

اثر تنش شوری بر عملکرد و برخی صفات زراعی و فیزیولوژیک دو هیبرید ذرت در منطقه کرمان

محدثه شمس‌الدین سعید^۱ و حسن فرحبخش^۲

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان (hfarahbakhsh@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: 88/3/25

تاریخ دریافت: 86/1/18

چکیده

به منظور مطالعه اثر تنش شوری بر رشد و عملکرد دو هیبرید ذرت، آزمایشی در سال 1384 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل دو هیبرید ذرت (سینگل کراس 647 و تری وی کراس 647) و چهار سطح شوری 4، 6، 8 و 10 (نمک کلرید سدیم و کلسیم با نسبت 2:1) بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده (ارتفاع ساقه، تعداد برگ، سطح برگ، وزن خشک و میزان کلروفیل) نشان داد که این صفات تحت تاثیر سطوح مختلف شوری اختلاف معنی‌داری را داشتند، به طوری که بالاترین مقدار هر یک از این صفات در تیمار شاهد و پایین‌ترین مقدار آن در تیمار حداکثر تنش شوری مشاهده شد. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به عملکرد، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد کل دانه در بلال و وزن هزار دانه نیز نشان داد که غلظت‌های مختلف نمک صفات مذکور را بنحو بسیار معنی‌داری تحت تاثیر قرار دادند. مقایسه میانگین‌های صفات مذکور نشان داد که بالاترین مقدار هر یک از این صفات در تیمار شاهد و کمترین آنها در تیمار تنش شدید بوده است. همچنین تنش شوری بر شاخص برداشت تاثیر معنی‌داری داشت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از اثر غیر معنی‌دار هیبرید بر روی اکثر صفات اندازه‌گیری شده بود. همچنین اثر متقابل شوری × هیبرید در مورد هیچ یک از صفات رویشی و زایشی معنی‌دار نشد.

کلید واژه‌ها: ذرت، شوری، رشد، عملکرد و اجزای عملکرد

مقدمه

ایجاد مسمومیت توسط برخی یون‌های سمی، فعالیت کم عناصر غذایی ضروری، نسبت زیاد Cl^-/NO_3^- و Mg^{2+}/Ca^{2+} ، Na^+/Ca^{2+} ، Na^+/K^+ در گیاه، ناهنجاری‌های تغذیه‌ای، کاهش رشد و کیفیت محصول اشاره نمود (14). آستانه کاهش محصول در اثر شوری در گیاهان ذرت، گندم، جو، پنبه و چغندر قند به ترتیب 1/7، 6، 8، 7/7 و 7 دسی‌زیمنس بر متر گزارش شده است (24).

شوری در بسیاری از مناطق کشاورزی دنیا از عوامل محدودکننده تولیدات کشاورزی به شمار می‌آید. حدود 30-50% از اراضی فاریاب دنیا تحت تاثیر شوری قرار دارد و در ایران حدود 50 درصد از اراضی تحت کشت با مشکل شوری مواجه می‌باشند (13). در محیط شور به دلیل شرایط خاص شیمیایی و بالا بودن غلظت برخی عناصر نظیر سدیم و کلر قابلیت استفاده و جذب عناصر غذایی گیاه تحت تاثیر قرار می‌گیرد. از مهمترین آثار شوری می‌توان به کاهش آب قابل استفاده گیاه،

26)، گندم (3، 4، 7 و 8)، جو (5)، برنج (20، 21 و 28)، سورگوم (19) و کنجد (23) می شود. یکی دیگر از اثرات مضر افزایش شوری، تسریع در پیری برگ می باشد. پیری برگ در نتیجه کاهش محتوای کلروفیل تحت تاثیر تنش شوری است (16، 17 و 19). کایا و همکاران⁵ (16 و 17) دریافتند که شوری غلظت کلروفیل را کاهش می دهد. لوتس⁶ (22) در آزمایشی روی بوته های برنج دریافت که کاهش غلظت کلروفیل در اثر شوری در برگ های پیر بیشتر می باشد. کومار و همکاران⁷ (18) نیز گزارش کردند که در ارقام مقاومتر، کلروفیل کمتر تجزیه می گردد. همچنین انفراد و همکاران (2) در مقایسه 18 رقم کلزا، عدم واکنش کلروفیل a و b را در بعضی از ارقام، ناشی از مقاومت متابولیکی گیاه در برابر شوری ارزیابی کردند. لاسردا و همکاران⁸ (19) اظهار داشت که افزایش پیری برگ برای ژنوتیپ های حساستر بیشتر می باشد و احتمالاً به عدم تعادل هورمونی مربوط می شود.

