بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه آب و خاک

عنوان پایان نامه:

تأثیر قارچ میکوریزا *Glomus versiform* ، غلظت مولیبدن و شوری بر خصوصیات شیمیایی خاک و عملکرد کمی و کیفی گیاه ذرت

مینا عبدالهی

استاد راهنما:

هادی قربانی

مصطفی حیدری

استاد مشاور:

حمیدرضا اصغری

زمستان ۹۳

تقدیم به:

پدرم بزرگواری که ایمان، شجاعت و پشتکار را از او آموختم و کسی که همواره مرا پند و اندرزهای حکیمانه‌ی خویش در مسیر زندگی رهنمون ساخت.

مادرم آن اسوه‌ی ایمان، صبر و محبت، بزرگواری که وجود مرا از چشمه سار بی پایان محبت خود سیراب نمود و مرا تا ابد مدیون خود ساخت.

به خانواده‌ی گرامی:

که ذره ذره‌ی وجودم در جمع پر مهرشان بالیدن آغاز کرد و با تحمل زحمات، مرا در ادامه‌ی تحصیل یاری نموده اند.

سپاسگزاری:

حمد و سپاس فراوان پروردگار عالمیان را که اندیشه و عشق را به بشر ارزانی داشت تا با کنکاش در تمام اسرار آفرینش، یگانگی ذات هستی را به جلوه‌ی حق دانسته و نه تنها از جهل و نادانی بگریزد، بلکه به مقام معشوق نزدیک گردد. عالی ترین مراتب سپاس و قدر دانی خود را به محضر استاد محترم راهنما دکتر هادی قربانی و دکتر مصطفی حیدری، استاد مشاور دکتر حمیدرضا اصغری که در طی مراحل تحقیق و در نهایت صبر و صمیمیت و شکیبایی، بزرگوارانه بنده را در انجام امور پایان نامه یاری فرمودند، سپاسگذاری نمایم.

بر خود لازم می دانم مراتب تقدیر و تشکر خود را از همه‌ی بزرگوارانی که مرا در انجام این پژوهش یاری نمودند اعلام نمایم.

تعهد نامه

اینجانب مینا عبدالهی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی - علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه تاثیر قارچ میکوریزا *Glomus versiform* ، غلظت مولیبدن و شوری بر خصوصیات شیمیایی خاک و عملکرد کمی و کیفی گیاه ذرت تحت راهنمائی دکتر هادی قربانی و دکتر مصطفی حیدری متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

* متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه های تکثیر شده پایان نامه وجود داشته باشد .

چکیده

به منظور بررسی سطوح مختلف مولیبدن، شوری و قارچ میکوریزا *Glomus versiform* بر خصوصیات شیمیایی خاک و عملکرد کمی و کیفی گیاه ذرت آزمایشی گلدانی بصورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۲ در دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح مولیبدن۰ ، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک به عنوان عامل اول، سه سطح شوری ۰، ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متربه عنوان عامل دوم و دو سطح تلقیح و عدم تلقیح با قارچ میکوریزا *Glomus versiform* به عنوان عامل سوم لحاظ شد. نتایج نشان داد که شوری تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک گیاه داشت. در این بین میکوریزا سبب افزایش وزن خشک گردید. شوری و میکوریزا اثر معنی‌داری بر کربوهیدرات برگ داشتند. در این آزمایش پرولین ریشه تحت تاثیر شوری به طور معنی داری افزایش نشان داد. شوری سبب کاهش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی نظیر کلروفیل a، کلروفیل b، کارتنوئید، فلاونوئید و آنتوسیانین شد، در حالی‌که تلقیح میکوریزایی و کاربرد سطوح مختلف مولیبدن باعث افزایش آنها شد. بررسی اثرات متقابل شوری و میکوریزا نشان داد که وقتی گیاهان بالاترین سطح شوری را همراه با عدم تلقیح میکوریزا دریافت کردند میزان سدیم برگ افزایش یافت. در این بین میکوریزا توانست به طور معنی‌داری میزان سدیم برگ را کاهش دهد. کاربرد همزمان شوری و مولیبدن و میکوریزا اثر معنی‌داری بر پتاسیم برگ داشت. اثرات سه‌گانه تیمارها بر میزان مولیبدن برگ معنی‌دار شد. افزایش شوری تا سطح ۴ دسی زیمنس بر متر به همراه کاربرد ۰/۰۱ گرم بر کیلوگرم مولیبدن منجر به افزایش آنزیم کاتالاز گردید اما در غلظت بالاتر شوری و مولیبدن از مقادیر آنها کاسته شد. در بررسی اثر متقابل میکوریزا و مولیبدن بر آنزیم گایاکول پر اکسیداز می‌توان گفت که کاربرد توام مولیبدن و میکوریزا سبب افزایش میزان این آنزیم شده است. شوری میزان هدایت الکتریکی خاک را افزایش داد. استفاده از میکوریزا توانست فسفر قابل جذب خاک را افزایش دهد. کاربرد مولیبدن و قارچ میکوریزا منجر به افزایش میزان مولیبدن کل خاک شد در حالی که شوری تاثیر متفاوتی بر میزان این صفت گذاشت.

کلمات کلیدی: میکوریزا، مولیبدن، شوری، ذرت.

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

بررسی اثر همزیستی قارچ *Glomus vermiform* و سطوح مختلف شوری بـر برخـی صـفات فیزیولوژیـک ذرت، اولین همایش ملی مدیریت پایدار منابع خاک و محیط زیست، دانشگاه شهید باهنر کرمان ۱۹ و ۲۰ شهریور۱۳۹۳

بررسی سطوح مختلف شوری بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک در حضور قارچ میکـوریزا درگیـاه ذرت، دومین همایش ملی بیابان با رویکرد مدیریت مناطق کویری، دانشگاه سمنان، آبان ۱۳۹۳

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه	۱
فصل دوم: بررسی منابع	۷
۲-۱- ذرت	۸
۲-۱-۱-مبدأ و تاریخچه	۸
۲-۱-۲- گیاه شناسی ذرت	۹
۲-۱-۳- اکولوژی ذرت	۱۰
۲-۲- تنش	۱۰
۲-۲-۱- تنش شوری	۱۱
۲-۲-۱-۱- تاثیر تنش شوری بر پارامترهای رشدی و فیزیولوژیک گیاهان	۱۱
۲-۲-۱-۲- اصول سازگاری گیاهان به تنش شوری	۱۳
۲-۲-۱-۳-تقسیم بندی گیاهان بر اساس واکنش آنها به تنش شوری	۱۴
۲-۲-۱-۳-۱- شوری رست ها (هالوفیت ها)	۱۴
۲-۲-۱-۳-۲- غیر شوری رست ها یا شیرین رست ها	۱۴
۲-۳- کودهای بیولوژیک	۱۵
۲-۳-۱- انواع کودهای بیولوژیک	۱۶
۲-۳-۱-۱- قارچهای میکوریزا	۱۷
۲-۳-۱-۲- تقسیم بندی قارچهای میکوریزا	۱۷

۲-۳-۱-۲-۱- اکتومیکوریزا..... ۱۸
۲-۳-۱-۲-۲- اندومیکوریزا..... ۱۸
۲-۳-۱-۲-۳- اکت-اندومیکوریزا..... ۱۹
۲-۳-۱-۳- قارچ های میکوریزا آرباسکولار (AM)..... ۱۹
۲-۳-۱-۴-فوائد رابطه همزیستی با قارچ میکوریزا..... ۲۰
۲-۳-۱-۴-۱- افزایش تحمل گیاه زراعی در برابر تنش های غیر زنده..... ۲۰
۲-۳-۱-۴-۲- محافظت گیاهان در برابر تنش های زنده..... ۲۱
۲-۳-۱-۴-۳- تاثیر قارچ میکوریزا بر عملکرد..... ۲۲
۲-۳-۱-۴-۴- میکوریزا و اثرات تغذیه ای آن در گیاه میزبان..... ۲۲
۲-۴- مولیبدن ۲۴
۲-۴-۱- مولیبدن خاک..... ۲۴
۲-۴-۲- مولیبدن در تغذیه گیاه ۲۴
۲-۴-۳- تاثیر متقابل شوری و مولیبدن..... ۲۶
فصل سوم: مواد و روشها..... ۲۹
۳-۱-زمان، موقعیت جغرافیایی و اقلیمی محل اجرای آزمایش..... ۳۰
۳-۲-مشخصات خاک مورد آزمایش..... ۳۰
۳-۳- مشخصات طرح آزمایشی..... ۳۱
۳-۴- اندازه گیری کلروفیل‌های a و b، کارتنوئید..... ۳۲
۳-۶- اندازه گیری میزان فسفر اندام هوایی..... ۳۳

۳-۷- اندازه گیری میزان آنتوسیانین و فلاونوئید..... ۳۴
۳-۸- اندازه گیری میزان کربوهیدرات محلول اندام هوایی و ریشه..... ۳۴
۳-۹- اندازه گیری سدیم و پتاسیم اندام هوایی..... ۳۵
۳-۱۰- اندازه گیری آنزیم ها..... ۳۵
۳-۱۰-۱- روش محلول سازی..... ۳۵
۳-۱۰-۲- روش آماده سازی بافر فسفات پتاسیم..... ۳۶
۳-۱۰-۳- روش آماده سازی بافر فسفات سدیم..... ۳۶
۳-۱۰-۴- طرز تهیه عصاره آنزیمی..... ۳۶
۳-۱۰-۵- آنزیم کاتالاز (CAT)..... ۳۷
۳-۱۰-۶- آنزیم گایاکول پراکسیداز (GPX) ۳۷
۳-۱۱- اندازه گیری پرولین ریشه..... ۳۷
۳-۱۲- اندازه گیری مولیبدن اندام هوایی..... ۳۸
۳-۱۳- اندازه گیری هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک..... ۳۸
۳-۱۴- اندازه گیری فسفر قابل جذب خاک..... ۳۸
۳-۱۴-۱- تهیه محلول استاندارد سدیم بی کربنات..... ۳۹
۳-۱۴-۲- استانداردهای مورد نیاز اسپکتروفتومتری..... ۳۹
۳-۱۴-۳-روش کالریمتری..... ۴۰
۳-۱۵- اندازه گیری مولیبدن خاک..... ۴۰
۳-۱۶- اندازه گیری سایر پارامترهای خاک اولیه..... ۴۰

۳-۱۷- تجزیه و تحلیل داده ها..... ۴۱
فصل چهارم: نتایج و بحث..... ۴۳
۴-۱- وزن خشک تک بوته..... ۴۴
۴-۲- تنظیم کننده های اسمزی..... ۴۷
۴-۲-۱-کربوهیدرات برگ..... ۴۷
۴-۲-۲-کربوهیدرات ریشه..... ۴۸
۴-۲-۳- پرولین ریشه..... ۴۸
۴-۳- رنگیزه های فتوسنتزی..... ۴۹
۴-۳-۱-کلروفیل a..... ۴۹
۴-۳-۲- کلروفیل b..... ۵۱
۴-۳-۳- کارتنوئید..... ۵۲
۴-۳-۴- آنتوسیانین..... ۵۵
۴-۳-۵- فلاونوئید..... ۵۶
۴-۴- عناصر..... ۵۷
۴-۴-۱-سدیم برگ..... ۵۷
۴-۴-۲- پتاسیم برگ..... ۶۱
۴-۴-۳- فسفر برگ..... ۶۳
۴-۴-۴- مولیبدن برگ..... ۶۳
۴-۵- آنزیم های آنتی اکسیدان..... ۶۵

۴-۵-۱- کاتالاز (CAT)..... ۶۵
۴-۵-۲- گایاکول پراکسیداز (GPX)..... ۶۷
۴-۶- صفات اندازه گیری شده مربوط به خاک..... ۶۸
۴-۶-۱- اسیدیته خاک (pH)..... ۶۸
۴-۶-۲-هدایت الکتریکی (EC)..... ۶۸
۴-۶-۳- فسفر قابل جذب خاک..... ۶۹
۴-۶-۴- مولیبدن کل خاک..... ۷۰
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات..... ۷۳
نتیجه گیری نهایی..... ۷۴
پیشنهادات..... ۷۶
پیوست..... ۷۷
منابع..... ۸۳

فهرست اشکال

شکل ۲-۱ طبقه‌بندی قارچ‌های AM به همراه تعدادی نمونه بزرگ‌نمایی شده اسپور آنها..... ۲۰
۴-۱- تاثیر شوری بر وزن خشک تک بوته ذرت..... ۴۵
۴-۲- تاثیر مولیبدن بر وزن خشک تک بوته ذرت..... ۴۶
۴-۳- تاثیر میکوریزا بر وزن خشک تک بوته ذرت..... ۴۷
۴-۴- تاثیر شوری و میکوریزا بر کربوهیدرات برگ ذرت..... ۴۸
۴-۵- تاثیر شوری بر پرولین ریشه گیاه ذرت..... ۴۹

۴-۶- تاثیر مولیبدن و شوری بر کلروفیل a برگ گیاه ذرت..... ۵۰
۴-۷- تاثیر شوری، مولیبدن و میکوریزا بر کلروفیل b برگ گیاه ذرت..... ۵۲
۴-۸- تاثیر شوری و مولیبدن بر کارتنوئید برگ گیاه ذرت..... ۵۳
۴-۹- تاثیر شوری و میکوریزا بر کارتنوئید برگ گیاه ذرت..... ۵۴
۴-۱۰- تاثیر مولیبدن و میکوریزا بر کارتنوئید برگ گیاه ذرت..... ۵۴
۴-۱۱- تاثیر شوری، مولیبدن و میکوریزا بر آنتوسیانین برگ گیاه ذرت..... ۵۶
۴-۱۲- تاثیر شوری بر فلاونوئید برگ گیاه ذرت..... ۵۷
۴-۱۳- تاثیر شوری و مولیبدن بر سدیم برگ گیاه ذرت..... ۵۸
۴-۱۴- تاثیر شوری و میکوریزا بر سدیم برگ گیاه ذرت..... ۵۹
۴-۱۵-تاثیر مولیبدن و میکوریزا بر سدیم برگ گیاه ذرت..... ۶۱
۴-۱۶- تاثیر شوری، مولیبدن و میکوریزا بر پتاسیم برگ گیاه ذرت..... ۶۳
۴-۱۷- تاثیر شوری، مولیبدن و میکوریزا بر مولیبدن برگ در گیاه ذرت..... ۶۴
۴-۱۸- تاثیر شوری و مولیبدن برکاتالاز برگ گیاه ذرت..... ۶۶
۴-۱۹- تاثیر میکوریزا بر کاتالاز برگ گیاه ذرت..... ۶۷
۴-۲۰-تاثیر مولیبدن و میکوریزا بر گایاکول پراکسیداز برگ گیاه ذرت..... ۶۸
۴-۲۱- اثر شوری بر هدایت الکتریکی خاک..... ۶۹
۴-۲۲- تاثیر میکوریز بر فسفر قابل جذب خاک..... ۷۰
۴-۲۳- اثر شوری، مولیبدن و میکوریزا بر مولیبدن کل خاک..... ۷۱

فهرست جداول

جدول ۳-۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش..... ۳۱

جدول پیوست ۱- تجزیه واریانس وزن خشک تک بوته، کربوهیدرات برگ، کربوهیدرات و پرولین ریشه گیاه ذرت تحت تاثیر شوری، مولیبدن و میکوریزا..... ۷۸

جدول پیوست ۲- تجزیه واریانس کلروفیلa ،کلروفیلb ، آنتوسیانین، فلاونوئید و کارتنوئید برگ گیاه ذرت تحت تاثیر شوری، مولیبدن ومیکوریزا..... ۷۹

جدول پیوست ۳- تجزیه واریانس سدیم برگ، پتاسیم برگ، فسفر برگ و مولیبدن برگ گیاه ذرت تحت تاثیر شوری، مولیبدن و میکوریزا..... ۸۰

جدول پیوست ۴- تجزیه واریانس کاتالاز وگایاکول پراکسیداز تحت تاثیر شوری، مولیبدن و میکوریزا در گیاه ذرت..... ۸۱

جدول پیوست ۵- تجزیه واریانس اسیدیته، هدایت الکتریکی، فسفر قابل جذب و مولیبدن کل خاک تحت تاثیر شوری، مولیبدن و میکوریزا..... ۸۲

فصل اول

مقدمه

مقدمه

مسئله شوری و تجمع املاح در سطح خاک از جمله معضلات و مشکلات جدی کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد که موجب کاهش عملکرد و سطح زیرکشت می‌شود (ال-کاراکی و حامد، ۲۰۰۱). طبق برآورد بخش محیط‌زیست سازمان ملل متحد تقریبا ۲۰ درصد از اراضی کشاورزی و درصد از زمین‌های زراعی قابل کشت در دنیا تحت تنش شوری می‌باشند (فلاورز و یو، ۱۹۹۵). در ایران مساحت خاک‌هایی که به نوعی تحت تاثیر شوری قرار دارند، بالغ بر۳۲ میلیون هکتار است که نزدیک به ۳۰ درصد از سطح کل کشور و ۵۵ درصد از اراضی قابل کشت را شامل می‌شود (آنونیموس،۱۹۹۴). با توجه به اینکه ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار دارد، لذا در بسیاری از مناطق آن محدودیت آب شیرین سبب شده تا کشاورزان به منظور تولید محصولات زراعی از آب‌هایی با کیفیت پایین و شور استفاده کنند. بنابراین شوری جزء لاینفک بخش زیادی از مناطق زراعی در ایران است (کافی و همکاران، ۱۳۸۲). فرآیندهایی از قبیل جوانه‌زنی بذر، رشد دانه، رشد رویشی و گلدهی تحت تاثیر غلظت زیاد نمک قرار می-گیرند و درنهایت باعث کاهش عملکرد و کیفیت محصول می‌شوند (سایرام و تایجی، ۲۰۰۴).

