نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۲، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۲۷۲-۲۶۴

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 12, No. 2, Summer. 2014, p. 264-272

اثر شوری و روش کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن دانه دو رقم گلرنگ (*Carthamustinctorius* L.) بهاره

فاطمه بهادرخواه[۱] – سید عبدالرضا کاظمینی[۲*]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۱۲/۲۲
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۸/۶

چکیده

به منظور مطالعه اثرات تنش شوری و روش کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن دو رقم گلرنگ بهاره، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی شامل ۲ رقم گلرنگ (اصفهان ۱۴ و گلدشت)، فاکتور فرعی شامل ۴ سطح شوری آب آبیاری (۰/۴، ۵/۹، ۷/۳و ۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر) و فاکتور فرعی شامل ۲ روش کاشت (درون جوی و روی پشته) بود. نتایج نشان داد که با افزایش شوری عملکرد دانه و اجزای آن (تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن طبق در بوته و وزن هزار دانه) بطور معنی‌داری کاهش یافت. بیشینه عملکرد دانه (۲۲۶۵/۴۳ کیلوگرم در هکتار) در سطح ۰/۴ دسی‌زیمنس بر متر و کمینه آن (۱۵۵۹/۱۹ کیلوگرم در هکتار) در سطح شوری ۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد. رقم اصفهان ۱۴ در مقایسه با رقم گلدشت به شوری متحمل‌تر بود و در همه سطوح دارای عملکرد دانه بیشتری بود. با افزایش شوری درصد روغن هر دو رقم کاهش یافت اما این کاهش در رقم اصفهان ۱۴ به میزان ۲۲/۷ درصد کمتر از رقم گلدشت بود. عملکرد دانه در روش کاشت درون جوی به میزان ۴/۷ درصد بیشتر از روش کاشت روی پشته بود. به نظر می‌رسد دستکاری در روش کاشت و انتخاب رقم مناسب دو عاملی هستند که می‌توانند اثر منفی شوری را بر کاهش عملکرد دانه تعدیل نمایند.

واژه های کلیدی: تنش شوری، تعداد دانه در طبق، تعداد طبق در بوته، کاشت روی پشته و درون جوی

مقدمه

تنش شوری باعث کاهش قابل‌ملاحظه در رشد و تولید گیاهان زراعی در سطح جهان به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک شده است (۳۳). به استناد گزارش‌های موجود ۷۵ درصد کل اراضی فاریاب با مشکل شوری، سدیمی و ماندابی روبرو بوده و از طرف دیگر با توجه به نیاز و تقاضای زیاد برای استفاده از آب در صنعت و کشاورزی، استفاده از آب‌های زیرزمینی با کیفیت ضعیف در کشاورزی مخصوصا در مناطق خشک و نیمه‌خشک اجتناب‌ناپذیر شده است (۲۵). گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) به عنوان یک گیاه زراعی بومی ایران، می‌تواند از اهمیت زیادی در تامین نیاز روغن کشور برخوردار باشد، وجود توده‌های محلی و انواع تیپ‌های وحشی این گیاه که در سراسر ایران پراکنده است، نشان از سازگاری بالای گلرنگ با شرایط آب و هوایی مناطق وسیعی از کشور ما دارد (۸). گلرنگ نسبت به تنش‌های شوری و خشکی متحمل می‌باشد (۶) و جزء گیاهان زراعی نسبتا مقاوم به شوری معرفی شده است (۲۷). کایا و همکاران (۱۹) نشان دادند که ارقام خاردار گلرنگ در مقایسه با ارقام بدون خار به تنش شوری متحمل تر می باشند. باسیل و کافکا (۱۷) بیان کردند که شوری ۷/۲، ۱۰/۱۶ و ۱۲/۸ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد دانه را به ترتیب ۱۰، ۲۵ و ۵۰ درصد کاهش داد آن‌ها تخمین زدند که حد آستانه کاهش محصول گلرنگ در اثر شوری ۷/۲ دسی-زیمنس بر متر می‌باشد. بنابراین می‌توان از آب شور برای آبیاری گلرنگ استفاده کرد بدون این که سبب کاهش عملکرد شود، مشروط به این که سطوح موثر شوری آب و خاک در کمتر از حد ۸ دسی-زیمنس بر متر نگه داشته شود. راینز و همکاران (۳۲) بیان کردند که عملکرد این گیاه در شوری‌های زیاد کاهش قابل توجهی نشان خواهد داد. کمالی و همکاران (۱۴) با مطالعه تاثیر شوری بر گیاه گلرنگ نشان دادند که با بالا رفتن میزان شوری از ۳/۳۱ به ۱۱/۲۱ دسی-زیمنس برمتر عملکرد دانه به میزان ۶۷/۴ درصد کاهش یافت. مهمت

۱ و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه زراعت واصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
(*- نویسنده مسئول: (Email: kazemin@shirazu.ac.ir

