مقادیر کلروفیل، ضریب استهلاک نوری و شاخص سطح برگ ارقام پاییزه کلزا (*Brassica napus* L.) در اثر مصرف اسید بوریک

رضا منعم[1]، علیرضا پازکی[2]*، امیرحسین شیرانی‌راد[3]، داوود حبیبی[4]، فرزاد پاک‌نژاد[4]، مهدی مهیمنی[5]

چکیده

امروزه بررسی عوامل مؤثر بر مقدار کلروفیل‌های a ، b و ضریب استهلاک نوری به عنوان اجزای اصلی تأثیرگذار بر میزان و کارآیی فتوسنتز گیاه دارای اهمیت فراوان می‌باشد. در این تحقیق برای ارزیابی اثر محلول‌پاشی سطوح مختلف اسید بوریک بر میزان کلروفیل a+b ، ضریب استهلاک نوری و شاخص سطح برگ ارقام پاییزه کلزا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای محلول‌پاشی عنصر بُر از منبع اسید بوریک در سه سطح شامل: صفر، ۱/۵ و ۳ در هزار عنصر بُر و ارقام کلزا در سه سطح شامل SLM046 ، Modena و Licord در نظر گرفته شد. نتایج بدست آمده نشان داد اثر ساده رقم، محلول‌پاشی عنصر بُر و اثر متقابل آن‌ها بر میزان کلروفیل a+b ، ضریب استهلاک نوری و شاخص سطح برگ معنی‌دار شد. در این شرایط رقم Licord با ۶/۶۲ میلی‌گرم در لیتر بیش‌ترین میزان کلروفیل a+b ، با ۴۶ /۰ بالاترین میزان ضریب استهلاک نوری و با ۵/۱۵ بیش‌ترین شاخص سطح برگ را تولید کرد. اثر مقادیر محلول‌پاشی عنصر بُر روی صفات گفته شده نشان داد، محلول‌پاشی ۱/۵ و ۳ در هزار آن به ترتیب با ۶/۵۴ و ۶/۵۱ میلی‌گرم در لیتر بیش‌ترین میزان کلروفیل a+b ، با ۰/۴۶ و ۰/۴۱ بالاترین میزان ضریب استهلاک نوری و با ۵/۰۴ و ۵/۰۰ بیش‌ترین شاخص سطح برگ را تولید کردند. اثر متقابل عوامل آزمایشی بر صفات مورد آزمون نشان داد، محلول‌پاشی ۳/۰ در هزار بر در رقم Licord با ۷/۲۵ میلی‌گرم در لیتر، ۰/۵۲ و ۵/۵۴ به ترتیب منجر به بیش‌ترین مقدار کلروفیل a+b ، ضریب استهلاک نوری و شاخص سطح برگ شد.

کلمه‌های کلیدی: اسید بوریک، شاخص سطح برگ، ضریب استهلاک نوری، کلروفیل a+b، کلزا، محلول‌پاشی

۱- مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری

۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری. مسئول مکاتبه. Pazoki_agri@yahoo.com

۳- دانشیار مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

۴- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۵- عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری

فصلنامه علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم. تاریخ دریافت : تابستان ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش : تابستان ۱۳۸۸

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

کلزا یکی از گیاهان روغنی مهم است که کشت آن در سال‌های اخیر در کشور توسعه یافته است. در حال حاضر حدود ۹۰ درصد روغن کشور وارداتی می‌باشد. با توجه به پتانسیل عملکرد مطلوب این گیاه در کشور لزوم تحقیقات همه جانبه به خصوص استفاده صحیح و بهینه از کودهای شیمیایی مانند کودهای ریزمغذی (میکرو) بیش‌تر به نظر می‌رسد. این امر علاوه بر افزایش قابل توجه عملکرد، سبب بالا رفتن کیفیت و غنی‌سازی دانه‌ی کلزا می‌شود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۲).

بخش وسیعی از تحقیقات در سایر کشورها پژوهش در زمینه‌ی عناصر ریز مغذی تشکیل می‌دهد؛ پس کمبود عناصر ریز مغذی در خاک، منحصر به ایران نیست (سپهر و ملکوتی، ۱۳۷۶).

جذب عناصر میکرو مانند بُر در مناطق خشک و نیمه خشک به دلایل زیادی از جمله آهکی بودن، بالا بودن pH خاک، مصرف بیش از اندازه‌ی کودهای فسفاته، وجود آنیون بی‌کربنات به خصوص در شرایط عدم تهویه و کمی مواد آلی، به شدت کاهش یافته است (کوچکی و علیزاده، ۱۳۷۰).

عنصر بُر در متابولیسم کربوهیدرات‌ها دخالت دارد و برای سنتز پروتیین، تشکیل بذر و دیواره سلولی، جوانه‌زنی دانه گرده و رشد لوله گرده ضروری است و از طرف دیگر اثرات متقابل بین عناصر غذایی بر شدت، ضعف، کمبود و سمیت یک عنصر غذایی نقش زیادی دارد (Vitosh *et al.*, 1997).

