



تأثیر تنش خشکی پس از گرده‌افشانی و محلول‌پاشی روی بر عملکرد دانه، میزان پرولین و پروتئین‌های محلول برگ ژنوتیپ‌های گندم

داود افیونی^۱، لیلی صفایی^۱

۱- مربی پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه و میزان پرولین و پروتئین‌های محلول ژنوتیپ‌های گندم نان، آزمایشی طی دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوترآباد اصفهان با استفاده از طرح آماری کرت های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی و سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی به سه تیمار بدون تنش، تنش خشکی انتهای فصل و تنش خشکی همراه با محلول پاشی روی، و کرت‌های فرعی به ۱۱ ژنوتیپ گندم اختصاص داشت. تنش خشکی میزان پرولین را افزایش و پروتئین‌های محلول و عملکرد دانه را کاهش داد. محلول‌پاشی روی تا حدی باعث کاهش اثرات منفی تنش خشکی شد، بطوری که عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی + محلول‌پاشی روی ۳/۷ درصد بیش از تنش خشکی بدون روی بود. در شرایط تنش، محلول‌پاشی روی، همچنین باعث افزایش میزان پرولین و پروتئین‌های محلول برگ پرچم در مقایسه با تیمار بدون محلول‌پاشی شد.

کلمات کلیدی: روی، پرولین، تنش خشکی، عملکرد دانه، برگ پرچم

مقدمه

گندم نان، گیاهی است که بطور وسیعی در مناطق مختلف جهان کشت می‌گردد (Marti and Slafer, ۲۰۱۴). در بیشتر نواحی تحت کشت گندم و خصوصاً در نواحی مدیترانه‌ای، پر شدن دانه گندم در معرض تنش‌های مختلفی قرار دارد و اغلب زمانی رخ می‌دهد که دما افزایش و میزان آب در دسترس کاهش می‌یابد (Blum, ۱۹۹۸). Lugoian و (۲۰۱۱) Ciulca، اصلاح ارقام متحمل به خشکی را از مهمترین راهکارهای مقابله با کمبود آب می‌دانند. در حال حاضر مهم ترین شاخص تحمل به خشکی مورد استفاده در برنامه های به نژادی ارزیابی عملکرد دانه در شرایط آبیاری و تنش است. درک مکانیسم های فیزیولوژیک که قادر به سازگار شدن گیاه در شرایط محدودیت رطوبتی بوده و باعث حفظ رشد و تولید در طول دوره خشکی می شوند می تواند در انتخاب ژنوتیپ های متحمل به خشکی و استفاده از این صفات در برنامه های اصلاحی موثر باشد (Zaharieva et al., ۲۰۰۱). پرولین اسید آمینه ای است که در بسیاری از گونه های گیاهی تحت طیف وسیعی از شرایط تنش از جمله تنش خشکی تجمع می یابد (Claussen, ۲۰۰۵). تنظیم اسمزی از جمله مکانیسم های سازگاری گیاه با تنش خشکی است و پرولین ممکن است به عنوان یک تنظیم کننده اسمزی عمل کند (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۲). در مقابل، گزارش شده که اختصاص کربن بیشتر در ساختار مواد آلی مؤثر در تنظیم اسمزی، همچون پرولین میتواند باعث کاهش رشد نیز شود (بابائیان جلودار و ضیاء تبار احمدی، ۱۳۸۱). بنابر این سنتز بیشتر پرولین در اثر افزایش خشکی ممکن است یکی از عوامل کاهش رشد نیز باشد (جوانمردی و همکاران، ۱۳۸۹). سعیدی و همکاران (۱۳۸۹)، معتقدند رایبیسکو مهمترین و فراوان ترین پروتئین برگ پرچم است و هر گونه کاهش در غلظت پروتئین های محلول نشانه کاهش غلظت رایبیسکو بوده و این امر میتواند کاهش میزان فتوسنتز جاری را در پی داشته باشد. تغذیه مناسب گیاهی در بالا بردن سطح تحمل گیاهان در مقابل انواع تنش ها نقش بسزایی دارد و می تواند تا حدی به گیاه در تحمل به تنش های مختلف کمک کند (طباطبائیان و همکاران، ۱۳۹۲ و عابدی باباعربی و همکاران، ۱۳۹۰). روی از عناصر کم مصرف است که برای رشد طبیعی و تولیدمثل گیاهان زراعی ضروری است (Alloway, ۲۰۰۴). این عنصر نقش بسیار مهمی در فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه از جمله سنتز پروتئین و کربوهیدرات ها، اعمال متابولیکی سلول، محافظت غشاء در مقابل رادیکال های آزاد اکسیژن و سایر فرایندهای مرتبط با سازگاری گیاهان به تنش ها دارد (Marschner, ۱۹۹۵). گزارش شده است که تنش خشکی و کمبود عنصر روی دو فاکتور اصلی محدود کننده عملکرد و تولید گندم در مناطق نیمه خشک بوده است (Peleg et al., ۲۰۰۸).

