نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۱ ، بهار ۱۳۹۴، ص. ۵۲-۴۳

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 1, Spring. 2015, p. 43-52

بررسی اثر محلول پاشی آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزای پائیزه (*Brassica napus* L.) در شرایط کم آبیاری

سارا افشانی[1*]- رضا امیرنیا[2]- هاشم هادی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۲۵

چکیده

به منظور ارزیابی تاثیر محلول پاشی آهن و روی بر گیاه کلزا در شرایط کم آبیاری این تحقیق در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه بصورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، با دو عامل (تنش کم آبیاری در پنج سطح به عنوان عامل اصلی و محلول پاشی در سه سطح به عنوان عامل فرعی) اجرا شد. تیمارهای آبیاری عبارت بودند از: آبیاری در تمام مراحل رشد (شاهد)، عدم آبیاری در مرحله ساقه روی، عدم آبیاری در مرحله گل دهی، عدم آبیاری در مرحله تشکیل غلاف و عدم آبیاری در مرحله پر شدن دانه و تیمارهای محلول پاشی عبارت بودند از: عدم محلول پاشی، محلول پاشی سولفات آهن و محلول پاشی سولفات روی هر کدام به میزان ۴ در هزار. عدم آبیاری در مرحله گلدهی و عدم محلول پاشی منجر به کاهش تعداد دانه در خورجین (۱۶/۸۵۱) گردید. محلول پاشی روی، تاثیر مثبت بر تعداد خورجین در بوته (۶۳/۳۷۵) داشت. بیشترین وزن هزار دانه (۶/۴۰۱) از ترکیب تیماری آبیاری در تمام مراحل رشد و محلول پاشی آهن به دست آمد که با تیمارهای عدم آبیاری در مرحله ساقه روی و تشکیل خورجین و محلول پاشی آهن اختلاف معنی داری نشان نداد. کمترین عملکرد دانه در هکتار با (۱/۱۱۰) تن در هکتار از ترکیب تیماری عدم آبیاری در مرحله گلدهی و عدم محلول پاشی به دست آمد. بیشترین درصد روغن (۵۰/۱۲) از ترکیب تیماری بین آبیاری در تمام مراحل رشد و محلول پاشی آهن به دست آمد و کمترین درصد روغن (۴۳/۱۶) از ترکیب تیماری بین عدم آبیاری در مرحله پر شدن دانه و عدم محلول پاشی حاصل شد. بیشترین درصد پروتیین (۲۸/۸۰۰) از تیمار عدم آبیاری در مرحله پر شدن دانه حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، درصد روغن، درصد پروتئین، عملکرد دانه

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) به عنوان یکی از گیاهان زراعی مقاوم به خشکی شناخته شده است (۹). با توجه به اینکه ایران کشوری خشک و نیمه خشک است و محدودیت آب آبیاری و بارندگی و پراکنش نامنظم آن (بخصوص در مناطق دیم) در اکثر نواحی وجود دارد، تنش‌ها از جمله تنش خشکی از مهمترین عواملی است که در اکثر مراحل رشد گیاهان زراعی، تاثیر گذاشته و دستیابی به نتیجه مطلوب را دشوار می‌سازد (۱). در این گیاه، مراحل گلدهی و تشکیل خورجین‌ها، از حساس ترین مراحل به تنش خشکی می‌باشند که در اغلب مناطق زراعی کشور با تنش خشکی مواجه می‌گردند (۵۱). نتایج پژوهش‌های کیفوما و همکاران (۴۶) روی کلزا نشان داد، تنش کمبود آب در مرحله گل‌دهی و پرشدن دانه تاثیر منفی روی عملکرد دانه دارد. در طول دوره تنش خشکی تعداد گل در هر بوته، تعداد و اندازه بذر کاهش می‌یابد (۴۲). نتایج بررسی‌های انجام شده توسط نعیمی و همکاران (۳۰) نشان می‌دهد که برخورد مرحله زایشی گیاه با تنش خشکی، موجب کاهش اکثر صفات وابسته به عملکرد در کلزا نظیر تعداد خورجین در گیاه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در خورجین می‌گردد که کاهش عملکرد دانه، به طور عمده از طریق کاهش تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین می‌باشد. محلول پاشی بهترین حالت تغذیه گیاه در مورد خاک‌هایی است که محلول بودن مواد غذایی به دلایل زیر در آن‌ها محدود کننده است (۳۶): ۱- pH نامطلوب یا ترکیب شیمیایی نامطلوب موادغذایی. ۲- رقابت حاصل شده در خاک در نتیجه ی تمرکز اضافی مواد. ۳- شرایط نامناسب برای رشد ریشه و جذب مواد غذایی. محلول پاشی باعث می‌گردد که مواد غذایی، جذب گیاه شده و به همه‌ی بخش‌های گیاه در زمان کوتاه انتقال یابد، در حالی که مواد غذایی که در خاک به کار برده می‌شوند به رطوبت

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
(*- نویسنده مسئول: Email:afshani.sara@yahoo.com)

خاک به منظور حل کردن کود نیازمند می‌باشند و در شرایط کمبود رطوبت اکثر این عناصر غذایی در خاک محدود می‌گردند. این در حالی است که تعادل عناصر غذایی در محلول پاشی حفظ گردد که این امر در جذب از خاک امکان پذیر نمی‌باشد. به وسیله‌ی محلول پاشی گیاه، عناصر غذایی در مراحل بحرانی رشد و زمانی که گیاه نیاز بیشتری دارد در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (۵۰). گیاهان روغنی از جمله کلزا حساسیت بیشتری به کمبود مواد غذایی کم مصرف، به خصوص بر، روی و آهن در مقایسه با غلات نشان می‌دهند (۱۲). اعمال تیمار کودی عناصر کم مصرف در کلزا باعث افزایش عملکرد در واحد سطح و درصد روغن دانه می‌گردد (۲ و ۳۱).

روی از دیگر عناصر ریز مغذی است که کمبود آن در بخش وسیعی از خاک‌های مزروعی به چشم می‌خورد و سبب کاهش تولید محصولات زراعی (۳۲) از جمله کلزا (۳۹) می‌شود و با توجه به نقش آن در تولید پروتئین ولوله گرده و به عنوان کاتالیزور در بسیاری از واکنش‌های شیمیایی اکسیداسیون و احیاء، در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی حضور فعال دارد (۳۷). همچنین اهمیت وجود روی در مناطق مریستمی، به علت کارایی آن در تولید هورمون اکسین در کلزا، باعث افزایش شاخه بندی (۵۲)، تعداد خورجین در بوته، عملکرد دانه و درصد روغن می‌گردد (۳۸).

