Archive of SID

نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد نهم، شماره چهارم، زمستان ۹۵
۵۷-۷۰
http://ejcp.gau.ac.ir

بررسی تأثیر کاربرد برگی فولات در مراحل مختلف رشدی بر عملکرد کمی و کیفی گندم

عادل جوادی[۱]، عزت‌اله اسفندیاری[۲*]، علیرضا پورمحمد[۳] و آرمن آوانس[۴]

[۱]دانش‌آموخته دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه،
[۲]دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، [۳]استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، [۴]استادیار گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مراغه

تاریخ دریافت: ۹٤/۷/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹٤/۱۲/۱۱

چکیده

سابقه و هدف: گندم یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی است که در تغذیه مردم به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه مانند ایران از جایگاه خاصی برخوردار است. همچنین، به‌دلیل کاهش تنوع غذایی مردم و عدم دریافت کافی ریزمغذی‌ها، سوءتغذیه و کم‌خونی ناشی از فقر آهن از مهم‌ترین مشکلات تغذیه‌ای این جوامع به‌شمار می‌آید. امروزه پژوهشگران تلاش می‌کنند که ضمن افزایش عملکرد گندم، ریزمغذی‌های انباشته شده در دانه گندم مانند آهن را افزایش داده و به کاهش سوءتغذیه کمک نمایند. با توجه به نقش فولات در انتقال بنیان‌های تک‌کربنه، در این پژوهش تأثیر کاربرد برگی فولات در مراحل مختلف رشدی بر عملکرد کمی گندم و تجمع آهن در دانه آن، مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی اثر کاربرد برگی فولات در مراحل مختلف رشدی بر عملکرد و میزان آهن انباشته شده در دانه گندم، رقم کوهدشت گندم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۲ کشت شد. سپس، در مراحل ساقه‌روی، سنبله‌دهی، شیری و خمیری دانه به‌همراه تمامی مراحل یاد شده، فولات با مقدار ۵۰ میکرومولار بر روی بوته‌های گندم در ساعات پایانی روز اسپری شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل نشان داد که اسپری برگی فولات در مراحل فنولوژیکی مختلف گندم سبب افزایش ارتفاع بوته، سطح برگ پرچم و تعداد پنجه‌های بارور در مقایسه با شاهد گردید. اما تعداد سنبلچه در سنبله در هیچ یک از مراحل رشدی گندم از اسپری برگی فولات متأثر نشد. در مقابل درصد گلچه‌های عقیم در سنبله در اثر

* مسئول مکاتبه: esfand1977@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار بوته‌های گندم با فولات در تمامی مراحل رشدی، به‌استثنای مرحله سنبله‌دهی، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. همچنین اسپری برگی فولات تعداد دانه در سنبله را در همه مراحل رشدی به‌جز مرحله شیری دانه در مقایسه با شاهد افزایش داد. وزن هزاردانه فقط در مراحل شیری و خمیری دانه به‌همراه تیمار ترکیبی از اسپری برگی فولات به‌طور معنی‌داری متأثر شد. عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در اثر اسپری برگی فولات در تمامی مراحل فنولوژیک افزایش معنی‌داری در مقایسه با شاهد نشان داد. همچنین، کاربرد برگی فولات میزان آهن موجود در دانه گندم را به‌استثنای مرحله ساقه‌روی، در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد.

نتیجه‌گیری: با توجه به تأثیر مثبت کاربرد برگی فولات بر عملکرد و تجمع آهن در دانه گندم و جایگاه خاص این محصول در تغذیه مردم کشور و شیوع کم‌خونی ناشی از فقر آهن، کاربرد برگی فولات می‌تواند به‌عنوان یک راهکار کوتاه‌مدت برای افزایش عملکرد گندم و تامین ریزمغذی آهن مورد نیاز مردم به‌شمار آید. همچنین، بهبود هر دو بعد کمی و کیفی امنیت غذایی از دیگر مزیت‌های این روش می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پنجه بارور، تعداد سنبلچه در سنبله، عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک، وزن هزاردانه

