نشریه پژوهش های کاربردی زراعی
دوره۳۵- شماره ۲- پیاپند ۱۳۵ تابستان ۱۴۰۱

اثرات محلول‌پاشی اسید هیومیک، ویتاسپرین و سولفات روی بر عملکرد و محتوی کلروفیل گندم دیم منطقه زرینه دراستان کردستان

Effect of foliar application of humic acid, vitaspirin and zinc sulfate on yield and chlorophyll content of dryland wheat in Zarrineh region of Kurdistan province

قدمخیر دارائی[۱]، فرزاد حسین پناهی[۲*]،عادل سی و سه مرده[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آگروتکنولوژی، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان.
۲. استادیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان ، (نگارنده مسئول)
۳. دانشیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲ - شناسانهٔ برنمود رقمی: 10.22092/aj.2023.357061.1578

چکیده

دارائی، ق.، حسین پناهی، ف.، سی و سه مرده، ع.، . اثرات محلول‌پاشی اسید هیومیک، ویتاسپرین و سولفات روی بر عملکرد و محتوی کلروفیل گندم دیم منطقه زرینه دراستان کردستان
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۵ - شماره ۲- پیاپند ۱۳۵ تابستان ۱۴۰۱ صفحه: ۶۴-۵۰

یکی از روش‌های مؤثر در کاهش اثرات تنش خشکی و برطرف نمودن کمبود عناصر غذایی، محلول‌پاشی ترکیبات آلی و معدنی است. مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات محلول‌پاشی ترکیبات آلی و معدنی مختلف بر خصوصیات فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم (رقم آذر ۲) در اراضی دیم شهر زرینه در۲۰ کیلومتری شهرستان دیواندره واقع در استان کردستان در سال های زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۸ تیمار در ۴ تکرار انجام شد. تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش شامل، شاهد (بدون محلول‌پاشی)، محلول‌پاشی ویتاسپرین (با غلظت ۱ در هزار)، محلول‌پاشی اسید هیومیک (با غلظت ۱ در هزار)، محلول‌پاشی سولفات روی (با غلظت ۳ در هزار)، محلول‌پاشی ویتاسپرین + اسید هیومیک، محلول‌پاشی ویتاسپرین + سولفات روی، محلول‌پاشی اسید هیومیک + سولفات رویو محلول‌پاشی اسیدهیومیک + سولفات روی + ویتاسپرین بودند که در دو مرحله طویل شدن ساقه ها و ظهور سنبله اعمال شدند. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثرات برهم کنش سال×محلول‌پاشی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در بین ترکیبات استفاده شده، محلول‌پاشی ویتاسپرین+ سولفات روی در هر دو سال زراعی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد به طوری که در سال زراعی ۹۸-۹۷، عملکرد دانه را از ۱۲۵/۹۳ گرم بر متر مربع به۱۴۳/۶۲ گرم بر مترمربع (۱۴/۰۴ درصد افزایش)و در سال زراعی ۹۹-۹۸، عملکرد دانه را از ۱۲۰/۷۲ گرم بر متر مربع به ۱۵۳/۴۰ گرم بر مترمربع (۲۷/۰۷ درصد افزایش) بهبود بخشید. از دلایل افزایش عملکرد در اثر محلول‌پاشی ویتاسپرین + سولفات روی می‌توان به بهبود محتوای کلروفیل، افزایش تعداد سنبله در واحد سطح، افزایش عملکرد بیولوژیک و افزایش وزن هزار دانه اشاره کرد. بنابراین می توان محلول‌پاشی ویتاسپرین+ سولفات روی را جهت بهبود عملکرد دانه در گندم دیم پیشنهاد کرد.

واژه های کلیدی: آذر ۲، آسکوربیک اسید، اجزای عملکرد، سالیسیلیک اسید

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: f.hosseinpanahi@uok.ac.ir

مقدمه

از آنجائیکه استان کردستان بالاترین سطح زیر کشت و میزان تولید گندم دیم کشور را دارد، مطالعه عواملی که بتوانند عملکرد گندم دیم را افزایش دهند منجر به افزایش ثبات تولید گندم در کشورخواهد شد.تغذیه مطلوب گندم دیم یکی از مهم‌ترین مدیریت‌های فراموش شده در زراعت دیم می باشد، که اغلب توسط کشاورزان مورد استقبال قرار نمی‌گیرد. در زراعت دیم ایران مصرف کود سرک اوره همزمان با بارندگی از مهم‌ترین راهکارهای کشاورزان در ارتباط با تغذیه محصول است و اقدامات بیشتری در این زمینه به جهت کمبود امکانات و یا عدم آگاهی کافی صورت نمی‌گیرد. این در حالی است که محلول‌پاشی عناصر غذایی یکی از روش‌های موثر در برطرف کردن کمبود عناصر غذایی محصولات دیم می‌باشد (Liu *et al* ., 2020) در روش محلول‌پاشی، عناصر با کارآیی نسبتاً بالا و با سرعت زیاد در اختیار گیاه قرار می‌گیرند (Noulas*et al*., 2018). در اراضی دیم ایران کمبود برخی عناصر نظیر روی به دلیل اسیدیته بالای خاک به میزان زیادی مشاهده می شود(Nafisi & Malakouti, 1997). خاک‌های دارای کمبود روی تقریباً ۳۰ درصد از خاک‌های کشاورزی جهان را در برگرفته (Wu *et al* ., 2020) و حل مشکل کمبود روی در خاک با استفاده از کاربرد کود ممکن است پر هزینه باشد. بنابراین محلول‌پاشی ترکیبات دارای روی راهکار بسیار مناسبی در این زمینه می باشد(Doolette *et al*., 2018).در آزمایشات مختلف محلول‌پاشی سولفات روی در گندم باعث بهبود سبزینگی و محتوای کلروفیل(Karim *et al*., 2012)، افزایش ۲۱ درصدی تعداد سنبله در واحد سطح (Seadh *et al*., 2009) و بهبود عملکرد دانه (۱۴ درصد) شد(Zoz *et al*., 2012).

یکی دیگر از اسیدهای آلی بسیار پرکاربرد در کشاورزی مدرن اسید هیومیک می باشد که در مطالعات زیادی برای افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگرچه اسید هیومیک عمدتاً یک ترکیب با مصرف خاکی بوده و در شرایط کود-آبیاری بیشتر مورد استفاده کشاورزان قرار می‌گیرد، اما نتایج برخی مطالعات سودمندی محلول‌پاشی این ترکیب آلی را به خوبی نشان داده اند(Manal *et al*., 2016).در آزمایشی محلول‌پاشی اسیدهیومیک (۳۰۰ میلی گرم در لیتر) در مرحله طویل شدن ساقه های گندم، منجر به افزایش معنی‌دار سطح برگ، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه شد(Tourfi & shokuhfar, 2019). در مطالعه دیگرینتایج بیانگر آن بود که محلول‌پاشی اسید هیومیک (۴ لیتر در هکتار)، منجر به افزایش ارتفاع بوته و وزن هزار دانه در گندم شده است (Manal *et al*., 2016) همچنین در پژوهشی نشان داده شد که محلول‌پاشی اسید هیومیک و سولفات روی وزن هزار دانه گندم دیم را به طور معنی داری افزایش دادند و دلیل این امر افزایش مواد ذخیره‌ای و کاهش محدودیت منبع عنوان شد که در نهایت منجر به انتقال بیشتر مواد پرورده به سمت دانه گردید (Soofi, 2014).