آهن نیز یکی دیگر از عناصر ضروری برای رشد گیاهان است که در شرایط کمبود آن، مقدار کلروفیل برگ‌ها کاهش می‌یابد (۴۴). بنابراین، میزان فتوسنتز و سرعت تثبیت دی اکسید کربن در واحد سطح برگ کاهش یافته و در نتیجه از ذخیره نشاسته و قند در برگ ها کاسته می‌شود (۴۹). این امر موجبات کاهش وزن هزار دانه و عملکرد دانه را فراهم می‌کند. اهداف این تحقیق عبارتند از: ۱- شناسایی حساس ترین مرحله رشدی کلزا نسبت به تنش خشکی ۲- شناسایی مرحله غیر حساس کلزا نسبت به آبیاری۳ - ارزیابی سودمندی دو عنصر آهن و روی در شرایط تنش خشکی

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زارعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه بصورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای تنش در پنج سطح به عنوان عامل اصلی و محلول پاشی در سه سطح به عنوان عامل فرعی منظور گردید. تیمارهای تنش عبارت بودند از: آبیاری در تمام مراحل رشد (شاهد)، عدم آبیاری در مرحله ساقه روی، عدم آبیاری در مرحله گل دهی، عدم آبیاری در مرحله تشکیل خورجین، عدم آبیاری در مرحله پر شدن دانه و تیمارهای محلول پاشی عبارت بودند از: عدم محلول پاشی، محلول پاشی سولفات آهن، محلول پاشی سولفات روی. محلول پاشی به میزان ۴ در هزار در زمان گلدهی و تشکیل خورجین گیاه و اعمال تیمارهای تنش در مراحل مختلف زمانی که ۵۰درصد گیاهان به مراحل مورد نظر رسیدند انجام شد.

صفات اندازه گیری شده عبارت بودند از: تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، شاخص برداشت دانه، عملکرد دانه در هکتار، وزن خشک بوته، درصد پروتیین، عملکرد پروتئین، درصد روغن و عملکرد روغن.

جهت تعیین صفات فوق تعداد ۱۰ بوته از هر کرت برداشت و بعد از تعیین تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه، جهت اندازه‌گیری وزن خشک به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون ۷۵ درجه قرار داده شدند. پس از خشک شدن با استفاده از ترازوی حساس دیجیتالی با دقت یک هزارم گرم وزن خشک بوته‌ها اندازه‌گیری گردید. شاخص برداشت دانه از نسبت بین جزء قابل فروش (وزن دانه) و کل وزن خشک (عملکرد بیولوژیک) ضرب در ۱۰۰ محاسبه گردید (۲۸). درصد پروتئین از حاصلضرب درصد نیتروژن در عدد ۶/۲۵ بدست می‌آید (۲).

۱۰۰ × [وزن نمونه / (۰/۰۰۰۱۴ × مقدار اسید مصرف شده در تیتراسیون)] = درصد نیتروژن

۶/۲۵ × درصد نیتروژن = درصد پروتئین

یک گرم از دانه‌های رسیده و آسیاب شده را همراه با ۵ گرم کاتالیزور (سولفات مس، سولفات پتاسیم و اکسید سیلیسیم) و ۲۰ میلی لیتر اسید سولفوریک در لوله‌ها ریخته و در دستگاه کجلدال قرار داده شد. دمای دستگاه را روی ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم و پس از سپری شدن این مدت، دمای دستگاه را روی ۴۱۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم کرده به مدت یک و نیم ساعت زمان گرفته شد. سپس نمونه‌ها را خارج کرده و بعد از خنک شدن به هر کدام ۲۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه کرده و در دستگاه دوم کجلدال قرار داده شد. پس از اضافه کردن سود سوز آور در دستگاه، نمونه‌ها از دستگاه کجلدال خارج و با اسید سولفوریک تیترازول تیتر گردید. مقدار اسید مصرف شده در تیتراسیون را در فرمولی که در بالا ذکر شده گذاشته و میزان نیتروژن مشخص شد. عملکرد پروتئین از حاصل ضرب درصد پروتئین در عملکرد دانه بدست آمد. درصد روغن در دانه با استفاده از جداسازی روغن با حلال به روش سوکسوله انجام شد و عملکرد روغن از حاصل ضرب درصد روغن در عملکرد دانه به دست آمد.

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS وMSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد و نمودارها با نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

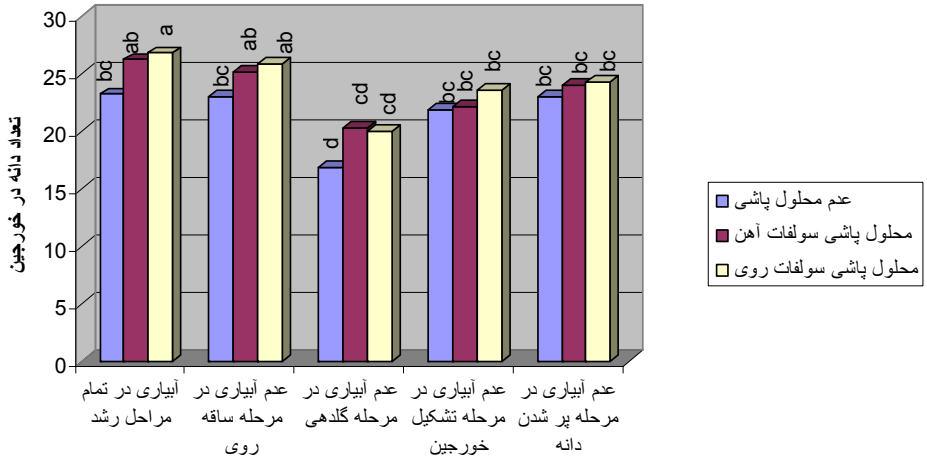
با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر تیمار تنش خشکی و محلول

پاشی بر صفات مذکور بیان می شود (جدول ۱).

