Archive of SID

تاثیرآرایش کاشت بر راندمان مصرف نور و تجمع ماده خشک درکانوپی سه رقم کلزای بهاره

وحید اطلسی پاک[۱]، رضا مامقانی، موسی مسکر باشی و مجید نبی پور[۲]

چکیده

راندمان مصرف نور (RUE) پارامتری است که توانایی گیاهان را در تبدیل انرژی دریافتی از خورشید به ماده خشک نشان می‌دهد و بسته به محیط و نوع گیاه متفاوت می‌باشد. راندمان مصرف نوربه مقدار تشعشعات فعال فتوسنتزی دریافتی بستگی دارد که این تشعشعات دریافتی نیز به نوبهٔ خود تحت تاثیر آرایش کاشت و یا فواصل بین ردیف های کشت قرار می‌گیرد. جهت بررسی تاثیر آرایش کاشت بر روی راندمان مصرف نور و در نهایت تجمع ماده خشک در کلزای بهاره آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۲ در اهواز به اجرا درآمد. این آزمایش در قالب کرت های خرد شده بر پایهٔ طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. آرایش کاشت در چهار سطح (فواصل ردیف ۱۵، ۳۰،۵۰ سانتی متر و پشته‌هایی با فاصله ۶۰ سانتی متر که روی هر پشته دو ردیف کاشت قرار داشت) به عنوان کرت های اصلی وسه رقم کلزای بهاره (RGS003, Hyola401, Pf7045/91) به عنوان کرت های فرعی قرار گرفت. تعداد بوته در واحد سطح نیز ثابت (۷۰ بوته در متر مربع) بود. نتایج حاصل نشان داد که آرایش کاشت و رقم، اثر معنی‌داری بر روی راندمان مصرف نور و نیز جذب تشعشع فعال فتوسنتزی داشتند که دو عامل مهم در تجمع ماده خشک محسوب می‌شوند. شاخص سطح برگ و نیز کسر تشعشع فعال فتوسنتز ظاهری نیز تحت تاثیر آرایش کاشت و رقم قرار گرفتند. بیشترین میزان تجمع ماده خشک و بالاترین میزان راندمان مصرف نور در آرایش کاشت با فواصل ردیف ۱۵ سانتی متر مشاهده شد. هم چنین در بین ارقام، رقم Hyola401 بالاترین مقدار تجمع ماده خشک و بیشترین میزان راندمان مصرف نور را به خود اختصاص داد.

کلید واژه ها: کلزا، آرایش کاشت، راندمان مصرف نور، تجمع ماده خشک، رقم

مقدمه

راندمان مصرف نور یک جزء مهم از مدل های رشد گیاهی است که با تولید ماده خشک در گیاه در ارتباط می‌باشد (۴). راندمان مصرف نور[۳] پارامتری است که توانایی محصولات را در تبدیل انرژی دریافتی از خورشید به ماده خشک نشان می‌دهد و بسته به محیط و نوع گیاه متفاوت می‌باشد (۱۰). راندمان مصرف نور (RUE) مقدار ماده خشک تولیدی به ازاء نور جذب شده یا دریافتی توسط گیاه می‌باشد:

RUE= گرم ماده خشک هوایی یا کل ماده خشک / تشعشع بر حسب مگاژول

ماده خشک کل[۴] (TDM) در گیاهان زراعی بستگی به مقدار تشعشعات فعال فتوسنتزی جذب شده دارد (۷) که این تشعشعات فعال فتوسنتزی در سطح زمین منبع انرژی جهت کاهش دی اکسید کربن و تبدیل آن به کربوهیدرات توسط تاج پوشش گیاهان است (۶).

شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ[۵] (LAD) و آرایش فضایی اندام های هوایی عوامل موثر در

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

v_atlasi @ yahoo.com

۲- بترتیب دانشیار و استادیاران گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

3- Radiation Use Efficiency

4- Totol Dry Matter

5- Leaf Area Duration

تاریخ دریافت: ۸۴/۷/۳

تاریخ پذیرش: ۸۵/۱۱/۲۳

www.SID.ir

Archive of SID

میزان جذب تشعشع ورودی به تاج پوشش در مراحل مختلف چرخه زندگی گیاه می‌باشد (۱). محققین نشان دادند که راندمان مصرف نور در گیاه کلزا بسته به مرحلهٔ نموی و شرایط محیطی از gMj^{-1} ۱ تا gMj^{-1} ۴ متفاوت می‌باشد. (۷) راندمان مصرف نور در کلزا در مراحل اولیهٔ رشد (از جوانه زنی تا ۵ یا ۶ برگی) و نیز از تشکیل غلاف تا رسیدگی، پایین‌تر از مراحل دیگر رشد می‌باشد. محققین (۱۰) مقدار RUE را برای کلزای بهاره gMj^{-1} ۲/۶۷ گزارش کردند (با فرض اینکه ۴۵٪ کل تشعشعات خورشیدی به عنوان PAR در نظر گرفته شده است)، هم چنین به نقل از مندام و همکاران مقدار RUE در کلزای بهاره در استرالیا را gMj^{-1} ۳/۳۳ عنوان نموده اند. ایشان (۱۰) مقدار RUE را برای قسمت های هوایی کلزا از ابتدای رشد تا زمان گلدهی gMj^{-1} ۲/۴ تخمین زده اند. عده ای دیگر از محققین مقدار RUE را تا قبل از گلدهی کلزا gMj^{-1} ۲/۷ گزارش کرده اند(۷). به نقل از ایشان، مندام و سالیسبوری[1] در مدل Bpic از مقدار gMj^{-1} ۳/۵ در بیوماس اندام های هوایی استفاده کردند.

این محققان مقدار gMj^{-1} ۲/۱۹ را برایRUE تا ۲۱ روز پس از گلدهی تخمین زده‌اند در حالی که ایشان اظهار داشتند که دیگر محققین مقدار RUE را برای کلزای بهاره بین gMj^{-1} ۱/۸ تا gMj^{-1} ۴ در مرحله رویشی گزارش کرده اند. از دلایل اختلاف در مقدار RUE می‌توان دماهای پایین، دماهای بالا، مرحله نموی به خصوص مرحلهٔ بعداز گلدهی و تعداد گیاه در مترمربع را در نظر گرفت. هم چنین عرض ردیف های کشت نیز می‌تواند از عوامل مهم اختلاف در مقدار RUE باشد (۷). در کشت گیاهان زراعی اهدافی چون بهبود نور دریافتی از طریق تغییر در تراکم گیاهی و نیز تغییر در فواصل ردیف ها مد نظر قرار می‌گیرد (۹).

تغییر ساختار تاج پوشش از طریق تاثیر بر روی دریافت نور باعث افزایش عملکرد گیاهان زراعی خواهد شد (۱۱). زیرا تولید ماده خشک گیاهی به عنوان تابعی از نور جذب شده در طول دورهٔ رشد و راندمان مصرف نور تحت تاثیر ساختار تاج پوشش است (۱). فواصل ردیف کاشت بر روی راندمان مصرف نور تاثیرگذار است. موریسون و استوارت گزارش کردند که با تغییر در فاصلهٔ ردیف های کاشت راندمان مصرف نور در کلزای بهاره تغییر خواهد کرد. آنها هم چنین گزارش کردند که در یک مقدار بذر یکسان گیاهان در فاصله ردیف های ۱۵ سانتی متری شاخص سطح برگ بیشتری نسبت به فاصله ردیف های ۳۰ سانتی متری داشتند (۱۰).

