بررسی نقش عنصر روی و کود نیتروژن بر برخی شاخص‌های کمی و کیفی گندم در شرایط کم آبیاری انتهای فصل رشد

Effects of Zinc and nitrogen fertilizer on some qualitative and quantitative indices of wheat under late season low-irrigation condition

جواد حسن پور[۱]، منصوره خلعتبری[۲]، لاله دهقان[۳]

۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران.
۲- پژوهشگر کشاورزی، دانشکده کشاورزی،دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین-پیشوا، ورامین – تهران، ایران.
۳- کارشناس ارشد و محقق مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران.

***نویسنده مسوول مکاتبات:** dr.hasanpourj@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۵/۳

چکیده:

به‌منظور بررسی اثرات عدم آبیاری در مراحل انتهایی رشد و برگپاشی عنصر ریز مغذی روی بر گندم، آزمایشی به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی استان تهران اجرا گردید. عامل اصلی تیمار آبیاری در سه سطح شامل آبیاری معمول، آبیاری تا ابتدای مرحله پر شدن دانه و آبیاری تا ابتدای مرحله گلدهی و دو عامل کود نیتروژن (منبع اوره و سولفات آمونیوم) و عنصر روی (برگ‌پاشی با آب خالص و برگ‌پاشی عنصر روی) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج این آزمایش نشان داد که قطع آبیاری در هر دو مرحله گلدهی و پر شدن دانه سبب کاهش معنی‌دار عملکرد زیستی و عملکرد دانه گردید. اما میزان کاهش برای تیمار قطع آبیاری در زمان گلدهی بیشتر بود. بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری معمول و به‌میزان ۶۶۶۷ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. قطع آبیاری در آغاز گلدهی و نیز آغاز پر شدن دانه به‌ترتیب موجب کاهش عملکرد معادل ۳۰ و ۱۸/۶ درصد گردید. کاهش میانگین وزن هزار دانه در اثر بروز تنش در زمان گلدهی و پر شدن دانه به‌ترتیب معادل ۳۵/۵ و ۲۹/۷ درصد بود. بروز تنش باعث افزایش درصد پروتئین و نیز درصد گلوتن مرطوب دانه گردید در حالی که میزان عنصر روی در دانه کاهش معنی‌داری، نشان داد. بین تامین کود نیتروژن از دو منبع اوره و سولفات آمونیوم به جز برای ارتفاع بوته و طول پدانکل اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. برگپاشی عنصر روی موجب کاهش خسارت ناشی از تنش بر عملکرد دانه و نیز افزایش میزان روی دانه از ۳۶ به ۳۸/۲ پی‌پی‌ام گردید.

واژگان کلیدی : گندم، عملکرد، پروتئین، ریزمغذی روی، گلوتن.

مقدمه

تنش خشکی هنگامی ایجاد می‌شود که رطوبت موجود در محیط توسعه ریشه به حدی کاهش یابد که گیاه قادر به جذب آب کافی نباشد، به عبارت دیگر زمانی که تعرق بیشتر از جذب آب صورت گیردگیاه با خشکی مواجه خواهد شد (Aghaee-Sarbarzeh and Rostaee, 2008). تحت شرایط تنش، قابلیت دسترسی به مواد غذایی وجذب و انتقال آن دچار اختلال می‌گردد (Heidari Sharifabad, 2008). مصرف کود، راندمان استفاده از آب را چه در شرایط آبیاری مناسب و چه در شرایط کم آبیاری افزایش می دهد (Rahman *et al*., 1995). گندم در اکثر نقاط جهان و در مراحل انتهایی رشد اغلب در طی پس از گلدهی و پر شدن دانه با کمبود آب مواجه است که این امر منجر به محدودیت عملکرد دانه می‌شود (Aghaee-Sarbarzeh *et al*., 2004).

استفاده از ریز مغذی‌ها در کشور های پیشرفته از ارکان تغذیه خاک است درحالی‌که در ایران به این امر توجه چندانی نشده است. مصرف کودهای ریز مغذی به‌همراه عناصر پرمصرف در کشورهای پیشرفته با فرمول (۱-۴۰-۵۰-۱۰۰) به‌ترتیب ریز مغذی، پتاسیم، فسفر و ازت صورت گرفته در صورتی‌که در ایران در اکثر قریب به اتفاق موارد، بدون مصرف کودهای ریز مغذی یعنی با فرمول (۰- ۵۰ – ۸۰ -۱۰۰) صورت می‌گیرد (سالاردینی و مجتهدی، ۱۳۷۶). مقدار عنصر روی در برگ گیاهان حدود۵۰ میلی گرم در کیلوگرم است. مقدار کل آن در خاک ها بین۳۰۰-۱۰پی پی ام است اما حضور آن در خاک مانند حضور بسیاری دیگر از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، به هیچ وجه معیار قابل جذب بودن آن برای گیاه نیست. این عنصر در فعالیت اکسین‌ها و سنتز پروتئین، تشکیل دانه و سرعت تکامل دانه، ضروری است. همچنین باعث افزایش RNAدر سلول‌های گیاهی می‌شود (ملکوتی و لطف الهی، ۱۳۷۸). گندم از گیاهانی است که نسبت به کمبود روی حساس است. مجیدی و ملکوتی (۱۳۷۷) در تحقیقات خود در مزارع آبی کردستان به این نتیجه رسیدند که مصرف سولفات روی در خاک علاوه بر افزایش عملکرد (۵۰۰ کیلوگرم در هکتار)، سبب افزایش درصد پروتئین (دو درصد) و غنی سازی دانه‌های گندم (تا حد سه برابر) گردید. بلالی و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای به‌منظور تعیین حد بحرانی عناصرغذایی آهن، روی، منگنز، مس و بور در سطح خاک های کشور برای مصرف متعادل کودهای شیمیایی، میانگین حدود بحرانی برای روی را معادل ۰/۷۷ اعلام نمود و گزارش کرد که بیش از ۴۰ درصد اراضی ایران از کمبود شدید روی رنج می‌برند. تحقیقات نشان داد که با افزایش غلظت روی در دانه گندم، غلظت بقیه عناصر به‌ویژه آهن و منگنز پایین می‌آید. آنها نشان دادند که با مصرف ۰/۸ میلی‌گرم روی در خاک، غلظت روی در دانه گندم، از ۱۲ به ۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم افزایش یافت (Rengel and Graham, 1995). خواص کیفی دانه تحت تاثیر ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل آنها هستند. پروتئین یکی از عوامل کیفی گندم بوده و بر کیفیت محصول نهایی اثر دارد، به‌طوری‌که برای هر فرآورده تهیه شده از آرد گندم میزان مشخصی از پروتئین نیاز است. با توجه به اهمیت پروتئین در تعیین خصوصیات کیفی گندم، تحقیقات زیادی در این مورد انجام شده است. همچنین، با توجه به اهمیت گلوتن در تعیین خصوصیات کیفی گندم، افزایش میزان گلوتن دانه نقش مهمی در بهبود کیفیت آرد گندم دارد. امروزه، با افزودن گلوتن به آرد با کیفیت ضعیف و متوسط سعی بر بهبود خصوصیات کیفی گندم نان دارند. در تحقیقی که توسط قیافه داودی (۱۳۷۵) انجام شد، نتایج حاصل از افزودن گلوتن در سطوح یک، دو و چهار درصد به آرد با کیفیت ضعیف و متوسط بیانگر این مطلب بود که استفاده از گلوتن در کلیه سطوح باعث افزایش جذب آب، استقامت خمیر، کشش پذیری بهتر و بهبود سایر خواص رئولوژیکی خمیر شده است. در طی هم زدن خمیر نان، گلیادین و گلوتنین مقداری از آب را جذب می‌کنند، بنابراین اجزای اصلی هیدراته شده و سپس پروتئین‌ها به‌صورت یک توده چسبنده به نام گلوتن در می‌آیند. عیوضی و همکاران (۱۳۸۴) در تحقیقی در مورد تاثیر تنش شوری و خشکی برخواص کیفی ۱۰ رقم گندم نان، گزارش کردند که بین تیمارها و ارقام از نظر اکثر صفات مورد ارزیابی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. مقادیر صفات شاخص گلوتن و گلوتنین تحت تنش کاهش یافته و درصد پروتئین دانه، گلیادین و درصد جذب آب توسط آرد افزایش یافت. محققان

