محتوای پلی‌آمین تا غلظت ۵۰ میلی‌مولار افزایش و سپس کاهش می‌یابد (۲۳).

خلید و همکارانش (۲۰۱۵) مقاومت کاملینا به تنش شوری در شرایط آزمایشگاهی را با اضافه‌کردن نمک (۰، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵، ۱۵۰، ۱۷۵ و ۲۰۰ میلی‌مول) در محیط‌های کشت موراشینگ[1] و اسکوگ باسال[2] بررسی کردند. عملکرد گیاهان از لحاظ پارامترهای مختلف رشد فیزیولوژیکی و مواد بیوشیمیایی هنگامی که گیاه به تکامل نهایی خود رسید، اندازه‌گیری شدند. ظرفیت جوانه‌زنی، ظهور برگ‌های لپه‌ای و اولین برگ واقعی در تیمار با میزان نمک ۲۰۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۳۰/۶، ۱۷/۳ و ۲۸/۸ درصد کاهش نشان داده که میزان کلروفیل و پروتئین در گیاه تحت تنش ۲۰۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار شاهد ۸۱/۳ درصد کاهش داشته است. درحالی که میزان هدایت الکتریکی، همان‌طور که پیش‌بینی می‌شد، به‌میزان ۵۲/۸ درصد افزایش یافت. پارامترهای دیگر مانند فعالیت گایاکول پراکسیدازو مالون دی‌آلدئید افزایش یافتند. در غلظت‌های کمتر از ۲۰۰ میلی‌مول به‌وضوح هیچ نوع کاهش یا افزایشی در پارامترهای مد نظر نسبت به تیمار شاهد مشاهده نشد (۱۹).

زمانی و همکارانش (۱۳۸۸) با بررسی اثر تنش شوری بر چهار رقم کلزای پاییزه بیان کردند که افزایش شوری اثر منفی معناداری بر عملکرد دانه، وزن هزاردانه، تعداد دانه در غلاف کلزا، تعداد غلاف در بوته، سطح برگ و ارتفاع بوته داشته است (۲). ساکر و همکارانش (۲۰۰۷) گزارش کردند که بیشتر پارامترهای رشد شامل وزن مادهٔ خشک، عملکرد و تعداد دانه در غلاف کلزا، به‌طور معناداری با افزایش سطوح نمک کاهش یافته است (۲۴). عظیمی گندمانی و همکارانش (۱۳۸۷) با ارزیابی تأثیر تنش شوری بر صفات فیزیولوژیک هشت رقم کلزای بهاره گزارش کردند که با افزایش شوری، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و درصد روغن کاهش یافته است (۵). قهفرخی و همکارانش (۱۳۸۹) نتیجه گرفتند که تنش شوری سبب کاهش عملکرد دانه و وزن خشک اندام هوایی در گندم می‌شود (۱).

گیاهان با سه مکانیسم مختلف از اثرهای اولیهٔ تنش شوری می‌گریزند که عبارت‌اند از: کنترل جذب یونی، حذف یا ترشح نمک و رقیق‌کردن نمک است (۸). کایا و همکارانش (۲۰۰۱) اظهار داشتند که شوری، رشد رویشی و زایشی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب کاهش وزن خشک و عملکرد گیاه می‌شود. در یک آزمایش گلخانه‌ای، اثر تنش شوری روی رشد و میزان انباشت یون‌ها در گیاه دارویی زنیان مطالعه شد. نتایج نشان داد افزایش سطح شوری سبب کاهش معناداری در وزن تر و خشک ریشه و ساقه، میزان کلسیم و پتاسیم و افزایش میزان سدیم در اندام هوایی و ریشه می‌شود (۱۸).

نجفی و همکارانش (۲۰۱۰) در آزمایشی که به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر برخی پارامترهای فیزیولوژیک گیاه مرزه انجام دادند، گزارش کردند که با افزایش سطح شوری، پارامترهای رشد و سرعت فتوسنتز کاهش پیدا می‌کند (۲۱). نجفی و میرمعصومی (۱۳۸۷) برای بررسی واکنش فیزیولوژیک سویا در شرایط تنش شوری، آزمایشی در شرایط گلخانه و با استفاده از کشت هیدروپونیک انجام دادند. آنها مشاهده کردند با افزایش غلظت نمک، وزن خشک گیاه، سطح برگ و میزان کلروفیل آن کاهش معناداری دارد. همچنین، افزایش غلظت نمک سبب کاهش

1. Murashige
2. Skoog basal

www.SID.ir

Archive of SID

جذب یون پتاسیم و افزایش تجمع یون‌های سدیم، نیتروژن و فسفر در برگ‌ها می‌شود (۹).

شعبانی و همکارانش (۲۰۱۳) اثر چگونگی کشت، کم‌آبیاری و تنش شوری در میزان و کیفیت عملکرد گیاه کلزا طی دو سال را بررسی کردند. در سال اول میزان آبیاری به‌صورت کامل، ۵۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی و میزان شوری به اندازهٔ ۰/۶، ۴، ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بود که در سال دوم میزان آبیاری به‌صورت کامل، ۳۵ و ۶۵ درصد نیاز آبی و ۰/۶، ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب برای تیمارهای آبیاری و شوری تغییر یافت. همچنین، گیاهان هم روی پشته و هم درون جوی کشت شدند. نتایج در هر دو سال نشان داد کم‌آبیاری و افزایش میزان شوری سبب کاهش وزن خشک، ارتفاع بوته، میزان بذر تولیدی، وزن هزاردانه، روغن و پروتئین محصول شده است (۲۵).

