مطالعات علوم زیستی و زیست فناوری
دوره ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۴۰۳
صفحات ۲۶۱-۲۴۲
Online ISSN: ٤٤٩٣-٢٤٧٦
Print ISSN: ٢٠٢٠-٢٥٣٨
www.irijournals.com

اثر سایکوسل و برخی عناصر ریزمغذی بر مقاومت به خشکی گندم

داوود حبیبی[۱]، حمید مدنی[۲]، مسعود مشهدی اکبر بوجار[۳]، فاطمه صیدی[۴]

[۱]هیئت‌علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
[۲]هیئت‌علمی دانشگاه آزاد اسلامی اراک
[۳]عضو هیئت‌علمی و دانشیار دانشگاه تربیت‌معلم
[۴]کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

چکیده

به‌منظور تأثیر سایکوسل و برخی عناصر ریزمغذی بر مقاومت به خشکی گندم رقم بکراس روشن. این پژوهش در سال ۱۳۸۶در محل مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک به‌صورت اسپیلت فاکتوریل در قالب طرح آزمایشی بلوک کامل تصادفی در ۴تکرار اجرا گردید. با توجه به اهمیت، تیمار آبیاری و تنش در دو کرت اصلی و تیمار محلول پاشی سایکوسل با دو غلظت ۰،۱,۵ لیتر در هکتار و نیز محلول‌پاشی کود میکرو و با سه غلظت ۰و ۱و ۱/۵لیتر در هکتار به‌صورت فاکتوریل درکرت های فرعی در نظر گرفته شد. تنش خشکی در مرحله‌ی گلدهی به‌صورت قطع کامل آب انجام گردید. کاشت بذر به‌صورت دستی و در پشته‌های کم ارتفاع در سه شیار و فاصله‌ی بین خطوط ۶۰سانتی‌متر انجام پذیرفت. نتایج حاصله نشان داد اعمال تنش صفات عملکرد، شاخص برداشت، وزن خشک کل، وزن هزار دانه؛ تعداد دانه در سنبلچه، تعداد سنبلچه، تعداد گره، ارتفاع بوته،RWC را به طرز معنی‌داری کاهش داد و باعث افزایش ECو آنزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز وکاتالاز و بیومارکرهای مالون دی آلدئید، دی تیروزین، دی هیدروکسی گوانزین گردید. سایکوسل به غلظت ۱/۵لیتر در هکتار باعث افزایشRWC وتعداد پنجه بارور، طول سنبلچه، تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبلچه، وزن دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد گردید؛ و باعث کاهش معنی دار آنزیم‌های آنتی اکسیدانت، سوپراکسید دیسموتاز؛ کاتالاز، گلوتاتیون پراکسیداز و بیوماکرهای، دی هیدروکسی گوانوزین، دی تیروزین، مالون دی آلدئید وصفات ارتفاع بوته، فاصله‌ی میان گره، تعداد گره گردید. با توجه به نتایج حاصل میتوان بیان داشت که سایکوسل در گیاه گندم مانند سایر گیاهان باعث کاهش ارتفاع و افزایش عملکرد گردید و نیز باعث مقاومت گیاه به تنش خشکی می شود. و با مصرف عناصر ریزمغذی؛ افزایش معنی‌داری در RWC، طول سنبله، تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه، وزن هزار دانه، وزن خشک کل، شاخص برداشت، عملکرد گردید؛ و در آنزیم‌های آنتی اکسیدانت کاهش معنی‌داری را نشان داد.

کلمات کلیدی: سایکوسل، عناصر ریزمغذی، تنش خشکی، آنزیم‌های آنتی اکسیدانت، بیومارکر.

مقدمه

گیاهان حدود ۴۰۰میلیون سال است که از زمان ترک دریاها و سکنی گزیدن در خشکی های کره زمین همواره با تنش رطوبتی مواجه هستند. هنگامی که خشکی روی می دهد گیاهان عالی همیشه مجبور بوده اند که آن را تحمل نموده یا چرخه زندگیشان را جهت دوری جستن از آن تنظیم نمایند. بنابراین درتکامل گیاهان خشکی زی نیاز آنها به جستجو، جذب، انتقال و نگهداری آب به عنوان یک نیروی عمده محرک عمل کرده است. با وجود این، خشکی هنوز عمده ترین محدودیت در تولید محصولات زراعی است مکانیسم های متضمن مقاومت به خشکی که در چنین دوره زمانی طولانی به وجود آمده اند، فراوان بوده و هنوز به طور کامل شناخته نشده اند. (۵۳)

برخی گیاهان بر اثر آسیبهای ناشی از خشکی استرس اکسیداتیو را تحریک می‌کنند که منجر به تولید و انباشته شدن انواع اکسیژن سمی نظیر رادیکال‌های سوپر اکسید، آب اکسیژنه و رادیکالهای هیدروکسیل می‌شود. انواع اکسیژن فعال که در طی استرس تولید می‌شود می‌تواند به برخی ترکیبات سلولی نظیر کربوهیدراتها، لیپیدها... آسیب برسانند. استرس اکسیداتیو می-تواند منجر به ممانعت فتوسنتز و فرآیند تنفس و رشد گیاهی شود. گیاهان سیستم آنزیمی و غیر آنزیمی را در مقابله با انواع اکسیژن فعال ساخته‌اند. مکانیزم‌هایی که بتواند کاهنده تنش اکسیداتیو گیاه باشند می‌تواند نقش ثانویه مهمی را در مقاومت به خشکی بازی کنند در سیستم های آنزیمی مثلا سوپر اکسید دیسموتاز، سوپر اکسید (O) را به H2o و o2 کاتالیز می کند و این آنتی اکسیدانت برای زنده بودن و فعالیت ارگانسیم های هوازی عاملی حیاتی به حساب می آید.

آنزیم کاتالاز در اندامک های سلولی از قبیل میتوکندری، پراکسی زوم، گلی اکسی زوم وجود دارد. این آنتی اکسیدانتها نقش اساسی در متابولیزه کردن ترکیبات فعال اکسیژن و جلوگیری از خسارات ناشی از تنش اکسیداتیو را بر عهده دارند و همچنین عناصر ریزمغذی (آهن، روی، مس...) در ساختمان این آنتی اکسیدانتها وجود دارند که روی فعالیت این آنتی اکسیدانتها دخالت دارند و استفاده از این عناصر در این طرح به‌منظور افزایش مقاومت به خشکی گندم از طریق افزایش فعالیت این آنزیم ها می باشد.

مبانی نظری

اهمیت گندم در تغذیه ی انسان

غلات مهم ترین گیاهان غذایی کره ی زمین و تامین کننده ی ۷۰ درصد غذای مردم کره ی زمین می باشند. گندم و برنج رویهم تقریباً ۶۰ درصد انرژی مورد نیاز بشر را تامین می کنند و به طور کلی بیش از $\frac{۳}{۴}$ انرژی و $\frac{۱}{۲}$ پروتئین مورد نیاز بشر از غلات تامین می شود و براستی گندم پایه ی اصلی تغذیه و بقای بشر به شمار می روند (۱۰۱).

مشخصات گیاه شناسی گندم

گندم گیاهی یکساله، تک لپه، از خانواده ای گندمیان و قبیله ای *hordeae*است. چرخه زندگی گندم از بذر آغاز می شود. دانه ی گندم در حقیقت یک میوه ی تک بذری به نام گندمه است که تخم مرغی شکل می باشد. (۸۲)

چگونگی پیدایش تنش آب

اگر تعرق زیاد باشد کمبودهای شدید آب و کاهش پتانسیل آب برگ در عرض کمتر از یک ساعت بوجود می آید. ولی اکثر صدماتی که به گیاه وارد می آید در اثر تنشهایی است که طی چندین روز کاهش ذخیره آب خاک تولید می گردد.

انواع تنش محیطی

مطالعات جدی پیرامون شرایط نامساعد محیطی و عکس العمل گیاهان نسبت به آنها از سال ۱۹۴۱ شروع شده است. تا آن زمان از نظر زارع گیاهانی که در شرایط نامساعد محیطی رشد می کردند گیاهان مقاوم و گیاهانی که نمی توانستند در این شرایط زندگی کنند حساس نامیده می شدند.

تنش های محیطی را معمولاً به دو دسته تقسیم کرده اند: تنش های بیولوژیکی و تنش های فیزیکوشیمیایی.

تنش های بیولوژیکی شامل حمله آفات و امراض به گیاهان، رقابت، آللوپاتی و فعالیت های انسان می باشد.

فرار از خشکی

در اقلیم هایی با فصول خشک و مرطوب، بیشتر گیاهان یک ساله طوری تکامل یافته اند که چرخه زندگیشان را قبل از فرا رسیدن خشکی خیلی شدید کامل نمایند. این روش مقاومت به خشکی به وسیله می و میلتورپ (1962) فرار از خشکی نامیده شد. یک چرخه زندگی کوتاه و بلوغ سریع به عنوان صفات با ارزش جهت مقاومت به خشکی گیاهان یک ساله در چنین محیط هایی توصیف شده اند؛ مثلا در فلسطین اشغالی ارقام سورگوم دیررس در مناطق مرطوبتر و ارقام زود رس در مناطق خشکتر کشت می شوند در یک مقایسه ارقام گندم کشت شده در مکزیک، فیشر و مورر (1978) سهم فرار از خشکی را در عملکرد کمی ۳ تا ۸ گرم در متر مربع در روز دانستند.

اثر تنش خشکی بر مقدار آب نسبی [1]

عقیده بر این است که RWC شاخص مناسب تری برای بیان وضعیت آب برگ در گیاهان زراعی می باشد و شاید RWC وضعیت فراگیرتری از تعادل بین میزان عرضه آب به برگ و میزان تعرق را نشان بدهد. از آنجایی که روزنه ها تعادل بین جریان آب به درون و بیرون از برگ را تنظیم می کنند، بنابراین احتمالاً RWC با دقت بیشتری وضعیت روزنه ها را منعکس کند.

