

# تأثیر مدیریت بقایای گندم و آبیاری با آب شور بر عملکرد ذرت بهاره و تغییرات شوری نیمرخ خاک

مولود حیدری نیا<sup>۱\*</sup>، عبدعلی ناصری و سعید برومند نسب

دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران.

[Heidariniya@gmail.com](mailto:Heidariniya@gmail.com)

استاد گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران.

[abdalinaseri@gmail.com](mailto:abdalinaseri@gmail.com)

استاد گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران.

[boroomandnasabsaeed@yahoo.com](mailto:boroomandnasabsaeed@yahoo.com)

## چکیده

تجمع بیش از حد نمک در منطقه ریشه و افت شدید عملکرد یکی از مشکلات اصلی استفاده از آب‌های شور در مناطق گرم و خشک می‌باشد. از اینرو این تحقیق با هدف بررسی اثر مدیریت‌های مختلف استفاده از بقایای گندم بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای بهاره (رقم مبین) و شوری خاک در شرایط آبیاری با آب شور اجرا گردید. برای این منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در لایسمترهایی به قطر ۰/۸ متر و ارتفاع ۱/۲ متر حاوی خاک لومی‌سیلتی به مدت یک سال زراعی انجام شد. عامل اول مدیریت‌های مختلف استفاده از بقایای گندم شامل M1: بدون استفاده از بقایای گیاهی، M2: استفاده از بقایای گیاهی در سطح خاک به عنوان خاکپوش و M3: اختلاط بقایای گیاهی با لایه سطحی خاک تا عمق ۳۰ سانتیمتر و عامل دوم شوری آب آبیاری شامل S1: شوری آب رودخانه کارون (به-طور متوسط دو دسی‌زیمنس بر متر)، S2: شوری ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر و S3: شوری هفت دسی‌زیمنس بر متر بود. مدیریت‌های استفاده از بقایا به صورت خاکپوش و اختلاط با خاک در مقایسه با عدم استفاده از بقایا، سبب کاهش شوری لایه سطحی به‌طور متوسط به ترتیب حدود ۱/۱۶٪ و ۷/۸٪ و انتقال املاح به لایه‌های پایین‌تر شدند. اثر صفات شوری آبیاری و مدیریت استفاده از کلش گندم بر تبخیر-تعرق، عملکرد و اجزای آن معنی‌دار بود اما اثر متقابل این صفات فقط بر تبخیر-تعرق، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و طول بلال معنی‌دار شد. به‌طوری که بیشترین تأثیر بقایای گیاهی بر تعدیل کاهش عملکرد دانه (۱۴/۶٪) و عملکرد بیولوژیکی (۱۹/۸٪) نسبت به شاهد، در مدیریت M2 و سطح شوری S2 به‌دست آمد. از اینرو استفاده از بقایای گیاهی به‌عنوان خاکپوش را می‌توان راهکاری مؤثر برای کاهش آثار منفی استفاده از آب‌های شور در کشاورزی توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: آیشویی خاک، تنش شوری، خاکپوش، عملکرد دانه.

۱- آدرس نویسنده مسئول: اهواز، گروه آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز.

\*- دریافت: آذر ۱۳۹۴ و پذیرش: شهریور ۱۳۹۵.

## مقدمه

شوری منابع آب و خاک یکی از اصلی‌ترین مشکلات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. استان خوزستان با داشتن اراضی نسبتاً مسطح و سطح ایستابی بالا پتانسیل بالایی برای پدید آمدن مشکل ماندابی و تجمع نمک در بخش وسیعی از اراضی خود را داراست. مطالعات خاکشناسی حدود ۳۸ درصد از ۶/۵ میلیون هکتار اراضی خوزستان نشان داده است که تنها ۳/۱۵ درصد از اراضی مطالعه شده هیچگونه محدودیتی ندارند، در حالی که ۱۴/۷ درصد از این خاک‌ها در کلاس دو قرار گرفته و دارای محدودیت‌های گوناگون به‌ویژه شوری می‌باشند (دهقان و نادری، ۱۳۸۶). علاوه بر مشکلات فوق، مسائلی همچون کمبود منابع آب شیرین و حجم عظیم منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی شور و نیمه شور در استان خوزستان نیز موجب شده تا کارشناسان به دنبال راهکارهایی جهت کنترل شوری در اراضی، افزایش بهره‌وری آب و ایجاد شرایطی بهینه برای استفاده از منابع آب‌های نامتعارف در منطقه باشند.

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 کشت گیاهان مقاوم به شوری، کاهش دور آبیاری به منظور جذب بهتر آب توسط گیاه، مصرف بیشتر آب به‌منظور آبیاری، استفاده از روش آبیاری قطره‌ای، کاربرد مدیریت‌هایی همچون تلفیق آب شور و شیرین و همچنین کاربرد تناوبی آب شور و شیرین را نام برد (هاشمی نیا و همکاران، ۱۳۷۶). ذرت یکی از کشت‌های غالب در استان خوزستان و گیاهی حساس به شوری است که آستانه خسارت آن در اثر شوری آب آبیاری حدود ۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد (مس و هافمن، ۱۹۷۷). در سال‌های اخیر آزمایشات زیادی با مدیریت‌های مختلف آب شور به منظور استفاده بهینه از آب‌های نامتعارف در کشاورزی و کاهش اثرات منفی تنش شوری بر ذرت انجام شده‌است. نتایج

آزمایشات صحرایی مولوی و همکاران (۱۳۹۰) در زمینه مقایسه استفاده از مدیریت‌های مختلف آبیاری با آب شور برای ذرت نشان داد که آبیاری یک در میان جویچه‌ها با آب شور و غیر شور در تعدیل افت عملکرد ذرت و کاهش تجمع نمک در لایه سطحی نسبت به آبیاری با آب شور بسیار مؤثر است. نصرالهی (۱۳۹۳) در تحقیقی به بررسی تأثیر مدیریت‌های مختلف آبیاری قطره‌ای با آب شور بر عملکرد ذرت و تجمع نمک در خاک پرداخت. مدیریت‌های مورد بررسی شامل اختلاط، تناوب یک در میان و تناوب نیم در میان آب شور و شیرین بود. نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد مدیریت نیم در میان سبب کاهش تلفات عملکرد شده و در آبیاری لایه سطحی بسیار مؤثر بود.

تحقیقات زیاد دیگری در ارتباط با استفاده از آب‌های شور و تأثیر آن بر گیاهان مختلف انجام شده‌است که عمده آنها استفاده از راهکارهای مدیریت آبیاری به منظور کاهش خسارات آبیاری با آب شور را توصیه کرده‌اند. اما استفاده از راهکارهای مدیریت زراعی مانند شیوه‌های مختلف استفاده از بقایای گیاهی نیز در استفاده از آب‌های شور می‌تواند مؤثر باشد چرا که امروزه ثابت شده که استفاده از خاکپوش‌های مختلف سبب کاهش تبخیر از خاک (لی و همکاران، ۲۰۱۳)، افزایش میزان آب در دسترس خاک (وانگ و همکاران، ۲۰۰۱) و کاهش تجمع نمک در خاک (پانگ و همکاران، ۲۰۱۰) می‌شود. تیشه‌زن (۱۳۹۰) تغییرات شوری ناحیه ریشه را تحت شرایط سطح ایستابی و کاربرد خاکپوش برگ خرما مورد بررسی قرار داد. نتایج این پژوهش نشان داد که در حضور سطح ایستابی کم عمق، شوری خاک دارای پوشش کاهش یافت و خاکپوش سبب بهبود رشد نهال‌های خرما شد. ژائو و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی به بررسی اثر استفاده از بقایای ذرت در سطح خاک و دفن لایه‌ای از بقایا در عمق ۴۰ سانتیمتری همراه با پوشش سطح خاک با بقایا بر تجمع نمک در خاک و عملکرد آفتابگردان نسبت به عدم

استفاده از بقایا پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که ترکیب استفاده از بقایا در سطح و عمق سبب کاهش چشمگیر نمک در لایه سطحی (۲۰-۰ سانتیمتری) و انتقال نمک به لایه ۴۰-۲۰ سانتیمتری شد و بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد آفتابگردان داشت. البته این امر در مدیریت استفاده از بقایا به صورت سطحی نیز با شدتی کمتر صادق بود. در پژوهشی دیگر تأثیر استفاده از بقایای گندم به عنوان خاکپوش در ترکیب با سه سطح شوری آب آبیاری بر عملکرد پنبه و تجمع نمک در خاک توسط بزبرود و همکاران (۲۰۱۰) در سه سال زراعی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیقات نشان داد که تجمع نمک در لایه ۱۵-۰ سانتیمتری در تیمارهای خاکپوش‌دار به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد اما این تغییرات در لایه ۹۰-۰ سانتیمتری بسیار جزئی بود و تنها در سال سوم کاهشی حدود ۱۵ درصد در لایه مذکور نسبت به عدم استفاده از بقایا ایجاد شد.