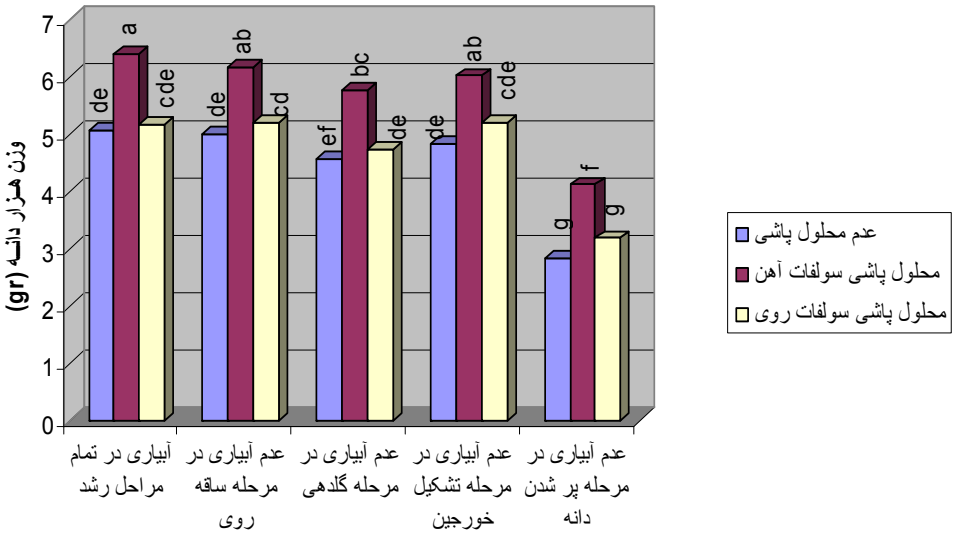
تعداد دانه در خورجین: مقایسه میانگین‌های صفت تعداد دانه در خورجین نشان می‌دهد که بیشترین تعداد دانه در خورجین با ۲۶/۷۵۹ عدد از ترکیب تیماری آبیاری در تمام مراحل رشد و محلول پاشی روی بدست آمد که با آبیاری در تمام مراحل رشد و محلول پاشی آهن و عدم آبیاری در مرحله ساقه روی و محلول پاشی آهن و روی اختلاف معنی داری نشان نداد و کمترین تعداد دانه در خورجین با ۱۶/۸۵۱ از اثر متقابل عدم آبیاری در مرحله گلدهی و عدم محلول پاشی حاصل شد که با تیمارهای عدم آبیاری در مرحله گلدهی و محلول پاشی آهن و روی تفاوت معنی داری نشان نداد. بنابراین، عدم آبیاری در مرحله گلدهی منجر به کاهش تعداد دانه در خورجین گردید و محلول پاشی در این مرحله تاثیر چندانی بر جبران کاهش این صفت نداشت (شکل ۱). پاسبان اسلام و همکاران (۴)، مالکوم و همکاران (۴۲)، چمپ اولیور و مرین (۳۳) و نعیمی و همکاران (۳۰) گزارش‌های مشابهی را اعلام کردند. تغذیه گیاه با روی به دلیل افزایش ذخیره هیدروکربن دانه گرده، باعث افزایش طول عمر آن و در نتیجه، موجب افزایش گرده افشانی و در نهایت تعداد بیشتر دانه در خورجین می‌شود (۴۹). شیخ بگلو و همکاران (۲۰) گزارش کردند که بیشترین تعداد دانه در ذرت از محلول پاشی با روی ۵ در هزار به دست آمد.

تعداد خورجین در بوته: مقایسه میانگین‌های صفت تعداد خورجین در بوته نشان می‌دهد که بیشترین تعداد خورجین در بوته با ۷۹/۳۳ عدد از تیمار آبیاری در تمام مراحل رشد بدست آمد و سایر سطوح تنش خشکی با هم اختلاف معنی داری نشان ندادند (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های اثر محلول پاشی بر صفت تعداد خورجین در بوته نشان داد که بین تیمارهای محلول پاشی تفاوت معنی داری وجود داشت که بیشترین تعداد خورجین در بوته با ۶۳/۳۷۵ عدد از محلول پاشی سولفات روی و کمترین تعداد خورجین در بوته با ۴۳/۵۶۵ عدد از تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۲). روی در مناطق مریستمی، به علت کارایی آن در تولید هورمون اکسین در کلزا، باعث افزایش تعداد خورجین در بوته می‌شود (۳۶). ساویتری و همکاران (۴۸) دریافتند که با مصرف ۲۵ یا ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز، ۲۵ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات آهن در هکتار موجب افزایش تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه سویا می‌گردد.

وزن هزار دانه: مقایسه میانگین‌های وزن هزار دانه نشان می دهد که بیشترین وزن هزار دانه با ۶/۴۰۱ گرم از ترکیب تیماری محلول پاشی آهن و آبیاری در تمام مراحل رشد به دست آمد که با تیمار عدم آبیاری در مرحله ساقه روی و محلول پاشی آهن وتیمار عدم آبیاری در مرحله تشکیل غلاف و محلول پاشی آهن اختلاف معنی داری نداشت و کمترین وزن هزار دانه با ۲/۸۲۴ گرم از عدم آبیاری در مرحله پر شدن دانه و عدم محلول پاشی حاصل شد که با تیمار عدم آبیاری در مرحله پر شدن دانه و محلول پاشی روی تفاوت معنی داری نشان نداد. با توجه به مقایسه میانگین داده‌ها محلول پاشی آهن در افزایش وزن هزار دانه در تمام مراحل تنش خشکی موثر بوده است (شکل ۲). وقتی گیاه در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرد، برای اینکه از اثرات تنش خشکی فرار کند اقدام به کوتاه کردن زندگی خود می‌کند بنابراین به دلیل کوتاهتر شدن طول دوره پر شدن دانه، وزن نهایی دانه‌ها کم می‌شود.



شکل ۱- مقایسه اثر تنش خشکی و محلول پاشی بر تعداد دانه در خورجین



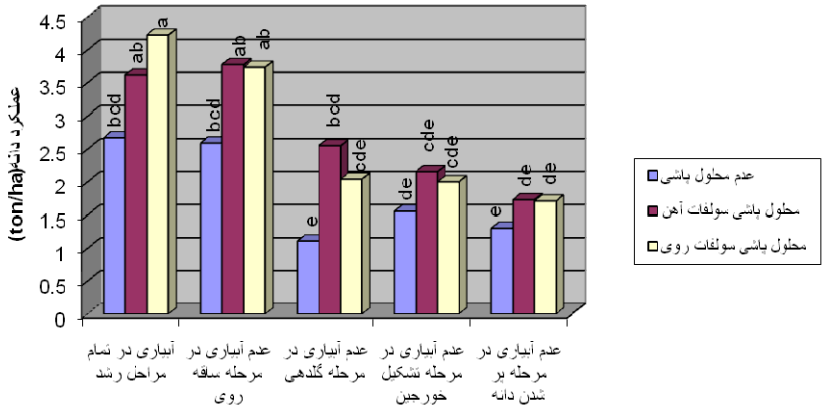
شکل ۲- مقایسه اثرات متقابل تنش خشکی و محلول پاشی بر وزن هزار دانه.

وجود آهن منجر به افزایش محتوای کلروفیل برگ گشته و با تاثیر بر میزان فتوسنتز و تثبیت دی اکسید کربن و تولید نشاسته و قند و ذخیره سازی آن در دانه، موجب افزایش وزن هزار دانه می‌گردد (۴۹). قاسمی و همکاران (۲۹) و کیخا و همکاران (۲۵) نظرات مشابهی را بیان کردند.

