بررسی اثر تأخیر در کاشت و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه، صفات مورفولوژیک و شاخص کلروفیل گیاه کلزا (*Brassica nupus*. L) در شرایط آب و هوایی اهواز

عبدالمهدی بخشنده[1]، علی حمدی شنگری[2*]، محمد حسین قرینه[3] و قدرت اله فتحی[1]

1- استاد گروه زراعت، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، خوزستان، ایران
2- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
3- دانشیار گروه زراعت، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، خوزستان، ایران
* مسئول مکاتبات؛ پست الکترونیکی: shengri5@gmail.com

چکیده

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار در سال 89-1388 در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین به منظور بررسی تأثیر کود نیتروژن و گرمای آخر فصل بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا رقم هایولا 401 اجرا شد. کرت اصلی شامل سطوح نیتروژن به میزان 90، 180 و 270 کیلوگرم در هکتار و کرت شاهد بدون مصرف کود نیتروژن به منظور محاسبه کارایی مصرف نیتروژن در نظر گرفته شد. تاریخ کاشت توصیه شده 20 آبان (به عنوان شرایط بهینه) و تارخ کاشت با تاخیر در پنجم دی ماه جهت برخورد مراحل فیزیولوژیکی با کشت تأخیری در کرت فرعی قرار گرفتند. تأخیر در کاشت باعث کاهش حدود 50 درصدی در عملکرد دانه کلزا گردید. در هردو شرایط بهینه و کشت تأخیری کاهش میزان نیتروژن باعث کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه کلزا شد. بیشترین عملکرد دانه کلزا در شرایط کشت تأخیری با مصرف 180 کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار (1237 کیلوگرم در هکتار) به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با مصرف 270 کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار (1372 کیلوگرم در هکتار) نداشت. بنابراین افزایش مصرف نیتروژن تا حدودی سبب بهبود عملکرد در شرایط تأخیر در کاشت شد.

کلمات کلیدی: کشت تأخیری، کلزا، نیتروژن

مقدمه

کلزا یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی جهان است که کشت آن رو به افزایش بوده و نقش عمده‌ای در تأمین روغن‌های خوراکی مورد نیاز انسان دارد (1). انتهای دوره رشد کلزا در استان خوزستان با گرمای زودرس بهاره مواجه می‌شود و در نتیجه رشد، عملکرد کمی و کیفی کلزا تحت تأثیر قرار می‌گیرد. شناخت عوامل موثر این دوره به خصوص تنش‌های محیطی و عناصر غذایی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا و مدیریت آن‌ها به عنوان یک گزینه کارآمد به منظور افزایش بهره‌وری از این دوره و بهبود عملکرد کمی و کیفی کلزا اهمیت ویژه‌ای دارد (2).

از راه‌های افزایش عملکرد کمی و کیفی در گیاه زراعی اعمال مدیریت‌های زراعی مانند تاریخ کاشت مناسب و میزان بهینه مصرف مواد غذایی (نیتروژن) است (5، 6، 10). میزان خسارت تنش گرما به نوع گیاه مدت تنش، سرعت افزایش درجه حرارت و مرحله رشد و نموی گیاه بستگی دارد، هنگامی که درجه حرارت هوا به بالاتر از آستانه تحمل افزایش پیدا کند آسیب آن قطعی است (3). واکنش عملکرد کلزا به تاریخ کاشت در غرب استرالیا، نشان داد در هر هفته تأخیر در کاشت منجر به کاهش 1 تا 7 درصدی عملکرد به علت محدود شدن دوره رشد در اثر برخورد با

گرمای آخر فصل شد (7). کاشت زود هنگام کلزا در پاییز، ریسک تأثیر منفی تنش گرما در مرحله گل‌دهی را کاهش داد زیرا تأخیر در تاریخ کاشت کلزا سبب می‌شود مرحله گل‌دهی با درجه حرارت بالاتر و تنش گرما مصادف شده که نتیجه آن کاهش عملکرد دانه می‌باشد (9). تأخیر در کاشت کلزا موجب می‌شود تا مراحل حساس گل‌دهی و پر شدن دانه با خشکی و گرمای آخر فصل برخورد کند و در نتیجه عملکرد دانه و روغن کاهش یابد و همچنین تنش گرما باعث کاهش شدید کلروفیل و فعالیت‌های فتوسنتزی در کلزا می‌شود (13). از راه‌های مقابله با تنش گرما استفاده از رقم‌های متحمل به گرما، رقم‌های زودرس و تغذیه مناسب عناصر غذایی است (11). هدف از این آزمایش بررسی تنش گرمای آخر فصل زراعی (ناشی از تأخیر در تاریخ کاشت) و نیتروژن بر روی گیاه زراعی کلزا در شرایط آب و هوای اهواز می باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی 1389-1388 در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین واقع در 35 کیلومتری شمال شرقی اهواز در عرض جغرافیایی 31 درجه و 36 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 48 درجه و 53 دقیقه شرقی، با ارتفاع 50 متر از سطح دریا اجرا شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با 4 تکرار صورت پذیرفت.