و احمت (۲۸) گزارش کردند که شوری خاک و آب، از طریق کاهش میزان رشد رویشی و زایشی باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد دانه گلرنگ گردید. فیضی و همکاران (۱۱) گزارش کردند که با افزایش سطوح شوری آب آبیاری (۳/۴ ، ۸/۸ و ۱۱/۲)، اجزاء عملکرد گیاه گلرنگ عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد بوته در هکتار، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، تعداد طبق در بوته و وزن طبق در بوته بطور معنی‌داری کاهش یافت. ازمهمترین آثار شوری می‌توان به کاهش آب قابل استفاده گیاه، ایجاد مسمومیت توسط برخی یون‌های سمی، فعالیت کم عناصر غذایی ضروری، ناهنجاری‌های تغذیه‌ای، کاهش رشد و کیفیت محصول اشاره نمود (۲۶). کاهش روغن دانه گلرنگ در شرایط شور گزارش شده است (۱۸ و ۲۳). بررسی اثرات تنش شوری بر تولید گیاهان زراعی و تعیین راه‌کارهای افزایش عملکرد گیاهان زراعی در شرایط شور از اولویت خاصی برخوردار است (۲). کاربرد روش‌های اصلاحی خاک‌های شور از قبیل تکنیک‌هایی مانند زهکشی، شستشوی خاک‌های شور، روش‌های زراعی نظیر انتخاب زمان مناسب کاشت، استفاده از مالچ، بذر کاری در داخل فارو و آبیاری سنگین بعد از کاشت از راهکارهای کاهش اثر تنش شوری می‌باشند (۳۱). از عملیات زراعی مناسب برای کاهش اثرات شوری در مزرعه می‌توان کاشت بذر در نقاطی که احتمال شور شدن آن‌ها کمتر است مانند کاشت درون جوی و یا ناحیه شیب‌دار پشته نام برد. گیاهانی که روی پشته‌های با بستر برآمده کاشته می‌شوند و در معرض حرکت آب از جوی به طرف بستر قرار می‌گیرند از آن‌جایی که آب از دو جوی مجاور به طرف مرکز بستر حرکت می‌کند نمک‌های موجود نیز همراه با آب در بخش میانی پشته انباشته می‌شوند (۱۶). از طرف دیگر استفاده از آب مطلوب در مراحل ابتدایی رشد گیاه، مخلوط کردن آب زهکشی کشاورزی با آب با کیفیت خوب، اصلاح نباتات (توسعه ارقام متحمل به نمک) و تناوب استفاده از آب با کیفیت خوب و آب شور از جمله راه‌کارهایی هستند که مد نظر تعداد زیادی از محققین می‌باشند (۲۰ و ۳۷). نظر به اجتناب ناپذیر بودن استفاده از آب‌های با کیفیت پایین و نیز اهمیت توسعه کشت گلرنگ به عنوان یک گیاه روغنی نسبتا مقاوم به شور، مطالعه‌ای مبنی بر مقایسه دو روش کاشت درون جوی و روی پشته در شرایط آبیاری با آب شور بر عملکرد، اجزای عملکرد و دو رقم گلرنگ انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در مزرعه دانشکده کشاورزی شیراز، واقع در ۱۱ کیلومتری شمال شرقی شهر شیراز در سال زراعی۱۳۹۰ اجرا گردید. آزمایش به صورت کرت‌های دوبار خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد، فاکتور اصلی شامل دو رقم گلرنگ (اصفهان ۱۴ و گلدشت)، فاکتور فرعی شامل چهار سطح شوری (۰/۴، ۵/۹، ۷/۳ و ۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر) و فاکتور فرعی فرعی شامل دو روش کاشت (درون جوی و روی پشته) بود. قبل از انجام آزمایش، از خاک مزرعه نمونه برداری صورت پذیرفت و برخی از ویژگی های آن (اسیدیته= ۷/۹۱، هدایت الکتریکی= ۰/۷۶ دسی-زیمنس بر متر و بافت خاک (۱۵ درصد شن، ۵۸/۵ درصد سیلت و ۲۶ درصد رس) تعیین گردید. عملیات زراعی مربوط به تهیه زمین انجام شد. فاصله بین ردیف‌ها،۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌های گلرنگ ۱۰ سانتی‌متر از یکدیگر انتخاب شد که در کرت‌هایی به ابعاد ۳×۲/۴ مترمربع کاشت گردید. عملیات داشت شامل وجین و کوددهی نیتروژن از منبع اوره براساس ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار انجام گرفت. جهت تهیه سطوح شوری از نمک‌های کلرید کلسیم و کلرید سدیم به نسبت ۱:۱ استفاده شد که بر اساس تیمارهای مربوطه در مخازن جداگانه تهیه و همراه با آب ابیاری بصورت کنترل شده وارد کرت ها شد. اعمال تیمار شوری از مرحله ساقه‌روی گلرنگ (۳۲ روز بعد از کاشت) انجام شد و تا انتهای فصل رشد ادامه داشت. آبیاری هر ۷ روز یکبار انجام گرفت. سطح برگ گلرنگ در مرحله گلدهی با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ[1]، اندازه‌گیری و شاخص سطح برگ نمونه‌ها محاسبه شد. در پایان فصل رشد و پس از رسیدگی کامل تعداد چهار بوته از هر کرت انتخاب و ارتفاع و اجزای عملکرد دانه گلرنگ شامل تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. برای محاسبه عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک یک متر مربع از هر کرت فرعی فرعی با رعایت حاشیه‌ها از نزدیک سطح خاک برداشت و پس از جدا کردن دانه‌ها از طبق، نمونه‌ها را در آون برای مدت ۷۲ ساعت در دمای ۴۸ درجه سانتیگراد قرار داده و سپس توزین شدند. اندازه‌گیری روغن با استفاده از دستگاه سوکسله[2] انجام شد. جهت محاسبات آماری در این مطالعه از نرم افزارهای SAS و Excel استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ

نتایج نشان داد که اثرات شوری، رقم، روش کاشت و برهمکنش دوتایی شوری با رقم و روش کاشت بر شاخص سطح برگ گلرنگ معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش شوری از ۰/۴ به ۵/۹، ۷/۳ و ۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر، شاخص سطح برگ گلرنگ به میزان ۶/۱، ۳۱/۲ و ۵۳ درصد بطور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). به عبارت دیگر ممکن است شوری بر تقسیم و رشد سلول‌ها اثر گذاشته و باعث

1- Delta-T Device
2-Soxhlet

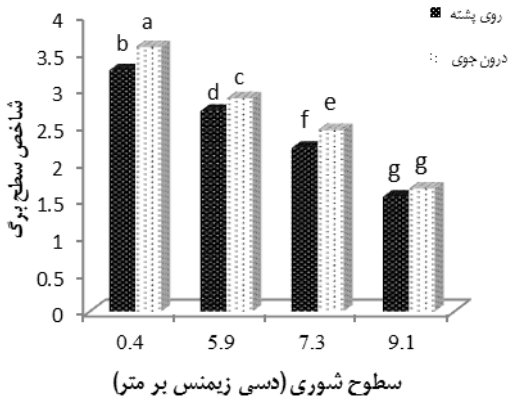
کاهش سطح برگ گیاه شودکه با نتایج باسیل و کافکا (۱۷) مطابقت دارد. افزایش مداوم شوری در منطقه ریشه به مرور زمان باعث کاهش اندازه برگ گیاه می‌شود (۲۹). بطورکلی رقم اصفهان ۱۴ نسبت به رقم گلدشت به میزان ۱۸/۲ درصد دارای شاخص سطح برگ بیشتری بود (جدول ۲). شاخص سطح برگ در روش کشت درون جوی نسبت به کشت روی پشته ۴/۶ درصد بیشتر بود (جدول ۲). نتایج برهمکنش شوری و رقم نشان داد که بیشینه شاخص سطح برگ (۳/۶۷) در رقم اصفهان ۱۴ و سطح شوری ۰/۴ دسی زیمنس بر متر بدست آمد و کمینه شاخص سطح برگ (۱/۳۰) نیز در رقم گلدشت و سطح شوری ۹/۱ دسی زیمنس بر متر بدست آمد (جدول ۳). به طورکلی با افزایش شوری از شاخص سطح برگ هر دو رقم کاسته شد که میزان کاهش در رقم اصفهان ۱۴ نسبت به رقم گلدشت کمتر بود. به طوری که با افزایش میزان شوری از سطح شوری ۰/۴ به ۹/۱ دسی‌زیمنس برمتر، شاخص سطح برگ در رقم اصفهان ۱۴ و گلدشت به ترتیب به میزان ۴۷/۹ و ۵۷/۵درصد کاهش یافت (جدول۳). بطور کلی کاهش سطح برگ جزء اولین آثار تنش شوری می تواند باشد که از طروق مختلف با کاهش فشار تورژسانس سلولها و یا برهم زدن جذب عناصر غذایی و نیز تعادل یونی و همچنین پیری زودرس برگ آشکار می شود. سلطانی حویزه و همکاران (۹) گزارش کردند که افزایش شوری سبب کاهش رشد گیاه و صفات مورفولوژیکی مانند وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، تعداد پنجه و سطح برگ گردید اما این کاهش در ارقام متحمل کمتر بود. در هر دو روش کاشت با افزایش شوری شاخص سطح برگ کاهش یافت و بطور کلی بیشینه شاخص سطح برگ (۳/۵۷) در سطح شوری ۰/۴ دسی زیمنس بر متر و کاشت درون جوی بدست آمد و کمینه آن (۱/۵۵) در سطح شوری ۹/۱ دسی زیمنس و روش کاشت روی پشته بدست آمد (شکل ۱). به عبارت دیگر دستکاری در روش کاشت به دلیل تاثیر بر تجمع نمک بیشتر بر روی پشته می تواند علت این تفاوت باشد.

