



تأثیر تنش شوری بر برخی خصوصیات کمی و کیفی ارقام کلزای بهاره

محمد عظیمی گندمانی^۱، * اشکبوس دهداری^۲ و هوشنگ فرجی^۲،
محسن موحدی دهنوی^۲ و مصطفی علی نقی زاده^۳

^۱عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور واحد گندمان، شهرکرد، ^۲استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج،

^۳عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور واحد حاجی آباد، هرمزگان

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۲/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۱۱

چکیده

به منظور ارزیابی تاثیر تنش شوری بر برخی خصوصیات کمی و کیفی ارقام کلزای بهاره، آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه یاسوج به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. چهار سطح شوری شامل ۱/۹۲ (شاهد)، ۹/۸۷، ۱۹/۶ و ۲۱/۹۴ دسی زیمنس بر متر (حاصل از کلرید سدیم و کلرید کلسیم با نسبت ۲۰ به ۱ مولی، در محلول هوگلند) به عنوان عامل اصلی و ارقام (۸ رقم) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که اثر شوری، رقم و اثر متقابل رقم و شوری بر روی تمام صفات مورد بررسی معنی دار بود. افزایش شوری باعث کاهش معنی دار کلیه صفات مورد اندازه گیری به جز تعداد غلاف پوک در بوته گردید. در مجموع با توجه به نتایج به دست آمده، ارقام هایولا ۶۰ و هایولا ۳۳۰ که در سطوح بالا شوری دارای بیشترین میزان صفات عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه و کمترین میزان صفت تعداد غلاف پوک در بوته بودند، به عنوان ارقام متحمل تر نسبت به شوری معرفی شدند. رقم PP-401-15E در مقایسه با سایر ارقام عکس العمل ضعیفی نسبت به شوری داشت، به عنوان رقم حساس در برابر شوری ارزیابی شد.

واژه های کلیدی: تنش شوری، کلزا، روغن، عملکرد، اجزا عملکرد

* مسئول مکاتبات: adehdari@mail.yu.ac.ir

مقدمه

دانه‌های روغنی بعد از غلات دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. این محصولات علاوه بر دارا بودن ذخایر غنی از اسید چرب دارای پروتئین نیز می‌باشند. در این میان کلزا به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی در سطح جهان مطرح است. بنا به گزارش‌های مندهام و سالیسیری (۱۹۹۵) تعداد دانه در غلاف کلزا به‌طور متوسط از ظرفیتی نزدیک به ۳۰ تخمک در زمان گل‌دهی برخوردار است؛ اما تعداد نهایی آن همواره از مقدار یاد شده کمتر بوده و با توجه به این‌که عملکرد دانه کلزا به‌طور مؤثری، تحت تاثیر مقدار آب در زمان پر شدن دانه‌ها می‌باشد (چامپولیور و مرین، ۱۹۹۶). این کاهش را می‌توان به عواملی نظیر شوری، فشار اسمزی، تنش خشکی و دیگر عوامل محیطی که باعث کاهش محتوای آب خاک یا گیاه می‌گردند نسبت داد. کلارک و سیمپاون (۱۹۷۸) نیز در پژوهشی که در خصوص بررسی تنش شوری بر مورفولوژی و عملکرد کلزا صورت گرفته بود گزارش دادند که شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر، بر مراحل رشد رویشی و زایشی ارقام مورد آزمایش بی‌تاثیر بود، اما افزایش سطوح شوری، باعث کاهش تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف و وزن هزاردانه گردید. در بعضی از تحقیقات انجام شده (بوام و همکاران، ۱۹۹۴)، آستانه تحمل به شوری ارقام مورد بررسی حدود ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر و کاهش عملکرد در بالا حد آستانه، حدود ۱۳ درصد برآورد شده است. اگرچه کاهش درصد عملکرد پس از آستانه آن‌ها، نسبت به گیاهانی که آستانه تحمل مشابه دارند، شدیدتر است (بوام و همکاران، ۱۹۹۴)، ولی این نتایج ارقام مورد بررسی را بر اساس تقسیم‌بندی در گروه متحمل به شوری قرار می‌دهد (ماس و هافمن، ۱۹۷۷ و فرانکوئیس، ۱۹۹۴). ساکارا و همکاران (۲۰۰۷) نیز در آزمایشی که بر تایید بعضی از آنتی‌اکسیدان‌ها بر روی گیاه کانولا تحت شرایط شور انجام گرفت، بیان نمودند که بیشتر صفات رشدی، شامل عملکرد دانه، وزن ماده خشک، تعداد دانه در غلاف و شاخص برداشت به‌طور معنی‌داری با افزایش نمک کاهش یافت. کارزولاکیس و لویازاکی (۱۹۹۷) نیز بیان داشتند که تنش شوری در کلزا موجب کاهش تعداد برگ، کاهش توسعه سطح برگ و نهایتاً کوچک باقی ماندن برگ‌ها می‌گردد که در پی کاهش سطح برگ، جذب نور کاهش یافته و باعث کاهش ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه می‌شود که این امر موجب کاهش تامین مواد فتوسنتزی لازم برای رشد و همچنین پیر شدن سریع برگ‌ها و کاهش دوام سطح برگ و در نهایت کاهش عملکرد می‌گردد. شوری خاک، ظهور برگ و تشکیل اولین میانگره در کلزا را به تاخیر می‌اندازد و به‌همین دلیل پوشش سبز مزرعه کاهش می‌یابد. ادامه تنش در مراحل بعدی رشد موجب کاهش ارتفاع گیاه، تعداد غلاف در

بوته و تعداد دانه می‌شود (بوام و همکاران، ۱۹۹۴ و کشتا و همکاران، ۱۹۹۹). فرانکوئیس (۱۹۹۴) نشان داد که شوری باعث کاهش عملکرد دانه کلزا گردید، ولی شوری تأثیری بر مقدار روغن استحصال شده از بذر کلزا نداشت. می‌توان کاهش عملکرد را به تجمع زیاد یون کلرور سدیم و همچنین بر هم خوردن تعادل یونی در داخل گیاه نسبت داد. در این خصوص اوسمون (۱۹۷۶) بیان داشت که خسارت وارد شده به گیاه در شرایط شور را نمی‌توان فقط به اثرات فشار اسمزی نسبت داد؛ بلکه فعالیت یونی و میزان یون‌های محیط بیرون می‌توانند اثرات مضر قابل توجهی روی رشد گیاه داشته باشند، به طوری که وقتی غلظت یک یون خاص از آستانه تحمل در گیاه فراتر رود سبب ایجاد حالت سمی در گیاه شده و به مقدار زیادی روی جذب و یا متابولیسم عناصر توسط قسمت‌های مختلف گیاهی اختلال ایجاد می‌کند و رشد گیاه را به طور معکوس تحت تأثیر قرار می‌دهد. رئیس (۱۹۹۵) اظهار داشت که کلزا در اراضی نسبتاً شور گنبد و گرگان، با هدایت الکتریکی حدود ۷/۷ دسی‌زیمنس بر متر، محصول مناسبی تولید می‌کند. با توجه به نتایج به دست آمده از این مطالعات مشخص می‌گردد که بررسی تأثیر شوری بر ویژگی‌های کلزا به خصوص ارقام جدید و بهاره که کمتر در پژوهش‌ها به کار گرفته شده‌اند ضروری است. بنابراین این پژوهش به منظور بررسی تأثیر شوری بر برخی صفات کمی و کیفی هشت ژنوتیپ کلزا بهاره طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تأثیر تنش شوری شوری بر برخی صفات کمی و کیفی هشت ژنوتیپ کلزای بهاره این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه یاسوج به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. عامل اصلی شامل چهار سطح شوری S_0 (۱/۹۲) (محلول هوگلند به عنوان شاهد)، S_1 (۹/۸۷)، S_2 (۱۹/۶) و S_3 (۲۱/۹۴) دسی‌زیمنس بر متر (حاصل از کلرید سدیم و کلرید کلسیم با نسبت ۲۰ به ۱ مولی، در محلول هوگلند) و عامل فرعی نیز ۸ رقم کلزای بهاره PP-401-15E, Hyola 330, RGS 00, Option 500, Hyola 60, Hyola 401, PP-308-8. PP-401-16 بود. واحدهای آزمایش شامل گلدان‌هایی به ابعاد ۴۰ در ۴۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر بود. به جهت ایجاد زه‌کشی مناسب و جلوگیری از تجمع نمک در گلدان‌ها برای جلوگیری از تجمع نمک در شرایط آزمایش، آبیاری آنقدر ادامه داده شد تا شوری آب آبیاری با شوری زهکش برابر شود. علاوه بر آن ۳ سوراخ به قطر یک سانتی‌متر در ته هر کدام از گلدان‌ها تعبیه شد. سپس