استفاده از کودهای بیولوژیک در کشاورزی از قدمت بسیار زیادی برخوردار نیست و در گذشته نه چندان دور تمام مواد غذایی مورد استفاده انسان با استفاده از چنین منابع ارزشمندی تولید می‌شده است. ولی بهره برداری علمی از این گونه منابع سابقه چندانی ندارد. بدون تردید کاربرد کودهای بیولوژیک علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیه خصوصیات خاک دارد، از جنبه‌های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی نیز مثمر ثمر واقع شده و می‌تواند به عنوان جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی باشد. اگرچه کاربرد کودهای بیولوژیک به علل مختلف در طی چند دهه گذشته کاهش یافته است ولی امروزه با توجه به مشکلاتی که مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی بوجود آورده است، استفاده از آنها در کشاورزی مجدداً مطرح شده است. بدون تردید کاربرد کودهای بیولوژیک علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیه خصوصیات

خاک دارد، از جنبه‌های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی نیز مثمر ثمر واقع شده و می‌تواند به عنـوان جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی باشد. در حال حاضر نگرش‌های جدیدی که در ارتباط با کشاورزی تحت عنوان کشاورزی پایدار، ارگانیک و بیولوژیک مطرح می‌باشد به بهـره بـرداری از چنـین منابعی استوار است (صالح راستین،۱۳۸۰).

قارچ‌های شاخه گلومرومایکوتا که همزیست ریشه گیاهانند، می‌توانند باعث افزایش رشـد و محصـول، تشکیل هورمون رشد، تحمل به ماده سمی کروم موجود در خـاک، مقاومـت بـه بیمارگرهـای خـاکزی در زمین‌های زراعی، استقرار گیاهان در زمین‌های بایر یا آلوده به مواد سمی و کاهش نیاز گیاهان به کودهای شیمیایی خصوصا کودهای فسفره گردند (ال-کاراکی و ال-امـوش،۲۰۰۲). در گیاهـان همزیسـت بـا ایـن قارچ، تحمل در مقابل تنش‌های زیستی و غیرزیستی از قبیل خشکی، شوری، عناصر سنگین و پـاتوژن‌هـا افزایش می‌یابد، همچنین قارچ‌های میکوریزا به کربوهیدرات‌های حاصل از فرآورده‌های فتوسنتزی گیاهان نیاز داشته و در مقابل موجب جذب و انتقال مواد معدنی به گیاه میزبان می‌شوند (رویز-لونزو،۲۰۰۳).

از دیگر خسارات ناشی از شوری تاثیر سوء آن بر جذب عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف می‌باشد. یکی از عناصر کم مصرفی که می تواند نقش مهمی در رشد و فرآیند گیاهان داشته و جذب آن در شرایط شوری دچار اختلال می‌شود، عنصر مولیبدن است (مورفی و والش،۱۹۷۲). مولیبدن یـک عنصـر ضـروری است که نقش مهمی در فرایندهای بیوشـیمیایی در میکروارگانیسـمها، گیاهـان وحیوانـات ایفـا مـی‌کنـد (ویلیامز و فراستو دا سیلوا،۲۰۰۲). این عنصر به طور طبیعی در خاک وجود دارد. دامنه غلظت‌های زمینه بین ۰/۲ و ۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. در حالی که در خاک‌های غنی از فلز ممکن است این مقدار حتی تا حد۱۰- ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نیز رسیده باشد (هی و همکاران، ۲۰۰۵). اغلب گونـه‌هـای محلـول مولیبدات در خاک آمونیوم مولیبدات (MoO_4^{2-}) با پروتوناسیون در محلول خاک با pH پایین است (بوکرز و همکاران،۲۰۱۰). مولیبدن در آنزیم‌هایی که نقش مهمی در چرخه‌هـای بیوشـیمیایی N، S و P شـامل

احیا نیترات، تثبیت نیتروژن و واکنش‌های اکسیداز ایفا می‌کنند دخالت دارد (ویلیامز و فراستو دا سیلوا، ۲۰۰۲). به نظر می‌رسد که مولیبدن از لحاظ کاتالیتیکی در سیستم‌های بیولوژیکی تا زمانی که با یک کوفاکتور خاص ترکیب شود، غیرفعال است. بیش از ۴۰ آنزیم وابسته به مولیبدن واکنش‌های اکسید و احیا مختلفی را در تمام میکروارگانیسم‌ها انجام می‌دهند، اما تنها ۴ نوع از این آنزیم‌ها در گیاهان یافت شده است (مندل و هانش، ۲۰۰۲). مولیبدن در جذب و انتقال آهن در گیاهان نقش اساسی دارد و در فرآیند تبدیل فسفر معدنی به فسفر آلی در گیاه ضروری است. گوبلر و همکاران (۱۹۶۶) اعلام نمودند که کمبود مولیبدن اثرات زیادی بر تشکیل دانه گرده در ذرت دارد و در شرایط کمبود ظرفیت تولید دانه گرده، قطر دانه گرده و قدرت رویش دانه گرده کاهش می یابد.

زمانی که گیاه تحت تنش قرار می‌گیرد یا دچار کمبود مولیبدن می‌شود، تبدیل نیترات به پروتئین کاهش یافته و نیترات در بافت‌های گیاه تجمع می‌یابد (تازل و همکاران، ۲۰۰۱). هنگامی که نیترات بدون مولیبدن مصرف می‌شود، رشد گیاهان ضعیف، غلظت کلروفیل آنها اندک و نشانه‌های آشکار کمبود نیتروژن در برگ‌ها نمایان می‌شود (کیسر و همکاران، ۲۰۰۵). کمبود مولیبدن در خاک‌های اسیدی مشاهده می‌شود و تنها عنصری است که نسبت به سایر عناصر حالت عکس دارد. یعنی با افزایش pH خاک، قابلیت جذب آن برای گیاه افزایش پیدا می‌کند. جذب مولیبدن در غلظت‌های بالا، موجب اختلالات فیزیولوژیک و تغییر در مسیرهای متابولیک گیاهان می‌شود (وارنر و کلینهاف،۱۹۹۲). در غلظت‌های بالا مولیبدن علامت سمیت مشخصی دارد. در گوجه‌فرنگی و گل‌کلم بالغ ، در غلظت بالای مولیبدن در برگ‌ها آنتوسیانین ذخیره می‌شود و به رنگ ارغوانی در می‌آیند، در صورتی که در بقولات برگ‌ها به زردی می-گرایند (گوپتا ، ۱۹۹۷).

علی رغم تحقیقات گسترده‌ای که درباره همزیستی قارچ‌های میکوریزا با گیاهان مختلف زراعی صورت گرفته، هنوز اطلاعات محدودی در رابطه با همزیستی گیاه ذرت وجود دارد. از طرف دیگر زمین های

زراعی کشور ایران در منطقه تحت تنش شوری قرار دارند و رشد گیاهان زراعی در این خـاک هـا کـاهش چشمگیری دارد. از این جهت مصرف قارچ مایکوریزا در شرایط بروز تنش شوری جهت تعدیل اثـرات آن و غلظت های مختلف عنصر مولیبدن جهت رشد مناسب گیاه مورد بررسی قرار گرفت.

لذا این آزمایش در پی پاسخگویی به سوالات زیر است:

۱. قارچ میکوریزا *Glomus versiform* در حضورغلظتهای مختلف مولیبدن وشوری خاک منجر به چه نوع تغییرات شیمیایی در خاک می شود؟

۲. آیا در حضور قارچ *Glomus versiform*، عنصر مولیبدن و شـوری خـاک تغییـری در عملکـرد کمـی و کیفی گیاه ذرت بوجود می آید؟

فصل دوم

بررسی

منابع

۲-۱ ذرت

۲-۱-۱ مبدأ و تاریخچه

ذرت گیاهی است تک لپه، یکساله از گروه غلات که امروزه نقش مهمی را در تولیدات کشاورزی ایفا میکند. رشد سریع جمعیت در کشورها و نیاز روز افزون به مواد غذایی، ضرورت افزایش تولیدات کشاورزی را مشخص می‌سازد. در بین غلات، ذرت گیاهی است که از هزاران سال پیش به عنوان غذا مورد استفاده انسان و حیوانات و پرندگان بوده است. در باب کشت و کار ذرت نمیتوان تاریخ دقیقی مشخص کرد و نظرات متفاوتی درباره منشا آن ابراز شده است. براساس تحقیقات انجام شده به احتمال زیاد مبدا این گیاه را مکزیک و امریکای مرکزی و نیز کشورهای امریکای جنوبی از قبیل پرو، بولیوی و اکوادور دانسته‌اند (تاج بخش، ۱۳۷۵). در واقع در زمانی که کریستف کلمب قاره امریکا را کشف کرد با این گیاه مواجه شد و آنرا mais نامید زیرا ذرت توسط سرخ پوستان قبیله ماهیز (mahis) کشت می‌گردید. سال‌ها بعد لینه نیز این اسم را تایید نمود و آن را ثبت کرد (فائو، ۲۰۰۰). بر طبق برخی از گزارشات باستان شناسی، مشخص شده است که در حدود ۴۵۰۰ سال پیش این گیاه در کشورهای امریکای جنوبی کشت می‌شده است (خدابنده، ۱۳۷۵).

مهمترین کشور تولیدکننده ذرت ، امریکا می‌باشد. امریکا با ۳۸/۹ درصد سطح زیر کشت جهانی ذرت، اندکی بیش از نیمی از تولید جهانی ذرت را به خود اختصاص داده است. میزان تولید ذرت در امریکا ۴۴۸ میلیون در تن در سال ۲۰۱۰ است.

فائو[1] در آخرین گزارش خود با عنوان چشم انداز غذایی جهان در سال ۲۰۱۱ اعلام کرد تولید ذرت در ایران طی سال ۲۰۱۱ با افزایش قابل ملاحظه ۳۰ درصد مواجه شده است. ایران در سال ۲۰۱۰ تنها یک میلیون تن ذرت تولید کرده بود که این رقم در سال جاری به ۱/۳ میلیون تن افزایش یافته است. به دلیل

1- Food and Agriculture Organization of the United Nations

افزایش تولید داخلی واردات ایران طی این سال ۴۰۰ هزار تن کاهش یافته و حجم کل ذرت وارداتی به ایران از ۳/۴ میلیون تن در سال گذشته به ۳ میلیون تن در سال جاری رسیده است. تولید سایر غلات ایران نیز از ۴/۷ میلیون تن به ۵ میلیون تن در سال ۲۰۱۱ افزایش یافته است (فائو، ۲۰۱۱).

۲-۱-۲ گیاه شناسی ذرت

ذرت گیاهی یک‌ساله از خانواده گندمیان *Poaceae* با نام علمی *Zea mays* L. با ۲n =۲۰ کروموزوم است و از لحاظ فیزیولوژیکی جزء گیاهان ۴ کربنه بوده و دارای رشد رویشی بسیار سریع و از توان تولیدی بالایی برخوردار است. ذرت تنوع فنوتیپی بسیار زیادی دارد. یکی از قسمت‌های اصلی گیاه ذرت سیستم ریشه‌ای آن است. ریشه ذرت از نوع افشان و گسترده بوده و عمق نفوذ آن در خاک به حدود ۱/۳ متر و در بعضی شرایط به ۲ متر هم می‌رسد (مارتین، ۱۹۹۸). ریشه های ذرت عمدتا در مرحله گرده‌افشانی متوقف می‌شوند. تعداد ریشه اولیه ۳-۵ بوده بر خلاف ریشه‌های اولیه بعضی از غلات که پس از تکمیل ریشه‌های ثانویه از بین می‌روند، در این گیاه باقی می‌ماند و از گیاه جدا نمی‌شود. ریشه‌های ثانویه که به ریشه دائمی نیز مشهور هستند به تعداد ۱۵-۲۰ برابر ریشه اولیه بوده، و از میان گره ساقه و از ۳-۵ سانتی‌متری خاک تشکیل می‌شوند. ریشه‌های هوایی که به ریشه‌های نا به جا معروف هستند از گره‌های دوم و سوم در بالای سطح خاک به وجود می‌آیند و ضمن کمک به استقرار نبات در خاک در جذب آب و مواد غذایی نیز مؤثرند (امام، ۱۳۸۳).

ساقه یک‌ساله ذرت، راست و مستقیم، ضخیم، بند بند، توپر و سخت و محکم است و معمولاًبه ارتفاع ۲تا ۳ متر می رسد ولی در بعضی از انواع زودرس به ارتفاع ۹۰ سانتیمتر و در برخی تا ۵۰ سانتی‌متر(پاپ کورن) و کمتر ارتفاع دارد و درمناطق حارّه ونیمه حارّه امکان دارد بلندی ساقه ذرت تا ۶ یا ۷ متر و قطر ساقه آن به ۳ تا ۴ سانتی‌متر برسد. ساقه ذرّت بطور معمول ۱۴ گره دارد ولی این گره های ساقه را بعضی

اوقات از ۸ تا ۲۱ گره هم شمارش کرده‌اند. میان گره های ذرّت معمولاً در نزدیکی زمین کوتاه و هرچه ارتفاع نبات بیشتر می‌شود زیادتر می‌گردد (امام، ۱۳۸۳).

