"مجله علوم زراعي ايران"
جلد نهم، شماره ۳، پائيز ۱۳۸٦

اثر فواصل رديف كاشت بر عملكرد دانه و اجزاي آن و كارايي مصرف تابش در چهار رقم كلزا (*Brassica napus* L.) در اراضي شاليزاري گيلان

Effect of row spacing on grain yield and its components and radiation use efficiency in four rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars grown in paddy fields in Guilan

محمد هادي حسين زاده[۱]، مسعود اصفهاني[۲]، بابک ربيعي[۲] و محمد ربيعي[۳]

چكيده

حسين زاده، م. هـ. م. اصفهاني، ب. ربيعي، و م. ربيعي. ۱۳۸٦. اثر فواصل رديف كاشت بر عملكرد دانه و اجـزاي آن و كـارايي مـصرف تـابش در چهـار رقـم كلـزا (*Brassica napus* L.) در اراضي شاليزاري گيلان. مجله علوم زراعي ايران. ۹(۳): ۲۸۱-۲٦۳.

به منظور بررسي اثر فاصله رديف هاي كاشت بر عملكرد و اجزاي عملكرد ارقـام كلـزا (*Brassica napus* L.) بـراي كـشت در اراضي شاليزاري گيلان، آزمايشي طي دو سال زراعي ۸۳ -۱۳۸۲ و ۸٤-۱۳۸۳ در مؤسسه تحقيقات بـرنج كـشور (رشـت) اجـرا شـد. آزمايش به صورت اسپليت پلات با طرح پايه بلوک هاي كامل تصادفي در چهار تكـرار انجـام شـد. چهـار رقـم كلـزا بـه نـام‌هـاي Hyola308، RGS003، PF7045/91 (ساري گل) و Hyola401 به عنوان عامل اصلي و سه فاصله رديف كاشت ۲۰ ، ۲۵ و۳۰ سانتي-متر با تراكم ثابت ٤۰ بوته در متر مربع به عنوان عامل فرعي در نظر گرفته شدند. نتايج حاصل از تجزيه مركب داده هـاي دو سـاله آزمايش نشان داد كه بين ارقام كلزا از نظر عملكرد دانه، درصد روغن دانه، عملكرد روغـن دانـه، عملكـرد بيولوژيـک، طـول دوره رويش، تعداد خورجين در بوته، تعداد دانه در خورجين، طول خورجين، وزن هزار دانه، تعداد شاخه هاي فرعي درجه يـک، دو و سه و ارتفاع بوته در سطح احتمال يک درصد اختلاف معني داري وجود داشت. رقم PF7045/91 با بالاترين عملكرد دانه، درصـد روغن دانه، عملكرد روغن دانه، عملكرد بيولوژيک، طول دوره رويش، تعداد خورجين در بوته، تعداد شاخه هاي فرعي درجه يک و دو و ارتفاع بوته، نسبت به ارقام ديگر برتري داشت. بين فواصل رديف كاشت از نظر شاخص برداشت و طول دوره رويش اخـتلاف معني داري مشاهده شد. ضرايب همبستگي بين صفات نشان دادكه بين عملكرد دانه با تعدادخورجين در بوتـه (**۰/۸٤= r)، تعـداد شاخه‌هاي فرعي درجه دو(**۰/٦۰= r) و ارتفاع بوته(**۰/۹۵= r) و بين درصد روغن دانه با تعداد خورجين در بوته(**۰/۵۱= r) و ارتفاع بوته(**۰/۸٤= r) و بين عملكرد روغن دانه با عملكرد دانه(**۰/۹۹= r) و درصد روغن دانه (**۰/۸۲= r) همبـستگي مثبـت و معني داري وجود داشت. رقم PF7045/91 بيشترين و رقم Hyola308 كمترين درصد جذب تابش(به ترتيب ۷۵/۵ و ٦۱/۵ درصد) و نيز بيشترين وكمترين كارايي مصرف تابش (به ترتيب ۲/۳۳ و ۱/۵٤ گرم بر مگا ژول) را در بين ارقام كلزا داشتند و فاصـله كـشت ۲۰ سانتي‌متر نيز بيشترين درصد جذب تابش(٦۸/۵ درصد) را دارا بود. به طـور كلـي رقـم PF7045/91 بـه دليـل داشـتن خـصوصيات مرفولوژيكي مناسب و در نتيجه دارا بودن عملكرد دانه، درصد روغن و عملكرد روغن بيشتر نسبت به ساير ارقام مورد بررسي جهـت كشت دوم پس از برداشت برنج در منطقه قابل توصيه مي باشد. ضمناً دو رقم RG5003 و Hyola401 نيز به دليل زودرس تر بـودن نسبت به رقم PF7045/91 براي مناطقي كه فصل زراعي كوتاه تر مي باشد مناسب مي باشند.

واژه‌هاي كليدي: فاصله رديف كاشت،كارايي مصرف تابش، كلزا، عملكرد دانه و اجزاي آن.

تاريخ دريافت: ۱۳۸٦/٦/۲۹

۱- دانشجوي سابق كارشناسي ارشد زراعت دانشكده علوم كشاورزي دانشگاه گيلان
۲- استاديار دانشكده علوم كشاورزي دانشگاه گيلان (مكاتبه كننده)
۳- پژوهشگر مؤسسه تحقيقات برنج كشور

مقدمه

با توجه به محدود بودن اراضي قابل كشت كشور، افزايش توليد در واحد سطح، راهكار مؤثري براي افزايش توليد خواهد بود كه اين هدف از طريق بالا بردن ضريب كشت مي‌تواند تأمين شود (خوش نظر پرشكوهي، ۱۳۸۳). با توجه به سازگاري ويژه ي گياه كلزا با شرايط آب و هوايي معتدل و مرطوب شمال از يک سو و بلا استفاده ماندن شاليزارها در اكثر مناطق (حدود ۷ ماه از سال) از سوي ديگر، قابليت اين گياه به عنوان كشت پس از برداشت برنج بيش از پيش آشكار مي‌شود (فلاح، ۱۳۸۳ و قرباني، ۱۳۸۳).

پراكنش گياهان در مزرعه و يا توزيع مكاني بوته ها در مزرعه، آرايش گياهي نام دارد كه نحوه ي قرار گرفتن گياهان در مزرعه را با دو مؤلفه ي فواصل بين رديف و روي رديف ها مشخص مي كند. روشهاي مختلفي از قبيل كشت رديفي، براي ايجاد آرايش مطلوب بوته ها، جذب بيشتر تشعشعات خورشيد و در نهايت دستيابي به عملكرد مطلوب، ابداع شده است. كاهش فواصل رديف كاشت باعث پوشاندن سريع تر سطح زمين توسط برگ ها و كاهش تبخير از سطح خاک ، بهبود جذب مواد غذايي از خاک (با در نظر گرفتن توانايي و قدرت رقابت رقم و حاصلخيزي خاک) و جلوگيري از رشد علف هاي هرز مي‌شود. به طور كلي گياهان در رديف هاي باريک تر، بويژه در كشت هاي پاييزه، بهتر بر علف هاي هرز غلبه و از رشد آنها جلوگيري مي كنند. در مقابل، رديف هاي عريض تر باعث تسهيل عمليات مكانيكي در كنترل علف هاي هرز مي شود (عزيزي و همكاران، ۱۳۷۸، نصيري و همكاران، ۱۳۸۳ و Shibles and Weber, 1995). بررسي هاي برخي محققان نشان مي دهد كه فاصله كاشت به طور معني داري بر عملكرد دانه تأثير مي گذارد، به طوري كه با كاهش فواصل رديف، عملكرد دانه افزايش مي يابد (فرجي، ۱۳۸۳؛ Andersson and Andrade and Calvino, 2002; Bengtsson, 1991; Boquet, 1990; Egli, 1988; Ozer, 2003). در مقابل برخي محققان نيز گزارش كرده اند كه تغيير فاصله كاشت تأثير معني داري بر عملكرد ندارد، با اين وجود فواصل رديف باريک تر، عملكرد بيشتري داشته اند (May *et al*., 1993; Johnson and Hanson, 2003; Jasinska *et al*., 1991) جانسون و هنسون (Johnson and Hanson, 2003) گزارش كردند كه چهار فاصله رديف كاشت كه كمترين آنها، ۷/۶ سانتي متر بود، تأثير معني داري بر عملكرد كلزا نداشتند. هرچند كه فاصله كاشت ۷/۶ سانتي متر نسبت به فواصل كاشت عريض تر، عملكرد دانه بيشتري داشت. مشاهده شده است كه هر چه فاصله بين رديف هاي كاشت كمتر و فاصله روي رديف ها بيشتر شود، توزيع گياهان يكنواخت تر شده، رقابت بين گياهان كاهش يافته و در نهايت عملكرد دانه افزايش مي يابد (Andrade and Calvino, 2002).

برخي محققان معتقدند كه اثر فاصله رديف كاشت بر ميزان روغن دانه كلزا، ثابت و پايدار نيست و فاصله كشت مي تواند در شرايط محيطي مختلف، اثر متفاوتي بر ميزان روغن دانه بگذارد (Morrison *et al*., 1990b). گزارش شده است كه فاصله كاشت تأثير معني داري بر درصد روغن و عملكرد روغن كلزا ندارد (فرجي، ۱۳۸۳؛ May *et al*., Johnson and Hanson., 2003; 1993). اُزر (Ozer, 2003) گزارش كرد كه تغيير فاصله بين و روي رديف هاي كاشت تأثير معني داري بر درصد روغن دانه نداشت و افزايش فاصله بين رديف از ۱۵ به ۴۵ سانتي متر، فقط باعث افزايش اندكي در ميزان روغن دانه ها شد. اُزر (Ozer, 2003) در بررسي تأثير سه فاصله رديف ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتي‌متر بر عملكرد و اجزاي عملكرد كلزا گزارش كرد كه با افزايش فاصله رديف ها تعداد دانه در خورجين افزايش مي يابد. مندهام و همكاران (Mendham *et al*., 1981) نشان دادند كه يک رابطه مستقيم بين مقدار تشعشع دريافت شده توسط هر خورجين و تعداد دانه در خورجين

وجود دارد. فرجي (۱۳۸۳) در بررسي تـأثير سـه فاصـله رديف۱۲، ۲۴ و ۳۶ سانتي‌متر و سه ميزان بذر ۶، ۸ و ۱۰ كيلوگرم در هكتار بر عملكرد و اجـزاي عملكـرد كلـزا دريافت كه با افزايش فاصله رديف و ميزان بـذر، تعـداد دانـه در خـورجين بـه طـور معنـي داري كـاهش يافـت. فاصله رديف ۱۲ سانتي‌متر و ميـزان بـذر ۶ كيلـوگرم در هكتار، بيشترين و فاصله رديـف ۳۶ سـانتي‌متـر و ميـزان بـذر ۱۰ كيلـوگرم در هكتـار، كمتـرين تعـداد دانـه در خورجين را به خود اختصاص دادند.