عملکرد دانه در هکتار: مقایسه میانگین‌های صفت عملکرد دانه نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد دانه در هکتار با ۴/۲۲۵ تن در هکتار از اثر متقابل آبیاری در تمام مراحل رشد و محلول پاشی روی بدست آمده که اختلاف آن با تیمارهای آبیاری در تمام مراحل رشد و محلول پاشی آهن و عدم آبیاری در مرحله ساقه روی و محلول پاشی آهن و روی غیر معنی شد. کمترین عملکرد دانه در هکتار با ۱/۱۱۰ تن در هکتار از اثر متقابل عدم آبیاری در مرحله گلدهی و عدم محلول پاشی به دست آمد که با تیمار عدم آبیاری در مرحله گلدهی و محلول پاشی روی در یک گروه آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در مرحله آبیاری در تمام مراحل رشد محلول پاشی روی منجر به افزایش معنی دار عملکرد دانه شد و در مرحله عدم آبیاری در مرحله گلدهی محلول پاشی آهن عملکرد دانه را افزایش داد و در سایر مراحل تنش محلول پاشی تاثیر معنی داری بر عملکرد نداشت (شکل ۳). عملکرد پای گذار و همکاران، (۵) اعلام کردند که بالاترین عملکرد دانه ارزن از اثر متقابل تیمار بدون تنش و محلول پاشی روی بدست آمد. دهنوی و همکاران (۲۸) اثر متقابل تنش خشکی و محلول پاشی و رقم در عملکرد دانه معنی دار شده بود. رحیمی زاده و همکاران (۱۱) بیان کردند که نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در شرایط بدون تنش مصرف ریز مغذی‌ها تاثیر بیشتری بر عملکرد دانه داشت. بنابراینً در شرایط رطوبتی مناسب جذب و انتقال ریز مغذی‌ها در گیاهان با سهولت بیشتری صورت گرفته و طبیعی است که در شرایط عدم تنش اثر ریز مغذی‌ها بر عملکرد بیشتر باشد. روی در مناطق مریستمی به علت کارایی آن در تولید هورمون اکسین در کلزا باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود (۳۸).

وزن خشک بوته: مقایسه میانگین‌های وزن خشک گیاه نشان می‌دهد که بیشترین وزن خشک از تیمار آبیاری در تمام مراحل رشد (شاهد) با ۹۰/۵۰ گرم حاصل شد و اختلاف شاهد با سایر سطوح تنش معنی دار ولی بین سایر سطوح تنش خشکی معنی دار نبود (جدول ۲). امام و ثقه الاسلام (۱) بیان کردند که اندازه کوچک گیاهانی که تحت تنش آب رشد می‌کنند، ناشی از کم شدن جذب و تثبیت کربن می‌باشد. گزارشات چیمنتی و همکاران (۳۴) و کامل و خیاوی (۲۳) تائید کننده نتایج ذکر شده است. مقایسه میانگین‌های صفت وزن خشک بوته نشان می‌دهد که محلول پاشی آهن و روی با شاهد تفاوت معنی داری نشان داد ولی بین محلول پاشی آهن و روی تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۲). نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقاتی همچون لیلا و همکاران (۴۰)، رز و همکاران (۴۷) و سپهر و همکاران (۱۵) مطابقت دارد.

شاخص برداشت دانه: بیشترین شاخص برداشت دانه در مرحله عدم آبیاری در ساقه روی (۹۰/۰۹) و کمترین از عدم آبیاری در مرحله پر شدن دانه (۷۷/۸۳) حاصل شد (جدول ۲). شاخص برداشت به عنوان یک خصوصیت فیزیولوژیک پتانسیل گیاه در اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه را نشان می‌دهد. افزایش شاخص برداشت در شرایط تنش کم آبی در مرحله ساقه روی احتمالاً به علت کاهش سهم ساقه نسبت به سهم دانه در وزن خشک بوته باشد (۲۷).



شکل ۳- مقایسه اثرات متقابل تنش خشکی و محلول پاشی بر عملکرد دانه در هکتار

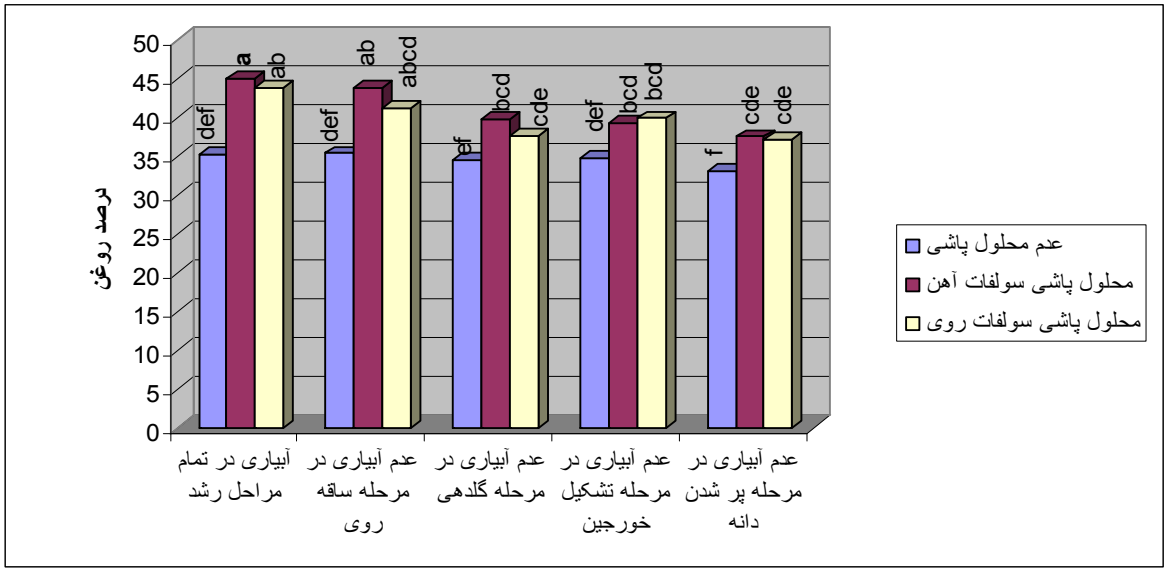
کاهش مقدار شاخص برداشت در اثر وقوع تنش کم آبی و خشکی توسط محققین مختلف گزارش شده است (۷, ۸, ۱۳, ۱۸, ۱۹, ۲۱). شاخص برداشت در تیمار محلول پاشی تفاوت معنی داری نشان نداد.

