

اثرات محلول پاشی آهن و اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد اکوتیپ های گندم سرداری در شرایط دیم

نسرین تیموری^۱، غلامرضا حیدری^{۲*}، فرزاد حسین پناهی^۳، عادل سی و سه مرده^۲ و یوسف سهرابی^۲

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۲. نویسنده مسئول: دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۳. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

پست الکترونیکی نویسنده مسئول g.heidari@uok.ac.ir

پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲۳

دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۴

چکیده

به منظور مطالعه اثر محلول پاشی آهن و اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد اکوتیپ های گوناگون گندم سرداری، آزمایشی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان واقع در شهرستان دهگلان اجرا گردید. آزمایش به صورت طرح اسپلیت اسپلیت پلات با سه فاکتور در سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی دربرگیرنده رقم آذر ۲ و اکوتیپ های گندم سرداری در چهارده سطح (رقم آذر ۲ به عنوان شاهد و اکوتیپ های ریژاو، خوشاب، تودار، باغچه مریم، تازه آباد، تلوار، قطره زمین، صوفیان، آوبهنگ، سی و سه مرده، بهارسیز، گاودره و کلاته گندم سرداری)، زمان محلول پاشی به عنوان فاکتور فرعی در دو سطح (پیش از گلدهی، پس از گلدهی) و نوع محلول پاشی به عنوان فاکتور فرعی در چهار سطح (بدون محلول پاشی، محلول پاشی آهن، محلول پاشی اسید هیومیک، محلول پاشی مخلوط اسید هیومیک و آهن) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد در میان اکوتیپ های مورد مطالعه اکوتیپ تودار محلول پاشی شده با اسید هیومیک با عملکرد ۴۰۳ گرم در مترمربع دارای بیشترین عملکرد بود. کمترین عملکرد دانه مربوط به اکوتیپ گاودره در تیمار محلول پاشی پیش از گلدهی با ۱۳۲ گرم در مترمربع بود که با اکوتیپ ریژاو در محلول پاشی پیش و پس از گلدهی و گاودره در تیمار محلول پاشی پس از گلدهی اختلاف معنی داری نداشت.

کلیدواژگان: آذر ۲، اسید هیومیک، ریزمغذی، زمان محلول پاشی، وزن هزار دانه

مقدمه

در بسیاری از کشورها کشاورزان با مشکل کمبود عناصر غذایی به ویژه کلروز برگ برآمده از کمبود آهن مواجه هستند. با توجه به خصوصیات خاک‌های مناطق گرم کشور که دارای کربنات کلسیم فراوان می‌باشند، مصرف خاکی آهن منجر به رسوب ترکیبات کربناته فوق‌الذکر در خاک می‌شوند پس به کارگیری این عناصر به صورت محلول-پاشی می‌تواند برای زدایش کمبود این عناصر سودمند باشد (Malakoti and Tehrani, 1999). با توجه به سطح گسترده کشت گندم سرداری در زمین‌های دیم کشور، بالأخص در مناطق کوهستانی مانند کردستان و با توجه به گوناگونی قابل توجهی که میان اکوتیپ‌های این رقم وجود دارد، مقایسه پاسخ اکوتیپ‌های آن در سنجش با عملیات به‌زراعی مانند محلول پاشی ریزمغذی‌ها و شناسایی اکوتیپ‌های برتر می‌تواند از اولویت‌های پژوهشی زراعت دیم باشد. از این رو در این مطالعه نیز تلاش شد که اکوتیپ‌های گندم سرداری استان کردستان مورد آزمایش قرار گیرند تا پاسخ آن‌ها به سطوح گوناگون کاربرد آهن و اسید هیومیک بررسی شود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان واقع در شهرستان دهگلان در ارتفاع ۱۸۶۶ متر از سطح دریا و در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و طول ۴۷ درجه شرق شهرستان کردستان اجرا شد. میانگین نزولات سالیانه در منطقه ۳۴۵/۸ میلی‌متر و در سال زراعی ۹۱-۹۲ به‌طور میانگین ۳۴۰/۵ میلی‌متر بود. زمین آزمایش در پاییز پس از مساعد شدن هوا با گاوآهن شخم زده شد و بعد برای تسطیح و خرد شدن کلوخه‌ها از دیسک استفاده شد. کشت توسط خطی کار غلات مدل تاکا با تراکم ۳۵۰ بوته در مترمربع صورت گرفت. آزمایش به‌صورت اسپلیت اسپلیت پلات در سه تکرار انجام شد و ابعاد هر کرت فرعی ۳×۱ مترمربع بود. فاکتورهای مورد بررسی عبارت بودند از: اکوتیپ‌های سرداری و رقم آذر ۲ در ۱۴ سطح (رقم آذر ۲ به‌عنوان شاهد و اکوتیپ‌های ریژا، خوشاب، تودار، باغچه مریم، تازه‌آباد، تلوار، قطره زمین، صوفیان، آویهنگ، سی‌وسه مرده، بهار سبز، گاودره و کلاته گندم سرداری) به‌عنوان فاکتور اصلی، زمان محلول پاشی به‌عنوان فاکتور فرعی در دو