گلدان‌ها توسط ماسه نرم که از قبل به دقت و چندین بار شسته شده بودند، به نحوی پر شدند که سطح ماسه هر گلدان تا دهانه آن ۵ سانتی‌متر فاصله داشت. بذور ارقام کلزا که توسط هیپوکلرید سدیم ۰/۵ درصد ضدعفونی شده بودند، در گلدان‌ها کشت شدند. در هر گلدان ۱۵ عدد بذر به عمق حدود ۳ سانتی‌متر قرار گرفت. گلدان‌ها از مرحله کاشت تا مرحله جوانه‌زنی با آب مقطر آبیاری شدند و پس از ثبت تاریخ دقیق سبز شدن (زمانی که ۵۰ درصد سبز شدن انجام شد)، گلدان‌ها با محلولی که با نصف غلظت عناصر غذایی محلول هوگلند (دهداری و همکاران، ۲۰۰۵) تهیه گردید، آبیاری شدند. دو هفته بعد از استقرار، بوته‌ها به ۱۰ بوته در گلدان تنک شدند. در مرحله ۴ برگی، با افزودن تدریجی کلرید سدیم و کلرید کلسیم به نسبت ۲۰ به ۱ در محلول هوگلند اعمال شوری شروع گردید، به نحوی که در نوبت آبیاری اول، کلیه گلدان‌ها به‌جز سطح شاهد با محلول ۹/۸۷ دسی‌زیمنس بر متر شوری آبیاری شدند. در نوبت‌های بعدی، این مقادیر افزایش یافت و در نهایت سطوح شوری موردنظر بعد از گذشت ۳ روز لحاظ گردید. اعمال تیمارهای شوری تا پایان مرحله رسیدگی با نسبت‌های ذکر شده ادامه داشت. آبیاری به‌صورت یک روز در میان، انجام شد.

دو ماه بعد از اعمال تنش شوری، از هر گلدان ۴ بوته کف‌بر گردید و در آن‌ها خصوصیات ارتفاع بوته، تعداد برگ، سطح برگ، وزن خشک و تعداد روزنه اندازه‌گیری شد. ارتفاع بوته از محل طوقه تا محل آخرین گره برگ توسط خط‌کش بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. سطح برگ هر بوته به کمک دستگاه سطح برگ سنچ (AM 200) بر حسب میلی‌متر مربع اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دما ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس توزین شدند. در مرحله رسیدگی نیز عملکرد و اجزا عملکرد دانه، با برداشت ۶ بوته در هر گلدان به صورت کف‌بر اندازه‌گیری شد. برای استخراج میزان روغن دانه از دستگاه سوکسله با حلال پترولیوم بنزین استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS صورت گرفت. با توجه به معنی‌دار شدن برهمکنش شوری و رقم، مقایسه میانگین‌ها این اثر به‌صورت برش‌دهی و به روش LSmeans انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که اثر شوری، رقم و برهمکنش آنها برای کلیه صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود (جدول‌های ۱ و ۳). با توجه به این نتیجه مشخص شد که شوری

اثر سوء بر کلیه صفات مورد بررسی داشت. از طرف دیگر ارقام نیز واکنش متفاوتی به سطوح مختلف شوری نشان دادند و تنوع ژنتیکی کافی در بین آنها از نظر صفات مختلف و واکنش به شوری وجود داشت. رقم Hyola 60 در کلیه سطوح شوری به ترتیب با میانگین‌های ۱۹/۲۶، ۸/۵۵ و ۵/۳۹ گرم در گلدان؛ بیشترین میانگین عملکرد دانه را تولید نمود (جدول ۲). در حالی که رقم PP-401-15E در سطح بدون شوری (S_0) بالاترین عملکرد را داشت هرچند که تفاوت معنی‌داری با ارقام Hyola 60 و Hyola 330 نداشت. رقم PP-401-15E کاهش زیادی در عملکرد نشان داد به گونه‌ای که در سطح شوری S_3 کمترین عملکرد را به خود اختصاص داد (جدول ۲). در کلیه ارقام مورد آزمایش، افزایش شوری از S_0 به S_3 باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه گردید. در این میان، کاهش عملکرد دانه رقم PP-401-15E، روند تندتری داشت و افزایش شوری از S_0 به S_3 باعث کاهش ۹۹/۵۳ درصدی عملکرد دانه در این رقم شد (جدول ۲).

جدول ۱- میانگین مربعات صفات مورد بررسی در آزمایش تاثیر شوری بر ارقام بهاره کلزا در مرحله رسیدگی

| وزن | تعداد دانه در | شاخص | درصد | عملکرد | زیست توده | عملکرد | درجه | |
|----------|---------------|----------|----------|--------|-----------|----------|-------|------------------------|
| هزاردانه | غلاف | برداشت | روغن | روغن | | دانه | آزادی | |
| ۱۱/۸۴۵** | ۲۲۲۳/۰۶** | ۰/۰۶۱۴** | ۸۰۷/۶۷** | ۲/۲۱** | ۵۸۵۵/۴۶** | ۲۶/۳۶۱** | ۳ | شوری |
| ۰/۹۷۴** | ۱۰۹۹/۱۴** | ۰/۰۱۴۵** | ۷۳/۷۲** | ۰/۳۰** | ۱۰۳/۶۳** | ۳/۹۰۵** | ۷ | رقم |
| ۰/۲۵۸** | ۲۵۴/۶۴** | ۰/۰۰۲۹** | ۱۶/۱۷** | ۰/۰۶** | ۵۹/۱۳* | ۰/۷۷۹** | ۲۱ | شوری×رقم |
| ۰/۱۰۱ | ۲/۸۹ | ۰/۰۰۰۵ | ۱/۶۹ | ۰/۰۰۳ | ۳۱/۶۴ | ۰/۰۳۸ | ۶۴ | خطا |
| ۱۳/۴۴ | ۲/۹۸ | ۲۱/۸۸ | ۶/۰۷ | ۱۴/۷۳ | ۱۴/۲۱ | ۱۲/۶۷ | | ضریب تغییرات (درصد) |

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

بنا به گزارش کایا و همکاران (۲۰۰۱)، شوری با تاثیر بر رشد رویشی و زایشی گیاه، موجب کاهش عملکرد دانه در اسفناج می‌شود. محققان دیگر نظیر اشرف و مک‌نیللی (۲۰۰۴) نیز کاهش عملکرد دانه را در خانواده شب‌بو در شرایط شور گزارش داده‌اند و علت آن را در کاهش فتوسنتز جاری در اثر کاهش بخش فتوسنتزکننده و نهایتاً کاهش اجزا عملکرد دانسته‌اند.