از آنجا که تحقیقات جامعی در زمینهٔ بررسی آثار مقادیر مختلف شوری روی کاملینا در شرایط گلخانه تا کنون صورت نپذیرفته است، بنابراین در تحقیق حاضر این موضوع در شرایط کاشت گلخانه‌ای در پنج سطح شوری (۰/۶، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) بر عملکرد چهار لاین کاملینا بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در گلخانهٔ تحقیقاتی دانشگاه رازی در کرمانشاه با طول و عرض جغرافیایی به‌ترتیب ۴۷ درجه و ۵دقیقهٔ شرقی و ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقهٔ شمالی و ۱۳۱۹ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. میکرولایسیمترهایی از جنس پلی‌اتیلن تهیه شده و از خاک منطقه پر شدند. تیمارهای بررسی‌شده در پژوهش حاضر چهار لاین کاملینا و پنج سطح شوری مختلف و یک سطح آبیاری دیم به عنوان تیمار شاهد بودند. لاین‌های گیاه کاملینای استفاده‌شده در پژوهش حاضر دابل‌هاپلوئیدانند. مهم‌ترین استفاده از گیاهان دابل‌هاپلوئید تولید لاین کاملاً خالص از طریق دوبرابر کردن کروموزم‌های گیاه هاپلوئید است. گیاهان دابل‌هاپلوئید از نظر همهٔ صفات به‌صورت کاملاً خالص‌اند. گیاهان دابل‌هاپلوئید به‌عنوان ابزاری قدرتمند برای تحقیقات پایه از جمله ژنتیک، سیتوژنیک و انتخاب به‌عنوان والد مناسب استفاده می‌شوند. هدایت الکتریکی سطوح شوری آب آبیاری عبارت بودند از: ۰/۶ (آبیاری با آب چاه)، ۳، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر که برای ایجاد این سطوح شوری از NaCl خالص استفاده شد. پژوهش با استفاده از آزمایش فاکتوریل دوعاملی، که عامل نخست شامل چهار لاین (۸۰، ۱۱۵، ۱۳۰ و ۱۳۱) و عامل دوم شوری در چهار سطح (۰/۶، ۳، ۶، ۹ و ۱۲) دسی‌زیمنس بر متر در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۶ تیمار و سه تکرار انجام شد. همچنین، یک تیمار دیم به عنوان شاهد از هر لاین با سه تکرار در طرح قرار گرفت.

طی مراحل رشد عملیات کوددهی توصیهٔ کودی معادل ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و پنج تن در هکتار کود دامی پوسیده برای دورهٔ رشد گیاه در نظر گرفته شد. در جدول ۱ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک درون لایسیمترها آورده شده است. از این مقدار در مرحلهٔ نخست میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و پنج تن در هکتار کود دامی پوسیده به اضافهٔ ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم قبل از کاشت با خاک مخلوط شد. بعد از کودپاشی اولیه، خاک سطحی لایسیمترها به هم زده شد تا کود با خاک مخلوط شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک درون میکرولایسیمترها

نوع بافت Silty clay	Clay (٪)	Silt (٪)	Sand (٪)	PH	EC	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	کربن آلی (٪)	Mn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn
	۴۵	۴۲/۳	۳/۷	۷/۳	۱/۲	۲۶	۴۴۰	۱/۳۸	۷/۸	۱۱/۹	۱/۲۶

بذر چهار لاین (۸۰، ۱۱۵، ۱۳۰ و ۱۳۱) گیاه کاملینا در تاریخ ۱۹ اسفند به تعداد ۱۵ عدد برای هر لایسیمتر در عمق سه سانتی‌متری از سطح خاک کاشته شد. کاشت بذرها به‌صورت دستی انجام گرفت. در تاریخ یکم فروردین عملیات واکاری تعدادی از لایسیمترها که در آنها رشد گیاه با مشکل مواجه شده بود، انجام گرفت. در تاریخ ۲۰ فروردین مرحلهٔ دوم کودپاشی شامل ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و اوره در اختیار گیاه قرار داده شد. در تاریخ ۲۲ فروردین تُنُک گیاهان درون لایسیمتر انجام شد و تعداد هشت بوته با توجه به فاصلهٔ کشت مناسب (تراکم ۵۰ بوته در مترمربع) و قطر لایسیمتر (۴۵۰ میلی‌متر) در هر لایسیمتر منظور شد. این عمل برای تسهیل و بهبود رشد گیاه صورت گرفت. در تاریخ ۱۰ خرداد باقی کود ازته به خاک اضافه شد. درخور یادآوری است که کلیهٔ آبیاری‌ها بعد از کاشت تا سبزشدن گیاه، در همهٔ تیمارها یکسان و پس از آن، آبیاری مطابق تیمارهای شوری یادشده اعمال شد.

در محیط باز، برای تخمین میزان تبخیر - تعرق گیاهان و در نتیجه دست‌یابی به میزان آب مصرفی و مورد نیاز آنها، روش‌های توازن انرژی، تجربی، آئرودینامیک و ترکیبی وجود دارد که هریک از روش‌های یادشده برای یک منطقهٔ آب و هوایی مناسب است. با توجه به محدودیت‌های تعیین پارامترهای مورد نیاز این روش‌ها در شرایط گلخانه، تعداد زیادی از این روش‌ها برای شرایط گلخانه‌ای مناسب نیستند. بنابراین، استفاده از روش‌های مستقیم برآورد تبخیر– تعرق گیاهان در گلخانه، دقت برآورد میزان آب مصرفی گیاهان را تا حد چشمگیری افزایش می‌دهد. اصلی‌ترین روش اندازه‌گیری مستقیم تبخیر - تعرق، استفاده از لایسیمتر است. در لایسیمترهای زهکش‌دار به استفاده از روش‌های غیر مستقیم نظیر استفاده از تانسیومتر، نوترون متر و غیره نیاز است. رابطهٔ ۱ برای محاسبهٔ تبخیر- تعرق در آن استفاده می‌شود:

$$Et=I+P+Gw-Ro-L-Lo-Dp-Drz\times(\theta f-\theta i) \qquad (1)$$

در رابطهٔ ۱، ET: تبخیر- تعرق (سانتی‌متر)، I: عمق آب آبیاری (سانتی‌متر)، P: بارندگی (سانتی‌متر)، GW: مقداری از آب زیرزمینی است که ممکن است وارد خاک شود (سانتی‌متر)، RO: رواناب سطحی که از خاک خارج می‌شود (سانتی‌متر)، LO: جریان آب زیرسطحی که از خاک خارج می‌شود (سانتی‌متر)، L: نیاز آبشویی که عبارت است از: مقدار آبی که باید از خاک خارج شود تا شوری خاک از حد مد نظر فراتر نرود (سانتی‌متر)، DP: نفوذ عمقی (جریان خروجی آب از خاک که مازاد بر نیاز آبشویی صورت می‌گیرد (سانتی‌متر) Drz: عمق توسعهٔ ریشه‌ها (سانتی‌متر)، θf: رطوبت حجمی خاک در شروع دورهٔ مد نظر (اعشار)، θi : رطوبت حجمی خاک در انتهای دورهٔ مد نظر (اعشار). رابطهٔ ۱ به نام بیلان آب یا بیلان رطوبتی خاک موسوم است و با اندازه‌گیری و کنترل دقیق پارامترهای آن برای لایسیمتر، مقدار تبخیر - تعرق در هر فاصلهٔ زمانی دلخواه مشخص می‌شود. در گلخانه به‌دلیل شرایط خاص خود، پارامترهای P،GW،LO و RO معمولاً صفر یا بسیار ناچیزند (۴).

