

**تأثیر تلفیق آب شور و شیرین روی عملکرد و غلظت نمک**

**در منطقه توسعه ریشه ذرت**

تألیف:

عبدالمجید لیاقت<sup>۱</sup>، شکرآ... اسماعیلی<sup>۲</sup>

**چکیده<sup>۱</sup>**

با افزایش جمعیت و محدودیت منابع آب مناسب، استفاده از آبهای شور و لب شور در کشاورزی الزامی به نظر می‌رسد. استفاده از آبهای شور، مستلزم رعایت مدیریت‌های خاصی در مزرعه می‌باشد. یکی از روش‌های مدیریتی جهت استفاده از آبهای شور، تلفیق آب شور و شیرین می‌باشد. در این تحقیق به منظور بررسی سه روش تلفیق آب شور و شیرین و تأثیر هر یک از آنها روی توزیع و غلظت نمک در منطقه توسعه ریشه و عملکرد ذرت، طرحی شامل چهار تیمار در سه تکرار (به استثناء، تیمار شاهد با یک تکرار) در قالب یک طرح آماری کامل تصادفی در ۱۰ عدد لیبسی متر اجرا گردید. گیاه ذرت (رقم ۶۰۴) در تمام لیبسی‌مترها کشت و تا مرحله ساقه‌دهی، پنج بار با آب شیرین ( $0/7 \text{ dS/m}$ ) آبیاری شد. از مرحله ساقه‌دهی تا مرحله برداشت محصول، آبیاری ذرت (هفت آبیاری) با آب شور و شیرین با چهار روش (تیمار) مختلف انجام گرفت. بدین ترتیب که در تیمار اول (نیم در میان)، در هر نوبت آبیاری، نیمی از آب آبیاری با آب شور ( $7/3 \text{ dS/m}$ ) و نیمی دیگر بلافاصله پس از نفوذ نیم اول با آب شیرین ( $0/7 \text{ dS/m}$ ) تکمیل می‌شد. در تیمار دوم (یک در میان)، آبیاری یک نوبت با آب شور و نوبت دیگر با آب شیرین بطور متناوب و یک در میان صورت می‌گرفت. در تیمار سوم (اختلاط آب شور و شیرین)، آبیاری با مخلوط آب شور و شیرین ( $4 \text{ dS/m}$ ) صورت می‌گرفت و در تیمار چهارم (شاهد) آبیاری فقط با آب شیرین انجام می‌گرفت. نتایج حاصله از این تحقیق نشان داد که تیمار متناوب نیم در میان به عنوان یک روش مدیریتی

جدید تلفیق آب شور و شیرین در مقایسه با دو تیمار دیگر (مخلوط و متناوب یک در میان) دارای عملکرد بیشتری (از لحاظ وزن دانه و وزن کل ماده خشک) می‌باشد. راندمان مصرف آب برای تیمارهای شاهد، متناوب نیم در میان، متناوب یک در میان و مخلوط به ترتیب ۰/۸۲، ۰/۶۵، ۰/۵۶ و ۰/۵۸ کیلوگرم دانه ذرت به ازای هر متر مکعب آب محاسبه شد که در بین تیمارهایی که با آب شور و شیرین آبیاری می‌شدند، تیمار متناوب نیم در میان بیشترین راندمان را داشت. میزان شوری محلول خاک در اعماق ۲۵ و ۵۰ سانتی‌متری در تیمار نیم در میان کمتر از میزان شوری در دو تیمار دیگر (مخلوط و متناوب یک در میان) بود.

واژه‌های کلیدی: تلفیق آب شور و شیرین، توزیع نمک، عملکرد ذرت، راندمان مصرف آب، لیسیمتر

### مقدمه

در بسیاری از نقاط جهان منابع آب مناسب بدلیل افزایش جمعیت و مصرف روز افزون جوامع شهری-صنعتی، رو به کاهش است و ذخایر آب شیرین که قسمتی از آن بوسیله ذخایر زیرزمینی تامین می‌شود، محدود می‌باشند. به همین دلیل ناچار به استفاده از آبهای شور و لب شور در کشاورزی هستیم. البته استفاده از آبهای شور، مستلزم رعایت مدیریت‌های خاصی در مزرعه می‌باشد. در این رابطه راهکارهای متفاوتی جهت افزایش تولیدات کشاورزی وجود دارد که از آن جمله می‌توان کاشت گیاهان مقاوم به شوری، کاهش فاصله آبیاری به منظور جذب بهتر آب توسط گیاه، مصرف آب بیشتر به منظور آبیاری، استفاده از آبیاری قطره‌ای، تغییر روش‌های زراعی به منظور کنترل شوری، افزایش راندمان کاربرد آب و تلفیق آب شور و شیرین به منظور کاهش غلظت نمک در آب آبیاری را نام برد (۲، ۳ و ۴).

