مجله دانش کشاورزی/ جلد 18 شماره 1/ سال 1387 / صفحه‌های 131-119

ارزيابي تحمل شوري كلريد سديم در ده ژنوتيپ گندم نان

سليمان محمدي[1]، نيراعظم خوش‌خلق‌سيما[2*]، اسلام مجيدي هروان[2]، قربان نور محمدي[3] و عباس سعيدي[4]

تاريخ پذيرش: 85/10/2

1- ايستگاه تحقيقات كشاورزي ميان‌دوآب

2- پژوهشكده بيوتكنولوژي كشاورزي كرج

3- دانشگاه آزاد اسلامي واحد علوم و تحقيقات تهران

4- بخش غلات مؤسسه تحقيقات، اصلاح و تهيه نهال و بذر كرج

*مسئول مكاتبه E-mail:nayer@mailcity.com

چكيده

عملكرد دانه مهمترين جزء قابل توجه در ارزيابي ژنوتيپ‌هاي گندم تحت شرايط شور مي‌باشد. به منظور بررسي اثرات تنش شوري بر روي عملكرد و اجزاي عملكرد دانه و تعيين آستانة تحمل به شوري تعداد 10 ژنوتيپ گندم نان(رقم الوند و 9 لاين پيشرفته) در يک آزمايش فاكتوريل با طرح پايه بلوك‌هاي كامل تصادفي در سه تكرار ارزيابي شدند. نتايج نشان داد كه در سطح 200 ميلي‌مولار كلريدسديم نسبت به تيمار شاهد، صفات رسيدگي فيزيولوژيك، ماده خشك كل، عملكرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد پنجه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملكرد دانه در ساقة اصلي و در پنجه به ترتيب 20%، 86%، 89%، 32%، 85%، 52%، 52%، 68% و 97% كاهش يافتند. بيشترين كاهش در بيوماس و عملكرد دانه در تيمار 200 ميلي‌مولار كلريد سديم مربوط به ژنوتيپ شماره 3 بود. ژنوتيپ شماره 12 با 78 % كاهش عملكرد دانه بر ساير ژنوتيپ‌ها برتري نشان داد. آستانة تحمل شوري در ژنوتيپ مذكور براي ماده خشك كل 10/7 و براي عملكرد دانه 8/2 ميلي‌زيمنس بر سانتي‌متر شد. رقم الوند توصيه شده در اراضي شور اقليم سرد، براي ماده خشك و عملكرد دانه داراي آستانة تحمل شوري بترتيب 5 و 6 ميلي‌زيمنس بر سانتي‌متر بود. ژنوتيپ 12 در سطح 200 ميلي‌مولار كلريد سديم كمترين شاخص حساسيت به تنش (0/87) و بالاترين شاخص تحمل به تنش (0/27) داشت. چنين استنباط مي‌شود كه عامل اصلي كاهش عملكرد دانه در ژنوتيپ‌هاي گندم تحت تنش شوري كاهش تعداد پنجه بوده است.

واژه هاي كليدي: آستانة تحمل شوري، اجزاي عملكرد دانه، شوری كلريد سديم، عملكرد دانه، گندم نان

Evaluation of Sodium Chloride Salt Tolerance of Ten Bread Wheat Genotypes

S Mohammadi[1], NA Khosh Kholgh Sima[2*], E Majidi Heravan[2], G Nour Mohammadi[3] and A Saidi[4]

[1]Agricultural Research Station of Miandoab, Miandoab, Iran
[2]Agricultural Biotechnology Research Institute, Karaj, Iran
[3]Islamic Azad University, Science and Research Unit, Tehran, Iran
[4]Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran
*Corresponding author: E-mail:nayer@mailcity.com

Abstract

Grain yield is one of the most important creteria in screening wheat genotypes for salinity conditions. In order to study the effects of NaCl induced stress on yield and yield components and to determine threshold salinity, an experiment with ten wheat genotypes (Alvand, and 9 advanced lines) was conducted in the glasshouse of Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran. Five levels of salinity (control, 50, 100, 150 and 200 mM NaCl) were imposed through irrigation. Reasults showed that 200 mM NaCl treatment decreased time to physiological maturity, plant height, number of tillers, number of kernel per main spike, 1000 kernel weight, biomass, total grain yield, tiller grain yield and main stem grain yield, 20%, 31%, 85%, 52%, 52%, 86%, 89%, 97% and 66%, respectivley as compared to control. The reduction in the number of tiller and tiller grain yield were the main cause of yield reduction. Genotype 3 had the lowest biomass and grain yield per plant in all salinity levels. Relative yield reduction and relative biomass yield of genotype 12 consistently was lower than the others in all salt levels. Salt tolerance threshold of genotype 12 for biomass (10.8 ms/cm) and grain yield (8.25 ms/cm) was higher than the others. Alvand variety that was recommended for salinity areas of cold regions, had salt tolerance threshold of 5 and 6 ms/cm, for biomass and grain yield, respectively. Genotype 12 had higher stress tolerance index (0.27) and less stress susceptibility index (0.87) than the other genotypes.

Key Words: Bread wheat genotypes, Grain yield, NaCl, Salt tolerance

مقدمه

درجة تحمل شوري يك گياه زراعي بايستي در مراحل مختلف رشد آن بررسي شود. كينگزبري و اپستين (1984) مشاهده كردند كه بين لاين‌هاي گندم و همچنين در يك لاين گندم در طول مراحل مختلف رشد از نظر تحمل شوري اختلاف وجود دارد. آن‌ها در بررسي 5000 ژنوتيپ گندم گزارش كردند كه بسياري از لاين‌هاي حساس در ابتداي دوره گياهچه‌اي از بين رفتند و لاين‌هاي متحمل داراي تعداد گياهچه‌هاي بيشتر با طول دوره رشد طولاني‌تر بودند (كينگزبري و اپستين 1984).