دریافتند که کاهش وزن هزار دانه در اثر تنش، موجب افزایش درصد پروتئین در واحد حجم می‌شود، زیرا یکی از اولین آنزیم‌های سنتز نشاسته، گلوکزیک فسفات آدنیل ترانسفراز است که در شرایط تنش، فراوانی آن به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد که این امر سبب کاهش ذخیره نشاسته، و در مقابل، افزایش ذخیره پروتئین در دانه می‌شود (Garcia del Moral *et al*., 1995). اگرچه معمولا گندم را دانه ای حاوی نشاسته می‌دانند، اما پروتئین‌های موجود در دانه مهم‌ترین ترکیبات بیولوژیک و متابولیک آن محسوب می‌شوند. پروتئین‌های موجود در دانه از یک طرف منبع نیتروژن و آمینواسیدهای موردنیاز در هنگام جوانه زدن جنین بوده و از طرف دیگر عامل مهم در سازوکار پخت و ارزش غذایی نان محسوب می‌شوند. مقدار گلوتن که در کیفیت پخت نان موثر است، تابعی از مقدار کل نیتروژن خاک می‌باشد. در حالی که ترکیب بیوشیمیایی گلوتن و نسبت آمینواسیدهای آن بیشتر به ژنوتیپ گندم بستگی دارد (قیافه داوودی، ۱۳۷۷).

هدف از اجرای این تحقیق بررسی توأم اثرات تأمین عنصر غذایی روی و قطع آبیاری در مراحل انتهایی رشد بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، درصد پروتئین، درصد گلوتن و امکان غنی سازی دانه گندم از نظر عنصر روی در شرایط آبیاری معمول و کم آبی است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات عناصر غذایی بر خصوصیات کمی و کیفی دانه گندم در شرایط قطع آبیاری، آزمایشی در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی استان تهران به‌طول جغرافیایی۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی۳۵ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی و دارای ۱۰۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا گردید. این منطقه به لحاظ تقسیم‌بندی آمبرژه در اقلیم نیمه خشک واقع گردید. بافت خاک مزرعه رسی لومی و متوسط اسیدیته خاک ۷/۸۵ و میزان هدایت الکتریکی آن ۱/۴۷ میلی‌موس بر سانتی‌متر بود. قالب آماری طرح به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در سه تکرار بود. عامل اصلی طرح شامل تنش خشکی در سه سطح آبیاری معمول، آبیاری تا ابتدای مرحله پر شدن دانه و آبیاری تا ابتدای مرحله گلدهی و عوامل فرعی شامل کود نیتروژن از دو منبع اوره و سولفات آمونیوم و عنصر روی در دو سطح برگ‌پاشی با آب خالص و برگ‌پاشی عنصر روی به‌صورت فاکتوریل بود. هر یک از کرت‌های آزمایشی شامل چهار پشته و سه خط بر روی هر پشته با فاصله ۲۰ سانتی‌متر بود. فواصل پشته‌ها یا ردیف ۶۰ سانتی‌متر و تراکم کشت ۴۰۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. کشت آزمایش در نیمه اول آبان ماه به‌وسیله دستگاه بذرکار آزمایشی غلات صورت گرفت. برگ‌پاشی عنصر ریزمغذی روی در دو نوبت انجام گرفت. اولین نوبت برگ‌پاشی در ابتدای ساقه رفتن (ظهور اولین گره در پایین-ترین قسمت ساقه) و دومین نوبت در ابتدای گلدهی (ظهور ۱۰٪ گل) بود. قطع آبیاری در تیمارهای مورد نظر در زمان های مشخص شده (ابتدای گلدهی و ابتدای پر شدن دانه) انجام گردید. در زمان برداشت، محصول هر کرت با حذف حاشیه‌ها از دو خط میانی کف‌بر شد و پس از آن توزین و خرمن‌کوبی گردید و عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک (پس از خشک‌کردن در دمای ۶۵ درجه به‌مدت ۴۸ ساعت) محاسبه گردید. درصد پروتئین توسط دستگاه اینفراماتیک ۸۶۰۰ (NIR) اندازه‌گیری شد. برای تعیین مقدار گلوتن مرطوب از دستگاه گلوتن شوی گلوتامیک و دستگاه سانتریفوژ، مطابق با روش ارائه شده توسط ICC استفاده شد (ICC Standards, 1998). به‌منظور اندازه‌گیری عنصر روی از دستگاه جذب اتمی استفاده شد. تجزیه واریانس داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار M-STAT-C و مقایسه میانگین آنها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت. نمودارهای مربوطه با کمک نرم افزار Excel ترسیم گردید.

