Ar
Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 15, Dec.-Jan. 2021, p. 1081-1091

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۵، آذر - دی ۱۴۰۰، ص. ۱۰۹۱-۱۰۸۱

مقاله علمی-پژوهشی

کشت زمستانه دانه روغنی کاملینا تحت رژیم‌های مختلف آبیاری در منطقه باجگاه استان فارس

رضوان طالب نژاد[1*]، محبوبه لرمحمد حسنی[2]، علیرضا سپاسخواه[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۱۶

چکیده

دانه‌های روغنی در بین محصولات زراعی اهمیت خاصی داشته، بنابراین نیاز به محصولات روغنی جدید با سازگاری بیش‌تر با تنش‌های محیطی و نیاز آبی و کودی کم‌تر به‌شدت احساس می‌شود. گیاهان در طول دوره‌ی رشد خود در معرض تنش‌های مختلف قرار دارند و کمبود آب بزرگ‌ترین چالش در تولید محصولات زراعی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا ازجمله ایران است. دانه کاملینا منبع غنی از روغن و اسیدهای چرب امگا ۳ است. با توجه به اهمیت این دانه روغنی به‌منظور بررسی امکان کشت این گیاه در اواخر زمستان (۳۰ بهمن)، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی بخش مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز اجرا شد. تیمار موردبررسی آبیاری شامل چهار سطح (۷۵،۱۰۰،۵۰ درصد نیاز آب آبیاری کامل و دیم) در نظر گرفته شد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده حداکثر عملکرد دانه و کاه و کلش به ترتیب ۶۹۲ و ۲۱۳۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری کامل و حداقل آن به ترتیب ۲۶۰ و ۸۵۹ کیلوگرم در هکتار در تیمار دیم مشاهده شد. نتایج نشان داد که کاملینا پتانسیل تولید عملکرد دانه با حداقل آب مصرفی (۳۷۰ میلی‌متر) را در کاشت در اواخر زمستان (۳۰ بهمن) در شرایط آب و هوایی باجگاه تا حد قابل‌قبول (۶۹۲ کیلوگرم بر هکتار) دارد. به‌طورکلی بر اساس شاخص بهره‌وری آب آبیاری و باران برای عملکرد دانه، در صورت وجود آب به‌اندازه‌ای کافی در دسترس کشاورز آبیاری کامل توصیه می‌شود در غیر این صورت کشت دیم مناسب‌تر است.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری آب، کشت زمستانه، کاملینا، عملکرد دانه روغنی، کم‌آبیاری

مقدمه

اهمیت، جایگاه و نقش ویژه و رو به افزایش گیاهان روغنی و صنعتی در مدیریت پایدار به‌ویژه در ابعاد کلان توسعه اقتصادی، محیط زیستی، بهداشتی، امنیت غذایی یکی از شاخص‌های توسعه در کشور است، ازاین‌رو کشت گیاهان دانه روغنی سازگار به شرایط اقلیمی کشور و هم‌چنین گسترش برنامه‌های تحقیقاتی در این زمینه حائز اهمیت است. کشور ایران با داشتن درصد بالای دیم‌زار، فاقد یک گیاه دانه روغنی مناسب برای شرایط دیم است. در حال حاضر با شرایط خشک‌سالی و بحرانی شدن افت سطح آب‌های زیرزمینی و با توجه به این‌که روغن خوراکی کشور وارداتی و ناسالم است، (Kahrizi et al., 2015) نیاز به داشتن گیاهی با دانه روغنی برای شرایط دیم کشور و با حداقل نیاز کودی احساس می‌شود، هم‌چنین با توجه به مصرف زیاد آب در گیاهان روغنی مانند کلزا و سویا، ضرورت دارد گیاهی روغنی با مصرف آب کم معرفی گردد تا جایگزین شود. کاملینا از گیاهان تیره شب بو بوده که با نام کتان کاذب نیز شناخته می‌شود که در بیش‌تر نقاط دنیا به‌عنوان علف هرز شناخته‌شده است. منشأ این گیاه نواحی مدیترانه و آسیای مرکزی می‌باشد (Belayneh et al., 2015). کاملینا دانه روغنی از خانواده براسیکاسه است و نیاز آبی کمی دارد و مقاومت بیش‌تری به سرمای بهاره نسبت به سایر گیاهان روغنی ازجمله کانولا دارد (Gao et al., 2018; Zanetti et al., 2017). کاملینا به آب‌وهوای سرد و خشک مقاوم است و می‌توان آن را در خاک‌های غیرقابل کشت و کم بارور پرورش داد، در مقایسه با سایر گیاهان روغنی، کاملینا می‌تواند به‌خوبی در خاک‌های بسیار شور رشد کند (Budin et al., 1995). آزمایشی توسط جرج و همکاران در سال ۲۰۱۷ در کالیفرنیا بر روی دو دانه‌ی روغنی انجام شد و نتایج نشان داد که به دلیل محدودیت آب در دسترس، گیاه

۱- استادیار بخش مهندسی آب و مرکز مطالعات خشک‌سالی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، بخش مهندسی آب و مرکز مطالعات خشک‌سالی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
۳- استاد بخش مهندسی آب و مرکز مطالعات خشک‌سالی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: rtalebnejad@shirazu.ac.ir)
DOR: 20.1001.1.20087942.1400.15.5.8.6

