مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد۱۴ ، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱

مجله پژوهش‌های به زراعی

تأثیر محلول پاشی سایکوسل و عناصر ریزمغذی آهن و روی بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گندم در رژیم‌های مختلف آبیاری

سعید سیف زاده[1]*، ناصر شهسواری[2]، سعید اکبری مهر[3]

۱-دانشیار گروه زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران
۲-گروه تولیدات گیاهان زراعی، واحد حاجی آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، حاجی آباد، هرمزگان، ایران
۳-دانشجوی دکتری، گروه زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۱۳

چکیده

سایکوسل به عنوان یک تنظیم کننده رشد و عناصر ریزمغذی آهن و روی می‌توانند اثرات تنش خشکی را تعدیل نمایند. این تحقیق به منظور بررسی تأثیر محلول پاشی سایکوسل و عناصر ریزمغذی آهن و روی بر عملکرد و صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گندم رقم پیشگام در شرایط تنش خشکی به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه خصوصی در رباط کریم تهران طی دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. آبیاری در دو سطح شامل I_1: آبیاری کامل (عرف منطقه) و I_2: قطع آبیاری در شروع مرحله ظهور سنبله (۵۱ زادوکس) به عنوان عامل اصلی، سایکوسل در دو سطح شامل C_1: عدم مصرف (محلول‌پاشی با آب خالص) و C_2: محلول‌پاشی سایکوسل به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در مرحله ساقه‌دهی در چهار سطح شامل F_1: عدم مصرف (محلول پاشی آب خالص)، F_2: محلول پاشی آهن، F_3: محلول پاشی روی و F_4: محلول پاشی ترکیبی آهن + روی به صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر ساده عناصر آبیاری، سایکوسل و اثر متقابل این دو عامل در سطح پنج درصد و اثر عناصر ریزمغذی در سطح یک درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و سایکوسل بر عملکرد دانه نشان داد که بیشترین عملکرد دانه متعلق به تیمار مصرف سایکوسل در شرایط آبیاری کامل(عرف منطقه) با میانگین ۷۰۷۷ کیلوگرم در هکتار بود. استفاده از سایکوسل در شرایط آبیاری کامل (عرف منطقه) و همینطور در شرایط تنش در مرحله سنبله دهی یا ۵۱ زادوکس باعث افزایش عملکرد دانه گردید. این افزایش در شرایط آبیاری کامل (عرف منطقه) بیشتر مشهود بود. نتایج مقایسه میانگین‌های اثر محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد دانه نشان داد که محلول پاشی آهن + روی با میانگین ۵۵۴۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشت و کمترین عملکرد دانه متعلق به تیمار شاهد با میانگین ۴۶۳۸ کیلوگرم در هکتار بود. با توجه به نتایج حاصله، اگرچه تنش خشکی موجب آسیب به گندم شد، اما محلول پاشی سایکوسل، آهن و روی توانست بخشی از خسارت ناشی از تنش خشکی را جبران نماید.

واژه‌های کلیدی: سایکوسل، تنش خشکی، ریزمغذی، صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی، عملکرد گندم

* نگارنده مسئول (s.seyfzadeh@tiau.ac.ir)

مقدمه

نقش غلات، به ویژه گندم و جو، در تامین غذای انسان، تامین پروتئین حیوانی از راه خوراک دام و طیور و برخی مصارف صنعتی اهمیت خاصی دارد. زراعت گندم و جو پیشینه درازی داشته است و احتمالا این دو محصول از نخستین گیاهانی به شمار می‌آیند که به دست انسان کشت شده است، بنابراین در شمار مهمترین گیاهان زراعی جای دارند، از طرف دیگر زراعت آن‌ها ساده و تطابقشان با محیط در مناطق گوناگون و شرایط آب و هوایی متفاوت، از دیگر گیاهان بیشتر است. گندم و جو به مقدار فراوان و در سطح گسترده ای از زمین‌های کشاورزی جهان و حتی نواحی خشک، کشت می‌شوند. اهمیت اقتصادی آنها از نظر تولید و تغذیه، بیش از دیگر محصولات کشاورزی در جهان است (معین دینی، ۱۳۹۵). تنش خشکی یکی از مهم ترین مشکلات جهانی است که تولید گندم را در مناطق خشک و نیمه خشک ایران محدود می‌کند (Amini *et al.*, 2015). تنظیم کننده‌های رشدی مانند سایکوسل یا کلرومکوات کلراید باعث کاهش اثرات تنش خشکی در گیاهان می‌شود (همراهی و همکاران، رساله ۱۳۸۷). امروزه، سایکوسل بیشتر از دیگر کندکننده‌های رشد در کنترل رشد گیاهان استفاده می‌شود (Moon *et al.*, 2020). کمبود عناصر ریزمغذی به طور عمده در خاک‌های آهکی مشاهده می شود (ملکوتی و مجیدی، ۱۳۷۷). عنصر روی، یکی از عناصر ریز مغذی است که کمبود آن در بخش وسیعی از خاک‌های زراعی سبب کاهش تولید محصولات زارعی می‌شود (Cakmak, 2000). با توجه به جذب کند عنصر روی توسط ریشه بهتر است این عنصر از طریق اندام‌های هوایی در اختیار گیاه قرار داده شود (Siavashi *et al.*, 2004). کاربرد برگی عناصر ریز مغذی در بسیاری از اوقات، عملکرد کمی و کیفی را در گیاهان زراعی افزایش می‌دهد (Whitty & Chambliss 2005). روی نقش چشم‌گیری را در واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه ایفاء می‌کند (Alloway 2008). کمبود روی تشکیل دانه و توان زندگی آن را کاهش

می‌دهد (Pandey *et al.*, 2006). آهن نیز از عناصر ریزمغذی ضروری است که نقش آن در تثبیت نیتروژن و نیز فعال کردن تعدادی آنزیم‌ها مثل کاتالاز، پراکسیداز و سیتوکروم اکسیداز به خوبی نشان داده شده است و نقش حیاتی در تولید کلروفیل و کربوهیدرات، تنفس، بازیافت شیمیایی نیترات و سولفات در همراهی با تبدیل نیتروژن به اسید آمینه و ساخت کلروپلاست دارد (Ruiz *et al.*, 2000). محلول پاشی ریزمغذی‌ها جهت تخفیف تنش و افزایش عملکرد در شرایط تنش خشکی به عنوان یک روش مؤثر توسط محققین زیادی از جمله رحمانی و همکاران (۱۳۹۹)، Ravi *et al* (2008), Shahsavari (2019) و Shahsavari *et al* (2014) توصیه شده است. بنابراین، تحقیق حاضر به منظور افزایش عملکرد گندم در شرایط تنش خشکی با استفاده از محلول پاشی کندکننده رشد سایکوسل و ریزمغذی‌های آهن و روی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی سایکوسل و عناصر ریزمغذی آهن و روی بر عملکرد و صفات فیزیولوژیک گندم در شرایط تنش خشکی در مزرعه خصوصی در شهرستان رباط کریم (با طول جغرافیایی ۵۱:۴ و عرض جغرافیایی ۳۵:۲۸ و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱۰۰ متر می‌باشد) طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. به منظور مشخص شدن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از شروع آزمایش بصورت تصادفی پنج نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری از چند قسمت مزرعه محل آزمایش تهیه و پس از مخلوط نمودن به آزمایشگاه خاک شناسی ارسال گردید که نتایج آن در جدول۱ آمده است.

