تعیین تبخیر تعرق در شرایط استاندارد و اثر مدیریت کم آبیاری درمراحل فنولوژیک رشد بر کارآیی مصرف آب کلزا

رقیه رضوی[۱]، سعید غالبی[۱]، نرگس رضوی[۲] ، حسن وطن خواه[۲]، تورج جدیدی[۳]
۱- محقق و عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات خا ک و آب، ۲- کارشناسان بهداشت حرفه ای مرکز بهداشت آذربایجان شرقی و ۳- کارشناس اداره کل هواشناسی ارومیه

چکیده

به منظورتعیین تبخیر تعرق کلزا و همچنین بررسی مدیریت کم آبیاری در کلزا، آزمایشی با استفاده از۲ عدد لایسیمتر و آزمایش دیگری در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با پنج تیمار در سه تکرار هر کدام به مدت سه سال هم زمان اجرا شد و تیمارهای کم آبیاری: I_1= انجام آبیاری در کلیه مراحل رشد I_2 = حذف آبیاری در غنچه دهی I_3 = حذف آبیاری در گل دهی. I_4 = حذف آبیاری در ابتدای شکل گیری غلاف. I_5 = حذف آبیاری در مرحله رشد کامل غلافها بود. تجزیه و تحلیل آماری کم آبیاری نشان دادکه اثر کم آبیاری بر عملکرد دانه و کارآیی مصرف آب در سطح ۱٪ معنی دار بود.حداکثر درصد روغن ازتیمار I2 به مقدار ۴۳/۳۸ درصد و بیشترین درصد پروتئین از تیمارهای کم آبیاری I_3 و I_2 به مقدار ۲۰/۴ و ۱۹/۶ درصد حاصل شده است. اثر کم آبیاری بر مقدار گلیکوزینولات در سطح ۱٪ معنی دار بوده وکمترین مقدار گلیکوزینولات از تیمار I_1و I_3 و I_2حاصل شده است. میانگین کل تبخیر و تعرق کلزا لایسیمتر نیز ۴۳۲/۲ میلی متر شده است. کم آبیاری موجب افزایش کیفیت وکارآیی مصرف آب شد.

واژه های کلیدی: تبخیر تعرق ،کارآیی مصرف آب ، کلزا ، کم آبیاری ، مراحل رشد.

مقدمه

تعیین نیاز آبی گیاهان و نحوۀ توزیع آن در دورۀ رشد از اساسی ترین اطلاعات می باشد که به منظور استفادۀ صحیح از آب و سایر برنامه ریزیهای کشاورزی مورد استفاده قرارمی گیرد. برنامه ریزی صحیح آبیاری سبب استفاده بهینه از منابع محدود آب است زیرا که واکنش گیاه به کمبود آب به عوامل متعدد ازجمله شدت تنش و طول دوره رشد و همچنین مرحله رشد گیاه بستگی دارد. با تامین آب کافی در مراحل حساس به کمبود آب می توان اثرات نامطلوب تنش خشکی را تا حد معنی داری کاهش داد. در صورت محدود بودن منابع آبی ، انجام مدیریت کم آبیاری از اولویت های مهم می باشد که با هدف تعیین برنامه آبیاری کلزا در شرایط کم آبیاری و تعیین مراحل حساس به تنش آبی و تعیین کارآئی مصرف آب به نتایج لازم برسد.

تبخیروتعرق گیاه کلزا (Etc) تحت شرایط استاندارد(طبق توصیه نشریه فائو ۵۶) به معنی تبخیروتعرق از گیاهی است که عاری از بیماری بوده و خوب تغذیه شده و در مزارع بزرگ رشد یافته و وضعیت آب خاک بهینه بوده ودر شرایط اقلیمی مورد نظر دارای عملکرد خوبی باشد (Alen et all, 1998). میزان تبخیروتعرق (Etc)کلزا در شرایط استانداردلایسیمتری تعیین و با استفاده از تبخیروتعرق چمن (Eto) در رابطه (۱), ضریب گیاهی (Kc) کلزا در چهارمرحله رشد محاسبه می شود.