با افزایش فواصل بین بوته‌ها (فاصله ردیف های کمتر) رقابت کاهش یافته و این باعث افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه دریافت تشعشعات خورشیدی بیشتر خواهد شد (۵). توزیع فضایی گیاهان در فاصله ردیف های ۱۵ سانتی متری به گونه‌ای است که اجازهٔ نفوذ نور بیشتری را به داخل کانوپی خواهد داد. در نتیجه میزان فتوسنتز بیشتر و تولید ماده خشک بیشتر خواهد شد (۱۰). بوته‌ها در فاصله ردیف های ۱۵ سانتی متری دارای توزیع یکنواخت‌تری در واحد سطح هستند و در نتیجه ماده سازی (فتوسنتز) آن ها بیشتر و عملکرد آن ها بیشتر خواهد بود (۲).

به گزارش برخی محققین در اوائل گلدهی و کمی قبل از آن بخش اصلی اسیمیلاسیون CO_2 مربوط به برگ ها می‌باشد و ساقه‌ها در درجهٔ دوم اهمیت قرار دارند (۱۰).

برخی از متغیرها مانند تراکم و فاصله ردیف بر ضریب استهلاک نوری تاثیر خواهند گذاشت. البته تاثیر فواصل ردیف بر روی ضریب استهلاک نوری (k) نسبتاً کم می‌باشد و این می‌تواند به این دلیل باشد که برگ ها در هر آرایش کاشتی از طریق

1- Mendham & Salisbury

www.SID.ir

Archive of SID

تغییر در توزیع فضایی سازگار خواهند شد (۸).

وقتی ارتباط بین کسر تشعشع فعال فتوسنتزی (FIPAR)[1] و شاخص سطح برگ (LAI) مدلسازی می‌شود، معمولاً بیش از یک ضریب استهلاک نوری برای بیشتر شرایط کشت استفاده نمی‌شود. کسرتشعشع فعال فتوسنتزی ظاهری (FIPARs) از طریق رابطه زیر بدست می‌آید:

$$FIPARs = ۱-(\frac{\text{تابش برخوردی به سنسور درداخل کانوپی}}{\text{تابش در بالای کانوپی}})$$

رابطهٔ بین FIPARs و LAI به شکلی است که هر چه میزان LAI افزایش می‌یابد صورت کسر در فرمول بالا کم شده، و بنابراین مقدار FIPARs افزایش می‌یابد (۱۰).

هدف از این تحقیق بررسی تاثیر آرایش مختلف کاشت بر روی راندمان مصرف نور به عنوان یک عامل مهم در تولید ماده خشک در ارقام کلزا می‌باشد.

مواد و روش ها

این تحقیق در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در سال زراعی ۱۳۸۲ به اجرا درآمد. طرح آزمایشی به کار رفته در این تحقیق در قالب کرت های خرد شده بر پایهٔ بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار می‌باشد. آرایش کاشت در چهار سطح (فواصل ردیف ۱۵ سانتی متری، فواصل ردیف ۳۰ سانتی متری، فواصل ردیف ۵۰ سانتی متری و پشته‌هایی با فاصلهٔ ۶۰ سانتی متری که روی هر پشته دو ردیف به فاصلهٔ تقریبی ۳۰ سانتی متر کشت شد) به عنوان عامل اصلی و سه رقم Pf7045/91، Hyola401 و RGS003 به عنوان عامل فرعی محسوب شدند. هر کرت فرعی شامل ۶ خط کشت به طول ۶ متر بوده و در آرایش‌های مختلف کشت تعداد بوته در مترمربع ثابت بود (۷۰ بوته در مترمربع). پس از آماده سازی زمین ۵۰ کیلوگرم P_2O_5 از منبع فسفات دی آمونیوم و نیز ۷۲ کیلوگرم K_2O از منبع سولفات پتاسیم به عنوان کود پایه به زمین داده شد. نیتروژن نیز بر اساس ۱۵۰کیلوگرم در هکتار در سه نوبت از منبع کود اوره به زمین داده شد. نوبت اول همراه با کود پایه به مقدار ۵۰ کیلوگرم، نوبت دوم قبل از به ساقه رفتن به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار و نوبت سوم در زمان غنچه دهی و به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار مصرف گردید. کاشت به صورت دستی انجام شد و مقدار بذر مصرفی بر اساس ۸ کیلوگرم در هکتار و با احتساب ۳۰ درصد اضافه بدلیل ریز بودن بذور در هرکرت فرعی محاسبه شد. عملیات تنک نیز در دو مرحلهٔ ۴ و ۶ برگی بر اساس تراکم مطلوب و تعداد بوتهٔ یکسان در واحد سطح در آرایشهای مختلف کاشت انجام شد. فاصله بوته ها روی ردیفهای کشت بعد از تنک نهایی در فواصل ردیف ۱۵، ۳۰ و۵۰ سانتی متر و پشته های دو ردیفه به ترتیب حدود ۸، ۴، ۲/۵ و ۴ سانتی متر بود. آبیاری در طول دوره رشد بر اساس نیاز گیاه انجام شد. عملیات وجین دو هفته پس از کاشت و در یک مرحله انجام گرفت. ۵۵ روز پس از کاشت نمونه برداری شروع شده و به فاصله هر ۱۵ روز یکبار انجام شد. قبل از هر بار نمونه برداری PAR دریافتی در بالای تاج پوشش بر حسب میکرومول بر مترمربع در ثانیه توسط دستگاه LCA4 اندازه‌گیری شد، سپس واحد آن تبدیل به مگاژول در متر مربع در روز گردید. این اندازه‌گیری در ساعت ۱۲ ظهر انجام می‌شد. در هر بار نمونه‌برداری شاخص سطح برگ محاسبه شده در نهایت طبق فرمول مقابل: $I_i = I_0 e^{-K\,LAI}$ مقدار I_i محاسبه شد (۳).

که در آن : I_0 = تشعشع فعال فتوسنتزی در قسمت بالای جامعه گیاهی، I_i = تشعشع فعال فتوسنتزی در زیر لایه i ام برگها، LAI= شاخص

1- Fraction Intercepted Photosynthetic ally Active Radiation

www.SID.ir

Archive of SID

سطح برگ در لایهٔ i ام و K= ضریب استهلاک نوری و e= پایهٔ لگاریتم طبیعی که مساوی ۲/۷۱ می‌باشد. حال با داشتن مقدار I_i، یا تشعشع فعال فتوسنتزی در کف تاج پوشش با استفاده از رابطهٔ مقابل درصد نور جذب شده بدست آمد:

$$I_{abs} = \left(\frac{I_0 - I_i}{I_0} \right) \times 100$$

تشعشع تجمعی نیز با استفاده از داده‌های هواشناسی در هر مرحله از نمونه‌برداری محاسبه شد. سپس از حاصلضرب درصد نور جذب شده (I_{abs}) در تشعشع تجمعی در هر مرحله، PAR جذب شده[1] در هر مرحله از نمونه برداری برحسب $Mj/m^2/day$ محاسبه شد. ۴۵٪ از تشعشع تجمعی در هر مرحله به عنوان PAR در نظر گرفته شد (۱). همچنین راندمان مصرف نور نیز با استفاده از شیب خط رگرسیون بین ماده خشک و تشعشع تجمعی نیز بر حسب gMj^{-1} محاسبه شد (شکل۲). خصوصیات اندازه‌گیری شده در این آزمایش عبارتند از: میزان تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده (PAR)[2]، کسر تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده ظاهری ($FIPAR_S$)، ماده خشک (DM)[3] و راندمان مصرف نور (RUE).