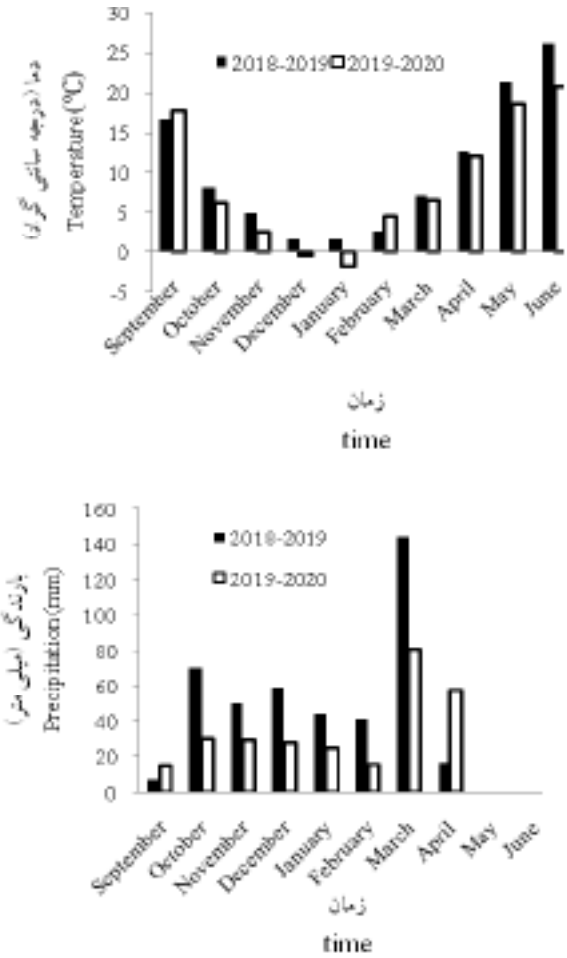
ویتاسپرین یکی از مواد پرمصرف در

صنعت طیور است که در سالیان اخیر مورد توجه متخصصین زراعت نیز قرار گرفته است. ویتاسپرین پودری محلول در آب است که شامل آسکوربیک اسید (ویتامینC) و آسپرین (استیل سالیسیلیک اسید) است و در گروه داروهای ضد التهاب، ضد استرس و ضد تب دام و طیور قرار می‌گیرد. در هر گرم ویتاسپرین ۲۰ میلی گرم ویتامین C و ۲۵۰ میلی گرم آسپرین وجود دارد. در منابع علمی عنوان شده است که افزایش سطح بستره های آنزیم‌های آنتی اکسیدان و ترکیبات آنتی اکسیدانی درون سلولی مانند اسیدآسکوربیک از راهکارهای موثر در افزایش مقاومت گیاهان به تنش در گیاه می‌باشند (, Gharib 2016 Hafez &) محلول‌پاشی آسکوربیک اسید با غلظت های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام منجر به افزایش غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی، سطح برگ، ارتفاع گیاه وعملکرد دانه در گندم آبی شده است (Amin *et al*., 2012). همچنین محلول‌پاشی اسید آسکوربیک باعث افزایش محتوای کلروفیلو بهبود عملکرد دانه در گندم نیز شده است (Hafez & Gharib , 2016) سالیسیلیک اسید نیز به عنوان یک مولکول سیگنال داخلی در مقاومت به‌تنش های محیطی در گیاهان نقش دارد. در آزمایشی نتایج نشان داد که محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید با اثر گذاشتن بر طویل شدن سلول ها و تقسیم سلولی باعث افزایش سطح برگ، میزان و سرعت فتوسنتز و ارتفاع گندم شد (*et al*., 2010 Hayat) همچنین سالیسیلیک اسید از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی در گیاه و همچنین تقویت تقسیم سلولی مریستم انتهایی در گندم منجر به افزایش رشد و عملکرد بیولوژیکی در گندم گردید(*et al*., 2020 Afzal) با توجه به این که اطلاعات اندکی در زمینه کاربرد توأم آسکوربیک اسید و سالیسیلیک اسید در شرایط دیم وجود دارد، و با توجه به اینکه ویتاسپرین یک ماده ارزان قیمت و قابل دسترس در بازار می باشد، هدف از این مطالعه بررسی تاثیر کاربرد ویتاسپرین به صورت مجزا و یا در ترکیب با غلظت‌های رایج اسید هیومیک و سولفات روی بر محتوی کلروفیل و عملکرد گندم تحت شرایط دیم بود.

مواد و روش ها

این آزمایش طی دو سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ و ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در اراضی دیم شهر زرینه در۲۰ کیلومتری شهرستان دیواندره واقع در استان کردستان انجام شد.ارتفاع منطقه از سطح دریا ۲۱۴۳ متر و میانگین بارندگی سالیانه آن ۳۷۸/۹ میلی متر می باشد.آب و هوای این منطقه بر اساس روش اقلیم بندی آمبرژه از نوع مدیترانه ای و نیمه‌خشک است. میزان بارندگی در سالهای زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ و ۱۳۹۹-۱۳۹۸ به ترتیب ۴۹۵/۰۶ و ۳۹۱/۹۷ میلی متر با توزیع متفاوت در فصل بهار بود (شکل ۱).

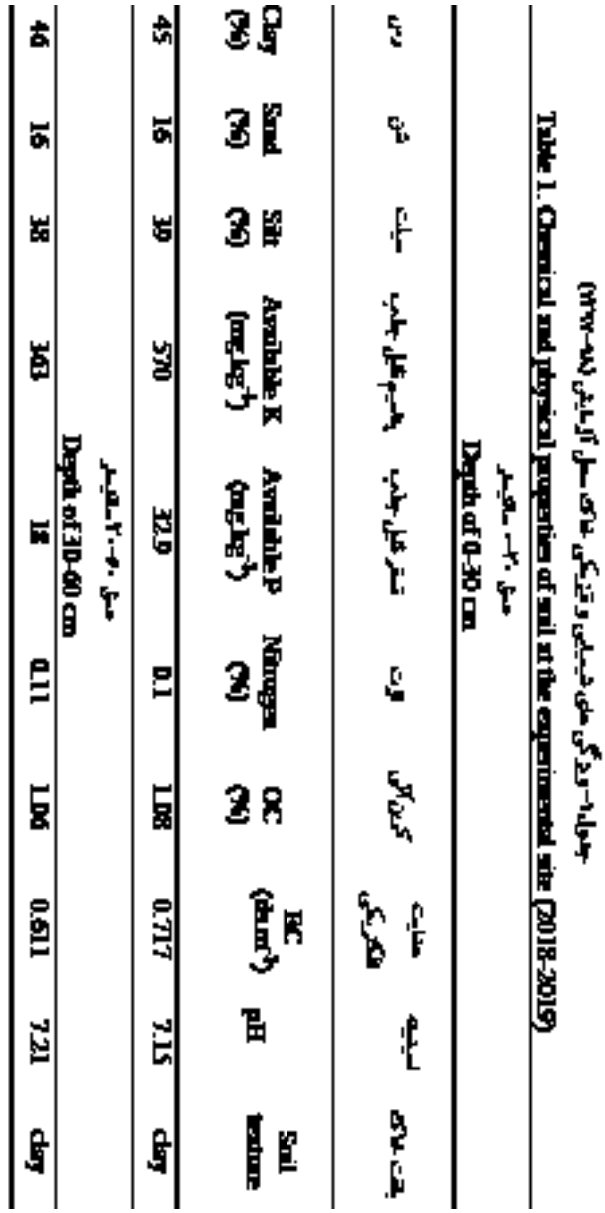
برای آماده ساختن زمین جهت کشت، در ابتدا با استفاده از گاوآهن عملیات شخم انجام شد، سپس با استفاده از دیسک بستر بذر مناسب تهیه گردید و در نهایت بذور با استفاده از خطی کار غلات ۱۹ ردیفه تولیدی شرکت سبزدشت کشت شدند. ابعاد هر کرت ۳×۵ متر بود. فاصله بین کرت‌ها ۰/۵ متروفاصله بین تکرارهانیز دو متر



شکل ۱- مقادیر تجمعی ماهیانه بارندگی (میلی متر) و میانگین ماهیانه دما (درجه سانتیگراد) در منطقه زرینه استان کردستان

Figure 1. Cumulative monthly rainfall (mm) and average monthly temperature (degrees Celsius) in Zarineh region of Kurdistan province.

درنظر گرفته شد. در هر کرت ۱۹ خط کاشت با فواصل حدود ۱۵ سانتی متر کشت شد.تاریخ بذرکاری در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷، ۱۶ مهر و تاریخ اولین بارندگی مؤثر ۵ آبان بود.در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ نیز تاریخ بذرکاری ۱۵ آبان و تاریخ اولین بارندگی مؤثر ۲۹ آبان ثبت گردید. تراکم کشت بر مبنای ۱۵۰ کیلوگرم بذر مصرفی در هکتار که تراکم توصیه شده در منطقه است در نظر گرفته شد. در هر دو سال آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار و ۴ تکرار با استفاده از گندم رقم آذر ۲ انجام شد. رقم آذر۲ از ارقام رایج گندم دیم در غرب کشور می باشد. رقم آذر ۲ از تلاقی دو رقم اینیا و سرداری بدست آمده است که زود رس و متحمل به ریزش دانه، سرما، خشکی و ورس می باشد و عملکرد بیشتری در مقایسه با رقم سرداری دارد(Keshavarz *et al*., 2016). میانگین وزن هزار دانه رقم آذر ۲ معادل ۴۱/۸-۳۶/۱ گرم، میانگین عملکرد زیستی (کل ماده خشک) آن ۴۹۰ گرم در متر مربع، میانگین عملکرد دانه آن ۲۰۴ گرم در متر مربع، میانگین شاخص برداشت آن ۳۹/۳ درصد و میزان پروتئین دانه آن ۱۱/۷۲-۱۱/۳۰ درصد می باشد (Eskandari & Roustaei, 2007.



جدول ۱- ویژگی های شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش (۲۰۱۸-۲۰۱۹)
Table 1. Chemical and physical properties of soil at the experimental site (2018-2019)

عمق خاک Soil depth	بافت خاک Soil texture	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	کربن آلی OC (%)	ازت Nitrogen (%)	فسفر قابل جذب Available P (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب Available K (mg/kg)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)	رس Clay (%)
cm										
عمق ۳۰-۰ سانتی متر Depth of 30-0 cm		7.15	0.777	1.88	0.1	32.9	570	36	16	48
عمق ۶۰-۳۰ سانتی متر Depth of 60-30 cm		7.21	0.611	1.06	0.11	18	363	38	16	46

تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش شامل: ۱- شاهد (محلول‌پاشی با آب معمولی (تیمار پلاسبو[1])،۲- محلول‌پاشی ویتاسپرین (با غلظت ۱ در هزار)، ۳- محلول‌پاشی اسید هیومیک با غلظت ۱ در هزار (Dolatabadi et al., 2014)،۴- محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت ۳ در هزار (Soofi, 2014)،۵- محلول‌پاشی ویتاسپرین (با غلظت ۱ در هزار)+ اسید هیومیک (با غلظت ۱ در هزار)، ۶- محلول‌پاشی ویتاسپرین (با غلظت ۱ در هزار)+ سولفات روی (با غلظت ۳ در هزار)،۷- محلول‌پاشی اسید هیومیک (با غلظت ۱ در هزار)+ سولفات روی (با غلظت ۳ در هزار)،۸- محلول‌پاشی اسید هیومیک (با غلظت ۱ در هزار)+ سولفات روی (با غلظت ۳ در هزار)+ ویتاسپرین (با غلظت ۱ در هزار) بودند. ویتاسپرین مورد استفاده در این آزمایش از تولیدات شرکت های داخلی بوده و هر گرم آن حاوی ۲۵۰ میلی گرم آسپرین (استیل سالیسیلیک اسید) و و ۲۰ میلی گرم ویتامین ث (آسکوربیک اسید) می باشد. سولفات روی مورد استفاده متعلق به شرکت Merck آلمان بود و برای اسید هیومیک از ترکیبات تجاری موجود در بازار با ترکیب ۶۸ درصد اسید هیومیک، ۱۲ درصد اسید فولیک و ۵ درصد اکسید پتاسیم استفاده شد.تیمارهای محلول‌پاشی در دو مرحله طویل شدن ساقه ها و ظهور سنبله دهی اعمال شدند.