www.SID.ir

Archive of SID

برای تعیین میزان نیاز آبی هر گیاه در گلخانه طی دورهٔ آزمایش، از سه عدد میکرولایسیمتر زهکش‌دار، که در آن گیاه مد نظر کشت شده بود، استفاده شد. لایسیمترها به شکل استوانه بوده که طول و قطر آنها به‌ترتیب ۸۰ و ۵۰ سانتی‌متر بودند. در هر میکرولایسیمتر لوله‌ای پلاستیکی به عنوان زهکش در بخش تحتانی آن جهت خروج آب‌های اضافی و تداعی شرایط نفوذ عمقی طی عملیات آبیاری، با قطر پنج سانتی‌متر استفاده شد که به ظرف جمع‌آوری آب هدایت می‌شد. برای تحکیم خاک قبل از کشت، چندین نوبت خاک داخل میکرولایسیمترها آبیاری شده و پس از نشست کامل، دوباره تا سطح مد نظر با خاک پر شدند. اولین آبیاری به اندازه‌ای انجام شد که خاک به ظرفیت زراعی برسد. آبیاری‌های بعدی زمانی اعمال شدند که گیاهان دچار تنش رطوبتی نشوند. به همین منظور، بیشترین کمبود رطوبتی مجاز خاک ۴۰ درصد در نظر گرفته شد. به این منظور، رطوبت قبل از آبیاری تعیین شده و با محاسبهٔ اختلاف این میزان و حد ظرفیت زراعی، نیاز آبیاری تعیین شد. البته، از آنجا که میکرولایسیمتر یک محیط کنترل‌شده و به‌سادگی قابل زهکشی بوده همواره سعی می‌شد تا حجمی بیش از این میزان برای آبیاری در نظر گرفته شود به‌طوری که حداکثر ۱۰ تا ۱۵ درصد زه‌آب ایجاد شود. درنهایت، عمق آب آبیاری (I) با استفاده از رابطهٔ ۲ محاسبه شد.

$$I=Drz\times(\theta f-\theta m) \qquad (۲)$$

در رابطهٔ ۲، θf: رطوبت حجمی ظرفیت زراعی خاک (درصد)، θm: رطوبت حجمی اندازه‌گیری‌شدهٔ خاک قبل از آبیاری (درصد)، Drz: عمق توسعه (میلی‌متر)، I: عمق آب آبیاری (میلی‌متر) (۳).

برای اندازه‌گیری رطوبت خاک از دستگاه تی‌دی‌آر[1] در سه عمق کارگذاری ۲۰، ۴۰ و ۶۰ سانتی‌متری خاک استفاده شد. دستگاه TDR استفاده‌شده با نشانگر TRASE، مدل 6050X1، ساخت شرکت Soil Moisture و دارای حسگر تدفینی سه‌شاخه‌ای با طول ۲۰ سانتی‌متر استفاده شد.

آخرین آبیاری در تاریخ سوم تیرماه انجام گرفت و در تاریخ ۱۲ تیرماه برداشت شد. برای محاسبهٔ میزان روغن بذرهای به‌دست‌آمده، از دستگاه سوکسله و حلّال اتر استفاده شد. برای اندازه‌گیری پروتئین از دستگاه هضم و تقطیر (اتوکجلدال) مدل Gerhardt Vapodest 40 ساخت کشور آلمان در شرکت مجتمع کشت و صنعت ماهی‌دشت کرمانشاه استفاده شد.

بر اساس میزان آب مصرفی محاسبه‌شده و نیز عملکرد دانه، روغن و پروتئین، کارایی مصرف آب و کارایی مصرف ظاهری آب نیز محاسبه شد. برای محاسبهٔ کارایی مصرف آب از رابطهٔ ۳ استفاده شد.

$$WUE=\frac{Y_{irr}}{W_{irr}} \qquad (۳)$$

در رابطهٔ ۳، WUE: کارایی مصرف آب، Yirr:ع ملکرد آبی (دانه، روغن یا پروتئین) بر حسب کیلوگرم، Wirr: نیاز آبی گیاه بر حسب میلی‌متر

همچنین، کارایی مصرف آب ظاهری بر اساس رابطهٔ ۴ محاسبه شد.

$$AWUE=\frac{Y_{irr}-Y_{dry}}{W_{irr}} \qquad (۴)$$

در رابطهٔ ۴، AIWUE : کارایی مصرف آب ظاهری، Yirr: عملکرد آبی (دانه، روغن یا پروتئین) بر حسب کیلوگرم، Ydry: عملکرد دیم (دانه، روغن یا پروتئین) بر حسب کیلوگرم، Wirr: نیاز آبی گیاه بر حسب میلی‌متر هستند. در تحقیق حاضر میزان آب مصرفی در ارقام و لاین‌های مختلف گیاهی یکسان در نظر گرفته شده است (۲۸).

1. (TDR)=Time Domain Reflectometry

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

در پژوهش حاضر هر دور آبیاری، تبخیر و تعرق گیاه کاملینا با استفاده از معادلهٔ بیلان آب، در هر یک از سه لایسیمتر موجود تعیین و محاسبه شد. به این منظور، میزان آب آبیاری بین دو نوبت آبیاری اندازه‌گیری شد. میانگین مقادیر نیاز آبی برای لایسیمترها در دوره‌های آبیاری در جدول ۲ آورده شده و به‌صورت شماتیک در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود به‌طور میانگین نیاز آبی گیاه کاملینا ۵۳۰ میلی‌متر برآورد شده است. در خصوص تعیین میزان مصرف آب گیاه کاملینا در گلخانه تا کنون تحقیقی صورت نپذیرفته است. با این‌وجود، فرنچ و همکارانش (۲۰۰۹) میزان نیاز آبی گیاه را ۳۳۴ تا ۴۲۳ میلی‌متر (۱۲) و هوسانکر و همکارانش (۲۰۱۳) نیاز آبی این گیاه را ۴۹۰ تا ۴۷۰ میلی‌متر (۱۵) در شرایط مزرعه‌ای گزارش کرده‌اند. کمترین میزان آبیاری در دور اول آبیاری به‌میزان ۱/۴۵ میلی‌متر بود که در مرحلهٔ ابتدایی رشد گیاه است و بیشترین میزان ۳۰/۳۱ میلی‌متر است که در دورهٔ میانی رشد اتفاق افتاده است.