حـسيني ايمنـي و نـصيري (۱۳۸۳) در مطالعـه تعيـين فاصله كشت و ميزان بذر مناسب ارقام مختلف كلـزا در اراضي شاليزاري گزارش كردند كـه در ايـن مطالعـه در بـين ارقـام Hyola308، Hyola401 و PF7045/91 و سـه فاصله كشت ۲۵، ۳۰ و ۳۵ سانتي‌متر، رقم PF7045/91 و فاصله كشت ۳۵ سانتي‌متر، بيـشترين تعـداد شـاخه هـاي فرعي در بوته را توليد كرد و در نتيجه عملكرد بالاتري نـسبت بـه سـاير ارقـام داشـت. اُزر (Ozer, 2003) در تحقيقي روي كلزا گزارش كرد كـه سـه فاصـله كـشت ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتي متـر از نظـر وزن هـزار دانـه تفـاوت معني داري با هم نداشـتند و وزن هـزار دانـه در هـر سـه فاصـله كاشـت حـدود ۴/۱ گـرم بـود. فرجـي (۱۳۸۳) گزارش كرد كه بـا افـزايش فاصـله رديـف از ۱۲ تـا ۳۶ سانتي متر، ارتفاع بوته از روند خاصي پيروي نكرد، هـر چند كه فاصله رديـف ۱۲ سـانتي متـر، بـالاترين ارتفـاع بوته را دارا بود. تحقيقات نشان داده است كه با افـزايش فواصـل رديـف كاشـت، طـول دوره رويـش در ارقـام مختلف كلزا افـزايش مـي يابـد (فرجـي، ۱۳۸۳و Ozer, 2003). اُزر (Ozer, 2003) در بررسـي تـأثير سـه فاصـله رديـف ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سـانتي‌متـر بـر عملكـرد و اجـزاي عملكرد كلزا گزارش كرد كه در هر دو سال آزمـايش، با افـزايش فاصـله رديـف، طـول دوره رويـش در ارقـام مختلف افزايش يافت و رسيدگي آنها بـه تـأخير افتـاد و در نتيجه عملكرد دانه كاهش يافت.

كـارايي مـصرف تـابش[1] (RUE) توانـايي پوشـش گياهي براي جـذب انـرژي خورشـيدي و تبـديل آن بـه ماده خشک را نشان مي دهـد (Morrison *et al*., 1995). كارايي مصرف تابش تابع آرايـش كاشـت نـوع رقـم و ويژگيهـاي فتوسـنتزي آن ماننـد حـداكثر ظرفيـت فتوسـنتزي بـرگ هـا، كـارآيي كوانتـوم و كـارآيي كربوكسيلاسيون مي باشد (Sinclair and Horie, 1989). موريـسون و همكـاران (Morrison *et al*., 1995) در مقايسه تأثير چهار ميزان بذر (۱/۵، ۳، ۶ و ۱۲ كيلـوگرم در هكتـار) و دو فاصـله كـشت ۱۵ و ۳۰ سـانتي‌متـر در كلزاي تابستانه نشان دادند كه بيشترين جذب تشعشعات فعـال فتوسـنتزي[2] (PAR) بعـد از گلـدهي و حـداكثر كارايي مصرف تابش، در فاصـله رديـف ۱۵ سـانتي‌متـر بدست آمد، ضمن اينكه با افزايش ميزان بذر در هكتار، كـارايي مـصرف تـابش كـاهش يافـت. مقـدار كـارايي مصرف تابش در تحقيق آنان به طور ميانگين ۲/۸۳ گرم ماده خـشک بـه ازاي هـر مگـا ژول انـرژي خورشـيدي جذب شـده در ناحيـه تشعـشعات فعـال فتوسـنتزي بـود. بهشتي و همكاران (۱۳۸۱) دريافتند كه آرايـش كاشـت مربع در ذرت تاثير معني داري بر كارايي مصرف تـابش داشـت و مقـدار آن در آرايـش كاشـت مربـع در همـه مراحل رشد، بيشتر از ساير آرايش‌ها (مستطيل و لـوزي) بود. به نظر نامبردگان يكي از دلايل بالاتر بودن كـارايي مصرف تابش درآرايش كاشت مربـع مـي توانـد توزيـع بهتر تابش هاي فتوسنتزي در داخل پوشش گياهي باشد.

هـدف از ايـن تحقيـق مطالعـه اثـر فواصـل رديـف كاشت بر عملكرد و اجزاي آن در چهار رقم كلـزا بـود. به منظور تفسير بهتر نتايج علاوه بر صفات درصد روغن دانه، عملكرد روغـن دانـه و شـاخص برداشـت، درصـد جذب تـابش و كـارايي مـصرف آن نيـز مـورد بررسـي قرار گرفت.

1- Radiation Use Efficency
2- Photosynthetic Active Radation

مواد و روش ها

ايـــن تحقيـــق در دو ســـال زراعـــي ۸۳ -۱۳۸۲ و ۸۴ -۱۳۸۳ در مزرعه تحقيقاتي مؤسسه تحقيقـات بـرنج كشور واقع در رشت به اجرا گذاشته شد. ميانگين دماي هوا، ميزان بارندگي و مجموع ساعات آفتـابي ماهانـه دو سال اجراي آزمايش در جدول ۱ ارائه شده است. خاک محل اجراي آزمايش داراي ۴ درصـد شـن، ۵۲ درصـد سيلت و ۴۴ درصد رس بوده و در كلاس بافتي سـيلتي-رسي قرار داشت و اسيديته آن ۶/۹ بود. اين آزمايش بـه صورت كرت هاي خرد شده در قالب طرح بلوک هاي كامل تصادفي در چهار تكرار انجام شد كه در آن عامل رقم در چهار سطح شامل Hyola308 (بهاره و زودرس)، RGS003 (بينـابين و متوسـطرس)، PF7045/91 (سـاري گل)(بينابين و ديـررس) و Hyola401 (بهـاره و متوسـط رس) در كرت هاي اصلي و عامل فاصله رديف در سـه سطح ۲۰، ۲۵ و۳۰ سانتي‌متر (با تراكم ثابت ۴۰ بوته در متر مربع) در كرت هاي فرعي قـرار داده شـدند. جهـت ايجاد دقيق فواصل رديف مورد نظر، كشت بـه صـورت نشايي انجام شد. زمين محل اجراي تحقيق در سال هـاي ۸۲ و ۸۳ زير كشت برنج بود. هر كرت فرعي با فواصـل رديف ۲۰، ۲۵ و۳۰ سانتي‌متر، به ترتيـب شـامل ۱۰، ۸ و ۷ خط كاشت به طول ۴ متر بود و فاصـله بوتـه هـا روي رديـف بـه ترتيـب ۱۲/۵، ۱۰ و ۸/۳ سـانتي‌متـر در نظـر گرفته شدند. جهت جلوگيري از غرقـاب شـدن زمـين و خـروج آب اضـافي، زهكـش هـايي در اطـراف و بـين كرت هاي اصـلي حفـر شـد. بعـد از برداشـت بـرنج در اواخر شهريور، عمليات شخم توسط تيلر انجام و همـراه با شخم، ۱۵۰ كيلـوگرم در هكتـار فـسفر از منبـع سـوپر فسفات تريپـل، ۱۰۰ كيلـوگرم در هكتـار پتـاس از منبـع سـولفات پتاسـيم بـه خـاک داده شـد و همچنـين ۱۰۰ كيلـوگرم در هكتـار نيتـروژن از منبـع اوره، قبـل از نشاكاري، به خاک اضافه شد. براي كنتـرل علـف‌هـاي-هرز از علف‌كش ترفلان، بـه ميـزان ۲/۵ ليتـر در هكتـار قبل از كاشت استفاده شد. انتقال گياهچه هـاي كلـزا بـه زمـــين اصـــلي در مرحلـــه ي ۵ تـــا ۷ برگـــي (مراحل رشدي ۱/۰۵ تا ۱/۰۷ بر اساس جدول كد بندي

جدول۱- اطلاعات هواشناسي براي فصل زراعي در ايستگاه مؤسسه تحقيقات برنج كشور در رشت در سال هاي ۸۳-۸۲ و ۸۴-۸۳

Table 1. Meteorological Date In field station of Rice Research Institute of Iran in Rasht, in 2003-2004 and 2004-2005 cropping seasons.