در مرحله گلدهی از هر واحد آزمایشی نمونه برگ پرچم جهت اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگ برداشته شد. برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل از روش(Lichtenthaleret al.(2001 استفاده شد. ۰/۱ گرم نمونه برگ تازه با استفاده از ازت مایع پودر شد وسپس ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ و ۰/۰۱ گرم اکسیدمنیزیم به آن اضافه گردید و به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس میزان جذب آن توسط دستگاه اسپکتروفتومتردر طول‌موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر قرائت گردید و با استفاده از معادلات ۱ تا ۳ میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل (برحسب میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) محاسبه شد.

۱. Placebo

معادله ۱ تا ۳

$$\text{کلروفیل a} = \frac{[12.7 \times (\text{جذب در } 663) - 2.69 \times (\text{جذب در } 645)] \times V}{1000 \times W}$$

$$\text{کلروفیل b} = \frac{[22.9 \times (\text{جذب در } 645) - 4.68 \times (\text{جذب در } 663)] \times V}{1000 \times W}$$

$$\text{کلروفیل کل} = \frac{[20.2 \times (\text{جذب در } 645) - 8.02 \times (\text{جذب در } 663)] \times V}{1000 \times W}$$

در این معادلات V حجم نهایی نمونه استخراج شده و W وزن تر نمونه است.

در پایان فصل زراعی نیز با قرار دادن کوادرات ۲×۱/۵ متر در هر واحد آزمایشی و کف برکردن بوته ها،صفاتی از قبیل تعداد سنبله درمترمربع، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)، عملکرد دانه (گرم در مترمربع) و شاخص برداشت (درصد) اندازه گیری شدند. میزان پروتئین دانه نیز با استفاده از دستگاه NIR[2] اندازه‌گیری شد و شاخص برداشت نیز براساس معادله ۴محاسبه گردید:

$$\text{شاخص برداشت} = \frac{\text{عملکرد اقتصادی}}{\text{عملکرد بیولوژیک}} \times 100$$

با توجه به اینکه این پژوهش در دوسال زراعی اجرا شد، آزمون بارتلت برای بررسی همگنی واریانس خطاهای آزمایشی در سال‌های مختلف انجام و نتایج نشان داد که در برخی صفات اختلاف معنی‌دار بین واریانس خطاها در آزمایش‌های جداگانه وجود نداشت (عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، تعداد سنبله، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت) و به همین دلیل داده های مربوط به آن صفات به صورت تجزیه مرکب آنالیز شدند و معنی‌داری و عدم معنی‌داری اثر منابع تغییرات (اثر سال، اثر محلول‌پاشی و برهم کنشاثر سال × محلول‌پاشی) بر صفات نامبرده با استفاده از امید ریاضی نیز بررسی شد.در صفاتی که واریانس خطاها در آزمایش‌های جداگانه ناهمگن بود تجزیه واریانس داده‌ها به طور مجزا و به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی با ۴ تکرار با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. سپس مقایسه میانگین داده ها با استفاده ازآزمون LSD توسط نرم افزار Mstatc انجام و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

محتوای کلروفیل برگ

محتوای کلروفیل برگ فقط در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ اندازه‌گیری شد و نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد که محلول‌پاشی اثر معنی‌داری بر محتوای کلروفیل a، کلروفیل bو کلروفیل کل داشت (جدول ۲، $0.05>p$). محلول‌پاشی سولفات روی، اسید هیومیک + سولفات روی، اسید هیومیک، ویتاسپرین + سولفات روی و ویتاسپرین+ اسید هیومیک به ترتیب محتوای کلروفیل a را ۴۰/۷۸، ۳۲/۸۹، ۲۶/۳۱، ۲۵ و ۲۱/۰۵ درصد افزایش دادند و سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند. همچنین محلول‌پاشی سولفات روی، اسیدهیومیک + سولفات روی، ویتاسپرین و اسیدهیومیک به ترتیب محتوای کلروفیل b را از ۰/۲۱ میلی گرم بر گرم وزن‌تر (شاهد) به ۰/۳۳، ۰/۲۹، ۰/۲۸ و ۰/۲۸ میلی گرم بر گرم وزن‌تر افزایش دادند که به ترتیب معادل

۸. Near Infrared Spectroscopy

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر محلول پاشی ترکیبات مختلف بر محتوی کلروفیل برگ گندم دیم رقم آذر ۲ در منطقه کردستان

Table 2. Analysis of variance for the effect of foliar applications of different components on leaf chlorophyll content of dryland wheat (Azar2 cultivar) in Marivan region of Kurdistan province

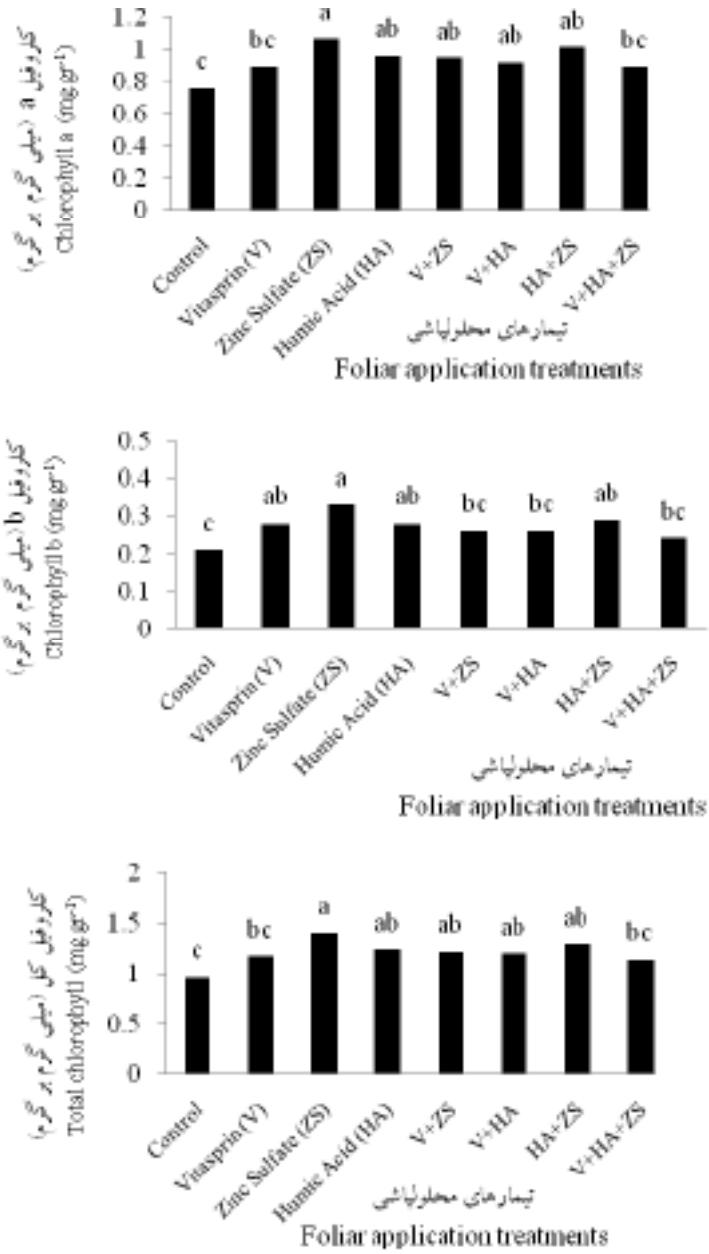
منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares			
		کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	
بلوک Block	3	0.019ns	0.001ns	0.033ns	
تیمارهای محلول پاشی Foliar application	7	0.032*	0.004*	0.06*	
خطا Error	21	0.011	0.001	0.019	
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	11.59	11.79	11.61	

ns، * به ترتیب بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار و وجود اختلاف معنی دار در سطح یک و پنج درصد و ns، * indicate a significant difference at 1% and 5% probability levels and no significant difference, respectively.

۵۷/۱۴، ۳۸/۰۹، ۳۳/۳۳ و ۳۳/۳۳ درصد افزایش بود و سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند (شکل ۲). محلول‌پاشی سولفات روی، اسید هیومیک + سولفات روی، اسید هیومیک، ویتاسپرین + سولفات روی و ویتاسپرین+ اسیدهیومیک به ترتیب محتوای کلروفیل کل را از ۰/۹۷ میلی گرم بر گرم وزن تر (شاهد) به ۱/۴۰، ۱/۲۹، ۱/۲۴، ۱/۲۲ و ۱/۲۰ میلی گرم بر گرم وزن‌تر افزایش دادند که به ترتیب معادل ۴۴/۳۲، ۳۲/۹۸، ۲۷/۸۳، ۲۵/۷۷ و ۲۳/۷۱ درصد

ود و اختلاف سایر تیمار ها با شاهد معنی‌داری نبود (شکل ۲).