بُر در واکنش‌های مختلفی در گیاه شرکت می‌کند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به تقسیم سلولی، متابولیسم قند، مواد کربوهیدرات و کلروفلی‌ها اشاره کرد. با افزایش pH خاک به ویژه در خاک‌هایی که کلسیم و رس زیاد دارند، ممکن است به دلیل تشکیل $B(oH)_4$ و جذب سطحی آنیون، فراهم بودن بُر برای گیاه کاهش یابد. در شرایط خشکی شاید به دلیل کاهش تحرک بُر بوسیله‌ی جریان توده‌ای و پلیمر شدن اسید بوریک، میزان آن کاهش می‌یابد (Marschner,1995).

سلیم‌پور و همکاران (۱۳۸۰) محلول‌پاشی عناصر میکرو را نسبت به روش مصرف خاکی بهتر ارزیابی کرده و حتی افزایش دفعات محلول‌پاشی به دو بار را در افزایش عملکرد کمی و کیفی مؤثرتر دانستند.

Hu & Brown (1997) بیان داشتند عنصر بُر از عناصر غذایی کم مصرف است که برای رشد گیاهان ضروری می‌باشد و در صورتی که قبل از گلدهی محلول‌پاشی شود مؤثرتر است.

با مطالعه‌ی اثر کمبود عناصر غذایی و آب در دو گیاه کلزا و خردل مشخص شد، در هر دو گونه اندازه‌ی نهایی سطح برگ کاهش می‌یابد، اما در مجموع توسعه‌ی برگ کلزا در ادامه‌ی تنش آهسته‌تر از خردل صورت می‌پذیرد.

Archive of SID

www.SID.ir

به نظر می‌رسد یکی از دلایل آن افزایش روند تخریب کلروفیل‌های a و b در برگ‌های کلزا نسبت به خردل باشد (Kumar & Elston, 1993).

عامل اصلی تفاوت در میزان تولید و تجمع ماده‌ی خشک در گیاهان، تفاوت در سطح برگ از لحاظ اندازه‌ی تک برگ، میزان و سرعت ظهور برگ‌های جدید می‌باشد. حاصلخیزی خاک سبب بهبود رشد رویشی گیاهان شده و شاخص سطح برگ را افزایش می‌دهد. بنابراین با افزایش کاربرد کود، گیاهان دسترسی بیش‌تری به این عنصر داشته و شاخص سطح برگ خود را افزایش داده‌اند (پازکی، ۱۳۷۹ ; Yasari *et al.*, 2008).

بنابر گزارش Hakan (2002) کودهای شیمیایی شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ را افزایش داده و زرد شدن و پیری برگ‌ها را به تأخیر می‌اندازد. Rosental *et al* (1993) همبستگی مثبتی را بین تغذیه گیاه و LAI گزارش کردند.

جوامع گیاهی از نور به دو شکل مستقیم و غیرمستقیم استفاده می‌کنند بصورتیکه برگ‌های بالایی از نور مستقیم و برگ‌های پایینی نور غیر مستقیم دریافت می‌کنند. تشعشع غیر مستقیم به دلیل عبور نور از بین برگ‌ها و انعکاس توسط زمین کم می‌شود. با توجه به این که برگ‌ها بیش‌تر نور مرئی را جذب می‌کنند و بیش‌تر نور مادون قرمز را از خود عبور می‌دهند بنابراین در کف کانوپی مقدار نور مادون قرمز نسبت به نور مرئی بیش‌تر است (مجد نصیری و احمدی، ۱۳۸۴ ؛ Clegg *et al.*, 1974). شدت نور در یک جامعه‌ی گیاهی به صورت لگاریتمی کاهش می‌یابد و از قانون بیر و لامبرت تبعیت می‌کند ($LnIi/I0 = -K.LAI$) که در آن K ضریب استهلاک نوری می‌باشد (Yunusa *et al.*, 1993). در یک جامعه‌ی گیاهی بسته به ژنوتیپ گیاه و آرایش کاشت، میزان K می‌تواند متغیر باشد بصورتیکه هر چه برگ‌ها عمودی‌تر و یا تراکم کم‌تر باشد میزان K کم‌تر است (مجد نصیری و احمدی، ۱۳۸۴). این امر اهمیت اندام جذب کننده‌ی نور را بیش‌تر نشان می‌دهد. اهمیت زیاد K برای گیاهان با سطح برگ کم در بوته و ارتفاع کم‌تر در آزمایش‌های زیادی ثابت شده است. طیف تشعشع تابیده شده در جامعه‌ی گیاهی نیز بر میزان ارزش کاربری ضریب استهلاک نوری مؤثر است (Szeicz, 1974).

مواد و روش‌ها

در این تحقیق برای ارزیابی محلول‌پاشی سطوح مختلف عنصر بر روی ارقام کلزا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد که در آن محلول‌پاشی بُر از منبع اسید بوریک در سه سطح شامل: صفر، ۱/۵ و ۳ در هزار و ۳ رقم پاییزه‌ی کلزای SLM046 و Modena، Lcord در نظر گرفته شد.