(۱)

$$ETc = Kc \cdot ETo$$

تحقیقات انجام یافته در کانادا نشان داده است که کلزا برای تولید حداکثر عملکرد به ۴۰۰ تا ۴۵۰ میلی متر آب نیاز دارد(هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۴). طی تحقیقی که در جنوب غربی اسپانیا انجام داده اند، (Munaz, and.Femandez, 1979) ، نیاز آبی یا تبخیر ، تعرق کلزا را ۴۹۵ میلی متر گزارش کرده اند.طبق آزمایشی توسط حقیقت (۱۳۸۲) در اصفهان با استفاده از لایسیمتر مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه کلزا ۵۷۸ میلی متر به‌دست آمد. طبق آزمایش دیگری توسط مرادی (۱۳۸۴) تعیین نیازآبی کلزا با استفاده از لایسیمتر در هرمزگان ۵۰۰/۵ میلی متر شد. طی تحقیقی که توسط اسماعیلی و همکاران (۱۳۸۱) در منطقه زنجان انجام شده است، بیشترین عملکرد دانه کلزا در نتیجه کاربرد ۵۵۷ میلی متر آب حاصل

شده است همچنین راندمان مصرف آب کلزا ۰/۷۱گرم بر کیلوگرم تعیین شد .طی تحقیقی دیگری که توسط اسماعیلی (۱۳۸۸) با بررسی تاثیر دور و عمق آبیاری کلزا در استان زنجان اجرا شد ، آبیاری پس از ۷۵ میلی متر تبخیر و دور ۸ روزه با مقدار آب مصرفی ۵۴۰۰ مترمکعب درهکتار توصیه شده است. شامپولیور و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که کمبود آب در مرحلهٔ گل دهی تا پایان پر شدن دانه عملکرد و اجزاء عملکرد کلزا را بصورت جدی تحت تأثیر قرار داد.این محققین اعلام نمودند که کمبود آب طی یک زمان محدود و محصور در مراحل اولیه رشد رویشی برای کیفیت بذر مهم است.

در آزمایشی که توسط فنایی و همکاران(۱۳۸۲) با ۶ تیمار قطع آب در مرحله روزت ، ساقه دهی ، گل دهی ، غلاف بندی ، پرشدن دانه و شاهد(آبیاری در تمام مراحل رشد) اجرا شد اثر قطع آب بر عملکرد دانه را در سطح ۱٪ معنی دار و در بین تیمارها ،بالاترین عملکرد دانه با میانگین ۴۸۸۵کیلوگرم در هکتار به تیمار شاهد تعلق داشت. اما از لحاظ آماری با تیمار قطع آب در مرحله ساقه دهی تفاوت معنی داری نداشت.کمترین عملکرد دانه با میانگین ۳۶۲۰کیلوگرم در هکتار به تیمار قطع آب در مرحله غلاف بندی تعلق داشت. شیرانی راد(۱۳۷۹) تیمار های حذف آبیاری را در هر یک از در مراحل سبز شدن تا روزت، گلدهی ، مرحله غلاف دهی و همچنین در مرحله پر شدن دانه ارقام کلزا در کرج بررسی و گزارش کرد که اگر چه بیشترین عملکرد دانه مربوط به بدون تنش آبی(شاهد) بود، ولی حذف آبیاری در مراحل سبز شدن تا روزت، ساقه دهی و غلاف دهی، تفاوت معنی داری با آن نشان ندادند. در حالی که قطع آبیاری در مراحل گلدهی و پر شدن دانه نسبت به شاهد افت معنی داری داشتند. مطالعات انجام گرفته توسط عزیزی و همکاران(۱۳۷۸) نشان داده است که تنش آب تأثیر عمده ای در کیفیت دانه نداشته ولی در مرحله گلدهی محتوی روغن دانه را کاهش داد. مندام و همکاران (۱۹۹۱) تأکید دارند که مرحله گلدهی و طویل شدن غلاف مراحل حساس به آب می باشد. در دوره گل دهی کمبود رطوبت سبب ریزش گل و کاهش معنی دار عملکرد می گردد و در مرحله رسیدن دانه نیز انجام آبیاری اهمیت دارد ولی آخرین آبیاری بایدبا توجه به زمان برداشت طوری باشدکه سبب تأخیر در رسیدن محصول و بروز مشکلات در برداشت نشود. با انجام آبیاری بویژه در مرحله گل دهی، علاوه بر افزایش وزن دانه ، مقدار روغن دانه کلزا و همچنین کیفیت آن افزایش و بهبود می یابد. طبق گزارش مکنزی (۱۹۹۶)،تأمین آب در شروع رشد غلافها اهمیت زیادی دارد و تنش آب در این مرحله بر تعداد غلاف تأثیر می گذارد و بعد از این مرحله ، تعداد دانه در غلاف را متأثر می سازد.

