

## اثرات محلول پاشی اسید هیومیک، ویتاسپیرین و سولفات روی بر عملکرد و محتوی کلروفیل گندم دیم منطقه زرینه در استان 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<sup>۱</sup>، فرزاد حسین پناهی<sup>۲\*</sup>، عادل سی و سه مرده<sup>۳</sup>

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 - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/aj.2023.357061.1578

#### چکیده

دارائی، ق.، حسین پناهی، ف.، سی و سه مرده، ع.،. اثرات محلول پاشی اسید هیومیک، ویتاسپیرین و سولفات روی بر عملکرد و محتوی کلروفیل گندم دیم منطقه زرینه در استان کردستان  
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۵ - شماره ۲- پایبند ۱۳۵ پائیز ۱۴۰۱ صفحه: ۶۴-۵۰

یکی از روش های مؤثر در کاهش اثرات تنش خشکی و برطرف نمودن کمبود عناصر غذایی، محلول پاشی ترکیبات آلی و معدنی است. مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات محلول پاشی ترکیبات آلی و معدنی مختلف بر خصوصیات فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم (رقم آذر ۲) در اراضی دیم شهر زرینه در ۲۰ 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 محلول پاشی)، محلول پاشی ویتاسپیرین (با غلظت ۱ در هزار)، محلول پاشی اسید هیومیک (با غلظت ۱ در هزار)، محلول پاشی سولفات روی (با غلظت ۳ در هزار)، محلول پاشی ویتاسپیرین + اسید هیومیک، محلول پاشی ویتاسپیرین + سولفات روی، محلول پاشی اسید هیومیک + سولفات روی و محلول پاشی اسید هیومیک + سولفات روی + ویتاسپیرین بودند که در دو مرحله طویل شدن ساقه ها و ظهور سنبله اعمال شدند. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان داد که اثرات برهم کنش سال × محلول پاشی بر عملکرد دانه معنی دار بود. مقایسه میانگین داده ها نشان داد که در بین ترکیبات استفاده شده، محلول پاشی ویتاسپیرین + سولفات روی در هر دو سال زراعی باعث افزایش معنی دار عملکرد دانه شد به طوری که در سال زراعی ۹۸-۹۷، عملکرد دانه را از ۱۲۵/۹۳ گرم بر متر مربع به ۱۴۳/۶۲ گرم بر متر مربع (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 متر مربع (۲۷/۰۷ درصد افزایش) بهبود بخشید. از دلایل افزایش عملکرد در اثر محلول پاشی ویتاسپیرین + سولفات روی می توان به بهبود محتوای کلروفیل، افزایش تعداد سنبله در واحد سطح، افزایش عملکرد بیولوژیک و افزایش وزن هزار دانه اشاره کرد. بنابراین می توان محلول پاشی ویتاسپیرین + 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

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 می گیرد. اگرچه اسید هیومیک عمدتاً یک ترکیب با مصرف خاکی بوده و در شرایط کود-آبیاری بیشتر مورد استفاده کشاورزان قرار می گیرد، اما نتایج برخی مطالعات سودمندی محلول پاشی این ترکیب آلی را به خوبی نشان داده اند (Manal *et al.*, 2016). در آزمایشی محلول پاشی اسید هیومیک (۳۰۰ میلی گرم در لیتر) در مرحله طولیل شدن ساقه های گندم، منجر به افزایش معنی دار سطح برگ، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه شد (2019 Tourfi & shokuhfar). دیگر نتایج بیانگر آن بود که محلول پاشی 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 محلول پاشی اسید هیومیک و سولفات روی وزن هزار دانه گندم را به طور معنی داری افزایش دادند و دلیل این امر افزایش مواد ذخیره ای 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

از آنجائیکه استان کردستان بالاترین سطح زیر کشت و میزان تولید گندم کشور را دارد، مطالعه عواملی که بتوانند عملکرد گندم را افزایش دهند منجر به افزایش ثبات تولید گندم در کشور خواهد شد. تغذیه مطلوب گندم یکی از مهم ترین مدیریت های فراموش شده در زراعت دیم می باشد، که اغلب توسط کشاورزان مورد استقبال قرار نمی گیرد. در زراعت دیم ایران مصرف کود سرک اوره همزمان با بارندگی از مهم ترین راهکارهای کشاورزان در ارتباط با تغذیه محصول است و اقدامات بیشتری در این زمینه به جهت کمبود امکانات و یا عدم آگاهی کافی صورت نمی گیرد. این در حالی است که محلول پاشی عناصر غذایی یکی از روش های موثر در برطرف کردن کمبود عناصر غذایی محصولات دیم می باشد (2020 Liu *et al*) در روش محلول پاشی، عناصر با کارایی نسبتاً بالا و با سرعت زیاد در اختیار گیاه قرار می گیرند (Noulaset *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). خاک های دارای کمبود روی تقریباً ۳۰ درصد از خاک های کشاورزی جهان را در بر گرفته (Wu *et al.*, 2020) و حل مشکل کمبود روی در خاک با استفاده از کاربرد کود ممکن است پر هزینه باشد. بنابراین محلول پاشی ترکیبات دارای روی راهکار بسیار مناسبی در این زمینه می باشد (Doolette *et al.*, 2018). در آزمایشات مختلف محلول پاشی

