نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۱، ص. ۳۲-۲۰

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 1, Spring 2012, p. 20-32

به‌گزینی برای تحمل به شوری در کنجد (*Sesamum indicum* L.) تحت شرایط مزرعه: ۱- خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک

سید فاضل فاضلی کاخکی*[۱]، احمد نظامی[۲]، مهدی پارسا[۳] و محمد کافی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۲/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۲۹

چکیده

تنش شوری یکی از مهمترین محدودیت‌های رشد گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که تولید بسیاری از گیاهان زراعی از جمله کنجد (*Sesamum indicum* L.) را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به منظور مطالعه خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک ۴۳ لاین و اکوتیپ کنجد تحت تنش آبیاری با آب شور (۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر) آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقات شوری قطب علمی گیاهان زراعی ویژه، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ اجرا شد. نتایج نشان داد که چهار نمونه کنجد قادر به سبز شدن در این شرایط نبودند و ۱۴ نمونه نیز علیرغم سبز شدن و رشد تا اوایل مرحله زایشی، از بین رفتند و تنها ۵۸ درصد از نمونه‌های مورد بررسی قادر به تداوم رشد خود تا رسیدگی بودند. نمونه‌های کنجد از نظر طول مدت هرکدام از مراحل فنولوژی اختلاف معنی‌داری داشتند. در بین اکوتیپ‌های کنجد، دوره رشد رویشی از ۶۴ تا ۸۱ روز و دوره رشد زایشی از ۶۰ تا ۶۵ روز متفاوت بود. از نظر ارتفاع بوته، تعداد و طول شاخه‌های جانبی در کنجدهای مورد مطالعه نیز تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به ترتیب برای اکوتیپ‌های MSC43 و MSC12 مشاهده شد، تعداد شاخه جانبی از یک تا هشت عدد متفاوت و طول شاخه‌های جانبی ۳۲ درصد اکوتیپ‌ها نیز بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر بود. همبستگی قابل ملاحظه‌ای بین وزن دانه با دوره رشد زایشی ($r=0/38^{**}$) و پس از آن با ارتفاع گیاه ($r=0/25$) وجود داشت. در مجموع واکنش نمونه‌های کنجد به شوری آب آبیاری متفاوت بود و بیشتر بودن برخی شاخص‌های مورفولوژیکی در تعدادی از نمونه‌ها، احتمالاً بیانگر تحمل بهتر این نمونه‌ها به شوری مورد مطالعه می‌باشد. برای شناسایی و به‌گزینی منابع متحمل به شوری کنجد مطالعات تکمیلی ضروری به نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع، درجه روز رشد، رویشی، زایشی، شاخه

مقدمه

ایران جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا محسوب می‌شود. در این مناطق مقدار کم و پراکنده بودن نزولات جوی و تبخیر زیاد سبب تجمع املاح در لایه سطحی خاک می‌شود (Kafi et al., 2009). علاوه بر این، عملیات فشرده کاشت، داشت و برداشت محصولات زراعی، مدیریت ضعیف آبیاری و انجام عملیات آبیاری بدون وجود سیستم زهکشی مناسب نیز سبب گسترش اراضی شور شده است (Qureshi et al., 2007)؛ به طوریکه شوری خاک ازجمله مهمترین عوامل محدودکننده رشد و تولید گیاهان زراعی در مناطق مذکور به شمار می‌رود. علاوه بر این، محدودیت منابع آب شیرین در این مناطق سبب شده است تا کشاورزان کاربرد آب‌های نامتعارف را در برنامه آبیاری خود قرار دهند (Kafi et al., 2009). بنابراین، تنش شوری همواره تولید محصولات زراعی را درکشاورزی فاریاب ایران تهدید می‌کند (Qureshi et al., 2007).

از جمله راهکارها برای کاهش اثرات تنش شوری، شناسایی و کشت گیاهان زراعی متحمل به شوری می‌باشد و در بین ژنوتیپ‌های یک گونه شناسایی گیاهان متحمل به شوری از اهمیت خاصی برخوردار است (Flowers & Yeo., 1995). در همین راستا، جهت ارزیابی تحمل به شوری در برخی گیاهان زراعی مانند ذرت (*Zea mays* L.) (Khan et al., 2003) و گندم (*Triticum aestivum* L.) (Postini, 2002) ژنوتیپ‌های زیادی مورد مطالعه قرار گرفته است، با این وجود، موفقیت در این گونه ارزیابی‌ها مستلزم درک صحیح پاسخ گیاهان به تنش شوری است (Munns, 1993).

واکنش خصوصیات فنولوژیکی گیاه به شرایط محیطی از این جهت که بر بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی آن (مانند تسهیم مواد فتوسنتزی و ....) تأثیر می‌گذارد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشیار، استادیار و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: E-mail: sf_fazeli@yahoo.com)

(Zavareh et al., 2008). نتایج مطالعات نشان داده است که شوری سبب تغییر الگوی رشد و نمو در گیاهان شده و تداوم شوری سبب تغییر در فنولوژی گیاه می‌گردد (Volkmar et al., 1997). به عنوان مثال، در گوجه فرنگی (*lycopersicum esculeutum* L.) شوری سبب افزایش دوره کاشت تا سبز شدن گیاه شده است (Cuartero & Fernandez, 1999). در حالیکه گریو و همکاران (Grieve et al., 1994) گزارش کردند که شوری ۱۴۰ میلی‌مولار NaCl سبب تسریع در نمو گندم به مدت ۱۸ روز شده است. با وجود این تسریع در فنولوژی گیاه در پاسخ به شوری ممکن است لزوماً یک پاسخ عمومی در بین همه گیاهان نباشد (Rawson, 1986)، به طوریکه در جو (*Hordeum vulgare* L.) تا شوری ۱۵۰ میلی مولار NaCl هیچ تغییری در فنولوژی گیاه دیده نشده است. در همین راستا، پوستینی (Postini, 2002) گزارش کرد که شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر تأثیر ی بر طول مراحل کاشت تا گلدهی دو رقم حساس گندم نداشت، ولی طول دوره پر شدن دانه را شدیداً کاهش داد.