جدول 1- آمار ایستگاه هواشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین در دوره آزمایش در سال 1389- 1388

	ماه					
	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین
حداکثر دما (درجه سانتی گراد)	30	19/9	20/5	21/5	27/75	31/4
حداقل دما (درجه سانتی گراد)	18/23	11/43	10/93	10/8	15/62	15/4
میانگین دما (درجه سانتی گراد)	24/11	15/66	15/71	16/15	24/95	21/68

کرت اصلی شامل سطوح نیتروژن به میزان 90، 180 و 270 کیلوگرم در هکتار و کرت شاهد بدون مصرف کود نیتروژن به منظور محاسبه کارایی مصرف نیتروژن در نظر گرفته شد که در محاسبه‌های آماری وارد نشد. برای اعمال تنش گرمای آخر فصل دو تاریخ کاشت شامل تاریخ کشت 20 آبان و پنجم دی ماه (کشت تأخیری) به عنوان کرت فرعی بود. مقدار کودهای مورد استفاده شامل کود نیتروژن با منبع اوره و 150 کیلوگرم فسفر با منبع سوپر فسفات تریپل بود. یک سوم کود نیتروژن و تمام کود فسفر به صورت پیش کاشت و مابقی کود نیتروژن به صورت سرک (یک سوم در مرحله 5 برگی و یک سوم باقیمانده در مرحله گل‌دهی) به گیاهان داده شد. کلزا رقم هایولا 401 با فاصله‌ی پشته‌ها 60 سانتی‌متر و گیاهان در دو طرف پشته در محل داغ‌آب و با تراکم 80 بوته درمتر مربع در 8 ردیف کشت شد. آبیاری با توجه به نیاز گیاه و شرایط آب و هوایی، به گونه‌ای انجام شده که گیاه با تنش خشکی مواجه نشوند.

در طول اجرای آزمایش عملیات قرائت کلروفیل با استفاده ازدستگاه SPAD برای تمام تیمارها (10 بوته در هر کرت) انجام شد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش از نرم‌افزار آماری MSTATC استفاده شد. داده‌های آزمایش بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال خطای آماری یک درصد بررسی شدند.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

اثر نیتروژن، تاریخ کاشت و برهمکنش این دو بر عملکرد دانه کلزا در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار شد (جدول 2). کمترین عملکرد دانه در سطح نیتروژن 90 کیلوگرم در هکتار با عملکرد دانه 1847 کیلوگرم در هکتار و بیشترین آن در سطح 270 کیلوگرم نیتروژن در هکتار با 2407 کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول 3). همچنین بین سطوح نیتروژن 180 و 270 کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول 3). اثر تأخیر در کاشت در سطح احتمال خطای یک درصد بر عملکرد دانه کلزا معنی‌دار شد (جدول 2) به طوری که تأخیر در کاشت باعث کاهش حدود 50 درصدی در عملکرد دانه گردید (جدول 3). با بالا رفتن دما در مراحل پر شدن دانه، میزان تنفس غلاف‌ها به سرعت افزایش می‌یابد و این موضوع سبب اتلاف بیش از حد مواد فتوسنتزی می‌شود (16). برهمکنش نیتروژن و کشت تأخیری بر عملکرد دانه در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار شد (جدول 4). در شرایط بهینه افزایش میزان نیتروژن از 90 به 180 باعث افزایش عملکرد از 2524/5 به 2800/10 کیلوگرم در هکتار شد. همچنین در شرایط تأخیر در کاشت با افزایش نیتروژن از 90 به 180 کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه به طور معنی‌داری افزایش یافت اما افزایش مصرف کود نیتروژن از 180 کیلوگرم در هکتار به 270 کیلوگرم در هکتار تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت (جدول4). تأخیر در کاشت کلزا عملکرد دانه کلزا را کاهش داد اما مصرف کود نیتروژن با افزایش سطح برگ و تعداد شاخه جانبی کلزا تا حدودی جبران کاهش عملکرد ناشی از تأخیر کاشت را نمود (11).

