نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 3، پاییز 1389، ص. 491-486

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 3, Fall 2010, p. 484-491

اثر تنش کم آبی بر کار آیی مصرف آب ارقام کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط مشهد

سید حسام موسوی[1*]، جواد وفابخش[2] و رضا صدرآبادی حقیقی[3]

تاریخ دریافت: 89/7/25
تاریخ پذیرش: 89/9/24

چکیده

تنش خشکی یکی از عوامل کاهش عملکرد دانه و درصد روغن در کلزا (*Brassica napus* L.) می‌باشد. کارآیی مصرف آب کلزا در پاسخ به محدودیت آب در سال زراعی 89-1388 مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور آزمایشی با طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات طرق مشهد در استان خراسان رضوی اجرا شد که در آن مبنای آبیاری دو سطح تامین نیاز آبی شامل 80 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A برای شرایط عدم تنش و 120 میلی مترتبخیر از تشتک تبخیر کلاس A برای شرایط تنش قرار گرفت. تیمارهای رقم شامل هایولا401، هایولا330 ، پارک لند، گلد راش، بی پی18 و لندریس بودند. میانگین کارآیی مصرف آب در شرایط تنش 6/6 کیلوگرم بر متر مکعب آب با مصرف 3412/3 متر مکعب آب و در شرایط عدم تنش 4/5 کیلوگرم بر متر مکعب آب با مصرف 4612/3 متر مکعب آب بود. بیشترین کارآیی مصرف آب مربوط به رقم هایولا 401 با کارآیی7/4 کیلوگرم بر متر مکعب آب در شرایط تنش و کمترین مربوط به رقم گلد راش با کارآیی 2/6 کیلوگرم بر متر مکعب در شرایط عدم تنش بود. کارآیی مصرف آب در تولید روغن در ارقام مورد آزمایش تفاوت معنی دار داشت. به طوری که رقم هایولا 401 با 0/28 کیلوگرم روغن بر متر مکعب آب در شرایط عدم تنش بیشترین کارآیی و رقم بی پی 18 با 0/06 کیلوگرم روغن بر متر مکعب آب در شرایط تنش کمترین کارآیی را داشت. نتایج نشان داد که تنش کم آبی توانسته کارآیی مصرف آب را در ارقام تحت آزمایش در تولید ماده خشک و دانه به طور معنی‌دار افزایش دهد، اما تنش خشکی عملکرد روغن و کارآیی مصرف آب در تولید روغن در ارقام را بطور معنی‌داری کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، تنش خشکی، روغن، گیاه دانه روغنی

مقدمه

خشکی یکی از مهمترین تنش های غیر زنده است که هر ساله خسارت‌های هنگفتی به محصولات زراعی به ویژه در ایران که کشوری خشک و نیمه خشک محسوب می شود، وارد می آورد (Aliari et al., 2000). اثر تنش خشکی در گیاه ناشی از کمبود آب است که در نتیجه موجب کاهش انتقال گاز کربنیک به کلروپلاست شده، روزنه‌ها بسته می‌شوند و مقاومت ورود گازها افزایش می‌یابد و تبادلات گازی کمتر صورت می‌گیرد. به علاوه مقاومت داخلی سلول‌های مزوفیل به کاهش جریان دی اکسید کربن کلروپلاست انجامید و هنگامی که آب برگ ها کم می‌یابد فتوسنتز نیز کاهش می‌یابد (Hall, 2003).

کارآیی مصرف آب، نسبت مقدار ماده خشک تولید شده به میزان آب مصرف شده توسط گیاه است که بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب بیان می‌شود (Hekmat shoar, 1993). کمبود آب می‌تواند اثر سویی بر عملکرد گیاهان بگذارد، ولی این اثر به رقم ، مرحله نمو و سازش یافتگی گیاه به خشکی بستگی دارد (Nasri et al., 2006). در مجموع عواملی که بر کارآیی مصرف آب اثر می‌گذارند شامل آب، دی اکسید کربن، دمای هوا، گونه گیاهی، آرایش برگ‌ها و رفتار روزنه ای، نوع مسیر فتوسنتزی گیاه و عوامل خاکی هستند (Stanhil, 1986).