جدول ۱- نتایج آزمایش خاک مربوط به مزرعه آزمایشی

نوع تجزیه	مقدار ۱۳۹۶-۱۳۹۷	مقدار ۱۳۹۷-۱۳۹۸
هدایت الکتریکی خاک EC(ds/m)	۲/۰۲	۲
واکنش گل اشباع pH	۷/۶۷	۷/۵
کربن آلی OC (٪)	۰/۶۲	۰/۵
نیتروژن کل (٪)	۰/۰۶	۰/۰۴
فسفر ($mg. kg^{-1}$)	۴/۶	۴/۸
پتاسیم ($mg. kg^{-1}$)	۳۸۰	۳۹۰
کلاس بافت خاک	C.L	C.L
درصد رس (C)	۳۷	۳۸
درصد سیلت (Si)	۴۲	۴۱
درصد شن (S)	۲۱	۲۱
آهن Fe($mg. kg^{-1}$)	۷/۳۵	۷/۰۵
روی Zn($mg. kg^{-1}$)	۰/۶۱	۰/۵

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. در این آزمایش آبیاری در دو سطح (I_1: آبیاری کامل (عرف منطقه) و I_2: قطع آبیاری در شروع مرحله ظهور سنبله یا ۵۱ زادوکس) به عنوان عامل اصلی، سایکوسل در دو سطح (C_1: عدم مصرف (محلول پاشی با آب خالص) و C_2: مصرف سایکوسل به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار) و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در چهار سطح (F_1: عدم مصرف (محلول پاشی آب خالص)، F_2: محلول‌پاشی آهن، F_3: محلول‌پاشی روی و F_4: محلول‌پاشی آهن + روی (هر یک به نسبت ۳ در هزار) به صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

عملیات تهیه زمین شامل شخم پاییزه در ابتدای مهر ماه (در هر دو سال زراعی) انجام شد. بعد از انجام شخم، اقدام به دیسک و لولر جهت آماده سازی کشت گردید. در ۱۵مهر ماه اقدام به کشت با خطی‌کار گندم به میزان ۱۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار انجام گرفت. تعداد ۶ خط کاشت و طول هر خط کاشت ۴متر و فواصل خطوط کاشت ۲۰سانتی متر در نظر گرفته شد. محلول‌پاشی روی و آهن از

منبع سولفات روی، سولفات آهن با نسبت توصیه شده (۳ در هزار) در دو مرحله ساقه دهی و ظهور سنبله صورت گرفت. سایکوسل تولید شرکت basf آلمان به میزان نیم لیتر در هکتار در اواسط پنجه زنی (۳۰ آبان) مورد استفاده قرار گرفت. مصرف کود نیتروژن ۲۵ درصد پس از سبز شدن و بقیه به‌صورت مساوی در دو مرحله شروع رشد ساقه و قبل از ظهور سنبله از منبع اوره به میزان ۲۰۰ کیلوگرم به کرت‌های آزمایشی تأمین گردید. مقدار ۱۰۰کیلو کود سوپرفسفات معمولی همزمان با مرحله کاشت انجام گرفت. آب مورد نیاز از آب چاه تامین گردید. روش آبیاری از نوع غرقابی بود. مراحل آبیاری عبارتند بودند از: آبیاری بلافاصله بعد از کاشت، آبیاری در زمان پنجه زنی، آبیاری در مرحله ساقه رفتن، آبیاری در مرحله خوشه دهی یا شروع گلدهی، آبیاری در مرحله پر شدن دانه‌ها.

رقم بذر مورد استفاده شده در این آزمایش، رقم پیشگام بود. رقم پیشگام با عادات رشدی بینابین و شجره BKT/90-Zhong 87، حاصل برنامه به نژادی ملی بوده که دورگ گیری آن در سال ۱۳۷۴ با هدف انتقال به بیماری زنگ‌ها (به ویژه زنگ زرد) و نیز تحمل نسبی به تنش خشکی از رقم بینابینی چینی Zhong-90 ۸۷ با یم رقم پر محصول ایرانی به نام برکت زرد مقاوم بوده و به شرایط خشکی انتهای فصل متحمل است. رقم پیشگام نسبتاً زودرس بوده و نسبت به خوابیدگی مقاوم است. ویژگی‌های رقم پیشگام به طور اجمال در جدول ۳-۲ آورده شده است (بهینه و همکاران، ۱۴۰۱).

صفات مورد مطالعه در این تحقیق شامل کلروفیلa ، کلروفیلb و کلروفیل کل، پرولین، کربوهیدرات‌های محلول و عملکرد دانه بود. میزان کلروفیل‌ها با استفاده از روش Arnon (1967)، میزان پرولین برگ به روش Bates *et al* (1975) و اندازه گیری کربوهیدرات‌های محلول برگ بر اساس روش فنل- اسیدسولفوریک دوبیس و همکاران (۱۹۵۶) انجام شد. در هر کرت، از جوان ترین برگ‌های بالغ، استفاده گردید.برای محاسبه عملکرد دانه، پس از

حذف اثرات حاشیه‌ای (ردیف اول و آخر) و ۵۰ سانتی‌متر بالا و پایین هر کرت، از ۳ ردیف میانی دانه‌ها پس از خرمنکوبی و جدا کردن، استحصال شدند و بر حسب کیلوگرم محاسبه و به واحد کیلوگرم در هکتار تبدیل شد.

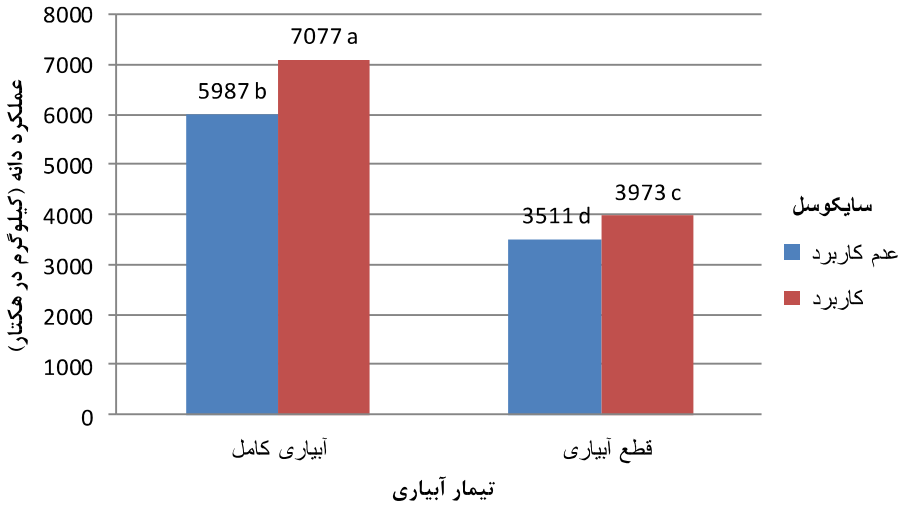
تجزیه واریانس داده‌ها پس از آزمون یکنواختی واریانس خطای آزمایش صفات در دو سال آزمایش با استفاده از آزمون بارتلت براساس آزمایش اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد توسط نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام گرفت. در برخی از اثرات متقابل معنی‌دار در تجزیه واریانس خصوصا اثرات متقابل سه گانه از مقایسه میانگین‌ها به روش برش دهی استفاده گردید. رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel و رسم جداول با Word انجام شد.

نتایج و بحث

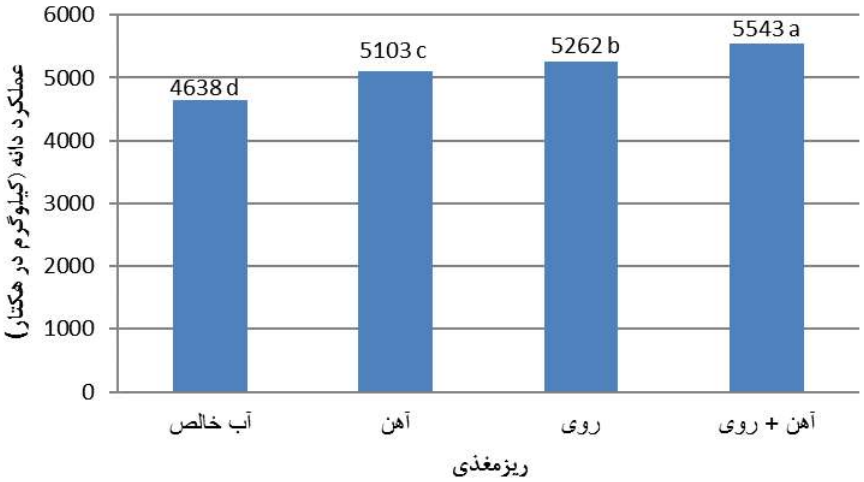
عملکرد دانه

نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر ساده عناصر آبیاری، سایکوسل و اثر متقابل این دو عامل در سطح پنج درصد و اثر عناصر ریزمغذی در سطح ۱درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول۲). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و سایکوسل بر عملکرد دانه نشان داد که بیشترین عملکرد دانه متعلق به تیمار مصرف سایکوسل در شرایط آبیاری کامل (عرف منطقه) با میانگین ۷۰۷۷ کیلوگرم در هکتار بود. استفاده از سایکوسل در شرایط آبیاری کامل (عرف منطقه) و همینطور در شرایط قطع آبیاری در شروع مرحله ظهور سنبله یا ۵۱ زادوکس باعث افزایش عملکرد دانه گردید. این افزایش در شرایط آبیاری کامل (عرف منطقه) بیشتر مشهود بود (شکل ۱). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر عناصر ریزمغذی بر عملکرد دانه نشان داد که عناصر ریزمغذی ترکیبی آهن + روی با میانگین ۵۵۴۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشت و کمترین عملکرد دانه متعلق به تیمار شاهد

