

تأثیر تراکم بوته و کلرمکوات کلرید (CCC) بر ویژگی های ظاهری و عملکرد دانه کلزای پاییزه
رقم طلایه

Effects of plant density and chlormequat chloride (CCC) on morphological
characteristics and grain yield of winter oilseed rape cv. Talayeh

یحیی امام^۱ و محمد نبی ایلکایی^۲

چکیده

افزایش تراکم بوته با هدف بهبود عملکرد دانه گاهی باعث خوابیدگی بوته‌ها و کاهش کارایی فتوسنتزی شده و در نهایت به افت عملکرد دانه منجر می‌شود. در یک پژوهش مزرعه‌ای با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در محل ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه در خاکی با بافت silty clay loam تأثیر سه تراکم بوته ۳۰، ۵۰ و ۷۰ بوته درمترمربع وسه غلظت مختلف کلرمکوات کلرید، صفر، ۱/۴ و ۲/۸ لیتر در هکتار بر برخی از صفات مورفولوژیک رقم طلایه کلزای پاییزه (*Brassica napus L.*) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش تراکم از ۳۰ به ۷۰ بوته در مترمربع موجب افزایش معنی دار ارتفاع بوته در سطح ۵ درصد گردید. هم‌چنین ارتفاع بوته در تیمار کاربرد ۱/۴ لیتر در هکتار کلرمکوات کلرید در تراکم ۷۰ بوته در مترمربع نسبت به شاهد کاهش معنی داری را نشان داد. تیمار محلول پاشی ۲/۸ لیتر در هکتار کلرمکوات کلرید موجب افزایش معنی دار قطر ساقه و عملکرد دانه در تراکم ۷۰ بوته در مترمربع گردید. گرچه طول میانگره‌های ساقه و وزن خشک بوته در تیمار کلرمکوات کلرید روند کاهشی داشتند لیکن تفاوت آن‌ها با شاهد معنی دار نگردید. به نظر می‌رسد در شرایط مشابه با پژوهش حاضر رقم طلایه با تراکم ۷۰ بوته در مترمربع و استفاده از ۲/۸ لیتر کلرمکوات کلرید در هکتار برای دستیابی به حد اکثر عملکرد دانه قابل توصیه باشد.

واژه‌های کلیدی: تراکم بوته، کلرمکوات کلرید (CCC)، کلزای پاییزه، عملکرد دانه.

مقدمه

روغن خوراکی، مورد توجه واقع شده است (زواره و امام، ۱۳۷۹) و سطح زیر کشت آن در کشور افزایش قابل توجهی یافته به طوری که در سال ۱۳۷۹ به ۱۹ هزار هکتار رسیده است. طبق گزارش احمدی و همکاران (۱۳۷۹) میانگین عملکرد دانه کلزای رقم طلایه ۲۹۱۶ کیلوگرم در هکتار بوده است. به منظور افزایش عملکرد دانه می‌توان از کشت ارقام سازگار با شرایط اقلیمی هر

از آن‌جا که بخش اعظم روغن مصرفی کشور از خارج وارد می‌شود، کشت دانه‌های روغنی و مدیریت صحیح آن‌ها در جهت افزایش عملکرد، از اهمیت زیادی برخوردار خواهد بود. اخیراً گیاه روغنی کلزا (*Brassica napus L.*) به دلیل سازگاری با شرایط اقلیمی اغلب نقاط کشور، در جهت افزایش تولید بذر برای

کلرمکوات کلرید با اختلال در مسیر چرخه بیوسنتز جیبرلیک اسید از تشکیل آن در میانگه های ساقه جلوگیری کرده و در نتیجه کم کردن سرعت رشد طولی میانگه های ساقه مانع از خوابیدگی ساقه ها می شود (آرتکا، ۱۳۷۹؛ Yates and Steven, 1987). بر اساس نتایج پژوهش های انجام شده، کاربرد کلرمکوات کلرید با کاهش مساحت برگ ها، افزایش سبزینگی برگ ها، کاهش ارتفاع بوته ها، تغلیظ شیره سلولی، افزایش تعداد شاخه فرعی و افزایش قطر ساقه همراه بوده است (Scarbrick et al, 1982, Armstrong and Nicol, 1990). هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی واکنش رقم طلایه کلزای پاییزه، به سه تراکم بوته در سه غلظت متفاوت کُنند کننده رشد کلرمکوات کلرید در شرایط کشت مزرعه ای در استان فارس بوده است.