نتایج و بحث

اختلاف بین سطوح مختلف آبیاری از نظر عملکرد دانه ($p \leq$ ۱٪)، عملکرد بیولوژیک ($p \leq$ ۵٪) و وزن هزار دانه ($p \leq$ ۱٪) معنی‌دار بود (جدول یک). قطع آبیاری موجب کاهش معنی‌دار هر سه این صفات گردید. قطع آبیاری در زمان گلدهی با میانگین عملکرد دانه معادل ۴۶۷۲ کیلوگرم در هکتار کاهش عملکردی معادل ۴۲/۷ درصد را در مقایسه

با آبیاری معمول نشان داد و کمترین میزان این صفت را دارا بود (جدول دو). اختلاف بین دو تیمار قطع آبیاری در زمان گلدهی و پر شدن دانه نیز معنی‌دار بود و نشان داد که با وجود آنکه هر دو تیمار مذکور بیانگر قطع آبیاری در طی دوره رشد زایشی گیاه است اما شدت خسارت وارده به عملکرد نهایی دانه، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه گندم کاملا متفاوت بوده و آن دسته از اجزای عملکرد که در هر یک از دو شرایط تحت تاثیر تنش قرار می‌گیرند، متفاوتند. بسیاری از محققان کاهش طول دوره پر شدن دانه را عامل اصلی در کاهش عملکرد دانه گندم تحت شرایط تنش در طی دوره زایشی گزارش کردند(Mogensen, *et al*., 1992؛ Kobota *et al*., 1999).

تعیین عامل اصلی و بحرانی در کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی به مرحله و زمان بروز تنش و نیز شدت تنش بستگی داشته و تفاوت در گزارشات ارایه شده، معلول این امر می‌باشد. در مطالعه اخیر کاهش عملکرد دانه گندم با کاهش طول دوره پر شدن دانه، کاهش وزن هزار دانه و نیز کاهش تعداد دانه در خوشه اصلی همراه بود. دانشمندان معتقدند که واکنش گیاه در برابر کمبود آب با فعالیت متابولیکی، مورفولوژیکی، مرحله رشد و عملکرد بالقوه گیاه در ارتباط است (Gabriella *et al*., 2003).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه

Table 1. Analysis of variance for grain yield, biological yield and harvest index

منابع تغییر Source of varriation		درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square		
			عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	وزن هزار دانه 1000 seed weight
Replication	تکرار	2	3090.5	521854.8	0.79
Irrigation	آبیاری	2	2181781.3 **	5821200.2 *	1132.68 **
Error (a)	خطای (الف)	4	24572.1	1043039.6	5.045
Nitrogen	نیتروژن	1	34658.0	727978.6 ns	10.671 ns
Spraying	برگپاشی	2	4173168.0 **	3211562.0 *	192.248 **
Irrigation*Nitrogen	آبیاری×نیتروژن	1	4946.3 **	281834.7 *	4.887 *
Irrigation*Spraying	آبیاری×برگپاشی	2	134286.3 **	2280359.7	4.097 **
Nitrogen *Spraying	نیتروژن ×برگپاشی	1	52670.2 ns	3277005.6 *	0.284 ns
Error (b)	خطای (ب)	20	17471.5	677167.7	1.166
C.V (%)	ضریب تغییرات		12.4	15.6	12. 9

ns، * و** به ترتیب بیانگر غیر معنی‌داری و اختلاف معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد می باشند.

Ns, * and **: Non significant, Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

در آزمایش اخیر تنش قطع آبیاری در پر شدن دانه موجب کاهش ۲۲/۹ درصدی و قطع آبیاری در مرحله گلدهی موجب کاهش ۴۲/۷ درصدی عملکرد دانه نسبت به شرایط معمول گردید. حداکثر نیاز گندم به رطوبت، در زمان گلدهی و تشکیل دانه است. فاصله بین تمایز سلولی سنبلچه‌ها و گلدهی حساس‌ترین دوره به خشکی است (Austin, 1999 ؛ کریمی و نکویی،۱۳۷۲). نتایج حاصل از پژوهشی در اتیوپی نشان داد که کمبود آب اثرات معنی‌داری بر کاهش عملکرد دانه داشته است (Debelo *et al*., 2001). توانایی گندم از نظر بقا، به میزان رشد و در نهایت، تولید آن بستگی دارد. زمانی‌که بخشی از چرخه زندگی گیاه تحت تنش کم آبی واقع شود و گیاه بتواند بدون کندشدن و بدون توقف فرآیندهای حیاتی خود تولید نیز داشته باشد، متحمل در برابر خشکی نامیده می‌شود. اختلاف بین تیمارهای مختلف آبیاری از نظر وزن هزار دانه کاملا معنی‌دار بود (جدول یک). تیمار آبیاری معمول با ۴۸/۵ درصد بیش‌ترین وزن هزاردانه را دارا بود. میانگین وزن هزار دانه از ۴۸/۵۱ گرم در تیمار آبیاری معمول به ۳۱/۲۸ گرم در تیمار قطع آبیاری در زمان پر شدن دانه و ۳۲/۱۱ گرم برای قطع آبیاری در زمان گلدهی کاهش یافت با این حال اختلاف بین دو تیمار تنش معنی‌دار نبود. در گندم، تنش آبی در هر مرحله بین شروع سنبله‌دهی و بلوغ، یک عامل

کاهش معنی‌دار در وزن دانه می‌باشد (Bakhshandeh, 2001). وزن هزار دانه بیش‌ترین اثر مستقیم را روی عملکرد دارد و به‌عنوان یک صفت مهم در انتخاب برای تحمل به خشکی و درجه حرارت بالا مورد توجه قرار گرفته است. ارتباط بین تنش خشکی در مرحله نزدیک یا همزمان با گلدهی و پس از آن، با وزن هزار دانه بدین صورت توجیه می‌شود که در زمان بروز تنش، تعداد دانه آنقدر کاهش می‌یابد تا گیاه بتواند دانه‌های باقی‌مانده را پر کند، اما اگر خشکی همچنان ادامه یابد و شدت آن زیادتر شود منجر به کاهش وزن دانه می‌شود (دشتی، ۱۳۸۷).