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در حال حاضر ایران با داشتن بیش از ۷۷ میلیون نفر جمعیت، هفدمین کشور پرجمعیت جهان می‌باشد که پیش‌بینی می‌گردد تا سال ١٤٠٥ شمسی جمعیت ایران به حدود ۸۵ میلیون نفر برسد. طبیعتاً رشد جمعیت کشور افزایش تقاضای مواد غذایی را به دنبال دارد. به‌علاوه، در میان محصولات کشاورزی گندم به‌ترتیب با تامین ۷۰ و ۵۰ درصد انرژی و پروتئین مورد نیاز روزانه مردم نقش ویژه‌ای در تغذیه مردم کشورهای در حال توسعه نظیر ایران دارد (۸). به همین دلیل پژوهشگران تلاش می‌کنند با استفاده از راهکارهایی بین رشد جمعیت و تولید محصولات به‌ویژه گندم تعادل ایجاد نمایند که می‌توان به معرفی ارقام پرمحصول طی انقلاب سبز و کاهش تنوع کشت با هدف افزایش تولید و نگاه اقتصادی به تولید محصولات کشاورزی اشاره کرد. به‌طوری‌که از بین ۷۰۰۰ گونه گیاهی با قابلیت مصرف غذایی توسط انسان، تنها ۳۹ گونه گیاهی، ۹۵ درصد تولیدات کشاورزی را به خود اختصاص داده‌اند (۱۹). در راهکارهای مورد اشاره جنبه اقتصادی و کمی عملکرد مورد توجه قرار گرفته است و امروزه تنها توجه به بعد کمی مهم‌ترین عیب انقلاب سبز به‌شمار می‌آید. عدم توجه به جنبه کیفی تولید محصولات کشاورزی به‌همراه کاهش تنوع غذایی، شیوع سوءتغذیه را در بین مردم کشورهای در حال توسعه مانند ایران سبب شده است که کمبود آهن در بین مردم کشور به‌ویژه زنان از جمله آن‌ها می‌باشد. شایان ذکر است که با توجه به نقش‌های متابولیسمی آهن و فولات (ویتامین ب ۹) در بدن انسان و عوارض ناشی از کمبود آن‌ها در جامعه، برنامه غنی‌سازی آرد گندم با آهن و فولات از سال ١٣٨٦ با هدف کاهش تبعات منفی کمبود آن‌ها در کشور به مرحله اجرا درآمد.

عملکرد گندم همانند سایر گیاهان زراعی تابع فاکتورهای محیطی و ژنتیکی است. برای حصول حداکثر عملکرد علاوه بر ایجاد شرایط مطلوب محیطی، باید محدودیت‌های متابولیسمی که به‌نوعی از ویژگی‌های ژنتیکی به‌شمار می‌آیند نیز رفع گردد. از جمله محدودیت‌های متابولیسمی می‌توان به‌میزان پائین ویتامین‌ها و کوآنزیم‌ها نظیر فولات اشاره نمود (۲۰). فولات یا ویتامین ب ۹ از جمله ویتامین‌های محلول در آب بوده که از ترکیب پتریدین، پارا آمینو بنزوات و L- گلوتامات حاصل می‌شود. فرم فعال این ویتامین در سلول‌های گیاهی تتراهیدروفولات بوده و در انتقال بنیان‌های

www.SID.ir

Archive of SID

تک‌کربنه متیل، فرمیل، متیلن، اکسی‌متیل، متنیل و فرمیمینو در سلول‌های گیاهی ایفای نقش می‌کند (۹). از مهم‌ترین نقش‌های فیزیولوژیک فولات می‌توان به تبدیل هموسیستئین به متیونین و سیستیدین به تیمیدین اشاره نمود (۱۱). تاکنون اثرات مفید ویتامین‌های مختلف بر رشد و تولید گیاهان زراعی و حتی افزایش تحمل به تنش‌های محیطی توسط پژوهشگران متعددی گزارش شده است (۱، ۲، ٦ و ۱۸). در همین راستا صادقی‌رازلیقی و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کرده‌اند که پیش‌تیمار بذور گندم با فولات ۲۵ میکرومولار سبب کاهش تنفس نگهداری در بذور در حال جوانه‌زنی شده و ویگور اولیه گیاهچه را بهبود می‌بخشد (۲۰). همچنین صادقی‌رازلیقی و همکاران (۲۰۱٤) عنوان نموده‌اند که کاربرد برگی ۲۵ میکرومولار فولات با تحت‌تأثیر قرار دادن پارامترهای مرتبط با عملکرد توانست میزان عملکرد را به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش دهد (۲۱). همچنین، استاخف و همکاران (۲۰۰۰) در جو و نخود نشان دادند که کاربرد برگی فولات در مراحل انتهایی رشد و نمو گیاهان یاد شده توانست میزان عملکرد دانه را بیش از ۲۵ درصد افزایش دهد. همچنین این پژوهشگران افزایش میزان اسیدهای آمینه ضروری و پروتئین کل را در اثر کاربرد برگی فولات گزارش کرده‌اند (۲۳).