(آب خالص) با میانگین ۴۶۳۸ کیلوگرم در هکتار بود. مصرف ترکیبی آهن و روی نسبت به مصرف روی حدود ۳۰۰ کیلوگرم، با مصرف تکی آهن ۴۰۰ کیلوگرم و نسبت به عدم مصرف حدود ۹۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش محصول نشان داد (شکل ۲). نتایج مطالعات Bansal *et al* (1990) و Sharma & Lal (1993) افزایش عملکرد گندم در قبال مصرف ریزمغذی‌های آهن و روی را تأیید می‌کند. سلیسپور و همکاران (۱۳۸۶) نتیجه گرفتند که با مصرف توأم کودهای آهن و روی میزان عملکرد گندم به طور متوسط ۸۶۷ کیلوگرم افزایش یافته است. همچنین او علت افزایش عملکرد را بالا رفتن میزان نشاسته و پروتئین دانه دانست. از طرف دیگر سایکوسل با انتقال مواد فتوسنتزی کافی به دانه‌ها در پر شدن آن‌ها و افزایش وزن دانه‌ها نقش به سزایی دارد. همچنین سایکوسل با افزایش تعداد و پایداری پنجه‌ها و نیز سطح برگ، باعث فتوسنتز بیشتر شده و مواد پرورده بیشتری به سمت دانه‌ها انتقال داده و باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود (Sharif *et al.*, 2007). محلول‌پاشی با غلظت بالای سایکوسل گرچه موجب کند شدن رشد گیاه می‌گردد، ولی می‌تواند میزان گلچه‌های بارور و عملکرد دانه را افزایش دهد، ضمن آن که تیمار سایکوسل ظرفیت فتوسنتزی و تخصیص مواد فتوسنتزی را به مخازن افزایش می‌دهد (Wang *et al.*, 2009). همراهی و همکاران (۱۳۸۷) اظهار کردند مصرف سایکوسل و ریز مغذی سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی در کلزا می‌گردد. نتایج دیندوست اسلام و یوسف زاده (۱۳۹۲) نشان داد که محلول پاشی عناصر ریز مغذی روی و آهن در شرایط تنش خشکی نقش قابل ملاحظه ای در کاهش اثرات سوء تنش خشکی و بهبود عملکرد و اجزای عملکرد (وزن هزار دانه، عملکرد انه و عملکرد بیولوژیک) آفتابگردان داشته است. نتایج خلیل زاده و همکاران (۱۳۹۵) و دهقان زاده و اداوی (۱۴۰۲) نشان داد که مصرف سایکوسل باعث افزایش عملکرد دانه گندم در شرایط محدودیت آب گردید.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سایکوسل و آبیاری بر عملکرد دانه

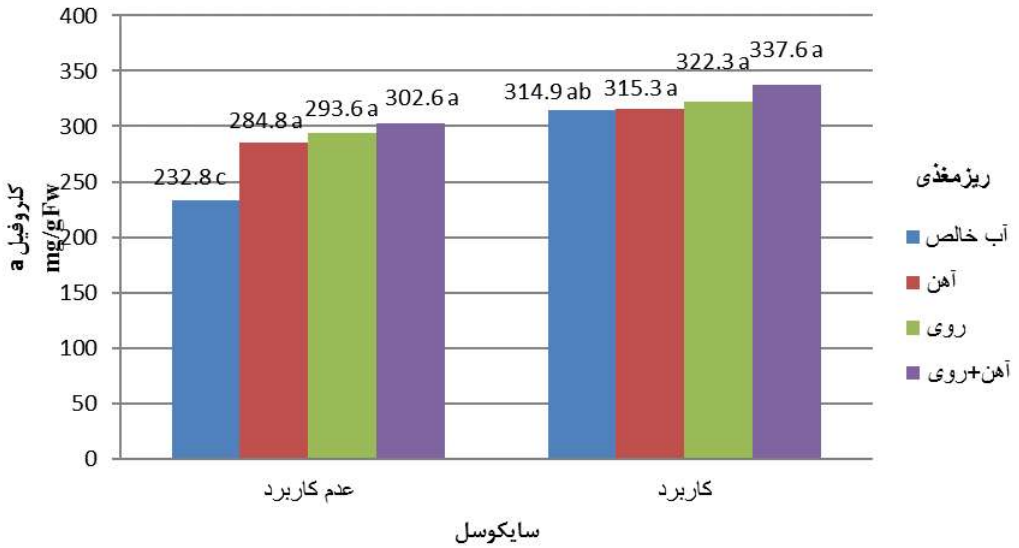


شکل ۲- مقایسه میانگین اثر عناصر ریزمغذی بر عملکرد دانه

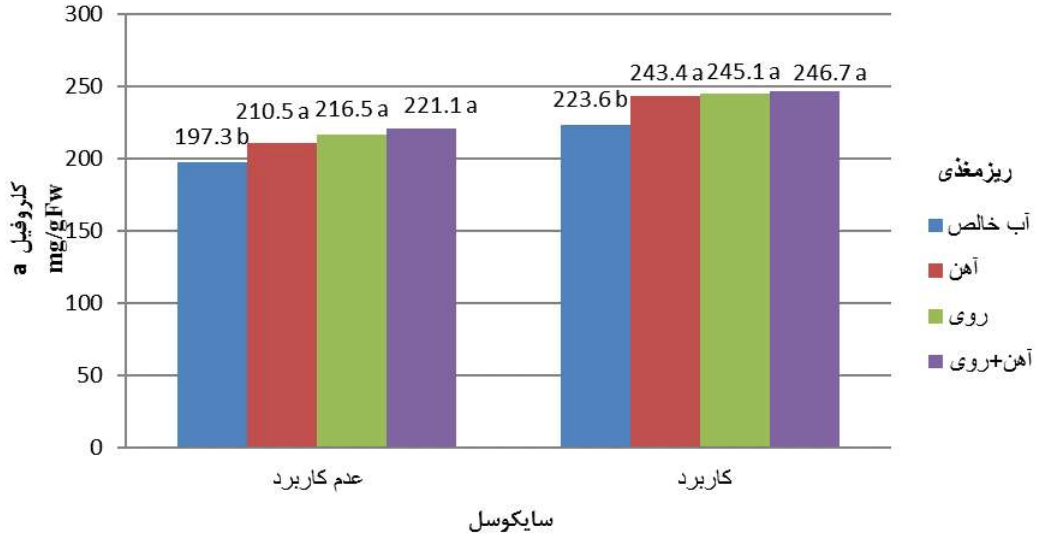
غلظت کلروفیل a

نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سایکوسل، ریز مغذی و اثر متقابل آبیاری × سایکوسل، سایکوسل × ریزمغذی و آبیاری × سایکوسل × ریزمغذی در سطح یک درصد بر غلظت کلروفیل a معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سه گانه

آبیاری × سایکوسل × ریزمغذی بر غلظت کلروفیل a نشان داد که بیشترین غلظت کلروفیل a در تیمار مصرف عناصر ریز مغذی ترکیبی آهن + روی به همراه مصرف سایکوسل در شرایط آبیاری کامل (عرف منطقه) مشاهده گردید. در شرایط آبیاری کامل (عرف منطقه) در صورت عدم مصرف سایکوسل، با مصرف عناصر ریزمغذی، غلظت کلروفیل a افزایش قابل توجهی داشت، اما در صورت مصرف سایکوسل، بین تیمارهای ریزمغذی اختلاف معنی‌دار قابل توجهی مشاهده نشد (شکل ۳). در شرایط قطع آبیاری در شروع مرحله ظهور سنبله یا ۵۱ زادوکس با وجود کاهش غلظت کلروفیل a نسبت به شرایط آبیاری کامل (عرف منطقه)، با مصرف عناصر ریزمغذی و سایکوسل، غلظت کلروفیل a افزایش یافت (شکل ۴). بیشترین میزان کلروفیل a در شرایط آبیاری کامل، کاربرد سایکوسل مربوط به محلول پاشی عناصر ریز مغذی آهن+ روی، و آهن به تنهایی می‌باشند (شکل ۴) و در شرایط عدم کاربرد سایکوسل مربوط به محلول پاشی عناصر ریز مغذی آهن و روی به تنهایی و مصرف ترکیبی آن‌ها می‌باشد (شکل ۴). در مطالعه پورجمشید و همکاران (۱۳۹۹) نیز تنش خشکی موجب کاهش میزان شاخص کلروفیل در گندم شد. دهقان زاده و اداوی (۱۴۰۲) گزارش کردند که مصرف سایکوسل در شرایط تنش خشکی موجب بهبود صفات فیزیولوژیک در گندم می‌گردد.