ارقام مختلف کلزا از سال‌های گذشته وارد کشور شده و تحقیقات بسیاری روی آنها صورت گرفته است و به دلیل توجه بیشتر به ارقام مختلف کلزا سطح زیر کشت آن در کشور افزایش قابل ملاحظه ای پیدا کرده است (Sheikh, 2003). طول دوره ی رشد کلزا در کارآیی مصرف آب این گیاه مؤثر است. ارقام دیر رس کلزا نسبت به ارقام زودرس آب بیشتری مصرف کرده و کارآیی مصرف آب کمتری را نیز دارا هستند. در ارقام دیررس به واسطه افزایش طول دوره ی رشد ماده‌ی خشک بیشتری در گیاه تجمع می یابد، ولی میزان از دست رفتن آب نیز به دلیل طول دوره‌ی باز بودن بیشتر روزنه‌ها، افزایش

1، 2 و 3- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد
(*- نویسنده مسئول: E-mail: hemousavi@yahoo.com)

می‌یابد (Schott et al., 1994). کارآیی مصرف آب گیاهان تحت شرایط خشکی، بدلیل تحت تاثیر قرار گرفتن روزنه ها افزایش می یابد (Heidari, 2000). یکی از راه های مقابله با تنش خشکی، شناخت و اصلاح ارقام زودرس و متحمل است (Koocheki et al., 2005). نتایج آزمایشی که با سطوح مختلف تنش خشکی بر روی ارقام کلزا در شرایط مشهد انجام شد نشان داد که کارآیی مصرف آب در ارقام کلزا تحت برخی از تیمارهای تنش خشکی بیشتر بوده است (Vafabakhsh et al., 2008) .

اعمال تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژی گیاه اثرات متفاوتی در میزان روغن دانه دارد و گزارشات موجود حاکی از تفاوت پاسخ گیاه به خشکی در رابطه با تولید روغن در دانه است (Latifi, 1995; Jenssen, 1996). توانایی ارقام کلزا در تبدیل مواد فتوسنتزی به روغن در شرایط تنش متفاوت است. هم چنین مشاهده شده است که تنش خشکی شدید (50 درصد تامین نیاز آبی کامل) کارآیی مصرف آب در تولید روغن را بطور معنی‌داری کاهش داد. این گونه نتایج نشان دهنده‌ی اثر بیشتر محدودیت تامین آب بر تولید ماده ی خشک نسبت به اثرگذاری آن بر تولید روغن می باشد (Vafabakhsh et al., 2008). در آزمایشات دیگری نیز مشاهده شده است که تنش خشکی اثر معنی داری بر درصد روغن دانه داشت و باعث کاهش آن شد (Masoudsinaki et al., 2007). گزارشات سایر محققان نیز حاکی از تاثیر تنش خشکی به همراه درجه حرارت بالا در کاهش اسیدهای چرب غیر اشباع در روغن کلزاست (Downey et al., 1983).

با توجه به اینکه در چند سال اخیر بحث های مختلفی در مورد گسترش دانه‌های روغنی در کشور شده است و چنانچه توسعه این محصول مد نظر باشد بخش عمده ای از مناطق خشک و نیمه خشک کشور را در بر خواهد گرفت. لذاتحقیق بیشتر در مورد سازگاری و به زراعی گیاه دانه روغنی کلزا در این مناطق ضروری از طرف دیگر، چنین، به نظر می‌رسد که الگوی مصرف آب برای کلزا بایستی بصورتی باشد تا گیاه بتواند در طول فصل رشد خود حداکثر استفاده از آب را انجام دهد. برای این منظور باید از ارقامی که کارآیی مصرف آب بالاتری در شرایط تنش خشکی دارند استفاده شود.

بنابراین هدف از این تحقیق ارزیابی کارآیی مصرف آب در تولید ماده خشک و روغن ارقام کلزا در شرایط محدودیت آبیاری بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت مزرعه‌ای با طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی 89- 1388 در ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق - مشهد (طول و عرض جغرافیایی E ''14 '38 °59 و N ''12 '13 °36) در استان خراسان رضوی انجام شد.