با توجه به نقش قابل‌توجه گندم در تغذیه انسان و ضرورت حفظ تعادل بین میزان تولید این محصول با تقاضای آن، اهمیت توجه به بعد کیفی گندم‌های تولید شده به‌همراه مطالعات محدود انجام گرفته در خصوص بررسی اثرات فولات بر عملکرد گندم سبب گردید تا این آزمایش با هدف بررسی کاربرد برگی فولات در مراحل فنولوژیکی مختلف گندم بر عملکرد و اجزای عملکرد به‌همراه میزان آهن انباشته شده در دانه به مرحله اجرا درآید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی کاربرد برگی فولات بر عملکرد و اجزای عملکرد به‌همراه میزان آهن انباشته شده در دانه گندم نان آزمایشی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ بر روی رقم کوهدشت در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه با مشخصات عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٤٦ درجه و ١٦ دقیقه شرقی و با ارتفاع ١٥٤٢ متر از سطح دریا انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جهت آماده‌سازی زمین ابتدا محل مورد نظر با گاوآهن برگردان‌دار در پائیز شخم زده شد و بقیه عملیات تهیه بستر کشت شامل دیسک، تسطیح و کرت‌بندی در اواخر اسفندماه ١٣٩١ انجام گرفت. بذور رقم بهاره کوهدشت قبل از کاشت، با قارچ‌کش کاربندازیم (٠/٧ به ١٠٠٠، وزنی- وزنی) ضدعفونی و به‌صورت دستی با فاصله یک سانتی‌متر روی ردیف‌ها و ٢٠ سانتی‌متر بین ردیف‌ها در عمق ٣ تا ٥ سانتی‌متری در تاریخ ٢٠ فروردین‌ماه ١٣٩٢ کشت و آبیاری شدند. به‌علاوه، با توجه به نتایج آزمون خاک و توصیه متداول کودی، علی‌رغم نیاز به عناصر فسفر، آهن و روی تنها ٢٠٠ کیلوگرم در هکتار کود اوره طی سه مرحله (یک‌سوم در هنگام کاشت، یک‌سوم در مرحله پنجه‌زنی و یک سوم باقی‌مانده در مرحله قبل از گلدهی) استفاده گردید و از اضافه نمودن سایر عناصر به خاک و یا کاربرد ریزمغذی‌ها به شکل‌های دیگر صرف‌نظر شد. زیرا پژوهش حاضر بخشی از رساله دکتری مؤلف اول مقاله حاضر بود که در آن یکی از فرضیه‌های مورد بررسی تأثیر فولات بر رهاسازی و جذب فرم غیرقابل‌جذب عناصر مورد اشاره بود. در جدول (١) برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش آورده شده است. عملیات داشت شامل مبارزه با علف‌های هرز، آبیاری و مبارزه با آفات و بیماری‌ها متناسب با نیاز و به‌طور یکسان در همه کرت‌ها انجام شد.

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با تیمارهای شاهد (عدم کاربرد برگی فولات) و کاربرد برگی فولات ٥٠ میکرومولار در مراحل ساقه‌روی، سنبله‌دهی، شیری و خمیری دانه و تمامی مراحل فنولوژیکی یاد شده در سه تکرار انجام گرفت. به‌علاوه، برای جذب بهتر فولات از سطح برگ ضمن اضافه نمودن چند قطره توئین به‌عنوان مویان به محلول مورد استفاده، عملیات محلول‌پاشی در ساعات پایانی روز با استفاده از سمپاش پشتی تلمبه‌ای با نازل مخروط‌پاش (مدل B.P15) انجام گردید.

پس از رسیدن بوته‌های گندم به رسیدگی وزنی، برای تعیین سطح برگ پرچم، ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور در بوته، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، درصد گلچه عقیم و وزن هزاردانه، ١٠ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و پارامترهای مذکور اندازه‌گیری شدند. لازم به‌ذکر است فاصله بین سطح زمین تا انتهای سنبله به‌عنوان ارتفاع بوته در نظر گرفته شد. همچنین برای تعیین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه از بخش رقابت‌کننده کرت‌های آزمایشی یک مترمربع توسط پلات ١×١ برداشت و پارامترهای فوق اندازه‌گیری گشت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش در عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری.

Table 1. Soil physical and chemical characteristics of the experiment site in 0-30 cm depth.

بافت خاک	رس	سیلت	شن	نیتروژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	روی قابل جذب	مس قابل جذب	آهن قابل جذب	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)
Soil Texture	Clay	Silt	Sand	Total Nitrogen	Available Phosphorous	Available Potassium	Available Zinc	Available Copper	Available Iron	pH	EC ($dS.m^{-1}$)
لوم	(درصد)			(درصد)	(میلی گرم در کیلو گرم)						
Lom	(%)			(%)	($mg.kg^{-1}$)						
	17.2	35.2	47.6	0.1	8.43	102.16	0.41	0.5	2.39	6.81	0.49

www.SID.ir

Archive of SID

میزان آهن انباشته شده در دانه براساس روش امامی (١٩٩٦) اندازه‌گیری شد (١٠). بدین‌منظور، ٠/٥ گرم از دانه‌های کاملاً آسیاب شده وزن و به لوله هضم منتقل و ٥ سی‌سی اسید نیتریک غلیظ به‌روی آن‌ها اضافه شد و به‌مدت ١ ساعت در دمای ١٠٠ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. پس از سرد شدن نمونه‌ها، ٢/٥ سی‌سی اسید پرکلریک غلیظ اضافه شد و به‌مدت ٣ ساعت در دمای ٢٠٠ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. پس از پایان زمان فوق و سرد شدن نمونه‌ها، با استفاده از کاغذ صافی نمونه‌ها صاف شده و با آب مقطر به حجم ١٠٠ سی‌سی رسانده شد. در نهایت با استفاده از دستگاه جذب اتمی (SHIMADZU مدل AA-63000 ساخت کشور ژاپن) میزان آهن تعیین گردید.