با توجه به اینکه در مناطق مختلف کشور در اثر وقوع تنش خشکی در دوره پر شدن دانه ها، کاهش عملکرد رخ میدهد لذا نیاز به ژنوتیپ های متحمل ضروری به نظر میرسد، در این تحقیق واکنش عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیک ۱۱ رقم و لاین گندم به تنش خشکی پس از گرده افشانی، در شرایط مصرف و عدم مصرف روی بررسی گردید.

مواد و روش ها

این مطالعه طی دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوترآباد اصفهان اجرا شد. بر اساس آزمون خاک ۱۰۰ کیلوگرم کود پتاسیم (به صورت سولفات پتاسیم) و ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفر (به صورت سوپر فسفات تریپل) مصرف شد. مقدار ۲۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار (به صورت اوره) در سه مرحله قبل از کاشت، ساقه روی و قبل از ظهور سنبله ها با نسبت تقسیم مساوی استفاده شد. هر کرت شامل شش ردیف کاشت به طول چهار متر و فاصله ردیف ۲۰ سانتی متر بود که با خطی کار مخصوص

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه

کاشت پلات‌های آزمایشی غلات از نوع Wintersteiger کشت شد. تراکم کاشت برای همه ژنوتیپ‌ها ۴۰۰ بذر در متر مربع بود. طرح آماری مورد استفاده کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و کرت‌های اصلی شامل سه تیمار به شرح زیر بود ۱- بدون تنش خشکی، ۲- اعمال تنش خشکی انتهایی فصل از طریق قطع آب از مرحله سنبله‌دهی به بعد ۳- آبیاری‌ها مشابه تیمار ۲ به همراه مصرف روی بصورت محلول پاشی طی دو مرحله ساقه‌دهی و غلافی شدن. محلول پاشی روی در هر مرحله با غلظت پنج در هزار با استفاده از سولفات روی به میزان پنج کیلوگرم در هکتار انجام و هم‌زمان سایر کرت‌ها آب‌پاشی شد. در کرت‌های فرعی ۱۱ رقم و لاین گندم شامل WS-۸۲-۹، سیروان، WS-۸۶-۱۴، بیشتاز، پارسی، بک کراس روشن، ارگ، روشن، پیشگام، الوند و مهدوی منظور شده بود. صفات مورد مطالعه شامل میزان پرولین برگ پرچم، میزان پروتئین‌های محلول برگ پرچم و عملکرد دانه بود. میزان پرولین بر اساس روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) (با نمونه‌گیری برگ پرچم، میزان پروتئین‌های محلول برگ پرچم و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. میزان پروتئین‌های محلول برگ پرچم نیز در مرحله دو هفته پس از گرده‌افشانی طبق روش Bradford (۱۹۷۹) اندازه‌گیری شد. عملکرد دانه با استفاده از کمباین مخصوص برداشت پلات‌های آزمایشی غلات در مساحتی معادل ۶/۳ متر مربع از هر کرت تعیین گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و رسم نمودارها به کمک نرم افزار Excel انجام گردید. مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال بر عملکرد دانه معنی‌دار (جدول ۱) و میانگین آن در سال دوم بیش از سال اول بود (جدول ۲). تیمارهای تنش نیز بر عملکرد دانه اثر معنی‌دار داشت بطوری که بر اساس نتایج دو ساله، در اثر تنش خشکی انتهایی فصل عملکرد دانه نسبت به شرایط بدون تنش حدود ۹/۴۹ درصد کاهش یافت. در تحقیقی گزارش شد که عملکرد دانه ۱۰ ژنوتیپ گندم در شرایط تنش خشکی آخر فصل، ۷/۴۰ درصد نسبت به آبیاری معمول کمتر بود (دستفال و همکاران، ۱۳۹۰). در شرایط تنش خشکی، محلول پاشی روی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه به میزان حدود ۳۱۵ کیلوگرم (۳/۷ درصد) نسبت به شرایط بدون محلول پاشی شد (جدول ۲). طباطبائی‌ان و همکاران (۱۳۹۲) نیز افزایش عملکرد گندم در اثر محلول پاشی روی در شرایط تنش خشکی آخر فصل را حدود ۷ درصد گزارش دادند که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. بیشترین میانگین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به ارقام پیشگام و سیروان بود که تفاوت معنی‌دار آماری با یکدیگر نداشتند (جدول ۲).