ايـن محققـان دريافتنـد كـه تـشخيص بـين لايـن متحمـل و حساس در تنش شوري پايين مشكل است. لاين‌هاي متحمل در سطوح بالاتر تنش شـوري مـادة خـشك بيـشتري توليـد كردنـد. افـزايش غلظـت شـوري باعـث كوتـاه شـدن سـيكل زي‌ستي و زودرسي گياه گرديـد و لايـن‌هـاي حـساس3-2 هفته زودتر از لاين‌هاي متحمل از بين رفتنـد (كينگـزبـري و اپستين 1984). شانون (1984) اظهار داشت كه 70% كاهش عملكرد دانه گندم در هدايت الكتريكـي 10 دسـي‌زيمـنس بـر متر اتفاق مي‌افتد. افـزايش غلظـت شـوري در مرحلـة رشـد رويشي يا قبل از ظهور سـنبلچه انتهـايي بـه‌طـور معنـي‌دار تعـداد پنجـه در گيـاه را مـي‌كاهـد (فرانكـويس و همكـاران 1994). برخي از محققان گزارش كرده‌اند عملكرد گندم نـان و دوروم در گلخانه در شرايط شور در مرحله اول به تعداد پنجه در گياه بستگي دارد (ماس و گريو 1990 و مك‌مـستر و همكاران 1994). تحت شـرايط كنتـرل شـده، سـهم سـاقة اصـلي در عملكـرد 35-25%، پنجـه‌هـاي اوليـه 65-58% و پنجـه‌هـاي ثانويـه 18-4% بـود. وقتـي شـوري از 8 بـه 10 دسي‌زيمنس بـر متـر رسـيد مـشاركت سـاقة اصـلي بـراي عملكرد افزايش يافت و عملكـرد پنجـه‌هـاي اوليـه تقريبـاً در شوري متوسط ثابـت بـاقي ماندنـد امـا در شـوري بـالا بـه شدت كاهش يافت، عملكرد پنجه‌هاي ثانويه كم بود يا اصـلاً عملكرد نداشتند. نتايج نشان داده است كه كاهش تعداد پنجه عامل اصلي كاهش عملكرد دانه در اراضي شور است (ماس و همكاران 1996). ماس و همكاران (1994) گزارش كردند كه تنش شوري بالا به طور معني‌داري تعداد پنجه را در هر دو لاين حساس و متحمل كاهش داد ولي ميـزان كـاهش در لاين حساس بيشتر از لاين متحمل بود. تحـت تـنش شـوري كاهش تعداد پنجه بيشتر از باروري آن بود. اشرف و اُلـري (1996) دريافتند كه با افزايش غلظت شـوري عملكـرد دانـه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد پنجـه در گيـاه گندم كاهش يافت و در لاين گندم متحمل به شـوري اجـزاي عملكرد و عملكرد دانه در مقايـسه بـا رقـم حـساس كـاهش كمتري را نشان داد.

در ارزيـابي تحمـل شـوري گياهـان معيارهـاي مختلف را در نظر مي‌گيرند. فرناندز (1992) شاخص تحمل تنش را پيشنهاد كرد تا براي شناسـايي ارقـام با عملكرد بالا در هر دو شراي‌ط تنش و بدون تـنش مورد اسـتفاده قـرار گيـرد. ايـن شـاخص بـراي هـر ژنوتيپ به صورت زير محاسبه مي‌شود:

$$\left(\frac{Yp}{\bar{Y}p}\right)\left(\frac{Ys}{\bar{Y}p}\right)=\frac{Yp.Ys}{(\bar{Y}p)^2} \qquad [1]$$

STI=

كه در آن Yp : عملكـرد ژنوتيـپ در محـيط بـدون تنش، Ys : عملكرد ژنوتيپ در محـيط تـنش، $\bar{Y}p$: ميانگين عملكـرد ژنوتيـپ‌هـا در محـيط بـدون تـنش و $\bar{Y}s$: ميانگين عملكرد ژنوتيپ‌ها در شرايط تنش.

در واقع شاخص تحمل بـه تـنش قـادر بـه تفكيـك ژنوتيپ‌هايي با پتانسيل عملكرد بالا مي‌باشد. هر قدر مقدار شاخص تحمل به تـنش بـراي يـك ژنوتيـپ در محيط تنش بيشتر باشد، پتانسيل عملكرد و تحمل به تنش آن بالاتر است. فيشر و مورر (1978) شـاخص حساسيت به تنش را براي ارزيـابي تحمـل بـه تـنش ژنوتيپ‌ها به صورت زير پيشنهاد كردند:

$$(\frac{\bar{Y}s}{\bar{Y}p})\ ;\ SSI = 1-(\frac{1-(\frac{Ys}{Yp})}{SI}) \qquad [2]$$

SI=

كه در آن SI معادل شدت تنش است. يكـي ديگر از معيارهاي ارزيابي تحمل شـوري در گياهـان زراعـي تعيـين آسـتانة تحمـل شـوري اسـت. تحمـل شوري عنوان تابع پيچيده از كاهش عملكرد بـه ازاي افزايش هـر واحـد شـوري بيـان مـي‌شـود (مـاس و هافمن 1977، وان جنوهاتن و هافمن 1984). تحمـل شوري را مي‌توان براساس دو پارامتر تعيـين نمـود. اول هدايت الكتريكي آستانه (ECe)، عبارت از سـطح شوري كه سـبب شـروع كـاهش معنـي‌دار در مقـدار

حداکثر عملکرد مورد انتظار (Y_{max}) می‌شود و دوم شیب کاهش (s) که درصد کاهش عملکرد به ازای افزایش هر واحد شوری است. عملکرد نسبی(Y) در هر شوری بالای آستانه می‌تواند به صورت زیر محاسبه شود:

$$Y = 100 - s\,(ECe - ECt) \qquad [3]$$

ECe و ECt به ترتیب هدایت الکتریکی خاک و هدایت لکتریکی آستانه برای گیاه مورد نظر است.