اهمیت کودها و عناصر غذایی میکرو

امروزه از کودها به عنوان ابزاری برای افزایش تولید در واحد سطح استفاده می شود. با توجه به این که کودها بایستی علاوه بر افزایش تولید، کیفیت محصولات کشاورزی را نیز ارتقاء دهند، تعیین مقدار کود شیمیایی مورد نیاز، یکی از مشکل ترین و پرمخاطره ترین تصمیماتی است که زارع، باید اتخاذ کند. مقدار کود مورد نیاز برای افزایش عملکرد، به نوع محصول، رقم، خاک، اقلیم، سابقه کشت و زرع، شرایط مدیریتی و ماهیت کودها بستگی دارد. از بین ۹۰ عنصر یا بیش از آن در گیاهان مقدار کمی از هر یک را دارا بوده و اهمیت آنها برای رشد و تولید گیاهان از چندین قرن پیش شناخته شده، تنها ۱۶ عنصر برای رشد و نمو گیاهان به عنوان عناصر ضروری شناخته شده اند که براساس نیاز گیاهان، به دو گروه عناصر پر مصرف (کربن، هیدروژن، اکسیژن، ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد) و کم مصرف (روی، مس، آهن، منگنز، بر، مولیبدن و کلر) تقسیم می شوند. رشد گیاه مستلزم وجود مقدار کافی و متعادلی از عناصر پر مصرف و کم مصرف در خاک است و نوع، مقدار، زمان و روش کود دادن بایستی به نحوی انتخاب شوند که قسمت اعظم کود به‌صورت قابل جذب گیاه در خاک باقی بماند. (۴۹)

تأثیر روی بر عملکرد و اجزای عملکرد

تحت شرایط کمبود روی تولید ماده خشک کل قسمت هوایی گیاه کاهش می یابد که این به ویژه در ژنوتیپ های حساس به علت آسیب فتواکسیداسیون ایجاد شده در اثر کمبود روی است. گلدهی و تولید بذر در هنگام کمبود روی به شدت دچار اختلال می شود، زیرا لقاح گلچه ها در مرحله خوشه دهی تحت تأثیر قرار می گیرد و در نتیجه تعداد دانه ها کاهش می یابد. تولید بذر کمتر تحت تأثیر کمبود روی می تواند به:

۱- افزایش تولید آبسیزیک اسید در گیاهان که به خزان پیش از بلوغ برگ ها و جوانه های گل منجر می شود.

۲- جدایی نمو فیزیولوژیکی بساک ها و دانه های گرده نسبت داده شود. در برنج کاربرد سولفات روی باعث پاسخ معنی دار مثبت برای عملکرد دانه و تعداد دانه در خوشه و معنی دار منفی برای وزن صد دانه شده است. در گندم نیز کمبود روی به کاهش عملکرد منجر و کاربرد خاکی روی باعث افزایش معنی دار در عملکرد دانه در گندم آبی و دیم می‌شود.

تأثیر مس بر عملکرد واجزا عملکرد در گندم

ضرورت مس برای گیاهان عالی برای اولین بار در سال ۱۹۳۱ گزارش شده است. مس به مقدار نسبتاً کم بوسیله گیاه جذب می شود به نحوی که سطح بحرانی مس در بخش های سبزینه ای گیاه ۳ تا ۵ میکروگرم در گرم ماده خشک گیاهی می باشد که بسته به نوع گیاه، اندام و مرحله رشد گیاهی و همچنین کاربرد نیتروژن این مقدار می تواند بیشتر شود. مقادیر زیاد روی و

[1] -Relative water content(RWC)

آهن در محلول خاک سبب محدود شدن جذب مس توسط گیاه می گردد که علت آن احتمالاً مربوط به رقابت برای ناقلهای موجود در روی ریشه می باشد. پروتئینهای حاوی مس نقش مهمی در فرآیندهائی از قبیل فتوسنتز، تنفس و ساخت لیگنین ایفاء می‌نمایند. همچنین مس همانند سایر عناصر غذائی کم مصرف در مقاومت گیاهان به بیماریها ایفای نقش می کند.

تأثیر آهن بر عملکرد واجزا عملکرد درگندم

(Singh et al,.2000) و همکاران نشان دادند که پاسخ گیاهان به کمبود آهن و روی بسته به نوع گونه متفاوت است (۹۳) *(Ramesh,et al,.2001)* و همکاران نشان دادند که عملکرد دانه و درصد پروتئین با مصرف ۵ میلی گرم آهن در یک کیلوگرم خاک برای هر گیاه افزایش معنی‌داری پیدا می کند (۸۵).

تأثیر مصرف کود بر عملکرد

(Kastori, et a1995l) در بررسی اثرات بُر بر روی آفتابگردان ثابت کردند که کمبود بُر وزن ساقه و ریشه، سطح برگ و مقدار کلروفیل آن را کاهش می دهد. در این آزمایش بر اثر کمبود بُر فتوسنتز گیاه کاهش یافت که دلیل آن کاهش انتقال الکترونی و افزایش قند در برگ ها بیان شد (۷۴).

(کیخا و فنایی، ۱۳۸۱) در بررسی تأثیر محلول پاشی عناصر روی، بر، آهن بر عملکرد کمی و کیفی کلزا دریافتند بیشترین عملکرد دانه با محلول پاشی در مرحله غنچه دهی با میانگین ۴۵۷۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار بدون محلول پاشی با میانگین ۴۱۳۶ کیلوگرم در هکتار حاصل گردیده است. (۵۵)

تأثیر منگنز بر عملکرد

قاسمیان (۱۳۷۹) در ارزیابی تأثیر کودهای ریزمغذی آهن، روی، منگنز برکمیت و کیفیت دانه ی سویا نشان داد که تیمارهای کودی ۴۰ کیلوگرم روی و ۴۰ کیلوگرم منگنز در هکتار بیشترین میزان عملکرد دانه را به ترتیب معادل با ۳۳۹۷ و ۳۳۶۷ کیلوگرم در هکتار تولید نمود.

تأثیر گوگرد بر عملکرد

(Giskin,m and Y,Efron) با محلول پاشی کودهای نیتروژن و فسفر و پتاسیم و گوگرد نشان دادند که عملکرد دانه ذرت بطور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت این محققین جهت موفقیت بیشتر انجام چند با محلول پاشی در طول دوره رشد را در افزایش عملکرد دانه و علوفه ذرت توصیه نمودند.

هورمون گیاهی سایکوسل

افزایش محصولات کشاورزی در دوران کنونی بیشتر مدیون مصرف زیاد ترکود و به کار بردن روشهای بهتر جهت کنترل علف های هرز، آفات و بیماریهاست: ولی امکان دارد در آینده با کنترل رشد در اثر بکار بردن هورمون های گیاهی سبب افزایش محصولات گردد. یک علت برای واریته های جدیدی که محصول بیشتری می دهند اینست که مقدار زیادتری از مواد خشکشان در قسمتی که مصرف اقتصادی دارد یافت می شود. (مثلاً دانه های خشک غلات با غده های سیب زمینی) همچنین ممکن است در اثر سازش بهتر گیاه با محیط باشد و نیز ممکن است این نتایج را از بعضی مواد تنظیم کننده ی رشد که در رشد دانه های گیاه مؤثرند و گیاه را برای سازش با محیط سخت آماده می کنند بدست آورد در حقیقت این مواد رشد گیاه را طوری تغییر می دهند که ممکن است آنرا به‌صورت نوع دیگر در آورند این راه کنترل رشد گیاهی روش نسبتاً جدیدی است که در اثر آزمایش به آن پی برده و توانسته اند بعضی از مراحل اساسی رشد گیاهی را بفهمند.

عوامل مؤثر در واکنش غلات به سایکوسل

تأثیر این ماده در ارقام مختلف غلات متفاوت بوده و شدت و ضعف هایی در میزان واکنش آنها مشاهده می گردد. به طور مثال تأثیر سایکوسل در کاهش ارتفاع گندم، جو، ذرت، یولاف به ترتیب کاهش می یابد.

اثرات سایکوسل بر غلات

گرچه تالبرت[۲] در سال 1960 برای اولین بار به خواص سی سی سی در غلات پی برد اما هم اکنون اطلاعات زیادی در مورد تأثیر آن در رشد گیاهی و مصرف عملی آن برای رشد محصولات کشاورزی و باغبانی در دست است. (۹۹)

تأثیر سایکوسل برعملکرد و اجزا عملکردگندم

محصول حبوبات بستگی به عواملی چند از جمله تعداد دانه ها در هر خوشه و ابعاد دانه ها (وزن هر دانه) تعداد خوشه در واحد سطح دارد. اکنون تحقق یافته است که ccc کلیه اجزا را تحت تأثیر قرار میدهد و به این جهت حتی در محصولاتی که خوابیدگی اتفاق افتاده باشد در میزان محصول تأثیر می کند. همفریز مشاهده کرد که اگر ccc را از قرار ۲/۸ یا ۵/۶ کیلو گرم در هکتار به گندم بزنند تعداد جوانه های عقیم آن در هر خوشه کمتر و دانه های گندم زیاد تر می شود. (۵۷)

رابطه سایکوسل با نسبت آب

ثابت گردیده است که تنظیم کننده دمای رشد ازقبیل ccc به گیاهان قدرت میدهد که در مقابل شرایط نامساعد مقاومت نمایند. دستگاه ریشه ای بزرگتر موقعی که خاک خشک باشد باعث می شود که جوانه های بیشتری زنده بمانند. گزارشهائی مبنی بر تأثیرات مفید دیگری نیز داده شده است.

مواد و روش ها

موقعیت جغرافیایی محل اجرای آزمایش:

این آزمایش به‌منظور بررسی سایکوسل و برخی عناصر ریزمغذی بر مقاومت به خشکی گندم رقم بکراس روشن در آبان ۱۳۸۶در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی اراک اجرا شد. این مزرعه در جنوب شرقی استان مرکزی با عرض جغرافیایی ۳۴درجه و۵دقیقه عرض شمالی و۴۹درجه و ۴۲دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ با۱۷۵۷متر از سطح دریا واقع است. به علت تنوع آب و هوایی؛ میزان رطوبت و باران در مناطق مختلف یکسان نبوده و بارش آن بین ۱۰۰تا ۳۷۰میلیمترمتغیراست؛ که بیشترین بارش در دی ماه و کمترین در تیرماه گزارش شده است. حداکثر دما در مرداد ماه و حداقل دما در دی ماه بوده است. با توجه به آمار اعلام شده میتوان بیان کرد که اراک از نظراقلیمی در منطقه ی خشک و سرد واقع شده است.