جدول ۲. میزان نیاز آبی (میلی‌متر) گیاه کاملینا در شرایط گلخانه طی دورهٔ رشد در دوره‌های آبیاری

تاریخ آبیاری	دور آبیاری	لایسیمتر ۱	لایسیمتر ۲	لایسیمتر ۳	میانگین	دما	تاریخ آبیاری	دور آبیاری	لایسیمتر ۱	لایسیمتر ۲	لایسیمتر ۳	میانگین	دما
اس-۲۳	۵	۱/۷	۰/۸	۱/۸	۱/۵	۲۶/۴	ار-۲۳	۴	۲۸/۸	۲۴/۹	۳۰/۷	۲۸/۲	۳۰/۱
اس-۲۸	۵	۶/۱	۴	۶/۸	۵/۶	۲۶/۲	ار-۲۷	۴	۳۱/۱	۳۰	۲۷/۶	۲۹/۶	۲۷/۵
فر-۳	۵	۶	۴/۲	۷/۴	۶/۲	۲۷/۸	ار-۳۱	۴	۳۰/۵	۲۷/۱	۲۹	۲۸/۹	۳۰/۵
فر-۸	۵	۸/۹۲	۱۰	۱۲/۴	۱۰/۵	۲۶/۸	خ-۴	۴	۳۰	۲۸/۱	۳۱/۸	۳۰	۲۹/۴
فر-۱۳	۵	۱۲/۳	۹	۱۴	۱۱/۸	۲۷/۲	خ-۸	۴	۲۹/۹	۳۰/۲	۳۰/۹	۳۰/۳	۳۰/۷
فر-۱۸	۵	۱۴/۵	۱۲/۲	۱۷/۶	۱۴/۸	۲۶/۱	خ-۱۲	۴	۲۴/۸	۲۹/۲	۲۹/۸	۲۷/۹	۲۹/۵
فر-۲۳	۵	۱۸/۱	۱۵/۶	۲۳/۷	۱۹/۱	۲۶/۴	خ-۱۶	۴	۲۷/۳	۲۶/۴	۲۷/۷	۲۷/۱	۳۰/۳
فر-۲۸	۵	۱۵/۹	۱۲/۳	۱۹/۹	۱۶	۲۷/۳	خ-۲۰	۴	۲۳/۲	۲۴/۷	۲۴/۱	۲۴	۳۰
ار-۲	۵	۲۱/۸	۲۴/۲	۲۴/۳	۲۳	۳۰/۸	خ-۲۵	۴	۲۷/۵	۳۰/۱	۳۰/۲	۲۹/۳	۲۹
ار-۷	۵	۲۷/۵	۲۹/۲	۳۲/۴	۲۹/۷	۳۰/۹	خ-۳۰	۴	۲۷	۲۲/۳	۲۷/۸	۲۵/۷	۲۹/۷
ار-۱۱	۴	۲۱	۲۴/۲	۲۷	۲۴	۳۰/۹	تیر-۴	۴	۱۹/۱	۱۹/۶	۲۵/۴	۲۱/۴	۳۰/۶
ار-۱۵	۴	۲۰/۶	۲۵/۱	۲۸/۵	۲۴	۲۹/۴	تیر-۹	۴	۱۱/۵	۱۰	۱۴/۴	۱۲	۳۱
ار-۱۹	۴	۲۵/۷	۲۵/۶	۲۵/۵	۲۵	۲۸/۴	تیر-۳	۴	۵/۷	۳/۸	۶/۱	۵/۲	۲۹/۱

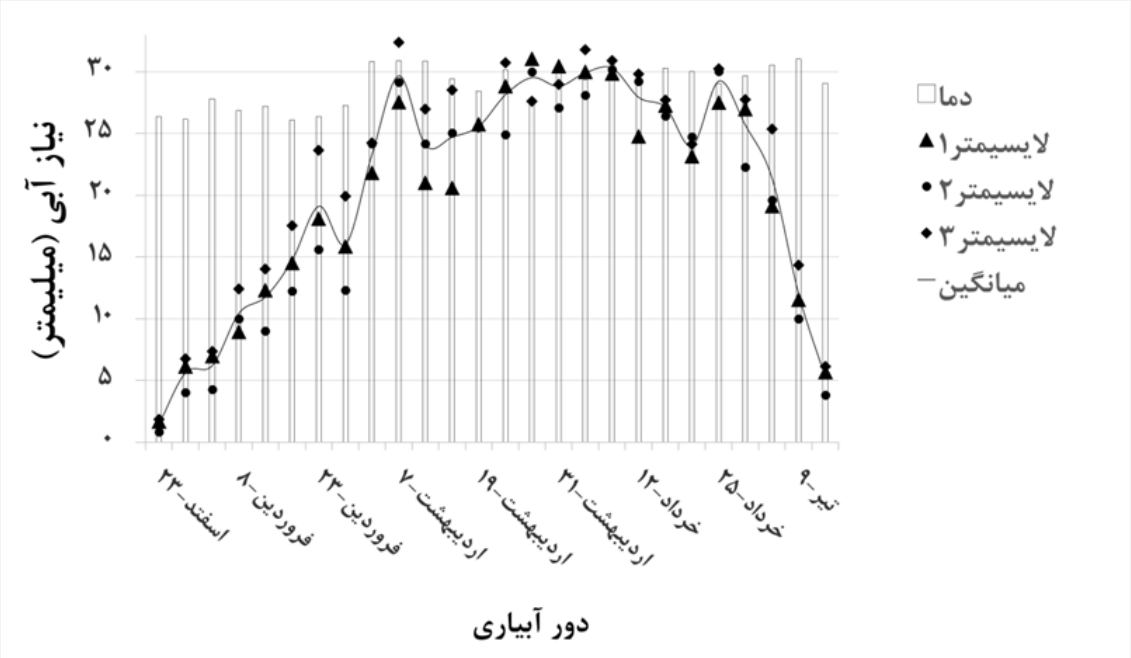
اس= اسفند، فر=فروردین، ار=اردیبهشت، خ=خرداد،

www.SID.ir

Archive of SID

در جدول ۳ نتایج تجزیهٔ واریانس و در جدول ۴ مقایسهٔ میانگین صفات مطالعه‌شدهٔ گیاه کاملینا آورده شده است. نتایج تجزیهٔ واریانس در جدول ۳ نشان داد تغییرات در کلیهٔ پارامترها تحت تأثیر شوری در سطح یک درصد معنادار ($p\leq0.01$) بوده است، اما تحت شرایط لاین و اثر متقابل لاین در شوری معنادار نشده‌اند.