با توجه به اینکه مشکل شوری آب و خاک در بیشتر مزارع کرمان وجود دارد و همچنین ذرت یکی از کشت های اصلی در این منطقه می باشد، این مطالعه به منظور بررسی اثر تنش شوری بر عملکرد و برخی صفات زراعی و فیزیولوژیکی دو هیبرید ذرت در این منطقه انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال 1384 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان در یک خاک لومی رسی انجام گرفت. کشت گیاهان در کرت هایی با ابعاد 1×1 متر و ارتفاع 0/75 متر که بوسیله بلوک های سیمانی ساخته شده بود، انجام شد. برای جلوگیری از تجمع آب در انتهای کرت ها

هوفمن و همکاران¹ (13) گزارش نمودند شوری 3/7 دسی زیمنس بر متر باعث کاهش عملکرد ذرت نشد، اما به ازای هر واحد افزایش بیشتر شوری عملکرد دانه 14% کاهش یافت. آنها علت کاهش عملکرد را کاهش در تراکم بوته و جرم دانه گزارش نمودند. ماس و گریو² (25) اظهار داشتند که تنش شوری در ظرفیت نهایی دانه تغییراتی را ایجاد می کند، بطوری که باعث کاهش معنی داری در طول بلال، تعداد بلال و نیز تعداد دانه در بلال می گردد و همچنین تنش شوری از تعداد نهایی برگ بر روی ساقه اصلی کاسته و دوره رشد رویشی ساقه را کوتاه می نماید. راجهار و پال³ (26) در آزمایش مزرعه ای روی 5 رقم ذرت با مقادیر مختلف شوری گزارش کردند که طول بلال، وزن هزار دانه، عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه کاهش یافت. همچنین دهقان و نادری (6) در ارزیابی تحمل به شوری ارقام ذرت گزارش نمودند که با افزایش شوری از 2 به 8 دسی زیمنس بر متر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، درصد باروری بلال و درصد بوته های دارای بلال کاهش یافت. این محققین همچنین گزارش نمودند هیبرید سینگل کراس 704 و 711 از مقاومت بیشتری در برابر شوری برخوردار است.

مهمترین تاثیر شوری اختلال در رشد گیاهان می باشد. عبود⁴ (11) گزارش نمود که شوری در ذرت سرعت رشد گیاه را کاهش داده و ظهور گل های نر و ماده را به تاخیر می اندازد. همچنین کافی و استوارت (9) دریافتند که شوری باعث کاهش سطح فتوسنتز کننده ذرت و در نتیجه کاهش عملکرد گردید. بنا بر گزارش های موجود، شوری سبب کاهش وزن خشک ساقه، ریشه و برگ، تعداد برگ، سطح برگ و طول ساقه در ذرت (12، 25 و

4- Kaya et al.

5- Lutts

6- Kummar et al.

7- Lacerda et al.

1- Hoffman et al.

2- Mass & Grive

3- Raghar & Pal

4- Abood

آبیاری از آب مقطر استفاده گردید. در انتهای لوله خروجی از هر کرت سطحی قرار داده شد تا امکان باز گرداندن زه آب کرت به درون کرت فراهم شود. در طول دوره رشد، رشد گیاه بر پایه ارتفاع گیاه، سطح برگ، تعداد برگ و وزن خشک تک بوته از یک هفته بعد از اعمال تیمار تا پایان رسیدگی (از 15 تیر ماه تا 30 شهریور در فواصل دو هفته) در چند نوبت ارزیابی گردید. ارتفاع گیاه با استفاده از متر از محل طوقه تا زیر آخرین برگ بر حسب سانتیمتر اندازه گیری شد. جهت تعیین سطح برگ از رابطه (1) استفاده گردید.

$$LA = W \times L \times 0.75 \quad (1)$$

که در این رابطه LA سطح برگ، W عرض برگ و L طول برگ می باشد. برای تعیین وزن خشک (عملکرد بیولوژیک) بر حسب گرم، کلیه اندام های هوایی گیاه در حرارت 75 درجه سانتی گراد به مدت 48 ساعت خشک و سپس با تراوزی دیجیتالی به دقت 0/001 توزین گردیدند. غلظت کلروفیل جوانترین برگ توسعه یافته با استفاده از دستگاه کلروفیل متر (مدل CCM-200) اندازه گیری شد. لازم به ذکر است قرائت های حاصله جهت روند تغییرات غلظت کلروفیل مورد استفاده قرار گرفتند. داده های حاصل از نمونه برداری های مختلف با استفاده از طرح فاکتوریل - اسپلیت (جهت بررسی اثر زمان نمونه برداری) مورد تجزیه آماری قرار گرفتند.

