

اثر تنش آبی بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و کیفیت کلزای پاییزه (*Brasica napus L.*) رقم لیکورد Effect of water stress on grain yield, yield components and quality of winter rapeseed (*Brasica napus L.*) cv. Licord

علی شعبانی^۱، علی اکبر کامگار حقیقی^۲، علیرضا سپاسخواه^۳، یحیی امام^۴ و تورج هنر^۵

چکیده

شعبانی، ع. ا. کامگار حقیقی، ع. ر. سپاسخواه، ع. امام و ت. هنر. ۱۳۸۹. اثر تنش آبی بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و کیفیت کلزای پاییزه رقم لیکورد (*Brasica napus L.*). مجله علوم زراعی ایران. ۱۲ (۴) ۴۰۹-۴۲۱.

کشت کلزا در ایران بخصوص در مناطق نیمه خشک کشور که از نظر منابع آب دارای محدودیت زیادی می‌باشد، در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. بدینهی است که در این مناطق تکمیل اطلاعات جهت پیش‌بینی اثر کمبود آب در مراحل مختلف رشد گیاه بر عملکرد و کیفیت کلزا دارای اهمیت زیادی می‌باشد. پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر تنش رطوبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کلزا، در مزرعه تحقیقاتی داشکده کشاورزی داشتگاه شیراز در طی سال‌های زراعی ۱۳۸۳-۸۴ و ۱۳۸۴-۸۵ انجام گرفت. آزمایش روی رقم لیکورد (پاییزه) در قالب طرح بلوک‌های تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: آبیاری در کل دوره و شد (شاهد)، تنش آبی در مرحله رشد رویشی مجدد در بهار، تنش آبی در مرحله گلدهی و تشکیل خورجین، تنش آبی در مرحله رسیدن دانه و دیم با آبیاری تکمیلی در ابتدای دوره رشد در زمان جوانه زنی تا زمان استقرار گیاه. نتایج آزمایش نشان داد که تیمار دیم با آبیاری تکمیلی در ابتدای دوره رشد، کمترین و تیمار شاهد بیشترین میزان عملکرد دانه (به ترتیب ۹۸۰ و ۳۵۶۰ کیلوگرم در هکتار) و روغن (به ترتیب ۲۵۰ و ۱۲۸۰ کیلوگرم در هکتار) را داشتند. تنش آبی با میزان پروتئین دانه رابطه معکوس نشان داد. تیمار شاهد و تیمار تنش در مرحله گلدهی و تشکیل خورجین بیشترین (۶۳٪) کیلوگرم بر متر مکعب و تیمار دیم کمترین (۳۶٪) کیلوگرم بر متر مکعب (شاخص بهره‌وری آب آبیاری را دارا بودند. بر اساس نتایج این آزمایش در شرایط کمبود آب، مناسب ترین زمان برای اجرای کم آبیاری از نظر مقدار مصرف آب و عملکرد دانه و روغن، دوره رشد رویشی مجدد در بهار و حساس ترین مرحله دوره پر شدن و رسیدگی دانه کلزا می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد دانه، روغن دانه، کشت دیم، کلزا و کم آبیاری.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۶/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۲/۵

- ۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد مهندسی آب داشکده کشاورزی داشتگاه شیراز (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: shabani8ali@yahoo.com)
- ۲- استاد بخش مهندسی آب داشکده کشاورزی داشتگاه شیراز
- ۳- استاد بخش مهندسی آب داشکده کشاورزی داشتگاه شیراز
- ۴- استاد بخش زراعت داشکده کشاورزی داشتگاه شیراز
- ۵- استادیار بخش مهندسی آب داشکده کشاورزی داشتگاه شیراز

آبیاری کامل و کمترین آن مربوط به تیمار تنش در مرحله گلدهی و پرشدن خورجین بود. نتایج مشابهی نیز توسط گان و همکاران (Gan *et al.*, 2004) گزارش شده است. حسن زاده و همکاران (Hasanzadeh *et al.*, 2005) با اعمال تنش خشکی بر گیاه کلزا گزارش کردند که توقف آبیاری در مرحله گلدهی باعث کاهش میزان روغن دانه و عملکرد روغن، عملکرد دانه و اجزای آن شد. از نظر تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین به ترتیب تیمار تنش در مرحله گلدهی و تنش در مرحله رسیدن دانه کمترین مقدار را دارا بوده اند. همچنین وزن هزار دانه تیمارهای مختلف کمترین قطع آبیاری در مرحله گلدهی در بین تیمارهای مذکور متفاوت بود. نیلسن (Nielsen, 1996) با انجام تحقیقی روی کلزا گزارش کرد، وزن هزار دانه در تیماری که تنش در دوره پرشدن خورجین اعمال شده بود، دارای بیشترین کاهش بوده و عملکرد در سال اول در تیمار تنش در دوره پرشدن خورجین و در سال دوم در تیمار تنش در دوره رشد زایشی بیشترین کاهش داشته است. کمترین کارایی مصرف آب در شرایط اعمال تنش در دوره پرشدن خورجین و بیشترین مقدار آن در شرایط اعمال تنش در دوره رشد رویشی بدست آمد. در بین تیمارهای آزمایش، مقدار آب مصرفی در تیماری که تنش آبی در مرحله پرشدن خورجین اعمال شده بود دارای اختلاف معنی داری نسبت به سایر تیمارها بود. میزان روغن دانه در تیماری که گیاه در مرحله پرشدن خورجین، آبیاری نشده بود از کمترین مقدار برخوردار بود.

با توجه به اهمیت کلزا به عنوان یکی از محصولات مهم تامین کننده روغن خوراکی در ایران با اجرای روش کم آبیاری می توان در هنگام بروز خشکسالی با کمبود آب مقابله نمود بنابراین با توجه به اقلیم خشک و نیمه خشک ایران، تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر تنش رطوبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کلزا