نتایج نشان داده است که در گیاهان زراعی با افزایش شوری خصوصیات مورفولوژیک آنها نیز تغییر می‌یابد. مطالعه بایبوردی (Bybordi, 2006) بر روی کلزا (*Brassica napus* L.) نشان‌دهنده تفاوت حدود ۲۰ سانتی‌متر کاهش ارتفاع ارقام کلزا نسبت به شاهد در شوری ۲۰ دسی زیمنس بر متر بود. بررسی هیگبی و همکاران (Higbie et al., 2010) نیز نشان از کاهش ۲۱ تا ۴۶ درصد ارتفاع بوته پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) نسبت به شاهد در شوری ۲۰۰ میلی مولار NaCl بوده است. گزارشات همچنین حاکی از وجود تنوع در تحمل به شوری بین ارقام کنجد (*Sesamum indicum* L.) می‌باشد (Yahya, 1998). به عنوان مثال، مطالعه کوکا و همکاران (Koca et al., 2007) نشان داد که تا شوری پنج دسی زیمنس بر متر تفاوت چندانی بین خصوصیات مورفولوژیکی دو واریته کنجد نسبت به شاهد وجود ندارد، ولی با افزایش شوری تا ۱۰ دسی زیمنس بر متر ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک اندام هوایی، طول ریشه و وزن تر و خشک ریشه کاهش یافت. در صورتیکه در بررسی گابالا و همکاران (Gaballah et al., 2007) مشاهده شد رشد گیاه کنجد تا شوری ۲/۳ دسی زیمنس بر متر تحت تأثیر قرار نگرفت، ولی با افزایش شوری به ۴/۷ دسی زیمنس بر متر، ارتفاع و وزن خشک ساقه به ترتیب ۴۳ و ۷۶ درصد نسبت به شوری ۲/۳ دسی زیمنس بر متر کاهش یافت. از سوی دیگر، گزارش محمود و همکاران (Mahmood et al., 2003) در مورد کنجد نشان داد که سطوح پایین شوری تا ۶۰ میلی مولار NaCl رشد را افزایش داد، در حالی که با افزایش سطح شوری به بالاتر از آن، ارتفاع گیاه، تعداد برگ، وزن خشک اندام هوایی، عملکرد و اجزاء آن کاهش یافت. در مجموع اعتقاد بر این است که تنش شوری از طریق کاهش آب قابل جذب، ایجاد عدم تعادل در جذب عناصر غذایی و اثرات سمی برخی یون‌ها سبب تغییر در متابولیسم گیاهان شده و رشد آنها را کاهش می دهد (Sandhu & Quereshi, 1986).

کنجد به دلیل داشتن روغن با کیفیت، پروتئین و آنتی اکسیدان بطور گسترده در تهیه غذا، دارو و صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد. این گیاه یک محصول نسبتاً خاص مناطق خشک و نیمه خشک است و بدلیل وجود ریشه‌های منشعب و عمیق، نسبتاً به خشکی مقاوم است (Weiss, 2000). بررسی‌ها نشان‌دهنده کشت مستمر و طولانی این گیاه در مناطق شور کشور بویژه در جنوب خراسان می‌باشد و شواهدی مبنی بر وجود تحمل به شوری در این گیاه وجود دارد (Mahmood et al., 2003). این گیاه در کشاورزی معیشتی مردم این منطقه نقش مهمی را ایفاء می‌کند و در همین راستا، به دلیل نیاز به بهبود تولید روغن در کشور، ضروری است بر روی جنبه‌های مختلف این گیاه از جمله بهبود سازگاری آن به مناطق تحت تنش تحقیقات بیشتری صورت پذیرد. لذا این مطالعه با هدف ارزیابی خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک ۴۳ اکوتیپ کنجد تحت شرایط تنش شوری در شرایط آب و هوایی مشهد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقات شوری قطب علمی گیاهان زراعی ویژه، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۲۳ کیلومتری شرق مشهد، با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا با استفاده از ۴۳ نمونه کنجد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد (جدول ۱).

قبل از اجرای طرح، آزمایش خاک از زمین مورد نظر صورت گرفت (جدول ۲) و بر اساس آن کود مورد نیاز به میزان ۱۵۰، ۱۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از کود های آمونیوم، سوپر فسفات و سولفات پتاس به زمین داده شد. تمام کود سوپر فسفات و سولفات پتاس و نیمی از کود اوره قبل از کاشت و نیمه دیگر اوره ۳۵ روز پس از کاشت به زمین داده شد. هر کرت شامل دو ردیف به طول سه متر با فاصله ردیف ۵۰ بود و فاصله گیاهان روی ردیف پنج سانتی‌متر در نظر گرفته شد. گیاهان با آب دارای شوری ۵/۲ دسی زیمنس بر متر (تهیه شده از چاه آب موجود در منطقه) با فاصله هشت روز یک بار در طول فصل رشد آبیاری شدند. عملیات وجین در دو نوبت هنگامی که گیاهان دارای ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر ارتفاع بودند انجام گرفت. در طول فصل رشد زمان وقوع هر یک از مراحل فنولوژی (سبز شدن، کاشت تا گلدهی (دوره رشد رویشی)، گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک (دوره رشد زایشی) و کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک (کل دوره رشد)) بر اساس وقوع هر مرحله در ۵۰ درصد از گیاهانی که پیشتر از طریق نصب کوادرات در یک متر مربع مشخص شده بودند، ثبت گردید. درجه روزهای رشد (GDD)[1] نیز بر اساس معادله (۱) محاسبه شد:

1- Growth Degree Days

$$GDD=((T_{max} + T_{min})/2) - T_b \quad (۱)$$

که در این معادله، T_{max}: حداکثر درجه حرارت روزانه، T_{min}: حداقل درجه حرارت روزانه و T_b: درجه حرارت پایه ۱۵ درجه سانتی-گراد در نظر گرفته شد. در پایان فصل رشد، جهت اندازه گیری خصوصیات مورفولوژیکی از هر کرت پنج بوته بطور تصادفی انتخاب و پس از برداشت به آزمایشگاه انتقال یافت. در آزمایشگاه ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی و طول کل شاخه‌های جانبی اندازه‌گیری و ثبت شد.

علیرغم دقت در تنظیم تراکم و به دلیل حساسیت متفاوت نمونه-های کنجد به شوری آب آبیاری، در زمان برداشت در برخی کرت‌ها تعداد بوته کمتر از تراکم مورد نظر بود و لذا جهت تجزیه داده‌ها ابتدا کوواریانس بر اساس تعداد بوته و سپس تجزیه واریانس انجام شد. جهت انجام تجزیه‌های آماری از نرم افزارهای Minitab ver. 14 و جهت ترسیم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد و نرم افزار Mstat-C مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که از بین ۴۳ نمونه کنجد فقط ۲۵ اکوتیپ و لاین قادر به سبز شدن و تداوم رشد تا پایان مرحله رشد زایشی در شرایط این آزمایش بودند.

جدول ۱- نام و منشاء نمونه‌های کنجد مورد بررسی

Table 1- Name and source of sesame ecotypes

اکوتیپ Ecotype	منشاء Source	اکوتیپ Ecotype	منشاء Source
*MSC1	گناباد ۱ (زرد محلی) Gonabad 1 (native yellow)	MSC16	داراب ۲ Darab 2
MSC2	گناباد ۲ (سیاه محلی) Gonabad 2 (native black)	MSC17	داراب ۱۴ Darab 14
MSC3	سبزوار ۱ Sabzevar 1	MSC18	لاین ورامین ۲۸۲۲ (والد پدری) × رقم چینی Line Varamin 2822 (male parent) × Chini Variety
MSC4	سبزوار ۲ Sabzevar 2	MSC19	TN2381
MSC5	درگز Daregaz	MSC20	TN2382 (سیستان) Sistan
MSC6	فردوس ۱ Ferdows 1	MSC21	محلی سیستان Sistan native
MSC7	فردوس ۲ Ferdows 2	MSC22	کرج ۱ × ورامین ۲۹۲۲ Karaj 1× Varamin 2922
MSC8	خواف ۱ Khaf 1	MSC23	رقم چینی × محلی دزفول Chini Variety × Dezfol native
MSC9	خواف ۲ Khaf 2	MSC24	رقم صفی آبادی Safiabadi Variety
MSC10	رشتخوار Roshtkhar	MSC25	محلی جیرفت Giroft native
MSC11	اسفراین Esfaraien	MSC26	محلی کلات ۲ Kalat native 2
MSC12	کلات ۱ Kalat 1	MSC27	TS3
MSC13	خلیل آباد Khalil-abad	MSC28	ورامین ۲۸۲۲ Varamin 2822
MSC14	کاشمر Kashmar	MSC29	yellow-white
MSC15	اولتان Oltan	MSC30	محلی دزفول × رقم فلسطین اشغالی Dezfol native×Occupied Palestin Variety