شاخص برداشت (HI) نیز از نسبت عملکرد اقتصادی (EY) به عملکرد بیولوژیک (BY) و از رابطه (2) محاسبه گردید.

$$HI = (EY/BY) \times 100 \quad (2)$$

در پایان مرحله رسیدگی فیزیولوژیک یک ردیف از هر کرت (6 بوته) برداشت گردید و عملکرد و اجزای عملکرد بر اساس میانگین تک بوته محاسبه شدند. داده های اخیر با استفاده از آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه آماری

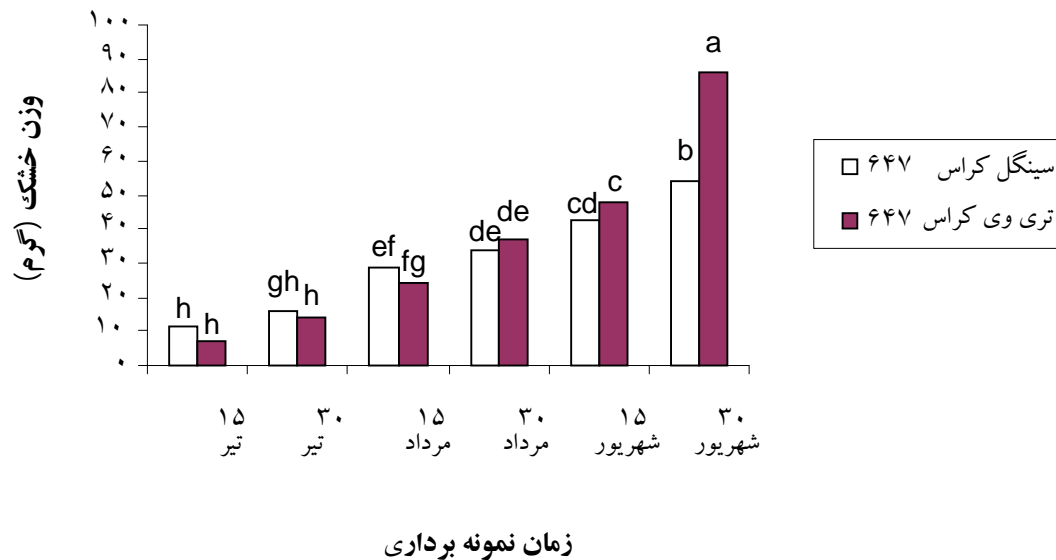
زهکش تعبیه گردید و آب خروجی با استفاده از سیستم لوله کشی به جویی که به فاصله 0/5 متری از آخرین تکرار قرار گرفته بود هدایت شد. جهت جلوگیری از نشست آب هر یک از کرت ها به داخل دیگری دیواره و کف کرت ها ایزوگام گردید. قبل از کشت، کود سوپر فسفات تریپل به میزان 250 کیلوگرم در هکتار در عمق 25 سانتی متری با خاک مخلوط گردید. برای تامین نیتروژن مورد نیاز، کود نیتروژن دار در دو نوبت، زمان کاشت و گلدهی به نسبت یک دوم و به میزان 400 کیلوگرم در هکتار از طریق آب آبیاری به کرت ها اضافه شد. بذور دو هیبرید ذرت مورد استفاده در این آزمایش، سینگل کراس 647 و تری وی کراس 647، از موسسه اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج تهیه گردیدند. بذرها در تاریخ 20 خرداد ماه در عمق 5 سانتی متری و با فاصله 5 سانتی متر روی ردیف ها کشت شدند. هر کرت شامل دو ردیف با فاصله بین ردیف 50 سانتی متر بود. بعد از ظهور گیاهچه گیاهان به فواصل 15 سانتی متری روی ردیف تنک شدند. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل ترکیبی از دو هیبرید ذکر شده و 4 سطح شوری (قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک برابر با 4، 6، 8 و 10 دسی زیمنس بر متر، نمک کلرید سدیم و کلسیم با نسبت 2:1) بودند. از آنجا که ذرت از جمله گیاهانی است که در مرحله جوانه زنی به شوری مقاوم ولی در مراحل بعدی رشد و گلدهی به شوری حساس می باشد (10)، اعمال تیمار شوری از طریق آب آبیاری در مرحله 4 برگی انجام گرفت. جهت اعمال تیمار، مقدار نمک لازم برای اجرای تیمار های مختلف از روی اطلاعاتی مانند وزن خاک اشباع، وزن خاک کرت و کسر مقدار EC عصاره اشباع از EC مورد نظر محاسبه شده و به تدریج به خاک کرت اضافه شد. در مراحل بعدی کرت ها در حد ظرفیت مزرعه آبیاری شدند و جهت

تیمار شوری در طول دوره رشد مشاهده شد اگرچه در ابتدای دوره رشد بین دو هیبرید اختلاف معنی داری وجود نداشت و حتی هیبرید سینگل کراس 647 دارای وزن خشک بالاتری بود اما در پایان دوره رشد هیبرید تری وی کراس با تولید وزن خشکی معادل 85/9 گرم در بوته بر هیبرید دیگر برتری داشت (شکل 1). تیمار شوری نیز بطور بسیار معنی داری این صفت را تحت تاثیر قرار داد و با افزایش شوری از 4 به 10 دس زمینس بر متر بطور متوسط 56/7% کاهش در تجمع ماده خشک حاصل شد (جدول 2).

