اثر شوری خاک بر ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد روغن ارقام آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)

علیرضا پیرزاد*[۱]، رسول قادرنژاد آذر[۲]، هاشم هادی[۱]، پری طوسی[۳]

۱- به ترتیب دانشیار و استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ایران

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه ارومیه، ایران

۳- دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ایران

*مسوول مکاتبه: a.pirzad@urmia.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۲٤ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۱٦**

چکیده

به منظور ارزیابی تاثیر سطوح مختلف شوری خاک بر ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد روغن آفتابگردان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار در سال ۱۳۸۸ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل شوری خاک در ۵ سطح شاهد، ۲، ٤، ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر و ارقام آفتابگردان شامل زاریا، آرماویرسکی، مستر و رکورد بودند. نتایج نشان داد که ارتفاع بوته، طول، عرض و مساحت بالاترین برگ تحت تاثیر شوری خاک و ارقام مورد مطالعه قرار گرفتند. اثر متقابل بین شوری و رقم، روی وزن خشک برگ در بوته، عملکرد روغن و شاخص برداشت روغن در بوته معنی‌دار گردید. بیشترین ارتفاع بوته (۱٤۲/۹ سانتی‌متر)، طول برگ (۱۹/۳سانتی‌متر)، عرض برگ (۷/۱ سانتی‌متر) و مساحت برگ (٤۰/۷ سانتی‌مترمربع) در خاک شاهد و رقم آرماویرسکی حاصل شد. بالاترین عملکرد دانه و روغن و وزن خشک برگ در بوته به ترتیب با میانگین ۲/۹، ۱/٤ و ۱۷/٤ گرم در خاک شاهد و رقم آرماویرسکی به دست آمد. بیشترین شاخص برداشت روغن در بوته در خاک شاهد و رقم رکورد (۷/۳ درصد) حاصل شد. رقم آرماویرسکی مقاوم‌ترین و رقم مستر حساس‌ترین ارقام نسبت به شوری خاک بودند.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، شاخص برداشت روغن، شوری خاک

مقدمه

آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) از مهم‌ترین گیاهان زراعی ایران و جهان است، به طوری که یکی از چهار گیاه اصلی روغنی به شمار می‌آید (شایر و همکاران، ۲۰۰۲). در حدود ۸ میلیون هکتار از زمین‌های جهان تحت تاثیر شوری قرار دارند (مونز، ۲۰۰۵). کشور ایران در منطقه خشک و نیمه خشک جهان واقع شده است و در حدود ۱۵ درصد از کل اراضی زراعی کشور تحت تاثیر شوری قرار دارد. بنابراین، مشکل شوری باید مورد توجه جدی قرار گیرد. دامنه تحمل گیاهان نسبت به شوری متفاوت است و انتخاب گیاه برای کشت در زمین‌های شور باید از دیدگاه‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرد (خان و گلزار، ۲۰۰۳). عواملی نظیر گونه گیاهی، دمای محیط، ترکیب نمک خاک یا آب، مرحله رشد گیاه و رقم بر تحمل یا مقاومت گیاه در برابر شوری اثر می‌گذارد (سیلوا و همکاران، ۲۰۰۳).

تنش شوری صرف نظر از مکانیسم شور شدن خاک، به دلیل تجمع بیش از حد کاتیون‌ها و

آنیون‌ها در محلول خاک بروز می‌کند. این املاح در درجه اول شامل سدیم، کلر و سپس، بی‌کربنات‌ها، سولفات‌ها، کلسیم، منیزیم، بر و به ندرت نیترات‌ها هستند (خان و گلزار، ۲۰۰۳). تورهان و ایاز (۲۰۰٤) گزارش کردند که افزایش سطوح شوری با اثر بر تقسیم سلولی و متابولیسم گیاه جوانه‌زنی و ارتفاع گیاهچه آفتابگردان را کاهش داد. هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک شور بیش از ٤ میلی موس بر سانتی‌متر و ۱۵ درصد از ظرفیت تبادل کاتیونی آن‌ها، توسط سدیم اشغال شده است (قربانلی و همکاران، ۱۳۸۲). گرچه تنش شوری در تمام مراحل رشدی گیاه می‌تواند رخ دهد، ولی با توجه به این که استقرار اولیه گیاه بر عملکرد نهایی تاثیر زیادی دارد، تنش شوری در مرحله گیاهچه‌ای می‌تواند اثر منفی بیشتری داشته باشد (رئوف و همکاران، ۲۰۰۷). سرعت زیاد تجمع نمک در سلول‌های در حال نمو از دلایل حساسیت گیاه به شوری در این مرحله است (فرخی و گالشی، ۱۳۸٤). سیبقا و اشرف (۲۰۰۸) اظهار داشتند که تنش شوری به صورت محسوسی وزن خشک بوته و وزن تر ارقام آفتابگردان را کاهش می‌دهد. شوری اثر معنی‌داری بر مراحل نمو آفتابگردان دارد و موجب کوتاه‌تر شدن مراحل رشد می‌گردد (فیضی، ۱۳۸۳)، همچنین شوری از طریق کاهش قطر طبق و ساقه موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود. کاهش عملکرد تحت تنش شوری زمانی روی می‌دهد که افزایش میزان نمک از جذب بیشتر آب توسط گیاه ممانعت می‌کند و گیاه علایمی مانند تنش خشکی، پژمردگی، برگ-های تیره و برگ‌هایی با کوتیکول ضخیم را نشان می‌دهد، این علایم به مراحل رشدی گیاه بستگی دارد (سیبقا و اشرف، ۲۰۰۸).