علیرغم وسعت گسترده کشورمان، به علت محدودیت‌هایی مانند کوهستانی بودن، شوری خاک و بسیاری موارد دیگر، سطح زمین‌های قابل کشت بسیار محدود بوده و برای دستیابی به خودکفایی در فرآورده‌های کشاورزی لازم است تراز عملکرد در واحد سطح افزایش یابد و در این میان نقش عناصر غذایی ریزمغذی در افزایش عملکرد و بهبود وضعیت کیفی فرآورده‌های کشاورزی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. از طرفی عمده خاک‌های ایران به دلیل داشتن آب‌وهوای خشک و نیمه‌خشک، قلیایی یا نزدیک به قلیایی هستند و در بسیاری از مناطق مقادیر بالای آهن در کنار اسیدیت بالا محدودکننده جذب برخی از ریزمغذی‌ها می‌باشد. عناصری مانند آهن و روی در خاک‌های قلیایی جذب محدود داشته و به همین دلیل گیاهانی که در این خاک‌ها رشد می‌کنند علائم برآمده از کمبود این عناصر را نشان می‌دهند (Malakoti and Tehrani, 1999)؛ بنابراین در خاک‌های مناطق خشک، به دلیل pH بالا، بسیاری از عناصر به میزان کمی جذب می‌شوند و همین پیش آمد بر عملکرد گیاه تأثیرات قابل ملاحظه‌ای بر جای می‌گذارد. از طرفی اصلاح اسیدیت خاک جهت بهبود جذب عناصر غذایی در کوتاه‌مدت کمابیش کاری ناشدنی و گاهاً هزینه‌بردار است زیرا خاک به‌عنوان یک تامپون عمل می‌کند و به دلیل ویژگی بافری بالایی که دارد در برابر دگرگونی‌های pH از خود مقاومت نشان می‌دهد. به همین دلیل در کوتاه‌مدت روش‌های دیگری مانند محلول پاشی گیاهان با انواع ریزمغذی‌ها ساده‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش ممکن جهت جبران کمبود آن‌ها می‌باشد (Srivastava and Shirgure, 2014).

هیومیک اسید، یک پلیمر طبیعی است که دارای موضع‌های H^+ مربوط به عامل‌های اسیدی کربوکسیل بنزوئیک و فنلی (مکان‌های تبادل کاتیونی) است (Sardashti and Mohammadian Moghadam, 2007). در مطالعه اثر تیمار اسید هیومیک بر عملکرد و کیفیت لوبیا چشم‌بلبلی مشاهده شد کاربرد اسید هیومیک سبب افزایش ارتفاع ساقه، تعداد شاخه‌ها، سطح برگ، عملکرد و محتوی نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه این گیاه می‌شود (El-Henfy, 2010).

ساقه وجود داشت (جدول ۱، $P < 0.01$). بیشترین ارتفاع ساقه با ۶۵/۴۰ سانتی متر مربوط به اکوتیپ بهار سبز بود که با سایر اکوتیپ‌ها به‌غیر از باغچه مریم اختلاف معنی‌داری داشت. کمترین ارتفاع ساقه نیز مربوط به اکوتیپ ریژاو با ارتفاع ۵۰/۹۹ سانتی متر بود که با اکوتیپ های تلوار، آویهنگ و تازه‌آباد اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۱). نوع کود محلول پاشی شده اثر معنی‌داری بر ارتفاع ساقه نداشت. Maralian (2008) در یک مطالعه نشان داد که اثر محلول-پاشی کود آهن و روی بر ارتفاع ساقه معنی‌دار نبود و چنین نتیجه گرفت که عناصر ریزمغذی ممکن است تأثیر بیش تری در افزایش خصوصیات کیفی نسبت به خصوصیات کمی گندم داشته باشند. از طرف دیگر گزارش شده است که اسید هیومیک می‌تواند ارتفاع گیاه را تا اولین برگ و طول گیاه از یقه تا بزرگ‌ترین برگ را افزایش دهد، به‌عبارت‌دیگر رشد طولی گیاه بیش‌تر می‌شود (Eyheraguibelet *et al*, 2008).

سطح (پیش از گلدهی، پس از گلدهی) و نوع کود محلول-پاشی شده به‌عنوان فاکتور فرعی در چهار سطح (بدون محلول‌پاشی، محلول‌پاشی آهن، محلول‌پاشی اسید هیومیک، محلول‌پاشی مخلوط (اسید هیومیک و آهن)) بودند. کود آهن مورد استفاده در آزمایش با نام تجاری آیرن IRON تولیدی شرکت مانورت MANVERT کشور اسپانیا بود. کود آهن و اسید هیومیک با غلظت چهاردر هزار و با سم‌پاش پستی در مزرعه پخش شد. محلول‌پاشی پیش از گلدهی در تاریخ ۲۹ اردیبهشت و پس از گلدهی در تاریخ ۲۵ خرداد انجام شد. جهت اندازه‌گیری صفات تعداد دانه در سنبله، ارتفاع بوته، طول سنبله و وزن هزار دانه ۱۰ بوته در هر کرت در دو مرحله‌ی پیش و پس از گلدهی به‌صورت تصادفی انتخاب شد. بوته‌های باقی‌مانده در هر کرت پس از حذف اثر حاشیه جهت اندازه‌گیری عملکرد مورد استفاده قرار گرفتند.