رقم PP-401-15E در سطح شوری S_0 با میانگین ۶۲/۵۵ گرم در گلدان، بیشترین و رقم PP-401-15E در دو سطح شوری S_2 و S_3 به ترتیب با میانگین‌های ۲۸/۰۵ و ۱۸/۰۵ گرم در گلدان،

کمترین رتبه را در خصوص زیست توده به خود اختصاص داد (جدول ۲). با توجه به نتایج به دست آمده ملاحظه گردید که با افزایش شوری، در تمامی ارقام مورد آزمایش، زیست توده کاهش یافت، اما شیب کاهش زیست توده در رقم PP-401-15E نسبت به سایر ارقام تندتر بود. در بیشتر مطالعات انجام شده مثلاً در کلزا (فرانکوئیس، ۱۹۹۴؛ اشرف و همکاران، ۱۹۸۹)، و در گندم (رجبی و همکاران، ۲۰۰۶) افزایش شوری اثر منفی و معنی داری بر زیست توده داشته است. به این ترتیب، گیاهانی دارای عملکرد بالایی خواهند بود که با توجه به شرایط رشد خود از عوامل تولید، بیشترین استفاده را برده و مواد فتوسنتزی بیشتری را در اندام‌های خود تجمع دهند. همچنین وجود همبستگی مثبت و معنی دار بین زیست توده و ارتفاع بوته ($r=0/87^{**}$) و عملکرد دانه ($r=0/84^{**}$) مؤید این مطلب می‌باشد (جدول ۵).

بیشترین میزان درصد روغن به میزان ۳۳/۴۷ درصد برای رقم Option 500 و در سطح شوری S_0 مشاهده گردید (جدول ۲). در بالاترین سطح شوری رقم Hyola 60 با میانگین ۲۵/۶۶ درصد و رقم PP-401-15E با میانگین ۸/۵۲ درصد کمترین میزان درصد روغن را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). برای عملکرد روغن نیز ارقام، عکس‌العمل‌های متفاوتی را در سطوح مختلف شوری نشان دادند. در بالاترین سطح شوری رقم Hyola 60 با میانگین ۱/۸۰ گرم در گلدان، بالاترین و رقم PP-401-15E با میانگین ۰/۰۳ گرم در گلدان، کمترین رتبه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). با توجه به رابطه مستقیم عملکرد روغن با درصد روغن و عملکرد دانه (قاسم، ۲۰۰۰)، می‌توان نتیجه گرفت که بالا بودن عملکرد روغن در سطوح پایین شوری مربوط به بالا بودن عملکرد دانه است. همچنین وجود همبستگی فوق‌العاده بالا و معنی دار بین عملکرد دانه و عملکرد روغن ($r=0/98^{**}$) و همبستگی نسبتاً بالا عملکرد روغن و درصد روغن ($r=0/68^{**}$) مؤید این مطلب است که هر چه عملکرد دانه افزایش پیدا کند، عملکرد روغن نیز افزایش می‌یابد (جدول ۵). اشرف و مکنلی، (۱۹۹۰) در مطالعه‌ای بر روی چهار گیاه خانواده شب‌بو دریافتند که محتوای روغن دانه و درصد روغن در گیاهان مورد آزمایش تحت شرایط شوری به‌طور معنی داری کاهش پیدا کرد.

جدول ۲- مقایسه میانگین برهمکنش رقم و تنش شوری

| شوری / رقم | عملکرد دانه (گرم) | زیست توده (گرم) | عملکرد روغن (گرم) | درصد روغن | شاخص برداشت | تعداد دانه در غلاف | وزن هزار دانه (گرم) |
|----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------|-------------|--------------------|---------------------|
| S ₀ | Hyola 330 | ۱۹/۲۶ab | ۵/۲۸b | ۳۰/۷۰bcd | ۰/۴۰ab | ۲۲/۳۹a | ۳/۷۳a |
| | Hyola 60 | ۱۹/۶۷ab | ۶/۵۸a | ۳۲/۵۴ab | ۰/۴۷a | ۱۹/۰۳bc | ۳/۵۷ab |
| | RGS 00 | ۱۲/۶۶e | ۳/۳۰cd | ۲۹/۸۴cd | ۰/۲۹de | ۱۷/۹۷c | ۳/۲۷abc |
| | Option 500 | ۱۱/۳۸cd | ۳/۱۸cd | ۳۳/۴۷a | ۰/۴۰ab | ۲۲/۶۸a | ۲/۹۴c |
| | PP-401-15E | ۲۳/۴۰a | ۶/۷۲a | ۳۱/۷۷abc | ۰/۳۷cd | ۱۸/۸۶bc | ۳/۱۷bc |
| | Hyola 401 | ۱۳/۳۲bc | ۳/۷۸cd | ۳۱/۴۱abc | ۰/۲۲e | ۲۰/۲۳b | ۳/۶۰ab |
| | PP-308-8 | ۱۱/۸۸cd | ۳/۳۰cd | ۳۰/۹۶bcd | ۰/۱۹ef | ۱۳/۷۲e | ۲/۸۴c |
| | PP-401-16 | ۱۰/۶۸d | ۲/۹۴cd | ۲۸/۷۷d | ۰/۲۰e | ۱۵/۳۰d | ۳/۲۸abc |
| S ₁ | Hyola 330 | ۱۵/۳۳b | ۴/۶۸b | ۲۵/۱۱cde | ۰/۳۱b | ۲۰/۱۸a | ۲/۴۶abc |
| | Hyola 60 | ۱۹/۲۶a | ۶/۴۲a | ۳۰/۳۰a | ۰/۴۵a | ۱۷/۴۶c | ۲/۸۳ab |
| | RGS 00 | ۹/۷۳cde | ۴/۶۲bc | ۲۵/۸۷cd | ۰/۲۲cd | ۱۳/۲۳e | ۲/۵۸ab |
| | Option 500 | ۱۰/۴۳c | ۴/۸/۸۲abc | ۲/۰۱d | ۰/۱۸cd | ۱۷/۲۳c | ۲/۳۳bc |
| | PP-401-15E | ۸/۱۲de | ۴/۸/۴۵abc | ۲/۴۰d | ۰/۲۳cd | ۱۷/۳۲c | ۲/۲۱c |
| | Hyola 401 | ۷/۵۹de | ۴/۲/۱۱cd | ۳/۳۶cd | ۰/۳۲ab | ۱۸/۵۳bc | ۲/۹۷a |
| | PP-308-8 | ۱۰/۹۴c | ۴/۵/۳۲bc | ۱/۹۸d | ۰/۱۷cd | ۱۰/۵۰f | ۲/۵۲abc |
| | PP-401-16 | ۱۰/۵۰c | ۴/۴/۸۹bc | ۱/۳۲de | ۰/۱۲d | ۱۵/۱۶d | ۲/۲۸c |
| S ₂ | Hyola 330 | ۵/۰۳bc | ۳/۷/۵۳ab | ۱/۹۸bc | ۰/۲۶b | ۱۹/۰۲a | ۱/۸۶ab |
| | Hyola 60 | ۸/۵۵a | ۳/۶/۷۵bc | ۳/۰۰a | ۰/۳۶a | ۱۵/۷۰b | ۲/۷۲a |
| | RGS 00 | ۲/۱۹de | ۳/۷/۰۲abc | ۰/۶۵c | ۰/۱۳c | ۱۲/۹۳cd | ۱/۷۶b |
| | Option 500 | ۱/۳۰e | ۳/۲/۵۶c | ۰/۵۰c | ۰/۱۰d | ۱۳/۴۸c | ۱/۶۴b |
| | PP-401-15E | ۳/۶۵cd | ۲/۸/۰۵cd | ۰/۹۰cd | ۰/۲۰c | ۱۱/۴۴de | ۱/۹۵ab |
| | Hyola 401 | ۳/۵۷cd | ۳/۹/۲۴a | ۲/۰۴bc | ۰/۱۸cd | ۸/۹۱f | ۱/۵۸b |
| | PP-308-8 | ۰/۸۸e | ۳/۲/۹۹bc | ۰/۴۸c | ۰/۱۱d | ۹/۰۱f | ۱/۶۴b |
| | PP-401-16 | ۱/۴۰e | ۳/۸/۴۸ab | ۰/۶۶c | ۰/۱۹cd | ۱۱/۱۲e | ۱/۶۸b |