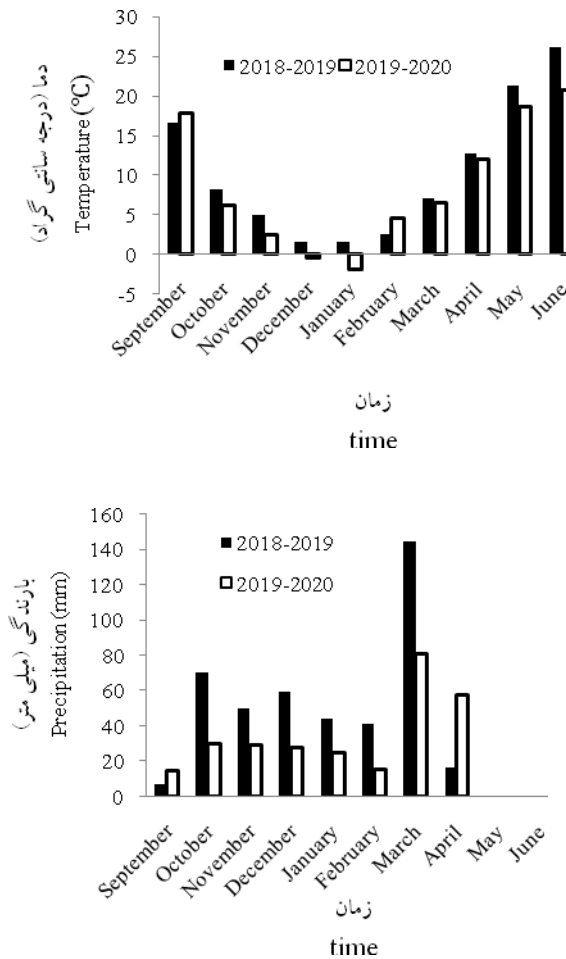
گیاه و همچنین تقویت تقسیم سلولی مریستم انتهایی در گندم منجر به افزایش رشد و عملکرد بیولوژیکی در گندم گردید (Afzal *et al.*, 2020). با توجه به این که اطلاعات اندکی در زمینه کاربرد توأم آسکوربیک اسید و سالیسیلیک اسید در شرایط دیم وجود دارد، و با توجه به اینکه ویتاسپرین یک ماده ارزان قیمت و قابل دسترس در بازار می باشد، هدف از این مطالعه بررسی تاثیر کاربرد ویتاسپرین به صورت مجزا و یا در ترکیب با غلظت های 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 در ۲۰ 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 نیمه خشک 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 ۵×۳ متر بود. فاصله بین کرت ها ۰/۵ متر و فاصله بین تکرارها نیز دو متر

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 (ویتامین C) و آسپرین (استیل سالیسیلیک اسید) است و در گروه داروهای ضد التهاب، ضد استرس و ضد تب دام و طیور قرار می گیرد. 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 آنزیم های آنتی اکسیدان و ترکیبات آنتی اکسیدانی درون سلولی مانند اسید آسکوربیک از راهکارهای موثر در افزایش مقاومت گیاهان به تنش در گیاه می باشند (Gharib 2016). Hafez & (محلول پاشی آسکوربیک اسید با غلظت های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ پی پی ام منجر به افزایش غلظت رنگیزه های فتوسنتزی، سطح برگ، ارتفاع گیاه و عملکرد دانه در گندم آبی شده است (Amin *et al.*, 2012). همچنین محلول پاشی اسید آسکوربیک باعث افزایش محتوای کلروفیل و بهبود عملکرد دانه در گندم نیز شده است (Hafez & Gharib, 2016). سالیسیلیک اسید نیز به عنوان یک مولکول سیگنال داخلی در مقاومت به تنش های محیطی در گیاهان نقش دارد. در آزمایشی نتایج نشان داد که محلول پاشی 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 (Hayat *et al.*, 2010). همچنین سالیسیلیک اسید از طریق افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی در



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 Zarrineh region of Kurdistan province.

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).

در نظر 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 بلوک های کامل تصادفی با ۸ تیمار و ۴ تکرار با استفاده از گندم رقم آذر ۲ انجام شد. رقم آذر ۲ از ارقام رایج گندم دیم در غرب

جدول ۱- ویژگی های شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش (۸۷-۱۳۹۷)

Table 1. Chemical and physical properties of soil at the experimental site (2018-2019)

عمق ۰-۳۰ سانتیمتر		عمق ۳۰-۶۰ سانتیمتر							
Depth of 0-30 cm									
رس	شن	سیلت	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	ازت	کربن آلی	هدایت الکتریکی	اسیدیته	بافت خاک
Clay (%)	Sand (%)	Silt (%)	Available K (mg.kg <sup>-1</sup> )	Available P (mg.kg <sup>-1</sup> )	Nitrogen (%)	OC (%)	EC (ds.m <sup>-1</sup> )	pH	Soil texture
45	16	39	570	32.9	0.1	1.08	0.717	7.15	clay
Depth of 30-60 cm									
46	16	38	363	18	0.11	1.06	0.611	7.21	clay

تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش شامل:  
 ۱- شاهد (محلول پاشی با آب معمولی (تیمار پلاسبو)<sup>۱</sup>، ۲- محلول پاشی ویتاسپرین (با غلظت ۱ در هزار)، ۳- محلول پاشی اسید هیومیک با غلظت ۱ در هزار (Dolatabadi et al., 2014)، ۴- محلول پاشی سولفات روی با غلظت ۳ در هزار (Soofi, 2014)، ۵- محلول پاشی ویتاسپرین (با غلظت ۱ در هزار)+ اسید هیومیک (با غلظت ۱ در هزار)، ۶- محلول پاشی ویتاسپرین (با غلظت ۱ در هزار)+ سولفات روی (با غلظت ۱ در هزار)  
 ۱. Placebo

۳ در هزار)، ۷- محلول پاشی اسید هیومیک (با غلظت ۱ در هزار)+ سولفات روی (با غلظت ۳ در هزار)، ۸- محلول پاشی 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 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 محلول پاشی در دو مرحله طویل شدن ساقه ها و ظهور سنبله دهی اعمال شدند.