عملکرد دانه: همان‌طور که جدول ۳ نشان می‌دهد اثر رقم و اثر متقابل رقم در شوری در سطوح احتمالی یک و پنج درصد تأثیری روی عملکرد دانه نداشته و فقط شوری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه تأثیر گذاشته است و مطابق جدول ۴ بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار آبیاری با آب ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر بوده و کمترین عملکرد دانه مربوط به شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر است. باید گفت که افزایش سطح شوری از ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر به ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب سبب کاهش عملکرد دانه‌ای به مقدار ۱۲، ۴۸، ۷۱ و ۸۲ درصدی نسبت به نمونه ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر شده‌اند. همان گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود همهٔ لاین‌ها در یک گروه قرار دارند و این بیان می‌کند که در لاین‌های بررسی‌شده شوری تأثیر متفاوتی نداشته و از لحاظ عملکرد یکسان بوده‌اند. وقتی گیاه در معرض استرس شوری قرار می‌گیرد بر اثر کاهش پتانسیل اسمزی دچار نوعی خشکی فیزیولوژیک شده و ریشه‌ها تحت این شرایط مقدار اسید آبسزیک را افزایش داده که این هورمون از طریق جریان تعرق به اندام‌های هوایی منتقل می‌شود. این هورمون در اندام‌های هوایی سبب کاهش هدایت روزنه‌ها و به تبعیت از آن کاهش تعرق می‌شود (۲۹). در نهایت، به دلیل کاهش انتشار Co_2 فتوسنتز و رشد و در نتیجه عملکرد دچار اختلال می‌شود (۱۰).



شکل ۱. میزان نیاز آبی گیاه کاملینا از کاشت تا برداشت

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد روغن: با توجه به نتایج مندرج در جدول ۳ مشاهده می‌شود که اثر رقم و اثر متقابل رقم در شوری در سطوح احتمالی یک و پنج درصد تأثیری روی عملکرد روغن نداشته و فقط شوری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد روغن تأثیر گذاشته است. همان‌گونه که در جدول ۴ نشان داده شده است، بیشترین عملکرد روغن مربوط به تیمار آبیاری با آب ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر بوده و کمترین عملکرد روغن مربوط به شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر است. باید یادآوری کرد که افزایش سطح شوری از ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر به ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب سبب کاهش عملکرد روغن به مقدار ۱۸، ۵۸، ۷۸ و ۸۸ درصدی نسبت به نمونه ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر شده‌اند. از آنجا که عملکرد روغن تابع عملکرد دانه و درصد روغن است و در این پژوهش تنش شوری سبب کاهش این دو شاخص شده است، بنابراین کاهش عملکرد روغن تحت تأثیر شوری نیز طبیعی به‌نظر می‌رسد. با توجه به جدول ۴ عملکرد روغن در لاین‌های مختلف یکسان بوده و همگی در یک گروه قرار گرفته‌اند.

عملکرد پروتئین: مطابق جدول ۳ اثر رقم و اثر متقابل رقم در شوری در سطوح احتمالی یک و پنج درصد تأثیری روی عملکرد پروتئین نداشته و فقط شوری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد پروتئین تأثیر گذاشته است. همان‌گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، بیشترین عملکرد پروتئین مربوط به تیمار آبیاری با آب ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر بوده است و کمترین عملکرد پروتئین مربوط به شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر است. باید یادآوری کرد که افزایش سطح شوری از ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر به ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب سبب کاهش عملکرد پروتئین به مقدار (۱۵، ۵۷، ۷۷ و ۸۷ درصدی) نسبت به نمونه ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر شدند. از آنجا که عملکرد پروتئین تابع عملکرد دانه و درصد پروتئین است و در پژوهش حاضر شوری سبب کاهش این دو شاخص شده است، بنابراین کاهش عملکرد پروتئین تحت تأثیر شوری نیز طبیعی به‌نظر می‌رسد. جدول ۴ نشان می‌دهد شوری سبب تفاوت در عملکرد پروتئین در لاین‌های مورد بررسی نشده است و همگی در یک گروه قرار دارند.

جدول ۳. جدول تجزیهٔ واریانس صفات مطالعه‌شدهٔ گیاه کاملینا

منابع تغییر	عملکرد دانه (کیلوگرم)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم)	عملکرد روغن (کیلوگرم)	کارایی مصرف آب بر اساس عملکرد			کارایی مصرف آب ظاهری بر اساس عملکرد		
				پروتئین	روغن	دانه	پروتئین	روغن	دانه
تکرار	۲۰۲۱۲/۶۸	۵۹۸/۶۴	۱۱۸۴/۲۷	۰/۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱
رقم	۱۲۷۳۹^{ns}	۳۴۸^{ns}	۱۰۲۸^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}
شوری	۷۹۶۵۷۸۸**	۵۹۶۴۰۳**	۶۸۱۵۲۷**	۲۸/۱۷**	۲/۱**	۲/۴**	۲۷/۹**	۲/۱**	۲/۴**
رقم * شوری	۸۵۱۴/۲^{ns}	۴۲۱/۲۴^{ns}	۵۴۹/۱۶^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
خطا	۱۰۴۹۹	۸۳۵/۴	۷۷۰/۷	۰/۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
C.V	۸/۹	۱۰/۶	۹/۸۱	۸/۹	۱۰/۶	۹/۷۶	۱۶/۱	۱۶/۰۱	۱۵/۱

