اثر ترکیب‌های تغذیه ای بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان پروتئین و روی دانه ارقام گندم در شرایط آبیاری با زه‌آب مزارع

سردار پاشا[۱]، مجتبی علوی‌فاضل[۲*]، علیرضا جعفرنژادی[۲و۳]، شهرام لک[۴] و مانی مجدم[۵]

۱) دانشجوی دکتری گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۲، ۴ و ۵) گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۳) دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، اهواز، ایران.

*نویسنده مسئول: **Mojtaba_Alavifazel@yahoo.com**

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می‌باشد.

تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۰۵/۰۶ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۱۴**

چکیده

این آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶ و ۹۷-۱۳۹۶ در ایستگاه اهواز مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان اجرا گردید. تیمارهای مورد بررسی شامل آبیاری در دو سطح زه‌آب و آب معمولی در کرت اصلی، ترکیب کودی در شش سطح شامل شاهد (عدم مصرف کود)، بذرمال، بذرمال و اسید هیومیک، بذرمال و اسید هیومیک و محرک رشد، بذرمال و اسید هیومیک، محرک رشد و فسفر بالا و بذرمال و اسید هیومیک و محرک رشد و پتاسیم بالا در کرت فرعی و کرت فرعی فرعی شامل سه رقم گندم مهرگان، شوش و چمران ۲ بود. نتایج نشان داد صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت و میزان پرولین برگ بطور معنی داری تحت تاثیر تیمار آبیاری قرار گرفتند که به نظر می رسد غنی بودن زه آب از عناصر معدنی در کنار افزایش معنی دار پرولین برگ بعنوان یک مکانیسم تحمل به شرایط منفی آبیاری با زه آب توانسته نقش مثبتی در افزایش معنی دار عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه در شرایط آبیاری با زه آب نسبت به آبیاری با آب معمولی داشته باشد. همچنین صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت، تعداد پنجه، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و پروتئین دانه تحت تاثیر تیمار ترکیب کودی قرار گرفتند و بیشترین افزایش عملکرد بیولوژیکی و دانه نسبت به شاهد در تیمار بذرمال، اسید هیومیک و محرک رشد بدست آمد. در این مطالعه عملکرد بیولوژیکی و تعداد سنبلچه در سنبله در ارقام مورد بررسی تفاوت معنی دار داشتند و رقم شوش نسبت به سایر ارقام بطور نسبی عملکرد بهتری داشت. نتایج تحلیل همبستگی نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری با تعداد پنجه بارور، تعداد سنبلچه در سنبله و عملکرد بیولوژیکی داشت. هرچند اثر متقابل تیمارها در این آزمایش معنی دار نبود، اما رقم شوش در شرایط آبیاری با زه آب و تیمار ترکیب کودی بذرمال، اسید هیومیک و محرک رشدعملکرد بهتری داشت.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، پرولین، زه‌آب، گندم و محرک رشد.

مقدمه

گندم[1] از جمله گیاهانی است که به دلیل سازگاری ژنوتیپ‌های آن به شرایط متفاوت محیطی و جنبه‌های مختلف مصرف آن در مناطق وسیعی از جهان با شرایط آب و هوایی متنوع کشت می‌شود (صابری و همکاران، ۱۳۹۲). امروزه با توجه به شـرایط حاکم بـر خاک‌های کشـور (کمبود مواد آلی، خشکی، شوری و آهکی بودن خاک‌ها) افزایش عملکرد گندم از طریق افـزایش سطح زیر کشت تقریبا غیرممکن اسـت. ایران از جمله کشورهایی است که با کمبود فیزیکی آب تا سال ۲۰۲۵ مواجه خواهد بود. این بدین معناست که حتی با بالاترین کارایی و بهره‌وری ممکن در مصرف آب، برای تامین نیازهای مرسوم، آب کافی در اختیار نخواهد بود (Zoski *et al*., 2013). بنابراین استفاده از آب‌های نامتعارف به ویژه زه‌آب‌های کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک می‌تواند از راهکارهای مدیریت منابع آب به شمار رود (رضایی و شهیدی، ۱۳۹۵). در بررسی اثر تلفیق آب‌های شور و غیر شور با مدیریت های مختلف روی خاک و گیاه نشان دادند که تلفیق آب‌های شور و غیر شور (مخلوط، استفاده متناوب دوره‌ای و متناوب یک در میان) علاوه بر اصلاح اراضی باعث افزایش تراکم بوته‌ها و عملکرد محصول می‌شود (Xue and Ren, 2017). در پژوهشی دیگر مشخص شد که میانگین عملکرد گندم درصورتی که فقط از آب شور زهکشی استفاده شود، معادل ۷۴ درصد عملکرد پتانسیل بوده و در صورتی که اولین آبیاری با آب غیرشور جایگزین شود و بقیه مراحل با آب شور زهکشی آبیاری شود، عملکرد گندم ۸۴ درصد افزایش می‌یابد (Sharma *et al*., 2000). در جهت کاهش اثر آبیاری با زه‌آب مزارع، مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف (آهن، روی، منگنز، مس و بور) به همراه محرک های رشد گیاهی نظیر اسیدهای آمینه و اسیدهای هیومیکمی تواند نقـش مـؤثری در ارتقای عملکرد و افزایش کیفیت محصول تولیدی داشته باشد. هیومیک اسید به دلیل دارا بودن ترکیبات هورمونی در بهبود رشد گیاهان و افزایش مقاومت به عوامل مساعد محیطی مورد استفاده قرار می گیرد (سهیلی و افتخاریان جهرمی، ۱۳۹۴). در مطالعه دیگری گزارش داده شد که مصرف متعادل عناصر غذایی تولید گندم را در شرایط تنش و در خاک‌های با کمبود عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف افزایش می‌دهد (Abid *et al*., 2016). چمانی و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی اثر آبیاری با آب شور بر عملکرد و اجزای عملکرد در گندم تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد و اسید هومیک گزارش نمودند که اثر متقابل تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد و مصرف اسید هیومیک در زمان اعمال آبیاری با آب شور بر عملکرد دانه و عملکرد سنبله معنی‌دار بود. بیش‌ترین عملکرد دانه و سنبله از تیمار تلقیح بذر با باکتری ازتوباکتر کروکوم و عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال شوری ۷۵ میلی مولار به‌دست آمد. گزینش رقم‌های برتر، توجه به ویژگی‌های فیزیولوژیکی و استفاده از این شاخص‌ها در گزینش رقم‌های سازگار و پرمحصول، مهم‌ترین عامل