در مرحله گلدهی از هر واحد آزمایشی نمونه برگ پرچم جهت اندازه گیری میزان کلروفیل برگ برداشته شد. برای اندازه گیری میزان کلروفیل از روش (Lichtenthaleret, 2001) استفاده شد. ۰/۱ گرم نمونه برگ تازه با استفاده از ازت مایع پودر شد و سپس ۵ میلی لیتر 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 اسپکتروفتومتر در طول موج های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر قرائت گردید و با استفاده از معادلات ۱ تا ۳ میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل (برحسب میلی گرم در گرم وزن تر برگ) محاسبه شد.

صورت تجزیه مرکب آنالیز شدند و معنی داری و عدم معنی داری اثر منابع تغییرات (اثر سال، اثر محلول پاشی و برهم کنش اثر سال × محلول پاشی) 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 بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. سپس مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD توسط نرم‌افزار Mstac 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 داده‌ها نشان داد که محلول پاشی اثر معنی داری بر محتوای کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل داشت (جدول ۲،  $p > 0.05$ ). محلول پاشی 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 معنی داری با شاهد نداشتند. همچنین محلول پاشی سولفات روی، اسید هیومیک + سولفات روی، ویتاسپرین و اسید هیومیک به ترتیب محتوای کلروفیل b را از ۰/۲۱ میلی گرم بر گرم وزن تر (شاهد) به ۰/۳۳، ۰/۲۹، ۰/۲۸ و ۰/۲۸ میلی گرم بر گرم وزن تر افزایش دادند که به ترتیب معادل

$$\text{معادله ۱ تا ۳}$$

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

$$b \text{ کلروفیل} = \frac{[22.9 \times (\text{جلب در } 645) - 4.69 \times (\text{جلب در } 663)] \times V}{1000 \times W}$$

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

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 بر کردن بوته‌ها، صفاتی از قبیل تعداد سنبله، در متر مربع، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)، عملکرد دانه (گرم در متر مربع) و شاخص برداشت (درصد) اندازه‌گیری شدند. میزان پروتئین دانه نیز با استفاده از دستگاه NIR<sup>2</sup> اندازه‌گیری شد و شاخص برداشت نیز بر اساس معادله ۴ محاسبه گردید:

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

با توجه به اینکه این پژوهش در دو سال زراعی اجرا شد، آزمون بارتلت برای بررسی همگنی واریانس خطاهای آزمایشی در سال‌های مختلف انجام و نتایج نشان داد که در برخی صفات اختلاف معنی دار بین واریانس خطاها در آزمایش‌های جداگانه وجود نداشت (عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد سنبله، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت) و به همین دلیل داده‌های مربوط به آن صفات به

۸. Near Infrared Spectroscopy

جدول ۲ - تجزیه واریانس اثر محلول پاشی ترکیبات مختلف بر محتوای کلروفیل برگ گندم دیم (رقم آذر ۲) در منطقه زریه استان کردستان  
Table 2. Analysis of variance for the effect of foliar application of different compounds on leaf chlorophyll content of dryland wheat (Azar2 cultivar) in Zarrineh region of Kurdistan province.

