نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۹، شماره ۲ ، سال ۱۳۹۰، ص ۲۹۳-۲۸۵

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 9, No. 2, 2011, p. 285-293

اثرات شوری و محلولپاشی آهن بر شاخص سطح برگ، درصد جذب نور و رابطه‌ی آنها با عملکرد دانه آفتابگردان

محمد حسین شریعتمداری[۱*] - غلامرضا زمانی [۲]- محمد حسن سیاری [۳]

تاریخ دریافت: ۸۹/۲/۱۵
تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۸

چکیده

به منظور مطالعه اثرات تنش شوری و محلولپاشی آهن بر شاخص سطح برگ، درصد جذب نور و رابطه ی آنها با عملکرد دانه ی آفتابگردان تحقیقی در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند به صورت کرتهای خرد شده در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۴ تکرار بر روی رقم ایروفلور آفتابگردان انجام شد. کرتهای اصلی شامل سطوح سه گانه ی شوری آب آبیاری (۱، ۵ و ۹ دسی زیمنس بر متر) و کرتهای فرعی سطوح چهار گانه محلولپاشی سولفات آهن (۰، ۱، ۲ و ۴ در هزار) بودند. نتایج نشان داد که با کاهش شاخص سطح برگ و درصد جذب نور در اثر اعمال شوری، عملکرد دانه ی آفتابگردان بصورت خطی کاهش می‌یابد. محلولپاشی سولفات آهن در شرایط شور، جذب نور را به مقدار زیادی افزایش داد. بیشترین درصد جذب نور بمیزان ۷۰/۳۴ درصد از تیمار شاهد شوری با شاخص سطح برگ ۳ به دست آمد. در این تیمار عملکرد دانهٔ آفتابگردان ۴۲۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. محلولپاشی آهن تا حدی کاهش سطح برگ ناشی از شوری را جبران نمود.

واژه های کلیدی: آفتابگردان، تنش شوری، محلولپاشی سولفات آهن، شاخص سطح برگ

مقدمه

آفتابگردان (*Helianthus annuns* L.) از مهمترین گیاهان زراعی ایران و جهان می‌باشد به طوری که یکی از ۴ گیاه اصلی روغنی به شمار می‌آید (۳۰). رشد و عملکرد گیاهان در بسیاری از مناطق دنیا توسط تنشهای زنده و غیر زنده متعدد محدود می‌گردد. تنش شوری پس از خشکی مهمترین تنش محیطی در سطح جهان و از جمله ایران است. شور شدن آب و خاک یکی از مهمترین عوامل محیطی محدود کننده برای تولید محصول به خصوص در نواحی خشک و نیمه خشک جهان می‌باشد (۲۲). کشور ایران بجز نوار باریکی از سواحل دریای خزر، کاملا در منطقه ی خشک و نیمه خشک واقع شده و بیش از ۹۰ درصد اراضی قابل استفاده ی کشاورزی با خطر افزایش شوری مواجه است (۶ و ۸). وسعت زیادی از خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک ایران به دلیل آهکی بودن دارای کمبود عناصر ریزمغذی، به ویژه روی و آهن می باشند (۱۲). در شرایط کمبود آهن، تعداد رنگدانه های فتوسنتز کننده و مقدار کلروفیل برگها کاهش می‌یابد (۱۳ و ۲۳). تأمین این عنصر غذایی در خاک می‌تواند موجب توازن عناصر غذایی در گیاه و نهایتاً افزایش تولید و کیفیت محصول شود (۲).

کارایی دریافت و جذب تشعشع توسط یک گیاه تا حد زیادی تابع شاخص سطح برگ (۲۹ و ۳۴)، انطباق زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ با حداکثر تشعشع محیط (۳۱ و ۳۳) و ضریب خاموشی نور می‌باشد (۲۸ و ۲۹). یکی از بارزترین اثرات کاهش رشد گیاه، کاهش سطح برگ است (۲۰). بنابراین حتی در صورتیکه میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ تغییر نکند، میزان رشد بدلیل کاهش میزان فتوسنتز در کل گیاه (که حاصل کاهش سطح برگ فتوسنتزکننده است) کاهش خواهد یافت (۲۴). نتایج آزمایشات گوکسوی و همکاران (۱۹) و کرم و همکاران (۲۱) نشان داد که شاخص سطح برگ آفتابگردان در شرایط تنش کاهش می یابد. ویت کوسکی و لامونت (۳۵) گزارش کردند که گیاهان تحت تنش شوری با کاهش سطح برگ مانع از دست رفتن آب می‌شوند و در نتیجه برگ های گیاهان در اینگونه محیط‌ها کوچکتر و ضخیم تر می‌گردد. فرانکویس (۱۸) نیز بیان کرد که ۳۰ روز پس از اعمال تنش در تمام هیبریدهای آفتابگردان آزمایش در شوری ۸ دسی زیمنس بر متر، گیاه

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیاران گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email: shariatsh@gmail.com)

۱ تا ۲ برگ کمتر از شرایط کنترل شده داشت. با توجه به اینکه گیاهان تحت تنش بخش عمده ای از دوره ی رشد خود را در معرض شوری می‌گذرانند و میزان یون های سمی کلر و سدیم بطور طبیعی در برگها با افزایش شوری افزایش می‌یابد، بنابراین احتمالا می‌توان کاهش عملکرد را به تجمع زیاد یونها در داخل گیاه نسبت داد (۵). آسیا خاتون و همکاران (۱۴) گزارش کردند که شوری ۶ دسی زیمنس بر متر نسبت به شوری ۱/۵ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش عملکرد دانه‌ی آفتابگردان به میزان ۵۴/۵۷ درصد و شوری ۳ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش ۲۳/۵۴ درصدی عملکرد دانه نسبت به شوری ۱/۵ دسی زیمنس بر متر می‌شود.