خصوصیات رقم:

نام: بک کراس روشن

میانگین عملکرد: $4\ t/he$

واکنش به امراض: حساس به رنگهای زرد، قهوه ای و سیاه

تیپ ریشه: بینابین

میانگین وزن دانه:۴۶ gr

رنگ دانه: روشن

مقاومت به خوابیدگی: نسبتا مقاوم

مناطق مورد کشت: معتدله سردسیر

مقاومت به ریزش: مقاوم

مشخصات خاک:

جهت تعیین مقدار عناصر غذایی موجود در خاک مورد آزمایش از عمق ۳۰سانتی‌متر چند نمونه ۱ کیلوگرمی تهیه و پس از مخلوط کردن این نمونه ها یک نمونه ۱کیلوگرمی آماده و به موسسه آب و خاک انتقال داده شد و نتیجه به‌صورت زیر بیان شد:

[2] - *Talbert*

جدول ۱- مشخصات خاک

عمق cm	درصد اشباعs.p	هدایت الکتریکی Ms/cm	PH	درصد مواد خنثی شونده T.N.V	کربن آلی O.C%	ازت کل Total %	فسفر قابل جذب K(ava.) P.P.M	پتاسیم قابل جذب P.P.M	% Sanel	% silt	٪ clay
0/30	38-8	1/7	7/7	16/0	0/87	0/09	16/8	220	26/0	38/0	36/0

انتخاب طرح:

در این آزمایش اسپیلت-فاکتوریل بر پایه ی بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار استفاده شد. به دلیل افزایش دقت در اجرا و فراهم شدن امکان اجرای آزمایش در بررسی اثر چند عامل، از طرح کرت های خرد شده استفاده می گردد. اختصاص عوامل مورد بررسی به کرتهای اصلی، فرعی تنها بر مبنای فراهم شدن سهولت و افزایش دقت در اجرای آزمایش است. در این طرح تیمار آبیاری فاکتور اصلی طرح می باشد (آبیاری نرمال-قطع آبیاری در مرحله گلدهی) و فاکتور های فرعی طرح کودهای ریزمغذی در سه سطح شامل (شاهد،۱و ۱/۵لیتر در هکتار) و سایکوسل در دو سطح شامل (شاهد و ۱/۵لیتر در هکتار) بر روی رقم بک کراس روشن گندم قرار گرفتند.

مراحل آماده سازی زمین:

عملیات زراعی:

خاکی که برای کشت گندم در نظر گرفته میشود باید به اندازه ی کافی عمق داشته باشد و درقسمت سطحی نرم و حاصلخیز بوده، زیاد پوک نباشد و از وسایل و ادوات کشاورزی بیش از اندازه ی مورد نیاز در زمین استفاده نشود. گندم گیاهی است که احتیاج به شخم عمیق نداشته و با توجه به بافت خاک مزرعه در بهار ۱۳۸۶ شخمی به عمق ۲۵ سانی متر زده شد. سپس برای خرد کردن کلوخه ها دیسک بشقابی در دو جهت استفاده گردید و به‌منظور تسطیح زمین دستگاه لولر به کار گرفته شد. به‌منظور برطرف نمودن نیاز غذایی گیاه از کود فسفات آمونیوم به میزان ۲۰۰کیلو گرم در هکتار و همچنین کود اوره به میزان ۳۵۰کیلوگرم در هکتار استفاده شد و عمل اختلاط نیز توسط دستگاه دیسک صورت گرفت. فا صله ی بوته ها ۲cm و فاصله‌ی ردیف ها ۶۰سانتی‌متر در سه خط کشت انجام گرفت. عملیات کاشت در تاریخ ۷آبان ماه سال ۱۳۸۶انجام شد. برای تامین نیاز غذایی گیاه از کود اوره در سه مرحله کاشت، در مرحله‌ی پنجه زنی و قبل از گلدهی به‌صورت سرک استفاده شد.

جهت اعمال تیمار آبیاری، تمامی کرتها تا مرحله‌ی گلدهی هر ۷ روز یک باربه‌صورت نشتی آبیاری شدند و بعد از مرحله‌ی گلدهی آبیاری کرتهای تحت تیمار خشکی به‌صورت کامل تا زمان برداشت قطع شد.

همچنین جهت اعمال تیمار سایکوسل، محلول ۱/۵لیتر در هکتار از این ماده تهیه شد و توسط سمپاشی دستی محلول پاشی شد. همچنین اسپری کود میکرو نیز به همین صورت انجام گرفت.

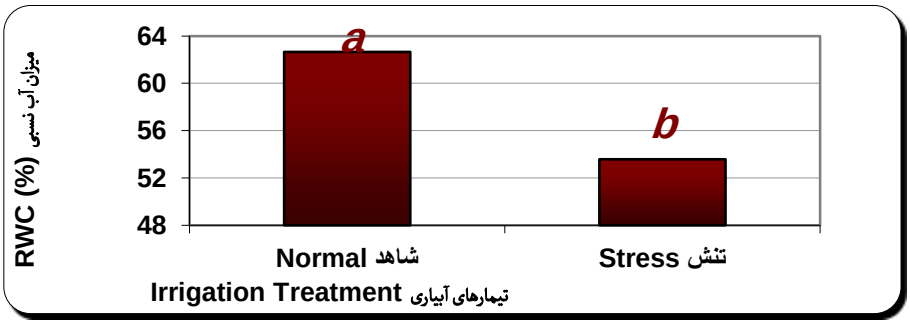
شکل ۱- مراحل آماده سازی زمین

میزان آب نسبی:RWC

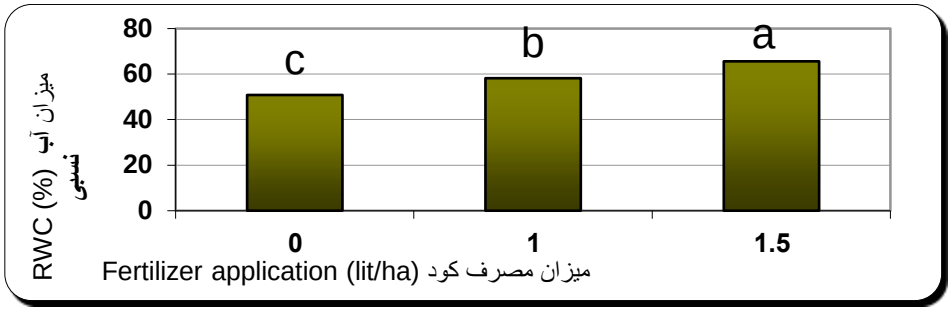
نتایج بررسی این صفت مطابق جدول تجزیه ی واریانس (۲) و جدول دانکن (۵-۴) و شکل (۴) نشان داده شده است. همان طور که مشاهده میشود محلول پاشی سایکوسل به میزان ۱/۵لیتر در هکتار باعث افزایش مقدار آب نسبی گردید؛ و همچنین در تیمار آبیاری در شرایط نرمال افزایش میزان RWC نسبت به تنش مشاهده میشود. شکل (۲) نتایج بدست آمده با نتایج واتسون 2003 همخوانی دارد. ونیز بیشترین میزان RWC در مصرف ۱,۵لیتر در هکتار کود میکرو مشاهده میشود. شکل (۴)

آزمایشات انجام شده بر روی تغییرات آنزیم‌های سلولی گیاهان تحت تنش خشکی نشان داده است؛ گیاه علاوه بر تاثیرات عوامل شناخته شده تنشی تحت تأثیر رادیکال های فعال اکسیژن است که در ایجاد یا تشدید قسمتی از اختلالات و آسیب های گیاهی سهیم هستند.

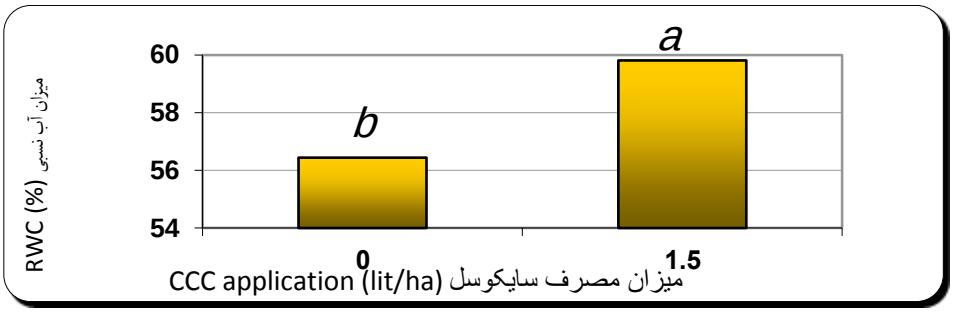
با توجه به شکل (۵) و (۶) با افزایش محتوی نسبی رطوبت گیاه میزان آنزیم SOD و MAD نیز کاهش یافته است. همانطور که در بالا بیان شد گیاهان تحت تنش علاوه بر اثرات وجود خشکی تحت تأثیر رادیکالهای فعال قرار می گیرند که گیاه برای مقابله میزان سنتز آنزیم‌های آنتی اکسیدانت را افزایش می دهد.