www.SID.ir

Archive of SID

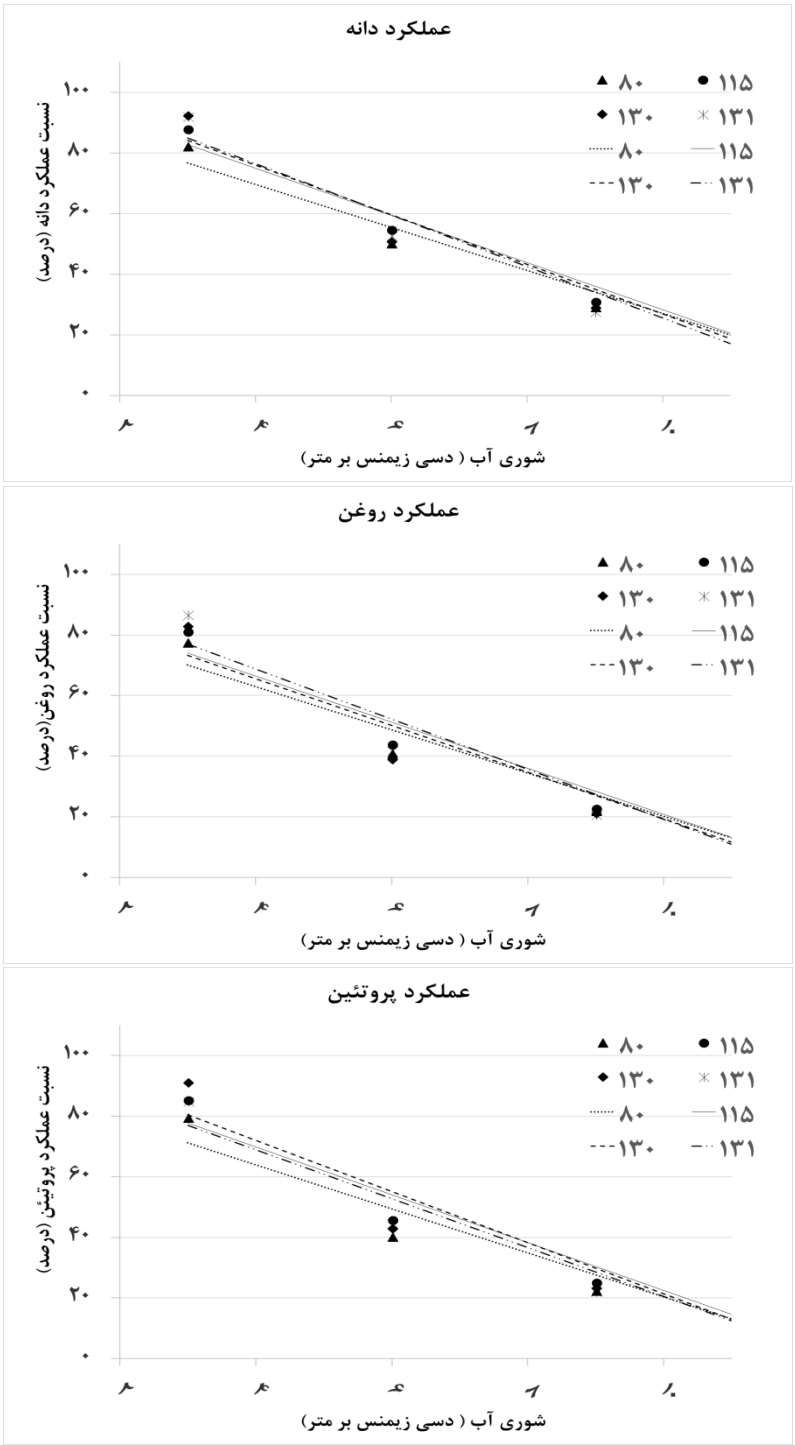
جدول ۴. مقایسهٔ میانگین صفات مطالعه‌شدهٔ گیاه کاملینا

تأثیرات		عملکرد دانه (کیلوگرم)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم)	عملکرد روغن (کیلوگرم)	کارایی مصرف آب بر اساس عملکرد (کیلوگرم بر میلی‌متر)		کارایی مصرف آب ظاهری بر اساس عملکرد (کیلوگرم بر میلی‌متر)	
					پروتئین	روغن	پروتئین	روغن
اثر لاین	۸۰	A۱۱۱۲	A۲۶۶	A۲۷۲	A۰/۵	A۰/۵۱	B۱/۳۱	A۰/۳۵	A۰/۳۶	A۲/۰۹
	۱۱۵	A۱۱۷۷	A۲۷۷	A۲۸۹	A۰/۵۲	A۰/۵۴	AB۱/۴۲	A۰/۳۶	A۰/۳۹	A۲/۲۲
	۱۳۰	A۱۱۴۶	A۲۷۴	A۲۸۶	A۰/۵۲	A۰/۵۴	AB۱/۳۸	A۰/۳۷	A۰/۳۹	A۲/۱۶
	۱۳۱	A۱۱۴۶	A۲۷۳	A۲۸۳	A۰/۵۱	A۰/۵۳	A۱/۴۷	A۰/۳۸	A۰/۴	A۲/۱۵
اثر شوری (dS/m)	۰،۶	A۲۲۵۶	A۵۸۹	A۶۳۱	A۱/۱۱	A۱/۱۹	A۳/۴۷	A۰/۹۶	A۱/۰۴	A۴/۲۴
	۳	B۱۹۹۶	B۵۰۱	B۵۱۷	B۰/۹۴	B۰/۹۷	B۲/۹۹	B۰/۷۹	B۰/۸۲	B۳/۷۶
	۶	C۱۱۷۳	C۲۵۵	C۲۶۰	C۰/۴۸	C۰/۴۹	C۱/۴۴	C۰/۳۳	C۰/۳۴	C۲/۲۱
	۹	D۶۵۳	D۱۳۶	D۱۳۵	D۰/۲۶	D۰/۲۶	D۰/۴۶	D۰/۱۱	D۰/۱۱	D۱/۲۳
	دیم	E۴۰۷	E۷۹	E۷۸	E۰/۱۵	E۰/۱۵	E۰	E۰	E۰	E۰/۷۷
	۱۲	E۳۸۷	E۷۴	E۷۴	E۰/۱۴	E۰/۱۴	E۰	E۰	E۰	E۰/۷۳