نتایج و بحث

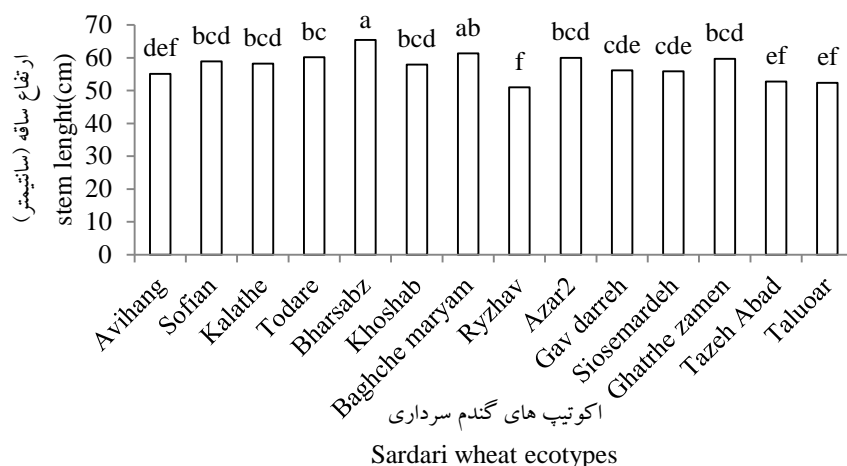
ارتفاع ساقه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که میان اکوتیپ‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری از نظر طول

جدول ۱- تجزیه واریانس برخی صفات گندم تحت تأثیر محلول‌پاشی آهن و اسید هیومیک در اکوتیپ‌های گندم سرداری
Table 1. Analysis of variance for some wheat traits affected by foliar application of iron and humic acid in Sardari wheat ecotypes

میانگین مربعات						
Mean of Squares						
عملکرد	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	طول سنبله	ارتفاع ساقه	درجه آزادی	منابع تغییرات
Yield	Thousand grain weight	number of grains per spike	Length of spike	Stem height	df	S.O.V
37539.01**	42.91 ^{ns}	350.25**	20.78**	2917.23**	2	تکرار
6233.12**	395.24**	61.24**	4.48**	368.9**	13	اکوتیپ (E)
5178.74	13.7	10.47	0.69	54.36	26	خطای a
34920.12**	62.59*	24.75 ^{ns}	1.16 ^{ns}	7.68 ^{ns}	1	زمان محلول‌پاشی (T)
6148.70**	13.28*	17.96 ^{ns}	0.90 ^{ns}	61.52 ^{ns}	13	T×E
1386.08	11.51	12.42	0.71	79.93	28	خطای b
111944.9**	243.04**	37.98*	4.09**	40.55 ^{ns}	3	نوع کود محلول‌پاشی شده (K)
10153.79**	12.85*	17.61*	1.15**	54.5 ^{ns}	39	K × E
2778.74 ^{ns}	8.99 ^{ns}	16.58 ^{ns}	0.67 ^{ns}	99.97 ^{ns}	3	K × T
2204.01 ^{ns}	8.49 ^{ns}	13.53 ^{ns}	0.30 ^{ns}	40.26 ^{ns}	39	K × T × E
2022.23	7.57	10.06	0.5	38.73	168	خطای c
19.96	6.62	22.45	11.28	10.83		ضریب تغییرات (درصد) C.V.

^{ns}, *, ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح آماری پنج و یک درصد می‌باشند.

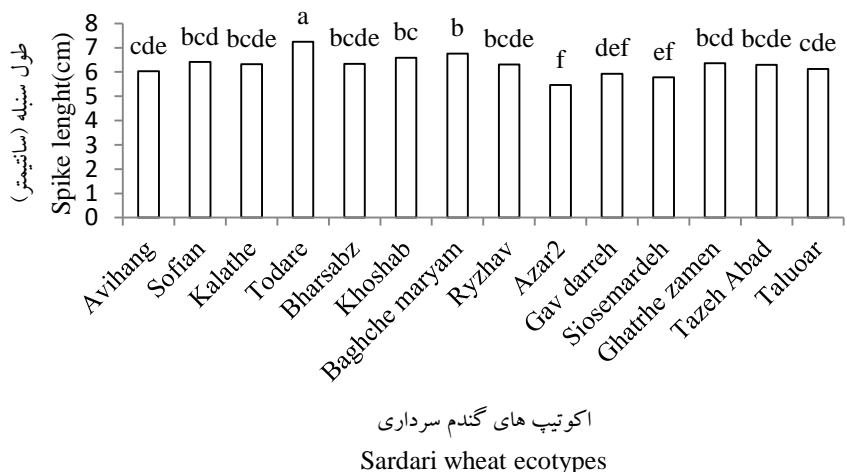
Ns is non-significant, * and ** are significant at $P=0.05$ and $P=0.01$, respectively



شکل ۱- مقایسه میانگین ارتفاع ساقه اکوتیپ های گندم سرداری و رقم آذر ۲ تحت تأثیر محلول پاشی آهن و اسید هیومیک
 Fig 1-Mean comparison of different wheat ecotypes stem height in Sardari and Azar 2 under application of humic acid and iron

هیومیک و مخلوط آهن و اسید هیومیک سبب افزایش معنی دار در طول سنبله نسبت به شاهد شدند، هرچند از نظر این صفت اختلاف معنی داری با همدیگر نشان ندادند (جدول ۱ و شکل ۳). گزارش شده است که اسید هیومیک از طریق افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه می شود به همین دلیل ممکن است روی صفاتی مانند طول سنبله تأثیر گذار باشد (Delfineet al, 2005). در مطالعه ای دیگر بر اثرات ضد تنشی مواد هیومیکی تحت شرایط تنش های غیرزنده مانند خشکی که در شرایط دیم اغلب اتفاق می افتد، تأکید شده است (Kulikova et al, 2005).