تعداد شاخه فرعی

اثر مصرف نیتروژن، تأخیر در کاشت و برهمکنش این دو فاکتور بر تعداد شاخه فرعی کلزا معنی‌دار شد (جدول2). بیشترین شاخه فرعی در سطوح 270 و 180 کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار با میانگین 6/25 و 6/12 شاخه فرعی در بوته و کمترین آن در سطح 90 کیلوگرم نیتروژن با میانگین 3/23 شاخه فرعی در بوته مشاهده شد و همچنین بین مصرف سطح 180 و 270 کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول3). مصرف نیتروژن موجب افزایش تعداد شاخه‌های جانبی کلزا می‌شود (2).

تأخیر در کاشت کلزا شاخه فرعی را نسبت به شرایط بهینه از 8/6 شاخه فرعی در بوته به 2/75 شاخه فرعی کاهش داد (جدول3). با تأخیر در کاشت از تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد خورجین‌ها در بوته و در نتیجه عملکرد دانه کلزا کاسته می‌شود (13). کاربرد نیتروژن به میزان 180 و 270 کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش آخر فصل اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه فرعی داشت در مقایسه با کاربرد 90 کیلوگرم در هکتار نیتروژن داشت (جدول4). مصرف نیتروژن موجب تحریک رشد رویشی و فتوسنتز می‌شود. کاربرد کود نیتروژن در کشت تأخیری کلزا سبب افزایش تعداد شاخه‌های جانبی و در نتیجه افزایش عملکرد دانه کلزا در مقایسه با عدم مصرف کود نیتروژن شد (11، 13). همچنین مصرف کود نیتروژن موجب تحریک رشد جوانه جانبی شده و میزان شاخه‌دهی در کلزا را افزایش می‌دهد (9) که با نتایج آزمایش حاضر همخوانی دارد.

جدول 2- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات مورد بررسی تحت تاثیر سطوح نیتروژن و تأخیر در کاشت

تیمار	عملکرد دانه	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد برگ	شاخص سطح برگ	شاخص کلروفیل	ارتفاع بوته
نیتروژن	670855**	13/5**	7/2**	0/127**	8986**	237/7*
خطا a	20047	0/652	0/29	0/01	6/79	22/5
تأخیر در کاشت	19863481**	210**	198**	8/3**	177**	8475**
نیتروژن× تأخیر در کاشت	324985**	6/29*	9/12**	1/12**	14/6**	1328/2**
خطا b	13981	0/98	0/31	0/018	1/2	32/2

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال خطای آماری پنج و یک درصد

جدول 3- مقایسه میانگین اثر ساده نیتروژن و تأخیر در کاشت بر رشد و عملکرد دانه کلزا

تیمار	سطوح تیمار	عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد برگ در بوته	شاخص سطح برگ	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	شاخص کلروفیل
تاریخ کاشت	شرایط بهینه کاشت	2610a	8/6a	13/1a	3/71a	133/5a	45/8a
	تأخیری	1260b	2/75b	7/41b	2/5b	96b	41/3b
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	270>	2407a	6/25a	10/75a	3/21a	120a	46/87a
	180	2245b	6/12a	10/5a	3/1a	115ab	43/7b
	90	1847c	3/25b	9/62b	2/9b	109b	40/1c

در هر ستون و هر گروه میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال خطای پنج درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

تعداد برگ و شاخص سطح برگ

اثر نیتروژن، گرمای آخر فصل و برهمکنش این دو فاکتور بر تعداد برگ و شاخص سطح برگ کلزا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول 2). بیشترین تعداد برگ در سطوح 270 و 180 کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین 10/75 و 10/5 برگ و کمترین آن در سطح 90 کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار با میانگین 9/62 به دست آمد. همچنین بین سطح نیتروژن 180 و 270 کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری میان تعداد برگ‌ها مشاهده نشد (جدول3). کاهش در تعداد برگ‌ها در نتیجه کمبود نیتروژن گزارش شده است (12). بیشترین تعداد برگ در شرایط بهینه تاریخ کاشت با میانگین 13/1 برگ در بوته و کمترین آن در شرایط تأخیر در کاشت با میانگین 7/41 برگ در بوته به دست آمد (جدول 3). در شرایط تاریخ کاشت بهینه، مصرف 180 و 270 کیلوگرم نیتروژن در هکتار سبب افزایش شاخص سطح برگ در مقایسه با مصرف 90 کیلوگرم نیتروژن بر هکتار شد. در شرایط کشت تأخیری مصرف 270 و 180 کیلوگرم نیتروژن در هکتار سبب افزایش تعداد برگ به 8 و 7/5 برگ در بوته شد. بیشترین شاخص سطح برگ کلزا با مصرف 270 و 180 کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین 3/2 و 3/1 کمترین آن با میانگین 2/9 با مصرف 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد (جدول3). تأخیر در کاشت کلزا موجب کاهش سطح برگ کلزا به 2/5 شد. در شرایط کشت تأخیری کلزا، مصرف 270 کیلوگرم نیتروژن در هکتار سبب افزایش شاخص سطح برگ کلزا به 3/0 شد (جدول 4). مصرف نیتروژن موجب افزایش تعداد برگ و نیز سطح برگ در گیاهان زراعی می‌شود و