گزارش شده است که محلول‌پاشی اسید هیومیک (۴ لیتر در هکتار)، از طریق بهبود محتوی کلروفیل قادر به کندکردن روند پیری برگ، افزایش مدت فتوسنتز و افزایش عملکرد گندم می‌گردد (Manal *et al*., 2016). در مطالعه ی دیگری تاثیر معنی دارمحلول پاشی سولفات روی بر محتوی کلروفیل و بهبود فتوسنتز گندم به خوبی نشان داده شده است (Sepehri&Manarifard, 2015). در آزمایشی نتایج حاکی از آن بود که



شکل ۲- مقایسه میانگین محتوای کلروفیل a، b و کلروفیل کل در گندم دیم رقم آذر ۲ تحت تاثیر محلول‌پاشی ترکیبات مختلف آلی و معدنی. حروف مشابه نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

Figure 2. The comparison of the average content of chlorophyll a, b, and total chlorophyll in the dryland wheat of Azar 2 cultivar under foliar application of different organic and inorganic compounds. Similar letters indicate no significant difference at the 5% probability level.

محلول‌پاشی اسید آسکوربیک غلظت کلروفیل را افزایش داد(Aziz *et al*., 2018) و در آزمایش دیگری مشخص شد که محلول‌پاشی ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید در شرایط تنش خشکی از طریق افزایش محتوی کلروفیل منجر به افزایش فعالیت های فتوسنتزی، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه گندم شد (Jah- , 2017 Emam & ani) با توجه به اینکه ویتاسپرین ترکیبی از اسیداسکوربیک و سالیسیلیک اسید می‌باشد، لذا نتایج این مطالعه در تطابق با سایر مطالعاتی است که از ترکیبات خالص آسکوربیک اسید و سالیسیلیک استفاده نموده‌اند

جدول ۳- تجزیه مرکب صفات زراعی ژنوتیپ های گندم نان تحت تاثیر محلول پاشی ترکیبات مختلف و عملکرد و اجزای عملکرد دانه آنها در منطقه زرینه کمر

Table 3. Theanalysis of variance for the effect of foliar application of different compounds on grain yield and yield components of the dryland wheat (Azar2 cultivar) in Zarineh region of Kamkian province

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	Mean squares میانگین مربعات						
		عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	تعداد سنبله Spike number	وزن سنبله Spike weight	تعداد دانه در سنبله Number of grains per spike	شاخص برداشت Harvest index
سال Year	1	160155**	5193**	25343**	29430**	84.13**	641**
تکرار (سال) Block (year)	6	1040	136	347	2827	0.73	1.64
محلول پاشی Foliar application	7	5733**	748**	22507**	1502**	1.81**	5.24**
سال*محلول پاشی Year*Foliar application	7	2520**	612**	1946**	1277**	1.83**	4.58**
خطا Error	42	609	88.56	152	1259	0.36	4.49
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	7.33	7.15	3.48	18.12	7.20	5.16

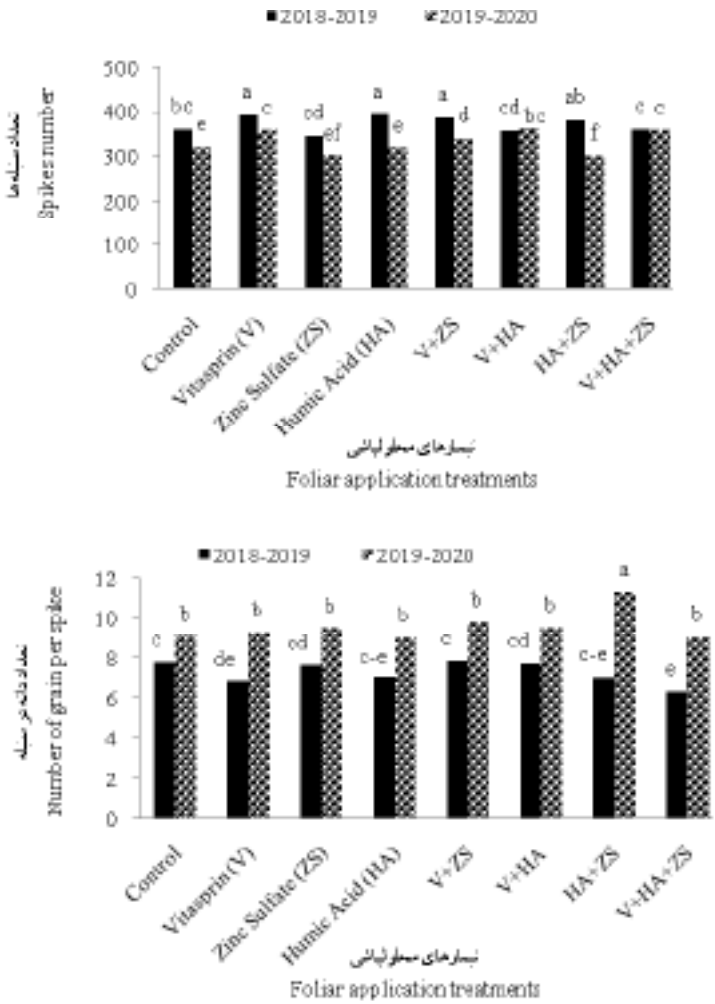
ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and ** indicate a significant difference at 1% and 5% probability levels and no significant difference respectively.

و با توجه به دسترسی آسان آن در بازار می‌توان در مزارع گندم دیم از آن استفاده کرد.

عملکرد بیولوژیک

نتایج نشان داد، برهم کنش اثر سال × محلول‌پاشی بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول۳). در سال اول(۹۸-۹۷)، محلول‌پاشی ویتاسپرین + سولفات روی اثر معنی‌داری بر افزایش عملکرد بیولوژیک داشت و آن را ۱۴/۰۴ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد و سایر تیمار ها تفاوت معنی داری با شاهد نداشتند. در سال دوم(۹۹-۹۸)، محلول‌پاشی ویتاسپرین+ اسیدهیومیک، اسیدهیومیک+ سولفات روی، ویتاسپرین+ سولفات روی، ویتاسپرین و اسید هیومیک+ سولفات روی+ ویتاسپرین اثر معنی‌داری بر صفت عملکرد بیولوژیک داشتند و آن را به ترتیب به میزان ۲۰/۲۷، ۱۹/۶۷، ۱۶/۹۲، ۱۱/۱۸ و ۱۱ درصد افزایش دادند (شکل ۳). در مطالعه ایبر روی



شکل ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل سال × محلول‌پاشی بر تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله گندم دیم رقم آذر ۲. حروف مشابه نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

Figure 3. The mean comparison of the year*foliar application interactions on spike number and number of grains per spike in the dryland wheat of Azar 2 cultivar. Similar letters indicate no significant difference at the 5% probability level.

گندم گزارش شد که محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید اثر معنی‌داری بر بهبود محتوی آب نسبی، عملکرد بیولوژیک و افزایش تحمل به خشکی داشت (Loutfy *et al*., 2012) همچنین گزارش شده است که محلول‌پاشی اسید آسکوربیک به واسطه بهبود محتوی آب نسبی برگ، محتوی کلروفیل و سطح برگ منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی گندم شد (Hafez & Gharib , 2016). در مطالعه دیگری گزارش شد که محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت ۱/۵ در هزار سبب بهبود غلظت کلروفیل و افزایش فعالیت آنزیم‌های ریبولوز بیس فسفات کربوکسیلاز و فسفوانول پیروات کربوکسیلاز باعث افزایش ۹ درصدی عملکرد بیولوژیکی گندم شد (Manarifard & Sepehri, 2015).

عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان داد که اثر اصلی تیمار محلول‌پاشی بر عملکرد دانه و کلیه صفات مورد مطالعه از قبیل اجزای عملکرد دانه غیر معنی‌دار بود (جدول ۳). اثرات

برهم کنش سال × محلول‌پاشی بر صفات عملکرد دانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). در سال اول(۹۸-۹۷)، محلول‌پاشی اسید هیومیک، ویتاسپرین و ویتاسپرین+ سولفات روی به ترتیب ۹/۱۷، ۸/۸۵ و ۷/۱۰ درصد تعداد سنبله در متر مربع را افزایش دادند و این میزان افزایش در سال دوم (۹۹-۹۸)، در تیمارهای محلول‌پاشی ویتاسپرین + اسیدهیومیک، ویتاسپرین، اسید هیومیک+سولفات روی + ویتاسپرین و ویتاسپرین + سولفات روی به ترتیب ۱۳/۸۶، ۱۲/۶۱، ۱۲/۵۴ و ۶/۵۵ به دست آمد و سایر تیمارها اثر معنی‌داری بر تعداد سنبله نداشتند (شکل ۳). به‌طور کلی در اغلب تیمارهای آزمایش تعداد سنبله در مترمربع در سال اول (سال زراعی ۹۸-۹۷) بیشتر از سال دوم (سال زراعی ۹۹-۹۸) بود. وقوع اولین بارندگی موثر در سال اول (سال زراعی ۹۸-۹۷) حدود ۲۴ روز زودتر از سال دوم (سال زراعی ۹۹-۹۸) بود (۵ آبان در مقابل ۲۹ آبان). این مسئله در کنار بارندگی بیشتر فصل پاییز در سال اول نسبت به سال دوم (شکل ۱) سبب تسریع در سبز شدن گندم و وجود زمان کافی برای پنجه زنی و در نتیجه افزایش تعداد سنبله گردید.