www.SID.ir

Archive of SID

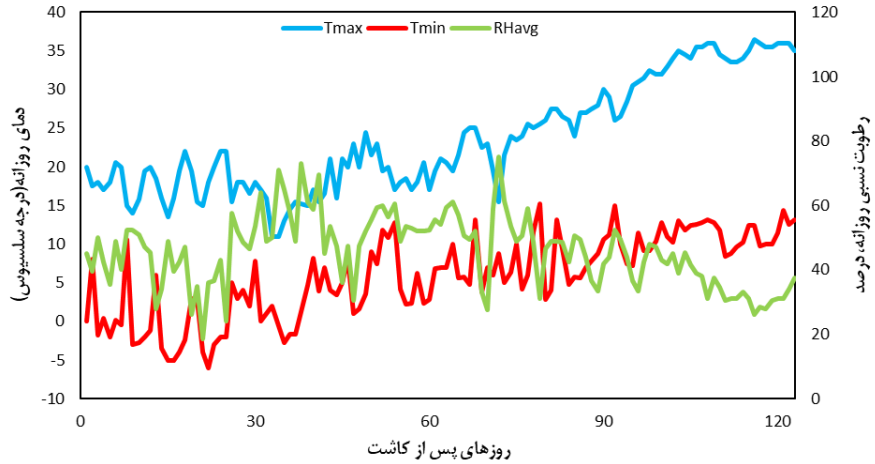
کانولا محصول دانه تولید نکرد درحالی‌که محصول دانـه کاملینـا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بود (George et al., 2017). همچنین هرگـرت و همکاران در سال ۲۰۱۶ گزارش کردند که کاملینا در برابر کـم‌آبیـاری مقاومت بـیش‌تـری نسـبت بـه کـانولا نشـان داد (Hergert et al., 2016) .آزمایشی برای تخمین نیاز آبـی کاملینـا و کلـزا در کالیفرنیـا توسط جرج و همکاران در سال ۲۰۱۸ انجـام شـد، آن‌هـا خاطرنشـان کردند که کاملینا نسبت به کلزا نیاز آبی کم‌تری دارد و کم‌ترین میزان نیاز آبی آن در زمان جوانه‌زنی و تولید بذر است، کاملینا بـا آب فصـلی ۲۰۰ میلی‌متر محصول قابل‌قبولی دارد. آن‌ها گزارش کردند کـه گیـاه کاملینا با توجه به مصـرف کـم آب مـی‌توانـد در منـاطق خشـک بـا موفقیت کشت شود. آزمایشی طی ۴ فصل رشـد در دو خـاک شـنی و لوم سیلتی در غرب نبراسکا توسط هرگرت و همکاران در سال ۲۰۱۶ با تیمارهای مختلف آبیـاری (۳۰۰،۲۰۰،۱۰۰،۰ میلـی‌متـر) بـه‌منظـور تعیـین محصـول کاملینـا، تعیـین غلظـت روغـن، مقـدار آب خـاک و بهره‌وری آب انجام گرفت. نتایج نشان داد که کاملینـا آب را از عمـق ۰/۹ تا ۱ متری خاک استخراج کرد کـه کـم‌عمـق‌تـر از کـانولا بـود. هم‌چنین در شرایط خشک‌سـالی پاسـخ خـوبی بـه آبیـاری داد امـا در سال‌هایی با بارش بالاتر از متوسط سالانه، هـیچ پاسـخی بـه آبیـاری نداشت. محصول کاملینا از ۴۲۸ تا ۲۸۶۷ کیلوگرم در هکتار بـا تغییـر ET از ۱۸۷ و ۵۳۶ میلی‌متر به دست آمد. کـم‌آبیـاری باعـث کـاهش محصول دانه و کـاهش ET شـد و هـم‌چنـین باعـث زودرس شـدن کاملینا گردیـد (Hergert et al., 2016) . آزمایشـی دوسـاله توسـط نئوپان و همکاران در سـال ۲۰۲۰ در نـوادا جهـت بررسـی محصـول کاملینا بهاره تحت سطوح مختلف آبیاری (۱۰۰،۷۵،۵۰ درصد نیاز آبی) انجام گرفت، نتایج نشان داد که بیش‌ترین محصول دانـه مربـوط بـه آبیاری کامل بود (۱۰۱۳ کیلوگرم در هکتار) و تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی ۹۱۳ کیلوگرم در هکتار و تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی با ۷۷۰ کیلـوگرم در هکتار کم‌ترین محصول را داشت. بیش‌ترین غلظت روغن دانه مربوط به تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی (۳۳۳/۲ گرم در کیلوگرم) گـزارش گردیـد کارایی مصرف آب در تیمار آبیاری کامل ۲/۱ کیلوگرم بـر مترمکعـب، تیمار ۰/۷۵ درصد آبیاری کامل ۲/۴ کیلوگرم بر مترمکعب و تیمار ۵۰ درصد آبیاری کامل ۲/۸ کیلوگرم بر مترمکعب بـود. غلظـت پـروتئین خام در آبیاری کامل ۲۷۱/۲ و ۰/۷۵ آبیاری کامل ۲۷۴/۸ و ۵۰ درصد آبیاری کامل ۲۸۱ گرم در کیلوگرم گزارش گردید. تولید روغن دانه در این سه تیمار به ترتیـب ۳۲۹، ۳۰۶، ۲۴۹ کیلـوگرم در هکتـار بـود؛ و تولید سوخت زیستی به ترتیب ۱۳۶، ۱۲۶ و ۱۰۳ لیتـر در هکتـار بـود آن‌ها اعلام کردند که کاملینا با کم‌آبیاری معادل ۰/۷۵ درصد نیاز آبـی در مناطق کم بارش، با موفقیت می‌تواند کشت شـود (Neupane et al., 2020). آزمایشی توسـط گـائو و همکـاران در سـال ۲۰۱۸ روی کاملینا و کانولا برای پاسخ محصول آن‌ها به کم‌آبیاری صورت گرفت نتایج نشان داد کم‌آبیاری، تعرق، فتوسنتز، هـدایت روزنـه‌ای و نسـبت شاخه به ریشه را در کاملینا و کـانولا کـاهش داد امـا میـزان کـاهش محصول در کانولا بیش‌تر از کاملینا بود درنتیجه آن‌هـا اعـلام کردنـد که کاملینا تحمل بیش‌تری نسبت به کانولا در برابر تنش خشکی دارد و با شرایط دیـم هـم سـازگار اسـت(Gao et al. 2018) . آزمایشـی دوساله در آیروزینا توسط هونسـاکر و همکـاران در سـال ۲۰۱۳ روی کارایی مصرف آب و محصول دانه کاملینا در پاسـخ بـه برنامـه‌ریـزی آبیاری در محیط خشک انجام شد که شامل سـطوح آبیـاری ۵۰ و ۶۵ درصد نیاز آبی می‌باشد که در آن‌ها محصول دانه بین ۱۵۰۰ تا ۱۶۴۰ کیلوگرم در هکتار بـه دسـت آمـد و بـین تیمارهـا و سـال‌هـا تفـاوت معنی‌داری وجود نداشت و میزان متوسط روغن دانه در هر دو سال ۴۵ درصد بود و حداکثر محصول دانه با ET ۴۷۰ تا ۴۹۰ میلی‌متر حاصل شـد (Hunsaker et al., 2013) . اسـتفاده بهینـه از منـابع آبـی در کشـوری نظیـر ایـران کـه ازنظـر اقلـیم دارای وضـعیت خشـک و نیمه‌خشک است از اهمیت خاصی در گسترش و توسعه فعالیـت‌هـای کشاورزی برخوردار است؛ کاشت گیاهان روغنی مقاوم به تـنش‌هـای محیطی و کم‌آبی و با دوره رشد کوتاه ازجمله کاملینـا جهـت کـاهش وابستگی کشور به واردات دانه‌های روغنی اهمیت ویژه‌ای دارد کـه در این پژوهش موردتوجه قرارگرفته است، بنابراین هدف از این پـژوهش امکـان‌سـنجی کشـت کاملینـا در اواخـر زمسـتان (۳۰ بهمـن) و اثـر کم‌آبیاری بر محصول و اجـزای محصـول و بهـره‌وری آب کاملینـا در شرایط آب‌وهوایی باجگاه (استان فارس) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