تجزیه آماری داده‌ها و پردازش معادلات از طریق نرم افزارهای SAS و EXCEL انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود تاثیر آرایش کاشت بر ماده خشک در ۵۵ روز پس از کاشت و ۷۰ روز پس از کاشت در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود ولی حداکثر اختلاف در ماده خشک در آرایش‌های مختلف کشت از گلدهی به بعد آغاز شد.

1- Photosynthetically Active Radiation absorbed
2-Photosynthetic Active Radiation
3-Dry Matter

حداکثر اختلاف در تولید ماده خشک در ۱۰۰ روز پس از کاشت مشاهده می‌شود که این زمانی است که حدود ۲۰ روز از گلدهی کامل گذشته است. بهشتی و نصیری محلاتی (۱) اظهار داشتند که تفاوت در ماده خشک تجمعی در آرایشهای مختلف کاشت عمدتا پس از مرحله شروع رشد زایشی بوده است. موریسون و استوارت[4] (۱۰) حداکثر تجمع ماده خشک را زمانی گزارش کردند که تشعشعات فعال فتو سنتزی جذب شده برابر با ۵۰۰ مگاژول بر متر مربع در روز بود که جذب این مقدار تشعشع از زمان گلدهی (۹۰ روز پس از کاشت) به بعد مشاهده شد. فواصل ردیف ۱۵ سانتی متری حداکثر تولید ماده خشک را در زمان ۱۰۰ روز پس از کاشت داشته است (بعد از شروع گلدهی). گزارش کردند که اختلاف در راندمان مصرف نور در کلزا عمدتا بعد از مرحله گلدهی اتفاق می افتد و این زمانی است که تشکیل ترکیبات لیپیدی نیاز به دریافت تشعشعات فتوسنتزی زیادی دارند، هم چنین نتایج آنها حاکی از وجود یک رابطه مثبت بین تولید ماده خشک و راندمان مصرف نور است (۷).

اختلاف بین ماده خشک و RUE در آرایش کاشت فواصل ردیف ۳۰ سانتی متری با آرایش کاشت پشته‌هایی با فاصلهٔ ۶۰ سانتی متری که روی هر پشته دو ردیف کشت شده بود در طول دورهٔ رشد فقط در یک مرحله معنی‌دار (۵ درصد) بوده است (۸۵ روز پس از کاشت) و در دیگر مراحل رشد اختلاف غیرمعنی‌دار است. اختلاف بین ماده خشک و راندمان مصرف نور بین آرایش کاشت فواصل ردیف ۳۰ سانتی متری و ۵۰ سانتی متری نیز به جز یک مرحله (۷۰ روز پس از کاشت) در بقیهٔ مراحل رشد معنی‌دار بود. راندمان مصرف نور (RUE) را یک جزء حیاتی از مدلهای رشد گیاه می دانند که بیانگر ارتباط بین تولید ماده خشک و انرژی

4 - Morrison & Stewart

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در مراحل مختلف رشد میانگین مربعات MS

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	روزهای پس از کاشت					روزهای پس از کاشت				
		۵۵	۷۰	۸۵	۱۰۰	۱۱۵	۵۵	۷۰	۸۵	۱۰۰	۱۱۵
		PARa تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده					FIPAR %کسر تشعشع فعال فتوسنتزی				
تکرار	۲	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۱۰ ns	۰/۰۰۷ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۹ ns	۰/۰۰۰۹ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۰۶ ns	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۰۰۰۱ ns
آرایش کاشت	۳	۱/۴۳۸ **	۰/۰۷۰ **	۴/۴۲۱ **	۰/۹۶۹ **	۳/۹۴ **	۰/۰۵۸۷ *	۰/۰۰۲ **	۰/۰۲۳ **	۰/۰۹۳ **	۰/۰۷۴ **
خطای اصلی	۶	۰/۰۰۴	۰/۰۱۲	۰/۰۴۴	۰/۰۲۱	۰/۰۱۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۳
رقم	۲	۱/۳۵۵ **	۱/۰۶۲ **	۱۱/۶۳۱ **	۱/۳۷۰ **	۱۶/۴۳ **	۰/۰۵۵ **	۰/۰۳۱ **	۰/۰۳۳ **	۰/۲۴۶ **	۰/۳۱۴ *
آرایش کاشت × رقم	۶	۰/۲۴۶ **	۰/۱۹۱ *	۰/۵۲۶ **	۰/۱۵۱ **	۱/۰۱۶ **	۰/۰۱۰ **	۰/۰۰۵ *	۰/۰۰۳ **	۰/۰۱۱ **	۰/۰۱۹ **
خطای فرعی	۱۶	۰/۰۰۲	/۰۰۴	۰/۰۶۰	۰/۰۰۵	۰/۰۱۰	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱
		RUE راندمان مصرف نور					DM ماده خشک				
تکرار	۲	۰/۰۰۹ ns	۰/۰۲۱ ns	۰/۲۵۵ ns	۰/۱۰۶ ns	۰/۱۱۱ ns	۳۶۲/۶۱ ns	۱۸۹۰/۹۳ ns	۳۶۸۳۹/۱۲ ns	۲۴۶۳۹/۰۲ ns	۳۴۱۵۲/۷۲ ns
آرایش کاشت	۳	۰/۲۶۳ *	۰/۰۵۱ *	۰/۹۹۷ **	۳/۸۲۶ **	۲/۴۴۵ **	۱۰۵۴۳/۳ *	۴۶۷۳/۴۸ *	۱۴۴۰۴۰/۰۳ *	۸۸۱۵۶۸/۸۸ **	۷۵۱۲۱۹/۶۲ **
خطای اصلی	۶	۰/۰۰۳	۰/۰۳۳	۰/۰۲۶	۰/۱۳۵	۰/۱۲۷	۱۳۱/۹۵	۳۰۳۶/۰۹	۳۸۳۹/۰۴	۳۱۲۰۱/۹۸	۳۹۱۶۲/۵۹
رقم	۲	۰/۲۹۹ **	۰/۵۲ **	۰/۳۹۶ *	۰/۲۸۳ **	۱/۰۵۱ *	۱۱۹۸۲/۹۳ **	۴۶۸۵۵/۰۹ **	۵۷۳۰۲/۰۴ *	۶۵۱۳۵/۰۴ **	۳۲۲۸۶۷/۵۳ **
آرایش کاشت × رقم	۶	۰/۰۸۵ **	۰/۰۶۶ **	۰/۲۴۹ *	۰/۳۸۰ *	۰/۱۰۳ ns	۳۴۱۵/۱۵ **	۶۰۰۳/۸۰ **	۳۶۰۹۷/۰۹ *	۸۷۷۸۴/۹۶ **	۳۱۶۸۶/۴۱ ns
خطای فرعی	۱۶	۰/۰۰۳	۰/۰۱۲	۰/۰۷	۰/۰۴۳	۰/۰۵۰	۱۵۳/۲۵	۱۱۴۴/۰۵	۱۱۴۰۶/۹۶	۱۰۰۲۸/۳۲	۱۵۵۵۲/۶۹