مقدمه

دانه های روغنی پس از غلات دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می دهند. این محصولات علاوه بر دارا بودن اسیدهای چرب، حاوی پروتئین نیز می باشند. از آنجا که بیش از ۹۰ درصد روغن مصری در ایران از طریق واردات تامین و تنها کمتر از ۱۰ درصد از تولید داخلی تامین می شود، تولید دانه های روغنی در سال های اخیر از سوی مسئولان وزارت جهاد کشاورزی در اولویت بیشتری قرار گرفته است (Shariaty and Ghazi Shahnizadeh, 2000). کلزا برخلاف بیشتر گیاهان دانه روغنی در فصل پائیز نیز قابل کشت بوده و در کشت پائیزه عملکرد بیشتری تولید می کند (Eilkaee and Emam, 2006). توسعه آبیاری در سال های ۱۹۶۰ تا ۱۹۸۰ موجب افزایش بیش از ۵۰ درصدی تولید غذا در سطح جهان شده و با توجه به نرخ افزایش جمعیت جهان، توسعه آبیاری بیش از پیش مورد نیاز می باشد. گسترش سطح اراضی آبی مانند گذشته به آسانی امکان پذیر نمی باشد، زیرا منابع آب در دسترس محدود و رقابت برای استفاده از آن زیاد می باشد، بنابراین مدیریت آب در آبیاری، مدیریت منابع آب و استفاده مجدد از پسابها از اهمیت زیادی برخوردار می باشد (Oster and Wichelns, 2003). دانشمند و همکاران (Daneshmand *et al.*, 2004) گزارش کردند که از لحاظ تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی و فرعی گیاه کلزا در سطح یک درصد، طول خورجین و وزن هزار دانه در سطح پنج درصد در بین سطوح مختلف آبیاری تفاوت معنی داری وجود داشت. فنایی و همکاران (Fanai *et al.*, 2006) نیز با بررسی تاثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد گیاه کلزا مشاهده کردند که تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه بیشترین کاهش محصول را ایجاد کرده و بیشترین مقدار عملکرد در تیمارهای با آبیاری کامل و تنش در مرحله رشد رویشی بدست آمد. از نظر میزان روغن و تعداد دانه در خورجین بیشترین مقدار مربوط به تیمار

تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز که در فاصله ۱۶ کیلومتری شمال شرقی شیراز در دشت باجگاه قرار دارد، طی سالهای زراعی ۱۳۸۳-۸۴ و ۱۳۸۴-۸۵ اجرا گردید. خصوصیات فیزیکی خاک منطقه در جدول یک ارائه شده است.

پاییزه رقم لیکورد انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی اثر تنفس رطوبتی در مراحل مختلف رشد گیاه کلزا بر عملکرد آن، آزمایشی در مزرعه

جدول ۱- بعضی از خواص فیزیکی خاک محل اجرای آزمایش در اعمق مختلف

Table 1. Some soil physical characteristics of experimental site in different depths

Soil characteristics	Soil depth (cm)							عمق خاک
	0-10	10-30	30-50	50-70	70-90	90-110	110-130	
ظرفیت زراعی FC ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)	0.31	0.38	0.39	0.40	0.40	0.41	0.40	
نقاط پُرمدگی دانم PWP ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)	0.11	0.12	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	
چگالی ظاهری ρ_b ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	1.23	1.4	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	
بافت خاک	Silty clay loam	Silt loam						
Soil texture								

با استفاده از روش ارائه شده توسط زواره و امام (Zavareh and Emam 2000) مشخص گردید. کرت های آزمایشی به طول ۱۰ متر، عرض ۳ متر و فاصله بین پشته ها ۵۰ سانتی متر انتخاب شد. جهت جلوگیری از نفوذ آب بین هر کرت با کرت مجاور، بین هر دو کرت فاصله ای به اندازه دو جویچه در نظر گرفته شد. فاصله بین دو تکرار در حدود ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. جهت جبران کمبود مواد غذایی بنابر توصیه بخش خاکشناسی، مقدار ۱۵۰ کیلو گرم در هکتار کود نیتروژن (در دو نوبت، ۵۰ کیلو گرم در هکتار در هنگام کاشت و ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار در هنگام شروع رشد رویشی در اوایل بهار به صورت سرک) و ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار کود فسفات آمونیوم در زمان سخم به طور مساوی در همه کرت ها پخش شد. نوع کلزای مورد استفاده رقم لیکورد بود که از ارقام پاییزه رایج مورد استفاده در منطقه بوده و به سرما مقاوم می باشد. کاشت بذر در همه تکرارها به صورت دستی و با تراکم ۱۵۰ عدد بذر در متر مربع یا ۶ کیلو گرم در هکتار در تاریخ ۲۵ مهر ماه ۱۳۸۳ و اول مهر ماه

تحقیق حاضر در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی شامل پنج تیمار در چهار تکرار انجام شد. به جز عملیات آبیاری سایر عملیات زراعی در مورد کلیه تیمار ها به طور یکسان انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل I₁: آبیاری در کل دوره رشد (شاهد)، I₂: اعمال تنفس آبی در مرحله رشد رویشی مجدد در بهار، I₃: اعمال تنفس آبی در مرحله گلدهی و تشکیل خورجین، I₄: اعمال تنفس آبی در مرحله رسیدن دانه و I₅: تیمار دیم با آبیاری تکمیلی در ابتدای رشد در مرحله کاشت و جوانه زنی بودند. قبل از اعمال تنفس، همه تیمارها دارای شرایط یکسان بوده و آبیاری تا شروع رشد رویشی مجدد در اوخر زمستان و اوایل بهار در همه بطور یکسان انجام شد. در حین اعمال تیمارها، کرت هایی که تحت تنفس بودند در مرحله رسیدن رطوبت آبیاری نگردید و بقیه تیمارها تا اندازه رسیدن نظر خاک تا عمق ریشه گیاه به حد ظرفیت زراعی آبیاری شدند. در تیمار شاهد مزرعه در تمام مراحل رشد به اندازه نیاز و بدون محدودیت آبیاری شد. اطلاعات مربوط به کلیه مراحل رشد گیاه به صورت مشاهده ای و

از هر آبیاری و مقدار رطوبت خاک در حالت ظرفیت زراعی، مقدار آب آبیاری جهت رساندن خاک منطقه توسعه ریشه به حد ظرفیت زراعی برای هر یک از تیمارها محاسبه گردید (مقادیر آب آبیاری در جدول ۲ ارائه شده است). تیمارهای I_2 , I_3 و I_4 در سال اول آزمایش به ترتیب از تاریخ ۸۴/۱/۹ تا ۸۴/۱/۲۷ آزمایش به ترتیب از تاریخ ۸۴/۲/۲۴ و ۸۴/۳/۱۹ تا ۸۴/۲/۲۴ و در سال دوم از تاریخ ۸۴/۱۲/۲۰ تا ۸۵/۱/۲۲ آزمایش به ترتیب از تاریخ ۸۵/۲/۹ و ۸۵/۲/۹ تا زمان برداشت آبیاری نشدند. با توجه به اندازه گیری رطوبت خاک قبل از هر آبیاری، عمق ریشه معادل عمقی در نظر گرفته شد که پایین تر از آن به دلیل عدم نفوذ ریشه گیاه، تغییری در میزان رطوبت خاک ایجاد نمی شود. حجم آب آبیاری با استفاده از کنتور که در انتهای خروجی لوله های آبیاری نصب شده بود، اندازه گیری شد. میزان بارندگی در فروردین سال ۸۵ به اندازه ۶۰ میلی متر نیاز به آبیاری در مرحله رشد رویشی را به یک بار تقلیل داد.