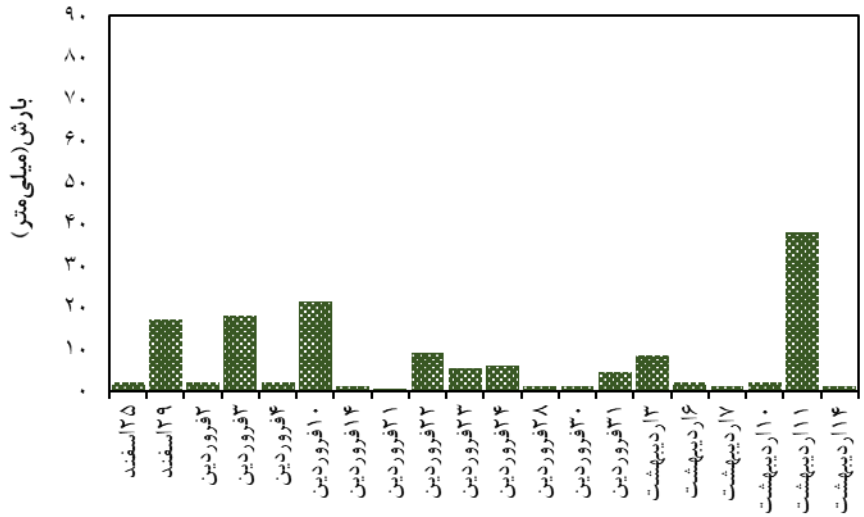
به‌منظور بررسی اثر سـطوح مختلـف آب آبیـاری بـر محصـول و اجزای محصول گیاه کاملینا و بهـره‌وری آب، آزمایشـی یـک‌سـاله در سـال ۱۳۹۸ در مزرعـه تحقیقـاتی بخـش مهندسـی آب دانشـکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام شد. دانشکده کشاورزی واقع در منطقه باجگاه در ۱۶ کیلومتری شمال شیراز با طـول جغرافیـایی ۳۲° ۵۲ و عرض جغرافیایی ۳۲° ۲۹ و در ارتفاع ۱۸۱۰ متری از سـطح دریـای آزاد واقع‌شده است. دمای بیشینه و کمینه و میـانگین رطوبـت نسـبی فصل رشد گیاه کاملینا در شکل (۱) ارائه‌شده است. طبق شکل (۱) در طول دوره رشد گیاه کاملینا کمینه دمای هوا به ۶- درجه سانتی‌گراد و بیشینه به ۳۶ درجه سانتی‌گراد رسیده است. بارش در طول دوره رشـد گیاه کاملینا در شکل (۲) و تبخیر- تعرق گیاه مرجـع در طـول فصـل رشد گیاه کاملینا در شکل (۳) آمده است.

www.SID.ir

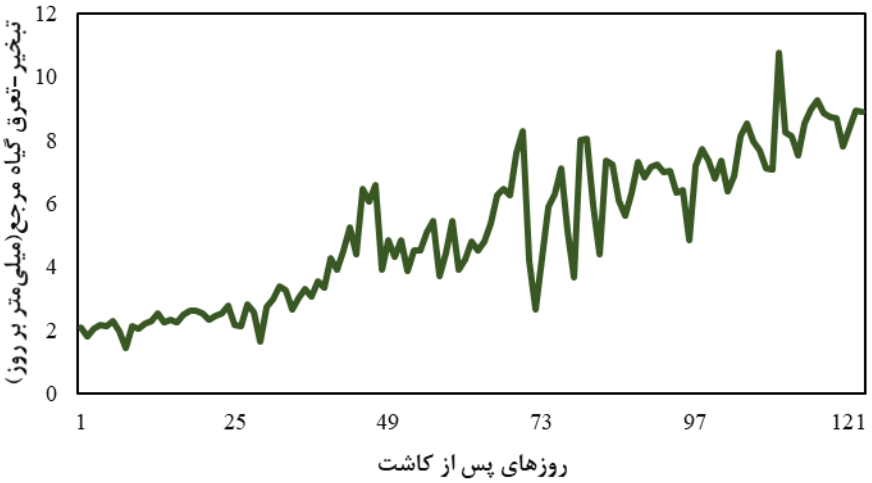
Archive of SID



شکل ۱- دمای بیشینه و کمینه روزانه و میانگین رطوبت نسبی روزانه در طول دوره‌ی رشد کاملینا (۳۰ بهمن ۱۳۹۸ تا ۳۰ خرداد ۱۳۹۹)



شکل ۲- میزان بارش روزانه در طول دوره‌ی رشد کاملینا



شکل ۳- شدت تبخیر-تعرق گیاه مرجع در طول دوره‌ی رشد کاملینا (۳۰ بهمن ۱۳۹۸ تا ۳۰ خرداد ۱۳۹۹)

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به اجرا در آمد. چهار سطح آبیاری،FI، 0.75FI، 0.5FI، Rainfed (آبیاری با ۱۰۰٪، ۷۵٪، ۵۰٪ آبیاری کامل و دیم) در تمام مراحل رشد، اعمال گردید. روش آبیاری کرتی و زمان و مقدار آب آبیاری با توجه به اندازه‌گیری رطوبت خاک انجام شد.

با توجه به اطلاعات موجود از آنالیز شیمیایی خاک منطقه موردمطالعه، پس از شخم زمین به کمک تراکتور، ۳۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص به‌صورت کود سوپر فسفات تریپل($Ca(H_2PO_4)$) که حاوی ۴۶ درصد P_2O_5 است با لایه سطحی خاک مخلوط گردید، هم‌چنین ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به‌صورت کود اوره نیز طی دو مرحله در ابتدای کشت و آغاز گلدهی به مزرعه داده شد. پس از تسطیح زمین به‌صورت دستی، ۱۲ کرت به ابعاد دو متر در دو متر با ارتفاع پشته ۳۰ سانتی‌متر ایجاد شد و در هر کرت، بذرها در شش ردیف در عمق یک تا دو سانتی‌متر از سطح خاک کاشته شد. نوع بذر رقم سهیل، فاصله بذرها روی ردیف و فاصله ردیف‌ها از یکدیگر به ترتیب ۱۵ و ۳۳ سانتی‌متر و تراکم کاشت نیز ۴۶ بذر در مترمربع در نظر گرفته شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ و ۲ ارائه‌شده است. چگالی ظاهری خاک در ابتدا انجام پژوهش اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی خاک مزرعه موردمطالعه (Yarami and Sepaskhah., 2015)

ضخامت لایه (cm)	بافت خاک	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	ظرفیت زراعی ($cm^3\ cm^{-3}$)	نقطه پژمردگی دائم($cm^3\ cm^{-3}$)	چگالی ظاهری ($g\ cm^{-3}$)
۰-۳۰	لوم سیلتی رسی	۱۱	۵۶	۳۳	۰/۳۲	۰/۱۹	۱/۴
۳۰-۶۰	لوم سیلتی رسی	۱۰	۵۱	۳۹	۰/۳۲	۰/۱۷	۱/۴۷
۶۰-۹۰	لوم سیلتی رسی	۱۶	۵۰	۳۴	۰/۳۲	۰/۱۷	۱/۵۱

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی خاک مزرعه موردمطالعه (Yarami and Sepaskhah., 2015)

