اثر فیلترکیک بر صفات مرفوفیزیولوژیکی و عملکرد ذرت شیرین تحت شرایط تنش خشکی آخر فصل

سید عطاءاله سیادت[۱]، عزیز کرملاچعب[۲*]، حسین منجزی[۲]،
قدرت اله فتحی[۱] و حسن حمدی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۵/۹)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر فیلترکیک بر برخی صفات مرفوفیزیولوژیک و عملکرد ذرت شیرین بهاره (هیبرید SC 403) در رژیم‌های متفاوت آبیاری، آزمایشی در بهار سال ۱۳۹۱ در مزرعه دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. رژیم‌های متفاوت آبیاری (آبیاری پس از تخلیه ۲۵ (بدون تنش)، ۵۰ (تنش ملایم) و ۷۵ درصد رطوبت قابل استفاده خاک (تنش شدید) در کرت‌های اصلی و فیلترکیک (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار) در کرت‌های فرعی جای داده شدند. نتایج نشان داد که اعمال تنش خشکی باعث افزایش میزان نشت الکترولیتی و مقدار پرولین برگ و کاهش ارتفاع بوته، محتوای نسبی آب، شاخص پایداری کلروفیل، وزن تر بلال و عملکرد دانه نسبت به شاهد شد. بیشترین تأثیر تنش شدید بر میزان نشت و مقدار پرولین بود که باعث افزایش ۵۴ درصدی آنها گردید. هم‌چنین تنش باعث کاهش ۲۱ و ۳۷ درصدی عملکرد بلال و دانه نسبت به شاهد شده است. از طرفی دیگر کاربرد فیلترکیک در شرایط بدون تنش باعث افزایش ارتفاع گیاه و عملکرد اقتصادی گیاه شد. اما در شرایط تنش شدید فیلترکیک باعث افزایش میزان نشت الکترولیتی و کاهش محتوای نسبی آب برگ و عملکرد گردید. در تنش شدید کاربرد ۳۰ تن فیلترکیک در هکتار باعث کاهش ۱۴/۵ و ۱۰/۷ درصد به‌ترتیب عملکرد تر بلال و دانه نسبت به تیمار بدون فیلترکیک شد و چنین نتیجه‌گیری شد که تأثیر مثبت فیلترکیک تنها در شرایط بدون تنش می‌باشد و در شرایط اعمال تنش خشکی حتی باعث کاهش عملکرد اقتصادی هم می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: ذرت شیرین، فیلترکیک، عملکرد اقتصادی، نشت الکترولیتی

۱ و ۲. به‌ترتیب استاد و دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
۳. استادیار و مدیر مرکز تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان
*: مسؤل مکاتبات، پست الکترونیکی: azizchaab@gmail.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.15.9.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.93]

مقدمه

ذرت شیرین (*Zea mays var saccharata*) با انجام جهش ژنتیکی در لوکوس SU کرموزوم شماره ۴ ذرت معمولی به‌دست آمده است. این تغییرات ژنتیکی باعث تجمع قندها و پلی‌ساکاریدهای محلول در آندوسپرم دانه می‌گردد. ذرت شیرین عمدتاً به‌منظور مصرف میوه آن (بلال) کشت می‌شود و در میان دسته‌ای از گیاهان زراعی که به‌عنوان سبزیجات طبقه‌بندی شده‌اند قرار گرفته است (۸). این گیاه دارای اهمیت اقتصادی ویژه‌ای است زیرا کلیه بخش‌های آن اعم از بلال، ساقه و برگ، چوب بلال و پوست بلال مورد استفاده قرار می‌گیرد. در زمان برداشت، ساقه و برگ‌ها هنوز سبز بوده و می‌توان آنها را پس از برداشت بلال اصلی به‌عنوان علوفه با کیفیت بالا مورد استفاده دام قرار داد. از طرف دیگر پوست بلال و چوب بلال نیز در کارخانه‌های صنایع تبدیلی، بعد از جدا شدن دانه آن، به‌صورت کنسرو، قابل استفاده برای خوراک دام است (۹).

تنش‌های محیطی از جمله عواملی هستند که استفاده از حداکثر پتانسیل آب، خاک و گیاه در جهت حداکثر تولید را محدود می‌کنند. تنش خشکی به‌عنوان مهم‌ترین عامل محدود کنندهٔ رشد و تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است (۲). ثابت شده که به‌دلیل این‌که مواد غذایی به‌صورت محلول در آب جذب گیاه می‌شود بنابراین هر گونه محدودیت در منابع آبی، منجر به محدودیت در برخی منابع غذایی شده و گیاه مجبور به کم کردن رشد رویشی و اتمام زود هنگام آن مرحله و شروع مرحله زایشی می‌گردد، در نتیجه ارتفاع، اجزای عملکرد و عملکرد کاهش می‌یابد (۱۴). حدود ۲۶ درصد از زمین‌های تحت کشت در سراسر جهان با تنش خشکی روبرو هستند که در میان سایر عوامل تنش‌زا بیشترین سهم را تنش خشکی دارا می‌باشد و پس از آن تنش کمبود مواد غذایی که ۲۰ درصد از کل زمین‌ها را شامل می‌شود (۱۸).