کارایی مصرف ظاهری آب (بر اساس عملکرد دانه، روغن و پروتئین): با توجه به نتایج مندرج در جدول ۳، مشاهده می‌شود اثر رقم و اثر متقابل رقم در شوری در سطوح احتمالی یک و پنج درصد تأثیری بر کارایی مصرف ظاهری آب (بر اساس عملکرد دانه، روغن و پروتئین) نداشته و فقط شوری در سطح احتمال یک درصد روی کارایی مصرف ظاهری آب (بر اساس عملکرد دانه، روغن و پروتئین) تأثیر گذاشته است. بر اساس نتایج مندرج در جدول ۴ می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین کارایی مصرف ظاهری آب (بر اساس عملکرد دانه، روغن و پروتئین) مربوط به تیمار آبیاری با آب ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر بوده است و کمترین مقادیر مربوط به شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمده است. نتایج نشان می‌دهد افزایش سطح شوری از ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر به ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب سبب کاهش کارایی مصرف ظاهری آب بر اساس عملکرد دانه به مقدار ۱۴، ۵۹، ۸۷ و ۱۰۰ و کاهش کارایی مصرف ظاهری آب بر اساس عملکرد پروتئین به مقدار ۱۸، ۶۶، ۸۹ و ۱۰۰ درصدی نسبت به نمونه ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر شده‌اند. همچنین، افزایش سطح شوری از ۳ تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب سبب کاهش کارایی مصرف ظاهری آب بر اساس عملکرد روغن به مقادیر ۲۱، ۶۷، ۸۹ و ۱۰۰ درصدی نسبت به نمونه ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر شده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. رابطهٔ بین عملکرد (دانه، روغن و پروتئین) گیاه کاملینا و مقادیر مختلف شوری

www.SID.ir

Archive of SID

کارایی مصرف آب (بر اساس عملکرد دانه، روغن و پروتئین): جدول ۳ نشان می‌دهد اثر رقم و اثر متقابل رقم در شوری در سطوح احتمالی یک و پنج درصد تأثیری بر کارایی مصرف آب (بر اساس عملکرد دانه، روغن و پروتئین) نداشته است و فقط شوری در سطح احتمال یک درصد بر کارایی مصرف آب (بر اساس عملکرد دانه، روغن و پروتئین) تأثیر گذاشته است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در جدول ۴ می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین کارایی مصرف آب (بر اساس عملکرد دانه، روغن و پروتئین) مربوط به تیمار آبیاری با آب ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر بوده و کمترین مربوط به شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر است. افزایش سطح شوری از ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر به ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب سبب کاهش کارایی مصرف آب بر اساس عملکرد دانه به مقدار ۱۱، ۴۸، ۷۱ و ۸۳ درصد و کاهش کارایی مصرف آب بر اساس عملکرد روغن به مقدار ۱۸، ۵۹، ۷۸ و ۸۸ درصد نسبت به نمونهٔ ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر شده‌اند. با افزایش سطح شوری از ۰/۶ به ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب کارایی مصرف آب بر اساس عملکرد پروتئین به مقدار ۱۵، ۵۷، ۷۷ و ۸۷ درصدی نسبت به نمونه ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر کاهش پیدا کرده‌اند.

رابطهٔ بین عملکرد گیاه و شوری در چندین دهه بررسی شده است. نتایج تجربی نشان می‌دهد افزایش شوری عملکرد محصول را کاهش می‌دهد. رابطهٔ تجربی میان عملکرد نسبی و شوری به صورت رابطهٔ ۵ است:

$$Y_{rel} = 100 - b(Ec - a) \qquad (۵)$$

در رابطهٔ یادشده، Yrel: عملکرد نسبی، Ec: شوری آب، b: شیب کاهش عملکرد نسبی با افزایش هر واحد شوری، a: آستانهٔ تحمل شوری، مربوط به مقدار شوری است که فراتر از آن، کاهش عملکرد با توجه به شرایط غیر شوری ظاهر می‌شود (۱۷).

نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون خطی رابطهٔ بین عملکرد نسبی و شوری برای محصولات کشت‌شده طی آزمایش در شکل ۲ و جدول ۵ آورده شده است. با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان نتیجه گرفت که حد آستانهٔ تحمل گیاه کاملینا در هر سه لاین سه دسی‌زیمنس بر متر است و با افزایش شوری از این سطح عملکرد (دانه، روغن و پروتئین) کاهش پیدا می‌کند. درضمن، در شکل ۲ و جدول ۵، به‌ترتیب روابط بین عملکرد (دانه، روغن و پروتئین) گیاه کاملینا و شوری‌ها و لاین‌های مختلف گیاه کاملینا نشان داده شده‌اند.

منابع

۱. قهفرخی ا.، پوستینی ک.، توکل افشاری ر.، احمدی ع. و علیزاده ه.، (۱۳۸۹)، «بررسی فیزیولوژیک دفع سدیم در بافت‌های مختلف ارقام حساس و متحمل به شوری گندم (*Triticum aestivum* L.)». *علوم گیاهان زراعی ایران*. ۴۱(۱): ۷۹-۹۲.

۲. زمانی ص. ع.، نظامی م. ط.، حبیبی د. و بایبوردی ا.، (۱۳۸۸)، «بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزای پاییزه در شرایط تنش شوری». *تنش‌های محیطی در علوم گیاهی*. ۱(۱): ۶۹-۸۳.

۳. صارمی م.، فرهادی ب.، ملکی ع. و فراستی م.، (۱۳۹۴)، «تعیین ضرایب گیاهی و نیاز آبی عدس به روش بیلان آبی (مطالعهٔ موردی: خرم‌آباد)». *پژوهش‌های حبوبات ایران*. ۶(۲): ۸۷-۹۸.

۴. عابدی کوپایی ج.، اسلامیان س س. و زارعیان م ج.، (۱۳۹۰)، «اندازه‌گیری و مدل‌سازی نیاز آبی و ضریب گیاهی خیار، گوجه‌فرنگی و فلفل با استفاده از میکرولایسیمتر در گلخانه». *علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای*. ۷: ۵۱-۶۴.

www.SID.ir

Archive of SID

۵. عظیمی گندمانی م.، فرجی ه.، دهداری م.، موحدی دهنوی و م. و علی‌نقی‌زاده م.، (۱۳۸۷)، «ارزیابی تأثیر تنش شوری بر تجمع املاح و عملکرد کمی وکیفی ارقام بهارهٔ کلزا». *تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی*. ۱: ۲۷-۳۷.

