

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

سید عطاءاله سیادت^۱، عزیز کرملاجعب^{۲*}، حسین منجزی^۲،
قدرت اله فتحی^۱ و حسن حمدی^۳

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

چکیده

به منظور بررسی تأثیر فیلترکیک بر برخی صفات مرفوفیزیولوژیکی 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 به صورت 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 پوته، 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 به ترتیب 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. به ترتیب 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

مقدمه

ذرت شیرین (*Zea mays var saccharata*) با انجام جهش ژنتیکی در لوکوس SU کرموزوم شماره ۴ ذرت معمولی به دست آمده است. این تغییرات ژنتیکی باعث تجمع قندها و پلی ساکاریدهای محلول در آندوسپرم دانه می گردد. ذرت شیرین عمدتاً به منظور مصرف میوه آن (بلال) کشت می شود و در میان دسته ای از گیاهان زراعی که به عنوان سبزیجات طبقه بندی شده اند قرار گرفته است (۸). این گیاه دارای اهمیت اقتصادی ویژه ای است زیرا کلیه بخش های آن اعم از بلال، ساقه و برگ، چوب بلال و پوست بلال مورد استفاده قرار می گیرد. در زمان برداشت، ساقه و برگ ها هنوز سبز بوده و می توان آنها را پس از برداشت بلال اصلی به عنوان علوفه با کیفیت بالا مورد استفاده دام قرار داد. از طرف دیگر پوست بلال و چوب بلال نیز در کارخانه های صنایع تبدیلی، بعد از جدا شدن دانه آن، به صورت کنسرو، قابل استفاده برای خوراک دام است (۹).

تنش های محیطی از جمله عواملی هستند که استفاده از حداکثر پتانسیل آب، خاک و گیاه در جهت حداکثر تولید را محدود می کنند. تنش خشکی به عنوان مهم ترین عامل محدود کننده رشد و تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است (۲). ثابت شده که به دلیل این که مواد غذایی به صورت محلول در آب جذب گیاه می شود 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 می گردد، در نتیجه ارتفاع، اجزای عملکرد و عملکرد کاهش می یابد (۱۴). حدود ۲۶ درصد از زمین های تحت کشت در سراسر جهان با تنش خشکی روبرو هستند که در میان سایر عوامل تنش زا بیشترین سهم را تنش خشکی دارا می باشد و پس از آن تنش کمبود مواد غذایی که ۲۰ درصد از کل زمین ها را شامل می شود (۱۸).

مقادیر فراوان فیلتریک تولید شده که می تواند به وسیله

فرایند تجزیه زیستی به یک منبع با ارزش ماده آلی تبدیل شود، این ماده را به عنوان یک مکمل کود شیمیایی معرفی کرده است. مواد غذایی موجود در فیلتریک به تدریج رها شده و مورد استفاده گیاه قرار می گیرد و نیز موجب اصلاح ویژگی های شیمیایی و فیزیکی خاک می شود (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 می شوند. در صورتی که فیلتریک به دلیل تولید CO_2 و H_2CO_3 در جریان تجزیه خود، باعث افزایش حلالیت عناصر غذایی در واکنش های قلیایی خاک می شود (۶).

پشت دار و همکاران (۱۶) در آزمایشی بر روی ذرت نشان دادند که کاربرد مقدار ۲۰ تن فیلتریک 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 فیلتریک نیتروژن کل خاک را به ترتیب ۴۸ و ۷۰ درصد و نیتروژن معدنی خاک را به ترتیب ۱۴۴ و ۱۶۲ درصد افزایش می دهد و در مکزیک از فیلتریک به عنوان کود آلی استفاده می شود (۱۰). در آزمایش دیگری بیان شده که افزایش فیلتریک به خاک سبب غنی شدن خاک از مواد آلی و عناصر غذایی گردید (۱۱). کاربرد ۱۰ تا ۱۵ تن فیلتریک در هکتار ماده آلی خاک را به ترتیب ۱۵ و ۲۴ درصد افزایش می دهد (۱۰).