جدول ۲- میانگین اثر ساده و متقابل تیمارهای آزمایش برای صفات عملکرد دانه، عملکرد زیستی و وزن هزار دانه

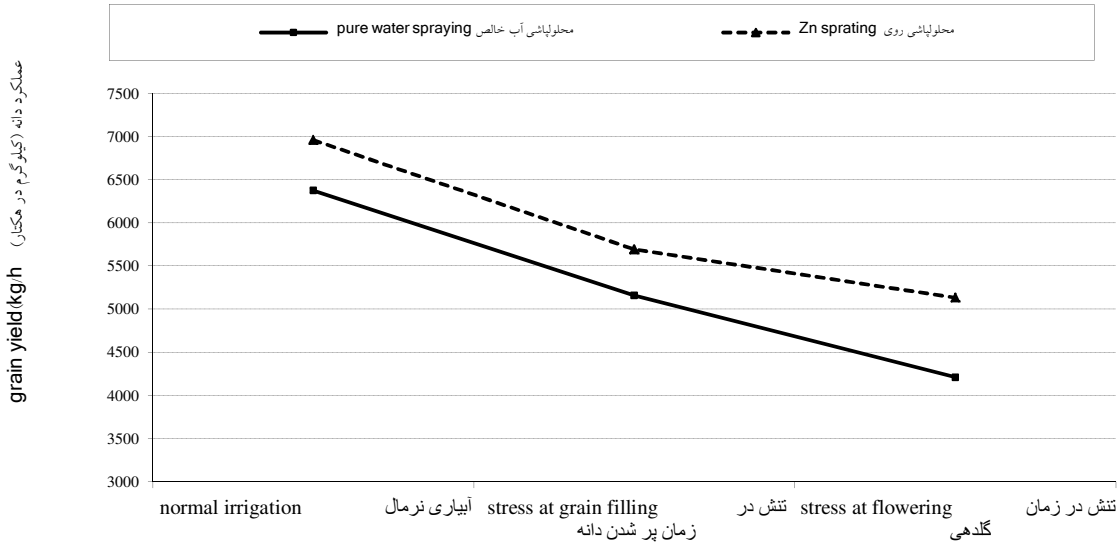
Table 2. Mean comporisons of simple and dual effects of irrigation, Zn spraying and nitrogen fertilizer treatments for grain yield, biological yield and TKW

Treatment	تیمار	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha)	عملکرد بیولوژیک Bioyield (kg.ha)	وزن هزار دانه TSW (gr)
Irrigation	**آبیاری**			
Normal irrigation	آبیاری معمول	6667.00 a	15250.00 a	48.51 a
Cut irrigation at grain filling	قطع آب در زمان پر شدن دانه	5425.00 b	14800.00 ab	31.28 b
Cut irrigation at flowering	قطع آب در زمان گلدهی	4672.00 c	13890.00 b	34.11 b
Nitrogen	**کود نیتروژن**			
Urea	اوره	5618.89 a	14789.90 a	37.84 a
Ammunium sulfate	سولفات آمونیوم	5556.83 a	14505.60 a	36.76 a
Zinc. Spraying	**محلول پاشی روی**			
Pure water spraying	آب خالص	5247.39 b	14349.10 b	34.99 b
Zinc Spraying	برگپاشی روی	5928.33 a	14946.40 a	39.61 a
Intraction effects	**اثرات متقابل**			
Normal Irrigation*Urea	آبیاری معمول ×اوره	6675.00 a	15140.00 a	48.32 a
Normal Irri*Ammunium sulfate	آبیاری معمول × سولفات آمونیوم	6659.00 a	15100.00 ab	48.70 a
Cut irr at grain filling*Urea	قطع آب در زمان پر شدن دانه×اوره	5472.00 b	14790.00 ab	32.12 bc
Cut irr at grain filling* Ammunium sulfate	قطع آب در زمان پر شدن دانه × سولفات آمونیوم	5378.00 b	14820.00 ab	30.40 d
Cut irr at flowering* Urea	قطع آب در زمان گلدهی × اوره	4910.00 c	14170.00 bc	27.05 d
Cut irr at flowering* Ammunium sulfate	قطع آب در زمان گلدهی × سولفات آمونیوم	4633.00 c	13600.00 c	29.30 cd
Normal Irr* water spraying	آبیاری مطلوب × برگپاشی آب خالص	6374.00 b	15340.00 a	46.48 b
Normal Irrigation*Zinc Spraying	آبیاری معمول × برگپاشی روی	6960.00 a	15170.00 a	50.53 a
Cut irrigation at grain filling* water spraying	قطع آب در زمان پر شدن دانه× برگپاشی با آب خالص	5158.00d	14600.00 a	32.30 d
Cut irrigation at grain filling* Zinc Spraying	قطع آب در زمان پر شدن دانه × برگپاشی روی	5692.00c	15010.00 a	39.27 c
Cut irrigation at flowering* water spraying	قطع آب در زمان گلدهی× برگپاشی با آب خالص	4210.00 e	13110.00 b	30.18 e
Cut irrigation at flowering* Zinc Spraying	قطع آب در زمان گلدهی× برگپاشی روی	5133.00 d	14660.00 a	34.03 cd
Ureu*water spraying	اوره × برگپاشی با آب خالص	5317.00 b	14790.00 ab	35.44 c
Ureu* Zinc spraying	اوره × برگپاشی روی	5921.00 a	15230.00a	40.24 a
Ammunium sulfate*water spraying	سولفات آمونیوم× برگپاشی آب خالص	5178.00 b	13910.00 b	34.53 c
Ammunium sulfate*zinc spraying	سولفات آمونیوم × برگپاشی روی	5936.00 a	15110.00 a	38.98 b

میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند، اختلاف آماری معنی‌داری در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means which have at least one common letter are not significantly different at the 5% level using DMRT

