ارزیابی تحمل به شوری در سه رقم ذرت دانه‌ای

الیاس دهقان[۱] و احمد نادری[۲]

چکیده

حدود یک میلیون هکتار از اراضی خوزستان دچار مشکل شوری بوده و بخشی وسیعی از اراضی زیر کشت ذرت در جنوب استان در این مناطق قرار دارند. این تحقیق به منظور بررسی آثار شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت دانه‌ای طی مدت دو سال ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ در مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان (اهواز) در یک خاک سیلتی- کلی در دو آزمایش جداگانه اجرا شد. در آزمایش اول تیمارهای شوری در تمام طول دوره رشد اعمال شد. کرت‌های اصلی شامل چهار سطح شوری آب آبیاری ۲، ۴، ۶ و ۸dS/m و کرت‌های فرعی شامل سه هیبرید سینگل کراس ذرت ۷۰۴، ۷۱۱ و۶۴۷ بود. در آزمایش دوم، اثر آبیاری با آب شور (EC=۸ dS/m) در مراحل مختلف رشد و نمو ذرت، شامل دوره‌های کاشت تا استقرار بوته‌ها (G1)، گل‌دهی و گرده افشانی (G2) و پر شدن دانه (G3)، بررسی شد. نتایج آزمایش اول نشان داد که از نظر عملکرد دانه، وزن هزاردانه، درصد باروری بلال و درصد بوته‌های دارای بلال، بین همهٔ سطوح شوری اختلاف بسیار معنی‌دار وجود داشت و بیشترین و کمترین عملکرد دانه، به ترتیب در سطوح شوری آب ۲ و ۸dS/m به دست آمد. تفاوت بین رقم‌ها و اثر متقابل شوری و رقم از نظر عملکرد دانه معنی‌دار بود و بیشترین عملکرد دانه از رقم‌های ۷۰۴ و ۷۱۱ در شوری ۲dS/m به دست آمد. نتایج آزمایش دوم نشان داد که ذرت در مراحل رشدی G1 و G3 به ترتیب دارای بیشترین و کمترین حساسیت به شوری است. به طور کلی هیبریدهای ۷۰۴ و۷۱۱ نسبت به شوری حساس‌تر از هیبرید ۶۴۷ ارزیابی شدند، اما به دلیل پتانسیل بالاتر و بر اساس عملکرد دانه تولید شده، کاشت هیبریدهای ۷۰۴ و۷۱۱ توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ذرت، آبیاری، آب شور، عملکرد، خوزستان

مقدمه

هم اکنون منابع بزرگی از آب‌های سطحی و زیرزمینی شور و نیمه شور وجود دارد که احتمالاً در آینده از آنها برای آبیاری استفاده خواهد شد. از جمله این آب‌ها می‌توان به رودخانه‌های جراحی و هندیجان دراستان خوزستان و شاپور و دالکی در استان بوشهر اشاره نمود (۳). مطالعات خاک‌شناسی حدود ۳۸٪ از ۶/۵ میلیون هکتار اراضی خوزستان نشان داده است که تنها ۳/۱۵٪ از اراضی مطالعه شده هیچگونه محدودیتی ندارند، در حالی که ۱۴/۷٪ از این خاک‌ها در کلاس دو قرار گرفته و دارای محدودیت‌های گوناگون، به ویژه شوری می‌باشند (۴).

شوری عبارت است از غلظت بیش از حد املاح و عناصر معدنی در محلول آب یا خاک که منجر به تجمع نمک در ناحیه

۱. عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
۲. عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد دزفول

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.23.0]

ریشه شده و گیاه را در جذب آب کافی از خاک، دچار مشکل می‌کند (۱). درک کمّی تولید محصول، تحت شرایط کمبود آب و آبیاری با آب شور بر سه فرضیه اساسی استوار است: اولاً افزایش شوری به بالاتر از آستانه تحمل گیاه باعث کاهش محصول می‌شود (۹، ۱۴ و ۱۵)، ثانیاً میزان بیومس تولیدی با تعرق رابطه خطی دارد (۹ و ۲۳)، ثالثاً اثرات استرس شوری و آبیاری بر عملکرد تجمعی است (۹، ۱۰ و ۲۱).

برخی مدیریت‌های زراعت در مناطق شور شامل انتخاب گیاهان مقاوم به شوری، برگزیدن روش کاشت مناسب، تهیهٔ بستر بذر به صورت شیب‌دار، انتخاب روش آبیاری مناسب، افزایش مواد آلی خاک، استفاده از زیر شکن و غیره بوده، لیکن مؤثرترین راه مقابله با پدیده‌ی شوری استفاده از گیاهان مقاوم می‌باشد (۳).

لگومینوزها، ذرت، چغندر قند، گندم، یونجه، چاودار و جو به ترتیب از کمترین تا بیشترین مقاومت را نسبت به شوری دارند (۱). آستانه کاهش محصول در اثر شوری در گیاهان مختلف متفاوت است و خود می‌تواند یکی از روش‌های ارزیابی تحمل به شوری باشد. آستانه تحمل ذرت، گندم، جو، پنبه و چغندرقند به ترتیب ۱/۷، ۶، ۸، ۷/۷ و ۷dS/m گزارش شده است (۱۶).

هافمن و همکاران در ایالت کالیفرنیای امریکا با بررسی پایداری تحمل ذرت نسبت به شوری گزارش نمودند که میانگین شوری محلول خاک در محدوده ریشه در طول فصل رشد تا ۳/۷dS/m باعث کاهش عملکرد نشد، اما به ازای هر واحد افزایش بیشتر شوری عملکرد دانه به میزان ۱۴٪ کاهش نشان داد. این کاهش ناشی از کاهش در تراکم بوته و جرم دانه بود (۱۳).