و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ ٪و ۱٪

ns : معنی دار نیست

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲- مقدار راندمان مصرف نور، ماده خشک، PAR جذب شده و کسری تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده ظاهری در آرایش‌ها و ارقام متفاوت در مراحل مختلف رشد

تیمار	ماده خشک DM (gm^{-2})	PAR جذب شده PARa $Mj.m^2.day$	کسر تشعشع فعال فتوسنتزی‌ظاهری FIPARs ٪	کارایی مصرف تشعشع RUE (gm^{-1})
	۵۵ روز پس از کاشت		55 days after planting	
فواصل ردیف ۱۵ سانتی متری	۲۰۱/۸^{a}	۳/۴۷^{a}	۰/۵۴۷^{a}	۱/۵۳^{a}
فواصل ردیف ۳۰ سانتی متری	۱۷۹/۷۸^{b}	۳/۱۴^{b}	۰/۳۹۳^{b}	۱/۲۹۱^{b}
فواصل ردیف ۵۰ سانتی متری	۱۳۷/۷۷^{c}	۲/۵۷^{c}	۰/۳۰۱^{c}	۱/۰۸۲^{c}
پشته‌های دو ردیفه	۱۸۸/۴^{b}	۳/۳۶^{d}	۰/۴۴۷^{d}	۱/۳۴۰^{b}
رقم Pf7045/91	۱۶۳/۹^{b}	۲/۹۰^{c}	۰/۳۹۸^{a}	۱/۲۱۹^{b}
رقم Hyola 401	۱۶۲/۹۸^{b}	۲/۹۹^{b}	۰/۳۸۱^{b}	۱/۸۲۱۴^{b}
رقم RGS003	۲۱۸/۲^{a}	۳/۵۳^{a}	۰/۴۸۷^{c}	۱/۴۹^{a}
	۷۰ روز پس از کاشت		70 days after planting	
فواصل ردیف ۱۵ سانتی متری	۳۴۶/۶^{a}	۴/۵۹^{a}	۰/۷۹۶^{a}	۱/۷۵^{a}
فواصل ردیف ۳۰ سانتی متری	۳۲۷/۷^{a}	۴/۶۱^{a}	۰/۷۹۸^{a}	۱/۶۹^{a}
فواصل ردیف ۵۰ سانتی متری	۳۹۵/۸^{a}	۴/۴۱^{b}	۰/۷۶۵^{b}	۱/۵۸^{a}
پشته‌های دو ردیفه	۳۴۱/۴^{a}	۴/۵۱^{ab}	۰/۷۸۲^{ab}	۱/۷۳^{a}
رقم Pf7045/91	۲۸۲/۹^{b}	۴/۳۸^{b}	۰/۷۹۵^{b}	۱/۵۴^{a}
رقم Hyola 401	۳۰۱/۵^{b}	۴/۳۴^{b}	۰/۷۵۳^{b}	۱/۶۰۵^{a}
رقم RGS003	۳۹۹/۲^{a}	۴/۸۷^{a}	۰/۸۴۵^{a}	۱/۹۳۰^{b}
	۸۵ روز پس از کاشت		85 days after planting	
فواصل ردیف ۱۵ سانتی متری	۸۰۹/۵^{a}	۶/۰۶^{a}	۰/۹۱۶^{a}	۲/۶۳^{a}
فواصل ردیف ۳۰ سانتی متری	۷۰۳/۵^{b}	۵/۴۲^{b}	۰/۸۴۴^{b}	۲/۳۵^{b}
فواصل ردیف ۵۰ سانتی متری	۵۱۳/۵^{c}	۴/۴۷^{c}	۰/۸۲۸^{b}	۱/۸۵^{d}
پشته‌های دو ردیفه	۶۱۱/۹^{d}	۵/۴۱^{b}	۰/۷۹۴^{c}	۲/۱۱^{c}
رقم Pf7045/91	۵۸۴/۴^{b}	۶/۲۶^{a}	۰/۸۵۳^{b}	۲/۰۳^{b}
رقم Hyola 401	۶۷۴/۱^{ab}	۴/۲۹^{c}	۰/۷۸۹^{c}	۲/۲۷^{ab}
رقم RGS003	۷۲۰/۲^{a}	۵/۳۹^{b}	۰/۸۹۴^{a}	۲/۳۹^{a}
	۱۰۰ روز پس از کاشت		100 days after planting	
فواصل ردیف ۱۵ سانتی متری	۱۴۶۵/۹^{a}	۵/۸۴^{a}	۰/۸۸۳^{a}	۳/۴۵^{a}
فواصل ردیف ۳۰ سانتی متری	۱۰۷۶/۴^{b}	۵/۳۸^{b}	۰/۷۸۹^{b}	۳/۱۱^{b}
فواصل ردیف ۵۰ سانتی متری	۷۰۴/۲^{c}	۵/۲۸^{b}	۰/۶۳۶^{c}	۲/۷۱^{c}
پشته‌های دو ردیفه	۱۰۱۲/۲^{b}	۵/۰۶^{c}	۰/۷۸۷^{b}	۳/۰۹^{c}
رقم Pf7045/91	۱۰۷۹/۳^{a}	۵/۴۴^{b}	۰/۹۱۲^{a}	۳/۲۰^{a}
رقم Hyola 401	۱۱۲۹/۹^{a}	۵/۰۳^{c}	۰/۶۲۶^{c}	۳/۲۵^{a}
رقم RGS003	۹۸۴/۸^{b}	۵/۷۰^{a}	۰/۷۸۵^{b}	۲/۹^{b}
	۱۱۵ روز پس از کاشت		115 days after planting	
فواصل ردیف ۱۵ سانتی متری	۱۶۶۵/۵^{a}	۴/۳۰^{b}	۰/۵۹۵^{b}	۳/۰۰۵^{a}
فواصل ردیف ۳۰ سانتی متری	۱۳۱۷/۴^{b}	۴/۳۹^{b}	۰/۶۰۸^{b}	۲/۷۷^{b}
فواصل ردیف ۵۰ سانتی متری	۹۶۱/۸^{c}	۳/۳۳^{c}	۰/۴۶۰^{c}	۲/۱۳^{c}
پشته‌های دو ردیفه	۱۲۵۲/۴^{b}	۴/۹۱^{a}	۰/۶۸۰^{a}	۲/۶۸^{b}
رقم Pf7045/91	۱۱۲۵/۱^{c}	۵/۳۶^{a}	۰/۷۴۱^{a}	۲/۹۳^{c}
رقم Hyola 401	۱۴۵۰/۹^{a}	۳/۰۲^{c}	۰/۴۱۸^{c}	۲/۸۵^{a}
رقم RGS003	۱۳۲۱/۶^{b}	۴/۳۲^{b}	۰/۵۹۷^{b}	۲/۵۳^{b}

†میانگین‌های با حروف مشترک در هر بخش از هر ستون اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ ندارند

www.SID.ir

Archive of SID

دریافتی می باشد (۴).