نتایج و بحث

آب آبیاری

میزان آب آبیاری مصرفی در هر یک از تیمارها در جدول ۲ ارائه شده است. در هر دو سال آزمایش تیمار شاهد بیشترین میزان آب آبیاری را داشت، زیرا تمامی آب مورد نیاز گیاه در این تیمار تامین گردید و چون گیاه تحت تنفس قرار نگرفت، حداکثر تبخیر و تعرق صورت گرفت. اما در تیمار دیم که گیاه در کل دوره رشد در بهار با تنفس مواجه بوده است، میزان آب آبیاری کمترین مقدار بود. از بین تیمارهایی که به صورت دوره ای از رشد با تنفس آبی مواجه بودند، در هر دو سال آزمایش، تنفس مرحله رسیدن دانه کمترین میزان آب مصرفی را دریافت داشت. این مرحله دارای بیشترین میزان کاهش محصول نیز بود.

۱۳۸۴ بر روی پشته ها انجام گرفت. هجوم گنجشک ها باعث کاهش شدید عملکرد دانه در سال اول آزمایش شد که برای رفع این مشکل در سال دوم توری های سیمی با منافذ کوچک غیر قابل عبور برای گنجشک روی کرت ها نصب شد.

عملیات برداشت به صورت دستی از مساحت یک متر مربع در کرت انجام گرفت. از گیاهان برداشت شده تعداد ۱۰ بوته به صورت تصادفی انتخاب و تعداد شاخه های فرعی و اصلی آنها در هر بوته شمارش شدند. شاخه های اصلی و فرعی و مابقی بوته ها به طور جداگانه در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد خشکانده شدند. سپس دانه های کلزا از بوته جدا و عملکرد در واحد سطح تعیین شد. همچنین طول خورجین های شاخه های اصلی و فرعی، وزن هزار دانه شاخه های اصلی و فرعی، تعداد خورجین های شاخه اصلی و فرعی، میزان روغن دانه شاخه های اصلی و فرعی به روش انحلال در تراکلرید کربن و پروتئین دانه های شاخه های اصلی و فرعی با روش تعیین نیتروژن دانه ها با استفاده از دستگاه کجلداو و تبدیل آن به مقدار پروتئین دانه اندازه گیری شد. کلیه داده های اندازه گیری شده مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. تمامی صفات مانند وزن هزار دانه، طول خورجین و میزان روغن دانه برای شاخه های فرعی و اصلی بطور جداگانه اندازه گیری شدند.

برداشت در سال اول در تاریخ ۱۹ خرداد ۱۳۸۴ انجام شد. در سال دوم محصول کرت های تیمار تنفس در مرحله رسیدن خورجین و تیمار دیم زودتر از سایر تیمارها در تاریخ ۹ خرداد ۱۳۸۵ و بقیه در تاریخ ۱۷ خرداد ۱۳۸۵ برداشت شدند. چون کاشت در سال اول با تاخیر صورت گرفته بود، بنابراین زمان برداشت در سال اول با وجود اینکه زودتر از موعد بوده است، نسبت به سال دوم دیرتر انجام گرفت. با استفاده از اطلاعات مربوط به رطوبت خاک قبل

جدول ۲- میزان بارندگی، آب آبیاری (W) و تبخیر- تعرق (ET) بر حسب میلی متر در تیمارهای آبیاری

Table 2. Precipitation, Irrigation (W) and evapotranspiration (ET) rates in water stress treatments (mm)

سال Year	بارندگی Precipitation (mm)	تیمارهای تنفس آبی									
		Water stress Treatments					Treatments				
		I ₁		I ₂		I ₃		I ₄		I ₅	
		W	ET	W	ET	W	ET	W	ET	W	ET
2004-05 ۱۳۸۳-۸۴	582.0	686	835	611	769	579	734	501	716	191	458
2005-06 ۱۳۸۴-۸۵	368.5	689	879	658	837	636	824	420	678	269	548

I₁: آبیاری در کل دوره رشد (شاهد)، I₂: اعمال تنفس آبی در مرحله رشد رویشی مجدد در بهار، I₃: اعمال تنفس آبی در مرحله رسانیدن دانه و I₄: تیمار دیم با آبیاری تکمیلی در ابتدای رشد در مرحله کاشت و جوانه زنی.

I₁: full irrigation in all growth stages, I₂: water stress in vegetative stage in early spring, I₃: water stress in flowering and podding stages, I₄: water stress in grain filling stage and I₄: dryland treatment with supplemental irrigation in time of planting.

نمی شود. این موضوع در مورد ساقه اصلی نسبت به بقیه تیمارها کمتر مشاهده شد که علت آن را می توان به ترتیب گلدهی شاخه ها در کلزا نسبت داد. گلدهی در کلزا از ساقه اصلی شروع شده و تقریباً در اواسط دوره گلدهی در ساقه اصلی، شاخه های فرعی شروع به گلدهی می نمایند. بنابراین، در زمان اعمال تنفس در مرحله گلدهی، چون دوره گلدهی ساقه اصلی مصادف با اوایل دوره تنفس بوده و گیاه در این مدت از ذخیره آب خاک استفاده می کند، بنابراین، گلدهی ساقه اصلی کمتر تحت تاثیر تنفس قرار می گیرد.

طول خورجین در شاخه های اصلی، فرعی و کل بوته مقایسه میانگین صفات نشان داد که کمترین طول خورجین در تیمار دیم بدست آمده و بین تیمارهایی که بصورت مرحله ای تحت تنفس قرار گرفتند، تنفس در مرحله رسانیدن دانه به علت همزمانی رشد خورجین ها با دوره تنفس، کمترین طول خورجین را دارا بود.

تعداد دانه در خورجین در شاخه های اصلی، فرعی و کل بوته

تعداد دانه در هر خورجین در تیمار تنفس گلدهی در بین تیمارهایی که بصورت مرحله ای از رشد تحت تنفس قرار گرفتند، کمترین مقدار بود. به نظر می رسد که چون تعداد دانه در خورجین تحت تاثیر تنفس در دوره گرده افشاری می باشد، بنابراین در اثر اعمال تنفس در مرحله گلدهی، کاهش بیشتری در تعداد دانه در هر خورجین حاصل شده است (جدول ۳).