آستانه حساسیت ذرت نسبت به شوری آب ۱/۱ و خاک ۱/۷dS/m بوده و میزان کاهش محصول دانه به ازای هر واحد افزایش شوری خاک، معادل ۱۲٪ می‌باشد، لذا ذرت از گیاهان نیمه حساس به شوری به شمار می‌رود (۲).

هم‌بستگی ضعیفی بین تحمل به شوری در مراحل جوانه‌زنی و دیگر مراحل رشد مشاهده شده است (۳ و ۱۸). ذرت در مرحله جوانه زنی حساسیت زیادی به شوری دارد و افزایش شوری باعث کاهش جوانه‌زنی و تعداد بوته مستقر شده در واحد سطح می‌شود. با افزایش شوری، کاهش معنی‌داری در رشد و اجزای عملکرد به وجود می‌آید و در EC بیش از ۸dS/m، مهم‌ترین عامل محدود کننده برای گیاه، آب در دسترس می‌باشد (۷). عبود گزارش نمود که شوری در ذرت باعث کاهش نرخ رشد گیاه شده و ظهور گل‌های نر و ماده را به تأخیر می‌اندازد (۸).

رامادان و همکاران با بررسی اثر شوری بر جوانه‌زنی ذرت و سویا نتیجه گرفتند که ذرت از سویا مقاوم‌تر بوده و با افزایش شوری از ۳/۶ به ۱۱dS/m، درصد جوانه‌زنی ذرت از ۸۰٪ به ۱۲٪ و سویا از ۶۲٪ به ۲٪ کاهش پیدا کرد (۲۲).

ماس و همکاران با بررسی حساسیت مراحل مختلف رشد ۱۶ رقم ذرت نسبت به شوری نتیجه گرفتند که ذرت در مرحله جوانه‌زنی نسبت به شوری نسبتاً متحمل است و تا شوری ۱۰dS/m جوانه‌زنی همه ارقام به جز دو رقم رضایت‌بخش بود. آنها در یک آزمایش گلخانه‌ای نیز ۹ رقم ذرت را مورد بررسی قرار داده و دریافتند که تا شوری ۹/۶dS/m میزان جوانه‌زنی تحت تأثیر قرار نگرفت اما مدت جوانه‌زنی افزایش یافت. آنها هم‌چنین گزارش دادند که مرحلهٔ گیاهچه‌ای ذرت نسبت به جوانه‌زنی به شدت به شوری حساس است. آستانه شوری برای عملکرد ماده خشک در بیشتر ارقام برابر ۱dS/m و میزان کاهش محصول به ازای هر واحد افزایش شوری در مرحله گیاهچه‌ای برابر ۴/۹٪ بود. آستانه تحمل به شوری برای عملکرد دانه در مرحله گیاهچه‌ای بالاتر بود، به طوری که میزان کاهش محصول به ازای هر واحد افزایش شوری از آستانه برای ذرت شیرین رقم بونانزا (Bonanza) به ترتیب برابر ۵/۸dS/m و ۷/۷٪ و برای ارقام دانه‌ای برابر ۵/۵dS/m و ۱۰/۱٪ بود. افزایش شوری آب آبیاری تا ۹dS/m در مراحل ظهور کاکل و خمیری دانه کاهش معنی‌دار در عملکرد ایجاد نکرد (۱۷).

هاشمی دزفولی و همکاران (۶) معتقدند، مقاومت گیاهان به شوری به سه روش قابل ارزیابی است: ۱- توانایی گیاه از

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.23.0]

نظر حفظ بقا در خاک‌های شور ۲- رشد مطلق یا عملکرد گیاه ۳- رشد نسبی یا عملکرد در خاک شور در مقایسه با رشد یا عملکرد آن در خاکی که شور نیست. از میان این روش‌ها، معیار عملکرد نسبی (روش سوم) از بقیه بهتر بوده و توصیف بهتری را از مقاومت گیاه بیان می‌کند.

تحمل به شوری معمولاً از نسبت بیوماس تولیدی (عملکرد) در شرایط شور به بیوماس تولیدی در شرایط شاهد (بدون شوری) در طول یک دوره زمانی تعیین می‌شود. بر اساس معادلهٔ ۱، تحمل به شوری (S) را می‌توان به عنوان کاهش در عملکرد در یک شوری مشخص (Y_s) در رابطه با عملکرد اندازه‌گیری شده در شرایط بدون شوری (Y_c) تعریف نمود (۵).

$$S = (Y_s / Y_c) \qquad [۱]$$

شدت تنش به طور معمول با مؤلفه حساسیت به تنش بیان می‌شود و بر اساس تعریف فیشر و مائورر (۱۲)، ضریب حساسیت رقم‌ها با استفاده از معادله‌های ۲ و ۳ محاسبه می‌شود.

$$SSI = \frac{۱ - \left(Y_s / Y_c\right)}{۱ - \left(\overline{Y}_d / \overline{Y}_p\right)} \qquad [۲]$$

در این معادله، SSI شاخص حساسیت هر رقم به تنش، Y_d و Y_p به ترتیب میانگین عملکرد رقم در شرایط تنش و بدون تنش، $\overline{Y}_d$ و $\overline{Y}_p$ به ترتیب میانگین کل رقم‌ها در شرایط تنش و بدون تنش می‌باشد.