مقادیر فراوان فیلترکیک تولید شده که می‌تواند به‌وسیله فرایند تجزیه زیستی به یک منبع با ارزش ماده آلی تبدیل شود، این ماده را به‌عنوان یک مکمل کود شیمیایی معرفی کرده است. مواد غذایی موجود در فیلترکیک به تدریج رها شده و مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد و نیز موجب اصلاح ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک می‌شود (۱۱). این امر بسیار مهم است زیرا کودهای شیمیایی ممکن است به آسانی و به سرعت نیازهای گیاه را برآورده نمایند، اما تأثیر آنها موقت و زودگذر است که هر ساله برای تأمین مواد غذایی به خاک اضافه می‌شوند. درصورتی‌که فیلترکیک به‌دلیل تولید CO_2 و H_2CO_3 در جریان تجزیه خود، باعث افزایش حلالیت عناصر غذایی در واکنش‌های قلیایی خاک می‌شود (۶).

پشت‌دار و همکاران (۱۶) در آزمایشی بر روی ذرت نشان دادند که کاربرد مقدار ۲۰ تن فیلترکیک در هکتار باعث افزایش رشد و تولید گیاه و در نتیجه افزایش مقدار کل ماده خشک، پروتئین و عملکرد علوفه گیاه نسبت به تیمار شاهد شده است. کاربرد ۱۰ تا ۱۵ تن در هکتار فیلترکیک نیتروژن کل خاک را به‌ترتیب ۴۸ و ۷۰ درصد و نیتروژن معدنی خاک را به‌ترتیب ۱۴۴ و ۱۶۲ درصد افزایش می‌دهد و در مکزیک از فیلترکیک به‌عنوان کود آلی استفاده می‌شود (۱۰). در آزمایش دیگری بیان شده که افزایش فیلترکیک به خاک سبب غنی شدن خاک از مواد آلی و عناصر غذایی گردید (۱۱). کاربرد ۱۰ تا ۱۵ تن فیلترکیک در هکتار ماده آلی خاک را به‌ترتیب ۱۵ و ۲۴ درصد افزایش می‌دهد (۱۰).

به‌طورکلی مقادیر فیلترکیک حاصل از کارخانه‌های کشت و صنعت نیشکر در استان خوزستان بسیار زیاد و غیر قابل استفاده باقی مانده است. اما در سال‌های اخیر مقادیر زیادی از این ماده آلی را به‌عنوان کود آلی و اصلاح کننده فیزیکی خاک در زمین‌های زراعی استان مورد استفاده قرار می‌گیرد. به همین منظور پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف فیلترکیک بر برخی صفات فیزیولوژیک و مرفولوژیک ذرت شیرین بهاره تحت رژیم‌های متفاوت آبیاری در آخر فصل طراحی و اجرا گردید.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.15.9.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.93]

جدول ۱. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه و فیلترکیک در زمان شروع آزمایش

عمق خاک (cm)	واکنش خاک	هدایت الکتریکی عصاره اشباع (dS/m)	نیتروژن (درصد)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	مواد آلی (درصد)	بافت
۰ -۳۰	۷/۴	۲/۵	۰/۰۵	۲۶۴	۷/۲	۰/۷۶	لومی رسی
۳۰ -۶۰	۷/۷	۲/۱	۰/۰۴	۲۱۷	۶/۴	۰/۵۲	رسی لومی
فیلترکیک	۶/۵	۱۰/۴	۰/۴۵	۱۴۳۷	۴۸۰	۲۶	-

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع رامین خوزستان اجرا گردید. شهر رامین با داشتن میانگین بارندگی سالیانه حدود ۱۶۹ میلی‌متر و میانگین دمای ۲۳ درجه سلسیوس، از لحاظ اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود و برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. رژیم‌های مختلف آبیاری در پایان دوره رشد در سه سطح بدون تنش خشکی، تنش خشکی ملایم و تنش خشکی شدید، به‌ترتیب آبیاری پس از تخلیه ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد رطوبت قابل استفاده خاک، به‌عنوان فاکتور اصلی در نظر گرفته شد. رژیم‌های مختلف آبیاری از ابتدای مرحله ظهور گل‌آذین نر گیاه تا زمان رسیدگی و به‌مدت ۳۵ روز اعمال شدند. رطوبت خاک از طریق روش وزنی مشخص شد و جهت تعیین دقیق زمان آبیاری برای هر تیمار هر دو روز یک‌بار به‌وسیله مته از کرت‌های فرعی در عمق نفوذ ریشه نمونه‌برداری به‌عمل آمد تا درصد رطوبت وزنی خاک مشخص شود. در صورت تخلیه رطوبت خاک به حد مورد نظر، حجم آب مورد نیاز برای هر بار آبیاری در هر تیمار از رابطه ۱ محاسبه و آبیاری با استفاده از سیفون با دبی مشخص انجام شد (۱).

$$V = [(FC - \theta_m) \times P_b \times D_{root} \times A] / E_i \quad (1)$$

V = حجم آب آبیاری (m^3)

FC = درصد رطوبت وزنی خاک در نقطه FC

θ_m = درصد رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری

P_b = وزن مخصوص ظاهری خاک ($g.cm^{-3}$)

A = سطح آبیاری شده (m^2)

D_{root} = عمق توسعه ریشه (m)

E_i = راندمان آبیاری

مقادیر مختلف فیلترکیک (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار) به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند و از کشت و صنعت نیشکر امیرکبیر تأمین و قبل از کشت به خاک اضافه شد. برخی از ویژگی‌های فیلترکیک در جدول ۱ آمده است. نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و میزان آن ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (به‌صورت پایه و دو مرحله سرک) در اختیار گیاه قرار گرفت. کود فسفره مورد نیاز به‌میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار از منبع فسفات آمونیوم در زمان کاشت مصرف شد. طول و عرض هر کرت فرعی به‌ترتیب ٦ و ۴ متر و دارای ٦ خط کاشت با فاصله ۷۵ سانتی‌متر بود. برای جلوگیری از تأثیر تیمارها بر هم، بین کرت‌های اصلی و فرعی به‌ترتیب ۲ و ۱ متر فاصله منظور شد.