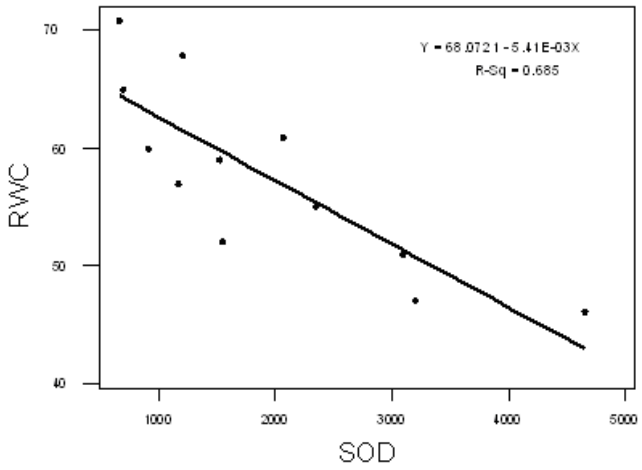
شکل۲- اثر آبیاری بر میزان آب نسبی



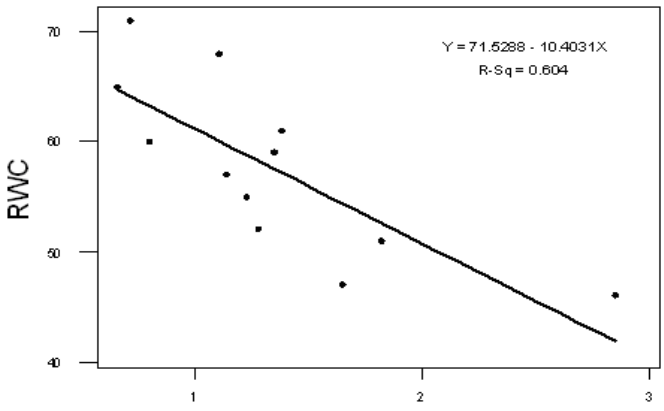
شکل ۳- اثر میزان مصرف کود بر میزان آب نسبي



شکل ۴- اثر میزان مصرف سایکوسل بر RWC



شکل ۵-نمودار همبستگي بين RWCوSOD



شکل ۶- نمودار همبستگی بین RWC و MDA

مقاومت سیتوپلاسمی

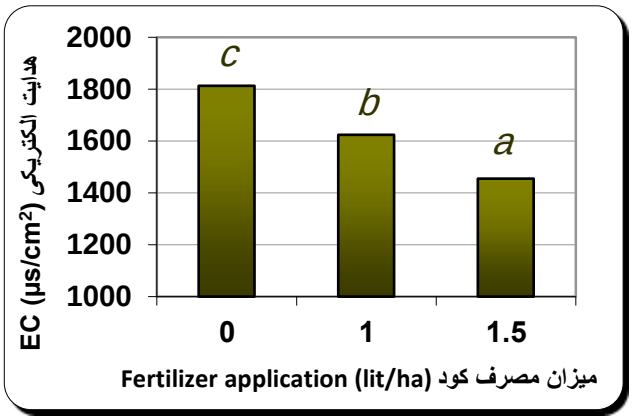
با توجه به ایجاد تنش در گیاهان میزان نشت غشای سلولی به دلیل اختلالات مولکولی و سلولی افزایش می یابد در نتیجه از پارامتر های مهمی که در ارزیابی میزان تنش وارده به گیاه زراعی بررسی می شود پایداری غشا سیتو پلاسمی است. این پارامتر با کمک روش های مختلفی قابل سنجش است که اندازه گیری هدایت الکتریکی که رابطه عکس با پایداری دارد یکی از این روش ها می باشد.

نتایج به دست آمده با توجه به جدول تجزیه ی واریانس و جدول دانکن در مورد صفت هدایت الکتریکی نشان دهنده ی آن است که گیاهان تحت تنش در مقایسه با گیاهان شرایط نرمال از ECبالاتری برخوردار هستندواین نشان دهنده ی پایین بودن پایداری غشاء سیتوپلاسمی میباشد میتوان عنوان کرد آبیاری تأثیر کاملا معنی‌داری بر روی هدایت الکتریکی دارد که با نتایج کاظمی نسب ۱۳۸۴مطابقت دارد. استفاده از میکروالمنت ها نیز بر روی این صفت دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ نشان میدهند. استفاده از سایکوسل نیز به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار باعث کاهش هدایت الکتریکی میزان ۱۵۵۷نسبت به تبمارشاهد با مقدار عددی ۱۶۶۷ اختلاف معنی‌داری را در سطح ۱٪ نشان میدهد.

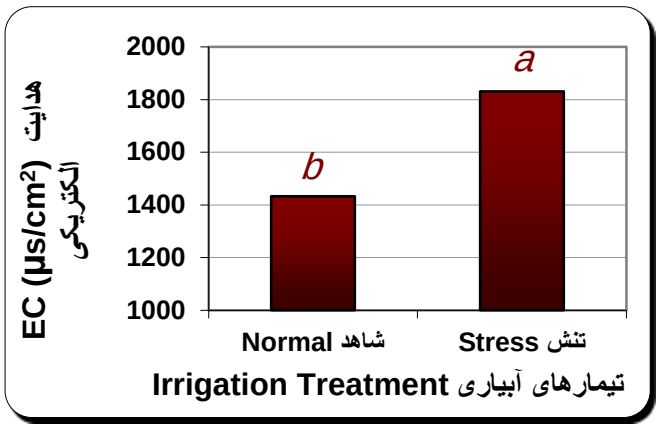
شرایط تنش سبب می گردد غشای پلاسمایی صدمه ببیند محتوی سلولها به بیرون تراوش کرده و سلول از بین برود. مدلهای مختلفی جهت توضیح ماهیت صدمه به غشای پلاسمایی پیشنهاد شده اند. بیشتر نظریه های اخیر چنین در نظر می گیرند که دو لایه فسفولیپیدی غشا گسیخته می شوند و یک مجموعه قابل نشت از صفحات هگزا گونال به وجود می آید یا دستخوش تفکیک فاز از یک فاز مایع کریستاله به یک فاز ژل میشوند.

همچنین غشاها مانند پروتئین ها به صدمه رادیکال های آزاد حساس هستند. مکانیسم هایی که غشاها را طی خشکی محافظت میکنند شامل:۱- تجزیه آنزیمی سوپر اکسید بوسیله سوپر اکسید دیسموتاز کاتالاز و پراکسیداز ۲-ممانعت از پراکسیده شدن چربی به وسیله آلفا – توکو فرول و بقیه آنتی اکسیدانت ها و ۳- حذف رادیکال های آزاد به وسیله آنیون ها، قندها، اسید های آمینه و پرولین می باشد.

با توجه به نمودار این نتیجه به دست آمد که با افزایش هدایت الکتریکی؛ عملکرد کاهش می یابد که این را می توان ناشی از تنش اعمال شده بر روی گیاه دانست زیرا گیاهان در شرایط مطلوب فتوسنتز بیشتری انجام میدهند در این آزمایش به دلیل عدم وجود شرایط مطلوب و وجود تنش فتوسنتز کاهش یافته است و منجر به کاهش عملکرد شده است و از طرف دیگر باعث افزایش هدایت الکتریکی شده است.



شکل ۷-اثر مصرف کود بر هدایت الکتریکي



شکل ۸- اثر آبیاري بر EC

نتایج و تفسیر تحقیقات بیو شیمیایی

آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز SOD

توانایی سلول های گیاه در متابولیزه کردن رادیکالهای واکنش گر اکسیژن و پراکسیدهیدروژن مربوط به آنزیم‌های محافظتی آنتی اکسیدانت میباشد.SOD به عنوان یکی از این آنزیم ها نقش تبدیل رادیکالهای O_2و H_2O_2 ره به عهده دارد. در نتیجه غلظت آنزیم SOD نیز همراه با ایجاد تنش در گیاه افزایش می یابد. با توجه به نقش آنزیم ها در تنش خشکی مطابق جدول تجزیه ی واریانس و جدول دانکن مشاهده میشود که در شرایط آبیاری نرمال میزان آنزیم SOD (۱۰۳۳/۸۷۵) واحد بین المللی بر میلی گرم پروتئین و در شرایط تنش (۲۸۱۶/۶۶۷) واحد بین المللی بر میلی گرم پروتئین میباشد که بیانگر افزایش میزان غلظت آنزیم در شرایط تنش است آزمایشات صورت گرفته توسط آقایان عطایی۱۳۸۴بر روی نخود؛ ساعی ۱۳۸۴برروی سورگوم علوفه ای؛ نشان می دهد که فعالیت این آنزیم در شرایط خشکی نسبت به شرایط نرمال بیشتر می شود. افزایش فعالیت این انزیم در تیمار تنش به خاطر نقش مهم این آنزیم جهت مقابله با رادیکال های آزاد اکسیژن ایجاد شده در در اثر تنش خشکی می باشد بنابر این SODبه عنوان یکی از اجزای مهم مکانیسم دفاعی گیاه در نظر گرفته می شود. (۲۹،۲۲) افزایش سنتز آنزیم SOD تحت شرایط تنش توسط (Bowler et al., 1992) نیز گزارش شده است. (۹۳)

اثرات متقابل آبیاری در کود میکرو در سطح ۱٪ معنی دار شده و مشاهدات مربوط مقایسه میانگین ها وهمچنین نمودارمربوط به این اثر (۵-۱۳) نشان می دهد که با مصرف کودسبب کاهش فعالیت این آنزیم میشود احتمالا استفاده از این کود های میکرو در رشد و فرایند های فیزیو لو ژیکی گیاه موثر بوده و اثرات تنش را کاهش می دهده است. در بررسی اثر متقابل تیمار های کود میکرو سایکوسل نشانگر این موضوع است که با توجه به کاهش تنش های خشکی در نتیجه مصرف این مواد؛ این مواد قادر است سبب کاهش فعالیت SODگردد. بررسی اثرات متقابل آبیاری و مصرف ۱,۵لیتر در هکتار کود میکرو و سایکوسل در هر دو آزمایش نرمال و تنش با کاربرد این مواد میزان فعالیت این انزیم در نتیجه کاهش استرس های ناشی از خشکی کاهش می یابد. بنابر این کاربرد توام سایکوسل و کود میکرو در کاهش خسارت های اکسیداتیو موثر بوده است.

همچنین بررسی جدول همبستگی نشان می دهد که یک همبستگی منفی بین این آنزیم و عملکرد وجود دارد به طوریکه افزایش عملکرد سبب کاهش فعالیت این آنزیم می شود علت این است که در تنش خشکی مسلما عملکرد کاهش می یابد و این زمانی است که میزان فعالیت این آنزیم جهت مبارزه با تنش افزایش می یابد در حالیکه در شرایط نرمال که میزان عملکرد افزایش می یابد میزان فعالیت این آنزیم نیز کاهش می یابد.

آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز ((GPX)

از جمله آنزیم‌های مهم که در مقابله استرس های محیطی نقش مهمی را ایفا می کند گلوتاتیون پر اکسیداز می باشد؛ که کاهش پر اکسید ئیدروژن را با استفاده از گلو تاتیو ن احیا شده (GSH)کاتالاز می کند و بدین ترتیب از سلولها در برابر آسیب های ناشی از اکسایش حفاظت می کند. (قوژدی۱۳۸۴)

میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز آمده است و با توجه به نتایج این جدول ملاحظه می شود که بین تیمار آبیاری وتیمار های مختلف کود میکرو و سایکوسل در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

همچنین مقایسه میانگین این صفت بیانگر این موضوع است که تیمار تنش خشکی با میزان فعالیت ۳۴/۳۲۱یک واحد فعالیت بین المللی بر میلی گرم پروتئین بیشترین و تیمار شاهد با میزان فعالیت ۲۱/۶۱۳کمترین فعالیت آنزیم GPX را دارا می باشد.

اثر تنش های محیطی بر غلظت این آنزیم ها در آزمایش توسط *Rennonbery&polle* در سال ۱۹۹۳به اثبات رسیده و به این نتیجه رسیدند که شرایط نامناسب محیطی مانند خشکی باعث افزایش رادیکالهای فعال اکسیژن شده و در نتیجه گیاه برای مقابله با آنزیم‌های حفاظتی آنتی اکسیدانت روی می آورند.

افزایش سنتز آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز تحت شرایط تنش توسط (Prasad et al.,2003)نیز گزارش شده است (۸۴).

بررسی تیمار های مصرف سایکوسل وکود میکرو نشانگر این مطلب است که با توجه به کاهش تنش های خشکی در نتیجه مصرف این مواد باعث کاهش فعالیت Gpx می شود (شکل ۱۰) به علاوه که فعالیت این آنزیم در اثر مصرف سایکوسل از۳۰/۸۰۸ به ۲۵/۱۲۵ کاهش می یافت.

کاتالازCAT :

کاتالاز یه عنوان یک آنزیم محافظتی در سیستم دفاعی آنتی اکسیدانت باعث شکسته شدن پراکسید هیدروژن میشود. این آنزیم در اندامک های سلولی از قبیل میتوکندری پراکسی زوم، گلی اکسی زوم، وجود دارد. نقش اساسی در متابولیزه کردن ترکیبات فعال اکسیژن و جلوگیری از خسارات ناشی از اکسیداتیو را بر عهده دارد پس میتوان گفت CAT نیز در شرایط تنش در نقش یکی از اجزای سیستم دفاعی سنتز میباشد.

اعمال تنش منجر به افزایش میزانCAT به مقدار ۱۴۷/۵۶۷نسبت به شرایط نرمال به میزان ۸۵/۵۸۵ شده است که نشانگر نقش CAT در سیستم دفاعی گیاه در شرایط تنش میباشد. کافی ومهدوی دامغانی (۱۳۷۹) گزارش کردند که افزایش فعالیت کاتالاز جهت کاهش اثرات پراکسیداز در هنگام تنش های محیطی در گیاهان گندم؛ جو؛ سویا؛ و نخود نقش مهمی را ایفا مینمایند. نتایج ساعی (۱۳۸۴) بر روی سورگوم علوفه ای نشان می دهد که فعالیت آنزیم کاتالاز تحت تنش خشکی نسبت به شاهد به طرز معنی‌داری افزایش می یابد که با نتایج حاصله مطابقت دارد. علت این افزایش تحت تنش خشکی به دلیل افزایش رادیکال های آزاد بوده و گیاهان در این هنگام با افزایش آنزیم‌های آنتی اکسیدانت سعی در افزایش مقاومت به خشکی دارد. افزایش سنتز آنزیم کاتالاز تحت شرایط تنش توسط (Prasad et al., 2003) نیز گزارش شده است (۸۴).

مصرف سایکوسل و تیمار کود میکرو به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار موجب تنش خشکی کاهش می گردد در نتیجه از فعالیت این آنزیم نیز کاسته می شود

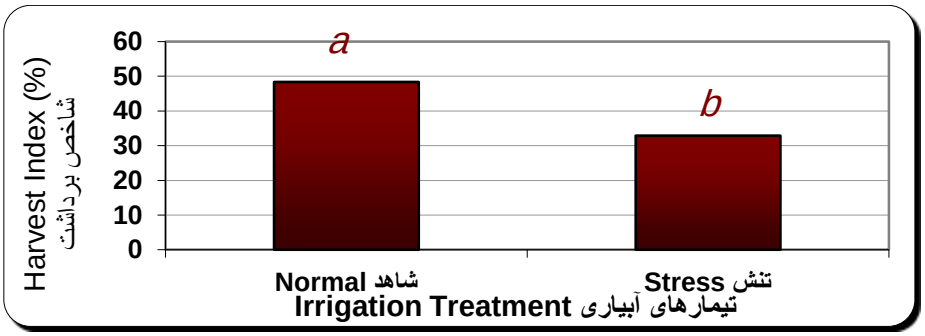
بررسی اثرات متقابل آبیاری و کود نشان می دهد که در هر دو شرایط آبیاری کود میکرو قادر است میزان فعالیت کاتالاز راکاهش دهد. مسلما با قرار دادن عناصر غذایی در اختیار گیاه میزان تنش حاصله را کاهش می دهد در نتیجه از میزان رادیکال های آزاد کاسته و میزان فعالیت آنزیم نیز کاهش مییاشد. با توجه به شکل ۵-۳۵ همبستگی معنی دار و منفی بین فعالت این آنزیم با عملکرد مشاهده می شود.

در بررسی اثر متقابل تیمار کودی و سایکوسل بیشترین میزان فعالیت آنزیم در تیمار های شاهد مشاهده گردید؛ و همچنین در بررسی اثر متقابل سه تیمار اعمال شده بیشترین فعالیت آنزیم در تیمار های شاهد کودی و سایکوسل تحت شرایط تنش مشاهده می شود.

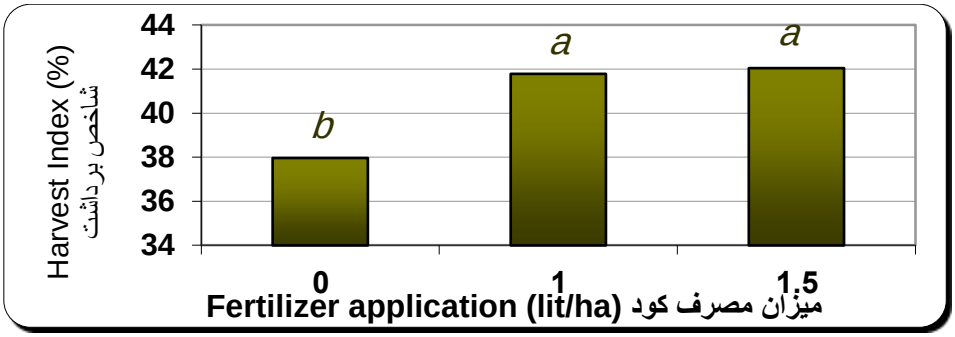
میزان بیو مارکر تخریبی لیپید (مالون دی آلدئید)

نتایج مربوط به تولید مالون دی آلدئید در جدول آمده و نتایج حاصله بیانگر این مطلب است که بین تیمار های مختلف آبیاری و همچنین مصرف سایکوسل وکود میکرو اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. وهمچنین مقایسه میانگین تیمار های آبیاری در جدول (۵-۶) منعکس است ونتایج حاکی از این است که در شرایط تنش خشکی میزان مالون دی آلدئید تولید شده افزایش می یابد به طوریکه با توجه مقایسه میانگین ها میزان آن در هنگام تنش نسبت به شرایط نرمال افزایش می یابد. نتایج با نتایج جوز و همکاران در (1999) وپور اسماعیل (۱۳۸۵) مبنی بر افزایش میزان مالون دی آلدئید در شرایط تنش خشکی مطابقت دارد زمانی که دفاع آنتی اکسیدانتی کاهش می یابد یا تشکیل رادیکال های آزاد افزایش می یابد در این گونه موارد حالتی موسوم به استرس اکسیداتیو پدیدار می آید. استرس اکسیداتیو منجر به آسیب بافتی می شود. هنگامی که استرس اکسیداتیو رخ می دهد پر اکسیداسیون اسید های چرب غیر اشباع؛ لپید ها افزایش می یابد و دراثر حمله رادیکال های آزاد به لپید ها؛ آلدئید های گوناگون از جمله مالون دی آلدئید ایجاد می شود (۹۰،۱۴). بررسی اثرات متقابل آبیاری در سایکوسل و کود میکرو حاکی از این است که این اثر در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری را برای این پارامتر نشان می دهد و با بررسی نمودارمشاهده می شود که اعمال این تیمار ها در شرایط تنش میزان مالون دی آلدئید نسبت به شرایط شاهد افزایش نشان می دهد.

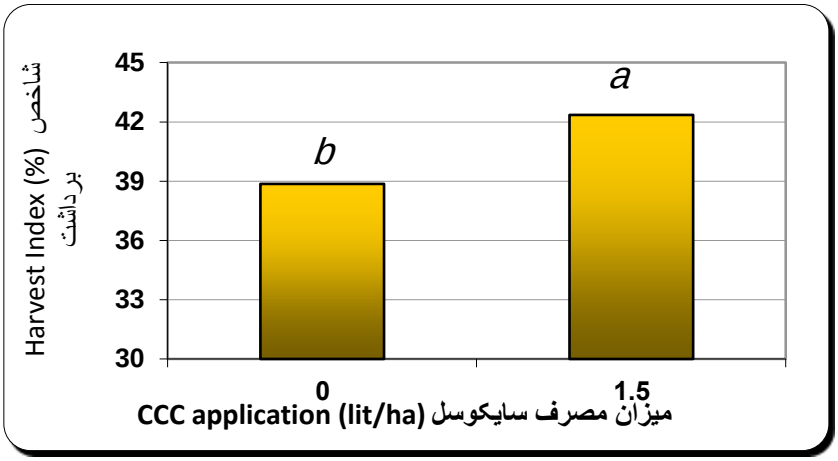
بین مالون دی آلدئید با عملکرد یک همبستگی منفی و معنی‌داری را مشاهده میشود به طوری که با افزایش تنش خشکی میزان تخریب لیپید ها بیشتر شده و تولید مالون دی آلدئید نیز افزایش می یابد در نتیجه با عث کاهش عملکرد می گردد.