طول سنبله: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می دهد که اثر اکوتیپ و نوع محلول پاشی و اثر متقابل اکوتیپ در نوع محلول پاشی از لحاظ صفت طول سنبله معنی دار بود ($P < 0.01$). بیشترین طول سنبله مربوط به اکوتیپ تودار به طول ۷/۲۵ سانتی متر بود که با سایر اکوتیپ ها اختلاف معنی داری داشت. کمترین طول سنبله نیز مربوط به رقم آذر ۲ به طول ۵/۴۶ سانتی متر بود که فقط با اکوتیپ های گاودره و سی و سه مرده اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۲). مقایسه میانگین سطوح گوناگون محلول پاشی نشان داد که تیمارهای گوناگون محلول پاشی شامل آهن، اسید



شکل ۲- مقایسه میانگین طول سنبله اکوتیپ های گندم سرداری و رقم آذر ۲ تحت تأثیر محلول پاشی آهن و اسید هیومیک
 Figure 2-Means comparison of spike length of Sardari wheat ecotypes and Azar2 affected by application of humic acid and iron
 هیومیک مربوط بود که با سایر اکوتیپ ها به غیر از اکوتیپ باغچه مریم تحت محلول پاشی کود آهن (۷/۲۱ سانتی متر) اختلاف معنی داری داشت. کمترین طول سنبله نیز مربوط مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ × نوع کود محلول پاشی شده نشان داد که بیشترین طول سنبله (۸/۰۱ سانتی متر) به اکوتیپ تودار تحت تیمار محلول پاشی اسید

مهم‌ترین صفاتی است که با عملکرد دانه همبستگی مثبت دارد، زیرا پس از کاهش سطح برگ، سنبله نقش مهمی در فتوسنتز گیاه ایفا می‌کند. عناصر کم‌مصرف به‌خصوص آهن و روی باعث افزایش تعداد سنبله در واحد سطح می‌شوند (Soyluret *al*, 2005).

به رقم آذر ۲ تحت تیمار شاهد با ارتفاع ۴/۶۲ سانتی‌متر بود که با اکوتیپ‌های بهار سبز تحت تیمار کاربرد محلول‌پاشی اسید هیومیک، آذر ۲ تحت تیمار محلول‌پاشی آهن و اکوتیپ‌های گاودره، سی‌وسه مرده و قطره زمین تحت تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲). طول سنبله از

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ و نوع کود محلول‌پاشی شده بر روی برخی از صفات مورد مطالعه گندم سرداری.
Table 2- Mean comparisons of interaction of the studied ecotypes and the Foliar spraying on some traits in Sardari wheat.

عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Yield(g.m ⁻²)	وزن هزار دانه (گرم) Thousand grain weight (g)	تعداد دانه در سنبله number of grains per spike	طول سنبله Length of spike (cm)	اکوتیپ Ecotype	محلول‌پاشی Foliar application
111.3uv	28.52r	12.72eij	6.16c-j	ریژاو	
164n-u	41.58g-n	13.94c-j	4.62l	آذر ۲	
92.33v	31.4qr	9.58j	5.01kl	گاودره	
299.2 f-m	41.79g-n	11.68h-j	5.37h-l	سی‌وسه مرده	
135s-v	43.22d-m	13.41c-j	5.37h-l	قطره زمین	
250.1 e-j	35.59op	15.16c-i	6.12c-j	تازه‌آباد	
200.7 i-q	39.38mn	10.86ij	5.71f-k	تلوار	شاهد
234.9e-j	39.36mn	13.18d-j	6.48b-g	آویهنگ	
166.7m-u	41.44g-n	15.33b-i	6.63b-f	صوفیان	
128.6t-v	41.55g-n	12.74e-j	6.56b-f	کلاته	
212.6i-p	42.24f-m	16.94b-f	7.05b-d	تودار	
149.1p-v	42.27e-m	12.2c-i	6.05d-j	بهار سبز	
160.6 n-u	38.01no	13.02d-j	6.23b-j	خوشاب	
179.5k-t	41.9f-m	12.13g-j	6.58b-f	باغچه مریم	
137.3r-v	34.71o-q	12.15g-j	6.19b-j	ریژاو	
211.7i-p	45.81a-f	15.31b-i	5.24i-l	آذر ۲	
142.4q-v	35.42op	12.39f-j	6.29b-h	گاودره	
249.6e-j	43.81c-j	13.65c-j	5.92e-k	سی‌وسه مرده	
207.7i-p	48.93a	13.15d-j	5.92e-k	قطره زمین	
280.1c-g	42.69e-l	14.92c-i	7.01b-d	تازه‌آباد	آهن
256.5d-j	44.53b-h	12.87e-j	6.63b-f	تلوار	
317.9b-d	42.84e-m	13.03d-j	5.8f-k	آویهنگ	
239.2 e-k	43.08d-m	17.27bcde	7.03bcd	صوفیان	
178.9k-t	46.16a-e	13.91c-j	6.28b-h	کلاته	
284.8c-g	44.39b-i	17.22b-e	7.08bc	تودار	
250 e-j	46.76a-d	17.5b-d	7.06b-d	بهار سبز	
194.4 j-s	41.37g-n	14.14c-j	6.87b-e	خوشاب	
234.6e-l	42.5e-m	15.22b-i	7.21ab	باغچه مریم	