ضخامت لایه (cm)	Ca^{2+} ($meq\ l^{-1}$)	Mg^{2+} ($meq\ l^{-1}$)	Na^{+} ($meq\ l^{-1}$)	Cl^{-} ($meq\ l^{-1}$)	EC_e ($dS\ m^{-1}$)
۰-۳۰	۵/۴۳	۳/۵	۳/۲۹	۵/۳۱	۰/۷۴
۳۰-۶۰	۴/۱۶	۲/۸۸	۱/۹۷	۳/۰۵	۰/۵۱
۶۰-۹۰	۴/۰۷	۲/۸۴	۱/۹۱	۲/۹	۰/۴۹

در ابتدای زمان کشت به همه تیمارهای آبیاری ۳۰ میلی‌متر خاکاب داده شد. پس‌ازآن در تمامی مراحل رشد تیمارهای آبیاری اعمال گردید. رطوبت خاک قبل از هر آبیاری در اعماق ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ با استفاده از نمونه‌برداری وزنی تعیین گردید و با توجه به آن مقدار آب آبیاری برای هر نوبت با استفاده معادله‌ی زیر تعیین شد:

$$d = \sum_{i=1}^{n}(\theta_{Fci} - \theta_i)\Delta z \qquad (۱)$$

که در این معادله d مقدار آب آبیاری (m)، i شماره‌ی هر لایه از خاک، n تعداد لایه‌های خاک، θ_i رطوبت خاک در هر لایه خاک قبل از آبیاری ($\frac{m3}{m3}$)، θ_{Fci} رطوبت ظرفیت زراعی در هر لایه خاک($\frac{m3}{m3}$)، و Δz ضخامت لایه خاک (m) است. مقدار آب آبیاری در تیمارهای 0.75FI با ضرب ۰/۷۵ در مقدار آب آبیاری در تیمار کامل و 0.5FI با ضرب ۰/۵ در مقدار آب آبیاری در تیمار کامل تعیین گردید. برداشت و نمونه‌برداری از محصول در تاریخ ۳۰ خرداد ۱۳۹۹ انجام شد، مقدار محصول دانه و کاه و کلش هر کرت به‌طور جداگانه بسته‌بندی شد. وزن کل با ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد و برای اندازه‌گیری وزن خشک گیاه، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد و به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و سپس وزن خشک اندازه‌گیری شد و در نهایت شاخص برداشت بر اساس نسبت محصول دانه به کل ماده خشک هوایی تعیین شد.

مقدار تبخیر-تعرق واقعی گیاه با توجه به معادله بیلان از معادله (۲) تعیین گردید:

$$ET_a = I + P - D_p \pm \Delta S \qquad (۲)$$

که در آن ET_a تبخیر- تعرق در فاصله زمانی بین دو قرائت رطوبت خاک، I مقدار آب آبیاری کاربردی، P میزان بارش، D_p نفوذ عمقی و ΔS تفاوت مقدار رطوبت خاک در آن دوره می‌باشد. در معادله ذکرشده تمامی پارامترها دارای واحد یکسان می‌باشند. نفوذ عمقی بر اساس معادله‌ی زیر تخمین زده می‌شود.

$$D_p = I + P - \sum_{i=1}^{n}(\theta_{Fci} - \theta_i)\Delta z_i \qquad (۳)$$

که در آن I عمق آب آبیاری (mm)، θ_{Fci} رطوبت حجمی لایه i ام خاک در حالت ظرفیت زراعی ($\frac{m3}{m3}$)، θ_i رطوبت حجمی لایه i ام خاک قبل از هر آبیاری ($\frac{m3}{m3}$)، Δz_i عمق ریشه (m)، و n تعداد

www.SID.ir

Archive of SID

لایه‌های خاک می‌باشد، که در شرایطی که بارش رخ می‌دهد و رطوبت خاک به بالاتر از حد ظرفیت زراعی برسد، تعیین‌شده است. عمق ریشه بر اساس پروفیل رطوبت خاک تعیین شد، به‌طوری‌که، عمقی که تغییرات رطوبت خاک بین دو اندازه‌گیری صفر بوده است نشان از عدم وجود ریشه است و در این پژوهش برابر ۱۰۰ سانتی‌متر تعیین شد.

با توجه به میزان محصول و مجموع آب آبیاری و بارش در هر تیمار، بهره‌وری مجموع آب و بارش در هر تیمار محاسبه شد. درواقع بهره‌وری آب از تقسیم محصول به مجموع آب آبیاری و بارش به‌کاررفته در هر تیمار به دست آمد و رابطه ریاضی آن به‌صورت زیر می‌باشد:

$$WP = \frac{Y}{Ig+R} \quad (۴)$$

که در این رابطه WP بهره‌وری مجموع آب آبیاری و بارش$(kg\ m^{-3})$ ، مقدار محصول دانه $kg\ ha^{-1}$ و I_g مقدار آب آبیاری کاربردی و R مقدار بارش $(m^3 ha^{-1})$ می‌باشد.

بر اساس اندازه‌گیری‌های صورت گرفته و تعیین تبخیر–تعرق واقعی گیاه، مقادیر کارایی مصرف آب (WUE) به شرح زیر محاسبه گردید:

$$WUE = \frac{Y}{ET_a} \quad (۵)$$

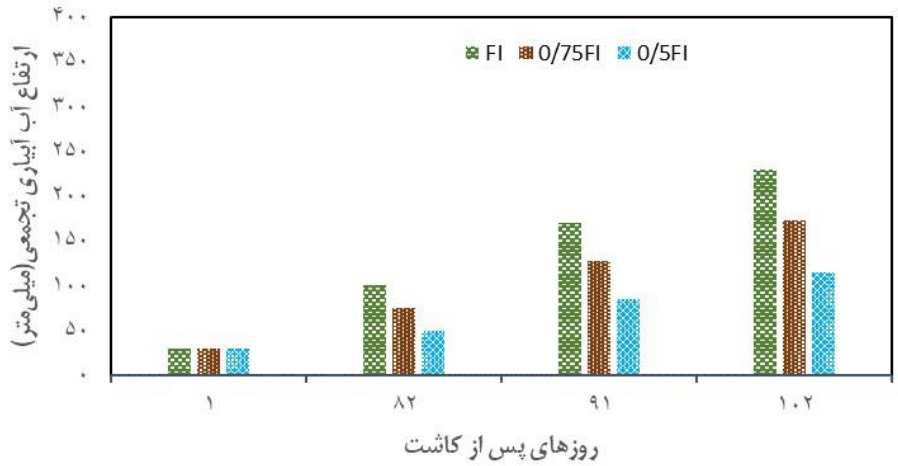
که در این رابطه WUE کارایی مصرف آب $(kg\ m^{-3})$، Y مقدار محصول دانه $(kg\ ha^{-1})$ و ET_a کل تبخیر–تعرق واقعی کاملینا (آب مصرفی) در فصل رشد $(m^{-3}\ ha^{-1})$ می‌باشد.