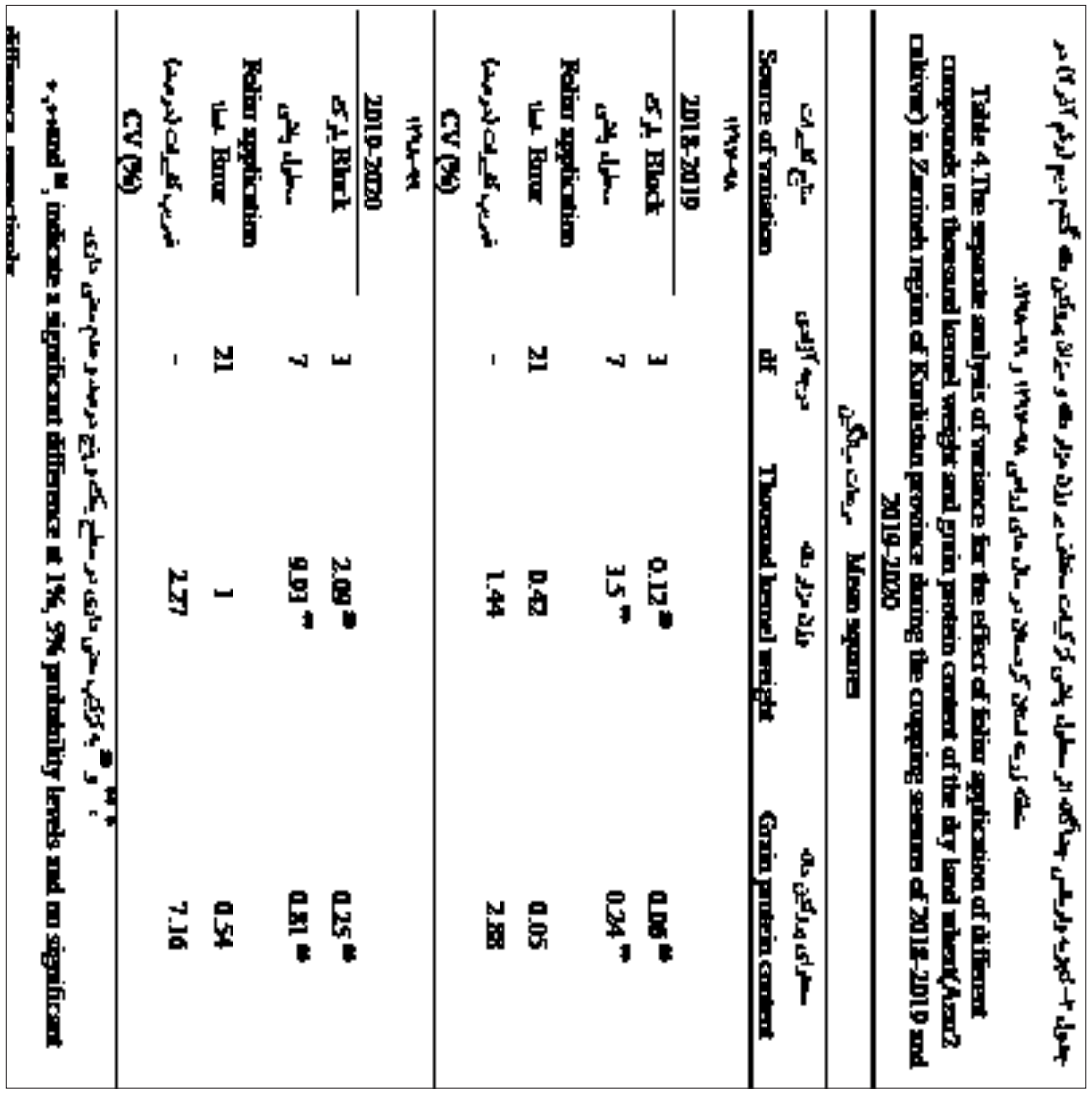
برخلاف تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله در اغلب تیمارهای آزمایش در سال دوم(۹۹-۹۸) بیشتر از سال اول(۹۸-۹۷) بود که دو دلیل می توان برای آن ذکر کرد. در گیاهانی نظیر گندم خاصیت جبرانی اجزای عملکرد باعث می‌شود که کاهش یک جزء سبب افزایش سایر اجزای عملکرد گردد. کاهش تعداد سنبله در واحد سطح در سال دوم (۹۹-۹۸) احتمالا سبب افزایش تعداد دانه در سنبله شده است. همچنین توزیع بارش نشان می‌دهد که میزان بارندگی در بهار سال دوم (سال زراعی ۹۹-۹۸) بیشتر از بهار سال اول (سال زراعی ۹۸-۹۷) بوده (شکل ۱) و این مسئله سبب حفظ رطوبت بیشتر تا زمان گلدهی و نرخ گرده افشانی بالاتر شده و زمینه تولید تعداد دانه بیشتری را فراهم آورده است.در سال اول (۹۸-۹۷)، محلول‌پاشی ویتاسپرین و اسید هیومیک + سولفات روی + ویتاسپرین باعث کاهش معنی‌دار تعداد دانه در سنبله به ترتیب به میزان ۱۲/۸۰ و ۱۸/۰۵ درصد شدند و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند. در سال دوم (۹۹-۹۸)، محلول‌پاشی اسید هیومیک + سولفات روی ۲۴/۳۹ درصد تعداد دانه در سنبله را افزایش داد و اختلاف سایر تیمارها با شاهد معنی‌دار نبود (شکل ۳).

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که در سال‌های زراعی ۹۸-۹۷ و ۹۹-۹۸، محلول‌پاشی اثر معنی‌داری بر وزن هزار دانه داشت (جدول ۴، $p<0.01$). در سال اول (۹۸-۹۷)، محلول‌پاشی ویتاسپرین + سولفات روی و اسیدهیومیک + سولفات روی + ویتاسپرین به ترتیب وزن هزار دانه را از ۴۴/۵۲ گرم (شاهد) به ۴۶/۹۷ و ۴۵/۵۶ گرم افزایش دادند وسایر تیمار ها تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند(شکل ۳). در سال دوم (۹۹-۹۸)، محلول‌پاشی اسیدهیومیک + سولفات روی، ویتاسپرین + سولفات روی، اسید هیومیک+ سولفات روی+ ویتاسپرین، ویتاسپرین، ویتاسپرین + اسید هیومیک و اسیدهیومیک وزن هزار دانه را از ۴۱/۴۰ گرم

(شاهد) به ۴۵/۹۷، ۴۵/۸۵، ۴۴/۴۷، ۴۴/۲۸، ۴۴/۰۲ و ۴۳/۹۸ گرم افزایش دادند (شکل ۳).

مطالعات قبلی نشان داده اند که محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف مانند روی منجر به افزایش تعداد سنبله در متر مربع شده و از آن جایی که گیاه بعد از کاهش سطح برگ عمده فعالیت‌های فتوسنتزی را از طریق سنبله انجام می دهد، بنابراین افزایش تعداد سنبله می تواند در نهایت منجر به افزایش عملکرد در گیاه نیز گردد (Soylur *et al*., 2005) همچنین گزارش شده است که محلول‌پاشی اسید هیومیک در مرحله طویل شدن ساقه‌ها (۳۰۰ میلی گرم در لیتر) منجر به افزایش معنی‌دار سطح برگ، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه گندم گردید (Shokuh- & Tourfi far, 2019). محلول‌پاشی سولفات روی احتمالا از طریق افزایش سنتز کلروفیل فرآیند پیری در برگ را به تأخیر انداخته و طول دوره پر شدن دانه را افزایش خواهد داد و این مسئله منجر به تولید و انتقال بیشتر کربوهیدرات‌ها به سمت دانه و افزایش وزن هزار دانه خواهد گردید(Zoz*et al*., 2012). همچنین در شرایط تنش، محلول‌پاشی اسید آسکوربیک از طریق غیر فعال کردن گونه‌های فعال اکسیژن منجر به یکپارچگی غشاء کلروپلاستی، افزایش فعالیت سیستم های فتوسنتزی، افزایش تولید کربوهیدرات های محلول، انتقال آن ها به دانه و افزایش وزن هزار دانه می گردد (*al*., *et* Shao 2008). در مطالعه دیگری گزارش شد که محلول‌پاشی اسید هیومیک از طریق افزایش بافت های فتوسنتز کننده منجر به طولانی تر شدن دوره رشد، بهبود گرده افشانی، افزایش نرخ لقاح و باروری گل ها، افزایش تعداد دانه و عملکرد دانه می گردد (Bahrani, 2015).