قرار گرفتند. تجزیه آماری داده ها بوسیله نرم افزار SAS و MSTATC انجام شد. مقایسه میانگین داده ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع ساقه، تعداد برگ، سطح برگ و غلظت کلروفیل در جدول 1 نشان داده شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده های مربوط به وزن خشک اندام هوایی نشان داد این صفت تحت تاثیر ژنوتیپ قرار گرفت ($P < 0/05$ و جدول 1). با نگاهی به وضعیت تجمع ماده خشک ارقام بدون توجه به



شکل 1- روند تغییرات ماده خشک در بوته (گرم) در ارقام مختلف

جدول 1- نتایج تجزیه واریانس صفات ارتفاع ساقه، تعداد برگ، وزن خشک کل، سطح برگ و میزان کلروفیل

میانگین مربعات					منابع تغییر
کلروفیل	سطح برگ در بوته (سانتی مترمربع)	تعداد برگ در بوته	ارتفاع ساقه (سانتی متر)	وزن خشک کل (گرم در بوته)	
361/19***	2114915/97***	0/85 ^{ns}	805/05***	172/34 ^{ns}	تکرار
23/16 ^{ns}	111403/19 ^{ns}	34/72***	24/15 ^{ns}	707/45*	هیبرید
933/05***	9262002/31***	30/39***	4322/78***	5515/66***	شوری
28/59 ^{ns}	9931/31 ^{ns}	0/23 ^{ns}	25/16 ^{ns}	102/72 ^{ns}	هیبرید*شوری
28/61	379307/98	0/94	100/24	155/42	خطای a
2216/12***	17361333/81***	62/12***	55395***	12471/75***	زمان
26/81 ^{ns}	83749/84***	3/51***	235/45**	874/20***	هیبرید* زمان
33/75***	164131/34 ^{ns}	0/38 ^{ns}	227/85**	435/96***	شوری* زمان
86/15 ^{ns}	747479/71 ^{ns}	0/79 ^{ns}	9/69 ^{ns}	228/82 ^{ns}	هیبرید*شوری* زمان
22/78	17200323/23	65/53	85/64	125/81	خطای b

ns و * و ** و *** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح 5% و 1% و بسیار معنی دار

جدول 2- مقایسه میانگین وزن خشک، ارتفاع ساقه، تعداد برگ، سطح برگ و غلظت کلروفیل در سطوح مختلف شوری

کلروفیل	سطح برگ در بوته (سانتی مترمربع)	تعداد برگ	ارتفاع ساقه (سانتی متر)	وزن خشک کل (گرم)	غلظت نمک (شوری)
26/78a	3020a	11/75a	81/73a	50/32 a	4 dS/m
18/43b	2411/8b	10/92b	72/33b	36/49 b	6 dS/m
15/45bc	2069/9c	10/17c	65/42c	27/81 c	8 dS/m
12/25d	1714/8 d	9/28d	57/89d	21/79 c	10dS/m

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری در سطح 5% ندارند.

غلظت های مختلف نمک بطور واضحی مشاهده شد که نشان دهنده افزایش خطی اثرات منفی شوری بر تجمع ماده خشک در مراحل رشد رویشی گیاه بود (جدول 3). کاهش وزن خشک اندام هوایی با افزایش شوری در ذرت (12)، کلزا (1 و 2)، جو (5) و گندم (9) نیز گزارش شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد که غلظت نمک

با بررسی وزن خشک در طول دوره رشد در غلظت های مختلف نمک مشاهده شد در اوایل دوره رشد اختلاف معنی داری بین تیمارهای شوری وجود ندارد ولی بیشترین وزن خشک متعلق به تیمار شاهد و کمترین آن متعلق به تیمار تنش شوری شدید بود و با گذشت زمان همین روند ادامه یافته و در پایان دوره رشد اختلاف در تجمع ماده خشک در

جدول 3- مقایسه میانگین وزن خشک، ارتفاع ساقه، تعداد برگ، سطح برگ و کلروفیل در طول دوره رشد و در سطوح مختلف شوری