شکل ۹– اثر آبیاری بر شاخص برداشت



شکل ۱۰- اثر میزان مصرف کود بر شاخص برداشت

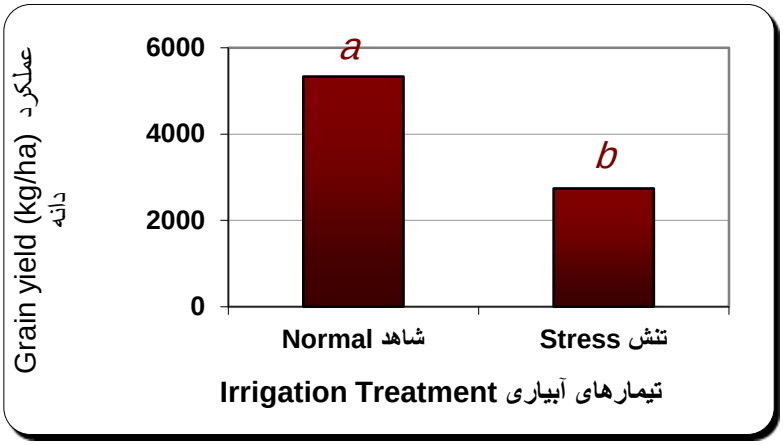


شکل ۱۱ – اثر میزان مصرف سایکوسل بر شاخص برداشت

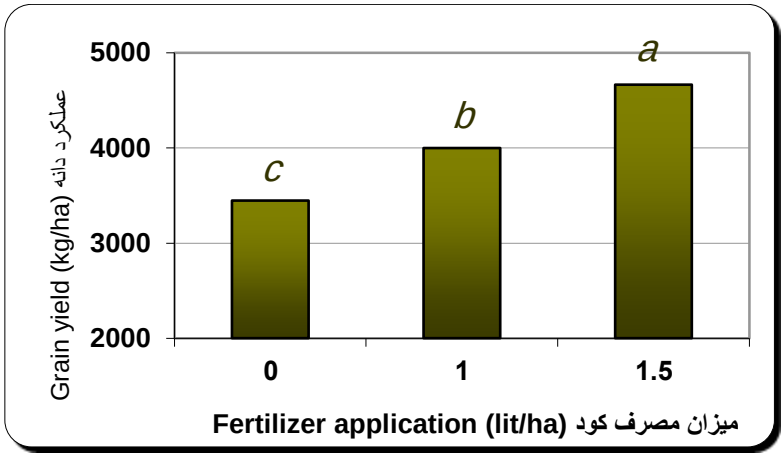
در مطالعه اثر سایکوسل نیز بر روی عملکرد در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری را نشان داد.

در مطالعه اثر بر همکنش آبیاری و کود میکرو بالاترین میزان عملکرد مربوط به آبیاری نرمال و مصرف کود ۱/۵لیتر در هکتار میباشد که اختلاف معنی‌داری را در سطح ۱٪ نشان می دهد. در بررسی اثر برهمکنشی سایکوسل به میزان ۱/۵لیتر در هکتار؛ کود میکرو و آبیاری در شرایط نرمال بالاترین میزان عملکرد را طبق نشان میدهد. باتوجه به جدولهمبستگی معنی دار ومثبتی بین عملکرد و rwcمشاهده می شود. ونیز همبستگی منفی و معنی‌داری را بین عملکرد و ECدر نمودارمشاهده میشود بیانگر این مطلب است که افزایش هدایت الکتریکی و کاهش پایداری غشا باعث کاهش عملکرد میگردد.

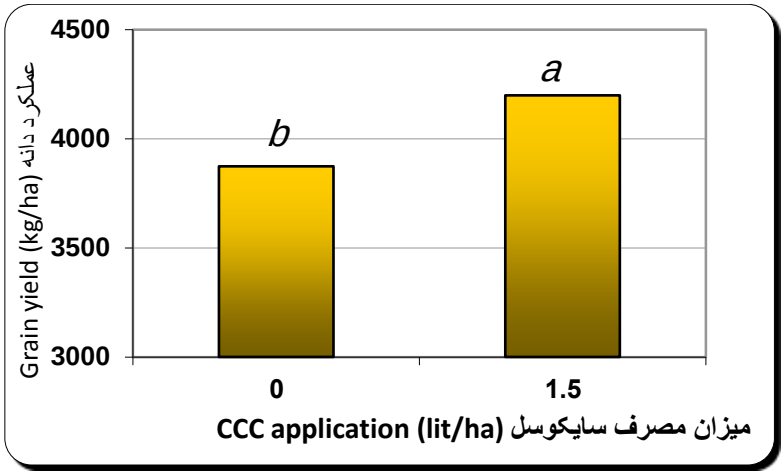
.



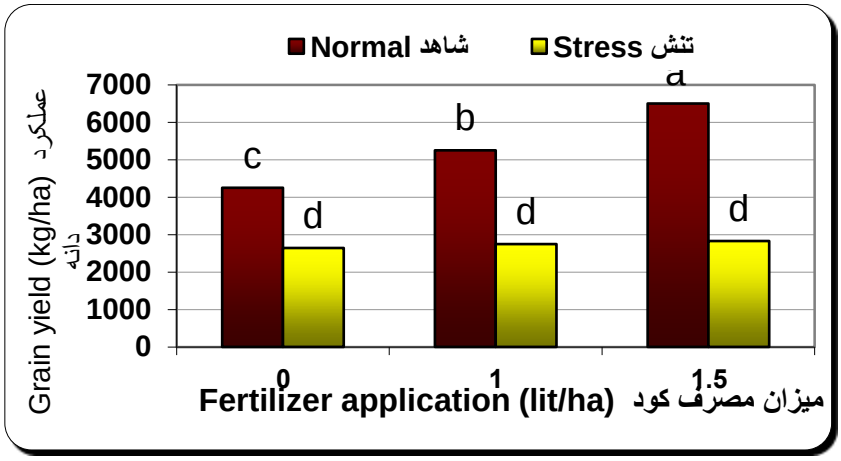
شکل ۱۲–اثر آبیاری بر عملکرد دانه



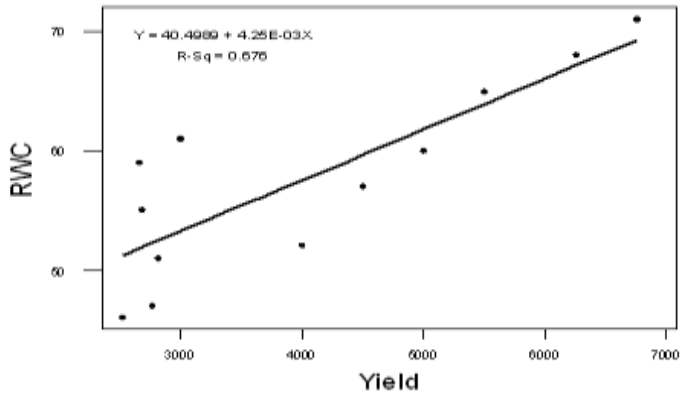
شکل ۱۳ – اثر میزان مصرف کود بر عملکرد دانه



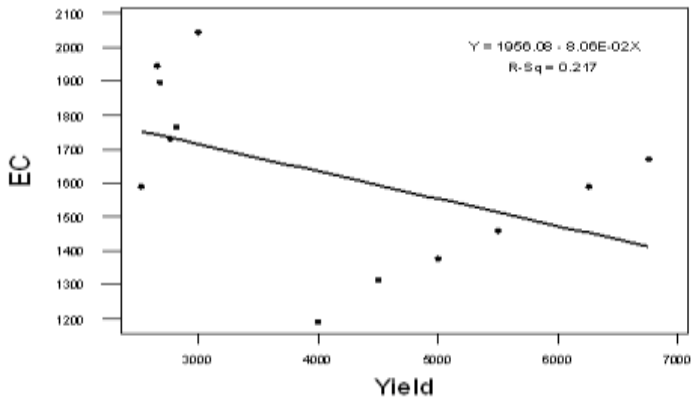
شکل۱۴–اثر میزان سایکوسل برعملکرد دانه



شکل ۱۵– اثر متقابل میزان مصرف کود و آبیاری بر عملکرد دانه



شکل ۱۶ نمودار همبستگی بین عملکرد و rwc



شکل ۱۷ نمودار همبستگی بین عملکرد و EC

منابع

۱. احمدی، ع.، بیکر، د. ا.، ۱۳۷۹. عوامل روزنه ای و غیر روزنه ای محدود کننده فتوسنتز در گندم در شرایط تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۱ (۴): ۸۲۵- ۸۱۳.

۲. احمدی، م.ر؛ و ف. جاوید فر. ۱۳۷۷. تغذیه گیاه روغنی کلزا. شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه های روغنی، تهران، ۱۹۴ ص.

۳. اسدی کنگرشاهی، ص. ع. ۱۳۷۹. نقش روی در گیاه و علایم کمبود آن در مرکبات. مجله ۱۴۷ زیتون.

۴. آقاعلیخانی، م؛ و ز، طهماسبی. ۱۳۸۱. تأثیر تنش کم آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم لوبیا قرمی. چکیده مقالات هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.

۵. اله دادی، ا. ۱۳۶۸. بررسی تأثیر تاریخ کاشت و نحوه برداشت روی کاهش عملکرد کمی و کیفی کلزای روغنی در منطقه کرج. پایان نامه کارشناسی ارشد. رشته زراعت. دانشگاه تربیت مدرس.

۶. امام، ی.۱۳۸۲. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شیراز.

۷. . ایلکایی، م. ن. ۱۳۸۰. تأثیر سایکوسل در تراکم های مختلف بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم کلزای پاییزه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.