جدول ۱ - تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه و ویژگی‌های فیزیولوژیکی برگ پرچم

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	پرولین	پروتئین محلول
سال	۱	۲۳۳۱۰۹۶۸**	۴۵/۲۲۲۲**	۹۷/۴۸**
تکرار (سال)	۴	۱۹۳۶۷۳	۷۷/۶۰*	۸۴/۶**
تنش	۲	۳۹۰۰۵۰۷۵۰**	۸۴/۵۰۶۷۸**	۱۱/۱۳۲**
سال*تنش	۲	۱۳۸۳۵۰۵۰**	۰۵/۲۰۷**	۲۴/۲
خطا	۸	۲۵۱۱۴۷	۸۶/۴۱	۶۶۷/۰
واربته	۱۰	۴۱۹۶۱۱۸**	۳۸/۵۶۶**	۸۴/۸۶**
تنش*واربته	۲۰	۱۵۰۱۷۹۵**	۵۷/۸۱۸**	۸۶/۳**
سال*واربته	۱۰	۴۹۰۰۰۷**	۲۹/۲	۳۳/۰
سال*تنش*واربته	۲۰	۲۸۵۷۲۷**	۹۸/۳	۰۷/۰
خطا	۱۲۰	۱۱۳۵۸۷	۱۴/۲۰	۱۷/۱

به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵۰ یک درصد و غیر معنی‌دار ns و **، *.

میزان پرولین برگ پرچم در سال دوم کمتر از سال اول بود و تنش خشکی باعث افزایش معنی‌دار مقدار پرولین در مقایسه با شرایط بدون تنش شد (جدول ۱ و ۲). افزایش پرولین در برگ در اثر تنش خشکی در مطالعات متعددی گزارش شده است. Anjum و همکاران (۲۰۱۱)، هدف از تجمع پرولین در پاسخ به تنش خشکی را حفظ فشار تورگور برگ و بهبود جذب آب از خاک در حال خشک شدن می‌دانند. توجه به جدول ۲ نشان می‌دهد که در شرایط تنش، محلول پاشی روی، میزان پرولین را در مقایسه با تیمار بدون محلول پاشی افزایش داد. برای عنصر روی نقش‌های فیزیولوژیکی زیادی در گیاه ذکر شده است. به عنوان مثال، نقش‌های آنزیمی روی می‌تواند سنتز و تخریب پروتئین‌ها را تحت تاثیر قرار دهد (Ebrahimian and Bybordi, ۲۰۱۱). با توجه به این وظایف فیزیولوژیکی، اثر روی بر افزایش میزان اسید آمینه پرولین در شرایط تنش خشکی قابل توجه است. در پژوهش‌های دیگری نیز افزایش میزان پرولین در اثر مصرف روی در زیره سبز در شرایط تنش خشکی (Akbari et al., ۲۰۱۳) و در آفتابگردان در شرایط تنش شوری (Ebrahimian and Bybordi, ۲۰۱۱) گزارش شده است. از بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ارقام پیشگام و بیشتاز دارای بیشترین و رقم پارسی دارای کمترین میانگین میزان پرولین بودند (جدول ۲).