ذرت یک گیاه یک پایه است که گل‌های نر و ماده در دو گل آذین جدا از هم ولی بر روی یک گیاه قرار دارند. ذرت به دلیل بی‌همتا بودن گل آذینش در بین غلات متمایز می‌باشد. آرایش گل‌های نر در انتهای ساقه و آرایش گل‌های ماده در محل گره‌ها و در کنار برگ می‌باشد. ذرت به دلیل بی‌همتا بودن گل آذینش در بین غلات متمایز می‌باشد. عمل گرده افشانی طبیعی در ذرت به وسیله باد صورت می‌گیرد. معمولا حدود ۹۵ درصد گل‌های ماده یک پایه به صورت دگرگرده‌افشانی و ۵ درصد به صورت خودگرده-افشانی تلقیح می‌شوند (امام، ۱۳۸۳).

۲-۱-۳ اکولوژی ذرت

به سبب گوناگونی بسیار در ارقام ذرت، امکان کشت آن در محدوده گسترده‌ای از شرایط آب و هوایی وجود دارد. ذرت در خاک‌های گوناگونی رشد می‌کند و قدرت تحمل pH در محدوده ۵ تا ۸ دارا است. حداقل دمای مورد نیاز برای جوانه‌زنی ذرت ۱۰ درجه سانتی‌گراد است. دمای بهینه برای جوانه‌زنی ذرت ۲۰-۱۸ درجه سانتی‌گراد و برای رشد رویشی ۳۰-۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در دمای بیشتر کاشت زودهنگام ذرت در بهار با استفاده بیشتر از انرژی تابشی ، نهال بذرها را با خطر سرمای زمستان اول بهار روبرو کند. چنانچه در اوایل فصل، هوا سرد (کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد) و مرطوب باشد، رشد اولیه نهال بذرها بسیار کند خواهد بود و ممکن است سبز شدن بذر ذرت ۴ تا ۵ روز طول بکشد (تالنار و دویر، ۱۹۹۹).

۲-۲ تنش

گیاهان در دوره حیات خود با انواع تنش‌های محیطی مواجه می‌شوند، این تنش‌ها شانس نمو و بقای گیاهان را محدود می‌کنند. در بسیاری از نقاط کره خاکی شرایط مناسب رشد فقط برای مدت کوتاهی

دوام دارد و گیاهان مجبورند که در همین زمان کم، مراحل اساسی رشد خود را انجام دهند در برخی نقاط هم که شرایط برای رشد مناسب است، افزایش تراکم و تعداد گیاهان عامل ایجاد رقابت برای گیاهان در به دست آوردن مواد غذایی، آب و نور است (سرمدنیا،۱۳۷۲) .

تنش‌های محیطی به دو گروه زیستی و غیرزیستی (فیزیکوشیمیایی) تقسیم می‌شوند. به هر نوع انحراف از حد مطلوب عوامل محیطی موثر که دارای توان بالقوه آسیب‌رسانی به موجود زنده باشد، تنش (از نظر زیست‌شناختی)گفته می‌شود. تنش‌های غیرزیستی به پنج دسته تقسیم می‌شوند که از بین آنها خشکی، شوری و دما به دلیل گستردگی وسعت آنها در جهان بیشتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند (سرمدنیا،۱۳۷۲).براساس برآورد محققان مختلف، فقط ۱۰درصد از اراضی دنیا عاری از هر گونه تنش می‌باشد. به طور کلی، عامل عمده در بین عملکرد واقعی و عملکرد بالقوه تنش‌های محیطی هستند (دورنسکو و همکاران،۱۹۹۲).

در مجموع تنش به معنی شرایط نامناسبی که حتماً مرگ آنی در پی نداشته و به طور دائم یا موقت در یک محل اتفاق می‌افتد ولی بر عملکردهای حیاتی موجودات تاثیر داشته باشد.

۲-۲-۱ تنش شوری

شوری به معنی اضافه شدن نمک‌هایی از قبیل سدیم کلرید، سدیم سولفات و غیره به خاک یا آب است. بر اساس تعریف ارائه شده توسط آزمایشگاه مطالعات شوری ایالات متحده، خاک‌های شور به خاک‌هایی گفته می‌شود که هدایت الکتریکی (EC) در آنها بیشتر از۴ دسی‌زیمنس بر متر باشد.

۲-۲-۱-۱ تأثیر تنش شوری بر پارامترهای رشدی و فیزیولوژیک گیاهان

مطالعات مربوط به تحمل گیاه در برابر تنش شوری بسیاری از جنبه‌های تاثیرات شوری بر رفتار گیاه از جمله تغییرات در سطوح ریخت‌شناسی، فیزیولوژیکی و مولکولی را در بر می‌گیرد. اخیراً تحقیقات در این زمینه بر روش‌های بیوتکنولوژی، تولید گیاهان تراریخته، بهبود شیوه‌های اصلاح و گزینش و تعدیل

ساختار ژنتیکی گیاهان موجود را به منظور سازگاری بیشتر با شرایط شوری متمرکز شده است (مونز، ۲۰۰۲).

تغییرات در خصوصیات فیزیولوژیکی ناشی از تنش شوری در طول دهه‌های اخیر به طور مستمر مورد بازبینی و بررسی قرار گرفته‌اند (مونز، ۲۰۰۲). وجود پیشرفت فنون و روش‌های تحقیقی، بستری مناسب برای درک بهتر جنبه‌های مولکولی و اطلاعات ژنتیکی مربوط به این مسئله را فراهم آورده است (یوکویی و همکاران، ۲۰۰۲). اگرچه در نواحی خشک و نیمه خشک کره زمین شوری و سدیمی شدن پدیده‌های رایجی هستند اما وجود خاک‌های تحت تاثیر شوری تقریباً در تمام نواحی آب و هوایی و در ارتفاعات متفاوتی از سطح دریا گزارش شده است (دورنسکو و همکاران،۱۹۹۲).

اثرات شوری بین گونه‌های مختلف گیاهی ممکن است متفاوت باشد، به طوری که تنش شوری میزان فتوسنتز گندم را کاهش می‌دهد (میرمحمدی میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱) در حالی که در برنج موجب افزایش فتوسنتز می‌شود (اش و همکاران، ۲۰۰۰). شوری از طریق آسیب به کلروفیل‌های برگ و ایجاد اختلال در امر سنتز کلروفیل‌ها سبب کاهش فتوسنتز می‌گردد (هانگ و ردمن، ۱۹۹۵). گزارش شده است که تنش شوری سبب افزایش مالون دی آلدئید، سایر آلدئیدها و میزان پروتئین در اندام هوایی و ریشه گیاه ریحان شده است (حاج باقری و همکاران، ۱۳۹۱). نتایج پژوهشی نشان داد که تیمار شوری در گیاه ریحان موجب کاهش وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن تر برگ و وزن خشک برگ گردید، ولی تاثیری بر وزن تر و خشک ریشه نداشت (بانژاد و همکاران، ۱۳۹۲). مطالعه سینگ و همکاران (۲۰۰۳) نشان داده است که تنش شوری با بروز سمیت در گیاه، باعث کاهش پتانسیل اسمزی محیط بذر یا ریشه، اختلال در رشد می‌گردد.

نتایج برخی بررسی‌ها (حسینی و رضوانی مقدم، ۱۳۸۵، سینگ و همکاران، ۲۰۰۳) نشان داده است که تنش شوری سبب اختلال در فرآیندهای هیدرولیزی و واکنش‌های آنزیمی می‌شود و میزان این

اختلال، در شرایط افزایش شوری افزایش می‌یابد.

تنش شوری، رشد در گیاهانی نظیر گوجه فرنگی و چغندرقند را کاهش داد (اومامی و همکاران، ۲۰۰۵). محققین نشان دادند بیشترین تجمع نیترات، فسفات و سولفات در برگ‌ها و ریشه‌های کلم بروکلی در غلظت ۶۰-۴۰ میلی‌مول کلرید سدیم بود و گیاهان رشد طبیعی داشتند اما در غلظت‌های بالاتر(۱۰۰-۶۰ میلی‌مول) دچار ناهنجاری شدند و از آستانه مقاومت گیاهان تجاوز کرد (لوپز و کارواجال، ۲۰۰۷). تنش شوری موجب افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن در کلروپلاست‌ها و اندامک‌های دیگر گیاه می‌شود و سنتز اتیلن و تولید پروتئین و اسیدهای نوکلئیک را مختل می‌کند (برنارد و همکاران، ۱۳۸۷). بررسی‌ها نشان داد که شوری سبب کاهش قدرت تثبیت بیولوژیک نیتروژن و در نتیجه کاهش درصد پروتئین دانه سویا می‌گردد (ایگارتو و همکاران، ۲۰۰۵).

اثرات شوری در مرحله جوانه‌زنی گندم از کم شدن درصد جوانه‌زنی، کاهش وزن تر، خشکی شاخه‌ها و ریشه‌ها تا کاهش جذب یون‌های غذایی مختلف تعیین شد (افضل و همکاران، ۲۰۰۵). در بررسی دراز مدت شوری بر میزان پروتئین‌های محلول و فعالیت آنزیم پراکسیداز در دو رقم توت‌فرنگی گزارش شد که میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در هر دو رقم به طور معنی‌داری در تیمار ۸۰ میلی مولار شوری نسبت به شاهد افزایش یافته است (حاتمی و همکاران، ۱۳۹۱).

۲-۲-۱-۲ اصول سازگاری گیاهان به تنش شوری

راهکارهای سازگاری که گیاهان به شوری نشان می‌دهند بر اساس به کارگیری یک یا چند مکانیسم اصلی زیر استوار است (یو و همکاران، ۱۹۹۹):

۱- اجتناب فنولوژیکی (مربوط به گیاهانی است که چرخه رشد و نمو خود را در مطلوب‌ترین دوره رشد کامل می‌کنند).

۲- اجتناب از شوری از طریق دفع نمک که می‌تواند با کاهش نفوذپذیری ریشه نسبت به ورود برخی یون-ها (به ویژه سدیم) حاصل شود.

۳- اجتناب از شوری از طریق دفع نمک که به حضور غده‌ها و کیسه‌های ویژه نمک بستگی دارد.

۴- رقیق کردن غلظت‌های بالای نمک در بافت‌های گیاه به وسیله جذب آب و گوشتی شدن و رشد که بیش از هر چیز مربوط به انعطاف‌پذیری دیواره‌های سلول می‌باشد.

۵- تجمع فعال نمک‌ها در واکوئل‌ها.

۶- تحمل بیوشیمیایی از طریق ایجاد سازگاری‌های اندامک‌های سلول و سیستم های ماکرومولکولی به نمک زیاد.

۷- تحمل تغذیه‌ای (توانایی به کارگیری متابولیکی یون‌های پتاسیم و کلسیم به منظور کاهش آثار مخرب یون‌های سدیم).

۲-۲-۱-۳ تقسیم‌بندی گیاهان براساس واکنش آنها به تنش شوری

عموما تمام گیاهان را بر اساس تحمل در برابر تنش شوری می توان به دو گروه عمده تقسیم‌بندی کرد:

۲-۲-۱-۳-۱ شوری رست‌ها (هالوفیت‌ها)[۲]

این گروه می‌توانند در برابر مقادیر زیاد نمک (تا ۲۰ درصد نمک در خاک) نیز مقاومت کنند و در اغلب موارد با موفقیت در شرایطی که میزان نمک بین ۶-۲ درصد است رشد کنند.

۲-۲-۱-۳-۲غیر شوری رست‌ها یا شیرین رست‌ها [۳]

گیاهانی هستند که در صورت وجود نمک های سدیم (که معمولاً بیش از ۱ درصد هستند)، آسیب-هایی مانند محدودیت در جنبه‌های مختلف فیزیولوژیکی و متابولیکی و یا کاهش رشد با درجات گوناگون

---

[۲] Hallophytes

[۳] Glicophytes

را می‌توان در آن ها مشاهده کرد. با این وجود تفاوت‌های عمده‌ای در سطح تحمل تنش شوری هم در شوری رست‌ها (آنگر، ۱۹۹۱) و هم در غیر شوری رست‌ها وجود دارد که شامل گونه‌های حساس، تحمل متوسط و خیلی متحمل است. اگرچه شوری رست‌ها تنها حدود ۲ درصد گونه‌های گیاهان رشد یافته در خاک را را شامل می‌شوند، اما تقریباً در نیمی از خانواده‌های گیاهان عالی پراکنده هستند و گوناگونی زیادی در این گیاهان به چشم می‌خورد (گلن و همکاران، ۱۹۹۹).

۲-۳ کودهای بیولوژیک

کیفیت خاک تنها به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن وابسته نیست، بلکه ارتباط بسیار نزدیکی با خصوصیات بیولوژیکی آن نیز دارد (فلاح و همکاران، ۱۳۸۵). پیشینه کاربرد کودهای زیستی به آغاز کشاورزی برمی‌گردد و مخلوط کردن بذر نیامدارانی چون یونجه با خاک یونجه زار قبل از کشت از نمونه‌های بارز استفاده از کودهای زیستی در کشاورزی سنتی می‌باشد (وسی، ۲۰۰۳). از هنگامی که در کشاورزی علاوه بر واژه‌های تولید و افزایش بهره‌وری از گیاهان، واژه‌ی پایداری نیز اضافه شد، توجه دانشمندان به سوی مواد بیولوژیکی افزایش یافت. مفاهیم پایداری در اکوسیستم های کشاورزی شامل: ۱- خاک ۲- آب ۳- منابع انرژی تجدیدپذیر ۴- کیفیت محیط زیست هستند. کودهای شیمیایی به دلیل اتکای زیادی که به منابع انرژی تجدیدناپذیر دارند، بر مبنای مفاهیم ذکر شده نمی‌باشند، لذا اتکا به این مواد در تولید پایدار با جایگزین کردن آنها با مواد دیگر کاهش می‌یابد (خاوری، ۱۳۷۷).

در حال حاضر استفاده از بیوتکنولوژی خاک با هدف استفاده از پتانسیل ارگانیسم‌های مفید خاکزی به منظور تولید حداکثر محصول، در ضمن توجه به بهبود کیفیت خاک و رعایت بهداشت و ایمنی محیط زیست، مورد توجه قرارگرفته است. زمینه‌های کاربرد علم بیوتکنولوژیک خاک علاوه بر تولید کودهای بیولوژیک، شامل استفاده از ارگانیسم‌های خاکزی به منظور حذف سموم و سایر آلاینده‌های خاک، تجزیه سریع بازمانده‌های گیاهی، بهبود ساختمان فیزیکی خاک، اصلاح خاک‌های فرسوده، کمک به حفظ

سلامت گیاه و موارد دیگری از این قبیل هستند (صالح راستین، ۱۳۸۰). به طور کلی کودهای زیستی به مواد حاصلخیزکننده‌ای اطلاق می‌شود که دارای تعداد کافی از یک یا چند گونه از ارگانیسم‌های مفید خاکزی هستد که روی مواد نگهدارنده مناسبی عرضه می‌شوند. کودهای زیستی به صورت مایه تلقیح میکروبی و با راندمان بالا برای تامین یک یا چند عنصر غذایی مورد نیاز گیاه، استفاده می‌شوند. این کودها میکروارگانیسم هایی هستند که قادرند طی یک پروسه بیولوژیک، عناصر غذایی را از شکل غیر قابل استفاده به شکل قابل استفاده‌ای برای گیاه تبدیل کنند (آسر،۲۰۰۸). به طور معمول ارگانیسم‌های مورد استفاده برای تولید کودهای بیولوژیک از خاک منشا می‌گیرند و در اغلب خاک‌ها حضور فعال دارند ولیکن در بسیاری از موارد، کمیت وکیفیت آنها در حد مطلوب نیست، لذا استفاده از مایه تلقیح آنها ضرورت پیدا می‌کند. عواملی که موجب کاهش یا عدم وجود ارگانیسم‌های خاص در خاک‌های یک منطقه می‌شوند عبارتند از :

الف) تنش‌های محیطی بلند مدت مانند خشکی، ماندآبی، حرارت زیاد و یخبندان

ب) استفاده زیاد و مکرر از سموم شیمیایی به منطور مبارزه با بیماری‌ها و آفات گیاهی

پ) عدم حضور گیاه میزبان مناسب به مدت طولانی و یا وارد کردن گونه یا واریته خاصی از یک گیاه غیربومی (صالح راستین، ۱۳۸۰).