لذا محققین مذکور اظهار داشتند که اثرات سودمند کوتاه‌مدت خاکپوش در مدیریت شوری خاک به‌طور عمده به لایه سطحی محدود می‌شود و چند سالی طول می‌کشد تا این آثار مثبت به اعماق پایین‌تر نیز منتقل شود. در این تحقیق کاهش تلفات تبخیر از خاک، نگهداشت بهتر رطوبت و شوری کمتر از دلایل افزایش عملکرد در تیمارهای خاکپوش‌دار برشمرده‌شد. پانگ و همکاران (۲۰۱۰) در زمینه بررسی تأثیر مقادیر مختلف بقایای گندم بر توزیع عمودی نمک در خاک در شرایط آبیاری با آب شور اثبات کردند که بقایای گندم بر توزیع عمودی نمک در خاک تأثیر گذاشت به‌گونه‌ای که متوسط غلظت نمک در تیمارهای دارای خاکپوش در عمق‌های ۲۰-۰، ۴۰-۲۰ و ۱۰۰-۰ سانتیمتری به ترتیب ۱۰/۲، ۱۴/۰ و ۱/۸ درصد کمتر از تیمارهای بدون خاکپوش است. بابازاده و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی گزارش کردند که استفاده از خاکپوش کاه در شرایط کم‌آبیاری، با جلوگیری از تبخیر آب از سطح خاک مانع از افت عملکرد شد. نتایج تحقیقات سینگ و همکاران (۲۰۱۱) در ارزیابی تأثیر

کاه و کلش برنج بر اجزای بیلان آب گندم در اراضی دانشگاه پنجاب نشان داد که کاربرد خاکپوش کاه و کلش برنج، اگرچه سبب کاهش تبخیر سطحی شد، اما کاهش تبخیر - تعرق گندم را در پی نداشت، چرا که آب ذخیره شده صرف افزایش تعرق گردید و با فرض مجموع تبخیر و تعرق ثابت، عملکرد گندم افزایش یافت. طبق یافته‌های ژائو و همکاران (۲۰۱۳) اختلاط بقایا با خاک نیز سبب ارتقای آبشویی و کنترل تجمع نمک در منطقه ریشه، کاهش pH خاک، کاهش چگالی خاک و همچنین بهبود عملکرد گیاه می‌شود. صفی‌خانی و آذرنیا (۱۳۹۴) در تحقیقی به بررسی اثر اختلاط مقادیر مختلف بقایای گندم با خاک، سوزاندن بقایا و عدم استفاده از بقایا در ترکیب با مقادیر مختلف کود اوره بر عملکرد ذرت پرداختند. در این پژوهش افزایش عملکرد در مدیریت‌های اختلاط بقایا ناشی از کاهش تبخیر و حفظ رطوبت خاک برشمرده‌شد. باتوجه به نتایج تحقیقات مذکور به نظر می‌رسد

استفاده از بقایای گیاهی بتواند از جمله راهکارهای مناسب جهت تسهیل شرایط استفاده از آب‌های شور در جهان باشد. از آنجا که عمده تحقیقات انجام شده در استان خوزستان در زمینه اعمال مدیریت‌های مختلف آبیاری با آب شور بوده‌است و همچنین با توجه به اهمیت کشت ذرت در استان و کاهش کمیّت و کیفیت منابع آب منطقه، ارائه راهکارهایی که موجب استفاده از آب‌های نامتعارف و کاهش خسارات ناشی از آن شوند، از اولویت‌های تحقیقاتی در منطقه می‌باشد. در زمینه استفاده از آب‌های شور برای کشت ذرت تحقیقات زیادی در استان انجام شده است. دهقان و نادری (۱۳۸۶) به بررسی آثار شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت دانه‌ای پرداختند. در این تحقیق شوری آب آبیاری در چهار سطح شامل دو، چهار، شش و هشت دسی‌زیمنس بر متر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این آزمایش نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری به چهار دسی‌زیمنس بر متر و بالاتر از آن، باعث کاهش معنی‌دار عملکرد شد. این محققین در بررسی امکان آبیاری با

عدد نیز به چمن (جهت تعیین نیازآبی مرجع) اختصاص داده شد. پس از پر کردن لایسیمترها و قبل از شروع کشت به مدت چهارده روز آبشویی صورت گرفت. مقدار شوری زهاب خروجی از لایسیمترها از ۲۵ تا ۴۰ دسی-زیمنس بر متر در ابتدای آبشویی آغاز و در پایان در شوری سه تا پنج دسی-زیمنس بر متر ثابت شد. پیش از کشت جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش، سه لایسیمتر به طور تصادفی انتخاب و از اعماق ۰-۳۰، ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ سانتیمتری نمونه برداری انجام و برخی خواص فیزیکی و شیمیایی تعیین گردید. همچنین جهت پایش شوری نیمرخ خاک طی فصل رشد نمونه برداری در سه مرحله در تمام لایسیمترها و از اعماق فوق‌الذکر انجام شد.

مرحله اول پس از استقرار محصول یعنی درست قبل از اولین آبیاری با آب شور (پنج برگی ذرت)، مرحله دوم پس از گلدهی (ظهور نسل) و مرحله سوم بلافاصله بعد از برداشت محصول انجام شد. براساس نتایج آزمون خاک با استفاده از نمونه‌های خاک پس از آبشویی، میزان کود مورد نیاز تعیین گردید. به این ترتیب که از کودهای فسفر و پتاسیم هر کدام به میزان پنج گرم (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و از کود نیتروژن نیز در قالب کود اوره به میزان ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار در سه مرحله (بلافاصله پس از کشت، پنج تا شش برگی و آغاز گلدهی ذرت) به خاک اضافه شد. در تاریخ ۱۳ اسفند ماه ۱۳۹۳ کشت ذرت با تراکم ۸۰ هزار بوته در هکتار (نصرالهی، ۱۳۹۳) انجام شد و در تاریخ ۲۵ خرداد ۱۳۹۴ پس از ۱۰۳ روز عملیات برداشت صورت گرفت. ضمناً جهت کاهش اثر واحه‌ای در اطراف لایسیمترها کشت به صورت نوارهای باریک نیز اجرا گردید.

به منظور تأمین بقایای گیاهی مورد نیاز در مدیریت‌های M2 و M3، مدتی قبل از انجام طرح از مزارع دانشگاه به مقدار مورد نیاز بوته‌های گندم جمع-آوری گردید و پس از خشک کردن در آون و خرد کردن، به مقدار موردنیاز وزن و در لایسیمترهای مختلف استفاده

شوری هشت دسی-زیمنس بر متر در مراحل مختلف رشد گزارش دادند که انجام آبیاری با آب شور در مرحله پر شدن دانه نسبت به مراحل دیگر به میزان کمتری عملکرد ذرت را کاهش داد. یافته‌های نصرالهی (۱۳۹۳) نیز در بررسی امکان استفاده از آب‌هایی با شوری ۲/۵، ۴، ۵ و ۶ دسی-زیمنس بر متر در کشت ذرت نشان داد که در صورت به‌کارگیری مدیریت‌های صحیح آبیاری با آب شور می‌توان از آب‌هایی با شوری شش دسی-زیمنس بر متر در کشت ذرت بهره‌مند شد بدون آن که عملکرد دچار کاهش معنی‌داری شود. از اینرو، در این تحقیق نیز تأثیر کاربرد روش‌های مختلف استفاده از بقایای گندم تحت شرایط استفاده از آب‌هایی با شوری‌های مذکور مورد مطالعه قرار گرفت.

#### مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه آزمایشی شماره دو دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. موقعیت جغرافیایی محل مورد نظر ۳۹° ۴۸' شرقی، ۱۸° ۳۱' شمالی و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۷ متر است. گیاه مورد مطالعه ذرت دانه‌ای بهاره (رقم مبین) بود. تحقیق حاضر با استفاده از آزمایشات فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا گردید. عوامل مورد بررسی شامل سه راهکار مدیریتی استفاده از بقایای گندم بود که عبارتند از: M1: بدون استفاده از بقایای گیاهی، M2: استفاده از بقایای گیاهی در سطح خاک به عنوان خاکپوش و M3: مخلوط کردن بقایای گیاهی با لایه سطحی خاک تا عمق ۳۰ سانتیمتری که در سه سطح شوری آب آبیاری شامل S1: شوری آب رودخانه کارون با متوسط شوری دو دسی-زیمنس بر متر، S2: شوری ۴/۵ دسی-زیمنس بر متر و S3: شوری هفت دسی-زیمنس بر متر اعمال شد. برای انجام این آزمایش از ۳۰ عدد لایسیمتر پلی اتیلنی زهکش‌دار به قطر ۰/۸ متر و ارتفاع ۱/۲ متر استفاده شد که در سه ردیف به موازات هم قرار داشتند. از این تعداد ۲۷ عدد به کشت ذرت و سه

شد. در تیمار M2 مقدار ۱۲ تن در هکتار (آنگر و همکاران، ۱۹۷۸، جردن و همکاران، ۲۰۱۰) از بقایای گندم در سطح خاک پخش و در تیمار M3 همین مقدار با لایه سطحی خاک تا عمق ۳۰ سانتیمتری مخلوط شد. شوری S1 به صورت طبیعی (آب رودخانه) موجود بود ولی سطوح شوری S2 و S3 به صورت مصنوعی با اضافه کردن مقادیر مشخصی از نمک‌های مختلف از جمله کلرید سدیم، کلرید کلسیم و منیزیم به آب رودخانه کارون در مخازن جداگانه تهیه گردید. نمک‌های فوق الذکر به نسبتی اضافه شد که مقادیر Ca/Mg و SAR آب حاصله مشابه با آب رودخانه کارون (S1) باشد (نصرالهی، ۱۳۹۳). ضمناً تا مرحله استقرار گیاه (پنج برگی)، آبیاری تمام تیمارها با آب رودخانه کارون انجام شد و پس از این مرحله، تیمارهای شوری اعمال گردید.

همانطور که قبلاً نیز ذکر شد در این تحقیق از کشت چمن در لایسیتراهای جداگانه جهت تعیین دقیق نیازآبی گیاه مرجع استفاده شد. این لایسیترا مدتی قبل از کشت ذرت سبز شده و به ارتفاع حدود ۱۰ سانتیمتری رسیدند. در این حالت تبخیر - تعرق گیاه چمن معرف تبخیر - تعرق پتانسیل (ET<sub>o</sub>) است. با داشتن ضریب گیاهی ذرت در هر مرحله از رشد می‌توان تبخیر - تعرق گیاه (ET<sub>c</sub>) را از رابطه زیر محاسبه کرد. لذا مقادیر ضریب گیاهی در مراحل مختلف رشد از نشریه فائو ۵۶ استخراج و با توجه به داده‌های هواشناسی منطقه تعدیل شده و مورد استفاده قرار گرفتند.

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (1)$$

در رابطه ۱، ET<sub>o</sub>: تبخیر - تعرق پتانسیل (میلیمتر در روز)، ET<sub>c</sub>: تبخیر - تعرق گیاه موردنظر (میلیمتر در روز) و K<sub>c</sub>: ضریب گیاهی (بدون بعد) می‌باشد. گیاه چمن هر دو روز یکبار آبیاری شد تا گیاه دچار کمترین تنش و کمبود آبی نگردد. در نهایت با در نظر گرفتن مقدار باران موثر (با کمک روش ارائه شده توسط

سازمان حفاظت خاک آمریکا<sup>۲</sup>)، نیاز خالص آبیاری از رابطه (۲) (علیزاده، ۱۳۸۳) محاسبه شد.

$$IR_{req} = ET_c - P_{eff} \quad (2)$$

در رابطه فوق، IR<sub>req</sub>: نیاز خالص آب آبیاری (میلیمتر در دور آبیاری)، ET<sub>c</sub>: تبخیر - تعرق گیاه (میلیمتر در دور آبیاری) و P<sub>eff</sub>: باران موثر (میلیمتر در دور آبیاری) می‌باشد. باتوجه به سوراخ‌هایی که در هنگام آبیاری در سطح خاک لایسیترا ایجاد و موجب از دست رفتن بخشی از آب مورد نیاز گیاه به صورت تلفات عمقی می‌شد، لذا جهت اطمینان بیشتر حدود ۵ تا ۱۰ درصد آب اضافی به لایسیترا داده شد تا نیازآبی گیاه به‌طور کامل تأمین شود. آب اضافی نیز از طریق زهکش خارج شده و در مخازنی که به منظور جمع‌آوری زهاب در خروجی قرار داشت جمع‌آوری شد. ضمناً جزء آبشویی در محاسبه عمق آبیاری لحاظ نشد تا احتمال تأثیر بقایای گیاهی در آبشویی خاک مشخص و بررسی شود. دور آبیاری در این تحقیق در ابتدای کشت دو روزه بوده و سپس متناسب با تکمیل مرحله ابتدایی رشد تا زمان استقرار کامل گیاه (مرحله پنج برگی) به صورت پلکانی به هفت روز افزایش یافت (کریمی، ۱۳۹۰). مقدار تبخیر - تعرق واقعی گیاه (ET<sub>a</sub>) در هر تیمار با استفاده از رابطه بیلان رطوبت به شرح زیر محاسبه گردید (آلن و همکاران، ۱۹۹۸):

$$ET_a = I + P - RO - DP + CR \pm \Delta S \quad (3)$$

در این رابطه؛ I: مقدار آب آبیاری (میلیمتر)، P: مقدار بارندگی (میلیمتر)، RO: رواناب سطحی (میلیمتر)، DP: نفوذ عمقی (میلیمتر)، CR: حجم آب صعودی از آب زیرزمینی (میلیمتر) و ΔS: تغییرات رطوبت خاک در طول دوره رشد (میلیمتر) می‌باشد. نظر به اینکه این پژوهش در محیط کنترل شده لایسیترا اجرا گردید، رواناب سطحی و آب صعودی از آب زیرزمینی برابر با صفر است. مقادیر بارندگی از ایستگاه هواشناسی منطقه، دریافت گردید. پس از هر آبیاری و توقف خروج زهاب، حجم آب جمع‌آوری شده در مخازن تعبیه شده در

عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت با برداشت محصول از لایسیمترها انجام شد. در پایان، داده‌ها توسط نرم افزار MstatC تحلیل و میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

### نتایج و بحث

#### خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آب

در جدول (۱) مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک لایسیمترها ارائه شده است. در این آزمایش ارتفاع آبیاری برای همه تیمارها برابر با تیمار شاهد بوده و در مجموع در طول فصل کشت، آبیاری در هر تیمار به میزان ۶۷۱/۹ میلی‌متر انجام شد. در جدول (۲) نیز خصوصیات کیفی تیمارهای مختلف آب آبیاری ارائه شده است.