پس از شخم و تهیه مناسب زمین و ایجاد فارو، بذر ذرت شیرین بهاره هیبرید سینگل کراس ۴۰۳، از مرکز تحقیقات و تهیه نهال و بذر صفی‌آباد دزفول تهیه و با تراکم ۷/۵ بذر در مترمربع به‌صورت خطی با فاصله ۱۸ سانتی‌متر روی خطوط کشت و عمق ۳ تا ۵ سانتی‌متری به‌صورت دستی در ۱۵ اسفند ماه ۱۳۹۰ کشت و آبیاری صورت گرفت. برداشت نهایی به‌صورت بلال سبز در اول مرحله خمیری و در سه نوبت

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.15.9.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.93]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.93] [DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.15.9.8] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

جدول۲. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی ذرت شیرین تحت تیمارهای رژیم‌های متفاوت آبیاری و فیلترکیک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ارتفاع گیاه	محتوای نسبی آب	نشت الکترولیتی	پرولین	شاخص پایداری کلروفیل	سدیم اندام هوایی	وزن تر بلال	عملکرد دانه
بلوک	۲	۲۸/۸۳^{ns}	۰/۵۴^{ns}	۲۰/۳۶^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۵۳/۶۴^{ns}	۲۱/۶۰^{na}	۱۴۶۷۷۰/۹^{ns}	۹۳۵۴/۲^{ns}
آبیاری (سطوح تنش) (I)	۲	۵۷۷۱/۷۶**	۱۵۵۵/۳۹**	۲۲۸۶/۰۱**	۱۶۶/۱۰**	۱۰۰۵/۲۹**	۷۱۸/۲۵^{ns}	۷۷۰۸۸۵۶۸/۵**	۱۰۷۱۰۴۱۸/۴**
اشتباه اصلی	۴	۱۲۵/۶۰	۱۷/۸۷	۱۷/۱۰	۰/۹۲	۲۵/۶۲	۱۱۴/۲۹	۲۰۸۷۲۴۳/۵	۳۱۷۱۰/۲
فیلتر کیک (Fi)	۳	۱۲۰/۴۵^{ns}	۱۱۷/۰۴*	۱۲۴/۷۳**	۷/۷۷**	۳۱/۹۴^{ns}	۹۱۳/۰۱**	۱۰۷۰۳۱۴/۷^{ns}	۲۰۵۶۴/۷^{ns}
I × Fi	۶	۲۱۹/۸۳**	۱۰۱/۱۷*	۴۴/۶۲*	۱/۸۱^{ns}	۴۳/۸۲*	۱۳/۶۴^{ns}	۸۷۹۰۹۰/۴*	۱۲۶۹۳۱/۲*
اشتباه فرعی	۱۸	۵۳/۷۷	۳۰/۲۰	۱۵/۴۵	۱/۰۶	۱۶/۲۲	۵۶/۴۳	۲۲۴۲۳۶۱/۵	۴۲۵۲/۲
ضریب تغییرات (درصد)		۶/۰۰	۷/۰۵	۱۰/۳۲	۱۰/۰۰	۴/۸۶	۱۸/۷۵	۱۷/۱۶	۱۴/۰۷

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد و ns غیر معنی‌دار

به‌صورت دستی و از دو خط میانی هر کرت فرعی با در نظر گرفتن نیم متر حاشیه از هر طرف انجام شد. محتوای نسبی آب برگ با استفاده از روش ارائه شده توسط ریچی و همکاران (۱۷) اندازه‌گیری شد. بدین ترتیب که از هر واحد آزمایشی تعداد ۳ عدد برگ در مرحله وقوع تنش انتخاب و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند، به قطعات ۲ سانتی‌متری تقسیم و با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردیدند (FW). سپس این قطعات به‌منظور تعیین وزن تورژسانس به‌مدت ۴ ساعت در شدت نور کم در داخل آب مقطر قرار داده شدند و وزن اشباع آنها اندازه‌گیری شد (SW). در نهایت این برگ‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس در آون نگهداری و سپس وزن خشک آنها تعیین گردید (DW). درصد رطوبت نسبی قطعات برگ با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد.

(۲) محتوای نسبی آب برگ = (FW - DW/SW-DW)×100

میزان نشت الکترولیتی (EL) به روش لوتس و همکاران (۱۲) محاسبه گردید. بدین ترتیب که نمونه‌های تهیه شده از جوان‌ترین برگ توسعه یافته به آزمایشگاه انتقال و با استفاده از پانچ از هر برگ دیسک‌های دایره‌ای تهیه شد. قطعات حاصل پس از آن‌که سه مرتبه با آب مقطر شسته، به لوله‌های آزمایش حاوی ۱۰ میلی لیتر آب مقطر انتقال یافتند. این نمونه‌ها در دمای آزمایشگاه بر روی شیکر با ۱۰۰ دور در دقیقه برای مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند و هدایت الکتریکی (EC_1) آنها با استفاده از دستگاه هدایت الکتریکی سنج تعیین گردید. سپس نمونه‌ها در اتوکلاو با دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفتند و EC_2 اندازه‌گیری و درصد نشت الکترولیتی نمونه‌های با استفاده از رابطه ۳ تعیین شد.