مواد و روش‌ها

این آزمایشات با هدف تعیین تبخیر- تعرق کلزا در شرایط استاندارد وهمچنین در شرایط محدود یت آبی (کم آبیاری) اجرا شد در آزمایش نخست دردو لایسیمتر و ۸۰۰ مترمربع اطراف لایسیمترها کلزا کشت شد ودر جوارآن آزمایش دیگری در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با پنج تیمار به مدت سه سال زراعی مورد اجرا قرار گرفت که تیمارهای مورد بررسی شامل : I1= انجام آبیاری در کلیه مراحل رشد . I2 = حذف آبیاری درمرحله غنچه دهی .I3 = حذف آبیاری در مرحله گل دهی .I4 = حذف آبیاری در انتهای مرحله گل دهی و ابتدای شکل گیری غلاف .I5 = حذف آبیاری در مرحله رشد کامل غلافها بود.این آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی کهریز ارومیه اجرا شد که ارتفاع ایستگاه از سطح دریا ۱۳۲۵ متر بوده بین ۴۵ درجهٔ و ۱ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۵۳ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. حداکثر درجه حرارت مطلق ۳۸ و حداقل آن ۲۴- درجه سانتی گراد و متوسط بارندگی آن در حدود ۳۰۰ میلی متر می باشد. قبل از کشت نمونه خاک مرکب ازمحل اجرای آزمایش از عمق ۳۰-۰جهت تعیین خصوصیات شیمیائی تهیه شد

جدول ۱ –نتایج تجزیه خاک قبل از کشت

هدایت الکتریکی ds/m	اسیدیته گل pH اشباع	درصد مواد خنثی شونده	درصد کربن آلی	فسفر قابل جذب ppm	پتاسیم قابل جذب ppm	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس
۰/۸۰	۸/۱	۴/۷	۰/۷۲	۱۳/۳	۳۷۰	۳۹	۴۲	۱۹

نتایج تجزیه خاک نشان داد که مقدار املاح برای نباتات زراعی مناسب و خاک دارای pH قلیائی ،مواد آلی خاک کم و فسفر و پتاسیم قابل جذب مطلوب و خاک دارای pH قلیائی کم ،مواد آلی خاک متوسط و فسفر و پتاسیم قابل جذب مطلوب و بافت خاک لومی (Loam) می باشد.

جدول ۲- نتایج تجزیهٔ آب آبیاری

هدایت الکتریکی Ec*106	اسیدیته PH	نسبت جذب سدیم S.A.R	نیترات NO3 — p.p.m	آمونیوم NH4 + p.p.m	کربنات	بیکربنات	کلر Cl-	سولفات So42-	کلسیم Ca2+	منیزیم Mg2+	سدیم Na+
				میلی‌اکی‌والان در لیتر							
۵۲۰	۷/۸	۱/۲۶	۴/۳	۳/۶	۰	۳/۶	۱/۸۴	۰/۱	۱/۹۲	۱/۸۸	۱/۷۵

با توجه به نتایج تجزیه، آب آبیاری بر اساس طبقه‌بندی ویل‌کوکس، در کلاس C2S1 قرار داشته و کیفیت آب محدودیتی برای کلزا ندارد. همچنین، مقدار سدیم، نیترات، بیکربنات و PH آب آبیاری در حد طبیعی و بدون محدودیت بوده است.

با استفاده از فرمول:

$$ETP= P + I – D -+ d W \qquad (۲)$$

P = مقدار بارندگی به میلیمتر I = مقدار آبیاری به میلیمتر D = مقدار آب زهکشی شده به میلیمتر

dW = تغییرات رطوبت خاک (در دوره های ده روزه با نمونه برداری خاک تعیین شده است) ETP= تبخیر و تعرق به میلیمتر

مقادیر تبخیر و تعرق لایسیمترها در دوره های ده روزه و یک ماهه با اندازه گیری آب آبیاری ومیزان بارندگی و مقدار زه آب هرلایسیمترتعیین گردید. در آزمایش دوم نیز آبیاری مطابق الگوی طرح انجام گرفته و مقدار آب با پارشال فلوم اندازه گیری شد.