هر چه مقدار SSI کوچک‌تر باشد نشان‌دهندهٔ حساسیت کمتر به شرایط تنش بوده و اگر این مقدار از ۱ کمتر باشد نشان‌دهندهٔ تحمل رقم به تنش می‌باشد. این عدد می‌تواند برای مقایسه گیاهان مختلف در شرایط یکسان شوری مورد استفاده قرار گیرد.

این آزمایش برای ارزیابی ارقام ذرت مورد کشت در منطقه از نظر تحمل به شوری طراحی گردید.

مواد و روش‌ها

در دو آزمایش جداگانه در مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان (اهواز)، طی مدت دو سال ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ در یک خاک سیلتی - کلی با شوری متوسط ۵dS/m، آثار شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت دانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت (ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ آورده شده است).

در آزمایش اول، تیمارهای شوری در تمام طول دوره رشد گیاه اعمال شده و آزمایش به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل چهار سطح شوری آب آبیاری ۲، ۴، ۶ و ۸dS/m و کرت‌های فرعی شامل سه رقم هیبرید سینگل کراس ذرت ۷۰۴، ۷۱۱ و۶۴۷ بود. در آزمایش دوم، به منظور بررسی امکان استفاده مقطعی از آب‌های نسبتاً شور منطقه برای آبیاری ذرت، اثر آبیاری مقطعی با آب شور (EC=۸ dS/m) بر مراحل مختلف رشد و نمو ذرت، شامل دوره‌های کاشت تا استقرار بوته‌ها (G1)، گل‌دهی و گرده افشانی (G2) و پر شدن دانه (G3)، بررسی شد. علاوه بر این یک تیمار آبیاری با آب معمولی در تمام طول دورهٔ رشد نیز به عنوان شاهد (G0) در نظر گرفته شد.

کشت در هر یک از کرت‌های فرعی شامل ۴ ردیف به طول ۵ متر، با فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۸ سانتی‌متر انجام گردید. کاشت در نیمه اول مردادماه انجام شد، اما اعمال تیمارهای شوری پس از جوانه زدن بذور و استقرار گیاهچه‌ها آغاز گردید. کود مصرف شده بر اساس آزمون خاک شامل فسفات آمونیوم، سولفات پتاسیم و اوره بوده و همه‌ی کود فسفاته و سولفاته و۴۰٪ کود اوره به صورت پایه و به روش پخشی و۶۰٪ کود اوره به صورت سرک در زمان ۸-۷ برگه شدن بوته‌ها به صورت نواری مصرف شد. در هر دو آزمایش، روش اعمال شوری به این صورت بود که ابتدا محلول نمک (که از معادن نمک منطقه فراهم شده بود) با غلظت‌های بسیار بالا در مخزن‌های ۲۰۰ لیتری تهیه شده و در زمان آبیاری مزرعه، در فاصلهٔ ۳۰ متر مانده به مزرعه، محلول نمک از مخزن به کانال وارد و کاملاً با آن مخلوط می‌شد. میزان شوری آب آبیاری توسط شوری سنج صحرایی و با تنظیم میزان ورود محلول نمک از مخزن به کانال و با لحاظ کردن شوری اولیهٔ خاک انجام می‌شد. لازم به ذکر است که شوری آب رودخانه کارون در زمان اجرای آزمایش حدود ۲dS/m بود.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.23.0]

جدول ۱. مشخصات خاک ایستگاه تحقیقات کشاورزی اهواز

عناصر میکرو و قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)				OC (%)	P ($mg.kg^{-1}$)	K ($mg.kg^{-1}$)	pH	EC ($ds.m^{-1}$)	اجزای بافت خاک (رسی) (%)			عمق خاک (cm)
Cu	Zn	Mn	Fe						شن	سیلت	رس	
۱/۷	۱	۷/۳	۱۱/۲	۰/۶۲	۹/۶	۲۷	۷/۲	۵	۱۰	۴۴	۴۶	۰-۳۰

اندازه‌گیری صفات مورد بررسی شامل عملکرد دانه با رطوبت ۱۴٪، وزن هزاردانه، درصد باروری بلال و درصد بوته‌های دارای بلال با برداشت محصول از خطوط میانی هر کرت و پس از حذف نیم متر از بالا و پائین ردیف‌ها انجام شد. درصد باروری بلال از نسبت طول ردیف دانه‌ها به طول چوب بلال در ۱۰ بلال تصادفی محاسبه شد. هم‌چنین درصد بوته‌های دارای بلال عبارت بود از نسبت تعداد بوته‌های دارای بلال به تعداد کل بوته‌های مستقر شده در واحد سطح.

در پایان میزان حساسیت هیبریدهای مورد بررسی نسبت به تنش شوری با استفاده از معادله ۲ ارزیابی گردید و تجزیه واریانس مرکب داده‌ها توسط نرم‌افزار MstatC و مقایسهٔ میانگین دو ساله به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

الف) عملکرد دانه

تجزیه واریانس دو ساله داده‌ها نشان داد که از نظر عملکرد دانه، تفاوت بین سال، سطوح شوری آب آبیاری و همچنین هیبریدهای مورد بررسی در سطح ۱٪ و اثر متقابل تیمارها در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). علی‌رغم وجود تفاوت معنی‌دار بین دو سال از نظر عملکرد دانه، تغییرات عملکرد در دو سال هم جهت بوده و باعث شده است تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در تجزیه مرکب نیز دیده شود.