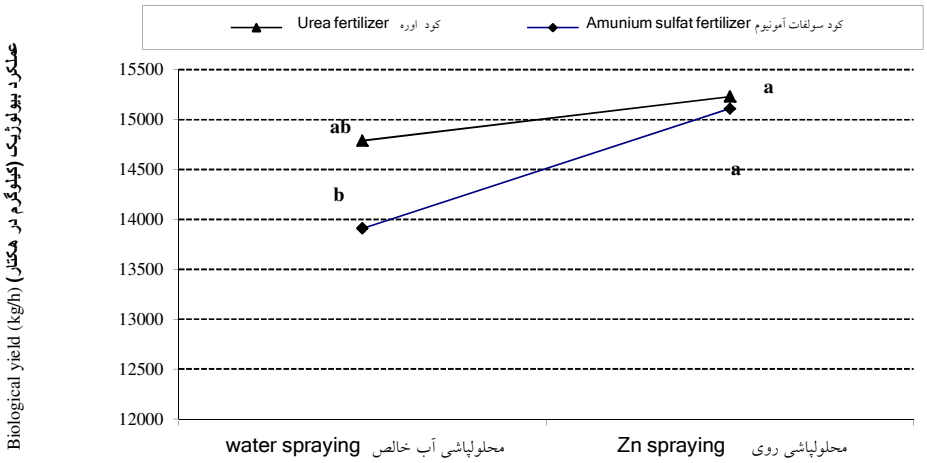
با وجود آن‌که تامین نیتروژن مورد نیاز گیاه از منبع اوره عملکرد دانه بیش‌تری را (۵۶۱۸/۹ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با مصرف کود سولفات آمونیوم (۵۵۵۶/۸ کیلوگرم در هکتار) موجب گردید و همچنین موجب افزایش عملکرد بیولوژیک شد، اما این افزایش معنی‌دار نبود (جدول دو). ارجحیت کود اوره بر سایر کودهای ازته را می‌توان در درصد ازت بیش‌تر، خاصیت خورندگی کمتر و اختلاط فیزیکی بهتر با کودهای فسفاته و پتاسیمی و مصرف آن در آب آبیاری دانست. از طرفی سولفات آمونیوم نیز مزایای دارد از جمله، کمتر از سایر کودهای ازته (نظیر نیترات آمونیم) از خاک شسته می‌شود، سولفات علاوه بر خاصیت اصلاح کنندگی خاک، جذب گیاه هم می‌شود (ملکوتی، ۱۳۷۸). برگپاشی عنصر روی موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه گندم در مقایسه با تیمار شاهد (برگپاشی با آب خالص) گردید. عملکرد دانه از ۵۲۴۷/۳۹ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد به ۵۹۲۸/۳۳ کیلوگرم در هکتار برای تیمار برگپاشی روی افزایش یافت که بیانگر افزایش ۱۲/۹۷ درصدی عملکرد دانه در اثر برگپاشی روی بود.اثر مصرف کودهای مختلف نیتروژن بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود. اما بین دو تیمار مختلف برگ‌پاشی عنصر روی اختلاف کاملا معنی‌داری از نظر وزن هزار دانه مشاهده شد. بیش‌ترین وزن هزار دانه از تیمار برگ‌پاشی با ریزمغذی روی به میزان ۳۹/۶۱ گرم به‌دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد (برگ‌پاشی با آب خالص) با ۳۴/۹۹ گرم، افزایشی معادل ۱۳/۲ درصد را نشان داد.



نمودار ۱- اثر متقابل سطوح آبیاری و محلولپاشی روی بر عملکرد دانه گندم
Fig 1. effect of irrigation and Zn spraying on wheat grain yield

این نتایج همچنین حاکی از این مطلب بود که سودمندی مصرف عنصر ریز مغذی روی تحت شرایط تنش شدید بیشتر است. تحقیقات نشان داده که مصرف کود ریزمغذی سولفات روی در افزایش عملکرد گندم آبی و غنی سازی دانه گندم نقش مثبت دارد به طوری که متوسط غلظت روی درخاک قبل از کاشت گندم معادل ۰/۲۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که با مصرف کود سولفات روی مقدار آن به ۳/۹۷ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید و مقدار عملکرد دانه

گندم و همچنین میزان روی در دانه گندم به‌طور معنی داری افزایش یافت (Yusuf *et al*., 2000). مقایسه میانگین اثرات متقابل بین سطوح برگ‌پاشی و کود نیتروژن نشان داد که تغییرات عملکرد بیولوژیک در دو شرایط مصرف کود اوره و نیترات آمونیوم، در دو تیمار برگپاشی و عدم برگ‌پاشی روی، از رویه یکسانی تبعیت نکرد. شیب افزایش عملکرد بیولوژیک برای تیمار کود سولفات آمونیوم بیش‌تر بود. درصد گلوتن مرطوب تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری قرارگرفت (جدول سه). تنش خشکی موجب افزایش درصد گلوتن مرطوب دانه گندم گردید. میزان این صفت از ۲۵/۰۷ درصد در تیمار آبیاری معمول به ۲۶/۷۲ و ۲۶/۹۸ درصد به‌ترتیب در تیمار قطع آبیاری در زمان پر شدن دانه و قطع آبیاری در زمان گلدهی رسید که به‌ترتیب بیانگر ۶/۶ و ۷/۶ درصد افزایش درصد گلوتن مرطوب دانه گندم بود و این افزایش در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بود. افزایش درصد گلوتن ناشی از اثر معنی‌دار پروتئین دانه تحت شرایط تنش می‌باشد. سطوح بالاتر پروتئین عمدتا سبب افزایش کیفیت نانوایی می‌شود، و از خوب بودن کیفیت گلوتن حکایت دارد. با این حال باید دانست که افزایش غلظت پروتئین بر اثر تنش‌های محیطی الزاما به معنای افزایش کیفیت گندم نیست.



نمودار ۲- اثرات متقابل کود نیتروژن و محلولپاشی روی بر عملکرد بیولوژیک
Fig.2 effect of N fertilizer and Zn spraying on bio yield

سویوزا و همکاران (Souza *et al*.,1994) بیان کردند اگرچه ترکیب و غلظت پروتئین بر کیفیت گندم تاثیر دارد ولی غلظت پروتئین در مقایسه با ترکیب آن، اثر بزرگ‌تری بر کیفیت آرد دارد. بنابراین تنش‌های محیطی همچون تنش شوری و خشکی که غلظت پروتئین را افزایش می‌دهند، به‌علت تغییر در نسبت اسید آمینه‌های اندوخته شده، موجب کاهش کیفیت گندم می‌شوند. سطوح بالاتر پروتئین عمدتا سبب افزایش کیفیت نانوایی می‌شود، و از خوب بودن کیفیت گلوتن حکایت دارد. با این حال باید دانست که افزایش غلظت پروتئین بر اثر تنش‌های محیطی الزاما به معنای افزایش کیفیت گندم نیست (Souza *et al*.,1994)، اگرچه ترکیب و غلظت پروتئین بر کیفیت گندم تاثیر دارد ولی غلظت پروتئین در مقایسه با ترکیب آن، اثر بزرگ‌تری بر کیفیت آرد دارد. بنابراین تنش‌های محیطی همچون

تنش شوری و خشکی که غلظت پروتئین را افـــزایش می‌دهند، به علت تغییر در نسبت اسید آمینه‌های اندوخته شده موجب کاهش کیفیت گندم می‌شوند.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات درصد گلوتن مرطوب، درصد عنصر روی و درصد پروتئین دانه گندم
Table 3. analysis of variance for wet gluten, Zn and protein percentage of wheat grain