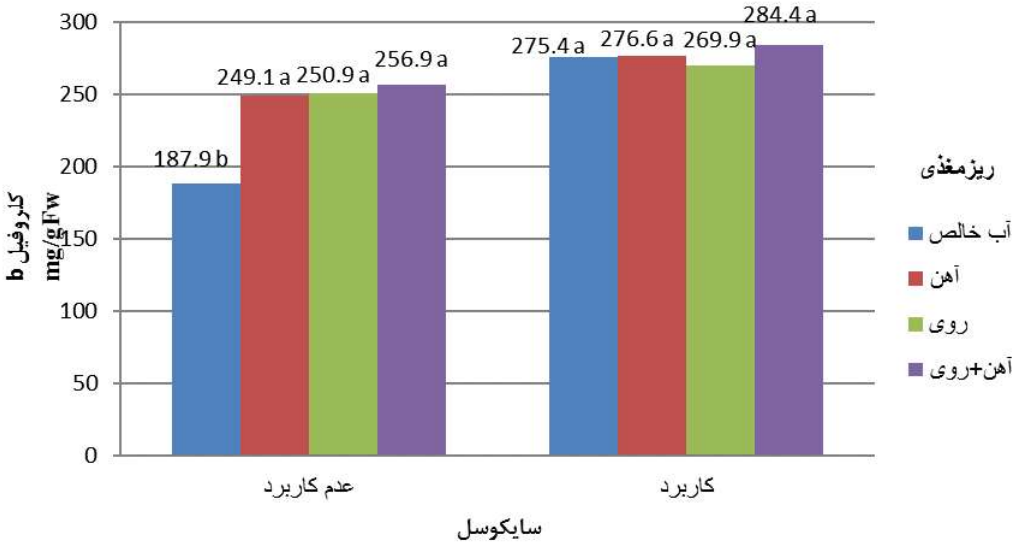
شکل ۳ –مقایسه میانگین اثر عناصر ریزمغذی و سایکوسل بر غلظت کلروفیل a در شرایط آبیاری کامل (عرف منطقه) با برش دهی



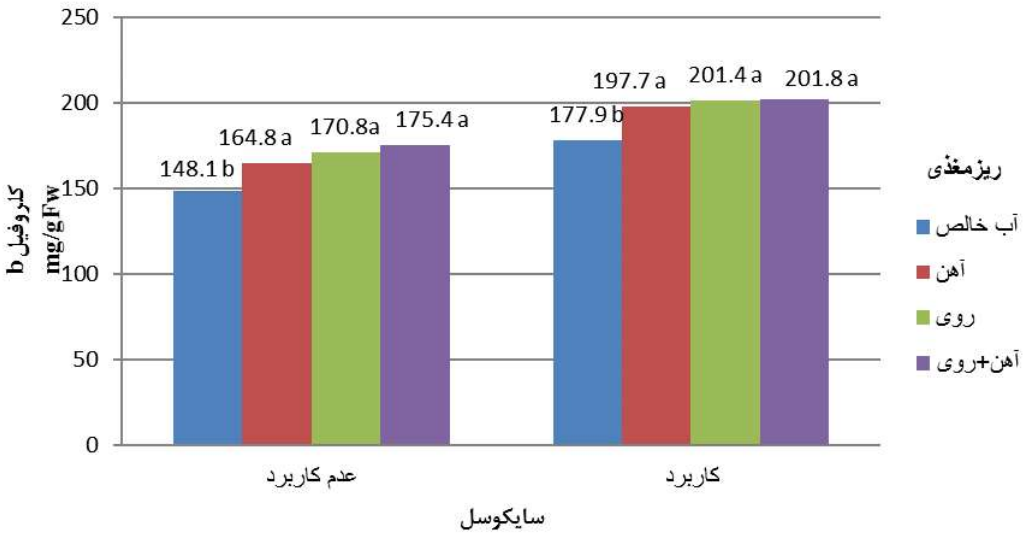
شکل ۴ – مقایسه میانگین اثر عناصر ریزمغذی و سایکوسل بر غلظت کلروفیل a در شرایط قطع آبیاری در شروع مرحله ظهور سنبله یا ۵۱ زادوکس با برش دهی

غلظت کلروفیل b

نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سایکوسل، ریز مغذی و اثر متقابل آبیاری × سایکوسل، سایکوسل × ریزمغذی و آبیاری × سایکوسل × ریزمغذی در سطح یک درصد و اثر متقابل سال × سایکوسل در سطح پنج درصد بر غلظت کلروفیل b معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سه گانه آبیاری × سایکوسل × ریزمغذی بر غلظت کلروفیل b نشان داد که در شرایط آبیاری کامل (عرف منطقه) و عدم کاربرد سایکوسل، با مصرف عناصر ریزمغذی غلظت کلروفیل افزایش قابل ملاحظه ای داشت. در شرایط آبیاری کامل (عرف منطقه) و کاربرد سایکوسل، بیشترین غلظت کلروفیل b در تیمار عناصر ریزمغذی ترکیبی آهن + روی وجود داشت (شکل ۵). در شرایط قطع آبیاری در شروع مرحله ظهور سنبله یا ۵۱ زادوکس نیز همین روند با شیب کمتر وجود داشت. در شرایط عدم کاربرد سایکوسل استفاده از تیمارهای عناصر ریزمغذی باعث افزایش غلظت کلروفیل b شد، اما در شرایط مصرف سایکوسل، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ریزمغذی مشاهده نگردید (شکل ۶).تحقیقات فرهودی و خدارحم پور (۱۳۹۴) هم نشان داد که تنش شوری باعث کاهش میزان کلروفیل b گردیده است.



شکل ۵ -مقایسه میانگین اثر عناصر ریزمغذی و سایکوسل بر غلظت کلروفیل b در شرایط آبیاری کامل (عرف منطقه) با برش دهی

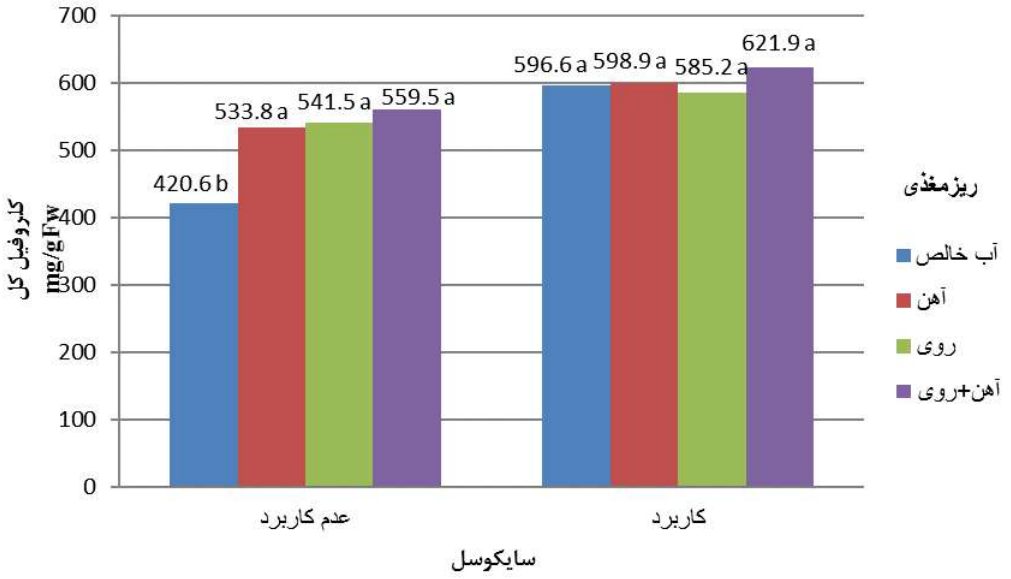


شکل ۶- مقایسه میانگین اثر عناصر ریزمغذی و سایکوسل بر غلظت کلروفیل b در شرایط قطع آبیاری در شروع مرحله ظهور سنبله یا ۵۱ زادوکس با برش دهی