(۳) درصد نشت الکترولیتی = EC_1 / EC_2

مقدار پرولین به‌روش ارائه‌شده توسط بیتس و همکاران (۴) تعیین شد. ابتدا ۰/۵ گرم از برگ پرچم تازه در زمان وقوع تنش را با هاون له کرده و درون فالکون ریخته شد، سپس ۱۰ میلی‌لیتر سولفوسالیسلیک اسید ۳ درصد به آن اضافه و نمونه درون یخ قرار داده شد. فالکون را در ۷۵۰۰ دور به‌مدت ۳۰ دقیقه و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ کرده تا مواد اضافی از محلول جدا گردد. ۲ میلی‌لیتر از عصاره صاف شده را درون فالکون جدید ریخته و ۲ میلی‌لیتر اسید نین هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسیداستیک گلایسیال به آن اضافه شد. نمونه‌ها را به‌مدت ۱ ساعت در حمام آب گرم حرارت داده سپس درون یخ قرار گرفتند. ۴ میلی‌لیتر تولوئن به محلول‌ها اضافه و به‌مدت ۲۰ ثانیه ورتکس شدند و نمونه‌ها در طول موج ۵۲۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفوتومتر (Spectronic Genesys 5, U.S.A) قرائت شدند. هم‌چنین درصد شاخص پایداری کلروفیل از طریق اندازه‌گیری کلروفیل کل (۲) قبل و بعد از اعمال تنش با استفاده از رابطه ۴ محاسبه شد.

(۴) شاخص پایداری کلروفیل = [(کلروفیل بعد از تنش / کلروفیل بعد از تنش − کلروفیل قبل از تنش) − ۱] × ۱۰۰

غلظت سدیم اندام هوایی به روش چاپمن و پرات (۷) با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر (Jenway, PFP-7) مورد سنجش قرار گرفت.

برای تعیین وزن تر بلال در مرحله خمیری از خط میانی و پس از حذف حاشیه‌ها، تعداد ۱۰ بوته با دست برداشت شد. در آزمایشگاه ابتدا پوشش بلال‌ها جدا و وزن‌تر آنها به‌وسیله ترازوی دقیق اندازه‌گیری شد سپس دانه‌ها با دست از بلال جدا و عملکرد دانه در رطوبت ۱۴ درصد با استفاده از رابطه ۵ محاسبه گردید (۹).

(۵) عملکرد در رطوبت ۱۴ درصد = وزن تر محصول (رطوبت محصول − ۱۰۰) / ۱۰۰ −۱۴

کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار LSD در سطح ۵ درصد استفاده گردید. در صورت معنی‌داری اثرات متقابل از روش برش‌دهی جهت تفسیر اثر استفاده گردید سپس میانگین‌ها با روش L.S. Means مقایسه گردیدند، هم‌چنین در صورت معنی‌دار شدن اثر سطوح فیلترکیک در مورد برخی از صفات، به‌دلیل شمارشی بودن این فاکتور تجزیه رگرسیونی داده‌ها انجام شد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.15.9.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.93]

جدول ۳. برش‌دهی اثر متقابل تیمار رژیم‌های آبیاری و فیلترکیک در سطوح آبیاری بر برخی صفات مورد بررسی ذرت شیرین

آبیاری (سطوح تنش)	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	محتوای نسبی آب	نشت الکترولیتی	شاخص پایداری کلروفیل	وزن تر بلال	عملکرد دانه
بدون تنش	۳	۱۹۲/۱ *	۲۳/۷ ns	۰/۴ ns	۱۵/۷ ns	۷۰۰۵۶۷۱ *	۱۲۰۴۶۵ *
تنش ملایم	۳	۱۰۹/۶ ns	۶۳/۶ ns	۶۳/۹ *	۳۰/۱ ns	۳۶۵۳۰۴۱ ns	۲۹۰۵۲ ns
تنش شدید	۳	۲۵۸/۴ *	۲۳۲/۱ **	۱۴۹/۵ **	۷۳/۸ *	۷۹۹۳۴۱۰ *	۱۳۴۹۱۰ *

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد و ns غیر معنی‌دار

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین تیمارهای آزمایشی بر برخی صفات مورد بررسی ذرت شیرین

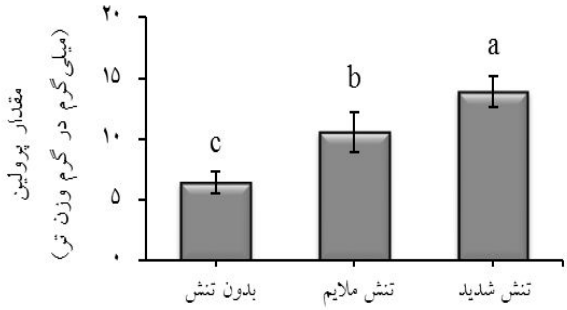
آبیاری (تنش)	فیلترکیک (تن در هکتار)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	محتوای نسبی آب (درصد)	نشت الکترولیتی (درصد)	شاخص پایداری کلروفیل (درصد)	وزن تر بلال (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
	صفر	۱۳۴/۳ b	۸۴/۵ a	۲۳/۹ a	۸۷/۹ a	۲۱۶۳۰/۲ b	۵۶۳۰/۳ b
بدون	۱۰	۱۴۲/۶ ab	۸۷/۷ a	۲۳/۷ a	۹۰/۱ a	۲۲۵۱۸/۵ ab	۵۸۵۱/۵ ab
تنش	۲۰	۱۵۲/۲ a	۹۰/۰ a	۲۳/۳ a	۹۲/۲ a	۲۳۹۸۱/۱ a	۵۹۸۰/۹ a
	۳۰	۱۴۹/۵ a	۹۰/۷ a	۲۳/۰ a	۹۳/۰ a	۲۵۰۷۳/۸ a	۶۰۷۲/۸ a
	صفر	۱۲۰/۵ a	۷۹/۸ a	۳۴/۶ c	۸۱/۶ a	۲۰۹۷۰/۲ a	۴۹۶۹/۵ a
تنش	۱۰	۱۳۰/۲ a	۸۵/۴ a	۳۷/۰ bc	۸۸/۳ a	۲۲۱۹۴/۳ a	۵۱۹۳/۸ a
ملایم	۲۰	۱۲۷/۶ a	۷۹/۴ a	۴۳/۳ ab	۸۶/۳ a	۲۱۷۵۴/۶ a	۵۰۸۷/۳ a
	۳۰	۱۱۷/۲ a	۷۴/۲ a	۴۴/۰ a	۸۲/۵ a	۱۹۶۷۸/۴ a	۵۰۱۱/۵ a
	صفر	۱۰۹/۳ a	۷۳/۱ a	۴۴/۳ c	۷۶/۷ a	۱۹۲۴۰/۱ a	۴۲۳۹/۸ a
تنش	۱۰	۱۰۷/۷ a	۷۳/۲ a	۴۶/۲ c	۷۶/۴ a	۱۸۷۷۷/۰ ab	۴۱۱۰/۸ ab
شدید	۲۰	۹۶/۳ ab	۶۰/۴ b	۵۳/۷ b	۷۲/۱ ab	۱۷۵۲۲/۸ b	۳۸۶۵/۲ bc
	۳۰	۸۹/۹ b	۵۶/۱ b	۵۹/۶ a	۶۶/۱ b	۱۶۴۵۰/۳ b	۳۷۸۳/۳ c