خروجی لایسیمترها که معادل حجم زهاب می‌باشد، اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین تغییرات رطوبتی خاک نیز قبل از کشت و پس از برداشت ذرت از اعماق مختلف کلیه لایسیمترها نمونه‌برداری شد. تفاضل رطوبت خاک در ابتدا و انتهای فصل بیانگر  $\Delta S$  می‌باشد. به این ترتیب تنها مجهول معادله بالا یا همان تبخیر- تعرق واقعی گیاه (Eta) در تیمارهای مختلف برآورد شد. لازم به ذکر است که تبخیر - تعرق چمن نیز از رابطه ۳ محاسبه گردید با این تفاوت که به دلیل دور کوتاه آبیاری چمن و کوچک بودن  $\Delta S$  نسبت به سایر عوامل از اندازه‌گیری آن صرف‌نظر و با داشتن حجم آب آبیاری، بارندگی و زهاب خروجی، تبخیر - تعرق چمن به دست آمد. پس از رسیدگی فیزیولوژیکی (۱۰۳ روز پس از کشت) اندازه‌گیری صفات مورد بررسی شامل طول بلال، وزن هزار دانه، ارتفاع نهایی بوته ذرت، عملکرد دانه با رطوبت ۱۴ درصد،

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک لایسیمترها بعد از آبیاری و قبل از کشت ذرت

عمق (cm)	بافت خاک	جرم مخصوص ظاهری (gr/cm <sup>3</sup> )	کربن آلی	هدایت الکتریکی (ds/m)	pH	رطوبت حجمی ظرفیت زراعی (%)	رطوبت حجمی نقطه پژمردگی (%)
۰-۳۰	لومی‌سیلتی	۱/۳۳	۰/۴۱۱	۳/۵	۷/۷۵	۳۴	۱۸
۳۰-۶۰	لومی‌سیلتی	۱/۵۰	۰/۲۱۳	۳/۸	۸/۴	۳۴	۱۸
۶۰-۹۰	لومی‌سیلتی	۱/۶۰	۰/۱۹۸	۴/۱	۸/۲۱	۳۴	۱۸

جدول ۲- مقادیر متوسط خصوصیات کیفی تیمارهای مختلف آب آبیاری قبل از هر نوبت آبیاری

سطوح شوری	EC (ds/m)	pH	مقادیر متوسط خصوصیات کیفی تیمارهای مختلف آب آبیاری قبل از هر نوبت آبیاری						
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na+	K+	Hco <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
(meq/l)									
S1	۲/۰	۷/۴	۸/۱۵	۳/۹۸	۱۴/۱۲	۰/۰۹	۳/۴۳	۱۳/۵۷	۹/۸۱
S2	۴/۵	۷/۳	۱۷/۹۶	۹/۷۵	۲۲/۸۷	۰/۱۲	۳/۳۱	۳۹/۱۳	۹/۴۸
S3	۷/۰	۷/۵	۲۹/۴۳	۱۴/۶۰	۳۰/۱۵	۰/۱۳	۳/۸۵	۵۵/۶	۱۶/۲

سطحی (۰-۳۰ سانتیمتری) روند کاهشی داشته‌است، این امر احتمالاً به دلیل عمق زیاد آب کاربردی در آبیاری‌های ابتدایی می‌باشد. با ادامه رشد گیاه، افزایش نیازآبی، گرمای هوا و شدت تبخیر، به مرور تجمع نمک در لایه سطحی رخ داده است. با افزایش شوری آب آبیاری این امر با

#### بررسی تغییرات شوری در خاک در طول فصل

شکل‌های (۱) تا (۳) توزیع شوری در اعماق مختلف خاک را برای سطوح مختلف شوری و مدیریت زراعی طی فصل رشد نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود در ماه اول شوری خاک در لایه

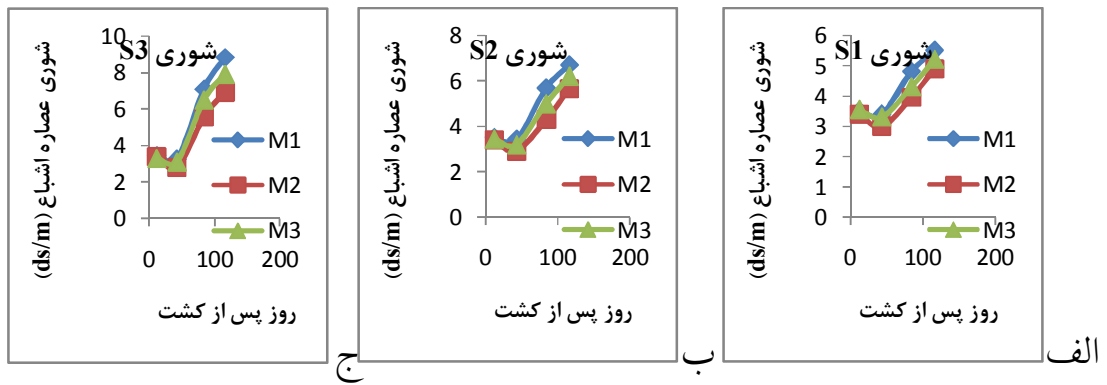
این نتیجه با یافته‌های ژائو و همکاران (۲۰۱۳ و ۲۰۱۴)، بزبردو و همکاران (۲۰۱۰) و تیشه زن (۱۳۹۰) مطابقت دارد.

### تبخیر- تعرق و صفات گیاهی

نتایج محاسبه تبخیر- تعرق در تیمارهای مختلف در جدول (۳) ارائه شده است. اندازه‌گیری تغییرات رطوبت در هر تیمار در پایان فصل نشان داد که کاربرد بقایای گیاهی در هر سطح شوری، سبب افزایش ذخیره رطوبتی خاک شده و این امر در سطوح شوری بالاتر با شدت بیشتری مشاهده می‌گردد. نتایج تجزیه واریانس برای تبخیر- تعرق، عملکرد و اجزای آن نیز در جدول (۴) ارائه شده است. بررسی‌ها نشان داد که اثر شوری، مدیریت زراعی و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد بر تبخیر - تعرق معنی‌دار شد. برای صفات گیاهی نیز اثر شوری آب آبیاری برای همه در سطح یک درصد معنی‌دار شد. مدیریت بقایای گیاهی نیز بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، طول بلال، وزن هزار دانه و شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد و بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌داری داشت. این در حالی است که اثر متقابل شوری و مدیریت زراعی تنها بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و طول بلال معنی‌دار شد و بر سایر صفات معنی‌دار نبود. در ادامه به بررسی اثر عوامل مختلف بر تبخیر- تعرق و صفات ذرت دانه‌ای پرداخته شد.

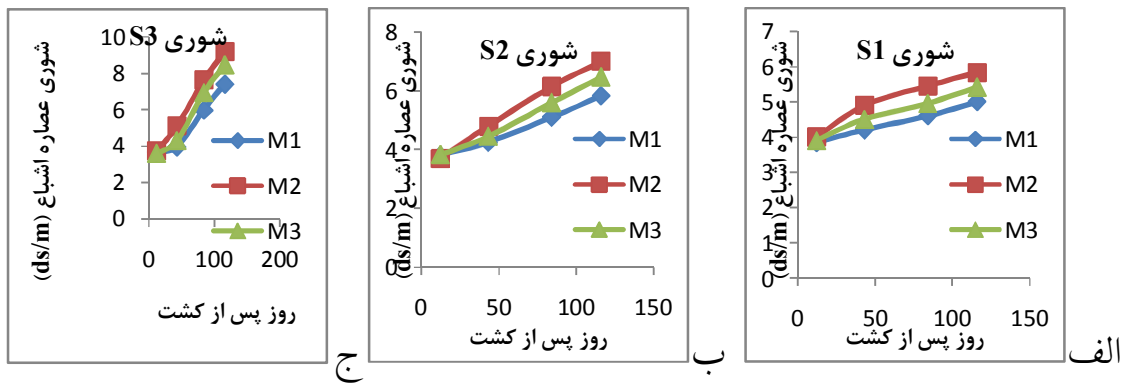
شدت بیشتری انجام شده است (شکل (۱) قسمت ب و ج). طی دوره رشد بیشترین شوری در لایه اول به ترتیب در مدیریت M1، سپس در مدیریت M3 و کمترین مقادیر در مدیریت M2 مشاهده شد. این امر در لایه دوم (۶۰-۳۰ سانتیمتری) کاملاً برعکس می‌باشد (شکل (۲)). به این ترتیب که غلظت نمک در تیمارهایی که از بقایای گندم (خصوصاً به‌طور سطحی) استفاده شده، بیشتر است. این روند در لایه سوم نیز مشاهده می‌شود اما با این تفاوت که در عمق ۶۰-۹۰ سانتیمتری شوری‌ها بسیار به هم نزدیک بوده و تفاوت‌ها بسیار کم است (شکل (۳)).

