

بررسی اثر الگوی کاشت بر کاهش اثرات شوری در کشت ذرت علوفه‌ای تحت  
شرایط شور

**Effects of Different Levels of Water Salinity and Planting  
Pattern on Quantitative and Qualitative Characteristics of  
Forage Corn (704)**

حمید ملاحسینی<sup>۱</sup>، بهنام زند<sup>۲</sup>، محسن سیلسپور<sup>۳</sup>

۱ و ۳ اعضای هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین

پست الکترونیک: pent800@yahoo.com

۲- دانشجوی دکتری دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

این آزمایش در زمینی به مساحت تقریبی ۱۰۰۰ مترمربع واقع در کشت و صنعت اشراق در حومه ورامین اجرا شد. طرح در قالب کرت‌های یکبار خرد شده (اسپلیت پلات) با فاکتور اصلی شوری آب آبیاری در سه سطح شامل شوریه‌های ۳/۵ (W1)، ۵ (W2) و ۷/۵ (W3) دسی‌زیمنس بر متر و فاکتور فرعی الگوی کاشت در دو سطح کشت در مرکز پشته (A1) و کشت بر روی شیب دو طرف پشته (A2) انجام شد. کلیه کودهای مورد نیاز براساس آزمون خاک مصرف گردید. تجزیه و تحلیل نتایج نشان داد که در بین تیمارهای شوری آب آبیاری و الگوی کاشت بصورت مستقل، صفات عملکرد کل علوفه خشک و اجزا آن، طول و قطر ساقه و عملکرد پروتئین و مابین اثرات متقابل شوری آب آبیاری و الگوی کاشت صفات عملکرد کل علوفه خشک و اجزا آن و عملکرد پروتئین اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد دارند. همچنین نتایج آزمون دانکن روی میانگین صفات مورد مطالعه نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد کل علوفه خشک معادل ۷/۵ تن در هکتار مربوط به تیمارهای W1A2 و W2A2، بیشترین طول و قطر ساقه به ترتیب معادل ۱۰۵ سانتی‌متر در تیمار W1A1 و ۱/۹ سانتی‌متر در تیمارهای W1A2 و W2A2 و بیشترین عملکرد پروتئین معادل ۰/۴۸ تن در هکتار در تیمار W2A2 می‌باشند و همگی در گروه A قرار می‌گیرند لذا نتیجه می‌شود در شرایط مشابه آزمایش فوق، در اراضی ذرت کاری تحت آبیاری با آب نیمه شور

(EC=5/5ds/m) به منظور جلوگیری از کاهش عملکرد ناشی از شوری به جای کشت یک ردیفه، کشت بصورت دو ردیفه انجام می‌شود.

## کلمات کلیدی: شوری، الگوی کاشت، ذرت علوفه‌ای

### مقدمه

گیاهان زراعی نسبت به استرس‌های محیطی واکنش‌های مختلفی نشان می‌دهند. گروهی نسبت به این استرس‌ها حساس و گروهی مقاومند این واکنش‌ها تاثیر بر روی فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه ترکیب یونی، مکانیسم‌های جذب آب، عناصر غذایی و صفات مورفولوژیک گیاه دارند (کافی ومهدوی دامغانی، ۱۳۷۹). در ژاپن طی آزمایش بر روی تعدادی از گرامینه‌ها از جمله ذرت نتیجه شد که با افزایش شوری، جذب سدیم افزایش و میزان پتاسیم و نسبت K/Na در ریشه و ساقه کاهش می‌یابد (Hookim et al., 1999). در چین درآزمایشی مشابه نتیجه شد که با افزایش استرس شوری، سدیم در گیاه افزایش و پتاسیم کاهش می‌یابد (Jiangxingyu et al., 1999). استرس شوری باعث افزایش مقدار  $Na/Mg, Na/Na, Na/K, Na/Na$  و کاهش مقدار K در تمام قسمت‌های گیاهان می‌شود (Azevedo et al., 2000) آزمایش بر روی ارقام ذرت تحت استرس شوری با الگوی کاشت یک و دو طرفه نتیجه شد که بطور کلی شوری باعث کاهش ارتفاع گیاه و عملکرد دانه می‌شود، ولی در مقایسه بین کاشت تک ردیفه و دو ردیفه بیشترین عملکرد مربوط به الگوی کاشت دو ردیفه بود (Hassan, 1999). تعیین کاتیونهای جذب شده در ذرت شاخص خوبی برای تحمل به شوری ذرت می‌باشد بطوریکه در ارقام متحمل به شوری توانایی جذب کاتیونهای دو ظرفیتی بیشتر است (Vergara et al., 1999). استرس شوری عملکرد ساقه ذرت را بیشتر از ریشه کاهش می‌دهد (Yang et al., 2000)