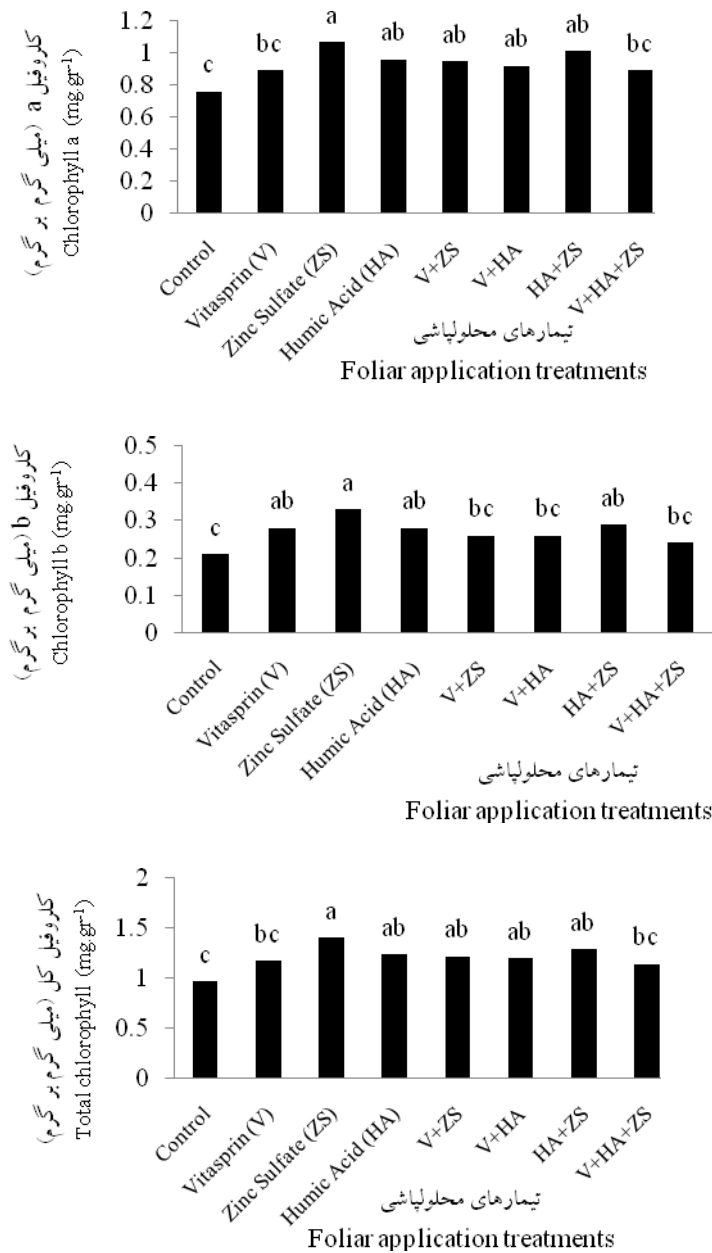
منابع تغییرات Source of variation	df	میانگین مربعات Mean squares		
		کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll
بلوک Block	3	0.019 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	0.033 <sup>ns</sup>
محلول پاشی Foliar application	7	0.032 <sup>*</sup>	0.004 <sup>*</sup>	0.06 <sup>*</sup>
خطا Error	21	0.011	0.001	0.019
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	11.59	13.79	11.61

\*، \*\* and <sup>ns</sup> indicate a significant difference at 1% and 5% probability levels and no significant difference, respectively.

\*، \*\* و <sup>ns</sup> به ترتیب معنی داری در سطح یک و پنج درصد و عدم معنی داری. افزایش بود و اختلاف سایر تیمارها با شاهد معنی داری نبود (شکل ۲).

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

۵۷/۱۴، ۳۸/۰۹، ۳۳/۳۳ و ۳۳/۳۳ درصد افزایش بود و سایر تیمارها تفاوت معنی داری با شاهد نداشتند (شکل ۲). محلول پاشی سولفات روی، اسید هیومیک + سولفات روی، اسید هیومیک، ویتاسپرین + سولفات روی و ویتاسپرین + اسید هیومیک 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 وزن تر افزایش دادند که به ترتیب معادل ۴۴/۳۲، ۳۲/۹۸، ۲۷/۸۳، ۲۵/۷۷ و ۲۳/۷۱ درصد



شکل ۲- مقایسه میانگین محتوای کلروفیل a, b و کلروفیل کل در 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 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.

سنبله و عملکرد دانه گندم شد (Jah- , 2017) , Emam & ani) با توجه به اینکه ویتاسپرین ترکیبی از اسید اسکوربیک و سالیسیلیک اسید می باشد، لذا نتایج این مطالعه در تطابق با سایر مطالعاتی است که از ترکیبات خالص آسکوربیک اسید و سالیسیلیک استفاده نموده اند

محلول پاشی اسید آسکوربیک غلظت کلروفیل را افزایش داد (Aziz et al., 2018) و در آزمایش دیگری مشخص شد که محلول پاشی ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید در شرایط تنش خشکی از طریق افزایش محتوی کلروفیل منجر به افزایش فعالیت های فتوسنتزی، تعداد دانه در



جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب اثر محلول پاشی ترکیبات مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم (رقم آذر ۲) در منطقه زربنه استان کردستان  
 Table 3. The combined analysis of variance for the effect of foliar application of different compounds on grain yield and yield components of the dryland wheat (Azar2 cultivar) in Zarrineh region of Kurdistan province.

		میانگین مربعیات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	تعداد سنبله	وزن سنبله	تعداد دانه در سنبله	شاخص برداشت
Source of variation	df	Biological yield	Grain yield	Spike number	Spike weight	Number of grains per spike	Harvest index
سال	1	160155 **	5193 **	25347 **	20420 ns	84.13 **	641 **
Year							
بلوک (سال)	6	1040	136	347	3827	0.73	8.64
Block (year)							
محلول پاشی	7	3733 ns	748 ns	2207 ns	1562 ns	1.81 ns	3.24 ns
Foliar application							
سال × محلول پاشی	7	2520 **	632 **	1949 **	1277 ns	1.68 **	4.98 ns
Year* Foliar application							
خطا	42	609	88.56	152	1259	0.36	4.49
Error							
ضریب تغییرات (درصد)	-	7.33	7.15	3.48	16.82	7.20	5.36
CV (%)							