۶. قلی‌زاده ا.، (۱۳۹۲)، ارزیابی برخی ارقام تجاری گندم نان ایران از نظر واکنش به تنش شوری. دانشگاه تربیت مدرس. تهران. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد.

۷. کهریزی د. و رستمی ح.، (۱۳۹۲)، «اولین گزارش اصلاح ژنتیکی زیست‌فناورانهٔ گیاه کاملینا (*Camelina sativa*) و کشت آن در شرایط دیم». هشتمین کنگرهٔ بیوتکنولوژی جمهوری اسلامی ایران، تهران، دانشگاه شهید بهشتی.

۸. میبدی س ع م. و قرهیاضی ب.، (۱۳۸۱)، *جنبه‌های فیزیولوژیکی و به‌نژادی تنش شوری در گیاهان زراعی*. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان. ۲۷۴ صفحه.

۹. نجفی ح. و میرمعصومی م.، (۱۳۸۷)، «بررسی عکس‌العمل‌های فیزیولوژیکی سویا در شرایط تنش شوری». *علوم و صنایع کشاورزی*. ۱: ۳۴-۳۹.

10. Ashraf M (2001) Relationships between growth and gas exchange characteristics in some salt tolerant amphidiploids Brassica species in relation to their diploidparents. Environmental and Experimental Botany.45:155-163.

11. Cramer G, Alberico G and Schmidt C (1994) Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. Functional Plant Biology. 21: 675-692.

12. French A N, Hunsaker D, Thorp K and Clarke T (2009) Evapotranspiration over a camelina crop at Maricopa, Arizona. Industrial crops and products. 29(2): 289-300.

13. Ghassemi F, Jakeman A J and Nix H A (1995) Salinization of land and water resources: human causes, extent, management and case studies. University of New South Wales Press, Wallingford, 526 p.

14. Hillel D (2000) Salinity management for sustainable irrigation: integrating science, environment and economics. The World Bank, Washington DC, 102p.

15. Hunsaker D J, French A N and Thorp K R (2013) Camelina water use and seed yield response to irrigation scheduling in an arid environment. Irrigation Science. 31:911–929.

16. Janzen Hand Chang C (1987) Cation nutrition of barley as influenced by soil solution composition in a saline soil. Soil Science. 67: 619-629.

17. Katerji N, van Hoorn J W, Hamdy A and Mastrorilli M (2003) Salinity effect on crop development and yield, analysis of salt tolerance according to several classification methods. Agricultural Water Management. 62:37–66.

18. Kaya C, Higgs D and Kirnak H (2001) The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus andpotassium on physiology and nutrition development of spinach. Plant Physiology. 27: 47-59.

19. Khalid H, Kumari M, Grover A and Nasim M (2015) Salinity stress to lerance of camelina investigated in vitro. Scientia agriculturae bohemica. 46(4): 137–144.

20. Mass E V and Hoffman G J (1977) Crop salt tolerance: Current assessment. Irrigation and Drainage Engineering. 103:115–134.

www.SID.ir

Archive of SID

21. Najafi F, Khavari-Nejad R A and Siah Ali M (2010) The effects of salt stress on physiological parameters in summer savory (*Satureja hortensis* L.) plant. Stress Physiology and Biochemistry. 6(1): 14-21.

22. Pazira E (1999) Land Reclamation Research on Soil Physico – Chemical Improvement by Salt Leaching in South – Western Part of Iran. Innovation of Agricultural EngineeringTechnologies for The 21st Century, P.R. China.

23. Russo R and Reggiani R (2015) Salt Sensitivity in Camelina sativa Seedlings and Polyamine Content. Plant and Soil Science. 8(3): 1-7.

24. Sakr M T, EL-Emery M E, Fouda R A and Mowufy M H (2007) Role of same antioxidants in alleviatiny soil salinity stress. Agricultural Science.32: 9751-9763.

25. Shabani A, Sepaskhah R and Kamgar Haghighi A A (2013) Responses of agronomic components of rapeseed (*Brassica napus* L.) as influenced by deficit irrigation, water salinity and planting method. Plant Production. 7(2): 313-340

26. Shannon M C and Grieve C M (1999) Tolerance of vegetable crops. Salinity Scientiahort. 78:5-8.

27. Weimberg R (2006) Solute adjustments in leaves of two species of wheat at two different stages of growth in response to salinity. Physiologia Plantarum. 70: 381-388.

28. Zhang X, Qin W, Chen S, Shao L and Suna H (2017) Responses of yield and WUE of winter wheat to water stress during the past three decades A case study in the North China Plain. Agricultural Water Management. 179:47-54.

29. Zlatev Z S and Yordanov I T (2004) Effect of soil drought on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in bean plants. Plant physiology.30 (3-4):3-18.

www.SID.ir

Archive of SID

Water and Irrigation Management

(Scientific Journal of Agriculture)
(College of Abouraihan – University of Tehran)

Vol. 7 ■ No. 2 ■ Autumn & Winter 2017-18

Effects of saline water on *Camelina (Camelina sativa*) yield in greenhouse condition

***Seyed Mohsen Golamian i*[1], *Houshang Ghamarnia*[2*], *Danial Kahrizi*[3]**

1. PhD student Irrigation and Drainage, Department of Water Engineering, Campus Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran
2. Professor, Department of Water Engineering, Campus Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran
3. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Razi University, Kermanshah, Iran

Received: January 02, 2018 **Accepted: March 01, 2018**

Abstract

One of the major problems in dry countries such as Iran is water and soil salinity. Deficiencies in water resources have led to the use of saline water for irrigation in agriculture. In order to study the effects of salinity stress on seed, oil and protein yield of Camelina, a randomized complete block design factorial experiment with three replications was designed in a research greenhouse. The factors included four lines Camelina (80, 115, 130 and 131) and five saline levels (0.6, 3, 6, 9 and 12 dS/m) and the control sample was rainfed condition. The results showed that by increasing salinity levels, grain yield and its components decreased significantly but there were no considerable differences between Camilina lines at all. In addition, the results showed that the seed, oil and protein yields in rainfed conditions is more than that of irrigation with 12 dS/m salinity, and it suggests that the cultivation of this plant in the rainfed conditions is not economically efficient for more than 9 dS/m salinity condition.

Keywords: line, lysimeter, oil, protein, water requirement, water use efficiency.

Email: hghamarnia@razi.ac.ir

www.SID.ir