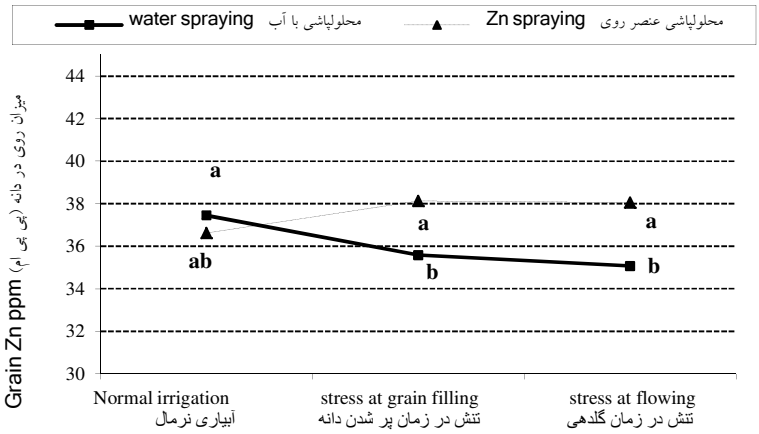
منابع تغییر Source of varriation		درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square		
			گلوتن مرطوب Gluten	روی در دانه Zn of Grain	پروتئین دانه Protein of Grain
Replication	تکرار	2	0.018	2.434	0.041
Irrigation	آبیاری	2	7.156 *	1524.939 **	18.295 ns
Error (a)	خطای (الف)	4	0.007	2.655	0.116
Nitrogen	نیتروژن	1	0.009 ns	10.134	0.001 **
Spraying	برگپاشی	2	8.703 *	659.634 *	9.404 **
Irrigation*Nitrogen	آبیاری×نیتروژن	1	0.012 ns	45.800 *	0.209 *
Irrigation*Spraying	آبیاری×برگپاشی	2	0.828 *	79.902 **	0.625 *
Nitrogen *Spraying	نیتروژن ×برگپاشی	1	0.014 ns	8.507 *	0.018 *
Error (b)	خطای (ب)	20	0.042	8.622	0.130
ضریب تغییرات (%)	C.V		10.79	12.80	4.10

ns، * و** به ترتیب بیانگر غیر معنی‌داری و اختلاف معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد می باشند.

Ns, * and **: Non significant, Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

برگ‌پاشی روی موجب افزایش درصد گلـوتن مرطـوب دانـه گندم شد و این افزایش در سطح اماری پنج درصد معنـی‌دار بود. میزان این صفت از ۲۵/۰۳ درصد در تیمـار بـرگ‌پاشـی آب خالص با ۵/۹۵ درصد افزایش به ۲۶/۵۲ درصد در تیمـار برگ‌پاشی روی رسید. با توجه به اثـر معنـی‌دار بـرگ‌پاشـی عنصر روی بر افزایش پروتئین دانه، این امر قابل انتظار بـود. هر دو تیمار تنش قطع آبیاری در زمان پر شدن دانه (تـنش خفیف) و قطع آبیاری در زمان گلدهی (تنش شدید) موجب کاهش معنـی‌دار میـزان روی در دانـه شـدند. بـا ایـن حـال اختلاف بین این دو تیمار معنی‌دار نبود. بـیش‌تـرین میـزان عنصر روی در دانه، از تیمار آبیاری معمـول بـا ۳۷/۲۸ ppm بدست آمد. انجام برگپاشی ریز مغـذی روی سـبب افـزایش میزان ایـن عنصـر در دانـه گنـدم از ۳۶/۰۳ ppm در تیمـار شـاهد بـه ۳۸/۲۰ ppm گردیـد کـه بیـانگر افـزایش شـش درصدی این صفت با انجام برگ‌پاشی روی بود.

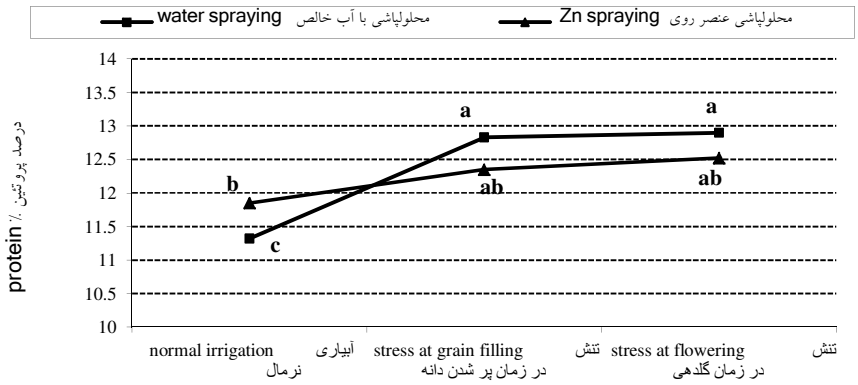
با مصرف کودهای محتـــوی عناصر ریزمغـذی بـه سـهولت می‌توان علاوه بر نیل بـه افـزایش تولیـد و افـزایش درصـد پروتئین، غلظت مواد ریزمغذی مثـل روی، آهـن، منگنـز و مس را در دانه گندم افزایش داد. هونـگ و جیانـگ (Hong and Ji-Yun, 2007) اعلام نمودند با افـزایش کـاربرد روی، غلظت روی در ریشه، ساقه و برگ ذرت افزایش می‌یابـد بـه طوری که مقدار آن در اندام‌های هوایی بیشتر از ریشه مـی-باشد. تحقیقات نشان داد که مصرف کود ریزمغذی سولفات روی در افزایش عملکرد گندم آبی و غنی سازی دانه گنـدم نقش مثبت داردف به طـوری کـه متوسـط غلظـت روی در خاک قبل از کاشت گندم معادل ۰/۲۹ گرم در کیلوگرم بود که با مصرف کود سولفات روی مقدار آن به ۳/۹۷ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید و مقدار عملکرد دانه گندم و میـزان روی در دانه گندم افزایش یافت (ملکـوتی، ۱۳۷۸). بـای بـوردی (Baybordi, 2006) در بررسی‌های خود گزارش کرد کـه بـا مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار به می‌توان نیـاز روی انسانی (۱۵ میلی‌گرم در روز) را با فرض مصـرف نـیم کیلوگرم نان توسط هر انسان بالغ در هـر روز تـامین نمـود. سیدشریفی و همکاران (۱۳۸۸) بررسی اثر مقـادیر مختلـف سولفات روی ($ZnSo_4$) در بهبود خصوصیات کمـی و کیفـی ارقام گندم گزارش کردند که با افزایش مصرف سولفات روی، عملکرد دانه، درصد پـروتئین و مـــیزان روی دانـه افـزایش می‌یابد و این افزایش برای هر سه این صفات معنی‌دار بود.