در رابطه با تاثیر آهن بر گیاهان، در آزمایشی الابدین و همکاران (۱۷) اثر عناصر کم مصرف را بر کمیت و کیفیت گوجه فرنگی بررسی کردند و مشاهده نمودند که محلولپاشی ۰/۰۵ درصد آهن سه مرتبه پس از انتقال نشاء میزان کلروفیل برگ و عملکرد را افزایش داد. همچنین تدین و رئیسی (۱) بیان کردند که سولفات آهن سبب ۲۳ درصد افزایش سطح برگ گیاه اسپرس شد. سعیدی (۴) نیز نتیجه گرفت که افزودن کود آهن‌دار به خاک موجب ۳۸ درصد افزایش عملکرد دانه ی آفتابگردان شد. رامش (۲۷) در بررسی اثر فسفر و آهن در عملکرد آفتابگردان گزارش کرد که با میزان ۵ میلی گرم آهن در یک کیلوگرم خاک برای هر گیاه عملکرد دانه افزایش معنی‌داری می‌یابد.

تمام شواهد نشان می‌دهد که هر چه جذب نور در جامعه گیاهی بیشتر باشد، عملکرد نیز بیشتر خواهد بود . با افزایش جذب نور عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی هر دو افزایش می‌یابد، لیکن افزایش سهم عملکرد اقتصادی نسبت به عملکرد بیولوژیکی در محصولات دانه ای مورد نظر است (۳۲ و ۳۷). موفقیت شیوه های مدرن بهزراعی و بهنژادی در راستای عملکرد تا حدود زیادی بستگی به مدیریت استفاده و توزیع نور در اجتماع گیاهی دارد. چنانچه آب و مواد غذایی به اندازه کافی در اختیار گیاه قرار داشته باشد، نور عاملی مهم است که روی میزان محصول هر گیاه اثر تعیین کننده می‌گذارد (۹).

با توجه به اینکه رقم ایروفلور از ارقام رایج آفتابگردان در منطقه خراسان می‌باشد و مطالعات مدونی در کشور و حتی در جهان در زمینه ی حد تحمل به شوری آن صورت نگرفته، لذا بمنظور بررسی و شناخت بهتر تحمل به شوری رقم ایروفلور آفتابگردان تحقیق حاضر انجام گردید. همچنین با توجه به اینکه اطلاعات کافی در مورد نیازهای کودی آهن برای آفتابگردان در منطقه‌ی بیرجند موجود نبود، در ضمن استفاده از کودهای شیمیایی و پاسخ گیاهان به آنها بسیار تابع شرایط محیطی از جمله خاک منطقه و عوامل ژنتیکی است، تأثیر عنصر غذایی آهن بر صفات زراعی آفتابگردان و نقش مثبتی که در کاهش خسارات ناشی از تنش شوری در این گیاه می‌تواند داشته باشد، این تحقیق انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند با عرض جغرافیایی ´۵۶ و °۳۲، طول جغرافیایی ´۱۳ و°۵۹ و ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا انجام شد. منطقه آزمایشی دارای اقلیم خشک با تابستانهای گرم و خشک است. این آزمایش بصورت کرتهای خرد شده برپایه طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام شد که کرتهای اصلی سطوح سه گانه ی شوری آب آبیاری (۱، ۵ و ۹ دسی زیمنس بر متر) و کرتهای فرعی سطوح چهار گانه محلولپاشی سولفات آهن (۰، ۱، ۲ و ۴ در هزار) بودند (۲۷). نمک موجود در آب آبیاری از نوع کلرید سدیم بوده و زمان اعمال تنش نیز پس از استقرار گیاه (در مرحله ی شش تا هشت برگی) بود. محلولپاشی سولفات آهن نیز در دو مرحله (۱۵ روز قبل و بعد از آغاز گلدهی) انجام شد. رقم مورد بررسی در این آزمایش، رقم متوسط رس ایروفلور (Euroflor) آفتابگردان بود. قبل از آماده کردن زمین برای تعیین کود مورد نیاز از خاک نمونه برداری شد و بر اساس نتیجه ی تجزیه ی خاک، کود مورد نیاز به زمین اضافه گردید. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی شنی بود. به منظورکنترل علفهای هرز از علفکش ترفلان بصورت قبل از کاشت استفاده گردید. کاشت بذرها بصورت خشکه کاری در هفته ی اول اردیبهشت بصورت کرتی و با دست انجام شد. تراکم کاشت نیز ۸۳۰۰۰ بوته درهکتار در نظر گرفته شد. هر کرت آزمایشی شامل ۴ ردیف کاشت به طول ۴ متر و با فاصله ی ردیف ۶۰ سانتی متر بود و فاصله ی بین بوته‌ها در روی ردیف کاشت پس از تنک کردن در حدود۲۰ سانتی متر تنظیم گردید. فاصله ی بین تکرارها از یکدیگر ۳ متر در نظر گرفته شد. به منظور جلوگیری از نشت آب با درجات مختلف شوری به کرتهای مجاور فاصله ی بین کرتهای اصلی ۲ متر در نظر گرفته شد. صفات مورد اندازه گیری در این آزمایش شامل وزن تر و خشک برگ، تعداد برگهای فعال و غیر فعال، شاخص سطح برگ حداکثر، درصد جذب نور و عملکرد دانه بود.