استیپوهن و وال (1997) گزارش کرده‌اند که عملکرد دانهٔ گندم با افزایش شوری به‌طور خطی کاهش یافت و کاهش عملکرد دانه از 2/5 دسی‌زیمنس بر متر شروع شد و در همهٔ لاین‌های مورد آزمایش قبل از اینکه هدایت الکتریکی به 4 دسی‌زیمنس بر متر برسد، عملکرد دانه 20 درصد تقلیل یافت. مطالعه دو سالهٔ فلاور و هانم (1980) بر روی لاین‌های گندم در اراضی شور نشان داد که متوسط EC آستانهٔ تحمل شوری در شرایط مزرعه 4/1 دسی‌زیمنس بر متر بود. ماس و هافمن (1977) در کل برای گندم EC آستانه را 6 دسی‌زیمنس بر متر و متوسط کاهش برای افزایش هر واحد شوری بعد از آستانهٔ تحمل شوری را 7/1 درصد گزارش کردند. هدف از این تحقیق تعیین آستانهٔ تحمل شوری عملکرد دانه و مادهٔ خشک تعداد ده ژنوتیپ گندم نان و شناسایی عوامل مؤثر بر عملکرد دانه تحت تنش شوری بود.

مواد و روش‌ها

در این بررسی تعداد 10 ژنوتیپ به مدت شش هفته در دمای 4 سانتی‌گراد ورنالیزه شدند و تعداد 10 عدد بذر در گلدان‌های 5 کیلوگرمی کاشته شده و پس از استقرار، تعداد گیاهچه‌ها به سه عدد رسانده شدند. ژنوتیپ‌ها در آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. ده ژنوتیپ گندم و پنج سطح شوری خاک صفر (شاهد)، 50، 100، 150، 200 میلی‌مولار کلرید سدیم با 7 میلی مول کلرید کلسیم تیمارهای آزمایش را تشکیل دادند. خاک مورد استفاده شنی لومی بود و برای تأمین عناصر غذایی از کود مایع فسامکو در طول آزمایش هفته‌ای یکبار به صورت محلول 5 در هزار همراه با تیمارهای شوری استفاده شد. آزمایش در شرایط گلخانه با رطوبت نسبی 60–50% و دمای 25- 18 درجه سانتی‌گراد در گلخانهٔ پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی کرج اجرا گردید. مدت روشنایی و تاریکی 16/8 ساعت در شبانه روز بود و تامین نور بصورت طبیعی و استفاده از نور تکمیلی صورت گرفت. مقدار آب بر اساس داشتن حداقل70 –60% رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای خاک، به صورت وزنی و رعایت 25% آب بیشتر برای زه‌کشی انجام گرفت. در هر بار تهیه محلول غذایی هدایت الکتریکی آب اندازه‌گیری و هفته‌ای یکبار هدایت الکتریکی زه‌آب نیز کنترل شد. به منظور جلوگیری از وارد آمدن شوک به گیاه و رساندن EC خاک به حد EC مورد نظر، تیمارهای شوری به صورت 25% افزایش در روز اعمال گردید. آزمایش تا مرحله رسیدگی ادامه یافت و در طول آزمایش زمان رسیدگی فیزیولوژیکی ثبت گردید. پس از برداشت هر ژنوتیپ در هر تیمار، ماده خشک کل، عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد پنجه در بوته، دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه ساقهٔ اصلی و پنجه و شاخص برداشت مشخص شده و آستانهٔ (ECt) و شیب کاهش عملکرد (s) از رابطه [3] بدست آمد.

شاخص تحمل به تنش از روابط [1] و [2] محاسبه شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از برنامه آماری MSTATC و مقایسهٔ میانگین‌ها به روش LSD انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر صفات زمان رسیدگی فیزولوژیک، ارتفاع بوته، تعداد پنجه، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله،

جدول **1**- تجزيه واريانس صفات مورد مطالعة ژنوتيپ‌هاي گندم در سطوح مختلف شوري

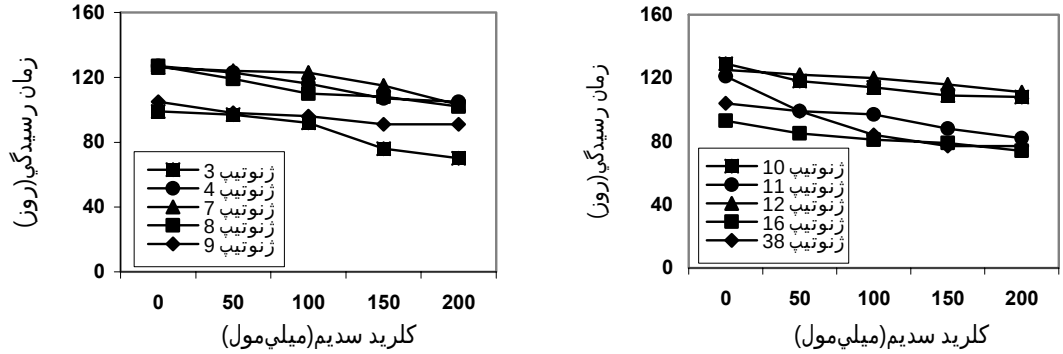
منابع تغيير	درجه آزادي	وزن هزاردانه	عملكرد پنجه	عملكرد دانه	ماده خشك كل	تعداد دانه در سنبله	تعداد پنجه	ارتفاع بوته	روز تا رسيدن
تكرار	**2**	**20**$^{n.s}$	**1/02***	**0/94****	**8/5****	**23/2**$^{n.s}$	**0/24**$^{n.s}$	**84****	**260****
ژنوتيپ	**9**	**241****	**6/75****	**7/8****	**138/3****	**461/2****	**16/4****	**1284****	**164****
شوري	**4**	**1810****	**66/2****	**102/1****	**697/3****	**1671****	**96/2****	**2162****	**2557****
ژنوتيپ * شوري	**36**	**36****	**0/66****	**0/82****	**9/9****	**47/2****	**0/81****	**47/2****	**53****
خطاي آزمايش	**98**	**9/5**	**0/30**	**0/19**	**1/5**	**14/4**	**0/42**	**20**	**14/8**
ضريب تغييرات	-	**11/8**	**28/5**	**15/21**	**14/58**	**13/4**	**22**	**7/87**	**3/74**

ns ،* و ** به ترتيب غيرمعني‌دار و معني‌دار در سطح احتمال **5**% و **1**%

عملكرد دانه ساقه اصلي، عملكرد دانه پنجه، نسبت عملكرد ساقه اصلي به عملكرد كل، مادة خشك تك بوته، عملكرد دانه تك بوته و وزن هزار دانه بين ژنوتيپ‌ها اختلاف معني‌دار در سطح احتمال 1% وجود داشت. سطوح شوري بر روي كلية صفات مورد بررسي اثر بسيار معني‌دار گذاشت. اثر متقابل بين سطوح شوري و ژنوتيپ نيز براي كليه صفات معني‌دار شد (جدول1).