ادامه جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ و نوع کود محلول پاشی شده بر روی برخی از صفات مورد مطالعه گندم سرداری.

Table 2- Mean comparisons of interaction of the studied ecotypes and the Foliar spraying on some traits in Sardari wheat.

عملکرد دانه (گرم در مترمربع) (g.m ⁻²) Yield	وزن هزار دانه (گرم) Thousand grain weight (g)	تعداد دانه در سنبله number of grains per spike	طول سنبله Length of spike (cm)	اکوتیپ Ecotype	محلول پاشی Foliar application
174.4lm-t	33.24pq	14.46c-i	6.38b-h	ریژاو	
232.6e-l	43.7c-k	17.83a-c	6.07c-j	آذر ۲	
162.7n-u	34.92o-q	13.5c-j	6.39b-h	گاودره	
258.7d-i	42.04f-m	12.69e-j	6.39b-h	سی و سه مرده	
202.8i-q	47.17a-c	14.33c-i	5.91f-k	قطره زمین	
278.3c-h	39.76k-n	13.87c-j	6.19b-j	تازه آباد	
252.8e-j	43.14d-l	14.71e-j	6.11c-j	تلوار	
282.6d-g	47.24a-c	12.84e-j	6.06c-j	آویهنگ	
168.5m-u	40.44i-n	14.13c-j	6.08c-j	صوفیان	اسید هیومیک
199.6i-r	45.08b-g	13.66c-j	6.11c-j	کلاته	
403.0 a	44.09c-j	19.56ab	8.01a	تودار	
283.6c-g	47.21a-c	11.98g-j	5.52g-l	بهارسبز	
193.5j-s	40.83h-n	13.96c-j	6.26b-i	خوشاب	
355.9b	43.65c-l	12.2g-j	6.53b-g	باغچه مریم	
156 o-u	33.32pq	13.48c-j	6.52 b-g	ریژاو	
255.9d-j	43.83c-j	17.29b-e	5.9ek	آذر ۲	
179.3k-t	34.49o-q	13.05d-j	6.05d-j	گاودره	
278.8c-g	43.63c-l	12.93d-j	6.05d-j	سی و سه مرده	
233.2 e-l	48.02ab	12.73e-j	5.9f-k	قطره زمین	
259 d-i	40.46i-n	14.91c-i	6.13c-j	تازه آباد	
248.8c-g	43.73c-j	12.15g-j	6.73b-f	تلوار	
322.8bc	40.78h-n	21.53a	5.76f-k	آویهنگ	
241.9h-o	40.35i-n	12.22g-j	5.89e-k	صوفیان	مخلوط
259.8c-e	48.89a	12.67e-j	6.32b-h	کلاته	(آهن و اسید هیومیک)
289.9c-f	40.65h-n	17.95a-c	6.85b-e	تودار	
223.4g-n	45.11b-g	16.4b-g	6.74b-f	بهارسبز	
242.1e-k	39.71l-n	13.09d-j	7.0 b-d	خوشاب	
223g-n	42.53e-m	16.02b-h	6.7b-f	باغچه مریم	

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد می باشد.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ در نوع کود محلول پاشی شده نشان داد که بیشترین تعداد دانه در سنبله در اکوتیپ آویهنگ تحت تیمار محلول پاشی مخلوط (اسید هیومیک و آهن) با ۲۱/۵۳ دانه در سنبله به دست آمد که اختلاف معنی داری با اکوتیپ های تودار تحت تأثیر محلول پاشی با اسید هیومیک و ترکیبی از اسید هیومیک و آهن و رقم آذر ۲ تحت تأثیر تیمار اسید هیومیک نداشت. کمترین تعداد دانه در سنبله نیز مربوط به اکوتیپ گاودره