در ایران، هر ساله شش میلیارد متر مکعب از آبهای شور و لب شور در رودخانه‌ها جریان می‌یابد که با اعمال مدیریت‌های صحیح کشاورزی می‌توان از این آبها برای کشاورزی استفاده کرد (۳). مناطقی که دارای منابع آب شیرین در اوایل فصل رشد می‌باشند، ولی نیاز آبی گیاه را در تمام طول فصل کشت فراهم نمی‌کنند، بهترین موقعیت عملی برای استفاده از آبهای شور می‌باشند. در بعضی موارد در یک پروژه، گیاهان حساس به شوری با آب لب شور (آب متداول در پروژه) و محصولات مقاوم به شوری با زه‌آب شور آبیاری می‌گردند. تلفیق آب شور و شیرین که موضوع مورد بررسی این تحقیق می‌باشد در حال حاضر به دو صورت متداول زیر انجام می‌گیرد:

۱- معمولاً از آب شیرین در مراحل اولیه رشد و از آب شور در مراحل بعدی رشد استفاده می‌شود و

یا در برخی مواقع دو آب با کیفیت متفاوت به صورت یک در میان (متناوب) به گیاه داده می‌شود.

۲- آب شور و شیرین قبل از آبیاری و به منظور تهیه آب با غلظت نمک کمتر، با هم مخلوط می‌گردند.

در پاکستان اثر تلفیق آبهای شور (زیرزمینی) و شیرین (آبهای سطحی) در اراضی شور با مدیریت‌های مختلف روی خاک و گیاه بررسی شده است. این مطالعات نشان داده است که تلفیق آبهای شور و شیرین (مخلوط، استفاده متناوب دوره ای و متناوب یک در میان) علاوه بر اصلاح اراضی باعث افزایش تراکم

بوته‌ها و عملکرد محصول شده است (۵). عثمان و همکاران سه تیمار کیفیت آب (آب آبیاری، آب زهکشی، اختلاط آب آبیاری و زهکشی به نسبت ۱:۱) را برای کشت جو انتخاب کردند، استفاده از آب زهکش ( $10/7-16/7$  dS/m) سبب کاهش قابل‌ملاحظه محصول گردید، ولی اثر مخلوط آب آبیاری و زهکشی ( $6/8-9/9$  dS/m)، تأثیر کمی روی عملکرد محصول داشت و تفاوت چندانی با تیماری که با آب کانال ( $2/8-3/9$  dS/m) آبیاری شده بود، نشان نداد (۱۱). دینار و همکاران منحنی‌هایی را ارائه کردند که با استفاده از آنها می‌توان نسبت اختلاط آب شور و شیرین را با توجه به نوع گیاه به دست آورد (۷). عمل اختلاط دو منبع آبی ممکن است در کانالهای آبرسانی و یا در مزرعه صورت گیرد. برای مثال در دلتای رود نیل در کشور مصر در بعضی نقاط کانالهای آبیاری و زهکشی با یکدیگر تلاقی پیدا کرده‌اند (۱۴). همچنین عمل اختلاط ممکن است به‌طور طبیعی صورت گیرد، بدین‌گونه که با ورود آبهای زیرزمینی به داخل رودخانه از کیفیت آب رودخانه‌ها کاسته شده و هرچه به سمت پایین دست کشیده شود این کیفیت بیشتر کاهش خواهد یافت. کلباسی تحقیقی را بر روی رودخانه زاینده رود انجام داد، نتایج حاکی از افزایش تدریجی هدایت الکتریکی و غلظت کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، و کلر بود (۱).

مطالعات دیگر نشان داد که استفاده متناوب از آب شور و شیرین به ترتیب در مراحل اولیه و مراحل بعدی رشد بهتر از اختلاط آنهاست (۸ و ۱۴). پاسترناک و همکاران رفتار فیزیولوژیکی و عملکرد ذرت را تحت دو تیمار آبیاری، آبیاری با آب شور و آبیاری متناوب با آب شور و شیرین، در چهار سطح شوری ( $1/2$ ،  $4/5$ ،  $7/0$  و  $10/5$  dS/m) مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاصل نشان داد که وقتی شوری آب آبیاری زیاد ( $10/5$  dS/m) باشد عملکرد ذرت در تیمار آبیاری متناوب ( $5/17$  t/ha) به مراتب بیشتر از عملکرد ذرت در تیمار آبیاری با آب شور ( $1/31$  t/ha) خواهد بود (۱۲). نارش و همکاران نیز طی تحقیقاتی که بر روی گندم و پنبه انجام دادند به این نتیجه رسیدند که استفاده متناوب از آب شور و شیرین بطور یک در میان بهتر از اختلاط آنها در تمام مراحل رشد می‌باشد (۱۰).

با توجه به اینکه در هر آبیاری مقداری از آب، بدون اینکه نقشی در آبشویی خاک داشته باشد و یا به مصرف گیاه برسد، از طریق خلل و فرج بزرگ و یا درز و شکافهای موجود در خاک به اعماق نفوذ می‌کند، بخصوص در خاکهای رسی که درز و شکاف بیشتری نسبت به خاکهای سبک دارند. به نظر می‌رسد که اگر بجای اختلاط آب شور و شیرین و یا استفاده متناوب آنها بطور یک در میان، ابتدا از آب شور جهت خیس کردن خاک و سپس از آب شیرین (بلافاصله بعد از نفوذ آب شور به درون خاک) جهت آبیاری استفاده شود، راندمان مصرف آب برای گیاه بیشتر خواهد شد، زیرا در چنین شرایطی تلفات عمقی یا آب نفوذ یافته به زیر منطقه ریشه از سهم آب شور خواهد بود و نه از آب شیرین. همچنین بدلیل اینکه آب شیرین سبک‌تر از آب شور می‌باشد در قسمت فوقانی لایه خاک که تراکم ریشه بیشتر است باقی‌مانده و گیاه استفاده بیشتری از این آب (آب شیرین) خواهد برد. در نتیجه انتظار می‌رود که عملکرد گیاه در روش اخیر بهتر از دو روش اختلاط و استفاده متناوب یک در میان باشد.