زمان رسيدگي فيزيولوژيكي

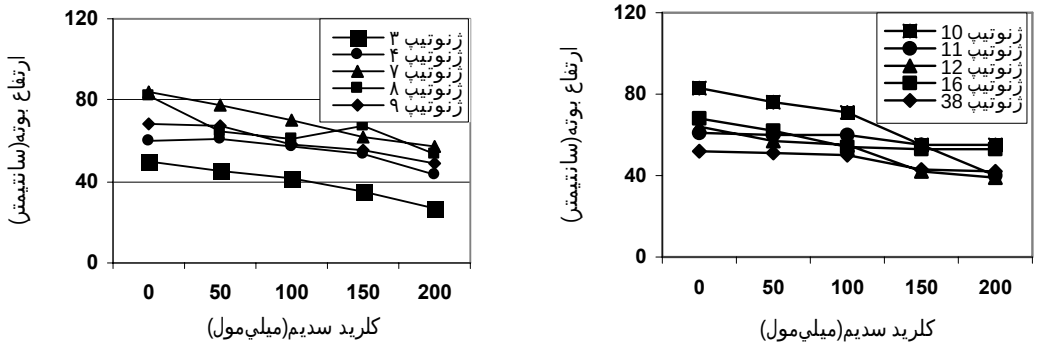
زمان رسيدگي كه از مراحل فنولوژيكي مهم گياه است تحت تاثير شوري قرار گرفت و با افزايش شوري روند كاهشي نشان داد. كاهش در تيمار 200 ميلي‌مولار كلريد سديم براي صفت مذكور به ميزان 23 روز نسبت به تيمار شاهد بود،. در سطح شوري ذكر شده ژنوتيپ‌هاي 3 و 12 به ترتيب با 70 و 111 روز طول دورة رشد زودرس‌ترين و دير رس‌ترين ژنوتيپ بودند (شكل 1). چنين بنظر مي‌رسد كه تنش شوري ، در مقايسه با محيط مطلوب، دوره رشد گياه را كوتاه كرده و چرخه زيستي آن را زودتر به پايان مي‌رساند. ژنوتيپ3 بعلت زودرسي از همة ژنوتيپ‌ها ازلحاظ عملكرد دانه حساس‌تر بوده است. كينگزبري و اپستين (1984) در بررسي 5000 ژنوتيپ گندم گزارش كردند كه بسياري از لاين‌هاي حساس به شوري در ابتداي دوره گياهچه‌اي از بين رفتند. لاين‌هاي متحمل به شوري تعداد گياهچه‌هاي بيشتر و با دوره رشد طولاني‌تر داشتند و لاين‌هاي حساس3-2 هفته زودتر از لاين‌هاي متحمل از بين رفتند. بلام و پنول (1990) در بررسي ارقام مختلف گندم تحت شرايط رطوبت متغير خاك دريافتند كه زودرسي با تنظيم اسمزي همراه بوده است و نوع تنش خشكي در خلال دوره رشد و نمو سنبله همراه با ظرفيت بالاتر تنظيم اسمزي موجب گرديد كه گياهان به مدت بيشتري تحت شرايط تنش قرار گيرند و ارقام پر محصول سنبله‌هاي نسبتاً بزرگتري را توليد كنند.



شکل **1**- اثرات سطوح مختلف شوري بر زمان رسيدگي در ده ژنوتيپ گندم

ارتفاع بوته

ارتفاع ساقة اصلي ژنوتيپ‌ها با افزايش شوري محيط رشد كاهش نشان داد (شكل2). در تيمار بدون شوري بيشترين ارتفاع مربوط به ژنوتيپ‌هاي 7 و 38 بود. افزايش غلظت شوري كاهش معني‌دار ارتفاع بوته را در همه ژنوتيپ‌ها باعث گرديد. در بالاترين سطح شوري بيشترين كاهش ارتفاع نسبت به تيمار شاهد به ژنوتيپ 3 (46%) و كمترين كاهش به ژنوتيپ 38 (19%) تعلق داشت (شكل2). ظاهراً تنش شوري از طريق كاهش تكثير سلولي و كاهش مدت تجمع مادة خشك باعث كوتاه شدن ميانگره‌ها شده و ارتفاع بوته را كاهش داده است. سي‌وسه مرده (1377) گزارش كرد كه ارتفاع بوته‌هاي ارقام گندم شعله، طبسي و اينيا تحت تنش شوري كاهش يافت و در رقم حساس اينيا شيب كاهش بيشتر از دو رقم ديگر بود.