به طور کلی جمعیت میکروارگانیسم‌های خاک به شرایط محیطی، میزان دسترسی به عناصر غذایی، بافت خاک و پوشش گیاهی منطقه بستگی دارد (شانگ شینگ و همکاران، ۲۰۰۳).

۲-۳-۱ انواع کودهای بیولوژیک

مهم‌ترین کودهای بیولوژیک عبارتند از :

۱. کود بیولوژیک باکتریایی (ازتوباکتر، ریزوبیوم، آزوسپریلیوم) که با تثبیت ازت هوا از مهمترین کودهای بیولوژیک محسوب می‌شود (گار، ۲۰۰۶).

۲. کود بیولوژیک قارچ میکوریزایی که با ریشه بعضی از گیاهان ایجاد همزیستی کرده و از جنبه‌های مختلف اثرات مفیدی برای گیاه و نیز خاک دارد (اصغری و همکاران، ۲۰۰۵؛ ریلینگ و مرمری، ۲۰۰۶).

۳. میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات که می‌توانند فسفات نامحلول خاک را به فسفر محلول و قابل جذب گیاه تبدیل کنند (آستارایی و کوچکی، ۱۳۷۵).

۴. کود بیولوژیک اکسیدکننده گوگرد یا کود تیوباسیلوس، کودی است که دارای باکتری تیوباسیلوس بوده و باعث اکسایش بیولوژیکی گوگرد می‌شود (سالاردینی، ۱۳۷۴).

۵. کود بیولوژیک ورمی کمپوست، نوعی کمپوست است که توسط گونه‌هایی از کرم های خاکی تولید می‌شود (آرزو و حکمتی، ۱۳۷۵).

۲-۳-۱-۱ قارچ‌های میکوریزا

یکی از انواع کودهای بیولوژیک ، قارچ میکوریزا است که بخش نسبتاً مهمی از موجودات خاکزی را شامل می‌شود. همزیستی این قارچ با ریشه گیاهان میزبان و تشکیل سیستم میکوریزایی نقش مهمی در حاصلخیزی و پایداری اکوسیستم خاک دارد (رابرت، ۲۰۰۸).

۲-۳-۱-۲ تقسیم‌بندی قارچ‌های میکوریزا

براساس نوع رابطه قارچ با گیاه و نیز چگونگی ارتباط بین میسلیوم قارچ و سلول ریشه، میکوریزا به سه گروه میکوریزای خارجی، میکوریزای داخلی و میکوریزای داخلی- خارجی تقسیم می شود (رید، ۱۹۹۸). اخیراً نوعی ارتباط، تحت عنوان آلودگی مختلط به این گروه ها اضافه شده است.

۲-۱-۳-۲-۱ اکتومیکوریزا (میکوریزای خارجی)[۴]

اکتومیکوریزاها بر روی گیاهان چوبی، از درختچه ها گرفته تا درختان جنگلی یافت می شوند. بالغ بر ۴۰۰۰ گونه قارچی شناخته شده اند که تشکیل دهنده اکتومیکوریزا هستند و عمدتاً متعلق به بازیدیومیست ها و تعداد اندکی از آنها نیز متعلق به آسکومیست ها هستند. بسیاری از این قارچ ها در کف جنگل، قارچ های خوراکی تولید می‌کنند. ویژگی مشخصه اکتومیکوریزا حضور هیف در بین سلول-های پوست ریشه و تشکیل ساختاری شبکه مانند به نام شبکه هارتینگ است. بسیاری از اکتومیکوریزاها دارای غلافی از بافت های قارچی هستند که ممکن است تمامی ریشه های جذب کننده (معمولا ریشه های ریز تغذیه کننده گیاه) را به طور کامل بپوشاند. ضخامت، رنگ و بافت غلاف، بستگی به نوع قارچ و گیاه شرکت کننده در رابطه همزیستی داشته و بسیار متغیر است. معمولا غلاف، سطح جذب ریشه ها را افزایش داده و بر روی ریخت‌شناسی ریشه های ظریف اثر می‌گذارد که این امر موجب منشعب شدن ریشه می‌گردد (اسمیت و اسمیت، ۱۹۹۷).

۲-۳-۱-۲-۲ اندومیکوریزا (میکوریزای داخلی)[۵]

به تمام انواع میکوریزاهایی که در آنها قارچ در داخل سلول های پوست ریشه گیاه (کورتکس) رشد می کنند، اندومیکوریزا گفته می شود و در یک تقسیم بندی کلی به ۲ گروه تقسیم می شوند: اول گروهی که میسلیوم آنها دارای دیواره عرضی است. دوم، گروهی که میسلیوم آنها فاقد دیواره عرضی است (مانند میکوریزایی که در خزه ها دیده می‌شود).

به طورکلی، اندومیکوریزاها، عمومی ترین نوع میکوریزا هستند و از نظر نحوه تولید اسپور، شکل ظاهری و سازوکار برقراری همزیستی، سه تیپ مشخص در آنها دیده می شود (اسمیت و اسمیت، ۱۹۹۷،

---

[۴] Ectomycorrhizae

[۵] Endomycorrhizae

رید، ۱۹۹۸) : الف) میکوریزای آرباسکولار، ب) میکوریزای اریکاسئوس، پ) میکوریزای ارکیداسئوس.

۲-۳-۱-۲-۳ اکت-اندومیکوریزا (میکوریزای داخلی-خارجی)[۶]

حد واسط دو گروه قبلی است، یعنی در ساختمان این قارچ، هم میسلیوم درونی و هم میسلیوم بیرونی دیده می شود. این نوع میکوریزا در سیب و بلوط (صفایی، ۱۳۷۸)، در مخروطیان و گیاهان خزان دار و جنگل های سوخته دیده شده است. اکت-اندومیکوریزا یک ساختمان اکتومیکوریزای مشخص تشکیل می دهد، به استثنای این که غلاف نازک بوده و یا وجود ندارد و هیف شبکه هارتینگ ممکن است به داخل سلول های پوستی نفوذ کند. با بالغ شدن گیاهچه ها، اکتومیکوریزا جایگزین اکت-اندومیکوریزا می شود.

۲-۳-۱-۳ قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار(AM)[۷]

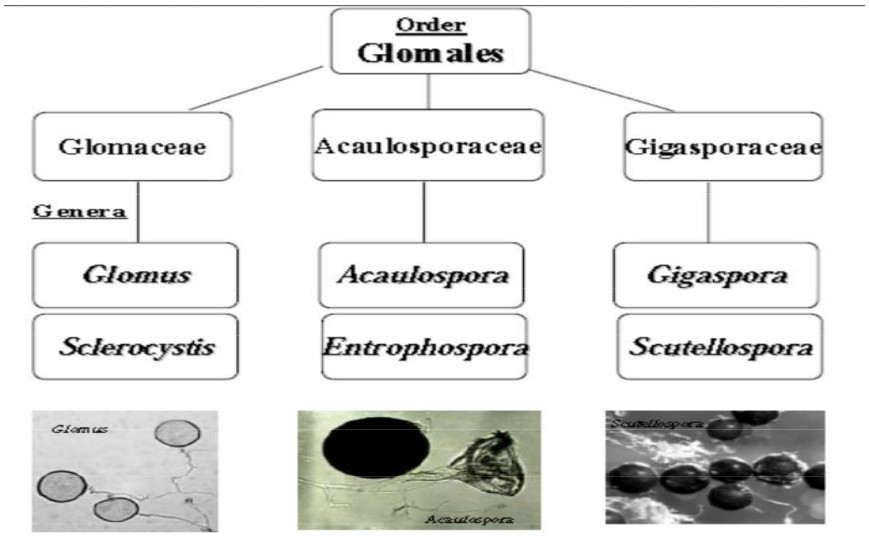
در سال ۱۸۸۵ آلبرت برنارد فرانک (به گفته‌ی سیدیکویی و همکاران، ۲۰۰۸) در مطالعه خود از خاک روی جمعیت میکروبی گیاه اصطلاح یونانی " میکوریزا " که به معنای واقعی کلمه به معنی ریشه‌های قارچ هست را معرفی کرد که ریشه‌های قارچ نقش مهمی را در رشد گیاه، تسهیل در جذب فسفر، نیتروژن و کلسیم، توان مقاومت نسبت به بیماری، افزایش ریشه‌های مویین در افزایش جذب آب و کارآیی بیشتر استفاده از آب، تشدید فعالیت تثبیت نیتروژن به دلیل بهبود تغذیه گیاه میزبان، افزایش در تولیدات هورمون‌های گیاهی و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و حفاظت و حاصلخیزی خاک ایفا می‌کنند. این قارچها رابطه‌ی همزیستی با بیش از ۸۰ درصد گیاهان آوندی دارند و در طی این همزیستی مایکوریزا لیپیدها و کربوهیدراتهای خود را از ریشه گیاه میزبان بدست می‌آورد. این تخصیص ذخایر کربنی به میکوریزاها باعث افزایش ۱۵ تا ۳۰درصد وزن خشک ریشه‌های آلوده می‌شود (هارش و همکاران،۲۰۰۶).

---

[۶] Ect-Endomycorrhizae

[۷] Arboscular Mycorrhizae

قارچ آربوسکولار میکوریزا در طبقه‌بندی جز راسته گلومالس (Glomales) متشکل از ۶ جنس است(شکل۲-۱). که از این بین جنس گلوموس (*Glomus*) بیشترین تحقیقات را به خود اختصاص داده است (اسمیت و رید، ۱۹۹۷). طبق شواهد فسیلی (نایتو و همکاران، ۱۹۹۵) و تجزیه DNA و آنالیز توالی ژن‌ها در ۴۰۰ تا ۵۰۰ میلیون سال پیش می‌زیست(سیمون و همکاران،۱۹۹۳).



شکل ۲-۱ طبقه‌بندی قارچ‌های AM به همراه تعدادی نمونه بزرگ‌نمایی شده اسپور آنها

۲-۳-۱-۴ فوائد رابطه همزیستی با قارچ میکوریزا

۲-۳-۱-۴-۱ افزایش تحمل گیاه زراعی در برابر تنش‌های غیرزنده

تنش‌های غیرزنده باعث خسارات گسترده‌ای به تولیدات کشاورزی می‌شود. تخلیه مواد معدنی، خشکی، شوری، فلزات سنگین یا گرما مشکلات مهمی در بسیاری از نقاط دنیا، به ویژه مناطق خشک و نیمه خشک هستند (اوما و همکاران، ۲۰۰۹). پتانسیل AM در افزایش تحمل گیاه در شرایط تنش غیرزنده در مدت زمان طولانی شناخته شده است (اسمیت و رید، ۲۰۰۸) و دستکاری آنها در سیستم‌های کشاورزی پایدار از اهمیت فوق‌العاده‌ای برای کیفیت خاک و تولیدات زراعی تحت شرایط آب و هوایی سخت خواهد بود (لال، ۲۰۰۹). مطالعات اخیر نشان می‌دهد، همکاری میکروارگانیسم‌های مفید خاک و

قارچ میکوریزا باعث بهبود تحمل گیاه زراعی در برابر تنش غیرزنده و رشد گیاه تحت تنش خشکی می-شود (مارولندا-آگیور و همکاران، ۲۰۰۸؛ مارولندا و بارا، ۲۰۰۹). در گیاهان میکوریزایی غلظت پتاسیم بیشتر از گیاهان غیر میکوریزایی می‌باشد و به این ترتیب با افزایش نسبت پتاسیم به سدیم همزیستی میکوریزایی گیاه را در برابر اثرات منفی سدیم محافظت می‌کند. در نتیجه استفاده از قارچ گلوموس باعث افزایش رشد در شرایط شوری می‌شود. قارچ میکوریزا تنش شوری را در مزارع درخت زیتون در اسپانیا و در مناطق خشک شمال افریقا کاهش داد (بومری و همکاران، ۲۰۰۶؛ پوراس-سوریانو و همکاران، ۲۰۰۹).

از آنجا که تحرک مواد غذایی در خاک‌های خشک با محدودیت مواجه است، وجود رابطه همزیستی با قارچ AM برای گیاهان مرتعی خشک‌زی(Xeric) می‌تواند باعث افزایش جذب آب و مواد غذایی گردد (رویز-لونزو، ۲۰۰۳). گزارشات نشان می‌دهند که کلونی شدن میکوریزا در شرایط تنش کم آبی موجب افزایش جذب مواد غذایی شده و از این طریق سبب افزایش کارایی مصرف آب و افزایش هدایت هیدرولیکی در ریشه گیاه می‌شود (باس و ایلیس،۱۹۸۵).

این قارچ‌ها همچنین توانایی دفع عناصرسنگین و یون‌های سمی را دارند (هگو و همکاران، ۱۹۹۰). در سال‌های اخیر نقش بالقوه قارچ میکوریزا در کمک به افزایش مقاومت گیاه به فلزات سنگین تایید شده است. مطالعات انجام شده بیانگر این امر بوده که در مناطق آلوده، تلقیح میکوریزایی سبب افزایش سریع سازگاری گیاهان با این محیط‌ها شده است. جانر و لیوار (۱۹۹۷) نشان دادند، که استفاده از کادمیم با تلقیح *Glomus masseae* سبب افزایش تثبیت کادمیم در میسلیوم و کاهش مقدار جذب آن در گیاهان میکوریزایی شده است.

۲-۳-۱-۴-۲ محافظت گیاهان در برابر تنش‌های زنده

به منظور محدود کردن گسترش آفات که عامل خسارت‌های بزرگ در عملکرد گیاهان هستند، برنامه‌های اصلاحی با هدف به دست آوردن گیاهان مقاوم به بیماری در کشاورزی استفاده می‌شود. به هر حال آفت-

کش‌ها تنها تا حدودی بر علیه بیماری‌ها موثر هستند، در ضمن تاثیر سوئی بر سلامتی انسان و محیط-زیست می‌گذارند (گیانینازی و همکاران، ۲۰۱۰). مطالعات متعدد نشان داده‌اند که قارچ AM در افزایش تحمل گیاه به تنش زنده ناشی از تعامل پاتوژن‌های منتقله از خاک با بسیاری از گونه‌های گیاهی تاثیر مثبتی داشته است (هائو و همکاران،۲۰۰۹). حتی در جایی که هیچ اثر مثبت فوری در رشد بوته و عملکرد وجود نداشته باشد، کاهش در توسعه بیماری می‌تواند برای کاهش جمعیت پاتوژن خاک مفید باشد. به طور کلی محافظت زیستی همچون یک نظام اکوسیستمی به منظور کشاورزی پایدار تحمل بسیاری از گیاهان میکوریزایی را در برابر بیماری‌های ریشه افزایش می‌دهد (گیانینازی و همکاران،۲۰۱۰).