میانگین‌های دارای حروف مشترک، برای هر صفت و در هر سطح آبیاری تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر ندارند.

نتایج و بحث

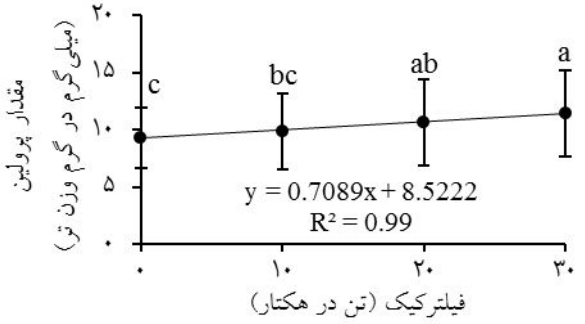
براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۲، رژیم‌های متفاوت آبیاری و اثر متقابل رژیم‌های آبیاری و فیلترکیک بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثرات متقابل تیمارها نشان دهنده تفاوت معنی‌دار ارتفاع گیاه در شرایط بدون تنش و تنش شدید، در میان مقادیر مختلف فیلترکیک می‌باشد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد که در شرایط بدون تنش خشکی کاربرد فیلترکیک باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه شده است. به‌طوری‌که مقادیر ۲۰ و ۳۰ تن فیلترکیک در هکتار در شرایط بدون تنش خشکی باعث افزایش ۱۱/۷ و ۱۰/۱ درصد ارتفاع اما کاربرد ۱۰ تن فیلترکیک اثر معنی‌داری بر روی آن نداشته است. در شرایط تنش شدید کاربرد مقادیر مختلف فیلترکیک باعث کاهش معنی‌دار این شاخص شده است. به‌طوری‌که در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.15.9.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.93]



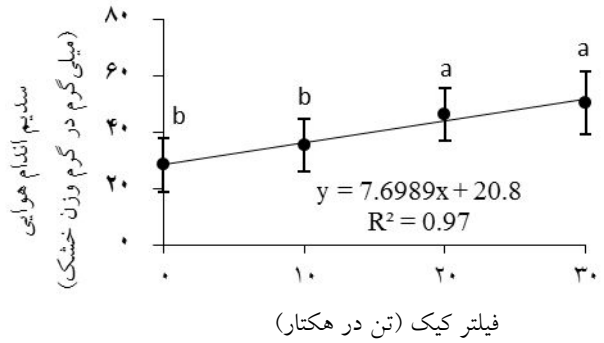
شکل ۱. مقایسه میانگین اثر رژیم‌های متفاوت آبیاری بر مقدار پرولین ذرت شیرین بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد

میانگین‌های دارای حروف مشترک، تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد با یکدیگر ندارند و میله‌های عمودی، انحراف از معیار داده‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر سطوح فیلترکیک بر مقدار پرولین برگ پرچم ذرت شیرین بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد

میانگین‌های دارای حروف مشترک، تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد با یکدیگر ندارند و میله‌های عمودی، انحراف از معیار داده‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر سطوح فیلترکیک بر غلظت سدیم اندام هوایی ذرت شیرین بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد

میانگین‌های دارای حروف مشترک، تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد با یکدیگر ندارند و میله‌های عمودی، انحراف از معیار داده‌ها را نشان می‌دهد.

شرایط تنش شدید کاربرد ۳۰ تن فیلترکیک در هکتار باعث کاهش ۱۷/۸ درصدی ارتفاع نسبت به تیمار بدون فیلترکیک گردید (جدول ۴). با توجه به شوری بالای فیلترکیک، به‌نظر می‌رسد که در شرایط تنش شدید علاوه بر اثر منفی تنش خشکی، عدم شستشوی مناسب خاک و تجمع نمک در محیط ریشه مزید بر علت بوده و باعث ایجاد تنش شوری و در نتیجه کاهش بیشتر ارتفاع گیاه شده است.