۸. . باقری، ل. ۱۳۸۰. بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه زنی و برخی جنبه های مورفولوژیکی عملکرد و مقدار روغن دانه دو رقم کلزای دو صفر پاییزه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت معلم.

۹. بقایی، ن. ۱۳۸۳. بررسی اثر تنش کمبود آب در مراحل مختلف نمو، عملکرد و اجزاء عملکرد سه رقم لوبیا چیتی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۱۰. بی نام. ۱۳۷۷. نشریه ترویجی استفاده درست از کودهای دارای روی و بر در مزارع و باغهای کشور. معاونت تات. وزارت کشاورزی.

۱۱. بهاری. م.، پهلوانی، ر.، اکبری، ن.، احسان زاده، پ. ۱۳۸۴. تأثیر مقادیر مختلف کودهای کم مصرف آهن و مس بر رشد و عملکرد ژنوتیپهای نخود تحت شرایط دیم منطقه الیگودرز- ازنا در استان لرستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲: ۱۹۸ – ۱۹۰.

۱۲. جلینی، م. ۱۳۸۳. بررسی اثرات تنش آبی و مقادیر مختلف ازت روی خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۱ (۱): ۳۴-۲۵.

۱۳. حبیب زاده، ف.، امینی، ۱.، میرنیا، س. خ. ۱۳۸۲. بررسی تأثیر مصرف مقادیر مختلف پتاسیم و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا (Glycine max L.) در منطقه مازندران. مجله پژوهش و سازندگی ۶۱، ص ۲۴-۱۸.

۱۴. حبیبی، د.، پور اسماعیل، پ.، توسلی، ا.، مشهدی اکبر بوجار، م.، روشن، ب.، رفیعی، ح.، شکروی، م. ۱۳۸۴. بررسی استفاده از پلیمر سوپر جاذب در افزایش عملکرد و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت در ارقام مختلف لوبیا قرمز تحت تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۱۵. دانشیان، ج. ۱۳۷۹. بررسی اکوفیزیولوژیک اثر تنش کم آبی در سویا. پایان نامه دکتری زراعت. دانشکده کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات.

۱۶. راشت، ا.۱۳۷۴. اثرات زمان ومیزان مصرف پاکلوبوترازول بر خواص کمی وکیفی انگور سیاه شیراز. پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.

۱۷. رحیمی، م. م.، مظاهری، د.، خدابنده، ن. ۱۳۸۲. اثر ریزی مغذی ها بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم آفتابگردان در منطقه ارسنجان. مجله ی پژوهش و سازندگی ۶۱، ص ۱۰۳- ۹۶.

۱۸. رحیمی، م.م.، مظاهری، د.، طهماسبی سروستانی، ز. ۱۳۸۳. تأثیر عناصر ریزمغذی های آهن و روی بر روی عملکرد و اجزا عملکرد کشت دوم دو رقم آفتابگردان در منطقه ارسنجان. مجله ی پژوهش و سازندگی ۶۴، ص ۲۰-۱۶.

۱۹. رضایی زاد، ع. ۱۳۸۶. واکنش برخی ژنوتیپ های آفتابگردان به تنش خشکی با استفاده از شاخص های مختلف تنش خشکی. نهال و بذر ۲۳ (۱): ۵۸-۴۳.

۲۰. رفیعی، ح. حبیبی، د. خدابنده، ن. دانشیان، ج. مشهدی اکبر بوجار، م.، شکروی، م. ۱۳۸۴. آنزیم‌های آنتی اکسیدانت به عنوان معیاری جهت گزینش ارقام مقاوم به خشکی در آفتابگردان روغنی. چکیده مقالات اولین همایش علوم زیستی ایران.

۲۱. سپهر، ا. ۱۳۷۷. بررسی اثرات پتاسیم، منیزیم، گوگرد و عناصر ریزمغذی روی افزایش عملکرد و بهبود کیفیت آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

۲۲. ساعی، م. حبیبی، د. مشهدی اکبر بوجار، م. محمودی، ع و م، اردکانی. ۱۳۸۴. تعیین سطح فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت به عنوان یک پارامتر در تعیین گونه های مقاوم سورگوم علوفه ای به تنش خشکی. چکیده مقالات اولین همایش بین المللی علوم زیستی ایران.

۲۳. سالاردینی، ع.ا؛ و م. مجتهدی. ۱۳۶۷. اصول تغذیه گیاه. جلد دوم. (ترجمه). مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۳۱۵ ص.

۲۴. شافعی، س. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر تنش کم آبی بر برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و زراعی ارقام مختلف سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۲۵. شاهکو محلی، ح. ۱۳۸۲. نقش میکرو المنت روی در تولید گندم. مجله ی زیتون ۱۶۱: ۱۷-۱۲

۲۶. شریعت مداری، م. ۱۳۷۹. افزایش تولید و غنی سازی گندم با مصرف بهینه کودهای محتوی عناصر ریزمغذی و اثر آن در بهبود سلامت جامعه. مجله زیتون. ویژه نامه کاربرد مواد بیولوژیک.

۲۷. ضیائیان، ع. ح.، ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۹. اثرات کودهای حاوی عناصر ریزمغذی و زمان مصرف آنها در افزایش تولید و غنی سازی ذرت. مجله زیتون شماره ۱۴۶.

۲۸. عزیزی، م.، سلطانی، ا؛ و خاوری، س. ۱۳۷۸. کلزا، فیزیولوژی، زراعت، به نژادی و تکنولوژی زیستی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۳۰ صفحه.

۲۹. عطائی شیخ، ا. ۱۳۸۳. بررسی تنش خشکی بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و سطح فعالیتهای آنزیم‌های آنتی اکسیدانت در ارقام مختلف نخود. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۳۰. عمان، ع. حبیبی، د. مشهدی اکبر بوجار، م.، خدابنده، ن. ۱۳۸۴. آنزیم‌های آنتی اکسیدانت به عنوان شاخصی جهت انتخاب ژئوتیپهای مختلف آفتابگردان برای تحمل به خشکی. فصل نامه تخصصی زراعت و اصلاح نباتات ایران.

۳۱. عیوضی. ع.، عبداللهی، ش.، حسینی سالکده،، س، ق.، مجیدی هروان، ا؛ و محمدی، س. ا. ۱۳۸۴. بررسی تنش خشکی و شوری بر برخی صفات زراعی و فیزیولوژیک در ارقام جو. نهال و بذر ۲۱ (۳): ۴۵۶- ۴۴۱.

۳۲. فرایدی، ی. ۱۳۸۳. ارزیابی مقاومت به تنش خشکی در ژئوتیپهای نخود کابلی. مجله کشاورزی ۶ (۲): ۳۸-۲۷.

۳۳. فرجی، ا.، صادقی، س.، اسدی، م. ۱۳۸۴. بررسی اثر نیتروژن و آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا در گنبد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲ (۵): ۷۱-۶۳.

۳۴. فرخی، ا.، گالشی، س. ا.، زینلی، ا.، عبدل زاده، ا. ۱۳۸۳. بررسی تحمل به خشکی ۱۱ ژئوتیپ سویا (Glycine max L.) در مرحله رشد رویشی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۱ (۴): ۶۹-۵۹.

۳۵. فیضی اصل و.، کسرایی، ر.، مقدم، م.، ولیزاده، غ.ر. ۱۳۸۳. بررسی تشخیص کمبود و محدودیتهای جذب عناصر غذایی با استفاده از روش های مختلف با مصرف کودهای فسفر و روی برای گندم دیم رقم سرداری. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۱ (۳): ۳۳-۲۳.

۳۶. قاسمیان و. ۱۳۷۹. بررسی اثر عناصر ریزمغذی آهن، روی، منگنز بر کمیت و کیفیت بذر سویا در آذربایجان غربی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

۳۷. قربانلی، م. ل.، ساطعی، ل. ا.، مقیسه، ا. ۱۳۸۲. اثر مقادیر متفاوت شوری بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و نیترات ردوکتاز در ریشه و برگهای ارقام کلزا (Brassicanapus L.). مجله ی پژوهش و سازندگی ۵۸، ص ۴۳-۳۹.

۳۸. کافی، م.، مهدوی دامغانی، ع. ۱۳۷۹. مکانیسم های مقاومت گیاهان به تنش های محیطی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۳۹. کوچکی، ع؛ و م.، نصیری محلاتی. ۱۳۷۳. اکولوژی گیاهان زراعی. جلد اول. روابط گیاه و محیط. انتشارات جهاد دانشگاهی فردوسی مشهد. ۲۹۱ ص.

۴۰. کیخا، غ.، فنایی، ح. ر. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر محلول پاشی عناصر روی، بر، آهن بر عملکرد کمی و کیفی ارقام کلزا در منطقه سیستان. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان. وزارت جهاد کشاورزی.

۴۱. لاهوتی، م؛ و ر.، رحیم زاده. ۱۳۶۷. اصول فیزیولوژی گیاهی، جلد اول، انتشارات آستان قدس رضوی. ۵۹۷ ص.

۴۲. لطیفی، ن. ۱۳۷۲. اثر کمبود آب قبل و بعد از گلدهی بر مشخصات ظاهری، تولید ماده خشک و اندیس برداشت کلزا، اولین گنگره علوم زراعی ایران، دانشگده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

۴۳. محصلی و. ۱۳۸۲. تأثیر سطوح مختلف مس بر رشد و ترکیب شیمیایی گندم رقم فلات. مجله پژوهش و سازندگی ۶۱، ص ۳۱-۲۵.

۴۴. محفوظی، س.، مجیدی، ا.، تائب، م؛ و طالعی، ع. ۱۳۷۲. متدولوژی ارزیابی منابع تحمل به سرما در ارقام های گندم. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۴۵. مرشدی، ا.، نقیبی، ح. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر سطوح مختلف محلول پاشی مس و روی بر عملکرد و خواص کیفی دانه کلزا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۱ (۳): ۲۱-۱۵

۴۶. مرشدی، آ؛ و همکاران ۱۳۷۹. تأثیر محلول پاشی آهن و روی بر عملکرد، خواص کیفی و غنی‌سازی دانه های کلزا در برد سیر کرمان، مجله خاک و آب، ویژه نامه کلزا، جلد: ۱۲، ص ۶۸-۵۶.