۲-۳-۱-۴-۳ تاثیر قارچ میکوریزا بر عملکرد

یک بررسی بر گیاه ماش نشان داد که کلونیزاسیون میکوریزای به طور معنی‌داری وزن صد دانه را در مقایسه با گیاهان غیر میکوریزایی افزایش داد (نسیم و همکاران، ۲۰۰۷). هانگ و همکاران (۲۰۰۹) بیان داشتند که قارچ میکوریزا سبب افزایش میزان بیومس ذرت شد. لیو و همکاران (۲۰۰۳) اظهار داشتند که ارقام برگ ایستاده ذرت و در سطوح پایین فسفر گیاهان میکوریزایی در مقایسه با سایر تیمارها وزن تاسل بیشتری داشتند. ایلباس و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که تلقیح سویا با قارچ میکوریزا موجب افزایش وزن خشک ساقه و قطر ساقه گردید. در بررسی بر روی گیاه ذرت نشان داده شد که کلونیزاسیون میکوریزایی به طور معنی داری ارتفاع گیاه ذرت را افزایش داد (روتور و همکاران، ۲۰۱۰). در یک بررسی روی ذرت دریافتند که گیاهان میکوریزایی در مقایسه با گیاهان غیر میکوریزایی دارای کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئید برگ بیشتری بودند (صالح و همکاران، ۲۰۰۶).

۲-۳-۱-۴-۴ میکوریزا و اثرات تغذیه‌ای آن در گیاه میزبان

تحقیقات متعدد نشان می‌دهد که فسفر، ازت، پتاسیم، روی، مس، گوگرد، کلسیم و آهن توسط سیستم میکوریزا جذب می‌شوند و به گیاه منتقل می‌شوند (بریتو و همکاران، ۲۰۰۸). بطور کلی مکانیسم

جذب از طریق افزایش حجم خاک قابل دسترس توسط ریسه‌های قارچ است (اسمیت و رید، ۲۰۰۸). تلقیح بذر باقلا با میکوریزا باعث افزایش معنی‌دار جذب مواد غذایی در مقایسه با شاهد شد. در بین عناصر غذایی بیشترین نقش مایکوریزا در جذب فسفر است (اختر و صدیقی، ۲۰۰۸). ترک و همکاران (۲۰۰۶) اظهار نمودند که نقش اصلی قارچ‌های میکوریزایی تأمین فسفر برای ریشه گیاه است، زیرا فسفر در خاک عنصری فوق العاده کم تحرک است. حتی در صورتی که فسفر به شکل محلول به خاک اضافه شود به سرعت در اشکال فسفات کلسیم یا دیگر اشکال تثبیت شده و به صورت غیر متحرک در می‌آید. لذا قارچ های میکوریزایی در افزایش جذب مواد معدنی به ویژه فسفر و تجمع زیست توده بسیاری از محصولات در خاک‌های با فسفر کم، تأثیر مثبت دارند. بعلاوه هیف‌ها از راه افزایش سطح تماس یا از راه افزایش طول مؤثر ریشه جذب عناصر غذایی را به شدت افزایش می‌دهند (پل، ۲۰۰۷). طبق اظهارات آلن و همکاران (۱۹۹۲) هر یک سانتی‌متر مکعب خاک دارای ۲ الی ۴ سانتی متر ریشه ۱ تا ۲ متر تارهای کشنده و بیش از ۵۰ متر هیف می‌باشد قسمت اعظم فسفر موجود در خاک غیر محلول و غیر قابل استفاده مستقیم گیاه است. مطالعات متعدد نشان داده است که میکوریزاها می‌توانند آنزیم فسفاتاز سنتز کنند و از این راه امکان دسترسی به فسفر را افزایش دهند. برخی از انواع میکوریزاها اسیدهای کلات کننده تولید می‌کنند و از این راه حلالیت فسفر را برای جذب افزایش می دهند (جز و همکاران، ۲۰۰۵). حضور فرآیندهای جذبی چون افزایش سطح جذب ریشه، کاهش pH محیط ریشه و فعالیت زیاد آنزیم فسفاتاز در میسلیوم قارچ‌های میکوریزا و اثر این قارچ در حلالیت فسفر آلی موجب شده که قارچ‌های میکوریزا از منابع فسفر غیر قابل استفاده گیاه نظیر سنگ فسفات و فسفات کلسیم و فسفات آلی استفاده کنند و از طریق همزیستی در اختیار گیاه قرار دهند. قارچ‌های میکوریزا فسفات موجود در محلول خاک را توسط ناقل‌های فسفات موجود در میسلیوم و خارج ریشه جذب شده به صورت بی فسفات در ریشه تجمع می‌یابد و توسط جریان پرتوپلاسمی سلول‌های میسلیوم به میسلیوم‌های داخلی ریشه انتقال می‌یابد. درون ریشه پلی

فسفات هیدرولیز شده و به صورت فسفات در اندام‌های قارچی درون ریشه بخصوص آرباسکولار بـه داخـل ریشه رها می‌شود به همین دلیل در گیاهان میکوریزایی فسفر بیشتری دیده می‌شـود (فـلاح و همکـاران، ۱۳۸۵).

۲-۴ مولیبدن

۲-۴-۱ مولیبدن خاک

گرچه مولیبدن یک فلز است، امـا در محلـول‌هـای آبـی، بـه طـور عمـده، بـه صـورت آنیـون اکسـید مولیبدات(MoO_4^{2-})، در بیشترین درجه اکسایش خـود (Mo(VI))، وجـود دارد. ویژگـی‌هـای آن هماننـد غیرفلزات و دیگر آنیون‌های غیرآلی دو ظرفیتی است. مولیبـدات در خـاک‌هـای معـدنی از لحـاظ جـذب سطحی شدن به اکسیدهای آهن آبدار، همانند فسفات عمل می‌کند و در جذب به وسیله ریشه‌ها سولفات و مولیبدات، آنیون‌های رقابتی هستند. مقدار کل مولیبدن در اغلب اراضی زراعی ۳/۵-۰/۶ میلـی‌گـرم بـر کیلوگرم می‌باشد، که میانگین آن ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم با مقدار قابل جذب به طور متوسط ۰/۲ میلـی-گرم بر کیلوگرم است. این مقادیر بسته به سنگ‌های اولیه بسیار متغیر می‌باشد (سـالاردینی و مجتهـدی، ۱۳۷۲).

۲-۴-۲ مولیبدن در تغذیه گیاه

اغلب خاک‌ها به قدر کافی به صورت قابل جذب هستند، تا آن حد که نیازهـای محصـولات زراعـی را مرتفع سازند. ولی، در بعضی مناطق مخصوصا در خـاک‌هـای اسـیدی ($pH<5.5$)، بـه علـت تثبیـت زیـاد مولیبدن کمبود آن ممکن است بروز کند. نشانه های کمبود مولیبدن معمولا در خاک‌های حاصل از مـواد سیلیسی، دانه‌های شنی رسوبی، لیمون شنی و خاک‌هایی که ظرفیت تبادل آنیونی آن‌ها زیاد است دیـده می‌شود (سالاردینی و مجتهدی، ۱۳۷۲). خاک‌هایی با تجمع اکسید آهن ثانویه، مانند خـاک‌هـای سـنگ آهن استرالیا و هلند، نیز کمبود مولیبدن دارند زیرا در این خاک‌ها این عنصر بسیار محکم تثبیت می‌شود.

کمبود مولیبدن ممکن است گهگاه در خاک‌های توربی بروز کند. این امر به احتمال زیاد در نتیجه جـذب مولیبدن توسط اسید هومیک غیر قابل حل حاصل از تورب اسـت. اسـید هومیـک احتمـالا MoO_4^- را بـه Mo^{5-} می‌کاهد که مولیبدن به همین صورت تثبیت می‌شود (سالاردینی و مجتهدی، ۱۳۷۲). در بعضی از خاک‌های قلیایی و خاک‌های حاصل از سرپانتین که زهکشی کافی دارند، کمبود مطلق Mo می‌تواند روی دهد. به طور کلی، سطح بحرانی کمبود Mo تقریبا ۰/۱ میلی گرم بر کیلوگرم از این عنصر بـه فـرم قابـل جذب در خاک است.

تک تک محصولات زراعی از نظر نیاز به Mo بسیار متفاوتند. چیلیپاییان، و مخصوصا گل کلـم و کلـم معمولی، تقاضای زیادی برای این عنصر دارند. این امر در مورد بقولات نیز به علت نیاز غدد باکتری ریشه، صادق است. در بررسی ۲۱ ایالت در امریکا، معلوم شد که یونجه معمولترین گونه زراعی است کـه کمبـود مولیبدن را نشان می‌دهد، به دنبال آن گل کلم، کلم تکمه‌ای، سویا، شبدر و مرکبات بودند (سـالاردینی و مجتهدی، ۱۳۷۲). به طور کلی، تک لپه ای ها به کمبود این عنصرزیاد حسـاس نیسـتند. معمـولا، مقـدار Mo درماده خشک گیاهان دچار کمبود این عنصر، کمتر از ۰/۲ میلی گـرم بـر گـرم اسـت (سـالاردینی و مجتهدی، ۱۳۷۲).

مقدار مولیبدن مواد گیاهی عمدتا پایین و کمتر از ۱میلی‌گرم بـر گـرم مـاده خشـک اسـت. مولیبـدن برخلاف دیگر عناصر غذایی کم مصرف می‌توانند بدون ایجاد اثرهای سمی، به مقـادیر خیلـی زیـاد جـذب گیاهان شود. مثلا ویدوسون(۱۹۶۶) دریافت که مقدار مولیبدن در مواد گیـاهی ممکـن اسـت ۱۰۰ برابـر تغییر کند. گهگاه مسمومیت ناشی از مولیبدن در مقادیرخیلی زیاد آن گزارش شده است. در گوجه‌فرنگی، میزان ۲۰۰۰-۱۰۰۰ میلی‌گرم بر گرم مولیبدن منجر به رنگ زرد طلایی تند برگ‌ها می‌شود (سالاردینی و مجتهدی، ۱۳۷۲)

در گیاهان تنها چند آنزیم وجود دارد که مولیبدن فعال کننده آنها اسـت. ایـن آنـزیم‌هـا عبارتنـد از:

گزانتین اکسیداز/دی هیدروژناز، الدوئید اکسیداز، سولفیت اکسیداز، نیترات رداکتاز و نیتروژناز. به نظر می‌رسد که نقش کاتالیزوری Mo در همه این آنزیم‌ها یکسان باشد و حتی اجزای پروتئین آنزیم‌ها نیز همانند هستند. بنابراین نیاز گیاهان به مولیبدن، به نوع ازتی بستگی دارد که مصرف می‌شود (خلدبرین و اسلام زاده، ۱۳۸۰).

گیاهان دچار کمبود مولیبدن، صفات خاصی مانند کاهش اسیداسکوربیک و قندها، کاهش مقدار فتوسنتز به دلیل کاهش مقدار کلروفیل و افزایش تنفس، تجمع NO_3^- در بافت‌های گیاه و درنتیجه پایین آمدن سطح ترکیبات آمینه قابل حل می‌شود (سالاردینی و مجتهدی، ۱۳۷۲). رشد گیاهان دچار کمبود Mo محدود خواهد شد، برگ‌های آنها رنگ پریده و بالاخره پژمرده شده و می‌ریزند. تشکیل گل‌ها نیز ممکن است محدود گردد (سالاردینی و مجتهدی، ۱۳۷۲).

۲-۴-۳ تاثیر متقابل شوری و مولیبدن

در خاک‌های شور و سدیمی، حلالیت عناصر کم مصرف (نظیر آهن، منگنز، مس، روی و مولیبدن) کاهش یافته و گیاهانی که در این خاک‌ها رشد می‌کنند اغلب از نظر این عناصر دچار کمبود می‌باشند. البته در مواردی نیز این عناصر در حد کافی در گیاه وجود دارند (خوشگفتارمنش و سیادت، ۱۳۸۱). این اختلافات می‌تواند به نوع گیاه، میزان شوری، ترکیب املاح، غلظت عناصر غذایی کم نیاز، شرایط رشد و دوره آزمایش مربوط می‌باشد. به این دلیل، روابط بین شوری و تغذیه عناصر غذایی کم‌مصرف پیچیده است. زیرا شوری ممکن است موجب کاهش یا افزایش غلظت عناصرغذایی کم مصرف در اندام‌های هوایی گیاه شود، یا اینکه تاثیری بر غلظت این عناصر نداشته باشد (خوشگفتارمنش و سیادت، ۱۳۸۱؛ کبیر خان و همکاران، ۲۰۰۹).

حتی با وجود مقادیر کافی مولیبدن در خاک، درمناطق خشک و نیمه خشک به دلیل وجود شوری در آنها، ممکن است علائم کمبود مولیبدن در گیاه مشاهده شود. مولیبدن جز ساختمانی آنزیم‌های نیتروژناز

و نیترات رداکتاز است که در فرآیند جـذب نیتـرات خـاک نقـش دارنـد. بنـابراین عملکـرد مولیبـدن بـه متابولیسم نیتروژن گیاه وابسته است و علائـم کمبـود آن هماننـد کمبـود نیتـروژن مـی‌باشـد (پولـوک و همکاران، ۲۰۰۲).

فصل سوم

مواد و

روشها

۳-۱- زمان، موقعیت جغرافیایی و اقلیمی محل اجرای آزمایش

این آزمـایش بـه منظـور مطالعـه تـاثیر قـارچ میکـوریزا *Glomus versiform*، مولیبـدن و شـوری بـر خصوصیات شیمیایی خاک و عملکرد کمی و کیفی گیاه ذرت در سال۱۳۹۲ در محـل مزرعـه تحقیقـاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود واقع در منطقه بسطام اجرا شد.

شهرستان بسطام در عرض جغرافیایی ۳۶ درجـه و ۳۵ دقیقـه شـرقی و طـول۵۴ درجـه و۵۸ دقیقـه شمالی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. ارتفاع آن از سطح دریا حدودا ۱۴۰۰ متر است و در شمال شرق استان سمنان قرار دارد.

براساس تقسیم بندی‌های اقلیمی این منطقه دارای اقلیم سرد و خشک است. متوسط بارندگی سـالانه تقریبا بین ۱۵۰-۱۶۰ میلی‌متر بوده و رطوبت نسبی ۶۳ درصد می باشد و بارندگی عمدتا در فصل بهـار و پاییز رخ می‌دهد. میانگین دمای سالانه توسط ایستگاه هواشناسی ۱۴/۵ درجه سانتی‌گـراد گـزارش شـده است. میانگین درجه حرارت در سال آزمایش۱۵/۲ درجه سانتی‌گراد و میزان بارندگی ۱۳۰-۱۲۸ میلی‌متر گزارش شد.

۳-۲- مشخصات خاک مورد آزمایش

به منظور تعیین بافت خاک و وضعیت عناصر غذایی از جمله NPK از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خـاک مزرعه چندین نمونه یک کیلوگرمی گرفته شد و نهایتا پس از اختلاط نمونه‌ها یک نمونه یـک کیلـوگرمی که در برگیرنده کل نمونه‌ها بود به آزمایشگاه منتقل شد که نتایج تجزیه مکـانیکی و شـیمیایی خـاک در جدول (۳-۱) نشان داده شده است.

جدول ۳-۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

پارامتر	مقدار	واحد
درصد اشباع	۳۰/۶	درصد
هدایت الکتریکی (EC)	۱/۲	دسی زیمنس بر متر
اسیدیته (گل اشباع)	۷/۹۸	-
کربن آلی (O.C)	۰/۷۹	درصد
ازت کل (Total N)	۰/۰۵۷	درصد
فسفر قابل جذب	۱۲	میلی‌گرم بر کیلوگرم
پتاسیم قابل جذب	۱۴۴	میلی‌گرم بر کیلوگرم
ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)	۱۵/۶	سانتی‌مول $^{(+)}$ بر کیلوگرم
رس	۲۳	درصد
شن	۴۵	درصد
سیلت	۳۲	درصد
بافت خاک	لوم	-
وزن مخصوص ظاهری خاک	۱/۴۲	گرم بر سانتی‌متر مکعب

۳-۳- مشخصات طرح آزمایشی

به منظور بررسی سطوح مختلف مولیبدن، شوری و قارچ میکوریزا *Glomus versiform* بر خصوصیات شیمیایی خاک و ویژگی های کمی و کیفی گیاه ذرت آزمایشی گلدانی بصورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح مولیبدن۰ ، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک به عنوان عامل اول، سه سطح شوری ۰، ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر به عنوان عامل دوم و دو سطح تلقیح و عدم تلقیح با قارچ میکوریزا *Glomus versiform* به عنوان عامل سوم لحاظ شدند.