در نهایت ضمن تعیین مقادیرآب مصرفی تیمارها در هردو. آزمایش ، عملکرد کمی و کیفی دانه نیز تعیین شد.
پس از برداشت محصول مقدار عملکرد دانه آن توزین گردیده سپس در صد پروتئین آن تعیین شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار MSTATC بر روی نتایج عملکرد محصول و کارآیی مصرف آب و درصدپروتئین صورت گرفت. در نهایت ضمن تعیین مقادیرآب مصرفی تیمارها ، کارآیی مصرف آب تیمارهای مورد آزمایش محاسبه و همراه با تجزیه و تحلیل آماری نتایج عملکرد مورد بررسی قرار گرفت. همچنین کارآئی مصرف آب (WUE) از فرمول زیر تعیین شد:
مقدار مصرف أب (مترمکعب در هکتار) / عملکرد (کیلوگرم درهکتار)= کارأیی مصرف أب

که در آن کارآیی مصرف آب بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب، عملکرد بر حسب کیلوگرم در هکتار و آب مصرفی بر حسب مترمکعب در هکتار بیان می‌شوند.

نتایج و بحث

در آزمایش لایسیمتری براساس میانگین نتایج حاصله مقدار تبخیروتعرق کلزا درچهار مرحله رشد طبق تقسیم بندی فائو بصورت زیر تعیین شد:

درمرحله رشد اولیه (initial stage)که از زمان کشت تا پوشش ۱۰٪ ادامه دارد،در این مرحله سطح برگ کم و قسمت اعظم تبخیرو تعرق مربوط به تبخیراز سطح خاک می باشد . میانگین کل سه سال تبخیروتعرق کلزا برابر با ۵۴ وبرای گیاه مرجع چمن برابربا ۶۱/۷ میلی متر شده است.ضریب گیاهی کلزا در این مرحله (Kcini) برابر۰/۸۷ بوده است .

مرحله توسعه رشد (crop development) که برای کلزا ازشروع مرحله روزت و بعد از طی نمودن مرحله روزت ،ازشروع مرحله ساقه رفتن تا شروع مرحله گل دهی می باشد. در این مرحله میانگین کل سه سال تبخیروتعرق کلزا برابر با ۱۰۳/۵ وبرای گیاه مرجع چمن برابربا ۹۵/۲ میلی متر شده است.ضریب گیاهی کلزا در این مرحله (Kcd) برابر با ۱/۰۸شده است.

مرحله میان فصل (mid season) از مرحله گل دهی تا غلاف بندی کامل را شامل میشود تبخیروتعرق گیاه به بیشترین حد خود رسید.در این مرحله میانگین کل سه سال تبخیروتعرق کلزا برابر با ۱۸۶/۴ وبرای گیاه مرجع چمن برابربا ۱۶۵/۳ میلی متر شده است ضریب گیاهی کلزا در این مرحله (Kcmid) به بالاترین حد خود یعنی ۱/۱۳ رسید.

مرحله پایان فصل رشد (late season)که از غلاف بندی کامل تاخشک شدن طبیعی وبرداشت را شامل می شود. دراین مرحله مقدار تبخیروتعرق کلزا برابر با ۸۸ وبرای گیاه مرجع چمن برابربا ۱۴۶/۵ میلی متر شده است.ضریب گیاهی کلزا در این مرحله(Kc end) به ۰/۶۰کاهش یافت . میانگین کل تبخیر وتعرق سه سال۲ در طول دوره رشد/۴۳۲ میلی متر بود.

.