درصد روغن: مقایسه میانگین‌های درصد روغن نشان می‌دهد که بیشترین درصد روغن با ۵۰/۱۲ از اثر متقابل بین آبیاری در تمام مراحل رشد و محلول پاشی آهن بدست آمد و با تیمار آبیاری در تمام مراحل رشد و محلول پاشی روی و عدم آبیاری در مرحله ساقه روی و محلول پاشی آهن و روی در یک گروه آماری قرار گرفته و اختلاف معنی داری نشان ندادند و کمترین درصد روغن با ۴۳/۱۶ از اثر متقابل بین عدم آبیاری در مرحله پر شدن دانه و عدم محلول پاشی حاصل شد و با تیمارهای آبیاری در تمام مراحل رشد و عدم محلول پاشی، عدم آبیاری در مرحله ساقه‌روی وعدم محلول پاشی و عدم آبیاری در مرحله گلدهی و عدم محلول پاشی اختلاف معنی‌داری نشان نداد و مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که محلول پاشی آهن و روی هر دو بر افزایش درصد روغن در مراحل آبیاری در تمام مراحل رشد و عدم آبیاری در مرحله پر شدن دانه موثر بوده‌اند و در مراحل عدم آبیاری در مرحله ساقه‌روی و عدم آبیاری در مرحله گلدهی تنها محلول پاشی آهن در افزایش درصد روغن موثر بود (شکل ۳- ۱۴).

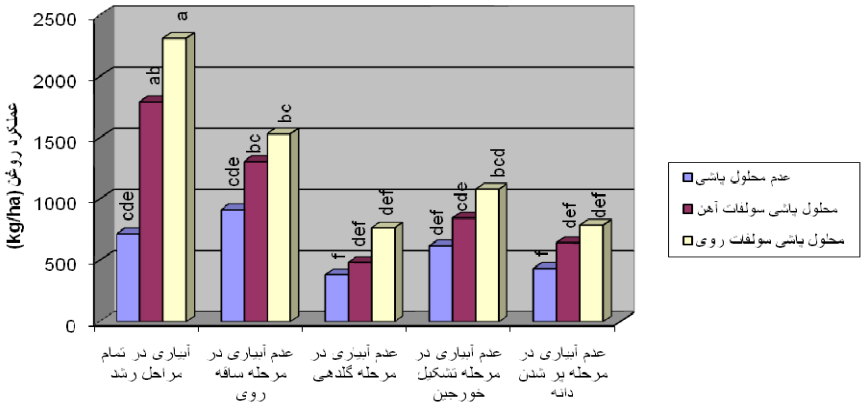
می‌توان گفت که تنش خشکی موجب بالا رفتن دمای اندام‌های گیاه می‌شود، چون دما مهم‌ترین عامل در کاهش درصد روغن می‌باشد، لذا درصد روغن در افزایش دما دچار افت می‌شود. همچنین تنش خشکی باعث بروز اختلال در پر شدن دانه و افزایش نسبت پوسته به مغز دانه شده و در نهایت درصد روغن کاهش می‌یابد (۱۴).

شیخ بگلو و همکاران (۲۰) اثر متقابل آبیاری بدون تنش و محلول پاشی روی بیشترین درصد روغن دانه را باعث شد. موریل (۴۵) و فلاجلا و همکاران (۳۵) مراحل گلدهی و پر شدن دانه در آفتابگردان بیشترین حساسیت به تنش خشکی را نشان می‌دهند. که در این مراحل کیفیت روغن تا حد زیادی تحت تاثیر خشکی قرار می گیرد.. گریوال و گراهام (۳۹) ابراز داشتند که استفاده از عناصر ریز مغذی آهن و روی سبب افزایش وزن توده گیاهی گشته و در نتیجه، موجب افزایش تولید کربوهیدرات‌ها و در نهایت، افزایش درصد روغن در دانه می‌گردند. سعیدی و همکاران (۱۶) بیان کردند که مصرف آهن باعث افزایش درصد روغن در کلزا شده است.

عملکرد روغن: مقایسه میانگین‌های عملکرد روغن نشانگر این است که بیشترین عملکرد روغن با ۲۳۱۲/۶۵۴ کیلوگرم در هکتار از اثر متقابل بین آبیاری در تمام مراحل رشد و محلول پاشی روی حاصل شد که با تیمارهای آبیاری در تمام مراحل رشد و محلول پاشی آهن اختلاف معنی داری نشان نداد. کمترین عملکرد روغن با ۳۸۲/۹۸۳ کیلوگرم در هکتار از اثر متقابل بین عدم آبیاری در مرحله گلدهی و عدم محلول پاشی حاصل شد که با تیمارهای عدم آبیاری در مرحله پر شدن دانه و عدم محلول پاشی و محلول پاشی روی و آهن و عدم آبیاری در مرحله گلدهی و محلول پاشی روی و آهن و عدم آبیاری در مرحله تشکیل خورجین و عدم محلول پاشی اختلاف معنی داری نشان نداد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که محلول پاشی آهن و روی در تیمار آبیاری در تمام مراحل رشد عملکرد روغن را نسبت به تیمار عدم محلول پاشی به صورت معنی داری افزایش دادند (شکل ۴). نتایج تحقیقات مختلف نیز نشانگر کاهش عملکرد روغن بر اثر تنش خشکی بوده است (۷, ۸, ۱۹).



شکل ٤ - مقایسه اثر تنش خشکی و محلول پاشی بر درصد روغن کلزا



شکل ٥- مقایسه اثرات متقابل تنش خشکی و محلول پاشی بر عملکرد روغن

رصد پروتئین دانه: مقایسه میانگین‌های صفت درصد پروتئین نشان می‌دهد که بیشترین درصد پروتئین (۲۸/۸۰۰) از تیمار عدم آبیاری در مرحله پر شدن دانه بدست آمد و بین عدم آبیاری در مرحله پر شدن دانه با سایر سطوح تنش خشکی اختلاف معنی داری مشاهده شد و کمترین درصد پروتئین (۲۳/۸۷۷) از تیمار عدم آبیاری در مرحله ساقه‌روی بدست آمد که با عدم آبیاری در مرحله تشکیل غلاف و آبیاری در تمام مراحل رشد اختلاف معنی داری نشان نداد.

محتوی پروتئین دانه در مرحله تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه افزایش یافت (۴۱).