ادامه جدول ۱- نام و منشاء نمونه‌های کنجد مورد بررسی

Table 1 continued- Name and source of sesame ecotypes

اکوتیپ Ecotype	منشاء Source	اکوتیپ Ecotype	منشاء Source
MSC31	رقم چینی × رقم ورامین ۲۸۲۲ (والد مادری) Chini variety × Varamin 2822 as female parent	MSC38	ساری ۳ Sari 3
MSC32	کارداب × رقم فلسطین اشغالی Kardarb × Occupied Palestin Variety	MSC36	شیراز Shiraz
MSC33	محلی دزفول ۱ Dezfol native 1	MSC40	محلی دزفول ۳ Dezfol native 3
MSC34	محلی دزفول ۲ Dezfol native 2	MSC41	محلی دزفول ۴ Dezfol native 4
MSC35	بردسکن Bardaskan	MSC42	دامغان Damghan
MSC36	ساری ۱ Sari 1	MSC43	دشتستان ۲ Dashtestan 2
MSC37	ساری ۲ Sari 2		

(* مجموعه بانک بذر دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران)

(* Seed Collection Bank, College of Agriculture, Ferdowsi University of MashhadT Iran)

جدول ۲- نتایج تجزیه خاک مزرعه و آب آبیاری

Table 2- Results of soil and water analysis

نمونه Sample	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	نسبت جذب سطحی سدیم SAR	سدیم Na	منیزیم Mg	کلسیم Ca	کلسیم + منیزیم Ca+Mg
خاک Soil	8.3	3.4	6.8	17.9	8.2	5.8	14
آب Water	7.3	5.2	-	-	-	-	-

چهار اکوتیپ و لاین سبز نشدند و ۱۴ اکوتیپ و لاین دیگر نیز پس از سبز شدن و پیش از مرحله زایشی از بین رفتند (جدول ۳). بررسی سینگ و همکاران (Singh et al., 2008) نشان داد که واکنش ۱۲۷ ژنوتیپ بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) به شوری آب آبیاری تا هشت دسی زیمنس بر متر در طول دوره رشد (۱۳۰-۱۲۰ روز) متفاوت بود، به طوریکه در ۹۱ روز پس از کاشت ۵۰ درصد ژنوتیپ‌ها از بین رفتند (گروه حساس)، در ۱۱۲ روز پس از کاشت تعداد ۳۱ ژنوتیپ دیگر از بین رفت و این گروه در دسته با تحمل متوسط قرار گرفتند و تنها پنج درصد ژنوتیپ‌ها تا پایان دوره رشد زنده ماندند (گروه متحمل). این تعداد نیز هر چند غلاف تولید کردند، ولی غلاف آنها فاقد دانه بود. آنها اظهار داشتند که درجه حرارت و تبخیر و تعرق بالا سبب تجمع نمک در لایه سطحی خاک شده و افزایش جذب نمک توسط گیاه در نهایت منجر به مرگ آن شده است. در آزمایش حاضر نیز هر چند شوری خاک مزرعه در ابتدای کاشت حدود ۳/۴ دسی زیمنس بر متر بود (جدول ۲)، ولی با تجمع نمک در طول فصل رشد، شوری خاک افزایش یافت و به بیش از ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر رسید که باعث مرگ گیاه شد. سوریا اورنج و همکاران (Suriya-Arunroj et al., 2005) با مطالعه واکنش نه رقم برنج (*Oryza sativa* L.) به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی (شوری شش دسی زیمنس بر متر) و رشد رویشی (شوری هشت دسی زیمنس بر متر) گزارش کردند که در مرحله اول، یک رقم و در مرحله رویشی هشت رقم به تنش شوری حساس بودند. در مطالعه‌ای دیگر، پوستینی (Postini, 2002) گزارش کرد که میزان تحمل ارقام گندم به شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر متفاوت است، به طوریکه ۱۷ رقم از ۳۰ رقم مورد مطالعه بیشترین میزان دانه و وزن خشک را تولید کردند و در گروه متحمل به شوری قرار گرفتند. همچنین جانسون و همکارن (Johansen et al., 1990) گزارش کردند که تنوع ژنتیکی در تحمل به شوری در باقلا (*Faba vulgaris* L.) در دامنه کوچکی

از سطوح شوری وجود دارد، به طوریکه شوری‌های خارج از این دامنه سبب حذف برخی ارقام می‌شود. مقاومت گونه‌های گیاهی در مراحل مختلف رشد به شوری متفاوت است و میزان تحمل آنها وابسته به مکانیسم‌هایی است که در گیاهان بصورت ژنتیکی کنترل می‌گردد (Blum, 1988). همچنین سن گیاه نقش مهمی در مقاومت به شوری آن ایفاء می‌کند (Berstein & Hayward, 1958). در این مطالعه مشاهده شد که تعدادی از اکوتیپ‌های کنجد پس از سبز شدن و پیش از مرحله زایشی از بین رفتند. مانس (Munns, 2002) گزارش کرد که گونه‌های حساس به شوری قادر به جلوگیری از ورود نمک به داخل جریان آوندی نیستند و لذا نمک در برگ‌های مسن تجمع یافته و غلظت آن به حد سمیت می‌رسد و به دنبال آن از بین می‌روند. در این حالت چنانچه مرگ برگ‌های پیر سریع‌تر از تولید برگ‌های جدید باشد، نسبت برگ‌های صدمه دیده افزایش می‌یابد و بنابراین برگ کافی برای تأمین فتوسنتز، رشد و تولید مواد لازم برای بقاء گیاه وجود نخواهد داشت (Munns, 2002).

اختلاف اکوتیپ‌های کنجد از نظر تعداد روز و درجه روز رشد تجمعی از کاشت تا سبز شدن معنی‌دار ($p\leq۰/۰۵$) بود (جدول ۴)، به طوریکه از نظر دوره کاشت تا سبز شدن اکوتیپ MSC12 با ۲۳ روز و ۲۴۱ درجه روز طولانی‌ترین و اکوتیپ‌های MSC31 و MSC27 با ۱۲ روز و ۵۶ درجه روز کمترین دوره را داشتند (جدول ۵). در ۵۲ درصد از اکوتیپ‌ها تعداد روز مورد نیاز برای سبز شدن بیشتر از ۱۶ روز بود، در حالی که در ۱۰ اکوتیپ تعداد روز و درجه روز تا سبز شدن به ترتیب کمتر از ۱۴ روز و ۱۰۰ درجه روز بود. مطالعه سینگ و همکاران (Singh et al., 2008) نشان دادند که تعداد روز برای سبز شدن در شوری چهار دسی زیمنس بر متر بین ژنوتیپ‌های بادام زمینی بین ۱۰ تا ۳ روز متفاوت بود. قربانی و همکاران (Ghorbani et al., 2005) نیز نشان دادند که تعداد روز تا سبز شدن در دو واریته گندم مورد مطالعه در شرایط شور تا پنج روز با هم اختلاف داشتند. به نظر می‌رسد که با ورود نمک به بافت‌های داخلی بذر پتانسیل آب درون بذر کاهش و میزان جذب املاح افزایش می‌یابد و در اثر عدم تعادل یونی بخصوص با افزایش جذب Na^+ و بروز سمیت یون‌ها در بافت‌ها رشد گیاه کاهش می‌یابد (Tobe et al., 1999). با توجه به این مطلب که بیشترین تجمع نمک در لایه سطحی خاک می‌باشد، بذرها پس از کاشت در محلی قرار می‌گیرند که غلظت املاح بیشتر است و در این شرایط افزایش املاح و نمک‌ها موجب کند شدن جذب آب توسط بذر شده در نتیجه آن درصد سبز شدن کاهش می‌یابد (Katembe et al., 1998). به نظر می‌رسد که علت تفاوت اکوتیپ‌ها مربوط به تفاوت در توانایی آنها در تحمل به شوری بوده که بصورت ژنتیکی کنترل می‌گردد و در این راستا گیاهانی که توانایی تولید ریشه طویل و گسترده هستند، احتمالاً نسبت به گیاهان فاقد این قابلیت موفق‌تر خواهند بود (Kayani et al., 1990).