ارتفاع بوته

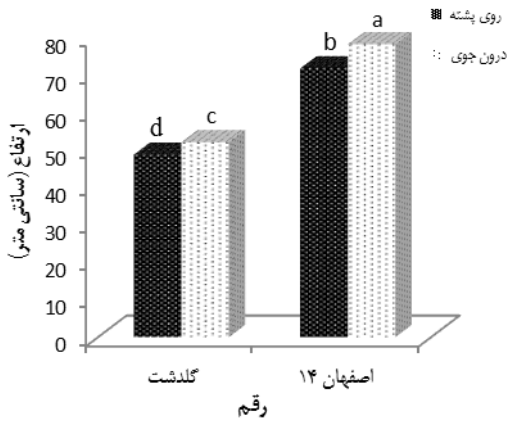
اثر فاکتورهای شوری، رقم و روش کاشت بر ارتفاع بوته گلرنگ معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش میزان شوری از ۰/۴ به ۵/۹، ۷/۳ و ۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر ارتفاع بوته گلرنگ به میزان ۶/۶۴، ۹/۴۱ و ۱۴/۵ درصد کاهش یافت (جدول ۲). کاهش ارتفاع بوته گلرنگ در شرایط آبیاری با آب شور توسط دیگر محققین نیز بیان شده است (۱۱، ۱۷ و ۳۶). مانس و تستر (۳۰) با مروری بر مکانیزم‌های تحمل به شوری در گیاهان گزارش کردند که تنش اسمزی در مرحله اول تنش شوری موجب کاهش محتوی آب سلول‌ها گشته و طویل شدن آن‌ها را با مشکل روبرو می‌کند. رقم اصفهان ۱۴، در مقایسه با رقم گلدشت به میزان ۳۲ درصد ارتفاع بوته بیشتری نشان داد (جدول ۲). دستکاری در روش کاشت بر ارتفاع بوته تاثیر داشت به‌گونه‌ای که با کاشت گلرنگ درون جوی نسبت به کاشت روی پشته، ارتفاع بوته به میزان ۷/۵ درصد افزایش داشت (جدول ۲). نتایج برهمکنش شوری و رقم نشان داد که در هر دو رقم با افزایش میزان شوری ارتفاع بوته گلرنگ بطور معنی‌داری کاهش یافت و بیشینه ارتفاع گلرنگ (۷۸/۷۲ سانتی‌متر) در سطح شوری ۰/۴دسی‌زیمنس بر متر و رقم اصفهان ۱۴ بدست آمد و کمینه ارتفاع بوته گلرنگ (۴۳/۶۶سانتی‌متر) در تیمار شوری سطح ۹/۱ دسی زیمنس بر متر و رقم گلدشت بدست آمد (جدول۳). نتایج برهمکنش روش کاشت و رقم نشان داد که ارتفاع بوته گلرنگ در کاشت درون جوی در هر دو رقم بطور معنی‌داری بیشتر از کاشت روی پشته بود و همچنین در هر دو روش کاشت، رقم اصفهان ۱۴ بطور معنی‌داری ارتفاع بوته بیشتری نسبت به رقم گلدشت نشان داد که این مربوط به پتانسیل رشد رقم اصفهان ۱۴ باشد (شکل ۲). بطور کلی تنش شوری باعث کاهش ارتفاع بوته گلرنگ شده است که دلیل آن می تواند مربوط به اثرات منفی شوری بر فعالیت فتوسیستم ها در سلول برگ و نیز بر فرایند تولید و مصرف مواد فتوسنتزی در نقاط در حال رشد و یا اثر مستقیم نمک تجمع یافته بر مراحل متابولیکی تقسیم و رشد سلول ها باشد.

تعداد طبق در بوته

تعداد طبق در بوته گلرنگ بطور معنی داری تحت تاثیر تیمارهای شوری، رقم و روش کاشت قرار گرفت (جدول ۱). با افزایش سطوح شوری از ۰/۴ به ۵/۹ ، ۷/۳ و ۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر، تعداد طبق در بوته به ترتیب به میزان ۱۲/۳، ۲۳/۵ و ۴۰ درصد کاهش یافت (جدول ۲). که با نتایج فیضی و همکاران (۱۱) مطابقت دارد. رقم اصفهان ۱۴ به میزان ۳۱/۶ درصد نسبت به رقم گلدشت دارای تعداد طبق دربوته بیشتری بود (جدول ۲). ارقام مختلف گلرنگ از نظر تعداد طبق تفاوت دارند. احسان‌زاده و زارعیان بغدادآبادی (۱) نیز تنوع معنی‌داری را بین ژنوتیپ‌های گلرنگ از لحاظ صفت تعداد طبق در بوته گزارش کردند. تعداد طبق در روش کاشت درون جوی ۱۳/۱ درصد بیشتر از کاشت روی پشته بود (جدول ۲). اثر برهمکنش رقم و شوری بر تعداد طبق در بوته معنی‌دار بود (جدول ۱) بیشینه تعداد طبق دربوته (۲۲/۵۱ عدد) در رقم اصفهان ۱۴و سطح شوری ۰/۴دسی‌زیمنس بر متر و کمینه تعداد طبق در بوته (۸/۸۶ عدد) در رقم گلدشت و سطح شوری ۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد (جدول ۳). به عبارت دیگر وجود شرایط نامناسب مانند تنش شوری می تواند مانع بروز پتانسیل ژنتیکی رقم شود به گونه ای که با تاثیر بر رشد رویشی و شاخه زنی آن قادر خواهد بود که تعداد طبق در بوته را تحت تاثیر قرار دهد بنابراین دستکاری در روش کاشت و انتخاب رقم مناسب می تواند گزینه هایی در جهت تعدیل اثر منفی تنش شوری باشد.



شکل ۱- اثر برهمکنش شوری و روش کاشت بر شاخص سطح برگ گلرنگ. ستون‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪)



شکل۲- اثر برهمکنش رقم و روش کاشت بر ارتفاع بوته گلرنگ.
ستون‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪)