همانطور که ذکر شد برهم کنش سال × محلول‌پاشی بر عملکرد دانه معنی دار بود (جدول۳). در سال اول(۹۸-۹۷)، محلول‌پاشی ویتاسپرین + سولفات روی ۱۴/۰۴ درصد عملکرد دانه را در مقایسه با شاهد افزایش داد، همچنین در سال دوم(۹۹-۹۸)، محلول‌پاشی اسیدهیومیک + سولفات روی، ویتاسپرین + سولفات‌روی، ویتاسپرین + اسیدهیومیک، ویتاسپرین و اسید هیومیک + سولفات روی + ویتاسپرین به ترتیب ۲۹/۶۳، ۲۷/۰۷، ۲۶/۵۷، ۲۲/۱۳ و ۲۰/۷۰ درصد عملکرد دانه را افزایش دادند و سایر تیمار ها با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۳). با توجه به وقوع بارندگی بیشتر در فروردین ماه سال زراعی ۹۹-۹۸ احتمالا بتوان نتیجه گرفت که تاثیر محلول‌پاشی بر میزان عملکرد ارتباط مستقیمی با میزان بارندگی در فصل بهار دارد. در مجموع نتایج نشان داد که شاخص برداشت در سال اول(۹۸-۹۷)، به میزان ۱۷/۴۲ درصد بالاتر از سال دوم(۹۹-۹۸) بود(شکل ۴). همچنین اثرات متقابل سال×محلول‌پاشی بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول۳).در سال اول(۹۸-۹۷)، محلول‌پاشی ویتاسپرین+سولفات روی ۱۴/۰۴ درصد عملکرد بیولوژیکی را در مقایسه با شاهد افزایش داد، همچنین در سال دوم(۹۹-۹۸)، محلول‌پاشیویتاسپرین + اسیدهیومیک، اسید هیومیک + سولفات‌روی، ویتاسپرین + سولفات روی، ویتاسپرین و اسیدهیومیک + سولفات

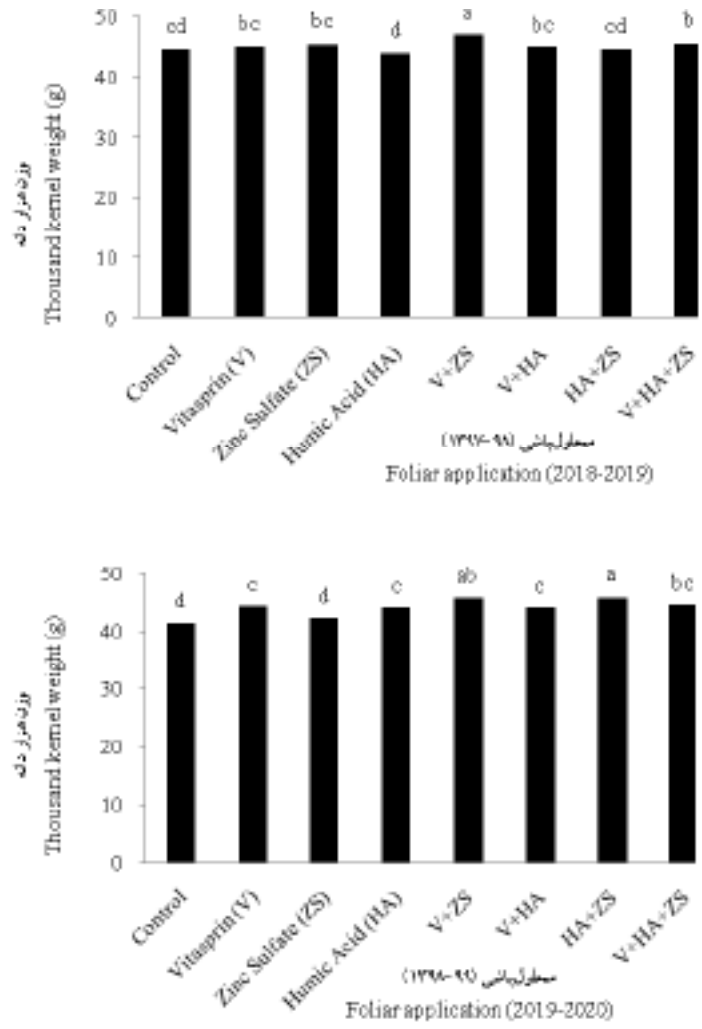


روی + ویتاسپرین به ترتیب ۲۰/۲۷، ۱۹/۶۷، ۱۶/۹۲، ۱۱/۱۸ و ۱۱ درصد عملکرد بیولوژیک را افزایش دادند(شکل ۳).

نتایج یک مطالعه نشان داد که محلول‌پاشی ریز مغذی‌هایی مانند سولفات روی و سولفات آهن منجر به افزایش وزن سنبله، عملکرد دانه و بهبود محتوی روی و آهن در دانه شد (Melash *et al* ,.2019). همچنین گزارش شده است که محلول‌پاشی ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید در شرایط تنش خشکی با تاثیر بر محتوی کلروفیل و ارتفاع گیاه سبب افزایش تعداد سنبلچه بارور، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه در گندم شد (Ja- & Emam hani, 2017). در مطالعه‌ی دیگری نشان داده شد که محلول‌پاشی اسیدهیومیک از طریق افزایش طول دوره فتوسنتز، تقویت فعالیت‌های فتوسنتزی، افزایش طول دوره رشد گیاه و کند کردن فرآیند پیری در برگ منجر به افزایش ۴۲/۴۴ درصدی عملکرد دانه گندم گردید (Teimoori *et al* ., 2018)

درصد پروتئین دانه

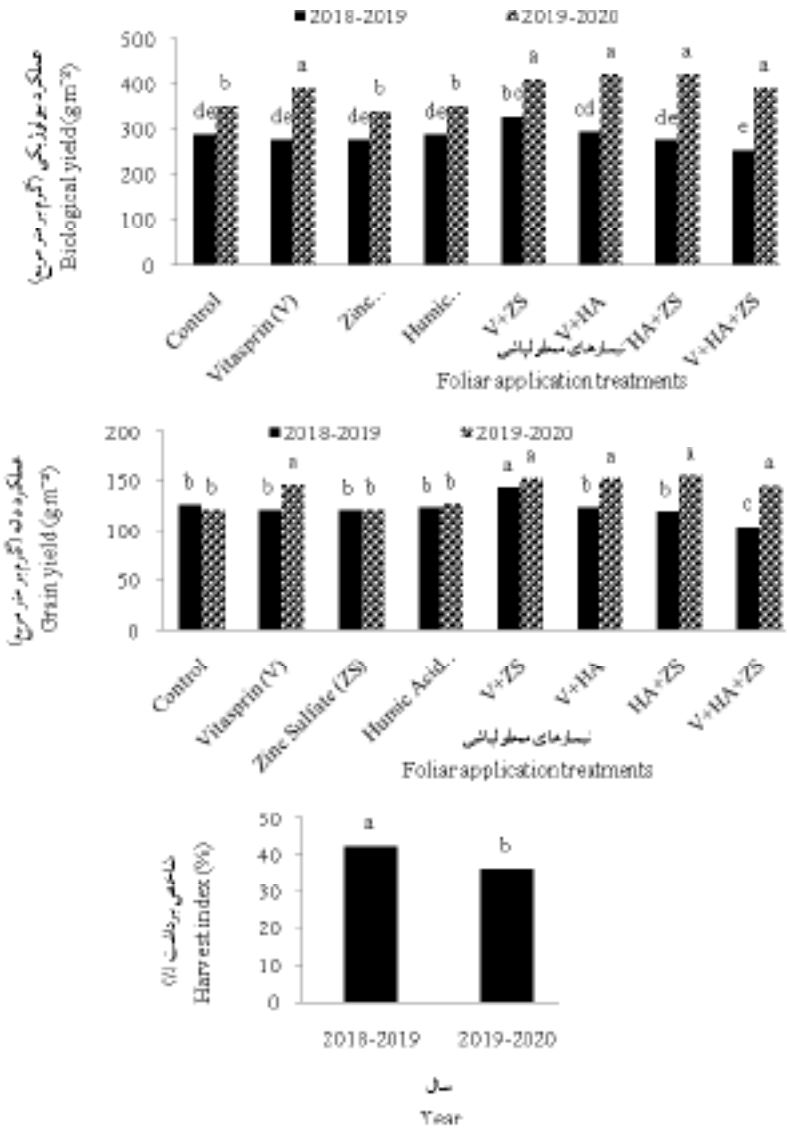
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در سال اول(۹۸-۹۷)، محلول‌پاشی اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر درصد پروتئین



شکل ۴- مقایسه میانگین وزن هزار دانه گندم دیم رقم آذر ۲ تحت تاثیر محلول پاشی ترکیبات مختلف آلی و معدنی. حروف مشابه نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

Figure 4. The mean comparison for thousand kernel weight of the dryland wheat (Azar 2 cultivar) under foliar application with different organic and inorganic compounds. Similar letters indicate no significant difference at the 5% probability level.

دانه داشت، این در حالی بود که در سال دوم(۹۹-۹۸) محلول‌پاشی اثر معنی‌داری بر درصد پروتئین دانه نداشت (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در سال زراعی ۹۸-۹۷، محلول‌پاشی اسید هیومیک + سولفات روی + ویتاسپرین میزان پروتئین دانه را از ۷/۸۶ درصد (شاهد) به ۸/۳۲ درصد افزایش داد (شکل۴). نتایج مطالعه ای دیگری در شرایط آب و هوایی کردستان نشان داد که محلول‌پاشی سولفات روی + اسید هیومیک، اسیدهیومیکو سولفات روی، پروتئین دانه را به ترتیب ۱۰/۳۹، ۸/۵۱ و ۱۱/۸۶ درصد افزایش دادند (Soofi, 2014). اثر مثبت محلول‌پاشی سولفات روی بر افزایش درصد پروتئین دانه احتمالاً به این دلیل است که روی در فعالیت آنزیم RNA پلیمراز و انتقال اسیدهای آمینه اثرگذار است و از این طریق تولید پروتئین دانه را بهبود میبخشد (Cakmak *et al* 1989 .,) همچنین گزارش شده است