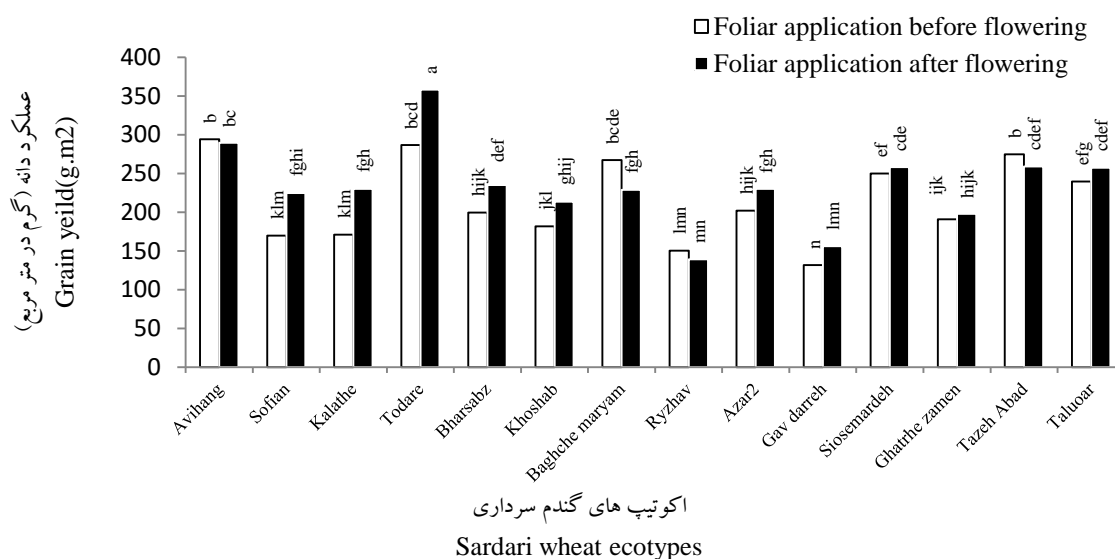
تعداد دانه در سنبله: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که میان اکوتیپ های مورد بررسی اختلاف معنی داری از نظر صفت تعداد دانه در سنبله وجود داشت ($P < 0.01$). هم چنین اثر نوع کود محلول پاشی شده و اثر متقابل اکوتیپ در نوع کود محلول پاشی شده نیز از لحاظ این صفت معنی دار بود (جدول ۱، $P < 0.05$).

مصرف آهن در آغاز گلدهی از طریق تحریک رشد رویشی منجر به انتقال مواد فتوسنتزی به مخازنی مانند دانه‌ها می‌گردد. افزایش آهن باعث افزایش تعداد رنگ‌دانه‌های فتوسنتز کننده و مقدار کلروفیل برگ‌ها می‌شود، بنابراین میزان فتوسنتز و سرعت تثبیت دی‌اکسید کربن در واحد سطح برگ، افزایش پیدا می‌کند که به نوبه خود سبب افزایش ذخیره نشاسته و کربوهیدرات‌ها می‌شود و در نتیجه آن وزن هزار دانه افزایش پیدا می‌کند (Borowski and Michalek, 2011).

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اکوتیپ، نوع کود محلول‌پاشی شده، زمان محلول‌پاشی، اثرات متقابل اکوتیپ در زمان محلول‌پاشی و اکوتیپ در نوع کود محلول‌پاشی شده معنی‌دار بودند (جدول ۱، $P < 0.01$). بیش‌ترین عملکرد دانه متعلق به اکوتیپ تودار در زمان محلول‌پاشی پس از گلدهی با عملکرد $359/2$ گرم در مترمربع بود که اختلاف معنی‌داری با سایر اکوتیپ‌ها داشت. کم‌ترین عملکرد دانه مربوط به اکوتیپ گاودره در تیمار محلول‌پاشی پیش از گلدهی با 132 گرم در مترمربع بود که با اکوتیپ‌های ریژاو در تیمار محلول‌پاشی پیش و پس از گلدهی و گاودره در تیمار محلول‌پاشی پس از گلدهی، اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۳). چنین به نظر می‌رسد که اسید هیومیک باعث کندتر شدن روند پیری در برگ‌ها می‌شود و سبب افزایش طول دوره فتوسنتز و رشد گیاه می‌گردد (Wolf et al, 1988). مطالعات پژوهشگران نشان داد که کاربرد اسید هیومیک به صورت محلول‌پاشی در گندم موجب افزایش 24 درصدی عملکرد شد (Delfine et al, 2005). پژوهشگران گزارش کردند که محلول‌پاشی با آهن در گیاه سویا باعث افزایش عملکرد به میزان 303 کیلوگرم در هکتار گردید. به‌طور کلی با توجه به نقش عنصر آهن در فتوسنتز می‌توان نتیجه گرفت که عناصر کم‌مصرف از طریق افزایش توان فتوسنتزی و میزان فتوسنتز، باعث افزایش عملکرد در گیاهان می‌شوند (Goos and Johnson, 2000).

در تیمار شاهد با $9/58$ دانه در سنبله بود (جدول ۲). عناصر کم‌مصرف مانند آهن و روی باعث افزایش تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و غلظت عناصر در دانه می‌شوند (Pahlavan-rad et al, 2009). کاربرد اسید هیومیک و آهن از طریق افزایش بافت‌های فتوسنتز کننده موجب طولانی‌تر شدن دوره‌ی رشد و گرده‌افشانی و افزایش تعداد دانه در بوته می‌شوند. به نظر می‌رسد آهن و اسید هیومیک باعث افزایش لقاح و بارور شدن بیش‌تر گل‌ها شود که این عامل باعث افزایش تعداد دانه در گیاه می‌شود (Bahrani, 2015).