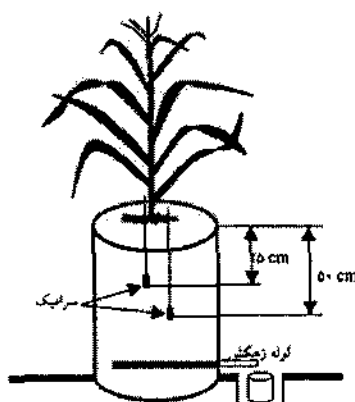
با توجه به فرضیات فوق، هدف اصلی تحقیق حاضر این بود که روش استفاده متناوب از آب شور و شیرین در هر نوبت آبیاری (متناوب نیم در میان) با دو روش دیگر (اختلاط و استفاده متناوب از آب شور و شیرین بطور یک در میان) از نقطه نظر غلظت نمک در منطقه توسعه ریشه و عملکرد گیاه ذرت مقایسه شود. به‌طور دقیق‌تر اهداف این تحقیق عبارتند از:

- ۱- بررسی اثرات روش‌های مختلف تلفیق (متناوب نیم در میان، متناوب یک در میان و مخلوط آب شور و شیرین) روی عملکرد گیاه ذرت و تعیین راندمان مصرف آب.
- ۲- بررسی اثرات روش‌های مختلف تلفیق روی میزان غلظت نمک در خاک و خروجی زهکشها.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر سه روش تلفیق آب شور و شیرین روی عملکرد ذرت و غلظت نمک در منطقه توسعه ریشه، تحقیق حاضر در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در ۱۰ عدد لیسی‌متر به قطر ۵۴ سانتی‌متر و ارتفاع ۹۰ سانتی‌متر از جنس پلی‌اتیلن انجام شد. شکل ۱ نمونه شماتیک یک لیسی‌متر را نشان می‌دهد. تیمارهای مورد نظر در این تحقیق، چهار تیمار هر کدام با سه تکرار (بجز تیمار شاهد که یک تکرار داشت) به شرح زیر می‌باشند:

- ۱- تیمار نیم در میان: در این تیمار در هر آبیاری، نیمی از آب آبیاری با آب شور ( $7/3 \text{ dS/m}$ ) و نیمی دیگر بلافاصله پس از نفوذ نیم اول با آب شیرین ( $7 \text{ dS/m}$ ) تکمیل می‌شد.
  - ۲- تیمار یک در میان: در این تیمار، آبیاری یک بار با آب شور و بار دیگر با آب شیرین بطور نوبتی و یک در میان صورت می‌گرفت.
  - ۳- تیمار مخلوط: در این تیمار، آب شور و شیرین ابتدا با هم مخلوط و سپس استفاده می‌شد.
  - ۴- تیمار شاهد: در این تیمار آبیاری با آب شیرین در تمام طول دوره زراعی انجام گرفت.
- خصوصیات شیمیایی سه نوع آب (آب شور، آب شیرین و مخلوط آب شور و شیرین) در جدول ۱ آمده است.



شکل ۱- نمونه شماتیک لیسی‌متر

در هر لیسی‌متر یک لوله PVC به قطر ۵ سانتی‌متر و طول ۷۰ سانتی‌متر که با مته ۲ میلی‌متری مشبک شده و با ژئوتکستایل پوشیده شده بود، نصب گردید. این لوله به عنوان زهکش در ۵ سانتی‌متری از کف لیسی‌متر بطور افقی نصب و با چسب سیلیکون آب‌بندی گردید. به منظور مطابقت هر چه بیشتر شرایط لیسی‌مترها با شرایط مزرعه گودالی به ابعاد  $3/5 \times 3/5$  متر و عمق  $1/2$  متر در مزرعه آزمایشی تحقیقات آب دانشکده کشاورزی دانشگاه

تهران واقع در کرج حفر و لیسیمیترها در داخل آن قرار داده شدند. همه لیسیمیترها تا ارتفاع ۸۵ سانتی‌متری با خاک مزرعه که دارای بافت لومی و شامل ۳۵/۲ درصد ماسه، ۴۸/۶ درصد سلیت و ۱۶/۱ درصد رس می‌باشد پر گردید. بعضی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در جدول ۲ نشان داده شده است. نیاز غذایی خاک مطابق عرف منطقه و به صورت ۲۰۰ کیلوگرم اوره و ۲۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار بوده است که براساس سطح لیسیمیترها به خاک اضافه شد.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی آب شیرین، مخلوط و آب شور مورد استفاده