Archive of SID

www.SID.ir

هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط کاشت ۵ متری با فاصله‌ی خطوط کاشت ۳۰ سانتی‌متر و تراکم بوته حدود۹۰ عدد پس از زمستان گذرانی بود. در این طرح برای تأمین حاصلخیزی خاک حدود ۶۰ کیلوگرم در هکتار ازت خالص به صورت پایه، ۷۰ کیلوگرم در هکتار فسفات خالص، همراه با ۲/۵ لیتر در هکتار علفکش ترفلان در زمان آماده‌سازی مورد استفاده قرار گرفت. همچنین کود سرک ازت خالص به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار در دو مرحله‌ی آغاز ساقه رفتن و آغاز گلدهی مورد استفاده قرارگرفته و برای مبارزه با آفت شته مومی سم متاسسیتوکس به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار به کار رفت. دور آبیاری در این طرح بر اساس مقدار توصیه شده علمی یعنی رسیدن به ۸۰ میلی‌متر تبخیر و تعرق تجمعی از سطح تشتک تبخیر کلاس A صورت پذیرفت (خورگامی، ۱۳۷۶ ؛ پازکی، ۱۳۷۹). محلول‌پاشی با استفاده از اسید بوریک در سه سطح ذکر شده صفر، ۱/۵ و ۳ در هزار در مرحله‌ی آغاز ساقه رفتن صورت پذیرفت. در این طرح دو خط کناری هر کرت به عنوان حاشیه و در فواصل بین کرت‌ها دو خط به صورت نکاشت برای رعایت فاصله در نظر گرفته شد. از چهار خط مرکزی هر کرت آزمایشی برای بررسی و اندازه‌گیری صفات میزان کلروفیل a+b و ضریب استهلاک نوری استفاده شد. برای اندازه‌گیری مقدار کلروفیل‌های a+b و برای حذف تأثیر اثر سن و موقعیت برگ بر میزان کلروفیل، پس از نمونه‌برداری از ۱۰ برگ جوان و هم سن از گیاهان موجود در هر کرت که بر روی گره و ارتفاع یکسانی از سطح زمین قرار داشته و به حد رسیدگی نهایی خود رسیده بودند، با استفاده از روش آرنون (۱۹۷۵) اقدام به تعیین مقدار کلروفیل‌های a و b شد (خورگامی، ۱۳۷۶). برای محاسبه ضریب استهلاک نوری، در مرحله‌ی تولید بیش‌ترین میزان پوشش گیاهی، نمونه‌برداری تشعشعات فعال فتوسنتزی (PAR) دریافتی در بالای تاج پوشش و در پایین آن بر حسب میکرومول بر مترمربع در ثانیه در ساعت ۱۲ ظهر و هنگامی که زاویه‌ی خورشید عمودی و مقدار تشعشع در بیش‌ترین میزان خود بود توسط دستگاه LCA4 اندازه‌گیری و سپس شاخص سطح برگ (LAI) با نمونه‌برداری و اندازه‌گیری مساحت برگ‌ها در واحد سطح زمین با رعایت حاشیه و از ۴ خط میانی هر کرت آزمایشی تعیین شد. در نهایت طبق فرمول $LnIi/I0 = -K(LAI)$ مقدار Ii محاسبه شد که در آن I0 = تشعشع فعال فتوسنتزی در قسمت بالای جامعه گیاهی، Ii = تشعشع فعال فتوسنتزی در زیر لایه i ام برگ‌ها، LAI = شاخص سطح برگ در لایه i ام و K = ضریب استهلاک نوری می‌باشد (Yunusa *et al*.,1993).

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج

کلروفیل a+b

اثر مقادیر مختلف محلول‌پاشی بر روی میزان کلروفیل a+b در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه‌ی میانگین اثر مقادیر مختلف محلول‌پاشی بر روی میزان کلروفیل a+b نشان‌داد که با محلول‌پاشی عنصر بُر ۱/۵ و ۳ در هزار میزان کلروفیل a+b ضمن قرار گرفتن در یک گروه آماری به ترتیب بیش‌ترین تا ۶/۵۴ و ۶/۵۱ میلی‌گرم در لیتر افزایش یافت. بین محلول‌پاشی ۱/۵ در هزار عنصر بُر و عدم محلول‌پاشی آن از نظر میزان کلروفیل تفاوت معنی‌داری به میزان ۱/۱۹ میلی‌گرم در لیتر وجود داشت. در این شرایط کم‌ترین میزان کلروفیلa+b با ۵/۳۲ میلی‌گرم در لیتر مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۲).

اثر رقم‌های مورد آزمون بر میزان کلروفیل a+b در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). بصورتیکه رقم Licord با ۶/۶۲ میلی‌گرم در لیتر دارای بیش‌ترین و رقم Opera با ۵/۵۴ میلی‌گرم در لیتر در هکتار دارای کم‌ترین میزان کلروفیل a+b بودند (جدول ۲). اثر متقابل رقم و مقادیر مختلف محلول‌پاشی بر روی میزان کلروفیل a+b در سطح ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۱).

مقایسه‌ی میانگین اثرمتقابل این دو عامل بر صفت مورد بحث نشان داد که محلول‌پاشی بر ۳ و ۱/۵ در هزار بر میزان کلروفیل a+b در رقم Licord ضمن قرار گرفتن در یک گروه آماری به ترتیب با ۷/۲۵ میلی‌گرم در لیتر و در رقم Modena با ۶/۷۰ میلی‌گرم در لیتر، بیش‌ترین و عدم محلول‌پاشی بُر در رقم SLM046 با ۴/۸۷ میلی‌گرم در لیتر، کم‌ترین میزان کلروفیل a+b را تولید کردند (شکل ۱).