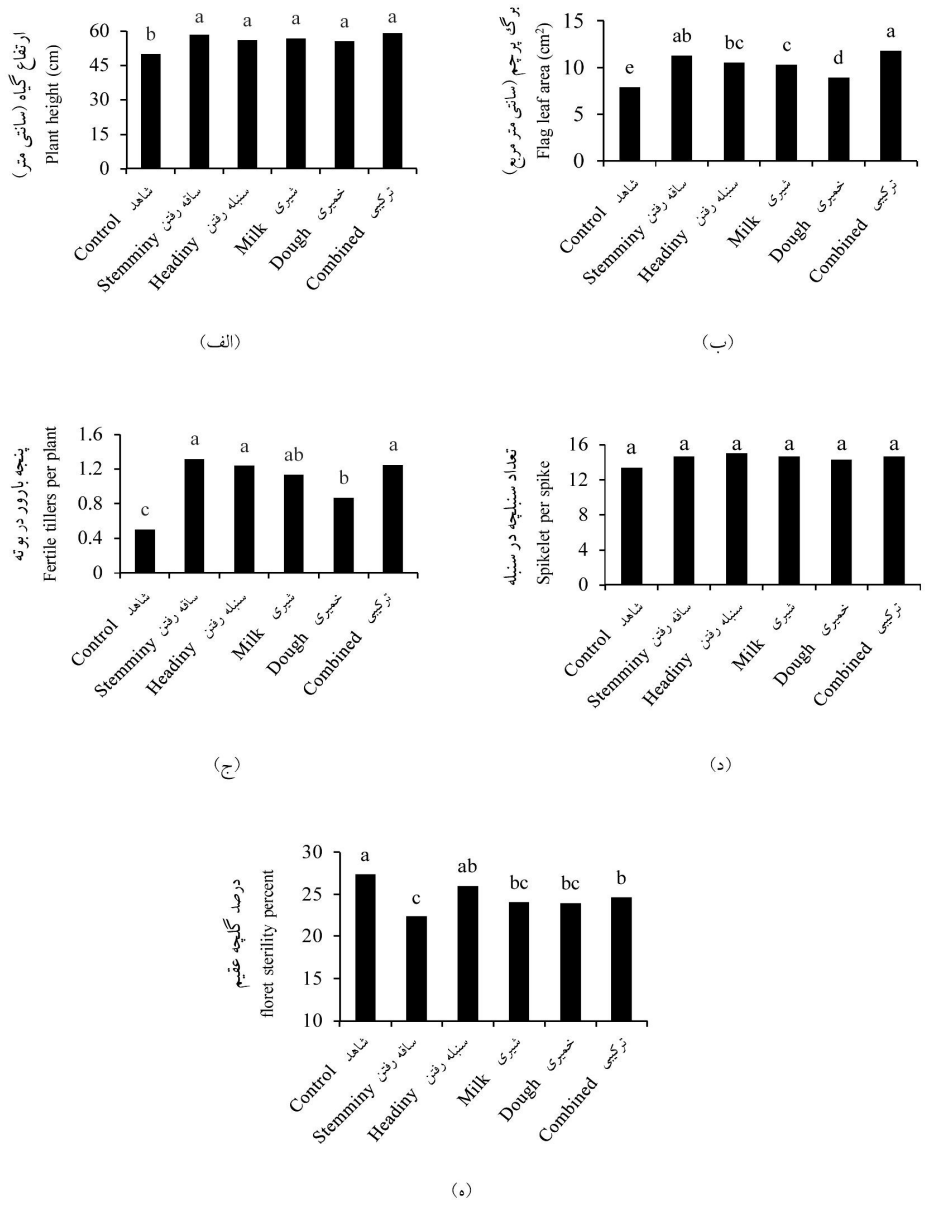
تجزیه داده‌های حاصل با نرم‌افزار Genstate 12 و برای رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel 2013 انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ٥ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که اسپری برگی فولات در مراحل فنولوژیکی مختلف گندم سبب افزایش ارتفاع بوته، سطح برگ پرچم و تعداد پنجه‌های بارور در مقایسه با شاهد گردید (شکل ١ الف، ب و ج). تعداد سنبلچه در سنبله در هیچ یک از مراحل رشدی گندم از اسپری برگی فولات متأثر نشد (شکل ١ د). در مقابل درصد گلچه‌های عقیم در سنبله در اثر تیمار بوته‌های گندم با فولات در تمامی مراحل رشدی، به‌استثنای مرحله سنبله‌دهی، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ١ ه). همچنین اسپری برگی فولات تعداد دانه در سنبله را در همه مراحل رشدی به‌جز مرحله شیری دانه در مقایسه با شاهد افزایش داد (شکل ٢ الف). وزن هزاردانه فقط در مراحل شیری و خمیری دانه به‌همراه تیمار ترکیبی از اسپری برگی فولات به‌طور معنی‌داری متاثر شد (شکل ٢ ب). عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در اثر اسپری برگی فولات در تمامی مراحل فنولوژیک افزایش معنی‌داری در مقایسه با شاهد نشان داد (شکل ٢ ج و د). کاربرد برگی فولات میزان آهن موجود در دانه گندم را به‌استثنای مرحله ساقه‌روی، در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد (شکل ٣).