در تمام مراحل نمونه برداری به جز مرحلهٔ دوم یعنی ۷۰ روز پس از کاشت اختلاف بین ماده خشک در بین آرایش کاشت فواصل ردیف ۱۵ سانتی متری و ۵۰ سانتی متری معنی‌دار بود. اثر رقم بر ماده خشک نیز در تمام مراحل رشد معنی‌دار بود (جدول ۲). در مرحله اول نمونه‌برداری یعنی ۵۵ روز پس از کاشت مقدار اختلاف ماده خشک بین رقم Pf7045/91 و Hyola401 با رقم RGS003 معنی‌دار (۵ درصد) بود. در مرحلهٔ بعدی یعنی ۷۰ روز پس ازکاشت مقدار ماده خشک در رقم RGS003 بیشتر از دو رقم دیگر بود و آن دو رقم دیگر نیز با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند. از مرحلهٔ گلدهی به بعد مقدار ماده خشک در رقم Hyola401 نسبت به دو رقم دیگر افزایش داشت و اختلاف ماده خشک در بین سه رقم نیز معنی‌دار بود. در آخرین مرحلهٔ نمونه برداری یعنی ۱۱۵ روز پس از کاشت بیشترین مقدار ماده خشک مربوط به رقم Hyola401 بود و بعد از آن رقم RGS003 بیشترین ماده خشک را به خود اختصاص داد. همانطور که از جدول ۲ ملاحظه می‌شود، در آخرین مرحله از نمونه برداری (۱۱۵ روز پس از کاشت) راندمان مصرف نور در رقم Pf7045/91 بیشتر از دو رقم دیگر است که این به دلیل دیررس بودن این رقم نسبت به دو رقم دیگر می‌باشد. اختلاف در تولید ماده خشک در تیمارهای مختلف ناشی از آرایش کاشت مختلف و ارقام متفاوت است که این دو متغیر بر مقدار تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده تاثیرگذاشته و باعث ایجاد اختلاف در راندمان مصرف نور به عنوان عامل اساسی در تجمع ماده خشک شده‌اند. موریسون و استوارت (۱۰) اظهار داشتند که تشعشعات دریافتی توسط عرض ردیف های کشت تحت تاثیر قرارمیگیرد و نیز توزیع فضایی گیاهان در فاصله ردیف های ۱۵ سانتی متر اجازه نفوذ نور بیشتری را به داخل کانوپی داده که نتیجه آن میزان فتوسنتزخالص بیشتر و تولید ماده خشک به میزان بالاتر می باشد (۱۰). بهشتی و نصیری محلاتی (۱) گزارش کردند که راندمان مصرف نور (RUE) به عنوان یک مولفه اساسی عامل تفاوت در تجمع ماده خشک در آزمایش ایشان بود و هم چنین به نقل از دیگر محققین بیان داشتند که راندمان مصرف نور تحت تاثیر منابع تغییر از جمله آرایش کاشت، ویژگیهای فتوسنتزی نظیر حداکثر ظرفیت فتوسنتزی برگها، راندمان کوانتوم، راندمان کربوکسیلاسیون و روابط مبدا و مقصد را تحت تاثیر قرار می دهد و در نهایت آنها نتیجه گیری کردند که آرایش کاشت مربع بیشترین مقدار ماده خشک را به خود اختصاص داد که علت آن را جذب بیشتر تشعشع فعال فتوسنتزی و کارایی بالاتر مصرف نور عنوان کردند.

شاخص سطح برگ نیز تحت تاثیر آرایش‌های مختلف کاشت قرار گرفت. میزان تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده نیز به شاخص سطح برگ بستگی دارد (شاخص سطح برگ به مقدار سطح برگ تولید شده در واحد سطح اتلاق می‌شود). موریسون و استوارت گزارش کردند که شاخص سطح برگ در کلزا در فواصل ردیف ۱۵ سانتی متر بیشتر از شاخص سطح برگ در فواصل ردیف ۳۰ سانتی متر می‌باشد (۱۰).

حداکثر شاخص سطح برگ در این آزمایش مربوط به فواصل ردیف ۱۵ سانتی متر بود که با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۳). موریسون و همکاران (۱۰) در آزمایش خود مشاهده کردند که گیاهان رشد یافته در فواصل ردیف ۱۵ سانتی متر سطح برگ بیشتری نسبت به فواصل ردیف عریض تر تولید کرده و تعداد غلاف در بوته در فواصل ردیف ۱۵ سانتی متر نیز بیشتر بود. بنابراین این گیاهان نسبت به گیاهان رشد یافته در فواصل ردیف ۳۰ سانتی متر در جذب تشعشعات فعال فتوسنتزی نیز برتری نشان دادند. نتایج تجزیه

www.SID.ir

Archive of SID

واریانس نشان داد که در مرحلهٔ اول نمونه‌برداری یا ۵۵ روز پس از کاشت اختلاف در مقدار شاخص سطح برگ بین آرایش‌های مختلف کاشت و نیز ارقام مختلف معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین سطح برگ در آرایش‌های مختلف کاشت مربوط به فواصل ردیف ۱۵ سانتی متر بود و نیز در بین ارقام مختلف رقم RGS003 بیشترین شاخص سطح برگ را داشت (جدول ۳). در مرحلهٔ دوم نمونه‌برداری (۷۰روز پس از کاشت) اختلاف شاخص سطح برگ بین فواصل ردیف ۱۵ سانتی متر با فواصل ردیف ۳۰ سانتی متر غیر معنی‌دار بود همچنین در این مرحله اختلاف شاخص سطح برگ بین فواصل ردیف ۵۰ سانتی متر و پشته‌های با فاصله ۶۰ سانتی متر که روی هر پشته دو ردیف کشت شده بود غیر معنی‌دار بود. در این مرحله بین دو رقم Pf7045/91 و Hyola401 نیز اختلاف شاخص سطح برگ غیر معنی‌دار بود. بهشتی و نصیری محلاتی (۱) گزارش کردند که شاخص سطح برگ (LAI)، دوام سطح برگ (LAD) و آرایش فضایی اندامهای هوایی گیاهی عوامل موثر در میزان جذب تشعشع ورودی به کانوپی در مراحل مختلف چرخه زندگی گیاه می باشند (۱).

از مرحلهٔ گلدهی به بعد بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به فواصل ردیف ۱۵ سانتی متر بود. همچنین در فواصل ردیف ۳۰ سانتی متر و نیز پشته‌های با فاصله ۶۰ سانتی متر که روی هر پشته دو ردیف کشت شده بود اختلاف بین شاخص سطح برگ معنی‌دار نشد (۱۰۰ روز پس از کاشت). در مرحله چهارم نمونه برداری (۸۵ روز پس از کاشت) که دو رقم RGS003 و Hyola401 در مرحله گلدهی کامل بودند شاخص سطح برگ در رقم RGS003 بیشترین مقدار را نسبت به دو رقم دیگر به خود اختصاص داد. در زمان ۱۰۰ روز پس از کاشت که در این زمان رقم Pf7045/91 در گلدهی کامل بود بیشترین شاخص سطح برگ را نسبت به دو رقم دیگر داشت.