به طور کلی مقادیر فیلتریک حاصل از کارخانه های کشت و صنعت نیشکر در استان خوزستان بسیار زیاد و غیر قابل استفاده باقی مانده است. اما در سال های اخیر مقادیر زیادی از این ماده آلی را به عنوان کود آلی و اصلاح کننده فیزیکی خاک در زمین های زراعی استان مورد استفاده قرار می گیرد. به همین منظور پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف فیلتریک بر برخی صفات فیزیولوژیک و مرفولوژیک ذرت شیرین بهار تحت رژیم های متفاوت آبیاری در آخر فصل طراحی و اجرا گردید.

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 به صورت 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، به ترتیب آبیاری پس از تخلیه ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد رطوبت قابل استفاده خاک، به عنوان فاکتور اصلی در نظر گرفته شد. رژیم‌های مختلف آبیاری از ابتدای مرحله ظهور گل‌آذین نر گیاه تا زمان رسیدگی و به مدت 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 به وسیله مته از کرت‌های فرعی در عمق نفوذ ریشه نمونه برداری به عمل 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).

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

V = حجم آب آبیاری (m³)

FC = درصد رطوبت وزنی خاک در نقطه FC

m = درصد رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری

P_b = وزن مخصوص ظاهری خاک (g.cm⁻³)

A = سطح آبیاری شده (m²)

D_{root} = عمق توسعه ریشه (m)

E_i = راندمان آبیاری

مقادیر مختلف فیلترکیک (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار) به عنوان 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 (به صورت پایه و دو مرحله سرک) در اختیار گیاه قرار گرفت. کود فسفره مورد نیاز به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار از منبع فسفات آمونیوم در زمان کاشت مصرف شد. طول و عرض هر کرت فرعی به ترتیب ۶ و ۴ متر و دارای ۶ خط کاشت با فاصله ۷۵ سانتی‌متر بود. برای جلوگیری از تأثیر تیمارها بر هم، بین کرت‌های اصلی و فرعی به ترتیب 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 صفی آباد دزفول تهیه و با تراکم ۷/۵ بذر در مترمربع به صورت خطی با فاصله ۱۸ سانتی‌متر روی خطوط کشت و عمق ۳ تا ۵ سانتی‌متری به صورت دستی در ۱۵ اسفند ماه ۱۳۹۰ کشت و آبیاری صورت گرفت. برداشت نهایی به صورت بلال سبز در اول مرحله خمیری و در سه نوبت

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی ذرت شیرین تحت تیمارهای رژیم‌های متفاوت آبیاری و فیلتریک

عملکرد دانه	وزن تر بلال	سدیم اندام هوایی	میانگین مربعات			درجه		منابع تغییرات
			شاخص پایداری کلروفیل	پروکلین	نشست الکترولیتی	محتوای نسبی آب	ارتفاع گیاه	
۹۳۵۴/۲ ^{ns}	۱۴۶۷۷۰/۹ ^{ns}	۲۱/۶ ^{na}	۵۳/۶۴ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۲۰/۳۶ ^{ns}	۰/۵۴ ^{ns}	۲۸۸/۸۳ ^{ns}	بلوک
۱۰۷۱۰۴۱۸/۴ ^{**}	۷۷۰۸۸۵۶/۵ ^{**}	۷۱۸/۲۵ ^{ns}	۱۰۰۵/۲۹ ^{**}	۱۶۶/۱۰ ^{**}	۲۶۸۶/۰۱ ^{**}	۱۵۵۵/۳۹ ^{**}	۵۷۷۱/۷۶ ^{**}	آبیاری (سطوح تنش) (I)
۳۱۷۱۰/۲	۲۰۸۷۲۴۳/۵	۱۱۴/۲۹	۲۵/۶۲	۰/۹۲	۱۷/۱۰	۱۷/۸۷	۱۲۵/۶۰	اشتباه اصلی
۲۰۵۶۴/۸ ^{ns}	۱۰۷۰۳۱۴/۷ ^{ns}	۹۱۳/۰۱ ^{**}	۳۱/۹۴ ^{ns}	۷/۷۷ ^{**}	۱۲۴/۸۳ ^{**}	۱۱۷/۰۴ [*]	۱۲۰/۴۵ ^{ns}	فیلتریک (Fi)
۱۲۶۹۳۱/۲ [*]	۸۷۹۰۹۰/۴ [*]	۱۳/۶۴ ^{ns}	۴۳/۸۲ [*]	۱/۸۱ ^{ns}	۴۴/۶۲ [*]	۱۰۱/۱۷ [*]	۲۱۹/۸۳ ^{**}	I × Fi
۴۲۵۲/۲	۲۲۴۳۳۶۱/۵	۵۶/۴۳	۱۶/۲۲	۱/۰۶	۱۵/۴۵	۳۰/۲۰	۵۳/۷۷	اشتباه فرعی
۱۴/۰۷	۱۷/۱۶	۱۸/۷۵	۴/۸۶	۱۰/۰۰	۱۰/۳۲	۷/۰۵	۶/۰۰	ضریب تغییرات (درصد)