از نظر عملکرد دانه، هیبریدهای ۷۰۴ و ۷۱۱ ضمن قرار گرفتن در یک گروه، از هیبرید ۶۴۷ برتر بودند و هیبرید ۶۴۷ تنها ۸۲٪ از عملکرد هیبرید شاهد ۷۰۴ با محصول ۳/۷۳۲ تن در هکتار را تولید نمود (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه به میزان ۶/۰۹۵ و ۵/۷۱۰ تن در هکتار به ترتیب از ترکیب‌های تیماری هیبریدهای ۷۰۴ و ۷۱۱ در سطح شوری ۲dS/m و کمترین آن به میزان ۱/۱۶۹ تن در هکتار از هیبرید ۷۱۱ در شوری ۸dS/m به دست آمد (جدول ۳). مقایسه میانگین عملکرد دانه روشن نمود که بین همه‌ی سطوح شوری اختلاف معنی‌دار وجود داشته و با افزایش شوری از ۲ به ۴، ۶ و ۸dS/m عملکرد دانه همواره روندی کاهشی داشته و به ترتیب ۲۰، ۵۲ و ۷۸ درصد کاهش نشان داد (شکل ۱).

میزان کاهش در عملکرد به ازای هر واحد افزایش در شوری نسبت به شاهد برای ارقام ۷۰۴ ، ۷۱۱ و ۶۴۷ به ترتیب برابر با ۱۳، ۱۳، و ۱۲/۵درصد و میانگین آنها برابر با ۱۳٪ بود. این نتیجه با یافته‌های هافمن و همکاران (۱۳) همخوانی دارد.

نتایج نشان داد که بین صفات مورد بررسی، هم‌بستگی بسیار معنی‌داری وجود دارد (جدول ۵). نتایج رگرسیون نیز روشن نمود که وزن هزاردانه و درصد بوته‌های دارای بلال، به ترتیب با ضریب تبیین ۹۳ و ۹۰درصد، مهم‌ترین جزء تعیین کنندهٔ عملکرد می‌باشند (جدول ۶). در این تحقیق، افزایش ناچیز وزن هزار دانه در شرایط تنش نتوانسته است اثر منفی افزایش در تعداد بوته ضعیف و بدون بلال و درصد بوته‌های دارای بلال بر عملکرد دانه را به طور کامل جبران نماید.

بررسی شاخص حساسیت به تنش شوری (فیشر و مائورر (۱۲ و ۱۹) در هیبریدهای مورد بررسی روشن نمود که در شرایط تنش ملایم (شوری آب ۴dS/m)، هیبرید ۷۰۴ حساس و هیبریدهای۶۴۷ و ۷۱۱ نسبتاً متحمل بودند، لیکن با تشدید تنش، میزان حساسیت به تنش در هیبریدهای ۷۰۴ و ۷۱۱ با شدت بیشتری افزایش یافت به طوری که اختلاف عملکرد ارقام در شوری ۸dS/m به کمترین مقدار خود رسیده است (شکل ۱). با توجه به بالا بودن پتانسیل عملکرد دانه در هیبرید

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.23.0]

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس دو سالهٔ میانگین مربعات اثر سطوح مختلف شوری و رقم بر عملکرد دانه و سایر صفات مورد بررسی

منابع		درجه آزادی	مقادیر میانگین مربعات (MS) برای صفات مورد بررسی			
			عملکرد دانه (تن در هکتار)	باروری بلال (درصد)	وزن هزار دانه (گرم)	بوته‌های دارای بلال (درصد)
سال	(Y)	۱	۶/۰۰**	۱۳۸/۸۸۹^{ns}	۸۲/۳۴۷^{ns}	۳۶/۱۲۵^{ns}
سال (تکرار)	R(Y)	۴	۰/۲۶۲	۹۹/۶۹۴	۱۹۳/۸۸۹	۴۱//۷۷۸
شوری آب	(A)	۳	۶۴/ ۸۴۳**	۵۱۷۱/۴۲۶**	۸۹۵۹۴/۲۷۳**	۳۹۵۹/۴۹۵**
شوری در سال	(YA)	۳	۱/۷۰۰**	۱۲۶/۸۵۲^{ns}	۵۷۵۳/۳۴۷*	۱۰۵/۷۵۵^{ns}
خطای آزمایش	(E_a)	۱۲	۰/۲۰۵	۱۷۴/۹۷۲	۱۳۸۴/۵۷۴	۳۶/۳۸۹
هیبرید	(B)	۲	۲/۸۵۸**	۲۸/۰۴۲^{ns}	۱۰۷۱/۰۵۶^{ns}	۴۴/۳۴۷^{ns}
هیبرید در سال	(YB)	۲	۰/۳۰۰^{ns}	۹۷/۵۹۷^{ns}	۲۳۹۰/۲۲۲^{ns}	۱۵/۰۴۲^{ns}
اثر متقابل	(AB)	۶	۰/۵۴۰*	۱۷/۰۷۹^{ns}	۱۴۹۴/۸۷۰^{ns}	۵۷/۶۶۳^{ns}
هیبرید در شوری در سال	YAB	۶	۰/۲۸۷^{ns}	۷۹/۴۴۹^{ns}	۱۸۲۳/۷۷۸^{ns}	۱۷/۱۷۱^{ns}
خطای آزمایش	(E_b)	۳۲	۰/۱۹۸	۱۱۵/۸۴۰	۹۵۲/۵۰۷	۲۹/۸۱۹
ضریب تغییرات (C. V)			٪۱۲/۹۲	٪۱۴/۸۳	٪۱۴/۸۳	٪۶/۶۳

* و**: به ترتیب، معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪. n.s : غیر معنی‌دار