برای اندازه گیری صفات مورد نظر، ردیف های کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای کرتها جهت اثر حاشیه ای حذف گردید و هر کرت را به دو قسمت تقسیم نموده، یک قسمت برای اندازه گیری عملکرد دانه و قسمت دیگر برای اندازه گیری سایر صفات در نظر گرفته شد. برای تعیین وزن تر و خشک، تعداد پنج بوته بصورت تصادفی از هر کرت جدا گردید و بلافاصله برای تعیین وزن تر به آزمایشگاه منتقل گردید. وزن خشک نمونه‌ها نیز پس از قرار دادن نمونه‌ها در آون ۷۵ درجه سانتیگراد و به مدت ۷۲ ساعت تعیین گردید. تعداد برگ گیاه از شمارش برگهای پنج بوته ی تصادفی از هر کرت بدست آمد. منظور از تعداد برگ فعال، برگهای سبز موجود بر روی گیاه و برگ غیر فعال

برگهای خشک و زرد شده ی در حال خشک شدن در زمان برداشت بود. برای تعیین شاخص سطح برگ حداکثر، بوته های آفتابگردان را در سطح یک متر مربع در آغاز گلدهی برداشت و تمام برگها را از بوته‌ها جدا کرده و با استفاده از دستگاه اندازه گیری سطح برگ Delta-T، شاخص سطح برگ بدست آمد. میزان نور بالا و پایین کانوپی توسط دستگاه Sunscan مدل SSI-UM-1.05 همزمان با نمونه برداریهای سطح برک اندازه گیری شد. اندازه گیری‌ها در سه نقطه از هر کرت و در فاصله ی ساعت ۱۱ تا ۱۳ انجام گرفت. درصد جذب نور توسط کانوپی با استفاده از معادله ی ۱ محاسبه شد (۳).

$$\%I_{abs}= (1 - I / I_0)\times 100 \qquad (۱)$$

در این رابطه $\%I_{abs}$، درصد نور جذب شده توسط کانوپی آفتابگردان، I_0 نور بالای کانوپی و I نور زیر کانوپی است.

در مرحله ی رسیدگی فیزیولوژیک وقتی پشت طبق‌ها زرد و براکته‌ها قهوه ای بودند، تعداد پنج طبق بطور تصادفی برداشت گردید و دانه‌ها توسط دست از طبق جدا شد، سپس خرمنکوبی و بوجاری گردید و تعداد دانه در طبق و وزن صد دانه اندازه گیری شد. در زمان برداشت، یک متر مربع از نیمه ی دوم هر کرت برای ارزیابی عملکرد دانه (با رطوبت ۱۴ درصد) برداشت گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری SAS (ورژن ۸) و برای رسم نمودارها نیز از نرم افزارهای SigmaPlot 11.0 و Excel 2003 استفاده گردید.

نتایج و بحث

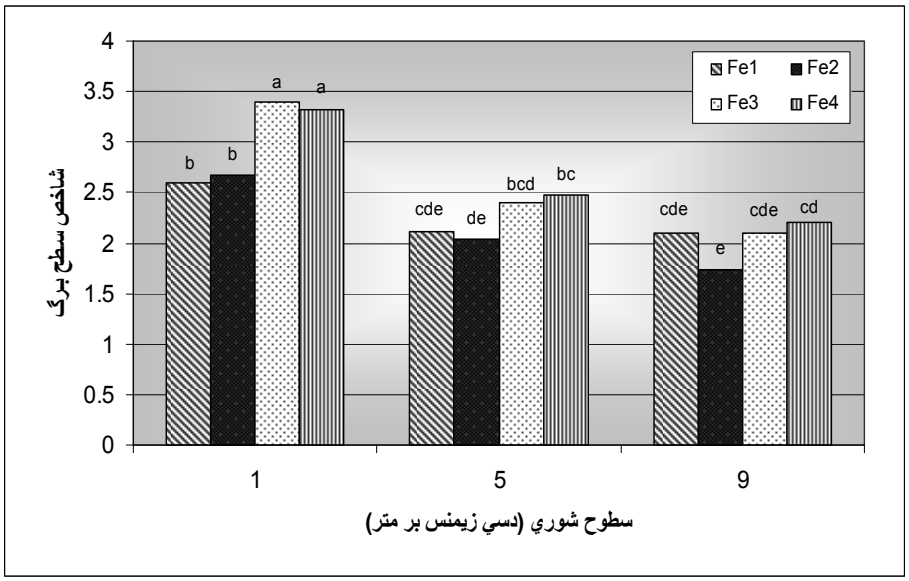
رابطه ی شاخص سطح برگ با عملکرد دانه

تنش شوری تأثیر معنی داری بر شاخص سطح برگ و عملکرد دانه داشت (جدول ۱). تیمارهای متوسط (۵ دسی زیمنس بر متر) و شدید (۹ دسی زیمنس بر متر) تنش شوری به ترتیب شاخص سطح برگ را ۲۲ و ۳۰ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش دادند. محلولپاشی سولفات آهن اثر کاملا معنی داری بر شاخص سطح برگ داشت (جدول ۱). همانگونه که در شکل ۲ مشاهده می‌گردد، محلولپاشی سولفات آهن سبب تعدیل اثرات منفی شوری روی شاخص سطح برگ شد بطوریکه در مقایسه ی تیمار بدون محلولپاشی سولفات آهن با تیمار محلولپاشی ۴ درهزار سولفات آهن، ۱۵ درصد افزایش شاخص سطح برگ مشاهده گردید.