Month	ماه	دما (درجه سانتيگراد) Temperature(ºC) ۸۳-۸۲ 2003-2004 كمينه Min.	۸۳-۸۲ 2003-2004 بيشينه Max.	۸۴-۸۳ 2004-2005 كمينه Min.	۸۴-۸۳ 2004-2005 بيشينه Max.	مجموع ميزان نزولات (ميلي متر) Total precipitation (mm) ۸۳-۸۲ 2003-2004	۸۴-۸۳ 2004-2005	مجموع ساعات آفتابي Total sunny hours ۸۳-۸۲ 2003-2004	۸۴-۸۳ 2004-2005
Dec.	دي	4.4	14.9	2.5	12.6	58.2	188.6	112.1	130
Jan.	بهمن	5.4	16.1	0.6	8.3	55.9	256.9	135.3	81.6
Feb.	اسفند	5.6	13.3	5	15.4	172.4	50.1	79.3	106.2
Mar.	فروردين	8.2	19.7	7.1	17.9	164.4	97	218.2	153
Apr.	ارديبهشت	13.6	21.7	13.9	22.4	77.2	53.5	118.6	141.7
May.	خرداد	16.8	26	18.3	27.6	70.9	54.4	232.5	234.9
Mean.	ميانگين	9.0	18.6	7.9	17.3				
Total	مجموع	_	_	_	_	599	700.5	896	847.4

سيلوستر- برادلي و ميكپيس (Sylvester Bradley and Makepeace, 1984) در اوايل دي ماه هر دو سال، انجام گرفت. حدود يک ماه بعد، عمليات وجين به صورت دستي انجام شد. پس از رفع كامل سرماي زمستانه، كود نيتروژن سرک در دو مرحله (قبل از ساقه رفتن و قبل از گل‌دهي، به ترتيب در مراحل رشدي ۲ و ۳/۳) به ميزان ۱۰۰ كيلوگرم در هكتار از منبع اوره مصرف شد. در طول دوره رشد گياهان هيچ گونه بيماري و آفتي مشاهده نشد. با توجه به كفايت نزولات جوي طي دوره رويش، آبياري انجام نشد. در سال دوم به دليل بارش سنگين برف، تعداد محدودي از گياهچه ها از بين رفتند كه در مرحله رشدي ۱/۰۶ ، مبادرت به واكاري نشاي كلزا شد (درصد واكاري ۵ درصد بود). مطالعه مراحل فنولوژيک با ديده باني ۲ روز يک بار از مزرعه بر روي ۳ بوته از هر كرت فرعي و بر اساس كدبندي سيلوستر- برادلي و ميكپيس (Sylvester-Bradly and Makepeace, 1984) انجام شد. به منظور بررسي صفات گياهي در مرحله رشدي ۶/۸، تعداد ۱۰ بوته از هر كرت فرعي به طور تصادفي انتخاب و ارتفاع بوته، از ناحيه طوقه تا انتهايي ترين بخش ساقه اصلي، تعداد شاخه هاي فرعي درجه يک، دو و سه، تعداد خورجين در هر بوته، طول خورجين و تعداد دانه ها در هر خورجين، اندازه گيري و ميانگين آنها ثبت شدند. با رسيدن محصول و تغيير رنگ خورجين ها به رنگ كاهي، عمليات برداشت در اوايل خرداد ماه بر اساس رطوبت ۳۵ درصد دانه ها به صورت دستي (دو مرحله اي غير مستقيم) از مساحت ۲ متر مربع در هر كرت، انجام شد. محصول درو شده به مدت ۲ روز در معرض آفتاب خشكانيده شده و سپس خرمن كوبي شد. محصول هر كرت فرعي بر اساس رطوبت ۱۲ درصد، به طور جداگانه توزين و سپس به واحد هكتار تعميم داده شد. روغن دانه ها با استفاده از حلال استن و دستگاه سوكسله (Soxtec System HT,Tecator,Sweden) استخراج و مقدار آن به درصد محاسبه شد. عملكرد روغن از حاصلضرب درصد روغن در عملكرد دانه محاسبه شد. وزن هزار دانه با استفاده از دستگاه مخصوص شمارش‌گر بذر روي ۱۰۰۰ عدد دانه كه به طور تصادفي از هر كرت فرعي انتخاب شده بود، در آزمايشگاه تعيين شد. گياهان برداشت شده از فضاي عملكرد هر كرت فرعي، پس از خشكانيدن كامل در ۷۲ درجه سانتيگراد در آون، توزين و به عنوان عملكرد بيولوژيک در نظر گرفته شدند. شاخص برداشت، از تقسيم عملكرد دانه بر عملكرد بيولوژيک بدست آمد و بر حسب درصد ثبت شد. پس از بسته شدن كامل سايه- انداز گياهي، در مراحل رشدي ۵/۴ ، ۵/۹ و ۶/۶، در روزهاي كاملاً آفتابي، بين ساعات ۱۱ تا ۱۳، ميزان تابش فعال فتوسنتزي (PAR)، با استفاده از دستگاه سنجش تابش (Skye Instruments LTD, UK)، در بالا، وسط و عمق سايه انداز در ۴ نقطه از هر كرت فرعي اندازه گيري و ميانگين آنها به عنوان تابش دريافتي در محدوده PAR براي هر كرت فرعي در نظر گرفته شد (Singer, 2001). براي تعيين درصد جذب تابش (LI) از رابطه زير استفاده شد (Wells *et al.*, 1991):

$$LI\% = (1 - I/I_o) \times 100 \quad (1)$$

I= ميزان تابش در زير سايه انداز گياهي

I_o= ميزان تابش در بالاي سايه انداز گياهي

تابش ورودي روزانه بر اساس رابطه زير و با استفاده از اطلاعات هواشناسي بدست آمد (Rietveld, 1987):

$$Rs = Ra\,[\,a + b\,(n/N)] \quad (2)$$

Rs= تابش خورشيدي رسيده به سطح زمين

Ra= ميزان تابش در بالاي جو (مگاژول در متر مربع در روز)

a و b= ضرايب مخصوص هر محل (براي عرض جغرافيايي رشت به ترتيب ۰/۲۵ و ۰/۵)

n= تعداد ساعات آفتابي واقعي محل (بر اساس اطلاعات هواشناسي)

N = تعداد ساعات آفتابي بالقوه محل

تابش جذب شده در هر نمونه برداري از حاصل ضرب تابش ورودي محاسبه شده (Rs) در درصد تابش جذب شده (LI) بدست آمد و در نهايت مقدار كل تابش جذب شده به صورت تجمعي محاسبه شد (Keating *et al.*, 1993; Kiniry *et al.*, 2005). ۴۵ درصد از تابش ورودي روزانه به عنوان PAR در نظر گرفته شد (Montieth and Unsworth, 1990). كارآيي مصرف تابش (RUE)، از طريق محاسبه شيب خط رگرسيون ماده خشک كل (گرم در متر مربع) و تابش تجمعي (مگاژول بر متر مربع در روز) برآورد شد (Kiniry *et al.*, 1989, Kemanian *et al.*, 2004).

تجزيه واريانس و مقايسه ميانگين‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۶/۱۲ و SPSS نسخه ۱۱/۹ و ترسيم شكل ها با نرم افزار Excel نسخه ۲۰۰۳ انجام شد. ضرايب همبستگي با استفاده از نرم افزار SPSS (روش Pearson) محاسبه شد.

نتايج و بحث

در جدول شماره ۱ ميانگين دماي كمينه و بيشينه، ميزان بارندگي و مجموع ساعات آفتابي ماهيانه در دو سال زراعي ۸۳-۱۳۸۲ و۸۴-۱۳۸۳ ارائه شده است. ميانگين كمينه و بيشينه دما در سال زراعي ۸۳ نسبت به سال زراعي ۸۲، به ترتيب ۱/۱ و ۱/۳ درجه سانتيگراد كمتر بود و ميانگين بيشينه دما در سال زراعي ۸۲، ۱/۳ درجه سانتيگراد كاهش نشان داد. در سال زراعي ۸۲ و در ماه هاي دي و بهمن كه زمان استقرار گياهچه هاي كلزا در زمين اصلي بود، دماي هوا بسيار مناسب بود، اما در سال زراعي ۸۳ كاهش شديد دما به ويژه در بهمن ماه (به دليل بارش سنگين برف در اواخر بهمن ماه) باعث شد كه بر خلاف سال اول، گياهچه‌هاي كلزا رشد رويشي مناسبي قبل از گلدهي نداشته باشند. ميزان بارندگي در سال ۸۳ نسبت به سال ۸۲، ۱۶/۹ ميلي‌متر بيشتر بود، اما در سال ۱۳۸۳ ميزان بارندگي در ماه هاي اسفند، فروردين، ارديبهشت و خرداد كه مقارن با رشد و نمو گياه و پر شدن دانه ها مي باشد، كمتر بود. ميانگين ساعات آفتابي در سال ۸۳ نسبت به سال ۸۲، ۸/۱ ساعت كاهش داشت. مجموع شرايط محيطي(دما، بارندگي و مجموع ساعات آفتابي) در سال اول آزمايش(۱۳۸۲) نسبت به سال دوم آزمايش(۱۳۸۳) براي رشد گياه كلزا در شرايط اين آزمايش، مناسب‌تر بود. در نتيجه اثر سال در همه صفات مورد بررسي اين آزمايش در سطح احتمال يک درصد معني دار بود. براي جلوگيري از تكرار، اين موضوع در ارائه نتايج مربوط به صفات مورد بررسي قيد نخواهد شد.

عملكرد دانه

در اين تحقيق بين فواصل كاشت از نظر عملكرد دانه اختلاف معني داري مشاهده نشد (جدول۲)، اما فاصله كشت ۲۰ سانتي‌متر با ميانگين عملكرد ۱۷۷۷ كيلوگرم در هكتار بيشترين و فاصله كشت ۳۰ سانتي‌متر با ميانگين عملكرد دانه ۱۷۰۶ كيلوگرم در هكتار كمترين عملكرد دانه را به خود اختصاص دادند(جدول۳). رقم PF7045/91 با ميانگين عملكرد دانه ۲۰۴۳ كيلوگرم در هكتار بيشترين، و رقم Hyola308 با ميانگين عملكرد دانه ۱۳۰۳ كيلوگرم در هكتار كمترين عملكرد دانه را داشتند. رقم PF7045/91 در سال اول با ميانگين عملكرد دانه ۲۶۷۶ كيلو گرم در هكتار بيشترين، و رقم Hyola308 در سال دوم با ميانگين عملكرد دانه ۵۷۵ كيلوگرم در هكتار كمترين عملكرد دانه را دارا بودند (جدول۴). نتايج حاصل از اين تحقيق نشان داد كه رقم PF7045/91 بدليل بيشتر بودن تعداد خورجين در بوته، تعداد شاخه هاي فرعي درجه دو، عملكرد بيولوژيک و ارتفاع بوته، داراي عملكرد دانه بالاتري نسبت به ارقام ديگر بود. محاسبه ضرايب همبستگي بين صفات دو سال آزمايش (جدول۵) نيز مؤيد اين مطلب بود، به طوري كه همبستگي مثبت و معني داري بين عملكرد دانه با تعداد خورجين در بوته ($r=۰/۸۴^{**}$)، تعداد شاخه-هاي فرعي درجه دو ($r=۰/۶۰^{**}$)، عملكرد بيولوژيک ($r=۰/۹۰^{**}$) و ارتفاع بوته ($r=۰/۹۵^{**}$) مشاهده شد.