وزن طبق در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر فاکتورهای شوری، رقم، روش کاشت و برهمکنش دوتایی رقم با شوری و روش کاشت بر وزن طبق در بوته معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش سطح شوری از ۰/۴ به ۵/۹ ، ۷/۳ و ۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر وزن طبق در بوته به میزان ۹/۴ ، ۲۲/۸ و ۳۲/۵ درصد کاهش یافت (جدول ۲). کاهش وزن طبق گلرنگ در بوته با افزایش شوری در تحقیقات دیگر نیز گزارش شده است (۱۷ و ۱۱). کاهش وزن طبق گلرنگ در شرایط شوری می تواند به دلیل کاهش تعداد طبق و کاهش تعداد دانه در طبق می‌باشد. رقم اصفهان ۱۴ در مقایسه با رقم گلدشت به میزان ۱۸/۸ درصد وزن طبق در بوته بیشتری داشت (جدول ۲). میانگین وزن طبق دربوته در روش کشت درون جوی به میزان ۱۱/۲ درصد بیشتر از وزن طبق در بوته در روش کشت روی پشته بود (جدول ۲). رقم گلدشت نسبت به افزایش شوری حساسیت بیشتری نشان داد به‌گونه‌ای که در هر سطح از شوری در مقایسه با رقم اصفهان ۱۴ دارای وزن طبق کمتری بود و بطورکلی بیشترین وزن طبق در بوته (۲۸/۰۶ گرم) مربوط به رقم اصفهان ۱۴ و سطح شوری ۰/۴ دسی‌زیمنس بر متر بود و کمترین وزن طبق در بوته (۱۸/۹۲ گرم) در رقم گلدشت و سطح شوری ۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد (جدول ۳). در هر دو روش کاشت، رقم اصفهان ۱۴ وزن طبق در بوته بیشتری نسبت به رقم گلدشت داشت و بطور کلی بیشینه وزن طبق (۳۰/۳۲ گرم) در رقم اصفهان ۱۴ و روش کشت درون جوی بدست آمد و کمینه وزن طبق (۲۱/۹۶ گرم) مربوط به رقم گلدشت و با کشت روی پشته بدست آمد (شکل ۳). به عبارت دیگر با توجه به نتایج بدست آمده انتخاب رقم مناسب و دستکاری در روش کاشت یعنی قرار گرفتن گیاه در محلی که تجمع نمک کمتری وجود داشته باشد با تاثیر بر رشد و شاخه زنی گیاه، می تواند منجر به افزایش تعداد طبق شود که خود نیز راهکاری برای تعدیل اثر منفی تنش شوری می باشد.

تعداد دانه در طبق

با افزایش شوری از سطح شوری ۰/۴ به ۷/۳ و ۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر تعداد دانه در طبق به ترتیب به میزان ۱۵/۲۷ و ۲۲/۹ درصد بطور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۱ و ۲). کاهش تعداد دانه در طبق در شرایط شور توسط دیگر محققان گزارش شده است (۱۱، ۱۷ و ۲۴). کاهش تولید مواد فتوسنتزی و یا تغییر مسیر مواد فتوسنتزی از دانه ها به طرف برگ برای تنظیم اسمزی گیاه از جمله آثار تنش شوری می باشد که می تواند منجر به کاهش تعداد دانه در طبق گردد. فرانکویس (۲۱) طی آزمایشی بیان کرد که با افزایش شوری از تعداد دانه در طبق گیاه آفتابگردان نیز کاسته شد. رقم اصفهان ۱۴ به میزان ۱۵/۶ درصد بطور معنی‌داری تعداد دانه در طبق بیشتری نسبت به رقم گلدشت داشت که می تواند نتیجه تفاوت پتانسیل تولید رقم باشد (جدول ۲). اختلاف بین ارقام از نظر تعداد دانه در طبق گلرنگ توسط کافی و رستمی (۱۳) گزارش شده است. همچنین جامی-الاحمدی و همکاران (۵) بیان کردند بین ارقام گلرنگ از نظر تعداد و وزن طبق‌های تولیدی و همچنین وزن هزار دانه و تعداد بذر تولیدی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. با تغییر در روش کاشت از روی پشته به درون جوی تعداد دانه در طبق به میزان ۳/۹ بطور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲ و ۳). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر برهمکنش دوتایی رقم با شوری بر تعداد دانه در طبق معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشینه تعداد دانه درطبق (۳۱/۶۵) در رقم اصفهان ۱۴و سطح شوری ۰/۴ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد و کمینه تعداد دانه در طبق (۱۹/۹۱) در رقم گلدشت و سطح شوری ۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد (جدول ۳). اثر برهمکنش شوری و روش کاشت نیز بر تعداد دانه در طبق معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در

طبق (۳۱/۴۴) در کمترین سطح شوری (۰/۴ دسی‌زیمنس بر متر) و کشت روی پشته بدست آمد (شکل ۴). در واقع در شرایط شوری ملایم یا بدون شوری از نظر تعداد دانه در طبق دستکاری در روش کاشت یعنی کشت روی پشته و کشت درون جوی تفاوت معنی‌داری ایجاد ننمود ولی با افزایش تدریجی تنش شوری، کشت درون جوی به دلیل تجمع کمتر نمک در محل رشد گیاه بهتر از کشت روی پشته بود بطوری‌که کمترین تعداد دانه در طبق (۲۱/۲۹) مربوط به بیشترین سطح شوری و کاشت روی پشته بدست آمد.

درصد روغن

درصد روغن دانه تحت تاثیر تیمار شوری قرار گرفت به گونه‌ای که با افزایش شوری از ۰/۴به ۵/۹، ۷/۳ و ۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر درصد روغن دانه به میزان ۱/۶، ۶/۲ و ۱۹/۹ درصد کاهش یافت که این کاهش از سطح شاهد تا سطح ۷/۳ دسی‌زیمنس بر متر معنی‌دار نبود ولی در سطح شوری ۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر کاهش معنی‌دار بود (جدول۱و۲). به عبارت دیگر به نظر می‌رسد مصرف انرژی زیاد برای ایجاد مکانیزم‌های مقابله با شوری می‌تواند باعث کاهش درصد روغن دانه بشود. کمالی و همکاران (۱۴) گزارش کردند که با افزایش سطح شوری از ۳/۳۵ به ۱۱/۲۱ دسی‌زیمنس بر متر، درصد روغن دانه گلرنگ به میزان ۵۶/۷ درصد کاهش یافت. شانون (۳۳) بیان کرد هزینه‌های اضافی گیاه در زمان مواجه شدن با تنش شوری، مانند هزینه تعدیل اسمزی و افزایش تخصیص مواد به ریشه از یک سو و تاثیر پذیری منفی فتوسنتز از سوی دیگر، موجب کاهش ساخت مواد، به ویژه موادی مانند روغن که تولید آنها انرژی بیشتری می‌طلبد، می‌شود. درصد روغن رقم اصفهان ۱۴به میزان ۱۶/۴درصد بطور معنی‌داری بیشتر از رقم گلدشت بود (جدول ۲). هانس هنینگ و همکاران (۲۳) بیان کردند که عملکرد روغن گیاهان روغنی از طریق کاهش عملکرد بذر و نیز از طریق کاهش درصد روغن بذر تحت تاثیر شوری قرار می‌گیرد. میزان روغن دانه‌های گلرنگ ممکن است بسته به رقم تا ۶۰ درصد نیز برسد هر چند افزایش شوری معمولا باعث کاهش روغن می‌شود. مطالعات راشد محصل و بهدانی (۷) نیز تفاوت‌های ارقام از نظر عملکرد دانه و درصد روغن را متذکر شده و تاکید کرده‌اند که درصد روغن به طور عمده متاثر از ژنوتیپ گیاه می‌باشد. اثر برهمکنش شوری و رقم بر درصد روغن دانه گلرنگ معنی‌دار بود (جدول ۱) به‌طوری که بیشترین میزان روغن (۴۶/۸۶ درصد) در سطح شوری ۰/۴ دسی‌زیمنس بر متر و رقم اصفهان ۱۴ بدست آمد و کمترین میزان روغن (۲۹/۵۳ درصد) در سطح شوری ۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر و رقم گلدشت بدست آمد(جدول ۳).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه گلرنگ (میانگین مربعات)