گلدان‌های مورد استفاده ۸ کیلوگرمی و از جنس پلاستیک به قطر ۲۶ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۰/۵ سانتی‌متر بود. جهت اجرای آزمایش ابتدا گلدان های تهیه شده با خاک مزرعه پرگردید و بر اساس وزن خاک گلدان، مقدار مولیبدن (از منبع آمونیوم مولیبدات) بر مبنای تیمار آزمایش محاسبه و قبل از کاشت با خاک مخلوط شد.

رقم ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در این آزمایش استفاده شد. قبل از کاشت، بذر با قارچ میکوریزا تلقیح و سپس اقدام به کشت شد. در هر گلدان ۵ بذر ذرت کاشته شد. دور آبیاری به صورت یک روز در میان بود و کلیه مراقبت‌های زراعی شامل آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز به صورت مکانیکی، کود دهی و اعمال تیمار آزمایشی در زمان مناسب انجام گرفت. بعد از جوانه زنی و استقرار گیاهان، تیمار شوری از مرحله دو برگی با استفاده از نمک NaCl اعمال شد (دور آبیاری یک روز در میان به میزان ۳۰۰ میلی‌لیتر) و تا زمان برداشت ادامه یافت. برداشت به صورت دستی و ۴۵ روز پس از کاشت با هدف اندازه‌گیری وزن خشک، صفات فیزیولوژیکی از قبیل کروفیل a و b، کارتنوئید، فلاونوئید، آنتوسیانین، پرولین، آنزیم های کاتالاز و گایاکول پراکسیداز، عناصر معدنی نظیر سدیم، پتاسیم، فسفر و مولیبدن انجام شد.

۳-۴- اندازه‌گیری کلروفیل‌های a و b ، کارتنوئید

جهت سنجش میزان کلروفیل‌های a و b از روش آرنون (۱۹۶۷) استفاد شد. ۰/۱ گرم برگ تازه در هاون چینی با ۵ میلی‌لیتر محلول استن ۸۰ درصد (۱۶۰ میلی‌لیتر استن با ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد) ساییده شدند. سپس محتوی هاون را در لوله فالکون ۱۵ میلی‌لیتر تخلیه کرده و به مدت ۱۰ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ با تنظیم سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه قرارداده شد. جذب محلول در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۷ و ۴۷۰ نانومتر به ترتیب برای اندازه‌گیری کلروفیل‌های a و b توسط دستگاه اسپکتروفتومتر Jenway 6305 خوانده شد. در نهایت با استفاده از فرمول‌های ۳-۱، ۳-۲ و ۳-۳ مقدار آنها محاسبه گردید. لازم به ذکر است که در فرمول ۳-۳ میزان کارتنوئید بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر

حاصل شد که باید بر ۱۰۰۰ تقسیم گردد تا واحد آن میکروگرم بر گرم وزن تر به دست آید.

$$Chl._a = (12.3*A_{663} - 0.86*A_{647}) /100*a*W \quad (۱-۳)$$

$$Chl._b = (19.3*A_{647} - 3.6*A_{663}) /100*a*W \quad (۲-۳)$$

$$Car = 100(A_{470}) - 3.27(chl.a) - 104(mg\ chl.b)/227 \quad (۳-۳)$$

a= طول مسیر عبور نور

W= وزن تر نمونه بر حسب گرم در تک بوته

A= جذب نور در طول موج های ۶۶۳ ، ۶۴۷ و ۴۷۰ نانومتر

۳-۶- اندازه‌گیری میزان فسفر اندام هوایی

به منظور اندازه گیری میزان فسفر برگ با استفاده از روش چاپمن و پرات (۱۹۶۱)، اندام هوایی گیاه در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس نمونه‌های خشک شده با استفاده از آسیاب پودر گردید. یک گرم از بافت خشک را در داخل بوته چینی ریخته شد و به منظور سوزاندن آنها ، درون کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت قرار داده شدند. پس از خارج کردن نمونه‌ها از کوره به هر کدام از آنها ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریک دو نرمال اضافه شده و سپس در حمام بن ماری به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. در ادامه محتویات بوته چینی با استفاده از کاغذ صافی و قیف صاف گردید و عصاره حاصله به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. در ادامه ۵ میلی‌لیتر از عصاره بدست آمده را با ۵ میلی‌لیتر از محلول آمونیوم هپتا مولیبدات وانادات ترکیب شده و به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسید. سپس نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر Jenway 6305 در طول موج ۴۷۰ نانومتر قرائت شد و عدد قرائت شده را با استفاده از منحنی استاندارد فسفر به میلی‌گرم بر گرم تبدیل و در نهایت مقدار فسفر گیاه محاسبه شد.

۳-۷-اندازه گیری میزان آنتوسیانین وفلاونوئید

به منظور تعیین میزان آنتوسیانین و فلاونوئید از روش کریزک و همکاران (۱۹۹۸) استفاده گردید. ۰/۱گرم از بافت تازه برگ در هاون چینی حاوی ۵ میلی‌لیتر متانول (محلول حاصل از ۱۹۸ میلی‌لیتر متانول و۲ میلی‌لیتر اسید کلریک را از ۲۴ ساعت قبل از آزمایش در تاریکی قرار داده شد) ساییده شد و در دستگاه سانتریفیوژ با دور ۴۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. مقدار آنتوسیانین با دستگاه اسپکتروفتومتر Jenway 6305 در طول موج۵۵۰ نانومتر قرائت گردید. عدد قرائت شده را در نمودار استاندارد برده و میزان آن محاسبه می‌شود.

جهت برآورد میزان فلاونوئید، ۰/۱ گرم از بافت تازه برگ در هاون چینی حاوی۱۰ میلی‌لیتر اتانول اسیدی(۱۹۸ میلی‌لیتر الکل اتانول+۲ میلی‌لیتر اسید سیتریک) ساییده شد و به مدت ۱۰ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ با دور ۴۰۰۰ قرار گرفت. در مرحله بعد عصاره حاصل به مدت ۳۰ دقیقه دردمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در داخل حمام بن ماری قرار داده شد و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر Jenway 6305 در طول موج ۳۰۰ نانومتر میزان فلاونوئید قرائت گردید. با استفاده از نمودار استاندارد میزان آن به دست می‌آید.

۳-۸- اندازه گیری میزان کربوهیدرات محلول اندام هوایی و ریشه

برای اندازه گیری میزان کربوهیدرات محلول از روش اشلیگل (۱۹۸۶) استفاده شد. ۰/۱ گرم از بافت تازه برگ یا ریشه در داخل لوله های آزمایش استریل شده با اتوکلاو قرار داده شد. سپس به هر کدام ۱۰ میلی‌لیتر الکل اتانول اضافه گردید و لوله‌های آزمایش به مدت یک ساعت در حمام بن ماری در دمای ۹۰-۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. ۱ میلی‌لیتر از فاز بالایی محلول سبز رنگ به دست آمده را با ۱ میلی‌لیتر فنل (۱ گرم فنل که در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب به حجم رسانده شده است)، ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک (۹۸-۹۵ درصد) ترکیب کرده و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۳ نانومتر

میزان کربوهیدرات محلول قرائت گردید.

۳-۹- اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم اندام هوایی

به منظور اندازه گیری میزان سدیم و پتاسیم ، اندام هوایی گیاه در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شد. سپس نمونه های خشک شده با استفاده از آسیاب پودر گردید. یک گرم از بافت خشک را در داخل بوته چینی ریخته شد و در داخل کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت قرار داده شد تا بسوزد. بعد از خارج کردن نمونه ها از کوره به هر کدام از آنها ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریک دو نرمال اضافه شده و در مرحله بعد به حمام بن ماری به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد انتقال یافت. در ادامه محتوی داخل بوته چینی با استفاده از کاغذ صافی و قیف صاف گردید و عصاره حاصله را به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس نمونه ها با دستگاه فلیم فتومتر Jenway PFP7 قرائت شد (چاپمن و پرات ،۱۹۶۱).

۳-۱۰- اندازه‌گیری آنزیم ها

۳-۱۰-۱- روش محلول سازی

در ابتدا برطبق فرمول CM=C/M (که در آن CM مولاریته ،C غلظت وM جرم مولکولی ماده می‌باشد) مقدار گرم لازم از هر کدام از مواد مورد نیاز را به دست آورده شدند. در این فرمول غلظت برحسب گرم در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر محاسبه شده ، پس باید مقدار آن در ۱۰۰ میلی‌لیتر ضرب شود.

مواد و مقادیر مورد نیاز

۱مولار KH_2PO_4= ۱۳/۶۰۹ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد.

۱ مولار K_2HPO_4= ۱۷/۴۱۸ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد.

۱ مولار NaH_2PO_4= ۱۵/۶۰۱ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد.

۱ مولار Na_2HPO_4 = ۱۴/۱۹۵گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد.

۰/۱ مولار EDTA= ۲/۹۲۲۵ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد.

H_2O_2= ۱ میلی‌لیتر در ۹۹ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد (۱ درصد حجمی).

گایاکول= ۲ میلی‌لیتر در ۹۸ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد (۲ درصد حجمی).

برای انجام این آزمایش ابتدا استوک‌های اصلی (شامل بافرهای فسفات پتاسیم (ice-cold) و فسفات سدیم) به شیوه زیر ساخته شدند (روش بیر و سیزر، ۱۹۵۲).

۳-۱۰-۲- روش آماده سازی بافر فسفات پتاسیم

این بافر از دو نمک KH_2PO_4 وK_2HPO_4 تهیه می‌شود. ابتدا محلول یک مولار از هر کدام این نمک ها در حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر ساخته شده و سپس ۲۵ میلی‌لیتر از هر کدام برداشته، مخلوط و به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و در مرحله بعد pH این محلول روی ۷ تنظیم گردید (روش بیر و سیزر، ۱۹۵۲).

۳-۱۰-۳- روش آماده سازی بافر فسفات سدیم

این بافر از دو نمک NaH_2PO_4 و Na_2HPO_4 تهیه می‌شود. ابتدا محلول یک مولار از هر کدام این نمک ها در حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر ساخته شده و سپس ۲۵ میلی‌لیتر از هر کدام برداشته، مخلوط و به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و در مرحله بعد pH این محلول روی ۷ تنظیم گردید (روش بیر و سیزر، ۱۹۵۲).

۳-۱۰-۴- طرز تهیه عصاره آنزیمی

۰/۲ گرم از نمونه گیاهی وزن و سپس در هاون گذاشته شد و به آن ۴ میلی‌لیتر بافر ice-cold اضافه شد و کاملا ساییده شد تا بصورت همگن درآید و در ۱۶۰۰۰ دور به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید. پس از سانتریفیوژ فاز بالایی به عنوان عصاره پروتئینی برای سنجش فعالیت آنزیمی مورد استفاده قرار گرفت (روش بیر و سیزر، ۱۹۵۲).

۳-۱۰-۵-آنزیم کاتالاز (CAT)

این آنزیم به روش بیر و سیزر (۱۹۵۲) اندازه گیری گردید. ابتدا ۵۰ میکرولیتر (۰/۰۵ میلی‌لیتر) عصاره آنزیمی، ۶۰۰ میکرولیتر بافر سفات سدیم (pH=7)، ۰/۱۵میکرولیتر EDTA، ۵۴۹/۸۵ میکرولیتر آب را در تیوپ ریخته و سپس ۳۰۰ میکرولیتر آب‌اکسیژنه به آن اضافه شد و بلافاصله در دستگاه اسپکتروفتومتر Jenway 6305 با طول موج ۲۴۰ نانومتر میزان جذب آن قرائت گردید و پس از سپری شدن مدت زمان ۱ دقیقه بار دیگر میزان جذب قرائت شد.

۳-۱۰-۶- آنزیم گایاکول پراکسیداز (GPX)

این آنزیم به روش یوربانک و همکاران (۱۹۹۱) اندازه گیری گردید. ابتدا ۵۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی، ۸۰۰ میکرولیتر بافرفسفات سدیم (pH=7) ، ۰/۲ میکرولیتر EDTA، ۵۰ میکرولیتر گایاکول، ۷۹۹/۸ میکرولیتر آب را در تیوپ ریخته و سپس ۳۰۰ میکرولیتر آب‌اکسیژنه به آن اضافه شد و بلافاصله در دستگاه اسپکتروفتومترJenway 6305 با طول موج ۴۷۰ نانومتر میزان جذب آن قرائت گردید و پس از سپری شدن مدت زمان ۱ دقیقه بار دیگر میزان جذب قرائت شد.

۳-۱۱- اندازه‌گیری پرولین ریشه

جهت اندازه‌گیری پرولین از روش بیتز و همکاران (۱۹۷۳) استفاده شد. ۰/۱ گرم از نمونه برگ به همراه ۱۰ میلی‌لیتر اسید ۵-سولفو سالیسیلیک ۳ درصد در هاون کوبیده و در ۴۰۰۰ دور به مدت ۱۰ دقیقه ساتریفیوژ شد. به ۲ میلی‌لیتر از این محلول ، ۲ میلی‌لیتر اسید گلاسیال استیک و ۲ میلی‌لیتر اسید نین هیدرین اضافه و به مدت یک ساعت در حمام بن‌ماری در دمای ۱۰۰ درجه قرار داده شد. ۴ میلی‌لیتر تولوئن به این نمونه اضافه و درنهایت میزان جذب نوری در ۵۲۰ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتر Jenway 6305 قرائت گردید. میزان پرولین استخراجی براساس میکرومول بر گرم از جدول استاندارد به دست آمد.

۳-۱۲- اندازه‌گیری مولیبدن اندام هوایی

به منظور اندازه گیری میزان مولیبدن برگ، اندام هوایی گیاه در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس نمونه های خشک شده با استفاده از آسیاب پودر گردید. یک گرم از بافت خشک را در داخل بوته چینی ریخته و در داخل کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۵ ساعت قرار داده شد تا بسوزد. بعد از خارج کردن نمونه ها از کوره به هر کدام از آنها ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریک دو نرمال اضافه کرده و در مرحله بعد به حمام بن ماری به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد انتقال یافت. در ادامه محتوی داخل بوته چینی با استفاده از کاغذ صافی و قیف صاف گردید و عصاره حاصله را به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد (چاپمن و پرات ، ۱۹۶۱). سپس با استفاده از دستگاه جذب اتمی با شعله اکسیدنیترو و استیلن عدد مربوطه قرائت گردید و پس از رسم منحنی استاندارد، غلظت مولیبدن برحسب میلی‌گرم بر گرم به دست آمد.

۳-۱۳- اندازه‌گیری هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک

برای اندازه‌گیری هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک از سوسپانسیون ۲/۵ : ۱ استفاده شد و به ترتیب توسط دستگاه‌های EC سنج و pH متر قرائت شدند.