جدول ۳- میانگین نتایج عملکرد وآب مصرفی کلزادرسه سال

تیمار	I1	I2	I3	I 4	I5	میانگین دو لایسیمتر
عملکرد(کیلوگرم در هکتار)	۵۱۲۰	۴۳۹۵	۴۲۱۹	۴۰۴۴	۳۵۶۹	۴۶۰۰
آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)	۴۱۹۰/۶۷	۳۶۸۵/۶	۳۸۸۱/۶	۳۵۲۸/۸۶	۳۵۳۷/۹	۴۳۲۲
کارآیی مصرف آب(کیلوگرم بر متر مکعب)	۱/۲۵۶	۱/۲۲۶	۱/۱۰۳	۱/۱۸۲	۰/۹۹۸	۱/۰۶۴
درصد روغن	۴۲/۷۷	۴۳/۳۸	۴۲/۹۸	۴۲/۸۶	۴۲/۵۷	۴۴/۵۰
عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	۲۱۸۹/۸۲	۱۹۰۶/۵۵	۱۸۱۳/۳۳	۱۷۳۳/۲۶	۱۵۱۹/۳۲	۲۰۴۷
کارآیی روغن	۰/۵۲۲۵	۰/۵۱۷۲	۰/۴۶۷	۰/۴۹۱۱	۰/۴۲۹۴	۰/۴۷۳۶

نتایج بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار MSTATCمورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

جدول ۴-خلاصهٔ نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب سه سال برای متوسط عملکرد و کارآیی مصرف آب و درصد روغن

منابع	درجه آزادی	عملکرد		کارآیی مصرف آب		درصد روغن	
		میانگین مربعات	F	میانگین مربعات	F	میانگین مربعات	F
سال	۲	۱۸۶۱۲۲۲۷۸/۶۸۹	۵۰/۴۵۲	۲/۰۷۴	۵۲/۰۲۷۳	۴۳/۴۴۲	۴/۳۸۹
خطا	۶	۳۶۸۹۰۴/۹۵۶		۰/۰۴۰		۵/۳۴۱	
فاکتور I	۴	۲۸۸۹۱۸۱/۰۷۸	۱۳/۵۹۵۷**	۰/۰۹۷	۵/۶۲۲۸**	۰/۸۱۳	۰/۲۵۳۱
سال× فاکتور I	۴	۱۲۲۹۲۰۱/۰۷۸	۵/۷۸۴۳	۰/۰۸۴	۴/۸۳۳۴	۱/۲۲۳	۰/۳۸۰۸
خطا	۳۴	۲۱۲۵۰۷/۵۱۹		۰/۰۱۷		۳/۲۱۲	
ضریب تغییرات		۱۰/۸۰درصد		۱۱/۴۰درصد		۴/۱۸ درصد	

* معنی دار در سطح ۱٪ ** معنی دار در سطح ۵٪

نتایج تجزیه و تحلیل آماری بر روی میانگین ارقام سه سال نشان می دهد که:

الف –عملکرد محصول: اثر تیمار حذف آبیاری در سطح ۱٪ معنی دار بوده طوریکه انجام آبیاری در تمام مراحل رشد دارای عملکرد بالاتری بوده ونسبت به سایر تیمار ها در کلاس بالاتری قرار دارد.حداکثر عملکرد از تیمار I1 به مقدار ۵۱۲۰ کیلوگرم درهکتار حاصل شده است.

ب – کارآیی مصرف آب: اثر تیمار حذف آبیاری در سطح ۱٪ معنی دار بوده طوریکه تیمار آبیاری در تمام مراحل رشدو تیمار حذف آبیاری در مرحله غنچه دادن با میانگین کل ۱/۲۵ و ۱/۲۲ کیلوگرم بر متر مکعب دارای کارآیی مصرف آب بالاتری بوده اند. اثر سال در سطح ۱٪ معنی دار بوده و کارآیی مصرف آب در سال اول با میانگین کل ۱/۸۲ کیلوگرم بر متر

مکعب بالاتر بوده است. اثر متقابل سالو تیمار آبیاری در سطح ۱٪ معنی دار بوده و تیمار حذف آبیاری در مرحله غنچه دادن با میانگین کل ۱/۸۳ کیلوگرم بر متر مکعب در سال اول دارای کارآیی مصرف آب بالاتری بوده است.

ج – درصد روغن: هیچکدام از اثرات اصلی و متقابل بر روی درصد روغن معنی دار نبوده اند،ولی حداکثر درصد روغن ازتیمار I2 به مقدار ۴۳/۳۸ درصد حاصل شده است.