تیمارها شامل دو سطح آبیاری بر اساس آبیاری در زمان 80 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A برای شرایط عدم تنش و 120 میلی متر تبخیر برای شرایط تنش خشکی تعیین شد. این سطوح بر اساس تجربیات قبلی و آزمایشات انجام شده در ایستگاه مذکور بود (Azizi & Fallahtoosi, 2001). آبیاری در مرحله رشد رویشی و تا مرحله روزت در هر دو تیمار تنش و عدم تنش یکسان انجام شد. ارقام کلزای مورد استفاده در این آزمایش شامل شش رقم کلزا به نام‌های هایولا401[1] ، هایولا 330 [2]، پارک‌لند[3]، گلدراش[4]، بی پی18[5] و لندریس[6] بودند از سه گروه مختلف (*B. napus* L.)، شلغم روغنی (*B. rapa* L.) و خردل (*B. juncea* L.) بودند.

ضریب گیاهی و نیاز آبی کلزا در شرایط مشهد توسط نرم افزار های Optiwat و Netwat محاسبه شد (Alizadeh & Kamali, 2007) که با نتایج آزمایشات تحقیقاتی ایستگاه مذکور مطابقت داشت(Azizi. & Fallahtoosi A., 2001). سیستم آبیاری به صورت نشتی بود و بارندگی در فصل رشد به طور طبیعی بر گیاهان اعمال شد به این صورت که میزان بارندگی موثر در فاصله آبیاری ها به حجم آبیاری‌های انجام شده اضافه شد و در نهایت میزان آب مصرفی کرت‌ها محاسبه گردید. با توجه به سیستم آبیاری نشتی تدریجی استفاده شده میزان آبی که از دسترس گیاه خارج می شد برای کلیه کرت ها ناچیز در نظر گرفته شد و کارآیی مصرف آب به ازای آب مصرفی کرت محاسبه شد.

قبل از اجرای آزمایش از خاک مزرعه نمونه مرکب تهیه شد و کود مورد نیاز خاک بر اساس توصیه ی کودی موسسه ی تحقیقات آب و خاک به مصرف رسید. کاشت ارقام به صورت جوی و پشته در کرت هایی به ابعاد 1/5×6 متر صورت پذیرفت و در هر کرت چهار خط کشت با فاصله ی 30 سانتیمتر و تراکم 120 بوته در متر مربع کشت شد. کنترل علف های هرز در سه مرحله به صورت دستی انجام شد. وزن خشک گیاه همزمان با اندازه گیری های سطح برگ هر دو هفته یک بار و در دو بوته از هر کرت انجام شد. برگ ها ، ساقه ها و غلاف‌ها جداگانه در پاکت قرار گرفتند و در دمای 70 درجه سانتیگراد به مدت 48 ساعت خشک و وزن شدند. عملکرد نهایی دانه از برداشت کل بوته‌های یک متر مربع وسط هر کرت بدست آمد. در انتهای دوره رشد درصد روغن دانه‌های برداشت شده از هر کرت با روش سوکسله تعیین شد. کارآیی مصرف آب در تیمارهای مختلف آزمایش با محاسبه نسبت میزان ماده خشک تولید شده به آب مصرفی گیاه با

1- Hyola 401
2- Hyola 330
3- Parkland
4- Goldrush
5- BP.18
6- Landrace

استفاده از معادله (1) تعیین شد:

معادله 1 $WUE = DM / WU$

در این معادله، DM میزان ماده خشک تولید شده یا عملکرد دانه یا عملکرد روغن و WU، میزان آب مصرفی در تیمار نرمال و تیمار تنش است.

تجزیه و تحلیل تغییرات و اختلاف‌ها و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه ای دانکن و در ارقام و سطوح آبیاری توسط نرم افزار MSTAT-C و رسم و شکل‌ها توسط نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج آزمایش در دو شرایط تنش و عدم تنش اختلاف معنی داری در کارآیی مصرف آب نشان داد (جدول 1). میانگین کار آیی مصرف آب در شرایط تنش 6/6 کیلوگرم بر متر مکعب به ازای مصرف 3412/3 متر مکعب آب و در شرایط عدم تنش 4/5کیلوگرم بر متر مکعب به ازای 4612/3 متر مکعب آب بود.