1- *Triticum aestivum* L

غیرمستقیم در افزایش موفقیت‌آمیز عملکرد گندم می‌باشد (احمدی و همکاران، ۱۳۸۹). ارقام مختلف گندم واکنش‌های متفاوتی به تنش شوری نشان می‌دهند و در دامنه گسترده‌ای از ارقام متحمل تا حساس به شوری قرار می‌گیرند (فرهودی و خدارحم پور، ۱۳۹۴). نظر به آنکه رشد و عملکرد گیاه گندم تحت تأثیرعوامل زیستی و غیر زیستی از جمله کیفیت آب آبیاری، شوری، خشکی و مدیریت تغذیه گیاه می باشد، این تحقیق با هدف بررسی اثر تغذیه تلفیقی (کوددهی شیمیایی و آلی) بر پارامترهای کیفیو عملکرد دانه ارقام گندم در شرایط آبیاری با زه‌آب مزارع انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ در ایستگاه اهواز مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان با مشخصات جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۸ متر از سطح دریا اجرا گردید. اهواز از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. با توجه به آمار هواشناسی ۱۰ سال اخیر ایستگاه سینوپتیک فرودگاه اهواز متوسط بارندگی سالیانه اهواز ۲۴۰/۶ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت ۲۵/۳ درجه سانتیگراد، حداکثر درجه حرارت ۵۱/۲ درجه سانتی‌گراد، حداقل درجه حرارت ۱- درجه سانتیگراد و میانگین رطوبت نسبی سالانه ۴۵/۷ درصد می‌باشد. فاکتورهای مورد بررسی شامل آبیاری در دو سطح (I_1: زه‌آب و I_2: آب معمولی) در کرت اصلی، ترکیب کودی در شش سطح F_0: شاهد (عدم مصرف کود)،F1: بذرمال با مخلوط مایع روی، آهن، نیتروژن، فسفر و پتاسیم، F2: بذرمال و اسید هیومیک، F3: بذرمال و اسید هیومیک و محرک، F4: بذرمال و اسید هیومیک، محرک و فسفر بالا، F5: بذرمال و اسید هیومیک و محرک و پتاسیم بالا در کرت فرعی اجرا شدند و کرت فرعی فرعی شامل سه رقم گندم C_1: مهرگان، C_2: شوش، C_3: چمران ۲ بود.

به منظور تعیین ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک قطعه آزمایشی از عمق ۳۰-۰ سانتی متری سطح خاک نمونه مرکبی تهیه گردید و به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج آزمون خاک در جدول ۱ ارائه شده است. تهیه بستر کاشت در اواخر مهرماه و تاریخ کاشت با توجه شرایط اقلیمی خوزستان در آبان ماه بود. در هر کرت تعداد شش خط کاشت به‌طول چهار متر و عرض ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در هر کرت فرعی خط‌های کاشت بوسیله ماشین بذر کار در سطح کرت ایجاد شد. عملیات کوددهی بر حسب آزمایش خاک برآورد شده در مراحل مختلف رشد اعمال شد، همچنین آبیاری معمولی زمین توسط کانال موجود در محل و آبیاری زه‌آب بعد از پر کردن تانکر از زه‌آب موجود در محل و انتقال آن به کرت های مورد نظر انجام گردید. در تاریخ ۲۸ خرداد سال بعد عملیات برداشت در سطح یک متر مربع از هر کرت با در نظر گرفتن حاشیه ۱/۵ متر انجام شد.

جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

عمق نمونه‌برداری (سانتیمتر)	درصد اشباع	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	واکنش گل اشباع	کربن آلی (درصد)	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	ذرات تشکیل دهنده خاک (درصد)			بافت خاک
					میلی‌گرم بر کیلوگرم		شن	رس	لای	
۳۰-۰	۴۸	۳/۶۲	۷/۱	۰/۶	۹/۲	۱۵۱	۲۱	۴۱/۵	۳۷/۵	لومی ـ رسی

صفات مورد بررسی در این آزمایش شامل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، تعداد پنجه بارور، تعداد سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، درصد پروتئین و میزان روی دانه و میزان پرولین برگ بود. این کار با هدف آگاهی از تجمع پرولین که باعث تنظیم اسمز می شود و به جذب آب کمک می کند، همچنین سبب کاهش آسیب به غشا در شرایط تنش می شود که به روش پیشنهادی Bates و همکاران (۱۹۷۳) صورت گرفت. برای استخراج پرولین، ۰/۵ گرم برگ را با استفاده از ۵ میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد در هاون چینی کوبیده و قسمت بالای محلول جدا گردید. عمل استخراج دو بار دیگر و هر بار با ۵ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد تکرار شد. محلول بدست آمده ۱۰ دقیقه در دستگاه سانتریفوژ (مدل Chermle Z230A، ساخت آلمان) با سرعت ۳۵۰۰ rpm قرار داده شد. پس از جدا کردن فاز مایع از جامد، قسمت مایع برای استخراج پرولین بکار رفت و میزان جذب با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۵ نانومتر اندازه‌گیری و با توجه به منحنی استاندارد بر حسب میلی‌گرم در گرم برگ تعیین گردید. اندازه گیری پروتئین دانه به روش کجلدال شامل مرحله هضم در اسید سولفوریک غلیظ در حضور ۲ کاتالیزور جوشانده شده که در اینجا حرارت باعث تسریع در عمل هضم می شود. بخش دوم شامل مرحله تقطیر که در این مرحله ماده غذایی که در مرحله اول کاملاً هضم گردیده در این مرحله ازت موجود در محلول حاصل بصورت گاز آمونیاک آزاد می شود که پس از عبور از مبرد به مایع تبدیل شده و وارد اسید بورک موجود در ارلن می شود و بورات آمونیوم را تشکیل می دهد. بخش سوم شامل مرحله تیتراسیون می‌باشد که در این مرحله بورات آمونیوم تشکیل شده در مرحله قبلی با اسید هیدروکلریک ۰/۱ نرمال تیتر شد. سپس میزان پروتئین دانه از حاصلضرب نیتروژن کجلدال در ۶/۲۵ حاصل شد (پای‌گذار و همکاران، ۱۳۸۸). اندازه‌گیری میزان روی دانه به روش خاکسترگیری خشک با استفاده از دستگاه جذب اتمی (مول دستگاه) انجام شد. در این روش یک گرم از دانه را آسیاب کرده و در کوزه‌های چینی قرار داده شده و در کوره در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت تبدیل به خاکستر شد. به هر یک از نمونه‌ها ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال اضافه شد و نمونه‌ها در بنماری در دمای ۵۶ درجه به مدت ۱۰-۵ دقیقه قرار داده شد. سپس با عبور از کاغذ صافی به یک بالن ژاژه ۵۰ میلی‌لیتری انتقال داده شده و با آب مقطر ولرم به حجم ۵۰ سی‌سی رسانده شد. از این عصاره برای قرائت عناصر استفاده شد و با استفاده از منحنی استاندارد عنصر و معادله خط مقدار نهایی روی دانه بر حسب میلی‌گرم در گرم محاسبه شد (ملکوتی و طهرانی،

۱۳۸۴). تجزیه واریانس و محاسبه ضرایب همبستگی با استفاده از نرم افزار Minitab و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از نرم افزار MSTAT-Cبه روش LSD به علت وجود شاهد در بین هرکدام از سطوح فاکتورها در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیکی

تجزیه واریانس مرکب تیمارها در دو سال نشان داد که اثر سال و تیمار آبیاری در سطح احتمال یک درصد و تیمارهای ترکیب کودی و رقم در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد بیولوژیکی معنی دار شدند (جدول ۲). تیمار آبیاری با زه‌آب و تیمار آبیاری با آب معمولی به ترتیب بیش‌ترین (۱۴۵۱/۱۱ گرم در متر مربع) و کم‌ترین (۱۲۳۵/۸ گرم بر مترمربع) عملکرد بیولوژیکی را تولید کردند (جدول ۳). به نظر می رسد تجمع بیشتر عناصر مفید بویژه نیتروژن در زه آب و استفاده از زه آب با شوری تعدیل شده بدلیل بارندگی های پاییز و زمستان و از سوی دیگر فعال شدن مکانیسم های تحمل شوری از جمله افزایش معنی دار پرولین برگ و کمک به مناسب شدن محیط تولید بهتر در این شرایط زمینه افزایش عملکرد بیولوژیکی را فراهم ساخته استنتایج مطالعه شهیدی و میری (۱۳۹۷) نشان می دهد تنش شوری (استفاده از زه آب) بر عملکرد بیولوژیکی اثر معنی‌داری داشته است. در بین تیمارها کودی، تیمار F3 (بذرمال+ اسید هیومیک+ محرک) با میانگین ۱۴۵۱/۱۱ گرم در متر مربعبیشترین تفاوت با شاهد و تیمار F2 (بذرمال+ اسید هیومیک) با میانگین ۱۲۳۵/۸۳۳ گرم در متر مربع و بدون تفاوت معنی دار با شاهد، کم‌ترین عملکرد بیولوژیکی را تولید کردند (جدول ۳). به نظر می رسد استفاده از باکتری‌های محرک رشد گیاه در شرایط آبیاری با زه آب می‌تواند افزایش عملکرد گندم را به دنبال داشته باشد. طی تحقیقی که از باکتری‌های محرک رشد گیاه با توان تولید اگزوپلی‌ساکارید استفاده شده بود، عملکرد بیولوژیکی گندم‌های تلقیح شده نسبت به گندم‌های تلقیح نشده افزایش یافت. همچنین وزن خشک اندام هوایی، ریشه و قدرت جوانه‌زنی بذرهای تلقیح شده افزایش یافت و بین توسعه سیستم ریشه و عملکرد گندم همبستگی مثبتی مشاهده شد (Upadhyay *et al*., 2011).

در بین ارقام، بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی مربوط به رقم شوش (۱۳۸۱/۵۷گرم در متر مربع) و کمترین عملکرد بیولوژیکی مربوط به رقم مهرگان (۱۲۷۴/۳۳گرم بر مترمربع) بود که نشان دهنده امکان رشد بهتر رقم شوش در شرایط این آزمایش است (جدول ۲).

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد و پارامترهای کیفی ارقام گندم

منبع	درجه آزادی	میانگین مربعات										
		عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	شاخص برداشت	تعداد پنجه بارور	تعداد سنبله	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	درصد پروتئین دانه	میزان روی دانه	میزان پرولین برگ
سال	**۱**	۸۸۷۳۹۶۳**	۱۶۵۷۲۴**	۴۲۶۴/۴۴۶**	۶۲/۲۹۶**	۳۱۹/۷۹۶^{ns}	۱۸۸/۹۰۷**	۳۰۴۱۱/۸۹۴**	۰/۳۷۵^{ns}	۰/۰۳۵^{ns}	۰/۰۱۲^{ns}	۰/۱۹۳^{ns}
تکرار (سال)	**۴**	۱۸۹۵۲۵	۱۹۷۶۴	۹۶	۴/۳۹۴	۱۵۸۴۸/۳۰۱	۳۱/۴۲۱	۳۴۱۷/۲۷۲	۱۷۲/۴۵۴	۰/۵۳۳	۰/۹۶۹	۰/۰۸۴
آبیاری	**۱**	۱۱۵۵۰۰۹**	۴۶۹۰۵*	۹۲۱/۱۱۴**	۱/۱۸۵^{ns}	۱۸۷۲۰/۹۰۰^{ns}	۴/۷۴۱^{ns}	۴۱/۷۸^{ns}	۲/۸۹۴^{ns}	۰/۳۳۰^{ns}	۸/۱۹۳^{ns}	۲/۴۶۵**
آبیاری× سال	**۱**	۳۹۵۰۱/۱۱۶^{ns}	۸۸۰۴^{ns}	۱۸۷/۵۰۷^{ns}	۴/۱۶۷^{ns}	۹۰/۷۴۱^{ns}	۰/۱۶۷^{ns}	۱۶/۱۱۶^{ns}	۱/۳۳۸^{ns}	۰/۱۳۲^{ns}	۲/۹۰۵^{ns}	۰/۲۱۰^{ns}
خطای اول	**۴**	۳۰۹۹۳	۳۴۷۸	۶۹/۶۳۵	۳/۶۹۰	۹۸۸۷/۳۷۳	۷/۵۲۳	۷۵/۲۰۱	۸/۴۹۱	۰/۶۶۵	۸/۹۹۴	۰/۱۱۵
کود	**۵**	۳۵۱۳۱۰/۴۰۳*	۷۰۱۰۵/۳۱۹**	۶۸/۳۹۸^{ns}	۲۹/۷۶۳**	۱۵۰۶/۶۴۹^{ns}	۱۸/۵۱۹**	۲۲۹/۸۵۳*	۳۲/۰۶۰^{ns}	۳/۶۹۲**	۳/۸۵۸*	۰/۰۲۳^{ns}
کود× سال	**۵**	۷۹۴۵۲/۶۲۷^{ns}	۳۴۸۵۹/۶۶۰^{ns}	۶۸۴/۸۵۲**	۱۴/۵۵۲**	۱۵۰۶/۶۴۹^{ns}	۲/۷۷۴^{ns}	۱۵۵/۸۱۶^{ns}	۷۲/۷۱۹^{ns}	۵/۷۸۶**	۳/۸۵۸*	۰/۰۲۳^{ns}
کود× آبیاری	**۵**	۳۹۳۲۱/۳۱^{ns}	۱۲۲۰۰/۵۱۹^{ns}	۹۹/۱۵۰^{ns}	۲/۰۱۹^{ns}	۷۴۴/۳۶۰^{ns}	۲/۴۵۲^{ns}	۳۸/۷۴۹^{ns}	۲۵/۰۱۶^{ns}	۰/۵۱۰^{ns}	۱/۲۶۴^{ns}	۰/۰۱۰^{ns}
کود× آبیاری× سال	**۵**	۱۲۳۵۲۶/۵۱۶^{ns}	۱۰۵۳۱/۱۲۷^{ns}	۱۲۹/۰۸۷^{ns}	۲/۹۳۳^{ns}	۷۴۴/۳۶۰^{ns}	۲/۸۵۶^{ns}	۱۲/۴۶۰^{ns}	۱۰/۲۸۲^{ns}	۱/۳۶۰*	۱/۲۶۴^{ns}	۰/۰۱۰^{ns}
خطای دوم	**۴۰**	۱۳۳۴۲۵/۹۰۳	۱۸۷۵۳/۱۷۰	۱۵۸/۸۷۹	۳/۶۴۷	۱۲۵۴/۵۴۶	۴	۷۴/۷۹۷	۳۴/۲۸۹	۰/۴۸۲	۱/۵۳۵	۰/۰۱۵
رقم	**۲**	۲۰۷۰۳۲/۱۱۶*	۲۴۹۸۹/۹۳۱^{ns}	۹/۹۹۴^{ns}	۰/۳۶۶^{ns}	۳۶/۱۴۴^{ns}	۹/۱۴۴*	۲/۳۴۷^{ns}	۳/۲۴۱^{ns}	۰/۲۵۳^{ns}	۰/۳۶۴^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
رقم× سال	**۲**	۲۷۹۴۴/۳۹۴^{ns}	۹۳۹۰/۶۹۹^{ns}	۲۲۸/۷۶۱*	۴/۰۶۰^{ns}	۳۶/۱۴۴^{ns}	۲/۸۹۴^{ns}	۴۴/۶۴۴*	۲/۸۸۹^{ns}	۰/۹۰۳^{ns}	۰/۳۶۴^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
رقم× آبیاری	**۲**	۵۵۸۷۴/۴۳۱^{ns}	۸۸۰۴/۲۵۰^{ns}	۲۰/۳۱۵^{ns}	۰/۳۶۶^{ns}	۲۰۴/۱۹۹^{ns}	۰/۲۸۲^{ns}	۲/۹۲۱^{ns}	۱۶/۷۹۶^{ns}	۰/۰۱۲^{ns}	۰/۲۹۷^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
رقم× سال× آبیاری	**۲**	۴۲۳۴۶/۳۳۸^{ns}	۶۹۴۴/۱۱۶^{ns}	۲۸۴/۰۷۴**	۲/۰۴۲^{ns}	۲۰۴/۱۹۹^{ns}	۰/۳۴۷^{ns}	۳۳/۴۲۱^{ns}	۲/۷۴۱^{ns}	۰/۰۳۰^{ns}	۰/۲۹۷^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
رقم× کود	**۱۰**	۴۱۹۰۲/۷۰۵^{ns}	۶۸۹۵/۳۲۵^{ns}	۱۳۹/۰۱۴*	۰/۸۹۹^{ns}	۴۱۹/۵۷۷^{ns}	۳/۶۵۵^{ns}	۱۵/۴۵۸^{ns}	۶/۹۴۶^{ns}	۰/۳۰۵^{ns}	۰/۸۵۷^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
رقم× کود× سال	**۱۰**	۴۷۲۲۱/۸۰۵^{ns}	۸۲۰۱/۶۱۶^{ns}	۴۵/۲۸۰^{ns}	۰/۶۴۹^{ns}	۴۱۹/۵۷۷^{ns}	۰/۴۲۷^{ns}	۱۵/۵۶۶^{ns}	۱۱/۲۸۳^{ns}	۰/۲۷۲^{ns}	۰/۸۵۷^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
رقم× آبیاری× کود	**۱۰**	۱۵۴۶۳/۳۵۳^{ns}	۵۹۰۹/۴۴۲^{ns}	۶۴/۳۷۰^{ns}	۱/۳۹۹^{ns}	۲۲۸/۹۵۵^{ns}	۲/۰۶۰^{ns}	۲۲/۹۸۸^{ns}	۳/۴۶۹^{ns}	۰/۶۰۸^{ns}	۰/۲۵۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
رقم× آبیاری× کود× سال	**۱۰**	۳۹۶۹۷/۶۳۸^{ns}	۴۶۷۱/۷۹۹^{ns}	۷/۴۱۱^{ns}	۱/۲۴۲^{ns}	۲۲۸/۹۵۵^{ns}	۱/۵۶۹^{ns}	۱۰/۶۹۹^{ns}	۴/۳۶۹^{ns}	۰/۴۵۰^{ns}	۰/۲۵۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
خطای سوم	**۹۶**	۴۵۲۶۳/۵۳۲	۸۸۰۴/۲۵۰	۶۵/۷۸۳	۱/۳۸۰	۲۳۲/۱۹۴	۲/۲۱۸	۱۳/۳۷۷	۶/۱۳۲	۰/۳۸۴	۰/۷۱۵	۰/۰۰۱
CV (٪)		۲۶/۱۰	۲۰/۴۲	۲۵/۶۹	۲۱/۴۵	۴/۴۶	۱۱/۰۹	۳۹/۵۰	۱۰/۹۸	۶/۴۹	۵/۲۶	۸/۴۵