به‌طور کلی هرچه از لایه سطحی به سمت عمق‌های پایین‌تر می‌رویم، افزایش شوری در طول فصل رشد و همچنین فاصله بین منحنی‌ها کمتر می‌شود. به طوری که در عمق ۰-۳۰ سانتیمتری شوری با شیب تند افزایش یافته و حداکثر فاصله بین منحنی‌های هر سه مدیریت بر قرار است اما در لایه ۶۰-۹۰ سانتیمتری روند افزایش شوری بسیار ملایم و از لحاظ غلظت نمک تفاوت چندانی بین مدیریت‌های مختلف نیست. بررسی مقادیر شوری در پایان فصل نشان می‌دهد که مدیریت‌های M2 و M3 به‌طور متوسط سبب کاهش شوری به ترتیب به میزان  $16/1$  و  $7/8$  درصد در لایه اول، افزایش شوری به ترتیب حدود  $20/2$  و  $11/2$  درصد در لایه دوم و در لایه سوم افزایشی حدود  $8/0$  و  $4/0$  درصد را سبب شده‌اند. لذا می‌توان اظهار داشت که در شرایط مشابه با تحقیق حاضر، استفاده از بقایای گیاهی سبب کاهش تجمع نمک در لایه سطحی و آبشویی املاح به اعماق پایین‌تر شده است که در این میان تأثیر استفاده از بقایای گندم به صورت خاکپوش نسبت به اختلاط بسیار شدیدتر است.



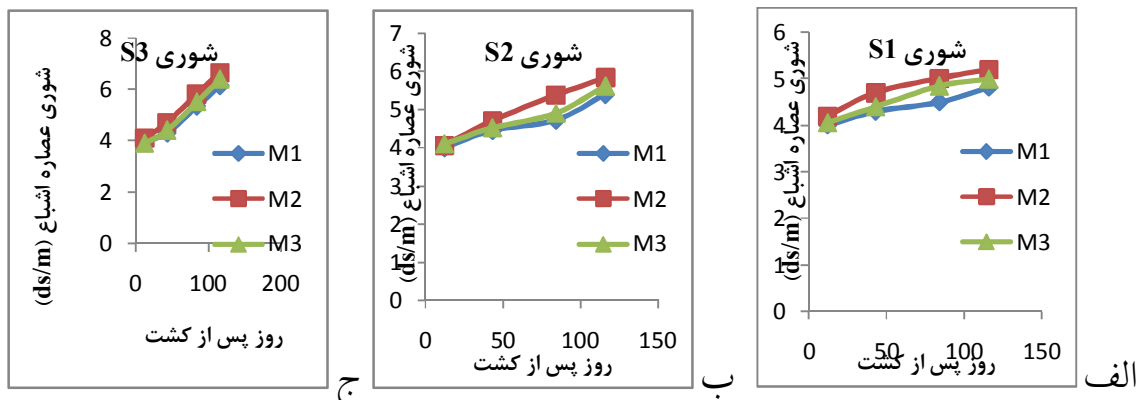
شکل ۱- روند تغییرات شوری خاک در عمق ۳۰-۴۰ سانتیمتری

(الف. میانگین شوری آب آبیاری ۲ ds/m، ب. شوری آب آبیاری ۴/۵ ds/m و ج. شوری آب آبیاری ۷ ds/m)



شکل ۲- روند تغییرات شوری خاک در عمق ۶۰-۸۰ سانتیمتری

(الف. میانگین شوری آب آبیاری ۲ ds/m، ب. شوری آب آبیاری ۴/۵ ds/m و ج. شوری آب آبیاری ۷ ds/m)



شکل ۳- روند تغییرات شوری خاک در عمق ۹۰-۱۰۰ سانتیمتری

(الف. میانگین شوری آب آبیاری ۲ ds/m، ب. شوری آب آبیاری ۴/۵ ds/m و ج. شوری آب آبیاری ۷ ds/m)



جدول ۳- اندازه‌گیری اجزای بیلان آب و محاسبه تبخیر- تعرق در تیمارهای مختلف

تیمار	M1S1	M2S1	M3S1	M1S2	M2S2	M3S2	M1S3	M2S3	M3S3
آب آبیاری (mm)	۶۷۲	۶۷۲	۶۷۲	۶۷۲	۶۷۲	۶۷۲	۶۷۲	۶۷۲	۶۷۲
بارندگی (mm)	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵
زهاب (mm)	۱۴۴	۱۹۴	۱۵۲	۲۱۵	۲۳۹	۲۱۹	۲۶۸	۲۹۴	۲۷۳
تغییرات رطوبت (mm)	۳۵	۴۲	۳۸	۳۹	۴۵	۴۰	۴۸	۵۶	۵۰
تبخیر- تعرق (mm)	۵۳۷	۴۸۱	۵۲۷	۴۶۳	۴۳۳	۴۵۷	۴۰۲	۳۶۷	۳۹۵

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	تبخیر- تعرق	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیکی	ارتفاع بوته	وزن هزار دانه	طول بلال	شاخص برداشت
تکرار	۲	۶/۲۵۳ns	۰/۰۱۴ns	۰/۰۰۳ns	۴/۶۴۷ns	۳۷/۳۰۸ ns	۰/۰۰۸ ns	۲/۲۱۰ ns
شوری	۲	۳۶۶۹۱/۷۰۵**	۳۰/۷۱۹**	۱۶۱/۰۹۷**	۳۱۸۱/۷۲۹**	۲۱۵۸۷/۳۵۵**	۳۹۷/۸۱۰**	۴۵/۱۰۵**
مدیریت بقایا	۲	۴۰۹۳/۰۴۴**	۰/۴۶۹**	۰/۸۵۴**	۱۰۵/۲۴۵*	۳۵۴/۶۸۹**	۳/۶۴۰**	۸/۸۲۵**
شوری* مدیریت	۴	۱۶۳/۴۶۴**	۰/۱۰۱**	۰/۱۶۲**	۱۲/۸۷۱ ns	۵۹/۷۱۸ ns	۰/۹۳۵**	۱/۶۶۶ ns
خطا	۱۶	۲۱/۲۳۲	۰/۰۱۰	۰/۰۱۴	۱۹/۹۵۲	۴۲/۶۸۱	۰/۱۵۷	۱/۳۵۴

ns, \*\* و \* به ترتیب غیر معنی‌داری و معنی دار در سطح یک و پنج درصد.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر شوری برای صفات مختلف

تیمار	تبخیر- تعرق (mm)	عملکرد دانه (ton/ha)	عملکرد بیولوژیکی (ton/ha)	ارتفاع (cm)	وزن هزار دانه (gr)	طول بلال (cm)	شاخص برداشت (%)
S1	۵۱۵/۰a	۶/۳۰۷a	۱۵/۵۸۰a	۱۵۰/۶a	۲۲۸/۸a	۲۵/۰a	۴۰/۴۸a
S2	۴۵۱/۰b	۴/۸۳۰b	۱۱/۸۸۰b	۱۴۲/۲b	۲۰۶/۷b	۲۱/۱b	۴۰/۷۱b
S3	۳۸۷/۰c	۲/۶۲۳c	۷/۱۴۰c	۱۱۵/۰c	۱۳۵/۱c	۱۲/۰c	۳۶/۷۳c

\*در هر ستون میانگین‌های دارای یک حرف مشترک، برپایه آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

#### بررسی اثر شوری

مقایسه آماری میانگین صفات عملکرد بین سه سطح شوری بیانگر آن است که تنش شوری موجب کاهش معنی‌دار کلیه صفات شده و آنها را در سه کلاس متفاوت قرار داده است. حداکثر مقادیر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در شوری S1 و به ترتیب به میزان ۶/۳۰۷ و ۱۵/۵۸۰ تن در هکتار و حداقل آنها در شوری S3 به ترتیب به میزان ۴/۵۱۵ و ۱۱/۷۱ تن در هکتار به دست آمد. از اینرو میزان کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی به ازای هر واحد افزایش شوری آب آبیاری به ترتیب حدود ۱۱/۷ و ۱۰/۸ درصد تعیین شد. به نظر می‌رسد در شرایط تنش شوری وزن خشک اندام هوایی هم از طریق کاهش میزان رشد رویشی و هم از طریق

مطابق با جدول (۵)، مقادیر تبخیر- تعرق در سطوح شوری مختلف در کلاس‌های آماری مجزا قرار داشتند و افزایش شوری سبب کاهش تبخیر- تعرق شد، به طوری که از ۵۱۵/۰ میلی‌متر در شوری S1 به ۳۸۷/۰ میلی‌متر در شوری S3 رسید که این معادل ۲۴/۸ درصد کاهش تبخیر - تعرق می‌باشد. مطابق با نتایج بخش تغییرات شوری در خاک، با افزایش شوری آبیاری، روند افزایش غلظت املاح در خاک شدت گرفت که این امر سبب افزایش فشار اسمزی، کاهش قابلیت جذب آب توسط گیاه، بسته شدن روزنه‌ها و نهایتاً کاهش تبخیر - تعرق می‌گردد.