جدول ۳. مقایسه و کلاس‌بندی میانگین دو ساله صفات مورد بررسی در سطوح مختلف تیمار شوری، رقم و اثر متقابل آنها

تیمار		میانگین صفات و مقایسه آنها با آزمون دانکن (سطح احتمال۵٪)*			
		عملکرد دانه (تن در هکتار)	باروری بلال (درصد)	وزن هزار دانه (گرم)	بوته‌های دارای بلال (درصد)
شوری آب (dS/m)					
۲	(A1)	۵/۴۹۹^{a}	۹۰^{a}	۳۲۴^{a}	۹۷^{a}
۴	(A2)	۴/۴۱۶^{b}	۸۲^{a}	۲۸۰^{b}	۹۰^{b}
۶	(A3)	۲/۶۶۶^{c}	۶۶^{b}	۲۱۰^{c}	۸۰^{c}
۸	(A4)	۱/۲۰۰^{d}	۵۲^{c}	۱۶۶^{d}	۶۳^{d}
هیبرید					
۷۰۴	(B1)	۳/۷۳۲^{a}	۷۱^{a}	۲۴۷^{a}	۸۳^{a}
۷۱۱	(B2)	۳/۵۴۲^{a}	۷۳^{a}	۲۵۰^{a}	۸۱^{a}
۶۴۷	(B3)	۳/۰۶۲^{b}	۷۳^{a}	۲۳۷^{a}	۸۳^{a}
اثـر متقابل تیمارها					
$A_1 B_1$		۶/۰۹۵^{a}	۸۱ ^{ab}	۳۰۵ ^{bc}	۹۸ ^{a}
$A_1 B_2$		۵/۷۱۰^{a}	۹۵ ^{a}	۳۵۳^{a}	۹۶ ^{a}
$A_1 B_3$		۴/۶۹۱^{b}	۹۵^{a}	۳۱۲^{b}	۹۶^{a}
$A_2 B_1$		۴/۵۸۹^{b}	۸۳^{ab}	۲۸۸^{bc}	۹۱^{ab}
$A_2 B_2$		۴/۶۳۰^{b}	۸۱^{ab}	۲۸۳^{bc}	۸۹^{ab}
$A_2 B_3$		۴/۰۳۰^{c}	۸۲^{ab}	۲۷۱^{c}	۹۰^{ab}
$A_3 B_1$		۲/۹۹۶^{d}	۶۸^{c}	۲۱۷^{d}	۸۴^{bc}
$A_3 B_2$		۲/۶۵۹^{de}	۷۰^{bc}	۲۰۳^{d}	۷۸^{c}
$A_3 B_3$		۲/۳۴۴^{e}	۶۲^{cd}	۲۱۰^{d}	۷۹^{c}
$A_4 B_1$		۱/۲۴۸^{f}	۵۴^{d}	۱۷۹^{de}	۶۰^{d}
$A_4 B_2$		۱/۱۶۹^{f}	۴۸^{d}	۱۶۱^{e}	۶۰^{d}
$A_4 B_3$		۱/۱۸۴^{f}	۵۳^{d}	۱۵۷^{e}	۶۸^{d}

*: در هر ستون تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند معنی‌دار نیست.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.23.0]

جدول ۴. مقدار شاخص حساسیت به تنش شوری فیشر و مائورر در هیبریدهای مورد مطالعه

هیبرید	سطح شوری (dS/m)		
	۴	۶	۸
۷۰۴	۱/۲۸	۱/۰۰	۱/۰۲
۷۱۱	۰/۹۹	۱/۰۵	۱/۰۲
۶۴۷	۰/۷۴	۰/۹۸	۰/۹۶
تنش محیطی (یا ضریب کاهش متوسط عملکرد ارقام)	۰/۱۹	۰/۵۱	۰/۷۸

جدول ۵. نتایج هم‌بستگی ساده بین عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت در شرایط تنش شوری

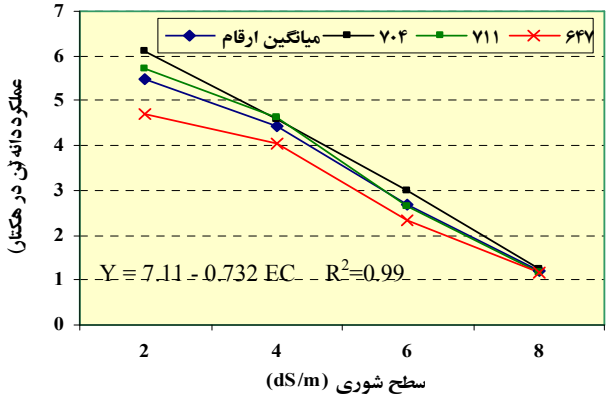
وزن هزار دانه	درصد باروری بلال	عملکرد دانه	=
		۰/۹۲**	درصد باروری بلال
	۰/۹۷**	۰/۹۷**	وزن هزار دانه
۰/۹۲**	۰/۹۴**	۰/۹۵**	درصد بوته‌های دارای بلال

** : تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪

جدول ۶. معادلات رگرسیون بین عملکرد دانه و صفات وابسته به آن

ضریب تبیین	رگرسیون	
	معادله*	روش
R^2=۰/۹۳	GY= −۲/۹۴+۰/۰۲۶۱W	ساده
R^2=۰/۸۴	GY= −۳/۹۱+۰/۱۰۱ F	ساده
R^2=۰/۹۰	GY= −۴/۷۱+۰/۰۲۵۳ E	ساده
R^2=۰/۹۶	GY=−۴/۹۱+۰/۰۲۵۳ W - ۰/۰۵۷۶+F ۰/۰۷۴۶ E	چندگانه (گام به گام)

*: GY، W, F و E به ترتیب علائم اختصاری برای عملکرد دانه، وزن دانه، درصد باروری بلال و درصد بوته‌های دارای بلال می‌باشد.