ns، *، **، به ترتیب غیر معنی‌داری، معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد.

جدول ۳: نتایج مقایسه میانگین عملکرد، اجزای عملکرد و پارامترهای کیفی ارقام گندم

تیمار	عملکرد بیولوژیکی (گرم در متر مربع)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	شاخص برداشت (درصد)	تعداد پنجه بارور	تعداد سنبله	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	پروتئین دانه (درصد)	میزان روی دانه (میلی گرم در گرم)	میزان پرولین برگ (میلی گرم در گرم)
بذرمال (F1)	۱۴۰۲/۵۰	۶۰۶/۳۱	۴۴/۶۸	۸/۴۷	۲۴۸/۶۱	۱۹/۲۸	۳۸/۶۷	۳۸/۷۸	۱۲/۲۷	۱۱/۱۵	۰/۵۸۷
بذرمال+ اسید هیومیک (F2)	۱۲۳۵/۸۳	۵۶۲/۵۶	۴۶/۲۱	۸/۴۴	۲۳۴/۲۵	۱۹/۵۶	۳۷/۹۷	۳۸/۸۶	۱۲/۴۱	۱۱/۳۳۱	۰/۶۲۷
بذرمال+ اسید هیومیک+ محرک (F3)	۱۴۵۱/۱۱	۶۰۶/۹۷	۴۴/۲۲	۸/۳۳	۲۴۸/۴۴	۱۸/۸۶	۴۰/۴۴	۳۷/۵۶	۱۲/۴۹	۱۱/۱۳۳	۰/۵۸۶
بذرمال+ اسید هیومیک+ محرک+ فسفر بالا (F4)	۱۲۹۳/۱۱	۵۵۱/۹۴	۴۴/۴۴	۹/۱۱	۲۳۶/۶۷	۱۹/۳۱	۴۲/۳۱	۳۷/۸۱	۱۲/۵۱	۱۱/۳۲۱	۰/۶۰۳
بذرمال+ اسید هیومیک+ محرک+ پتاس بالا (F5)	۱۳۴۰/۸۳	۵۸۸/۶۷	۴۵/۴۸	۸/۸۳	۲۴۲/۹۴	۱۹/۴۷	۴۰/۹۷	۳۶/۵۶	۱۲/۴۳	۱۰/۹۲۶	۰/۵۸۹
شاهد	۱۲۴۱/۷۵	۴۹۰/۳۱	۴۲/۱۶	۶/۵۳	۲۳۵/۷۲	۱۷/۶۳	۳۵/۲۲	۳۶/۹۲	۱۲/۲۷	۱۰/۴۹۹	۰/۵۵۱
LSD	۸۰/۴۳۱	۲۵/۹۲۸	۲/۷۱۲	۰/۳۷۴	۵۸/۰۰۹	۰/۴۷۸	۳/۶۵۷	۰/۹۶۷	۰/۱۷۷	۲/۶۶۰	۰/۱۲۶
آبیاری با زه‌آب	۱۴۰۰/۶۴۸	۵۸۲/۵۲۷	۴۲/۴۶۸	۸/۳۶۱	۲۳۶/۶۹۴	۱۹/۱۶۶	۳۸/۸۲۴	۳۷/۸۶۱	۱۲/۳۳۴	۱۱/۰۴۶	۰/۵۸۰
آبیاری با آب معمولی	۱۲۵۴/۳۹۸	۵۵۳/۰۵۵	۴۶/۵۹۸	۸/۲۱۳	۲۴۵/۵۱۸	۱۸/۸۷۰	۳۹/۷۰۳	۳۷/۶۲۹	۱۲/۲۵۶	۱۱/۱۲۴	۰/۴۴۳
LSD	۵۶/۶۳۱	۱۹/۹۲۱	۱/۶۱۰	۰/۲۹۰	۴۳/۰۹۲	۱/۴۲۰	۲/۱۹۰	۲/۲۴۰	۱/۲۳۰	۲/۳۱۴	۰/۰۹۸
مهرگان	۱۲۷۴/۳۳۳	۵۴۹/۶۶۶	۴۴/۸۳۶	۸/۳۰۵	۲۴۰/۳۹۰	۱۹/۱۱۱	۳۹/۳۷۵	۳۷/۷۹۱	۱۲/۳۴۳	۱۱/۰۲۲	۰/۵۰۷
شوش	۱۳۸۱/۵۶۹	۵۸۶/۸۸۸	۴۴/۱۱۷	۸/۲۰۸	۲۴۱/۱۳۳	۱۹/۳۱۹	۳۹/۳۶۱	۳۷/۵۱۳	۱۲/۳۱۵	۱۱/۰۸۱	۰/۵۱۶
چمران ۲	۱۳۲۶/۶۶۶	۵۶۶/۸۱۹	۴۴/۶۴۶	۸/۳۴۷	۲۴۱/۸۱۴	۱۸/۶۲۵	۳۹/۰۵۵	۳۷/۹۳۰	۱۲/۲۲۹	۱۱/۱۶۰	۰/۵۱۱
LSD	۵۷/۵۶۳	۱۹/۲۵۰	۱/۹۱۵	۰/۲۹۷	۴۰/۷۴۰	۰/۳۵۰	۲/۵۹۶	۰/۶۹۴	۰/۱۳۳	۱/۸۶۸	۰/۰۸۸