از نظر طول دوره و درجه روز رشد تجمعی از کاشت تا ۵۰ درصد گلدهی بین اکوتیپ‌ها تفاوت معنی‌دار ($p\leq۰/۰۵$) وجود داشت (جدول ۴). در مجموع دوره رشد رویشی اکوتیپ‌های کنجد بین ۶۴ تا ۸۱ روز (به ترتیب با ۸۳۴ و ۱۰۲۷ درجه روز) متفاوت بود و دو اکوتیپ MSC36 و MSC31 بیشترین تعداد روز و درجه روز رشد تجمعی و اکوتیپ‌های MSC13 و MSC2 کمترین تعداد روز و واحد گرمایی لازم را تا ۵۰ درصد گلدهی داشتند (جدول ۵). یساری و همکاران (Yasari et al., 2004) گزارش کردند که اختلاف ژنوتیپ‌های گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) مورد مطالعه از نظر طول دوره کاشت تا گلدهی حدود ۵۰ روز است. آنها اظهار داشتند که کوتاه کردن طول دوره رشد در شرایط نامساعد (تنش خشکی) یکی از راه‌های اجتناب از تنش بوده و برخی ژنوتیپ‌ها در این مسیر تکامل حاصل کرده‌اند.

از نظر طول دوره زایشی بین اکوتیپ‌های کنجد اختلاف معنی‌داری ($p\leq۰/۰۵$) وجود داشت (جدول ۴). طول این دوره بین ۶۰ تا ۶۵ روز در بین اکوتیپ‌ها اختلاف داشت، بطوریکه اکوتیپ MSC35 با ۶۵ روز و ۵۴۹ درجه روز بیشترین و اکوتیپ‌های MSC17 و MSC31 به ترتیب با ۶۰ روز و ۴۶۷ و ۴۶۵ درجه روز کمترین تعداد روز را داشتند.

جدول ۳- وضعیت اکوتیپ‌های کنجد از نظر سبز و استقرار در شرایط آبیاری شده با آب شور (۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر)

Table 3- Situation of sesame ecotypes for emergence and establishment in irrigated condition with saline water (EC=5.2 $dS.m^{-1}$)

وضعیت استقرار Establishment situation	نام اکوتیپ Name of ecotype
عدم سبز شدن Not emergence	MSC19, MSC29, MSC32, MSC33
سبز شدن مناسب- مرگ قبل از رشد زایشی Appropriate emergence- Died before reproductive growth stage	MSC18, MSC20, MSC21, MSC22, MSC23 MSC25, MSC26, MSC28, MSC30, MSC34, MSC36, MSC38, MSC40, MSC41
استقرار تا تکمیل مرحله رشد زایشی Establishment and alive until maturity	MSC1, MSC2, MSC3, MSC4, MSC5, MSC6, MSC7, MSC8, MSC9, MSC10, MSC11, MSC12, MSC13, MSC14, MSC15, MSC16, MSC17, MSC24, MSC27, MSC31, MSC35, MSC37, MSC39, MSC42, MSC43

قربانی و همکاران (Ghorbani et al., 2005) گزارش کردند که در دو رقم گندم در شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر از نظر طول دوره زایشی یک روز با هم اختلاف داشتند. اسلام و همکاران (Aslam et al., 1993) نیز دریافتند که تنش شوری به مدت ۱۰ روز سبب کاهش طول دوره رویشی و زایشی بوته‌های برنج شد و واریته‌های مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری با هم داشتند. به نظر می‌رسد که افزایش سدیم قابل جذب از طریق کانال تعرق که همراه با افزایش دما است، سبب تسریع در پیری برگ‌ها شده که باعث ایجاد تنوع بین اکوتیپ‌ها شده است (Munns et al., 2002). مانس و همکارن (Munns et al., 2006) گزارش کردند که شوری با کاهش طول دوره گلدهی در بوته‌های جو سبب ایجاد اختلاف در مرحله زایشی بین آنها شده و عملکرد آنها را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

بیشترین عملکرد دانه در بوته از اکوتیپ MSC6 با طول دوره زایشی ۶۲ روز مشاهده شد (جدول‌های ۵ و ۷). نتایج مطالعه یساری و همکاران (Yasari et al., 2004) در گلرنگ نشان داد که همبستگی بین عملکرد با طول دوره پر شدن دانه ($r=۰/۰۵$) مثبت بود. زنگ و همکاران (Zheng et al., 1993) نیز با بررسی طول مرحله گلدهی در ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ بهاره گزارش کردند که بین طول دوره گلدهی و عملکرد دانه رابطه مثبت و معنی دار وجود دارد.