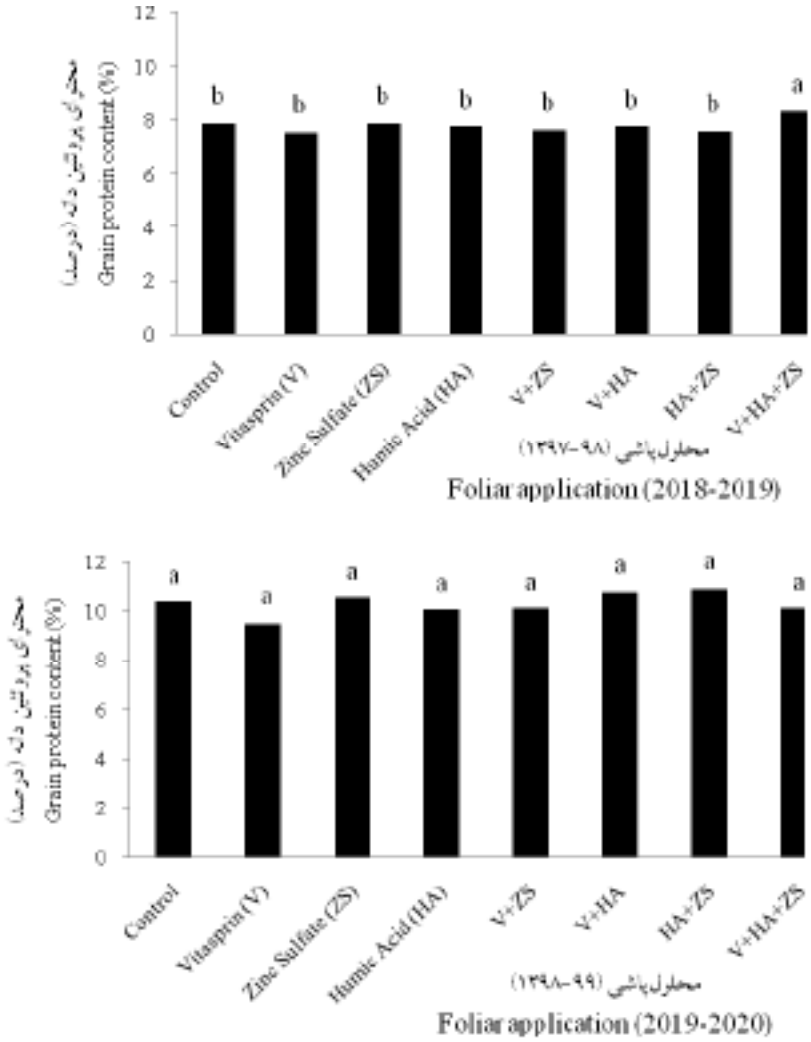
شکل ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل سال × محلول‌پاشی بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه و اثر اصلی سال بر شاخص برداشت گندم دیم رقم آذر۲. حروف مشابه نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

Figure 5. The mean comparison of the year*foliar application interactions on biological yield and grain yield, and mean comparison for main effect of the year on harvest index in the dryland wheat of Azar2 cultivar. Similar letters indicate no significant difference at the 5% probability level.

که محلول‌پاشی اسید هیومیک درصد پروتئین دانه را از طریق تقویت فعالیت‌های فتوسنتزی، افزایش رشد در قسمت هوایی و زیرزمینی گیاه، افزایش جذب نیتروژن و افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز بهبود می‌بخشد (Soofi, 2014).

نتیجه‌گیری کلی

کشور ایران از لحاظ ذخایر و منابع آبی محدود بوده و با میانگین بارندگی حدود ۲۵۰ میلی متر، یک سوم میانگین بارندگی جهان را داراست و در سال‌های اخیر وقوع خشکسالی‌های پی در پی به خطری جدی در زمینه تولیدات کشاورزی از جمله تولید گندم تبدیل شده است و معرفی ارقام مقاوم به تنش خشکی برای هر منطقه با شرایط آب و هوایی



شکل ۶- مقایسه میانگین صفت درصد پروتئین دانه گندم دیم رقم آذر ۲ تحت تاثیر محلول پاشی ترکیبات مختلف آلی و معدنی. حروف مشابه نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

Figure 6. The mean comparison for grain protein content of the dryland wheat (Azar 2 cultivar) under foliar application with different organic and inorganic compounds. Similar letters indicate no significant difference at the 5% probability level.

خاص، امری پر هزینه است که به کندی نیز صورت می گیرد. بنابراین در کنار این روش‌ها استفاده از روش‌های به زراعی و با هزینه کمتر امری منطقی می باشد که از جمله این روش‌ها می توان به محلول‌پاشی ترکیبات آلی و معدنی اشاره کرد. به طور کلی با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش در شرایط اقلیمی و خاکی مشابه می توان ازمحلول‌پاشی ویتاسپرین + سولفات روی به ترتیب با غلظت ۱ و ۳ در هزار در دو مرحله رشدی طویل شدن ساقه ها و سنبله روی در راستای بهبود عملکرد مزارع گندم دیم بهره برد. با توجه به اینکه ویتاسپرین یک ماده مصرفی نسبتاً ارزان قیمت در صنعت طیور است و به راحتی در بازار قابل دسترس است، می توان این ترکیب را جایگزین آسکوربیک اسید و سالیسیلیک اسید کرد و از مزایای فیزیولوژیکی آن در راستای بهبود عملکرد مزارع گندم دیم بهره برد.

References

Afzal ,I ,.Akram ,M.W ,.Rehman ,H.U ,.Rashid ,S ,.and Basra ,S.M.A .2020 .Moringa leaf and sorghum water extracts and salicylic acid to alleviate impacts of heat stress in wheat .*South African Journal of Botany*, 129: 169-174.doi:https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.04.009

Amin, A.A., Rashad, E.S.M., and Gharib, F.A. 2012. Changes in morphological, physiological and reproductive characters of wheat plants as affected by foliar application with salicylic acid and ascorbic acid. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2(2): 252-261. doi:http://ajbasweb.com/old/ajbas/2008/252-261.pdf

Aziz, A., Akram, N.A., and Ashraf, M. 2018. Influence of natural and synthetic vitamin C (ascorbic acid) on primary and secondary metabolites and associated metabolism in quinoa (*Chenopodium quinoa*.) plants under water deficit regimes. *Journal of Plant Physiology and Biochemistry*, 123: 192-203.doi: https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.12.004

Bahrani, A. 2015. Effect of some micro and macro nutrients on seed yield and oil content of rapeseed (*Brassica napus* L.). *International Journal of Chemical, Environmental and Biological Sciences*, 3(1): 71-74.doi: https://www.researchgate.net/publication/276236130

Cakmak, I., Marschner, H., andBangerth, F. 1989.Effect of zinc nutritional status on growth, protein metabolism and levels of indole-3-acetic acid and other phytohormones in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Experimental Botany*, 40(3): 405-412.doi: https://www.jstor.org/stable/23692292

Dolatabadi, A., MasoudSinaki, J., Abbaspour, H., and Ebadi, A.2014.Effect of manure and foliar application of humic acid on morphological and physiological traits of wheat. *Journal of Plant Ecophysiology*, 6(17):28-38(In Persian with English Summary).

Doolette, C.L., Read, T.L., Li, C., Scheckel, K.G., Donner, E., Kopittke, P.M., and Lombi, E. 2018. Foliar application of zinc sulphate and zinc EDTA to wheat leaves: differences in mobility, distribution, and speciation. *Journal of Experimental Botany*, 69(18): 4469-4481.doi: https://doi.org/10.1093/jxb/

ery236

Hafez, E.M., and Gharib, H.S. 2016. Effect of exogenous application of ascorbic acid on physiological and biochemical characteristics of wheat under water stress. *International Journal of plant production*, 10(4): 579-596.doi: https://www.researchgate.net/profile/Emad-Hafez/publication/306202316

Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M., and Ahmad, A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: a review. *Journal of Environmental and experimental botany*, 68(1): 14-25. doi: https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.08.005

Emam, Y., and JahaniDoghezloo, M. 2017. Effect of salicylic acid and brassinosteroid on alleviation of water stress in two wheat cultivars. *Journal of Crop Production and Processing*, 7(1): 127-139 (In Persian with English Summary).doi: https://jcpp.iut.ac.ir/article-1-2351-fa.html

Eskandari, I., and Roustaei, M. 2007. Determination of appropriate seeding depth for bread wheat genotypes in cold drylands area of maragheh. *Iranian journal of seed and plant,* 23 (3): 357-371 (In Persian).doi: https://www.sid.ir/paper/20554/fa

Karim, M.R., Zhang, Y.Q., Zhao, R.R., Chen, X.P., Zhang, F.S., and Zou, C.Q. 2012. Alleviation of drought stress in winter wheat by late foliar application of zinc, boron, and manganese. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 175(1): 142-151.doi:https://doi.org/10.1002/jpln.201100141

Keshavarz, A., Esfandiyaripour, E.M., Tavazo, M., Ahmadifar, M., and Khanchi, M. 2016. Wheat seed multiplication and supplying program. Agricultural Extension and Education Publications, Iran(In Persian).doi: http://fipak.areeo.ac.ir/site/catalogue/18824144

Lichtenthaler, H.K., and Buschmann, C. 2001. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. *Journal of Current protocols in food analytical chemistry*, 1(1): F4-3.doi: https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0403s01

Liu, Y.M., Liu, D.Y., Zhao, Q.Y., Zhang, W., Chen, X.X., Xu, S.J., andZou, C.Q. 2020. Zinc fractions in soils and uptake in winter wheat as affected by re-

peated applications of zinc fertilizer. *Journal of Soil and Tillage Research*, 200: 104612.doi:https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104612

Loutfy, N., El-Tayeb, M.A., Hassanen, A.M., Moustafa, M.F., Sakuma, Y., and Inouhe, M. 2012. Changes in the water status and osmotic solute contents in response to drought and salicylic acid treatments in four different cultivars of wheat (*Triticumaestivum*). *Journal of plant research*, 125(1): 173-184.doi:https://link.springer.com/article/10.1007/s10265-011-0419-9

Manarifard, M., and Sepehri, A. 2015. Effect of seed priming and foliar application of zinc on yield and yield components of two wheat cultivars. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 22(4): 151-165.doi: https://www.magiran.com/paper/1142006

Malakouti, M., andNafisi, M. 1997. Fertilizer consumption in faryab and rainfed fields. TarbiatModares University Publications, Iran.