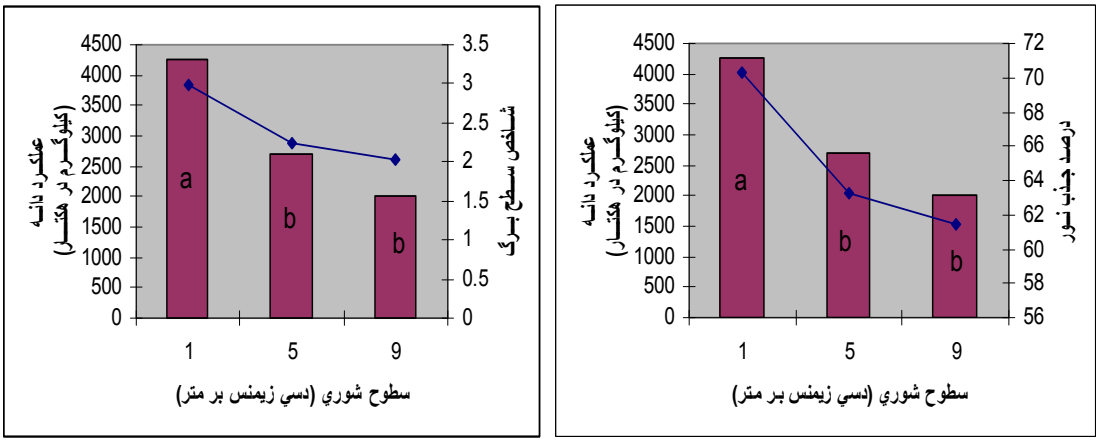
همانگونه که در شکل ۲ مشاهده می‌گردد، عملکرد دانه ی آفتابگردان با کاهش شاخص سطح برگ در اثر افزایش سطوح شوری، کاهش می‌یابد. همبستگی بالا و مثبت شاخص سطح برگ با عملکرد دانه نیز این موضوع را تایید می‌کند (جدول ۲). در بسیاری از مطالعات، همبستگی قوی میان شاخص سطح برگ و عملکرد دانه گزارش شده است (۱۶ و ۲۶). از آنجا که برگها اندام اصلی فتوسنتز کننده در گیاه می‌باشند، لذا کاهش شاخص سطح برگ در اثر تنش سبب عدم ایجاد منبع فیزیولوژیکی کافی جهت استفاده از نور دریافتی و تامین اسیمیلات‌های لازم برای پر کردن دانه و در نتیجه کاهش عملکرد می‌گردد (۳).

رابطه ی درصدجذب نور و عملکرد دانه

روند کاهش عملکرد دانه با کاهش درصد جذب نور توسط برگها در اثر اعمال تنش در شکل ۲ کاملا مشهود است. این نمودار نشان می‌دهد که با جذب حدود ۷۰ درصد نور توسط برگها در شرایط عدم تنش، بیشترین عملکرد دانه تولید شده است.



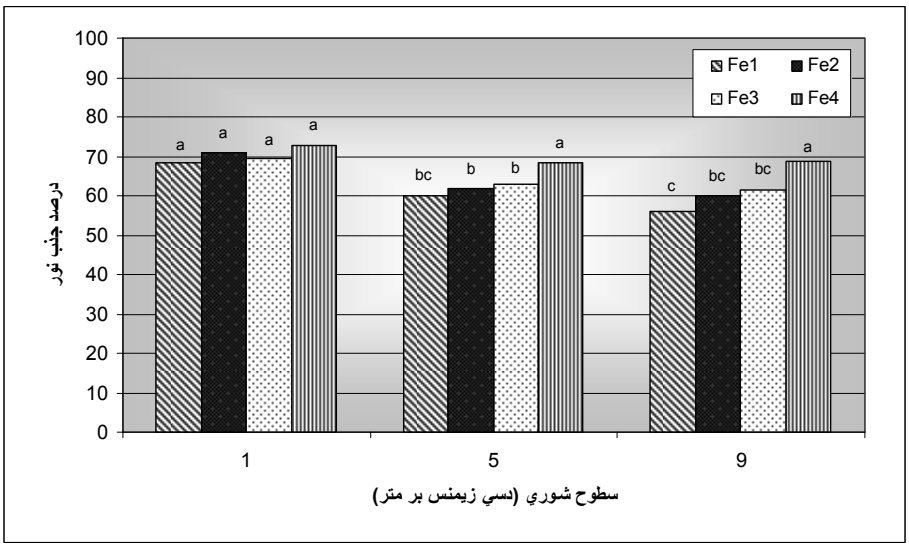
شکل ۱- تأثیر مقادیر مختلف محلولپاشی سولفات آهن بر شاخص سطح برگ تحت سطوح سه گانه تنش شوری



شکل ۲- تغییرات سطح برگ (چپ) و درصد جذب نور (راست) در اثر شوری بر عملکرد دانه

نتایج نشان می‌دهند که هر چه جذب نور در جامعه گیاهی بیشتر باشد، عملکرد نیز بیشتر خواهد بود. با افزایش جذب نور عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی هر دو افزایش می‌یابد، لیکن افزایش سهم عملکرد اقتصادی نسبت به عملکرد بیولوژیکی در محصولات دانه ای مورد نظر است (۳۲ و ۳۷). زمانی که در یک گیاه در اثر عمل فتوسنتز محصول خشک تولید می‌شود در حقیقت مقداری از انرژی نورانی جذب شده در ترکیبات شیمیایی و هیدرات کربن ذخیره می‌شود. این ترکیبات نشانه کاربرد انرژی نورانی در جریان عمل کربن گیری است (۱۱). شایان ذکر است که در این تحقیق تراکم ۸/۲ بوته در متر مربع با فاصله‌ی بوته ی ۲۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد، که چنین استنباط می‌شود که فاصله ی ردیف ۲۰ سانتیمتر حتی در شرایط بدون تنش، امکان استفاده از حداکثر تشعشع دریافتی (۹۵ درصد) را در زمان بسته شدن کانوپی میسر نساخته است. بعبارت دیگر این آرایش کاشت، رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ و پتانسیل عملکرد نهایی را مقدور نمی سازد.