مکانیزم‌های اثرات سوء شوری بر کاهش کمی و کیفی محصولات زراعی شامل بالارفتن غلظت یونها در سلولهای گیاهی، کاهش پتانسیل آب در محیط رشد و رقابت منفی بین یونهای ناخواسته با عناصر غذایی می‌باشد که می‌توان با نمک‌زدایی به شیوه‌های مختلف و یا مدیریت صحیح در کاربرد آب، روش کاشت، از کاهش عملکرد جلوگیری کرد (ملکوتی، ۱۳۷۸). ذرت یک گیاه گرمسیری با عملکرد بالقوه بیشتر نسبت به سایر غلات و مناسب برای مناطق خشک و نیمه خشک همچون ایران می‌باشد، لذا با توجه به اینکه در این مناطق تبخیر زیاد، نزولات جوی اندک

و تجمع املاح مختلف در لایه سطحی بیشتر خاکها وجود دارد کشت گیاه ذرت با درجه تحمل به شوری نسبتاً حساس، نیاز به اعمال مدیریت صحیح منابع آب و خاک دارد (حق نیا، ۱۳۷۵).

## مواد و روش‌ها

آزمایش در کرت‌هایی با مساحت حداقل بیست مترمربع در زمینی به مساحت تقریبی ۱۰۰۰ مترمربع واقع در کشت و صنعت اشراق با خصوصیات خاک و آب مطابق جداول شماره ۱ و ۲ اجرا شد. طرح در قالب کرت‌های یکبار خرد شده (اسپلیت پلات) با متن بلوک کامل تصادفی بود که در آن فاکتور اصلی شوری آب آبیاری در سه سطح شامل شوریه‌های  $(W1)3/5$ ،  $(W2)5$  و  $(W3)7/5$  دسی‌زیمنس بر متر و فاکتور فرعی الگوی کاشت در دو سطح کشت در مرکز پشته  $(A1)$  و کشت بر روی شیب دو طرف پشته  $(A2)$  اجرا شد. نمونه‌گیری مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک قبل از کاشت جهت اندازه‌گیری پارامترهای EC, pH, OC, K, Mn, Fe, Cu, Zn, و از اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر جهت اندازه‌گیری آنیونها، کاتیونها، بافت، جرم مخصوص ظاهری، رطوبت خاک و ظرفیت پژمردگی، ظرفیت زراعی و نمونه‌گیری مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر در طول فصل کاشت از داخل کرت‌ها با منبع آب مشابه به منظور بر آورد رطوبت خاک قبل از آبیاری و بلافاصله پس از برداشت در داخل هر کرت جهت اندازه‌گیری پارامترهای EC, pH, OC, K انجام شد توصیه کودهای ازته، فسفره، پتاسه و ریزمغذی‌ها براساس آزمون خاک و مصرف آنها به جز کود ازته قبل از کشت و کود ازته در سه مرحله شامل  $1/3$  قبل از کشت  $1/3$  در مرحله چند برگی و  $1/3$  در مرحله گل‌دهی مصرف شد. نمونه‌گیری از گیاه در مرحله چند برگی و برداشت بصورت کف بر از کل اندام هوایی به منظور اندازه‌گیری پارامترهای EC, pH, K, Ca, Cl, Na انجام شد. همزمان با برداشت محصول پارامترهای کمی و کیفی نظیر عملکرد ساقه، برگ، بلال، کل گیاه، طول ساقه و قطر ساقه اندازه‌گیری شد. همچنین نمونه‌برداری از آب آبیاری در هر آبیاری جهت تعیین EC و pH در ابتدا و انتهای کشت جهت اندازه‌گیری پارامترهای EC, pH, کاتیونها، آنیونها و SAR انجام شد. در کلیه تیمارها، آبیاری اول و دوم به ترتیب در قبل و بعد از کشت از منبع آب با هدایت الکتریکی  $3/5$  ds/m بود و دور آبیاری به روش مرسوم در منطقه، هر شش روز یکبار بود.