Anions	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl	Cations	Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	PH	EC (dS/m)	نمونه آب
میلی اکی و لانت بر لیتر									
	۶/۶	۲/۲	۲/۴	۲	۶/۸۲	۶	۷/۵۱	۰/۶۸	آب شیرین
	۴۶/۲۵	۴/۴۱	۳/۴۹	۳۸/۳۵	۴۸/۶۸	۱۵/۶۰	۷/۴۵	۴	مخلوط
	۸۵/۹۲	۶/۶۲	۴/۶۰	۷۴/۷	۹۳/۹۴	۲۷/۰۷	۷/۳۹	۷/۳۲	آب شور

جدول ۲- برخی از خصوصیات شیمیایی خاک

Anions	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl	Cations	Mg <sup>+2</sup>	Ca <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	EC <sub>c</sub> (dS/m)	pH
میلی اکی و لانت در صد گرم خاک خشک										
	۱۲/۶۱	۴/۸۱	۴/۶	۳/۲	۱۲/۴۲	۲/۳	۶/۶۳	۰/۳۹	۳/۱	۰/۸۹

در اواسط تیرماه سال ۱۳۷۸ بذر ذرت رقم ۶۰۴ در کلیه لیسیمیترها با عملیات زراعی یکسان کشت گردید. نواری نیز به عرض ۵ متر در اطراف گودال آماده و با همان بذور رقم ۶۰۴ کشت گردید تا شرایط مرزی و گرده‌افشانی برای کلیه لیسیمیترها تقریباً یکنواخت باشد. در داخل هر لیسیمیتر هشت عدد بذر جوانه زد که دو هفته بعد تعداد آنها در هر لیسیمیتر به چهار عدد کاهش داده شد. برداشت محصول ذرت در اواخر مهر ماه سال ۱۳۷۸ انجام شد. وزن بلال و هزار دانه ذرت توسط موسسه نهال و بذر کرج اندازه‌گیری و مشخص گردید. متوسط ارتفاع بوته‌های ذرت در انتهای فصل رشد اندازه‌گیری و وزن کل قسمت هوایی آنها بلافاصله پس از برداشت و خشک کردن تعیین گردید.

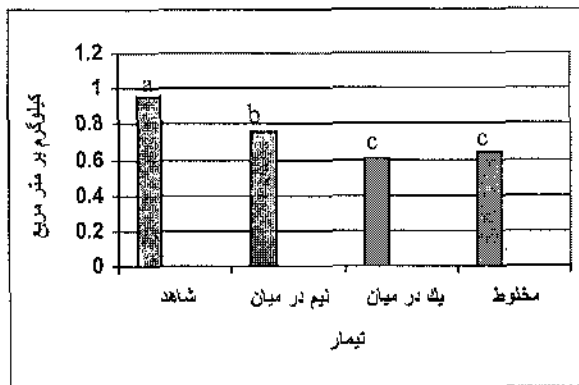
لازم به توضیح است که همه تیمارها تا مرحله ساقه‌دهی (پنج آبیاری اول) با آب معمولی و به یک میزان آبیاری شدند. از مرحله ساقه‌دهی به بعد (هفت آبیاری)، آبیاری با آب شور و شیرین مطابق تیمارها و به میزان ۲۰ لیتر به ازای هر لیسیمیتر آغاز گردید. حجم آب داده شده براساس ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی بین ظرفیت نگهداری و نقطه پژمردگی خاک مورد نظر به ترتیب ۳۰/۲ و ۱۴ درصد حجمی اندازه‌گیری شد و با احتساب ۲۰ درصد برای نیاز آبشویی محاسبه شده است. برای اندازه‌گیری شوری محلول خاک از سرامیکهای متخلخل استفاده شد. بدین ترتیب که دو عدد سرامیک یکی در عمق ۲۵ سانتی‌متری و دیگری در عمق ۵۰ سانتی‌متری در هر لیسیمیتر (به جز لیسیمیتر شاهد) نصب و توسط شیلنگهای باریکی به قطر ۲ میلی‌متر به خارج از خاک راه یافتند. برای جمع‌آوری محلول خاک، ۲۴ ساعت پس از هر آبیاری با

استفاده از پمپ مکش در داخل هر سرامیک خلأ ایجاد می‌شود و این خلأ به مدت ۲۴ ساعت ادامه می‌یافت. پس از ورود محلول خاک بداخل سرامیک، محلول داخل سرامیک از طریق شیلنگهای متصل به آن توسط پمپ مکش در ظروف پلاستیکی تخلیه و جهت اندازه‌گیری شوری با دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی به آزمایشگاه منتقل می‌شد. همچنین جهت تعیین بیلان آبی و بیلان جرمی نمک در هر لیسی‌متر، ظروف پلاستیکی جهت جمع‌آوری زه آبها در خروجی زهکشها قرار داده شد و میزان EC و حجم آب خروجی از هر لیسی‌متر اندازه‌گیری گردید. کل آب مصرفی گیاه در هر تیمار از تفاوت بین حجم آب آبیاری و آب زهکشی در هر لیسی‌متر محاسبه گردید. راندمان مصرف آب از تقسیم عملکرد دانه بر کل آب مصرفی در هر تیمار به دست آمد.