د- درصد پروتئین : اثر تیمار حذف آبیاری معنی دار نبوده ولی بیشترین درصد پروتئین از تیمارهای حذف آبیاری در مرحله گل دادن و غنچه دادن به مقدار ۲۰/۴ و ۱۹/۶ درصد حاصل شده است. وکمترین درصد پروتئین از انجام آبیاری در تمام مراحل رشد به مقدار ۱۹/۱ درصد حاصل شده است. به عبارت دیگر انجام کم آبیاری موجب افزایش درصد پروتئین دانه کلزا می شود.

ه - مقدار گلیکوزینولات : اثر تیمار حذف آبیاری در سطح ۱٪ معنی دار بوده و بیشترین مقدار گلیکوزینولات از تیمار حذف آبیاری در شروع غلاف بستن به مقدار ۱۱/۲۱ میکرو مول بر گرم حاصل شده است کمترین مقدار گلیکوزینولات از تیمار آبیاری در تمام مراحل رشد و حذف آبیاری در مرحله گل دادن و غنچه دادن حاصل شده است. به عبارت دیگر انجام کم آبیاری از غلاف بندی به بعد موجب افزایش گلیکوزینولات شده که افزایش مقدار آن برای کنجاله دام مضر می باشد.

درصد روغن لایسیمترکلزا با ۴۴/۵۰ درصد بسار بالا بود. و در آزمایش دوم نیز با حذف آبیاری در مرحله گل دادن و با ۴۲/۹۸ درصد بیشترین و با تیمار حذف آبیاری در مرحله غلاف بستن با مقدار ۴۲/۵۷ درصد کمتر از بقیه بوده است. عملکرد و کارآیی روغن نیز در آبیاری در تمام مراحل و حذف آبیاری در مرحله غنچه دهی بیشتر و در تیمار حذف آبیاری در مرحله غلاف بستن کمتر از بقیه بوده است یعنی حذف آبیاری در مرحله غلاف بستن موجب کاهش عملکرد کمی و کیفی و کارآیی مصرف آب می شود.

باتوجه به جدول۳ بیشترین عملکرد دانه از تیمارI1 به میزان۵۱۲۰کیلوگرم درهکتاربدست آمد که با تیمار I2 تفاوت معنی داری ندارد. در آزمایشی که توسط فنایی وکیخا (۱۳۸۲) انجام شد به این نتیجه رسیدند که اثر قطع آب (تنش رطوبتی)بر عملکرد دانه در سطح ۱٪از لحاظ آماری معنی دار می باشد.در بین تیمارهای مختلف قطع آب ،بالاترین عملکرد دانه با میانگین ۴۸۸۵کیلوگرم در هکتار به تیمار شاهد (آبیاری در تمام مراحل رشد)تعلق داشت. اما از لحاظ آماری با تیمار قطع آب در مرحله ساقه دهی تفاوت معنی دار نداشت. شیرانی راد(۱۳۸۲) طی بررسی اثر تنش کم آبی در مراحل مختلف رشد ارقام کلزا در کرج گزارش نمود که اگر چه بیشترین عملکرد دانه مربوط به شرایط بدون تنش کم آبی(شاهد) بود، ولی قطع آبیاری در مراحل سبز شدن تا روزت، ساقه دهی و غلاف دهی، تفاوت معنی داری با آن نشان ندادند. در حالی که قطع آبیاری در مراحل گلدهی و پر شدن دانه نسبت به شاهد افت معنی داری نشان دادند.نتایج حاصله نشان می دهد که برای کسب حداکثر محصول از واحد سطح زمین تیمار I1و رای رسیدن به حداکثر استفاده از واحد آب مصرفی تیمار I2 مورد توصیه می باشد

منابع

اسماعیلی، م.، ا گلچین و ن دانشی. ۱۳۸۱ . بررسی تاثیر کم آبیاری برعملکرد دانه در استان زنجان. چکیده مقالات کنگره هفتم زراعت.

اسماعیلی، محمد. ۱۳۸۸ . بررسی تاثیر دور و عمق آبیاری بر عملکرد و درصد روغن کلزا در استان زنجان. یازدهمین کنگره علوم خاک ایران

حقیقت ، اسماعیل ۱۳۸۲. تعیین تبخیر وتعرق پتانسیل کلزا در شرایط استاندارد (به روش لایسیمتری) . مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران، ۱۲ - ۹ شهریور ۱۳۸۲.