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد و ns غیر معنی دار

دقیقه و دمای ۴ درجه سانتی گراد سانتیفریوژ کرده تا مواد اضافی از محلول جدا گردد. ۲ میلی لیتر از عصاره صاف شده را درون فالکون جدید ریخته و ۲ میلی لیتر اسید ناین هیدرین و ۲ میلی لیتر اسیداستیک گلاسیال به آن اضافه شد. نمونه ها را به مدت ۱ ساعت در حمام آب گرم حرارت داده سپس درون یخ قرار گرفتند. ۴ میلی لیتر تولوئن به محلول ها اضافه و به مدت ۲۰ ثانیه ورتکس شدند و نمونه ها در طول موج ۵۲۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفوتومتر (Spectronic Genesys 5, U.S.A) قرائت شدند. هم چنین درصد شاخص پایداری کلروفیل از طریق اندازه گیری کلروفیل کل (۲) قبل و بعد از اعمال تنش با استفاده از رابطه ۴ محاسبه شد.

(۴) $100 \times [(\text{کلروفیل بعد از تنش} / \text{کلروفیل بعد از تنش} - 1)] = \text{شاخص پایداری کلروفیل}$
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 حاشیه ها، تعداد ۱۰ بوته با دست برداشت شد. در آزمایشگاه ابتدا پوشش بلال ها جدا و وزن تر آنها به وسیله ترازوی دقیق اندازه گیری شد سپس دانه ها با دست از بلال جدا و عملکرد دانه در رطوبت ۱۴ درصد با استفاده از رابطه ۵ محاسبه گردید (۹).

(۵) $100 - 14 \times (\text{رطوبت محصول} - 100) / \text{وزن تر محصول} = \text{عملکرد در رطوبت ۱۴ درصد}$

کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت و برای مقایسه میانگین ها از آزمون حداقل اختلاف معنی دار LSD در سطح ۵ درصد استفاده گردید. در صورت معنی داری اثرات متقابل از روش برش دهی جهت تفسیر اثر استفاده گردید سپس میانگین ها با روش L.S. Means مقایسه گردیدند، هم چنین در صورت معنی دار شدن اثر سطوح فیلترکیک در مورد برخی از صفات، به دلیل شمارشی بودن این فاکتور تجزیه رگرسیونی داده ها انجام شد.

به صورت 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) اندازه گیری 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 سانتی متری تقسیم و با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردیدند (FW). سپس این قطعات به منظور تعیین وزن تورژسانس به مدت ۴ ساعت در شدت نور کم در داخل آب مقطر قرار داده شدند و وزن اشباع آنها اندازه گیری شد (SW). در نهایت این برگ ها به مدت 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) $100 \times (FW - DW) / (SW - DW) = \text{محتوای نسبی آب برگ}$
میزان نشت الکترولیتی (EL) به روش لوتس و همکاران (۱۲) محاسبه گردید. بدین ترتیب که نمونه های تهیه شده از جوان ترین برگ توسعه یافته به آزمایشگاه انتقال و با استفاده از پانچ از هر برگ دیسک های دایره ای تهیه شد. قطعات حاصل پس از آن که سه مرتبه با آب مقطر شسته، به لوله های آزمایش حاوی ۱۰ میلی لیتر آب مقطر انتقال یافتند. این نمونه ها در دمای آزمایشگاه بر روی شیکر با ۱۰۰ دور در دقیقه برای مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند و هدایت الکتریکی (EC₁) آنها با استفاده از دستگاه هدایت الکتریکی سنج تعیین گردید. سپس نمونه ها در اتوکلاو با دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفتند و EC₂ اندازه گیری و درصد نشت الکترولیتی نمونه های با استفاده از رابطه ۳ تعیین شد.