منابع تغییر	درجه آزادای	شاخص سطح برگ	ارتفاع بوته (cm)	تعداد طبق در بوته	وزن طبق (gr)	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (gr)	عملکرد بیولوژیک (kg/ha)	درصد روغن	عملکرد دانه (kg/ha)
تکرار	۲	۰/۰۳۱۷ ns	۶/۶۵۹ ns	۰/۲۱۳ ns	۳/۳۲۷ ns	۱۲/۴۷۸ **	۴/۷۵۰ ns	۱۱۲۸۹/۳ ns	۳۳/۳۳۵ ns	۳۰۹۵/۸ ns
رقم	۱	۳/۱۹۱۷ **	۷۳۳۱/۶۹۳ **	۴۶۲/۸۹۳ **	۳۳۹/۱۵۰ **	۲۴۴/۷۴۸ **	۱۶۲۷/۵۵۸ **	۳۴۹۴۷۴۱۳/۵ **	۶۸۱/۰۱۲ **	۴۸۴۲۰۴۷/۹ **
خطا a	۲	۰/۰۳۴۶ ns	۲/۲۸۱ ns	۰/۶۳۹ *	۲/۰۲۸ ns	۰/۲۳۵ ns	۱۱/۲۳۰ ns	۵۶۹۰۸۹/۱ ns	۰/۶۰۰ ns	۱۹۷۷/۳ ns
شوری	۳	۶/۹۸۲۸ **	۲۰۳/۴۴۷ **	۱۵۰/۲۶۴ **	۲۳۱/۶۰۲ **	۱۱۶/۱۷۳ **	۱۵/۴۱۶ *	۷۱۸۵۶۲۱۲/۶ **	۱۹۹/۹۲ **	۲۷۵۷۳۲۵/۳ **
رقم × شوری	۳	۰/۰۸۷۷ **	۲۱/۹۹۸ *	۵/ ۵۸ *	۷/۰۱۵ *	۶/۵۵۸ *	۰/۳۲۳ ns	۴۰۶۴۱۶/۴ ns	۵۵/۳۲۲ *	۳۸۵۴۳/۴ **
خطا b	۱۲	۰/۰۳۹۴ ns	۶/۴۲۲ ns	۱/۳۲۶ ns	۱/۸۶۲ ns	۲/۱۳۵ ns	۱/۷۱۳ ns	۱۷۶۹۱۷/۳ ns	۱۶/۹۶۶ ns	۳۸۷۴/۶ ns
روش کاشت	۱	۰/۱۸۷۸ **	۲۸۵/۸۲۱ **	۶۴/۷۲۸ **	۱۱۱/۱۷۲ **	۱۴/۱۱۵ *	۱۰/۶۵۰ ns	۳۴۱۸۸۷/۵ ns	۴۲/۹۴۰ ns	۱۳۲۶۱/۰ **
رقم×روش کاشت	۱	۰/۰۰۰۳ ns	۲۸/۲۲۱ *	۰/۶۳۹ ns	۱۲/۱۳۵ *	۰/۶۳۷ ns	۰/۰۱۴ ns	۸۰۷۷۰/۰ ns	۲۴/۹۴۰ ns	۹۰۳۴/۶ ns
شوری×روش کاشت	۱	۰/۱۴۲۳ **	۱/۵۱۷ ns	۰/۳۸۶ ns	۰/۴۰۸ ns	۲۵/۷۴۹ **	۸/۲۲۵ ns	۲۲۷۴۴/۳ ns	۱۵/۴۸۱ ns	۲۸۲۳۴/۹ **
رقم×شوری×روش کاشت	۳	۰/۰۴۲۳ ns	۴/۸۵۰ ns	۱/۰۸۵ ns	۰/۸۱۹ ns	۳/۰۰۵ ns	۰/۱۹۳ ns	۱۴۱۸۷۶/۱ ns	۱۴/۳۳۴ ns	۴۷۴۰/۹ ns
خطا (باقی‌مانده)		۰/۰۱۸۵	۶/۶۳۲	۱/۶۷۷	۲/۰۱۴	۲/۰۶۱	۳/۲۴۰	۵۵۲۳۹۹/۵	۱۵/۵۵۷	۳۱۰۲/۴

Ns ، * و ** – به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت تاثیر شوری، رقم و روش کاشت

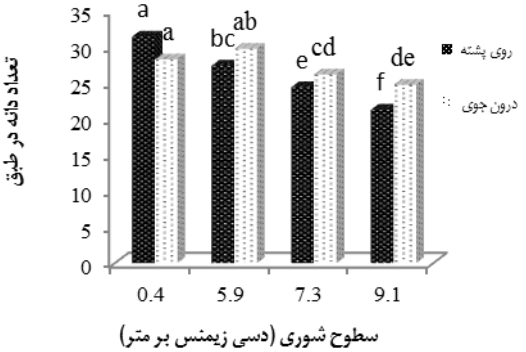
تیمار		شاخص سطح برگ	ارتفاع (cm)	تعداد طبق در بوته	وزن طبق (g)	تعداد دانه در طبق	وزن هزاردانه (g)	عملکرد بیولوژیک (kg ha^{-1})	درصد روغن	عملکرد دانه (kg ha^{-1})
شوری (dS m^{-1})	۰/۴	۲/۴۱a	۶۹/۶۷a	۲۰/۴۰a	۳۰/۵۸a	a۲۹/۸۵	۳۵/۲۴a	۱۰۷۳۱/۵۸a	۴۵/۰۵a	۲۶۶۵/۴۳a
	۵/۹	۲/۷۹b	۶۳/۴۷b	۱۷/۸۹b	۲۷/۶۸b	a۲۸/۵۷	۳۴/۵۵a	۶۸۹۷/۷۵b	۴۴/۳۰a	۲۴۰۶/۰۰a
	۷/۳	۲/۳۳c	۶۱/۳۲b	۱۵/۵۹c	۲۳/۶۰c	b۲۵/۲۹	۳۴/۳۶a	۶۸۹۷/۷۵c	۴۲/۲۴a	۲۰۴۷/۱۱c
	۹/۱	۱/۶۰d	۵۷/۸۵c	۱۲/۰۷d	۲۰/۶۲d	c۲۳/۰۱	۳۲/۵۸b	۵۰۰۹/۱۶d	۳۶/۰۵b	۱۵۵۹/۱۹d
رقم	گلدشت	b۲/۲۸	b۵۰/۳۱	۱۳/۱۸b	b۲۲/۹۶	b۲۴/۴۲	۴۰/۱۰a	b۶۹۷۵/۷۹	b۳۸/۱۴	b۱۸۵۱/۸۰
	اصفهان ۱۴	a۲/۷۹	a۸۴/۸۸	a۱۹/۵۹	a۲۸/۲۸	a۲۸/۹۴	۲۸/۲۷b	a۸۶۸۲/۳۳	a۴۵/۶۸	a۲۴۸۷/۰۴
روش کاشت	روی پشته	b۲/۴۷	b۶۰/۱۴	b۱۵/۳۳	b۲۴/۱۰	b۲۶/۱۴	۳۳/۷۱a	a۷۷۴۴/۶۶	۴۲/۸۶a	b۲۱۱۶/۸۷
	درون جوی	a۲/۵۹	۶۵/۰۳a	۱۷/۶۵a	۲۷/۱۴a	a۲۷/۲۲	۳۴/۶۵a	a۷۹۱۳/۴۵	۴۰/۹۷a	a۲۲۲۲/۰۰