بین اکوتیپ‌های کنجد از نظر تعداد روز و درجه روز رشد تجمعی از سبز شدن تا رسیدگی فیزیولوژیک اختلاف معنی‌داری ($p\leq۰/۰۵$) وجود داشت (جدول ۴). بیشترین تعداد روز و درجه روز رشد در اکوتیپ‌های MSC31 و MSC36 و کمترین آن در اکوتیپ‌های MSC2 و MSC13 مشاهده شد. دامنه تغییرات تعداد روز تجمعی از سبز شدن تا رسیدگی فیزیولوژیکی بین ۱۲۶ تا ۱۴۱ روز بود (جدول ۵). نتایج گریو و همکاران (Grieve et al., 1994) نشان داد که اختلاف واحد گرمایی از کاشت تا رسیدگی در دو واریته گندم ۲۴ درجه روز در شوری ۱۵/۱ دسی زیمنس بر متر بود و نسبت به شاهد حدود ۲۵۰ واحد گرمایی کمتر بود. مطالعه فرانکویس و همکاران (Francois et al., 1986) نیز نشان داد که گندم‌های کشت شده تحت تنش شوری ۲- ۱هفته زودتر آماده برداشت می‌شوند و بین ارقام تفاوت وجود داشت. بررسی لانگهام (Langham, 2007) نشان می‌دهد که در شرایط بدون تنش تعداد روز از کاشت تا رسیدگی کنجد ۱۵۰ روز است و بین ارقام کنجد از نظر این صفت تفاوت وجود دارد. با توجه به قرارگیری بخش زیادی از فصل رشد کنجد در شرایط گرمای زیاد به نظر می‌رسد که در این شرایط تداوم شوری سبب افزایش اثرات سمی یونی و اسمزی در گیاه شده و برای اجتناب از شرایط تنش گیاه زودتر می‌رسد، زیرا بر طبق اظهارات گاردنر و همکاران (Gardner et al., 1985) یکی از راه‌های اجتناب از تنش در گیاهان، پدیده زودرسی و کوتاه شدن دوره رشد می‌باشد و پاسخ اکوتیپ‌ها در تحمل به این شرایط متفاوت و وابسته به توانایی ژنتیکی آنها است (Neumann, 1997).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین اکوتیپ‌های کنجد از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری ($p\leq۰/۰۵$) وجود دارد (جدول ۶). ارتفاع گیاهان کنجد بسته به اکوتیپ در گستره‌ای از ۵۳ تا ۲۲ سانتی‌متر بود و بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به ترتیب در اکوتیپ‌های MSC43 و MSC12 مشاهده شد (جدول ۷). ارتفاع ساقه در ۲۸ درصد اکوتیپ‌ها بیشتر از ۴۰ سانتی‌متر بود. نتایج مطالعه محمود و همکاران (Mahmood et al., 2003) نشان داد ارتفاع بوته در ارقام کنجد مورد مطالعه تا شوری ۶۰ میلی‌مولار NaCl اختلاف معنی‌داری نداشت، ولی با افزایش شوری افت شدیدی در ارتفاع گیاهان دیده شد. در شرایط شور، سلول‌ها آب خود را از دست داده و کوچک می‌شوند، این فرآیند سرعت طویل شدن آنها را کاهش داده و سبب کاهش رشد می‌شود (Munns, 2002). به همین دلیل شوری بالاتر از آستانه تحمل، میزان رشد و اندازه گیاه را در بسیاری از گونه‌ها کاهش داده است (Maas & Hoffman, 1977).

اکوتیپ‌های کنجد از نظر تعداد شاخه در بوته اختلاف معنی‌داری ($p\leq۰/۰۵$) داشتند (جدول ۶). در ۴۸ درصد از اکوتیپ‌ها تعداد شاخه در بوته کمتر از چهار شاخه در بوته بود. مطالعه منسا و همکاران (Mensah et al., 2006) نشان داد که تعداد شاخه در بوته در ارقام بادام زمینی (*Arachis hypogeal* L.) در ۵۶ روز پس از کاشت در شوری ۱۷ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر به تعداد حدود ۴/۴ رسید که نسبت به تیمار ۰/۰۱۵ میکروزیمنس بر سانتی متر ۲۳ درصد کاهش یافت. کاهش تعداد شاخه در اثر شوری در تعدادی از دانه‌های روغنی دیگر نیز گزارش شده است (Narash et al., 1993; Sadat-Noori et al., 2006). به نظر می‌رسد که تفاوت اکوتیپ‌ها در این شرایط وابسته به پتانسیل ژنتیکی آنها در تولید شاخه جانبی و دسترسی به مواد غذایی باشد (Langham, 2007).

از نظر طول شاخه‌های جانبی بین اکوتیپ‌های کنجد اختلاف معنی‌داری ($p\leq۰/۰۵$) مشاهده شد (جدول ۶)، به طوریکه دامنه طول شاخه‌های جانبی از حدود ۳ تا ۱۳۱ سانتی‌متر بین اکوتیپ‌ها متفاوت و در ۳۲ درصد اکوتیپ‌ها طول شاخه‌های جانبی بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر بود (جدول ۷). در کنجد شاخه‌ها در تولید تعداد کپسول مؤثر هستند و برای رشد شاخه‌ها نیاز به سطح برگ مناسب جهت جذب نور و تأمین مواد فتوسنتزی می‌باشد (Langham, 2007). به نظر می‌رسد که شوری از طریق برهم زدن تعادل مواد غذایی و بروز سمیت یونی، سبب کاهش سطح برگ شده و در نتیجه رشد شاخه‌ها را کاهش داده است (Gaballah et al., 2007).

جدول٤- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تعداد روز و درجه روز تجمعی از کاشت تا رسیدگی اکوتیپ‌های کنجد

Table 4- Analysis of variance (Mean of square) for number of days and Growth Degree Days of sesame ecotypes to maturation

درجه روز – رشد تجمعی Accumulation growth - degree day				تعداد روز Number of day					
کل دوره رشد Total growth period	دوره رشد زایشی Reproductive growth period	دوره رشد رویشی Vegetative growth period	کاشت تا سبز شدن Sowing to emergence	کل دوره رشد Total growth period	دوره رشد زایشی Reproductive growth period	دوره رشد رویشی Vegetative growth period	کاشت تا سبز شدن Sowing to emergence	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
99.4^{ns}	8.2^{ns}	165^{ns}	1218^{ns}	1.47^{ns}	0.0072^{ns}	1.68^{ns}	3.907^{ns}	1	کواریانس تعداد بوته Covariation of plant number
4063.0*	1942.4^{ns}	10707*	7072*	86.82*	1.1411^{ns}	88.69*	22.402*	2	بلوک Block
1989.1*	1841.7*	7343*	6533*	42.97*	1.9274*	56.54*	20.620*	24	اکوتیپ Ecotype
740.1	684.3	2640	1591	17.36	0.9096	20.84	5.052	27	خطا Error
-	-	-	-	-	-	-	-	54	کل Total

^{ns} و *: به ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد.

^{ns} and * are non significant and significant at the 5% probability level, respectively.

جدول ۵- مقایسه میانگین تعداد روز و درجه روز رشد تجمعی مراحل فنولوژی در اکوتیپ‌های کنجد آبیاری شده با آب شور (۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر)

Table 5- Mean comparisons of number of days and Growing Degree Days (GDD) of phonological stages in sesame ecotypes, irrigated with saline water (EC=5.2 dS.m^{-1})

مراحل نموی گیاه Stage of plant development								
کل دوره رشد Total growth period		دوره رشد زایشی Reproductive growth period		دوره رشد رویشی Vegetative growth period		کاشت تا سبز شدن Sowing to emergence		
درجه روز GDD	روز Day	درجه روز GDD	روز Day	درجه روز GDD	روز Day	درجه روز GDD	روز Day	اکوتیپ Ecotype
1466.3	137.2	511.1	62.0	955.2	75.2	148.6	17.4	MSC1
1384.1	126.4	540.4	62.0	833.7	64.4	247.2	22.1	MSC2
1461.7	136.5	515.0	62.0	946.7	74.5	101.8	14.7	MSC3
1439.5	133.7	523.9	62.0	916.3	71.7	90.8	14.1	MSC4
1423.3	131.1	535.2	62.0	888.1	69.1	78.6	13.4	MSC5
1410.0	129.0	548.6	62.3	861.4	66.7	89.3	14.0	MSC6
1434.0	133.4	512.7	61.3	921.3	72.1	100.8	14.7	MSC7
1465.9	138.1	498.1	61.4	967.8	76.7	131.2	16.4	MSC8
1440.4	133.8	523.8	62.0	916.6	71.8	91.6	14.2	MSC9
1399.7	128.8	540.0	62.3	859.7	66.5	84.4	13.7	MSC10
1469.1	137.9	497.1	61.3	972.0	76.6	95.4	14.4	MSC11
1437.9	133.2	526.9	62.0	911.0	71.2	241.4	22.6	MSC12
1400.9	126.6	556.9	62.3	843.3	64.3	87.0	13.9	MSC13
1413.9	129.5	547.6	62.3	866.3	67.2	102.5	14.8	MSC14
1466.7	138.0	487.4	60.9	979.3	77.1	96.1	14.4	MSC15
1479.2	141.6	468.2	62.0	1011.0	79.6	159.5	17.4	MSC16
1482.0	140.2	467.3	60.1	1015.0	80.1	232.3	23.0	MSC17
1463.2	136.4	519.7	62.4	943.5	74.0	198.2	20.2	MSC24
!408.2	129.4	543.7	62.4	864.5	67.0	56.2	12.2	MSC27
1491.7	141.1	464.7	60.1	1027.0	81.0	56.2	12.2	MSC31
1437.4	133.9	549.2	64.7	888.2	69.2	149.8	17.4	MSC35
1481.0	140.5	460.0	59.9	1021.0	80.6	239.8	22.4	MSC36
1459.6	137.8	503.0	61.7	956.6	76.1	234.8	22.2	MSC37
1401.4	128.8	540.4	62.0	861.0	66.8	178.3	19.0	MSC42
1465.1	137.4	495.6	61.2	969.5	76.2	221.8	21.5	MSC43
45.6	7.0	43.8	1.6	86.1	7.6	66.3	3.8*	LSD (0.05)