شیرانی راد. ا. ح. ۱۳۷۹: بررسی اثر تنش کم آبی در مراحل مختلف رشد ارقام کلزا درکرج.سازمان تحقیقات،ترویج وآموزش کشاورزی.

عزیزی ، مهدی ، افشین سلطانی و سعید خاورزی ، ۱۳۷۸. کلزا، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد

فنایی، حمیدرضا ،غلامعلی‌کیخا، ۱۳۸۲ بررسی اثر تنش رطوبتی (قطع آب) در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزاء عملکـرد ارقام کلزا در منطقه سیستان. مجموعه مقالات هشتمینکنگره علوم خاک ایران،

مرادی دالینی ، ابوالفتح و محمدرضا نیشابوری . ۱۳۸۴ . تعیین نیازآبی گیاه کلزا با استفاده از لایسیمتر در منطقه حاجی آبـاد هرمزگان. نهمین کنگره علوم خاک ایران.

هاشمی دزفولی، ابوالحسن ، عوض کوچکی و م بنایان اول، ۱۳۷۴. افزایش عملکرد گیاهان زراعی، نشر جهاد دانشگاهی مشـهد شماره ۱۲۰ ص ۲۳۴- ۲۳۳

Allen, R. G., Pereira, L. S., D. Raes and M.Smith, 1998. Crop evapotranspiration- guidelines for computing crop water requirements, irrigation and drainage. Paper No. 56 Rome. Italy. 300p

Champolivier, L.Merrien.A.1996.Effects of water stress applied at different growth stages to Brassica napus. L.Var. oleiferaonyield, Yield Components and seedquality, .CETIomcentre for Applid Biology. Ruedelageny. Frane. European Journal of Agronomy.5:3/4 , 153 –160 . 23ref.

Mckenzie, R.H. 1996. Fertilizing irrigated grain and oil seed crops.Alberta Agriculture, Food and Rural Development, Ed monton, AB, Canada.

Mendham.V.J.Rao,M.S.andBuzza.G.G. (1991). The apetalous flower character as component of a high yielding ideotype. In: MC Gregor , D.I , (ed.) proceeding of Eighth inetrnationl Rapeseed congress, Saskatoon Camad organization committee.Saskatoom.pp, 596 -600.

Munaz, F.I.and J.L.Femandez, 1979. Effects of different levels of irrigation on the yield of crop of rape (B rassica napus L. var. Midas) in south – east Spain . proceedings of the 5Th international rape seed conference.V. 1:254-256.

Scarisbrick, D. H. and R,W,Daniel. 1986. Oil Seed Rape first published in great britain by collins professional and technical books

Determination of canola evapotranspiration in standard conditions and the effect of deficit irrigation management in phonological growth stages on canola water use efficiency

R. Razavi [1], S. Ghalebi[1], N. Razavi[2], H. Vatan khah[2], T. Jadidi[3]
1- Researcher and science staff member of soil and Water Research Center, 2- experts of health center of East Azarbaijan Health Center, and 3- expert of Orumieh Meteorological Department

Abstract
To determine the evapotranspiration of canola, and to evaluate deficit irrigation management in canola, an experiment was carried out using two lysimeters and another experiment was in a randomized complete block design with five treatments in three replications, each of which was carried out for three years at the same time. The deficit irrigation treatments were: I1 = Irrigation at all stages of growth I2 = Irrigation omitting at budding stage I3 = Irrigation omitting at flowering stage. I4 = irrigation omitting at the start of sheath formation. I5 = Irrigation omitting at the complete sheath growth. The results of statistical analysis of irrigation showed that the effect of treatment on grain yield and water use efficiency was significant at 1% level. The maximum oil percentage from I2 was 43.33% and the highest percentage of protein was obtained from irrigation treatments I3 and I2, 20.4% and 19.6% respectively. The effect of l deficit irrigation on glycosinolate content was significant at 1% level and the lowest amount of glycosinolate was obtained from treatment I1, I3 and I2. The average total rapeseed evapotranspiration in the Lysimeter is also 423.2 mm. deficit Irrigation increases the quality and water use efficiency.

Keywords: Canola, Deficit irrigation, Growth stages, Evapotranspiration, Water use efficiency,