Manal, F.M., Thalooth, A.T., Amal, G.A., Magda, H.M., and Elewa, T.A. 2016. Evaluation of the effect of chemical fertilizer and humic acid on yield and yield components of wheat plants (*Triticumaestivum*) grown under newly reclaimed sandy soil. *International Journal of ChemTech Research*, 9(8): 154-61.doi:https://sphinxsai.com/2016/ch_vol9_no8/1/(154-161)V9N8CT.pdf

Melash, A.A., Mengistu, D.K., Aberra, D.A., and Tsegay, A. 2019. The influence of seeding rate and micronutrients foliar application on grain yield and quality traits and micronutrients of durum wheat. *Journal of Cereal Science*, 85: 221-227. doi: https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.08.005

Noulas, C., Tziouvalekas, M., and Karyotis, T. 2018. Zinc in soils, water and food crops. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 49: 252-260. doi: https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2018.02.009

Seadh, S.E., El-Abady, M.I., El-Ghamry, A.M., and Farouk, S. 2009. Influence of micronutrients foliar application and nitrogen fertilization on wheat yield and quality of grain and seed. *Journal of Biological Sciences*, 9(8): 851-858.doi: https://scialert.net/fulltext/?doi=jbs.2009.851.858

Shao, H.B., Chu, L.Y., Lu, Z.H., and Kang, C.M. 2008. Primary antioxidant free

radical scavenging and redox signaling pathways in higher plant cells. *International Journal of Biological Sciences*, 4(1): 8.doi: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2140154/

Soylur, S., Sade, B., Topal, A., Akgun, N., and Gezgin, S. 2005.Responses of irrigated durum and bread wheat cultivars to boron application in a low boron calcareous soil. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29(4): 275-286. doi: https://journals.tubitak.gov.tr/cgi/viewcontent.cgi?article=2112&context=agriculture

Soofi, l. 2014.The effects of foliar application of zinc sulfate and humic acid on yield, yield components and grain quality of Sardari wheat ecotypes. M. Sc. Dissertation, Faculty of Agriculture,Kurdistan University of Sanandaj, Iran(In Persian with English Summary).

Tourfi, F., and Shokuhfar, A. 2019. Effect of humic acid on yield, yield components and physiological parameters of wheat in deficit irrigation conditions. *Journal of Plant Production Science*, 9 (2): 121-132 (In Persian with English Summary).doi: https://jpps.shoushtar.iau.ir/article_669602.html?lang=en

Teimoori, N., Heidari, G.R., Hosseinpanahi, F., Siosemarde, A., and Sohrabi, Y. 2018.Response of physiological characteristics of sardary wheat ecotypes to foliarapplication of humic acid before and after flowering in dryland conditions. *Journal of Wheat Research*, 1(1): 3-12(In Persian with English Summary). doi: https://www.sid.ir/paper/390565/fa

Wu, C., Dun, Y., Zhang, Z., Li, M., and Wu, G. 2020. Foliar application of selenium and zinc to alleviate wheat (*Triticumaestivum* L.) cadmium toxicity and uptake from cadmium-contaminated soil. *Journal of Ecotoxicology and environmental safety*, 190: 110091.doi: https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.110091

Zoz, T., Steiner, F., Fey, R., Castagnara, D.D., and Seidel, E.P. 2012. Response of wheat to foliar application of zinc. *Journal of Ciencia Rural*, 42(5):784-787.doi: https://www.researchgate.net/publication/262467958

Effect of foliar application of humic acid, vitaspirin and zinc sulfate on yield and chlorophyll content of dryland wheat in Zarrineh region of Kurdistan province

Ghadamkheir Darayi[1], Farzad Hosseinpanahi[*2], Adel Siosemardeh[3]

1. M.Sc. student of Agrotechnology, Department of Plant genetic and production, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan .
2. Assistant Professor, Department of Plant genetic and production, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan. (Corresponding author)
3. Associate Professor, Department of Plant genetic and production, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan.

Received: January 2023 Accepted: March 2023- DOI: 10.22092/aj.2023.357061.1578

Extended Abstract

Darayi, GH., Hosseinpanahi, f., Siosemardeh, A., Effect of foliar application of humic acid, vitaspirin and zinc sulfate on yield and chlorophyll content of dryland wheat in Zarrineh region of Kurdistan province
Applied Research in Field Crops Vol 35, No. 2, 2022 08-10: 50-64(in Persian)

Introduction

Kurdistan province has thelargest area under cultivation for dryland wheat in Iranand is also the leading producer of this crop in the country. An understanding of factors that can contribute to enhancing the yield of dryland wheat can increase the stability of wheat production in the country.Proper nutrition of dryland wheat is one of the most criticalmanagement functions that is neglected in dryland farming. In the dryland area of Iran, deficiency of some elements, such as zinc, due to high acidity is observed to a large extent (Malakouti & Nafisi, 1997). The foliar application of nutrientsis one of the most effective toolsfor resolving nutrient deficiencies in dryland crops (Liu *et al*., 2020). This method provides nutrients to the crop with relatively high efficiency and speed (Noulas *et al*., 2018).Therefore, the present study was conducted to investigate the effects of foliar application of various organic and inorganic compounds on physiological characteristics, yield, and yield components of dryland wheat (cultivar Azar 2).

Email address of the corresponding author: f.hosseinpanahi@uok.ac.ir

Materials & Methods

Two field experimentswere carried out duringthe 2018-2019 and 2019-2020 cropping seasons.The experiments were performed based on a randomized complete block design with eight treatments and four replications on dryland wheat (cultivar Azar 2) in Zarrineh city, 20 km from Divandere city of Kurdistan province.The foliar application treatments used in this studyincluded: 1- Control (C, placebo) 2- Vitaspirin (V, 1 per thousand) 3- Humic acid (HA, 1 per thousand), 4- Zinc sulfate (ZS, 3 per thousand), 5- Vitaspirin + Humic acid, 6- Vitaspirin + Zinc sulfate, 7- Humic acid + Zinc sulfate, 8- Humic acid + Zinc sulfate + Vitaspirin.The foliar application treatments were appliedat the stages of stem elongation and heading.

Results & Discussion

Duringthe 2018-2019 season, the foliar application of ZS, HA, HA+ZS,V+ZS, and V+HA increasedthe total chlorophyll content. While the biological yield was only affected by the foliar application of V+ZSin the 2018-2019 season, in the 2019-2020 season, the foliar application of V,V+HA, HA+ZS, V+ZS, and V+HA+ZScaused a significant changein the amount of this trait.In the 2018-2019 season,the number of spikes increased due to the foliar application of HA, V, and V+ZS, and in the 2019-2020 season, this trait was influenced by the foliar application of V, V+HA, V+ZS, and, V+HA+ZS treatments.In the 2018-2019 season, thousand kernel weight was only affected by the foliar application of V+ZS and V+HA+ZS, but in the 2019-2020 season, V, HA, V+HA, V+ZA, A+ZA, and V+HA+ZS treatments also affected the amount of this trait.As a result of these effects, the yield in the 2018-2019 season was only affected by the V+ZS treatment (14.04% increase), but in the 2019-2020 season, the foliar application of V, HA+ZS, V+ZS, V+HA, and V+HA+ZS treatments increased the grain yield by 22.13%, 29.63%, 27.07%, 26.57%, and 20.7%, respectively.

Conclusion

This experiment showed that among the compounds used, the foliar application of V+ZSsignificantly increased the grain yield in the both cropping years (14.04%

in 2018-2019 and 27.07% inthe 2019-2020 seasons).It seems that yield changes were due to the effect of different foliar application treatments on chlorophyll content, spike number, thousand kernel weight, and biological yield.Compared to the control (placebo treatment), the foliar application of V+ZSraisedchlorophyll concentration, spike number, thousand kernel weight, and biological yield by 25%, 7.1%, 5.5%, and 14.04%in 2018-2019 season, respectively. In the 2019-2020 season, the foliar application of V+ZS improved spike number (6.55%), thousand kernel weight (10.74%),and biological yield (16.92%) compared to the control. Overall, the results of this study showed that the combination of vitaspirinand zinc sulfate could improve the yield of dryland wheat fields. Due to their ease of access and relatively reasonable prices in the market, theycould be recommended to farmers.

Keywords:Ascorbic acid, Azar 2, Salicylic acid, Yield components

References

Liu, Y.M., Liu, D.Y., Zhao, Q.Y., Zhang, W., Chen, X.X., Xu, S.J., and Zou, C.Q. 2020. Zinc fractions in soils and uptake in winter wheat as affected by repeated applications of zinc fertilizer. *Journal of Soil and Tillage Research*, 200: 104612.doi:https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104612

Malakouti, M., and Nafisi, M. 1997. Fertilizer consumption in faryab and rainfed fields. TarbiatModares University Publications, Iran.

Noulas, C., Tziouvalekas, M., and Karyotis, T. 2018. Zinc in soils, water and food crops. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 49: 252-260. doi: https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2018.02.009