(۳) $EC_1 / EC_2 = \text{درصد نشت الکترولیتی}$

مقدار پرولین به روش ارائه شده توسط بیتس و همکاران (۴) تعیین شد. ابتدا ۵/۰ گرم از برگ پرچم تازه در زمان وقوع تنش را با هاون له کرده و درون فالکون ریخته شد، سپس ۱۰ میلی لیتر سولفوسالیک اسید ۳ درصد به آن اضافه و نمونه درون یخ قرار داده شد. فالکون را در ۷۵۰۰ دور به مدت ۳۰

جدول ۳. برش دهی اثر متقابل تیمار رژیم های آبیاری و فیلتریک 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}	۵/۴ ^{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 ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد و ns غیر معنی دار

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

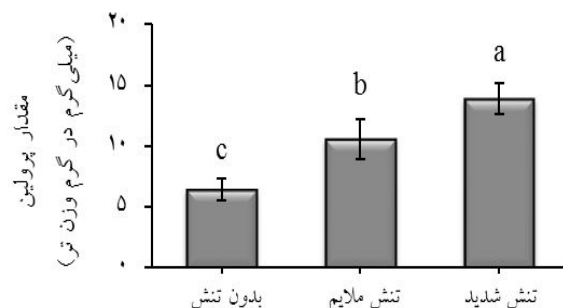
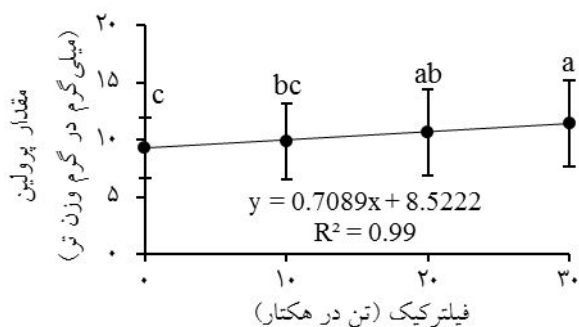
آبیاری (تنش)	فیلتریک (تن در هکتار)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	محتوای نسبی آب (درصد)	نشت الکترولیتی (درصد)	شاخص پایداری کلروفیل (درصد)	وزن تر بلال (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
بدون	۱۰	۱۴۲/۶ ^{ab}	۸۷/۷ ^a	۲۳/۷ ^a	۹۰/۱ ^a	۲۲۵۱۸/۵ ^{ab}	۵۸۵۱/۵ ^{ab}
تنش	۲۰	۱۵۲/۲ ^a	۹۰/۵ ^a	۲۳/۳ ^a	۹۲/۲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

میانگین های دارای حروف مشترک، برای هر صفت و در هر سطح آبیاری تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر ندارند.

نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس داده ها در جدول ۲، رژیم های متفاوت آبیاری و اثر متقابل رژیم های آبیاری و فیلتریک بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. اثرات متقابل تیمارها نشان دهنده تفاوت معنی دار ارتفاع گیاه در شرایط بدون تنش و تنش شدید، در میان مقادیر مختلف فیلتریک می باشد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل

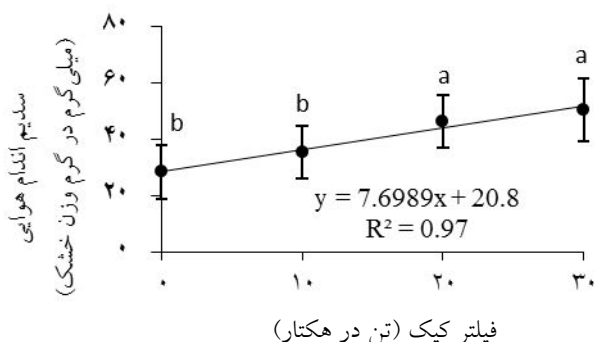
تیمارها نشان داد که در شرایط بدون تنش خشکی کاربرد فیلتریک باعث افزایش معنی دار ارتفاع گیاه شده است. به طوری که مقادیر ۲۰ و ۳۰ تن فیلتریک در هکتار در شرایط بدون تنش خشکی باعث افزایش ۱۱/۷ و ۱۰/۱ درصد ارتفاع اما کاربرد ۱۰ تن فیلتریک اثر معنی داری بر روی آن نداشته است. در شرایط تنش شدید کاربرد مقادیر مختلف فیلتریک باعث کاهش معنی دار این شاخص شده است. به طوری که در



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

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.

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.

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 به ترتیب 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 به ترتیب 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

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

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 به هم خورد و در نتیجه محتوای نسبی آب برگ به طور معنی داری کاهش می‌یابد.

در رابطه با تنش خشکی، علاوه بر اثرات مستقیم آن، کاربرد فیلتریک 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 اسیدیت 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 تحت تأثیر 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 معنی دار مقدار پرولین به ترتیب ۴۰ و ۵۴ درصد نسبت به تیمار بدون تنش شده است (شکل ۱). از طرفی دیگر کاربرد فیلتریک نیز باعث افزایش معنی دار مقدار پرولین شده است. به طوری که مقادیر ۲۰ و ۳۰ تن باعث افزایش به ترتیب ۱۳ و ۱۸ درصد و مقدار ۱۰ تن اثر معنی داری بر روی این شاخص نسبت به تیمار شاهد نداشته است (شکل ۲).

به نظر 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 این که پرولین به عنوان یک مولکول پیام رسان و تنظیم کننده برای

واکنش‌های مختلف شناخته شده، افزایش معنی دار آن در شرایط تنش بیشتر به منظور 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 تحت تأثیر رژیم‌های متفاوت آبیاری و اثر متقابل تیمارهای آزمایشی قرار گرفت اما کاربرد فیلتریک به تنهایی اثر معنی داری بر روی آن نداشته است (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها در جدول ۴ نشان داد که به طور کلی با افزایش شدت تنش خشکی شاخص پایداری کلروفیل کاهش می‌یابد و کاربرد فیلتریک در شرایط تنش شدید باعث کاهش معنی دار آن گردید. کاربرد ۳۰ تن فیلتریک در شرایط تنش شدید باعث کاهش ۱۴ درصدی شاخص پایداری کلروفیل نسبت به تیمار بدون کاربرد فیلتریک 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 فیلتریک باعث افزایش معنی دار غلظت یون سدیم در اندام هوایی گیاه ذرت شیرین نسبت به تیمار بدون فیلتریک شده است. به طوری که کاربرد مقدار ۱۰ تن در هکتار فیلتریک اثر معنی داری بر غلظت یون سدیم نداشته اما کاربرد ۲۰ و ۳۰ تن باعث افزایش به ترتیب ۳۹ و ۴۴ درصد نسبت به شاهد شده است و این نتایج نشان دهنده رابطه مثبت بین کاربرد فیلتریک و افزایش یون سدیم در اندام هوایی می‌باشد (شکل ۳). سدیم

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 اکسیداتیوی 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

شرایط بدون تنش خشکی باعث افزایش عملکرد اقتصادی می‌شود. ۳) در شرایط تنش خشکی، کاربرد فیلتریک به دلیل 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 به عنوان اصلاح کننده فیزیکی خاک توسط خرد کشاورزان پیشنهاد می‌شود که در مزارع بدون تنش خشکی، بعد از مطالعه اثرات دراز مدت فیلتریک 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 CO₂ enrichment, ultra-violet and drought stress on some traits of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 16: 1-14. (In Farsi)
4. Bates, I. 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 Experiment 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: 625-626. (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 parameters, 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).