کاربرد تیمارهای آزمایش و اثر متقابل آنها بر محتوای نسبی آب برگ در مرحله وقوع تنش خشکی معنی‌دار بوده است (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها در جدول ۴، در شرایط بدون تنش و تنش خشکی ملایم، کاربرد فیلترکیک اثر معنی‌داری بر محتوای نسبی آب برگ نداشته است اما در شرایط تنش شدید کاربرد مقادیر ۲۰ و ۳۰ تن فیلترکیک باعث کاهش معنی‌دار محتوای نسبی آب به‌ترتیب ۱۷/۳ و ۲۳ درصد نسبت به تیمار بدون فیلترکیک شده است. به‌طورکلی کاربرد ۳۰ تن فیلترکیک در شرایط تنش ملایم و شدید باعث کاهش به‌ترتیب ۱۲/۲ و ۱۵ درصد محتوای نسبی آب نسبت به تیمار شاهد (بدون تنش و بدون فیلترکیک) گردید. تنش خشکی باعث کاهش جذب آب توسط گیاه و احتمالاً کاربرد فیلترکیک در شرایط تنش خشکی باعث ایجاد تنش اکسیداتیوی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.15.9.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.93]

و کاهش جذب آب و سایر عناصر غذایی گیاه از خاک می‌شود و با توجه به افزایش دمای محیط در آخر فصل و ادامه فرایند تبخیر و تعرق، تعادل آب گیاه به‌هم خورد و در نتیجه محتوای نسبی آب برگ به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

در رابطه با تنش خشکی، علاوه بر اثرات مستقیم آن، کاربرد فیلترکیک باعث تجمع یون سدیم در محیط ریشه شده و باعث ایجاد تنش شوری می‌گردد و بر اساس نظر بکانا و همکاران (۵) وقوع توأم این دو تنش باعث تجمع گونه‌های اکسیژن فعال مانند یون سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکال‌های هیدروکسیل در سلول و آسیب رساندن به لیپیدهای غشا، سلول، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک و در نتیجه کاهش پایداری غشاء و افزایش نشت مواد سلولی می‌گردد.

در میان مکانیسم‌های سلولی متفاوتی که در طی مواجه شدن با تنش وجود دارند، تجمع کربنات سازگار کننده همانند پرولین اهمیت خاصی دارد. این اسید آمینه با اسیدیته خنثی و حلالیت بالا در آب، در طی بروز تنش می‌تواند تا ۸۰ درصد اسید آمینه‌های سلول را تشکیل دهد (ولدیانی و همکاران، ۲۰۰۵). این شاخص به شدت تحت‌تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفته و با ضریب اطمینان ۹۹ درصد تغییر یافته است (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر ساده رژیم‌های آبیاری، اعمال تنش ملایم و شدید باعث افزایش معنی‌دار مقدار پرولین به‌ترتیب ۴۰ و ۵۴ درصد نسبت به تیمار بدون تنش شده است (شکل ۱). از طرفی دیگر کاربرد فیلترکیک نیز باعث افزایش معنی‌دار مقدار پرولین شده است. به‌طوری‌که مقادیر ۲۰ و ۳۰ تن باعث افزایش به‌ترتیب ۱۳ و ۱۸ درصد و مقدار ۱۰ تن اثر معنی‌داری بر روی این شاخص نسبت به تیمار شاهد نداشته است (شکل ۲).

به‌نظر می‌رسد که گیاه وقتی در شرایط تنش قرار می‌گیرد مقدار پرولین در سلول افزایش می‌یابد تا با افزایش غلظت داخل سلول، جذب و نگهداری آب داخل سلول را حفظ کند، بنابراین با توجه با این‌که پرولین به‌عنوان یک مولکول پیام رسان و تنظیم کننده برای واکنش‌های مختلف شناخته شده، افزایش معنی‌دار آن در شرایط تنش بیشتر به‌منظور آن بوده که سلول بتواند بقاء خود را حفظ کند. اثر افزایش تولید پرولین بر روی تحمل به تنش خشکی هنوز قابل بحث است و علاوه بر افزایش سنتز پرولین کاهش کاتابولیسم پرولین می‌تواند به تجمع آن در پتانسیل آب پایین مربوط باشد (۱۳).

شاخص پایداری کلروفیل تحت‌تأثیر رژیم‌های متفاوت آبیاری و اثر متقابل تیمارهای آزمایشی قرار گرفت اما کاربرد فیلترکیک به تنهایی اثر معنی‌داری بر روی آن نداشته است (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها در جدول ۴ نشان داد که به‌طورکلی با افزایش شدت تنش خشکی شاخص پایداری کلروفیل کاهش می‌یابد و کاربرد فیلترکیک در شرایط تنش شدید باعث کاهش معنی‌دار آن گردید. کاربرد ۳۰ تن فیلترکیک در شرایط تنش شدید باعث کاهش ۱۴ درصدی شاخص پایداری کلروفیل نسبت به تیمار بدون کاربرد فیلترکیک شده است

یکی از دلایل کاهش مقدار کلروفیل در شرایط تنش به افزایش آنزیم کلروفیلاز نسبت داده شده که این آنزیم در ساخت مجدد پروتئین برای گیاهی که با تنش مواجه شده نقش دارد و پروتئین‌هایی که با کلروفیل کمپلکس تشکیل داده‌اند را برای ساخت پروتئین‌های جدید مورد نیاز گیاه از آن جدا و باعث تخریب آن کلروفیل می‌شود (۳). از عوامل دیگر می‌توان به حمله رادیکال‌های آزاد، ناشی از تنش خشکی که سبب هیدرولیز پروتئین‌های تیلاکوئیدی و کاهش مقدار کلروفیل a و b و در نتیجه کاهش مقدار کل کلروفیل و شاخص پایداری آن می‌گردد (۱۵).