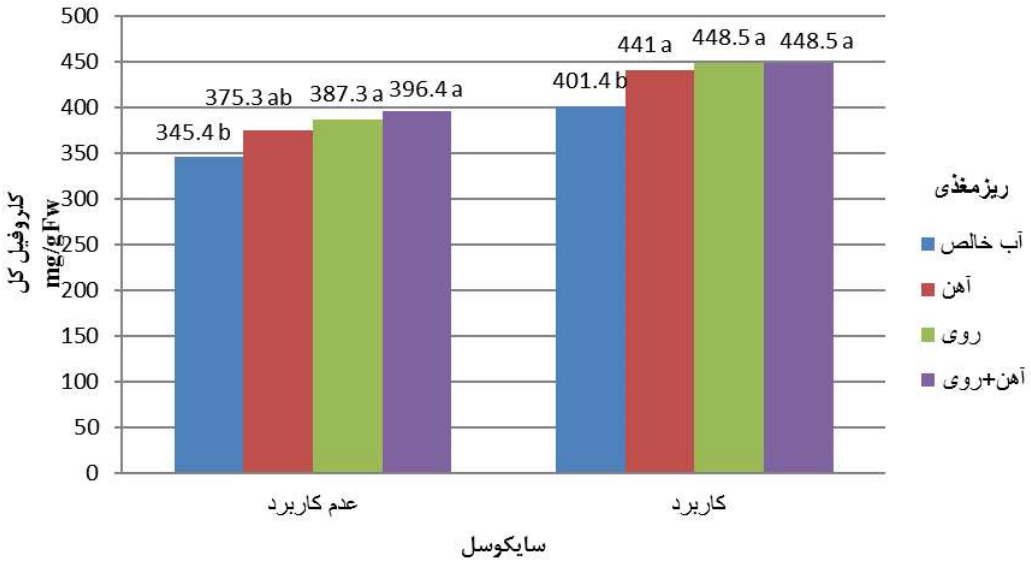
غلظت کلروفیل کل

نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سایکوسل، ریز مغذی و اثر متقابل آبیاری × سایکوسل، سایکوسل × ریزمغذی و آبیاری × سایکوسل × ریزمغذی در سطح یک درصد و اثر متقابل سال × سایکوسل در سطح پنج درصد بر غلظت کلروفیل کل معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سه گانه آبیاری × سایکوسل × ریزمغذی بر غلظت کلروفیل نشان داد که در شرایط آبیاری کامل(عرف منطقه) و عدم کـاربرد سایکوسل، مصـرف عنـاصر ریزمغذی باعث افزایش معنی‌دار غلظت کلروفیل کل گردید. در شرایط مصرف سایکوسل بین سطوح ریزمغذی‌ها اختلاف کمتر مشهود بود، اگر چه بیشترین میزان کلروفیل کل در تیمار مصرف عناصر ریز مغذی ترکیبی آهن + روی در شرایط آبیاری کامل (عرف منطقه) و مصرف سایکوسل مشاهده شد (شکل ۷). در شرایط قطع آبیاری در شروع مرحله ظهور سنبله یا ۵۱ زادوکس، در شرایط مصرف عناصر ریز مغذی غلظت کلروفیل افزایش یافت که بیشترین مقدار مربوط به تیمار

ریزمغذی آهن + روی بود. اما در شرایط مصرف سایکوسل، علی رغم افزایش تیمارهای ریزمغذی نسبت به شاهد (آب خالص)، تیمارهای آهن، روی و آهن + روی اختلاف معنی‌داری از نظر غلظت کلروفیل نداشتند (شکل ۸). به نظر می‌رسد که کاهش غلظت کلروفیل در شرایط تنش خشکی به دلیل اثر آنزیم کلروفیلاز، پراکسیداز و ترکیبات فنلی و در نتیجه تجزیه کلروفیل باشد (Takeda *et al.*, 1995؛ Sharifa & Muriefah, 2015). Rad *et al* (2012) کاهش محتوای کلروفیل در شرایط تنش کم‌آبی را به تخریب غشاهای تیلاکوئیدهای کلروپلاست و اکسیداسیون نوری کلروفیل در اثر افزایش فعالیت گونه‌های فعال اکسیژن که باعث پراکسیداسیون این رنگیزه‌ها و همچنین افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز می‌شود، نسبت داده اند، بنابراین حفظ غلظت کلروفیل تحت شرایط تنش به ثبات فتوسنتزی در این شرایط کمک می‌کند. مصرف سایکوسل، غلظت کلروفیل را افزایش داد (آروین و بناکار، ۱۳۸۱). نتایج ابراهیمی و همکاران (۱۴۰۱) نشان داد که مقدار کلروفیل کل تحت تاثیر محلول پاشی آهن و روی در شرایط محدودیت آب افزایش می یابد. رحمانی و همکاران (۱۳۹۸) گزارش کردند که شاخص کلروفیل با مصرف روی افزایش یافت وافزایش آن در شرایط بدون تنش نسبت به شرایط تنش خشکی معنی‌دار بود.



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر عناصر ریزمغذی و سایکوسل بر غلظت کلروفیل کل در شرایط آبیاری کامل (عرف منطقه) با برش دهی

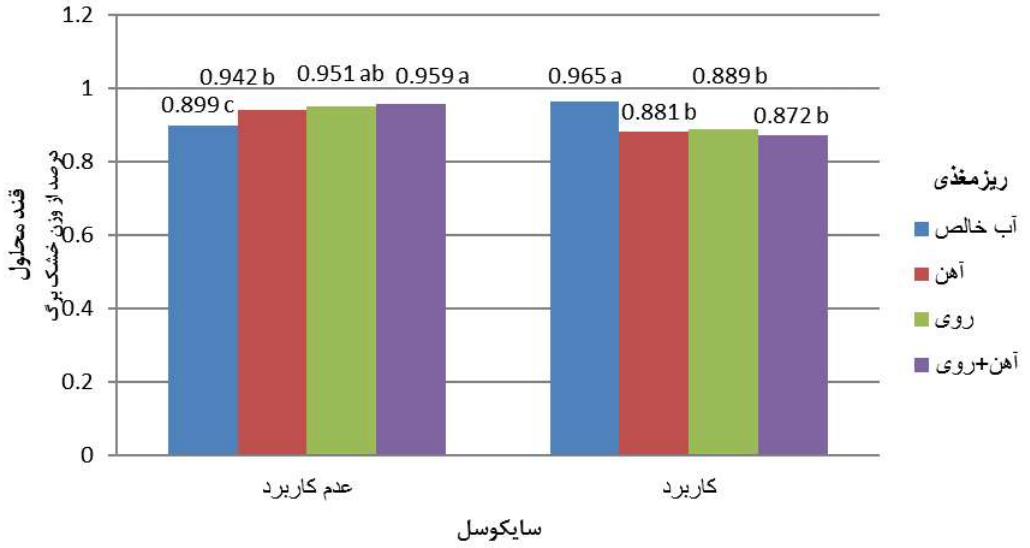


شکل ۸- مقایسه میانگین اثر عناصر ریزمغذی و سایکوسل بر غلظت کلروفیل کل در شرایط قطع آبیاری در شروع مرحله ظهور سنبله یا ۵۱ زادوکس با برش دهی

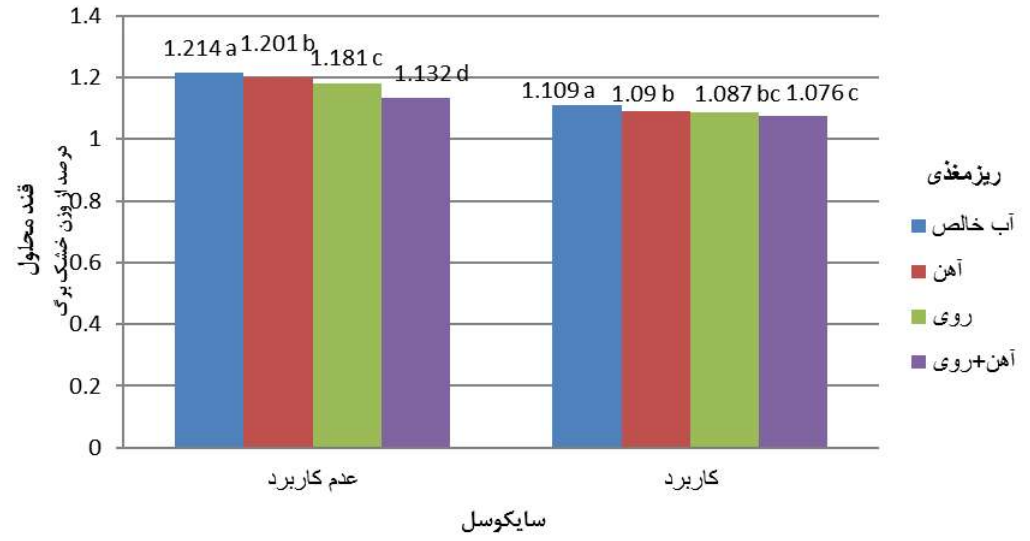
میزان قند محلول

نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سایکوسل، ریزمغذی، اثر متقابل آبیاری × سایکوسل، آبیاری× ریزمغذی، سایکوسل × ریزمغذی و آبیاری × سایکوسل × ریزمغذی در سطح یک درصد و اثر آبیاری در سطح پنج درصد بر میزان قند محلول معنی‌دار بودند (جدول۲). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سه گانه آبیاری × سایکوسل × ریزمغذی بر میزان قند محلول نشان داد که به طور کلی در شرایط تنش خشکی میزان قند محلول نسبت به آبیاری کامل (عرف منطقه) افزایش نسبی داشت. همچنین در شرایط آبیاری کامل (عرف منطقه) در صورت عدم کاربرد سایکوسل، با استفاده از ریزمغذی‌ها، میزان قند محلول افزایش جزئی داشت. در شرایط استفاده از سایکوسل، با استفاده از ریزمغذی‌ها میزان قند محلول کاهش یافت. محلول پاشی عناصر ریز مغذی آهن و روی در شرایط تنش خشکی باعث شد بیشترین مقدار قندهای محلول بدست آید. (شکل ۹). در شرایط قطع آبیاری در شروع مرحله ظهور سنبله یا ۵۱ زادوکس و در صورت عدم مصرف سایکوسل، با مصرف عناصر ریزمغذی، غلظت مواد قندی محلول کاهش جزئی یافت. در صورت کاربرد سایکوسل میزان مواد قند محلول نسبت به عدم کاربرد سایکوسل کاهش جزئی یافت، اگرچه بین تیمارهای ریزمغذی اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (شکل ۱۰).