میانگین ها به صورت مستقل با آزمون LSD در سطح احتمال ۱و ۵ درصد مقایسه شدند.

جدول ۴: نتایج آزمون همبستگی پیرسون عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم

صفات	تعداد پنجه بارور	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیکی	شاخص برداشت
تعداد پنجه بارور	۱						
تعداد سنبلچه در سنبله	۰/۶۴۴**	۱					
تعداد دانه در سنبله	۰/۵۹۳**	۰/۴۰۱**	۱				
وزن هزار دانه	۰/۱۹۸	۰/۳۳۳**	۰/۰۱۶	۱			
عملکرد دانه	۰/۴۶۴**	۰/۴۷۳**	۰/۳۱۱	۰/۰۹۵	۱		
عملکرد بیولوژیکی	۰/۲۱۸	۰/۲۸۶**	۰/۲۴	۰/۰۵۴	۰/۷۱۰**	۱	
شاخص برداشت	۰/۱۱۹	-۰/۰۲**	-۰/۰۸	-۰/۰۶۹	۰/۱۱۸	-۰/۵۵۶**	۱

*، **، به ترتیب معنی‌داری همبستگی صفات در سطح پنج و یک درصد.

عملکرد دانه

تجزیه واریانس مرکب تیمارها بر عملکرد دانه نشان داد که از لحاظ آماری سال و تیمارهای کودی در سطح احتمال ۱ درصد و تیمار آبیاری در سطح احتمال ۵ درصد بر عملکرد دانه اثر معنی‌دار داشت (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین تیمار کودی، تیمار F3 (بذرمال+ اسید هیومیک+ محرک) با ۶۰۶/۹۷ گرم در متر مربع بیش‌ترین عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد با ۴۹۰/۳۱ گرم در متر مربع را تولید کرد. میانگین عملکرد دانه در آبیاری با زه‌آب ۵۸۲/۵۲ گرم در متر مربع و آبیاری با آب معمولی۵۵۳/۰۵ گرم در مترمربع بود، بنابراین می‌توان گفت در این آزمایش استفاده از زه‌آب نه تنها باعث کاهش عملکرد دانه نشده است بلکه به مقدار کمی نیز افزایش عملکرد دانه مشاهده می شود، زیرا به نظر می رسد با توجه به فصل کاشت گندم که مصادف با فصل بارندگی است از یک سو غلظت مواد مضر در زه آب تعدیل شده و از دیگر سو امکان استفاده از عناصر مفید آبشویی شده از خاک مانند نیتروژن که وارد زه آب شده اند فراهم می شود و عملکرد قابل قبولی در مقایسه با آبیاری معمول بدست آمده است همچنین با توجه به همبستگی مثبت و معنی دار عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه تولید عملکرد بیولوژیکی بیشتر در شرایط آبیاری با زه آب در کشت پاییزه گندم زمینه افزایش عملکرد دانه را فراهم کرده است (جدول ۳). هر چند اثر متقابل رقم، آبیاری و کود معنی دار نشده است، اما با توجه به اینکه بذرمال کردن می تواند باعث کمک به بذر در شرایط آبیاری با زه آببرای ایجاد سیستم ریشه اولیه و ثانویه قوی در گیاه و افزایش سرعت جوانه زنی بذر و افزایش عملکرد محصول شود و نیز ترکیب اسید هیومیک و محرک رشد با تقویت تولید مواد پرورده و انتقال به مخازن و افزایش نسبی تولید در شرایط آبیاری با زه‌آب گردد، در نتیجه افزایش نسبی عملکرد دانه در این تیمار وجود داشت.

بیش‌ترین عملکرد دانه متعلق به رقم شوش (۵۸۶/۸۹ گرم در مترمربع) و کم‌ترین آن به رقم مهرگان (۵۴۹/۶۷ گرم در مترمربع) بود (جدول ۳). نتایج همبستگی نشان داد عملکرد دانه با صفات تعداد پنجه بارور، تعداد سنبلچه و عملکرد بیولوژیکی همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۴). اگرچه استفاده از تیمار کودی بذرمال، اسید هیومیک و محرک نیز اثر مثبتی بر افزایش عملکرد دانه داشته است، می توان بخشی از افزایش عملکرد دانه در شرایط آبیاری با زه‌آب را به افزایش سطح برگ گندم و نهایتاً افزایش جذب نور و فتوسنتز نسبت داد. بر اساس نتایج مطالعات شهیدی و میری (۱۳۹۷)، تنش شوری بر عملکرد دانه اثر معنی‌داری دارد. گوشه (۱۳۸۱) بیان کرد با توجه به این که کل نیاز آبی گندم در منطقه جنوب استان خوزستان ۵۵۰۰ تا ۶۰۰۰ مترکعب در هکتار می باشد، لذا با روش آبیاری با زه‌آب مزارع می‌توان در یک فصل کشت گندم به ازا هر هکتار ۴۰۰۰ تا ۴۵۰۰ مترمکعب از مصرف آب رودخانه صرفه جویی نمود.

شاخص برداشت

تجزیه واریانس مرکب تیمارها بر شاخص برداشت در دو سال آزمایش نشان داد که اثر سال و تیمار آبیاری و اثر متقابل کود×سال و رقم×سال×آبیاری از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل کود×رقم و رقم×سال در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد (جدول ۲). از سوی دیگر تیمارهای کودی اثر معنی‌داری را بر شاخص برداشت نشان نداد. علت کاهش شاخص برداشت در تیمار آبیاری با زه آب را می توان به افزایش بیشتر عملکرد بیولوژیکی در این تیمار نسبت به آبیاری معمول دانست و به نظر می رسد تاثیر مثبت زه آب بر رشد رویشی گندم بیشتر از رشد زایشی و تولید دانه باشد. نتایج مربوط به تجزیه واریانس ارقام نشان می‌دهد که شاخص برداشت در بین رقم‌های بکار رفته در این مطالعه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارد (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیش‌ترین و کمترین شاخص برداشت به ترتیب با ۴۶/۲۱ و ۴۲/۱۶ درصد مربوط به تیمار F2 (بذرمال+ اسید هیومیک) و شاهد بود (جدول ۳). در پژوهشی گزارش داده شد که کاربرد سطوح مختلف کودی اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت گندم در شرایط دیم نداشت (فیضی اصل و ولی‌زاده، ۱۳۸۴). بر اساس نتایج همبستگی، شاخص برداشت با عملکرد بیولوژیکی همبستگی معنی داری داشت (جدول ۴). با افزایش تعداد پنجه بارور و افزایش تعداد و وزن دانه می توان سهم عملکرد دانه را نسبت عملکرد بیولوژیکی افزایش داد و سبب افزایش شاخص برداشت شد. ابراهیم‌پور نورآبادی و همکاران (۱۳۸۶) یکی از راه‌های افزایش عملکرد گندم را افزایش شاخص برداشت بوسیله کاهش تعداد پنجه در بوته گزارش نموده‌اند.