در مقایسه بین ارقام (شکل 1) رقم هایولا 401 در شرایط تنش خشکی بیشترین کارآیی مصرف آب به میزان 7/4 کیلوگرم بر متر مکعب آب را داشت. کمترین کارآیی مربوط به رقم گلدرانس بود که در شرایط عدم تنش 2/6 کیلوگرم بر متر مکعب آب کارآیی داشت.

نتایج و بحث

کارآیی مصرف آب در تولید ماده خشک

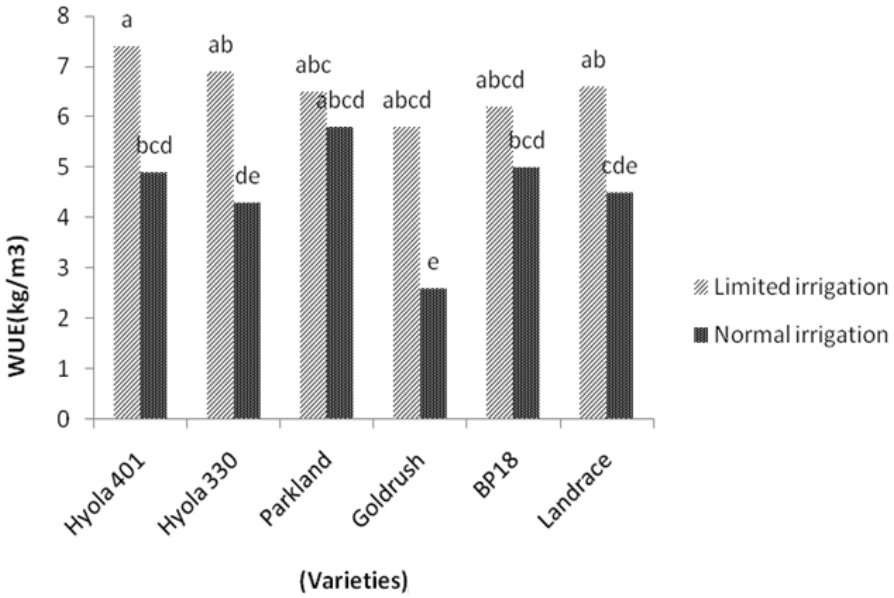
جدول 1- میانگین کارآیی مصرف آب و میزان آب مصرف شده در تیمارهای تنش و شاهد در کلزا

Table 1- Water use efficiency and water use in stress and non stress treatments

سطوح آبیاری Irrigation levels	کارآیی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب) Water use efficiency($kg.m^{-3}$)	آب مصرفی (متر مکعب بر هکتار) Water use ($m^3.ha^{-1}$)
عدم تنش Non stress	4.5b*	4612.3
تنش Stress	6.6a	3412.3

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

*Treatments with the same letters in a column are not significantly different (P≤0.05).



شکل 1- کارآیی مصرف آب در ارقام کلزا در محیط تنش و عدم تنش

Fig. 1- Water use efficiency for rapeseed varieties under drought stress and non stress conditions

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال 5% دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند.

* Means with at least one similar letter are not significant different (P≤ 0.05).

نتایج تأیید می‌کند کلزا گیاهیست که می تواند با میـزان تطـابق زیاد به محیطهای مختلف شناخته شود(Malekshahi et al., 2009). نتایج مطالعات برخی دیگر از محققین نیز نشان می‌دهد با توجـه بـه اینکه اغلب بارندگی‌های استان‌های کشور در زمستان و اوایـل بهـار اتفاق می افتد، کلزای پاییزه می تواند از رطوبت فصول فوق اسـتفاده ی مناسب را ببرد و احتیاجی به آبیاری بهاره نداشته باشد (Aliari et al., 2000). در این آزمایش کاهش میزان آب در دسترس گیاه باعث افزایش معنی دار میانگین کارآیی مصرف آب در ارقام تحت آزمـایش شد که این افزایش در برخی ارقام بیشتر و در برخی کمتر بود (شکل 1).