مقایسه میانگین‌های صفت درصد پروتئین نشان می‌دهد که بین تیمارهای محلول پاشی و شاهد اختلاف معنی داری مشاهده شد ولی بین محلول پاشی روی و آهن تفاوت معنی داری مشاهده نشد. بیشترین درصد پروتئین (۲۶/۸۲۸) از محلول پاشی روی و کمترین درصد پروتئین (۲۳/۶۷۱) از شاهد حاصل شد. افزایش درصد پروتئین خام را می‌توان بدین صورت توجیه کرد که عناصر ریز مغذی مخصوصا عنصر روی و بر در تقسیم سلولی بافت‌های مریستمی، متابولیسم قندها و کربوهیدرات‌ها، متابولیسم نیتروژن و همچنین به عنوان بخشی ازساختمان آنزیم‌ها و یا بصورت کوفاکتورهای تنظیم کننده در تعداد زیادی از آنزیم‌ها عمل می‌نمایند و آنزیم‌ها قسمت اعظم از مواد پروتئینی را تشکیل می‌دهند (۳, ۲۹, ۴۳). استفاده از تیمار کودی (Zn,Mn,Fe,S,Mg,K,P,N,B) در کشت کلزا باعث افزایش درصد پروتئین گردیده است (۶). مرشدی و همکاران (۲۶) نقش روی و آهن را نیز همانند سایر عناصر ریز مغذی بسیار مهم دانسته و محلول پاشی آهن و روی در کلزا با تیمار کودی به ترتیب ۰/۹ و ۲/۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین تاثیر را در بالا بردن درصد پروتئین داشته است.

جدول ۱- میانگین مربعات اثرات تنش خشکی و محلول پاشی بر روی صفات مورد بررسی

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته	وزن هزار دانه	عملکرد دانه در هکتار	وزن خشک بوته	شاخص برداشت دانه	درصد روغن	عملکرد روغن	درصد پروتیین	عملکرد پروتیین
بلوک	۲	۰/۰۴۰	۱/۹۳۹**	۰/۱۰۲ns	۱/۸۶۲*	۲۳۶۸/۷۷۱۷**	۷۹۵۹/۵۴۴۸**	۰/۲۳۱۰ns	۳۶۳۹۲۴/۴۹۰**	۰/۴۹۶ns	۱۲۲۹۶۰/۱۲۳*
آبیاری	۴	۰/۰۰۶۴	۱۵/۷۲۹**	۶/۰۲۵**	۶/۶۵۵**	۲۶۸۴/۵۳۲**	۱۳۷۲۸/۱۴۴۴**	۴۱/۳۳۵**	۱۷۳۷۹۷۹/۲۰۱**	۳۲۸/۳۶**	۴۲۶۸۴۴/۸۴۷**
اشتباه اصلی	۸	۰/۲۸۰	۳/۹۲۲	۰/۱۳۳	۱/۹۵۶	۶۹۱/۵۴۸	۲۶۸۸/۵۰۸	۳/۶۹۸	۲۹۵۹۰۲/۴۰۶	۲/۸۲۳	۱۳۴۲۰۴/۵۱۳
محلول پاشی	۲	۰/۲۶۷**	۶/۳۰۵**	۱۰/۸۰۶**	۸/۳۴۴**	۱۲۶۴/۹۴۹**	۱۶۹۴/۲۲۷۰ns	۱۳۴/۰۰۷**	۱۸۰۵۴۰/۴۰۰**	۴۲/۵۰۳**	۷۴۲۷۲۰/۴۲۱**
آبیاری × محلول پاشی	۸	۰/۰۱۹۱*	۰/۰۶۰ns	۰/۵۱۱**	۰/۹۳۳*	۲۳/۳۰۸ns	۴۵۶/۴۳۳۱ns	۱۱/۴۴۵*	۲۱۵۶۷۳/۶۴۰**	۵/۰۳۹ns	۶۳۸۸۰/۸۲۸ns
اشتباه آزمایشی	۱۸	۱۰۶/۱۴۸۱	۵۱۵۹۸/۲۷	۲۷۳۲۱/۸۱۰	۰/۰۰۶	۰/۱۹۱	۰/۰۹۸۹	۴/۴۱۱	۰/۳۳۷۷	۳/۵۰۶۰	۸۵۰/۱۰۹
ضریب تغییرات ٪	-	۱۷/۸۲۰	۲۲/۲۳۵	۲۶/۱۶۷	۱/۷۲۸	۶/۰۶۰	۶/۹۱۶	۵/۴۱۶	۲۳/۸۹۷	۷/۲۸۳	۲۶/۳۷۷

ns، *، ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۲- مقایسه میانگین تنش خشکی و محلول پاشی

تیمار	تعداد خورجین در بوته	وزن خشک بوته (g)	شاخص برداشت دانه	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین (kg/ha)
		آبیاری			
آبیاری در تمام مراحل رشد	۷۹/۳۳a	۹۲/۵۰a	۸۳/۹ b	۲۵/۶۳۷bc	۱۰۰۸/۲a
عدم آبیاری در مرحله ساقه دهی	۶۱/۸۳ab	۴۷/۲۲b	۹۰/۰۹ a	۲۳/۸۷۷c	۷۵۹/۵ab
عدم آبیاری در مرحله گلدهی	۳۰/۰۶b	۴۷/۴۴b	۸۰/۴۹ b	۲۴/۱۲۲c	۳۵۲/۲b
عدم آبیاری در مرحله تشکیل خورجین	۴۲/۱۴b	۵۲/۸۹b	۸۰/۱۱ b	۲۶/۴۳۳b	۵۷۲/۵b
عدم آبیاری در مرحله پر شدن دانه	۶۰/۹۳ab	۵۲/۲۵b	۷۷/۸۳ b	۲۸/۸۰۰a	۴۹۲/۴b
		محلول پاشی			
عدم محلول پاشی	۴۳/۵۶۵c	۴۴/۷۱۴b		۲۳/۶۷۱b	۳۷۷/۶۶c
محلول پاشی آهن	۵۵/۴۱۲b	۶۰/۷۳۳ a		۲۶/۵۶۰a	۶۴۷/۱۳b
محلول پاشی روی	۶۳/۳۷۵a	۶۷/۷۸۶a		۲۶/۸۲۸a	۸۶۹/۱۲a

حروف مشابه در هر ستون مربوط به هر صفت نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار بین آنهاست

عملکرد پروتئین: مقایسه میانگین‌های اثر تنش خشکی بر صفت عملکرد پروتئین نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد پروتئین با ۱۰۰۸/۲ از تیمار آبیاری در تمام مراحل رشد حاصل شده و بین تیمار آبیاری در تمام مراحل رشد و عدم آبیاری در مرحله ساقه روی اختلاف معنی داری مشاهده نشد ولی بین تیمار آبیاری در تمام مراحل رشد با تیمار عدم آبیاری در مرحله گلدهی، تشکیل غلاف و پر شدن دانه اختلاف معنی داری مشاهده شد که کمترین عملکرد پروتئین با ۳۵۲/۲ از عدم آبیاری در مرحله گل دهی بدست آمد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های اثر محلول پاشی بر صفت عملکرد پروتئین نشان داد که تیمارهای محلول پاشی با شاهد تفاوت معنی داری نشان دادند و حتی بین محلول پاشی روی و آهن نیز اختلاف معنی داری مشاهده شد بیشترین عملکرد پروتئین با ۸۶۹/۱۲ کیلوگرم در هکتار از محلول پاشی روی و کمترین مقدار با ۳۷۷/۶۶ کیلوگرم در هکتار از شاهد حاصل گردید (جدول ۲).