۳-۱۴-اندازه گیری فسفر قابل جذب خاک

برای اندازه‌گیری فسفر قابل جذب خاک از روش اولسن (روش سدیم بیکربنات، ۱۹۵۴) استفاده گردید. برای این منظور ۱ گرم خاک الک شده در ارلن ۵۰ میلی‌لیتر منتقل شد . سپس ۲۰ میلی‌لیتر از محلول استاندارد سدیم بی‌کربنات ($NaHCO_3$ ۰/۵مولار - pH=8.5) را به آن اضافه شده و در درجه سرعت ۲۰۰ یا بیشتر به مدت نیم ساعت در دمای اتاق (۲۴ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد) توسط دستگاه همزن، هم زده شد. اگر محلول حاصل بی‌رنگ نبود و نیاز به ضدرنگ بود، (قبل از همزدن) به هر ارلن ۱سانتی‌متر مکعب کربن فعال (حدود ۲۰۰ میلی‌گرم) اضافه شد. سپس محلول‌های حاصل از کاغذ صافی واتمن شماره

۴۲ عبور داده شدند. در صورتی که عصاره زردرنگ بود، به مقدار کم کربن فعال اضافه کرده و به مدت ۱۰ دقیقه در همان درجه سرعت دوباره عمل همزدن انجام شد و دوباره عمل صافی کردن تکرار شد.

۳-۱۴-۱- تهیه محلول استاندارد سدیم بی‌کربنات

۴۲۰ گرم سدیم بی‌کربنات صنعتی در آب مقطر حل شده و به حجم نهایی ۱۰ لیتر رسانده شد. به مقطر منظور حل شدن این ماده در آب از مگنت یا همزن الکتریکی بهره برده شد. تنظیم pH با محلول ۵۰ درصد سدیم هیدروکسید (NaOH یک مولار) صورت گرفت.

۳-۱۴-۲- استانداردهای مورد نیاز اسپکتروفتومتری

استاندارد A = محلول استوک اسید مولیبدات

۱- ۱۲ گرم آمونیوم مولیبدات ($(NH_4)_6Mo_7O_2.4H_2O$)، در ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد. افزایش دما به منظور شفاف شدن محلول تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد امری بدیهی است. اجازه سرد شدن به آرامی این محلول داده شد.

۲- ۰/۲۹۱ گرم از آنتیمونی پتاسیم تارتارات در ۱۰۰ سی‌سی آب مقطر حل گردید.

۳- به هر دو محلول بالا، تا حجم ۱۰۰۰ میلی‌لیتر از سولفوریک اسید ۲/۵ مولار اضافه شد.

۴- این دو محلول را با هم مخلوط کرده و به حجم ۲ لیتر رسانده شد.

۵- سپس در محل تاریک نگهداری شد.

استاندارد B = محلول استوک اسید آسکوربیک

۱/۰۵۵۶ گرم اسید آسکوربیک در ۲۰۰ میلی‌لیتر از استاندارد A حل شد. مدت ماندگاری این محلول فقط ۲۴ ساعت می‌باشد.

در آنالیز فسفر توسط رنگ‌سنجی (کالریمتری) یا مقایسه جفت‌شدگی نشر پلاسمایی اسپکتروسکوپی از یک blank و استانداردهای دلخواه استفاده می‌شود.

۳-۱۴-۳- روش کالریمتری

ابتدا ۰/۳ میلی‌لیتر از نمونه به فالکون منتقل شد. به آن ۱ میلی‌لیتر آب مقطر و ۰/۳ میلی‌لیتر استانداردB به اضافه شد. ۱۰ دقیقه به حال خودش گذاشته شد تا تغییر رنگ ایجاد شود. درصد عبور یا غلظت نوری کالریمتر اسپکتروفتومتری Jenway 6305 را در طول موج ۸۸۲ نانومتر خوانده شد. رنگ آن تا ۲ ساعت تغییر نمیکند. منحنی غلظت رنگ حاصل از محلول‌های استاندارد عکس منحنی غلظت فسفر آنهاست. سپس با استفاده از فرمول ۳-۴ میلی‌گرم برکیلوگرم فسفر قابل جذب خاک به دست می‌آید.

$$\text{ppm P in soil} = \text{ppm P in filtrate} \times 10 \qquad (۴-۳)$$

۳-۱۵- اندازه‌گیری مولیبدن خاک

برای تعیین میزان مولیبدن خاک از روش جذب اتمی (دستگاه اتمیک ابزوربشن مدل AA400 ساخت شرکت پرکین المر آمریکا) با شعله اکسید نیترو و استیلن استفاده گردید. در این روش اندازه-گیری از DTPA (دی اتیلن تری آمین پنتا استیک اسید) به عنوان عصاره‌گیر خاک استفاده شد که یک ماده کمپلکس‌کننده است که با کمپلکس کردن عناصر، آنها را از خاک خارج می‌کند. غلظتی که از این ماده به کار برده شد، به دلیل کم بودن غلظت عناصر کم‌مصرف در خاک، باید خیلی کم باشد (شبیه آب می‌باشد). روش کار به این ترتیب بود که ابتدا مقدار ۵ گرم خاک مورد نظر را در ارلن مایر ریخته شد و سپس ۱۰ میلی‌لیتر محلول عصاره‌گیر DTPA ۰/۰۰۵ مولار به آن اضافه گردید. سوسپانسیون حاصل به مدت نیم ساعت هم زده شد و پس از آن با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ عصاره زلالی از آن به دست آورده شد. پس از تنظیم و کالیبراسیون دستگاه با نمونه‌های استاندارد، میزان جذب قرائت گردید (روش لیندسی و نورول، ۱۹۷۸) .

۳-۱۶- اندازه‌گیری سایر پارامترهای خاک اولیه

اندازه‌گیری بافت خاک (جی و بادر، ۱۹۸۶)، ظرفیت تبادل کاتیونی (ردوز، ۱۹۸۲)، پتاسیم قابل جذب

توسط دستگاه فلیم فتومتری (پیج و همکاران، ۱۹۸۲)، کربن آلی و نیتـروژن کـل توسـط دسـتگاه آنـالیز عنصری اندازه‌گیری شد و وزن مخصوص ظاهری به روش‌های مرسوم انجام شد.

۳-۱۷- تجزیه و تحلیل داده ها:

برای آنالیز داده ها از نرم افزار SAS ، MSTATC و برای رسم جداول و نمودارهـا از نـرم افـزار EXCEL بهره برده شد.

فصل چهارم

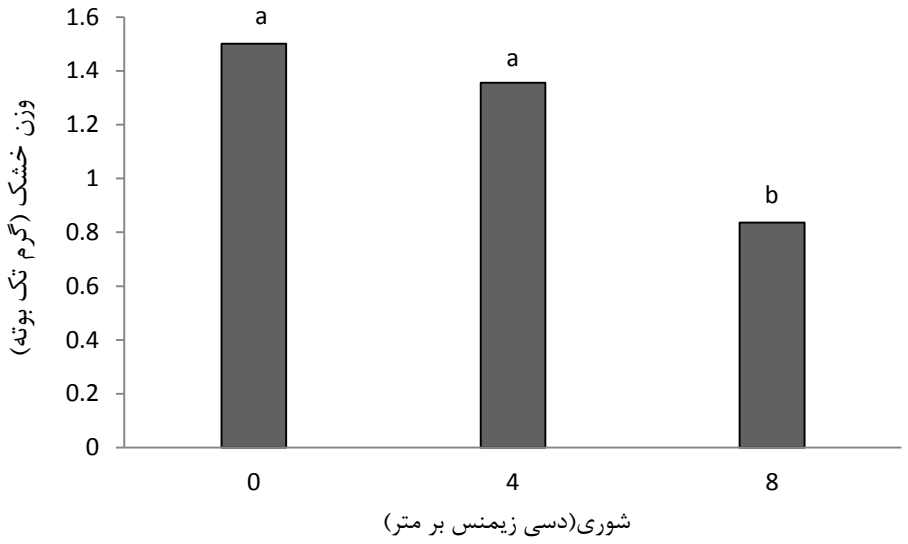
نتایج و

بحث

۴-۱- وزن خشک تک بوته

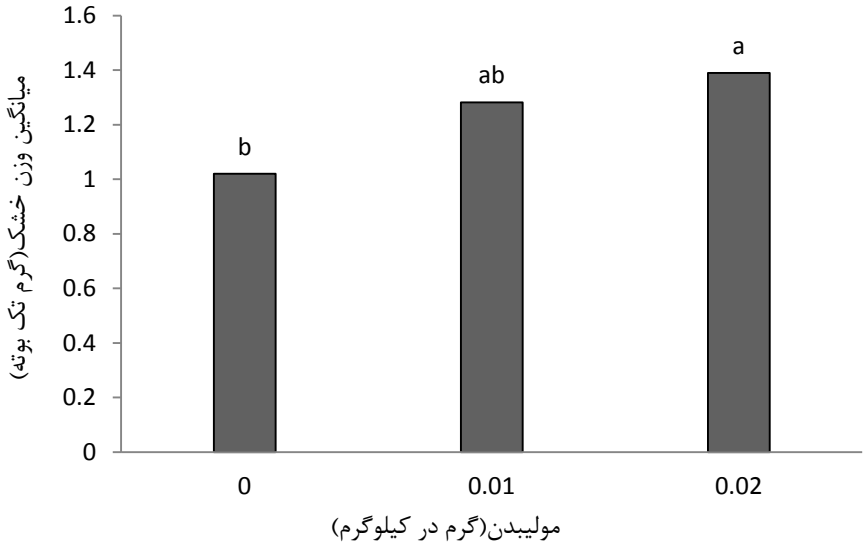
نتایج تجزیه آماری داده‌ها در جدول پیوست ۱ نشان می‌دهد وزن خشک تک بوته ذرت تحت تاثیر شوری (در سطح احتمال۱درصد)، مولیبدن (در سطح احتمال ۵ درصد) و میکوریزا (در سطح احتمال ۱ درصد) قرار گرفت. بررسی شکل۴-۱ نشان داد که شوری سبب کاهش وزن خشک گردید و کمترین وزن خشک زمانی حاصل شد که گیاهان در بالاترین سطح شوری (۸ دسی زیمنس بر متر) قرار گرفتند. در این بین دو سطح شوری ۰ و ۴ دسی زیمنس بر متر شوری از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بر وزن خشک نداشتند.

صفرنژاد و حمیدی (۱۳۸۷) گزارش کردند که شوری از طول ریشه، طول ساقه، وزن تر وخشک ریشه و بخش هوایی گیاه رازیانه کاست. کاهش رشد گیاهان در شرایط تنش شوری می تواند به سبب کاهش ذخایر انرژی گیاه باشد، این امر از طریق اختلال در فعالیت‌های متابولیسمی نظیر فتوسنتز، جذب عناصر غذایی و ... رخ می‌دهد (کربسی و گالیبا،۲۰۰۰). سمیت یونی حاصل از افزایش عناصر زیان بار که سبب اختلال در کلیه فعالیت های زیستی و متابولیسمی گیاهان می شود، یکی دیگر از دلایل کاهش ماده خشک گیاهان در این شرایط است، که درنهایت منجر به از بین رفتن و یا کاهش شدید وزن گیاهان می شود. تنش شوری ایجاد شده توسط غلظت های بالای شوری موجب از بین رفتن تعادل اسمزی و در نتیجه آب کشیدگی بافت ها و از بین رفتن آماس سلولی گیاهان نیز می‌شود (صفرنژاد و حمیدی،۱۳۸۷).



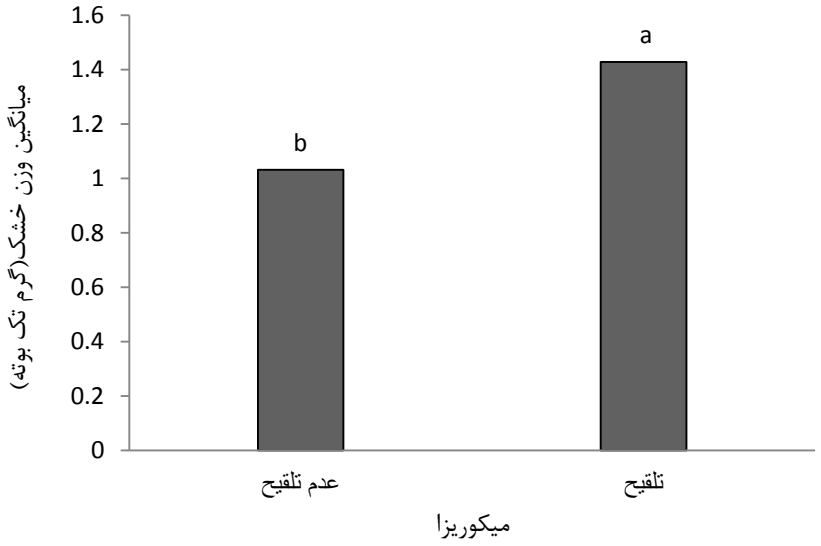
شکل۴-۱- تاثیر شوری بر وزن خشک تک بوته ذرت

نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد استفاده از مولیبدن تاثیر معنی داری بر وزن خشک بوته ذرت داشت (جدول پیوست ۱) و سبب افزایش وزن خشک تک بوته شد. در این بین زمانی که پایین ترین سطح مولیبدن (۰/۰۱) استفاده شد، افزایش معنی داری در وزن خشک دیده نشد. اما استفاده از ۰/۰۲ گرم در کیلوگرم مولیبدن سبب افزایش ۳۶/۸ درصد وزن خشک (گرم در بوته) گردید (شکل ۴-۲). لیو و همکاران(۲۰۱۲) در بررسی خود بر گیاه کلزا نشان داد که کاربرد مولیبدن باعث افزایش میزان ماده خشک گردید. خلدبرین و اسلام زاده (۱۳۸۰) گزارش کردند که مصرف ۱۰۰ گرم مولیبدن در هکتار باعث افزایش ۷۴ درصدی وزن خشک شبدر شد.



شکل ۴-۲- تاثیر مولیبدن بر وزن خشک تک بوته ذرت

وزن خشک در گیاهانی که با میکوریزا تلقیح شدند به میزان ۳۸/۵ درصد افزایش یافت (شکل۴-۳). در آزمایشی که توسط ثابت ملک و همکاران (۱۳۸۵) بر روی گندم انجام شد، گزارش کردند که قارچ میکوریزا توانست وزن خشک اندام هوایی را به طور معنی‌داری افزایش دهد. استفاده از میکوریزا سبب افزایش ماده خشک گیاه به دلیل افزایش جذب آب و مواد غذایی می‌شود. نتیجه این نقش میکوریزا افزایش فعالیت فتوسنتزی و تثبیت CO_2 و تولید سطح برگ بیشتر می‌باشد، که در نهایت سبب افزایش تثبیت CO_2 و افزایش بیوماس اندام هوایی می‌شود (اسمیت و رید، ۲۰۰۸) . تاسانگ و مایوم (۱۹۹۹) گزارش کردند که گیاه لوبیای وحشی تلقیح شده با *Glomus mosseae* به طور معنی‌داری وزن خشک اندام هوایی و ریشه و کلروفیل بیشتری نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی داشت. محققین تاثیر مثبت کودهای آلی از جمله ورمی‌کمپوست شیمیایی در بهبود مولفه‌های جوانه‌زنی، رشد و عملکردگیاه سویا گزارش کردند (یزدانی و همکاران،۲۰۰۸؛ پیردشتی و همکاران،۲۰۱۰). در تحقیقی دیگر کاربرد ورمی-کمپوست به همراه میکوریزا و استفاده از کودهای شیمیایی به طور طبیعی اثر مثبت بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه سویا گزارش کردند (علیزاده و علیزاده،۲۰۱۱).