تعداد شاخه های فرعی

تیمار تنفس در مرحله رشد رویشی در اوایل بهار با متوسط ۴/۱۴ شاخه فرعی بیشترین و تیمار دیم با متوسط ۱/۸ شاخه فرعی کمترین تعداد شاخه فرعی در هر بوته را داشتند. بنابراین، اعمال تنفس کم آبی موقت در مرحله رشد رویشی در اوایل بهار، سبب افزایش رشد رویشی بعد از اتمام دوره تنفس شده است. اما اعمال تنفس کم آبی بصورت پیوسته تاثیر منفی چشمگیری بر رشد رویشی کلزا داشت. مقایسه میانگین داده ها نشان داد که اختلاف معنی داری بین میانگین تعداد شاخه فرعی در بوته در تیمار دیم با سایر تیمارها وجود داشت. بین سایر تیمارها از نظر تعداد شاخه فرعی در بوته اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳).

تعداد خورجین در شاخه های اصلی، فرعی و کل بوته

نتایج مقایسه میانگین تعداد خورجین شاخه اصلی، فرعی و کل بوته در تیمارهای تنفس آبی مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. تعداد خورجین در هر سه حالت در تیمار دیم کمترین مقدار بود و از بین تیمارهایی که در مرحله ای از رشد تحت تاثیر تنفس قرار گرفتند، تیمار تنفس در مرحله گلدهی دارای کمترین تعداد خورجین در شاخه فرعی بود. به نظر می رسد که این موضوع ناشی از تاثیر تنفس بر گرده افشاری گل های کلزا است که سبب کاهش باروری شده و گل ها قبل از باروری خشک شده و در نتیجه خورجین و دانه تشکیل

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات گیاهی کلزا در تیمارهای تنش آبی (۱۳۸۴-۸۵)

Table 3. Mean comparison of plant characteristics of rapeseed in water stress treatments (2005-2006)

Plant characteristic	صفات گیاهی	Water stress Treatment					تیمارهای تنش آبی
		I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
No. branch	تعداد شاخه فرعی	3.4 a	4.1 a	3.8 a	3.1 a	1.9 b	
No. Siliques.branch ⁻¹	تعداد خورجین در شاخه فرعی	13.6 ab	14.4 a	10.7 b	11.6 ab	5.8 c	
No. Siliques.main stem ⁻¹	تعداد خورجین در ساقه اصلی	33.1 a	29.1 a	30.2 a	32.4 a	8.6 b	
No. Siliques.plant ⁻¹	تعداد خورجین در بوته	46.7 ab	43.5 a	41.0 b	44.0 b	14.4 c	
Siliques length.branch ⁻¹ (cm)	طول خورجین در شاخه فرعی	5.8 a	5.7 a	5.8 a	5.3 b	4.6 c	
Siliques length.main stem ⁻¹ (cm)	طول خورجین در ساقه اصلی	6.0 a	5.3 b	5.9 a	5.0 bc	4.8 c	
Siliques length.plant ⁻¹ (cm)	طول خورجین در ساقه اصلی	5.9 a	5.5 b	5.8 a	5.5 c	4.7 d	
No. grain. Siliques ⁻¹ .branch ⁻¹	تعداد دانه در خورجین شاخه فرعی	16.3 a	16.2 a	13.0 b	16.3 a	11.4 b	
No. grain. Siliques ⁻¹ .main stem ⁻¹	تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی	16.9 a	14.3 b	13.0 bc	16.0 a	11.6 c	
No. grain. Siliques ⁻¹ .plant ⁻¹	تعداد دانه در خورجین بوته	16.6 a	15.3 a	13.0 b	16.6 a	11.5 b	
1000 grain wt.branch ⁻¹ (g)	وزن هزار دانه در شاخه فرعی	3.6 ab	3.6 ab	4.1 a	3.2 bc	3.0 c	
1000 grain wt.main stem ⁻¹ (g)	وزن هزار دانه در ساقه اصلی	3.8 a	3.8 a	3.8 a	3.3 a	3.0 a	
1000 grain wt.plant ⁻¹ (g)	وزن هزار دانه در بوته	3.69 ab	3.71 ab	3.98 a	3.26 bc	2.99 c	
Grain yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه	3560.0 a	3270.0 a	3080.0 ab	2640.0 b	980.0 c	
Straw yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد کاه	5400.0 ab	5900.0 a	4700.0 b	5400.0 ab	2400.0 c	
Oil content.branch ⁻¹ (%)	میزان روغن دانه در شاخه فرعی	36.1 a	34.3 ab	34.6 ab	28.0 ab	23.5 b	
Oil content.main stem ⁻¹ (%)	میزان روغن دانه در ساقه اصلی	35.9 a	31.6 a	33.6 a	32.3 a	27.1 a	
Oil content. plant ⁻¹ (%)	میزان روغن دانه در بوته	36.0 a	32.9 ab	34.1 ab	30.1 ab	25.3 b	
Oil yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد روغن	1280.0 a	1070.0 a	1080.0 a	790.0 b	250.0 c	
Protein content.branch ⁻¹ (%)	میزان پروتئین دانه در شاخه فرعی	24.06 a	21.4 a	26.0 a	24.5 a	24.4 a	
Protein content.main stem ⁻¹ (%)	میزان پروتئین دانه در ساقه اصلی	26.3 a	23.7 a	27.0 a	26.4 a	22.8 a	
Protein content. plant ⁻¹ (%)	میزان پروتئین دانه در بوته	25.2 ab	22.6 b	26.5 a	25.5 ab	23.6 ab	
Harvest index (%)	شاخص برداشت	40.0 a	35.0 ab	40.0 a	33.0 ab	29.0 b	

I₁: آبیاری در کل دوره رشد (شاهد)، I₂: اعمال تنش آبی در مرحله رشد رویشی مجدد در بهار، I₃: اعمال تنش آبی در مرحله گلدهی و تشکیل خورجین، I₄: اعمال تنش آبی در مرحله رسیدن دانه و I₅: تیمار دیم با آبیاری تکمیلی در ابتدای رشد در مرحله کاشت و جوانه‌زنی.

I₁: full irrigation in all growth stages, I₂: water stress in vegetative stage in early spring, I₃: water stress in flowering and podding stages, I₄: water stress in grain filling stage and I₄: dryland treatment with supplemental irrigation in time of planting.