ادامه جدول ۲-

| | | | | | | | |
|---------|---------|--------|---------|--------|----------|--------|------------|
| ۱/۶۸bc | ۱۵/۶۹a | ۰/۱۴b | ۱۹/۱۳b | ۰/۰۶b | ۲۷/۵۷ab | ۲/۵۲bc | Hyola 330 |
| ۲/۶۰a | ۱۵/۱۰ab | ۰/۳۰a | ۲۵/۶۶a | ۱/۸۰a | ۲۶/۷۵abc | ۵/۳۹a | Hyola 60 |
| ۱/۵۵bc | ۱۱/۰۰c | ۰/۱۲bc | ۱۹/۲۱b | ۰/۵۵b | ۲۷/۰۲ab | ۱/۸۵cd | RGS 00 |
| ۱/۴۵bcd | ۳/۱۰f | ۰/۰۲c | ۱۸/۶۲b | ۰/۰۹cd | ۲۲/۵۷bc | ۰/۲۲e | Option 500 |
| ۱/۸۹d | ۷/۴۳e | ۰/۰۲c | ۸/۵۲d | ۰/۰۳d | ۱۸/۰۵c | ۰/۱۱e | PP-401-15E |
| ۱/۷۶abc | ۷/۶۰e | ۰/۱۷ab | ۱۵/۰۷c | ۰/۶۶b | ۲۹/۲۵a | ۰/۷۳d | Hyola 401 |
| ۱/۴۰cd | ۸/۵۰e | ۰/۰۹bc | ۱۵/۴۲c | ۰/۲۴bc | ۲۲/۹۹ab | ۰/۷۲d | PP-308-8 |
| ۱/۴۰cd | ۱۰/۹۶d | ۰/۰۸bc | ۱۷/۳۳bc | ۰/۲۸bc | ۲۸/۴۸a | ۱/۲۰cd | PP-401-16 |

*در هر مقایسه وجود حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد می باشد.

قاسم (۲۰۰۰) نیز در مطالعه‌ای بر روی هشت رقم کلزا گزارش دادند که با قرار گرفتن ارقام در شرایط شور، محتوای روغن دانه و درصد روغن در هر هشت رقم مورد آزمایش به طور معنی داری کاهش پیدا کرد. نتایج نشان داد که از نظر شاخص برداشت مشاهده می گردد که رقم Hyola 60 با میانگین‌های ۰/۴۷، ۰/۴۵، ۰/۳۶ و ۰/۳۰ به ترتیب در سطوح شوری S_0 ، S_1 ، S_2 و S_3 بالاترین رتبه را به خود اختصاص داد (جدول ۲). در این خصوص در سطح شوری S_3 رقم PP-401-15E با میانگین ۰/۰۲، کمترین رتبه را در خصوص شاخص برداشت، کسب نمود (جدول ۲).

با توجه به ضریب همبستگی مثبت و بالا بین شاخص برداشت با عملکرد دانه ($r=0/88^{**}$)، عملکرد روغن ($r=0/86^{**}$) و زیست توده ($r=0/77^{**}$) چنین می توان استنباط می شود که زیست توده بالاتر، در شرایط مطلوب که نشان دهنده پتانسیل عملکرد بیشتر است می تواند به تولید شاخص برداشت بیشتر و نهایتاً عملکرد دانه و روغن بیشتر در شرایط تنش منجر شود. در بیشتر مطالعات انجام شده (سلام و همکاران، ۱۹۹۹؛ و رجبی و همکاران، ۲۰۰۶) شوری اثر منفی و معنی داری بر شاخص برداشت، زیست توده و دانه داشته است. بنابراین می توان گفت که برخی محققان پتانسیل بالا عملکرد را در دستیابی به عملکرد مناسب در شرایط تنش پیشنهاد کرده اند.

بیشترین تعداد دانه در غلاف در سطوح مختلف شوری به تفکیک، در رقم PP-401-15E با میانگین ۲۲/۶۸ عدد، در سطح شاهد و رقم Hyola 330 به ترتیب با میانگین‌های ۲۰/۱۸، ۱۹/۰۲ و ۱۵/۶۹ عدد در سطوح شوری S_1 ، S_2 و S_3 دیده شد (جدول ۲). در بالاترین سطح شوری (S_3) نیز کمترین میزان تعداد دانه در غلاف (۳/۱۰ عدد) در رقم Option 500 مشاهده گردید (جدول ۲).

ضریب همبستگی بین تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه مثبت و معنی دار ($r=0/73^{**}$) بود که این امر نشان‌دهنده تأثیر زیاد تعداد دانه در غلاف در افزایش عملکرد دانه است (جدول ۵). بنا به گزارش اشرف و مکنلی (۲۰۰۴) تنش شوری باعث کاهش تعداد دانه در غلاف می‌گردد و با افزایش شوری تا سطوح بالا (۲۰۰ میلی‌مول) این کاهش در نتیجه سقط بیشتر دانه در اثر شوری، شکل جدی‌تری به خود می‌گیرد و از این طریق باعث کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه می‌گردد. عزیزی و همکاران (۲۰۰۲) نیز همبستگی بین تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه را مثبت و بسیار بالا ($r=0/94^{**}$) بیان نمودند. بنا به گزارش‌های مندهام و سالیسبری (۱۹۹۵) تعداد دانه در غلاف کلزا به‌طور متوسط از ظرفیتی نزدیک به ۳۰ تخمک در زمان گل‌دهی برخوردار است؛ اما تعداد نهایی آن همواره از مقدار یادشده کمتر بوده و با توجه به این‌که عملکرد دانه کلزا به‌طور مؤثری تحت تأثیر مقدار آب در زمان پر شدن دانه‌ها است (چامپولیویر و مرین، ۱۹۹۶)، این کاهش در سطوح بالا شوری و پوک شدن غلاف‌ها را با توجه به این‌که در این زمان یون‌های سدیم و کلر در تمام بافت‌های گیاه نفوذ کرده و تجمع یافته‌اند، اثرات سمیت یونی و اختلال در جذب سایر یون‌ها و اختلال در فعالیت‌های سوخت‌سازی و فرایندهای فیزیولوژیک نسبت داد. طبق یافته‌های پژوهشگران کاهش ذخائر هیدرات کربن گیاه پس از گل‌دهی در نمو بذر در درون غلاف‌ها مؤثر بوده و موجب سقط دانه‌ها در درون غلاف می‌گردد (عزیزی و همکاران، ۲۰۰۲؛ میجر و همکاران، ۱۹۷۸).

با توجه به نتایج به‌دست آمده رقم Hyola 330 با میانگین ۳/۷۳ گرم، در سطح شوری S_0 ، دارای بیشترین میزان تعداد دانه در غلاف می‌باشد (جدول ۲). در بالاترین سطح شوری (S_3) نیز رقم Hyola 60 با میانگین ۲/۶۰ گرم، بالاترین و رقم PP-401-15E با میانگین ۰/۸۹ گرم، کمترین رتبه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). ضریب همبستگی (جدول ۵) بین وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف منفی و معنی دار ($r=-0/50^{**}$) بود. این امر نشان می‌دهد که با افزایش تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه کاهش می‌یابد؛ زیرا سهم انتقال مواد فتوسنتزی به هر دانه در یک غلاف کاهش می‌یابد. اختلال در انتقال کربوهیدرات‌ها به دانه که نتیجه تجمع املاح مضر در گیاه و همچنین بر هم خوردن تعادل یونی می‌باشد، ممکن است مهم‌ترین دلیل کاهش وزن دانه در شرایط تنش باشد. همچنین وزن دانه به مقدار زیادی وابسته به دوره پر شدن دانه است، بنابراین تنش‌های محیطی که تمایل به کوتاه کردن دوره پر شدن دانه دارند به‌طور معنی‌داری وزن دانه را کاهش می‌دهند.