کلروفیل	سطح برگ در بوته سانتی مترمربع	تعداد برگ در بوته	ارتفاع ساقه سانتی متر	وزن خشک کل گرم در بوته	زمان نمونه برداری	شوری (دسی زیمنس بر متر)
45/33a	1334gh	9/17jkl	24/00mno	14/35kn	1	4
		11/33dg	33/83 jm	22/69il	2	4
		11/33dg	44/75ij	43/65dg	3	4
		12/5 c	67/67gh	46/27def	4	4
22/92d	2948/92bcd	14/67a	100/00 e	67/67bc	5	4
9/83ghi	6835/34a	11/5cf	143/83b	107/26a	6	4
			157/50a		7	4
31/49b	1000/94hi	8/33lm	22/17mno	10/27lmn	1	6
		10/5fi	29/92kn	15/14jn	2	6
19/15de	2510/87de	11/0eh	38/08ijk	27/33hk	3	6
		11/67cde	48/42i	41/56dh	4	6
15/55efg	2405/47de	13/5b	88/08f	47/31de	5	6
7/51hi	2918/22bcd	10/5fi	132/33c	77/30b	6	6
			147/33ab		7	6
25/13cd	838/94hi	7/67mn	20/0no	7/42mn	1	8
		9/67ijk	25/83lo	11/97lmn	2	8
16/72ef	2167/95ef	10/33ghi	36/70ijkl	21/0im	3	8
		10/83eh	46/67i	31/97fi	4	8
12/94fgh	1830/91fg	12/33cd	77/25g	38/44eh	5	8
7/0hi	2638/62cde	10/17hij	119/33d	56/10cd	6	8
			132/17c		7	8
19/65de	595/09i	10/17n	17/67o	5/29n	1	10
		8/67klm	22/08mno	10/56lmn	2	10
13/85efg	1722/37fg	9/17jkl	32/75jm	15/70jn	3	10
		10/17hij	37/58il	22/50im	4	10
10/61fi	1536/42g	11/5cf	60/17h	29/41gi	5	10
4/88i	2132/37ef	9/0kl	113/17d	47/28de	6	10
			121/83cd		7	10

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری در سطح 5% ندارند.

1، 2، 3، 4، 5، 6 و 7 به ترتیب تاریخ های 15 تیر، 30 تیر، 15 مرداد، 30 مرداد، 15 شهریور، 30 شهریور و 15 مهر ماه می باشند.

شوری است. سطوح شوری مورد استفاده در این آزمایش غلظت کلروفیل را تحت تاثیر قرار داد (جدول 1). مقایسه میانگین داده ها نشان داد که با افزایش شوری غلظت کلروفیل برگ بطور معنی داری کاهش یافت (جدول 2) که احتمالا به دلیل سست شدن اتصال کلروفیل با پروتئین های کلروپلاستی در اثر افزایش غلظت یون های سمی سدیم و کلر تحت تنش شوری باشد. سایر پژوهشگران تغییر متابولیسم نیتروژن در ساخت ترکیب هایی نظیر پرولین (2)، که برای تنظیم اسمزی بکار می رود و همچنین کاهش ضخامت غشای تیلاکوئید، تخریب کلروپلاست ها، تورم گراناها و تیغه های گراناپی را علت کاهش کلروفیل می دانند (10). با بررسی روند تغییرات غلظت کلروفیل در طول دوره رشد مشخص شد که از ابتدای دوره غلظت کلروفیل با افزایش شدت تنش شوری کاهش یافته و همین روند تا انتهای دوره ادامه داشت. کاهش غلظت کلروفیل که از عوامل مهم تاثیر گذار در ظرفیت فتوسنتزی می باشد، با افزایش درجه شوری موجب ناکارآمدی برگ ها در انجام فتوسنتز و تشدید صدمات تنش شد. بنابراین شوری نه تنها از طریق کاهش تعداد و سطح برگ سبب کاهش ظرفیت کل فتوسنتزی در گیاهان گردید بلکه از طریق کاهش میزان کلروفیل در برگ ها سبب اختلال در سنتز مواد فتوسنتزی جهت رشد گیاه گردید و وزن خشک گیاه تحت تاثیر شوری به موازات کاهش سطح برگ و میزان کلروفیل برگ ها کاهش یافت. این امر نشان می دهد شاخص ماده خشک، سطح برگ و غلظت کلروفیل در ارتباط با یکدیگر می باشند. در واقع با کاهش سطح برگ و غلظت کلروفیل قدرت گیاه برای تولید ماده خشک و نهایتا عملکرد دانه کاهش می یابد. همبستگی مثبت و معنی دار بین وزن خشک گیاه و عملکرد دانه نشان دهنده این واقعیت می باشد (جدول 6).