مواد و روش ها

به منظور بررسی اثرات سه تراکم بوته ۳۰، ۵۰ و ۷۰ بوته در متر مربع و سه غلظت صفر، ۱/۴ و ۲/۸ لیتر در هکتار کُنند کننده رشد کلرمکوات کلرید بر رشد و عملکرد کلزای پاییزه رقم طلایه، آزمایشی در سال ۱۳۷۹ در شرایط اقلیمی ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه (۲۹'، ۳۵° عرض جغرافیایی شمالی، ۵۳'، ۳۵° طول جغرافیایی شرقی، ۱۸۱۰ متر از سطح دریا)، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار طراحی و اجرا گردید. پیش از انجام آزمایش نمونه مرکی از خاک مزرعه جهت تعیین عناصر غذایی مورد نیاز تهیه و به آزمایشگاه خاکشناسی ارسال گردید. ویژگی های خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه گردیده است. بر اساس عرف محل و نظر کارشناسان کشاورزی کودهای مورد استفاده به شرح زیر مصرف گردید: نیتروژن و فسفر از منابع اوره (۴۶ درصد نیتروژن) و فسفات آمونیوم (۱۸ درصد نیتروژن و ۴۶ درصد P2O5) به ترتیب به میزان ۵۰ و ۱۵۰

منطقه، افزایش مصرف کود های نیتروژن دار، افزایش تراکم بوته در واحد سطح، و استفاده از تنظیم کننده های رشد بهره جست (هی و واکر، ۱۳۷۳، Child et al., and Chapman, 1982). هر چند افزایش تراکم بوته با افزایش ارتفاع بوته، افزایش طول میانگه های ساقه و کاهش قطر ساقه همراه بوده و در زمان تشکیل غلاف، سنگینی بخش های بالایی ممکن است در گیاه موجب بروز خوابیدگی و ایجاد مشکلاتی در برداشت مکانیزه شود (Child et al., 1989). چنانچه خوابیدگی، در زمانی که گیاه از لحاظ متابولیکی فعال است رخ دهد اُفت مستقیم عملکرد دانه را به دنبال خواهد داشت (FAO, 1999). خوابیدگی، وضعیت سازمان یافته سایه انداز برگی (Leaf canopy) را برهم زده، موجب افزایش سایه اندازی برگ ها می گردد (آرتکا، ۱۳۷۹). به علاوه خوابیدگی، باعث کاهش جریان هوا و گاز کربنیک در درون پوشش گیاهی شده و از کارایی فتوسنتزی برگ ها، می کاهد. خم شدن ساقه ها باعث قطع جریان آب، انتقال مواد فتوسنتزی و عناصر غذایی در درون بوته ها می گردد (Major et al., 1978, Yete and Steven, 1987). به نژادی با هدف تولید ارقام پاکوتاه، اعمال روش های صحیح مدیریتی با هدف به حداکثر رساندن میزان جذب نور، کاهش خسارت آفات و بیماری ها و استفاده از مواد کُنند کننده رشد، از راهکارهای مهم پیشنهادی جهت کاهش خوابیدگی می باشند (هی و واکر، ۱۳۷۳، کیمبر و مک گرگور، ۱۳۷۸، Child et al., 1989). کلرمکوات کلرید یا Cycocel (2-chloroethyl trimetylammonium chloride) از گروه ترکیبات اونیومی (Oniome compounds) بوده و از پرمصرف ترین کُنند کننده های رشد گیاهی (Plant Growth Retardants) به ویژه در اروپا بوده و امروزه جهت کاهش خوابیدگی و کنترل رشد رویشی گیاهان زراعی (به ویژه غلات) کاربرد فراوانی پیدا کرده است (Baylis and Hutley, 1991, Emam and Karimi 1996, Emam and Moaied, 1999).