* میانگین‌هایی که تفاوت بین آنها کمتر از میزان LSD می‌باشد، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means, that the difference between them is lower than the amount of LSD, are not significantly different at α=0.05 by LSD test.

نتایج این مطالعه نشان داد که از نظر وزن دانه در بوته، اکوتیپ‌های کنجد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) داشتند (جدول ۶)، به طوریکه بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب دراکوتیپ‌های MSC6 وMSC12 مشاهده شد (جدول ۷). دامنه عملکرد تک بوته از حدود ۰/۰۴ تا ۵/۶۵ گرم متفاوت بود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که پاسخ وزن دانه در بوته ارقام کنجد در شرایط تنش متفاوت است (Mahmood et al., 2003; Golestani & Pakneiat, 2007). نتایج مطالعه افیونی و محلوجی (Afioni & Mahloji, 2003) نیز نشان داد که تفاوت عملکرد ۴۲ لاین و رقم گندم کشت شده در شرایط مزرعه در شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر در دامنه‌ای از حدود ۴۶۰ تا ۴۲۳۱ کیلوگرم در هکتار قرار دارد. بررسی روابط مراحل فنولوژیک و صفات مورفولوژیک نشان داد که بین وزن دانه در بوته با طول دوره رشد زایشی همبستگی مثبت و معنی‌داری (r=۰/۳۸**) وجود داشت، ضمن اینکه همبستگی مثبتی نیز بین وزن دانه و ارتفاع گیاه (r=۰/۲۵) مشاهده شد. بین ارتفاع گیاه با سایر اجزاء رویشی مانند تعداد و طول شاخه در گیاه (به ترتیب r=۰/۲۷* و r=۰/۴۸*) نیز همبستگی خوبی وجود داشت (جدول ۸).

جدول ٦- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات مورفولوژیک و وزن دانه در بوته، در اکوتیپ‌های کنجد آبیاری شده با آب شور (۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر)

Table 6- Analysis of variance (Mean of square) for morphological traits and plant seed weight in sesame ecotypes, irrigated with saline water (EC=5.2 dS.m^{-1})

وزن دانه در بوته Seed weight per plant	طول شاخه در بوته Branch length per plant	متوسط طول شاخه Branch length mean	تعداد شاخه در بوته Branch number per plant	ارتفاع بوته Plant height	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
0.5375^{ns}	7554*	34.03^{ns}	9.393*	71.53^{ns}	1	کواریانس تعداد بوته Covariation of plant number
0.6138^{ns}	4330*	225.90*	1.818^{ns}	118.95^{ns}	2	بلوک Block
3.345**	2454*	66.06*	5.568*	149.25*	24	اکوتیپ Ecotype
0.3434	1141	33.74	1.758	58.42	26	خطا Error
–	–	–	–	–	53	کل Total

^{ns}، * و **: غیر معنی‌داری، معنی دار،به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, ** and *: are non- significant and significant at the 1 and 5% probability level, respectively.

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک در اکوتیپ‌های کنجد آبیاری شده با آب شور (۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر)

Table 7– Mean comparison of morphological traits and plant seed weight in sesame ecotypes, irrigated with saline water (EC=5.2 dS.m^{-1})

وزن دانه در بوته (گرم) Seed weight per plant (g)	طول شاخه در بوته (سانتی‌متر) Branch length per plant (cm)	متوسط طول شاخه (سانتی‌متر) Mean branch length (cm)	تعداد شاخه در بوته Branch number per plant	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	اکوتیپ Ecotype
0.32	23.9	5.6	4.3	26.4	MSC1
0.40	71.3	18.8	3.8	39.0	MSC2
1.95	64.0	22.7	2.8	46.2	MSC3
0.47	38.2	13.7	2.8	32.4	MSC4
0.82	66.4	14.3	4.6	24.7	MSC5
5.65	67.7	18.1	3.7	40.9	MSC6
1.34	45.2	17.4	2.6	38.2	MSC7
1.20	40.0	11.3	3.5	28.7	MSC8
1.00	80.7	16.1	5.0	27.4	MSC9
2.63	94.2	22.6	4.2	36.4	MSC10
1.07	8.9	8.9	1.0	51.1	MSC11
0.04	2.9	2.2	1.3	22.3	MSC12
1.20	74.9	18.0	4.2	35.1	MSC13
1.22	26.4	11.8	2.2	26.9	MSC14
0.64	51.8	9.6	5.4	33.5	MSC15
1.14	125.7	15.6	8.1	49.0	MSC16
0.66	120.7	16.8	7.2	40.8	MSC17
0.10	114.6	21.2	5.4	46.5	MSC24
3.16	130.8	24.2	5.4	38.5	MSC27
0.99	109.9	32.2	3.4	36.5	MSC31
3.36	115.9	20.6	5.6	38.1	MSC35
0.40	110.0	16.3	6.7	36.8	MSC36
0.42	60.0	22.1	2.7	24.5	MSC37
1.27	82.2	21.6	3.8	30.0	MSC42
1.15	125.2	20.9	6.0	52.9	MSC43
0.98	56.59	8.99	2.22	12.80*	LSD (0.05)

* میانگین‌هایی که تفاوت بین آنها کمتر از میزان LSD می‌باشد، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means, that the difference between them is lower than the amount of LSD, are not significantly different at α=0.05 by LSD test.

جدول ۸- همبستگی بین مراحل فنولوژی (بر اساس درجه‌روز رشد)، مورفولوژی و وزن دانه در بوته در اکوتیپ‌های کنجد آبیاری شده با آب شور (۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر)

Table 8- Correlation between phenology (base on growth degree day (GDD)), morphology stages and seed weight per plant in sesame ecotypes, irrigated with saline water (EC=5.2 dS.m^{-1}).