شکل ۱. روند کاهش عملکرد ارقام ذرت با افزایش شوری

۷۰۴ نسبت به دو هیبرید دیگر، به نظر می‌رسد با تشدید تنش، توانایی هیبریدهای با پتانسیل عملکرد بالاتر برای استفاده از عوامل مؤثر در تولید کاهش می‌یابد، به عبارت دیگر بهینه سازی شرایط برای حصول عملکرد بالاتر در هیبریدهای پر پتانسیل از حساسیت بیشتری برخوردار است.

ب) درصد باروری بلال

تجزیه واریانس مرکب مشخص نمود که از نظر درصد باروری بلال‌ها، اختلاف بین سطوح مختلف شوری بسیار معنی‌دار بود، اما تفاوت بین هیبریدها و اثر متقابل تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین نشان داد که با افزایش شوری آب از ۲ به ۴dS/m، درصد باروری بلال کاهش نیافت اما در شوری‌های بالاتر کاهش معنی‌دار نشان داد. بیشترین و کمترین درصد باروری بلال به میزان ۹۰ و ۵۲ درصد، به ترتیب در شوری‌های ۲ و ۸dS/m به دست آمد (جدول ۳).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.23.0]

معنی‌دار نشدن تفاوت سطوح اثر متقابل شوری و هیبرید از نظر درصد باروری بلال نشان داد که اثر کاهندهٔ افزایش شوری بر درصد باروری بلال در هیبریدهای مورد بررسی، هم راستا و دارای شیب یک‌نواخت بوده است. این نتایج با یافته‌های مونوس (۱۹)، عبود (۸) و مورامکار و همکاران (۲۰) مطابقت دارد. وجود شوری، به ویژه در زمان گل‌دهی و گرده افشانی، می‌تواند با کاهش توانایی گیاه در جذب آب و بروز تنش رطوبتی، پایداری دانه‌های گرده و درصد باروری بلال‌ها را کاهش دهد.

ج) وزن هزاردانه

نتایج به دست آمده نشان داد که از نظر وزن هزاردانه، تفاوت بین سطوح مختلف شوری در سطح ۱٪ معنی‌دار بود، اما تفاوت بین هیبریدها و اثر متقابل شوری و هیبرید معنی‌دار نبود (جدول ۲).

در شوری‌های بالاتر، با کاهش درصد باروری بلال، انتظار می‌رفت که با کم شدن تعداد دانه و توزیع منابع تأمین کننده وزن دانه در بین دانه‌های کمتر، وزن هزار دانه افزایش یابد، لیکن در همهٔ هیبریدها با تشدید تنش شوری، اندازه بوته‌ها و بلال‌ها کوچک‌تر شده و تولید مواد فتوسنتزی و وزن هزار دانه کاهش یافته است (جدول ۳).

د) درصد بوته‌های دارای بلال

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها مشخص نمود که از نظر درصد بوته‌های دارای بلال، اختلاف بین سطوح مختلف شوری در سطح ۱٪ معنی‌دار بود، اما بین ارقام و اثر متقابل شوری و رقم تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۲).

مقایسهٔ میانگین‌ها مشخص نمود که از نظر درصد بوته‌های دارای بلال، بین همهٔ سطوح شوری اختلاف معنی‌دار وجود داشته و با افزایش شوری آب آبیاری، این روند کاهشی شدیدتر شده و درصد بوته‌های ضعیف و بدون بلال افزایش یافته است (جدول ۳).

نتایج اعمال شوری در مراحل مختلف رشد و نمو

نتایج به دست آمده از آزمایش دوم نشان داد که اعمال آبیاری با آب شور ۸dS/m به صورت مقطعی در مراحل کاشت تا قبل از گل‌دهی (G1)، گل‌دهی و گرده‌افشانی (G2) و پر شدن دانه (G3) نسبت به شاهد G0 (آبیاری با آب معمولی ۲dS/m در تمام دوره رشد) با میانگین عملکرد ۵/۸۷۰ تن در هکتار، به ترتیب باعث کاهش عملکرد دانه به میزان ۲۵، ۲۴ و ۱۴ درصد شد (جدول ۷).

به طور کلی در ارقام مورد بررسی، کمترین تحمل نسبت به آبیاری با آب شور و بیشترین کاهش در عملکرد دانه به میزان ۲۵ درصد، در مرحله کاشت تا استقرار بوته (قبل از گل‌دهی) به دست آمد (جدول ۷). اعمال شوری در این مرحله باعث تضعیف و از بین رفتن تعدادی از گیاهچه‌ها شده و ناتوانی ذرت در تولید پنجه، باعث کاهش تعداد کل ساقه‌های بلال دهنده و درصد بوته‌های دارای بلال شده و در نتیجه عملکرد دانه کاهش یافته است (شکل ۲). این نتایج با یافته‌های ماس و همکاران و فرح و همکاران در خصوص کاهش جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه ذرت در اثر افزایش شوری آب آبیاری مطابقت دارد (۱۱ و ۱۷).

کاهش عملکرد دانه به میزان ۲۴ درصد در اعمال آبیاری با آب شور در مرحله گل‌دهی و گرده‌افشانی نیز نشان‌دهنده حساسیت ارقام مورد بررسی نسبت به شوری در این مرحله است. در این مرحله شوری بیشترین اثر کاهنده را بر درصد باروری بلال‌ها بر جای گذاشت (شکل ۳).