گرفت و میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

الف- ارتفاع نهایی

در رقم طلایه افزایش تراکم از ۳۰ به ۷۰ بوته در متر مربع باعث افزایش معنی دار ارتفاع بوته گردید (شکل ۱). بر عکس کاربرد کلرمکوات کلرید باعث کاهش معنی دار ارتفاع بوته ها گردید (جدول های ۲ و ۳). تأثیر متقابل کلرمکوات کلرید و تراکم بوته بر ارتفاع نهایی ساقه در سطح ۰.۵٪ معنی دار بود (جدول ۲). کاربرد کلرمکوات کلرید در هر دو غلظت ۱/۴ و ۲/۸ لیتر در هکتار، در تراکم ۳۰ بوته در متر مربع اثر معنی داری در کاهش ارتفاع بوته ها نداشت (شکل ۱). بر طبق نتایج برخی پژوهش ها کلرمکوات کلرید در تراکم های زیاد بوته بیشترین تأثیر خود را از طریق کاهش طول میانگره های ساقه به جا می گذارد (Emam and Moaied, 1999؛ کیمبر و مک گرگور ۱۳۷۸). کلرمکوات کلرید با اختلال در بیوسنتز جیبرلین در میانگره های ساقه باعث کاهش طول آن ها و کم شدن ارتفاع نهایی بوته ها می گردد (Scarisbrick et al., 1982; Emam and Karimi, 1996). هم چنین گزارش شده است که افزایش ارتفاع بوته در کلزا در تراکم های زیاد با کاهش تعداد شاخه فرعی در هر بوته همراه است (Addo-Quay et al., 1985).

ب- تعداد شاخه فرعی

تعداد شاخه فرعی در بوته با افزایش تراکم بوته از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع در تیمار صفر و ۱/۴ لیتر در هکتار کلرمکوات کلرید کاهش معنی داری رانشان داد (جدول ۳). علت کاهش تعداد شاخه در بوته در تراکم های زیاد را به کاهش نفوذ نور به بخش پایینی سایه انداز گیاهی نسبت می دهند (Child et al., 1988). کاهش نور به بخش پایینی سایه انداز گیاهی موجب انتقال هورمون اکسین از مرستم انتهایی به محل تشکیل

کیلوگرم در هکتار هم زمان با کاشت به خاک اضافه گردید. علاوه بر این، کود اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز در شروع رشد طولی ساقه (Stem elongation) (BH=۳/۱) (Berkenkamp, 1973) و مرحله گلدهی (Anthesis) (BH=۴/۱) هر کدام به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار، به صورت سرک همراه با آب آبیاری به کار برده شد. بعد از پیاده نمودن نقشه آزمایش در مزرعه بذور کاملاً یکنواخت کلزا در تاریخ هفتم مهر ماه ۱۳۷۹ درون کرت هایی به طول پنج و عرض دو متر در عمق سه سانتیمتری با فاصله ردیف ۳۰ سانتیمتر به صورت نمکار با دست کاشت گردید. در طول فصل رشد آبیاری کرت ها به طور یکنواخت با استفاده از سیفون صورت گرفت. علف های هرز موجود در حاشیه و بین ردیف ها در طول فصل رشد با دست وجین گردید. میزان تراکم مورد نظر در درون هر کرت از طریق تنک در مرحله چهار تا پنج برگی (BH=۱/۴-۱/۵) بوته ها به دست آمد. هم زمان با ورود گیاه به مرحله رشد غنچه های سبز (BH=۳/۳) تیمار محلول پاشی کلرمکوات کلرید (تهیه شده از ماده تجاری ۶۸٪ w/v Arotex Extra) در هنگام صبح، در دو غلظت ۱/۴ و ۲/۸ لیتر در هکتار با استفاده از دستگاه محلول پاش دقیق دستی (با فشار ثابت ۳ بار (Bar) و حجم محلول پاشی ۴۰۰ لیتر در هکتار) اعمال گردید. در طول فصل رشد با آفت شته مومی کلم (*Brevicoryn brassica*) با استفاده از حشره کش متاسیستوکس - آر (Metasistox-R) به صورت سمپاشی دستی مبارزه گردید. در پایان مرحله رسیدگی (Ripening) بوته های سه ردیف میانی هر کرت به طور کامل از سطح خاک بریده شد و جهت تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی و اجزای آن به آزمایشگاه منتقل گردید. برای تعیین وزن خشک، نمونه ها در آون در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت نگهداری گردید. داده های به دست آمده با استفاده از نرم افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار

جدول ۱- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physical and chemical soil characteristics of the experimental site.

pH	اسیدیته	7.22
Electrical conductivity (dS/m)	هدایت الکتریکی	0.68
Nitrogen (mg/kg)	نیترژن	0.48
Phosphorus (mg/kg)	فسفر	22.98
Sand (%)	شن	14
Silt (%)	سیلت	56

جدول ۲ - میانگین مربعات اثرات اصلی و برهمکنش تراکم بوته و غلظت های متفاوت کند کننده رشد کلرمکوات کلرید (CCC) بر ویژگی های ظاهری و عملکرد دانه کلزای پاییزه

Table 2. Mean squares of main and interactive effects of plant density and CCC concentrations on morphological characteristics and grain yield of winter oilseed rape

میانگین مربعات						
Mean squares						
منابع تغییرات Source of variation	درجات آزادی Degrees of freedom	ارتفاع نهایی بوته Final plant height	تعداد شاخه فرعی Number of shoots/plant	قطر ساقه Stem diameter	وزن خشک بوته Plant dry matter	عملکرد دانه Grain yield
کلرمکوات کلرید (CCC)	2	64.305*	45.065	71.54	137.984	0.166
تراکم بوته Plant density	2	558.021*	62.564	325.9*	157.97	1.894*
CCC در تراکم CCC×Plant density	4	3238.37*	295.212	30.725	94.172	0.351
اشتباه آزمایش Error	51	42.5	38.3	12.8	5.3	0.21
ضریب تغییرات CV	%	5.07	23.73	2.71	15.41	15.08

* Significant at the (P≤5%)

* معنی دار در سطح ۵ درصد

قطر ساقه در تراکم ۷۰ بوته در متر مربع در تیمار های ۱/۴ و ۲/۸ لیتر کلرمکوات کلرید در هکتار نسبت به تیمار شاهد به طور معنی داری زیادتر بود (جدول ۳). بر اساس نتایج ارائه شده توسط آرمسترانگ و نیکول (Armstrong and Nicol, 1990) محلول پاشی کلرمکوات کلرید در تراکم های زیاد بوته کلزا در واحد سطح با کاهش ارتفاع بوته و افزایش قطر ساقه همراه بوده است و میزان افزایش قطر ساقه با افزایش میزان غلظت کند کننده رشد رابطه مستقیمی داشته است (Kuraishi and Muir, 1963). که همین روند در آزمایش حاضر نیز مشاهده می شود زیرا میانگین

جوانه های شاخه فرعی گردیده و از تعداد شاخه های فرعی می کاهد (آرتکا، ۱۳۷۹؛ Kuraishi and Muir, 1963). طبق نتایج گزارش شده توسط چایلد و همکاران (Child et al., 1988) کاربرد کلرمکوات کلرید در کلزا با افزایش میزان هورمون سایتوکنین در گیاه همراه بوده است و از این راه طول دوره نموی جوانه های تشکیل دهنده پنجه افزایش می یابد.

پ- قطر ساقه

میانگین قطر ساقه با افزایش تراکم بوته، کاهش معنی داری پیدا کرده است (جدول های ۲، ۳). میانگین

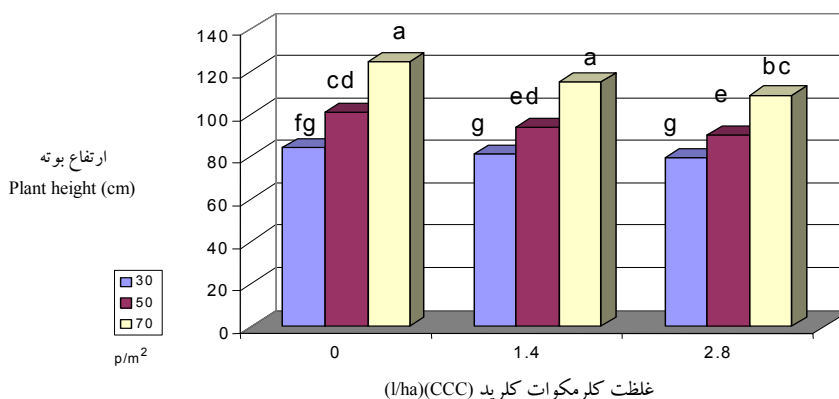
جدول ۳- میانگین برخی ویژگی های کلزا، در تراکم های مختلف و غلظت های مختلف کندکننده رشد کلرمکوات کلرید (CCC)