بخش اعظم نیتروژن مورد نیاز گیاه تا زمان وقوع گل‌دهی از خاک جذب می‌شود و سپس از برگ‌ها و ساقه به غلاف‌ها و دانه‌های در حال پر شدن انتقال می‌یابد (1). تحقیقات بیانگر آن است که تأخیر در کاشت موجب کاهش سطح برگ و تعداد برگ کلزا شد در حالی که افزایش مصرف نیتروژن موجب افزایش تعداد برگ و سطح برگ کلزا شد. بنابراین مصرف نیتروژن در شرایط تأخیر در کاشت سبب جبران اثر منفی تأخیر در کاشت می‌شود (11) که با نتایج آزمایش حاضر همخوانی دارد.

ارتفاع بوته

اثر نیتروژن، تأخیر در کاشت و برهمکنش این فاکتور بر ارتفاع گیاه کلزا در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار شد (جدول2). بیشترین ارتفاع بوته کلزا در سطح مصرف 270 کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین آن در سطح 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب با میانگین 120 و 109 سانتی‌متر به بدست آمد (جدول3). ارتفاع کلزا در شرایط بهینه دما از 133/5 سانتی‌متر به 96 سانتی‌متر در شرایط تأخیر در کاشت کاهش یافت (جدول3). آزمایش حاضر نشان داد هر چند که تأخیر در کاشت موجب کاهش ارتفاع بوته کلزا شد اما مصرف 270 کیلوگرم نیتروژن در شرایط کشت پنجم دی ماه ارتفاع بوته کلزا را به 103/2 سانتی‌متر افزایش داد. مصرف کود نیتروژن می‌تواند اثر منفی ناشی از تأخیر کاشت ارزن را کاهش دهد (15). تأخیر در کاشت کلزا موجب مواجه شدن کلزا با گرمای آخر فصل و کاهش رشد رویشی، کاهش سطح برگ و کاهش تعداد ساقه می‌شود در حالی که مصرف کود نیتروژن در شرایط تأخیر در کاشت موجب افزایش رشد رویشی و ارتفاع ساقه کلزا می‌شود (11).

جدول 4- برهمکنش سطوح نیتروژن و گرمای آخر فصل بر عملکرد دانه و خصوصیات رشد کلزا

تیمار	سطوح تیمارنیتروژن (کیلوگرم)	عملکرد دانه (کیلو گرم درهکتار)	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد برگ در بوته	شاخص سطح برگ	ارتفاع (سانتی‌متر)	شاخص کلروفیل
تاریخ کاشت 20 آبان	270	2901/0a	10/5a	13/5a	3/87a	139/75a	48/5a
	180	2800/1a	9/25a	13/50a	3/73a	135/25a	45/6b
	90	2524/5b	6/25b	12/50b	3/52b	125/75b	43/2bc
تاریخ کاشت 5 دی	270	1372/5c	4/1c	8c	3/0C	103/25c	45/2b
	180	1237/5cd	3/8c	7/5c	2/55d	91/250d	41/7c
	90	1170d	2/25d	6/75d	2/45d	92/50d	37/1d

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

شاخص کلروفیل

اثر نیتروژن، گرمای آخر فصل و برهمکنش این دو فاکتور بر شاخص کلروفیل برگ کلزا در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد (جدول2). بیشترین شاخص کلروفیل در سطح 270کیلوگرم نیتروژن در هکتار به میزان 46/87 و کمترین مقدار آن در سطح 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به میزان 40/1 به دست آمد (جدول3). بین غلظت نیتروژن در برگ‌ها و میزان کلروفیل برگ همبستگی مثبتی مشاهده شد زیرا نیتروژن عنصر اصلی تشکیل دهنده کلروفیل در گیاه است که یک عامل کلیدی در فتوسنتز محسوب می‌شود (15). کشت تأخیری موجب کاهش شاخص کلروفیل برگ کلزا شد (جدول3). بیشترین شاخص کلروفیل در شرایط بهینه با 45/8 و کمترین آن در شرایط کشت تأخیری به میزان 41/3 به‌دست آمد (جدول 3) که بیانگر کاهش شاخص کلروفیل تحت تأثیر تأخیر در