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون برای هر فاکتور اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪)

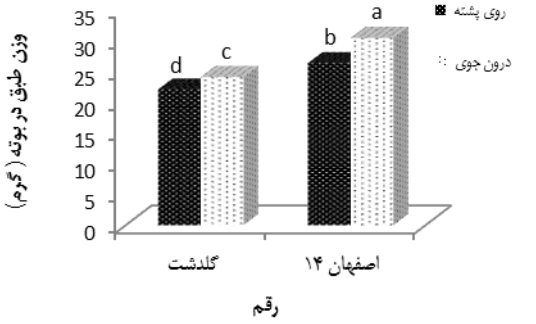
جدول ۳- اثر برهمکنش رقم و سطوح شوری بر صفات مورد مطالعه گلرنگ

رقم	سطو ح شوری	شاخص سطح برگ	ارتفاع (cm)	تعداد طبق در بوته	وزن طبق در بوته (g)	تعداد دانه در طبق	درصد روغن	عملکرد دانه (Kg ha^{-1})
گلدشت	۰/۴	۳/۰۶b	۵۶/۶۲d	۱۸/۲۹c	۲۸/۰۴c	۲۸/۰۴b	۴۳/۲۵ab	۲۴۲۰/۹۶c
	۵/۹	۲/۵۹c	۵۱/۳۷e	۱۴/۴۱d	۲۴/۱۴d	۲۷/۰۸bc	۴۱/۹۵bc	۲۱۰۴/۶۶d
	۷/۳	۲/۱۶d	۴۹/۵۴e	۱۱/۹۷e	۲۰/۷۴e	۲۲/۶۵d	۳۷/۸۶c	۱۶۸۸/۲۱f
	۹/۱	۱/۳۰f	۴۳/۶۶f	۸/۸۶f	۱۸/۹۲f	۱۹/۹۱e	۲۹/۵۳d	۱۱۹۳/۴۵g
اصفهان ۱۴	۰/۴	۳/۶۷a	۷۸/۷۲a	۲۲/۵۱a	۳۳/۰۱a	۳۱/۶۵a	۴۶/۸۶a	۲۹۰۹/۹۰a
	۵/۹	۳/۰۰b	۷۵/۵۶b	۲۱/۳۷a	۳۱/۲۳b	۳۰/۰۷a	۴۶/۶۵a	۲۷۰۷/۳۳b
	۷/۳	۲/۵۰c	۷۳/۱۰bc	۱۹/۲۰b	۲۶/۴۷c	۲۷/۹۴b	۴۶/۶۳a	۲۴۰۶/۰۰c
	۹/۱	۱/۹۱e	۷۲/۰۵c	۱۵/۲۹c	۲۲/۳۳e	۲۶/۱۰c	۴۲/۵۸ab	۱۹۲۴/۹۴e

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون برای هر فاکتور اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪)



شکل۳- اثر برهمکنش رقم و روش کاشت بر وزن طبق در بوته گلرنگ



شکل٤- اثر برهمکنش شوری و روش کاشت بر تعداد دانه در طبق گلرنگ

به عبارت دیگر درصد روغن دانه رقم اصفهان ۱۴ نسبت به افزایش شوری تفاوت معنی‌داری نشان نداد و در حداکثر سطح شوری به میزان ۹ درصد کاهش یافت در حالی‌که در رقم گلدشت درصد این کاهش تا ۳۱/۷ درصد رسید. نتایج بدست آمده نشان می دهد هر چند درصد روغن ارقام متفاوت می باشد لیکن کمتر شدن درصد روغن دانه می تواند با کوتاهتر شدن طول دوره نمو دانه ها ارتباط داشته باشد، به عبارت دیگر تنش شوری می تواند با تاثیر بر تسریع زمان رسیدگی فیزیولوژیکی و کاهش طول دوره نمو دانه ها بر کاهش

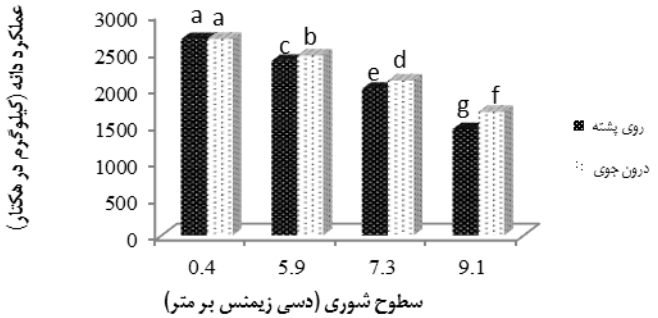
درصد روغن دانه اثر بگذارد.

عملکرد بیولوژیک

با افزایش شوری آب آبیاری، عملکرد بیولوژیک به طور معنی داری کاهش یافت (جدول۱) به طوری‌که عملکرد بیولوژیک در سطوح ۵/۹، ۷/۳ و ۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با تیمار شاهد (۰/۴ دسی‌زیمنس بر متر) به میزان ۱۹/۱، ۳۵/۷ و ۵۳/۳ درصد کاهش یافت (جدول ۲). شیدایی و همکاران (۱۰) بیان کردند که با افزایش سطوح شوری (۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ درصد نمک) وزن خشک گیاه گلرنگ نسبت به شاهد به‌ترتیب ۵۳، ۶۵ و ۸۰ درصد کاهش یافت. کاهش وزن خشک گیاه در اثر شوری توسط محققان دیگر نیز برای گیاه گلرنگ و آفتابگردان گزارش شده است (۱۱ ،۱۹ ،۲۱ و ۳۵). رقم اصفهان ۱۴ بطور معنی‌داری به میزان ۱۹/۶ درصد نسبت به رقم گلدشت دارای عملکرد بیولوژیک بیشتر بود (جدول ۱ و ۲). تفاوت بین ارقام گلرنگ از نظر وزن خشک توسط دیگر پژوهشگران نیز بیان شده است (۴ و ۷). بنادر و نادری (۳) بیان کردند که افزایش فشار اسمزی در محیط ریشه اثر کند کننده در رشد و نمو گیاه دارد و گونه‌های مختلف و حتی واریته‌های مختلف گیاهان عکس‌العمل یکسانی در برابر فشار اسمزی ندارند. به نظر می رسد اثر منفی و تخریب کنند گی تنش شوری بر رشد و نمو گیاه در ارتباط با کاهش پتانسیل محلول اسمزی خاک، عدم تعادل مواد غذایی و نیز سمیت یونها و یا ترکیبی از این فاکتورها باشد که از طریق تاثیر بر فرایندهای فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و حتی در سطح مولکولی قادر است رشد و نمو گیاه را تحت تاثیر قرار دهد. بطور کلی عملکرد ماده خشک گیاهان زراعی در نهایت بستگی به اندازه و کارایی سیستم فتوسنتزی دارد. کاهش سطح برگ، ارتفاع بوته و بطور کلی کاهش توانایی تولید و مصرف مواد فتوسنتزی از جمله اثار منفی تنش شوری می باشد که منجر به کاهش رشد و نیز تولید ماده خشک شده است.