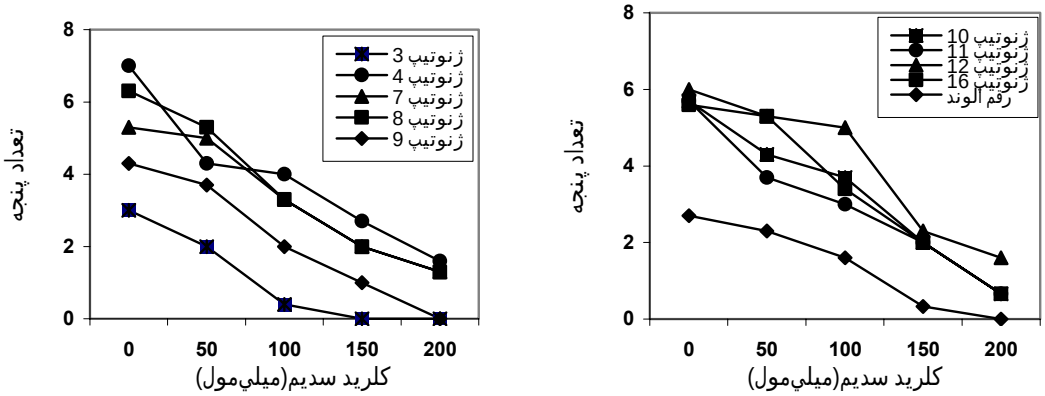


شکل **2**- اثرات سطوح مختلف شوري بر ارتفاع بوته در ده ژنوتيپ گندم

تعداد پنجه در بوته

نتايج نشان داد كه تعداد پنجه در سطوح 50، 100، 150 و 200 ميلي‌مولار كلريد سديم به ترتيب 20%، 41%، 68% و85% نسبت به تيمار بدون شوري كاهش داشته است. كمترين تعداد پنجه در بوته به ژنوتيپ 3 تعلق داشت. در آخرين سطح شوري ژنوتيپ‌هاي 3، 9 و 38 (الوند) پنجه توليد نكردند درصورتي‌كه ژنوتيپ‌هايي مانند 7 و 12 به‌طور ميانگين به ترتيپ 1/55 و 1/66 پنجه در بوته توليد كردند(شكل3). احتمالاً تنش شوري از طريق كاهش طول دورة پنجه‌دهي، به‌دليل

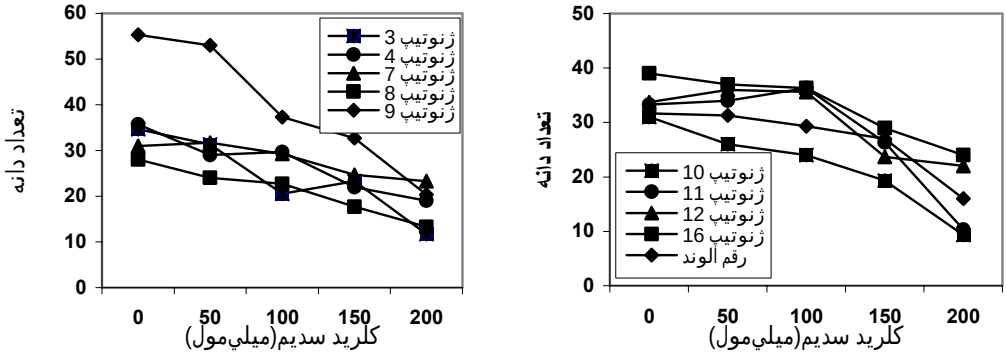
طي شدن سريع مراحل فنولوژي، كاهش يا از بين بردن مريستم‌هاي مولد پنجه موجب كاهش تعداد پنجه شده است. كاهش تعداد پنجه در شوري بالا به‌وسيله برخی از محققان گزارش شده است (ماس و گريو 1990 و اشرف و اُلري 1996). همچنين تاثير شوري روي تعداد پنجه شديدتر از تاثير آن بر روي تعداد دانه گزارش شده است (ماس و همكاران 1994).



شكل **3**- منحني اثرات سطوح مختلف شوري بر تعداد پنجة در ده ژنوتيپ گندم

تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه

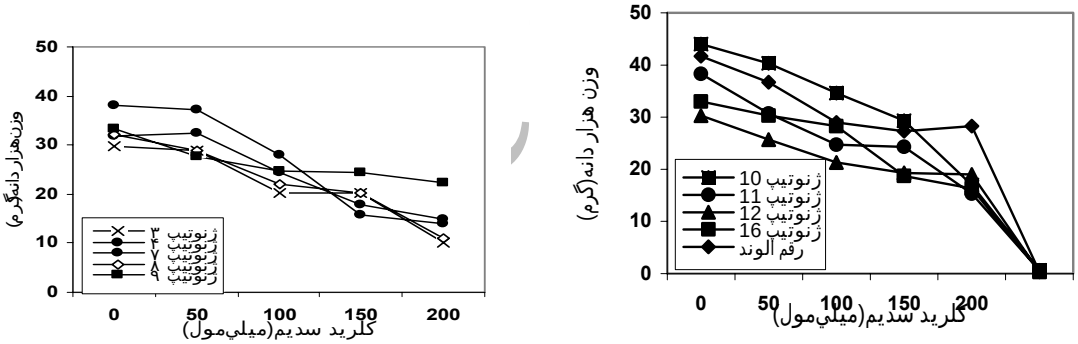
با افزايش تنش شوري تعداد دانه در سنبله كاهش يافت. تعداد دانه در سنبله در تيمار شاهد 35 عدد، در 100 ميلي‌مولار كلريدسديم 30/7 عدد (13% كاهش) و در 200 ميلي‌مولار كلريدسديم 17/2 عدد (51%) بود. ژنوتيپ‌هاي 4، 12 و 38 (الوند) در سطوح مختلف شوري از نظر تعداد دانه در سنبلة اصلي از پايداري مناسب‌تري نسبت به ساير ژنوتيپ‌ها برخوردار بودند (شكل 4).



شكل **4**- اثرات سطوح مختلف شوري بر تعداد دانة در سنبلة اصلي در ده ژنوتيپ گندم

تنش شوري بالا ممكن است با ايجاد تنش اسمزي در دورة لقاح باعث كاهش تعداد تخمدان براي باروري و عقيمي دانه‌هاي گرده، به‌دليل افزايش اسيد ابسيزيك و عقيم شدن گلچه‌ها و سقط دانه‌ها شده است. همچنين اثرات سميت ناشي از يون سديم و كلر در بافت‌هاي هوايي مي‌تواند باروري گلچه‌ها را كاهش دهد و موجب سقط دانه‌ها شود. گزارش شده است (ماس و همكاران 1994) كه شرايط محيطي نامطلوب نظير دماي بالا، طول روز كوتاه، تنش آب و شوري تعداد گلچه و تشكيل دانه در سنبلچه را كاهش مي‌دهد. در سطوح شوري بالا در همه ژنوتيپ‌ها كاهش معني‌دار در تعداد دانه در سنبله وجود داشت. كاهش تعداد دانه در غلظت‌هاي بالاي شوري توسط اشرف و ألري (1996) و اشرف و كانوم (1997) نيز گزارش شده است.