9	8	7	6	5	4	3	2	1	
								1	۱- کاشت تا سبز شدن 1-Sowing to emergence
							1	0.30*	۲- دوره رشد رویشی 2-Vegetative growth period
						1	-0.97**	-0.35*	۳- دوره رشد زایشی 3-Reproductive growth period
					1	-0.89**	0.97**	0.25 ^{ns}	۴- کل دوره رشد 4-Total growth period
				1	0.12 ^{ns}	-0.16 ^{ns}	0.14 ^{ns}	-0.03 ^{ns}	۵- ارتفاع بوته 5-Plant height
			1	0.27*	0.20 ^{ns}	-0.33*	0.27 ^{ns}	0.28*	۶- تعداد شاخه در بوته 6-Branch number per plant
		1	0.35**	0.49**	-0.06 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	0.01 ^{ns}	۷- میانگین ارتفاع شاخه در بوته 7-Branch height mean per plant
	1	0.74**	0.83**	0.48**	0.09 ^{ns}	-0.20 ^{ns}	0.14 ^{ns}	0.19 ^{ns}	۸- طول شاخه در بوته 8-Branch length per plant
1	0.31*	0.02 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.25^{ns}	-0.36**	0.38**	-0.38**	-0. 16	۹- عملکرد دانه در بوته 9-Seed weight per plant

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, *and ** are non- significant and significant at the 5 and 1% probability level, respectively.

افزایش ارتفاع و طول شاخه‌های جانبی درگیاه کنجد از طریق افزایش تعداد گره، تعداد برگ و طول ناحیه کپسول‌دهی سبب افزایش تعداد کپسول در بوته بعنوان یکی از اجزای مهم عملکرد می‌شود (Langham, 2007; Weiss, 2000). به نظر می‌رسد که توانایی اکوتیپ‌ها در حفظ اجزای رویشی (از طریق سمیت‌زدایی و جایگذاری نمک در سلول‌ها) متفاوت باشد. کاهش تجمع نمک در سلول سبب افزایش توسعه سلولی و رشد می‌شود (Neumann, 1997) و در این شرایط اکوتیپ‌های متحمل (Mahmood et al., 2003) با تنظیم اسمزی بهتر و جذب آب بیشتر، فشار آماس بالاتری را ایجاد کرده در نتیجه رشد بافت‌های آنها در محیط شور نسبت به سایر اکوتیپ‌ها افزایش می‌یابد. بنابراین اکوتیپ‌های متحمل در اثر رشد بهتر بخش-های هوایی ماده خشک بیشتری تولید می‌کنند و به دنبال آن مواد فتوسنتزی بیشتری از بخش‌های رویشی به اجزاء زایشی انتقال یافته و باعث رشد بیشتر آنها شده و در نتیجه میزان تولید دانه در این اکوتیپ‌ها بهبود می‌یابد (Jeddi Hosseni et al., 2008).

در همین راستا تو (Tu, 1981) گزارش کرد که شوری در سویا (*Glycine max* L.) از طریق کاهش سطح برگ موجب کاهش میزان دریافت نور و در نتیجه کاهش فتوسنتز خالص، تجمع ماده خشک و عملکرد می‌شود. بنابراین اکوتیپ‌هایی که در شرایط تنش قادر به رشد نسبتاً مناسبی باشند نسبت به سایر اکوتیپ‌ها متحمل‌تر خواهند بود (Mensah et al., 2006). به نظر می‌رسد که در اثر توسعه مکانیسم‌های تحمل به تنش در گیاهان، به مرور زمان صفات مؤثر بر رشد گیاه در حالت تنش به صورت ژنتیکی گسترش یافته است (Reddy et al., 2010).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که تحمل اکوتیپ‌های کنجد به آبیاری با شوری ۵/۲ دسی زیمنس بر متر در طول دوره رشد در شرایط مزرعه متفاوت است (جدول ۳)، به طوریکه از ۴۳ اکوتیپ و لاین مورد بررسی، تنها ۲۵ اکوتیپ و لاین طول دوره رشد را کامل کردند و بقیه قبل از دوره رشد زایشی از بین رفتند که این تفاوت را می‌توان به عدم حضور و یا مؤثر نبودن مکانیسم‌های تحمل به شوری در آنها نسبت داد که احتمالاً ناشی از اختلاف اقلیمی و شوری خاک مناطقی است که این گیاهان در آنجا طی مدت طولانی رشد کرده و سازگار شده‌اند. بررسی مراحل فنولوژی نشان داد که حداقل طول دوره رویشی حدود ۶۴ روز و حداکثر آن ۸۱ روز بود و طول دوره کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیکی نیز از حداقل ۱۲۶ روز تا ۱۴۱ روز بین اکوتیپ‌ها متفاوت بود. بیشترین ارتفاع و تعداد شاخه جانبی در اکوتیپ‌های MSC43 و MSC16 مشاهده شد. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن دانه در بوته و ارتفاع و طول شاخه در بوته مشاهده شد که نشان‌دهنده تأثیر این صفات در افزایش عملکرد از طریق افزایش طول ناحیه کپسول‌دهی می‌باشد. در همین راستا، اکوتیپ‌های MSC35، MSC27 و MSC6 با ارتفاع و طول شاخه جانبی بیشتر، از عملکرد تک بوته بالاتری برخوردار بودند. به نظر می-رسد که بررسی بیشتر درخصوص میزان تحمل واکنش اکوتیپ‌های کنجد به شوری ضروری باشد، زیرا این اکوتیپ‌ها با توجه به مناطق رشد خود، دارای صفات منحصر به فردی هستند که حاصل سازگاری طولانی مدت آنها به شرایط متفاوت محیطی است که بتوان از این ویژگی‌ها در بهبود عملکرد کنجد در شرایط شور استفاده کرد.

منابع

1- Afioni, D., and Mahloji, M. 2007. Correlation analysis in some agronomy traits in wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.) in salt stress. Plant and Seed Journal 22(2): 186-197.
2- Aslam, M., Qureshi, R.H., and Ahmad, N. 1993. A rapid screening technique for salt tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). Plant and Soil 150: 99-107.
3- Berstein, L., and Hayward, H.E. 1958. Physiology of salt tolerance. Annual Review Plant Physiology 6-25.
4- Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. CRC Press, Boca Raton, FL. USA. 165- 175.
5- Bybordi, A. 2010. Effect of salinity on yield and component characters in canola (*Brassica napus* L). Notulae Scientia Biologicae 2(1): 81-83.
6- Cuartero, J., and Fernandez, R. 1999. Tomato and salinity. Scientia Horticulturae 78: 83- 125.
7- Flowers, T.J., and Yeo, A.R. 1995. Breeding for salinity tolerance in crop plants-where next. Australian Journal of Plant Physiology 22: 875-884.
8- Francois, L.E., Maas, E.V., Donovan, T.J., and Youngs, V.L. 1986. Effect of salinity on grain yield and quality, vegetative growth and germination of semi-dwarf and durum wheat. Agronomy Journal 78: 1053-1058.
9- Gaballah, M.S., Abou Leila, B., El-Zeiny, H.A., and Khalil, S. 2007. Estimating the performance of salt-stressed sesame plant treated with antitranspirants. Journal of Applied Sciences Research 3(9): 811-817.
10- Gardner, F.P., Brent, R., and Mitchell, R.L. 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press. Amrs, IA, USA.