ضریب استهلاک نوری (K)

اثر مقادیر مختلف محلول‌پاشی عنصر بر روی میزان ضریب استهلاک نوری (K) در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه‌ی میانگین اثر مقادیر مختلف محلول‌پاشی عنصر بُر روی میزان ضریب استهلاک نوری نشان داد که با محلول‌پاشی این عنصر به میزان ۱/۵ و ۳ در هزار صفت مذکور تا ۰/۲۶ کاهش یافت و عدم محلول‌پاشی عنصر بُر با ۰/۳۲ منجر به بیش‌ترین مقدار ضریب استهلاک نوری شد (جدول ۲).

اثر ارقام مورد آزمون کلزا بر میزان ضریب استهلاک نوری در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). بصورتیکه رقم Licord با ۰/۲۵ در هکتار دارای کم‌ترین و رقم SLM046 با ۰/۳۱ دارای بیش‌ترین میزان بود (جدول ۲). اثر متقابل رقم و زمان‌های مختلف محلول‌پاشی بُر روی میزان ضریب استهلاک نوری در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل این دو عامل بر صفت مورد بحث نشان داد که محلول‌پاشی عنصر بُر ۳ و

Archive of SID

www.SID.ir

۱/۵ در هزار بر میزان ضریب استهلاک نوری در رقم Licord با ۰/۲۳ و ۰/۲۴ و در رقم Modena با ۰/۲۵ ، کم‌ترین و عدم محلول‌پاشی آن در رقم SLM046 با ۰/۳۵ ، بیش‌ترین ضریب استهلاک نوری را تولید کرد (شکل ۲).

شاخص سطح برگ (LAI)

اثر مقادیر مختلف محلول‌پاشی بر روی شاخص سطح برگ (LAI) در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه‌ی میانگین اثر مقادیر مختلف محلول‌پاشی بر روی شاخص سطح برگ نشان داد که با محلول‌پاشی عنصر بُر ۱/۵ و ۳ در هزار شاخص سطح برگ ضمن قرار گرفتن در یک گروه آماری به ترتیب بیش‌ترین تا ۵/۰۴ و ۵/۰۰ افزایش‌یافت. بین محلول‌پاشی ۱/۵ در هزار عنصر بُر و عدم محلول‌پاشی آن از نظر میزان صفت مذکور تفاوت معنی‌داری به میزان ۰/۷ وجود داشت. در این شرایط کم‌ترین میزان شاخص سطح برگ با ۴/۳۰ میلی‌گرم در لیتر مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۲).

اثر رقم‌های مورد آزمون بر میزان شاخص سطح برگ در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). بصورتیکه رقم Licord با ۵/۱۵ میلی‌گرم در لیتر دارای بیش‌ترین و رقم SLM046 با ۴/۴۵ میلی‌گرم در لیتر در هکتار دارای کم‌ترین شاخص سطح برگ بودند (جدول ۲). اثر متقابل رقم و مقادیر مختلف محلول‌پاشی بر روی میزان شاخص سطح برگ در سطح ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۱).

مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل این دو عامل بر صفت مورد بحث نشان داد که محلول‌پاشی بُر ۳ و ۱/۵ در هزار بر در رقم Licord ضمن قرار گرفتن در یک گروه آماری به ترتیب با ۵/۵۴ و ۵/۴۳ بیش‌ترین و عدم محلول‌پاشی بر در رقم SLM046 با ۴/۱۹ کم‌ترین میزان شاخص سطح برگ را تولید کردند (شکل ۳).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ - تجزیه واریانس تأثیر مقادیر مختلف محلول‌پاشی بر و رقم بر میزان کلروفیل a+b و ضریب استهلاک نوری(K)

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		کلروفیل a+b	ضریب استهلاک نوری	شاخص سطح برگ (LAI)
تکرار	۳	۰/۲۵ ns	۰/۰۰۳ *	۰/۰۲۸**
رقم	۲	۳/۵۹**	۰/۰۴۵**	۱/۵۰**
محلول‌پاشی بر	۲	۵/۸۰**	۰/۰۳۸**	۲/۰۸*
رقم × محلول‌پاشی بر	۴	۰/۲۸*	۰/۰۰۲*	۰/۱۳
خطا	۲۴	۰/۰۹	۰/۰۰۰۳	۰/۰۴
کل	۳۵	–	–	–
ضریب تغییرات (٪)	–	۶/۹۲	۸/۸۸	۷/۴۶

ns : غیر معنی‌دار * : معنی‌دار در سطح ۵ درصد **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد

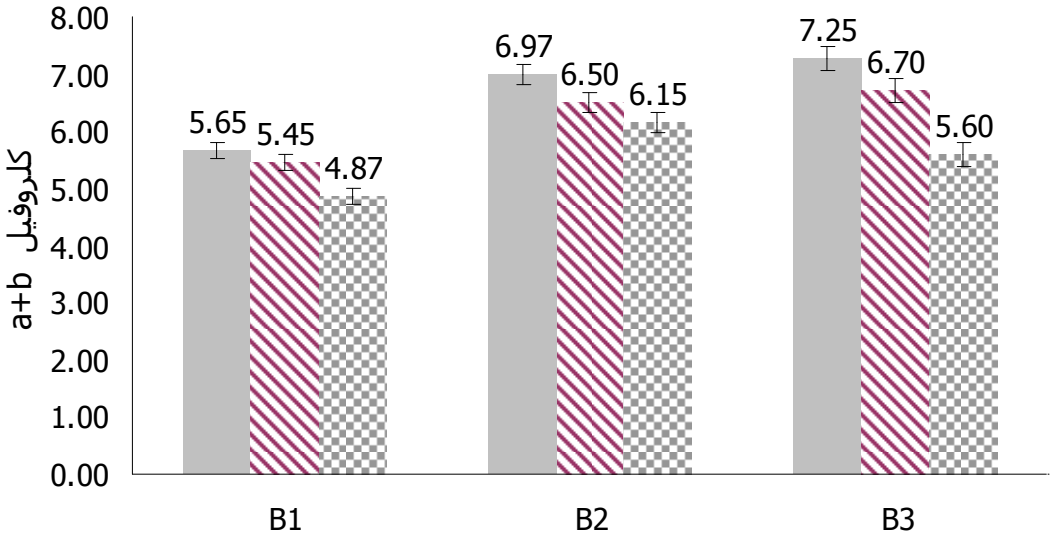
جدول ۲ - مقایسه میانگین تأثیر مقادیر مختلف محلول‌پاشی بر و رقم، بر میزان کلروفیل a+b و ضریب استهلاک نوری (K)

تیمار	میانگین		
	کلروفیل a+b (mg/Lit)	ضری استهلاک نوری (K)	شاخص سطح برگ (LAI)
محلول‌پاشی بر (B)			
عدم محلول‌پاشی بر (bo)	۵/۳۲ b	۰/۳۴ c	۴/۳۰ b
محلول‌پاشی به میزان ۱/۵ در هزار (b_1)	۶/۵۴ a	۰/۴۲ b	۵/۰۰ a
محلول‌پاشی به میزان ۳/۰ در هزار (b_2)	۶/۵۱ a	۰/۴۵ a	۵/۰۴ a
رقم (V)			
(V_1) Licord	۶/۶۲ a	۰/۴۶ a	۵/۱۵ a
(V_2) Modena	۶/۲۱ b	۰/۴۱ b	۴/۷۳ b
(V_3) SLM046	۵/۵۴ c	۰/۳۴ c	۴/۴۵ c

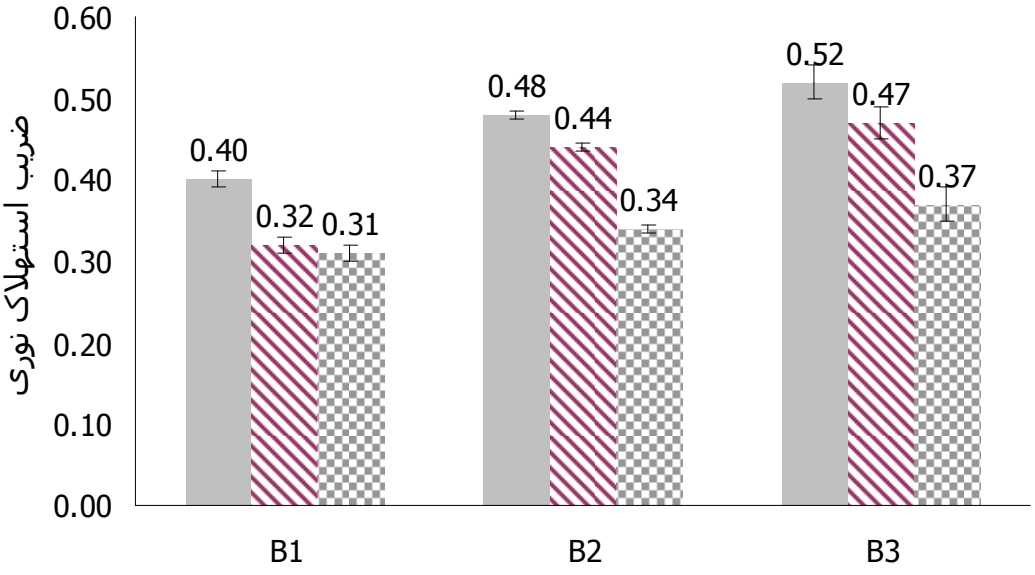
حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است.