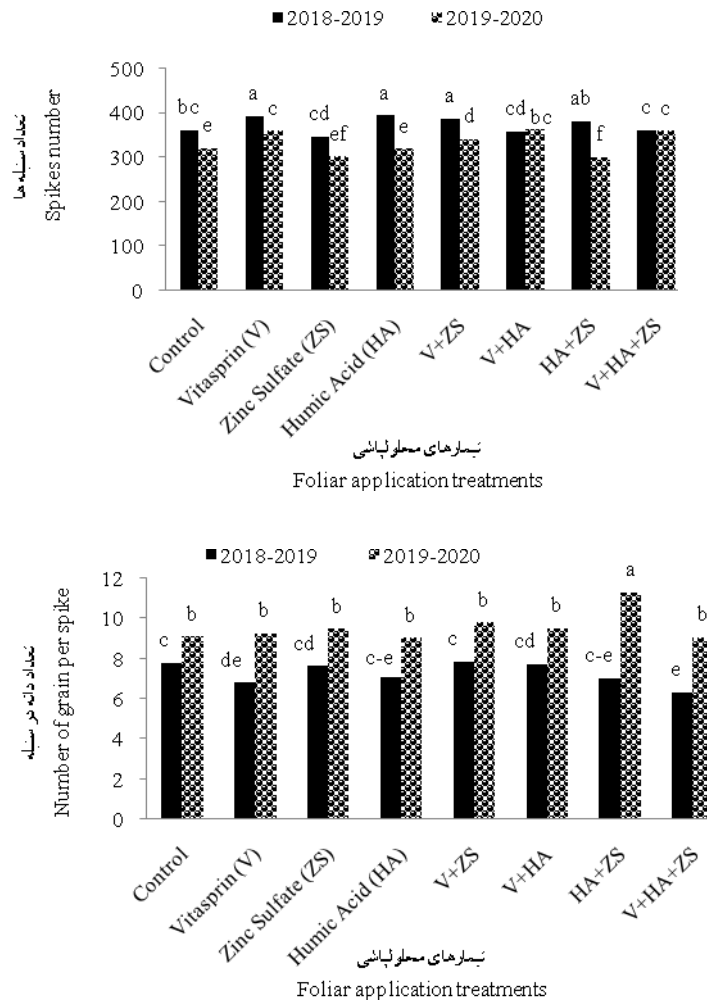
\*\*\*، \*\* و ns به ترتیب معنی داری در سطح یک و پنج درصد و عدم معنی داری. \*، \*\* and ns, indicate a significant difference at 1% and 5% probability levels and no significant difference, respectively.

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

### عملکرد بیولوژیک

نتایج نشان داد، برهم کنش اثر سال × محلول پاشی بر عملکرد بیولوژیک معنی دار بود (جدول ۳). در سال اول (۹۷-۹۸)، محلول پاشی ویتاسپرین + سولفات روی اثر معنی داری بر افزایش عملکرد بیولوژیک داشت و آن را ۱۴/۰۴ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد

و سایر تیمارها تفاوت معنی داری با شاهد نداشتند. در سال دوم (۹۹-۹۸)، محلول پاشی ویتاسپرین + اسید هیومیک، اسید هیومیک + سولفات روی، ویتاسپرین + سولفات روی، ویتاسپرین و اسید هیومیک + سولفات روی + ویتاسپرین اثر معنی داری 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 × محلول پاشی بر تعداد سنبه در متر مربع و تعداد دانه در سنبه گندم 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.

غلظت کلروفیل و افزایش فعالیت آنزیم‌های ریپولوز 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 داده‌ها نشان داد که اثر اصلی تیمار محلول پاشی بر عملکرد دانه و کلیه صفات مورد مطالعه از قبیل اجزای عملکرد دانه غیر معنی دار بود (جدول ۳). اثرات

گندم گزارش شد که محلول پاشی سالیسیلیک اسید اثر معنی داری بر بهبود محتوی آب نسبی، عملکرد بیولوژیک و افزایش تحمل به خشکی داشت (Loutfy *et al.*, 2012). همچنین گزارش شده است که محلول پاشی 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 محلول پاشی سولفات روی با غلظت ۱/۵ در هزار سبب بهبود

در واحد سطح در سال دوم (۹۸-۹۹) احتمالاً 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)، محلول پاشی ویتاسپیرین و اسید هیومیک + سولفات روی + ویتاسپیرین باعث کاهش معنی دار تعداد دانه در سنبله به ترتیب به میزان ۱۲/۸۰ و ۱۸/۰۵ درصد شدند و سایر تیمارها اختلاف معنی داری با شاهد نداشتند. در سال دوم (۹۸-۹۹)، محلول پاشی اسید هیومیک + سولفات روی ۲۴/۳۹ درصد تعداد دانه در سنبله را افزایش داد و اختلاف سایر تیمارها با شاهد معنی دار نبود (شکل ۳).

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

برهم کنش سال  $\times$  محلول پاشی بر صفات عملکرد دانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه معنی دار بود (جدول ۳). در سال اول (۹۸-۹۷)، محلول پاشی اسید هیومیک، ویتاسپیرین و ویتاسپیرین + 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 (۹۸-۹۹)، در تیمارهای محلول پاشی ویتاسپیرین + اسید هیومیک، ویتاسپیرین، اسید هیومیک + سولفات روی + ویتاسپیرین و ویتاسپیرین + سولفات روی به ترتیب ۱۳/۸۶، ۱۲/۶۱، ۱۲/۵۴ و ۶/۵۵ به دست آمد و سایر تیمارها اثر معنی داری بر تعداد سنبله نداشتند (شکل ۳). به طور 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 (۹۸-۹۹) بیشتر از سال اول (۹۸-۹۷) بود که دو دلیل می‌توان 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