۴۷. مساوات، س. ا.، آساد، م.، کامگار حقیقی، ع.، امام، ی.، شاهی، ع و خردنام، م. ۱۳۸۱. ارزیابی تغییرات مهم زراعی در دو شرایط تنش رطوبتی و آبیاری مطلوب در ذرت، چکیدۀ مقالات هفتمین کنگرۀ زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۷۳۵ ص.

۴۸. مظفری، ک.، عرشی، ی.، زینالی خانقاه، ح. ۱۳۷۵. بررسی اثر تنش خشکی در برخی از صفات مورفوفیزیولوژیکی و اجزاءعملکرد آفتابگردان. مجله ی نهال و بذر ۱۲ (۳): ۳۳- ۲۴.

۴۹. ملکوتی، م.ج.، تهرانی، م. م. ۱۳۷۸. نقش ریزمغذی ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. عناصر خرد با تأثیر کلان. دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ۲۹۹ ص.

۵۰. . منصوری فر، س.، مدرس ثانوی، س. ع.، جلالی جواران، م.، قلا وند، ا. ۱۳۸۴. تأثیر نقش رطوبتی و نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم ذرت. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲ (۴): ۶۰-۵۴.

۵۱. مهدوی دامغانی، ا، کافی، م. ۱۳۷۹. مکانیسم های مقاومت گیاهان به تنش خشکی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۵۲. ناخدا، ب.، هاشمی دزفولی، ا. بنی صدر، ن. ۱۳۷۹. بررسی تأثیر تنش کم آبی بر عملکرد علوفه و خصوصیات کیفی ارزن علوفه ای نوتریفید. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۱ (۴): ۷۱۲-۷۰۱.

۵۳. ناصری، ب. ۱۳۷۸. بررسی تأثیر کاربرد کودهای فسفره و روی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام گندم در منطقه سیستان، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۵۴. نیستانی، ا.، عظیم زاده، م. ۱۳۸۲. بررسی تحمل به خشکی در ارقام مختلف عدس. مجله کشاورزی ۵ (۱): ۶۹-۶۱.

۵۵. نیکخواه، ر. ۱۳۷۸. بررسی اثرات سایکوسل، آهن و روی بر رشد رویشی و خواص کمی و کیفی انگور سیاه شیراز. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.

۵۶. نورمحمدی، ق.، سیادت، ع.، کاشانی، ع. ۱۳۷۶. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.

۵۷. هورمون گیاهی سایکوسل اداره برنامه های آموزشی و ترویجی انتشارات فنی.

58. Alberte, R.S., and J. P. Thorner. 1977. Water stress effects on the content and organization of chlorophyll in mesophyll and bundle sheath chloroplasts of maize. Plant Physiology 59: 351-353.
59. Ashraf, M. Y., A. R. Azim, A. H. Khan, and S. A. Ala. 1994. Effect of water stress on total phenols, peroxidase activity and chlorophyll content in wheat (Triticum aestivum L.) Acta physiologia Plantarum 16: 185-191.
60. Ateegue, M., G.U. Malewar and S.D More. 1993. Influence of phosphorus and boron on yield and chemical composition of sunflower. J. of the Indian Society of soil Science. 41 (1): 100-102.
61. Bray, E. A. 1997. Plant response to water deficit. Trends in Plant Science 2: 48-54.
62. Bowler, C., M. Vanmotago and D.Inze. 1992. super oxide dismotase and stress tolerance, Ann. Rer. Plant physiology. 43: 83-116.
63. carter D.l. 1987 water relations and irrigation. In: E.G Heyne (ed) wheat and wheat Improvement. 2nd edition. Agronomy Monograph no. 13: 390-3
64.De Souza PI, Egli DB and Bruening WP, 1997. Water stress during seed filling and leaf senescence in soybean. Agron. J. 89: 807 – 812
65.Dionisio – Sec, M. L. and S. Tobita, 1998. Antioxidant responses of rice seedling to salinity stress. Plant Sci. 135: 1-9.
66. Dogget, H. 1970. Sorghum. Lougmans. 403 pp.
67. Egli, DB and Wardlaw IF, 1980. Temperature response of seed growth characteristics of soybean. Agron J. 72: 560-564.
68.104. Evans, L.T 1993. crop Evolution, Adaptation and Yield. Cambridge University press. 500 pp
69. Evans, L.T. and W.J. peacock. 1981. wheat science, today and tomorrow Cambridge University press. 283 pp.
70. Evans, L.T, I.F Wardlaw and R.A. Fisher. 1975. wheat in: L.T. Evans (ed). Crop physiology. Cambridge University press, Ca
71. Hilton, B. 1998. Effect of S, Cn, Fe, Cu, Mo application on sunflower yield and plant nutrient concentration. Common. Soil. Sci. pl. Aun. 16 (4): 411-425.
72. Jin, J., Sh. Ningwei., B. Jinhe. And G.Junping. 2006. Regulation of ascorbate peroxides at the transcript level is involved in tolerance to post harvest water deficit stress in the cut Rose (Rose hybrida L.) CV. Samantha.
73. Jha, A.N. and A.S. Chandel. 1987. Response of soybean to zinc application. Indian Journal of Agronomy. 32: 354 – 358.
74. Kastori R., M Plesnicar, D. Pakovi and Z. S akac. 1995. Photosynthsis, cholorophyll fluorescence and soluble carbohydrates in sunflower leaves as affected by boron deficiency. J. of plant Nutrition 18 (9).
75. Karamanos, R. E., Kruger, G. A., and Stewart, J. W. B. 1986. Copper deficiency in cereal and oilseed crops in northern Canadian prairie soils. Agron. J. 78: 317-323.
76. Kisiel, R., Babrzecka, D., and Kaliszewicz, D, 1995. Effect of nitrogen and copper fertilizer application on yield and direct production costs of wheat. Acta Agric. Tech. 31: 33-45.
77.Khamparia, N.K. 1996. Yield and yield attributing characters of Soybean as affected by levels of phosphorus and zinc and their interactions on vertisol. Crop Research Hisar. 12: 275 – 285
78.Kramer, P.J., 1983. Water Relation of Plants. Academic Press, New York.
79. Lersten, N. R. 1987. Morphology and anatomy of the wheat plant. In: E.G Henye (ed). Wheat and Wheat Improvement. 2nd edition. Agronomy Monograph NO. 13: 33-11

80.Marschner, H. 1985. Mineral nutrition of higher plants. 2nd. ed., Academic Press. New York, NY.
81.Milford, G.F.J., T.O. Pocock, and J. Riley. 1985. An analysis of leaf growth in sugarbeet. II: Leaf appearance in field crops. Annals of Applied Biology, 106, 163-172.
82.Martin, J.H, W.H Leonard and D.L Stamp. 1976. Principles of field crop production, 3rd edition. Collier Macmillan. 1118 pp.
83.Nuttal, W.F., H, Ukrainetz. J.W.B. Stewart and D.T. Spurr. 1987. The effect of nitrogen. Sulfer and boron on yield and quality of rapeseed (B.napus and B. campestris). Can. J. Soil Sci. 67: 545-559.
84..Prasad, R., and Power, J.F. 1997. Soil fertility management for sustainable agriculture. Lewis, New York.
85.Ramesh. 2001; Effect of P, Fe, on the yield of sunflower. Ann. Agri: Res. 4: 2. 145 – 150.
86.Razi, H., and Assad, M. T. 1999. Comparison of selection criteria in normal and limited irrigation in sunflower. Euphytica 105: 83-90.
87.Richards, R.A., and Thurling, N. 1978. Variation between and within species of rapeseed (B. compestris and B. napus) in response to drought stress. Sensitivity at different stages of development. Aust. J. Agric Res, 29: 469 – 477.
88.Richards, R.A. 1992. Increasing salinity tolerance of grain crops: is it worthwhile? Plant & soil 146: 189-98
89.Richards, R.A. 1978. Variation within and between species of rapeseed (B. compestris) in response to drought stress: Physiological and Physicochemical characters. Aust, J. Agric. Res, 29: 491-501.
90.Simmons, S.R. 1987. Growth, development and physiology. In: E.G
91.Singh, B. R., and D. P. Singh. 1992. Effects of irrigation on plant water relations in the canopy profiles of sorghum, maize and pearl millet. Crop Res. 5(3): 412-416.
92.Singh, S. 2000. Effect of Fe, Zn on growth of sunflower. S. Environmental. 34: 1-2, 57 – 63.
93.Singh, R. R. K. Sharma and M.Singh. 1996. Effect of P, Z n, Fe, CaCo3 and Farmyard manure application on yield and guality of
94.Sullivan and East JD (1994) Plant physiological response to water stress. Agri. Meteorol. 14: 113-27.
95.Taiz, L., and E. Zigger. 1988. Plant physiology, 2nd edition. The lowa State University Press, Ames. P. 560.
96.Tang, T., and Miller, D. M. 1991. Growth and tissue composition of rice grown in soil treated with inorganic copper. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 2: 2037 – 2045.
97.Tezara W, Mitchell VJ, Driscoll SD and Lawlor DW, 1999. Water stress inhibits plant photosynthesis by decreasing coupling factor and ATP. Nature. 1401: 914-917.
98.Turk, K.J., A.E. Hall. And G.W.Asbell. 1980. Drought adaption of cowpea. I influence of drought on seed yield Argon. J. 72: 413-42.
99.Williams, J.T. (ed) 1995. cereals and Pseudocereals. Chapman & Hall. 280 pp.
100.Wilson, J.R., 1983. Effect of water stress on invitro dry matter digestibility and chemical composition of herbage of tropical pasture species. Aust. J.Agric. Res., 34: 377-390.
101.Yegappan. T.M., D.M. pat on. 1982. water stress in sunflower response of cypsela size. Annuals of Botany by London. 4 (1): 63-65.
102.Young, C. B. and J. Jung. 1999. Water deficit – induced oxidative stress and antioxidative defenses in rice plants. J.Plant Physiol. 155: 255-267.
103.Zadoks, J.C, T.T. Chaug and KouZak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weeds Res. 14: 415-421.