منابع

۱- امام، ی. و م. ج. ثقه الاسلامی. ۱۳۸۴. عملکرد گیاهان زراعی (فیزیولوژی و فرآیندها). انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۴۸ صفحه

۲- بای بوردی، ا.، م. ج. ملکوتی و ح. رضایی. ۱۳۷۹. اثر بخشی روش‌های مصرف خاکی و محلول پاشی روی، بور و منگنز بر عملکرد دانه و روغن کلزا در میانه. مجله خاک و آب. ویژه نامه کلزا. جلد ۱۲. صفحه ۱۵۸-۱۶۹. موسسه تحقیقات خاک و آب

۳- بداقی، س. ۱۳۸۶. تاثیر عناصر ریز مغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در شرایط آب و هوای خوی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی خوی. ۹۸ صفحه.

۴- پاسبان اسلام، ب.، م. ر. شکیبا، م. ر. نیشابوری، م. ر. مقدم و م. ر. احمدی. ۱۳۸۰. اثرات تنش کمبود آب بر روی ویژگی‌های کمی و کیفی کلزا. مجله دانش کشاورزی ۱۰(۴): ۷۵-۷۸.

۵- پای گذار، ی.، ا. قنبری، م. حیدری، ا. توسلی. ۱۳۸۷. اثر تنش خشکی و محلول پاشی عناصر کم مصرف بر عملکرد و اجزای عملکرد ارزن مرواریدی (چکیده). اولین کنفرانس بین المللی بحران آب. دانشگاه زابل.

۶- جلیلی، ف.، م. ج. ملکوتی و ر. کسرایی. ۱۳۷۸. نقش تغذیه متعادل در بهبود کیفیت کلزا در کشت‌های پاییزه و بهاره. مجله خاک و آب. ویژه نامه کلزا. جلد ۱۲. موسسه تحقیقات خاک و آب.

۷- جعفرزاده بیلواری، ب.، م. ر. اردکانی، ن. خدابنده، م. غفاری، ج. دانشیان و ب. عظیمی. ۱۳۸۵. بررسی تاثیر دور آبیاری و روش‌های کاشت بر خصوصیات دو رقم آفتابگردان در منطقه خوی. چکیده مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تهران. پردیس تهران. صفحه ۵۷.

۸- حلاجی، ح. ا.، م. یارنیا، ه. آلیاری و م. ولی زاده. ۱۳۸۵. بررسی تنش کمبود آب بر عملکرد و اجزای عملکرد هیبرید آذر گل آفتابگردان. چکیده مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تهران. پردیس ابوریحان. صفحه ۲۶.

۹- خواجه پور، م. ر. ۱۳۷۰. تولید نباتات صنعتی. چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه اصفهان.

۱۰- دادیور، م.، م. ع. خودشناس. ۱۳۸۵. ارزیابی اثرات تنش آبی در کلزا. مجله علمی- پژوهشی علوم کشاورزی. سال دوازدهم، شماره (۴). صفحه ۸۲۳-۸۴۵.
۱۱- رحیمی زاده، م.، ع. کاشانی، ا. زارع فیض آبادی، ح. مدنی، ا. سلطانی. ۱۳۸۹. تاثیر کودهای ریز مغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان تحت شرایط تنش خشکی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد سوم، شماره اول. صفحه ۵۷-۷۲.
۱۲- رضایی، ح. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۹. تعیین حد بحرانی آهن، بر و روی در مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی ورامین، خلاصه‌ی مقالات دومین همایش ملی استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی، کرج، ایران.
۱۳- رفیعی، ح.، د. حبیبی، ن. خدابنده، ج. دانشیان، م. مشهدی اکبر بوجار، م. شکروی و ع. محمدی. ۱۳۸۴. بررسی تاثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف آفتابگردان روغنی. مجله زراعت و اصلاح نباتات ایران. جلد اول، شماره اول: ۸۳-۷۵۱۰.
۱۴- زاهدی، ح.، ق.، نورمحمدی، ف.، درویش، ع. ر.، توحیدی مقدم. ۱۳۸۵. بررسی عملکرد و درصد روغن دانه در ارقام ولاین های مختلف گلرنگ بهاره. مجله علمی ترویجی گیاه و زیست بوم. ۶: ۵۲-۳۹.
۱۵- سپهر، ا. ن.، م. ج. ملکوتی و م. رسولی. ۱۳۸۱. اثر پتاسیم، منیزیم، گوگرد و ریز مغذی ها روی عملکرد و کیفیت آفتابگردان در ایران. مرکز تحقیقات خاک و آب، تهران. ۱۴۱۵۵/۶۱۸۵.
۱۶- سعیدی، ق. و آ. صدقی. ۱۳۸۷. تاثیر بعضی از عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف بر عملکرد دانه، میزان روغن و سایر صفات زراعی دو رقم کلزا (*Brassica napus* L.) در اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال دوازدهم. شماره چهل و پنجم (الف) .صفحه ۷۷-۸۸.
۱۷- شکاری، ف.، ا. بنای خسرقی، و م. رحیمی. ۱۳۷۷. واکنش سه رقم لوبیا به تنش خشکی درمرحله جوانه زنی. مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج.
۱۸- شکروی، م.، د. حبیبی، م. ر. اردکانی، ع. محمودی، د. فتح اله طالقانی و م. مشهدی اکبر بوجار. ۱۳۸۳. بررسی شاخص‌های فیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف آفتابگردان آجیلی تحت شرایط تنش خشکی. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان. صفحه ۴۰۳.
۱۹- شریفی، پ. و م. تاجبخش. ۱۳۸۵. اثر دورهای مختلف آبیاری بر عملکرد و صفات کمی در سه رقم آفتابگردان. چکیده مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. دانشگاه تهران. پردیس ابوریحان. صفحه ۵۳۰.
۲۰- شیخ بگلو، ن.، ع. حسن زاده قورت تپه، م. ع. باغستانی و ا. زند. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر محلول پاشی عنصر روی بر عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه ای تحت شرایط تنش آب. مجله الکترونیکی تولید گیاهان زراعی. جلد دوم، شماره دوم: ۷۴ -۵۹.
۲۱- صفاری، م. ۱۳۸۵. اثرات دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام آفتابگردان در کرمان. چکیده مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تهران. پردیس ابوریحان. صفحه ۱۳۴.
۲۲- قاسمی، م. م.، ع. سپهری، گ. احمدوند و م. ع. ابوطالبیان. ۱۳۸۹. بررسی اثر روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم ذرت تحت تنش خشکی /چکیده/. مقالات چهارمین همایش منطقه‌ای یافته‌های پژوهشی کشاورزی (غرب ایران) دانشگاه کردستان. ص ۲۲۱
۲۳- کامل، م. و م. خیاوی. ۱۳۸۱. بررسی اثرات تنش خشکی در برخی از صفات فیزیولوژیکی و اجزاء عملکرد آفتابگردان. چکیده مقالات هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. موسسه تحقیقات نهال و بذر، کرج، صفحه ۵۹۴.
۲۴- کریمی، م. و م. عزیزی. ۱۳۷۶. آنالیزهای رشد گیاهان زراعی (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی، داشگاه مشهد، صفحه ۱۱۱.
۲۵- کیخا ژاله، م.، م. گلوی و م. رمرودی. ۱۳۸۹. اثر محلول پاشی عناصر ریز مغذی بر عملکرد کمی و کیفی اسفرزه. یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه ۶۱.
۲۶- مرشدی، ا. ۱۳۷۹. بررسی اثر محلول پاشی آهن و روی بر عملکرد خواص کیفی و غنی سازی دانه‌های کلزا. پایان نامه کارشناسی ارشد خاک شناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.۸۹ صفحه.
۲۷- مودب شبستری، م. و م. مجتهدی. ۱۳۷۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. چاپ اول. ۲۳۱ صفحه.
۲۸- موحدی دهنوی، م. س. و ع. م. مدرس ثانوی. ۱۳۸۲. اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف روی و منگنز بر عملکرد و اجزا ء عملکرد سه رقم گلرنگ پائیزه تحت تنش خشکی در منطقه اصفهان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد سیزدهم، ویژه نامه زراعت و اصلاح نباتات ۱۳۸۵.
۲۹- ملکوتی، م. ج. و ح. مشایخی. ۱۳۷۶. ضرورت مصرف روی برای افزایش کمی کیفی و غنی سازی تولیدات کشاورزی کشور. نشریه فنی شماره