Table 3. Mean of some characters of oilseed rape at different plant densities and CCC concentrations

کلرمکوات کلرید (CCC) (l/ha)	تراکم (بوته در متر مربع) Plants/m ²	ارتفاع نهایی بوته Final plant height (cm)	تعداد شاخه فرعی در بوته Number of shoots/plant	قطر ساقه Stem diameter (mm)	وزن خشک بوته Plant dry matter (g)	عملکرد دانه Grain yield (g/m ²)
0	30	84.06fg	22.41a	22.45a	28.4a	370 bc
	50	100.60cd	11.32b	16.03b	21.12a	320 d
	70	124.60a	9.16b	11.06c	16.30b	360 bcd
1.4	30	81.07g	21.73a	22.87a	27.50a	355 bcd
	50	93.56de	12.40b	18.04b	24.04a	321 cd
	70	115.20b	11.84b	16.06b	22.07a	384 ab
2.8	30	79.10g	12.11b	21.89a	25.66a	341 bcd
	50	90.09ef	12.75b	19.38ab	25.58a	346 bcd
	70	108.60bc	12.10b	18.23b	22.58a	416 a

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

In each column means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level using DMRT.



شکل ۱- میانگین ارتفاع بوته تحت تاثیر غلظت کلرمکوات کلرید و تراکم بوته

Fig. 1. Mean plant height as affected by plant density and CCC concentration

ستون هایی که دارای حروف مشترک هستند اختلاف معنی داری ندارند (دانکن ۵٪).

Columns with the same letter are not significant at the 5% level (DMRT).

کلرمکوات کلرید هم موجب کاهش ارتفاع آن ها و هم موجب تغییر طراحی سایه انداز گیاهی به نحوی شده بود که نور بیشتری به داخل سایه انداز نفوذ می کرد.

ت- وزن خشک بوته

با افزایش تراکم بوته از ۳۰ به ۷۰ بوته در متر مربع تنها در تیمار صفر کلرمکوات کلرید کاهش معنی داری در وزن خشک بوته ها مشاهده شد (جدول ۳). طبق

قطر ساقه در تیمار های ۰، ۱/۴ و ۲/۸ لیتر کلرمکوات کلرید در هکتار به ترتیب ۱۱/۰۶، ۱۶/۰۱۶ و ۱۸/۲۲ میلیمتر بوده است (جدول ۳) طبق گزارش اسکاریسبریک و همکاران (Scarisbrick et al., 1982). در تراکم های زیاد، ارتفاع بوته ها در اثر رقابت برای جذب نور افزایش یافته و از این راه موجب کاهش قطر ساقه ها می گردد. مشاهدات انجام شده در طول آزمایش حاکی از آن است که در پژوهش حاضر تیمار کردن بوته ها با

یافته های برخی پژوهشگران افزایش تراکم بوته با ایجاد رقابت بین بوته ها در جذب آب و مواد غذایی و جذب CO₂، باعث کاهش میزان ماده خشک تولیدی در هر بوته می گردد (Major et al., 1978). آرمسترانگ و نیکول (Armstrong and Nicol, 1990) افزایش عملکرد دانه تولیدی به دنبال کاربرد کلرمکوات کلرید در کلزا را به افزایش میزان ماده خشک تولیدی نسبت داده اند. در پژوهش حاضر نیز کاربرد کلرمکوات کلرید مانع از افت وزن خشک هر بوته در اثر ازدیاد تراکم گردیده است (جدول ۳) که این نتیجه در راستای یافته های پژوهشگران یاد شده می باشد. افزایش ماده خشک تولیدی بر اثر ازدیاد کارایی فتوسنتز برگ ها و هم چنین طولانی شدن دوام سطح برگ ها ایجاد می شود (Scarisbrick et al., 1982). بر طبق یافته های چایلد و همکاران (Child et al., 1988) تیمار بوته های کلزا با کلرمکوات کلرید باعث افت کمتر متوسط سرعت رشد محصول (Crop Growth Rate) گردیده و از این طریق تولید ماده خشک گیاهی افزایش می یابد.