www.SID.ir

Archive of SID

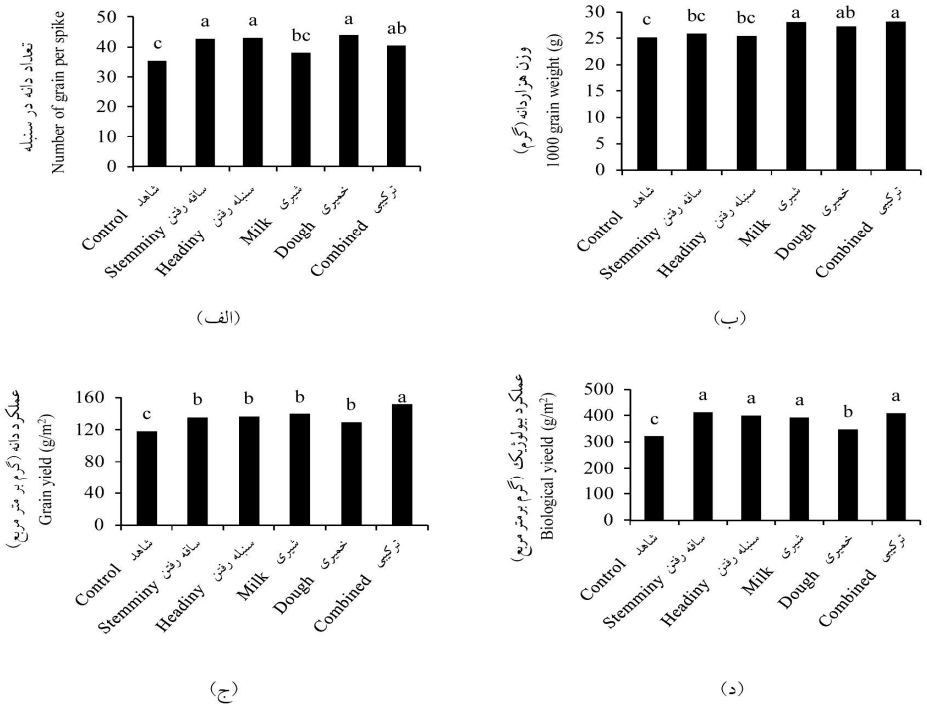


شکل ۱- تأثیر کاربرد برگی فولات در مراحل مختلف رشدی بر ارتفاع بوته (الف)، سطح برگ پرچم (ب)، تعداد پنجه بارور (ج)، تعداد سنبلچه در سنبله (د) و درصد گلچه عقیم (ه).

Figure 1. Effect of folate foliar application at different growth stage on plant height (A), leaf area index (B), fertile tiller (C), number of spikelet per spike (D) and floret sterility (E).

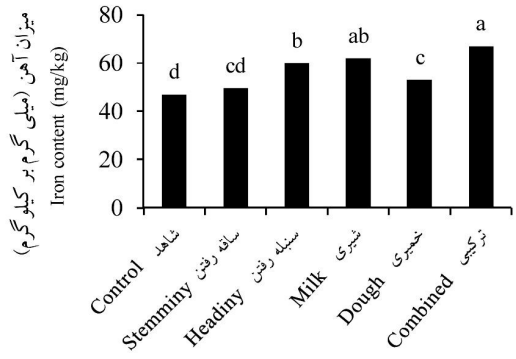
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٢- تأثیر کاربرد برگی فولات در مراحل مختلف رشدی بر تعداد دانه در سنبله (الف)، وزن هزاردانه (ب)، عملکرد اقتصادی (ج) عملکرد بیولوژیک (د).

Figure 2. Effect of folate foliar application at different growth stage on number of grain per spike (A), weight of thousand seeds (B), Economic yield (C) and Biological yield (D).



شکل ٣- تأثیر کاربرد برگی فولات در مراحل مختلف رشدی بر میزان آهن انباشته شده در دانه.

Figure 3. Effect of folate foliar application at different growth stage on iron accumulated in grain.

www.SID.ir

Archive of SID

برگ‌ها محل اصلی انجام فتوسنتز و تولید فتوآسیمیلات‌ها در گیاهان می‌باشند، اما در طول دوره پر شدن دانه برگ‌های پائینی ظرفیت فتوسنتزی ناچیزی داشته و برگ پرچم بیش‌ترین سهم را در پرکردن دانه طی این مرحله بر عهده دارد (۲٤).

بیشاب و بوگبی (۱۹۹۸) سطح برگ پرچم را از مهم‌ترین پارامترهای تأثیرگذار بر میزان فتوسنتز عنوان نموده‌اند (۷) که در این پژوهش کاربرد برگی فولات توانست سطح برگ پرچم را بین ۱۱۳ تا ۱٤۸ درصد افزایش دهد (شکل ۱ الف). براین اساس افزایش سطح برگ پرچم در پی تیمار بوته‌های گندم با فولات می‌تواند بیانگر افزایش میزان فتوسنتز در برگ‌های پرچم باشد.