بیشترین مقدار سطح برگ در زمان ۱۰۰ روز پس از کاشت و مربوط به رقم Pf7045/91 بود که مقدار آن ۴/۲۵ محاسبه شد.

می‌توان گفت که اختلاف بین شاخص سطح برگ در تیمارهای مختلف مربوط به اختلاف بین آرایش‌های کاشت و نیز تفاوت بین ارقام می‌باشد. بعضی از محققین نیز نتیجه گرفتند که در فواصل ردیف عریض ضریب استهلاک نوری (K) افزایش می یابد و هر چه مقدار K افزایش یابد جهت به حداقل رساندن هدرروی تشعشعات فعال فتوسنتزی به شاخص سطح برگ بیشتری نیاز است (۹).

ارتباط بین شاخص سطح برگ و کسر تشعشع فعال فتوسنتزی در شکل ۱ نشان داده شده است. همان طور که از جدول ۲ مشاهده می‌شود کسر تشعشع فعال فتوسنتزی بین آرایش‌های مختلف کاشت و ارقام مختلف متفاوت می‌باشد. حداکثر کسر تشعشع فعال فتوسنتزی مربوط به فاصله ردیف ۱۵ سانتی متر می‌باشد و حداقل آن مربوط به فواصل ردیف ۵۰ سانتی متری است. هم چنین در بین ارقام بیشترین کسر تشعشع فعال فتوسنتزی مربوط به رقم Pf7045/91 می‌باشد به دلیل این که همان طور که گفته شد بیشترین شاخص سطح برگ را در بین ارقام به خود اختصاص داده است. رقم Pf7045/91 نسبت به دو رقم دیگر دیررس بوده و دارای رشد رویشی بالایی می باشد. از آنجا که گلدهی این رقم با افزایش سریع دما در خوزستان همزمان می باشد، دمای بالا محدودیتی را بر تولید ماده خشک در این رقم تحمیل کرده و باعث می شود که در نهایت نسبت به دو رقم دیگر ماده خشک کمتری تولید کند، و از آنجا که عملکرد نهایی با مقدار ماده خشک دارای رابطه مستقیمی می باشد این رقم با کاهش عملکرد مواجه خواهد شد.

در بین آرایش های مختلف کاشت حداکثر

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقدار شاخص سطح برگ در آرایش های مختلف کاشت و ارقام متفاوت در مراحل مختلف رشد

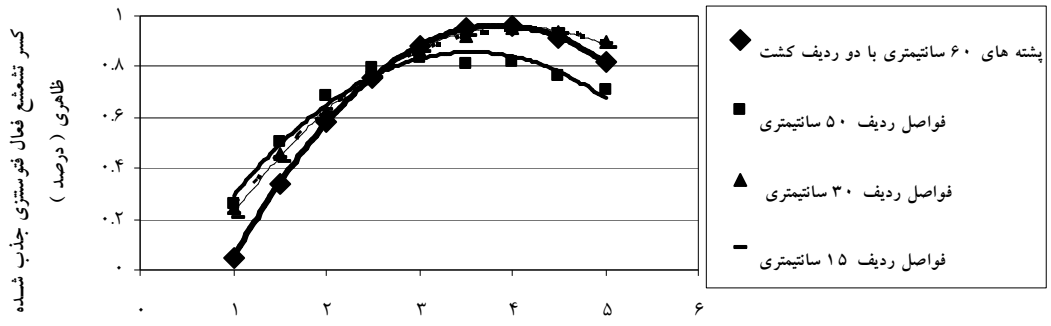
۵۵ روز پس از کاشت 55 days after planting	
فواصل ردیف ۱۵ سانتی متری	۲/۰۵[a]
فواصل ردیف ۳۰ سانتی متری	۱/۷۹[c]
فواصل ردیف ۵۰ سانتی متری	۱/۲۴[d]
پشته‌های دو ردیفه	۱/۹۱[b]
رقم Pf7045/91	۱/۵۱[c]
رقم Hyola401	۱/۵۹[b]
رقم RGS003	۲/۱۴[a]
۷۰ روز پس از کاشت 70 days after planting	
فواصل ردیف ۱۵ سانتی متری	۲/۷۴۵[a]
فواصل ردیف ۳۰ سانتی متری	۲/۷۴۸[a]
فواصل ردیف ۵۰ سانتی متری	۲/۴۶۵[b]
پشته‌های دو ردیفه	۲/۵۹۴[ab]
رقم Pf7045/91	۲/۴۰[b]
رقم Hyola401	۲/۳۵[b]
رقم RGS003	۳/۱۵[a]
۸۵ روز پس از کاشت 85 days after planting	
فواصل ردیف ۱۵ سانتی متری	۴/۱۸[a]
فواصل ردیف ۳۰ سانتی متری	۳/۲۲[b]
فواصل ردیف ۵۰ سانتی متری	۲/۹۹[c]
پشته‌های دو ردیفه	۲/۷۵[d]
رقم Pf7045/91	۳/۳۶[b]
رقم Hyola401	۲/۷۰[c]
رقم RGS003	۳/۸۱[a]
۱۰۰روز پس از کاشت 100 days after planting	
فواصل ردیف ۱۵ سانتی متری	۳/۷۸[a]
فواصل ردیف ۳۰ سانتی متری	۳/۰۳[b]
فواصل ردیف ۵۰ سانتی متری	۱/۸۹[c]
پشته‌های دو ردیفه	۲/۹۷[d]
رقم Pf7045/91	۴/۲۴[a]
رقم Hyola401	۱/۷۷[c]
رقم RGS003	۲/۷۵[b]
۱۱۵روز پس از کاشت 110 days after planting	
فواصل ردیف ۱۵ سانتی متری	۱/۶۵[b]
فواصل ردیف ۳۰ سانتی متری	۱/۵۸[b]
فواصل ردیف ۵۰ سانتی متری	۱/۱۵[c]
پشته‌های دو ردیفه	۲/۰۳[a]
رقم Pf7045/91	۲/۳۲[a]
رقم Hyola401	۰/۹۴[c]
رقم RGS003	۱/۵۵[b]

†میانگین‌های با حروف مشترک در هر بخش از هر ستون اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ ندارند