کاربرد فیلترکیک باعث افزایش معنی‌دار غلظت یون سدیم در اندام هوایی گیاه ذرت شیرین نسبت به تیمار بدون فیلترکیک شده است. به‌طوری‌که کاربرد مقدار ۱۰ تن در هکتار فیلترکیک اثر معنی‌داری بر غلظت یون سدیم نداشته اما کاربرد ۲۰ و ۳۰ تن باعث افزایش به‌ترتیب ۳۹ و ۴۴ درصد نسبت به شاهد شده است و این نتایج نشان دهنده رابطه مثبت بین کاربرد فیلترکیک و افزایش یون سدیم در اندام هوایی می‌باشد (شکل ۳). سدیم

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.15.9.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.93]

یکی از نمک‌هایی که در بالا رفتن هدایت الکتریکی مؤثر می‌باشد و با توجه به بالا بودن هدایت الکتریکی فیلترکیک (۱۳/۲ دسی‌زیمنس بر متر)، افزایش مقدار کاربرد آن سبب تجمع نمک در منطقه ریشه و افزایش جذب و غلظت یون سدیم در اندام هوایی گیاه شده است، بنابراین افزایش غلظت یون سدیم در گیاه باعث کاهش جذب پتاسیم و سایر عناصر غذایی و ایجاد تنش اکسیداتیوی و هم‌چنین مختل نمودن برخی فعالیت‌های فیزیولوژی و در نتیجه کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌گردد.

یکی از صفات مهم مرفولوژیک که در گیاه ذرت شیرین مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، عملکرد تر بلال می‌باشد که در زمان برداشت بلال جهت مصرف آن به‌عنوان بلال سبز صورت می‌گیرد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کاربرد فیلترکیک اثر معنی‌داری بر عملکرد تر بلال نداشته اما رژیم‌های آبیاری و اثر متقابل تیمارها، بر روی این صفت اثر معنی‌داری داشته است (جدول ۲). نتایج برش‌دهی اثرات متقابل نشان داد که فیلترکیک در تنش خشکی ملایم هیچ‌گونه اثر معنی‌داری بر درصد نیتروژن دانه ندارد (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها در جدول ۴ نشان داد که کاربرد فیلترکیک در شرایط بدون تنش باعث افزایش و در شرایط تنش شدید باعث کاهش عملکرد تر بلال شده است، به‌طوری‌که کاربرد ۱۰ تن فیلترکیک در شرایط بدون تنش اثر معنی‌داری بروی آن نداشته لیکن مقادیر ۲۰ و ۳۰ تن باعث افزایش به‌ترتیب ۱۰ و ۱۳/۷ درصد آن نسبت به شاهد گردید و در شرایط تنش شدید کاربرد مقادیر ۲۰ و ۳۰ تن فیلترکیک در هکتار باعث کاهش به‌ترتیب ۹ و ۱۴/۵ درصدی عملکرد تر بلال گردید، بنابراین بیشترین و کم‌ترین مقدار عملکرد تر بلال از تیمارهای به‌ترتیب بدون تنش خشکی و کاربرد ۳۰ تن فیلترکیک (۲۵۰۷۳/۸ تن در هکتار) و تیمار تنش شدید و کاربرد ۳۰ تن فیلترکیک در هکتار (۱۶۴۵۰/۳ تن در هکتار) به‌دست آمده است.

بنابراین در شرایط بدون تنش و کاربرد فیلترکیک احتمالاً به‌دلیل فراهم بودن رطوبت و امکان جذب عناصر غذایی و هم‌چنین بالا بودن شاخص پایداری غشاء سلول و پایداری کلروفیل، عملکرد تر بلال بالا و در شرایط تنش خشکی شدید به‌دلیل وقوع هم‌زمان تنش خشکی و شوری ناشی از تجمع نمک در محیط ریشه، عملکرد در اثر کاربرد فیلترکیک افت معنی‌داری داشته است. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد دانه در رطوبت ۱۴ درصد مشابه تأثیر آنها بر عملکرد تر بلال می‌باشد. به‌طوری‌که در شرایط بدون تنش کاربرد فیلترکیک باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد که این افزایش در تیمارهای ۲۰ و ۳۰ تن فیلترکیک در هکتار به‌میزان به‌ترتیب ۶ و ۷/۳ درصد بوده است. از طرفی دیگر در شرایط تنش ملایم، کاربرد فیلترکیک بر روی عملکرد دانه بی‌تأثیر و در شرایط تنش شدید باعث کاهش معنی‌دار آن شده است. در شرایط تنش شدید کاربرد ۲۰ و ۳۰ تن فیلترکیک در هکتار باعث کاهش به‌ترتیب ۸/۸ و ۱۰/۷ درصد عملکرد دانه نسبت به تیمار بدون فیلترکیک گردید (جدول ۳ و ۴).

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که در تنش آخر فصل، رشد و عملکرد تیمارهای دارای فیلترکیک به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. در شرایط بدون تنش خشکی کاربرد فیلترکیک باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بلال و دانه و ارتفاع گیاه و اثر معنی‌داری بر صفات فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده نداشته است. کاربرد فیلترکیک صرف‌نظر از شرایط تنش خشکی باعث افزایش معنی‌دار غلظت یون سدیم در اندام هوایی گیاه ذرت شیرین می‌گردد؛ بنابراین در شرایط تنش خشکی، علاوه بر اثرات مستقیم تنش خشکی، افزایش تجمع نمک سدیم در محیط ریشه اولاً باعث افزایش جذب آن توسط گیاه و ایجاد تنش اکسداتیوی و تخریب غشاء سلول و ثانیاً باعث کاهش جذب عناصر غذایی دیگر توسط گیاه می‌گردد.

به‌طورکلی نتایج این آزمایش نشان داد که: ۱) تنش خشکی باعث کاهش رشد و عملکرد بلال و دانه گیاه ذرت شیرین در کشت بهاره در استان خوزستان می‌گردد. ۲) کاربرد فیلترکیک باعث یکنواختی جوانه‌زنی و تسریع رشد اولیه محصول و در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.15.9.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.93]

شرایط بدون تنش خشکی باعث افزایش عملکرد اقتصادی می‌شود. ۳) در شرایط تنش خشکی، کاربرد فیلترکیک به‌دلیل شوری بالا و تجمع نمک در محیط ریشه باعث ایجاد تنش ثانویه اکسیداتیوی و در نتیجه کاهش عملکرد اقتصادی می‌گردد، بنابراین بر اساس نتایج این آزمایش و با توجه به فراوانی این نوع کود آلی در استان خوزستان و افزایش استفاده از آن به‌عنوان اصلاح کننده فیزیکی خاک توسط خرد کشاورزان پیشنهاد می‌شود که در مزارع بدون تنش خشکی، بعد از مطالعه اثرات دراز مدت فیلترکیک بر روی خاک و چرخه عناصر غذایی و در صورت تأیید نتایج، مورد استفاده قرار بگیرد.

منابع مورد استفاده

1. Alizadeh, A. 2008. Soil and Plant Water Relations. Publication of Imam Reza. Mashhad. PP 132-146. (In Farsi).
2. Ashraf, M. 2009. Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers. *Biotechnology Advances* 27: 84-93.
3. Balouchi, H. R., S. A. M. Modarres Sanavy, Y. Emam and A. Dolatabadian. 2009. Effect of CO_2 enrichment, ultra-violet and drought stress on some traits of bread wheat (*Triticum aesivum* L.). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 16: 1-14. (In Farsi)
4. Bates, l. S., R. P. Waldern and I. D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil* 39:205-207.
5. Becana, M., J. F. Moran and I. Iturbe-Ormaetxe. 1998. Iron dependent oxygen free radical generation in plants subjected to environmental stress: toxicity and antioxidant protection. *Plant and Soil* 201: 137-147.
6. Bull, T. A. and K. T. Glasziou. 1978. Sugarcane. PP. 51- 72. *In:* L. T. Evans (Ed.), Crop Physiology. Cambridge University Press. Cambridge, London, New York, Melbourne.
7. Chapman, H. D. and P. F. Pratt. 1982. Methods of plant analysis. *In:* R. D. Christie (Ed.) I. Methods of Analysis for Soils, *Plants and Water*. Chapman Publishers, Riverside, CA. pp. 382 - 412
8. Fayzbakhsh, M. T., N. A. Neamati, H. Mokhtarpour, S. A. Mossavai, A. R. Saberi and F. Sheikh. 2007. The effect of tiller removal and plant density on yield and yield component of sweet corn. *Journal of Research and Development* 77: 125-130. (In Farsi).
9. Hashemi Dezfoli, S. A., Kh. Alami Said, S. A. Siedet and M. Komeyli. 2001. Effect of planting date on yield potential of two cultivars of sweet corn in the climate of Khuzestan. *Journal of Agricultural Sciences* 32: 82-94. (In Farsi).
10. Jesus, A. and D. Enriquez. 2001. Evaluation of Organic-Mineral Fertilizer of Filter Cake on Yield and Quality of Sugarcane. Institute national of investigation, Mexico
11. Juan, F. L. 1989. Application of Filter Muds to Sugarcane Soils. Huastecas Expriment Station, CD. Valles, S.L.P., Mexico.
12. Lutts, S., J. M. Kinet and J. Bouharmont. 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany* 78: 389–398.
13. Mansourifar, S., A. Modarres, M. Sanavy and M. Jalali Javaran. 2005. Effect of Drought Stress and Nitrogen Deficit on Quality and Quantity of Soluble Proteins in Maize (*Zea mays* L.) Leaf. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 36: 625-326. (In Farsi).
14. Mohammadi, A. A., A. Majid, M. R. Bihamta and H. Heydari sharifabadi. 2006. Evaluation of drought stress on the morphological characteristics of cultivated wheat varieties. *Journal of Research and Development* 73: 184-192. (In Farsi).
15. Neyakani, M. and M. Ghorbani. 2007. The effect of drought stress on growth parameteres, photosynthetic factors, content of protein, Na and K in shoot and root in two soybean cultivars. *Rastaniha* 8: 17-31. (In Farsi).
16. Poshtdar, A., S. A. Siedet, A. Abdali Mashhadi, S. A. Moosavi and H. Hamdi. 2012. Comparison between application of PGPR bacteria and chemical fertilizers on quality and total silage yield of maize under different organic seed bed. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 4: 713-717.
17. Ritchie, S. W., H. T. Nguyen and A. S. Haloday. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop Sciences* 30:105-111.
18. Tas, S. and B. Tas. 2007. Some physiological responses of drought stress in wheat genotypes with different ploidity in Turkiye. *World Journal of Agricultural Sciences* 3:178-183.
19. Valdiani, A. R., A. Hassanzadeh and M. Tajbakhsh. 2005. Study on the effects of salt stress in germination and embryo growth stages of the four prolific and new cultivars of winter rapeseed (*Brassica napus* L.). *Journal of Research and Development* 66: 25-33. (In Farsi).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.15.9.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.93]