تحت تنش شوری، گیاهان مکانیسم‌های پیچیده‌ای برای سازگار شدن با تنش اسمزی و سمیت یون‌ها به کار می‌برند که بسته به نوع گیاه و میزان حساسیت آن‌ها به شوری متفاوت است. با توجه به این که پیری زود هنگام برگ بر اثر تنش شوری، سبب تغییر میزان نفوذ پذیری غشا می‌گردد، نشت یونی غشا می‌تواند بیانگر میزان صدمه وارده بر غشا باشد. افزایش نشت یونی غشا و کاهش محتوای آب نسبی با افزایش سطح شوری و در نتیجه، خشکی فیزیولوژیک حاصل از آن در برخی از آزمایش‌ها روی ارقام آفتابگردان گزارش شده است (شی و شنگ، ۲۰۰٤). در گیاهان مقاوم به شوری یون‌های سدیم و کلسیم در واکوئل و در ارقام حساس در سیتوپلاسم سلول تجمع می‌یابند (غلام و همکاران، ۲۰۰۲). شوری از طریق کاهش پتانسیل آب و سمیت یون‌های ویژه از قبیل سدیم و کلر و همچنین، کاهش یون‌های غذایی مورد نیاز گیاه مانند کلسیم و پتاسیم بر جوانه‌زدن بذور و رشد آن‌ها تاثیر می‌گذارد (خان و گلزار، ۲۰۰۳). این تاثیر در گیاهان هالوفیت اغلب به دلیل اثر اسمزی است، در حالی که این کاهش در گیاهان غیر هالوفیت از سمیت یونی نیز ناشی می‌گردد (باجی و همکاران، ۲۰۰۲). با شناخت آستانه تحمل گیاهان زراعی و مطالعه روی ارقام و بررسی میزان تحمل آن‌ها به شوری، می‌توان بهترین انتخاب رقم را با توجه به شوری منطقه داشت. بنابراین، آزمایش حاضر با هدف غربال اولیه ارقام موجود و تعیین رقم مناسب آفتابگردان برای کشت در زمین‌های شور اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد در سال ۱۳۸۸ به اجرا درآمد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۲ عامل شوری خاک و رقم در ۵ تکرار و هر تکرار شامل ۳ گلدان پلاستیکی اجرا شد. شوری خاک در ۵ سطح به صورت ۰/۵ (شاهد)، ۲ ، ٤، ٦ و ۸ دسی زیمنس بر متر و رقم در ٤ سطح شامل

ارقام زاریا، آرماویرسکی، مستر و رکورد بود. خاک-های شور مورد نظر، از زمین‌های زراعی کم شور و با شوری متوسط ونیزاراضی شورمناطق مختلف مهاباد و حومه با موقعیت جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۹ درجه و ٤٧ دقیقه عرض شمالی (از خط استوا) و ٤٤ درجه و ۳ دقیقه تا ٤٧ درجه و ۲۳ دقیقه طولی از نصف النهار گرینویچ و نیز ارتفاع ۱۳۵۸ متر از سطح دریا تهیه گردید. از عمق ۰-۳۰ سانتی متری در حدود ۱۵ نمونه گرفته شد و از هر کدام از نمونه‌های مذکور، ۲ کیلوگرم جهت تجزیه به آزمایشگاه تجزیه خاک، آب و گیاه فرستاده شد که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است. پس از تجزیه کلیه نمونه‌ها، خاک‌های شور با هدایت الکتریکی (EC) مورد نظر انتخاب گردید.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک‌های مورد آزمایش

نوع تجزیه	EC=۸ ($ds\ m^{-1}$)	EC=٦ ($ds\ m^{-1}$)	EC=٤ ($ds\ m^{-1}$)	EC=۲ ($ds\ m^{-1}$)	EC=۰/۵ ($ds\ m^{-1}$)
درصد اشباع	٤۰	٤۳	۳۳	٦٦	٤۳
هدایت الکتریکی ($ds\ m^{-1}$)	۸	٦	٤	۲	۰/۵
pH گل اشباع	۸/٤	۸/۱	۸	۷/۹	۷/۸
درصد مواد خنثی شده (آهک)	۱۲	۸/۵	٤/۲	۱۳	۲۰/۲
درصد شن	۲۲	۲۱	۲۱	۱۷	۲۹
درصد سیلت	٤٤	٤۳	۵۳	٤۷	۳۵
درصد رس	۳٤	۳٦	۲٦	۳٦	۳٦
بافت خاک	رسی- سیلتی	رسی- سیلتی	سیلتی- رسی لومی	سیلتی- رسی لومی	سیلتی- رسی لومی
درصد کربن آلی	۰/۷	۱/۵	۱/۲	۱/۲	۰/۹
درصد نیتروژن کل	۰/۰۷	۰/۱	۰/۱	۰/۰۱	۰/۰۹
پتاسیم قابل جذب (ppm)	۷۸۹	۳۸۰	۲۸۰	۲۲۱	۳۲٦
فسفر قابل جذب (ppm)	۵/٦	۹/۷	۵/۷	۱۰/٦	۸/۷

پس از تهیه خاک‌ها، گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۱۷ سانتی‌متر و به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و به تعداد ۳۰۰ عدد آماده شد. در کف گلدان‌ها سوراخ‌هایی جهت خروج زه‌آب تعبیه گردید و جهت زهکش مقدار ۲ کیلوگرم ماسه نرم (سرند شده) در کف گلدان‌ها ریخته شد. برای جلوگیری از اتلاف زه‌آب و برگرداندن آن به گلدان‌ها بعد از هر دوره آبیاری، از زیر گلدان‌های پلاستیکی به ارتفاع ۵ سانتی‌متر استفاده گردید. در نهایت، هر کدام از گلدان‌ها تا ارتفاع ۲۵ سانتی‌متری با خاک‌های مذکور پر شد (۵ سانتی‌متر باقی‌مانده جهت آبیاری).