وزن هزار دانه در كلية ژنوتيپ‌ها تحت تأثير افزايش غلظت شوري محيط رشد گياه قرار گرفت. اين صفت در سطح 200 ميلي مول كلريدسديم نسبت به شاهد ، 54% كاهش يافت. ژنوتيپ‌هاي 3، 12 و 38 (الوند) در سطح شاهد به ترتيب داراي وزن هزار دانه 29/7، 30 و 41/7 گرم بودند. در سطح شوري 200 ميلي‌مولار وزن دانه به ترتيب 10 گرم 16/7 و 28/3 گرم به دست آمد (شكل5). كاهش وزن دانه احتمالاً به دليل كاهش طول دوره پرشدن دانه، كاهش سطح فتوسنتز كننده، كاهش طول مدت فعال فتوسنتزي برگ و كاهش انتقال مواد ذخيره‌اي در ميانگره به دانه بوده است.

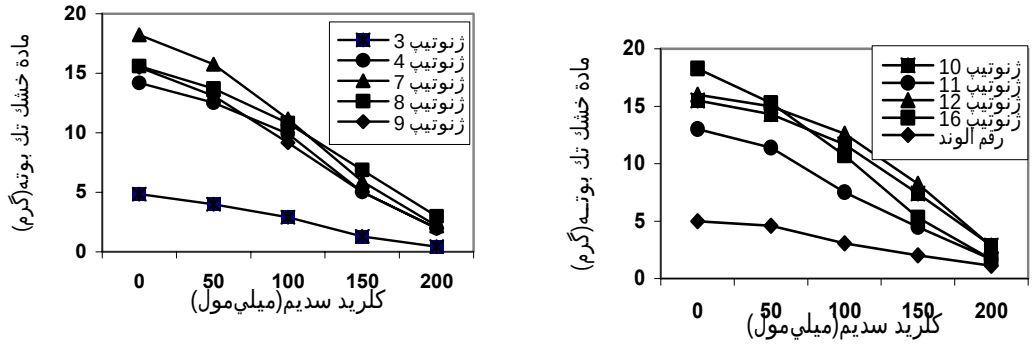


شكل **5**- اثرات سطوح مختلف شوري بر وزن هزار دانة در ده ژنوتيپ گندم

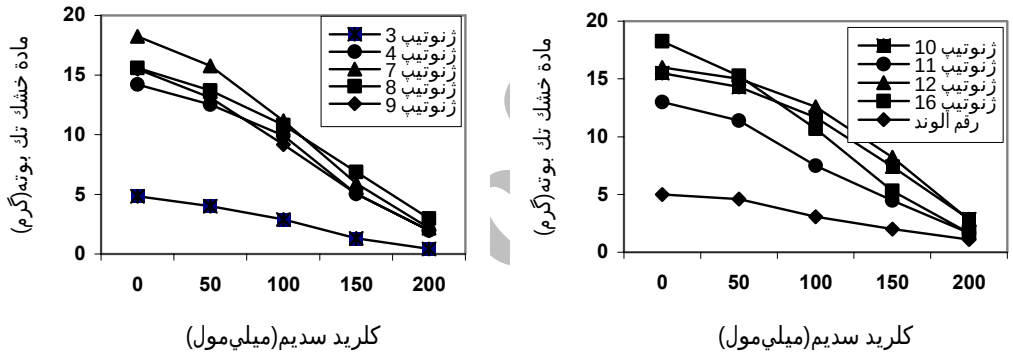
مادةخشك كل و عملكرد دانه

شوري 200 ميلي مولار كلريد سديم در مقايسه با شاهد، مادةخشك كل و عملكرد دانه را به ترتيب 83% و 79% كاهش داد. ژنوتيپ‌هاي 3 و 16 حساس‌ترين ژنوتيپ از نظر توليد مادة خشك بودند (شكل 6).

عملكرد دانه تحت تاثير افزايش شوري ناحيه ريشه قرار گرفت . ژنوتيپ‌هاي 3، 12 و 38 (الوند) در سطح 200 ميلي‌مولار كلريد سديم نسبت به شاهد به ترتيب 97%، 78% و 85% كاهش داشتند. ژنوتيپ 3 به طور نسبي حساسترين ژنوتيپ بود، (شكل 7).