در گندم پنجه‌ها از برگ‌های محوری موجود بر روی گره‌های دراز نشده ساقه اصلی و یا پنجه‌های دیگر، در مراحل اولیه رشد رویشی منشاء می‌گیرند (۲۲) که توانایی آن‌ها در تشکیل سنبله از دیدگاه فیزیولوژی عملکرد بسیار دارای اهمیت است. به‌طوری‌که هرچه تعداد بیش‌تری از پنجه‌های تشکیل شده بتواند سنبله‌هایی که نقش مؤثری در عملکرد دانه دارند را به‌وجود بیاورند تعداد سنبله در واحد سطح افزایش می‌یابد که این رفتار احتمال افزایش عملکرد را بالا می‌برد. حفظ و رساندن تعداد بیش‌تری از پنجه‌ها به مرحله سنبله‌دهی تابع توان فتوسنتزی بوته‌ها می‌باشد که خود از عوامل تغذیه‌ای و ژنتیکی گیاه تأثیر می‌پذیرد (۲۲). در این پژوهش اسپری برگی فولات تعداد پنجه‌های بارور در بوته را افزایش داد (شکل ۱ ب) که می‌توان دلیل آن را ناشی از نقش‌های فیزیولوژیک این ویتامین در سلول‌های گیاهی دانست که تبدیل هموسیستئین به متیونین و سیتیدین به تیمیدین از جمله آن‌ها می‌باشد. متیونین در فرآیند پروتئین‌سازی به‌عنوان اولین اسید آمینه در زنجیر پلی‌پپتیدی قرار می‌گیرد و تیمیدین در ساختار DNA به‌کار می‌رود. در اثر تیمار گیاه با فولات محدویت‌های متابولیسمی ناشی از عدم بیوسنتز پروتئین و آنزیم‌ها و تکثیر اطلاعات ژنتیکی جهت تقسیم سلول‌ها کاهش یافته و توان گیاه در تولید فتوآسیمیلات‌ها و در نهایت رشد افزایش می‌یابد (۱۲). بالا رفتن سطح برگ پرچم در بوته‌های تیمار شده با فولات می‌تواند به‌نوعی افزایش قدرت تولید مواد فتوسنتزی گیاه و پنجه‌های بارور را تأیید نماید (شکل ۱ الف).

تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله از جمله فاکتورهای تعیین‌کننده ظرفیت مخزن به‌شمار می‌آید که تابع عوامل ژنتیکی و تغذیه‌ای است. در این پژوهش کاربرد برگی فولات توانست تعداد دانه در سنبله را، به‌استثنای مرحله شیری دانه، در مقایسه با شاهد افزایش دهد (شکل ۲). تعداد دانه در سنبله تابع توان تولید فتوآسیمیلات‌ها در گیاه می‌باشد. به‌طوری‌که هرچه تولید فتوآسیمیلات‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

در گیاه بیش‌تر باشد به‌دلیل تخصیص بیش‌تر آن‌ها به سنبله در حال تکامل و در نهایت پس از گرده‌افشانی، از عدم تکامل سنبلچه‌ها و سقط جنین پیشگیری شده و تعداد سنبلچه بارور در سنبله و یا گلچه بارور در سنبلچه افزایش می‌یابد که از وضعیت تغذیه‌ای گیاه از جمله میزان فولات متأثر می‌گردد (٢١). افزایش سطح برگ پرچم و کاهش درصد گلچه‌های عقیم در سنبله در اثر اسپری برگی فولات (شکل ١ د) در حصول چنین رفتاری بی‌تأثیر نبوده و پارامترهای یاد شده به‌همراه افزیش تعداد پنجه‌های بارور، بیانگر توانایی بوته‌های گندم در تامین فتوآسیمیلات‌های مورد نیاز بخش‌های مختلف آن است. کاربرد برگی فولات در مراحل مختلف توانست میزان پارامترهای تعداد سنبلچه بارور در سنبله و تعداد دانه در سنبله را افزایش دهد (شکل‌های ١ د و ٢ الف) که ناشی از اختصاص مواد فتوسنتزی کافی برای حفظ و در ادامه رشد هر یک از اجزای عملکرد می‌باشد. افزایش تعداد دانه در سنبله نیز توسط صادقی‌رازلیقی و همکاران (٢٠١٤) در اثر کاربرد برگی فولات در گندم گزارش شده است (٢١).

عملکرد بیولوژیک در گیاهان زراعی از جمله گندم نتیجه تبدیل دی‌اکسیدکربن به کربوهیدرات در فرآیند فتوسنتز و سپس تبدیل آن به بیومولکول‌های تشکیل‌دهنده ساختار گیاه و یا ترکیبات ذخیره شده در اندام‌های آن است که این تغییرات با تقسیم سلولی و رشد بافت‌های مختلف همراه می‌باشد. بر این اساس برای رسیدن به عملکرد بیولوژیک مطلوب، لازم است که فرآیند فتوسنتز و تبدیل کربوهیدرات‌های به‌دست آمده از آن به سایر بیومولکول‌های مورد نیاز رشد و نمو گیاه با محدودیت‌های متابولیسمی کمی مواجه شوند. در این پژوهش کاربرد برگی فولات در تمامی مراحل فنولوژیکی گندم توانست عملکرد بیولوژیک را در مقایسه با شاهد بین ١١٠ تا ١٢٨ درصد افزایش دهد (شکل ٢ د). از دلایل افزایش عملکرد بیولوژیک می‌توان به افزایش ارتفاع بوته و تعداد سنبلچه‌های بارور در پی کاربرد برگی فولات در مقایسه با شاهد اشاره کرد (شکل ١ الف و ج). با افزایش ارتفاع بوته‌های گندم طول میانگره‌ها بیش‌تر می‌شود که برآیند آن افزایش وزن تک‌بوته‌ها و در نهایت میزان ماده خشک موجود در یک مترمربع می‌باشد. افزایش عملکرد بیولوژیک در اثر کاربرد فولات نیز توسط محمد (٢٠١٣) و صادقی‌رازلیقی و همکاران (٢٠١٤) گزارش شده است (١٧ و ٢١). همچنین، افزایش عملکرد بیولوژیک در اثر کاربرد ویتامین ث و ویتامین‌های گروه ب توسط آنتون و همکاران (١٩٩٩) و عبدالحکیم (٢٠٠٦) گزارش گردیده است (٥ و ٢).