از طرف دیگر همانگونه که در جدول ۱ و شکل ۳ مشاهده می‌شود، محلولپاشی آهن تاثیر کاملا معنی داری بر درصد جذب نور دارد. طبق شکل ۳ محلولپاشی سولفات آهن با دز ۴ در هزار نسبت به عدم اعمال سولفات آهن، سبب افزایش ۱۲ درصدی جذب نور می‌گردد. نکته ی جالب اینکه محلولپاشی سولفات آهن توانست جبران تمامی خسارات ناشی از شوری را در رابطه با صفت درصد جذب نور کند، بطوریکه سطح چهارم محلولپاشی در شوری ۹ دسی زیمنس بر متر درصد جذب نور بالاتری نسبت به سطح شاهد شوری و محلولپاشی داشت (شکل ۳).



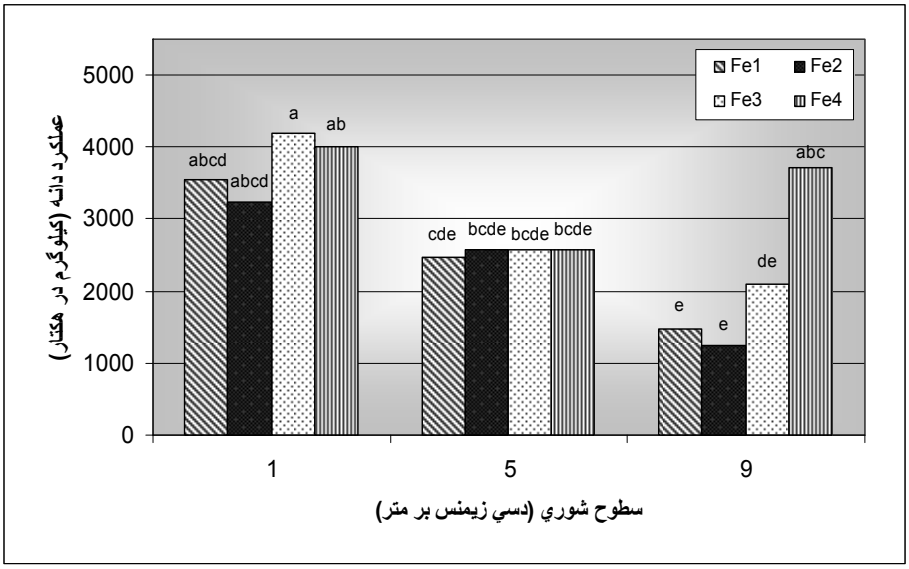
شکل ۳- تأثیر مقادیر مختلف محلولپاشی سولفات آهن بر درصد جذب نور تحت سطوح سه گانه تنش شوری

با توجه به آنچه در مورد شاخص سطح برگ و درصد جذب نـور و رابطه ی آنها با عملکرد دانه گفته شد، شوری سبب کـاهش عملکـرد دانه شد و محلولپاشی سولفات آهن نیز تا حـدودی خسـارات ناشـی از شوری را تعدیل نمود (شکل ۴).

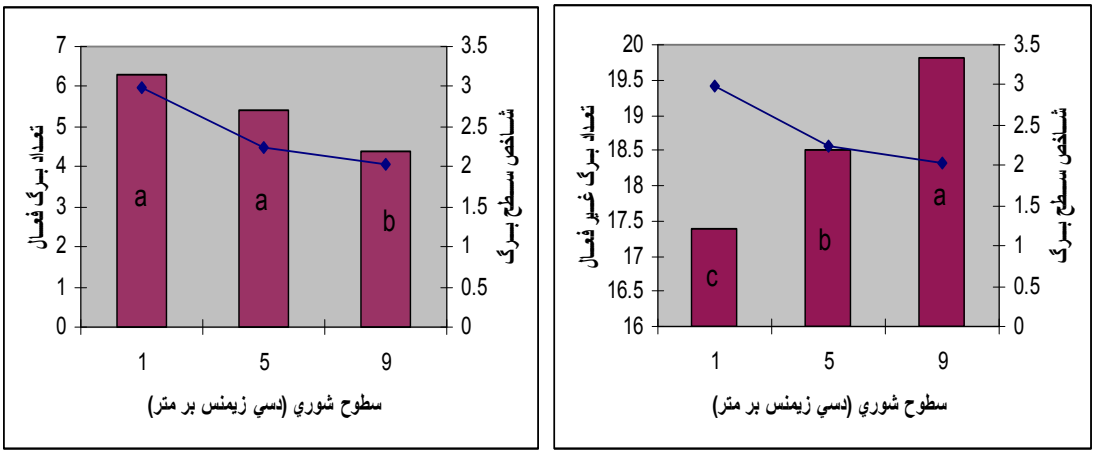
رابطه ی شاخص سطح برگ با تعداد برگ فعال و غیر فعال گیاه

همانگونه که در جدول ۲ و شکل ۵ مشاهده مـی‌گـردد، شـاخص سطح برگ همبستگی کاملا مثبت و معنی داری با تعداد بـرگ هـای فعال گیاه دارد. یعنی با کاهش تعداد برگهای فعال در اثر تنش شوری، شاخص سطح برگ نیز کاهش می‌یابد، بطوریکه شاخص سطح بـرگ کل از شاخص ۳ در تیمار بدون تـنش (شـاهد) بـه حـدود ۲ در تیمـار تنش شدید (۹ دسی زیمنس بر متر) رسید.