(شوری) صفات ارتفاع ساقه، تعداد برگ و سطح برگ را نیز بطور بسیار معنی داری تحت تاثیر قرار داد (جدول 1). مقایسه میانگین داده ها نشان داد این صفات با افزایش شوری کاهش یافتند (جدول 2). روند افزایش ارتفاع ساقه در طول دوره رشد روندی مشابه تجمع ماده خشک در گیاه را نشان داد و اختلاف معنی داری در ارتفاع ساقه بین غلظت های مختلف نمک در اوایل دوره رشد مشاهده نگردید اما ارتفاع ساقه با افزایش شوری کاهش یافت و با گذشت زمان اختلاف ارتفاع ساقه بین تیمارهای مختلف افزایش یافت (جدول 3). روند تغییرات تعداد و سطح برگ، در اولین نمونه برداری حاکی از وجود تفاوت معنی دار بین غلظت های مختلف نمک بود و بیشترین تعداد و سطح برگ در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار تنش شدید مشاهده گردید این روند تا پایان دوره رشد که حتی ریزش برگ جهت انتقال مواد فتوسنتزی به دانه ها اتفاق افتاد، ادامه یافت (جدول 3). نتایج حاکی از کاهش طول ساقه و سطح برگ در اثر شوری در گیاهان مختلفی مانند ذرت (12، 24 و 25)، سورگوم (19)، جو (5) و گندم (9 و 15) گزارش شده است. با توجه به نتایج بدست آمده می توان گفت شوری از طریق کاهش فشار تورژسانس سبب کاهش رشد و توسعه سلول ها خصوصا در ساقه و برگ ها گردیده و به همین دلیل اولین اثر محسوس شوری بر روی گیاهان به صورت تعداد کمتر برگ ها، اندازه کوچکتر آنها و ارتفاع کمتر گیاهان مشاهده گردید (جدول 3). بعلاوه از آنجا که شوری موجب اختلال در جذب عناصر غذایی و برهم زدن تعادل یونی در گیاه می شود (10) می توان کاهش رشد و توسعه برگ ها و ساقه را به کمبود عناصر غذایی و اختلالات تغذیه ای ناشی از شوری نسبت داد. یکی دیگر از اثرات مهم افزایش شوری تسریع در پیری برگ می باشد و فاکتور اصلی که باعث پیری برگ می شود کاهش محتوای کلروفیل تحت تنش

های سمی سدیم و کلر در برگ ها با افزایش شوری افزایش یافته و سبب کاهش عملکرد در گیاه گردیده است. با افزایش شوری از 4 (دسی زیمنس بر متر) به 10 (دسی زیمنس بر متر) وزن هزار دانه 64% کاهش نشان داد. کاهش وزن هزار دانه ممکن است به یکی از دو دلیل کاهش میزان مواد فتوسنتزی وارد شده به بلال به دلیل اختصاص بخشی از مواد فتوسنتزی تولید شده برای تنظیم اسمزی مورد نیاز گیاه و یا کاهش طول دوره پر شدن دانه ها باشد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد شوری بطور بسیار معنی داری ($P < 0/001$) عملکرد و اجزای آن را تحت تاثیر قرار داد (جدول 4). همبستگی بالای عملکرد دانه با اجزای عملکرد از یک طرف (جدول 5) و کاهش مقدار این اجزا در اثر شوری (جدول 6) از طرف دیگر نشان داد که کاهش عملکرد امری کاملا منطقی می باشد. با توجه به اینکه گیاهان بخش عمده ای از دوره رشد خود را در معرض شوری گذرانده اند، احتمالا میزان یون

جدول 4- نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، تعداد دانه در بلال و شاخص برداشت

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				عملکرد دانه (گرم در بوته)	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در بلال	شاخص برداشت (%)
		عملکرد دانه	تعداد ردیف	تعداد دانه	وزن هزار دانه						
هیبرید	1	231/52 ^{ns}	26/04 ^{ns}	210/04 ^{ns}	48772/14 ^{**}	79235/04 [*]	131/38 ^{ns}				
سطوح شوری	3	2463/65 ^{***}	143/49 ^{***}	113/04 ^{**}	39772/75 ^{***}	46714/49 ^{**}	672/91 ^{***}				
واریته * غلظت نمک	3	103/61 ^{ns}	9/26 ^{ns}	10/82 ^{ns}	1666/59 ^{ns}	4892/04 ^{ns}	63/23 ^{ns}				
خطا	16	86/83	8/92	77/75	2707/79	6326/83	68/33				

ns و * و ** و *** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح 5% و 1% و بسیار معنی دار

جدول 5- ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد و وزن خشک کل

شاخص برداشت	وزن خشک کل	وزن هزار دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	عملکرد دانه
0/677 ^{**}	0/612 ^{**}	0/056 [*]	0/893 ^{**}	0/772 ^{**}	0/701 ^{**}
0/665 ^{**}	0/490 [*]	0/598 ^{**}	0/598 ^{**}	0/758 ^{**}	0/805 ^{**}
0/677 ^{**}	0/677 ^{**}	0/698 ^{**}	0/698 ^{**}	0/814 ^{**}	0/887 ^{**}
		0/168	0/168	0/466 [*]	0/584 ^{**}
				0/798 ^{**}	0/758 ^{**}
				0/796 ^{**}	0/796 ^{**}