تعداد پنجه بارور

تجزیه واریانس مرکب نشان داد از لحاظ آماری اثر سال و تیمار کودی و اثر کود×سال در سطح احتمال یک درصد بر تعداد پنجه بارور معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین در بین تیمارها، F4 (بذرمال+ اسید هیومیک+ محرک+ فسفر

بالا) بیش‌ترین اثر را بر تعداد پنجه بارور (۱۹/۱۱) داشت. تیمار شاهد کمترین اثر را بر این متغیر دارد، به طوری‌که میانگین تعداد پنجه بارور در این تیمار ۶/۵۳ بود. در یک مطالعه با بررسی اسیدهیومیک گزارش داده شد که اسید هیومیک باعث افزایش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد گندم در مقایسه با تیمار شاهد بود و به‌طور کلی اسید هیومیک در تولید محصول مطلوب در گیاه گندم نقش مؤثری داشت (Akhtar *et al*., 2014). تیمار آبیاری با زه‌آب و تیمار آب معمولی به اثر معنی داری بر تعداد پنجه بارور نداشتند. بیشترین تعداد پنجه بارور مربوط به رقم چمران ۲ (۸/۳۵) و کم-ترین تعداد پنجه بارور مربوط به رقم شوش (۸/۲۱) بود (جدول ۳). همچنین نتایج همبستگی نشان داد که تعداد پنجه بارور با متغیرهای تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه همبستگی مستقیم و معنی داری داشت (جدول ۴). به عبارتی افزایش تعداد پنجه بارور تحت تاثیر افزایش تعداد سنبلچه و تعداد دانه در سنبله می تواند منجر به افزایش عملکرد دانه گردد.

تعداد سنبله در واحد سطح

تجزیه واریانس مرکب دو ساله نشان داد اثر هیچ یک از تیمارها بر تعداد سنبله در متر مربع معنی‌دار نشد (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین صفت تعداد سنبله در متر مربع تیمار شاهد کودی با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌دار نداشت. نتایج مقایسه میانگین، عدم وجود اختلاف معنی دار تعداد سنبله در متر مربع را در دو نوع آبیاری نشان داد. اگرچه میانگین این متغیر در آبیاری با آب معمولی بیش‌تر از آبیاری با زه‌آب است، اما از لحاظ آماری این میانگین‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشتند (جدول ۳). بر اساس نتایج مطالعه یزدی‌پور و همکاران (۱۳۸۵) استفاده از زه‌آب بر تعداد سنبله در مترمربع اثر معنی‌داری نداشت. همچنین اختلاف معنی دار میانگین تعداد سنبله در متر مربع در بین ارقام مشاهده نشد. اگرچه میانگین تعداد سنبله در متر مربع در رقم چمران ۲ نسبت به رقم‌های مهرگان و شوش بیشتر است (جدول ۳).

تعداد سنبلچه در سنبله

تجزیه واریانس مرکب دو ساله نشان داد که اثر سال و تیمار کودی بر تعداد سنبلچه در سنبله در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد و این صفت تحت تأثیر تفاوت ارقام در سطح پنج درصد قرار گرفت (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین تعداد سنبلچه در تیمار کودی F2 (بذرمال+ اسید هیومیک) بیشترین (۱۹/۳۲) و در تیمار شاهد کمترین مقادیر (۱۸/۶۳) را داشت (جدول ۳). نتایج مطالعه سبزواری (۱۳۸۹) نشان داد که اثر محلول پاشی اسید هیومیک در طی دوره رشد بر تعداد سنبلچه معنی‌دار است. نتایج مقایسه میانگین نیز عدم وجود اختلاف میانگین تعداد سنبلچه را در دو نوع آبیاری نشان می‌دهد (جدول ۳). در یک پژوهش اثر شوری آب آبیاری را بر عملکرد گندم بررسی شد و گزارش داده شد که اثر شوری آب آبیاری بر تعداد سنبلچه اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان نمی‌دهد (افیونی و محلوجی، ۱۳۸۵). همچنین

بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد سنبلچه به رقم‌های شوش و چمران ۲ تعلق داشت (جدول ۳). بر اساس نتایج همبستگی پیرسون تعداد سنبلچه در سنبله با تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۴) که نشان دهنده نقش اثرگذار تعداد سنبلچه در سنبله در تولید عملکرد دانه در شرایط این آزمایش بود.

تعداد دانه در سنبله

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب تعداد دانه در سنبله اثر سال بر تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. در بین تیمارها، تیمارهای کودی و اثر متقابل سال× رقم بر تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، تعداد دانه در سنبله در تیمار کودی شاهد و F4 (بذرمال+ اسید هیومیک+ محرک+ فسفر بالا) با ۳۵/۹۲ و ۴۲/۳۱ کم‌ترین و بیشترین مقادیر را داشت (جدول ۳). افزایش تعداد دانه در سنبله در تیمار F4 را می توان به بهبود شرایط رشد رویشی و زایشی بویژه گرده افشانی مناسب گندم و افزایش تولیدات فتوسنتزی گندم نسبت داد. محلول پاشی کود فسفر نیز باعث افزایش تعداد دانه در سنبله شد. در پژوهشی مشخص شد تعداد دانه در سنبله نقش معنی داری در عملکرد دانه دارد (Garcia *et al*., 2003). نتایج مقایسه میانگین حاکی از آن است که بین میانگین تعداد دانه در سنبله در دو نوع آبیاری اختلاف آماری وجود نداشت، اما میانگین تعداد دانه در سنبله در آبیاری با آب معمولی بیشتر از آبیاری با زه‌آب بود که به نظر می رسد آبیاری با زه آب در مرحله رشد زایشی اثر منفی بیشتری در مقایسه با رشد رویشی و تولید بیوماس دارد. علی رغم عدم وجود اختلاف معنی دار تعداد دانه در سنبله را در بین ارقام، مقادیر این پارامتردر رقم مهرگان نسبت به رقم‌های شوش و چمران ۲ بیش‌تر بود (جدول ۳). تعداد دانه در سنبله با متغیرهای تعداد پنجه بارور و تعداد سنبلچه همبستگی معنی‌داری داشت و به عبارتی می توان نتیجه گرفت افزایش تعداد دانه در سنبله در این آزمایش وابسته به افزایش تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد پنجه بود (جدول ۴).