عملکرد دانه

اثر فاکتورهای اصلی شوری، رقم، و اثر برهمکنش دوتایی شوری با رقم و روش کاشت بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). بطوری‌که با افزایش شوری از سطح ۰/۴ به ۵/۹ ، ۷/۳ و ۹/۱ دسی-زیمنس بر متر عملکرد دانه به میزان ۹/۷۳ ، ۲۳/۱ و ۴۱/۵ درصد کاهش یافت (جدول ۲). به عبارت دیگر تنش شوری با اختلال در جذب مواد غذایی و فعالیت متابولیکی موجب پیری زودرس و کاهش فعالیت فتوسنتزی گیاه بخصوص فتوسنتز طبق و برگهای مجاور آن که سهم عمده ای بر تولید دانه (۱۲) دارند فراهم می آورد که خود باعث کاهش عملکرد دانه خواهد شد. تحقیقات نشان داده است که اگر چه گلرنگ به عنوان یک گیاه نسبتا مقاوم به شوری قلمداد می‌شود اما عملکرد این گیاه در سطوح بالای شوری نقصان می‌یابد (۱۱، ۱۴، ۲۱ و ۲۴). سینگ و همکاران (۳۴) طی مطالعه‌ای به این نتیجه رسیدند که شوری بیشتر از ۸ دسی‌زیمنس باعث کاهش معنی-دار عملکرد گلرنگ در مقایسه با تیمار شاهد می‌شود. عملکرد هر دو رقم در اثر تنش شوری کاهش یافت اما این کاهش در رقم گلدشت شدیدتر بود به طوری‌که با افزایش شوری از ۰/۴ به ۵/۹، ۷/۳ و ۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر، عملکرد دانه در رقم اصفهان ۱۴ به میزان ۶/۹، ۱۷/۳ و ۳۲/۸ درصد کاهش یافت اما در همین شرایط عملکرد دانه رقم گلدشت به میزان ۱۳، ۳۰/۲ و ۵۰/۷ درصد کاهش نشان داد (جدول ۳). کاهش عملکرد دانه در اثر شوری به دلیل کاهش اجزای آن یعنی تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق بود که در رقم گلدشت شدیدتر از رقم اصفهان ۱۴ بود. در واقع می‌توان نتیجه گرفت که کاهش کمتر عملکرد دانه در رقم اصفهان ۱۴ می‌تواند نشان دهنده متحمل‌تر بودن این رقم نسبت به رقم گلدشت در شرایط شور باشد. کوچکی و سرمدنیا (۱۵) بیان کردند که بطور کلی عملکرد دانه نتیجه برآیند بین اجزای عملکرد می‌باشد و کاهش اجزای عملکرد منجر به کاهش عملکرد دانه می‌گردد. نتایج قورپاد و همکاران (۲۲) نشان داد که تفاوت‌های معنی‌داری از لحاظ عملکرد دانه بین ژنوتیپ-های گلرنگ وجود دارد. عملکرد دانه در روش کاشت درون جوی به میزان ۴/۷۳ درصد بطور معنی‌داری بیشتر از روش کاشت روی پشته بود (جدول ۲). اثر برهمکنش شوری و روش کاشت نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۲۶۶۵/۹۴ کیلوگرم در هکتار) در سطح شوری ۰/۴ دسی‌زیمنس و روش کاشت درون جوی بدست آمد و کمترین عملکرد دانه (۱۴۴۲/۵۶ کیلوگرم در هکتار) در بیشترین سطح شوری (۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر) و روش کاشت روی پشته بدست آمد (شکل ۵). بطور کلی در همه سطوح شوری عملکرد دانه در روش کاشت درون جوی بیشتر از روی پشته بود اما با افزایش شوری این اثر بیشتر مشهود بود. به طوری‌که با افزایش شوری از ۰/۴ به ۵/۹، ۷/۳ و ۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر، عملکرد دانه در روش کاشت روی پشته به میزان ۱۱، ۲۵ و ۴۵/۸ درصد کاهش یافت اما در همین شرایط، عملکرد دانه در روش کاشت درون جوی به میزان ۸/۳، ۲۱ و ۳۷ درصد کاهش نشان داد (شکل ۵). به عبارت دیگر دستکاری در روش کاشت می‌تواند خسارت ناشی از تنش شوری را تعدیل نماید بطوری‌که در هر سطح شوری در مقایسه با تیمار شاهد عملکرد گلرنگ در روش کاشت درون جوی بیشتر بود و با افزایش سطح شوری این تفاوت عملکرد بیشتر شد. به عبارت دیگر به نظر می رسد استفاده از رقم مناسب و یا دستکاری در روش کاشت با تاثیر بر صفاتی مانند شاخه زنی، تعداد طبق در بوته، و تعداد دانه در طبق و همچنین تولید مواد فتوسنتزی و چگونگی تخصیص مواد می تواند باعث بروز پتانسیل ژنتیکی شده و نقش منفی تنش شوری بر افت عملکرد دانه را تعدیل نماید.



شکل۵- اثر برهمکنش شوری و روش کاشت بر عملکرد دانه گلرنگ

نتیجه‌گیری

بطور کلی عملکرد دانه گیاهان زراعی متشکل از اجزایی می‌باشد که تحت تاثیر ژنوتیپ و محیط قرار می گیرد. لذا انتخاب رقم مناسب و تغییر در روش کاشت می تواند به عنوان راهکارهایی باشد که اثر منفی تنش شوری را تعدیل نماید. با افزایش شوری عملکرد دانه و درصد روغن دانه گلرنگ بطور معنی‌داری کاهش یافت. با توجه به اینکه رقم اصفهان ۱۴ در مقایسه با رقم گلدشت در حداکثر سطح شوری نسبت به سطح شاهد دارای درصد روغن دانه و عملکرد دانه بیشتر بود لذا می تواند به عنوان رقم مناسب در این منطقه توصیه شود. از طرفی بطور کلی با دستکاری در روش کاشت، از روی پشته که محل تجمع نمک‌ها می‌باشد به درون جوی خسارت ناشی از شوری به میزان۴/۷ درصد کاهش یافت. بطور کلی هر چند با افزایش شوری درصد روغن دانه کاهش یافت لیکن این کاهش فقط در بالاترین سطح (۹/۱ دسی زیمنس بر متر) معنی دار بود ولی عملکرد دانه بطور معنی داری تحت تاثیر افزایش شوری کاهش یافت. لذا بطور کلی در صورت ضرورت آبیاری با آب شور، با در نظر گرفتن حداقل افت عملکرد دانه (۹/۷ درصد) و درصد روغن دانه (۱/۶درصد) استفاده از رقم اصفهان ۱۴ و آبیاری با شوری ۵/۹ دسی بر متر امکان پذیر می باشد.