میزان پروتئین‌های محلول برگ پرچم در سال اول بیش از سال دوم بود (جدول ۲). تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار میزان پروتئین‌های محلول برگ پرچم از ۹۲/۱۱ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ پرچم در شرایط بدون تنش به ۲۰/۹ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ پرچم در شرایط تنش شد (جدول ۲). عبدلی و همکاران (۱۳۹۲)، همچنین Xie و همکاران (۲۰۰۴) نیز کاهش غلظت پروتئین‌های محلول برگ، در تنش خشکی را گزارش نموده‌اند. Bajji و همکاران (۲۰۰۱)، علت کاهش غلظت پروتئین‌های محلول برگ در اثر تنش خشکی را افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین، کاهش سنتز پروتئین و نیز تجمع اسید آمینه آزاد از جمله پرولین

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه

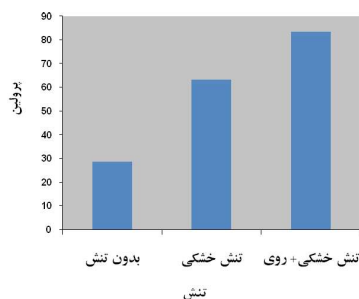
می‌دانند. محلول‌پاشی روی در شرایط تنش خشکی، باعث افزایش معنی‌داری در میزان این پروتئین‌ها در مقایسه با تیمار تنش خشکی بدون محلول‌پاشی شد. از آنجا که نقش آنزیمی روی می‌تواند سنتز و تخریب پروتئین‌ها را تحت تاثیر قرار دهد (Ebrahimiyan and Bybordi, 2011). بدین ترتیب اثر روی بر افزایش میزان پروتئین‌های محلول برگ در شرایط تنش خشکی منطقی به نظر می‌رسد. بطور کلی رقم سیروان و لاین ۹-۸۲-WS بیشترین و ارقام پارسا و بک کراس روشن کمترین مقدار پروتئین‌های محلول برگ پرچم را داشت (جدول ۲).

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در سالهای آزمایش، تیمارهای تنش و ژنوتیپ‌های گندم

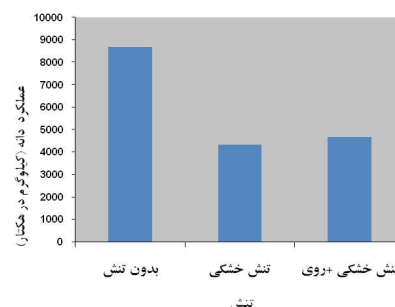
تیمار	عملکرد دانه (kg/ha)	پروکلین	پروتئین محلول
سال زراعی	۱۳۹۰-۹۱	a۸/۶۱	a ۸۳/۱۰
	۱۳۹۱-۹۲	b۱/۵۵	b۸۴/۹
تنش	بدون تنش	c ۶۳/۲۸	a ۹۲/۱۱
	تنش	b ۱۵/۶۳	c ۲۰/۹
	تنش + روی	a ۴۳/۸۳	b ۸۹/۹
ژنوتیپ	WS-۸۲-۹	b۷/۶۳	a ۰۷/۱۴
	سیروان	ef۲/۵۳	a ۰۳/۱۴
	WS-۸۶-۱۴	c۷/۵۷	c۳۷/۱۰
	پیشناز	a۱/۶۷	b۶۹/۱۱
	پارسا	f۴/۵۲	e۸۵/۷
	بک کراس روشن	cde۹/۵۵	de۲۹/۸
	ارگ	def۴/۵۴	d۷۳/۸
	روشن	cd۲/۵۷	d۸۰/۸
	پیشگام	a۶/۶۸	b۱۵/۱۱
	الوند	c۱/۵۸	d۶۹/۸
	مهدوی	ef۲/۵۴	c۹۹/۹