تنوع ارقام مورد آزمایش در سطوح مختلف شوری از نظر تعداد غلاف بارور و پوک بسیار زیاد بود، به نحوی که بیشترین تعداد غلاف بارور در بوته (۷۲/۸۸ غلاف) و تعداد غلاف پوک در بوته (۳۴/۶۶ غلاف) به ترتیب مربوط به ارقام Hyola 60 در سطح شوری S_1 و PP-308-8 در سطح شوری S_3 بود (جدول ۴). در این خصوص در سطح شوری S_3 بیشترین میزان صفت تعداد غلاف بارور (۳۳/۰۲ غلاف) در بوته مربوط به رقم Hyola 60 و کمترین میزان (۷/۵۰ غلاف) به رقم PP-401-15E تعلق گرفت (جدول ۴).

در این بررسی همبستگی منفی و معنی داری بین صفات تعداد دانه در غلاف با تعداد غلاف در بوته ($r = -0.71^*$) تعداد غلاف بارور در بوته ($r = -0.52^{**}$) مشاهده گردید (جدول ۵). ایلکانی و امام، (۲۰۰۴) نیز همبستگی منفی و معنی داری بین تعداد دانه در غلاف با تعداد غلاف در بوته را نشان دادند. آن‌ها خاطر نشان کردند با افزایش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف کاهش می‌یابد. در کلزا تعداد غلاف در بوته، از صفات بسیار مهمی است که عملکرد دانه به شدت به آن وابسته است (اپل کوئسیت و السون، ۱۹۷۲؛ ایلکانی و امام، ۲۰۰۴). پس از گل‌دهی با کاهش سطح برگ بوته‌ها، غلاف‌ها نقش مهمی در فتوسنتز گیاه دارند. در شرایط شور با کاهش تعداد غلاف در بوته و تعداد غلاف بارور در بوته و افزایش تعداد غلاف پوک در بوته، عملکرد نهایی کاهش محسوسی پیدا می‌کند. بنا به گزارش حسین و همکاران (۲۰۰۴) کاهش تعداد غلاف در بوته می‌تواند از افزایش هورمون اسید آبسزیک ناشی شود، زیرا زیاد بودن این هورمون می‌تواند سبب مرگ دانه‌های گرده شده و تعداد گل‌های تلقیح شده و تعداد غلاف را کاهش دهد، همچنین بیان داشتند که در گیاه کلزا زمان تولید گل نیز می‌تواند سرنوشت آن را تعیین کند؛ به طوری که تنش اعمال شده از یک سو، موجب تسریع در گل‌دهی و کاهش طول دوره گل‌دهی شده و از سوی دیگر سبب رشد رویشی کمتر و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی کمتر می‌گردد که تحت این شرایط، گیاه بقا خود را به هزینه کاهش تعداد غلاف تضمین می‌کند. در این خصوص اشرف و مک‌نیللی (۲۰۰۴) نیز کاهش عملکرد دانه کلزا را در شرایط شور گزارش داده‌اند.

جدول ۳- میانگین مربعات صفات مورد بررسی در آزمایش تاثیر شوری بر ارقام بهاره کلزا در مراحل رویشی و رسیدگی.

| ماده | ارتفاع | تعداد برگ | سطح | تعداد غلاف | تعداد غلاف | درجه | |
|---------|-----------|-----------|----------|---------------|-------------|-------|---------------------|
| خشک | بوته | در بوته | برگ | بارور در بوته | پوک در بوته | آزادی | |
| ۲/۸۷۹** | ۱۷۳۱/۱۲** | ۲۳/۰۲۱** | ۷۹۲۸۴۲** | ۴۷۵۰/۷۷** | ۵۲۴/۳۰** | ۳ | شوری |
| ۰/۲۶۹** | ۱۳۶/۹۷** | ۲/۹۸۹** | ۱۱۴۸۶۹** | ۹۱۶/۸۰** | ۵۲۷/۹۶** | ۷ | رقم |
| ۰/۰۴۰** | ۱۷/۸۷** | ۰/۷۴۵** | ۵۲۱۸۷** | ۲۳۸/۸۴** | ۵۹/۵۶** | ۲۱ | شوری در رقم |
| ۰/۰۱۰ | ۸/۸۷ | ۰/۳۰۴ | ۲۵۳۳۰۰ | ۳/۷۱ | ۰/۰۲۷ | ۶۴ | خطا |
| ۱۷/۰۲ | ۱۹/۲۶ | ۹/۵۷ | ۶/۳۵ | ۵/۲۳ | ۴/۴۹ | | ضریب تغییرات (درصد) |

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

سطح برگ نیز به طور چشم گیری تحت تاثیر شوری قرار گرفت. با توجه به معنی دار شدن اثر متقابل بین رقم و تنش شوری برای صفت سطح برگ (جدول ۳)، مشاهده می گردد که رقم PP-308-8 با میانگین ۱۷۰۳۶/۶۶ میلی متر مربع در بوته در سطح شوری شاهد بیشترین میزان سطح برگ و رقم PP-401-16 با میانگین ۱۸۸۱/۰۰ میلی متر مربع در بوته، در سطح شوری S₃ کمترین میزان سطح برگ را داشتند (جدول ۴). در سایر سطوح شوری نیز بیشترین میزان سطح برگ در رقم Hyola 330 مشاهده گردید (جدول ۴).

در بررسی عبدل زاده و همکاران (۲۰۰۷)، بین سطح برگ و طول دوره رشد همبستگی نزدیکی مشاهده شد و بیان کردند که کاهش دوره رشد در اثر شوری منجر به کاهش سطح فتوسنتز کننده و نهایتاً کاهش عملکرد می گردد. همچنین در این بررسی سطح برگ همبستگی مثبت و معنی داری ($r=0.75^{**}$) را با عملکرد دانه و تعداد دانه در غلاف ($r=0.49^{**}$) داشت (جدول ۵). ثنا و همکاران (۲۰۰۳) و ساکارا و همکاران (۲۰۰۷) نیز گزارش دادند که در شرایط تنش شوری ابتدا توسعه سطح برگ کاهش یافته و موجب کوچک ماندن برگها می گردد و به دنبال کاهش سطح برگ، جذب تشعشعات نوری نیز کاهش یافته و در نهایت موجب کاهش ظرفیت کل فتوسنتزی و عملکرد گیاه می گردد. گزارش های عبدل زاده و همکاران (۲۰۰۷) و قربانی و همکاران (۲۰۰۴) نیز حاکی از کاهش سطح برگ، در نتیجه افزایش شوری است.

با توجه به معنی دار شدن اثر متقابل رقم و تنش شوری برای صفت تعداد برگ در بوته (جدول ۳) مشاهده گردید که بیشترین تعداد برگ در بوته به میزان ۸/۸۶ برگ در سطح شوری S₀ و در رقم

Hyola 60 و کم‌ترین آن (۲/۸۶ برگ) در سطح شوری S_3 و به رقم PP-401-16 تعلق گرفت (جدول ۴). در بالاترین سطح شوری نیز، بیشترین میزان تعداد برگ (۵/۱۰ برگ) مربوط به رقم Hyola 330 بود (جدول ۴).