11- Ghorbani, M., Ebrahimi, Z., Soltani, A., and Galeshi, S. 2005. Effect salt stress on seed yields of two wheat genotypes. Iranean Journal of Technical and Science Agriculture and Natural Resources 10(4): 1-13. (In Persian)
12- Golestani, M., and Pakneyat, H. 2007. Evaluation drought tolerance indices in sesame (*Sesamum indicum* L). Iranian Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resource, Water and Soil Science 41(A): 141-149. (In Persian with English Summery)
13- Grieve, C.M., Francois, L.E., and Maas, E.V. 1994. Salinity affects the timing of phasic development in spring wheat. Crop Science 34: 1544–1549.
14- Higbie, S., Wang, F., Stewart, J.M., Sterling, T.M., Lindemann, W.C., Hughs, E., and Zhang, J. 2010. Physiological response to salt (NaCl) stress in selected cultivated tetraploid cottons. Hindawi Publishing Corporation International Journal of Agronomy 1-12.
15- Jeddi Hosseni, S.M., Galeshi, S., Soltani, A., and Akram Ghaderi, F. 2008. Evaluation of physiological characteristics in salt sensitive and tolerance genotype of cotton. Journal Agriculture Nature Resource 14(6): 63-71. (In Persian with English Summary)
16- Johansen, C., Saxena, N.P., Chauhan, Y.S., Subbarao, G.V., Pundir, R.P.S., Kumar Rao, J.V.D.K., and Jana, M.K. 1990. Genotypic variation in salinity response of chickpea and pigeon-pea. International Congress of Plant Physiology New Dehli, India.
17- Kafi, M., Borzoei, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masomi, A., and Nabati, J. 2009. Environmental Stress on Plant Physiology. Jihad Daneshgahi Publication, Iran (In Persian)
18- Kayani, S.A., Nagiv, H., and Ting, I.P. 1990. Salinity effects on germination and mobilization of reserves in jojoba seed. Crop Science 30: 704-708.
19- Khan, A.A., Rao, S.A., and McNilly, T.M. 2003. Assessment of salinity tolerance base upon seedling root growth response function in maize (*Zea mays* L.). Euphytica 131: 81- 89.
20- Katembe, W.J., Ungar, I., and Mitchell, J. 1998. Effect of salinity on germination and seedling growth of two *Atriplex* Species (Chenopodiaceae). Annual Botany 82: 167-175.
21- Koca, H., Bor, M., Ozdemir, F., and Turkan, I. 2007. The effect of salt stress on lipid peroxidation, antioxidative enzymes and proline content of sesame cultivars. Environmental and Experimental Botany 60: 344–351.
22- Langham D.R. 2007. Phenology of sesame. New crops and new uses. ASHS Press. Alexandria. VA 144-182.
23- Mahmood, S., Iram, S., and Athar, H. 2003. Intra-specific variability in sesame (*Sesamum indicum* L.) for various quantitative and qualitative attributes under differential salt regimes. Journal of Research Science 14(2): 177-186.
24- Maas, E.V., and Hoffman, G.J. 1977. Crop salt tolerance- Current assessment. Journal of the Irrigation and Drainage Division 103: 115-134.
25- Mensah, J.K., Akomeah, J.K., Ikhajiagbe, P.A., and Ekpekurede, E.O. 2006. Effects of salinity on germination, growth and yield of five groundnut genotypes. African Journal of Biotechnology 5(20): 1973-1979.
26- Munns, R. 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypothesizes. Plant Cell Environment 16: 15-24.
27- Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment 25: 239-250.
28- Munns, R., James, K.A., and Lauchli, A. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany 57(5): 1025-1043.
29- Narash, R.K., Minhas, S.K., Goyal, A.K., Chauhan, C.P.S., and Guptha, R.K. 1993. Production potential of cyclic irrigation and mixing of saline and canal water in Indian mustard (*Brassica juncea* L.) and pearl millet (*Pennisetum typhoides* L.) rotation. Arid Soil Research and Rehabilitation 7(2): 103-111.
30- Neumann, P. 1997. Salinity resistance and plant growth revisited. Plant, Cell and Environment 20: 1193-1198.
31- Postini, K. 2002. Evaluation 30 varieties of wheat in saline stress. Iranian Journal of Agriculture Science 33(1): 57-64. (In Persian with English Summary)
32- Qureshi, A.S., Qadir, M., Heydari, N., Turral, H., and Javadi, A. 2007. A review of management strategies for salt-prone land and water resources in Iran. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute 30 pp.
33- Rawson, H.M. 1986. Gas exchange and growth in wheat and barley grown in salt. Australian Journal Plant Physiology 13: 475-489.
34- Reddy, B.V.S., Ashok Kumar, A., Sanjana Reddy, P., Ibrahim, M., Ramaiah1, B., Dakheel, A.J., Ramesh, S., and Krishnamurthy, L. 2010. Cultivar options for salinity tolerance in sorghum. Journal of SAT Agriculture Research 8: 1-5.
35- Sandhu G.R., and Qureshi R.H., 1986. Salt-affected soils of Pakistan and their utilization. Reclamation and Revegegetation Research 5: 105-113.
36- Sadat-Noori, S.A., Mottaghi, S., and Lotfifar, O. 2008. Salinity tolerance of maize in embryo and adult stage. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 3(5): 717- 725.
37- Shannon, M.C., Mc Creight, J.D., and Draper, J.H. 1983. Screening test for salt tolerance in lettuce. Journal of American Horticulture Science 108: 225-230.
38- Singh, A.L., Hariprassana, K., and Solanki, R.M. 2008. Screening and selection of groundnut genotype for tolerance of salinity. Australian Journal of Crop Science 1(3): 69-77.

39- Suriya-arunroj, D., Supapoj, N., Vanavichit, A., and Toojinda, T. 2005. Screening and selection for physiological characters contributing to salinity tolerance in rice. Kasetsart Journal National Science 39: 174-184.
40- Tavusi, M. 2007. Evaluation of effects of intervals irrigation on yield and seed oil content of spring safflower cultivar in Isfahan region. MSc Thesis, college of Agriculture. Azad Islamic University of Khorasghan, Iran. (In Persian with English Summary)
41- Tobe, K., Zhang, L., and Omasa, K. 1999. Effects of NaCl on seed germination of five non halophytic species from a Chinese desert environment. Seed Science and Technology 27: 851-863.
42- Tu, J.C. 1981. Effect of salinity on Rizobium-root-hair interaction, nodulation and growth of soybean. Canada Journal of Plant Science 231-239.
43- Volkmar, K.M., Hu, Y., and Steppuhn. 1997. Physiological responses of plants to salinity: review. Canadian Journal of Plant Science 19-27.
44- Weiss, E.A. 2000.Oilseed Crops. Blackwell Science Publications Limited, London pp. 131-164.
45- Yahya A. 1998. Salinity effects on growth, uptake and distribution of sodium and some essential mineral nutrient in sesame. Journal of Plant Nutrition 21(7): 1439-51.
46- Yasari, T., Shasavari, M.R., Barzegar, A.B., and Omidi, A.H. 2004. Study of growth stages and relation between it with seed yield in 10 genotypes of safflower. Journal Pajouhesh and Sazandegi in Agriculture and Horticulture 68: 75-83. (In Persian with English Summary)
47- Zavareh, M., Hoogenboom, G., Rahimian Mashhadi, H., and Arab, A. 2008. A decimal code to describe the growth stages of sesame (*Sesamum orientale* L.). International Journal of Plant Production 2(3): 193-206.
48- Zheng, N., Futang, C., Xinchun, S., and Yanaci, W. 1993. Path analysis of correlated characters on flower yield of safflower. Third International Safflower Conference Biging, China 582-588.