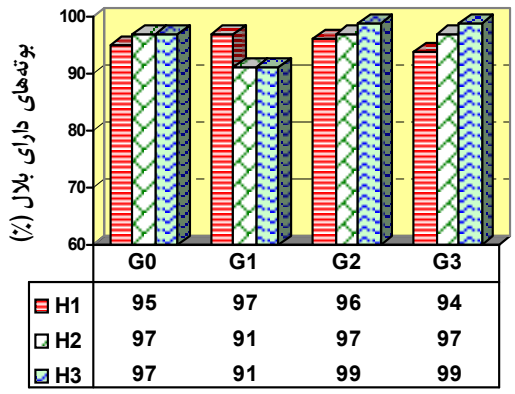
ذرت در مرحله گل‌دهی نسبت به کمبود رطوبت و تنش خشکی حساسیت زیادی داشته و بروز اثر شوری به صورت تنش خشکی، می‌تواند باعث از بین رفتن دانه‌های گرده و کاهش شانس باروری گل‌ها شود. این نتایج با یافته‌های مونوس (۱۹)، عبود (۸) و مورامکار و همکاران (۲۰) مطابقت دارد اما با نتایج به دست آمده توسط ماس و همکاران مبنی بر معنی‌دار نبودن اثر شوری تا ۹dS/m بر مرحله گلدهی و خمیری دانه مغایرت دارد. انجام آبیاری با آب شور ۸dS/m در مرحله پر شدن دانه نسبت به مراحل دیگر به میزان کمتری باعث کاهش عملکرد شده است. زیرا بخش مهمی از اجزای تعیین کننده عملکرد مانند تعداد بوته و بلال در واحد سطح و تعداد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.23.0]

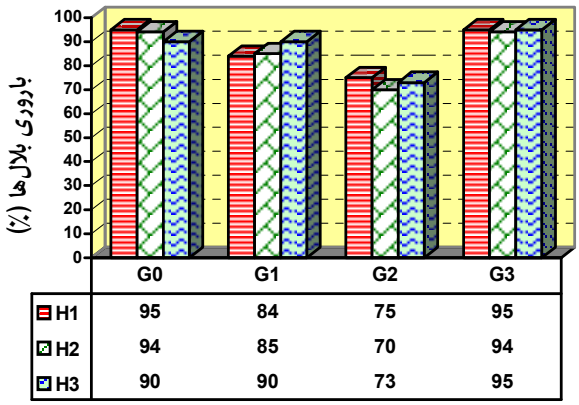
جدول ۷. نسبت عملکرد دانه ارقام ذرت تحت تأثیر آبیاری با آب شور (۸dS/m) به صورت مقطعی به عملکرد شاهد (شوری ۲dS/m)

رقم	عملکرد دانه در شوری شاهد (تن در هکتار)	مرحله اعمال شوری		
		G1 (کاشت تا قبل از گل‌دهی)	G2 (گل‌دهی و گرده‌افشانی)	G3 (پرکردن دانه)
۷۰۴	۶/۸۵	۰/۶۸	۰/۶۴	۰/۸۳
۷۱۱	۵/۹۹	۰/۶۸	۰/۷۴	۰/۷۲
۶۴۷	۴/۹۴	۰/۸۵	۰/۸۹	۰/۹۸
میانگین	۵/۹۳	۰/۷۲	۰/۷۴	۰/۸۲



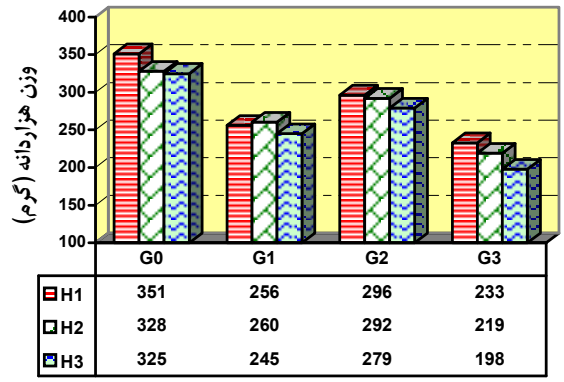
مراحل اعمال شوری

شکل ۲. اثر آبیاری مقطعی با آب شور در مراحل مختلف رشد و نمو بر درصد بوته‌های دارای بلال ارقام ذرت



مراحل اعمال شوری

شکل ۳. اثر آبیاری مقطعی با آب شور در مراحل مختلف رشد و نمو بر درصد باروری بلال ارقام ذرت



مراحل اعمال شوری

شکل ۴. اثر آبیاری مقطعی با آب شور در مراحل مختلف رشد و نمو بر وزن هزاردانه ارقام ذرت

دانه در بلال در مراحل قبلی معین و تثبیت شده است. ماس و همکاران نیز گزارش نمودند، افزایش شوری آب آبیاری تا ۹dS/m در مراحله خمیری دانه کاهش معنی‌دار در عملکرد ذرت ایجاد نکرد (۱۷). با این وجود در مرحله پر شدن دانه، وزن هزاردانه بیش از دیگر صفات تحت تأثیر شوری آب قرار گرفته و کاهش عملکرد دانه بیشتر ناشی از کاهش وزن هزار دانه بوده است (شکل ۴). کاهش وزن هزار دانه می‌تواند ناشی از بروز اختلال در جذب آب و مواد غذایی و کاهش در تولید مواد فتوسنتزی برای انتقال به دانه‌ها باشد.