در هر ردیف میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

Means in each row, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

تیمارها که بصورت مرحله ای تحت تأثیر تنفس قرار گرفته بودند، کمترین مقدار را داشت. این موضوع می تواند ناشی از هم زمانی رشد دانه با زمان اعمال تنفس باشد که باعث کوچک ماندن دانه ها می شود و در نتیجه وزن دانه کاهش می یابد. در مجموع وزن هزار دانه در ساقه اصلی، به جز در تیمار تنفس در مرحله، گلدهی در کلیه تیمارها بیشتر از وزن هزار دانه در شاخه فرعی بود. علت این موضوع را می توان به برتری فتوستزی ساقه اصلی نسبت به شاخه های فرعی در زمان گلدهی نسبت داد که پیش تر درباره آن بحث شد (جداوی ۳ و ۴).

این نتایج توسط حسن زاده و همکاران (Hasanzadeh *et al.*, 2005) نیز گزارش شده است.

وزن هزار دانه در شاخه اصلی، فرعی و کل بوته
در اثر تنفس آبی در مرحله گلدهی، تعداد دانه در خورجین کاهش یافت، بنابراین به نظر می رسد که در پایان اعمال تنفس در مرحله گلدهی و انجام آبیاری، دانه هایی که تشکیل شده بودند از مواد پرورده بیشتری برخوردار شده و امکان رشد بیشتری داشته و وزن آنها نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. مشابه نتایج گزارش شده توسط نیلسن (Nielsen, 1996) وزن هزار دانه در تیمار تنفس در مرحله رسیدگی دانه نسبت به سایر

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در تیمارهای تنفس آبی (۱۳۸۳-۸۴)

Table 4. Mean comparison of yield and yield components of rapeseed in water stress treatments (2004-05)

Plant characteristic	صفات گیاهی	تیمارهای تنفس آبی				
		Water stress treatments	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄
1000 grain wt.plant ⁻¹ (g)	وزن هزار دانه در بوته		3.4 a	3.4 a	3.2 ab	3.3 a
Grain yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه		1250.0 a	930.0 b	1100.0 ab	870.0 b
Straw yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد کاه		5610.0 a	5510.0 a	5120.0 a	5070.0 a
Oil content.plant ⁻¹ (%)	میزان روغن دانه در بوته		36.7 a	30.4 ab	32.2ab	29.1 b
Oil yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد روغن		460.0 a	280.0 b	360.0 ab	260.0 b
Protein content.plant ⁻¹ (%)	میزان پروتئین دانه در بوته		20.7 a	20.2 a	22.7 a	21.8 a
						23.8 a

I₁: آبیاری در کل دوره رشد (شاهد)، I₂: اعمال تنفس آبی در مرحله رشد رویشی مجدد در بهار، I₃: اعمال تنفس آبی در مرحله رسیدن دانه و I₅: تیمار دیم با آبیاری تکمیلی در ابتدای رشد در مرحله کاشت و جوانهزنی.

I₁: full irrigation in all growth stages, I₂: water stress in vegetative stage in early spring, I₃: water stress in flowering and podding stages, I₄: water stress in grain filling stage and I₅: dryland treatment with supplemental irrigation in time of planting.

در هر ردیف میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح اختصار پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند. Means, in each row, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

بهار و تیمار تنفس در مرحله گلدهی و تیمار تنفس در مرحله رسیدن دانه اختلاف معنی داری مشاهده نشد، اما اختلاف بین این سه تیمار با دو تیمار شاهد و دیم معنی دار بود. در سال دوم، عملکرد دانه در تیمار تنفس در مرحله رشد مجدد رویشی در اوایل بهار و تنفس در مرحله گلدهی، تحت تأثیر جدی تنفس خشکی قرار نگرفت. این نتایج با نتایج آزمایش استانبول اوغلو و همکاران (Istanbulluoglu *et al.*, 2010) در ترکیه، هم خوانی دارد. علت این موضوع را می توان در بارندگی های بهاره این کشور و مشابهت شرایط آن با

عملکرد دانه

در هر دو سال آزمایش مقدار عملکرد دانه تحت تأثیر تیمار آبیاری قرار گرفت (جدول ۵). تیمار شاهد دارای بیشترین مقدار عملکرد و تیمار دیم دارای کمترین مقدار بوده است. عملکرد دانه در سال اول (جدول ۴) نسبت به سال دوم (جدول ۳) کاهش زیادی را نشان داد که بیشتر ناشی از هجوم پرنده گان بود. البته تاریخ کشت دیرتر و وقوع سرمایدگی در بهار نیز در این کاهش محصول مؤثر بوده است. در سال اول بین تیمارهای تنفس در مرحله رشد مجدد رویشی در اوایل

(Geerts and Raes, 2007) و گیرتس و رایس (Soriano, 2007) ۲۰۰۹ گزارش کردند، می‌توان بجای دستیابی به حداقل محصول به ازای واحد سطح با آبیاری کامل، با اجرای کم آبیاری میزان مصرف آب را کاهش داد بدون اینکه کاهش زیادی در عملکرد دانه ایجاد شود.

عملکرد کاه

نتایج عملکرد کاه برای سال اول در جدول ۴ و برای سال دوم در جدول ۳ ارائه شده است. در تیمار تنفس در مرحله رشد مجدد رویشی در اوایل بهار به علت از سرگرفته شدن رشد رویشی، مقدار عملکرد کاه تحت تاثیر تنفس قرار نگرفت و حتی در سال دوم بیشترین وزن کاه نسبت به سایر تیمارها بدست آمد. کمترین مقدار عملکرد کاه مربوط به تیمار دیم بود که به علت تنفس آبی پیوسته در طول دوره رشد، گیاه از رشد کمتری برخوردار بوده است.