تنش خشکی باعث افزایش قندهای محلول در بافت‌های برگی گردید (دهقان زاده و اداوی،۱۴۰۲). نتایج نوریانی و جعفری (۱۴۰۲) نشان داد که تنش کم آبی باعث افزایش ۸۳ درصدی مقادیر قندهای محلول در چاودار شده است.



شکل ۹- مقایسه میانگین اثر عناصر ریزمغذی و سایکوسل بر غلظت قند محلول در شرایط آبیاری کامل (عرف منطقه) با برش دهی



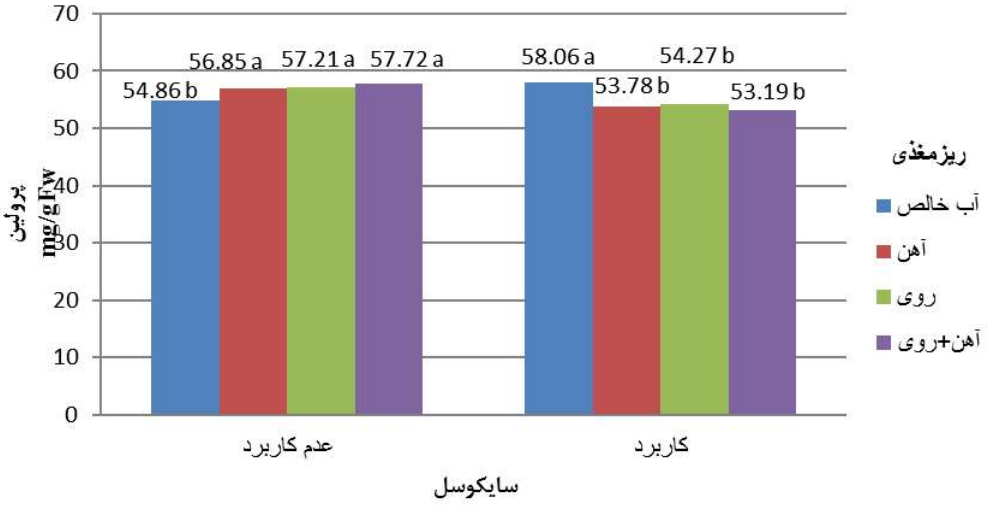
شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثر عناصر ریزمغذی و سایکوسل بر غلظت قند محلول در شرایط قطع آبیاری در شروع مرحله ظهور سنبله یا ۵۱ زادوکس با برش دهی

محتوای پرولین

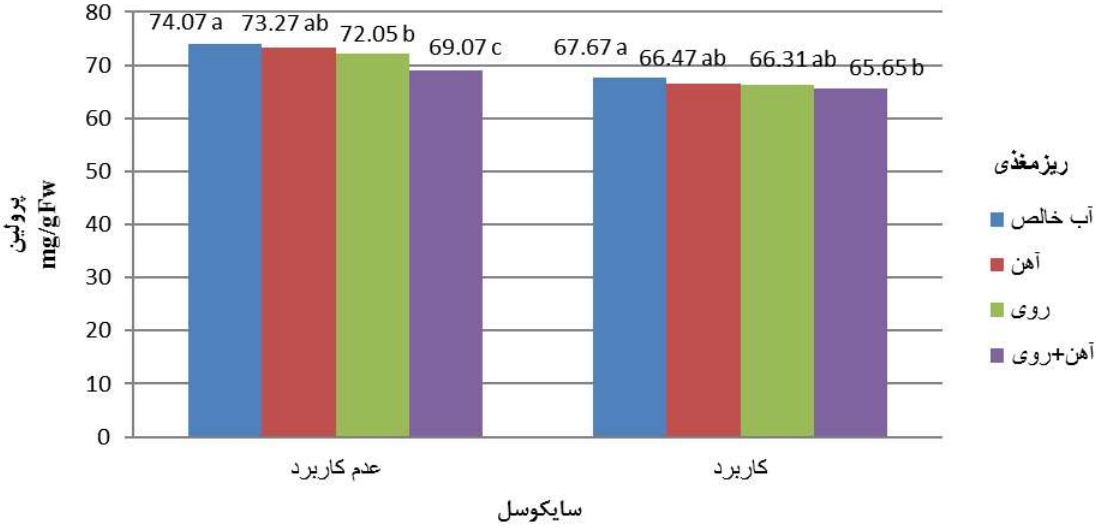
نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سایکوسل، ریزمغذی، اثر متقابل آبیاری × سایکوسل، آبیاری× ریزمغذی، سایکوسل × ریزمغذی و آبیاری × سایکوسل × ریزمغذی در سطح یک درصد و اثر آبیاری و اثر متقابل سال × سایکوسل × ریزمغذی در سطح پنج درصد بر محتوای پرولین معنی‌دار بودند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سه گانه آبیاری × سایکوسل × ریزمغذی بر محتوای پرولین نشان داد که در شرایط آبیاری کامل (عرف منطقه) و عدم مصرف سایکوسل، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ریزمغذی وجود نداشت، اما در صورت مصرف سایکوسل مصرف ریزمغذی‌ها باعث کاهش محتوای پرولین گردید (شکل ۱۱). نتایج همچنین نشان داد که در شرایط قطع آبیاری در شروع مرحله ظهور سنبله یا ۵۱ زادوکس در صورت عدم کاربرد سایکوسل، مصرف ریزمغذی‌ها باعث کاهش میزان پرولین گردید، اما در صورت کاربرد سایکوسل، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ریزمغذی وجود نداشت. به طور کلی با اعمال قطع آبیاری در شروع مرحله ظهور سنبله یا ۵۱ زادوکس گندم، محتوای پرولین در برگ‌ها افزایش یافت (شکل ۱۲).

پرولین اسیدآمینه‌ای است که بخش عمده بسیاری از پروتئین‌های درگیر در تنظیم اسمزی، دیواره سلولی و غشا را تشکیل می‌دهد (Szabados & Savoure, 2009). در شرایط تنش خشکی، پرولین در حفظ پتانسیل اسمزی، حذف رادیکال‌های آزاد اکسیژن، حفاظت ماکرومولکول‌ها از دناتوره شدن، تنظیم PH سلولی نقش دارد. همچنین پرولین به عنوان منبع نیتروژن و کربن برای گیاهان تحت تنش شدید عمل می‌کند و تحمل گیاه در برابر تنش را افزایش می‌دهد (Amini *et al.*, 2015). با توجه به اینکه پرولین در تنظیم اسمزی می‌تواند نقش داشته باشد، به نظر می‌رسد که حساسیت ارقام با افزایش نسبی در شرایط تنش ارتباط داشته باشد. بنابراین گیاهانی که در شرایط تنش خشکی قرار می‌گیرند، مقدار زیادی از منابع کربن و نیتروژن خود را صرف سنتز

تنظیم‌کننده‌های اسمزی از قبیل پرولین می‌کنند تا بتوانند فشار تورژسانس سلول‌های خود را حفظ نمایند (Aranjuelo *et al.*, 2011). تحقیقات پیراسته انوشه و امام (۱۳۹۸) در گندم نشان داد که بیشترین میزان پرولین در تنش خشکی و مصرف سایکوسل بوده است. محلول پاشی عناصر ریز مغذی آهن و روی در شرایط تنش خشکی باعث شد بیشترین مقدار پرولین بدست آید (امیری نژاد و همکاران ۱۳۹۴) که در تناقض با نتایج تحقیق ما می‌باشد.