کارآیی مصرف آب در تولید روغن

اندازه گیری و مقایسه درصد روغن دانه در ارقام مختلف نشان داد که شرایط تنش باعث کمتر شدن میزان درصد روغن در ارقام تحـت آزمایش شد. رقم هایولا 401 از گروه کلزا به طور معنی داری روغـن بیشتری از سایر ارقام هم در شرایط عدم تنش و هم در شرایط تـنش تولید کرد و میانگین کارآیی مصرف آب به ازای روغن تولیـدی ایـن رقم به طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول 2).

این نتایج نشان داد که شرایط تنش باعث کمتر شدن تبدیل مواد فتوسنتزی به روغن شده است. این کاهش در بین ارقام مختلف مورد مطالعه نیز متفاوت بود. رقم هایولا 401 با کاهش حدودا 33 درصد در کارآیی مصرف آب برای تولید روغن، کمترین کاهش و رقم بی پـی 18 با کاهش 70 درصدی، بیشترین کاهش را داشت (جدول 2). نتایج نشان داد با ایجاد تغییرات معنی دار در کارآیی مصرف آب بر عملکرد ماده خشک، کارآیی مصرف آب برای تولید روغن نیزتأثیر معنی داری گذاشت و آن را کاهش داد که این امر در مدیریت این گیاه روغنی از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

با توجه به اینکه اکثر ارقام مورد کشت و کار کلـزا در دنیـا از دو گروه کانولا و خردل می‌باشند، لذا مقایسه بـین ارقـام ایـن دو گـروه انجام شد. این مقایسه میانگین عملکرد دانه در بـین ارقـام خـردل و کانولا نشان داد که اگرچه در شرایط تنش خشکی عملکرد این ارقـام نسبت به شرایط عدم تنش کاهش معنی‌داری یافت، اما این کاهش در میان ارقام در سطح 5 درصد در دو محیط معنی‌دار نبود (جدول 3)

رقم هایولا 401 از گروه (کلـزا) بـا 35 درصـد کـاهش کمتـرین کاهش میانگین عملکرد و رقم بی پی 18 از گـروه خـردل بـا 68/5 درصد کاهش بیشترین کاهش عملکرد را داشت (جدول 3). اثر متقابل تنش و رقم بر روی عملکرد دانه در بین ارقام معنـی‌دار نشـد و ایـن نشان داد که این میزان تنش نتوانسته کاهش معنی‌داری در بین ارقام ایجاد کند.

جدول 2- کارآیی مصرف آب ارقام کلزا در تولید روغن

Table 2- Water use efficiency of rapeseed varieties due to oil production

رقم Variety	کارآیی مصرف آب در شرایط عدم تنش WUE / non stress (kg oil.m^{-3})	کارآیی مصرف آب در شرایط تنش WUE/ stress (kg oil.m^{-3})
Hyola 401 هایولا 401	0.28a	0.19a*
Hyola 330 هایولا330	0.22ab	0.11ab
Parkland پارکلند	0.24ab	0.15ab
Goldrush گلدراش	0.21ab	0.11ab
BP.18 بی پی 18	0.20ab	0.06b
Landrace لندریس	0.15b	0.09ab

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری ندارند (P≤0.05)

*Treatments with the same letters are not significantly different (P≤0.05).

جدول 3- مقایسه عملکرد دانه ارقام کلزا و خردل در شرایط تنش و عدم تنش

Table 3- Yield of canola and mustard in drought stress and non stress conditions

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg.ha^{-1}$)		
تنش خشکی Stress	عدم تنش خشکی Non stress	رقم Variety
2064.8a	3148.1a*	Hyola 401 هایولا401
1388.8a	2675.9a	Hyola 330 هایولا330
861.11a	2740.7a	BP.18 بی پی 18
1175.9a	2037a	Landrace لندریس

*درهرستون میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری ندارند (P≤0.05).

*Treatments with the same letters are not significantly different (P≤0.05).