Archive of SID

www.SID.ir

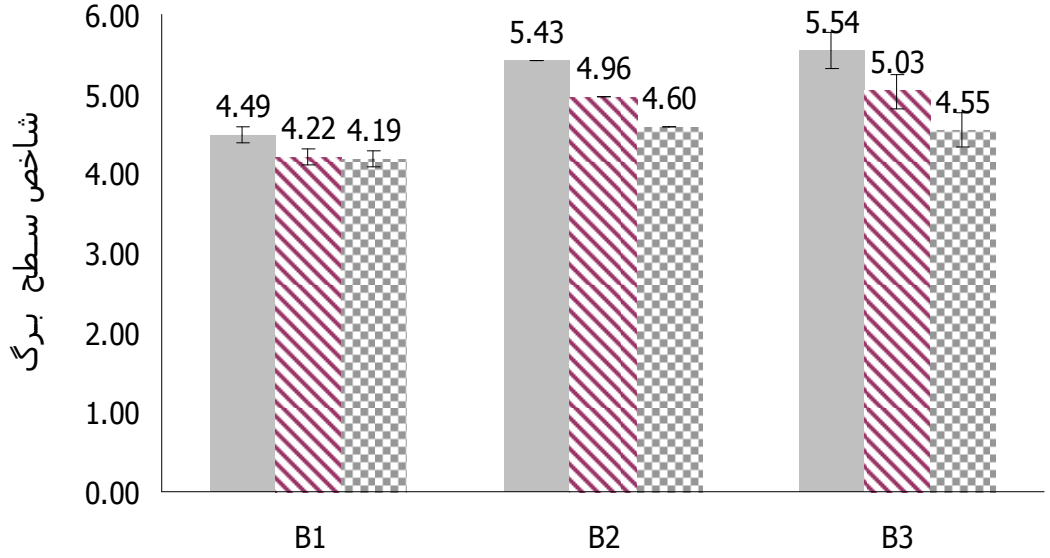


شکل ۱ – مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل محلول‌پاشی بُر و رقم بر میزان کلروفیل a+b



شکل۲ – مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل محلول‌پاشی بُر و رقم بر میزان ضریب استهلاک نوری (K)

www.SID.ir



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل محلول‌پاشی بر و رقم بر میزان شاخص سطح برگ (LAI)

بحث

کلروفیل a+b

معنی‌دار شدن اثر محلول‌پاشی بُر روی میزان کلروفیل a+b و ضریب استهلاک نوری (K)، نشان‌داد که این عنصر در انجام فرآیند فتوسنتز، انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی و متابولیسم کربوهیدرات‌ها دخالت دارد و برای سنتز پروتیین، تشکیل بذر، دیواره‌ی سلولی و ساخت کلروفیل‌ها ضروری است. از طرف دیگر اثرات متقابل بین عناصر غذایی بر شدت، ضعف، کمبود و سمیت یک عنصر غذایی نقش به سزایی دارد (Vitosh *et al*, 1997).

اخیانی و همکاران (۱۳۸۶) و Pageaue *et al* (1999) نیز اظهار داشتند، کمبود عناصر میکرو یکی از مهم‌ترین مشکلات تغذیه‌ای در بیش‌تر خاک‌های آهکی می‌باشد. بنابراین در شرایط کمبود به دلیل کاهش انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی به ویژه در شرایط تنش مقدار کلروفیل برگ‌ها کاهش می‌یابد.

Marschner (1995) نشان داد بُر در واکنش‌های مختلفی در گیاه شرکت می‌کند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به تقسیم سلولی، متابولیسم قند و مواد کربوهیدراته اشاره کرد که از جمله عوامل اصلی انجام فتوسنتز می‌باشند. با افزایش pH خاک به ویژه در خاک‌هایی که کلسیم و رس زیاد دارند، شاید به دلیل تشکیل $B(oH)_4$ و جذب سطحی آنیون، فراهم بودن بُر برای گیاه کاهش می‌یابد. در شرایط خشکی ممکن است به دلیل کاهش تحرک بُر بوسیله جریان توده‌ای و پلیمر شدن اسید بوریک، میزان آن در گیاه کاهش یابد و در نهایت کلروفیل‌ها

Archive of SID
www.SID.ir

نیز کم می‌شوند. با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل مقادیر مختلف محلول‌پاشی بُر و رقم بُر عملکرد دانه و روند تغییرات عملکرد ارقام چنین نتیجه‌گیری می‌شود که واکنش ارقام مورد آزمون نسبت به محلول‌پاشی بُر تقریباً یکسان است، هر چند این تأثیر در رقم Licord بیش‌تر از سایر ارقام می‌باشد. دلیل این امر تحریک رشد رویشی و در عین حال انتقال کربوهیدرات‌ها مخازن رویشی و استفاده از آن‌ها برای ساخت کلروفیل‌ها و یا در نهایت چربی‌ها است (Smith *et al.,* 1988) (شکل ۱). Yang *et al* (1993) نیز نشان دادند بُر در افزایش ارتفاع گیاه، رشد رویشی، بیوماس و عملکرد بیولوژیک، میزان کلروفیل، فتوسنتز و فعالیت نیترات ریدوکتاز را در این گیاه افزایش می‌دهد.

ضریب استهلاک نوری (K)

معنی‌دار شدن اثر مقادیر مختلف محلول‌پاشی بُر روی ضریب استهلاک نوری (K) و افزایش میزان آن در مقادیر محلول‌پاشی نسبت به شاهد (جدول ۲) نشان داد، در این رابطه کودپذیری بسیار مناسبی از نظر عنصر بُر وجود دارد به طوری که محلول‌پاشی ۱/۵ در هزار این عنصر که مقدار قابل توجهی محسوب نمی‌شود، منجر به افزایش ۰/۰۸ واحدی ضریب استهلاک نوری شد که از جمله دلایل اصلی آن افزایش رشد سبزینه‌ای به ویژه در بخش‌های بالایی گیاه و کاهش تبخیر (Norton,1989)، ساخت کلروفیل (یزدی‌صمدی،۱۳۷۳; پازکی، ۱۳۷۹) می‌باشد.