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد دانه برآیند پارامترهای متعددی مانند تعداد پنجه بارور در بوته، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، درصد عقیمی گلچه‌های موجود در سنبله و وزن هزاردانه می‌باشد. در این پژوهش اسپری برگی فولات توانست میزان عملکرد دانه را با تحت‌تأثیر قرار دادن پارامترهای مورد اشاره در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری بین ۱۰۹ تا ۱۲۸ درصد افزایش دهد (شکل ۲ د). افزایش عملکرد دانه در اثر اسپری برگی فولات توسط استاخف و همکاران (۲۰۰۰) در نخود و جو و محمد (۲۰۱۳) و صادقی‌رازلیقی و همکاران (۲۰۱٤) در گندم گزارش شده است (۲۳، ۱۷ و ۲۱). محمد (۲۰۱۳) دلیل افزایش عملکرد گندم را ناشی از نقش آنتی‌اکسیدانی ویتامین‌ها از جمله فولات عنوان کرده است که با کاهش تولید اکسیدان‌هایی مانند پراکسید هیدروژن از آسیب به غشاها پیشگیری نموده و زمینه اجرای مطلوب مسیرهای متابولیسمی گیاه را فراهم می‌آورد (۱۷). شایان ذکر است که امروزه نقش آنتی‌اکسیدانی فولات به اثبات رسیده است (۱۲).

موارد فوق تأثیر کاربرد برگی فولات بر بهبود عملکرد دانه (امکان دسترسی فیزیکی به غذا یا جنبه کمی امنیت غذایی) را نشان می‌دهد. در حالی‌که بعد کیفی آن، تامین ریزمغذی‌های مورد نیاز بدن، نیز همانند بعد کمی دارای اهمیت می‌باشد. علی‌رغم این‌که گندم نقش ویژه‌ای در تامین انرژی و پروتئین روزانه مورد نیاز مردم کشور ایفا می‌کند، میزان آهن موجود در دانه پائین بوده و بخشی از آن نیز طی فرآیند آردسازی از گندم جدا می‌گردد. بر این اساس برای مقابله با کمبود آهن در جامعه طرح غنی‌سازی آرد گندم با فولات و آهن به‌ترتیب به‌میزان ۱/۵ و ۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در کشور اجرا می‌گردد. طرح مورد اشاره با وجود همه مزیت‌هایی که دارد تنها بعد کیفی امنیت غذایی و تغذیه را پوشش می‌دهد. در حالی‌که براساس نتایج حاصل کاربرد برگی فولات در مراحل مختلف رشدی توانست با افزایش عملکرد دانه و آهن موجود در دانه، امنیت غذایی را از ابعاد دسترسی به غذا (بعد کمی) و تامین ریزمغذی‌های مورد نیاز بدن (بعد کیفی) متأثر نماید. در این پژوهش کاربرد برگی فولات توانست میزان آهن موجود در دانه را بین ۱۰۵ تا ۱٤۲ درصد در مقایسه با شاهد افزایش دهد (شکل ۳). افزایش میزان آهن انباشته شده در دانه در اثر تیمار با فولات توسط محمد (۲۰۱۳) گزارش شده است (۱۷). همچنین، پژوهشگران بسیاری روش غنی‌سازی زیستی را بهترین روش برای افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی و مقابله با سوءتغذیه می‌دانند (۳، ٤، ۱۳، ۱٤، ۱۵ و ۱٦).

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

به‌عنوان نتیجه کلی می‌توان بیان کرد که کاربرد برگی فولات در تمامی مراحل رشدی سبب افزایش عملکرد گندم می‌گردد. ولی برای دستیابی به عملکرد کمی و کیفی مطلوب بهتر است فولات در مراحل انتهایی چرخه زیستی گندم مورد استفاده قرار گیرد. به‌علاوه با توجه به تأثیر مثبت فولات بر جنبه‌های کمی و کیفی امنیت غذایی، می‌تواند در انجام برنامه‌های اصلاحی مدنظر قرار گیرد.

منابع

1.Abd El-Baky, H. 2009. Enhancing antioxidant availability in grains of wheat plants grown under sea water-stress in response to micro algae extracts treatments. Afr. J. Biochem. Res., 3: 77-83.