## نتایج و بحث

### نتایج عملکرد گیاه

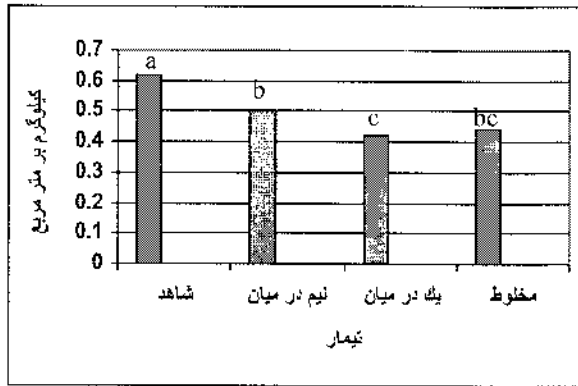
جهت ارزیابی سه روش تلفیق آب شور و شیرین، فاکتورهای مختلفی شامل وزن خشک کل گیاه، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، ارتفاع گیاه و میزان تجمع نمک در منطقه توسعه ریشه و EC آب زهکشی اندازه‌گیری و بررسی شد.



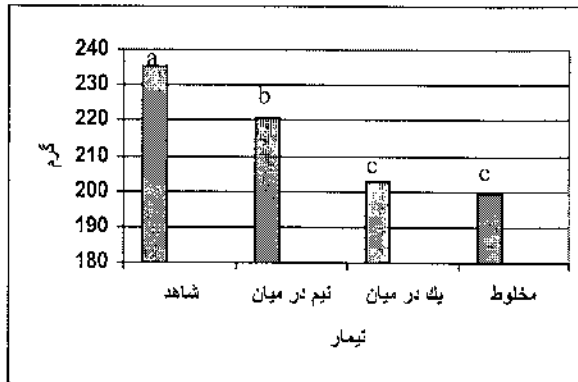
شکل ۲- میزان ماده خشک قسمت هوایی.

شکل‌های ۲ تا ۴ به ترتیب میزان ماده خشک کل مربوط به قسمت هوایی گیاه، عملکرد دانه و وزن هزار دانه را برای هر تیمار نشان می‌دهند. با توجه به این شکل‌ها بیشترین بازده در هر فاکتور مربوط به تیمار شاهد و پس از آن به ترتیب مربوط به تیمارهای متناوب نیم در میان، مخلوط و متناوب یک در میان می‌باشد. تجزیه واریانس مربوط به فاکتورهای مختلف گیاه نرت (وزن ماده خشک، وزن هزار دانه و

عملکرد نرت)، تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد بین تیمارها برای همه فاکتورها نشان داد. با توجه به اینکه این آزمایش در سطحی کوچک (لیسی‌متر) و با خاک لومی انجام شده است، به نظر می‌رسد که اگر کار در شرایط واقعی مزرعه و در خاکهای سنگین (رسی)، که در موقع خشک شدن دارای درز و شکاف بیشتری می‌باشند، انجام گیرد تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد نیز ممکن است حاصل شود. در شرایط واقعی علاوه بر درز و شکافهایی که بر اثر انقباض خاکهای رسی بوجود می‌آید، منافذ بزرگ دیگر نیز وجود دارد که توسط ریشه گیاهان کشت‌های قبل و حرکت میکروارگانیسم‌های خاک (مانند کرمها) و حیوانات موذی (مانند موش و غیره) ایجاد می‌شوند. در چنین شرایطی اگر از آب شیرین برای آبیاری استفاده گردد، مقدار قابل‌توجهی از این آب از طریق درز و شکافها و منافذ بزرگ به پایین منطقه ریشه



شکل ۳- میزان عملکرد دانه در واحد، سطح.



شکل ۴- متوسط وزن هزار دانه ذرت.

حرکت کرده و از دسترس گیاه خارج می‌گردد. لیکن، اگر ابتدا از آب شور برای خیس کردن زمین و سپس از آب شیرین برای آبیاری استفاده گردد، تلفات آب بیشتر از سهم آب شور خواهد بود تا از آب شیرین، و گیاه از آب شیرین بهره بیشتری خواهد برد.

برای مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد که متأثر از روش‌های تلفیق می‌باشند از آزمون دانکن استفاده شد که نتایج آن در شکل‌های ۲ تا ۴ با حروف a, b و c خلاصه شده است. حروف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار آماری بین تیمارها در سطح ۵ درصد می‌باشند. این شکل‌ها نشان می‌دهند که بین میزان ماده خشک و وزن هزار دانه تیمار نیم در میان با دو تیمار دیگر (مخلوط و یک در میان) در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد. همچنین بین عملکرد دانه تیمار نیم در میان با تیمار یک در میان تفاوت معنی‌داری

در سطح ۵ درصد وجود دارد. حال آنکه تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از لحاظ ارتفاع گیاه وجود ندارد. نتایج فوق تأییدی است بر فرضیه این تحقیق که اظهار می‌دارد بجای اینکه آبیاری با مخلوط آب شور و شیرین انجام شود، اگر آبیاری ابتدا با آب شور و سپس با آب شیرین انجام شود، نتایج بهتری حاصل خواهد شد.