بذور مورد استفاده در این آزمایش از بخش دانه‌های روغنی موسسه اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج تهیه و پس از انتخاب بذرهای یکسان و هم اندازه با هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد به مدت ۳۰ ثانیه ضد عفونی و سپس، ۳ تا ۵ بار با آب مقطر شسته شدند و داخل هر گلدان ٤ عدد بذر با عمق ۱/۵-۱ سانتی‌متر کشت گردید. گلدان‌ها در محلی که هوا به راحتی در هر جهت جریان داشت (فضای باز و هوای آزاد)، نگه‌داری شدند. پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها به علت حجم گلدان و گیاه مورد نظر، ۲ بوته در هر گلدان حفظ و بقیه حذف شدند. در ابتدای کشت به علت احتمال سبز نشدن بذور، میزان بذر بیشتر در نظر گرفته شدند که پس از ظهور تنک گردید. در طول دوره رشد، با توجه به دامنه تحمل زیاد آفتابگردان به دمای بالا، آبیاری در صورت لزوم انجام گرفت. در این آزمایش هیچ نوع کودی مصرف نشد. دمای محیط در طول دوره رشد به صورت میانگین ۱ ± ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود.

بعد از برداشت محصول، صفات زراعی شامل ارتفاع بوته، طول و عرض بالاترین برگ، مساحت برگ، وزن خشک برگ در بوته، عملکرد دانه و روغن، شاخص برداشت روغن و میزان کلروفیل برگ اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری میزان روغن دانه از دستگاه سوکسله و حلال ان- هگزان به مدت ٦ ساعت استفاده شد.

میزان کلروفیل برگ در آخرین برگ باز شده و بالغ اندازه‌گیری گردید. از دو طرف رگبرگ اصلی در برگ‌های علامت گذاری شده، دو بار اندازه‌گیری انجام و میانگین آن‌ها به عنوان معیاری از میزان کلروفیل برگ در نظر گرفته شد. اندازه‌گیری با استفاده از کلروفیل متر CCM-200 (شرکت OPTI Science آمریکا) انجام گرفت. این دستگاه بر اساس تفاوت بین نور جذب شده در ٤٣٠ نانومتر (حداکثر طول موج جذبی کلروفیل a و b) و ٧٥٠ نانومتر (نور قرمز دور) و با فرض عدم عبور نور از لایه‌های برگ، اعدادی بین صفر تا ٨٠ و بدون واحد را ثبت می‌کند که معیاری از کلروفیل یا سبز بودن برگ است.

داده‌های آزمایش بر اساس امید ریاضی طرح پایه و با استفاده از نرم افزارهای SAS و MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون SNK استفاده گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

تاثیر سطوح مختلف شوری خاک بر روی ارتفاع بوته از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ٢). بیشترین ارتفاع بوته (١٤٢/٩ سانتی‌متر) در تیمار شاهد (شوری ٠/٥ دسی زیمنس بر متر) به دست آمد، به طوری که با افزایش شوری خاک به تدریج ارتفاع بوته کاهش یافت. کمترین ارتفاع بوته مربوط به شوری ٨ دسی زیمنس بر متر به میزان ١٠٣/٣ سانتی‌متر بود (جدول ٣).

کاهش ارتفاع بوته آفتابگردان بر اثر تنش شوری به ویژه در مراحل رشد رویشی، توسط شمس‌الدین و فرح‌بخش (١٣٨٦) گزارش شده است. تورهان و ایاز (٢٠٠٤) گزارش کردند که افزایش سطوح شوری با اثر بر تقسیم سلولی و متابولیسم گیاه، جوانه‌زنی و ارتفاع گیاهچه آفتابگردان را کاهش داد. آن‌ها همچنین، دریافتند که اثر بازدارندگی کلرید سدیم بر جوانه‌زنی بذر آفتابگردان و کاهش ارتفاع آن به جذب یون‌های کلر و سدیم توسط هیپوکوتیل بستگی دارد.

رقم آرماویرسکی با ١٣٨/٨ سانتی‌متر، بیشترین و رقم مستر با ١١٧/٤ سانتی‌متر، کم‌ترین ارتفاع بوته را داشتند (جدول ٣). نتایج آزمایش افکاری (٢٠٠٩) در بررسی ارقام آفتابگردان تحت تاثیر تنش شوری نشان داد که بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به ترتیب در ارقام آرماویرسکی و مستر به دست آمد. ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی-داری باعملکردروغن در بوته (r=٠/٧٢) و طول برگ (r =٠/٧٣) نشان داد (جدول ٥).