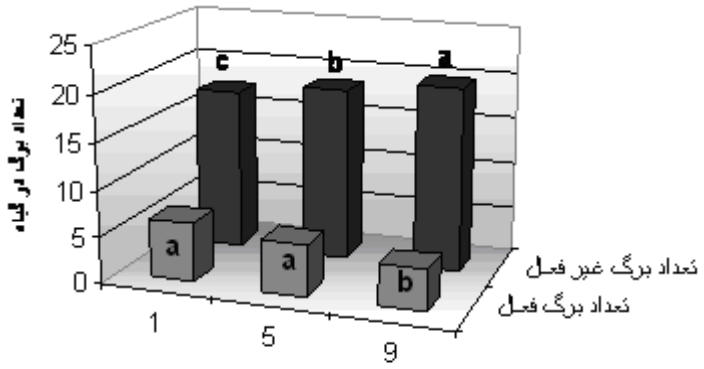
سطح دریافت کننده ی نور در برگهـا و کـارایی فتوسـنتزی آنهـا یکی از عوامل مهم در امر تولید می‌باشد. بوته‌ها در شرایط عدم تـنش بعلت اینکه رقابت کمتری برای دستیابی به آب مطلـوب دارنـد، تـوان تولید برگهای فعال بیشتری را دارند. چاپمن و وستگیت (۱۵) کـاهش سطح برگ را بیشتر حاصل کاهش تعداد برگ می‌داند تا اندازه ی هـر برگ، که این موضوع در مقایسه ی همبسـتگی بـین شـاخص سـطح برگ با تعداد برگ فعال و وزن خشک برگها در آزمایش حاضر بخوبی مشهود می‌باشد.



شکل ٤- تأثیر مقادیر مختلف محلولپاشی سولفات آهن بر عملکرد دانه تحت سطوح سه گانه تنش شوری



شکل ٥- تغییرات سطح برگ در اثر شوری بر تعداد برگ فعال و غیر فعال گیاه



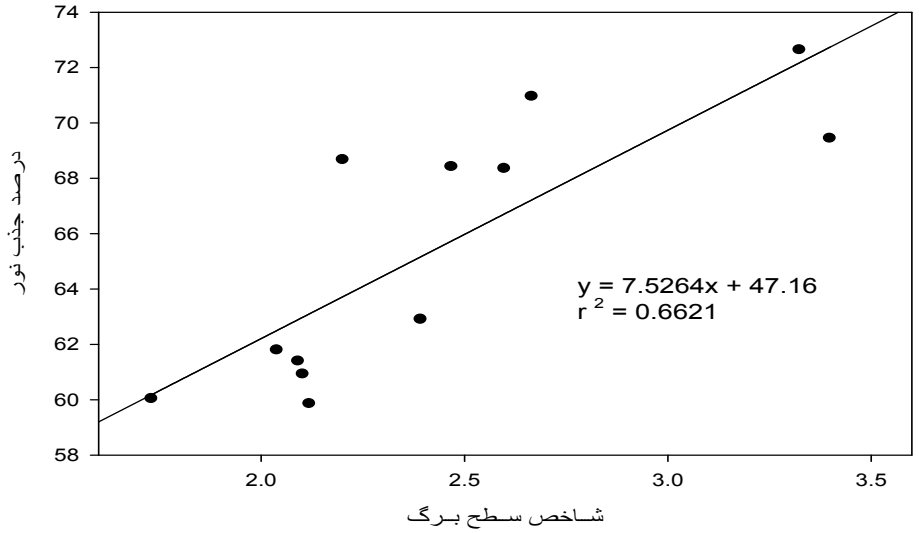
سطوح شوری (دسی زیمنس بر متر)

شکل ٦- تأثیر سطوح سه گانه تنش شوری بر تعداد برگ فعال و غیر فعال بوته ی آفتابگردان

همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد، همبستگی شاخص سطح برگ با صفات تعداد برگ فعال و وزن خشک برگ بترتیب ۰/۴۸و ۰/۵۰ می‌باشد. از آنجا که زمان اعمال تیمارهای تنش شوری در این آزمایش در مرحله ی ۶ تا ۸ برگی آغاز شد، لذا تنش شوری علاوه بر کاهش سطح برگ موجب کاهش تعداد برگ در اثر تاثیر سوء تنش بر تشکیل آغازه ی برگ گردید (۱۵)، که این نتیجه با اظهارات نسمیت و ریچ (۲۵) مطابقت دارد. بعلت سایه اندازی برگهای توسعه یافته ی بالایی، تعداد برگهای غیر فعال در پایین بوته افزایش یافت و هرچه سطح تنش افزایش می‌یابد، از تعداد برگهای فعال کاسته و بر تعداد برگهای غیر فعال افزوده می‌شود (شکل ۶).

رابطه ی شاخص سطح برگ با درصد جذب نور

بالاترین همبستگی مثبت و معنی دار شاخص سطح برگ با درصد جذب نور مشاهده گردید (جدول ۲ و شکل ۷). شاخص سطح برگ فاکتور اصلی تعیین کننده ی نفوذ نهایی نور در گیاه می‌باشد که بر فتوسنتز، تعرق و تجمع ماده ی خشک اثر دارد (۱۶). تولید ماده خشک و عملکرد نهایی به میزان تشعشع جذب شده و کارائی مصرف نور وابسته است و جذب نور نیز به نوبه خود به میزان تشعشع برخورد کرده به کانوپی و شاخص سطح برگ بستگی دارد (۷). اگر یک گیاه بخواهد از انرژی نور خورشید استفاده ی کارآمد کند ، باید بتواند حداکثر تشعشع نور خورشید را توسط بافتهای سبز جذب نماید. با افزایش سطح برگ میزان دریافت تشعشع هم بیشتر می‌شود. همانگونه که در ۷ مشاهده می‌گردد، بیشترین درصد جذب نور در شرایط بدون تنش بمیزان ۷۰/۳۴ درصد بود که در همین شرایط شاخص سطح برگ نیز بالاترین مقدار (شاخص ۳) را دارا بود. هر گونه شرایط نامساعد محیطی مانند عدم تأمین آب مطلوب مورد نیاز برای گیاه باعث کاهش سطح برگ و در نتیجه کاهش جذب نور می‌شود که بدنبال این موضوع کاهش فتوسنتز و سرعت رشد محصول سبب خارج شدن جامعه ی گیاهی از تراکم مطلوب شده و در نهایت سبب کاهش عملکرد می‌گردد. در شرایط تنش شدید که شاخص سطح برگ و درصد جذب نور شدیدا کاهش پیدا کردند، در نهایت عملکرد دانه به کمتر از نصف میزان عملکرد در شرایط بدون تنش (شاهد) تقلیل یافت. بسته شدن سریع کانوپی، رسیدن سریعتر به مقدار حداکثر شاخص سطح برگ و اختصاص ماده ی خشک بیشتر به برگها باعث بالاتر رفتن مقدار تشعشع دریافت شده می‌شود که این خود مهمترین علت در بالاتر بردن مقدار عملکرد گیاه می‌شود (۱۰).