شرایط تیمار تنفس در مرحله رشد رویشی مجدد که گیاه بیشتر از باران و ذخیره رطوبتی خاک ناشی از بارندگی زمستانه استفاده می‌کند، دانست. اعمال تنفس در مرحله رسیدگی دانه تاثیر معنی‌داری در عملکرد دانه داشت (جدول ۴). نتایج مشابهی توسط گان و همکاران (Fanai *et al.*, 2004) و فتاوی و همکاران (Gan *et al.*, 2004) گزارش شده است. با توجه به اینکه عملکرد دانه در تیمار تنفس در مرحله رشد رویشی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشته است، بنابراین می‌توان آبیاری در این مرحله را حذف نمود. به نظر می‌رسد که علت عدم اختلاف نیز استفاده گیاه از آب ذخیره شده در خاک ناشی از بارندگی زمستانه باشد. بنابراین بر اساس جدول ۲ با حذف آبیاری در این مرحله حدود ۳۱ میلی متر در مصرف آب صرفه جویی خواهد شد. بنابراین همانطور که محققانی مانند Fereres and

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر تیمارهای تنفس آبی بر عملکرد دانه کلزا (۱۳۸۳-۸۴) و (۱۳۸۴-۸۵)

Table 4. Analysis of variance for grain yield of rapeseed (2005-2004) and (2005-2006)

S. O. V.	منابع تغییر	درجه آزادی d.f		میانگین مربعات MS		F	
		2004-5	2005-6	2004-5	2005-6	2004-5	2005-6
Block	بلوک	3	3	0.086	0.243	3.6*	1.97
Irrigation	آبیاری	4	4	0.576	4.17	24.16**	33.89**
Error	خطا	12	12	0.024	0.123		

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

کاهش میزان روغن دانه گردید که اگر تنفس در مرحله رسیدگی دانه رخ می‌داد، کاهش میزان روغن بیشتر بود. این موضوع توسط سایر پژوهشگران از جمله Nielsen (Nielsen, 1996) نیز گزارش شده است. میزان روغن دانه در ساقه اصلی در تیمار دیم و در تیمار تنفس در مرحله رسیدگی دانه بیشتر از میزان روغن در شاخه‌های فرعی بود که قبل از علت آن بیان شده است.

عملکرد روغن

چون هدف اصلی از کشت کلزا استحصال روغن

میزان روغن دانه در ساقه اصلی، شاخه فرعی و کل بوته نتایج اندازه‌گیری روغن برای سال اول در جدول ۴ و برای سال دوم در جدول ۳ ارائه شده است. بیشترین میزان روغن دانه‌های کل بوته در هر دو سال مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن در سال اول مربوط به تیمار تنفس در مرحله رسیدگی دانه و در سال دوم مربوط به تیمار دیم بود. سینکی و همکاران (Sinaki *et al.* 2007) نیز گزارش کردند که تنفس آبی باعث کاهش میزان روغن دانه در کلزا می‌شود. نتایج این آزمایش نیز نشان داد که به جز در تیمار دیم در سال اول، تنفس آبی باعث

مطابقت دارد. شاخص بوداشت

نتایج مربوط به شاخص بوداشت (نسبت وزن خشک دانه به وزن خشک کل گیاه) در جدول ۳ ارائه شده است. در سال اول چون عملکرد دانه برابر عملکرد واقعی ناشی از اثر تنفس نبود، بنابراین شاخص بوداشت برای سال اول محاسبه نشد. تیمار شاهد و تیمار تنفس در مرحله گلدهی بیشترین و تیمار دیم کمترین شاخص بوداشت را داشتند. در تیمار دیم و تیمار تنفس در مرحله رسیدگی دانه به علت کاهش عملکرد در اثر تنفس آبی، دارای شاخص بوداشت کمتری بوده است. در تیمار تنفس در مرحله رشد مجدد رویشی در اوایل بهار و تیمار وجود عملکرد دانه بیشتر، دارای شاخص بوداشت کمتری نسبت به تیمار تنفس در مرحله گلدهی بود.

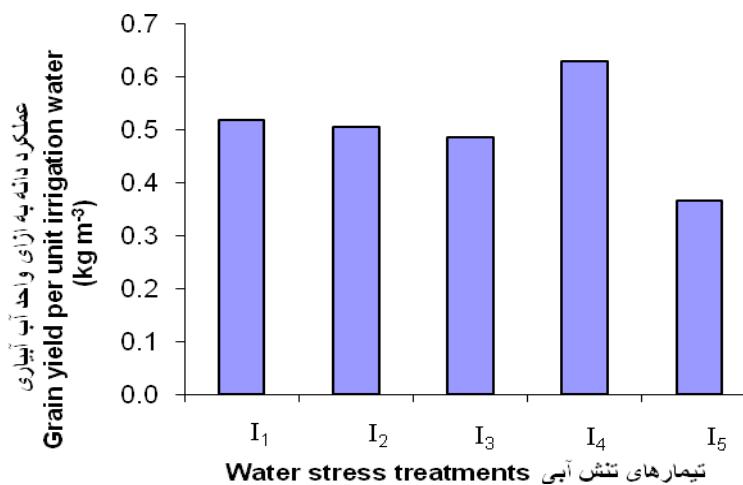
شاخص بهره‌وری آب

از تقسیم عملکرد دانه بر مقدار آب آبیاری، مقدار عملکرد در واحد آب مصرفی محاسبه شد. این نسبت برای تیمار تنفس در مرحله رسیدگی دانه بیشترین مقدار (۰/۶۳ کیلو گرم بر متر مکعب) و کمترین آن مربوط به تیمار دیم (۰/۳۶ کیلو گرم بر متر مکعب) بود. از بین تیمارهایی که در مرحله‌ای از رشد تحت تاثیر تنفس بودند، تیمار تنفس در مرحله گلدهی (۰/۴۸ کیلو گرم بر متر مکعب) کمترین و تیمار تنفس در مرحله رویشی مجدد در بهار (۰/۶۳ کیلو گرم بر متر مکعب) بیشترین مقدار شاخص بهره‌وری آب را داشتند (شکل ۱). اگر عملکرد دانه (کیلو گرم بر هکتار) در هر یک از تیمارها بر مجموع بارندگی و آبیاری (بر حسب متر مکعب در هکتار) تقسیم شود، مقدار عملکرد به ازای واحد آب ورودی کل بدست خواهد آمد که برای تیمارهای I₁, I₂, I₃, I₄ و I₅ به ترتیب ۰/۳۲, ۰/۳۴, ۰/۳۳ و ۰/۱۵ کیلو گرم بر متر مکعب محاسبه شد (شکل ۲). شاخص بهره‌وری آب که در این آزمایش بدست آمد از مقادیر ارائه شده توسط

می‌باشد، بنابراین، عملکرد روغن اهمیت بیشتری نسبت به میزان روغن دانه دارد. اگرچه تنفس آبی تاثیر زیادی بر میزان روغن دانه در تیمارهای مختلف نداشت، اما بر عملکرد روغن در واحد سطح تاثیر زیادی گذاشت. مقایسه میانگین‌ها در سال اول نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمار تنفس در مرحله رشد مجدد رویشی در اوایل بهار و تیمار رسیدگی دانه و تیمار دیم بود. در سال دوم نیز بین عملکرد روغن دانه تیمار شاهد، تیمار تنفس در مرحله رشد مجدد رویشی در اوایل بهار و تیمار تنفس مرحله گلدهی نسبت به تیمار تنفس در مرحله رسیدگی دانه و تیمار دیم اختلاف معنی‌داری در سطح آماری پنج درصد مشاهده شد (جداول ۳ و ۴).