نمودار ۳- اثرات متقابل سطوح آبیاری و برگپاشی بر میزان روی دانه

Fig. 3. Effect of irrigation and spraying on amount of zinc in the grain

روند تغییرات میزان روی دانه، برای تیمارهای مصرف کود نیتروژن در سطوح مختلف آبیاری نشان داد که در تیمار شاهد (برگ‌پاشی با آب خالص)، اعمال تیمار تنش موجب کاهش معنی‌دار میزان عنصر روی در دانه گردید، در حالی که در تیمار برگ‌پاشی ریز مغذی روی، کاهشی در میزان روی دانه وجود نداشت و افزایش غیرمعنی داری نیز برای آن مشاهده شد. با اعمال تیمار تنش و افزایش شدت آن، درصد پروتئین دانه گندم افزایش یافت و این افزایش معنی‌دار بود. در شرایط آبیاری معمول، درصد پروتئین دانه در کمترین میزان خود قرارداشت. قطع آبیاری در زمان پر شدن دانه موجب افزایش معنی‌دار درصد پروتئین از ۱۱/۴۳ درصد برای تیمار شاهد به ۱۲/۵۹ درصد گردید که نشان‌دهنده افزایشی معادل ۱۰/۱ درصد بود. درصد پروتئین برای تیمار قطع آبیاری در زمان گلدهی نیز با افزایش معنی‌داری معادل نه درصد در مقایسه با تیمار شاهد به ۱۲/۴۶ درصد رسید. ضمن اینکه اختلاف بین دو تیمار قطع آبیاری معنی‌دار نبود. افزایش درصد پروتئین دانه در اثر بروز تنش خشکی قابل پیش بینی بود. در شرایط تنش کاهش وزن هزاردانه گندم در اثر کاهش ذخیره نشاسته در دوره پرشدن دانه، به‌دلیل کاهش معنی‌دار آنزیم‌های سنتز نشاسته، سبب افزایش درصد پروتئین در واحد حجم می‌شود. کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه در شرایط تنش، به‌دلیل زودرس شدن گیاه به منظور فرار از خشکی می‌باشد، زیرا زودرسی گیاه با کاهش دوره پرشدن دانه، سبب کاهش زمان مورد نیاز گیاه برای تولید و یا انتقال مواد غذایی لازم از برگ‌ها به دانه‌ها شده و بنابراین موجبات کاهش وزن و چروکیدگی دانه را فراهم می‌کند.



نمودار ۴ - اثرات متقابل سطوح آبیاری و محلولپاشی بر درصد پروتئین دانه
Fig. 4. Effect of irrigation and Zn spraying on grain protein.

نتیجه گیری کلی

براساس نتایج این تحقیق، مصرف ریزمغذی روی، بسیاری از خصوصیات کمی و کیفی گندم را چه در شرایط آبیاری معمول و چه تنش خشکی تحت تاثیر قرارداد. در شرایط آبیاری معمول، از طریق افزایش سرعت رشد گیاه و نیز افزایش سطح برگ‌ها موجب بهبود عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و بهبود وزن دانه‌ها گردید. ضمن آنکه افزایش معنی‌دار میزان روی در دانه گندم از مهم‌ترین نتایج مصرف روی به‌صورت برگ‌پاشی بود. در شرایط تنش نیز علاوه بر بهبود اجزای عملکرد، مصرف روی موجب کاهش خسارت تنش گردید.

جدول ۴ . مقایسه میانگین اثرات ساده و متقابل تیمارهای مورد آزمایش برای صفات درصد گلوتن مرطوب، میزان روی دانه، درصد پروتئین
Table 4. Mean comparisons of simple and dual effects of irrigation, Zn spraying and nitrogen fertilizer treatments for wet gluten, Zn and protein percentage

Treatment		تیمار	میزان گلوتن Gluten (%)	روی Zn of Grain (ppm)	پروتئین Protein of Grain (%)
Irrigation	**آبیاری**				
Normal irrigation		آبیاری معمول	25.07 ^{c}	37.28 ^{a}	11.43 ^{b}
Cut irrigation at grain filling		قطع آب در زمان پر شدن دانه	26.72 ^{b}	35.85 ^{b}	12.59 ^{a}
Cut irrigation at flowering		قطع آب در زمان گلدهی	26.98 ^{a}	35.80 ^{b}	12.46 ^{a}
Nitrogen	**کود نیتروژن**				
Urea		اوره	26.03 ^{a}	36.03 ^{b}	11.86 ^{a}
Ammunium sulfate		سولفات آمونیوم	26.02 ^{a}	38.20 ^{a}	11.87 ^{a}
	Zinc. Spraying	**محلول پاشی روی**			
Pure water spraying		آب خالص	25.03 ^{b}	36.03 ^{b}	11.75 ^{b}
Zinc Spraying		برگپاشی روی	26.52 ^{a}	38.20 ^{a}	12.29 ^{a}
Intraction effects	**اثرات متقابل**				
Normal Irrigation*Urea		آبیاری معمول ×اوره	25.2 ^{c}	37.55 ^{a}	11.63 ^{c}
Normal Irri*Ammunium sulfate		آبیاری معمول × سولفات آمونیوم	25.15 ^{c}	37.52 ^{a}	11.53 ^{c}
Cut irr at grain filling*Urea		قطع آب در زمان پر شدن دانه×اوره	26.23 ^{b}	35.07 ^{b}	12.70 ^{a}
Cut irr at grain filling* Ammunium sulfate		قطع آب در زمان پر شدن دانه × سولفات آمونیوم	26.20 ^{b}	34.63 ^{b}	12.48 ^{a}
Cut irr at flowering* Urea		قطع آب در زمان گلدهی × اوره	26.65 ^{a}	34.73 ^{b}	12.23 ^{ab}
Cut irr at flowering* Ammunium sulfate		قطع آب در زمان گلدهی × سولفات آمونیوم	26.72 ^{a}	35.38 ^{b}	12.18 ^{ab}

Normal Irr* water spraying	آبیاری مطلوب × برگپاشی آب خالص	24.42 ^{e}	37.45 ^{a}	11.32 ^{b}
Normal Irrigation*Zinc Spraying	آبیاری معمول × برگپاشی روی	25.93 ^{d}	36.62 ^{ab}	11.85 ^{b}
Cut irrigation at grain filling* water spraying	قطع آب در زمان پر شدن دانه× برگپاشی با آب خالص	25.98 ^{cd}	35.58 ^{b}	12.83 ^{a}
Cut irrigation at grain filling* Zinc Spraying	قطع آب در زمان پر شدن دانه × برگپاشی روی	26.45 ^{b}	38.12 ^{a}	12.35 ^{ab}
Cut irrigation at flowering* water spraying	قطع آب در زمان گلدهی× برگپاشی با آب خالص	26.20 ^{c}	35.07 ^{b}	12.90 ^{a}
Cut irrigation at flowering* Zinc Spraying	قطع آب در زمان گلدهی× برگپاشی روی	27.17 ^{a}	38.05 ^{a}	12.52 ^{ab}
Ureu*water spraying	اوره × برگپاشی با آب خالص	25.56 ^{b}	36.99 ^{b}	11.37 ^{b}
Ureu* Zinc spraying	اوره × برگپاشی روی	26.50 ^{a}	38.58 ^{a}	12.34 ^{a}
Ammunium sulfate*water spraying	سولفات آمونیوم× برگپاشی آب خالص	25.51 ^{b}	35.08 ^{b}	11.33 ^{b}
Ammunium sulfate*zinc spraying	سولفات آمونیوم × برگپاشی روی	26.53 ^{a}	39.61 ^{a}	12.40 ^{a}

میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند، اختلاف آماری معنی‌داری در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means which have at least one common letter are not significantly different at the 5% level using DMRT

منابع مورد استفاده **References**

بلالی، م.ر. و ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۹. اثر ریزمغذی بر افزایش عملکرد و تعیین حد بحرانی آنها در خاک‌های تحت کشت گندم آبی. مجله علمی و پژوهشی خاک و آب .جلد ۱۲ شماره ۶. ویژه نامه گندم. موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران.