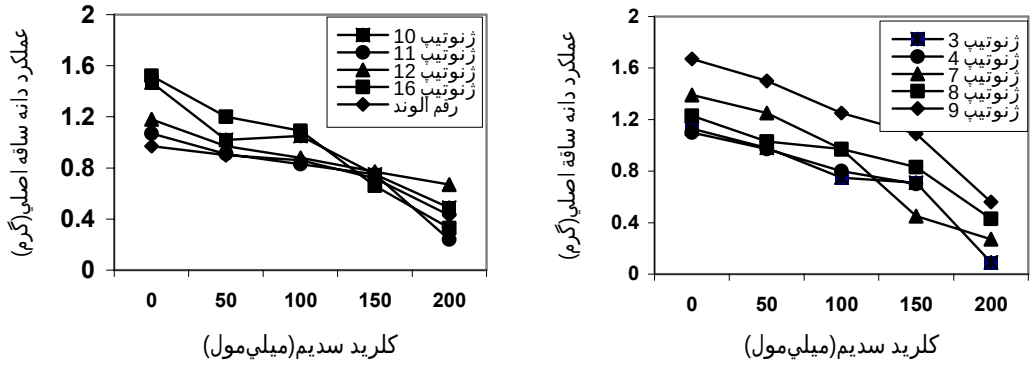


شكل 6- اثرات سطوح مختلف شوري بر مادة خشك در ده ژنوتيپ گندم

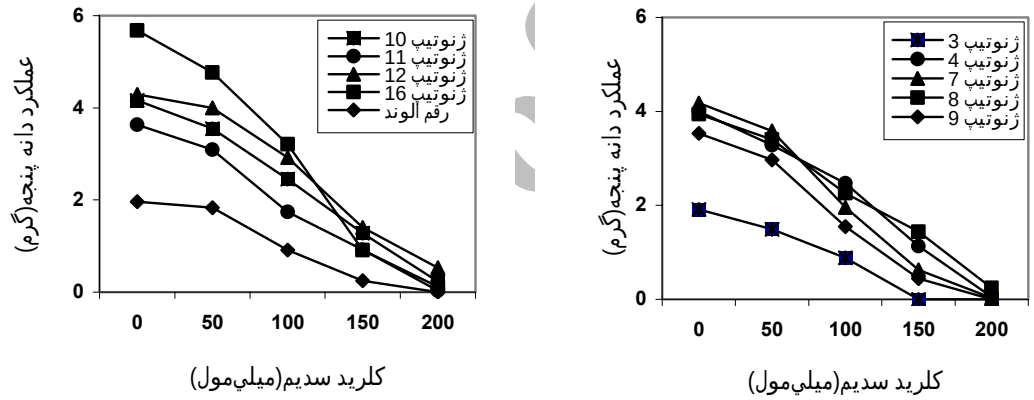


شكل 7- اثرات سطوح مختلف شوري بر عملكرد دانة در ده ژنوتيپ گندم

توليد ماده خشك در غلظت‌هاي بالا از كاهش بيشتري برخوردار بود. ژنوتيپ‌هاي 10 و 12 در سطوح شوري بالا در مقايسه با ساير ژنوتيپ‌ها كاهش ماده خشك كمتري نشان دادند كه مي تواند به دليل حفظ توليد تعداد پنجه و ماده خشك ساقه اصلي باشد. كاهش تعداد پنجه و عملكرد دانه در پنجه‌ها در اغلب ژنوتيپ‌ها از سطح 100 ميلي‌مولار كلريدسديم به بعد بيشتر بود، درصورتي كه چنين كاهشي در عملكرد دانة ساقه اصلي مشاهده نشد (شكل 8). در ژنوتيپ‌هاي 3، 7، 9، 11، 16 و 38 عملكرد دانة وابستگي بيشتري به عملكرد دانة ساقه اصلي داشت (شكل8). نتايج نشان داد كه كاهش عملكرد دانه عمدتاً ناشي از كاهش عملكرد دانة پنجه بوده است. هر يك از ژنوتيپ‌ها كه از عملكرد دانه بالاتري برخوردار بوده، عملكرد دانه پنجه را نيز در شرايط شور بيشتر حفظ نموده است(شكل9).



شکل **8**- اثرات سطوح مختلف شوري بر عملکرد دانة ساقة اصلي در ده ژنوتيپ گندم



شکل **9**- اثرات سطوح مختلف شوري بر عملکرد دانة پنجه در ده ژنوتيپ گندم

جدول 2 ارزيابي ژنوتيپ‌ها را با استفاده از شاخص تحمل به تنش نشان مي‌دهد، ژنوتيپ 12 در آخرين سطح شوري بر ساير ژنوتيپ‌ها برتري نشان داد. در بررسي ژنوتيپ‌ها با شاخص حساسيت به تنش ژنوتيپ‌هاي 3 و 12 در سطح 200 ميلي‌مولار كلريدسديم با 1/09 و 87/. بيشترين و كمترين مقدار شاخص حساسيت به تنش را دارا بودند، (جدول 2). تاري‌نژاد و همكاران (1377) گزارش كردند كه شاخص تحمل به تنش نشان دهندة تحمل نسبي تنش و پتانسيل عملكرد بيشتر است و در غربال كردن ژنوتيپ‌هاي پر محصول و پايدار مؤثرتر از ساير شاخص‌ها بود. بهاري و همكاران (1381) در ارزيابي ژنوتيپ‌هاي گندم نان به تنش خشكي با استفاده از شاخص حساسيت به تنش گزارش كردند كه يكي از ژنوتيپ‌ها با شاخص حساسيت به تنش 0/711 و عملكرد 4/789 تن در هكتار بيشترين تحمل به تنش را نشان داد.

ژنوتيپ‌هاي گندم از نظر شيب كاهش و آستانة تحمل شوري با همديگر اختلاف معني‌دار نشان دادند. در تيمار 200 ميلي‌مولار كلريدسديم كمترين آستانة تحمل شوري براي ماده‌خشك و عملكرد دانه در شوري 5/25 و 6/25 ميلي‌زيمنس بر سانتي‌متر مربوط به ژنوتيپ 3 بود.

آستانة تحمل شوري ژنوتيپ 12 براي ماده خشك كل در شوري 10/75 و براي عملكرد دانه در شوري 8/2 ميلي‌زيمنس بر سانتي‌متر بود (جدول3).

نتيجه‌گيري

از بررسي صفات مورد مطالعه چنين استنباط مي‌شود كه در ژنوتيپ‌هاي حساس مانند ژنوتيپ 3 و الوند در شوري بالا به‌دليل اثرات اسمزي ناشي از حضور يون‌ها در ناحية ريشه و افزايش يون‌هاي سديم و كلر در اندام‌هاي هوايي، اثرات اسمزي، به هم خوردن تعادل عناصر غذايي، تعداد پنجه، اجزاي عملكرد و عملكرد دانه كاهش يافته‌است. ژنوتيپ‌هاي متحمل مانند ژنوتيپ 12 به‌دليل خنثي كردن بخشي از اثرات مخرب شوري از طريق سازوكارهاي تحمل شوري، توانايي بقاء و رشد در شرايط شور را داشته است و بنابراين، تعداد پنجه، اجزاي عملكرد و عملكرد دانه آن كاهش كمتري نشان داده است.