جدول ۲- تجزيه واريانس مركب براي صفات مختلف گياهي مورد مطالعه در چهار رقم كلزا كشت شده در شاليزار در دو سال زراعي ۸۳-۸۲ و ۸۴-۸۳

Table 2. Combined analysis of variance for different plant characteristics in four rapeseed cultivars sown in paddy fields in 2003-2004 and 2004-2005 Cropping seasons.

منابع تغييرات S.O.V.		درجه آزادي df	ميانگين مربعات (MS)													
			عملكرد دانه GY[1]	درصد روغن OP[2]	عملكرد روغن OY[3]	تعداد خورجين در بوته NS[4]	وزن هزار دانه 1000GW[5]	شاخص برداشت HI[6]	عملكرد بيولوژيک BY[7]	تعداد دانه در خورجين NGS[8]	طول خورجين SL[9]	طول دوره رويش GD[10]	ارتفاع بوته PH[11]	تعداد شاخه‌هاي فرعي درجه يک AB(1)[12]	تعداد شاخه‌هاي فرعي درجه دو AB(2)[13]	تعداد شاخه‌هاي فرعي درجه سه AB(3)[14]
Year (Y)	سال	1	48412062**	208**	6623928**	250002**	2.04**	1138.9**	378857334**	33.6**	541.5**	11440**	33189/8**	17.51**	37.5**	337.5**
R/Year	سال/تكرار	6	718988	10.96	73775	5613	0.095	226.11	3334791	5.5	9	0.04	56	1.67	7.1	2.43
Cultivar (C)	رقم	3	2328743**	36.7**	408215**	44108.5**	5.2**	114.93^{ns}	53677611**	85**	419**	159**	4850.06**	16.48**	6.12*	26.7**
C×Y	سال × رقم	3	90420**	44.7**	25455*	10404**	0.13*	42.2 ^{ns}	4416358	24**	58.5**	5.25**	356.42**	1.98**	11.6**	26.3**
Error a	خطاي a	18	125579	6.5	16911	1230	0.082	130.47	7138677	2.2	10.6	0.03	40.9	0.47	1.23	1.13
Row Spacing (R)	فاصله كشت	2	42009^{ns}	1.6^{ns}	8228 ^{ns}	45.32^{ns}	0.03 ^{ns}	196.31*	10343917**	0.47^{ns}	0.4^{ns}	27**	4.59 ^{ns}	0.19 ^{ns}	0.32 ^{ns}	0.37 ^{ns}
R×Y	سال × فاصله كشت	2	64572 ^{ns}	0.5^{ns}	6908 ^{ns}	1596.4^{ns}	0.02 ^{ns}	65.16 ^{ns}	2507347 ^{ns}	1.8^{ns}	6.03^{ns}	0.16*	4.15^{ns}	0.32 ^{ns}	5.28*	2.62*
C×R	رقم×فاصله كشت	6	109626^{ns}	2.5 ^{ns}	11286 ^{ns}	1409 ^{ns}	0.03^{ns}	134.87*	3295015 ^{ns}	1.5^{ns}	4.7^{ns}	0.48**	8.39^{ns}	0.75 ^{ns}	1.23^{ns}	0.8 ^{ns}
C×R×Y	سال×رقم×فاصله كشت	6	81287 ^{ns}	4.3 ^{ns}	7463 ^{ns}	595.5^{ns}	0.02^{ns}	40.06 ^{ns}	2984929 ^{ns}	0.23^{ns}	6.6^{ns}	0.08 ^{ns}	13.32^{ns}	0.29 ^{ns}	0.92^{ns}	1.2^{ns}
Error b	خطاb	48	73209	2.4	6874	865.5	0.04	48.33	2014936	2.04	7.3	0.04	17.1	0.38	1.44	0.54
CV (%)	درصد ضريب تغييرات	-	15.5	4.7	14.0	17.0	5.5	25.0	21.0	5.6	3.7	1.5	4.7	16.5	32.2	24.0

* و **: به ترتيب معني دار در سطح احتمال ۵% و ۱%

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

ns: غير معني دار

ns: Non significant.

1 ,2 ……, 14 are abbreviation for: Grain Yield, Oil Precent, Oil Yield, Number of Siliques, 1000 Grain Weight, Harvest Index, Biologic Yield, Number of Grains per Silique, Silique Length, Growth Duration, Plant Height, First orderAuxiliary Branches, Second order Auxiliary Branches, Third order Auxiliary Branches.

جدول ۳- مقايسه ميانگين صفات گياهي مورد مطالعه در چهار رقم كلزا در سه فاصله رديف، كشت شده در شاليزار در دو فصل زراعي ۸۳-۸۲ و ۸۴-۸۳

Table 3. Mean comparison of different plant characteristics of four rapeseed cultivars grown in Paddy field, in 2003-2004 and 2004-2005 cropping seasons.

تيمار Treatment	عملكرد دانه (كيلوگرم‌در هكتار) GY (kg/ha)	درصد روغن OP(%)	عملكردروغن (كيلوگرم‌درهكتار) OY (kg/ha)	تعداد خورجين در بوته NS	وزن هزار دانه (گرم) 1000GW (g)	شاخص برداشت (درصد) HI (%)	عملكرد بيولوژيک (كيلوگرم‌درهكتار) BY (kg/ha)	تعداد دانه در خورجين NGS	طول خورجين (ميليمتر) SL (mm)	طول دوره رويش (روز) GD (Day)	ارتفاع بوته (سانتي‌متر) PH (cm)	تعداد شاخه‌هاي فرعي درجه يک AB(1)	تعداد شاخه‌هاي فرعي درجه دو AB(2)	تعداد شاخه‌هاي فرعي درجه سه AB(3)
Cropping season فصل زراعي														
2003-2004	2448a	34.6a	852a	223.6a	3.7b	30.4a	8618a	24.7b	70.3b	118.8a	106a	3.3b	4.3a	4.9a
2004-2005	1028b	31.6b	327b	121.5b	4.04a	23.5b	4645b	25.9a	75.1a	140.7b	69b	4.1a	3.1b	1.8b
Cultivar رقم														
Hyola308	1303b	31.36b	406.4c	147.2c	3.46c	30.2a	4489b	26.4a	77.50a	126.8d	69.2c	2.87c	3.33b	4.54a
RGS003	1817a	33.67a	629.1ab	177.8b	3.89b	26.4a	7100a	24.6b	73.90b	130.9b	88.2b	3.70b	3.66ab	2.79b
PF7045/91	2043a	34.19a	714.6a	230.9a	3.68bc	25.7a	7968a	22.9c	67.50c	132.7a	103.9a	4.87a	4.45a	2.04b
Hyola401	1788a	33.3ab	606.6b	134.7c	4.54a	25.6a	9697a	27.1a	72.04b	128.6c	88.7b	3.58b	3.45b	2.87b
Row spacing (cm) فاصله‌رديف (سانتي‌متر)														
۲۰(20)	1777a	33.35a	607.6a	173.2a	3.9a	28ab	6544ab	25.4a	72.7a	128.7b	87.3a	3.68a	3.65a	3.00a
۲۵(25)	1731a	32.9a	581.1a	173.5a	3.86a	28.7a	6111b	25.2a	72.8a	130.3a	87.6a	3.84a	3.84a	3.18a
۳۰(30)	1706a	33.15a	578.8a	171.3a	3.82a	24.1b	7238a	25.2a	72.6a	130.3a	87.3a	3.75a	3.7a	3.00a

ميانگين هاي، در هر ستون و تيمار، كه داراي حداقل يك حرف مشترك مي باشند، بر اساس آزمون توكي در سطح احتمال ۵% تفاوت معني دار ندارند.

Means, in each column and treatment, followed by at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level-using Tukey's Test.

1 ,2 ……, 14 are abbreviation for: Grain Yield, Oil Precent, Oil Yield, Number of Siliques, 1000 Grain Weight, Harvest Index, Biologic Yield, Number of Grains per Silique, Silique Length, Growth Duration, Plant Height, First orderAuxiliary Branches, Second order Auxiliary Branches, Third order Auxiliary Branches.

جدول۴- اثر متقابل سال × رقم روي صفات گياهي چهار رقم كلزا كشت شده در شاليزار در دو فصل زراعي ۸۳-۸۲ و ۸۴-۸۳

Table 4. Interaction of cropping season × cultivar on different plant characteristics in four rapeseed cultivars grown in Paddy field in 2003-2004 and 2004-2005 cropping seasons.

رقم Cultivar	عملكرددانه (كيلوگرم‌در هكتار) GY (kg/ha)	درصد روغن OP(%)	عملكردروغن (كيلوگرم‌درهكتار) OY (kg/ha)	تعداد خورجين در بوته NS	وزن هزار دانه (گرم) 1000GW (g)	شاخص برداشت (درصد) HI (%)	عملكرد بيولوژيک (كيلوگرم‌درهكتار) BY (kg/ha)	تعداد دانه در خورجين NGS	طول خورجين (ميليمتر) SL (mm)	طول دوره رويش (روز) GD (Day)	ارتفاع بوته (سانتي‌متر) PH (cm)	تعداد شاخه‌هاي فرعي درجه يک AB(1)	تعداد شاخه‌هاي فرعي درجه دو AB(2)	تعداد شاخه‌هاي فرعي درجه سه AB(3)
Cropping season 2003-2004 فصل زراعي ۱۳۸۳-۱۳۸۲														
Hyola308	2031.2b	33.88b	629.0b	227.0b	3.22e	32.9a	6745.2abc	27.06a	77.4a	115.3h	82.6c	2.75c	4.91a	7.91a
RGS003	2597.1a	35.94a	931.25a	230.7ab	3.75cd	28.6a	9548.2a	23.5b	70.9b	120.3f	110.8b	2.91c	3.6ab	4.5b
PF7045/91	2676.0a	36.74a	980.67a	266.3a	3.63d	29.4a	9576.0a	21.4c	64.8c	122.2e	122.2a	4.58ab	5.0a	3c
Hyola401	2487.8ab	34.86a	866.67a	170.7c	4.39b	30.8a	8603.0ab	26.9a	68.3bc	117.6g	108.7b	3.08c	3.90a	4.3b
Cropping season 2004-2005 فصل زراعي ۱۳۸۴-۱۳۸۳														
Hyola308	575.1d	31.84b	184e	67.4e	3.7d	27.5a	2233.3d	25.7a	77.6a	138.4d	55.7e	3.0c	1.7c	1.1d
RGS003	1037.2cd	31.4b	327d	124.9d	4.0c	24.2a	4653.3cd	25.9a	76.9a	141.5b	65.5d	4.5ab	3.7a	1.1d
PF7045/91	1410.7c	31.65b	448.5c	195.5bc	3.7d	22.0a	6360.8abc	24.5b	70.1b	143.2a	85.5c	5.1a	3.9a	1.1d
Hyola401	1088.0c	31.75b	346.5cd	98.6de	4.7a	20.4a	5332.5bcd	27.4a	75.7a	139.6c	68.8d	4.9ab	3bc	4.1d

ميانگين هاي، در هر ستون و تيمار، كه داراي حداقل يك حرف مشترك مي باشند، بر اساس آزمون توكي در سطح احتمال ۵% تفاوت معني دار ندارند.