ث- عملکرد دانه

عملکرد دانه در واحد سطح تحت تأثیر معنی دار تراکم بوته قرار گرفت (جدول ۲) به نحوی که بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح از تیمار کلرمکوات کلرید در بالاترین غلظت (۲/۸ لیتر در هکتار) در تراکم ۷۰ بوته در متر مربع به دست آمد (جدول ۳). طبق نتایج ارائه شده توسط برخی پژوهشگران افزایش تراکم بوته موجب کاهش عملکرد دانه در هر بوته می گردد (Thurling, 1974). برخی پژوهشگران علت کاهش عملکرد دانه در بوته را به کاهش تعداد شاخه های فرعی در بوته نسبت داده اند (Tommy and Evans, 1992) که در آزمایش حاضر نیز این مورد مشاهده گردید (جدول ۳). به علاوه افزایش تراکم بوته موجب افزایش قطر ساقه گردید، به طوری که میانگین قطر ساقه در تراکم ۷۰ بوته در متر مربع در تیمار کلرمکوات کلرید نسبت به تیمار شاهد به طور معنی داری زیادتر بود. بیشترین عملکرد دانه از کاربرد ۲/۸ لیتر کلرمکوات کلرید در هکتار در تراکم ۷۰ بوته در متر مربع به دست آمد که برای شرایط مشابه با آزمایش حاضر قابل توصیه بنظر می رسد.

به طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که افزایش تراکم از ۳۰ به ۷۰ بوته در متر مربع باعث افزایش معنی دار ارتفاع بوته گردید، در صورتی که کاربرد کلرمکوات با کاهش ارتفاع نهایی بوته همراه بود. هم چنین تیمار ۲/۸ لیتر در هکتار کلرمکوات کلرید مانع کاهش معنی دار تعداد شاخه های فرعی در هر بوته گردید. بعلاوه، کاربرد کلرمکوات کلرید موجب افزایش قطر ساقه گردید، به طوری که میانگین قطر ساقه در تراکم ۷۰ بوته در متر مربع در تیمار کلرمکوات کلرید نسبت به تیمار شاهد به طور معنی داری زیادتر بود. بیشترین عملکرد دانه از کاربرد ۲/۸ لیتر کلرمکوات کلرید در هکتار در تراکم ۷۰ بوته در متر مربع به دست آمد که برای شرایط مشابه با آزمایش حاضر قابل توصیه بنظر می رسد.

عملکرد دانه در واحد سطح تحت تأثیر معنی دار تراکم بوته قرار گرفت (جدول ۲) به نحوی که بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح از تیمار کلرمکوات کلرید در بالاترین غلظت (۲/۸ لیتر در هکتار) در تراکم ۷۰ بوته در متر مربع به دست آمد (جدول ۳). طبق نتایج ارائه شده توسط برخی پژوهشگران افزایش تراکم بوته موجب کاهش عملکرد دانه در هر بوته می گردد (Thurling, 1974). برخی پژوهشگران علت کاهش عملکرد دانه در بوته را به کاهش تعداد شاخه های فرعی در بوته نسبت داده اند (Tommy and Evans, 1992) که در آزمایش حاضر نیز این مورد مشاهده گردید (جدول ۳). به علاوه افزایش تراکم بوته موجب افزایش قطر ساقه گردید، به طوری که میانگین قطر ساقه در تراکم ۷۰ بوته در متر مربع در تیمار کلرمکوات کلرید نسبت به تیمار شاهد به طور معنی داری زیادتر بود. بیشترین عملکرد دانه از کاربرد ۲/۸ لیتر کلرمکوات کلرید در هکتار در تراکم ۷۰ بوته در متر مربع به دست آمد که برای شرایط مشابه با آزمایش حاضر قابل توصیه بنظر می رسد.