طول برگ

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر شوری خاک و رقم از نظر صفت طول برگ معنی‌دار بود (جدول ٢). بیشترین طول برگ (١٩/٣ سانتی‌متر) در تیمار شاهد (شوری ٠/٥ دسی زیمنس بر متر) به دست آمد که با غلظت‌های ٢ و ٤ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری نشان نداد. با افزایش شوری به بیش از ٦ دسی زیمنس بر متر، طول برگ به طور معنی‌داری کاهش یافت، به طوری که کمترین طول برگ از شوری ٨ دسی زیمنس بر متر به میزان ٩/٢ سانتی‌متر حاصل شد (جدول ٣).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه ارقام آفتابگردان تحت سطوح متفاوت شوری خاک

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول برگ	عرض برگ	مساحت برگ	وزن خشک برگ	عملکرد دانه در بوته	عملکرد روغن در بوته	شاخص برداشت روغن	میزان کلروفیل برگ
تکرار	٤	٨٦/٦ ns	١/٩ ns	٠/١ ns	٩/٦ ns	٢/٤ ns	٠/٠٥ ns	٠/٠٠٧ ns	٠/١ ns	٠/٠٢ ns
شوری خاک	٤	٤٤٦٦/٩ **	٣٢١/٩ **	٢٨/٥ **	١٥٠٥/٩ **	١٠٢/٨ **	٦/٨٨ **	٢/١ **	٢٠/٤ **	٠/٤٨ **
رقم	٣	٢٢٧٩/١ **	٨٣/٦ **	٢٢/٣ **	١٢٢٦/١ **	٤٢٣/٥ **	٤/٤٩ **	١/٣ **	٢٤/٤ **	٠/٢٨ **
شوری خاک × رقم	١٢	٣٤/٨ ns	١/٣ ns	٠/٤ ns	١٨/٣ ns	١٥/٢ **	٠/١٥ **	٠/٠٦ **	٢/١ **	٠/٠٠٤ ns
خطای آزمایشی	٧٦	١٠٧/٢	١/٥	٠/٤	٢٨/٥	٥	٠/٠٤	٠/٠٠٧	٠/٣	٠/٠٠٧
ضریب تغییر (٪)	--	٨/٢	٧/٧	١١	١٥/٩	١٢/٢	١٣/٤	١٤/٨	١٦/٣	٨/٢

ns، غیر معنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر اصلی شوری خاک و ارقام آفتابگردان بر صفات مورد مطالعه در آفتابگردان

شوری خاک (دسی زیمنس بر متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	طول برگ (سانتی‌متر)	عرض برگ (سانتی‌متر)	مساحت برگ (سانتی متر مربع)	میزان کلروفیل برگ
٠/٥	١٤٢/٩ a	١٩/٣ a	٧/١ a	٤٠/٧ a	٠/٨٥ e
٢	١٣٠ b	١٦ ab	٧ a	٣٨ a	٠/٩١ d
٤	١٢٤ c	١٦/٨ ab	٦/٥ ab	٣٦ a	١/٠٤ c
٦	١٢٠ c	١٤ c	٦ c	٣١ b	١/١ b
٨	١٠٣/٣ d	٩/٢ d	٤/٢ d	١٩ c	١/٣ a
ارقام					
زاریا	١٢٦/٧ b	١٣/٧ c	٤/٩ c	٢٣/٨ c	١/١٩ a
آرماویرسکی	١٣٨/٨ a	١٨/١ a	٧/١ a	٤٠/٦ a	١/١٨ a
مستر	١١٧/٤ c	١٦ b	٦/٣ b	٣٣ b	٠/٩٨ c
رکورد	١٢٠ c	١٦/٤ b	٦/٤ b	٣٥ b	١/٠٣ b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون SNK در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

کرم و همکاران (۲۰۰۷) گزارش دادند که شاخص سطح برگ آفتابگردان در شرایط تنش کاهش می‌یابد و گیاه با کاهش سطح برگ مانع از دست رفتن آب می‌شود و در نتیجه، برگ‌های گیاهان در این گونه محیط‌ها کوچک‌تر و ضخیم‌تر می‌گردد. گزارش شده است که هیبریدهای آفتابگردان تحت تاثیر آبیاری محدود، بیشترین طول برگ را در هیبرید A74 × R95 و کمترین طول را در هیبرید آلستار نشان دادند (اکبری و همکاران، ۱۳۸۷). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم آرماویرسکی با ۱۸/۱ سانتی‌متر، طویل‌ترین برگ و رقم زاریا با ۱۳/۷سانتی‌متر، کوتاه‌ترین برگ را داشتند. بر اساس این نتایج، دو رقم رکورد و مستر حد واسط دو رقم دیگر بودند و از نظر آماری با هم تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۳). حسین و همکاران (۲۰۱۱) علت تفاوت تحمل ارقام آفتابگردان به تنش شوری را وجود تنوع ژنتیکی دانستند.

عرض برگ

اثر شوری خاک و رقم بر روی عرض برگ معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عرض برگ گیاه (۷/۱ سانتی‌متر) مربوط به تیمار شاهد (شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر) بود

که تفاوت معنی‌داری با سطوح شوری ۲ و ٤ دسی زیمنس بر متر نشان نداد،ولی با افزایش شوری، در غلظت ٦ دسی زیمنس بر متر، از عرض برگ کاسته شد و در شوری ۸ دسی زیمنس بر متر به حداقل (٤/۲ سانتی‌متر) رسید (جدول ۳).