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که هیچ یک از تیمارها و همچنین برهم‌کنش آن‌ها با یکدیگر بر وزن هزار دانه اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). مشاهدات مقایسه میانگین نیز عدم وجود اختلاف معنی‌دار وزن هزار دانه در بین تیمارهای مورد مطالعه را نشان داد. اگرچه میانگین وزن هزار دانه در تیمار F2 (بذرمال+ اسید هیومیک) نسبت به دیگر تیمارها بیش‌تر است، اما این میانگین با میانگین شاهد اختلاف معنی دار نداشت. همچنین اگرچه میانگین وزن هزار دانه در آبیاری با زه‌آب بیشتر از آبیاری با آب معمولی است و نیز در رقم چمران ۲ نسبت به رقم‌های مهرگان و شوش بیش‌تر است، اما این میانگین‌ها با یکدیگر اختلاف معنی دار ندارند (جدول ۳). وزن هزار دانه با تعداد سنبلچه همبستگی معنی-

داری نشان داد (جدول ۴). صابری و همکاران (۱۳۹۲) با ارزیابی برخی ژنوتیپ‌های گندم تحت شوری در شرایط مزرعه اظهار داشتند که ارقام و لاین ها از نظر تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، ارتفاع گیاه، طول پدانکل، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد دارای اختلاف معنی دار می باشند. در این آزمایش در بین اجزای عملکرد وزن دانه نقش بیشتری در عملکرد دانه در شرایط شوری داشت.

میزان پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد اثر تیمار کودی و اثر کود× سال در سطح احتمال یک درصد و اثر کود× آبیاری× سال در سطح احتمال ۵ درصد بر درصدپروتئین معنی‌دار شدند (جدول ۲). مطابق نتایج مقایسه میانگین تیمار F4 (بذرمال+ اسید هیومیک+ محرک+ فسفر بالا) با ۱۲/۵۱ درصد بیشترین اثر و تیمار (شاهد) F0 با ۱۱/۶۷ درصد کمترین اثر را بر پروتئین دانه داشتند. تیمارهای F4، F3، F5، F2 و F1 به ترتیب بیشترین اثر را بر درصد پروتئین داشتند. افزایش پروتئین در تیمارهای مذکور احتمالا به دلیل افزایش میزان نیتروژن قابل دسترس برای گیاه بوده که موجب افزایش درصد پروتئین دانه شده است (جرفی، ۱۳۹۳). در آزمایشی اثر محلول پاشی اسید هیومیک و نیتروژن بر گندم مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که پروتئین دانه در تیمارهای تحت مطالعه افزایش یافته است. همچنین اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد می شود (Delfino *et al.*, 2005). مطابق با نتایج این آزمایش، تیمار آبیاری با زه‌آب و تیمار آب معمولی بدون تفاوت معنی دار به ترتیب با ۱۲/۳۳ و ۱۲/۲۵ درصد بیشترین و کمترین درصد پروتئین را داشتند. همچنین بیشترین درصد پروتئین مربوط به رقم مهرگان با ۱۲/۳۴ درصد و کمترین درصد پروتئین مربوط به رقم چمران ۲ با ۱۲/۲۲ درصد بود (جدول ۳). بر اساس نتایج مطالعه شهیدی و امیری (۱۳۹۷) افزایش تنش شوری باعث اثر افزایشی بر درصد پروتئین دانه است.

میزان روی دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان اثر کود و کود×سال در سطح ۵ درصد بر میزان رویدانه معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین در بین تیمارها نشان داد، تیمار F2 (بذرمال+ اسید هیومیک) بیش‌ترین اثر (۱۱/۳۳۱ میلی گرم در گرم) و تیمار شاهد (۱۰/۴۹۹ میلی گرم در گرم) کمترین اثر را بر میزان روی دانه داشتند. از مزایای مهم اسید هیومیک می‌توان به افزایش قابلیت جذب میزان فسفر، نیتروژن و پتاسیم و قابلیت کلات کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و سایر عناصر در جهت غلبه بر کمبود عناصر غذایی اشاره کرد (قربانی و همکاران، ۱۳۸۹). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری بر میزان روی دانه نشان داد که تیمار آب معمولی و تیمار

آبیاری با زه‌آب به ترتیب بیش‌ترین (۱۱/۱۲۴ میلی گرم در گرم) و کمترین (۱۱/۰۴۶ میلی گرم در گرم) میزان روی دانه را داشتند. همچنین بیشترین میزان روی دانه مربوط به رقم چمران ۲ و کمترین آن مربوط به رقم مهرگان بود (جدول ۳). ملکوتی و لطف اللهی (۱۳۷۸) در نتیجه تحقیق خود عنوان کردند کاربرد عناصر کممصرف موجب افزایش غلظت همان عنصر در برگ و همچنین افزایش عملکرد دانه گندم می شود.

میزان پرولین برگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر تیمار آبیاری در سطح احتمال یک درصد بر پرولین برگ معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین در بین تیمارها نشان داد، تیمار F2 (بذرمال+ اسید هیومیک) بیشترین اثر را با ۰/۶۲۷ میلی گرم در گرم و تیمار شاهد با ۰/۵۵۱ میلی گرم در گرم کمترین اثر را بر پرولین برگ داشتند. نتایج مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری بر پرولین برگ نشان داد که تیمار آبیاری با زه‌آب و تیمار آب معمولی به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین اثر را بر پرولین برگ داشتند (جدول ۳). همچنین بیش‌ترین پرولین برگ مربوط به رقم شوش با ۶۲۷ /۰ میلی گرم در گرم و کمترین میزان مربوط به رقم مهرگان با ۰/۵۵۱ میلی گرم در گرم بود. سازوکارهای متعددی برای حفظ تورژسانس در گیاهان تحت تـنش شوری وجود دارد که یکی از آن‌ها انباشت پرولین است. تجمع پرولین در گیاه در معرض شوری، ضمن آنکه باعث تنظیم اسمزی می‌شود، به جذب آب از محیط ریشه کمک می‌کند و در حفظ فشار تورژسانس درون سلولی نقش مؤثری ایفا می‌نماید. نتایج آزمایش کریمیان و عطایی برازنده (۱۳۹۲) نشان دادند با افزایش تنش شوری در گیاه، غلظت پرولین در برگ گندم افزایش می‌یابد. در واقع انباشته شدن و تجمع پرولین باعث کاهش آسیب به غشا در شرایط تنش می‌شود. لذا با توجه به بالاتر بودن میزان پرولین برگ در تیمار آبیاری با زه‌آب که ناشی از واکنش گیاه در این شرایط است می‌توان علت بخشی از حفظ تولید عملکرد دانه را به تجمع بیشتر پرولین در برگ در آبیاری با زه آب و فراهم شدن شرایط تولید ماده خشک در این تیمار نسبت داد که امکان تولید عملکرد بیولوژیکی و دانه مناسب با استفاده از زه‌آب در مقایسه با آبیاری معمولی را در این آزمایش فراهم کرد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که آبیاری با زه آب بعنوان یک منبع آبی قابل استفاده در شرایط کمبود منابع آب و انتخاب ترکیب کودی برای بهبود شرایط رشد گندم امکان تولید عملکرد دانه قابل قبول (حدود ۵/۵ تن در هکتار) در مقایسه با آبیاری معمولی در ارقام بومی استان خوزستان مانند شوش وجود دارد و استفاده از این روش می تواند منجر به استفاده بهینه از آب زهکش‌های کشاورزی بویژه در فصل پاییز و زمستان شده و گام بلندی در راستای نیل به کشاورزی پایدار خواهد بود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از کلیه تلاش‌های اساتید محترم راهنما، مشاور و نیز اعضای هیات علمی و کارکنان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان به سبب ایجاد مقدمات اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می شود.

منابع

ابراهیم‌پور نورآبادی، ف.، آینه بند، ا.، نورمحمدی، ق.، موسوی نیا، ح.، مسکرباشی، م. و پیوستگان، ب. ۱۳۸۶. ارزیابی تاثیر تاریخ کاشت و تراکم یولاف وحشی بر عملکرد و اجزای عملکردگندم زمستانی. مجله علمی کشاورزی. ۳۰ (۳): ۷۷-۷۱.