جدول ۱- متوسط نتایج تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از کاشت

Table 1. Mean of Physical and Chemical Analysis of Soil

Properties	خصوصیات	مقادیر Amounts
SP(%)	درصد اشباع	45
EC (dS/m)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	16.9
pH	اسیدیته اشباع	7.5
T.N.V(%)	مواد خنثی شونده (درصد)	19
OC(%)	کربن الی (درصد)	1
P ava.(mg/kg)	فسفر قابل جذب (میلی گرم در کیلو گرم)	40.4
Kava.(mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم در کیلو گرم)	460
Fe (mg/kg)	اهن قابل جذب (میلی گرم در کیلو گرم)	2.84
Mn (mg/kg)	منگنز قابل جذب (میلی گرم در کیلو گرم)	12.9
Zn (mg/kg)	روی قابل جذب (میلی گرم در کیلو گرم)	1.5
Cu(mg/kg)	مس قابل جذب (میلی گرم در کیلو گرم)	1.13
Texture	بافت	CL

جدول ۲- متوسط نتایج تجزیه های آب آبیاری

Table 2. Mean of Chemical Analysis of Irrigation Water

Properties	خصوصیات	مقادیر Amounts		
		آب شیرین Fresh Water	آب نیمه شور Semisaliner Water	آب شور Saliner Water
EC (dS/m)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	3.5	5.5	7.5
pH	اسیدیته اشباع	7.4	7.1	7
CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> (meq/Lit)	کربنات (میلی اکی والان در لیتر)	-	-	-
HCO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> (meq/Lit)	بی کربنات (میلی اکی والان در لیتر)	4.6	5.7	6.8
Cl <sup>-1</sup> (meq/Lit)	کلر (میلی اکی والان در لیتر)	16.6	21.8	26.9
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (meq/Lit)	سولفات (میلی اکی والان در لیتر)	26	37	47
Anion Sum (meq/Lit)	جمع آنیونها (میلی اکی والان در لیتر)	47.2	64.5	80.7
Ca <sup>+2</sup> (meq/Lit)	کلسیم (میلی اکی والان در لیتر)	14.4	15.4	16.4
Mg <sup>+2</sup> (meq/Lit)	منیزیم (میلی اکی والان در لیتر)	20.2	25.3	30.4
Na <sup>+1</sup> (meq/Lit)	سدیم (میلی اکی والان در لیتر)	12.2	22.9	33.5
K <sup>+1</sup> (meq/Lit)	پتاسیم (میلی اکی والان در لیتر)	0.13	0.12	0.13
Cation Sum (meq/Lit)	جمع کاتیونها (میلی اکی والان در لیتر)	46.9	63.7	80.4
SAR	نسبت جذب سدیم	2.9	4.9	6.9

## نتایج و بحث

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد خشک در سطح تیمارهای نیتروژن و تراکم کاشت