بیشترین ارتفاع بوته به میزان ۴۲/۳۳ سانتی‌متر در سطح شوری S_0 در رقم Hyola 60 مشاهده گردید (جدول ۴). در بالاترین سطح شوری نیز رقم Hyola 330 با میانگین ۹/۹۵ سانتی‌متر، بالاترین و رقم PP-401-15E با میانگین ۶/۷۱ سانتی‌متر، کم‌ترین میزان ارتفاع بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). در سه سطح اول شوری یعنی S_0 ، S_1 و S_2 رقم Hyola 60 به ترتیب با میانگین‌های ۴۲/۳۳، ۳۲/۷۷ و ۱۱/۷۷ سانتی‌متر، بالاترین رتبه را به خود اختصاص داد. ولی در سطح شوری S_3 رقم Hyola 330 با میانگین ۹/۹۵ سانتی‌متر، رتبه نخست را کسب کرد (جدول ۴). چارزولاکیس و لوپازاکی (۱۹۹۷) در آزمایش‌های جداگانه بر روی کلزا، بادمجان و آفتابگردان کاهش ارتفاع گیاه با افزایش شوری را گزارش دادند که با نتایج این پژوهش تطابق دارد. حسین و همکاران (۲۰۰۴) نیز در آزمایشی روی نیشکر و گونه‌های مرتعی و زراعی همچون یونجه، کاهش ارتفاع گیاهان مورد آزمایش را با افزایش میزان شوری گزارش کردند. به دلیل این‌که رشد سلول‌ها در ابتدا با پتانسیل در ارتباط است، کاهش فشار تورژسانس روی تقسیم سلولی و طولی شدن سلول در گیاهان حساس به شوری اثر می‌گذارد (ماس و هافمن، ۱۹۷۷؛ اشرف و مکنلی، ۲۰۰۴). همچنین عبدالزاده و همکاران (۲۰۰۷) در کلزا، بنده حق و همکاران (۲۰۰۴) در گندم و اشرف و مکنلی (۲۰۰۴) در خانواده شب‌بو، کاهش ارتفاع بوته را در نتیجه افزایش شوری مشاهده نمودند.

در این آزمایش بیشترین میزان ماده خشک در بوته (۱/۳۱ گرم در بوته) در سطح شوری S_0 و مربوط به رقم Hyola 60 بود و کم‌ترین میزان وزن خشک (۰/۱۵ گرم در بوته) در سطح شوری S_3 و به رقم PP-401-15E اختصاص یافت (جدول ۴). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ماده خشک تولیدی و میزان عملکرد دانه ($r=0.86^{**}$) مشاهده گردید (جدول ۵) که بیان‌گر این مطلب می‌باشد که حصول عملکرد بالا در گرو تولید ماده خشک بیشتر می‌باشد. در این خصوص گزارش‌های متعددی دال بر کاهش ماده خشک در اثر شوری وجود دارد که کاهش عملکرد را در چنین شرایطی می‌توان به کاهش ماده خشک تولیدی نسبت داد.

جدول ۴- مقایسه میانگین برهمکنش رقم و تنش شوری به روش LS means

| شوری در رقم | تعداد غلاف پوک در بوته | تعداد غلاف بارور در بوته | سطح برگ (سانتی متر مربع) | تعداد برگ در بوته | ارتفاع بوته (سانتی متر) | وزن خشک کل (گرم) | |
|----------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------------|---------------------|--------|
| S ₀ | Hyola 330 | ۰/۴۶f | ۶۴/۷۷b | ۱۶۵۱۵/۰۰a | ۶/۹۰abc | ۳۱/۱۶b | ۱/۲۰ab |
| | Hyola 60 | ۲/۵۸e | ۷۲/۸۸a | ۱۳۶۵۴/۳۳d | ۸/۸۶a | ۴۲/۳۳a | ۱/۳۱a |
| | RGS 00 | ۴/۰۷cd | ۴۸/۴۴d | ۱۰۶۵۲/۳۳e | ۶/۰۰ce | ۲۲/۹۹c | ۰/۷۶e |
| | Option 500 | ۵/۳۹b | ۴۹/۵۸d | ۱۵۴۹۲/۰۰b | ۷/۷۳abc | ۲۱/۱۶c | ۰/۹۸cd |
| | PP-401-15E | ۴/۰۲cd | ۵۵/۱۳c | ۱۴۵۴۸/۵۰cd | ۶/۹۶abc | ۲۲/۲۷c | ۰/۷۹e |
| | Hyola 401 | ۱/۲۴f | ۳۷/۶۶f | ۱۵۵۹۱/۵۰b | ۷/۳۰abc | ۲۳/۵۸c | ۱/۰۹bc |
| | PP-308-8 | ۱۹/۶۲a | ۶۶/۶۶b | ۱۷۰۳۶/۶۶a | ۷/۴۰abc | ۲۲/۶۹c | ۰/۹۶cd |
| | PP-401-16 | ۵/۸۰b | ۴۰/۸۰e | ۱۴۳۵۹/۸۳cd | ۶/۷۳bc | ۲۳/۱۱c | ۰/۸۰de |
| S ₁ | Hyola 330 | ۵/۴۸de | ۴۴/۹۱cd | ۱۲۲۵۶/۶۶a | ۶/۷۳ab | ۲۱/۴۹b | ۱/۱۳a |
| | Hyola 60 | ۳/۹۳ef | ۶۶/۸۸a | ۱۱۱۵۵/۰۰bc | ۷/۰۶a | ۳۲/۷۷a | ۱/۱۴a |
| | RGS 00 | ۸/۴۵d | ۴۸/۷۱bc | ۷۱۷۷/۴۳e | ۴/۲۳d | ۱۴/۹۹d | ۰/۵۷d |
| | Option 500 | ۱۳/۰۵bc | ۳۴/۲۸de | ۸۶۱۶/۶۶d | ۶/۲۳ab | ۱۶/۸۸cd | ۰/۸۴bc |
| | PP-401-15E | ۸/۷۶d | ۴۴/۴۵cd | ۱۲۴۸۳/۶۶a | ۶/۰۶abc | ۱۶/۹۹cd | ۰/۷۱cd |
| | Hyola 401 | ۱۰/۶۵cd | ۳۳/۳۲de | ۱۱۷۶۹/۸۳ab | ۶/۵۳ab | ۱۹/۶۶bc | ۰/۹۱bc |
| | PP-308-8 | ۲۳/۸۳a | ۳۶/۶۶d | ۱۱۰۰۵/۲۰c | ۶/۶۰ab | ۱۵/۸۸d | ۰/۸۸bc |
| | PP-401-16 | ۱۳/۲۶bc | ۳۵/۸۲d | ۱۰۵۴۶/۱۶cd | ۵/۸۶bc | ۱۶/۲۷cd | ۰/۵۸d |
| S ₂ | Hyola 330 | ۹/۰۸f | ۳۳/۹۸c | ۵۴۴۸/۶۶a | ۵/۱۶ab | ۱۱/۵۵a | ۰/۴۶a |
| | Hyola 60 | ۸/۴۳g | ۴۷/۲۵a | ۳۳۵۶/۱۶c | ۵/۳۳a | ۱۱/۷۷a | ۰/۴۵a |
| | RGS 00 | ۲۱/۸۸b | ۲۵/۱۶e | ۴۱۹۸/۱۶b | ۴/۲۳bc | ۹/۲۷ab | ۰/۳۴bc |
| | Option 500 | ۱۶/۶۶e | ۲۱/۴۱g | ۴۲۱۱/۵۳b | ۴/۸۳bc | ۹/۲۲ab | ۰/۳۰cd |
| | PP-401-15E | ۹/۴۶f | ۳۷/۵۱b | ۱۹۷۷/۸۳d | ۳/۷۶c | ۸/۰۰b | ۰/۲۴d |
| | Hyola 401 | ۱۵/۳۸d | ۲۳/۰۵f | ۴۲۶۳/۳۳b | ۵/۰۶ab | ۹/۲۳ab | ۰/۴۰ab |
| | PP-308-8 | ۲۷/۵۰a | ۲۹/۵۸d | ۳۴۴۹/۶۰c | ۵/۱۰ab | ۸/۵۷b | ۰/۳۰cd |
| | PP-401-16 | ۲۰/۸۳c | ۳۱/۶۶cd | ۲۰۴۸/۱۰d | ۴/۸۶bc | ۸/۶۰b | ۰/۲۵d |