احمدی، م.، کامکار، ب.، سلطانی، ا.، زینلی، ا.، عامری راحله، ع. ۱۳۸۹. تاثیر تاریخ کاشت بر طول دوره‌های فنولوژیک ارقام گندم و رابطه آن با تولید عملکرد. پژوهش های تولید گیاهی. ۱۷ (۲): ۱۲۲-۱۰۹.

افیونی، د. و محلوجی، م. ۱۳۸۵. تجزیه همبستگی برخی صفات زراعی در ژنوتیپ های گندم (Triticum aestivum L.) در تنش شوری. مجله نهال و بذر. ۲۲ (۲): ۱۹۷-۱۸۶.

پای‌گذار، ی.، قنبری، ا.، ۱۳۸۸. اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف بر خصوصیات کمی و کیفی ارزن مرواریدی رقم نوتریفید (*Pennisetum glacum*) تحت تنش خشکی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۳ (۱۰): ۷۹-۶۷.

جرفی، ا. ۱۳۹۳. اثر کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت دانه‌ای در شوشتر. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان، ۱۷۱ صفحه.

چمانی، ف.، خدابنده، ن.، حبیبی، د.، اصغرزاده، ا. و داودی فرد، ا. ۱۳۹۱. بررسی اثر تنش شوری بر عملکرد و اجزائ عملکرد در گندم تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد (ازتوباکتر کروکوم، آزوسپیریلوم لیپوفروم، سودوموناس پوتیدا) و اسید هومیک. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۸ (۱): ۳۷-۲۵.

رضایی، ف. و شهیدی، ع. ۱۳۹۵. امکان سنجی استفاده از آب های نامتعارف در کشاورزی، دومین کنفرانس بین المللی ایده های نوین در کشاورزی، محیط زیست و گردشگری، اردبیل. ۱۰ صفحه.

سبزواری، س. و خزاعی. ح. ر. ۱۳۸۸. اثر محلول پاشی سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزاء عملکرد گندم رقم پیشتاز. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۱ (۲): ۶۳-۵۳.

سهیلی، ص. و افتخاریان جهرمی، ع. ر. ۱۳۹۴. ارزیابی اثر هیومیک اسید و تنش شوری بر فعالیت آنتی اکسیدانی گیاه سرخارگل. کنفرانس بین المللی علوم و مهندسی، دبی، ۶ صفحه.

شهیدی، ع. و میری، ز. ۱۳۹۷. تأثیر سطوح مختلف شوری بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم گندم در دشت بیرجند. مجله تولید گیاهان زراعی. ۱۱(۲):۶۱-۵۱.

صابری، م. ح.، امینی، ا.، صمدزاده، ع. ر. و تجلی، ح. ۱۳۹۲. ارزیابی برخی ژنوتیپ های گندم تحت تنش شوری در شرایط مزرعه. مجله تنش های محیطی در علوم زراعی. ۶ (۱): ۸۵-۷۷.

کریمیان، ر. و عطایی برازنده، ص. ۱۳۹۲. مطالعه اثر تنش شوری بر برخی از شاخص‌های رشد در سه گونه از جنس اسپرس (Onobrychis) در ایران. زیست‌شناسی گیاهی ایران. ۵ (۱۵): ۸۲-۶۹.

فرهودی، ر. و خدارحم پور، ز. ۱۳۹۴. بررسی پاسخ فیزیولوژیک ۱۹ رقم گندم به تنش شوری در مرحله گیاهچه ای. مجله فرایند و کارکرد گیاهی. ۴ (۱۱): ۷۷-۶۷.

فیضی اصل، و. و ولی‌زاده، غ.ر. ۱۳۸۴. مطالعه اثر کاربرد توام فسفر و روی در جذب عناصر غذایی و فسفر و روی باقیمانده در خاک زیر کشت گندم دیم رقم سرداری. مجله نهال و بذر. ۲۱ (۲): ۲۶۷-۲۴۱.

قربانی، ص. ح،ر، خزاعی. م، کافی و بنایان اول. م. ۱۳۸۹. اثر کاربرد اسید هیومیک در آب آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت (*zea mays* L.). نشریه بوم شناسی کشاورزی. (۱)۲: ۱۳۱-۱۱۱.

ملکوتی، م.ج. و طهرانی، م.م. ۱۳۸۴. نقش ریز مغذی ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. چاپ سوم، دانشگاه تربیت مدرس.

ملکوتی، م.ج. و لطف اللهی، م.الف. ۱۳۷۸. نقش روی در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی و بهبود سلامتی جامعه. شورای عالی سیاست گذاری کاهش مصرف سموم و استفاده بهینه از کودهای شیمیایی، وزارت کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی. کرج. ایران.

یزدی پور، ع.، مادح خاکسار، س.، سیادت، ع. و مسگرباشی، م.۱۳۸۵. مدیریت استفاده از زه‌آب بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم در جهت بهینه سازی مصرف آب، اولین همایش منطقه ای بهره برداری از منابع آب حوضه های کارون و زاینده رود (فرصت‌ها و چالش‌ها) شهرکرد، دانشگاه شهرکرد.

Abid, M., Tian, Z., Ata-Ul-Karim, S.T., Cui, Y., Liu, Y., Zahoor, R., Jiang, D. and Dai, T., 2016. Nitrogen nutrition improves the potential of wheat (*Triticum aestivum L.*) to alleviate the effects of drought stress during vegetative growth periods. Frontiers in plant science. 7: 981.

Ahmadi, M., Kamkar, B., Soltani, A., Zenali, E., and Abrabameri, R. 2012. The effect of planting date on duration of phonological phases in wheat cultivars and its relation with grain yield. Journal of Plant Production, 17(2): 109-122. (In Persian with English Summary)

Akhtar, K., Muhammad Shah, S., Ali, A., Zaheer, S., Wahid, F., Khan, A., Shah, M., Bibi, S. and Majid, A. 2014. Effects of humic Acid and crop residues on soil and wheat nitrogen contents. American Journal of Plant Sciences. 5: 1277-1284.

Bates, L.S., Waldern, R.P. and Tear, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil. 39: 205-207.

Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E. and Alvino, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 25 (2):183-191.

Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat.

Feiziasl, V. and Valizadeh, G.R. 2003.

Garcia, L. F., Rhrrabti Y., Villegas, D. and Royo, C. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: An on to genic approach. Agronomy Journal. 95: 266-274.

Sharma, D.P., Rao, K.V.G.K., Singh, K.N., Kumbhare, P.S. and Oosterbaan, R.J. 1994. Conjunctive use of saline and non-saline irrigation waters in semi-arid regions. Irrigation Science, 15(1): 25-33.

Upadhyay, S.K., Singh, J.S. and Singh, D.P. 2011. Exopolysaccharide-Producing plant growth-promoting rhizobacteria under salinity condition. Pedosphere. 21 (2): 214-222.

Xue, J. and Ren, L. 2017. Conjunctive use of saline and non-saline water in an irrigation district of the Yellow River Basin. Irrigation and Drainage, 66 (2): 147-162.

Zoski, E. D., Lapen D. R., Gottschall N., Murrell R. S. and Schuba, B. 2013. Nitrogen, phosphorus, and bacteria removal in laboratory-scale woodchip bioreactors amended with drinking water treatment residuals. International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 56: 1339-1347.