Table3. Analysis of Variance for Dry Yield Among Treatments

ردیف Row	منابع Source	درجه آزادی Degree of Freedom (D.F)	عملکرد کل خشک Total Dry Yield	احتمال Pro.
1	تکرار Replication(R)	2	0.24	.02*
2	شوری آب Water Slinity(w)	2	13.17	0.0000**
3	خطا Error	4	0.02	-
4	الگوی کاشت Planting Arrangement(A)	1	27.1	0.0000**
5	ازت در تراکم W*A	2	2.7	0.002**
6	خطا Error	6	0.13	-

\* سطح ۵٪ معنی دار است. \*\* در سطح ۱٪ معنی دار است. ns: معنی دار نیست

تجزیه و تحلیل نتایج عملکرد کل علوفه خشک در جدول ۳ نشان می‌دهد که اختلاف عملکرد کل علوفه خشک در تیمارهای شوری آب آبیاری و الگوی کاشت و ما بین اثرات متقابل آنها در آزمون F در سطح احتمال یک درصد معنی دار می‌باشد.

جدول ۴- میانگین عملکرد ساقه، برگ، بلال و کل علوفه خشک در تیمارهای شوری آب آبیاری

Table4. Mean Yield and Components Between Treatments of Irrigation Water

رتبه بندی Range	عملکرد کل خشک Total Dry Yield (T/ha)	رتبه بندی Range	عملکرد خشک بلال Ear dry Yield (T/ha)	رتبه بندی Range	عملکرد خشک برگ Leaf Dry Yield (T/ha)	رتبه بندی Range	عملکرد خشک ساقه Stem Dry Yield (T/ha)	نتایج Results تیمار Treatments
A	6.8**	A	2.1*	A	1.5*	A	3.3**	W1(EC=3.5)
B	5.5**	B	1.8*	B	1.3*	B	2.5**	W2(EC=5.5)
C	3.9**	C	1*	C	1*	C	1.8**	W3(EC=7.5)

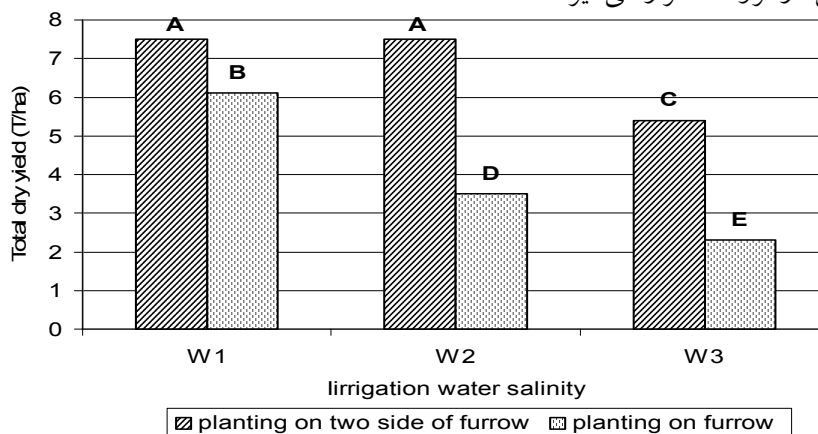
نتایج آزمون دانکن روی عملکرد خشک ساقه، برگ، بلال و کل علوفه در سطوح تیمارهای شوری آب آبیاری در جدول ۴ نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد خشک ساقه، برگ، بلال و کل علوفه به ترتیب ۲/۳، ۱/۵، ۲/۱ و ۶/۸ در تیمار W1 بوده و همگی در گروه A قرار می‌گیرند.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات طول و قطر ساقه در تیمارهای شوری آب آبیاری

**Table 5. Mean Plant Height and Stem Diameter of Irrigation water Between Treatments**

رتبه بندی Range	قطر ساقه Stem Diameter (m)	رتبه بندی Range	ارتفاع بوته Plant Height (Cm)	نتایج Results تیمار Treatments
A	1.9*	A	95.7*	W1(EC=3.5)
A	1.8*	AB	87.9*	W2(EC=5.5)
B	1.5*	B	80.1*	W3(EC=7.5)