شکل ۷- رابطه خطی بین شاخص سطح برگ و درصد جذب نور تحت تیمار تنش شوری و محلولپاشی سولفات آهن

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات رقم ایروفلور آفتابگردان تحت تیمار تنش شوری و سطوح مختلف محلولپاشی سولفات آهن

منبع تغییر	درجه آزادی	شاخص سطح برگ حداکثر	درصد جذب نور	عملکرد دانه	تعداد برگ فعال	تعداد برگ غیر فعال	وزن خشک برگ
تکرار	۳	۰/۰۴ ns	۱۶/۷۲ ns	۱۱۵۶۶۰۹/۵۴ ns	۷/۴۰ **	۱۱/۸۰ **	۰/۰۰۰۹ ns
شوری	۲	۴/۰۷ **	۳۵۱/۰۳ **	۲۰۹۴۳۰۳۹/۳۲ **	۱۳/۷۵ **	۲۳/۴۱ **	۰/۰۱ **
خطای کرت اصلی	۶	۰/۰۶	۶/۸۴	۹۴۰۴۱۷/۶۱	۱/۱۱	۰/۵۱	۰/۰۰۱
آهن	۳	۰/۸۰ **	۱۵۱/۷۴ **	۳۱۲۵۷۶۳/۴۲ *	۳/۳۷ **	۰/۵۷ ns	۰/۰۰۱ ns
شوری×آهن	۶	۰/۱۳ ns	۱۴/۴۶ ns	۲۵۵۸۰۸۸/۹۰ *	۰/۲۴ ns	۱/۱۳ ns	۰/۰۰۰۸ ns
آهن×تکرار	۹	۰/۰۳ ns	۱۴/۹۸ ns	۲۳۴۴۲۳۴/۰۳ *	۳/۹۰ **	۵/۲۹ **	۰/۰۰۲ ns
خطای کرت فرعی	۱۸	۰/۰۶	۱۱/۵۴	۸۱۴۲۷۷/۰۰	۳/۵۵	۲۴/۴۰	۰/۰۰۰۹

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

جدول ۲- ضرایب همبستگی ساده برخی صفات رقم ایروفلور آفتابگردان با هم تحت تیمار تنش شوری و محلولپاشی سولفات آهن

	درصد جذب نور	شاخص سطح برگ	عملکرددانه (کیلوگرم درهکتار)	تعداد برگ غیر فعال	تعداد برگ فعال	وزن خشک برگ
وزن خشک برگ	۰/۴۴**	۰/۴۸**	۰/۷۳**	۰/۳۵- *	۰/۴۴**	۱
تعداد برگ فعال	۰/۳۲*	۰/۵۰**	۰/۴۲**	۰/۶۲**	۱	
تعداد برگ غیر فعال	۰/۱۶- ns	۰/۳۹- **	۰/۲۸- ns	۱		
عملکرد دانه	۰/۵۶**	۰/۵۳**	۱			
شاخص سطح برگ	۰/۶۲**	۱				
درصد جذب نور	۱					

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

منابع

۱- تدین، ع و ف. رئیسی. ۱۳۸۷. عکس العمل اکوتیپ های مختلف اسپرس بـه محلولپاشـی نیتـروژن، آهـن و روی در منـاطق سردسـیر اسـتان چهارمحال و بختیاری. مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد ۶، شماره ۱. ص ۴۶.

۲- خلد برین، ب. و ط. اسلام زاده. ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی (ترجمه). جلد اول. انتشارات دانشگاه شیراز.

۳- سرمدنیا و ع. کوچکی. ۱۳۷۳. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد.

۴- سعیدی، قدرت ا... . ۱۳۸۶. تأثیر برخی عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف بر اجزای عملکرد و دیگر صفات زراعی آفتابگردان در یک خـاک آهکی اصفهان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال یازدهم. شماره ۱(ب). ص ۳۴.

۵- شمس الدین سعید، م. و ح.، فرح بخش. ۱۳۸۷. بررسی صفات کمی و کیفی عملکرد کلزا تحت شرایط تنش شوری و شناسایی بهترین شاخص مقاومت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال دوازدهم، شماره ۴۳ (الف). ص ۷۲.

۶- عبدلزاده، ا. و ن. صفاری. ۱۳۸۱. بررسی اثرات شوری بر رشد رویشی در یازده رقم و لاین گندم با تکیه بـر انباشـتگی یـون هـا. مجلـه علـوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال نهم. شماره ۲. ص ۱۰۳- ۹۵.

۷- قائمی، ع. ۱۳۸۱. بررسی شاخص های فیزیولوژیک و مورفولوژیک مؤثر بر افزایش عملکرد کمی و کیفی چغندرقند. پایان نامه دکتری دانشگاه فردوسی مشهد. ص ۱۴۱.

۸- کافی، م. و برزویی، ا. و صالحی، م. و کمندی، ع. و معصومی، ع. و نباتی، ع. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش های محیطی در گیاهان. ص. ۸۱-۸۲.

۹- مجد نصیری، ب. و احمدی، م. ۱۳۸۴. تأثیر فصل کاشت و فاصله بوته در نحوه توزیع و میزان جذب نور در جامعه گیـاهی ژنوتیپهـای مختلـف گلرنگ (*Carthamus tinctorious* L.)، مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۶. شماره ۱. سال ۱. صفحه ۶۳-۷۳.