شدن دوره رشد، بهبود کرده 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 × محلول پاشی بر عملکرد دانه معنی دار بود (جدول ۳). در سال اول (۹۸-۹۷)، محلول پاشی ویتاسپرین + سولفات روی ۱۴/۰۴ درصد عملکرد دانه را در مقایسه با شاهد افزایش داد، همچنین در سال دوم (۹۹-۹۸)، محلول پاشی اسید هیومیک + سولفات روی، ویتاسپرین + سولفات روی، ویتاسپرین + اسید هیومیک، 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 تیمارها با شاهد تفاوت معنی داری نداشتند (شکل ۳). با توجه به وقوع بارندگی بیشتر در فروردین ماه سال زراعی ۹۸-۹۹ احتمالاً بتوان نتیجه گرفت که تاثیر محلول پاشی 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 × محلول پاشی بر عملکرد بیولوژیک معنی دار بود (جدول ۳). در سال اول (۹۸-۹۷)، محلول پاشی ویتاسپرین + سولفات روی ۱۴/۰۴ درصد عملکرد بیولوژیک را در مقایسه با شاهد افزایش داد، همچنین در سال دوم (۹۹-۹۸)، محلول پاشی ویتاسپرین + اسید هیومیک، اسید هیومیک + سولفات روی، ویتاسپرین + سولفات روی، ویتاسپرین و اسید هیومیک + سولفات

(شاهد) به ۴۴/۲۸، ۴۴/۴۷، ۴۵/۸۵، ۴۵/۹۷، ۴۴/۰۲ و ۴۳/۹۸ گرم افزایش دادند (شکل ۳). مطالعات قبلی نشان داده اند که محلول پاشی عناصر کم مصرف مانند روی منجر به افزایش تعداد سنبله در متر مربع شده و از آن جایی که گیاه بعد از کاهش سطح برگ عمده فعالیت های 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 محلول پاشی اسید هیومیک در مرحله طویل شدن ساقه ها (۳۰۰ میلی گرم در لیتر) منجر به افزایش معنی دار سطح برگ، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه گندم گردید (Shokuh- & Tourfi, 2019, far). محلول پاشی سولفات روی احتمالاً 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 کربوهیدرات ها به سمت دانه و افزایش وزن هزار دانه خواهد گردید (Zozet al., 2012). همچنین در شرایط تنش، محلول پاشی اسید آسکوربیک از طریق غیر فعال کردن گونه های 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 (et, al., 2008). در مطالعه دیگری گزارش شد که محلول پاشی اسید هیومیک از طریق افزایش بافت های فتوسنتز کننده منجر به طولانی تر

جدول ۴- تجزیه واریانس جداگانه اثر محلول پاشی ترکیبات مختلف بر وزن هزار دانه و میزان پروتئین دانه گندم دیم (رقم آذر) در منطقه زربیه استان کردستان در سال های زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸.

Table 4: The separate analysis of variance for the effect of foliar application of different compounds on thousand kernel weight and grain protein content of the dry land wheat (Azar2 cultivar) in Zarrineh region of Kurdistan province during the cropping seasons of 2018-2019 and 2019-2020

منابع تغییرات		مربعیات میانگین		Mean squares	
Source of variation	df	وزن هزار دانه Thousand kernel weight	محتوای پروتئین دانه Grain protein content		
۱۳۹۷-۹۸					
2018-2019					
Block	3	0.12 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>		
محلول پاشی	7	3.5 <sup>**</sup>	0.24 <sup>**</sup>		
Foliar application	21	0.42	0.05		
خطا Error	-	1.44	2.88		
ضریب تغییرات (درصد)					
CV (%)					
۱۳۹۸-۹۹					
2019-2020					
Block	3	2.09 <sup>ns</sup>	0.25 <sup>ns</sup>		
محلول پاشی	7	9.93 <sup>**</sup>	0.81 <sup>ns</sup>		
Foliar application	21	1	0.54		
خطا Error	-	2.27	7.16		
ضریب تغییرات (درصد)					
CV (%)					

ns و \* به ترتیب معنی داری در سطح یک و پنج درصد و عدم معنی داری. \*\*\*and ns, indicate a significant difference at 1%, 5% probability levels and no significant difference, respectively.

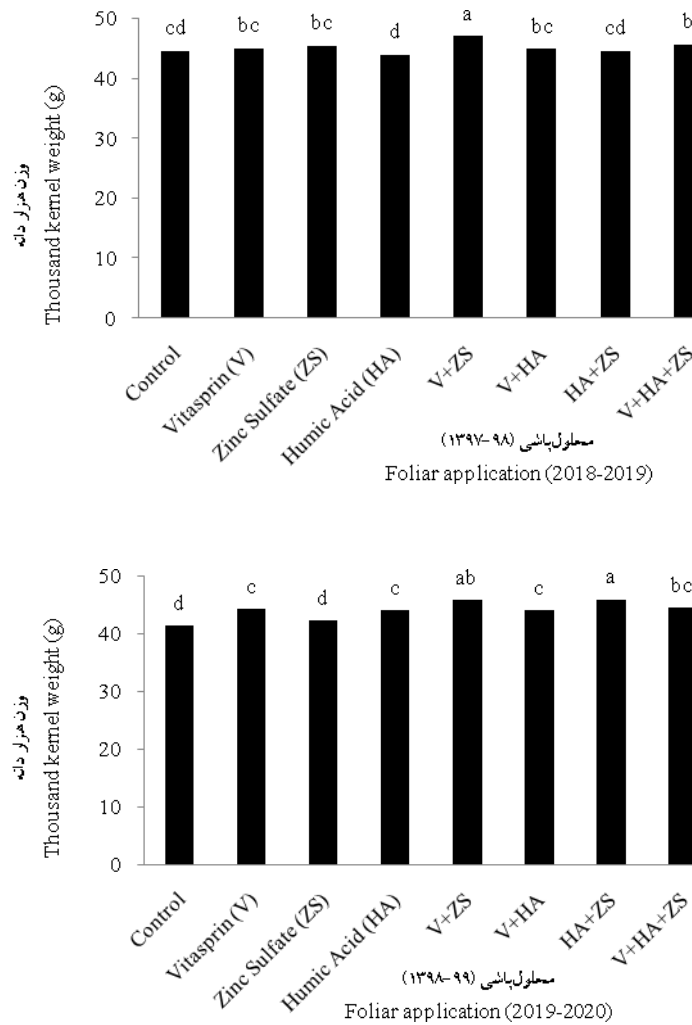
و عملکرد دانه در گندم شد (Ja- & Emam hani, 2017). در مطالعه‌ی دیگری نشان داده شد که محلول پاشی اسیدهیومیک از طریق افزایش طول دوره فتوسنتز، تقویت فعالیت‌های فتوسنتزی، افزایش طول دوره رشد گیاه و کند کردن فرآیند پیری در برگ منجر به افزایش ۴۲/۴۴ درصدی عملکرد دانه گندم گردید (Teimoori et al., 2018)