۲۵، نشر آموزش کشاورزی، معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی سازمان تات، وزارت کشاورزی. ۲۱ صفحه.

۳۰- نعیمی، م.، ا. اکبری، س. شیرانی راد، س. مدرس ثانوی، س. نوری و ح. جباری. ۱۳۸۶. ارزیابی تحمل به خشکی در ارقام مختلف کلزا بر اساس شاخص‌های ارزیابی تنش در انتهای فصل رشد. مجله الکترونیکی تولید گیاهان زراعی. جلد اول. شماره سوم.

۳۱- هولمز، ام. ار. جی. ۱۳۷۷. تغذیه گیاه روغنی کلزا. ترجمه احمدی و جاویدفر. انتشارات شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه های روغنی. تهران- ایران.

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

33- Champolivier, L. and A. Merrien. 1996. Effect of water stress applied at different growth, net assimilation and photosynthetic rates of salt-stressed barley. Physiologia plantarum, 84: 600-605.

34- Chimenti, C. A., J. Pearson and A. J. Hall. 2002. Osmotic adjustment and yield maintenance under drought in sunflower. Field Crop Res, 75: 235-246.

35- Flagella, Z. T., R. Rotunno., R. Dicatarina and A. Di Curo. 2002. Changes in seed yield and oil faty acid composition of sunflower (*Helianthus annus* L.) hybrid in relation to the sowing date and the water regime. Eur. J. Agron. 7:221-230.

36- Gooding, M. J. and W. P. Davies. 1992. Foliar urea fertilization of cereals, Royal Agricultural College, GL 76JS Cirencester, Gloucestershire, England. Volume 32, Number 2.

37- Graham, R. D., J. S. Asher and S. C. Hynes. 1992. Selecting zinc-efficient genotypes for soils of low zinc status. Plant and Soil. 146:241-250.

38- Grant, G. A., and L. D. Baily. 1998. Fertility management in canola. Production . Can. Joplin Sci. 73:651-870.

39- Grewal, H. S. and R. D. Graham. 1999. Residual effects of sub soil zinc and oilseed rape genotype on the grain yield and distribution of zinc in wheat. Plant and soil, 207:29-36.

40- Leilah, A., A. Badawi, M. A. Moursay, E. L. and M. Attia. 1990. Response of soybean plants to foliar application of zincdifferent levels of nitrogen. Journal of Agricultural Sciences Mansoura Univ. (Egypt) V: 13(4A) 556-563.

41- Mahalakshmi, V. and F. R. Biddinger. 1985. Flowering response of pearl millet to water stress during panicle development. Annal. Appl. Biol. 106: 571-578.

42- Malcom, J. M. and W. S. Doug. 2002. Heat stress during flowering in summer Brassica. Crop Sci. 42:797-803.

43- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed., Academic Press. Ltd, London.

44- Morales, F., A. Abadia and J. Abadia. 1996. Characterization of the xanthophylls cycle and other photosynthetic pigment changes induced by iron deficiency in sugar beet. Plant Physiology. 94:607-613.

45- Murriel, J. L. 1975. Yield of sunflower in field plots in response to various watering regimes and to irrigation during critical phases of growth. In Proceedings of the sixth International Sunflower Conference. International Sunflower Association Romania. PP. 577-582

46- Qifuma, Sh., R. Niknam and D. W. Turner. 2006. Response of osmotic adjustment and seed yield of *Brassica napus* and B. *juncea* to soil water deficit at different growth stages.Aust. J. Agric. Res. 57:221-226.

47- Roze, I. A., W. Felton and L. W. Banks. 2005. Responses of four soybean varieties to foliar zinc fertilizer. Australian Journal of Experimental Agriculture and animal Husbandry. 21: (109) 236-240.

48- Savithri, P., N. K. Boshani, T. S. Manicham and G. V. kothandaraman. 1985. Response of soybean to micronutrient application, Madras Agricultural Journal, 71:299-307.

49- Sharma, D. K and A. Sanwal. 1992. Influence of nutrition on Brassica genotypes in response to water. Plant Physiology and Biochemistry New Delhi. 19:2,110-115.

50- Shorrocks, V. M. 1997. The occurrence and correction of boron deficiency micronutrient Bureau, Wigginton, Tring, Hertfordshire, HP 23 6ED, UK. Plant and Soil 193: 127-148.

51- Sinaki, J. M., E. Majidi Heravan, A. H. Shirani Rad, G. Noormohamadi and G. Zarei. 2007. The effect of water deficit during growth stages of canola (B. napus L.). Ameri- Eurasi. J. Agric. Enviro. 2(4): 417- 424.

52- Tandon, K. 1995. Micronutrients in soil, crops, and fertilizers. Fertilizer Development and Consultation Organization, New Delhi, India.