Means, in each column and treatment, followed by at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level-using Tukey's Test.

1 ,2 ……, 14 are abbreviation for: Grain Yield, Oil Precent, Oil Yield, Number of Siliques, 1000 Grain Weight, Harvest Index, Biologic Yield, Number of Grains per Silique, Silique Length, Growth Duration, Plant Height, First orderAuxiliary Branches, Second order Auxiliary Branches, Third order Auxiliary Branches.

همچنين عملكرد دانه با شاخص برداشت (r=۰/۵۱*)، نيز همبستگي مثبت و معني داري داشت. اين نتايج با يافته هاي برخي محققين ديگر نيز مطابقت دارد (ربيعي و صفا، ۱۳۸۳، ربيعي و همكاران، ۱۳۸۳و فرجي، ۱۳۸۳).

يافته هاي بعضي محققين نيز نشان داده است كه فاصله كاشت تأثير معني داري بر عملكرد دانه كلزا ندارد (Johnson and Hanson; Jasinska *et al.*, 1991 2003)، ولي بيشتر محققين بر اين باورند كه حداكثر عملكرد دانه زماني بدست مي‌آيد كه فاصله رديف هاي كاشت نزديک تر باشد (Andrade and Calvino, 2002; Ozer, 2003; Egli, 1988; Cooper, 1997). وقتي گياهان به صورت رديفي كشت مي شوند، رقابت درون گونه اي آنها به واسطه تغيير در مورفولوژي گياه و افزايش تعداد منابع و مقاصد، افزايش مي يابد (Keating and Carberry, 1993). موريسون و همكاران (Morrison *et al*., 1990) گزارش كرد كه گياهاني كه در فاصله كاشت ۱۵ سانتي‌متر كاشته شده بودند، در مقايسه با فاصله كاشت ۳۰ سانتي‌متر، عملكرد بيشتري داشتند. جانسون و هنسون (Johnson and Hanson, 2003) گزارش كردند كه عملكرد بيشتر دانه در فاصله كاشت باريک تر (هم فاصله تر) نسبت به رديف هاي عريض تر، به دليل توزيع يكنواخت تر بوته‌ها است كه باعث توزيع مناسب تر تشعشعات خورشيدي در پوشش گياهي شده و در نتيجه باعث كاهش رقابت درون گونه اي مي شود و اين موضوع سبب زياد تر شدن تعداد خورجين ها در بوته مي‌شود. بنابراين به نظر مي رسد كه با كاهش فاصله رديف هاي كاشت مي توان رقابت بين گياهان را در جذب نور و مواد غذايي كاهش و عملكرد را افزايش داد.

درصد روغن

رقمPF7045/91 با ميانگين ۳۴/۱ و رقم Hyola308 با ميانگين ۳۱/۳ درصد به ترتيب بيشترين و كمترين درصد روغن را دارا بودند. رقم PF7045/91 در سال اول با ميانگين ۳۶/۷ درصد بيشترين و رقم RGS003 در سال دوم با ميانگين ۳۱/۴ درصد كمترين درصد روغن را دارا بودند (جدول۴). نتايج نشان داد كه درصد روغن با تغيير فاصله كاشت، تغيير معني داري نكرد (جدول۲)، اما فاصله كاشت ۲۰ سانتي‌متر با متوسط ۳۳/۳، بيشترين درصد روغن را توليد كرد (جدول۳).

نتايج حاصل از اين آزمايش نشان داد كه رقم PF7045/91 داراي درصد روغن بالاتري نسبت به ارقام ديگر بود. نتايج يافته هاي ساير محققين نيز بيانگر بالابودن درصد روغن در رقمPF7045/91 مي‌باشد (ربيعي و صفا، ۱۳۸۳و ربيعي و همكاران، ۱۳۸۳). محاسبه ضرايب همبستگي بين صفات دو سال آزمايش (جدول ۵) نيز مؤيد اين مطلب بود، به طوري كه همبستگي مثبت و معني داري بين درصد روغن با عملكرد دانه (r=۰/۷۵**)، تعداد خورجين در بوته (r=۰/۵۱**)، عملكرد بيولوژيک (r=۰/۷۳**) و ارتفاع بوته (r=۰/۸۴**) مشاهده شد. درصد روغن با طول خورجين (r= -۰/۷۹**) و تعداد دانه در خورجين (r= -۰/۶۶**) و طول دوره رويش(r= -۰/۵۳**) همبستگي منفي و معني داري داشت. به نظر مي‌رسد كه با افزايش طول خورجين، تعداد دانه در خورجين زياد تر مي شود وسهم هر بذر از مواد فتوسنتزي كمتر شده و بر درصد روغن تأثير منفي مي گذارد. همچنين با افزايش طول دوره رويش، احتمال مواجهه گياه با تنش خشكي و دماي بالاي آخر فصل بيشتر شده و درصد روغن دانه ها كاهش مي يابد. نتايج حاصل از اين آزمايش نيز اين موضوع را تأييد كرد، به طوري كه در سال دوم طول دوره رويش ۲۱/۹ روز بيشتر و مجموع حرارت دريافت شده (∑GDD) نيز ۱۰۶ واحد بيشتر بود (مجموع حرارت دريافت شده در سال اول و دوم به ترتيب ۱۰۳۶ و ۱۱۴۲روز درجه - رشد). با توجه به اينكه اين آزمايش در شرايط بدون آبياري(Rainfed) انجام شد، به نظر مي رسد كه افزايش طول دوره رويش

جدول۵- ضرایب همبستگي بين صفات گياهي چهار رقم کلزا کشت شده در شاليزار در دو فصل زراعي ۸۳-۸۲ و ۸۴-۸۳

Table 5. Correlation coefficients between different plant characteristics in four rapeseed cultivars grown in Paddy field, in 2003-2004 and 2004-2005 croppin seasons.

Traits		صفات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
(1)	OP	درصدروغن	1													
(2)	OY	عملکردروغن	0.82**	1												
(3)	GY	عملکرد دانه	0.75**	0.99**	1											
(4)	SL	طول‌خورجین	-0.79**	-0.77**	-0.73**	1										
(5)	NGS	تعداد دانه درخورجین	-0.66**	-0.52**	-0.46*	0.68**	1									
(6)	**NS**	تعداد خورجین دربوته	0.51**	0.81**	0.84**	-0.63**	-0.60**	1								
(7)	1000 GW	وزن هزار دانه	0.02^{ns}	-0.16^{ns}	-0.20^{ns}	-0.04^{ns}	0.38^{ns}	-0.50*	1							
(8)	PH	ارتفاع بوته	0.84**	0.97**	0.95**	-0.88**	-0.61**	0.83**	-0.13^{ns}	1						
(9)	AB(1)	تعداد شاخه فرعي درجه يک	-0.07^{ns}	-0.18^{ns}	-0.20^{ns}	-0.29^{ns}	-0.31^{ns}	0.04^{ns}	0.16^{ns}	0.02^{ns}	1					
(10)	AB(2)	تعداد شاخه فرعي درجه دو	0.20^{ns}	0.56**	0.60**	-0.40^{ns}	-0.25^{ns}	0.81**	-0.35^{ns}	0.58**	0.22^{ns}	1				
(11)	AB(3)	تعداد شاخه فرعي درجه‌سه	0.12^{ns}	0.55**	0.62**	-0.01^{ns}	0.14^{ns}	0.60**	-0.46*	0.41*	-0.61**	0.57**	1			
(12)	BY	عملکرد بيولوژيک	0.73**	0.91**	0.90**	-0.77**	-0.48*	0.80**	-0.08^{ns}	0.91**	0.05^{ns}	0.61**	0.47*	1		
(13)	HI	شاخص برداشت	0.21*	0.48*	0.51*	-0.12^{ns}	0.10^{ns}	0.40^{ns}	-0.41*	0.34^{ns}	-0.53^{ns}	0.20^{ns}	0.57**	-0.12^{ns}	1	
(14)	GD	طول دوره رويش	-0.53**	-0.81**	-0.84**	0.36^{ns}	0.12^{ns}	-0.66**	0.32^{ns}	-0.70**	0.60**	-0.50*	-0.87**	-0.67**	-0.65**	1

* و **: به ترتيب معني دار در سطح احتمال ۵% و ۱%

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

ns: غير معني دار

ns: Non significant.

1 ,2 ……, 14 are abbreviation for: Grain Yield, Oil Precent, Oil Yield, Number of Siliques, 1000 Grain Weight, Harvest Index, Biologic Yield, Number of Grains per Silique, Silique Length, Growth Duration, Plant Height, First orderAuxiliary Branches, Second order Auxiliary Branches, Third order Auxiliary Branches.