۱۰- مداح یزدی، و. و ا. سلطانی، و ب. کامکار، و ا. زینلی. ۱۳۸۷. فیزیولوژی مقایسه ای گندم و نخود: شاخص سـطح بـرگ، دریافـت و اسـتفاده از تشعشع و توزیع ماده خشک به برگ ها. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد پانزدهم. شماره ۴. ص ۸۳.

۱۱- مظاهری، د. ۱۳۷۳. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران. ص ۲۶۲.

۱۲- ملکوتی، م.، ج. ۱۳۷۹. تغذیه‌ی متعادل گندم راهی به سوی خودکفایی در کشور و تأمین سلامت جامع. نشر آموزش کشـاورزی، معاونـت تـات وزارت کشاورزی کرج، ایران.

۱۳- ملکوتی، م.، ج. و م، م. طهرانی. ۱۳۷۸. نقش ریزمغذیها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشـاورزی، انتشـارات دانشـگاه تربیـت مدرس، تهران. ایران.

14- Asia khaton, M. S. Qureshi and Medhet K. Hssain. 2000. Effect of salinity on some yield parameters of sunflower. International Journal of Agriculture & Biology. 4. pp 382-384.

15- Chapmane. P. and M. E. Westgate. 1993. Water deficit affects receptivity of maize silk. Crop. Sci. 33. pp 279-282.

16- Dwyer, L. M., D. W. Stewart, R. I. Hamilton and L. Houwing. 1992. Ear position and vertical distribution of leaf area in corn. Agron. J. 84. pp 430-438.

17- Elabdeen, A. Z., and A. M. Metwally. 1982. Effect of foliar spraying with Mn, Fe, Zn and Cu on the quality of tomato and pepper. Agr. Res. Rev. 60. pp 143-164.

18- Francois. E., 1996. Salinity Effect on Four sunflower Hybrids. Reprinted from Agronomy Journal. Vol. 88(2). pp 32.

19- Goksoy, A.T., A.O., Demir, Z.M., Turan, and N. Dagustu. 2004. Responses of sunflower to full and limited irrigation at different growth stages. Field Crops Res. 87. pp 167-178.

20- Greenway, H. and R. Munns. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Ann. Rev. Plant Physiol. 31. pp 149-190.

21- Karam, F., R., Masaad, T., Sfeir, O., Mounzer, and Y. Rouphael. 2007. Evapotranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions. Agr. Water Manag. 75. pp 226-244.

22- Koocheki. A. and M. N. Mohalati. 1994. Feed value of some halophytic range plants of arid regions or Iran. In: Victor. R. Squires and Ali Ayoub (eds). Halophytes as a resource for livestock and for rehabilitation of degraded lands.pp 249-253.

23- Morales, F., Abadia, A. and Abadia, J. 1995. Characterization of the xanthophylls cycle and other photosynthetic pigment chnges induced by iron deficiency in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Plant physiology. 94. pp 607-613.

24- Munns, R., & J. B. Passioura. 1984. Effect of prolonged exposure to NaCl on the osmstic pressure of leaf xylem sap from intact, transpiring barley plants. Aust. J. Plant Physiol. 11. pp 497- 507.

25- Nesmith, D. S., and J. T. Ritchie. 1992. Short- and long- term response of corn to a preanthesis soil water

deficit.Agron.J.84. pp 107-113.
26- Nunez, R., and E. Kamperath. 1969. Relationship between response plant population and row width on growth and yield of corn. Agron.J.61. pp 278-282.
27- Ramesh. 2001; Effect of P, Fe, on the yield of sanflower. Ann. Agri: Res. 4:2. 145-150.
28- Richter, G.M., K.W. Jaggard, and R.A.C. Mitchell. 2001. Modelling radiation interception and radiation use efficiency for sugar beet under variable climatic stress. Agric. For. Meteorol. 109. pp 13-25.
29- Rosati, A., and T.M. Djong. 2003. Estimating photosynthetic radiation use efficiency using incident light and photosynthesis of individual leaves. Ann. Bot. 91. pp 869-877.
30- Scheier, J. D., F. H. Gutierrez-Boem and R.S. Lavado. 2002. sunflower nitrogen requirement and 15N fertilizer recovery in western pampas, Argentina. Eurp. J. Agron. 17. pp 73-74.
31- Scott, R.K., and K.W. Jaggard. 2000. Impact of weather, agronomy and breeding on yields of sugar beet grown in UK since 1970. J. Agric. Sci. Camb. 134. pp 341-352.
32- Siddique, K. H. M., D. Tennant, M. W. Perry., & R. K. Belford. 1990. Water use and water use efficiency of old and modern wheat cultivars in a Mediterranean-type environment. Aust. J. Agric. Res. 41. pp 431-447.
33- Sinclair, T.R., and T. Horie. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: A Review. Crop Sci. 29. pp 90-98.
34- Werker, A.R., and K.W. Jaggard. 1997. Modelling asymmetrical growth curves that rise and fall: Applications to foliage dynamics of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Ann. Bot. 79. pp 657-665.
35- Witkowski, E.T.F., and B.B. Lamont. 1991. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. Oecology 88. pp 486-490.
36- Yoe, A.R., K.S., Lee, P.G., Izard, and T.J. Flowers. 1991. Short and long-term effects on salinity on leaf growth in rice (Oryza sativa L.). Journal of experimental Botany. 42. pp 881-889.
37- Yunusa. I. A. M., K. H. M. Siddique., R. K. Belford., and M. M. Karimi. 1993. Effect of canopy structure on efficiency of radiation interception and use in spring wheat cultivars during the pre-anthesis period in a mediterranean- type environment. Field Crops Research. 35. pp 113-122.