ادامه جدول ۴-

| شوری در رقم | تعداد غلاف پوک در بوته | تعداد غلاف بارور در بوته | سطح برگ (سانتی متر مربع) | تعداد برگ در بوته | ارتفاع بوته (سانتی متر) | وزن خشک کل (گرم) |
|-------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|------------------|
| Hyola 330 | ۱۳/۸۳fg | ۲۵/۶۶b | ۳۹۲۹/۰۰a | ۵/۱۰a | ۹/۹۵a | ۰/۴۰a |
| Hyola 60 | ۱۰/۱۶g | ۳۳/۰۲a | ۲۸۵۵/۶۶bc | ۴/۶۳ab | ۹/۵۴ab | ۰/۳۱ab |
| RGS 00 | ۲۲/۵۵abc | ۲۲/۴۴bc | ۲۷۳۱/۶۶c | ۴/۰۵ab | ۸/۵۵ab | ۰/۳۳ab |
| Option 500 | ۱۸/۵۸d | ۱۸/۰۰cd | ۳۵۴۶/۶۶ab | ۴/۱۰ab | ۷/۸۸b | ۰/۲۷abc |
| PP-401-15E | ۱۹/۵۰cd | ۷/۵۰f | ۱۹۶۲/۱۶d | ۲/۹۶c | ۶/۷۱bc | ۰/۱۵c |
| Hyola 401 | ۱۷/۷۷e | ۱۱/۵۳e | ۳۶۴۴/۳۳a | ۴/۴۰ab | ۸/۹۴ab | ۰/۳۸ab |
| PP-308-8 | ۳۴/۶۶a | ۲۰/۰۹bcd | ۲۳۴۹/۸۳cd | ۴/۰۶ab | ۷/۸۸b | ۰/۲۹abc |
| PP-401-16 | ۲۲/۱۱abc | ۱۳/۲۹de | ۱۸۸۱/۰۰d | ۲/۸۶c | ۸/۳۳ab | ۰/۲۱bc |

* در هر مقایسه وجود حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم وجود تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد می باشد.

اعتقاد بر این است که این کاهش، ممکن است ناشی از هزینه انرژی سوخت و سازی مربوط به سازگاری با شرایط تنش، کاهش نرخ فتوسنتزی در واحد سطح برگ، کاهش جذب کربن، صدمه به بافت ها و رسیدن به حداکثر غلظت نمکی باشد که گیاه آن را تحمل می کند (اشرف و وحید، ۱۹۹۳؛ منگوز و همکاران، ۲۰۰۰ و شانن، ۱۹۹۷).

به طور کلی نتایج به دست آمده از این پژوهش بیانگر تاثیر زیاد شوری بر صفات مهم کمی و کیفی کلزای بهاره بود. همچنین تنوع وسیعی بین ارقام در سطوح مختلف شوری مشاهده شد که می توان از این تنوع در برنامه های اصلاحی استفاده نمود. نکته قابل توجه این که تنوع بین ارقام در سطح شوری S₃ خیلی بیشتر از شرایط بدون تنش شوری و یا شوری کم بود. همچنین همبستگی مثبت و معنی دار بین عملکرد دانه و درصد روغن نویدبخش طراحی برنامه اصلاحی در جهت بهبود همزمان این دو ویژگی مهم می باشد.

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در آزمایش تاثیر شوری بر ارقام کلزا در مرحله رویشی و رسیدگی *

| | (۱) | (۲) | (۳) | (۴) | (۵) | (۶) | (۷) | (۸) | (۹) | (۱۰) | (۱۱) | (۱۲) | (۱۳) | (۱۴) | (۱۵) | (۱۶) |
|-------------------------------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|------|
| عملکرد دانه (۱) | ۱ | | | | | | | | | | | | | | | |
| زیست بوده (۲) | ۰/۸۴** | ۱ | | | | | | | | | | | | | | |
| عملکرد روغن (۳) | ۰/۹۸** | ۰/۸۵** | ۱ | | | | | | | | | | | | | |
| درصد روغن (۴) | ۰/۷۷** | ۰/۸۴** | ۰/۶۸* | ۱ | | | | | | | | | | | | |
| شاخص برداشت (۵) | ۰/۸۸** | ۰/۷۷** | ۰/۸۴** | ۰/۷۷** | ۱ | | | | | | | | | | | |
| تعداد غلاف در بوته (۶) | ۰/۷۳** | ۰/۵۵** | ۰/۶۸** | ۰/۵۳** | ۰/۴۱* | ۱ | | | | | | | | | | |
| تعداد دانه در غلاف (۷) | ۰/۸۸** | ۰/۵۷** | ۰/۶۵** | ۰/۵۰** | ۰/۷۲** | ۰/۳۸* | ۱ | | | | | | | | | |
| وزن هزاردانه (۸) | ۰/۸۸** | ۰/۸۰* | ۰/۸۰** | ۰/۸۹** | ۰/۹۰** | ۰/۳۸* | ۰/۷۲** | ۱ | | | | | | | | |
| تعداد غلاف بوته در بوته (۹) | -۰/۷۱* | -۰/۵۶* | -۰/۵۹** | -۰/۵۰* | -۰/۶۷** | ۰/۱۱NS | -۰/۶۶** | -۰/۷۷** | ۱ | | | | | | | |
| تعداد غلاف بارور در بوته (۱۰) | ۰/۸۸** | ۰/۷۵** | ۰/۸۵** | ۰/۷۴** | ۰/۷۲** | ۰/۸۶** | -۰/۵۲** | ۰/۸۱** | -۰/۳۹* | ۱ | | | | | | |
| تعداد روزنه (۱۱) | ۰/۷۷** | ۰/۸۸** | ۰/۷۸** | ۰/۷۳NS | ۰/۶۹** | ۰/۶۰** | ۰/۴۸** | ۰/۷۶** | -۰/۳۳** | ۰/۷۴** | ۱ | | | | | |
| سطح برگ (۱۲) | ۰/۷۵** | ۰/۹۴** | ۰/۷۸** | ۰/۸۹** | ۰/۶۶** | ۰/۴۶** | ۰/۴۹** | ۰/۵۰** | -۰/۴۷** | ۰/۶۶** | ۰/۸۱** | ۱ | | | | |
| تعداد برگ (۱۳) | ۰/۷۱** | ۰/۸۹** | ۰/۶۳* | ۰/۷۰* | ۰/۶۰NS | ۰/۵۹* | ۰/۶۸* | ۰/۷۲** | -۰/۶۶NS | ۰/۵۰* | ۰/۹۲** | ۰/۹۲** | ۱ | | | |
| ارتفاع بوته (۱۴) | ۰/۶۵** | ۰/۷۴** | ۰/۶NS | ۰/۵NS | ۰/۷۱NS | ۰/۶۹* | ۰/۵۵* | ۰/۶۶** | -۰/۶۲** | ۰/۶۷** | ۰/۵۲* | ۰/۷۵* | ۰/۷۵NS | ۱ | | |
| وزن تر (۱۵) | ۰/۷۹** | ۰/۸۷** | ۰/۸۱** | ۰/۸۷** | ۰/۸۰** | ۰/۶۹** | ۰/۵۰* | ۰/۶۸* | -۰/۶۷** | ۰/۶۹** | ۰/۷۱** | ۰/۷۱** | ۰/۷۱** | ۰/۸۹** | ۱ | |
| وزن خشک (۱۶) | ۰/۸۴** | ۰/۸۷** | ۰/۸۶** | ۰/۸۶** | ۰/۷۶* | ۰/۵۵* | ۰/۵۶** | ۰/۸۷** | -۰/۵۱** | ۰/۷۷** | ۰/۵۱** | ۰/۶۸** | ۰/۷۰** | ۰/۷۳** | ۰/۷۰* | ۱ |

*, ** و NS به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی دار.