جدول 6- مقایسه میانگین عملکرد دانه (گرم)، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه (گرم)، تعداد دانه در بلال و شاخص برداشت در سطوح مختلف شوری

شوری (دسی زیمنس بر متر)	عملکرد (گرم در بوته)	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در بلال	شاخص برداشت (%)
4	59/1 a	17/17 a	25/5 a	289/50 a	244/83 a	28/97 a
6	35/05 b	14/67 ab	18/17 ab	236/69 a	202/67ab	26/81 a
8	23/49 c	11/5 bc	14/67 ab	162/63 b	135/8 bc	16/22 b
10	9/28 d	5/83 c	8/167 b	104/36 b	42/5 c	5/99 c

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری در سطح 5% ندارند.

گفت که به علت کاهش بیشتر عملکرد دانه نسبت به کاهش عملکرد بیولوژیکی در شرایط تنش می باشد، چرا که با فرض ثابت ماندن عملکرد دانه در شرایط تنش و کاهش عملکرد بیولوژیکی ممکن بود شاخص برداشت افزایش یابد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها حاکی از اثر غیر معنی دار هیبرید بر روی اکثر صفات اندازه گیری شده بود و از اینرو در مورد ارقام بحث نگردید. همچنین اثر متقابل شوری × هیبرید در مورد هیچ یک از صفات رویشی و زایشی معنی دار نشد و این امر احتمالاً بدین علت می باشد که ارقام در برابر سطوح شوری واکنش مشابهی از خود نشان دادند.

نتیجه گیری

از آنجا که با افزایش شوری به بالاتر از 4 دسی زیمنس بر متر، کاهش قابل توجهی در عملکرد دانه و وزن خشک اندام هوایی حاصل گردید، به نظر می رسد این هیبرید ها از مقاومت بالایی در برابر شوری برخوردار نیستند و تنها در خاک هایی با شوری 4 دسی زیمنس بر متر یا کمتر جهت تولید دانه و علوفه کارایی اقتصادی خواهند داشت.

مقایسه میانگین تعداد دانه در بلال نشان داد که با افزایش شوری به 10 (دسی زیمنس بر متر) تعداد دانه در بلال 84/6% کاهش یافت (جدول 5). کاهش تعداد دانه اشاره به کمبود مواد فتوسنتزی در دوره قبل از ظهور گل دارد. احتمالاً کاهش تعداد دانه از افزایش هورمون اسید آبسسیک ناشی شده باشد که این هورمون سبب مرگ دانه های گرده شده و لذا تعداد گل های تلقیح شده و تعداد دانه را کاهش داده است. همچنین از آنجا که همبستگی مثبت و معنی داری بین تعداد دانه در بلال با تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف در بلال وجود دارد و این دو صفت با افزایش شوری کاهش یافتند بنابراین علت دیگر کاهش تعداد دانه در بلال کاهش تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف در بلال می باشد. کاهش عملکرد و اجزای عملکرد با افزایش شوری توسط سایر محققین در ذرت (12)، 24 و 25)، گندم (7)، کلزا (1، 27 و 29) و کنجد (23) نیز گزارش شده است.

همچنین شاخص برداشت بطور معنی داری تحت تاثیر تنش شوری قرار گرفت و کاهش یافت. کاهش شاخص برداشت نه تنها بدلیل کاهش شدید عملکرد دانه تحت شرایط شور می باشد، بلکه با توجه به همبستگی مثبت و معنی دار بین شاخص برداشت و وزن خشک کل ($r=0/665$) می توان