www.SID.ir

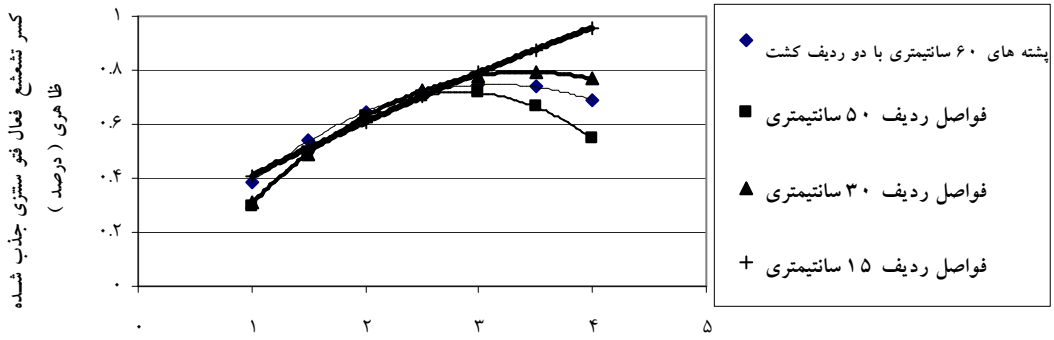
Archive of SID

رقم Pf7045/91



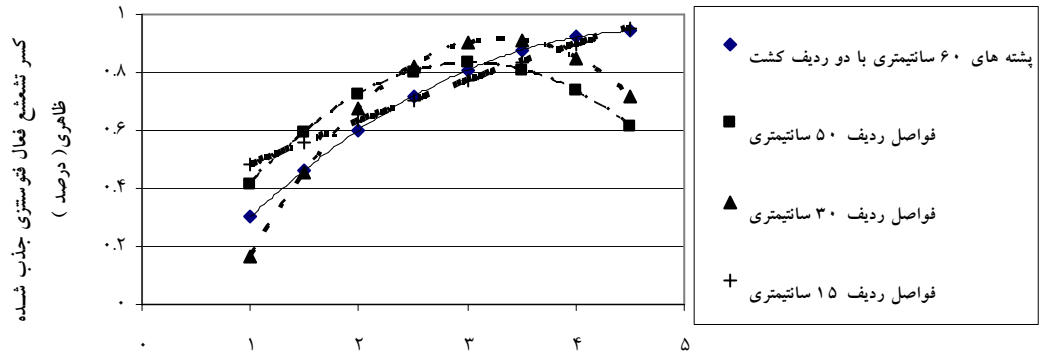
شاخص سطح برگ(LAI)

رقم Hyola401



شاخص سطح برگ(LAI)

رقم RGS003



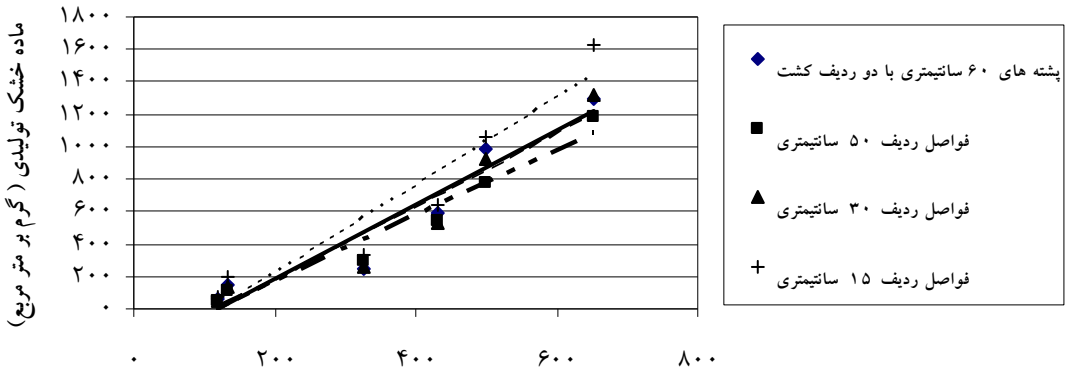
شاخص سطح برگ (LAI)

شکل ۱- رابطه بین شاخص سطح برگ و FIPAR در آرایشهای مختلف کاشت در ارقام کلزا

www.SID.ir

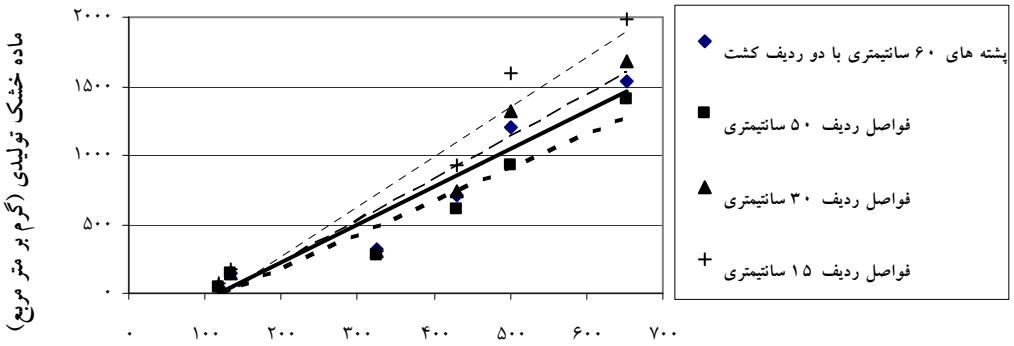
Archive of SID

رقم Pf7045/91



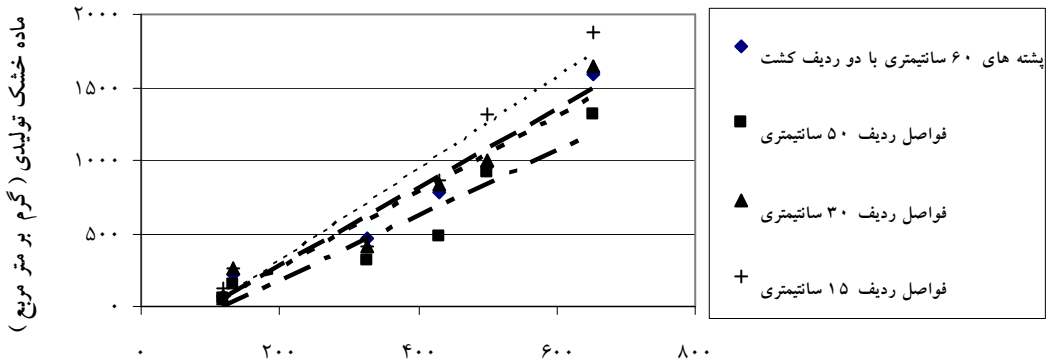
تشعشع تجمعی جذب شده(مگاژول بر متر مربع)**PARa**

رقم Hyola401



تشعشع تجمعی جذب شده (مگاژول بر متر مربع) **PARa**

رقم RGS003



تشعشع تجمعی جذب شده (مگاژول بر متر مربع) **PARa**

شکل۲- رابطه بین تشعشع تجمعی جذب شده و ماده خشک درآرایشهای مختلف کاشت در ارقام مورد بررسی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس شاخص سطح برگ در مراحل مختلف رشد (میانگین مربعات MS)

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	روزهای پس از کاشت				
		۵۵	۷۰	۸۵	۱۰۰	۱۱۰
تکرار	۲	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۱۷^{ns}	۰/۰۱۴^{ns}	۰/۰۲۴*	۰/۰۰۳^{ns}
آرایش کاشت	۳	۱/۱۴**	۰/۱۶۶**	۳/۵۳**	۵/۴۱**	۱/۱۹
خطای اصلی	۶	۰/۰۰۴	۰/۰۲۷	۰/۳۷	۰/۰۵۶	۰/۰۰۶
رقم	۲	۱/۴۱**	۲/۴۴**	۳/۷۲**	۱۸/۵۶**	۵/۷۵*
آرایش کاشت×رقم	۶	۰/۲۵**	۰/۳۷**	۰/۲۸۵**	۰/۲۷۸*	۰/۳۰۱*
خطای فرعی	۱۶	۰/۰۰۲	۰/۰۱۱	۰/۰۱۹	۰/۰۶۵	۰/۰۰۲

*** و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.** **ns: معنی دار نیست**

مقدار $FIPAR_S$ در فاصله ردیف ۱۵ سانتی متر و در شاخص سطح برگ ۴/۲ اتفاق افتاد بنابر این می توان اختلاف در کسر تشعشع فعال فتوسنتزی یا اختلاف در مقدار PAR جذب شده در آرایش های مختلف کاشت را به اختلاف در شاخص سطح برگ نسبت داد. موریسون و استوارت (۱۰) گزارش کردند که در کشت یک مقدار بذر ثابت در واحد سطح، میزان تشعشعات فعال فتوسنتزی جذب شده در فواصل ردیف ۱۵ سانتی متر بیشتر از فواصل ردیف ۳۰ سانتی متر بود. PAR جذب شده نیز در تمام مراحل نمونه‌برداری تحت تاثیر آرایش کاشت قرار داشت و حداکثر مقدار PAR جذب شده، در زمان گلدهی کامل بود یعنی زمانی که حداکثر شاخص سطح برگ در آرایش‌های مختلف کشت و نیز در ارقام مختلف وجود داشت.