References

منابع مورد استفاده

- آرتکا، ری. ان. ۱۳۷۹. کاربرد مواد رشد گیاهی. ترجمه: ا. حجازی و م. کفاشی صدقی. انتشارات دانشگاه مشهد. ۳۴۵ ص.
- احمدی، م. ر.، س. رئیسی و ع. م. نوری دوجی. ۱۳۷۹. معرفی کلزا رقم طلایه. نهال و بذر. جلد ۱۶. صفحات ۱۲۸-۱۲۷.
- زواره، م. امام، ی. ۱۳۷۹. راهنمای شناسایی مراحل زندگی در کلزا (*Brassica napus* L.). مجله علوم زراعی ایران. جلد ۲ صفحات ۱-۱۴.
- کیمبر، دی. و دی. آی، مک گرگور. ۱۳۷۸. کلزا. ترجمه: م. عزیززی، ا. سلطانی و س. خاوری خراسانی. جلد اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۳۰ ص.
- هی، ر.، ک. ام. و ان. ج، واکر. ۱۳۷۳. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. ترجمه: امام، ی. و م. نیک‌نژاد. ۵۷۱ ص.
- Addo-Quay, A. A., Daniels, R. W. & Scarisbrick, D. H. 1985. The influence of paclobutrazol on the distribution of C14-labelled assimilate fixed at anthesis in oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. Camb. **105**:365-373.
- Armstrong, E.L., and H. I, Nicol. 1991. Reducing height and lodging in rapeseed with growth regulators. Aust. J. Exp. Agric. **31**:245-250.
- Baylis, A. D & B, Hutley. 1991. The effect of a paclobutrazol-based growth regulator on the yield, quality and ease of management of oilseed rape. Ann. Appl. Biol. Sci. **118**:445-452.
- Berkenkamp, B 1973. A Plant growth stage key for rape. Can. J. Plant.Sci. **53**:413-417.
- Chapman, J.E., D. H, Scarisbrick and R. W, Daniels. 1982. The effect of Terpal on the yield and yield components of oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. Camb. **100**:745-48.
- Child, R.D., D.E, Evans., J. A, Hutcheon., V. W, Jordan & G. R, Stinchcombe. 1988. Influence of time of application of growth retardants on canopy structure, disease and yield in oilseed rape. Brighton crop protection conference, pest and diseases. CAB International. pp:881-886.
- Child, R.D ., D.R, Bulter & D.E, Evans. 1989. Effect of changes in canopy structure with growth retardants on the yield of oilseed rape. Proceeding of the plant growth regulator society of America, Annual Meeting. CAB International. pp 173-179.
- Emam, Y. and H. R. Karimi. 1996. Influence of chlormequat chloride on five winter barley cultivars. Iran Agric. Res. **15** :89-104.
- Emam, Y. and G. R. Moaied. 1999. Effect of planting density and chlormequat chloride on morphological and physiological characteristics of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivar Valfajr. J. Agric. Sci. Tech. **2**: 75-83.
- FAO. 1999. Production Yearbook. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rome. Italy. **53**:p 251.
- Kuraishi, S. and R. M. Muir. 1963. Mode of action of growth- retarding chemicals. Plant Physiol. **38**:19-24.
- Major, D. J., J. B, Bole & W. A, Charnetski. 1978. Distribution of photosynthates after CO₂ assimilation by stems, leaves and pods of rape plants. Can. J. Plant Sci. **58**: 783-787.
- Mendham, N. J & R. K, Scott. 1975. The limiting effect of plant size at inflorescence initiation on subsequent growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci., Camb. **84**: 487-502.
- Scarisbrick, D.H., R. W. Daniels & A. B. Noorawi. 1982. The effect of chlormequat on the yield and yield components of oil-seed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci., Camb. **99**: 453-455.
- Tayo, T. O & D. G, Morgan. 1979. Factors influencing flower and pod development in oil-seed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci., Camb. **92**: 363-373.

- Thurling, N. 1974. Morphological determinants of yield in rapeseed (*Brassica campestris* & *B. napus*). I. Growth and morphological characters. *Aust. J. Agric. Res.*, **25**: 697-710.
- Tommy, A. M & E. J, Evans. 1992. Analysis of post-flowering compensatory growth in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *J. Agric. Sci., Camb.* **118**: 301-308.
- Yates, D. J and M. D, Steven. 1987. Reflection and absorption of solar radiation by flowering canopies of oil-seed rape (*Brassica napus* L.). *J. Agric. Sci., Camb.* **109**:495-502.
- Zhou, W., and Q. Ye. 1996. Physiological and yield effect of Uniconazole on winter rape (*Brassica napus* L.) . *J. Plant growth regulation.* **15**: 69-73.