به‌منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف بر رشد و محصول گیاه کاملینا و آزمون مقایسه میانگین‌ها، نرم‌افزار SAS (Statistical Analysis System) نسخه 9.4 مورداستفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

آب آبیاری

ارتفاع آب آبیاری در طول فصل رشد در شکل (۴) ارائه‌شده است. علاوه بر خاکاب اولیه (۳۰ میلی‌متر) سه مرتبه آبیاری انجام شد. مقدار کل آب آبیاری در تیمار آبیاری کامل ۲۳۰ میلی‌متر بود. گیاه کاملینا با دریافت بارش معادل ۱۴۴ میلی‌متر، طول دوره رشد خود را طی چهار ماه (۱۲۲ روز) در کشت زمستانه به اتمام رساند؛ بنابراین با توجه به این نکات، این گیاه می‌تواند به‌عنوان یک دانه روغنی مناسب با طول دوره رشد کوتاه و آب موردنیاز کم به کشاورزان منطقه در الگوی کشت زمستانه معرفی گردد. نئوپان و همکاران، در نوادا آزمایشی روی سطوح مختلف کم‌آبیاری بر گیاه کاملینا، انجام دادند مقدار کل آب آبیاری در تیمار آبیاری کامل ۴۶۸ میلی‌متر بود که این تفاوت می‌تواند ناشی از اختلاف شرایط آب و هوایی با محل پژوهش حاضر است.



شکل ٤- ارتفاع آب آبیاری تجمعی (میلی‌متر) در طول فصل رشد

میانگین رطوبت خاک

نتایج تجزیه واریانس رطوبت خاک و تبخیر–تعرق در جدول (۳) ارائه‌شده است. اثر سطوح آب آبیاری بر میانگین رطوبت حجمی خاک قبل از آبیاری در طول فصل رشد گیاه کاملینا اثر معنی‌دار داشته است. میانگین رطوبت حجمی خاک قبل از آبیاری در طول فصل کشت برای هر تیمار در شکل (۵) ارائه‌شده است اعمال کم‌آبیاری به میزان ۵۰ درصد آبیاری کامل و دیم باعث کاهش معنی‌دار ۲۶/۶۶ و ۴۴/۵۱ درصدی رطوبت حجمی خاک قبل از آبیاری نسبت به تیمار آبیاری کامل شده است.

www.SID.ir

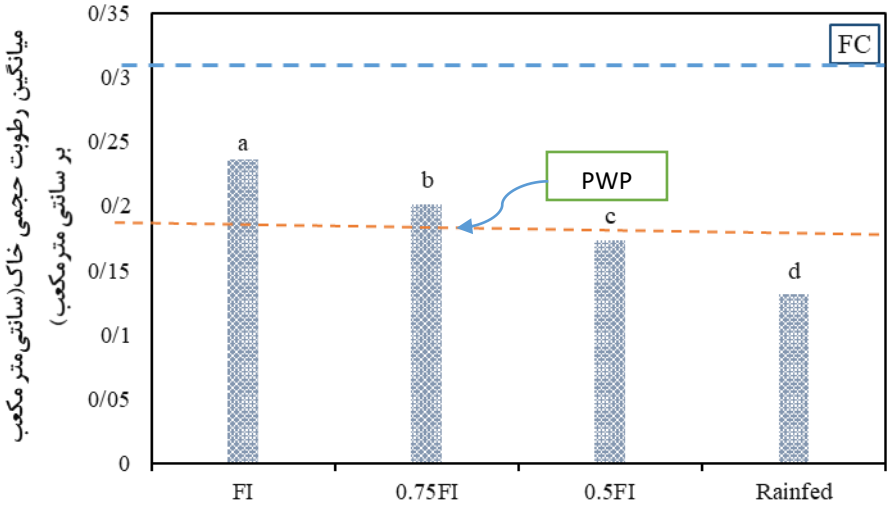
Archive of SID

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر کم‌آبیاری بر رطوبت حجمی خاک قبل از آبیاری و تبخیر-تعرق کاملینا

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		میانگین رطوبت حجمی خاک	تبخیر-تعرق
تکرار	۲	۰.۱۳۱۶۵۸ ns	۳۵۸۱.۰۸ ns
آبیاری	۳	۵۹.۴۱۸۶ **	۴۷۲۴۹۲۰.۳۱ **
خطا	۶	۰.۱۵۹۶	۲۲۹۷.۶۴
ضریب تغییرات (٪)		۲/۱	۱/۴۱

ns، *، ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد را نشان می‌دهد

در شکل(۵) مقایسه رطوبت خاک قبل از آبیاری با حد رطوبت ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم نشان داد که گیاه کاملینا در رطوبت‌های پایین توانسته به رشد خود ادامه دهد و خشکی را تحمل کند. طی تحقیقی توسط نئوپان و همکاران، در نوادا روی سطوح مختلف کم‌آبیاری (آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری) بر گیاه کاملینا، نتایج نشان داد با اعمال تنش آبیاری مقدار رطوبت حجمی خاک به شدت کاهش یافت.



شکل ۵- میانگین رطوبت حجمی خاک (سانتی‌متر مکعب بر سانتی‌متر مکعب) قبل از آبیاری در طول فصل کشت در رژیم‌های مختلف آبیاری.

تبخیر-تعرق

مقدار تبخیر-تعرق گیاه کاملینا در تیمارهای مختلف آبیاری در شکل (۶) قابل‌مشاهده است نتایج نشان داد که اثر آبیاری بر روی تبخیر-تعرق معنی‌دار بود با اعمال تنش آبی به ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل و دیم مقدار تبخیر-تعرق به ترتیب ۱۹/۶۲، ۳۶/۳۳ و ۶۹/۷۶ درصد نسبت به آبیاری کامل کاهش یافت؛ بنابراین با اعمال کم آبیاری و کاهش هدایت روزنه‌ای مقدار بخار آب خارج‌شده از روزنه‌های گیاه کاهش یافته است.

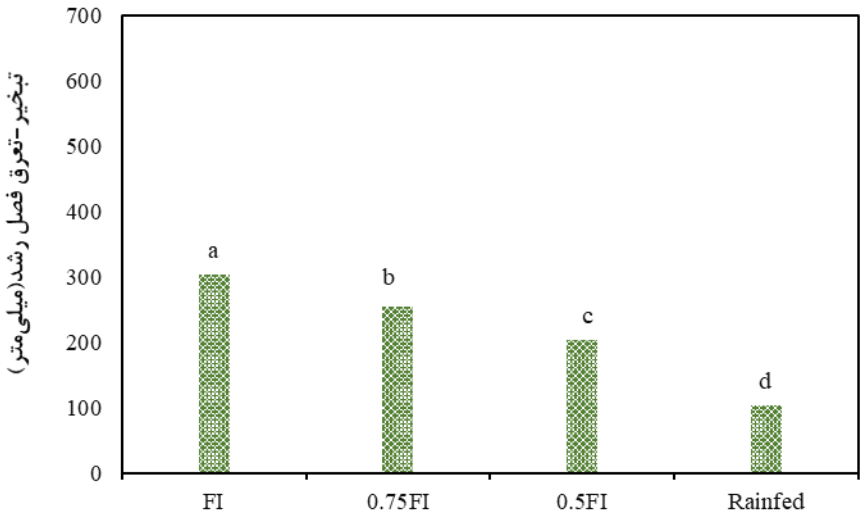
جدول ٤- تجزیه واریانس اثر کم‌آبیاری بر صفات مورد ارزیابی در کاملینا