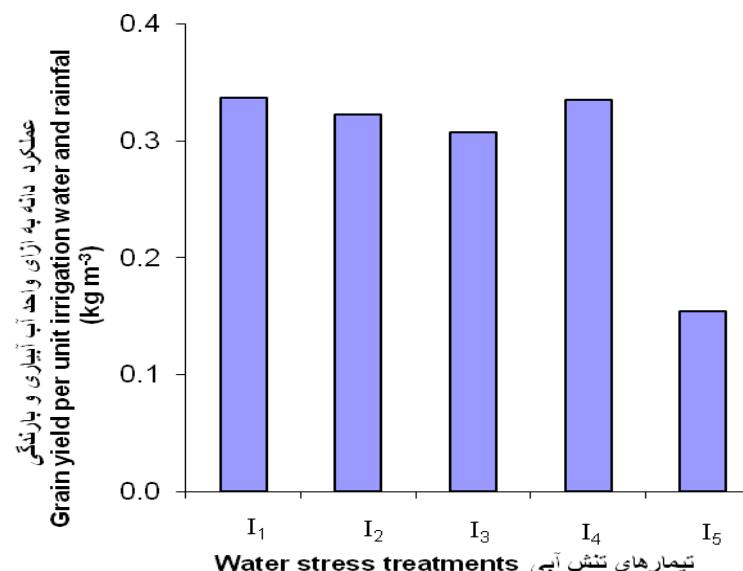
میزان پروتئین دانه در ساقه اصلی، شاخه فرعی و کل بوته

بر اساس اطلاعات جداول ۳ و ۴ ملاحظه می‌شود که در هر دو سال آزمایش برای کل بوته، تیمار تنفس در مرحله رشد مجدد رویشی در اوایل بهار کمترین میزان پروتئین و در سال اول در تیمار دیم و در سال دوم در تیمار تنفس در مرحله گلدهی، بیشترین میزان پروتئین و در سال دوم در تیمار دیم میزان پروتئین دانه را دارا بودند. میزان پروتئین دانه ساقه اصلی بجز در تیمار دیم، در سایر تیمارها بیشتر از میزان پروتئین دانه شاخه فرعی بود. در سال دوم آزمایش، بین میزان پروتئین دانه شاخه فرعی و ساقه اصلی در تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری مشاهده نشد، ولی بین تیمار تنفس در مرحله گلدهی و تیمار تنفس در مرحله رسیدگی دانه برای کل بوته اختلاف معنی دار بود. درین کلیه صفات اندازه گیری شده، تیمار دیم نسبت به سایر تیمارها همواره مقادیر کمتری داشت، اما در مورد میزان پروتئین این روند تغییر کرد و در تیمار تحت تنفس افزایش یافت. بنابراین تنفس خشکی به خصوص در مراحل پایانی اثر معکوسی بر میزان پروتئین دانه کلزا داشت. این نتایج با مشاهدات هنری و مک دونالد (Henry and Macdonald, 1978) نیز



شکل ۱- میانگین عملکرد دانه کلزا به ازای واحد آب آبیاری در تیمارهای تنش آبی (۱۳۸۴-۸۵)

Fig. 1. Mean grain yield per unit irrigation water in water stress treatments in rapeseed (2005-06)



شکل ۲- میانگین عملکرد دانه کلزا به ازای واحد آب ورودی کل در تیمارهای تنش آبی (۱۳۸۴-۸۵)

Fig. 2. Mean grain yield per unit irrigation water in water stress treatments in rapeseed (2005-06)

کلزا در این آزمایش نشان داد که در شرایط کمبود آب اگر گیاه در مرحله رشد مجدد رویشی در اوایل بهار با تنش آبی مواجه شود، کمترین میزان کاهش عملکرد را خواهد داشت و تنش آبی در مرحله رسیدگی دانه حساس‌ترین مرحله رشد گیاه کلزا به خشکی می‌باشد. در تیمار دیم با آبیاری تکمیلی در ابتدای فصل رشد، تنش آبی به طور پیوسته باعث

سینکی و همکاران (Sinaki *et al.*, 2007) کمتر بود. به نظر می‌رسد که علت این تفاوت، استفاده از ارقام مقاوم‌تر به خشکی کلزا مورد استفاده توسط آنان بوده است.

نتیجه گیری
ارزیابی اثر تنش آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد

شاخص فرعی، شاخه اصلی و کل بوته بیشتر از سایر تیمارها حتی تیمار شاهد بود که ناشی از کمتر بودن تعداد دانه در خورجین و استفاده بیشتر از مواد فتوسنتری بعد از خاتمه تنفس می باشد. بیشترین میزان روغن دانه ها در هر دو سال مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن در سال اول مربوط به تیمار تنفس در مرحله رسیدگی دانه و در سال دوم مربوط به تیمار دیم بوده است. اثر تنفس آبی به خصوص در مراحل پایانی دوره رشد، اثر معکوس بر میزان پروتئین دانه کلزا داشت. میزان پروتئین دانه در تیمار دیم در هر دو سال بیشتر از سایر تیمارها بوده است. بر اساس نتایج این آزمایش، در صورت کمبود آب و ضرورت اجرای روش کم آبیاری از نظر مقدار مصرف آب و مقدار تولید دانه و روغن، بهترین دوره جهت اعمال تنفس آبی دوره رشد رویشی مجدد در بهار و حساس ترین دوره رشد گیاه به تنفس آبی، دوره پر شدن و رسیدگی دانه کلزا می باشد.

سپاسگزاری

از شورای فناوری استان فارس بخاطر تامین بخشی از بودجه این پایان نامه دانشجویی تقدیر و تشکر می شود.