#### درصد پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در سال اول (۹۷-۹۸)، محلول پاشی اثر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر درصد پروتئین

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 محلول پاشی 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 محلول پاشی 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

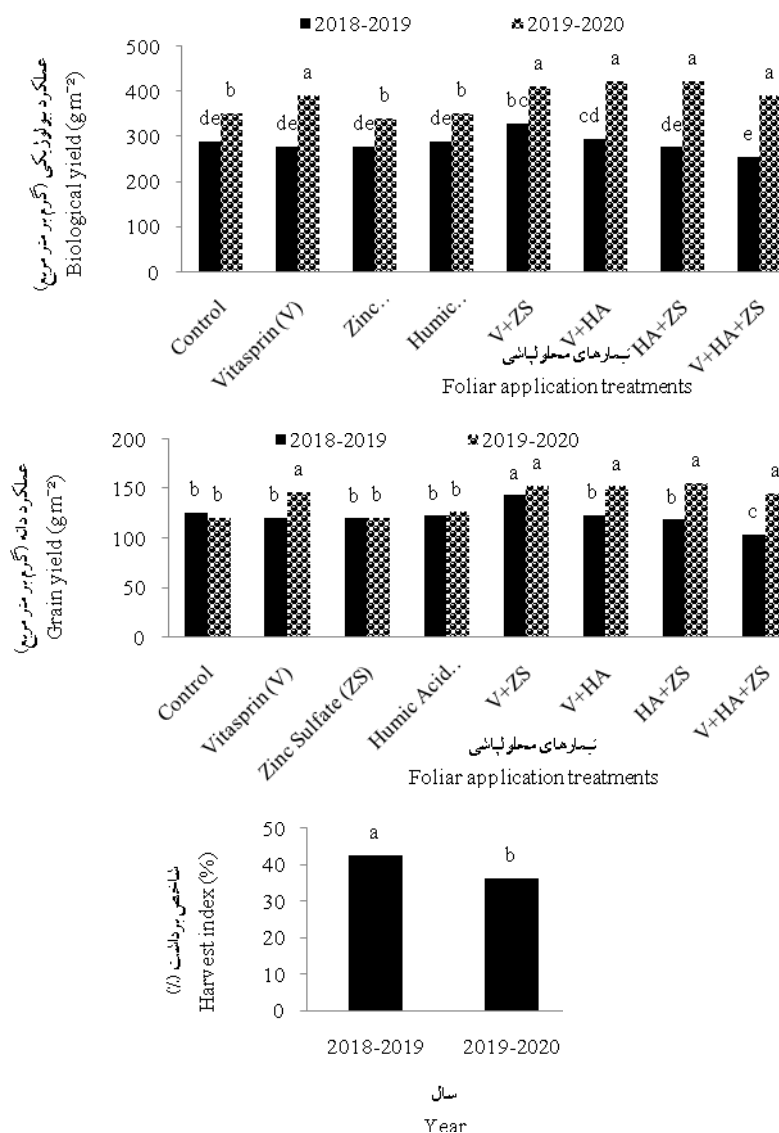


شکل ۴- مقایسه میانگین وزن هزار دانه گندم دیم رقم آذر ۲ تحت تاثیر محلول پاشی ترکیبات مختلف آلی و معدنی. حروف مشابه نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

Figure 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.

روی + اسید هیومیک، اسید هیومیکو سولفات روی، پروتئین دانه را به ترتیب ۱۰/۳۹، ۸/۵۱ و ۱۱/۸۶ درصد افزایش دادند (Soofi, 2014). اثر مثبت محلول پاشی سولفات روی بر افزایش درصد پروتئین دانه احتمالاً به این دلیل است که روی در فعالیت آنزیم RNA پلیمرز و انتقال اسیدهای آمینه اثرگذار است و از این طریق تولید پروتئین دانه را بهبود میبخشد (Cakmak *et al* 1989).