جدول 2- مقايسة تحمل به شوري ژنوتيپ‌هاي گندم با استفاده از شاخص تحمل به تنش (**STI**) و حساسيت به تنش (**SSI**) در شوري **200** ميلي‌مولار كلريد سديم

ژنوتيپ	عملكرد ژنوتيپ در محيط تنش‌زا (گرم در بوته)	عملكرد ژنوتيپ در محيط عادي (گرم دربوته)	**STI**	**SSI**
3	**0/09**	**3/04**	**0/01**	**1/09**
4	**0/67**	**5/1**	**0/14**	**0/97**
7	**0/3**	**5/57**	**0/07**	**1/06**
8	**0/67**	**5/17**	**0/14**	**0/98**
9	**0/56**	**5/2**	**0/12**	**1**
10	**0/72**	**5/63**	**0/16**	**0/95**
11	**0/27**	**4/7**	**0/05**	**1/07**
12	**1/2**	**5/47**	**0/26**	**0/87**
16	**0/45**	**7/2**	**0/13**	**1/01**
38 (رقم‌الوند)	**0/43**	**2/93**	**0/05**	**0/96**

جدول 3- آستانة تحمل شوري(**ECt**)، شيب كاهش(**s**) و ضريب تبيين ژنوتيپ‌هاي گندم براي مادة خشك و عملكرد دانه

ژنوتيپ	مادة خشك			عملكرد دانه		
	ضريب‌تبيين (R^2)	**ECT** (ميلي‌زيمنس بر سانتيمتر)	**S**	ضريب‌تبيين (R^2)	**ECT** (ميلي‌زيمنس بر سانتيمتر)	**S**
3	**/97**	**5/25**	**4/75**	**/97**	**6/25**	**5/3**
4	**/88**	**9**	**5/5**	**/97**	**7/75**	**5/1**
7	**/90**	**6/75**	**4/9**	**/96**	**5**	**4/7**
8	**/90**	**9**	**5**	**/96**	**7/5**	**4/8**
9	**/95**	**6**	**4/7**	**/93**	**5**	**4/3**
10	**/93**	**9/75**	**5/5**	**/96**	**6**	**4/5**
11	**/93**	**5/5**	**4/6**	**/87**	**6**	**4/9**
12	**/83**	**10/75**	**5/74**	**/97**	**8/25**	**4/75**
16	**/93**	**6/5**	**5**	**/93**	**6/75**	**5/4**
38	**/88**	**5**	**4**	**/93**	**6**	**4/6**

منابع مورد استفاده

سي‌وسه مرده ع، 1377. اثر تنش شوري بر تغييرات محتواي يوني اندام‌هاي گياه در مراحل مختلف رشد سه رقم گندم. پايان‌نامة كارشناسي ارشد. دانشكدة كشاورزي دانشگاه تهران.

بهاري م، خادمي ك و دانشور م، 1381. ارزيابي ژنوتيپ‌هاي مختلف گندم نسبت به تنش رطوبت. خلاصه مقالات هفتمين كنگره زراعت و اصلاح نباتات ايران. بابلسر. ص410.

تاري‌نژاد آ، مقدم م، شكيبا م ر، كاظمي ح و موسوي صدر م، 1377. ارزيابي واكنش توده‌هاي بومي گندم پاييزه به شرايط آبي و تنش كمبود آب. خلاصه مقالات پنجمين كنگره زراعت و اصلاح نباتات .ايران. كرج. ص 656.

Ashraf M and O'Leary JW, 1996. Response of some newly developed salt-tolerance genotypes of spring wheat to salt stress. Yield components and ion distribution. Agron and Crop Sci 176:91-101.

Ashraf M and Khanum A,1997. Relationship between ion accumulation and growth in two spring wheat lines differeing in salt tolerance at different growth stages. Agron and Crop Sci 178: 39-51.

Blum A and Pnul Y, 1990. Physiological attributes associated with drought resistance wheat cultivars in Meditrranea environment. of stress environments. Aust J Agric Res 41: 799-810.

Fernandez GCJ, 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Pp. 259-270. In: Kuo GA (ed). Proc of Symp. Taiwan Byc VRDC

Fischer AA and Maurer R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I . Grain yield response . Aust J Agric Res 29: 894-912.

Flower DB and Hanm JW, 1980. Crop response to saline soil conditions in the Parkland area of Saskatchewan. Can J Soil Sci 60: 439-449.

Francois LE Grieve CM Mass EV and Lesch SM, 1994. Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. Agron J 86: 100-107.

Grieve CM Lesch SM Mass EV and Francois LE, 1993. Leaf and spiklet primordia initiation in salt stressed wheat. Crop Sci 33: 1286-1294.

Kingsbury RW and Epstein E, 1984. Selection for salt resistant spring wheat. Crop Sci 24:310-315.

Mass EV and Hoffman CJ, 1977. Crop salt-tolerance. Current Assessment. J Irrig Drain Div. ASCE 103: 115-134.

Mass EV and Grieve CM, 1990. Spike and leaf development in salt stressed wheat. Crop Sci 30: 1309-1313.

Mass EV Lesch SM Francois LE and Grieve CM, 1994. Tiller development in salt stressed wheat. Crop Sci 34: 14.

Mass EV Lesch SM Francois LE and Grieve CM, 1996. Contribution of individual culms to yield of salt stressed wheat. Crop Sci 36: 142-149.

McMaster GS Wilhelm WW and Bartliny PNS, 1994. Irrigation and culm contribution to yield and yield components of winter wheat. Agron J 87: 1123-1127.

Shannon MC, 1984. Breeding, selection and genetics for salt-tolerance. pp. 213-250. In: Staples RC and Toenniessen GH. (eds.), salinity tolerance in plants. John Wiley and Sons. Wiley, New York. NY.

Steppuhn H and Wall KG, 1997.Grain yield from Canadian spring wheats grown in saline rooting media. Can J Plant Sci 77: 63-68.

Van Genuehten MTH and Hoffman GJ, 1987. Analysis of crop salt tolerance data . Pp. 258-271. In Shainberg I and Shalhevte J (eds). Soil salinity under irrigation- Process and Management. Springer-Verlag, New York.