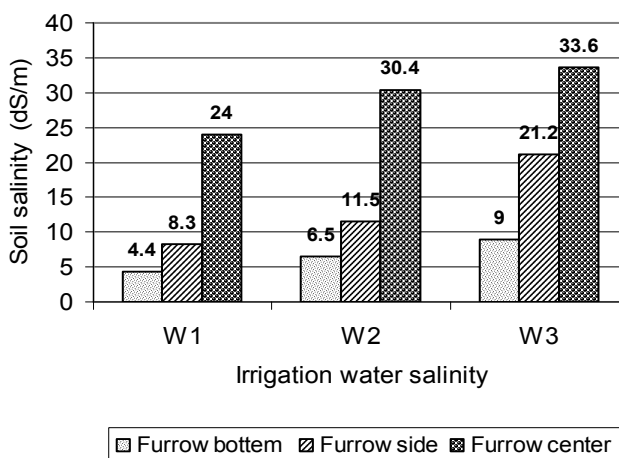
نتایج آزمون دانکن روی پارامترهای طول ساقه و قطر ساقه در سطوح مختلف شوری آب آبیاری در جدول ۵ نشان می‌دهد که بیشترین مقدار آنها به ترتیب ۹۵/۷ و ۱/۹ سانتی‌متر در تیمار W1 بوده و همگی در گروه A قرار می‌گیرند.



شکل ۱- اثر متقابل شوری و الگوی کاشت روی عملکرد کل علوفه خشک

**Figure 1. Interaction of Salinity and Planting Pattern on Total Dry Yield**

همچنین نتایج آزمون دانکن روی میانگین صفات در اثرات متقابل تیمارها مطابق شکل ۱ نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد کل علوفه خشک معادل ۷/۵ تن در هکتار در تیمارهای  $W_1A_2$  و  $W_2A_2$  بوده همگی در گروه A قرار می‌گیرند.



شکل ۲- وضعیت توزیع شوری در جوی و پشته های تحت آبیاری با تیمارهای آب شور

Figure2. Soil Salinity in Furrow Under Treatments of Saline Water

جدول ۶- وضعیت عناصر در گیاه ذرت تحت تیمارهای آزمایش

Table6.Elements in Plants Under Treatments

سدیم به پتاسیم (Na/K)	کلر $Cl^{-1}$ (%)	کلسیم $Ca^{+2}$ (%)	عناصر Elements تیمار Treatments
0.047	1.67	41	$W_1A_1$
0.029	0.93	52	$W_1A_2$
0.078	2.46	38	$W_2A_1$
0.03	1.8	49	$W_2A_2$
0.11	3.3	36	$W_3A_1$
0.049	2.67	45	$W_3A_2$

نتایج وضعیت شوری خاک در جوی و پشته‌های تحت آبیاری با تیمارهای آب شور در شکل ۲ نشان می‌دهد که در تمام تیمارهای آب شور، کمترین شوری خاک در کف جوی و بیشترین مقدار شوری در مرکز پشته می‌باشد و در داغ آب، مقدار شوری مابین آنها می‌باشد

همچنین نتایج مقادیر عناصر کلسیم، کلر و نسبت سدیم به پتاسیم در اندام هوایی گیاه ذرت تحت تیمارهای مختلف آزمایش مطابق جدول ۶ نشان می‌دهد که بطور کلی با افزایش شوری جذب کلر و نسبت سدیم به پتاسیم افزایش و جذب کلسیم کاهش یافته است از طرفی مقایسه وضعیت این عناصر در تیمارهای الگوی کاشت در شوری‌های مختلف نشان می‌دهد که در الگوی کاشت در شیب دو طرف پشته نسبت به کاشت در مرکز پشته، در تمام سطوح شوری مقدار جذب کلسیم بیشتر و مقدار جذب کلر و نسبت سدیم به پتاسیم کمتر می‌باشد.