وزن هزار دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اکوتیپ و نوع کود محلول‌پاشی شده بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود ($P < 0.01$). اثر زمان محلول‌پاشی و اثرات متقابل اکوتیپ در زمان محلول‌پاشی و اکوتیپ در نوع محلول‌پاشی نیز در سطح 5 درصد معنی‌دار گردیدند (جدول ۳، $P < 0.05$). مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ در نوع کود محلول‌پاشی شده نشان داد که بیش‌ترین وزن هزار دانه با وزن $48/93$ گرم متعلق به اکوتیپ قطره زمین بود که در اثر محلول‌پاشی با آهن به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با اکوتیپ‌های آویهنگ تحت تیمار محلول‌پاشی با اسید هیومیک، آذر 2 تحت تیمار محلول‌پاشی با آهن، کلاته تحت تیمار محلول‌پاشی با آهن و مخلوط آهن و اسید هیومیک، بهارسبز تحت تیمار محلول‌پاشی با آهن و اسید هیومیک و قطره زمین تحت تیمار محلول‌پاشی با مخلوط اسید هیومیک و آهن و تیمار اسید هیومیک نداشت. کم‌ترین وزن هزار دانه ($28/52$ گرم) نیز متعلق به اکوتیپ ریژاو تحت تیمار شاهد بود که با اکوتیپ گاودره تحت تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲). در یک بررسی تأثیر اسید هیومیک روی نوعی گیاه علوفه‌ای نشان داد که کاربرد اسید هیومیک به‌طور معنی‌داری سرعت فتوسنتز، توسعه زیست توده ریشه و محتوی عناصر غذایی گیاه را افزایش می‌دهد. این افزایش در غلظت 400 میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک مشاهده گردید (Liu et al, 1998). به نظر می‌رسد افزایش عناصر غذایی باعث افزایش وزن هزار دانه شده است.



شکل ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه اکوتیپ های گندم سرداری و رقم آذر ۲ تحت تأثیر سطوح گوناگون محلول پاشی اسید هیومیک و آهن در دو زمان پیش و پس از گلدهی

Figure 3-Mean comparison of seed yield in Sardari wheat ecotypes and Azar2 under different levels of foliar application of humic acid and iron before and after flowering

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که محلول پاشی اثری بر روی ارتفاع بوته نداشت؛ اما باعث افزایش طول سنبله شد. هم چنین تیمارهای کودی باعث افزایش تعداد دانه در سنبله شدند و این به علت تأثیر مفید کودها در افزایش توان فتوسنتزی و لقاح گل‌ها در نتیجه افزایش میزان دانه در سنبله‌ها است. محلول پاشی با کود آهن بیشترین تأثیر را در میان سایر تیمارها در افزایش وزن هزار دانه داشت. هم-چنین تیمارهای محلول پاشی باعث افزایش عملکرد دانه گردید. به طوری که محلول پاشی با اسید هیومیک، آهن و مخلوط به ترتیب باعث افزایش ۴۲/۴۴، ۳۱/۴۶، ۴۲/۷۴ درصدی نسبت به شاهد شدند. چنین به نظر می‌رسد که اسید هیومیک باعث کندتر شدن روند پیری در برگ‌ها می‌شود و سبب افزایش طول دوره فتوسنتز و رشد گیاه می‌گردد که باعث استفاده بیش‌تر از منابع و افزایش دوام برگ-ها و افزایش عملکرد می‌شود. بیشترین و کمترین عملکرد دانه (۴۰۳ و ۹۲/۳۳ گرم در مترمربع) به ترتیب از اکوتیپ تودار با محلول پاشی اسید هیومیک و اکوتیپ گاودره در تیمار شاهد بود که اختلاف معنی داری با اکوتیپ های کلاته، بهارسبز، ریژاو و قطره زمین در شرایط عدم محلول پاشی (شاهد) و اکوتیپ های ریژاو و گاودره در شرایط محلول پاشی با آهن نداشت (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ در نوع کود محلول پاشی شده نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با عملکرد ۴۰۳ گرم در مترمربع از اکوتیپ تودار با محلول پاشی اسید هیومیک به دست آمد که دارای اختلاف معنی داری با سایر اکوتیپ‌ها و محلول پاشی‌های گوناگون بود و کمترین عملکرد دانه با عملکرد ۹۲/۳۳ گرم در مترمربع نیز مربوط به اکوتیپ گاودره در تیمار شاهد بود که اختلاف معنی داری با اکوتیپ های کلاته، بهارسبز، ریژاو و قطره زمین در شرایط عدم محلول پاشی (شاهد) و اکوتیپ های ریژاو و گاودره در شرایط محلول پاشی با آهن نداشت (جدول ۲). اسید هیومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ باعث افزایش سبز ماندن برگ و در نتیجه عملکرد گیاهان می‌شود (Nardi et al, 2002). پژوهشگران طی آزمایشی نشان دادند که محلول پاشی عناصر ریزمغذی مانند آهن، روی و منگنز در مرحله ساقه دهی و پیش از گلدهی باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد ذرت می‌شود (Khalil et al, 2002).