دانه داشت، این در حالی بود که در سال دوم (۹۸-۹۹) محلول پاشی اثر معنی داری بر درصد پروتئین دانه نداشت (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در سال زراعی ۹۸-۹۷، محلول پاشی اسید هیومیک + سولفات روی + ویتاسپرین میزان پروتئین دانه را از ۷/۸۶ درصد (شاهد) به ۸/۳۲ درصد افزایش داد (شکل ۴). نتایج مطالعه ای دیگری در شرایط آب و هوایی کردستان نشان داد که محلول پاشی سولفات



شکل ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل سال × محلول پاشی 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.

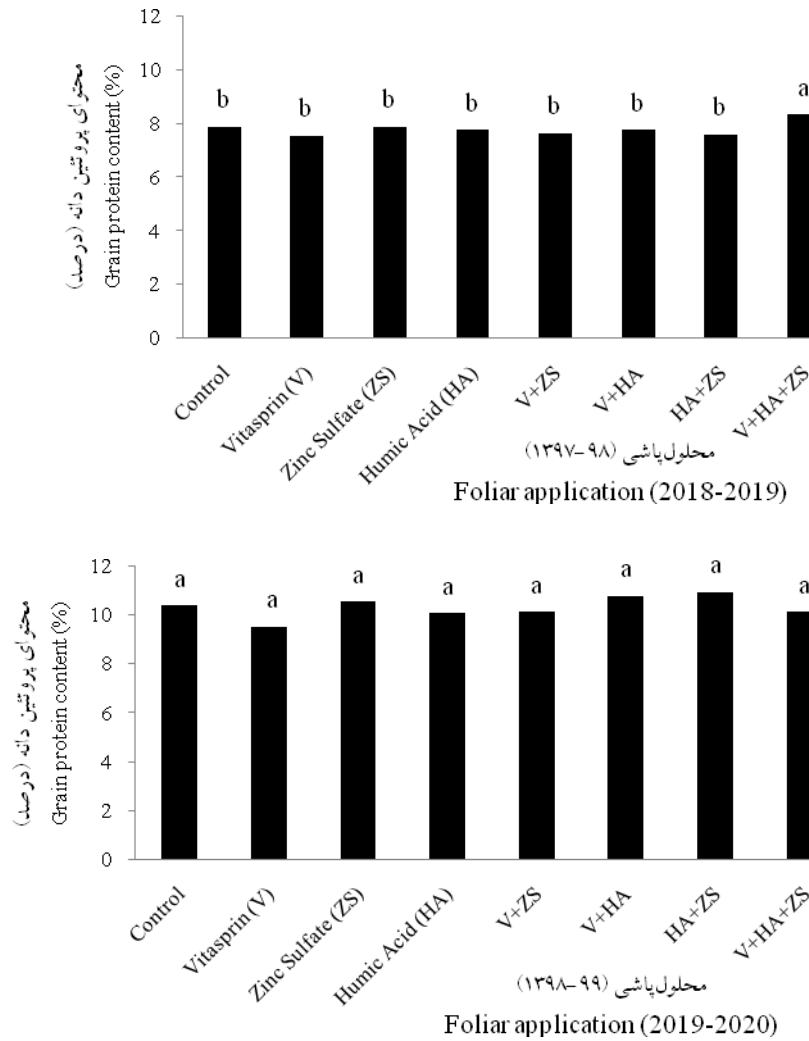
Figure 5. The mean comparison of the year\*foliar application interactions on biological yield and grain yield, and mean comparison for main effect of the year on harvest index in the dryland wheat of Azar2 cultivar. Similar letters indicate no significant difference at the 5% probability level.

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

که محلول پاشی 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 (2014 Soofi).

### نتیجه‌گیری کلی

کشور ایران از لحاظ ذخایر و منابع آبی



شکل ۶- مقایسه میانگین محتوای پروتئین دانه گندم 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.

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.

خاص، امری پر هزینه است که به کندی نیز صورت می گیرد. بنابراین در کنار این روش ها استفاده از روش های به زراعی و با هزینه کمتر امری منطقی می باشد که از جمله این روش ها می توان به محلول پاشی 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 از محلول پاشی ویتاسپرین + سولفات روی به ترتیب با غلظت ۱ و ۳ در هزار در دو



## 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., and Bangerth, 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., Masoud Sinaki, 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://jc.pp.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., and Zou, 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., and Nafisi, M. 1997. Fertilizer consumption in faryab and rainfed fields. TarbiatModares University Publications, Iran.
- Manal, F.M., Thalooh, 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](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, I. 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](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 foliar application 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<sup>1</sup>, Farzad Hosseinpanahi\*<sup>2</sup>, Adel Siosemardeh<sup>3</sup>

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 the largest area under cultivation for dryland wheat in Iran and 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 critical management 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 nutrients is one of the most effective tools for 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 experiments were carried out during the 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 study included: 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 applied at the stages of stem elongation and heading.

### **Results & Discussion**

During the 2018-2019 season, the foliar application of ZS, HA, HA+ZS, V+ZS, and V+HA increased the total chlorophyll content. While the biological yield was only affected by the foliar application of V+ZS in the 2018-2019 season, in the 2019-2020 season, the foliar application of V, V+HA, HA+ZS, V+ZS, and V+HA+ZS caused a significant change in 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+ZS significantly increased the grain yield in the both cropping years (14.04%

in 2018-2019 and 27.07% in the 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+ZS raised chlorophyll 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 vitamin C and zinc sulfate could improve the yield of dryland wheat fields. Due to their ease of access and relatively reasonable prices in the market, they could 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. Tarbiat Modares 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>