منابع

1. احمدی، س. م. و نیازی اردکانی، ج. 1383. ارزیابی و تعیین تحمل به شوری واریته های مختلف کلزا با استفاده از مدل رایانه ای SALT. دومین کنفرانس ملی دانشجویی منابع آب و خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز. صص 11-19.
2. انفراد، ا.، پوستینی، ک.، مجنون حسینی، ن.، طالعی، ع. ر. و خواجه احمد عطاری، ا. 1382. واکنش های فیزیولوژیکی ارقام کلزا (*Brassica napus*) در مرحله رشد رویشی نسبت به تنش شوری. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال 7، شماره 4، صص 103-112.
3. پوستینی، ک. 1373. واکنش های فیزیولوژیکی دو رقم گندم نسبت به تنش شوری. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد 26، شماره 2، صص 57-63.
4. پوستینی، ک. و سی و سه مرده، ع. 1380. نسبت Na^+/K^+ و انتقال انتخابی یون ها در واکنش به تنش شوری در گندم. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد 32، شماره 3، صص 525-532.
5. تدین، م. ر. و امام، ی. 1386. واکنش های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی دو رقم جو به تنش شوری و ارتباط آن با عملکرد دانه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره 1 (الف)، صص 253-262.
6. دهقان، ا. و نادری، ا. 1386. ارزیابی تحمل به شوری در سه رقم ذرت دانه ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال 11، شماره 41 (ب)، صص 275-283.
7. شهبازی، م. و محقق دوست، ز. 1375. بررسی اثرات کلرور سدیم بر رشد و انباشت ترکیبات آلی و معدنی در گندم. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد 27، شماره 4، صص 70-78.
8. قوامی، ف.، ملبویی، م. ع.، قنادها، م. ر.، یزدی صمدی، ب.، مظفری، ج. و جعفرآقایی، م. 1382. بررسی واکنش ارقام متحمل گندم ایرانی به تنش شوری در مرحله جوانه زنی و گیاهچه. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد 35، شماره 2، صص 453-464.
9. کافی، م.، دابلیو، و. و استوارت اس. 1377. اثرات شوری در رشد و عملکرد نه رقم گندم مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد 1، شماره 12.
10. میر محمدی میدی، س. ع.، و قره یاضی، ب. 1381. جنبه های فیزیولوژیکی و به نژادی تنش شوری گیاهان. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، 274 صفحه.
11. Abood, M.A. 1978. Analysis of corn yield components for salinity and moisture treatments. Dissert. Abstract International, 38:(12): 5683.
12. Cicek, N., and Cakirlar, H. 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. BULG. Journal Plant Physiology, 28:66-74.

13. Hoffman, G.J., Mass, E.V., Prichard, T.L., and Meyer, J.L. 1983. Salt tolerance of corn in the Sacramento-San Joaquin Delta of California. *Irrigation, Science*, 4: 31 – 44.
14. Grattan, S.R., and C.M, Grieve. 1992. Mineral nutrient acquisition and response by plant growth in saline environment. *Agriculture, Ecosystem Environmental*, 38:275-300.
15. Kamkar, B, Kafi, M., and Nassiri mahallati, M., 2004. Determination of the most sensitive developmental period of wheat (*Triticum aestivum*) to salt stress to optimize saline water utilization. 4th International Crop Science Congress, pp:1-6.
16. Kaya, C., Higgs, D., and Kirnak, H. 2001. The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. *BULG. Journal Plant Physiology*, 27: 47-59.
17. Kaya, C., Kirnak, H., Higgs, D., Satali, K. 2002. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. *Scientia Horticulturae*, 93:65-74.
18. Kummar, S.G., Matta Reddy, A., and Sudhakar, C. 2003. NaCl effects on proline metabolism in two high yielding genotypes of mulberry with contrasting salt tolerance. *Plant Science*, 165: 1245-1251.
19. Lacerda, C.F.D., Cambraia, J., Oliva, M.A., Ruiz, H.A., and Prisco, J.T. 2003. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, 49:107-120.
20. Lin, C.C., and Kao, C.H. 1995. NaCl stress in rice seedlings: starch mobilization and the influence of gibberillic acid on seedling growth. *Botanical Bulletin Academia Sinica*, 36:169-173.
21. Lin, F., Jensen, C.R., and Andersen, M.N. 2004. Drought stress effect on carbohydrate concentration in soybean leaves and pods during early reproductive development: its implication in altering pod set. *Field Crops Research*, 86:1-13.
22. Lutts, S., Kinet, J.M., and Bouharmont, J. 1996. NaCl induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa*) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany* 78:389-398.
23. Mahmood, S., Iram, S., and Athar, H.R. 2003. Intra- specific variability in sesame (*sesamum indicum*) for various quantitative and qualitative attributes under differential salt regimes. *Journal of research (science)*, Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan, 14(2):177-186.
24. Mass, E.V. 1986. Crop tolerance to saline soil and water. *Proe. US Pak Biosaline Res. Workshop*, Karachi, Pakistan, pp:205-219.
25. Mass, E.V., and Grive, E.M. 1990. Spike and leaf development in salt stressed corn. *Crop Science*, 30:1309-1313.

26. Raghar, C.S., and Pal, B. 1994. Effect of saline water on growth, yield and contributory Characters of various corn cultivars. *Agriculture Research*, 15: 351-356.
27. Steppuhn, H., Volkmar, K.M. and Miller, P.R. 2001. Comparing canola, field pea, dry bean and durum wheat crops grown in saline media. *Crop Science*, 41:1827-1833.
28. Zeng, L., Shannon, M.C. and Lesch, S.M. 2001. Timing of salinity stress affects rice growth and yield components. *Agricultural Water Management*, 48:191-206.
29. Zhang, H.X., Hudson, J.N., Williams, J.P., and Blumwald, E. 2001. Engineering salt tolerance Brassica plants: characterization of yield and seed oil quality in transgenic plants with increased vacuolar sodium accumulation. *PNAS*, 98(22): 12832-12836.