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		محصول دانه	کاه و کلش	کل ماده خشک	وزن هزار دانه	شاخص برداشت
تکرار	۲	۱۶۱/۳۶ ns	۲۲۵۳۵ ns	۴۰۵۴۵۴ ns	۰/۰۰۲۷۹ ns	۰/۰۰۲۶ ns
آبیاری	۳	۹۸۹۸۸/۵ **	۱۰۰۰۱۷۷ **	۱۷۰۸۶۲۶ *	۰/۰۲۶۸ **	۰/۰۰۲۵۹ ns
خطا	۶	۶۷/۳۵	۸۶۵۹/۲۲	۳۶۶۳۳۷	۰/۰۰۸۶۴	۰/۰۱۰۲۰
ضریب تغییرات (٪)		۱/۷۷	۶/۱۶	۵/۶	۳/۷۴	۹/۴

ns، *، ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد را نشان می‌دهد

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٦- تبخیر-تعرق فصل رشد (میلی‌متر) گیاه کاملینا در رژیم‌های مختلف آبیاری.

جدول ٥- مقایسه میانگین اثر کم‌آبیاری بر صفات مورد ارزیابی در کاملینا

تیمارهای آبیاری	محصول و اجزا محصول				
	محصول دانه ($Kg\ ha^{-1}$)	کاه و کلش ($Kg\ ha^{-1}$)	کل ماده خشک ($Kg\ ha^{-1}$)	وزن هزار دانه (gr)	شاخص برداشت
FI	۶۹۲ ^{a*}	۲۱۳۰ ^{a}	۲۸۲۲^{a}	۱/۰۹^{a}	۰/۲۶^{a}
0.75FI	۴۹۹ ^{b}	۱۸۳۳ ^{b}	۲۳۳۳ ^{ab}	۱/۰۷^{ab}	۰/۲۱ ^{a}
0. 5FI	۴۰۰^{c}	۱۲۱۳ ^{c}	۱۶۱۴ ^{ab}	۱/۰۱^{b}	۰/۲۷ ^{a}
Rainfed	۲۶۰ ^{d}	۸۵۹ ^{d}	۱۱۱۹^{b}	۰/۸۸^{c}	۰/۲۸ ^{a}

*میانگین‌ها در هر ستون که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه در جدول (۴) ارائه‌شده است. میانگین عملکرد دانه در سطوح مختلف آبیاری در جدول (۵) ارائه‌شده است؛ میزان عملکرد در شرایط دیم، ۷۵ و ۵۰ درصد نسبت به آبیاری کامل به ترتیب سبب کاهش ۲۸، ۴۲ و ۶۲ درصد محصول دانه شد. آزمایشی توسط نئوپان و همکاران، در نوادا روی سطوح مختلف کم‌آبیاری (آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری) بر گیاه کاملینا انجام شد نتایج نشان داد حداکثر عملکرد دانه ۱۰۱۳ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری کامل به دست آمد (Naeupane et al., 2020)، این تفاوت می‌تواند ناشی از رقم کاملینا کشت‌شده و یا شرایط آب و هوایی منطقه موردنظر باشد. همچنین سینتیم و همکاران در سال ۲۰۲۰، گزارش کردند در ایالت وایومینگ آمریکا در کشت بهاره کاملینا تحت شرایط دیم با کل بارش ۲۵۶ میلی‌متر، حداکثر مقدار عملکرد دانه ۱۰۶۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و تاریخ کاشت اثر معنی‌دار روی عملکرد دانه داشت. آن‌ها در ادامه خاطرنشان کردند که تاریخ کاشت زودهنگام در کشت زمستانه دو رقم کاملینا باعث افزایش عملکرد دانه شد. گش و همکاران در سال ۲۰۱۱، آزمایشی در شمال ایالت متحده آمریکا انجام دادند حداکثر مقدار عملکرد دانه ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شد. این مقدار به مقدار محصول برداشت‌شده در این پژوهش (۶۹۲ کیلوگرم بر هکتار) نزدیک بوده است؛ بنابراین این دانه روغنی پتانسیل تولید عملکرد دانه با حداقل آب مصرفی (۵۰ درصد آبیاری کامل) را در اواخر زمستان (۳۰ بهمن) در شرایط آب و هوایی باجگاه تا حد قابل‌قبول دارد. مشاهدات میدانی در منطقه نشان می‌دهد کشت در اواسط پاییز مشابه تاریخ کشت دانه روغنی کلزا، خطر حمله حشرات و کرم‌های برگ‌خوار در مراحل ابتدایی رشد رویشی گیاه را در شرایط آب و هوایی باشگاه در استان فارس دارد.

کاه و کلش

با توجه به نتایج تجزیه واریانس در جدول (۴) مشخص گردید که اثر آبیاری روی کاه و کلش معنی‌دار شده است؛ و حداکثر مقدار کاه و کلش ۲۱۳۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری کامل مشاهده گردید (جدول ۵) که در مقایسه با حداکثر کاه و کلش ارائه‌شده توسط سایر محققین مانند جانکوسکی و همکاران در سال ۲۰۱۹ به‌شدت کمتر است. این مسئله می‌تواند ناشی از طول دوره رشد محدود گیاه با توجه

www.SID.ir

Archive of SID

به کشت زمستانه باشد درحالی‌که حداکثر محصول دانه این تفاوت را نداشت. کاهش آب آبیاری به ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل و دیم باعث کاهش معنی‌دار ۱۳/۹۴، ۴۳/۰۱ و ۵۹/۶۵ درصدی کاه و کلش نسبت به آبیاری کامل در سطح احتمال پنج درصد شد. به‌طورکلی کشت زمستانه کاملینا (۳۰ بهمن) رشد رویشی گیاه را با توجه به طول دوره رشد کوتاه آن محدود کرد؛ بنابراین در شرایطی که هدف از کشت مصارف علوفه‌ای است این تعویق در تاریخ کشت به اواخر زمستان کاهش قابل‌ملاحظه‌ای در محصول کاه و کلش در مقایسه ایجاد می‌کند و توصیه نمی‌شود.

کل ماده خشک

نتایج تجزیه واریانس کل ماده خشک در جدول شماره (۴) نشان داد کل ماده خشک در تیمارهای آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آب آبیاری در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر داشتند (جدول ۵). اعمال کم آبیاری از آبیاری کامل به ۵۰ درصد آبیاری کامل کاهش معنی‌دار در مقدار کل ماده‌ی خشک ایجاد نکرد. درحالی‌که کشت دیم باعث کاهش ۶۰ درصدی مقدار کل ماده‌ی خشک نسبت به آبیاری کامل گردید؛ آزمایشی دوساله در نوادا با آب و هوای خشک با میانگین بارندگی سالانه ۲۴۱ میلی‌متر، توسط نئوپان و همکاران، جهت بررسی تنش آبی با تیمارهای آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل، بر روی کاملینا انجام گرفت، آن‌ها حداکثر مقدار کل ماده خشک را ۲۲۹۶ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری کامل گزارش کردند که نتایج نزدیک به این پژوهش (۲۸۲۲ کیلوگرم بر هکتار) طبق جدول (۵) است.