### راندمان مصرف آب

چنانچه قبلاً ذکر گردید حجم آب ورودی و خروجی از هر لیسی‌متر و رطوبت خاک قبل از هر آبیاری به منظور استفاده از معادله بیلان جهت تعیین میزان آب مصرفی گیاه ذرت اندازه‌گیری گردید. میزان مصرف آب در طول دوره رشد برای گیاه ذرت در تیمارهای شاهد، متناوب نیم در میان، متناوب یک در میان و مخلوط به ترتیب ۷۵۹/۱، ۶۹۷/۹، ۶۴۸/۳ و ۶۵۳/۸ میلی‌متر برآورد گردید که بیشترین مقدار مصرف مربوط به تیمار شاهد (آبیاری با آب معمولی) و کمترین آن مربوط به تیمار متناوب یک در میان می‌باشد.

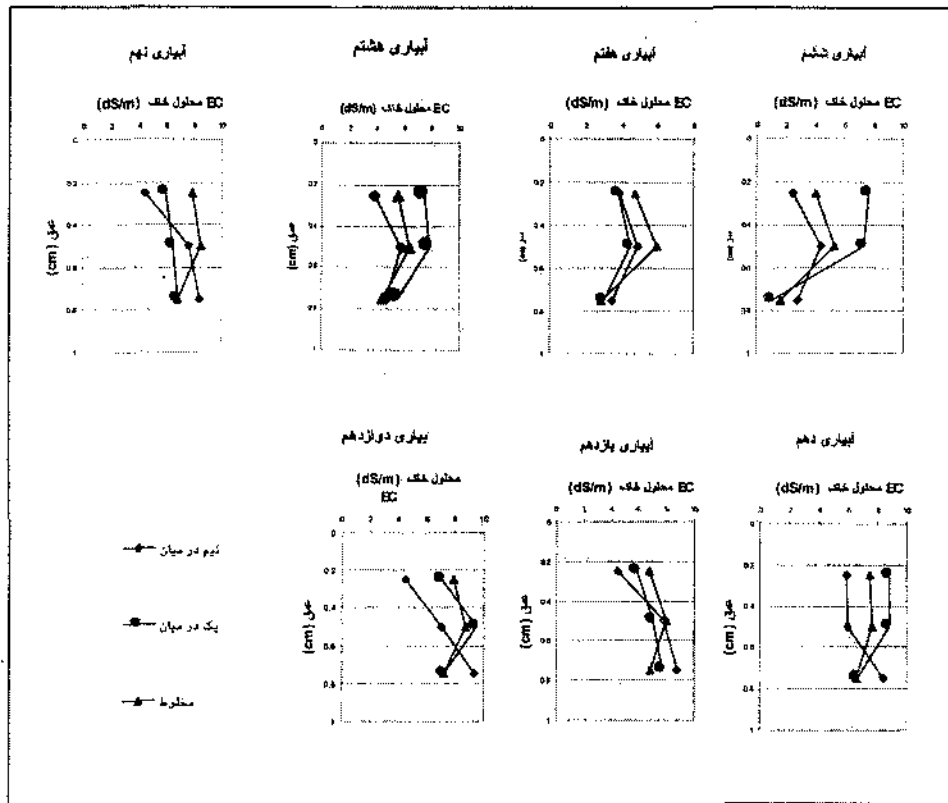
راندمان مصرف آب نیز از تقسیم عملکرد دانه ذرت بر میزان آب مصرفی در هر تیمار برحسب کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه شد که مقدار آن برای تیمارهای شاهد، متناوب نیم در میان، متناوب یک در

میان و مخلوط به ترتیب ۸/۱۶، ۶/۵۳، ۵/۶ و ۵/۸۶ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. در بین تیمارهایی که با آب شور و شیرین آبیاری می‌شدند، تیمار متناوب نیم در میان بیشترین راندمان مصرف را داشت که تصدیقی بر فرضیه این تحقیق می‌باشد.

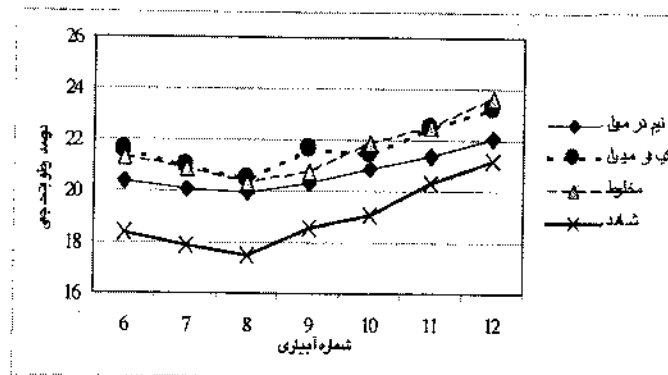
### نتایج شوری

چنانچه قبلاً بیان شد میزان EC محلول خاک، به منظور بررسی اثرات روش‌های تلفیق آب شور و شیرین روی غلظت نمک در منطقه توسعه ریشه، در دو عمق ۲۵ و ۵۰ سانتی‌متری بعد از هر آبیاری اندازه‌گیری گردید. لازم به توضیح است که جمع‌آوری محلول‌های خاک توسط سرامیک‌های متخلخل فقط تا یک روز بعد از آبیاری امکان‌پذیر بود. به همین دلیل، EC محلول خاک اندازه‌گیری شده در دو عمق ۲۵ و ۵۰ سانتی‌متری مربوط به شرایط رطوبتی بین اشباع و حد ظرفیت زراعی می‌باشد. شکل ۵ میزان EC محلول خاک را در سه عمق ۲۵، ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متری برای تیمارهای متناوب نیم در میان، متناوب یک در میان و مخلوط و برای آبیاری ششم تا دوازدهم نشان می‌دهد. یادآوری می‌شود که EC محلول خاک در عمق ۷۵ سانتی‌متری همان EC آب خارج شده از زهکش می‌باشد. همانگونه که در این شکل مشاهده می‌شود EC محلول خاک در تیمار متناوب نیم در میان در عمق ۲۵ و ۵۰ سانتی‌متری معمولاً پایین‌تر از دو تیمار دیگر (متناوب یک در میان و مخلوط) می‌باشد، که علت آن شستشوی نمک از لایه‌های فوقانی خاک و انتقال آن به اعماق پایین‌تر می‌باشد. شکل ۵ همچنین نشان می‌دهد که غلظت نمک در زه‌آب خروجی از زهکش (یا در عمق ۷۵ سانتی‌متری) در تیمار نیم در میان معمولاً بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد که بیانگر راندمان بالاتر آبتیوی در این تیمار می‌باشد. راندمان بالاتر آبتیوی در تیمار نیم در میان می‌تواند به دو دلیل باشد: دلیل اول این است که غلظت املاح در خاک با خشک شدن خاک در بین دو آبیاری افزایش می‌یابد. در تیمار متناوب نیم در میان، که مصرف آب توسط گیاه بیشتر است و رطوبت خاک کاهش بیشتری را نشان می‌دهد (شکل ۶)، غلظت املاح خاک قبل از آبیاری بیشتر از دو تیمار دیگر می‌باشد و هر چه غلظت نمک در خاک بیشتر باشد، راندمان آبتیوی بیشتر می‌گردد. دلیل دوم ممکن است به‌خاطر عبور آب از میان درز و ترکها یا خلل و فرج بزرگ خاک در هنگام آبیاری یا آبتیوی باشد که بدون اینکه نقشی در شستشو داشته باشد از خاک خارج می‌شود. در تیمار نیم در میان بدلیل اینکه آب عبوری از خلل و فرج بزرگ (تلفات عمقی) از سهم آب شور می‌باشد باعث می‌شود تا آب شیرین زمان بیشتری در خاک باقی بماند و راندمان آبتیوی را افزایش می‌دهد. EC مربوط به تیمار متناوب یک در میان نشان می‌دهد که شوری محلول خاک در موقع آبیاری با آب شور بالا و در موقع آبیاری با آب شیرین پایین می‌باشد. شوری زیاد در محلول خاک باعث تنش زیاد به گیاه شده و در صورتیکه زمان تنش بر زمان حساسیت گیاه منطبق شود، اثر تنش تشدید می‌شود. امکان وقوع چنین حالتی در تیمار متناوب یک در میان بیشتر از دو تیمار دیگر (مخلوط و نیم در میان) می‌باشد.





شکل ۵- شوری محلول خاک در سه عمق ۲۰، ۵۰ و ۷۵ سانتیمتری



شکل ۶- میزان متوسط رطوبت خاک قبل از هر آبیاری

شکل ۶ میزان متوسط رطوبت موجود در خاک را تا عمق ۵۰ سانتی‌متری قبل از هر آبیاری (از آبیاری ششم تا دوازدهم) در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد. این شکل نشان می‌دهد که میزان رطوبت خاک در تیمار شاهد بمراتب کمتر از میزان رطوبت خاک در سایر تیمارهایی است که با تلفیقی از آب شور و شیرین آبیاری می‌شدند که دلیل آن جذب بیشتر آب توسط گیاه از خاک بدون شور (تیمار شاهد) در مقایسه با خاک شور (تیمارهای دیگر) می‌باشد. در بین تیمارهایی که با آب شور و شیرین آبیاری می‌شدند، میزان رطوبت خاک در تیمار نیم در میان کمتر از دو تیمار دیگر بود که به نظر می‌رسد دلیل آن جایگزینی آب شور با آب شیرین در قسمت فوقانی ستون خاک باشد و اینکه قسمت اعظم ریشه در قسمت فوقانی پروفیل خاک (قسمت کم نمک خاک) قرار دارد که در نتیجه باعث می‌شود تا آب بیشتری توسط گیاه جذب شود.

بطور کلی می‌توان گفت که با شور شدن محیط ریشه، توانایی گیاه در جذب آب کاسته شده و میزان تعرق گیاه کم می‌شود و در نتیجه خاک رطوبت کمتری را از دست می‌دهد. به نظر می‌رسد که در تیمار نیم در میان به دلیل شسته شدن نمک به وسیله آب شیرین، مقدار زیادی نمک به لایه‌های زیرین منتقل شده و در لایه‌های بالایی که تجمع ریشه گیاه بیشتر است، نمک کمتری باقی می‌ماند. آب شیرین علاوه بر آبخویی جایگزین آب شور می‌شود. با توجه به این نکته که ریشه گیاه بیشتر در لایه سطحی گسترده می‌شود دو عامل کم شدن شوری خاک و امکان دستیابی بیشتر گیاه به آب شیرین در لایه سطحی، موجب جذب بیشتر آب و در نتیجه مصرف بیشتر آب توسط گیاه گردیده است. در تیمار متناوب یک در میان و مخلوط، شوری لایه سطحی مانع جذب آب و در نتیجه موجب کاهش تبخیر و تعرق گردیده است.

### سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران به خاطر فراهم نمودن فضای مناسب تحقیق و از معاونت محترم پژوهشی سازمان مدیریت منابع آب وزارت نیرو که امکانات مالی این تحقیق را فراهم نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

## منابع

- ۱- کلباسی، م. ۱۳۷۳. تغییرات کیفی آب زاینده رود در طول مسیر. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۵، شماره (۴) ص ۱-۱۵.
- ۲- علیزاده، ا. ۱۳۷۷. کیفیت آب در آبیاری. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد ص ۹۵.
- ۳- نوروزی، م. م. ماهرانی و م. مسچی. ۱۳۷۸. استفاده از آبهای شور و لب شور برای آبیاری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی، شماره ۲۶، ص ۶۵.
- ۴- هاشمی نیا، س. م. ع. کوچکی و ن. قهرمان. ۱۳۷۶. بهره برداری از آبهای شور در کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد ص ۲۳۶.
- 5- Chaudhry, M.R. 1999. Impact of conjunctive use of water on soils and crops under farmer's management. 17<sup>th</sup> Congress on Irrigation and Drainage, Granada, Spain, 1999. ICID-CIID, vol.1B:95-105.
- 6- Datta, K.K., V.P. Sharma, and D.P. Sharma. 1998. Estimation of production function for wheat under saline condition. *Agric. Water Manag. J.* 36:85-94.
- 7- Dinar, A., J. Letey, and H.J. Vaux. 1986. Optimal ratios of saline and nonsaline irrigation waters for crop production. *Soil. Sci. Soc. A. J.* 50:440-443.
- 8- Hamdy, A., S. Abdel, and M. Abu-zeid. 1993. Saline water management for optimum crop production. *Agric. Water Manag.* 24:189-203.
- 9- Minhas, P.S., and R.K. Gupta. 1993. Conjunctive use of saline and non-saline waters (I). Response of wheat to initial salinity profiles and salinisation patterns. *Agric. Water. Manag.* 23:125-137.
- 10- Naresh, R.K., P.S. Minhas, A.K. Goyal, C.P.S. Chauhan, and R.K. Gupta. 1993. Conjunctive use of saline and non-salin waters (II). Field Comparisons of cyclic uses and mixing for wheat. *Agric. Water Manag.* 23:139-148.
- 11- Osman, A. 1997. Effects of water quality and frequency of irrigation on growth and yield of barley. *Agric. Water Manag.* 34:17-24.
- 12- Pasternak, D.Y., De Malach, and I. Boroyic. 1985. Irrigation with brackish water under desert conditions (II). Physiological and yield response of maize (*Zea Mays*) to continuous irrigation with brackish water and to alternating brackish-fresh-brackish water irrigation. *Agric. Water Manag.* 10:47-60.
- 13- Rhoades, J.D. 1987. Use of saline water for irrigation. *Water Quality Bulletin* 12:14-20.
- 14- Willardson, L.S., D. Boels, and L.K. Smedema. 1997. Reuse of drainage water from irrigated areas. *Irri. and Drain. Systems.* 11:215-239.

## The effect of fresh and saline water conjunction on corn yield and salt concentration in the root zone

A. Liaghat and Sh. Esmaili

Irrigation and Reclamation Eng. Dept., Tehran University, Karaj, Iran

### Abstract

There is no choice to use saline water for agriculture. Because, population is increasing and fresh water resources are limited. Of course, saline water utilization needs some management practices in the field. One of the management practices is the conjunction use of fresh and saline water. This study was conducted to investigate the effect of three conjunction methods on corn yield and salt distribution in the root zone. Therefore a complete randomized design consist of four treatments; each with three replicates (except the control treatment with one replicate) was performed in 10 lysimeters. Corn (604 variety) was planted in all lysimeters and irrigated (five times) with fresh water (0.7 dS/m) until stemming step. From stemming step till crop harvesting, lysimeters were irrigated (seven times) with fresh and saline water, using different strategies (treatments). In the first (half-alternate) treatment lysimeters at each irrigation event, half of the irrigation water was applied with saline water (7.3 dS/m) and the other half with fresh water (0.7 dS/m). In the second (one-alternate) treatment lysimeters, irrigation was practiced with saline and fresh water alternatively (one irrigation with saline water and the next one with fresh water). In the third (blending) treatment lysimeters, irrigation was practiced with blended water (4 dS/m). In the forth treatment (control) lysimeter, irrigation was practiced only with fresh water. The results of this study showed that in case of using saline and fresh water for irrigation, the half-alternate treatment has better efficiency (in terms of grain yield and total dry matter weight) than the two other treatments (one-alternate and blended treatment). Water use efficiencies were estimated to be 0.82, 0.65, 0.56 and 0.58 kg/m<sup>3</sup> for control, half-alternate, one-alternate and blended treatments, respectively. Also, the results of this study showed lower EC<sub>e</sub> in the half-alternate lysimeters at 25 and 50 cm depth, compared to one-alternate and blended lysimeters.

Keywords: Saline and fresh water conjunction, Salt distribution, Corn yield, Water use efficiency, Lysimeter