کاهش فتوستتز کاهش می‌یابد. کاهش رشد رویشی و وزن خشک نیز به دلیل کاهش آماس سلول‌ها در شرایط شوری و متأثر از فرآیندهای اسمزی است (نصرالهی، ۱۳۹۳). علاوه بر این، بالا رفتن مصرف انرژی در گیاه نیز برای سازش و مقابله با تنش شوری، یکی دیگر از دلایل کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌باشد.

اثر تنش شوری بر اجزای عملکرد نیز معنی‌دار شد به طوری که با افزایش شوری از S1 به S3 ارتفاع گیاه، وزن هزار دانه و طول بلال به ترتیب ۲۳/۶، ۴۰/۹ و ۵۲/۰ درصد کاهش یافت. شاخص برداشت نیز که از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیکی به دست می‌آید از میزان ۴۰/۴۸ درصد در شوری S1 با ۹/۳ درصد کاهش به ۳۶/۷۲ درصد در شوری S3 رسید. نتایج تحقیقات نصرالهی (۱۳۹۳) نیز نشان داد که تنش شوری اثر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای آن داشت. به نظر می‌رسد این امر بر اساس نتایج حاصل از اندازه‌گیری شوری خاک (شکل‌های ۱ تا ۳) ناشی از افزایش غلظت املاح و پتانسل اسمزی در اثر آبیاری با آب شور است که سبب کاهش جذب آب توسط گیاه شده و عملکرد و اجزای آن را کاهش داده است.

#### بررسی اثر مدیریت‌های مختلف استفاده از بقایای گندم

مقایسه مقادیر میانگین تبخیر-تعرق، عملکرد و اجزای آن در مدیریت‌های مختلف بقایای گندم در جدول (۶) نشان داده شده است. بر اساس مقادیر مندرج در جدول مذکور، کاربرد بقایای گیاهی سبب کاهش معنی‌دار تبخیر - تعرق شد. بیشترین میزان تبخیر - تعرق (۶۷ میلی‌متر) در مدیریت M1 و کمترین میزان آن (۲۷ میلی‌متر) با کاهشی حدود ۸/۶ درصد در مدیریت M2 به دست آمد. مدیریت M3 نیز موجب کاهشی حدود ۱/۶ درصد نسبت به مدیریت M1 شد. کاربرد بقایا با پوشش سطح خاک و ایجاد مانع بین هوا و خاک، سبب کاهش تلفات تبخیر از خاک گردید. در تحقیقات تیشه‌زن

(۱۳۹۰) نیز کاربرد برگ خرما به عنوان خاک‌پوش سبب کاهش معنی‌دار تبخیر - تعرق گردید.

مطابق با نتایج جدول (۶)، برای عملکرد دانه، در مدیریت M2 نسبت به مدیریت‌های M1 و M3، به ترتیب افزایشی حدود ۱۰/۴ و ۴/۲ درصد مشاهده می‌شود. مدیریت M3 نیز نسبت به مدیریت M1، عملکرد را حدود ۶۰ درصد افزایش داد. حداکثر عملکرد بیولوژیکی به میزان ۱۱/۸ تن در هکتار در مدیریت M2 و حداقل آن با کاهشی حدود ۵/۴ درصد در مدیریت M1 به میزان ۱۱/۲ تن در هکتار به دست آمد. مدیریت M3 نیز افزایشی حدود ۳/۷ درصد نسبت به مدیریت عدم استفاده از بقایا (M1)، داشت. در حالی که کاربرد بقایای گیاهی به صورت خاکپوش سبب افزایش معنی‌دار (۵/۰ درصد) ارتفاع گیاه شد، اختلاط آنها اگرچه سبب افزایش ارتفاع گیاه (۳/۵ درصد) شد اما این افزایش معنی‌دار نبود. بیشترین میزان وزن هزار دانه (۱۹۵/۷ گرم) در مدیریت M2 و کمترین آن (۱۸۳/۴ گرم) با کاهشی معنی‌دار (۶/۷ درصد) در مدیریت M1 به دست آمد.

برای طول بلال نیز، مقادیر مربوطه در مدیریت‌های M2 و M3 به ترتیب با افزایشی حدود ۶/۸ و ۳/۹ درصد در یک سطح آماری مجزا نسبت به M1 قرار دارند. اثر مثبت کاربرد بقایای گیاهی بر شاخص برداشت نیز مشهود شد به طوری که افزایش ناشی از مدیریت‌های M2 و M3 به ترتیب ۵/۲ و ۲/۳ درصد به دست آمد. مطابق با نتایج فوق، مشاهده می‌شود که برای همه صفات، کاربرد بقایای گندم خصوصا به طور سطحی سبب افزایش عملکرد و اجزای آن می‌شود. تأثیرپذیری مثبت عملکرد و اجزای آن در اثر کاربرد بقایا با بررسی‌های صفی‌خانی و آذرنیا (۱۳۹۴) و بابازاده و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت دارد. یکی از مهمترین دلایل افزایش معنی‌دار عملکرد در مدیریت‌های M2 و M3، احتمالا تأثیر بقایا بر کاهش تبخیر-تعرق و افزایش نگهداشت رطوبت در خاک (جدول ۳) می‌باشد که بر توزیع شوری خاک طی فصل رشد مؤثر بوده و سبب کاهش چشمگیر شوری لایه

M2 با کاهش تجمع نمک سطحی، مسلماً سبب تسهیل جذب آب در هر سطح شوری و افزایش عملکرد شده است. سطحی خصوصاً در مدیریت M2 می‌شود. از آنجا که براساس الگوی توزیع ریشه (۴۰، ۳۰، ۲۰، ۱۰) بیشترین جذب از لایه سطحی صورت می‌گیرد، از اینرو مدیریت

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر مدیریت برای صفات مختلف

تیمار	تبخیر-تعرق (mm)	عملکرددانه (ton/ha)	عملکرد بیولوژیکی (ton/ha)	ارتفاع گیاه* (cm)	وزن هزار دانه (gr)	طول بلال (cm)	شاخص برداشت (%)
M1	۴۶۷/۱a	۴/۳۵۳c	۱۱/۲۰۰c	۱۳۲/۵b	۱۸۳/۴b	۱۸/۷b	۳۸/۳b
M2	۴۲۷/۰c	۴/۸۰۷a	۱۱/۸۰۰a	۱۳۹/۲a	۱۹۵/۷a	۲۰/۰a	۴۰/۳a
M3	۴۵۹/۶b	۴/۶۱۳b	۱۱/۶۱۰b	۱۳۷/۲ab	۱۹۱/۶ab	۱۹/۴a	۳۹/۲ab

\*در هر ستون میانگین‌های دارای یک حرف مشترک، برپایه آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند اما در مورد ارتفاع گیاه مطلب فوق در سطح احتمال پنج درصد صادق می‌باشد.