در بین ارقام مورد بررسی، هیبرید ۶۴۷ در همه مراحل بیشترین تحمل را نسبت به آبیاری با آب شور نشان داد. در حالی که ارقام ۷۰۴ و ۷۱۱ به ویژه در مراحل کاشت و گل‌دهی حساسیت بیشتری به شوری آب نشان دادند.

نتیجه‌گیری

۱- هیبرید۶۴۷ نسبت به شوری از هیبریدهای ۷۰۴ و ۷۱۱ متحمل‌تر است.

۲- کشت ارقام مورد بررسی در این آزمایش در شوری ۴dS/m و بالاتر از آن به دلیل ایجاد کاهش معنی‌دار در عملکرد توصیه نمی‌شود.

۳- در شوری تا ۸dS/m، عملکرد نهایی هیبریدهای ۷۰۴ و ۷۱۱ با وجود تحمل کمتر نسبت به شوری، به دلیل پتانسیل تولید

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.23.0]

دانهٔ بالاتر، از هیبرید ۶۰۴ بیشتر است.

۴- انجام آبیاری با آب شور ۸dS/m در مرحله پر شدن دانه نسبت به مراحل دیگر به میزان کمتری باعث کاهش عملکرد ذرت می‌شود.

سپاسگزاری

از شورای پژوهش‌های علمی کشور به خاطر فراهم نمودن امکانات اجرای این طرح پژوهشی سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. جعفری، م. ۱۳۶۹. *شوری و اثرات آن در خاک وگیاه*. جهاد دانشگاهی تهران.

۲. علیزاده، ا. ۱۳۶۴. *کیفیت آب در آبیاری*. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

۳. حیدری شریف آباد، ح. ۱۳۸۰. *گیاه و شوری*. نگارش. انتشارات مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، تهران.

۴. طاهرزاده، م. ح. ۱۳۸۳. تعیین پراکنش خاک‌های شور و سدیمی خوزستان به کمک RS-GIS و بررسی روش اصلاح و به‌سازی آنها با استفاده از آب معمولی و آب شور. مجموعه مقالات سمینار آب، کشاورزی و چالش‌های آینده. صفحه‌های ۸۵- ۶۴ . (سمینار آب، کشاورزی و چالش‌های آینده. دزفول. مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد. ۲۹-۲۸ بهمن ۱۳۸۲).

۵. میرمحمدی میبدی، س، ع. م. و ب. قره‌یاضی. ۱۳۸۱. *جنبه‌های فیزیولوژیک و به‌نژادی تنش شوری گیاهان*. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.

۶. هاشمی دزفولی، ا، ع. کوچکی و م. بنایان. ۱۳۷۴. *افزایش عملکرد گیاهان زراعی*. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

7. Abdul halim, R. K., H. M. Salih, A. A. Ahmad and A. M. Abdul Rahman. 1988. Growth and development of Maxipak wheat as affected by soil salinity and moisture levels. Plant and Soil 112: 255-259.
8. Abood, MA. A. 1978. Analysis of corn yield components for salinity and moisture treatments. Dissert. Abs. Int. 38:(12): 5683.
9. Bresler, E. 1987. Application of conceptual model to irrigation water requirement and salt tolerance of crops. Soil Sci. Soc. Am. J. 51: 788–793.
10. Cardon, G.E. and J. Letey. 1994. Plant water uptake terms evaluated for soil water and solute movement models. Soil Sci. Soc. Am. J. 32:1876–1880.
11. Farah, M. A. M. F. Soliman and I. M. Antar. 1981. Seed germination and root growth of corn and cotton seedling as affected by soil texture and salinity of irrigation water. Agric. Res. Rev. 59: (4) 157-169.
12. Fischer, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29:897-912.
13. Hoffman, G. J. E. V. Mass, T. L. Prichard and J. L. Meyer. 1983. Salt tolerance of corn in the Sacramento-San Joaquin Delta of California. Irrig. Sci. 4: 31 – 44.
14. Letey, J. and A. Dinar. 1986. Simulated crop-production functions for several crops when irrigated with saline waters. Hilgardia 54:1–32.
15. Mass, E.V. 1990. Crop Salt Tolerance. *In:* K.K. Tanji (Ed.), Agricultural Salinity Assesssment and Management. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 71, Am. Soc. Civil Engineers, New York.
16. Mass, E. V. 1986. Crop tolerance to saline soil and water. Proe. US Pak Biosaline Res. Workshop, Karachi, Pakistan.
17. Mass, E. V., G. J. Hoffman, G. D. Chaba, J. A. Posc and M. C. Shannon. 1983. Salt sensitivity of corn at various growth stages. Irrig. Sci. 4: 45 – 74.
18. Mozafar, A. and J. R. Goodin. 1986. Salt tolerance of two different drought tolerance wheat genotypes during germination and early seedling growth. Plant and Soil 96:303-316.
19. Munus, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environ. 25: 239-250.
20. Murumkar, C. V. and P. D. Chavan. 1989. Influence of salt stress on biochemical processes in chickpea (*Cicer arietinum*). Plant and Soil 96:439-443.
21. Pang, X.P. and J. Letey. 1998. Development and evaluation of ENVIRO-GRO, an integrated water, salinity and nitrogen model. Soil Sci. Soc. Am. J. 62:1418–1427.
22. Ramadan, H., S. A. Al-Niemi and Y. K. Al-Handathi. 1986. Salinity and seed germination of corn and soybean. Agriv. Sci. Iraq 4(2): 97-102.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.23.0]