و مواجه شدن گياهان با شرايط گرم تر اواخر فصل رويش، بر ميزان روغن دانه ها در سال دوم تأثير منفي داشته و درصد روغن را به طور معني داري كاهش داد. فرجي (۱۳۸۳) نيز در بررسي اثر فواصل رديف كاشت بر عملكرد و اجزاي عملكرد كلزا گزارش كرد كه درصد روغن با طول دوره رويش همبستگي منفي و معني‌داري داشت. مايلر و كورنيش (Mailer and Cornish, 1987) گزارش كردند كه تنش خشكي در اواخر فصل رشد، موجب كاهش درصد روغن كلزا مي شود. كانوين (Canvin, 1965) گزارش كرد كه دما يكي از مهم ترين عوامل محيطي تاثير گذار بر مقدار روغن دانه ها محسوب مي شود و با افزايش دما، درصد روغن دانه كاهش مي يابد. درصد روغن علاوه بر تأثيرپذيري از شرايط محيطي، يک خصوصيت ژنتيكي است و در ارقام مختلف متفاوت مي‌باشد (ربيعي و صفا. ۱۳۸۳و ربيعي و همكاران، ۱۳۸۳). نتايج ساير محققين نيز نشان داده است كه فاصله كاشت تأثير معني داري بر درصد روغن ندارد (Ozer, 2003; Johnson and Hanson, 2003).

عملكرد روغن

رقمPF7045/91 با ميانگين ۷۱۴/۶ و رقم Hyola308 با ميانگين ۴۰۶/۴ كيلوگرم در هكتار به ترتيب بيشترين و كمترين عملكرد روغن را دارا بودند. رقم PF7045/91 در سال اول با ميانگين ۹۸۰/۶ كيلوگرم در هكتار بيشترين و رقم Hyola308 در سال دوم با ميانگين ۱۸۴ كيلوگرم در هكتار كمترين عملكرد روغن را دارا بودند (جدول۴). نتايج نشان داد كه عملكرد روغن در اثر تغيير فاصله كاشت، تغيير معني داري نكرد اما افزايش فاصله بين رديف ها سبب كاهش عملكرد روغن گرديد، به طوري كه فاصله كشت ۲۰ سانتي‌متر با ميانگين ۶۰۷/۶ كيلوگرم در هكتار بيشترين و فاصله كشت ۳۰ سانتي‌متر با ميانگين ۵۷۸/۸ كيلوگرم درهكتار كمترين عملكرد روغن را به خود اختصاص دادند (جدول۳). علت بالابودن عملكرد روغن در رقم PF7045/91 طي دو سال را مي توان به بيشتر بودن عملكرد دانه آن نسبت داد. محاسبه ضرايب همبستگي بين صفات دو سال آزمايش (جدول۵) نيز مؤيد اين مطلب بود، به طوري كه عملكرد روغن همبستگي مثبت و معني دار بالايي با عملكرد دانه نشان داد ($r=۰/۹۹^{**}$). همبستگي بين عملكرد روغن و عملكرد دانه در ارقام مختلف كلزا توسط برخي محققان گزارش شده است (ربيعي و صفا، ۱۳۸۳، ربيعي و همكاران. ۱۳۸۳و فرجي. ۱۳۸۳). همچنين عملكرد روغن با تعداد خورجين در بوته ($r=۰/۸۱^{**}$)، تعداد شاخه‌هاي فرعي درجه دو ($r=۰/۵۶^{**}$)، تعداد شاخه‌هاي فرعي درجه سه ($r=۰/۵۵^{**}$)، ارتفاع بوته ($r=۰/۹۷^{**}$)، عملكرد بيولوژيک ($r=۰/۹۱^{**}$) و شاخص برداشت ($r=۰/۴۸^{*}$) نيز همبستگي مثبت و معني داري داشت.

تعداد خورجين در بوته

رقم PF7045/91 با ميانگين ۲۳۰/۹ بيشترين و رقم Hyola401 با ميانگين ۱۳۴/۷،كمترين تعداد خورجين در بوته را دارا بودند (جدول۳). رقم PF7045/91 در سال اول با ميانگين ۲۶۶/۳ بيشترين و رقم Hyola308 در سال دوم با ميانگين ۶۷/۴، كمترين تعداد خورجين در بوته را دارا بودند (جدول۴). بين فواصل رديف از لحاظ تعداد خورجين در بوته اختلاف معني‌داري مشاهده نشد، اما فاصله رديف ۲۵ سانتي‌متر با ميانگين ۱۷۳/۵ خورجين، بيشترين و فاصله رديف ۳۰ سانتي‌متر با ميانگين ۱۷۱/۳،كمترين تعداد تعداد خورجين در بوته را داشتند (جدول۳).در كلزا تعداد خورجين در بوته از صفات بسيار مهمي است كه عملكرد دانه به شدت به آن وابسته است، چون پس از مرحله گلدهي با كاهش سطح برگ بوته، خورجين هاي سبز نقش مهمي در فتوسنتز گياه دارند (ايلكايي و امام، ۱۳۸۲). بنابراين يكي از دلايل بالاتر بودن عملكرد دانه در رقم PF7045/91 را مي توان به بيشتر بودن تعداد خورجين در بوته و ارتفاع بوته آن نسبت داد. در اين پژوهش ضرايب همبستگي بين عملكرد دانه، و تعداد خورجين

در بوته و ارتفاع بوته به ترتيب $r=0/84^{**}$ و $r=0/95^{**}$ بود (جدول ۵).

به نظر مي رسد كه علت بالا بودن تعداد خورجين در بوته در فاصله رديف ۲۵ سانتي‌متر، تعداد بيشتر شاخه هاي فرعي درجه يک (۳/۸۴ عدد) درجه دو (۳/۸۴ عدد) و درجه سه (۳/۱۸ عدد) باشد. اُزر (Ozer, 2003) گزارش كرد كه در زراعت كلزا، بين سه فاصله رديف ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتي متر، فاصله رديف ۴۵ سانتي متر بيشترين تعداد شاخه هاي فرعي و تعداد خورجين در بوته را توليد كرد.

تعداد دانه در خورجين

رقم Hyola401 و Hyola308 به ترتيب با ميانگين ۲۷/۱ و ۲۶/۴ بيشترين و رقم PF7045/91 با ميانگين ۲۲/۹، كمترين تعداد دانه در خورجين را داشتند (جدول۳). رقم Hyola401 در سال دوم با ميانگين ۲۷/۴ و رقم Hyola308 در سال اول با ميانگين ۲۷/۰۶ بيشترين و رقم PF7045/91 در سال اول با ميانگين ۲۱/۴ كمترين تعداد دانه در خورجين را دارا بودند (جدول۴). بين فواصل رديف از نظر تعداد دانه در خورجين اختلاف معني داري مشاهده نشد، ولي فاصله رديف ۲۰ سانتي-متر با ميانگين ۲۵/۴ بيشترين تعداد دانه در خورجين را به خود اختصاص داد. فرجي (۱۳۸۳) در بررسي اثرسه فاصله رديف۱۲، ۲۴ و ۳۶ سانتي‌متر و سه ميزان بذر ۶، ۸ و ۱۰ كيلوگرم در هكتار بر عملكرد و اجزاي عملكرد كلزا دريافت كه با افزايش فاصله رديف و ميزان بذر، تعداد دانه در خورجين به طور معني داري كاهش يافت. فاصله رديف ۱۲ سانتي‌متر و ميزان بذر ۶ كيلوگرم در هكتار بيش ترين و فاصله رديف ۳۶ سانتي‌متر و ميزان بذر ۱۰ كيلوگرم در هكتار كم ترين تعداد دانه در خورجين را توليد كردند.

وزن هزار دانه

رقم Hyola401 با ميانگين ۴/۵ گرم، و رقم Hyola308 با ميانگين ۳/۴ گرم، به ترتيب بيشترين و كمترين وزن هزار دانه را دارا بودند. رقم Hyola401 در سال دوم با ميانگين ۴/۷ بيشترين و رقم Hyola308 در سال اول با ميانگين ۳/۲ كمترين وزن هزار دانه را داشتند (جدول۴). بين فواصل رديف از نظر وزن هزار دانه اختلاف معني‌داري مشاهده نشد، اما فاصله رديف ۲۰ سانتي‌متر با ميانگين ۳/۹ گرم، بيشترين و فاصله رديف ۳۰ سانتي‌متر با ميانگين ۳/۸ گرم، كمترين وزن هزار دانه را داشتند (جدول۳).

وزن هزار دانه به ميزان هيدرات كربن ذخيره شده در شروع پر شدن دانه و ژنوتيپ گياه بستگي دارد (ايلكايي و امام، ۱۳۸۲] و به نظر مي‌رسد كه دليل بيشتر بودن وزن هزار دانه در رقم Hyola401 را مي توان به كمتر بودن تعداد خورجين در بوته (۱۳۴/۷) و بيشتر بودن تعداد دانه در خورجين(۲۷/۱) و يا فشردگي دانه ها در داخل خورجين اين رقم نسبت داد (جدول۳). با كاهش تعداد خورجين در بوته، تعداد دانه در بوته كاهش يافته و در عوض تعداد دانه در خورجين هاي موجود، افزايش مي يابد و در نتيجه گياه مي تواند مواد فتوسنتزي بيشتري را به دانه‌هاي موجود اختصاص دهد. محاسبه ضرايب همبستگي بين صفات دو سال آزمايش (جدول۵) نيز نشان داد كه وزن هزار دانه با تعداد خورجين در بوته همبستگي منفي و معني دار ($r= -0/50^{*}$) داشت. نتايج ساير محققين نيز نشان داده است كه فاصله رديف ها تأثير معني داري بر وزن هزاردانه ندارد (Morrison *et al.*, 1990b). اُزر (Ozer, 2003) طي تحقيقي بر روي كلزا گزارش داد كه سه فاصله رديف ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتي متر از نظر وزن هزار دانه تفاوت معني‌داري با هم نداشته و وزن هزار دانه در هر سه فاصله رديف حدود ۴/۱ گرم بود. در ضمن به نظر مي رسد كه پايين بودن ميانگين درجه حرارت در سال دوم آزمايش(۱۷/۳ درجه سانتيگراد) يكي از دلايل افزايش وزن هزار دانه در سال دوم نسبت به سال اول بوده باشد (جدول۱).