2.Abd El-Hakim, W.M. 2006. Effect of some antioxidant treatments on chemical constituents, antinutritional factors and yield of some vegetable legumes. Ph.D. Thesis, Fac. Agric., Minia Univ. Minia, Egypt.

3.Abdoli, M., Esfandiari, E., Mosavi, S.B., and Sadeghzadeh, B. 2014. Effects of foliar application of zinc sulfate at different phonological stages on yield formation and grain zinc content of bread wheat (cv. Kohdasht). Azar. J. Agri., 1: 12-17.

4.Aciksoz, S., Yazici, A., Ozturk, L., and Cakmak, I. 2011. Biofortification of wheat with iron through soil and foliar application of nitrogen and iron fertilizers. Plant Soil., 349: 215-225.

5.Anton, N.A., Abd El-Nour, A., and El-Set Abd El-Aziz, A. 1999. Response of barley to ascorbic, citric acids and micronutrients mixture under sandy soil conditions. Zagazig J. Agric. Res., 26: 1553-1563.

6.Attallah, S.A., Darwish, G., Tantawy, A., and Mohamed, A. 2004. Effect of foliar application of ascorbic acid, nitrogen levels and biofertilization on wheat production. Minia J. Agric. Res. Develop., 24: 717-736.

7.Bishop, D.L., and Bugbee, B.G. 1998. Photosynthetic capacity and dry mass partitioning in dwarf and semi dwarf wheat (*Triticum aestivum*). J. Plant Physiol., 153: 558-565.

8.Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? Plant Soil, 302: 1-17.

9.Dieter, B., Sergei, S., Karen, L., Hans, De.S., Veerle, De.B., Jacques, V., Stephane, R., Fabrice, R., Willy, L., and Dominique, V.D.S. 2010. Folates and folic Acid: From fundamental research toward sustainable health. Crit. Rev. Plant Sci., 29: 14-35.

10.Emami, A. 1996. Methods of Plant Analysis (Volume I). Ministry of Agriculture Press, 128p. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

11. Esfandiari, E., and Mahboob, S. 2013. Plant Biochemistry (Volume I). Tabriz Univ. of Medical Science Press, 243p. (In Persian)
12. Esfandiari, E., and Mahboob, S. 2014. Plant Biochemistry (Volume II). Tabriz Univ. of Medical Science Press, 322p. (In Persian)
13. Esfandiari, E., and Abdoli, M. 2014. Effect of zinc foliar application on the quantitative and qualitative yield and seedlings growth characteristics of bread wheat (cv. Kohdasht). Iran. J. Dryland Agri., 2: 77-96. (In Persian)
14. Esfandiari, E., Abdoli, M., and Rahamti, M. 2015. Evaluation of iodate toxicity (KIO_3) on potato's (*Solanum tuberosum* L. cv. Agria) growth and its morpho-physiological characteristics and mineral nutrients contents at flowering stage. Azarian J. Agri., 2: 99-107.
15. Landini, M., Gonzali, S., and Perata, P. 2011. Iodine biofortification in tomato. J. Plant Nutr. Soil Sci., 174: 480-486.
16. Mayer, J., Pfeiffer, W., and Beyer, P. 2008. Biofortification crops to alleviate micronutrient malnutrition. Curr. Opin. Plant Biol., 11: 166-170.
17. Mohamad, N. 2013. Behaviour of wheat cv. Masr-1 plants to foliar application of some vitamins. Nature Sci., 11: 1-5.
18. Mohamed, A.S. 2004. Response of wheat to biofertilization and foliar application of ascorbic acid under nitrogen fertilization rates. Minia J. Agric. Res. Develop., 4: 790-799.
19. Ortiz, I., Palacios, N., Meng, E., Pixley, K., Trethowan, R., and Pena, R. 2007. Enhancing the mineral and vitamin content of wheat and maize through plant breeding. J. Cereal Sci., 46: 293-307.
20. Sadeghi Razlighi, Sh., Allahdadi, I., and Esfandiari, E. 2012. The effect of folic acid on seed reserve partitioning and early vigor of wheat sedling. Iran. J. Dryland Agri., 1: 70-82. (In Persian)
21. Sadeghi Razlighi, Sh., Esfandiari, E., and Allahdadi, I. 2014. The effect of folic acid application on yield of wheat. 1th Conference on New Finding in Environment and Agricultural Ecosystems. Theran, Iran. (In Persian)
22. Shekari, F., Shekari, F., and Esfandiari, E. 2010. Physiology of Crop Production. Maragheh Univ. Press, 412p. (Translated In Persian)
23. Stakhova, L.N., Stakhov, L., and Ladygin, A. 2000. Effects of exogenous folic acid on the yield and amino acid content of the seed of *Pisum sativum* L. and *Hordeum vulgare* L. Appl. Biochem. Micro., 36: 85-89.
24. Zhu, G.X., Midmore, D.J., Radford, B.J., and Yule, D.F. 2004. Effect of timing of defoliation on wheat (*Triticum aestivum* L.) in central Queensland. Field Crop. Res., 88: 211-226.

www.SID.ir