### بررسی اثر متقابل شوری و مدیریت‌های مختلف استفاده از بقایای گندم

در جدول (۷) نتایج مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن ارائه شده است. مقایسه میانگین مقادیر تبخیر-تعرق نشان داد که در هر سطح شوری، مدیریت M1 و M3 در یک کلاس آماری قرار داشته اما مدیریت M2 سبب ایجاد اختلافی معنی‌دار نسبت به دو روش دیگر شد. در شوری S1، مدیریت‌های M2 و M3 به ترتیب سبب کاهش ۱۰/۴ و ۱/۹ درصدی تبخیر-تعرق شدند. این مقادیر در شوری S2 به ترتیب به ۶/۴ و ۱/۲ درصد و در شوری S3 به ترتیب به ۸/۷ و ۱/۷ درصد کاهش یافتند. لذا حداکثر تغییرات تبخیر-تعرق در شوری S1 و حداقل آن در شوری S2 مشاهده شد. به نظر می‌رسد استفاده از بقایای گیاهی باعث تعدیل افت تبخیر-تعرق در شرایط شوری گردیده است. مطابق با یافته‌های سینگ و همکاران (۲۰۱۱) این امر می‌تواند ناشی از تأثیر خاکپوش در کاهش تلفات تبخیر و افزایش تعرق باشد. به عبارت دیگر کاربرد بقایای گیاهی خصوصاً به‌طور سطحی با کاهش تبخیر، امکان جذب و تعرق را خصوصاً در تیمارهای آبیاری با شوری S2 افزایش داده و میزان کاهش تبخیر-تعرق را در اثر آبیاری با آب شور کم کرده است. غلظت بالای املاح در هر سه مدیریت در شرایط آبیاری با شوری S3 (۷-۸/۸ دسی‌زیمنس بر متر) موجب شده که فشار اسمزی در خاک به قدری زیاد شود

که با وجود کاهش تلفات تبخیر در اثر کاربرد خاکپوش، شرایط جذب آب و تعرق برای گیاه تغییر کمتری داشته و نسبت به آبیاری با شوری S2 کاهش بیشتری در تبخیر-تعرق مشاهده شود. همچنین از آنجا که در سطوح شوری S2 و S3 گیاه با تنش شوری بسیار بالاتری نسبت به سطح شوری S1 (شاهد) روبرو است، لذا تمایل گیاه برای جذب آب نیز در آنها بسیار شدیدتر است. از اینرو بیشترین کاهش در تبخیر-تعرق گیاه در اثر کاربرد بقایای گندم در سطح شوری S1 مشاهده شد.

در شکل‌های ۴ تا ۶ تغییرات مقادیر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و طول بلال در سطوح شوری و مدیریتی مختلف ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در شوری S1 تغییرات پارامترهای مورد بررسی ناچیز، در شوری S3 تغییرات بیشتر شده و در شوری S2 به حداکثر رسیده است. به طوری که بیشترین افزایش ناشی از مدیریت‌های M2 و M3 برای عملکرد دانه (۱۹/۵ و ۹/۳ درصد)، عملکرد بیولوژیکی (۹/۶ و ۶/۱ درصد) و طول بلال (۱۲/۶ و ۶/۶ درصد) نسبت به عدم استفاده از بقایا در در شوری S2 به دست آمد. طبق نتایج اندازه‌گیری شوری در پایان فصل، در سطح شوری S1، از لحاظ شوری سطحی خاک بین مدیریت‌های مختلف تفاوت چندانی نیست، با توجه به بیشترین جذب آب از این لایه، تفاوت چندانی از لحاظ تبخیر-تعرق و نهایتاً عملکرد بین مدیریت‌های مختلف در شوری سطح S1

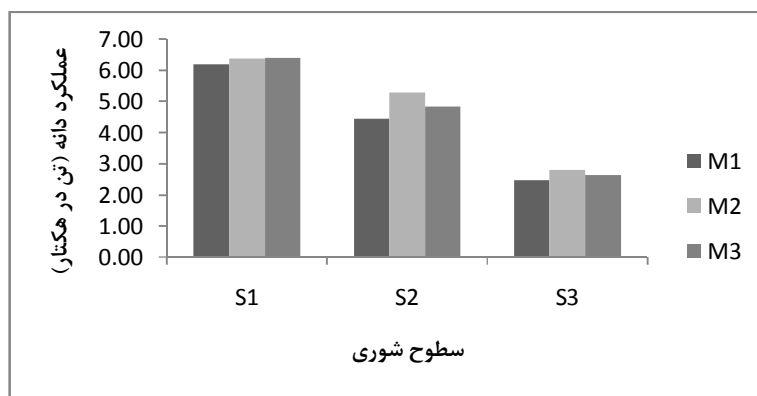
مختلف تقریباً یکسان بوده و لذا مدیریت بقایا تأثیر چندانی بر عملکرد نخواهد داشت. این امر سبب شد تا بیشترین تعدیل در کاهش عملکرد و طول بلال با افزایش شوری از S1 (شاهد) به S2 مشاهده شود. به این ترتیب که کاهش عملکرد دانه در تیمارهای M1S2 نسبت به M1S1 از ۲۸/۵ درصد به ۱۴/۶ و ۲۱/۸ درصد به ترتیب در تیمار M2S2 و M3S2 کاهش یافت. برای عملکرد بیولوژیکی نیز از ۲۶/۸ درصد به ۱۹/۸ و ۲۲/۴ درصد و برای طول بلال از ۱۹/۸ درصد به ۹/۷ و ۱۴/۶ درصد کاهش پیدا کرد.

وجود ندارد. در شوری سطح S2 تفاوت غلظت نمک در لایه سطحی نسبت به عدم استفاده از بقایا بیشتر شده و در شوری S3 به بیشترین حد می‌رسد. همین امر سبب می‌گردد تا در سطوح شوری S2 و S3 تفاوت تنش‌های شوری اعمال شده در مدیریت‌های مختلف نسبت به S1 بیشتر شده و لذا تفاوت عملکردها معنی‌دار گردد. در سطح شوری S2 کاربرد بقایا به روش‌های مختلف با کاهش غلظت نمک سبب افزایش معنی‌دار عملکرد گردید. به نظر می‌رسد در شوری S3 غلظت نمک در لایه سطحی در هر سه مدیریت به قدری بالاست (۷-۸/۸ دسی زیمنس بر متر) که شرایط جذب آب در مدیریت‌های

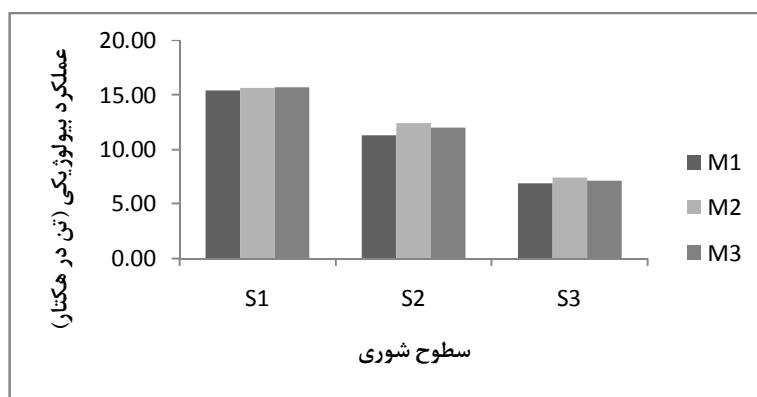
جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری \* مدیریت زراعی برای صفات مختلف

تیمار	تبخیر- تعرق (mm)	عملکرد دانه (ton/ha)	عملکرد بیولوژیکی (ton/ha)	طول بلال (cm)
M1S1	۵۳۷a	۶/۱۸۰a	۱۵/۴۳۰a	۲۴/۷a
M2S1	۴۸۱b	۶/۳۶۰a	۱۵/۶۲۰a	۲۵/۱a
M3S1	۵۲۷a	۶/۳۸۰a	۱۵/۶۹۰a	۲۵/۲a
M1S2	۴۶۳c	۴/۴۲۰d	۱۱/۲۹۰d	۱۹/۸d
M2S2	۴۳۳d	۵/۲۸۰b	۱۲/۳۸۰b	۲۲/۳b
M3S2	۴۵۷c	۴/۸۳۰c	۱۱/۹۸۰c	۲۱/۱c
M1S3	۴۰۲e	۲/۴۶۰f	۶/۸۷۰f	۱۱/۶۰e
M2S3	۳۶۷f	۲/۷۸۰e	۷/۴۰۰e	۱۲/۵e
M3S3	۳۹۵e	۲/۶۳۰ef	۷/۱۵۰ef	۱۲/۰e