توجه به معنی‌دارشدن اثر رقم‌های مورد آزمون بر ضریب استهلاک نوری (K) مشخص کرد که رقم Licord که در متوسط سه سطح مصرف بر بیش‌ترین میزان کلروفیل a+b را نسبت به رقم Modena تولید کرد، از روند توسعه‌ی سطح برگ، زاویه و آرایش برگ مطلوب برگ‌های بالایی و در مجموع جذب کارآمد نور توسط آن‌ها برخوردار است که همین امر موجب دستیابی بهتر برگ‌های پایینی به نور نیز شده و از تبدیل آن‌ها به برگ‌های انگل جلوگیری می‌کند. دلیل دیگر این است که جوامع گیاهی از نور به دو شکل مستقیم و غیر مستقیم استفاده می‌کنند بصورتیکه برگ‌های بالایی از نور مستقیم و برگ‌های پایینی از نور غیر مستقیم استفاده می‌کنند. تشعشعات غیر مستقیم به دلیل عبور نور از بین برگ‌ها و انعکاس توسط زمین کم می‌شوند. با توجه به این که برگ‌ها بیش‌تر نور مرئی را جذب می‌کنند و بیش‌تر نور مادون قرمز را از خود عبور می‌دهند. بنابراین در کف کانوپی مقدار نور مادون قرمز نسبت به نور مرئی بیش‌تر است (مجد نصیری و احمدی، ۱۳۸۴; Clegg *et al.*, 1974).

معنی‌دار شدن اثر متقابل رقم و زمان‌های مختلف محلول‌پاشی بر روی میزان ضریب استهلاک نوری (جدول ۱) و مشاهده‌ی بیش‌ترین ضریب استهلاک نوری در محلول‌پاشی ۳ در هزار رقم Licord نشان داد که واکنش ارقام

Archive of SID

www.SID.ir

مورد آزمون نسبت به محلول‌پاشی بر یکسان است. به‌عنوان مثال در رقم Licord با توجه به پتانسیل بالای رشد به ویژه در شرایط مطلوب و با توجه به مقادیر اندک بُر در خاک مزرعه، محلول‌پاشی آن بیش‌ترین تأثیر را در افزایش ضریب استهلاک نوری داشت و بین تیمار مذکور و شاهد افزایشی حدود ۰/۰۸ مشاهده شد. همین روند در رابطه با دو رقم دیگر که هر دو از ارقام مطرح پاییزه هستند، هر چند با تأثیری کم‌تر مشاهده شد.

شاخص سطح برگ (LAI)

معنی‌دارشدن اثر محلول‌پاشی بُر روی میزان کلروفیل a+b و ضریب استهلاک نوری (K)، نشان داد که این عنصر در انجام فرآیند فتوسنتز، انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی و متابولیسم کربوهیدرات‌ها دخالت دارد و برای سنتز پروتیین، تشکیل بذر، دیواره سلولی و ساخت کلروفیل‌ها ضروری است. از طرف دیگر اثرات متقابل بین عناصر غذایی بر شدت، ضعف، کمبود و سمیت یک عنصر غذایی نقش به سزایی دارد (Vitosh *et al.*, 1997).

در حقیقت عامل اصلی تفاوت در میزان تولید و تجمع ماده‌ی خشک، تفاوت در سطح برگ از لحاظ اندازه‌ی تک برگ، میزان و سرعت ظهور برگ‌های جدید می‌باشد. حاصلخیزی خاک از طریق بهبود رشد رویشی شاخص سطح برگ را افزایش می‌دهد. بنابراین با افزایش کاربرد کود گیاهان با دسترسی بیش‌تر به این عنصر، شاخص سطح برگ خود را افزایش داده‌اند (پازکی، ۱۳۷۹ ; Yasari *et al*, 2008). افزایش شاخص سطح برگ به دنبال کاربرد کود تنها به دلیل افزایش تولید برگ نبوده بلکه با افزایش دوام سطح برگ، تأخیر در پیری و زرد شدن برگ‌ها ارتباط دارد (Hakan, 2002) در عین حال بین تغذیه گیاه و شاخص سطح برگ همبستگی مثبتی وجود دارد (Rosental *et al.*, 1993). Yasari *et al* (2008) نیز با بررسی فیزیولوژیکی مؤلفه‌های رشد، بیش‌ترین میزان شاخص سطح برگ ارقام کلزا را ۴/۶۹ گزارش نمودند.

بنابراین در مجموع چنین باید گفت که با توجه به کمبود میزان بُر در خاک محل آزمایش، افزایش کاربرد آن به میزان ۳ در هزار در تمامی ارقام منجر به افزایش صفات مورد آزمون گردید که البته میزان آن در Licord بیش‌تر از سایر ارقام بود، به بیان دیگر در این رقم افزایش میزان عنصر بُر، نقش بیش‌تری در افزایش سطح برگ (۵/۵۴) داشته و به دنبال افزایش سایه انداز گیاهی ضریب استهلاک نوری (۰/۵۲) نیز به مقدار قابل توجهی افزایش یافت که نتیجه آن افزایش ساخت و تجمع کلروفیلa+b (۷/۲۵ mg/lit) بود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

اخیانی.ا.، ح.شانیان، م.مزججی. ۱۳۸۶ . مقایسه روش‌های کاربرد سولفات آهن در بهبود عملکرد کلزا در منطقه شاهرود. دهمین کنگره علوم خاک ایران.