در نهایت می‌توان نتیجه گیری کرد که آرایش کاشت اثر معنی داری بر روی راندمان مصرف نور داشته است و از آنجا که راندمان مصرف نور یکی از مولفه های اساسی و موثر در تجمع ماده خشک است پس آرایش کاشت عامل مهم در تعیین مقدار ماده خشک تولیدی بوده است. از جدول ۲ ملاحضه می شود که در زمان ۱۱۵ روز پس از کشت حداکثر مقدار ماده خشک کل مربوط به فواصل ردیف ۱۵ سانتی متری (کمترین فاصله ردیف) می باشد، هم چنین حداکثر راندمان مصرف نور مربوط به همین فاصله ردیف است.

از آنجا که در تراکم ثابت فاصله ردیف های ۵۰ سانتی متری دارای یک آرایش مستطیلی و فاصله ردیفهای ۱۵ سانتی متری دارای یک آرایش کاشت مربعی می‌باشند پس هر چه از آرایش کاشت مستطیل به سمت آرایش کاشت مربع نزدیک می‌شویم مشاهده می‌شود که راندمان مصرف نور و به موازات آن تجمع ماده خشک بیشتر شده است که مقدار آن gMj^{-1} ۳/۴۵ می‌باشد (جدول ۲). جاستس و همکاران (۷) گزارش کردند که در کلزا راندمان مصرف نور (RUE) از ۱ تا ۴ گرم بر مگاژول (بسته به شرایط محیطی) متفاوت خواهد بود.

موریسون و استوارت (۱۰) نیز اظهار داشتند که کل ماده خشک اندامهای هوایی به طور مستقیم به تشعشعات فعال فتوسنتزی جذب شده (PARa) وابسته است. هم چنین ایشان به نقل از گالاگر و همکاران[1] (۱۹۷۸) بیان داشتند که ارتباط بین تشعشعات فعال فتوسنتزی جذب شده و تجمع ماده

1- Gallagher *et al*.

www.SID.ir

Archive of SID

خشک خطی می باشد که شیب آن نشان دهنده راندمان تبدیل انرژی خورشیدی به ماده خشک یا راندمان مصرف نور می باشد.

در فواصل ردیف ۱۵ سانتی متری به دلیل رقابت کمتر بین بوته‌ها و اختصاص فضای بیشتر به هر بوته شاخص سطح برگ افزایش یافته و میزان PAR دریافتی افزایش می‌یابد. در نتیجه میزان فتوسنتز ناخالص افزایش یافته و مقدار تنفس نسبت به آرایش های مختلف کاهش می‌یابد.

فاصله ردیف های کمتر در تراکم ثابت منجر به افزایش راندمان مصرف نور و در نتیجه افزایش ماده خشک شده است (جدول ۲). از آنجا که ماده خشک دارای یک همبستگی مثبت با عملکرد می باشد، کاهش فاصله ردیف ها منجر به افزایش عملکرد خواهد شد (۱). کاهش فا صله ردیف ها و در نتیجه افزایش فاصله بوته ها روی ردیف های کشت و کاهش رقابت باعث توزیع یکنواخت تر نور در بین بوته ها شده و نیز گلدهی به فاصله کمی در ردیفهای ۱۵ سانتی متری زودتر اتفاق افتاد اما این تسریع زمان گلدهی چندان قابل ملاحظه نبوده و به شکلی که در جدول ۲ ملاحظه می شود در هر ۴ تیمار اصلی حداکثر راندمان مصرف نور در زمانی مشابه اتفاق افتاده است. در بین ارقام نیز Hyola401 دارای بیشترین راندمان مصرف نور و بالاترین مقدار ماده خشک بوده و توانسته است با زودرسی و ایجاد انطباق فنولوژیکی مناسب با شرایط آب و هوایی منطقه در شاخص سطح برگ ۲/۷ حداکثر ماده خشک را تولید کند.

به طور کلی تاثیر مثبت آرایش کاشت در افزایش تجمع ماده خشک بدلیل جذب بیشتر تشعشع فعال فتوسنتزی و در نتیجه افزایش راندمان مصرف نور در فاصله ردیف های ۱۵ سانتی متر می‌باشد.

منابع

۱. بهشتی، ع.، نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۱. تاثیر آرایش کاشت بر جذب و راندمان تبدیل نور در کانوپی سه رقم ذرت. نهال و بذر جلد ۱۸، صص ۴۳۱- ۴۱۷.

۲. بیابانی، ع. ۱۳۷۶. بررسی و تعیین بهترین آرایش بوتهٔ گیاه زراعی کلزا رقم بلیندا. زیتون. شماره ۱۳۵.

۳. فرانکلین، پی. جی.، برنت، پی.، راجر ال، ام. ۱۳۷۷. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ترجمهٔ: کوچکی، ع. و سرمدنیا، غ. چاپ هشتم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۰۰ ص.

4. Gollo, K P., Daugrty, C. S. T, and Wiegand, C. L. 1993. Errors in measuring absorbed radiation and computing crop radiation use efficiency. Agronomy Journal 85: 1222-1228.

5. Gatway Research Organization Canola Seed Treatment Trial D-2002- 13- Canola row spacing and seeding rate trial. File: //A:\ jbhgv+htm

6. Hanan, N. P., and Begue. A. 1995. A method to estimate instantaneous and daily intercepted photosynthetically active radiation using a hemispherical sensor. Agricultural and Forest Meteorolgy 74: 155-168.

7. Justes, E., Denoroy, P., and Gabrielle, B. 2000. Effect of crop nitrogen status and temperature on the radiation use efficiency of winter oliseed rape. European Journal of Agronomy 13: 165-177.

www.SID.ir

Archive of SID

8. Maddonni, G. A., Chelle, M., and Andrieu, B. 2001. Light interception of contrasting azimuth canopies under square and rectangular plant spatial distribution: simulation and crop measurements. Field Crops Research 70:1-13.

9. Maddonni, G. A., Otegui, M. E., and Cirilo. A. G. 2001. Plant population density, row spacing and hybrid effects on maize canopy architecture and light attenuation.Field Crops Research 71:183-193.

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

11. Nobel, P. S, Forseth I. N, and Long, S. P. 1993. Photosynthesis and production in a changing environment: Canopy structure and light interception. Chapman and Hall, London: 79-90

www.SID.ir