### نتیجه گیری

نتایج این آزمایش با نتایج سایر محققین در دیگر نقاط جهان همخوانی دارد بطوریکه در این آزمایش با افزایش شوری عملکرد خشک کل، عملکرد ساقه، برگ، بلال، ارتفاع بوته و سطح برگ مطابق نتایج یانگ و همکاران، ۲۰۰۰ و حسن، ۱۹۹۹ کاهش یافت. از طرفی با افزایش شوری جذب  $Ca^{2+}$  کاهش و جذب  $Cl^{-}$  و نسبت  $Na^{+}/K^{+}$  مطابق نتایج (Hookim et al., 1999) و (Azevedo et al., 2000) افزایش یافت.

همچنین در تمام سطوح شوری، الگوی کاشت دو ردیفه عملکرد تر و خشک بیشتری نسبت به الگوی کاشت یک ردیفه داشت که مطابق نتایج حسن، ۱۹۹۹ ناشی از شوری کمتر خاک در محل شیب پشته، دسترسی بیشتر گیاه به آب و کاهش اثرات شوری در مرحله حساسیت گیاه به شوری یا مرحله گیاهچه‌ای بود.

نتایج حاصله نشان می‌دهد که شوری آب آبیاری بیش از ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش معنی‌داری در عملکرد کل و اجزاء علوفه به خصوص ساقه و برگ گیاه ذرت می‌شود همچنین در تمام شرایط، عملکرد خشک کل علوفه و اجزا آن در کشت دو طرف پشته بیشتر از کشت در مرکز پشته می‌باشد و نهایتاً با افزایش شوری آب آبیاری تا سطح ۵/۵ دسی‌زیمنس بر متر با تغییر الگوی کاشت از کشت در مرکز پشته به کشت در دو طرف پشته می‌توان از کاهش عملکرد ناشی از افزایش شوری جلوگیری نمود و یا به عبارت دیگر در اراضی با آب آبیاری نیمه‌شور ( $EC=5.5 \text{ dS/m}$ ) می‌توان با کاشت در روی داغ آب، امکان کشت این گیاه را در این اراضی افزایش و از کاهش عملکرد ناشی از افزایش شوری جلوگیری نمود.



## منابع

- حق نیا، غ، ۱۳۷۵. راهنمای تحمل گیاهان نسبت به شوری، انتشارات دانشگاه مشهد.
- کافی، م و مهدوی دامغانی، ع، ۱۳۷۹. (ترجمه) مکانیسم‌های مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی، انتشارات دانشگاه مشهد.
- ملکوتی، م. ج، ۱۳۷۸. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران، نشر آزمون کشاورزی.

- AZEVEDO, N.A. and J. N. TABOSA. 2000.** Salt stress in maize seedlings. *Revista Brasileira – de - Engenharia - Agricola – e- Ambiental*, 4:2, 165-171.
- HASSAN, K.H. 1999 .** Response of maize cultivars to plant distribution under salinity condition at Siwa Oasis. *Annals of Agriculture science (Cairo)*, 44(1) 189-199.
- HOOKIM, Y., SHIM, I, KOBAYASHI, K and USUI, K. 1999.** Relationship between Na Content or K/Na ratio in shoots and salt tolerance in Several gramineous plants. *Journal of Weed Science and Technology*, 44(4)293-299
- JIANGXING, Y.U., ZHAO, K. and DOU, J .1999.** Effect of NaCl stress on endogenous Polyamine content in leaves and growth of maize and Atriplex seedling . *Plant Physiology Communication* , 35 (3) 188-190.
- VERGARA, M.A., FRAYLE, B.J. and MARTINEZ, M.R. 1999.** Mechanisms of salt resistance in maize ( Zeamays) . *Revista –Chapingo.*, 15:69-70 .
- YANG, X., L.SHAN, E.FUSUO, H.HENGJUE and T.HONGBIN. 2000.** Effect of NaCl stress on growth and mineral nutrient contents of maize varieties . *Acta-prataculturae-Sinica*. 9:3,24-31.