منابع

۱- احسان‌زاده، پ. و ع. زارعیان بغدادآبادی. ۱۳۸۲. اثر تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی ویژگی‌های رشد دو رقم گلرنگ در شرایط آب و هوایی اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی.۱: ۱۴۰-۱۲۹.

۲- اندام، م. ۱۳۷۳. اندازه تبخیر و تعرق گیاهی و سایر پارامترهای مورد نیاز درمدیریت آبیاری مزرعه کنجد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. بخش آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۳- بنادر، م. و ا. نادری. ۱۳۸۸. اثر شوری آب آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیکی نیشکر. مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱(۲): ۹۰-۸۵.

۴- بهدانی، م. ع.، و م. جامی الاحمدی. ۱۳۸۹. عکس‌العمل ارقام گلرنگ بهاره به فواصل مختلف آبیاری در شرایط بیرجند. نشریه پژوهشهای زراعی ایران. ۲: ۳۲۳-۳۱۵.

۵- جامی‌الاحمدی، م.، م. ع. بهدانی و ع. رحیمی. ۱۳۸۸. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گلرنگ بهاره به تنش شوری در مراحل مختلف رشد. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۲: ۱۳۴-۱۱۳.

۶- خواجه پور، م.ر.۱۳۸۳. تولید نباتات صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان، ۲۵۱صفحه.

۷- راشد محصل، م. ح. و م. ع. بهدانی. ۱۳۷۳. بررسی اثر رقم و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گلرنگ. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۸ (۲): ۱۲۴-۱۱۰.

۸- زینلی، ا. ۱۳۷۸. گلرنگ (شناخت تولید و مصرف). انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان. ۱۴صفحه.

۹- سلطانی‌حویزه، م.، ع. م. میرمحمدی میبدی و ا. ارزای. ۱۳۸۵. اثر شوری بر رشد ۸ رقم تجاری و امید بخش نیشکر. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان۱۳:۶۷-۵۹.

۱۰- شیدایی، س.، م. زاهدی و ع. م. میرمحمدی میبدی. ۱۳۸۹. اثر تنش شوری بر تجمع ماده خشک و الگوی توزیع یونی در پنج ژنوتیپ گلرنگ

(*Carthamus tinctorius* L.) مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴ :۸۱۹-۸۱۱.

۱۱- فیضی، م. ۱۳۸۲. کارایی مصرف آب با کیفیتهای مختلف بر روی عملکرد محصولات گندم، جو، پنبه و آفتابگردان. مجله علوم خاک و آب. ۱۷:۱۰۶-۹۷.

۱۲- فرید، ن.، و پ. احسان‌زاده. ۱۳۸۵. عملکرد و اجزای عملکرد ژنوپیت های گلرنگ و پاسخ آنها به تیمارسایه اندازی روی گل آذین و برگ های مجاور آن در شرایط کشت بهاره در اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی.۱۰(۱):۱۸۹-۱۹۸.

۱۳- کافی، م.، و م. رستمی. ۱۳۸۶. اثر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن ارقام گلرنگ در شرایط آبیاری با آب شور. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۵(۱): ۱۲۱-۱۲۹.

۱۴- کمالی، ا.، ز. شاه‌محمدی حیدری، م. حیدری و م. فیضی.۱۳۹۰.اثر شوری آب آبیاری و آبشویی بر خصوصیات شیمیایی خاک و عملکرد گلرنگ در منطقه اصفهان. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۱: ۷۰-۶۳.

۱۵- کوچکی، ع. و غ. سرمدنیا. ۱۳۷۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

16- Abdel Gawad, G., and A. Ghaibeh. 2001. Use of low quality water for Irrigation in the Middle East. Proc. Symp. Sustainable management of irrigated land for salinity and toxic elements control, US Salinity Laboratory Riverside. Calif.

17- Basil, E. S., and S. R. Kaffka. 2002. Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to saline soil and irrigation. II. Crop response to salinity. Agricultural Water Management. 54: 81-92.

18- Bake, G. J., and K. M. Volkmar. 1995. Mineral composition of flax (*Linum usitassimum* L.) and safflower on a saline soil high in sulfate salts. Canadian Journal Plant Science. 75: 399-404.

19- Demir Kaya, M., A. Ipek and A. Ozturk. 2003. Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 27:221-227.

20- Feizi, M., M. A. Hajabbasi and B. Mostafazadeh-fard. 2010. Saline irrigation water management strategies for better yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in an arid region. Australian journal of Crop Science. 4: 408-414.

21- Francois, L. E. and L. Bernstein. 1964. Salt tolerance of safflower. Agronomy Journal. 54: 3840.

22- Ghorpad, D. S., S. I. Tambe, P. B. Shinde and R. E. Zore. 1993. Variability pattern in agro morphological. Characters in safflower (*Carthamus thinctorius* L.). Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 53: 264 – 268.

23- Hans-Henning, M., R. E. Blackshaw, J. R. Byers, H. C. Huang, D. L. Johnson, R. Keon, J. Kubik, R. McKenzie, B. Otto, B. Roth, and K. Stanford. 2004. Safflower production on the Canadian prairies. Agriculture and Agri-Food Canada. Lethbridge, Alberta. 43p.

24- Irving, D. W., M. C. Shannon, V. A. Breda, and B. E. Mackey. 1988. Salinity effects on yield and oil quality of high-linoleate and high-oleate cultivars of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 36: 37-42.

25- Katerji, N., J. W. Van Hoorn, A. Hamdy, and M. Mastrorilli. 2000. Salt tolerance classification of crops according to soil salinity and to water stress day index. Agricultural Water Management. 43:9-109.

26- Kumar, R., V. Goyal, and M. S. Kuhad. 2005. Influence of fertility- salinity interactions on growth, water status and yield of Indian mustard (*Brassica juncea*). Indian Journal of plant physiology. 10:139-144.

27- Maas, E. V. 1986. Salt tolerance of plants. Applied Agricultural Research. 1: 12-26.

28- Mehmet, D. K., and Z. R. Ahmet. 2003. Effects of Different Soil Salinity Levels on Germination and Seedling Growth of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry.27:221-7.

29- Munns, R. 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phytologist. 167: 645-663.

30- Munns, R., and M. Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology. 59: 651-681.

31- Noble, C. L., G. M. Halloran, and D. W. West. 1984. Identification and selection for salt tolerance in lucerne. Australian Journal of Agricultural Research. 53:239-252.

32- Rains, D. W., S. Goyal, R. Weyrauch, and A. Lauchli. 1987. Saline drainage water reuse in a cotton rotation system. California Agriculture. 41: 24-26.

33- Shannon, M. C. 1998. Adaptation of plants to salinity. Advance in Agronomy. 60: 75-119.

34- Singh, R., and G. P. Bhagav. 1995. Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and dill (Anethum gaveolens) to salinity. Indian Journal of Agriculture Science. 65: 442- 449.

35- Tahir, M. H. N. and S. S. Mehdi. 2001. Evaluation of open pollinated sunflower (*Helianthus annuus* L.) populations under water stress and normal conditions. International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 3: 236-238

36- Yaron, B., H. Frenkel. 1994. Water suitability for agriculture. P. 25-41. In K. K. Tanji, B. Yaron (eds). Management of water use in agriculture. Springer Verlage. Berlin.