وزن هزار دانه

طبق تجزیه واریانس وزن هزار دانه در جدول (۴)، نتایج نشان داد اثر رژیم آبیاری روی وزن هزار دانه معنی‌دار بوده است؛ اعمال تنش از آبیاری کامل به ۷۵ درصد آبیاری کامل کاهش معنی‌دار را در مقدار وزن هزار دانه ایجاد نکرد (جدول ۵). درحالی‌که در تیمار دیم باعث کاهش ۲۰ درصدی وزن هزار دانه نسبت به آبیاری کامل گردید. آزمایشی دوساله توسط نئوپان و همکاران، روی سطوح مختلف آبیاری (آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل) در نوادا نشان داد حداکثر مقدار وزن هزار دانه در سال اول ۲.۱ گرم و سال دوم ۱.۶ گرم در تیمار آبیاری کامل به دست آمد که از حداکثر وزن هزار دانه به‌دست‌آمده در این پژوهش بیش‌تر بود، این اختلاف می‌تواند ناشی از تفاوت شرایط آب و هوایی دو منطقه و مدیریت کود کاربردی یا تفاوت در ارقام بذر کاملینا باشد. درحالی‌که آزمایشی سه‌ساله توسط جانکوسکی و همکاران، در لهستان انجام گرفت نتایج نشان داد حداکثر مقدار وزن هزار دانه در کشت بهاره در کاربرد کود نیتروژن در سال اول، دوم و سوم به ترتیب ۱/۶۴، ۱/۱۷ و ۱/۶ گرم به دست آمد؛ که نتایج وزن هزار دانه سال ۲۰۱۷ با حداکثر مقدار وزن هزار دانه این پژوهش نزدیک بوده است.

شاخص برداشت

با توجه به نتایج تجزیه واریانس در جدول (۴)، نتایج نشان داد اثر رژیم‌های آبیاری روی شاخص برداشت معنی‌دار نیست؛ و تیمارها اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد نداشتند (جدول ۵). در نوادا حداکثر مقدار شاخص برداشت ۰/۲۸ گزارش شد که این مقدار برابر با شاخص برداشت در کشت در اواخر زمستان (۳۰ بهمن) در این پژوهش بود (Naeupane et al., 2020).

بهره‌وری آب آبیاری و باران برای محصول دانه و کل ماده خشک

طبق نتایج تجزیه واریانس بهره‌وری آب آبیاری و باران برای محصول دانه و کل ماده خشک در جدول شماره (۶) اثر آبیاری روی بهره‌وری آب در محصول دانه و کل ماده خشک اثر معنی‌دار داشته است (جدول ۷)؛ مقدار بهره‌وری آب محصول دانه کاملینا در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌دار نداشت.

جدول ٦- تجزیه واریانس اثر کم‌آبیاری بر صفات مورد ارزیابی در کاملینا

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		بهره‌وری آب آبیاری و باران برای محصول دانه	بهره‌وری آب آبیاری و باران برای کل ماده خشک	کارایی مصرف آب برای محصول دانه	کارایی مصرف آب برای کل ماده خشک
تکرار	۲	۰/۰۰۰۰۱۵ ns	۰/۰۵۴۲۹ ns	۰/ ۰۰۰۰۱۴ns	۰/۰۲۹۱۷ ns
آبیاری	۳	۰/۰۰۰۹۸**	۰/۰۱۹۰ ns	۰/۰۰۲۰**	۰/۰۴۱۰۶ ns
خطا	۶	۰/۰۰۰۰۱۸	۰/۰۹۶۸۲	۰/۰۰۰۰۱۴	۰/۰۵۰۵۰
ضریب تغییرات (٪)		۲/۲	۳/۷	۲/۷	۳/۷

ns، *، ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در احتمال پنج و یک درصد را نشان می‌دهد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر کم‌آبیاری بر صفات مورد ارزیابی در کاملینا.

تیمارهای آبیاری	بهره‌وری و کارایی مصرف آب			
	بهره‌وری آب آبیاری و باران برای محصول دانه ($Kg\ m^{-3}$)	بهره‌وری آب آبیاری و باران برای کل ماده خشک ($Kg\ m^{-3}$)	کارایی مصرف آب برای محصول دانه ($Kg\ m^{-3}$)	کارایی مصرف آب برای کل ماده خشک ($Kg\ m^{-3}$)
FI	۰/۱۸ a*	۰/۷۶ a	۰/۲۰ b	۰/۸۴ a
0.75FI	۰/۱۵a	۰/۷۳a	۰/۱۸c	۰/۸۴ a
0.5FI	۰/۱۵a	۰/۶۲ a	۰/۱۸c	۰/۷۳ a
Raifed	۰/۱۸a	۰/۷۷ a	۰/۲۵a	۱/۰۷ a

*میانگین‌ها در هر ستون که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

با کشت در بهمن‌ماه به‌طورکلی بر اساس شاخص بهره‌وری آب آبیاری و باران برای محصول دانه، در صورت وجود آب به‌اندازه‌ای کافی در دسترس کشاورز توصیه می‌شود آبیاری کامل صورت گیرد. در غیر این صورت شرایط دیم مناسب‌تر است و کم‌آبیاری در طول دوره رشد کوتاه در کشت در اواخر زمستان باعث بهبود در بهره‌وری آب محصول دانه نمی‌شود.

کارایی مصرف آب برای محصول دانه و کل ماده خشک

با توجه به نتایج تجزیه واریانس کارایی مصرف آب برای محصول دانه در جدول شماره (۶) مشخص گردید که اثر آبیاری روی کارایی مصرف آب بر محصول دانه معنی‌دار بود (جدول ۷)؛ و حداکثر مقدار کارایی مصرف آب محصول دانه کاملینا برابر ۰/۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار آبیاری دیم مشاهده گردید؛ کارایی مصرف آب در تیمار دیم افزایش ۲۰، ۳۹ و ۳۹ درصدی نسبت به تیمار آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل داشت. تجزیه واریانس کارایی مصرف آب برای کل ماده خشک در جدول شماره ۵ ارائه‌شده است، نتایج نشان داد اثر آبیاری روی کارایی مصرف آب کل ماده خشک معنی‌دار نبوده است (جدول ۷). آزمایشی دوساله توسط نئوپان و همکاران در نوادا روی کاملینا با اعمال تنش آبی انجام گرفت نتایج نشان داد حداکثر کارایی مصرف آب کل ماده خشک در سال اول ۲/۸ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار ۵۰ درصد آبیاری و حداقل آن ۲/۱ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار آبیاری کامل به دست آمد؛ که حداکثر کارایی مصرف آب این پژوهش کاهش ۵۹ درصدی نسبت به حداکثر کارایی مصرف آب در تحقیق نئوپان و همکاران داشت (Naeupane et al., 2020).