نتیجه گیری

منابع

- Amanullah, M. M., Archana, J. Manoharan, S & Subramanian, K. S. 2012. Influence of iron and inoculation on metabolically active iron, chlorophyll content and yield of hybrid maize in calcareous soil. *Journal of Agronomy*, 11(1): 27-30.
- 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.
- Borowski, E & Michalek, S. 2011. The effect of foliar fertilization of French bean with iron salts and urea on some physiological processes in plants relative to iron uptake and translocation in leaves. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 10(2):183-193.
- Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E. Alvino, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy for Sustainable Development*, 25: 183-191.
- El-Hefny, E. M. 2010. Effect of saline irrigation water and humic acid application on growth and productivity of two cultivars of cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4 (12): 6154-6168.
- Eyheraguibel, B., Silvestre, J & Morard, P. 2008. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. *Bioresource Technology*, 99(10): 4206-4212.
- Goos, R. J & Johnson, B. 2000. Seed treatment, seeding rate, and cultivar effects on iron deficiency chlorosis of soybean. *Journal of Plant Nutrition*, 24: 1255-1268.
- Hemantaranjan, A. and Garg, O. K. 1988. Iron and zinc fertilization with reference to the grain quality of *Triticum aestivum* L. *Journal of Plant Nutrition*, 11: 1439-1450.
- Khalil Mahhaleh, J., Reza doost, S. Roshdi, M. 2002. Effect of foliar micronutrient elements on quantitative and qualitative characteristics of 704 corn silage in the Khoy region. Ninth Congr. Soil Science, Tehran. Iran.
- Kulikova, N. A., Stepanova, E. V & Koroleva, O. V. 2005. Mitigating Activity of humic substances: direct influence on biota. Pp. 309-258. In: I.V. Perminova, et al. (eds). Use of humic substances to remediate polluted environments: from theory to practice. Springer, Netherlands
- Liu, C., Cooper, R. J and Bowman, D. C. 1998. Humic acid application affects photosynthesis, root development, and nutrient content of creeping bentgrass. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 33(6): 1023-1025.
- Malakoti, M & Tehrani, M. 1999. The role of micronutrients in enhancing the performance and improve the quality of agricultural products, the impact of macro-micro elements. Tarbiat Modarres University Press, pp: 299.
- Mallangouda, B. 1995. Effect of NPK and FYM on growth parameters of onion, garlic and coriander, current research. University of Agricultural Science Bangalore, India, 24: 212- 213
- Maralian, H. 2008. Effect of foliar application of iron and zinc in improving the quantity and quality of seeds and cultivars. *Agricultural research in water, soil and plants in agriculture*, 8: 4.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A & Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 1527-1536.
- Pahlavan- rad., Mohammad, R. G & Pessaraki, M., 2009. Response of Wheat Plant to Zinc, Iron and Manganese Applications and Uptake and Concentration of Zinc, Iron and Manganese in Wheat Grains. *Communications Soil Science and Plant Analysis*, 40: 1322-1332.
- Sardashti, A & Mohammadian Moghadam, S. 2007. Appointment the cation exchange capacity of Humic acid produced from forest soils in NaharKhoran, of Gorgan ions of cadmium, Plumb and nickel in the water container discontinuous method. *Publication of Chemical Engineering of Iran*, 8: 3 -17. (In Persian).
- Srivastava, A. K & P. S. Shirgure. 2014. Nutrient use efficiency in fruit crops: Future strategy. In *Horticulture for inclusive growth*, eds. K. L. Chadha, Pritam Kalia, and S. K. Singh, pp. 292-313. The Horticultural Society of India, NewDelhi: Westville Publishing House.
- Soylur, S., Sade, B., Topal, A., Akgun, N. & Gezgin, S. 2005. Responses of irrigated durum and bread wheat cultivars to boron application in low boron calcareous soil. *Turkish Journal of Agriculture*, 29: 275-286.
- Tandon, H. L. S. 1995. Micronutrient in soils, crops and fertilizers. A sourcebook-cum - Directory. Fertilizer Development and Consultation Organization, New Delhi, India.

Effects of foliar application of humic acid and iron on yield and yield components of Sardari wheat ecotypes under dryland condition

Nasrin Teimoori¹, Gholamreza Heidari^{*2}, Farzad Hosseinpanahi³, Adel Siosemardeh² & Yousef Sohrabi²

1. M.Sc of Agronomy, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

2. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

3. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

Contact: g.heidari@uok.ac.ir

Received: 2019/ 01/ 04

Accepted: 2019/ 02/ 12

Abstract

In order to study the effects of iron and humic acid foliar spraying on yield and yield components of Sardari wheat ecotypes an experiment was conducted in Research Farm of Kurdistan University during growing season 2012-2013. This experiment carried out as split-split plot based on complete randomized block design with three factors and three replications. The studied factors included: ecotypes of Sardari (Ryzhav, Khoshab, Todare, Baghche Maryam, Tazeh Abad, Taluoar, GhatrehZamin, Sofian, Avihang, Siosemardeh, Baharsabz, Gavdarreh and Kalateh) and Azar₂ at 14 levels were assigned to the main plots, spraying time in two levels (before and after flowering) were allocated to sub plots, and foliar application at four levels (control, humic acid, iron and humicacid+iron) were placed in sub-sub plots. Results showed among ecotypes, Toodar sprayed with humic acid had the highest yield of 503 gr.m⁻². The lowest grain yield belonged to Gavdarreh ecotype with foliar spraying before flowering at the rate of 132 gr.m⁻² that had no significant difference with Ryzhav ecotype in spraying before and after flowering and Gavdarreh in foliar spraying after flowering.

Key words: Azar₂, micronutrients, dryland farming, spraying time, thousand seed weight