منابع

- Abdolzade, A., Malekjani, S., and Galeshi, S. 2007. Combined effect of salinity and nitrogen nutrition on the growth of canola. *J. Agric. Sci. Natur. Resour.* 13: 33-20. (In Persian)
- Appelquist, L.A., and Ohlson, A. 1972. Rapeseed. Pub. Elsevier. Com. Amsterdama. 394p.
- Ashraf, M., and McNeilly, T. 1990. Responses of four Brassica species to sodium chloride. *Exp. Bot.* 30: 475-487.
- Ashraf, M., and Waheed, A. 1993. Responses of some genetically diverse line of chickpea to salt. *Field Crops Res.* 64: 100-110.
- Ashraf, M., and McNeilly, T. 2004. Salinity tolerance in *Brassica* oilseeds. *Plant Sci.* 23: 157-174.
- Azizi, M., Soltani, A., and Khavari-khorasani, S. 2002. Physiology, Agriculture, Linebreeding, Biological Technologies (translation). Mashhad Univ. Press. 184p. (In Persian)
- Bandehagh, A., Kazemi, H., Valizadeh, M., and Jvanshir, A. 2004. Spring wheat varieties resistant to salinity in vegetative and reproductive stages. *J. Agric. Sci. Natur. Resour.* 35: 71-61. (In Persian)
- Boem, F.H.G., Scheiner, J.D., and Lavadi, R.S. 1994. Some effect of soil salinity on growth, development and yield of rapeseed (*Brassica napus L.*). *Crop Sci.* 137: 182– 187.
- Champolivier, I., and Merrien, A. 1996. Effects of water stress applied at different growth stages of brassica napus L. var oleifera on yield, yield components and seed quality. *Eur. J. Agron.* 5 (3): 153-160.
- Charzoulakis, K.S., and Loupassaki, M.H. 1997. Effects of NaCl on germination, growth, gas exchange and yield of greenhouse eggplant. *Agric. Water Manage.* 32:215-225.
- Clark, J.M., and Simpson, G.M. 1978. Influence of irrigation and seeding rates on yield and yield components of brassica napus. CV. Tower. *Can J. Plant Sci.* 58: 731-737.
- Dehdari, A., Rezai, A., and Mirmohammady Maibody, S.A. 2005. Salt tolerance of seedling and adult wheat plant based on Ion contents and agronomic traits. *Commun. Soil. Sci. Plant Analysis.* 36: 2239-2253.
- Francois, L.E. 1994. Growth, seed yield and oil content of canola grown under saline conditions. *Crop Sci.* 86: 233-234.
- Gorbani, M., Soltani, A., and Moghise, A. 2004. Effect of different amounts of salinity on enzyme activity of catalase, and nitrate reductase Pruksydaz roots and leaves canola figures. *J. Agric. Sci. Natur. Resour.* 16: 43-39. (In Persian)

- Hussain, A.Z., Khan, I., Ashraf, M., Rashid, M.H., and Akhtar, M.S. 2004. Effect of salt stress on some growth attributes of sugarcane cultivars CP-77-400 and Coj- 84. Components and seed quality. J. Agron. Crop Sci. 5: 153-160.
- Ilkani, M.N., and Emam, Y. 2004. Effect of plant density on yield and yield components of two cultivars of winter canola. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 34: 515-509. (In Persian)
- Major, D.J., Bole, J.B., and Charnetski, W.A. 1978. Distribution of photosynthates after CO₂ assimilation by stems, leaves and pods of rape plants. Can. J. Plant Sci. 58: 783-787.
- Mass, E.V., and Hoffman, G.T. 1977. Crop salt tolerance-current assessment. J. Irrig. Drainage Div. 102: 115-134.
- Mendham, N.J., and P.A., Salisbury. 1995. Physiology of crop development in. Growth and yield. CAB International. Pp: 11-67.
- Meneguzzo, S., Navari-Izzo, F., and Izzo, R. 2000. NaCl effects on water relation and accumulation of mineral nutrient in shoot, root and ceel sap of wheat seedling. J. Plant Physiol. 156: 711-716.
- Naseri, F. 1992. Oil Seeds (translation). Astan-e Qods Razavi Press. 125p.
- Osmond, C.B. 1976. Ion absorption and carbon metabolism in cells of higher plants In: U., Luttge, and M.G., Pitman. Encyclo. Plant Physiol. 24: 345-347.
- Qasim, M. 2000. Physiological and biochemical studies in a potential oilseed Crop canola (*Brassica napus L.*) under salinity (NaCl) stress. Ph.D Thesis. Department of Botany, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.
- Rajabi, R., Poostini, K., Jahanipour, P., and Ahmadi, A. 2006. Performance and reduce the effects of salinity on some physiological traits of 30 wheat cultivars. J. Sci. Tech. Agric. Natur. Resour. 12: 163-153. (In Persian)
- Reisi, S. 1995. Preliminary review of different cultivars rapeseed in Gorgan and Gonbad. 3th Congress of Agronomy and Plant Breeding Sciences of Iran, Tabriz. 165p. (In Persian)
- Sakara, M.T., EL-Emery, M.E., Fouda, R.A., and Mowufy, M.H. 2007. Role of same antioxidants in alleviating soil salinity stresses. J. Agric. 32: 9751-9763.
- Salam, A., Halington, P.A., Gorham, J., Wyn, R.G., and Gliddon, C. 1999. Physiological genetics of salt tolerance in wheat (*Triticum aestivum L.*): performance of wheat varieties, inbred lines, and reciprocal F1 hybrids under saline condition. Crop Sci. 183: 45-150.
- Sana, M., Ali, A., Malhk, M.A., Saleem, M.F., and Rafiq, M. 2003. Comparative yield potential and oil content of different canola cultivars (*Brassica napus L.*). Pakistan Agron. 2:1-7.
- Shannon, M.C., and Grieve, C.M. 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. Sci. Hort. 78: 5-38.

Effects of salinity on some quantitative and qualitative characteristics of spring rapeseed cultivars

M. Azimi Gandomani¹, * A. Dehdari², H. Faraji², M. Movahhedi Dehnavi² and M. Alinaghizadeh³

¹Scientific Member of Payamenoor University (PNU), Gandoman Branch, Shahrekord,

²Assistant Prof., Faculty of Agriculture, University of Yasouj, ³Scientific Member of Payamenoor University(PNU), Hajiabad Branch, Hormozgan

Received: 2011-05-01; Accepted: 2012-03-01

Abstract

To evaluate the effect of salinity on some quantitative and qualitative characteristics of spring rapeseed cultivars, an experiment was conducted in the greenhouse conditions at Yasouj University as a factorial with three replications. Four salinity levels (1.92 (as control), 9.87, 19.6 and 21.94 dSm⁻¹ (NaCl and CaCl₂ with ratio 20 to 1 in Hoagland solution)) as a first factor and eight cultivars as second factors were used. Some important quantitative and qualitative characters of cultivars were recorded during growing season. Results showed that effect of salinity, cultivar and interaction between salinity and cultivar on studied characteristics were significant. Results showed that with increasing salinity levels, all measured traits, significantly decreased, except for number of non-fertile pod per plant. Generally, Hyola60 and Hyola330 cultivars that showed higher amount of grain yield and oil yield than other cultivars were introduced as the most tolerant cultivars. Also these two cultivars had less non fertile pod at high salinity levels. PP-401-15E cultivar had a weak response to high salinity levels (19.6 and 21.94 dSm⁻¹), and, it was introduced as the most sensitive cultivar to salinity.

Keywords: Salinity stress; Rapeseed; Oil; Yield; Yield components

* Corresponding author; Email: adehdari@mail.yu.ac.ir