کاهش عملکرد چشمگیری خواهد شد، به طوری که می توان گفت در منطقه مورد مطالعه، کشت دیم کلزا از کارایی مناسبی برخوردار نمی باشد. در بین تیمارهای آبیاری، تیمار تنفس در مرحله رشد مجدد رویشی در اوایل بهار بیشترین و تیمار دیم کمترین تعداد شاخه های فرعی در مرحله رشد مجدد رویشی در اوایل بهار، فقط در مرحله رشد مجدد رویشی در افزایش رشد رویشی بعد از اتمام دوره تنفس را در پی خواهد داشت. در بین تیمارهایی که در مرحله ای از رشد تحت تاثیر تنفس قرار گرفتند، کمترین تعداد خورجین، در تیمار تنفس در مرحله گلدھی مشاهده شد. به علت ترتیب گلدھی شاخه ها در کلزا که از ساقه اصلی شروع شده و تقریبا در اواسط گلدھی ساقه اصلی، شاخه های فرعی شروع به گلدھی می نمایند، کاهش تعداد خورجین در ساقه اصلی نسبت به شاخه فرعی کمتر مشاهده می شود. تنفس آبی در مرحله رسیدگی دانه بیشترین اثر را بر طول خورجین داشت. کمترین تعداد دانه در خورجین در بین تیمارهایی که بصورت مرحله ای از رشد تحت تاثیر تنفس قرار گرفته بودند، در تیمار تنفس آبی در مرحله گلدھی مشاهده شد. وزن هزار دانه در تیمار تنفس در مرحله گلدھی در

References

- Daneshmand, A. R., A. H. Shirani Rad, F. Darvish and M. R. Ardakani. 2004.** Assessment of water stress on quantity and quality of yield and yield components and leaf's relative water content of oil seed rape (*Brasica napus*). Proceeding of the 8th Iranian crop Sciences congress, Rasht. 24-26 Aug. 2004. Guilan, Iran. (In Persian).
- Eilkae, M. N. and Y. Emam. 2006.** Effect of plant density on yield and yield components in two winter oilseed rape (*Brassica napus L.*) cultivars. Iran. J. Agric. Sci. 34(3) 509-515. (In Persian with English abstract).
- Fanai, H., Gh. Kaikha H. Akbari Moghadam, S. Modarres Najaf Abadi and Sh. A. Kouhkan. 2004.** Assessment of harvesting time on yield and yield components of oil seed rape (*Brasica napus*) in Sistan region. Proceeding of the 8th Iranian crop Sciences congress, Rasht. 24-26 Aug. 2004. Guilan, Iran. (In Persian).

منابع مورد استفاده

- Fereres, E. and M. A. Soriano.** 2007. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *J. Exp. Bot.* 58(2): 147–159.
- Gan, Y., S. V. Angadi., H. Cutforth., D. Potts., V. V. Angadi and C. L. MacDonald.** 2004. Canola and mustard response to short periods of temperature and water stress at different developmental stages. *Can. J. Plant Sci.* 84: 679-704.
- Geerts, S. and D. Raes.** 2009. Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. *Agric. Water Manag.* 96: 1275–1284.
- Hasanzadeh, M., A. H. Shirani Rad, M. R. Nadery Darbaghshahi, B. Majd Nasiri and H. Madani.** 2005. Effect of drought stress on yield and yield components of autumn rapeseed varieties. *J. Agric.* 7: 17-24. (In Persian with English abstract).
- Henry, J. L. and K. B. Macdonald.** 1978. The effects of soil and fertilizer nitrogen and moisture stress on yield, oil and protein concentration of rape. *Can. J. Soil Sci.* 58:303-310.
- Istanbulluoglu, A., B. Arslan, E. Gocmen, E. Gezer and C. Pasa.** 2010. Effects of deficit irrigation regimes on the yield and growth of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Biosys. Engin.* 105: 388-394.
- Nielsen, D. C.** 1996. Potential of canola as a dry land crop in north eastern Colorado. p. 281-287. in: Janick, J. *Progress in New Crops*. ASHS press. Alexandria.
- Oster, J. D. and D. Wichelns.** 2003. Economic and agronomic strategies to achieve sustainable irrigation. *Irrig. Sci.* 22: 107-120.
- Shariaty, Sh. and P. Ghazi Shahni Zadeh.** 2000. Rapeseed. (first Ed.). Ministry of Agriculture, Iran. (In Persian).
- Sinaki, J. M. and E. M. Heravan, A. H. Shairani Rad, Gh. Noormohammadi and Gh. Zarei.** 2007. The effects of water deficit during growth stage of canola (*Brassica napus* L.). *American- Eurasin J. Agric. Environ. Sci.* 2(4): 417-422.
- Zavarch, M. and Y. Emam.** 2000. An identification guide for rapeseed (*Brassica napus* L.) developmental stages. *Iran. J. Crop Sci.* 2 (1) 1-14. (In Persian with English abstract).

Effect of water stress on grain yield, yield components and quality of winter rapeseed (*Brasica napus L.*) cv. Licord

Shabani A¹, A. A. Kamkar Haghghi², A. R. Sepaskhah³, Y. Emam⁴ and T. Honar⁵

ABSTRACT

Shabani A., A. A. Kamkar Haghghi, A. R. Sepaskhah, Y. Emam and T. Honar. 2010. Effect of water stress on grain yield, yield components and quality of rapeseed (*Brasica napus L.*) cv. Licord. **Iranian Journal of Crop Sciences.** 12 (4) 409-421 (In Persian)

To study the effect of water stress at different growth stages on seed yield and yield components and quality of winter rapeseed (*Barassica napus L.*) cv. Licord a field experiment was conducted at the experimental research field of Faculty of Agriculture, Shiraz University, Iran, in 2004- 2005 and 2005- 2006 growing seasons. Experiment was performed using complete randomized block design with five treatments and four replications. Treatments included full irrigation in all growth stages, water stress in vegetative stage in early spring, water stress in flowering and silique formation stages, water stress in grain filling stage and rainfed treatment with supplemental irrigation at planting time. Results showed that the rainfed treatment had the least and the full irrigation treatment had the maximum grain (980 and 3560 kg.ha⁻¹, respectively) and oil yield (250 and 1280 kg.ha⁻¹, respectively), respectively. Water stress had had reverse relationship with grain protein content. Full irrigation and water stress in flowering and silique formation stages had maximum(0.63 kg.m⁻³) and rainfed treatment had minimum (0.36 kg.m⁻³) water use productivity, respectively. Considering water use for grain and oil yields, it is concluded that vegetative stage in early spring is more tolerant to water stress than grain filling stage in winter rapeseed under the conditions of this experiment.

Key words: Deficit irrigation, Grain yield, Oil content, Protein content, Rainfed and Rapeseed

Received: September, 2009 Accepted: February, 2010

1-Former MSc Student, Shiraz University, Shiraz, Iran (Corresponding author) (Email: shabani8ali@yahoo.com)

2- Prof. Shiraz University, Shiraz, Iran

3- Prof. Shiraz University, Shiraz, Iran

4- Prof. Siraz University, Shiraz, Iran

5- Assistant Prof. Shiraz University, Shiraz, Iran