شکل ۱۱- مقایسه میانگین اثر عناصر ریزمغذی و سایکوسل بر غلظت پرولین در شرایط آبیاری کامل (عرف منطقه) با برش دهی



شکل ۱۲- مقایسه میانگین اثر عناصر ریزمغذی و سایکوسل بر غلظت پرولین در شرایط قطع آبیاری در شروع مرحله ظهور سنبله یا ۵۱ زادوکس با برش دهی

جدول ۲-تجزیه واریانس مرکب دوساله صفات کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، میزان قند محلول و محتوای پرولین

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	میزان قند محلول	محتوای پرولین
		میانگین مربعات (MS)					
سال	۱	۲۷۰۶۸۱/۵۱۲ ns	۹۳/۳۳۹ ns	۱۲/۵۱۴ ns	۱۷۴/۲۰۵ ns	۰/۰۱۵ ns	۸۸/۲۹۲ ns
تکرار (سال)	۴	۵۷۳۵۳۷۱/۰۰۱	۸۴۹/۹۸۹	۹۰۶/۵۰۶	۳۵۱۰/۲۶۵	۰/۰۲۶	۹۶/۹۰۴
آبیاری	۱	۱۸۶۸۱۲۴۸۱/۵*	۱۲۷۸۲۳/۰۱۸ ns	۱۲۶۲۰۲/۱۹۳ ns	۵۰۸۰۴۵/۲۵۷ns	۱/۱۲۰ *	۴۴۲۳/۳۵۹ *
سال × آبیاری	۱	۱۰۲۸۶۱/۰۳۳ns	۱۸۳۶۸/۴۵۶ ns	۱۷۷۰۲/۸۹۱ ns	۷۲۱۳۶/۵۵۵ ns	۰/۰۶۰ ns	۲۸۵/۴۰۲ ns
خطای اصلی	۴	۷۸۴۶۲۷۰۴/۱	۲۶۳۳۹/۸۶۷	۲۶۰۹۰/۹۲۴	۱۰۴۸۵۱/۴۰۲	۰/۰۶۵	۲۴۵/۵۷۴
سایکوسل	۱	۱۴۴۴۵۲۴/۱*	۳۷۸۹۴/۴۷۸ **	۳۷۰۰۴/۹۰۴ **	۱۴۹۷۹۳/۴۸۵**	۰/۰۹۸ **	۳۳۰/۴۷۵ **
سال × سایکوسل	۱	۱۷۸۸/۳۲ns	۱۰۴۳/۵۹۳ ns	۱۲۳۷/۲۵۸ *	۴۵۵۳/۴۶۴ *	۰/۰۰۱ ns	۰/۶۷۴ ns
آبیاری × سایکوسل	۱	۲۳۶۱۷۷۷۹/۸*	۲۸۴۵/۵۵۸ **	۲۱۰۴/۳۱۶ **	۹۸۴۳/۹۳۱ **	۰/۰۱۸ **	۸۴/۵۸۲ **
سال × آبیاری × سایکوسل	۱	۲۷۷۲۱/۵۸۰ns	۳۸۷/۴۴۸ ns	۱۴۴/۲۰۷ ns	۱۰۰۴/۴۰۲ ns	۰/۰۰۰۱ ns	۲/۷۵۶ ns
ریزمغذی	۳	۳۴۴۸۴۰۹/۷**	۴۸۰۱/۵۰۳ **	۴۶۲۵/۸۸۸ **	۱۸۸۳۸/۸۵۷ **	۰/۰۰۶ **	۲۰/۴۹۱ **
سال × ریزمغذی	۳	۴۸۷۷۲۹/۰۰۱ns	۴۸/۸۲۵ ns	۷۲/۲۰۵ ns	۲۲۶/۲۹۳ ns	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۴۴۱ ns
آبیاری× ریزمغذی	۳	۴۸۷۷۲۹/۰۰۱ns	۵۱۴/۷۱۹ ns	۲۸۲/۶۱۴ ns	۱۵۵۳/۱۱۲ ns	۰/۰۰۲ **	۸/۹۵۵ **
سال × آبیاری × ریزمغذی	۳	۴۵۲۵۲/۳۱۹ns	۱۷۲/۳۳۴ ns	۵۹/۵۴۰ ns	۴۲۴/۹۵۴ ns	۰/۰۰۰۱ ns	۱/۰۶۷ ns
سایکوسل × ریزمغذی	۳	/۸۸۹ns ۱۰۲۴۹۴۲	۱۲۲۴/۹۰۸ **	۱۴۶۱/۰۶۱ **	۵۳۴۷/۴۹۴ **	۰/۰۰۵ **	۱۲/۸۱۷ **
سال × سایکوسل × ریزمغذی	۳	۱۳۵۴۱/۰۰۰ns	۳۲/۸۷۶ ns	۷۴/۶۳۷ ns	۱۸۹/۵۰۶ ns	۰/۰۰۰۱ ns	۴/۷۴۵ *
آبیاری × سایکوسل × ریزمغذی	۳	۵۰۵۸۶/۲۷۱ns	۱۳۶۶/۶۵۷ **	۱۳۱۴/۰۱۲ **	۵۳۳۶/۶۶۴ **	۰/۰۱۱ **	۲۹/۳۵۳ **
سال × آبیاری × سایکوسل× ریزمغذی	۳	۵۰۵۸۶/۲۷۱ns	۴۵/۶۱۷ ns	۶۲/۰۰۲ ns	۱۹۴/۰۳۳ ns	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۸۱۴ ns
خطای فرعی	۵۶	۳۹۲۵۷۵/۹۰۵	۲۷۰/۹۸۶	۲۶۹/۲۶۴	۱۰۷۶/۵۲۶	۰/۰۰۰۱	۱/۳۲۸
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۲/۲۰	۶/۲۸	۷/۶۰	۶/۸۶	۱/۵۶	۱/۸۴

ns، * و ** به ترتیب بیانگر غیرمعنی‌دار و معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشند.

نتیجه گیری کلی

نتایج نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد و اجزاء عملکرد گردید و محلول پاشی سایکوسل با غلظت نیم لیتر در هکتار و آهن و روی و محلول پاشی ترکیبی آهن و روی با نسبت ۳درهزار موجب تعدیل اثرات منفی تنش خشکی در گندم رقم پیشگام گردید.

منابع

آروین، س.م.ج. و م.ح. بناکار. ۱۳۸۱. اثر تنظیم کننده‌های رشد بر گل دهی و برخی صفات پیاز خوراکی (*Allium cepa* L.) رقم تگزاس ارلی گرانو. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۶ (۱): ۴۶-۳۳.

ابراهیمی، ز.، ع. بیابانی، ر. محمدی، ح. صبوری، و ع. راحمی کاریزکی. ۱۴۰۱. پاسخ خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی رقم گندم آسمان به محلولپاشی روی و آهن در شرایط دیم. پژوهشنامه اصالح گیاهان زراعی. ۱۴ (۴۱)۶۲-۵۳.

پیراسته انوشه، ه و ی. امام، ۱۳۹۸. نقش تنظیم کننده‌های رشد در افزایش عملکرد گیاهان زراعی در شرایط شور: از تئوری تا عمل، نشریه علوم زراعی ایران. ۲۱ (۳): ۲۰۹-۱۸۸.

پورجمشید، ا.، م. قیصری، ع. شریفی نیک، و ف. سالمی. ۱۳۹۹. اثر محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر برخی صفات فیزیولوژیک و زراعی گندم نان (*Triticum aestivum* L.) تحت شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی انتهایی. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۳(۲) ۴۱۲-۴۰۱.

دیندوست اسلام، ص. و س. یوسف زاده.۱۳۹۲. تاثیر تنش خشکی و محلول پاشی روی، آهن و منگنز بر خصوصیات کمی و کیفی آفتابگردان رقم هایسان ۳۳. مجله پژوهش در علوم زراعی. ۶ (۲۲): ۱۱۹-۹۶.

دهقان زاده، ح. و ظ. اداوی. ۱۴۰۲. تأثیر کاربرد سیلیکون و سایکوسل بر ویژگی‌های بیوشیمیایی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه دو رقم گندم (*Triticum aestivum* L.) تحت تنش آبی. تنش‌های محیطی در علوم زراعی، انتشار آنلاین.

سلیسپور، م. ۱۳۸۶. بررسی اثرات مصرف آهن و روی در خصوصیات کمی و کیفی گندم آبی و تعیین حد بحرانی آن‌ها در خاک های دشت ورامین. پژوهش و سازندگی، پاییز. ۷۶: ۱۳۳-۱۲۳.

خلیل زاده، ر.، ر. سید شریفی، و ج. جلیلیان. ۱۳۹۵. اثر سایکوسل و کودهای زیستی بر عملکرد کمی و کیفی، سرعت و طول دوره پر شدن دانه گندم در شرایط محدودیت آب. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۸ (۳۱).

فرهودی، ر. و ز. خدارحم پور. ۱۳۹۴. بررسی پاسخ فیزیولوژیک ۱۹ رقم گندم به تنش شوری در مرحله گیاهچه ای. فرآیند و کارکرد گیاهی ۴ (۱۱).