کاشت است. در شرایط بهینه و تأخیر در کاشت مصرف کود نیتروژن سبب افزایش شاخص کلروفیل شد (جدول 4). کاربرد نیتروژن سبب افزایش غلظت کلروفیل برگ گندم شد زیرا نیتروژن از اجزای اصلی ساختار کلروفیل می‌باشد (8). مصرف کود نیتروژن در شرایط کشت تأخیری با افزایش غلظت کلروفیل برگ کلزا سبب افزایش فتوسنتز و افزایش عملکرد دانه کلزا در مقایسه با عدم مصرف کود نیتروژن شد (11، 13). این نتایج تایید کننده نتایج تحقیق حاضر است زیرا نتایج نشان داد مصرف کود نیتروژن سبب بهبود شاخص کلروفیل کلزا در شرایط تأخیر در کاشت شد.

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش حاضر نشان داد تأخیر در کشت کلزا سبب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، شاخص سطح برگ و شاخص کلروفیل کلزا شد در حالی که افزایش مصرف کود نیتروژن سبب بهبود شاخص کلروفیل، عملکرد دانه و شاخص سطح برگ کلزا شد. مصرف 180 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در تاریخ کاشت تأخیری سبب افزایش عملکرد دانه کلزا در مقایسه با مصرف 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار شد اما مصرف 270 کیلوگرم نیتروژن در هکتار تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه کلزا در مقایسه با مصرف 180 کیلوگرم نیتروژن در هکتار نداشت.

منابع

1. **احمدی، م. و جاویدفر، ف.** 1380 . تغذیه گیاه روغنی کلزا (ترجمه). شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه‌های روغنی، 194 صفحه.
2. **سلطانی، ا.، عزیزی، م.، کیمبر، د. اس.، مک گرگور، د. آ. و خاوری فرامنی، س.** 1378 . کلزا: فیزیولوژی، زراعت، به نژادی و تکنولوژی زیستی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، 232 صفحه.
3. **Al-Khatib, K. and Paulsen, G.M. 1999.** High temperature effects on photosynthetic processes in temperature and tropical cereals. Crop Science, 39:119-125.
4. **Cox, M. C. and Rains, D. W. 1985.** Genetic Variation for Nitrogen Assimilation and Translocation in Wheat. I. Dry Matter and Nitrogen Accumulation. Crop Science, 25:430-435.
5. **Ehdaie, B. and Waines, J. G. 2001.** Sowing date and nitrogen rate effects on dry matter and nitrogen partitioning in bread and durum wheat. Field Crop Research, 73(1): 47-61.
6. **Fera, A. 2002.** Effects of agronomic factors on yield, yield components and oil of two spring canola genotypes. Australian Journal of Agriculture Research, 53: 1102-1110.
7. **Farre, I., Ropbertson, M. G., Walton, G. H. and Asseng, S. 2002.** Simulating phenology and yield response of canola to sowing date in Western Australia. Australian Journal of Agriculture Research, 53:1155-1164.
8. **Lemon, J. 2007.** Nitrogen management for wheat protein and yield in the sperance port zone. Department of Agriculture and Food Publisher, 25 pp.
9. **Mendham, N.J., Russel, J. and Yarosz, N.K. 1990.** Response to sowing time of three contrasting Austrralian cultivars of oil seed rape (*Brassica napus*). Journal of Agriculture Science Cambriges, 114: 274-285.

10. **Miran, K. 1999.** Effects of sowing date and density on yield and yield components of okra, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, Crop Science, 39: 131-138.

11. **Ozer, H. 2003.** Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. European Journal of Agronomy, 19: 453-463.

12. **Pinkerton, A., 1998.** Critical sulfur concentrations in oilseed rape (*Brassica napus*) in relation to nitrogen supply and to plant age. Australian Journal of Expension Agriculture, 38: 511–522.

13. **Robertson, M. J. and Holland, J. F. 2004.** Production risk of canola in the semi-arid subtropics of Australia. Australian journal of Agricultural Research, 55: 525-538.

14. **Timsina, T., Singh, U., Badaruddin, M., Meisner, C. and Amin, M. R. 2001.**Cultivar, nitrogen, and water effects on productivity, and nitrogen-use efficiency and balance for rice–wheat sequences of Bangladesh. Field Crop Research, 72: 143-161.

15. **Walker, A. J. 2001.** The effects of soil fertilizer, nitrogen and moisture on yield, oil and protein of flaxseed. Field Crop Research 932: 114-101.

16. **Whit field, D.M. 1992.** Effect of temperature and ageing on CO_2 exchange of pods of oil seed rape.Field Crop Research, 28(4):35-42.