نتیجه‌گیری

در شرایط آب و هوایی باجگاه در استان فارس، گیاه کاملینا با کاشت زمستانه (۳۰ بهمن) و دریافت مجموع بارش و آب آبیاری برابر با ۳۷۴ میلی‌متر امکان تولید محصول دانه به میزان ۶۹۲ کیلوگرم در هکتار را دارد، بنابراین این دانه روغنی پتانسیل تولید با حداقل آب مصرفی را در طول دوره رشد کوتاه خود (۱۲۲ روز) در شرایط آب و هوایی باجگاه تا حد قابل‌قبول را دارد. از طرف دیگر این دانه روغنی در طول دوره رشد با مشکل آفات نیز در کشت زمستانه روبرو نشد. البته لازم به توضیح است که جهت بررسی اثر آفات و حشرات بر تاریخ کشت کاملینا پژوهش‌های تکمیلی توسط متخصصین لازم است تا بتوان نتیجه قطعی ارائه نمود. نتایج محصول کاه و کلش نشان داد در شرایطی که هدف از کشت مصارف علوفه‌ای است این تعویق در تاریخ کشت به اواخر زمستان کاهش قابل‌ملاحظه‌ای در محصول کاه و کلش ایجاد می‌کند و توصیه نمی‌شود. حداکثر بهره‌وری آب عملکرد دانه در تیمار آبیاری کامل به جهت عملکرد دانه بیش‌تر و تیمار دیم به جهت کل آب مورداستفاده کم‌تر، مشاهده گردید. بهره‌وری آب ماده خشک بین تیمارها اختلاف معنی‌دار نداشت. حداکثر کارایی مصرف آب عملکرد دانه ۰/۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار دیم مشاهده گردید. به‌طورکلی بر اساس شاخص بهره‌وری آب آبیاری و باران برای عملکرد دانه در صورت وجود آب به‌اندازه‌ای کافی در دسترس کشاورز توصیه می‌شود آبیاری کامل صورت گیرد. در غیر این صورت شرایط دیم مناسب‌تر است و کم‌آبیاری در طول دوره رشد کوتاه در تاریخ کشت بهمن‌ماه باعث بهبود در بهره‌وری آب محصول دانه نمی‌شود.

منابع

Belayneh, H. D., Wehling, R. L., Cahoon, E. and Ciftci, O. N. 2015. Extraction of omega-3-rich oil from Camelina sativa seed using supercritical carbon dioxide. The Journal of Supercritical Fluids. 104:153-159.

Budin, J. T., Breene, W. M. and Putnam, D. H. (1995). Some compositional properties of camelina (Camelina sativa L. Crantz) seeds and oils. Journal of the American Oil Chemists' Society. 72(3): 309-315.

www.SID.ir

Archive of SID

Conditions in Kermanshah-Iran's first report.

Neupane, D., Solomon, J. K., Mclennon, E., Davison, J. and Lawry, T. 2020. Camelina production parameters response to different irrigation regimes. Industrial Crops and Products. 148: 112-286.

Sintim, H. Y., Zheljazkov, V. D., Obour, A. K., Garcia y Garcia, A. and Foulke, T. K. 2016. Evaluating agronomic responses of camelina to seeding date under rain-fed conditions. Agronomy journal. 108(1): 349-357.

Yarami, N. and Sepaskhah, A. R. 2015. Saffron response to irrigation water salinity, cow manure and planting method. Agricultural Water Management. 150: 57-66.

Zanetti, F., Eynck, C., Christou, M., Krzyżaniak, M., Righini, D., Alexopoulou, E., ... and Monti, A. 2017. Agronomic performance and seed quality attributes of Camelina (Camelina sativa L. crantz) in multi-environment trials across Europe and Canada. Industrial Crops and Products. 107: 602-608.

Gao, L., Caldwell, C. D. and Jiang, Y. 2018. Photosynthesis and growth of camelina and canola in response to water deficit and applied nitrogen. Crop Science. 58(1): 393-401.

George, N., Thompson, S. E., Hollingsworth, J., Orloff, S. and Kaffka, S. 2018. Measurement and simulation of water-use by canola and camelina under cool-season conditions in California. Agricultural Water Management. 196: 15-23.

Gesch, R. W., Dose, H. L. and Forcella, F. 2017. Camelina growth and yield response to sowing depth and rate in the northern Corn Belt USA. Industrial Crops and Products. 95: 416-421.

Gesch, R. W. and Cermak, S. C. 2011. Sowing date and tillage effects on fall-seeded camelina in the northern corn belt. Agronomy journal. 103(4): 980-987.

Jankowski, K. J., Sokólski, M., & Kordan, B. 2019. Camelina: Yield and quality response to nitrogen and sulfur fertilization in Poland. Industrial Crops and Products. 141: 111-776.

Kahrizi, D., ROSTAMI, A. H. and Akbarabadi, A. (2015). Feasibility cultivation of Camelina (Camelina sativa) as medicinal-oil Plant in Rainfed

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 15, Dec.-Jan. 2021, p. 1081-1091

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۵، آذر - دی ۱۴۰۰، ص. ۱۰۹۱-۱۰۸۱

Winter Cultivation of Camelina Under Different Irrigation Regimes in Bajgah Region of Fars Province

R. Talebnejad[*1], M. Lor-Mohammad-Hassani[2], A.R. Sepaskhah[3]
Recived: May. 17, 2021 Accepted: Jul. 07, 2021

Abstract

Oilseeds are particularly important among crops, therefore, new oilseeds with greater adaptability to environmental stresses and lower water and fertilizer requirements should be developed. Crops are exposed to various stresses during their growth period and water stress is the most seriouse challenge in crop production, especially in arid and semi-arid regions in Iran. Camellia seeds are a rich source of oils and omega-3 fatty acids. Due to the importance of camelina cultivation and investigating the possibility of cultivating, this crop in late winter (February), an experiment was conducted in a completely randomized design with three replications in the research farm at the Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Shiraz University. Irrigation treatments were considered at four levels (100,75,50% of full irrigation and rainfed). According to the results, the maximum seed yield and straw yield were 692 and 2130 kg ha^{-1} in full irrigation treatment and the minimum was 260 and 859 kg ha^{-1} in rainfed treatment, respectively. The results indicated that camelina has the potential of cultivation with minimum water consumption (370 mm) at the late winter planting date (February 19) in the climatic conditions of Bajgah to an acceptable level (692 kg ha^{-1}). In general, based on the irrigation and rain water productivity of the seed yield, when there is enough irrigation water available to the farmer, full irrigation is recommended, otherwise, the rainfed cultivation is appropriate.

Keywords Deficit irrigation, Oilseed yield, Water productivity, Winter planting date

1- Assistant Professor, Department of Water Engineering and Drought Research Center, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
2- M.Sc. Candidate of Irrigation ana Drainage, Department of Water Engineering and Drought Research Center, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
3- Professor, Department of Water Engineering and Drought Research Center, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
(*- Corresponding Author Email: rtalebnejad@shirazu.ac.ir)

www.SID.ir