پازکی،ع. ۱۳۷۹ . بررسی و اندازه گیری اثر تنش آب بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و شاخص‌های مقاومت به خشکی دو رقم کلزا . پایان‌نامه دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. ۲۶۰ صفحه.

خورگامی،ع. ۱۳۷۶ . بررسی اثر تنش کم‌آبی بر برخی صفات فیزیولویک و زراعی کلزا، پایان‌نامه دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

سپهر،ا.، و م.ج.ملکوتی. ۱۳۷۶ . بررسی اثرات پتاسیم، منیزیم و گوگرد و عناصر ریز مغذی بر روی افزایش عملکرد و بهبود کیفیت آفتابگردان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۰۸ صفحه.

سلیم‌پور،س، س،کامران، ع،دریاشناس، م.ج،ملکوتی و ح،رضایی. ۱۳۷۹ . بررسی میزان و روش مصرف سولفات روی در زراعت کلزا در صفی آباد دزفول. مجله پژوهشی خاک و آب ۱۲: صفحات۱۱-۷.

کوچکی،ع. و ا،علیزاده. ۱۳۷۰ . اصول زراعت در مناطق خشک، انتشارات استان قدس رضوی.

مدنی،ح. ۱۳۸۳ . فیزیولوژی مقاومت به سرما و انجماد در کلزای پاییزه. پایان‌نامه دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

مجد نصیری،ب.، و م.ر.احمدی. ۱۳۸۴ . تأثیر فصل کاشت و فاصله بوته در نحوه توزیع و میزان جذب نور در جامعه گیاهی ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ (*Crarthamus tinctorious* L.) .مجله علوم کشاورزی ایران. ۶(۱): ۶۳-۷۳.

ملکوتی،م.ج.، ز،خادمی، و پ،مهاجر میلانی. ۱۳۸۲ . توصیه بهینه کودی برای کلزا در کشور. مجموعه مقالات تغذیه بهینه دانه‌های روغنی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

ملکوتی،م.، و ج.تهرانی. ۱۳۷۷ . نقش عناصر ریز مغذی در افزایش عملکرد بیولوژیک محصولات کشاورزی.

یزدی صمدی.ب.، و ک.پوستینی. ۱۳۷۳ . اصول تولید گیاهان زراعی. مرکز نشر دانشگاه تهران. ۳۰۰ صفحه.

Archive of SID

www.SID.ir

Clegg,M.D., W.W.Biggs, J.D,Eastin, J.W,Marvanille, and C.Y,Sulivan. 1974. Light transmitrion in field communities of sorghum. Agron.J.66:471-476.

Hakan.O. 2002. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapseed cultivars. Agron. J. 19: 453-463.

Hu,H., and P.H.Brown. 1997. Absorbtion of boron by plant roots. Plant and soil. 193: 49-58.

Kumar,A., and J.Elston. 1993. Leaf expansion in Brassica species in response to water stress. Indian Journal of Plant Physiology. 36 : 4, 220-229.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Seconded. Academic Press, London.

Norton, R.M. 1989. Applied nitrogen and water use efficiency of canpla. In; Buzza, G. C.(ed) Proceeding of seventh workshop of Australian rapeseed agronomists and breeders. Toowoomba, Queenslans, Australia, pp. 107-110.

Pageaue,D., J.Laford, and G.F.Termblay. 1999. The effect of boron on productivity of canola. Proceeding of the 10 th international rapeseed congress. Canbera. Australia.

Rosental,T., J.Gerik, and L.J.Wade. 1993. Radiation-use efficiency among grain sorghum cultivars and plant densities. Agron. J. 85: 703-705.

Smith,C.J,. J.G.Writh, and M.R.Woodroofe. 1988. The effect of irrigation nitrogen fertilizer on rapeseed (*Brassica napus*) production in sought eastern australia.Irrigation Science. 9: 15-25.

Szeicz,G. 1974. Solar radiation in crop canopies.J.Appl. Ecol.11:1117-1156.

Vitosh,M.L., D,Warneke, and R.E.Lucas. 1997. Boron Michigan State university Extension soil & Soil management –Fertilizer. Available on the htpp://.Msue.Msu.Edv/.

Yang,Y.X., Z,Ye, and K.Wong. 1993. Response of genotypes to Boron application.Plant and Soil.166:321-324.

Archive of SID

www.SID.ir

Yasari,E., A.M.Patwardhan, V.S.Ghole, O.Ghasemi Chapi, and A.Asgharzadeh. 2008. Relationship of Growth Parameters and Nutrients Uptake with Canola (*Brassica napus* L.) Yield and Yield Contribution at Different Nutrients Availability. Pakistan Journal of Biological Sciences.11:845-853.

Yunusa.I.A.M., K.H.M.,Sidique, R.K.Leldford, and M.M.Karimi. 1993. Effect of canopy structure on efficiency of radiation interception and use in spring wheat cultivars during pre-anthesis period in mediterraniean type environment.Field Crop Research.35:113-122.

Archive of SID

www.SID.ir