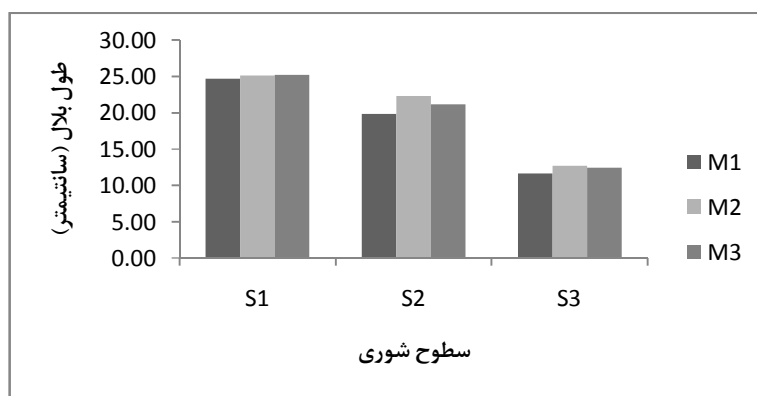
در هر ستون میانگین‌های دارای یک حرف مشترک، برپایه آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند



شکل ۴- مقادیر عملکرد دانه در سطوح شوری و مدیریت‌های مختلف



شکل ۵- مقادیر عملکرد بیولوژیکی در سطوح شوری و مدیریت‌های مختلف



شکل ۶- مقادیر طول بلال در سطوح شوری و مدیریت‌های مختلف

### نتیجه گیری

مراتب کمتر شد. از اینرو می‌توان اظهار داشت اگر در کشت ذرت بهاره، از کاه و کلش به عنوان خاکپوش استفاده شود، می‌توان شرایط کاربرد آب‌هایی با شوری متوسط (۵-۴ دسی‌زیمنس بر متر) را در استان خوزستان فراهم آورد و تلفات عملکرد آن را کاهش داد. از آنجا که این تحقیق در لایسیمتر انجام شده، از اینرو توصیه می‌شود در تحقیقات آینده این پژوهش در سطح مزرعه انجام و نتایج آن با یافته‌های تحقیق حاضر مقایسه گردد. همچنین بررسی طولانی مدت تأثیر کاربرد بقایا بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در شرایط آبیاری با آب شور پیشنهاد می‌گردد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از بقایای گیاهی به صورت سطحی بیشترین تأثیر را در کاهش تجمع نمک در لایه سطحی و انتقال نمک به لایه‌های پایین‌تر داشت و بنابراین بیشترین افزایش عملکرد و اجزای آن نیز در این مدیریت مشاهده شد. پس از مدیریت M2، مدیریت اختلاط بقایا نیز با شدتی بسیار کمتر، در بهبود شرایط تأثیر داشت. روش‌های مختلف کاربرد بقایای گیاهی با کاهش تبخیر از خاک و افزایش آبشویی سطحی سبب تعدیل اثر شوری در کاهش تبخیر-تعرق و عملکرد در شرایط آبیاری با آب شور گردیدند هرچند در سطوح بالای شوری آب آبیاری تأثیر آنها به

## فهرست منابع

۱. بابازاده، ح، ع، عبدزاده گوهری و آ. خنک. ۱۳۹۴. اثر مدیریت آبیاری و سطوح مختلف مالچ کاه بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه لوبیا. مجله پژوهش آب در کشاورزی، جلد ۲۹، شماره ۲، صفحات ۱۴۰-۱۲۹.
۲. تیشه‌زن، پ. ۱۳۹۰. بررسی تغییرات شوری ناحیه ریشه تحت شرایط سطح ایستابی و کاربرد خاکپوش (مالچ) در مرحله گیرایی نهال خرما. پایان نامه دکتری در رشته آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۲۲۸ صفحه.
۳. دهقان، ا. و ا، نادری. ۱۳۸۶. ارزیابی تحمل به شوری در سه رقم ذرت دانه‌ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۴۱ (ب)، صفحات ۲۸۳-۲۷۵.
۴. سعیدی‌نیا، مهری. ۱۳۹۴. بررسی اثر شوری آب آبیاری بر عملکرد ذرت با استفاده از شاخص CWSI و شبیه‌سازی آن با مدل AquaCrop در شرایط اقلیمی اهواز. پایان‌نامه دکتری در رشته آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲۱۲ صفحه.
۵. صفی‌خانی، س. و م، آذرنیا. ۱۳۹۴. تأثیر مقادیر مختلف کاه و کلش گندم و کود اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت هیبرید سینگل کراس. مجله اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد ۹، شماره ۱، صفحات ۱۵۲-۱۳۹.
۶. علیزاده، ا. ۱۳۸۳. طراحی سیستم‌های آبیاری. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۵۸۳ صفحه.
۷. کریمی، غ. ۱۳۹۰. بررسی میزان مشارکت آب زیرزمینی با شوری مختلف در تأمین نیاز آبی و عملکرد گیاه ذرت. پایان‌نامه دکتری در رشته آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۵۷ صفحه.
۸. مولوی، ح، م، محمدی. ع، لیاقت. ۱۳۹۰. اثر مدیریت آب شور طی دوره رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای و پروفیل شوری خاک. مجله علوم و مهندسی آبیاری، جلد ۳۵، شماره ۳، صفحات ۱۸-۱۱.
۹. نصرالهی، ع. ۱۳۹۳. بررسی اثر مدیریت‌های مختلف آبیاری قطره‌ای با آب شور بر عملکرد ذرت و توزیع نمک در منطقه ریشه. پایان‌نامه دکتری در رشته آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۵۵ صفحه.
۱۰. هاشمی‌نیا، س. م، ع، کوچکی و ن، قهرمان. ۱۳۷۶. بهره‌برداری از آب‌های شور در کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد، ۲۳۶ صفحه.
11. Allen, R. G. Pereira, L. S. Reas, D. and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome, Italy.
12. Bezbordove, G. A., D. K. Shadmanov., R. T. Mirhashimov., T. Yuldashev., A. S. Qureshi., A. D. Noble., and M. Qadir. 2010. Mulching and water quality effects on soil salinity and sodicity dynamics and cotton productivity in Central Asia. Agriculture, ecosystems and environment. J. 138: 95- 102.
13. Jordan, A., L. M. Zavala., and J. Gil. 2010. Effect of mulching on soil physical properties and runoff under semi- arid condition in southern Spain. Catena J. 81: 77- 85.
14. Mass, E. V. and G. J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance current assessment. Irrigation and Drainage J. 103: 115-134.
15. Li, s., Wang, Z., Li, S., Gao, Y., X. Tian. 2013. Effect of plastic sheet mulch, Wheat straw mulch and Maize growth on water loss by evaporation in dryland areas of China. Agric. Water manage J. 116: 39- 49.

16. Pang, H., Y. Li., J. Yang., and Y. Liang. 2010. Effect of brackish water irrigation and straw mulching on soil salinity and crop yield under monsoonal climatic conditions. *Agric. Water manage J.* 97: 1971- 1977.
17. Unger, P. W. 1978. Straw mulch rate effect on soil water storage and Sorghum yield. *Soil Sci. Soc. Am J.* 42: 468- 491.
18. Singh, B. Eberbach, P. L. Humphreys, E. and S. S. Kukal. 2011. The effect of rice straw mulch on evapotranspiration, transpiration and soil evaporation of irrigated Wheat in Punjab, India. *Journal of Agriculture Water Management.* 98 (12): 1847- 1855.
19. Wang, S., Liu, P., Liu, D., S. Lu. 2001. Plastic film covering is the key measure for high yield of Corn in terraced land in north Shaanxi. *Agric. Res. Arid Area.* 19: 20- 25.
20. Zhao, Y., J. Wang., Y. Li., and H. Pang. 2013. Reducing evaporation from phreatic water and soil resalinization by using straw interlayer and plastic mulch. *Trans. Chin. Soc. Agric. Eng.* 29: 109- 117.
21. Zhao, Y., H. Pang., J. Wang., L. Huo., and Y. Li. 2014. Effects of straw mulch and buried straw on soil moisture and salinity in relation to Sunflower growth and yield. *Field crop research. J.* 161: 16- 25.