میکرومول در گرم وزن تر برگ پرچم *** میلی گرم بر گرم وزن تر برگ پرچم **

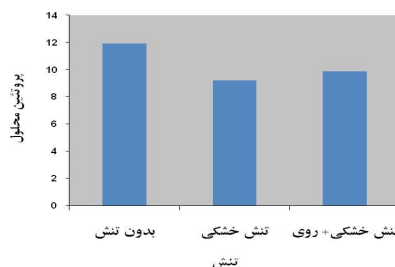
در مجموع نتایج نشان داد که تنش خشکی پس از گرده‌افشانی، میزان پروکلین برگ پرچم را افزایش و مقدار پروتئین‌های محلول را کاهش داده است (شکل‌های ۱ تا ۳). با توجه به اینکه نقش‌های فیزیولوژیکی زیادی برای عنصر روی ذکر شده است، در این تحقیق نیز محلول‌پاشی روی باعث شد که اثرات منفی تنش خشکی تا حدی تعدیل گردد. از جمله اثرات مثبت روی، افزایش مقدار پروتئین‌های محلول بود. محلول‌پاشی روی همچنین افزایش مقدار پروکلین برگ پرچم را به دنبال داشت که این افزایش، ممکن است از هر دو جنبه مثبت و منفی آن قابل بررسی باشد. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این تحقیق اختلاف کاملاً معنی‌دار از نظر همه صفات مورد مطالعه نشان دادند که بیانگر وجود تنوع کافی در بین آنها است.



شکل ۲- تغییرات پروکلین در تیمارهای مختلف تنش



شکل ۱- تغییرات عملکرد دانه در تیمارهای مختلف تنش





چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه

شکل ۳- تغییرات پروتئینهای محلول در تیمارهای مختلف تنش

منابع

- بابائیان جلودار، ن. و ضیاءتبار احمدی، م. ۱۳۸۱. رشد گیاهان در اراضی شور و بایر (ترجمه). انتشارات دانشگاه مازندران. جوانمردی، ش.، فتوت، ر. و صبا، ج. ۱۳۸۹. رابطه بین کربوهیدراتهای محلول و پرولین با تنظیم اسمزی و نقش تنظیم اسمزی در عملکرد گندم تحت شرایط تنش خشکی. مجله‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، جلد چهاردهم، شماره ۵۳، صفحه‌های ۶۵ تا ۷۲.
- دستفالی، م.، براتی، م.، امام، ی.، حقیقت‌نیا، ح.، و رمضان پور، م. ۱۳۹۰. ارزیابی عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ‌های گندم تحت شرایط تنش خشکی انتهای فصل در منطقه داراب. مجله‌ی به زراعی نهال و بذر، جلد بیست و هفتم، شماره ۱، صفحه‌های ۱۹۵ تا ۲۱۷.
- سعیدی، م.، مرادی، ف.، احمدی، ع.، سپهری، ر.، نجفیان، گ. و شعبانی، ا. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی انتهای فصل بر خصوصیات فیزیولوژیک و روابط منبع و مخزن در دو رقم گندم نان (*Triticum aestivum* L.). مجله‌ی علوم زراعی ایران، جلد دوازدهم، شماره ۴، صفحه‌های ۳۹۲ تا ۴۰۸.
- طباطبائیان، ج.، بخشنده، ع. م.، قرینه، م. ح.، عالمی سعید، خ. و خوشگفتارمنش، ا. ح. ۱۳۹۲. برهمکنش تنش رطوبتی و محلول پاشی سولفات روی در مراحل پایانی رشد بر عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در گندم. مجله‌ی زراعت (پژوهش و سازندگی)، شماره صدم: صفحه‌های ۸ تا ۱۸.
- عابدی بابا عریبی، س.، موحدی دهنوی، م.، یدوی، ع. ر. و ادهمی، ا. ۱۳۹۰. تأثیر محلول پاشی روی و پتاسیم بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد گلرنگ در شرایط تنش خشکی. مجله‌ی الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد چهارم، شماره ۱، صفحه‌های ۷۵ تا ۹۵.
- عبدلی، م.، سعیدی، م.، جلالی هنرمند، س.، منصوریرفر، س. و اقبال قبادی، م. ۱۳۹۲. بررسی برخی صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی و ارتباط آنها با عملکرد و اجزای آن در ارقام پیشرفته گندم نان در شرایط تنش کم‌آبی پس از گرده‌افشانی. مجله‌ی تنش‌های محیطی در علوم زراعی، جلد ششم، شماره ۱، صفحه‌های ۴۷ تا ۶۳.
- میرزایی، م.، معینی، ا. و قناتی، ف. ۱۳۹۲. اثر تنش خشکی بر میزان پرولین و قندهای محلول گیاهچه‌های کلزا (*Brassica napus*). مجله‌ی زیست‌شناسی ایران، جلد بیست و ششم، شماره ۱، صفحه‌های ۹۰ تا ۹۸.
- Akbari G.A., Amirinejad M., Baghizadeh A., Allahdadi I. and Shahbazi M. ۲۰۱۳. Effect of Zn and Fe Foliar Application on Yield, Yield Components and some Physiological Traits of Cumin (*Cuminum cyminum*) in Dry Farming. International Journal of Agronomy and Plant Production, ۴(۱۲): ۳۲۳۱-۳۲۳۷.
- Alloway B.J. ۲۰۰۴. Zinc in Soils and Crop Nutrition. Int. Zinc Assoc. (IZA), Belgium.
- Anjum S.A., Xie X., Wang L., Saleem M.F., Man C., Lei W., ۲۰۱۱. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. African J. Agric. Res. ۶: ۲۰۲۶-۲۰۳۲.
- Bajji M., Lutts S., Kinet J.M., ۲۰۱۱. Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars performing differently in arid conditions. Plant Sci. ۱۶۰: ۶۶۹-۶۸۱.
- Bates L.S., Waldren R.P., and Teare I.D. ۱۹۷۳. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil, ۳۹: ۲۰۵-۲۰۷.
- Bradford M.M. ۱۹۷۶. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal. Bioch. ۷۲: ۲۴۸-۲۵۴.
- Blum A. ۱۹۹۸. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. Euphytica, ۱۰۰: ۷۷-۸۳.
- Claussen W. ۲۰۰۵. Proline as a measure of stress in tomato plants. Plant Science, ۱۶۸: ۲۴۱-۲۴۸.
- Ebrahimian E., and Bybordi A. ۲۰۱۱. Exogenous silicium and zinc increase antioxidant enzyme activity and alleviate salt stress in leaves of sunflower. Journal of Food, Agriculture & Environment, ۹(۱): ۴۲۷-۴۲۲.
- Lugoian C. and Ciulca S. ۲۰۱۱. Analysis of excised leaves water loss in winter wheat. JOURNAL of Horticulture, Forestry and Biotechnology, ۱۵(۲): ۱۷۸-۱۸۲.
- Marschner H. ۱۹۹۵. Mineral Nutrition of Higher Plants. ۲nd Academic Press. Ltd. London.
- Marti J., Slafer G.A. ۲۰۱۴. Bread and durum wheat yields under a wide range of environmental conditions. Field Crops Research, ۱۵۶: ۲۵۸-۲۷۱.
- Peleg Z., Saranga Y., Yazici A., Fahima T., Ozturk L. and Cakmak I. ۲۰۰۸. Grain zinc, iron and protein concentrations and zinc-efficiency in wild emmer wheat under contrasting irrigation regimes. Plant Soil. ۳۰۶: ۵۷-۶۷.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه

- Xie Z., Jiang D., Dai T. and. Cao W. ۲۰۰۴. Effect of exogenous ABA and cytokinin on leaf photosynthesis and grain protein accumulation in wheat ears cultured in vitro. *Plant Growth Regul.* ۴۴: ۲۵-۳۲.
- Zaharieva M., Gaulin E., Havaux M., Acevedo E., and Monneveux P. ۲۰۰۱. Drought and heat responses in the wild wheat relative *Aegilops geniculata* Roth. *Crop Science*, ۴۱: ۱۳۲۱-۱۳۲۹.

Abstract

In order to evaluation the effect of post-anthesis drought stress and zinc foliar application on grain yield, prolin and soluble protein of wheat genotypes, this study was conducted during ۲۰۱۱-۲۰۱۳ crop season at Isfahan using a RCBD statistical design with split-plot arrangement and ۳ replications. Main plots included normal irrigation, no irrigation after heading without zinc application, and no irrigation after heading with two times zinc foliar application at vegetative growth stages. Sub-plots were devoted to ۱۱ genotypes of wheat. Drought stress increased prolin and decreased soluble protein and grain yield. Zinc foliar application mitigated negative impacts of drought stress, so that grain yield was higher in drought + zinc than drought-zinc, by an average of ۷.۳%. Under stress condition, Zn foliar application caused increase in Proline and soluble proteins of flag leaf.