ارتفاع بوته

رقم PF7045/91 با ارتفاع ۱۰۳/۹ سانتي‌متر و رقم

Hyola308 با ميانگين۶۹/۲ سانتي‌متر به ترتيب بيشترين و كمترين ارتفاع بوته را دارا بودند. رقم PF7045/91 در سال اول با ميانگين ۱۲۲/۲ بيشترين و رقم Hyola308 در سال دوم با ميانگين ۵۵/۷ كمترين ارتفاع بوته را دارا بودند (جدول۴). بين فواصل رديف از نظر ارتفاع بوته اختلاف معني داري مشاهده نشد، و ارتفاع بوته در فواصل رديف مختلف در حدود ۸۷ سانتي‌متر بود. افزايش ارتفاع در بوته كلزا با تشكيل محور گل آذين بلندتر و تعداد گل و خورجين بيشتر همراه مي باشد. در مرحله پر شدن دانه ها به علت ريزش برگ ها، فتوسنتز گياه توسط خورجين ها و شاخه ها صورت مي گيرد. بنابراين داشتن ساقه هاي طويل تر باعث افزايش فتوسنتز در گياه شده و در نتيجه موجب افزايش وزن دانه و عملكرد گياه مي شود (ربيعي و صفا، ۱۳۸۳و ربيعي و همكاران، ۱۳۸۳). به نظر مي رسد كه ارقام PF7045/91 و RGS003 به علت دارا بودن ساقه هاي طويل كه يک ويژگي ژنتيكي مي باشد داراي سطح فتوسنتزي بيشتري نسبت به ساير ارقام بوده و اين امر موجب انتقال بيشتر مواد فتوسنتزي شده و در نهايت باعث افزايش عملكرد دانه و روغن مي شود (ضرايب همبستگي بين عملكرد دانه و ارتفاع بوته $r=۰/۹۵^{**}$ و بين درصد روغن و ارتفاع بوته $r=۰/۸۴^{**}$ بود) (جدول۵). فرجي (۱۳۸۳) در بررسي تأثير سه فاصله رديف ۱۲، ۲۴ و ۳۶ سانتي‌متر بر عملكرد و اجزاي عملكرد كلزا گزارش كرد كه با افزايش فاصله رديف، ارتفاع بوته از روند خاصي پيروي نمي كند.

شاخص برداشت

رقم Hyola308 با ميانگين ۳۰/۲ درصد و رقم Hyola401 با ميانگين ۲۵/۶ به ترتيب بيشترين و كمترين شاخص برداشت را به خود اختصاص دادند (جدول۳). رقم Hyola308 در سال اول با ميانگين ۳۲/۹ درصد بيشترين و رقم Hyola401 در سال دوم با ميانگين ۲۰/۴ درصد،كمترين شاخص برداشت را دارا بودند (جدول۴). بين فواصل رديف از نظر شاخص برداشت اختلاف معني داري در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شد. فواصل رديف ۲۰ و ۲۵ سانتي‌متر به ترتيب با ميانگين ۲۸ و ۲۸/۷ درصد بيشترين و فاصله رديف ۳۰ سانتي‌متر با ميانگين ۲۴/۱ درصد، كمترين شاخص برداشت را به خود اختصاص دادند (جدول۳). فاصله رديف ۲۰ سانتي‌متر در سال اول با ميانگين ۳۱/۵ درصد بيشترين و فاصله رديف ۳۰ سانتي‌متر در سال دوم با ميانگين ۲۲/۱ درصد كمترين شاخص برداشت را دارا بودند (جدول۳). محاسبه ضرايب همبستگي بين صفات در دو سال آزمايش(جدول۵) همبستگي مثبت و معني داري بين شاخص برداشت با تعداد شاخه‌هاي فرعي درجه سه ($r=۰/۵۷^{**}$)، عملكرد دانه ($r=۰/۵۱^{*}$) و عملكرد روغن ($r=۰/۴۸^{*}$)، نشان داد.

كارآيي مصرف تابش

در هر دو سال آزمايش، رقم PF7045/91 بيشترين و رقم Hyola308 كمترين درصد جذب تابش را در بين ارقام كلزا داشتند (به ترتيب ۷۵/۵ و ۶۱/۵ درصد). ارقام RGS003 و Hyola401 به ترتيب با ۶۸/۸ و ۶۵/۵ در رتبه بعدي قرار گرفتند. فاصله رديف ۲۰ سانتي‌متر بيشترين درصد جذب تابش را به خود اختصاص داد (۷۰/۵ درصد). رقم PF7045/91 در سال اول و دوم آزمايش به ترتيب با مقادير ۲/۵۹ و ۲/۰۷ گرم بر مگا ژول بيشترين و رقم Hyola308 در سال اول و دوم آزمايش به ترتيب با مقادير ۱/۹۴ و ۱/۱۵ گرم بر مگا ژول كمترين كارايي مصرف تابش را داشتند. همچنين مقادير RUE براي RGS003 در سال اول و دوم آزمايش به ترتيب۲/۴۹ و ۱/۵۱ گرم بر مگا ژول، و براي رقم Hyola401 در سال اول و دوم آزمايش ترتيب۲/۴۲ و ۱/۷۵ گرم بر مگا ژول بود. يكي از عواملي كه باعث افزايش درصد جذب تابش و كارايي مصرف تابش در رقم PF7045/91 شد، بيشتر بودن طول دوره رشد (۱۳۲/۷ روز) و دير رس تر بودن آن نسبت به ساير ارقام بود، به طوري كه اين رقم توانست از تابش ورودي حداكثر استفاده را برده و ماده خشک بيشتري توليد نمايد و اين

سبب افزايش عملكرد دانه و درصد روغن در اين رقم نسبت به ساير ارقام شد. جذب تشعشعات فعال فتوسنتزي بوسيله پوشش گياهي در طول فصل رشد و بهبود توزيع آن در ميان برگ ها با تغيير ساختار پوشش گياهي، همراه با افزايش بازده تبديل PAR به ماده خشک (كارايي مصرف تابش) نيز از عوامل مؤثر در توليد ماده خشک است (بهشتي و همكاران،۱۳۸۱ و Sinclair *et al.*, 1992). مانتيث و همكاران (Montieth *et al.*, 1990) گزارش دادند كه كارايي مصرف تابش ضريب نسبتاً ثابتي است و مقدار آن را براي گياهان مختلف زراعي در حدود ۱/۴ گرم ماده خشک به ازاي هر مگا ژول انرژي خورشيدي جذب شده اعلام كرد، در حاليكه مندهام و همكاران(Mendham *et al.*, 1981)گزارش كردند كه كارايي مصرف تابش در كلزاي زمستانه ۱/۲ گرم ماده خشک به ازاي هر مگا ژول انرژي خورشيدي جذب شده يا ۲/۶۷ گرم ماده خشک به ازاي هر مگا ژول انرژي خورشيدي (تشعشعات فعال فتوسنتزي) جذب شده است (۴۵ درصد از مجموع تشعشعات خورشيدي PAR در نظر گرفته شده است).

نتايج حاصل از اين آزمايش نشان داد كه رقم PF7045/91 بدليل بيشتر بودن تعداد خورجين در بوته، تعداد شاخه هاي فرعي درجه يک و دو ، ارتفاع بوته، درصد جذب تابش و كارايي مصرف تابش (RUE)، داراي عملكرد دانه، درصد روغن و عملكرد روغن بالاتري نسبت به ساير ارقام مي باشد و كشت اين رقم پس از برداشت برنج با موفقيت امكان پذير مي باشد. در ضمن با توجه به اينكه ارقام Hyola401, RGS003 از لحاظ عملكرد دانه، درصد روغن و عملكرد روغن با اختلاف كمي از رقم PF7045/91 در يک گروه آماري قرار داشتند، اين ارقام نيز براي مناطقي كه كشت برنج زودتر آغاز مي شود، به دليل زودرس تر بودن نسبت به رقم PF7045/91 و فراهم شدن فرصت كافي براي آماده سازي زمين و نشاكاري برنج، قابل توصيه مي باشند. از نظر عملكرد دانه، درصد روغن و عملكرد روغن، با توجه به اينكه سه فاصله رديف ۲۰ ،۲۵ و ۳۰ سانتي‌متر تفاوت معني داري با يكديگر نداشتند، با اين وجود فاصله رديف ۲۰ سانتي‌متر از لحاظ صفات ذكر شده رتبه اول را به خود اختصاص داد و به نظر مي رسد كه در كشت كلزا، فواصل رديف كمتر و به عبارت ديگر آرايش كاشت هم فاصله تر (مربع) قابل توصيه مي باشد. در زراعت كلزا،كاهش فاصله رديف ها در تراكم ثابت، موجب توزيع يكنواخت تر گياهان در واحد سطح مي شود و اين توزيع يكنواخت، رقابت بين بوته ها را در جذب آب قابل دسترس، مواد غذايي و تابش كاهش و جذب تشعشعات و عملكرد بيولوژيک را افزايش مي دهد و بنابر اين گياه مي تواند از عوامل محيطي مؤثر در رشد بهتر استفاده كرده و عملكرد آن افزايش يابد.

منابع مورد استفاده References

ايلكايي،م. و ي. امام. ۱۳۸۲. تأثير تراكم بوته برعملكرد و اجزاي عملكرد دو رقم كلزاي زمستانه (*Brassica napus* L). مجله علوم كشاورزي ايران، جلد ۳۴، شماره ۳. صفحه۵۱۵-۵۰۹.

بهشتي، ع.، ع. كوچكي و م. نصيري محلاتي. ۱۳۸۱. تأثير آرايش كاشت بر جذب و راندمان تبديل نور در كانوپي سه رقم ذرت. مجله نهال و بذر، جلد ۱۸، صفحه ۴۳۱-۴۱۷.

حسيني ايمني، ص. و م. نصيري. ۱۳۸۳. بررسي و تعيين فاصله خطوط و ميزان بذر مناسب ارقام مختلف كلزا در اراضي شاليزار. سمينار بررسي فرصت ها، چالش ها و راهكارهاي توسعه كشت دوم درشاليزار با محوريت كلزا. مؤسسه تحقيقات برنج كشور.