تنش شوری به صورت معنی‌داری موجب کاهش عرض برگ کلزا گردید، به طوری که با افزایش شوری، کلیه صفات کاهش یافتند (شمس-الدین و فرح‌بخش، ۱۳۸۷). تنش شوری علاوه بر کاهش سطح برگ، موجب کاهش اندازه و تعداد آن به دلیل کاهش تشکیل آغازی برگ می‌گردد. به علت سایه‌اندازی برگ‌های توسعه یافته بالایی، تعداد برگ‌های غیر فعال در پایین بوته افزایش و با افزایش تنش از عرض برگ‌های فعال کاسته می‌شود (کرم و همکاران، ۲۰۰۷). رقم آرماویرسکی عریض-ترین برگ با ۷/۱ سانتی‌متر و رقم زاریا کم عرض-ترین برگ با ٤/۹ سانتی‌متر را داشتند، ولی دو رقم رکورد و مستر از نظر عرض برگ، حد واسط دو رقم دیگر بودند و از نظر آماری نیز با هم تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۳). عرض برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری را با مساحت برگ (r =۰/۹۹۰) و طول برگ (r =۰/۹۰٦) نشان داد (جدول ٥).

مساحت برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر شوری خاک و رقم را روی مساحت برگ گیاه، معنی‌دار نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها در رابطه با تاثیر شوری خاک بر مساحت برگ گیاه نشان داد که بیشترین مساحت برگ هر بوته به میزان ٤۰/۷ سانتی‌متر مربع مربوط به خاک شاهد (شوری ۰/٥ دسی زیمنس بر متر) بود که از نظر آماری با تیمارهای شوری خاک ۲ و ٤ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری نشان نداد. کمترین مساحت برگ هر بوته مربوط به شوری ۸ دسی زیمنس بر متر به میزان ۱۹ سانتی متر مربع بود (جدول ۳).

در شرایط عدم تنش، به علت این که گیاه رقابت کمتری برای دستیابی به آب دارد، توان تولید برگ‌های فعال بیشتر خواهد بود (کرم و همکاران، ۲۰۰۷). گزارش شده است که کاهش سطح برگ در شرایط شوری اغلب حاصل کاهش تعداد برگ است. شوری موجب کاهش سطح فتوسنتز کننده، مساحت برگ، وزن خشک برگ و در نتیجه، کاهش عملکرد ذرت و کنجد گردید (محمود و همکاران، ۲۰۰۳).

جدول مقایسه میانگین‌ها در مورد اثر رقم بر مساحت برگ گیاه نشان داد که رقم آرماویرسکی با ٤۰/٦ سانتی‌متر مربع، بالاترین مساحت برگ و رقم زاریا با ۲۳/۸ سانتی‌متر مربع، پایین‌ترین مساحت برگ تک بوته را به خود اختصاص دادند. بر اساس این نتایج دو رقم رکورد و مستر در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۳).

عملکرد دانه، روغن و وزن خشک برگ در بوته

عملکرد دانه، روغن و وزن خشک برگ در بوته تحت تاثیر معنی‌دار شوری خاک، رقم و اثر متقابل شوری خاک و رقم، در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین عملکرد دانه، روغن و وزن خشک برگ در بوته مربوط به خاک شاهد (شوری ۰/٥ دسی زیمنس بر متر) و رقم آرماویرسکی به ترتیب با ۲/۹، ۱/٤ و ۱۷/٤ گرم و کمترین مقدار آن مربوط به شوری ۸ دسی زیمنس بر متر و رقم مستر به ترتیب با ۰/٤۹، ۰/۱ و ۱/۳ گرم بود (جدول ٤). این کاهش عملکرد، به احتمال زیاد به دلیل کاهش وزن هزار دانه، کاهش قطر طبق و کاهش تعداد دانه در طبق بوده است. رقم آرماویرسکی در همه سطوح شوری، بیشترین عملکرد روغن در بوته را داشت و

رقم رکورد پس از آرماویرسکی، از نظر عملکرد روغن در بوته در رتبه بعدی قرار گرفت. این امر می‌تواند ناشی از افزایش وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق و در نهایت عملکرد دانه دو رقم آرماویرسکی و رکورد نسبت به ارقام زاریا و مستر باشد. همچنین، با افزایش غلظت نمک، عملکرد روغن در همه ارقام مورد مطالعه کاهش یافت (جدول ٤).

نتایج پژوهش افکاری (۲۰۰۹) در مورد بررسی سطوح مختلف شوری طی مراحل رشد آفتابگردان نشان داد که پس از شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر، پارامترهای رشد آفتابگردان از جمله وزن خشک برگ و وزن اندام هوایی کاهش می‌یابد. هر گونه شرایط نامساعد محیطی مانند عدم تامین آب مطلوب مورد نیاز برای گیاه و شوری موجب کاهش رشد رویشی و زایشی، سطح برگ و کاهش جذب نور می‌شود. این امر کاهش فتوسنتز، سرعت رشد محصول سبب و تراکم مطلوب را به دنبال دارد و در نهایت، سبب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد دانه می‌گردد و عملکرد روغن را تحت تاثیر قرار می‌دهد (مداح یزدی و همکاران، ۱۳۸۷). تنش شوری به طور محسوسی عملکرد دانه در بوته و به تبع آن عملکرد روغن را کاهش داد (فلاژلا و همکاران، ۲۰۰٤). در بررسی تاثیر سطوح مختلف شوری خاک بر رشد و عملکرد آفتابگردان مشخص شد که با افزایش شوری خاک، وزن هزار دانه، درصد و عملکرد روغن دانه کاهش محسوسی را نشان دادند (شمس‌الدین و فرح‌بخش، ۱۳۸٦). کاکر و سامرو (۲۰۰۱) گزارش کردند که بر اثر آبیاری کامل، میزان روغن دانه افزایش یافت.

شاخص برداشت روغن

شاخص برداشت روغن تحت تاثیر شوری خاک، رقم و اثر متقابل شوری خاک و رقم در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین شاخص برداشت روغن در بوته، در خاک شاهد (شوری ۰/۵ دسی-زیمنس بر متر) و رقم رکورد به میزان ۷/۳ درصد و کمترین مقدار آن در شوری ۸ دسی زیمنس بر متر و رقم مستر به میزان ۱/۱ درصد حاصل شد (جدول ٤). به نظر می‌رسد که در شرایط عدم تنش، به واسطه افزایش زیاد رشد سبزینه‌ای و رشد زایشی آفتابگردان، اندام‌های زایشی بیشتری ساخته می‌شود و سهم دریافتی مواد پرورده آن‌ها نیز بالا می‌رود، در نتیجه ضمن افزایش عملکرد دانه و محتوای روغن دانه، عملکرد روغن نیز افزوده می‌شود (اسد و همکاران، ۲۰۰۲). با توجه به این که شاخص برداشت روغن از نسبت عملکرد روغن به عملکرد بیولوژیکی به دست می‌آید، بنابراین در شرایط عدم شوری، نیاز غذایی گیاه طی مراحل رشد تامین و این امر موجب افزایش فعالیت سطوح فتوسنتزی و تخصیص بیشتر مواد غذایی به بخش‌های زایشی، افزایش عملکرد دانه و روغن و در نتیجه، شاخص برداشت روغن می‌شود (گارونکا، ۲۰۰۸). چیمنتی و هال (۲۰۰۲) نشان دادند که وقوع تنش در پایان مرحله گرده‌افشانی آفتابگردان بر وزن خشک کل و در مرحله بلوغ فیزیولوژیکی بر روی عملکرد دانه، اندازه دانه و شاخص برداشت تاثیر معنی‌داری داشت. شاخص برداشت روغن در بوته، همبستگی مثبت و معنی‌داری را با طول برگ (r =۰/٥٤٤)، مساحت برگ (r =۰/٥۱٥) و عرض برگ (r =۰/٥۰۸) نشان داد (جدول ٥).

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف شوری خاک و ارقام بر صفات مورد مطالعه در آفتابگردان

رقم	شوری خاک (دسی زیمنس بر متر)	وزن خشک برگ در بوته (گرم)	عملکرد دانه در بوته (گرم)	عملکرد روغن در بوته (گرم)	شاخص برداشت روغن (درصد)
زاریا	شاهد	۱۰/۱ bc	۱/۹۲ bc	۰/۷ de	۲/۸ efghi
	۲	٤/۱ e	۱/۷۲ cd	۰/٦ f	۳/۷ de
	٤	۳/٦ e	۱/۳٦ ef	۰/۳ g	۲/۵ fghi
	٦	۳/۰ e	۰/۹۷ gh	۰/۲ hij	۲/۰ hi
	۸	۱/۹ e	۰/٦۷ hi	۰/۱۳ j	۲/۰ hi
آرماویرسکی	شاهد	۱۷/٤ a	۲/۹٤ a	۱/٤۳ a	٤/۱ cd
	۲	۱۲/۵ b	۲/۷۸ a	۱/۲ b	۳/۸ cde
	٤	۱۱/۹ bc	۲/۰۱ bc	۰/۸ d	۳/۳ defg
	٦	۸/٦ cd	۱/۵۱ de	۰/۵ f	۳/۰ defg
	۸	٦/٤ de	۰/۹۹ gh	۰/۳ ghi	۲/۵ fghi
مستر	شاهد	٤/۰ e	۱/۵۵ de	۰/٦ ef	٤/۷ c
	۲	۳/٦ e	۱/۳٦ ef	۰/۵ f	۳/۲ defg
	٤	۲/۸ e	۱/۰۵ fg	۰/۳ ghi	۲/۲ ghi
	٦	۲/۵ e	۰/۷۵ ghi	۰/۲ hij	۱/۹ hi
	۸	۱/۳ e	۰/٤۹ i	۰/۱ j	۱/۸ i
رکورد	شاهد	۳/۸ e	۲/۱۵ b	۱/۰ c	۷/۳ a
	۲	۳/۰ e	۱/۹۰ bc	۰/۸ d	۵/۸ b
	٤	۲/٤ e	۱/۵۷ de	۰/۵ f	٤/۱ cd
	٦	۲/۲ e	۱/۱۱ fg	۰/۳ gh	۳/۲ defg
	۸	۱/٤ e	۰/۷٦ ghi	۰/۱ ij	۳/٤ def

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون SNK در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

کلروفیل برگ

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر شوری خاک و رقم روی کلروفیل برگ معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین کلروفیل (۱/۳) مربوط به خاک با شوری ۸ دسی زیمنس بر متر بود که با کاهش شوری از میزان کلروفیل برگ کاسته شد و در تیمار شاهد به حداقل رسید (جدول ۳). ارقام آرماویرسکی و زاریا با مقدار ۱/۱ و رقم مستر با مقدار ۰/۹۸ به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین مقادیر کلروفیل برگ گیاه را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). شوری بر اجزای فتوسنتزی مانند آنزیم‌ها، کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها مؤثر است. کلروفیل در واحد سطح برگ در شرایط شور بیشتر از غیر شور است، یعنی برگ‌ها باریک‌تر، سلول‌ها کوچک‌تر و تراکم کلروپلاست بیشتر می‌شود، ولی فتوسنتز در واحد بوته به دلیل سطح برگ کمتر، کاهش می‌یابد (مونز، ۲۰۰۵). تنش شوری موجب افزایش تجمع نمک در کلروپلاست‌های گیاهان عالی و سیتوپلاسم سیانوباکتری‌ها می‌شود و بر سرعت رشد تاثیر می‌گذارد که اغلب با کاهش فعالیت انتقال الکترون فتوسنتزی همراه می‌شود. در گیاهان عالی، تنش شوری موجب جلوگیری از فعالیت فتوسیستم ۲ (PSII) می‌شود. در برخی از گزارش‌ها علت کاهش فعالیت PSII در واکنش به تنش شوری، تخریب پروتئین Da۲۳ موجود در این فتوسیستم و تسریع در پیری برگ، در نتیجه کاهش محتوای کلروفیل تحت تاثیر تنش شوری عنوان شده است (سودهیر و مورتی، ۲۰۰٤).

جدول ۵- ضرایب همبستگی صفات کمی و کیفی ارقام آفتابگردان، تحت تاثیر شوری خاک

صفات	ارتفاع بوته	طول برگ	عرض برگ	مساحت برگ	وزن خشک برگ	عملکرد دانه	عملکرد روغن	شاخص برداشت روغن	میزان کلروفیل برگ
ارتفاع بوته	۱								
طول برگ	۰/۷۳**	۱							
عرض برگ	۰/٦٤**	۰/٦۰**	۱						
مساحت برگ	۰/٦٥**	۰/۹۰**	۰/۹۹**	۱					
وزن خشک برگ	۰/۵۹**	۰/٤٦*	۰/٤۱*	۰/٤۳*	۱				
عملکرد دانه	۰/۷٤**	۰/۷۷**	۰/٦٦**	۰/٦۹**	۰/۷۲**	۱			
عملکرد روغن	۰/۷۲**	۰/۷۷**	۰/٦۸**	۰/۷۱**	۰/۷۲**	۱	۱		
شاخص برداشت روغن	۰/۳۲*	۰/۵٤**	۰/۵۰**	۰/۵۱**	۰/۰۷ ns	۰/۱۲ ns	۰/۱۲ ns	۱	
میزان کلروفیل برگ	۰/۷۰**	۰/٦٤**	۰/٦۸**	۰/۷۱**	۰/٦۷**	۰/۷۷**	۰/٦۹**	۰/٦٥**	۱

ns، غیر معنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که رقم آرماویرسکی با دارا بودن بیشترین عملکرد دانه و روغن، ارتفاع، طول، عرض و مساحت برگ در مواجهه با شرایط شوری خاک نسبت به سایر ارقام مورد بررسی تحت سطوح مختلف شوری خاک، مقاومترین، رقم مستر نسبت به سایر ارقام، حساس‌ترین و دو رقم رکورد و زاریا ارقام حد واسط بودند. بنابراین، می‌توان در شرایط شوری ٤ تا ۸ دسی زیمنس بر متر از رقم آرماویرسکی و در شرایط شوری پایین‌تر از ٤ دسی زیمنس بر متر از رقم رکورد جهت کشت و فرآوری روغن نباتی استفاده کرد. ولی، جهت اطمینان بیشتر باید آزمایش‌های مزرعه‌ای تکمیلی صورت پذیرد.

منابع

اکبری، غ.، جباری، ح.، دانشیان، ج.، الله‌دادی، ا.، شهبازیان، ن. ۱۳۸۷. تاثیر آبیاری محدود بر خصوصیات فیزیکی دانه هیبریدهای آفتابگردان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲(٤۵): ۵۱۳-۵۲٤.

شمس‌الدین، م.، فرح‌بخش، ح. ۱۳۸٦. بررسی صفات کمی و کیفی عملکرد کلزا تحت شرایط تنش شوری و شناسایی بهترین شاخص مقاومت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲(٤۳): ٦۵-۷۰.

فرخی، ا.، گالشی، س. ۱۳۸٤. بررسی تاثیر شوری، اندازه بذر و اثرات متقابل آن‌ها بر تندش، کارایی تبدیل ذخایر بذر و رشد گیاهچه سویا (*Glycine max*). مجله علوم کشاورزی ایران. ۳٦(۵): ۱۲۳۳-۱۲۳۹.

فیضی، م. ۱۳۸۳. تاثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد محصول آفتابگردان. مجله علوم خاک و آب. ۱۸(۲): ۱۷۳-۱۸٤.

قربانلی، م.، ساطعی، ا.، مقیسه، ا. ۱۳۸۲. اثر مقادیر متفاوت شوری بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و نیترات ردوکتاز در ریشه و برگ‌های ارقام کلزا. مجله پژوهش و سازندگی. ۱٦(۱): ۳۹-٤۳.