سرمدنیا، غ. و کوچکی، ع. ۱۳۷۱. جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

سالاردینی، ع. و مجتهدی، م. ۱۳۷۶. اصول تغذیه گیاه. جلد دوم. مرکز نشر دانشگاهی تهران.۱۰۵ص.

سیدشریفی، ر.، فرزانه، س. و ساعدنیا، و. ۱۳۸۸. بررسی اثر مقادیر مختلف سولفات روی ($ZnSo_4$) در بهبود خصوصیات کمی و کیفی ارقام گندم. مجله زیست شناسی ایران. ۲۱(۴)۴: ۶۹۰-۶۷۶.

عیوضی،ع.، عبدالهی، ش.،. حسینی سالکده، س. ق .، مجیدی هروان، ه.، محمدی، س ا. و پیرایش فر، ب . ۱۳۸۴. اثر تنش شوری و خشکی بر خواص مرتبط با کیفیت ارقام گندم نان. مجله علوم زراعی ایران، جلد هفتم، شماره ۳، صفحات ۲۶۷-۲۵۲.

قیافه داودی، م. ۱۳۷۵. ارزشیابی کیفی گلوتن گندم در ایران و بررسی تاثیر افزودن آن بر خواص فیرئولوژیکی خمیر. پایان نامه کارشناسی ارشد صنایع غذایی ، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی،۱۱۷ صفحه.

کریمی، م. و نکویی، ا. ۱۳۷۲ . فنولوژی و شاخص‌های رشد ارقام گندم در اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت – دانشکده کشاورزی – دانشگاه صنعتی اصفهان.

مجیدی، ع. و ملکوتی. م.ج. ۱۳۷۷. بررسی اثرات مقادیر و منابع مختلف کود روی در عملکرد و غنی‌سازی آن در گندم پائیزه. جلد ۱۲، شماره ۵، موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران.

ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۷. نقش ریزمغذی روی در افزایش تولید و محصولات کشاورزی. مجله زیتون (ویژه نامه شماره ۶). انتشارات وزارت کشاورزی، تهران.

ملکوتی، م.ج. و لطف اللهی، م. ۱۳۷۸. نقش روی در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی و بهبود سلامتی جامعه (روی عنصری فراموش شده). شورای عالی سیاستگذاری کاهش مصرف سموم و استفاده بهینه از کودهای شیمیایی، وزارت کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی. کرج، ایران.

Aghaee-Sarbarzeh, M., Mohammadi, R., Haghparast, R., and Rajabi, R. 2004. Evaluation of advanced lines of bread wheat for drought tolerance in Kermanshah. The 8th Iranian Congress of Crop Sci, 13-15 Aug. 2004, Gilan Uni., Iran.

Aghaee-Sarbarzeh, M., and Rostaee, M. 2008. Evaluation of advanced bread wheat genotypes under drought stress in moderate and cold area. The 10th Iranian Congress of Crop Sciences, 18-20 Aug. 2008, SPII, Karaj, Iran.

Austin, R.B. 1999. Yield of wheat in United kingdom: Recent advances and prospects. Crop Sci. 39: 2604-1610

Baybordi, A. 2006. Zinc in soils and crop nutrition. Parivar Press. First Edition. P :179.

Debelo, D., Girma, B., Alemayehu Z., and Gelalcha, S. 2001. Drought tolerance of some bread wheat genotypes in Ethiopa. African crop science journal. Vol. 9(2): 393-400.

Gabriella, A., Daniel, L., Calderini, F., and Slaffer, C.A. 2003. Genetic improvement of barley yield potential and physiological determinants in Argentina (1944-1998). Springer Netherland. 130: 325- 334

Garcia del Moral, L.F., Boujenna, A., Yanez, J.A., and Ramos, J.M. 1995. Forage production, grain yield and protein content in dual-purpose triticale grown for both grain and forage. Agron. J. 87:902-908.

Heidari Sharifabad, H. 2008. Drought mitigation strategies for the agriculture sector. The 10th Iranian Congress of Crop Sci, 18-20 Aug. 2008, SPII, Karaj, Iran.

Hong, W., and Ji-Yun, J. 2007. Effects of zinc deficiency and drought on plant growth and metabolism of reactive oxygen species in maize (*Zea mays* L.). Science Direct. Agri. Sci. China. 6: 988-995.

ICC Standards, Standard methods of the International Association Gforcereal chemistry. 1998. ICC Pub,Vienna.

Kashirad, A. 1970. Effect of nitrogen, zinc, copper and manganese on yield and chemical composition of irrigated winter wheat in Iran. Israel. J. Agric. Res. 20: 179-182

Kobota, T.J., Palta, A., and Turner, N.C. 1999. Rate of development of post an thesis Water deficits and grain filling of Spring Wheat. Crop. Sci. 32: 1238– 42.

Mogensen, V.O., Jonsen, C.R., and Ppoulsen, H.H. 1992. Reflectance under for early dermination of water stress. International symposion of Trrigation

Rahman, S.M., Khalil, M.I., and Ahmed, M.F. 1995. Yield – water relation and nitrogen utilization by wheat in salt – affected soils of Bangladesh. Agriculuture water management . Vol . 28(1) : 49-56 .

Rengel, Z., and Graham, R.D. 1995. Importance of seed Zn - content for wheat growth on zinc deficient soil. II. Grain yield . Plant and soil, 173: 267-274.

Souza, E., Kruk, M., and Sunderman, D.W. 1994. Association of Gsugar-snap cookie quality with high molecular weight gluten in alles in soft white spring wheat's. Cereal Chem. 71:601-605.

Yusuf, G., Glenn, K., Mc Donald, B., and Robin, D.G. 2000. Effect of seed Zinc content on early growth of barley (*Hordeum vulgar* L.) under low and adequate soil zinc supply. Aust. J. Agric. Res. 51: 37-45.