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد که هر شش رقم کلـزای مـورد اسـتفاده در ایـن آزمایش که از سه گروه مختلف بودند از طیف سازگاری نسبتاً خـوبی در تحمل تنش برخوردارند. هرچند کاهش عملکرد این ارقام به طـور کلی در شرایط تنش معنی دار نبوده اما می توان چنین نتیجه گرفـت آنچه در عمل موجب عدم رقابت‌پذیری این گیاه با سایر گیاهان رقیب در ترکیب کشت زارعین می‌شود ناشی از کمبود درآمد خالص آن است و صرفاً کاهش عملکرد در شرایط محدودیت آبی نمی‌تواند تعیین‌کننده باشد. از سوی دیگر تفاوت پاسخ به شرایط محـدودیت آبـی در بـین ارقام برای بهره وری یا کارآیی مصرف آب متفاوت است.

منابع

1- Ahmadi, M., Khaje-Attari, A., Javidfar, F., Alizade, B., Amiri oghan, H., Alamkhomaram, M., and Azizinia, Sh. 2006. Results of rapeseed research projects, The Seed and Plant Research Institute. (In Persian)
2- Aliari, H., and Shekari, F. 2000. Oilseeds, Farming and Physiology. Amidi Publication, Tehran, Iran. (In Persian)
3- Alizadeh, A., and Kamali, Gh. 2007. Water Use of Plants in Iran. Astan Qods Publication. (In Persian)
4- Azizi, M., and Fallahtoosi, A. 2001. The final report of rapeseed research projects in Khorasan Province. Khorasan Agriculture Research Center. p. 11-13. (In Persian with Summary)
5- Downey, R.K. 1983. Origin and description of *Brassica* oilseed in Kramer J.K. GFD Saur and W.J. Pigden (Eds.) High and low eurucic acid in rape seed oil production, usage, chemistry and toxicological evaluation. Academic Press. Toronto Canada. pp. 1-20
6- Farshi, A., Shariati, M., Jarolahi, M., Ghaemi, M., Shahabifar, V., and Tavalaie M. 2007. Estimation of water use of crops in Iran. Soil and Water Research Center. Agriculture Publication. 131. Pp. (In Persian)
7- Hall, A. 2003. Plant Reaction to Growth Condition. Ferdowsi Univesity of Mashhad Pub. P. 191-209. (In Persian)
8- Heidari Sharif Abad, H. 2000. Plant, Drought and Drought period. Range and Forest Research Center. (In Persian)
9- Hekmat shoar, H. 1993. Plant Physiology on Hard Condition. Niknam Publication (In Persian)
10- Koocheki, A. 2005. Farming in Dry Land. Mashad University, Iran. (In Persian)
11- Latifi, N. 1995. Effect of moisture deficiency on morphological aspect, dry matter and harvest index, before and after flowering stage of Canola. Indian Journal of Agricultural Science 2: 71-83.
12- Malek shahi, F., Dehghani, M., and Alizade, B. 2009. Evaluation of drought tolerance indices in some fall cultivars of *Brassica napus*. Natural and Science Agriculture 48: 77-89.
13- Masoudsinaki, J., Majidi, E., Shiranirad, A., Normohamadi, G., and Zarei, G. 2007. The effects of water deficit during growth stages of Canola. American-Eurasian Journal of Agricultural and environmental Sciences 2(4): 411-422.
14- Nasri, M., Heidari sharifAbad, H., Shiranirad, A., Majidi Heravan, E., and Zamanizadeh, E. H. 2006. The effect water stress on physiological characters of rapeseed cultivars. Journal of Agriculture and Sciences 127-133. (In Persian with English Summary)

15- Schott, J. J., Bar-Hen, A., Monod, H., and Blout, F. 1994. Competition between winter rape cultivars under experimental conditions. Cahiers d'Etudes Research France. Agriculture 3:377-38
16- Sheikh, F. 2003. Investigation of drought tolerance of spring Canola cultivars. Master thesis, Agriculture university of Tabriz.
17- Stanhill, G. 1986. Water use efficiency. Advances in Agronomy 39: 53-85.
18- Vafabakhsh, J., Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., and Azizi, A. 2008. Effects of water deficiency on yield of Canola cultivars (*Brassica napus* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 7: 285-292. (In Persian with English Summary)