مداح یزدی، و.، سلطانی، ا.، کامکار، ب.، زینلی، ا. ۱۳۸۷. فیزیولوژی مقایسه‌ای گندم و نخود، شاخص سطح برگ، دریافت و استفاده از تشعشع و توزیع ماده خشک به برگ‌ها. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۵(٤): ۸۳-۸۹.

Afkari, B. 2009. The effects of NaCl priming on salt tolerance in sunflower germination and seedling grown under salinity conditions. *Afr J Biotecnol*. 9(12):1764-1770.

Asad, A., Blamey, F., Edwards, D. 2002. Dry matter production and boron concentrations of vegetative and reproductive tissues of canola and sunflower plants grown in nutrient solution. *Plant Soil*. 243: 243 -252.

Bajji, M., Kinet, J.M., Lutts, S. 2002. Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth, and ion content of *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae). *Can J Bot*. 80: 297-304.

Chimenti, C.A., Hall, J. 2002. Osmotic adjustment and yield maintenance under drought in sunflower. *Field Crops Res*. 75: 235-246.

Flagella, Z., Giuliani, M., Rotunno, T., Caterina, R., De Caro, A. 2004. Effect of saline water on oil yield and quality of a high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrid. *Eur J Agron*. 21: 267-272.

Gawronaka, H. 2008. Biostimulators in modern agriculture (general aspects). Arysta Life Science. Published by the editorial House Wies Jutra. Warsaw. p 89

Gholam, C., Foursy, A., Fares, K. 2002. Effect of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugerbeet cultivars. *Environ Exp Bot*. 47: 39-50.

Hussain, S.A., Akhtar, J., Anwar-ul-Haq, M., Ahmad, R. 2011. Growth, yield and ionic concentration of two sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes exposed to brackish water irrigation. *Soil Environ*. 30(1): 58-65.

Kakar, A., Soomro, A. 2001. Effect of water stress on the growth, yield and oil content of sunflower. *Pak J Agric Sci*. 2: 73-74.

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

Khan, M.A., Gulzar, S. 2003. Germination responses of *Sporobolus ioclados*: A saline desert grass. *J Arid Environ*. 55: 453–464.

Mahmood, S., Iram, S., Athar, H. 2003. Intra-specific variability in sesame (*sesamum indicum*) for various quantitative and qualitative attributes under differential salt regimes. *Pak J Sci Res.* 14(2): 177-186.

Munns, R. 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytol*. 167: 645–663.

Rauf, M., Munir, M., Hassan., M., Ahmad, M., Afzal, M. 2007. Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. *Afr J Biotechnol*. 6:971-975.

Scheier, J., Gutierrez-Boem, F., Lavado, R. 2002. Sunflower nitrogen requirement and ^{15}N fertilizer recovery in western pampas. *Arg J Agron*. 17: 73-74.

Silva, J., Lacerda, C., Costa, P. 2003. Physiological-responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with $CaCl_2$. *Braz J Plant Physiol*. 152: 1-9.

Sibgha, N., Ashraf, M. 2008. Alleviation of adverse effects of salt stress on sunflower by exogenous application of salicylic acid improves growth and photosynthesis. *Pak. J. Bot*. 40(4): 1657-1663.

Shi, D., Sheng, Y. 2004. Effect of various salts alkaline mixed stress conditions on sunflower seedling and analysis of their stress factors. *Environ Exp Bot.* 54: 8-21.

Sudhir, P., Murthy, S. D. 2004. Effects of salt stress on basic processes of Photosynthesis. *Photosynt*. 42: 481-486.

Turhan, H., Ayaz, C. 2004. Effect of salinity on seedling emergence and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. *Int J Agric Biol.* 6(1): 149–152.

Effect of Soil Salinity on Morphological Characteristics and Oil Yield of Sunflower Cultivars (*Helianthus annuus* L.)

Alireza Pirzad*[1], Rasool Ghadernajad Azar[2], Hashem Hadi[1], Pari Tousi[3]

1- Assoc. Prof. and Assist. Prof. respectively, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran.
2- M.Sc. of Agronomy, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran
3- Ph.D. Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran.
* For Correspondence: a.pirzad@urmia.ac.ir

Received: 14.01.2014 **Accepted: 06.05.2014**

Abstract

To evaluate the effects of different levels of soil salinity on morphological characteristics and oil yield of sunflower cultivars, a factorial experiment based on randomized complete block design with five replications was conducted in 2009 at the Islamic Azad University of Mahabad. Treatments were five levels of soil salinity (control, 2, 4, 6 and 8 ds m^{-1}) and sunflower cultivars including Zarya, Armavirisky, Master and Record. Results showed the significant effect of soil salinity and cultivars on plant height, leaf length, leaf width and leaf area. Interaction between soil salinity and cultivars was significant on leaf dry weight per plant, oil yield and oil harvest index. The highest plant height (142.9 cm), leaf length (19.3 cm), leaf width (7.1 cm) and leaf area (40.7 cm^2) was observed at control treatment in Armavirisky cultivar. The highest grain and oil yield, and leaf dry weight per plant (2.9, 1.4 and 17.4 g, respectively) belonged to the control treatment of soil salinity in Armavirisky cultivar. The highest oil harvest index per plant (7.3%) belonged to the control treatment of salinity in Record cultivar. Armavirisky and Master Cultivars were the most resistant and sensitive to soil salinity, respectively.

Key words: Oil harvest index, soil salinity, sunflower.