خوش نظر پرشكوهي، ر. ۱۳۸۳. استعداد شاليزارهاي شمال كشور جهت كشت دوم (با تأكيد بركلزا). سمينار بررسي فرصت ها، چالش ها و راهكارهاي توسعه كشت دوم در شاليزار با محوريت كلزا. مؤسسه تحقيقات برنج كشور.

ربيعي، م. و ف. صفا. ۱۳۸۳. بررسي لايه هاي مختلف كانوپي برعملكرد و اجزاي عملكرد ارقام كلزا در تاريخ هاي مختلف كاشت. سمينار بررسي فرصت ها، چالش ها و راهكارهاي توسعه كشت دوم درشاليزار با محوريت كلزا. مؤسسه تحقيقات برنج كشور.

ربيعي، م.، م. كريمي و ف. صفا. ۱۳۸۳. بررسي اثر تاريخ كاشت بر عملكرد دانه و صفات زراعي ارقام كلزا به عنوان كشت دوم بعد از برنج در منطقه كوچصفهان. مجله علوم كشاورزي ايران، جلد ۳۵، شماره ۱. صفحه۱۸۷-۱۷۷.

عزيزي، م.، ا. سلطاني و س. خاوري. ۱۳۷۸. كلزا (فيزيولوژي، زراعت، به نژادي، تكنولوژي زيستي). انتشارات جهاد دانشگاهي مشهد.۲۱۵ صفحه.

فرجي، ا. ۱۳۸۳. اثر فاصله رديف و ميزان بذر بر عملكرد و اجزاي عملكرد كلزا (رقم كوانتوم) در گنبد. نهال و بذر. شماره ۲۰، صفحه ۳۱۴-۲۹۷.

فلاح، ا. ۱۳۸۳. چالش هاي موجود جهت توسعه كشت دوم در اراضي شاليزاري شمال گيلان. سمينار بررسي فرصت ها، چالش ها و راهكارهاي توسعه كشت دوم در شاليزار با محوريت كلزا. مؤسسه تحقيقات برنج كشور.

قرباني، ا. ۱۳۸۳. تعيين گياهان مناسب براي كشت دوم در اراضي كشاورزي استان گيلان. سمينار بررسي فرصت ها، چالش ها و راهكارهاي توسعه كشت دوم در شاليزار با محوريت كلزا. مؤسسه تحقيقات برنج كشور.

نصيري، م.، م. ز. نوري، ع. علي نژاد و چ. ليوگن. ۱۳۸۳. تعيين سهم اندامهاي فتوسنتز كننده در عملكرد دانه كلزا. سمينار بررسي فرصت ها، چالش ها و راهكارهاي توسعه كشت دوم درشاليزار با محوريت كلزا. مؤسسه تحقيقات برنج كشور.

Andersson, B. and A. Bengtsson. 1991. The influence of row spacing, seed rate and sowing time on overwintering and yield in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Field Crops Abstracts. Vol. 44. No.6.

Andrade, F. H. and P. Calvino. 2002. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. Agron. J. 94: 975-980.

Beuerlein, J. E., J. W. Pendleton, M. E. Bauer and S. R. Ghorashy. 1971. Effect of branch plant population at equidistant spacing on yield and light use efficiency of soybean canopies. Agron. J. 63: 317-319.

Boquet. D. J. 1990. Plant population density and row spacing effects on soybean at post optimal planting dates. Agron. J. 82: 59-64.

Canvin, D. T. 1965. The effect of temperature on the oil content and fatty acid composition of the oils from several oilseed crops. Can. J. Bot. 43: 63-69.

Cooper, R. K. 1997. Response of soybean cultivars to narrow rows and planting rates under weed-free conditions. Agron. J. 69: 89-92.

Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. Field Crops Research. 67: 35-49.

Egli, D. B. 1988. Plant density and soybean yield. Crop Sci. 28: 977-980.

Jasinska, Z., W. Malarz, W. Budzynski and K. Majkowski. 1991. Effect of row spacing and sowing rate on the development and yields of winter rape. Field Crops Abstracts. Vol. 44, No.4.

Johnson, B. L. and B. K. Hanson. 2003. Row-Spacing interception on spring canola performance in the Northern Great Plains. Agron. J. 95: 703-708.

Keating, B. A. and P. S. Carberry. 1993. Resource captures and use in intercropping solar radiation. Field Crops Research. 34: 273-301.

Kemanian, A. R., C. O. Stockle and D. R. Huggins. 2004. Variability of barley radiation use efficiency. Crop Sci. 44: 1662- 1672.

Kiniry, J. R., C. A. Jones and D. A. Sparel. 1989. Radiation use efficiency in biomass accumulation prior to grain filling for five grain crop species. Field Crops Research. 20: 51-64.

Kiniry, J. R., C. E. Simpson, A. M. Schubert and J. D. Reed. 2005. Peanut leaf area index, light interception, radiation use efficiency and harvest index at three sites in Texas. Field Crops Research. 91: 297- 306.

Mailer, R. J. and P. S. Cornish. 1987. Effect of water stress on glucosinolate and oil concentrations in the seeds of rape (*B. napus*) and turnip rape (*B. rapa*). Aust. J. Agric. Res. 27: 707-711.

May, W. E., D. J. Hume and B. A. Hale. 1993. Effect of agronomic practices on free acid levels in the oil of Ontario-grown spring canola. Can. J. Plant Sci. 74: 267-274.

Mendham, N. J., P. A. Shipway and P. K. Scott. 1981. The effects of delayed sowing and weather on growth, development and yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agri. Sci. (Camb.) 96: 389-416.

Montieth, J. and M. Unsworth. 1990. Principles of environmental physics. Edward Arnold. London, UK. 291pp.

Morrison, M. J., P. B. E. McVetty and R. Scarth. 1990a. Effect of altering plant density on growth characteristics of summer rape. Can. J. Plant Sci. 70: 139-149.

Morrison, M.J., P.B.E. McVetty and R. Scarth. 1990b. Effect of row spacing and seeding rates on summer rape in southern Manitoba. Can. J. Plant Sci. 70: 127-137.

Morrison, M. J. and D. W. Stewart. 1995. Radiation use efficiency in summer rape. Agron. J. 87: 1139-1142

Olsson, G. 1991. Rape yield production components. Field Crops Abstracts. 44(4): 336.

Ozer, H. 2003. The effect of plant population densities on growth, yield and yield components of two spring rapeseed cultivars. Plant Soil Env. 49(9): 422-426.

Rietveld, M. R., 1987. A new method for estimating the regression coefficient in the formula relating solar radiation to sunshine. Agricultural Meteorology. 19: 243- 252.

Shibles. R. M. and C. R. Weber. 1995. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybeans. Crop Sci. 5: 575-577.

Sinclair, T. R. and T. Horie. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis and crop radiation use efficiency: A review. Crop Sci. 29: 90-98.

Sinclair, T. R., T. Shiraiwa and G. L. Hammer. 1992. Variation in crop radiation use efficiency with increased diffuse radiation. Crop Sci. 32:1281-1284

Singer, J. W. 2001. Soybean light interception and yield response to row spacing and biomass removal. Crop Sci. 41: 424-429.

Sylvester-Bradley, R. and R. J. Makepeace. 1984. A code for stage of development in oilseed rape (*Brassica napus* L.). Aspects of Applied Biology. 6: 399-419

Thurling, N. 1974. Morphological determinants of yield in rapeseed (*Brassica compestris & B. napus*). I. Growth and morphological characters. Aust. J. Agric. Research., 25: 697-710.

Wells, R. 1991. Soybean growth response to plant density. Relationship among canopy photosynthesis, leaf area and light interception. Crop Sci. 31: 755-761.

Effect of row spacing on grain yield and its components and radiation use efficiency in four rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars grown in paddy fields in Guilan

Hossein Zadeh[1], M. H., M. Isfahani[2], B. Rabiei[3] and M. Rabiee[4]

ABSTRACT

Hossein Zadeh, M. H., M. Isfahani, B. Rabiei and M. Rabiee. 2007. Effect of row spacing on grain yield and its components and radiation use efficiency in four rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars grown in paddy fields in Guilan. **Iranian Journal of Crop Sciences. 9(3): 263-281.**

The effect of row spacing on grain yield, yield components and oil content of four rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars was investigated in a paddy fields as second crop after rice at Rice Research Institute of Iran (Rasht), in 2003-2004 and 2004-2005 cropping seasons. The experiment was conducted as a split plot arrangement in a randomized complete block design with four replications. Four rapeseed cultivars: Hyola308, RGS003, PF7045/91 and Hyola401 were assigned to main plots and three row spacings: 20, 25 and 30 cm at constant plant densities` (40 plant/m^2) were randomized in sub-plots. Results showed that rapeseed cultivars were significantly different in grain yield, oil content, oil yield, biological yield, days to maturity, number of siliques per plant, number of grains per silique, silique length, 1000- grain weight, number of first, second and third order auxiliary branches, and plant height. Results also indicated that, PF7045/91 ranked the first in grain yield, oil content, oil yield, biological yield, days to maturity ,number of siliques per plant and number of first and second order branches and plant height. Row spacing had significant effect on biological yield, harvest index and days to maturity, but its effect on grain yield, oil content and oil yield was not significant. However, row spacing of 20 cm ranked the first in grain yield, oil content, and oil yield. Correlation coefficients between traits indicated that grain yield was significantly correlated with number of siliques per plant, second order branches and plant height. Number of siliques per plant and plant height were significantly correlated with oil content. Results showed that PF7045/91 ranked the first in light interception (LI%) and radiation use efficiency (RUE) (75.5% and 2.33 $g.MJ^{-1}$, respectively) and Hyola308 ranked the least (61.5% and 1.54 $g.MJ^{-1}$, respectively). Row spacing of 20 cm also ranked the first in light interception (68.5%).

Key words: Correlation, Light interception, Radiation use efficiency, Rapeseed (*Brassica napus* L.) , Row spacing, Yield, Yield components.

Received: September, 2007.

1- Former M.Sc. Student of Agronomy, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
2- Assistant Prof., Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran (Corresponding author).
3- Assistant Prof., Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
4- Researcher, Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran.