

## اثر چهار رژیم تلفیقی آبیاری با آب شور بر الگوی توزیع شوری خاک در شرایط کشت گیاه

سیدحسن طباطبائی<sup>۱\*</sup>، فاطمه مستشفی حبیب آبادی<sup>۱</sup>، محمد شایان نژاد<sup>۲</sup> و محسن دهقانی<sup>۳</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۴/۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۰۶)

### چکیده

هدف از این تحقیق بررسی اثر آبیاری با مدیریت تلفیقی و چرخشی آب شور و شیرین روی الگوی توزیع شوری در خاک می باشد. برای اجرای این طرح یک زمین به ۳۲ عدد کرت به ابعاد ۶×۲/۵ متر مربع تقسیم بندی گردید. طرح آماری مورد استفاده در این تحقیق کرت های خرد شده (اسپلیت پلات) با ۲ رقم آفتابگردان (آلستار و هایسان ۳۳)، ۴ رژیم آبیاری و ۴ تکرار می باشد. رژیم های آبیاری به عنوان تیمارهای تحقیق عبارتند از: T۱- آبیاری یک در میان با آب شور ۱۱ دسی زیمنس بر متر و آب معمولی ۲ دسی زیمنس بر متر (یک در میان)، T۲- معمولی - شور، T۳- مخلوط و T۴- شور - معمولی. در این تحقیق در اول، وسط و آخر فصل آبیاری نمونه برداری هایی از اعماق ۰، ۲۰، ۴۰ - ۲۰ و ۴۰ - ۶۰ سانتی متری خاک انجام گرفته و میزان شوری، کلسیم و منیزیم، سدیم و کلر خاک اندازه گیری شد. نتایج نشان می دهد که میزان شوری در عمق ۴۰ سانتی متری برای هر دو رقم آفتابگردان و هر چهار رژیم آبیاری و در مراحل مختلف رشد گیاه، از دو عمق ۲۰ و ۶۰ سانتی متر بیشتر است. رژیم معمولی - شور در بین چهار تیمار اعمالی بیشترین میزان شوری خاک را دارد. با افزایش عمق آبیاری میزان کلر و سدیم خاک در اکثر رژیم ها و مراحل رشد، افزایش یافت و به حدود ۵۰ و ۷۵ میلی اکی والان برلیتر افزایش یافت. عناصر کلسیم و منیزیم برای رقم آلستار در رژیم های مختلف و در حالت تأثیر رژیم ها بر روی عمق های مختلف معنی دار بوده است. در رقم آلستار کمترین شوری و بیشترین عملکرد بعد از تیمار شور - معمولی، مربوط به تیمار مخلوط، بعد از آن یک در میان و در آخر تیمار معمولی - شور می باشد.

واژه های کلیدی: آب شوئی، رژیم تلفیقی آبیاری، شوری

۱. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۲. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳. مرکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان

\*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: Tabatabaei@agr.sku.ac.ir

## مقدمه

آب آبیاری حتی اگر بهترین کیفیت را داشته باشد، مقداری املاح به خاک منتقل می‌کند که ادامه این روند باعث افزایش تدریجی غلظت نمک در خاک می‌شود البته در صورتی که نیاز آبخوبی تأمین نگردد. در بیشتر نواحی خشک و نیمه‌خشک بارندگی کم، تبخیر و تعرق زیاد و آبخوبی ناکافی باعث تجمع نمک در محیط ریشه و در پروفیل خاک شده، نهایتاً منجر به شوری خاک می‌شود (۶). از طرفی ازدیاد املاح در حوزه فعالیت ریشه بستگی به مقدار نمک آب آبیاری، تعداد دفعات آبیاری و صعود کاپیلاری آب زیرزمینی و منشا خاک دارد (۹ و ۲۰). تاثیر استفاده از آب شور بر خصوصیات شیمیایی خاک در مطالعات متعدد (۵، ۱۳، ۱۴، ۱۷ و ۱۹) بررسی شده و نشان داده که به مرور باعث شوری بیشتر خاک شده است.

از طرفی در استفاده از آب‌های شور و معمولی مدیریت‌های گوناگونی قابل اعمال است. برخی از مدیریت‌های اعمالی عبارتند از: کاربرد آب شیرین در آخر یا مقاطعی از فصل زراعی، آبیاری مکرر با دور کم به منظور کاهش تنش‌های وارده به گیاه، آبیاری قبل از کشت به منظور فراهم آوردن رطوبت کافی برای عملیات زراعی و منتقل کردن نمک‌ها به پایین منطقه ریشه و همچنین به کار بردن تلفیقی آب شور و معمولی می‌باشد (۱، ۳ و ۱۶). سلطانی (۴) نتیجه گرفت که بهترین نسبت اختلاط آب مربوط به تیمار ۷۰ درصد آب شیرین و ۳۰ درصد آب شور بود. چاودری (۱۰) نشان داد که تلفیق آب‌های شور و شیرین (مخلوط، متناوب دوره‌ای و متناوب یک در میان) علاوه بر اصلاح اراضی باعث افزایش تراکم بوته‌ها و عملکرد محصول شده است. راجیندر (۱۵)، نتیجه گرفت که حتی تا شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر را هم می‌توان برای آبیاری کتان و گندم به کار برد به شرطی که آبیاری به طور متناوب با آب کانال با شوری ۰/۴ - ۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر در چرخش باشد. مالاش و همکاران (۱۱) اثر رژیم آبیاری متناوب و مخلوط را با دو روش آبیاری جویچه‌ای و قطره‌ای بر روی گیاه گوجه‌فرنگی بررسی کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که بیشترین بازده برای آب

شور ۴/۲ تا ۴/۸ دسی‌زیمنس بر متر و آب شیرین ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر از ترکیب سیستم قطره‌ای و مخلوط با نسبت ۶۰ درصد آب شیرین و ۴۰ درصد آب شور به دست می‌آید. زارعی (۳) در شرایط بدون کشت نشان داد که تیمار یک در میان در لایه‌های سطحی شوری خیلی کمتری نسبت به دو تیمار دیگر ایجاد کرده بود. در اعماق پایین‌تر تیمار مخلوط وضعیت بهتری داشت. لیاقت، (۸) به منظور بررسی سه روش تلفیق آب شور و شیرین (نیم در میان، یک در میان، اختلاط آب شور با آب شیرین و شاهد) نشان داد که میزان شوری محلول خاک در اعماق ۲۵ و ۵۰ سانتی متری در تیمار نیم در میان کمتر از میزان شوری در دو تیمار دیگر (مخلوط و متناوب یک در میان) بود. هنگام استفاده مجدد از زه آب (آب شور)، به شکل مکرر و به منظور آبیاری، اگر منظور استفاده از استراتژی اختلاط زه آب و آب با کیفیت خوب باشد، این عمل فقط هنگامی قابل انجام است که چگونگی تأثیر آن روی حجم آب قابل استفاده در حالت‌های مجزا و مرکب مورد بررسی قرار گیرد (۱۲).

با توجه به مطالب فوق، بررسی اختلاط آب شور و شیرین بر کمیت و کیفیت آب آبیاری و همچنین بر خصوصیات کیفیت خاک در شرایط مختلف و در حضور گیاه لازم است که در این تحقیق سعی شده است به بخشی از این نیاز پاسخ داده شود. بر این اساس هدف از این تحقیق بررسی اثر آبیاری با مدیریت تلفیقی و چرخشی آب شور و شیرین بر روی الگوی توزیع شوری در خاک در شرایط کشت آفتابگردان در یک اقلیم خشک و نیمه‌خشک می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در تابستان ۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات شوری مرکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان در منطقه رودشت واقع در ۷۰ کیلومتری شرق اصفهان اجرا گردید. این منطقه در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲۰ دقیقه و عرض ۳۲ درجه و ۳۰ دقیقه واقع گردیده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۵۰ متر است. اقلیم این منطقه گرم و خشک و نوع خاک لوم - رسی و میزان شوری

جدول ۱. کاتیون‌ها و آنیون‌های غالب محلول خاک و برخی خصوصیات شیمیایی خاک قبل از آزمایش

عمق خاک	SAR	pH	ECe	کلر	بی کربنات	سولفات	کلسیم + منیزیم	سدیم
cm			dS/m			(meq/lit)		
۰-۳۰	۵/۵	۷/۶	۵/۱	۲۱	۲/۴	۲۹/۸	۳۱/۲	۲۲
۳۰-۶۰	۶/۷	۷/۹	۵/۶	۱۸	۳/۲	۳۳	۲۹	۲۵/۲
۶۰-۹۰	۸/۵	۸/۲	۴/۱	۱۵	۳/۶	۳۰/۹	۲۱/۵	۲۸

جدول ۲. کودهای شیمیایی مورد نیاز گیاه براساس آزمون خاک

سولفات پتاسیم	سوپر فسفات تریپل	سولفات روی	سولفات منگنز	سولفات مس	سولفات آهن	اوره
Kg/ha						
۱۸۰	۱۸۰	۹۰	۵۵	۵۵	۵۵	۲۱۰

جدول ۳. خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده

نوع آب مورد استفاده	SAR	pH	EC	کلر	بی کربنات	سولفات	کلسیم + منیزیم	سدیم
		dS/m				(meq/lit)		
آب معمولی (رودخانه)	۷/۵	۸/۲	۲/۱	۱۸	۲/۸	۱/۲	۸	۱۵
آب مخلوط	۲۱/۴	۸/۱	۶	۵۲	۳/۴	۲۸/۵	۱۸	۶۴/۲
آب شور (چاه)	۲۴/۴	۸	۱۱	۹۱	۴/۲	۳۶	۳۳	۹۹/۲

در منطقه بهترین عملکرد را با استفاده از آب شیرین داشته‌اند. و رژیم‌های آبیاری به‌عنوان تیمار فرعی در نظر گرفته شدند. رژیم‌های آبیاری عبارتند از: T۱- آبیاری یک در میان با آب شور و معمولی (تیمار یک در میان)، T۲- آبیاری با ۵۰ درصد آب معمولی و پس از محو شدن، آبیاری با ۵۰ درصد آب شور (تیمار معمولی - شور)، T۳- اختلاط ۵۰ درصد آب معمولی با ۵۰ درصد آب شور (تیمار مخلوط) و T۴- آبیاری با ۵۰ درصد آب شور و پس از محو شدن، آبیاری با ۵۰ درصد آب معمولی (تیمار شور - معمولی). جدول ۳ خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده و شکل ۱ شماتیک طرح را نشان می‌دهد.

براساس پیشنهاد کریم زاده اصل و همکاران (۷) آبیاری هر ۱۱ روز یکبار و به‌صورت ثابت انجام گرفت. میزان تبخیر و تعرق پتانسیل با استفاده از روش تشتک تبخیر کلاس A و ضریب تشتک ۰/۷۵ محاسبه شد. حجم آب آبیاری نیز با توجه به مساحت کرت و ضریب گیاهی محاسبه شد. بعد از مشخص

خاک در اعماق مختلف بین ۴/۱ تا ۵/۶ دسی‌زیمنس بر متر متغیر است. جدول ۱ مشخصات خاک مورد تحقیق را نشان می‌دهد.

برای اجرای این طرح زمینی به ابعاد ۱۰۰۰ مترمربع پس از آماده‌سازی بستر، به ۳۲ عدد کرت به ابعاد ۶×۲/۵ متر تقسیم شد. هر کرت فرعی شامل ۴ ردیف کاشت بوده که فاصله بین تیمارها در تکرار ۲ متر و فاصله بین تکرارها نیز ۳ متر در نظر گرفته شد و کرت‌ها با فواصل ۶۰ سانتی‌متری شیاربندی شدند. کودهای شیمیایی مورد نیاز گیاه براساس آزمون خاک مشخص گردیده با ترکیبات و مقادیر جدول ۲ در تمام سطح کرت‌ها داده شد.

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲ رقم، ۴ رژیم و ۴ تکرار می‌باشد. دو رقم گیاه آفتابگردان آلستار و هایسان ۳۳ به‌عنوان تیمار اصلی ( این دو رقم در بین ارقام هیبریدی مورد استفاده

T2	T1	T4	T3	T2	T1	T4	T3
T3	T2	T1	T4	T3	T2	T1	T4
T1	T4	T3	T2	T1	T4	T3	T2
T4	T3	T2	T1	T4	T3	T2	T1

شکل ۱. شماتیک طرح (رنگ سفید رقم هایسان ۳۳ و رنگ سیاه رقم آلتار)

## نتایج و بحث

### تأثیر رژیم های آبیاری بر روی هدایت الکتریکی (EC) خاک

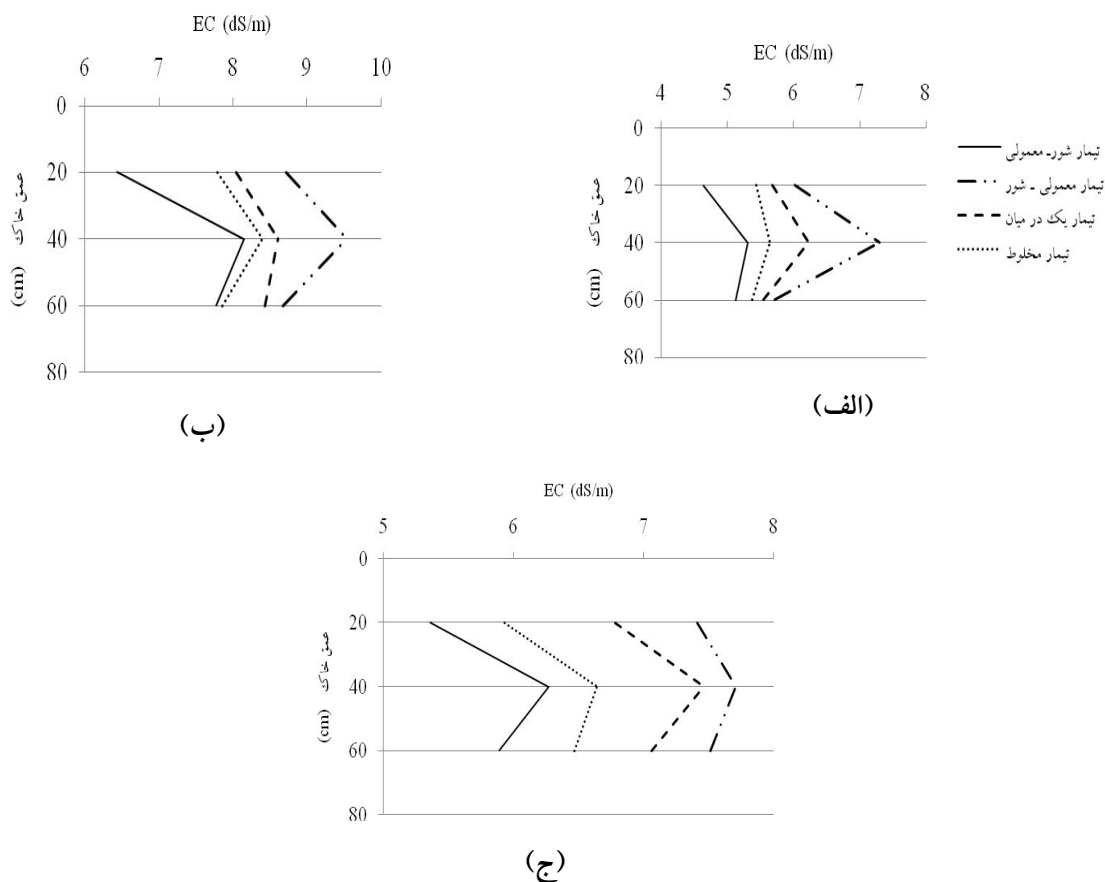
اهمیت غلظت کلی نمک و پتانسیل اسمزی آن از نظر رشد گیاه معمولاً بیش از اثر هر کدام از یون ها است. نتایج شکل های (۲) و (۳) نشان می دهد که میزان شوری در عمق ۴۰ سانتی متری برای هر دو رقم آلتار و هایسان ۳۳ و هر ۴ رژیم شور - معمولی، معمولی - شور، مخلوط و یک در میان و در مراحل مختلف رشد گیاه، از دو عمق ۲۰ و ۶۰ سانتی متر بیشتر است. به دلیل این که ریشه های فرعی آفتابگردان بیشتر در عمق ۳۰ سانتی متری گسترش می یابد پس در عمق بین ۲۰ تا ۴۰ سانتی متری بیشترین میزان مصرف آب، وجود دارد. از طرف دیگر در این عمق به دلیل بالاتر بودن وزن مخصوص طاهری، میزان نفوذپذیری خاک از دو عمق دیگر کمتر است، بنابراین نمک های شسته شده از لایه های بالاتر در این عمق بیشترین تمرکز را دارا هستند و احتمالاً به دلیل صعود موینه آب از لایه های پایین تر به این لایه و انباشته شدن مقداری نمک از این طریق بیشترین میزان شوری در این لایه وجود دارد.

رژیم آبیاری شور - معمولی برای هر دو رقم هایسان ۳۳ و آلتار کمترین میزان تجمع شوری آب آبیاری را در سطح خاک دارد و چون ازدیاد املاح در حوزه فعالیت ریشه به مقدار نمک آب آبیاری، تعداد دفعات آبیاری و صعود کاپیلاری آب زیرزمینی بستگی دارد (۹) بنابراین در این تیمار با عبور آب شور از خلل و فرج بزرگ (تلفات عمقی) و سپس با دادن آب معمولی، محیط خاک از نظر شوری به میزان زیادی برای گیاه تعدیل می شود. رژیم آبیاری شور - معمولی در شرایط مساوی

شدن حجم آب مورد نیاز هر کرت، با استفاده از کتور حجمی (۵/۰ اینچ)، به طور دقیق آبیاری هر کرت انجام شد. برای توزیع آب به کرت ها از لوله، انشعاب و شیر استفاده شد.

برای اعمال رژیم آبیاری مخلوط در این طرح، ابتدا آب شور (هدایت الکتریکی ۱۱ دسی زیمنس بر متر) به درون حوضچه اختلاط پمپاژ شده، پس از آن با درصدی مشخص مقداری آب معمولی (آب کانال) به آب شور حوضچه اضافه گردید تا آب با شوری ۶ دسی زیمنس بر متر به دست آید. سپس آب به درون لوله های موجود در مزرعه پمپ شد. برای اعمال دیگر رژیم ها آب شور و معمولی به طور جداگانه به حوضچه اختلاط منتقل و بعد توسط لوله در سطح کرت ها توزیع شد.

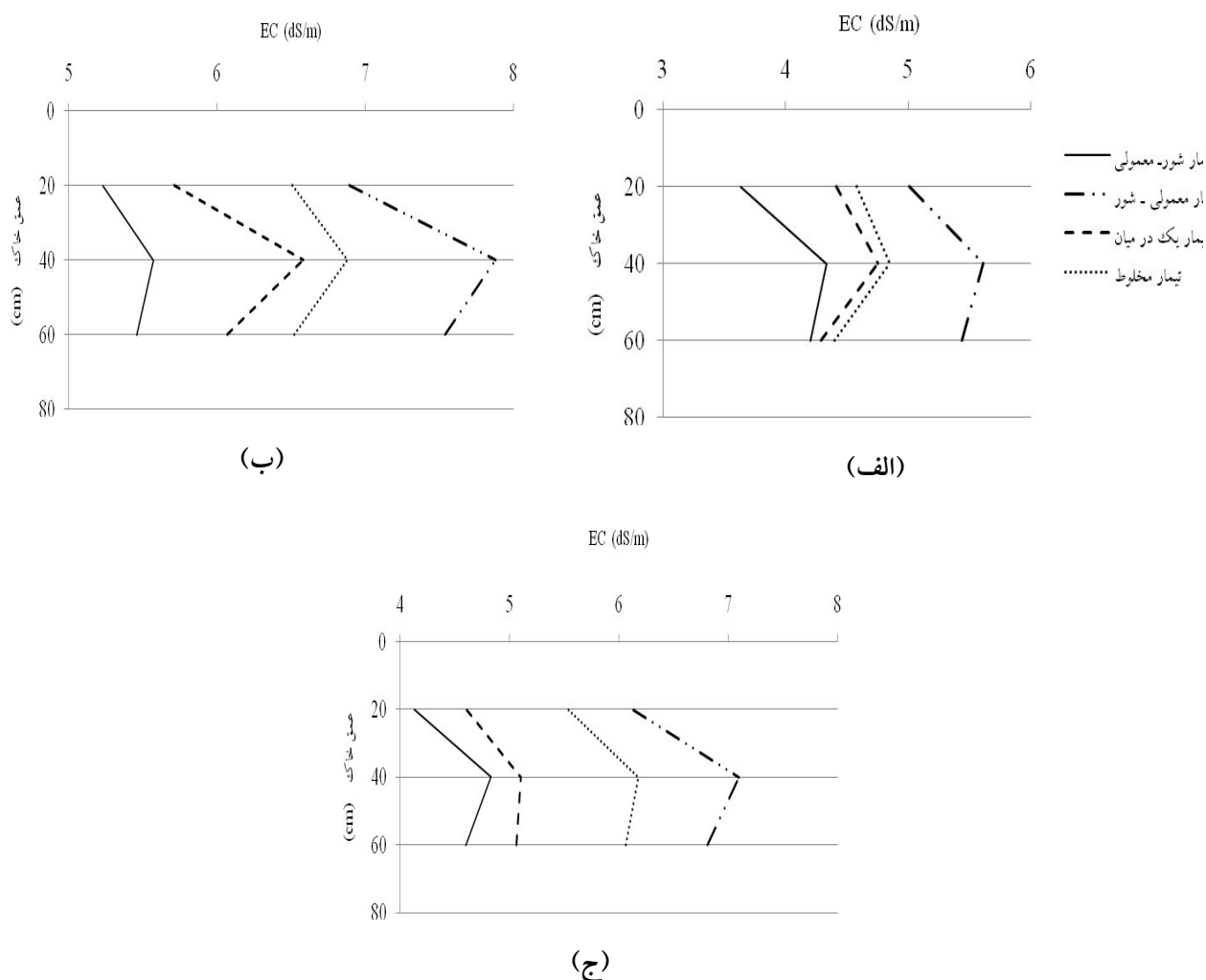
با توجه به عمق توسعه گیاه آفتابگردان (۶۰ سانتی متر)، نمونه برداری خاک در اول، وسط و آخر فصل آبیاری و از اعماق ۰ - ۲۰، ۲۰ - ۴۰ و ۴۰ - ۶۰ سانتی متری خاک و توسط اوگر از داخل کرت ها برداشت شد. پس از به دست آمدن عصاره اشباع خاک، شوری آن توسط دستگاه سنجش شوری اندازه گیری شد. اندازه گیری کلسیم و منیزیم خاک توسط روش تیتراسیون با محلول ورسین (EDTA) و سدیم عصاره اشباع نیز توسط دستگاه فلیم فتومتر اندازه گیری شد. برای به دست آوردن میزان کلر، به عصاره اشباع خاک چند قطره معرف کرومات پتاسیم اضافه و توسط محلول نترات نقره تا تشکیل رسوب قرمز آجری تیتراژ انجام گردید. نتایج به دست آمده توسط برنامه SAS آنالیز و برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن استفاده گردید.



شکل ۲. مقایسه EC در رژیم‌های مختلف آبیاری، الف) مرحله رشد رویشی، ب) زایشی و ج) برداشت در رقم آلستار

مصرف آب معمولی در اوایل فصل و آب‌شویی میزان زیادی از املاح شور به این طریق از پروفیل خاک باشد. ولی با پیشروی مراحل رشد گیاه و مصرف بیشتر آب توسط گیاه و اعمال رژیم‌های شوری بر روی خاک و گیاه شوری خاک برای همه تیمارها و هر دو رقم از شوری اولیه خاک هم بیشتر می‌شود. رژیم معمولی - شور در بین چهار تیمار اعمالی بیشترین میزان شوری را دارد زیرا در این تیمار آب عبوری از خلل و فرج بزرگ (تلفات عمقی) از سهم آب شیرین می‌باشد و لایه سطحی خاک در آبی با شوری ۱۱ دسی زیمنس بر متر قرار دارد بنابراین تجمع املاح در لایه‌های سطحی افزایش می‌یابد و چون شوری، ساختمان خاک را تغییر داده و در وضع شیمیایی و کلونیدی خاک ایجاد اختلال کرده و گاهی باعث چسبندگی مواد کلونیدی خاک می‌شود و املاح شور، نه تنها از میزان

از نظر اقلیمی با سه تیمار دیگر با ایجاد شوری کمتر در خاک و قرار دادن آب با کیفیت مناسب‌تر در دسترس گیاه، بهترین تیمار برای آبیاری گیاه در بین چهار تیمار اعمالی می‌باشد. با مقایسه میزان شوری از شکل‌های ۱ و ۲ مشاهده می‌شود که در شرایط یکسان، میزان نمک موجود در خاک در رقم آلستار نسبت به رقم هایسان ۳۳ بیشتر است و به دلیل این‌که با جذب آب توسط ریشه محیط خاک شورتر می‌شود بنابراین رقم آلستار تا زمان آبیاری بعدی، بیشتر از رقم هایسان ۳۳ در محیط شور قرار گرفته و به دلیل شوری و اثر سمیت یون‌های موجود در خاک عملکرد آن برای تمام پارامترهای کمی و کیفی گیاه، کاهش بیشتری می‌یابد (جدول ۸). در لایه ۰-۲۰ سانتی‌متر در مرحله رشد رویشی و برای هر دو رقم میزان شوری به دست آمده نسبت به میزان شوری اولیه خاک کمتر است شاید دلیل آن



شکل ۳. مقایسه EC در رژیم‌های مختلف آبیاری، (الف) مرحله رشد رویشی، (ب) زایشی و (ج) برداشت در رقم هایسان ۳۳

#### تأثیر رژیم‌های آبیاری بر روی کلر، سدیم و کلسیم و منیزیم خاک

نتایج آنالیز برنامه SAS بر روی پارامترهای کلر، سدیم و کلسیم و منیزیم موجود در عمق‌های مختلف خاک و رژیم‌های متفاوت در جداول ۵ تا ۷ ارائه شده است. نتایج این آنالیزها نشان می‌دهد که عناصر کلر و سدیم فقط در حالت تأثیر رژیم‌ها بر روی عمق‌های مختلف و فقط برای رقم هایسان ۳۳ معنی دار بوده‌اند. عناصر کلسیم و منیزیم برای رقم آلتار در رژیم‌های مختلف و در حالت تأثیر رژیم‌ها بر روی عمق‌های مختلف معنی دار بوده است. این دو عنصر برای رقم هایسان ۳۳ در

محصول می‌کاهند، بلکه فعالیت میکروارگانیزم‌های خاک را متوقف و مانع فعالیت باکتری‌ها شده و عمل نیتریفیکاسیون را در خاک مختل می‌سازند (۲). بنابراین در این رژیم باید کمترین میزان عملکرد برای گیاه را شاهد باشیم. نتایج جدول (۴) این مطلب را به خوبی نشان می‌دهد.

نتایج تحقیقات تامسون (۱۹)، تارانتینو و همکاران (۱۸)، پریور و همکاران (۱۳) نیز به این مطلب اشاره دارد که در هر حال افزایش بار شوری در طول مدت زمان آزمایش باعث انباشت مقدار قابل توجهی از نمک و سدیم در لایه‌های خاک گردیده است. در تحقیق حاضر با گذشت زمان نتایج مشابه با دست‌آوردهای این محققین به دست آمد.

جدول ۴. خلاصه پارامترهای اندازه‌گیری شده برای هر چهار رژیم و هر دو رقم

رقم	رژیم	عملکرد دانه در طبق گرم	عملکرد دانه تن/هکتار	عملکرد روغن تن/هکتار
آلستار	شور - معمولی	۵۳/۳۳	۳/۵۱	۱/۵۵
	یک در میان	۳۹/۶۴	۲/۷۳	۱/۲۲
	مخلوط	۴۳/۴۴	۲/۸۱	۱/۲۷
	معمولی - شور	۳۳/۵۱	۲/۲۵	۱/۰۴
هایسان ۳۳	شور - معمولی	۶۹/۰۶	۴/۵۳	۱/۹۵
	یک در میان	۵۶/۱۵	۳/۴۱	۱/۵۰
	مخلوط	۴۶/۴۳	۳/۲۴	۱/۴۵
	معمولی - شور	۴۱/۴۰	۲/۷۹	۱/۲۶

جدول ۵. جداول تجزیه واریانس کلر خاک در ارقام، الف) آلستار و ب) هایسان ۳۳

ب) (ب)					الف) (الف)				
منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F
رژیم	۳	۱۱۹۵/۸	۳۹۸/۶	۷۳/۷ <sup>ns</sup>	رژیم	۳	۹۵۷/۵	۳۱۹/۲	۸۳/۳ <sup>ns</sup>
تکرار	۲	۲۰۰۱/۰	۱۰۰۰/۵	۱۸۵ <sup>ns</sup>	تکرار	۲	۱۴۶۴/۴	۷۳۲/۲	۱۹۱/۲ <sup>ns</sup>
خطای رژیم	۶	۲۸۴/۱	۴۷/۴	۸/۸	خطای رژیم	۶	۱۴۰/۵	۲۳/۴	۶/۱
عمق	۲	۲۴۹/۹	۱۲۴/۹	۲۳/۱ <sup>ns</sup>	عمق	۲	۱۸۳/۲	۹۱/۶	۲۳/۹ <sup>ns</sup>
رژیم×عمق	۶	۲۱/۷	۳/۶	۰/۷*	رژیم×عمق	۶	۱۳۲/۰	۲۲/۰	۵/۷ <sup>ns</sup>
خطای عمق	۱۶	۸۶/۵	۵/۴		خطای عمق	۱۶	۶۱/۳	۳/۸	
تنوع کل	۳۵	۳۸۳۹/۲			تنوع کل	۳۵	۲۹۳۸/۸		

\*: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، \*\*: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ns: معنی‌دار نیست

نشان می‌دهد رقم هایسان ۳۳ نسبت به رقم آلستار دارای شوری خاک کمتری است. همچنین به علت آب‌شویی املاح کلسیم و منیزیم از لایه‌های بالاتر و تجمع این املاح در لایه ۶۰ سانتی متری و دور از دسترس بودن ریشه‌های گیاهان از این لایه میزان عناصر این لایه بیشتر از دو لایه دیگر است. این عناصر برای رقم آلستار و عمق‌های ۴۰ و ۶۰ سانتی متر در گروه (a) قرار گرفته‌اند و از نظر میزان عددی در عمق ۶۰ سانتی متر از

رژیم‌های مختلف، تکرارها، عمق‌ها و تأثیر رژیم‌ها بر روی عمق‌های مختلف معنی‌دار بوده‌اند.

جدول ۸ نشان می‌دهد برای هر دو رقم و در عمق ۴۰ سانتی متر میزان کلر و سدیم از دو عمق دیگر بیشتر است. علی‌رغم بالا بودن میزان تبخیر و تعرق در لایه سطحی، به علت آب‌شویی مداوم این لایه نسبت به لایه‌های دیگر میزان عددی این عناصر در این عمق از اعماق دیگر کمتر است. این جدول

جدول ۶. جدول تجزیه واریانس سدیم خاک در ارقام آلستار (الف) و هایسان ۳۳ (ب)

(ب)					(الف)				
منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F
رژیم	۳	۸۷۳/۹	۲۹۱/۳	۵۸/۵ <sup>ns</sup>	رژیم	۳	۹۲۱/۴	۳۰۷/۱	۶۹/۹ <sup>ns</sup>
تکرار	۲	۱۷۶۹/۰	۸۸۴/۵	۱۷۷/۶ <sup>ns</sup>	تکرار	۲	۲۴۴۷/۶	۱۲۲۳/۸	۲۷۸/۵ <sup>ns</sup>
خطای رژیم	۶	۱۰۶/۷	۱۷/۸	۳/۶	خطای رژیم	۶	۶۴/۲	۱۰/۷	۲/۴
عمق	۲	۲۳۵/۱	۱۱۷/۶	۲۳/۶ <sup>ns</sup>	عمق	۲	۲۸۲/۳	۱۴۱/۱	۳۲/۱ <sup>ns</sup>
رژیم×عمق	۶	۶۳/۷	۱۰/۶	۲/۱ <sup>**</sup>	رژیم×عمق	۶	۳۶۵/۵	۶۰/۹	۱۳/۹ <sup>ns</sup>
خطای عمق	۱۶	۷۹/۷	۴/۹		خطای عمق	۱۶	۷۰/۳	۴/۴	
تنوع کل	۳۵	۳۱۲۸/۰			تنوع کل	۳۵	۴۱۵۱/۲		

\*: معنی دار در سطح احتمال ۵٪، \*\*: معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ns: معنی دار نیست

جدول ۷. جداول تجزیه واریانس کلسیم و منیزیم خاک در ارقام آلستار (الف) و هایسان ۳۳ (ب)

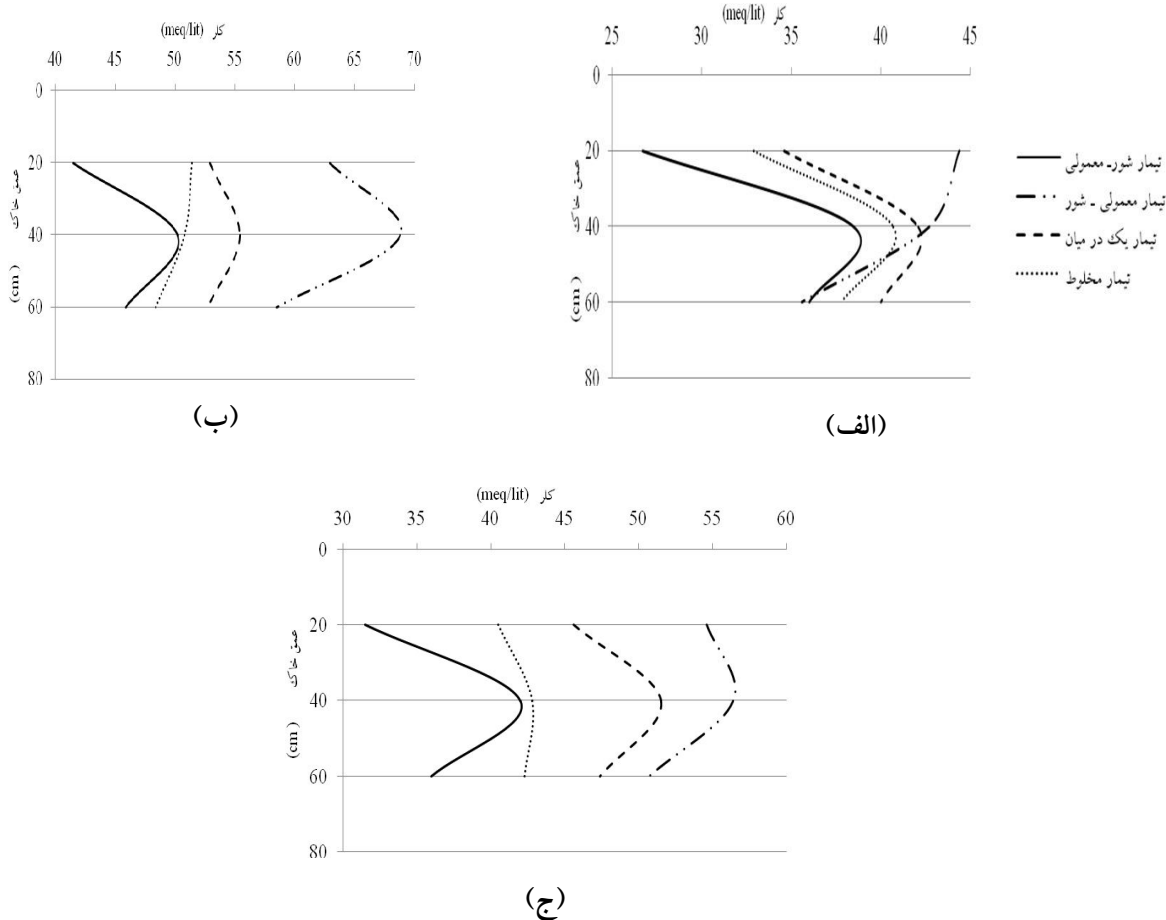
(ب)					(الف)				
منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F
رژیم	۳	۲۰۸/۵	۶۹/۱	۶/۵ <sup>**</sup>	رژیم	۳	۲۶/۶	۸/۹	۰/۸ <sup>*</sup>
تکرار	۲	۴۳/۲	۲۱/۶	۲/۰ <sup>*</sup>	تکرار	۲	۲۵۷/۴	۱۲۸/۷	۱۱/۵ <sup>ns</sup>
خطای رژیم	۶	۴۲/۰	۷/۰	۰/۷	خطای رژیم	۶	۱۰۶/۷	۱۷/۸	۱/۶
عمق	۲	۱۲۵/۵	۶۲/۸	۵/۹ <sup>*</sup>	عمق	۲	۲۱۰/۳	۱۰۵/۱	۹/۴ <sup>ns</sup>
رژیم×عمق	۶	۹۲/۳	۱۵/۴	۱/۴ <sup>**</sup>	رژیم×عمق	۶	۱۷۸/۲	۲۹/۷	۲/۷ <sup>*</sup>
خطای عمق	۱۶	۱۷۱/۶	۱۰/۷		خطای عمق	۱۶	۱۷۸/۹	۱۱/۲	
تنوع کل	۳۵	۶۸۳/۱			تنوع کل	۳۵	۹۵۸/۰		

\*: معنی دار در سطح احتمال ۵٪، \*\*: معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ns: معنی دار نیست

جدول ۸. آزمون مقایسه میانگین های دو رقم هایسان ۳۳ و آلستار

رقم	عمق (سانتی متر)	Na	Mg+Ca	Cl
آلستار	۲۰	۴۲/۷ <sup>c</sup>	۲۲/۷ <sup>b</sup>	۴۳/۳ <sup>b</sup>
	۴۰	۴۵/۷ <sup>b</sup>	۲۶/۸ <sup>a</sup>	۴۸/۵ <sup>a</sup>
	۶۰	۴۹/۵ <sup>a</sup>	۲۸/۵ <sup>a</sup>	۴۴/۲ <sup>b</sup>
هایسان ۳۳	۲۰	۴۰/۲ <sup>b</sup>	۱۳/۸ <sup>b</sup>	۳۶/۵ <sup>b</sup>
	۴۰	۴۵/۸ <sup>a</sup>	۱۵/۰ <sup>b</sup>	۴۲/۶ <sup>a</sup>
	۶۰	۴۰/۷ <sup>b</sup>	۱۸/۲ <sup>a</sup>	۳۷/۹ <sup>b</sup>



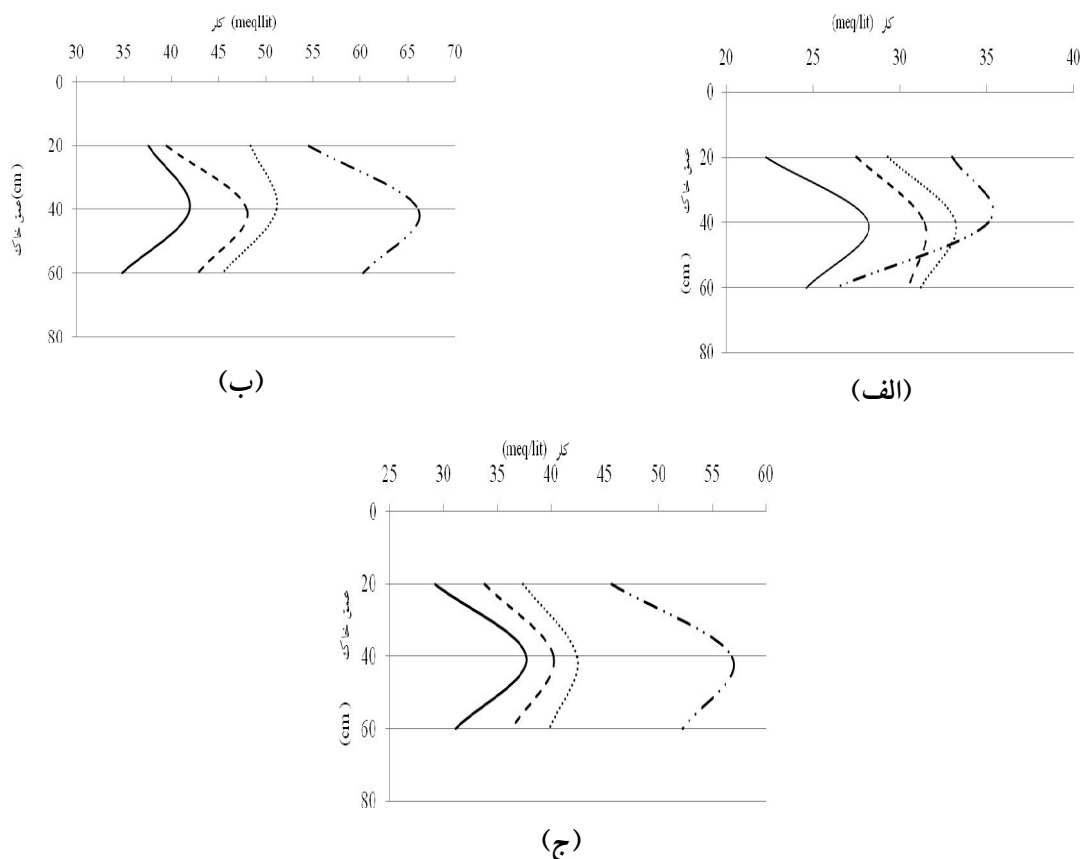


شکل ۴. مقایسه میزان کلر در رژیم‌های مختلف آبیاری، (الف) مرحله رشد رویشی، (ب) زایشی و (ج) برداشت در رقم آلتار

افزایش می‌یابد. با اعمال رژیم‌های آبیاری به استثناء رژیم معمولی- شور، میزان شوری خاک در لایه ۶۰ سانتی‌متری افزایش می‌یابد در منطقه مورد آزمایش سطح آب زیرزمینی نزدیک زمین است بنابراین با نفوذ این آب‌های شیرین به عمق ۶۰ سانتی‌متری مقداری از شوری خاک در این لایه تعدیل می‌شود. با توجه به این اشکال با تداوم آبیاری با آب شور میزان سدیم و کلر موجود در خاک افزایش می‌یابد. که این افزایش املاح برای رقم آلتار نسبت به رقم هایسان ۳۳ محسوس‌تر است. شاید یکی از دلایل این امر مصرف آب بیشتر این رقم نسبت به هایسان ۳۳ است. برای هر دو رقم در مجموع، رژیم معمولی- شور بیشترین شوری‌ها را به خود اختصاص داده است. زیرا در این خاک مقدار قابل توجهی از آب معمولی از طریق درز و شکاف‌ها و منافذ بزرگ به پایین منطقه ریشه

عمق ۴۰ سانتی‌متر بیشتر است. بیشترین آب شویی املاح در لایه ۲۰ سانتی‌متری اتفاق می‌افتد. همچنین میزان این عناصر برای رقم آلتار از هایسان ۳۳ بیشتر است که این امر نشان می‌دهد میزان نیاز این رقم به این عناصر از رقم آلتار بیشتر است.

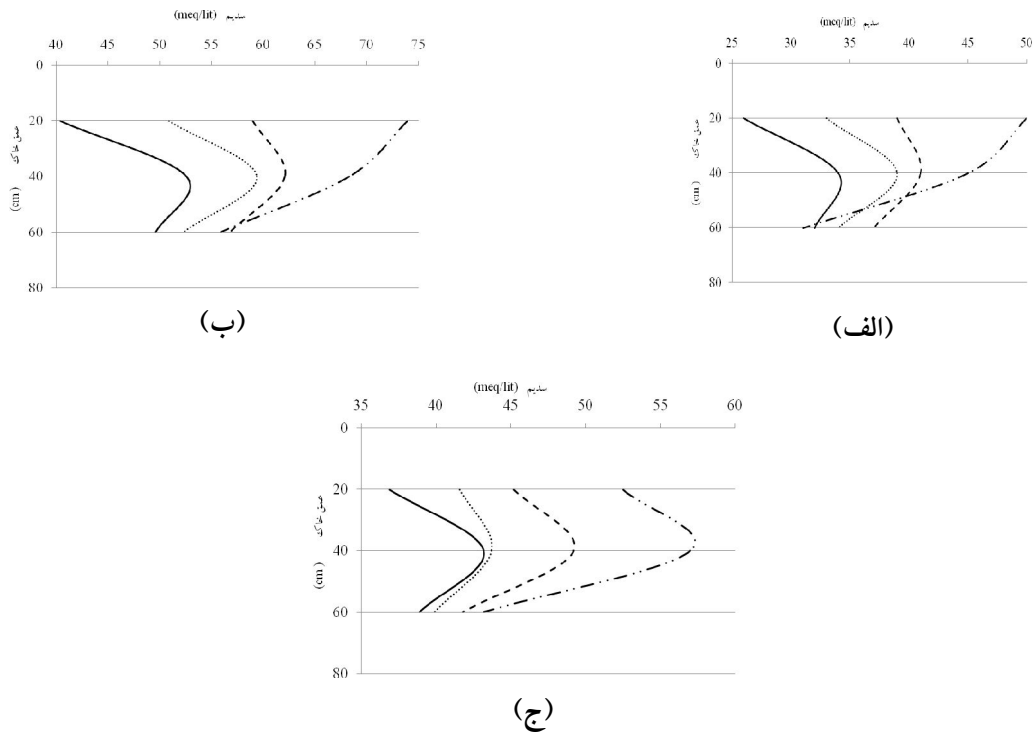
شکل‌های ۴ تا ۷ نشان می‌دهد که: با افزایش عمق خاک میزان کلر و سدیم خاک در اکثر رژیم‌ها و مراحل رشد، افزایش می‌یابد. یکی از دلایل این امر آب شویی املاح از لایه‌های بالاتر و انتقال آنها به لایه‌های پایین‌تر است. ولی در عمق ۴۰ سانتی‌متری این افزایش املاح بیشتر است چون در این لایه نفوذپذیری خاک کمتر است پس املاح شسته شده از لایه‌های بالاتر در این لایه بیشتر تجمع می‌یابند و همچنین با صعود کاپیلاری آب شور از لایه‌های زیرتر تجمع نمک در این لایه



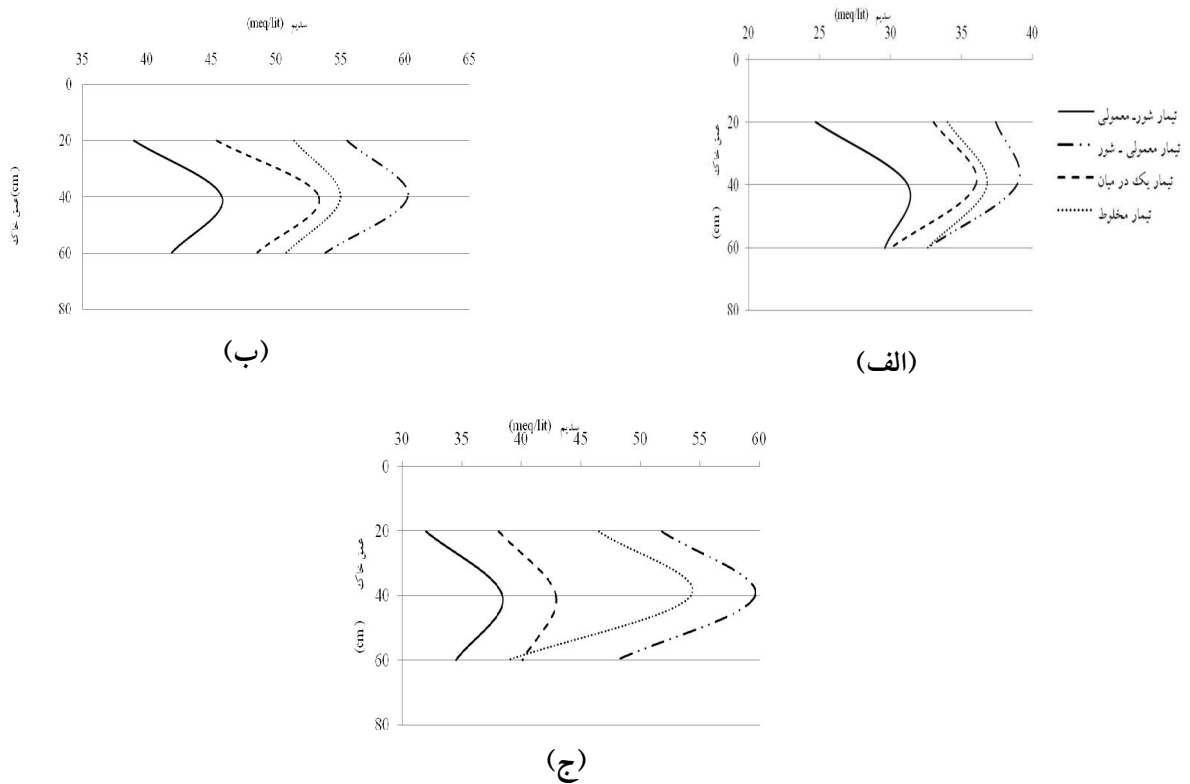
شکل ۵. مقایسه میزان کلر در رژیم‌های مختلف آبیاری، الف) مرحله رشد رویشی، ب) زایشی و ج) برداشت در رقم هایسان ۳۳

آنقدر افزایش پیدا کرده که شوری این لایه را به میزان قابل توجهی نسبت به ابتدای فصل افزایش می‌دهد. همچنین برای هر دو رقم، رژیم شور- معمولی کمترین شوری را دارا می‌باشد. زیرا در این تیمار با شسته شدن نمک در لایه‌های بالایی وسیله آب معمولی، مقدار زیادی نمک به لایه‌های زیرین منتقل می‌شود و در لایه‌های بالایی که تجمع ریشه گیاه بیشتر است، نمک کمتری باقی می‌ماند پس آب معمولی علاوه بر آب شویی 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 به آب معمولی در لایه سطحی، موجب جذب بیشتر آب و در نتیجه مصرف بهتر آب توسط گیاه می‌شود. در سه تیمار دیگر لایه سطحی مانع جذب آب و در نتیجه موجب کاهش تبخیر و تعرق گردیده است. برای رقم آلستار رژیم مخلوط نسبت به رژیم یک در

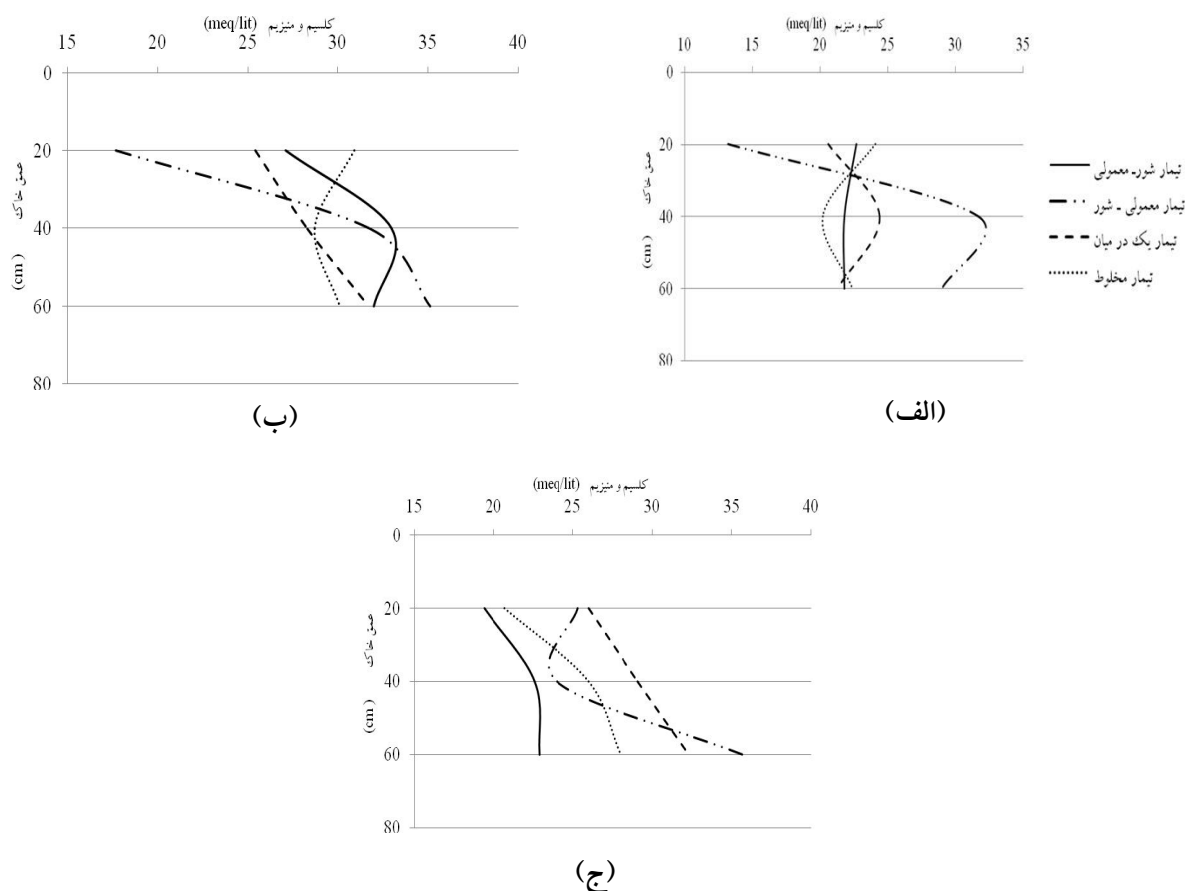
حرکت کرده از دسترس گیاه خارج گردیده است. با وجود این که این آب معمولی شوری خاک را به خوبی آب شویی می‌کند اما با قرار گرفتن گیاه در طول فصل رشد در آب شور ۱۱ دسی زیمنس بر متر و مصرف مقداری از این آب توسط گیاه، میزان املاح باقیمانده در خاک افزایش می‌یابد. برای هر دو رقم در مرحله رشد رویشی در رژیم معمولی - شور و در عمق ۶۰ سانتی متر، میزان کلر و سدیم در رقم آلستار حتی از رژیم شور - معمولی هم کمتر است. چون مقدار زیادی از آب معمولی داده شده در این لایه تجمع پیدا کرده و شوری خاک را کاهش داده است ولی به مرور زمان با ادامه مراحل رشد گیاه شوری این لایه افزایش می‌یابد و حتی از سه رژیم دیگر نیز در اکثر مواقع پیشی می‌گیرد چون میزان شوری لایه‌های بالاتر در این رژیم از سه رژیم دیگر بیشتر است پس با شسته شده این املاح در طول فصل و انتقال آنها به این لایه شوری این لایه



شکل ۶. مقایسه میزان سدیم در رژیم‌های مختلف آبیاری، الف) مرحله رشد رویشی، ب) زایشی و ج) برداشت در رقم آلتار



شکل ۷. مقایسه میزان سدیم در رژیم‌های مختلف آبیاری، الف) مرحله رشد رویشی، ب) زایشی و ج) برداشت در رقم هایسان ۳۳



شکل ۸. مقایسه میزان کلسیم و منیزیم در رژیم‌های مختلف آبیاری، الف) مرحله رشد رویشی، ب) زایشی و ج) برداشت در رقم آلتار

و بعد از گذشت این مرحله دوباره میزان این عناصر در خاک افزایش می‌یابد. در تیمار معمولی- شور میزان این دو عنصر در عمق ۶۰ سانتی متری از سه رژیم دیگر بیشتر است که یکی از دلایل این امر برای این رژیم می‌تواند آب شویی بیشتر این دو عنصر از لایه های بالاتر و تجمع آنها در این لایه باشد.

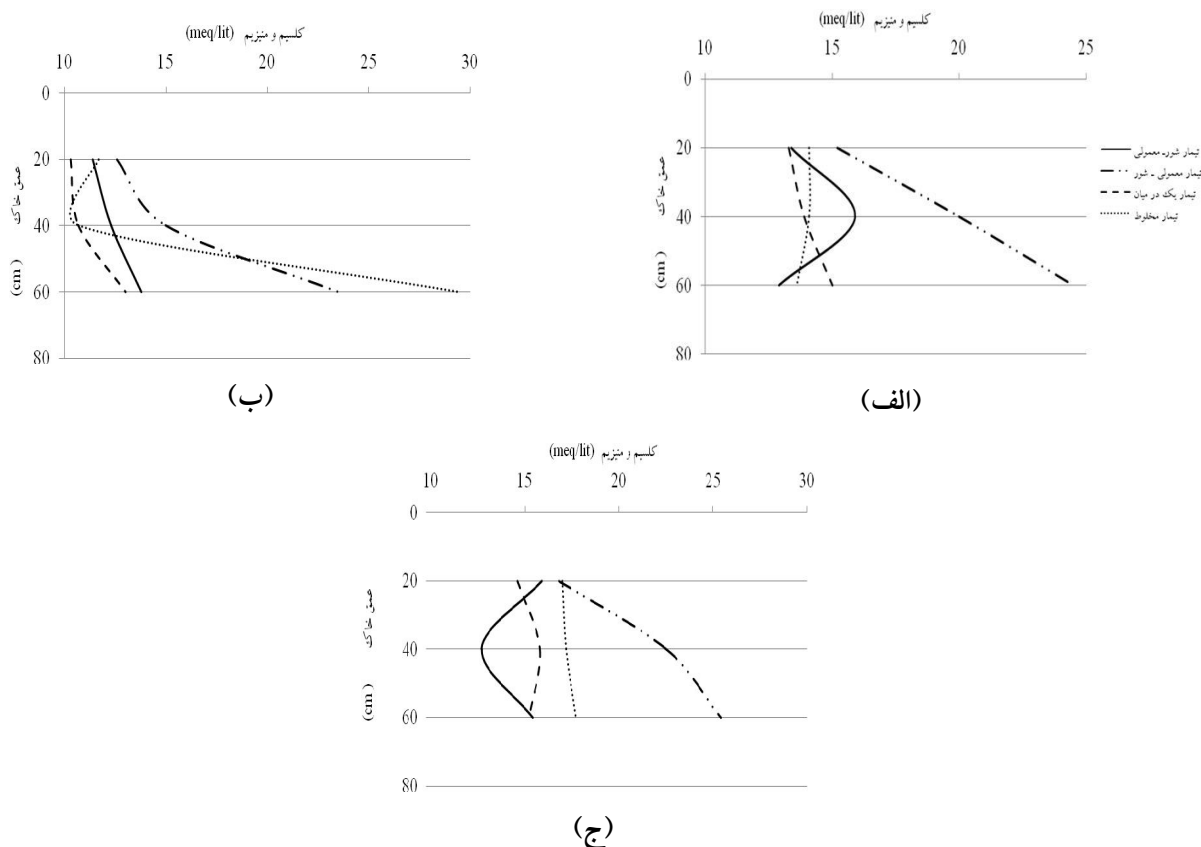
### نتیجه گیری

نتایج به دست آمده از تأثیر چهار رژیم آبیاری با آب شور بر الگوی توزیع شوری خاک در شرایط کشت گیاه به صورت زیر است:

۱. شوری بر روی عملکرد و اجزای عملکرد رقم آلتار بیشتر از رقم هایسان ۳۳ تأثیرگذار بوده است.

میان شوری کمتری در خاک ایجاد کرده است. ولی در رقم هایسان ۳۳ رژیم یک در میان نسبت به رژیم مخلوط شوری کمتری ایجاد کرده است. شاید دلیل آن مقاوم بودن گیاه هایسان ۳۳ نسبت به تنش شوری باشد چون این رقم در این رژیم شوری کمتری از خود به جای گذاشته است. نتایج تحقیقات سلطانی (۴)، قریشی و همکاران (۱۴)، زارعی (۳)، چاودری (۱۰)، راجیندر (۱۵)، مالاش و همکاران (۱۱) و لیاقت، (۸) مشابه نتایج به دست آمده در این گزارش است.

شکل های ۸ و ۹ میزان کلسیم و منیزیم موجود در عمق های مختلف خاک را در مراحل رشد گیاه نشان می‌دهد. به طور کلی میزان تغییرات این دو عنصر مانند سدیم و کلسیم روال منظمی ندارد ولی با توجه به نیاز زیاد گیاه آفتابگردان در مرحله رشد زایشی میزان این عنصر در خاک نیز کاهش می‌یابد (شکل ب)



شکل ۹. مقایسه میزان کلسیم و منیزیم در رژیم‌های مختلف آبیاری، الف) مرحله رشد رویشی، ب) زایشی و ج) برداشت در رقم هایسان ۳۳

و بیشترین عملکرد رقم هایسان ۳۳ مربوط به تیمار آبیاری یک در میان می‌باشد، سپس تیمار مخلوط و دست آخر تیمار معمولی - شور کمترین میزان عملکرد و بیشترین میزان شوری را دارا می‌باشند.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه شهرکرد و بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان به دلیل حمایت از این پایان‌نامه سپاسگزاری می‌گردد.

۲. تیمار آبیاری شور - معمولی به دلیل اعمال شوری خاک کمتر و امکان دستیابی بیشتر به آب معمولی در لایه سطحی، بهترین عملکرد را در مقایسه با سه تیمار دیگر داشته است.

۳. در اکثر اعماق، در رقم آلتار کمترین شوری و بیشترین عملکرد بعد از تیمار شور - معمولی، مربوط به تیمار مخلوط، بعد از آن یک در میان و در آخر تیمار معمولی - شور می‌باشد. در این رقم ممکن است در تیمار آبیاری یک در میان، در یکی از مراحل حساس رشدی نوبت آبیاری با آبی با شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر بوده است. پس نسبت به رژیم مخلوط نتایج ضعیفتری پیدا کرده است. در حالیکه در رقم هایسان ۳۳ به دلیل دیررس تر بودن این اتفاق رخ نداده است.

۴. در اکثر اعماق، بعد از تیمار شور - معمولی، کمترین شوری

## منابع مورد استفاده

۱. جواهری، پ. ۱۳۵۷. آبیاری و شوری (ترجمه)، کمیته ملی آبیاری و زهکشی، چاپ اول، انتشارات وزارت نیرو، تهران.
۲. جعفری، م. ۱۳۶۹. شوری و اثرات آن در خاک و گیاه، چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی تهران، تهران.
۳. زارعی، م. ا. ۱۳۸۵. بررسی الگوی توزیع شوری در خاک تحت سه رژیم آبیاری در آبیاری کرتی، پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.
۴. سلطانی، ج. ۱۳۸۰. امکان سنجی اختلاط آب های آبیاری و آب شور زیرزمینی و تأثیر آن بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در جهت تعدیل خشکسالی در سیستان، مجموعه مقالات اولین کنفرانس بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، زابل اسفند ۱۳۸۰.
۵. فیضی، م. ۱۳۸۲. کارایی مصرف آب با کیفیتهای مختلف بر روی عملکرد محصولات گندم، جو، پنبه و آفتابگردان، مجله علوم خاک و آب ۱۷: ۹۷-۱۰۶.
۶. قبادیان، ع. ۱۳۶۳. پدولوژی مناطق خشک و نیمه خشک، چاپ دوم، انتشارات عمیدی، تبریز.
۷. کریم زاده اصل، خ، د. مظاهری، و س.ع. پیغمبری. ۱۳۸۲. اثر چهار دور آبیاری بر عملکرد و صفات کمی سه رقم آفتابگردان، علوم کشاورزی ایران ۳۴: ۳۰۱-۲۹۳.
۸. لیاقت، ع. ۱۳۸۵. آبیاری متناوب با آب شور و شیرین، چاپ اول، انتشارات وزارت نیرو، تهران.
9. Blanco, F. F. and M. V. Folegati. 2001. Fertigation of grafted cucumber with poor quality water, ASAE Annual International Meeting, Sacramento, California, USA.
10. Chaudhry, M. R. 1999. Impact of conjunctive use of water on soil and crop under farmers management, 17<sup>th</sup> congress on Irrigation and Drainage, ICID-CIID, Granada, Spain.
11. Malash, N., T. J. Flower and R. Ragheb. 2005. Effect of irrigation system and water management practices using saline and non-saline water on tomato production, J. Agric. Water Manag. 78: 25-38.
12. Minhas, P. S, D. R. Sharma and B. K. Khosla. 1989. Response of sorghum to the use of saline water. J. Indian Soc. Soil Sci. 37:62-140.
13. Prior, L. D., A. M. Grieve, K. B. Bevington and P. G. Slavich. 2007. Long-term effects of saline irrigation water on 'Valencia' orange trees: relationships between growth and yield and salt levels in soil and leaves, Aust. J. Agric 58: 349-358.
14. Qureshi, A., S. Turrall and H. Masih. 2004. Strategies for the management of conjunctive use of surface water and groundwater resource in semi-arid areas: A case study from Pakistan, Research Report 86. Colombo, Srilanka: IWMI.
15. Rajinder, S. 2004. Simulations on direct and cyclic use of saline waters for sustaining cotton-wheat in a semi-arid area of north-west India. J. Agric. Water Manag. 66: 153-162.
16. Rhoades, J. D., S. M. Lesch, R. D. Lemert, W. J. Alves. 1997. Assessing irrigation/drainage and salinity management using spatially referenced salinity measurement. J. Agric. Water Manag. 35:147-165.
17. Suarez, D. L., J. D. Wood S. M. Lesch. 2006. Effect of SAR on water infiltration under a sequential rain-irrigation management system, J. Agric. Water Manag. 86:150-164.
18. Tarantino, E., A. De. Caro, Z. Flagella, D. Volpe and S. Del Vecchio. 1999. Effects of different irrigation volume of saline water on Artichoke (CYNARA SCOLYMUS L) yield and soil salinity, IV International Congress on Artichoke,
19. Thompson, K. S. 2008. Irrigation water quality effects on soil salinity and crop production in the Powder River Basin, Montana. M.S. Thesis, Land Resources and Environmental Sciences, water quality and irrigation manage, Montana State University, Bozeman.
20. Varvel, G. E., A. Ulery R. T. and Koenig. 2008. Frequently asked questions, saline and/or sodic M.S. Thesis, Land Resources and Environmental Sciences, water quality and irrigation manage, Montana State University, Bozeman.

## Effect of Four Integrated Irrigation Regimes with Saline Water on Soil Salinity Distribution Schemes in Sunflower Cultivation

S. H. Tabatabaei<sup>1\*</sup>, F. Mostashfi Habibabadi<sup>1</sup>, M. Shayannejad<sup>2</sup> and M. Dehgani<sup>3</sup>

(Received: June. 23-2012 ; Accepted : Dec. 27-2015)

### Abstract

The main objective of this study was evaluation of integrated management and mixing saline/fresh water on soil salinity distribution. For this purpose, a field was selected and 32 plots were made in it with a 6 m×2.5 m size. A split plot experiment was employed with two sunflower varieties (Alstar and Hisan33); four irrigation schemes (CIS) and four replications. Irrigation schemes being applied as treatments are: T1: every other irrigation with saline water (11 dS m<sup>-1</sup>) and fresh water (2 dS m<sup>-1</sup>) (every other irrigation), T2: fresh water - saline water, T3: mixed irrigation and T4: saline water - fresh water. Soil samples were collected from depth of 0-20, 20-40 and 40-60 cm in the early, mid and end of the irrigation season. The samples were analyzed for EC, Ca, Mg, Na and Cl. The result showed that soil salinity in depth of 40 cm is greater than salinity in depth of 20 and 60 cm in all treatments and for both sunflower varieties, in all growing stages. The maximum salinity concentration was observed in T2 among all treatments. Increasing irrigation depth has increased the soil extract's Cl and Na in all treatments during growing season to 50 and 75 meq/L, respectively. The effects of CIS treatments are statistically significant on Ca and Mg in Alstar, and in all regimes affect on different depths. The minimum value of EC and maximum yield was observed in T4, T3, T1 and T2, respectively.

**Keywords:** Integrated, Conjunction Irrigation Schemes, Salinity.

---

1. Dept. of Water Eng., Faculty of Agric., Shahrekord Univ., Shahrekord, Iran.

2. Dept. of Water Eng., Faculty of Agric., Isf. Univ. of Technol., Isfahan, Iran.

3. Agric. Research Center, Isfahan, Iran.

\*: Corresponding Author, Email: Tabatabaei@agr.sku.ac.ir