رحمانی، ف.، س. سیف زاده، ح. جباری، ع. ر. ولدآبادی و ا. حدیدی. ۱۳۹۹. اثر تنش خشکی و محلول پاشی روی بر برخی صفات فیزیولوژیک و زراعی ارقام گلرنگ، نشریه علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۲(۴۷):۴۷-۲۳.

مارلیان، م.، ر. دیدار طالش میکائیل، ک. شهبازی، و م. ترابی گیگلو. ۱۳۸۷. اثر محلول پاشی آهن و روی در بهبود خصوصیات کمی و کیفی دانه سه رقم گندم. پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. ۸ (۴): ۵۹-۴۷.

مجد، س. و ی. امام. ۱۳۹۲. تاثیر کاربرد سایکوسل و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزای پاییزه در تراکم‌های مختلف بوته. مجله تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی. ۳(۷).

معین دینی، آ. ۱۳۹۵. بررسی عوامل اقتصادی تولید گندم دراستان فارس. سومین کنفرانس بین المللی پژوهش های نوین در مدیریت، اقتصاد و علوم انسانی.

نوریانی، ح. و س. جعفری‌نیا. ۱۴۰۲. ارزیابی برخی صفات فیزیولوژیکی بیوشیمیایی و عملکرد سه رقم چاودار در شرایط تنش کم‌آبی. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۶ (۲)۴۳۱-۴۱۹.

همراهی، س.، د. حبیبی، ح. مدنی، و م. مشهدی اکبر بوجار. ۱۳۸۷. اثر سایکوسل و عناصر ریز مغذی بر میزان آنزیم‌های آنتی اکسیدانت به عنوان شاخص‌های مقاومت به تنش خشکی در کلزا. یافته‌های نوین کشاورزی. ۲(۳).

Amini, S., C. Ghobadi, and A. Yamchi. 2015. Proline accumulation and osmotic stress: an overview of P5CS gene in plants. Journal of Plant .Molecular Breeding. 3(2): 44-55
.

Alloway, B. J. 2008. Zinc in soils and crop nutrition. 2nd ed. Brussels, Belgium and Paris, France: IZA and IFA.

Amiri, R., S. Bahraminejad, S. Sasani, S. Jalali- Honarmand, and R. Fakhri. 2015. Bread wheat genetic variation for grain's protein, iron and zinc concentrations as uptake by their genetic ability. European Journal of Agronomy. 67, 20-26.

Arnon, A.N. 1967**.** Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal. 23: 112-121.

Bates. S., R.P. Waldren, and I.D. Teare. 1975. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil. 39: 205-208.

Bansal, R. L., S.P. Singh, and V.K. Nayyar. 1990**.** The critical Zinc deficiency level and response to Zinc application of Wheat on typic ustochrepts. Exprimental agriculture, Vol. 26(3):303- 306.

Cakmak, I. 2000**.** Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. New Phytologist. 146: 185-205.

Irigoyen J.J., D.W. Emerich, and M. Sanchez- Dias. 1992**.** Water stress Induced changes In concentrations of proline and total soluble sugars In nodulated alfalfa (*Medicago Sativa*) plants. Plant Physiol. 84: 55-66.

Shahsavari, N. 2019**.** Effects of zeolite and zinc on quality of canola (*Brassica napus* L.) under late-season drought stress. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 50 (9):1117–22. https://. doi: 10.1080/00103624.2019.

Sharma, S. and F. Lal. 1993**.** Estimation of critical limit of DTPA-Zinc for wheat in pellusterts of southern Ragastan. J. Indian Soc. Soil Sci, Vol. 41(1):197-198.

Sharif, S, M. Safari, Y. Emam. 2007**.** The effect of drought stress and cycocle on barley yield (cv. Valfajr). Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 10(4(B)): 281-290. [in Persian with English abstract].

Ruiz, J.M, M. Baghour, and L. Romers. 2000. Efficiency of the different genotypes of tomato in relation to foliar content of fe and the response of some bioindicators. Plant Nutrition. 23: 1777-1786.

Shahsavari, N., H. M. Jais, and A. H. Shirani Rad. 2014**.** Responses of Canola Morphological and Agronomic Characteristics to Zeolite and Zinc Fertilization under Drought Stress.

Moon, Y.-H., Y. J. Lee, S. C. Koo, M. Hur, Y. C. Huh, J.-K. Chang, and W. T. Park. 2020. Effect of Timing of Ethephon Treatment on the Formation of Female Flowers and Seeds from Male Plant of Hemp (*Cannabis sativa* L.). Korean Journal of Plant Resources, 33: (6) 682- 688.

Pandey, N., G. C. Pathak, and C. P. Sharma. 2006**.** Zinc is critically required for pollen function and fertilisation in lentil. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 20 (2): 89–96. doi:10.1016/j.jtemb. 2005.09.006.

Ravi, S., H. T. Channal, N. S. Hebsur, B. N. Patil, and P. R. Dharmatti. 2008**.** Effect of sulfur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Karnataka Journal of Agricultural Science. 21 (3): 382–385.

Shahsavari, N., H. M. Jais, and A. H. Shirani Rad. 2014**.** Responses of Canola Morphological and Agronomic Characteristics to Zeolite and Zinc Fertilization under Drought Stress. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 45: 1813-22.

Whitty, E. B. and C. G. Chambliss. 2005**.** Water use and irrigation management of agronomic crops.

Communications in Soil Science and Plant Analysis. 45: 1813-22.

Siavashi, K., R. Soleimani, and M.J. Malakouti. 2004**.** Effect of zinc sulfat application times and methods on grain yield and protein contevt of chickpra in rainfed condition, Iran. Journal of Soil and Water Conservation. 18(1): 42-49.

Whitty, E.N. and C.G. Chambliss. 2005. Fertilization of field and forage crop. Reno, NV: Nevada State University Publication, 21.

Wang, H.Q, H. Li, F. Liu, and L.T. Xiao. 2009**.** Chlorocholine chloride application effects on photosynthetic capacity and photoassimilates partitioning in potato (*Solanum tuberosu*m L.). Scientia Horticulturae. 119(2): 113-116.

The effect of foliar application of cycocel and iron and zinc micronutrient elements on yield and physiological traits of wheat under different irrigation regimes.

S. Sayfzadeh[1]*, N. Shahsavari[2], S. Akbarimehr[3]

1.Associate Professor, Department of Agronomy, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran.

2. Department of Crop production, Hajiabad Branch, Islamic Azad university, Hormozgan, Iran.

3. Ph.D student of Agronomy, Islamic Azad University, Takestan Branch, Takestan, Iran.

Abstract

Cycocel as a growth regulator and micronutrient elements can moderate the effects of drought stress. This research was conducted in order to investigate the effect of foliar spraying of cycocel and iron and zinc micronutrient elements on the yield and physiological traits of wheat pishgam cultivar under drought stress conditions in a private farm in Rabat Karim, Tehran, during the cropping years of 2016-2017 and 2017-2018. The experiment was carried out in the form of split plots in the form of a randomized complete block design in three replications. In this experiment, irrigation at two levels (I_1: full irrigation (custom of the region) and I_2: interruption of irrigation at the beginning of the spike emergence stage or 51 Zadoks) As the main factor, cycocel at two levels (C_1: no use (spraying solution with pure water) and C_2: consumption of cycocel at the rate of 0.5 liters per hectare) and foliar application of micronutrient elements in two stages of stem formation and spike emergence at four levels (F_1: no use (pure water spray solution), F_2: iron foliar application, F_3: zinc foliar application, and F_4: iron foliar application + zinc (each at a ratio of 3 per thousand) As sub-factors, they were factorial placed in sub-plots. The results of composite data analysis showed that the main effect of irrigation, cycocel foliar application and the interaction effect of irrigation × cycocel at the level of five percent and foliar application of micronutrient elements at the level of one percent was significant on grain yield. The results of comparing the averages of the effect of irrigation and cycocel on grain yield showed that the highest grain yield belonged to the cycocel application treatment under normal irrigation conditions with an average of 7077 kg/ha. The use of cycocel in normal irrigation conditions and also in stress conditions in the spike stage or 51 Zadoks increased grain yield. This increase was more evident under normal irrigation conditions. The results of comparing the averages of the effect of foliar application of micronutrients on grain yield showed that iron + zinc foliar application had the highest grain yield with an average of 5543 kg/ha, and the lowest grain yield belonged to the control treatment with an average of 4638 kg/ha. According to the obtained results, although the drought is causing damage to wheat, but cycocel, iron and Zinc foliar application partially compensated the damage caused by drought stress.

Keywords: Cycocel, Drought stress, Micronutrients, Physiological and biochemical traits Wheat yield

* Corresponding author (s.seyfzadeh@tiau.ac.ir)