شکل۴-۳- تاثیر میکوریزا بر وزن خشک تک بوته ذرت

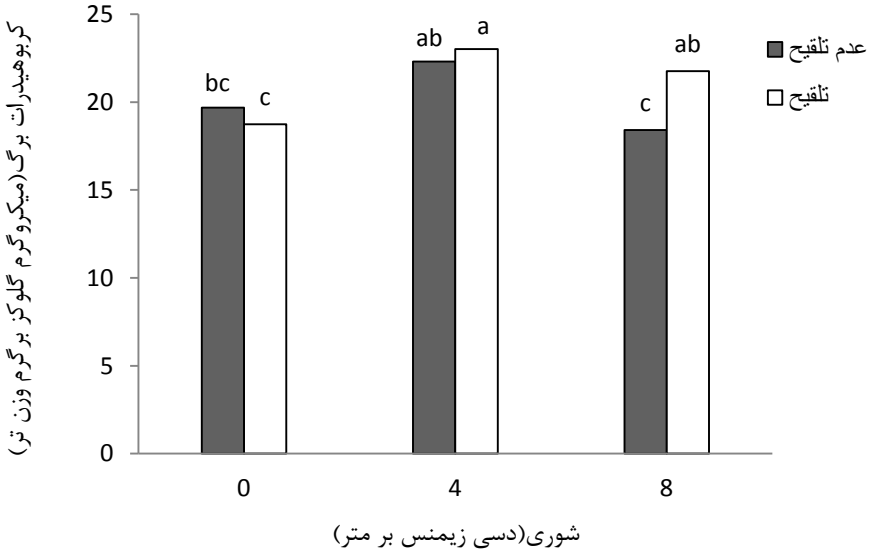
۴-۲- تنظیم کننده های اسمزی

۴-۲-۱- کربوهیدرات برگ

نتایج تجزیه آماری داده‌ها در جدول پیوست ۱ نشان داد که میزان کربوهیدرات محلول برگ تحت تاثیر شوری (در سطح ۱درصد) و اثر متقابل شوری و میکوریزا (در سطح ۵ درصد) قرار گرفت. مقدار بالای کربوهیدرات برگ در گیاهانی که با میکوریزا تلقیح شده بودند و شوری در سطح ۴ دسی‌زیمنس برمتر دریافت کرده بودند، حاصل شد که معادل۲۳/۰۱ میکروگرم گلوکز بر گرم وزن تر بود. کمترین مقدار کربوهیدرات برگ در گیاهانی که با میکوریزا تلقیح شده و شوری ۸ دسی زیمنس بر متر دریافت کرده بودند حاصل شد و مقدار کربوهیدرات معادل ۱۸/۴۱میکروگرم گلوکز بر گرم وزن تر بود (شکل ۴-۴) که از لحاظ آماری با سطح شوری شاهد تفاوت معنی‌داری نداشته است.

قارچ میکوریزا توانایی دفع عناصر سنگین وتولید مواد محرک رشد در گیاه را دارد. از این رو سبب افزایش مقاومت گیاه میزبان به شوری می‌شود. شاید بتوان اینطور نتیجه گرفت که در این آزمایش قارچ میکوریزا به گیاه کمک کرده است که با بالا بردن میزان کربوهیدرات برگ خود، شرایط تنش را بهتر

تحمل کند که این امر با نتایج مطالعه ال-کاراکی و حامد (۲۰۰۱) و از و امر (۱۹۹۴) مطابقت داشت.



شکل۴-۴- تاثیر شوری و میکوریزا بر کربوهیدرات برگ ذرت

۴-۲-۲- کربوهیدرات ریشه

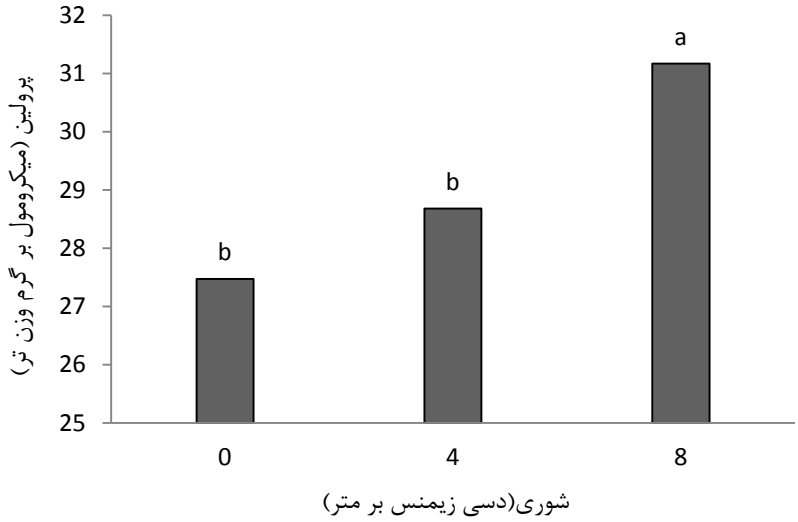
بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد که کربوهیدرات ریشه در این آزمایش از هیچ یک از تیمارهای آزمایشی تاثیر نپذیرفت (جدول پیوست ۱).

۴-۲-۳- پرولین ریشه

بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد که در این آزمایش پرولین ریشه تحت تاثیر شوری در سطح ۵ درصد قرار گرفت (جدول پیوست ۱). همانطور که در شکل ۴-۵ ملاحظه می شود کاربرد دو سطح ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر شوری به ترتیب موجب افزایش ۴/۵ و ۱۳/۵ درصدی نسبت به شاهد شد.

گزارشات بیانگر این امر هستند که در طی تنش، سنتز پرولین القا شده و مقدار آن زیاد می‌شود؛ زیرا پرولین آمینو اسیدی کلیدی در تنظیم اسمزی است و در واقع به عنوان شاخص حساسیت به تنش شوری و خشکی در گیاهان به شمار می‌رود. آزمایشات نشان داد که افزایش پرولین منجر به افزایش مقاومت گیاه به شوری شده که این تغییر بستگی به گونه گیاه دارد. تجمع پرولین در طول تنش، نتیجه دستکاری

ژنتیکی متابولیسم پرولین در گیاهان است. گاهی مقدار آن در گیاه تحت تنش به ۱۰۰ برابر گیاه کنترل می‌رسد؛ زیرا تجمع آن نقش سازشی در گیاه داشته و به عنوان یک اسمولیت ذخیره کننده کربن و نیتروژن پیشنهاد شده است. پرولین در طول تنش عمدتا سنتز سلولی را افزایش و تخریب را کاهش می-دهد (کوی‌کیشور و همکاران، ۲۰۰۵، سایرام و همکاران،۲۰۰۲).



شکل ۴-۵- تاثیر شوری بر پرولین ریشه گیاه ذرت

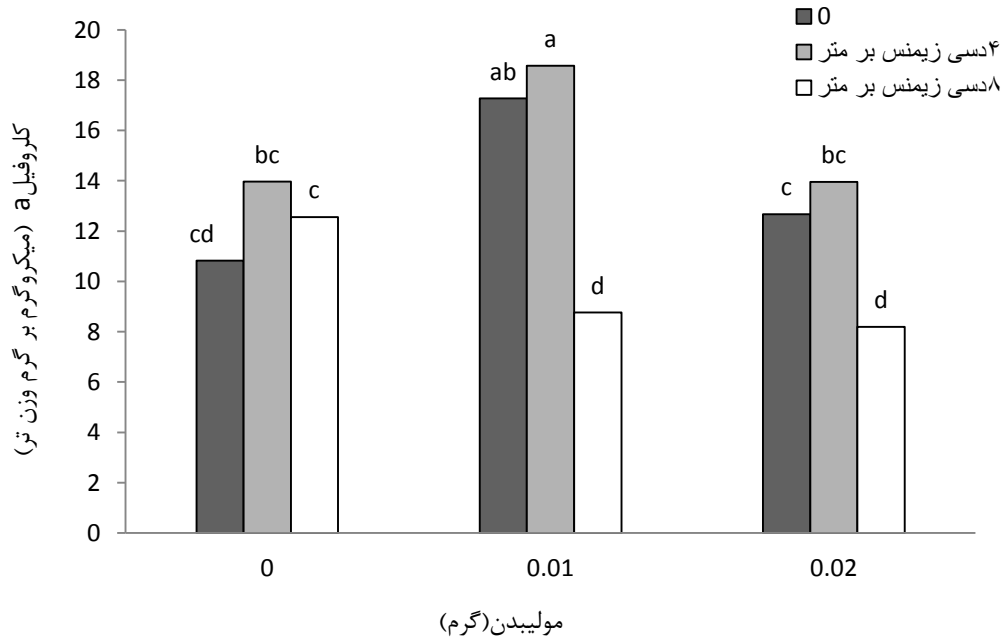
۴-۳- رنگیزه های فتوسنتزی

۴-۳-۱- کلروفیل a

جدول پیوست ۲ نشان داد که کلروفیل a در ذرت در این آزمایش تحت تاثیر شوری (در سطح ۱ درصد)، مولیبدن (در سطح ۱ درصد) و اثر متقابل شوری و مولیبدن (در سطح ۱درصد) قرار گرفت.

بررسی شکل ۴-۶ نشانگر این است که زمانی که گیاهان ۰/۰۱ گرم در کیلوگرم مولیبدن را همراه با شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر دریافت کردند، این صفت مقدار بالایی را به خود اختصاص داد که معادل ۱۸/۵۷میکروگرم بر گرم وزن تر بود و این در حالی است که کمترین میزان کلروفیل a معادل ۸/۱۸۷ میکروگرم بر گرم وزن تر بود که مربوط به گیاهانی بود که بالاترین سطح شوری را همراه با بالاترین سطح

مولیبدن دریافت کرده بودند که البته از نظر آماری با گیاهانی که سطح دوم مولیبدن (۰/۰۱ گرم بر کیلوگرم) را همراه با ۸ دسی‌زیمنس بر متر شوری دریافت کرده بودند، اختلافی را به نمایش نگذاشت (معادل ۸/۷۶ میکروگرم برگرم وزن تر) و نیز با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۴-۶). شوری سبب کاهش مقدار کلروفیل شد. این کاهش می‌تواند عمدتا به علت تخریب ساختمان کلروپلاست و دستگاه فتوسنتزی، فتواکسیداسیون کلروفیل ها، واکنش آنها با رادیکال اکسیژن، تخریب پیش ماده های سنتز کلروفیل و جلوگیری از بیوسنتز کلروفیل های جدید و فعال شدن آنزیم های تجزیه کننده کلروفیل از جمله کلروفیلاز و اختلالات هورمونی باشد (سالطانا، ۱۹۹۹) . اثرات شوری بین گونه‌های مختلف گیاهی ممکن است متفاوت باشد به طوری که تنش شوری میزان فتوسنتز گندم را کاهش می‌دهد (میرمحمدی میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱) در حالی که در برنج موجب افزایش فتوسنتز می‌شود (اش و همکاران ، ۲۰۰۰).



شکل ۴-۶- تاثیر مولیبدن و شوری بر کلروفیل a برگ گیاه ذرت

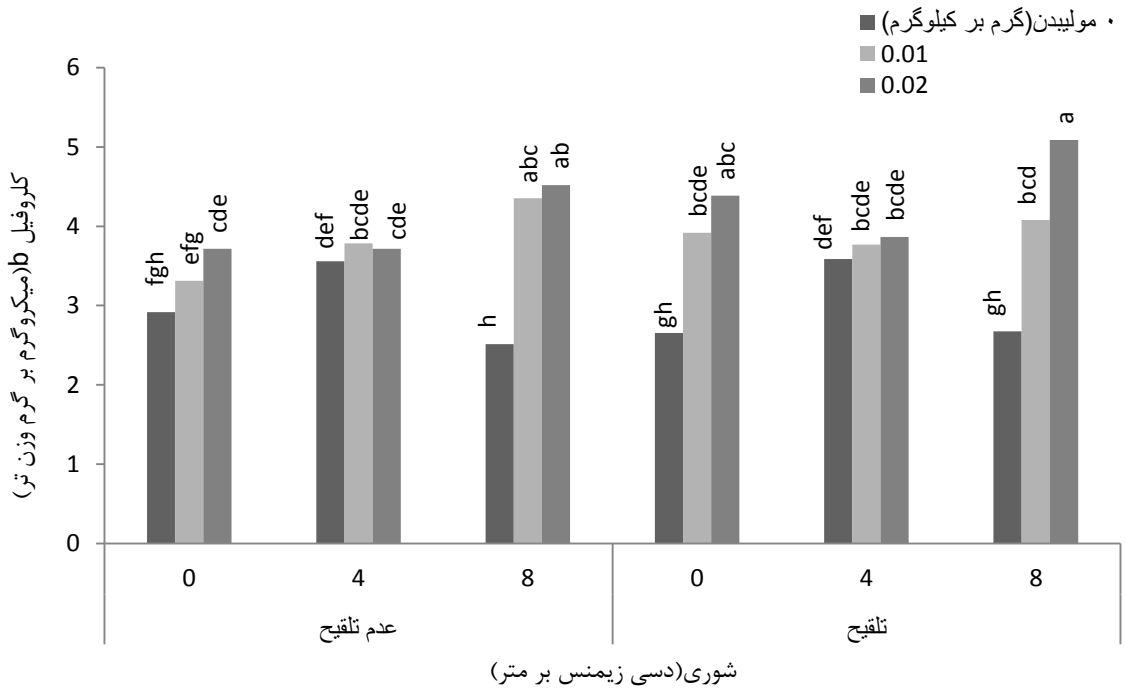
۴-۳-۲- کلروفیل b

در این آزمایش نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد تیمار شوری در سطح ۵ درصد و مولیبدن در سطح ۱ درصد بر میزان کلروفیل b در گیاه ذرت داشت (جدول پیوست ۲). اثر متقابل شوری و مولیبدن، مولیبدن و میکوریزا و اثر متقابل شوری، مولیبدن و میکوریزا در سطح ۱ درصد بر این صفت معنی‌دار بود (جدول پیوست ۲).

بالاترین میزان در کلروفیل b در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر و کاربرد میکوریزا و با مقدار ۰/۰۲گرم در کیلوگرم مولیبدن دریافت کرده بودند که معادل ۵/۰۸ میکروگرم بر گرم وزن تر بود. و کمترین میزان کلروفیل b در گیاهانی که بالاترین سطح شوری (۸ دسی زیمنس بر متر) و عدم کاربرد مولیبدن و میکوریزا دریافت کردند، دیده شد که معادل ۲/۷۵میکروگرم بر گرم وزن تر بود که البته از لحاظ آماری با برخی دیگر از ترکیبات تیماری اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (شکل۴-۷).

طبق پژوهشی که پارسامطلق و همکاران (۱۳۹۰) تحت شرایط تنش شوری بر گیاه لوبیا انجام دادند، مشخص گردید که محتوای کلروفیل کل در گیاه تلقیح شده با میکوریزا نسبت به گیاه شاهد ۳/۷ درصد افزایش یافت. در آزمایشی که توسط دمیر و همکاران (۲۰۱۱) تحت شرایط شوری و تیمار قارچ میکوریزا در گیاه گوجه فرنگی صورت گرفت، نتایج نشان داد که در گیاه تلقیح شده میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل در مقایسه با تیمار شوری و شاهد افزایش یافت در حالی که مقدار کارتنوئید کمتر به دست آمد. درتنش شوری به چند دلیل ممکن است مقدار کلروفیل کاهش یابد. یکی از این دلایل اثرات آنتاگونیستی سدیم با منیزیم است. و از آنجا که میکوریزاها در بعضی موارد به جذب منیزیم در گیاه کمک می‌کنند می‌توانند سنتز کلروفیل را افزایش دهند (گیری و موکرجی، ۲۰۰۴). رابی و همکاران (۲۰۱۱) در گزارشی اعلام کردند مولیبدن در ساختار آنزیم‌های گیاهی از جمله نیترات ردوکتاز، نقش دارد و کمبود آن به علت جلوگیری از احیای نیترات و تشکیل پروتئین باعث بروز کمبود کلروفیل در گیاه می‌شود که خود نوعی

پروتئین است.



شکل۴-۷-تاثیر شوری، مولیبدن و میکوریزا بر کلروفیل b برگ گیاه ذرت

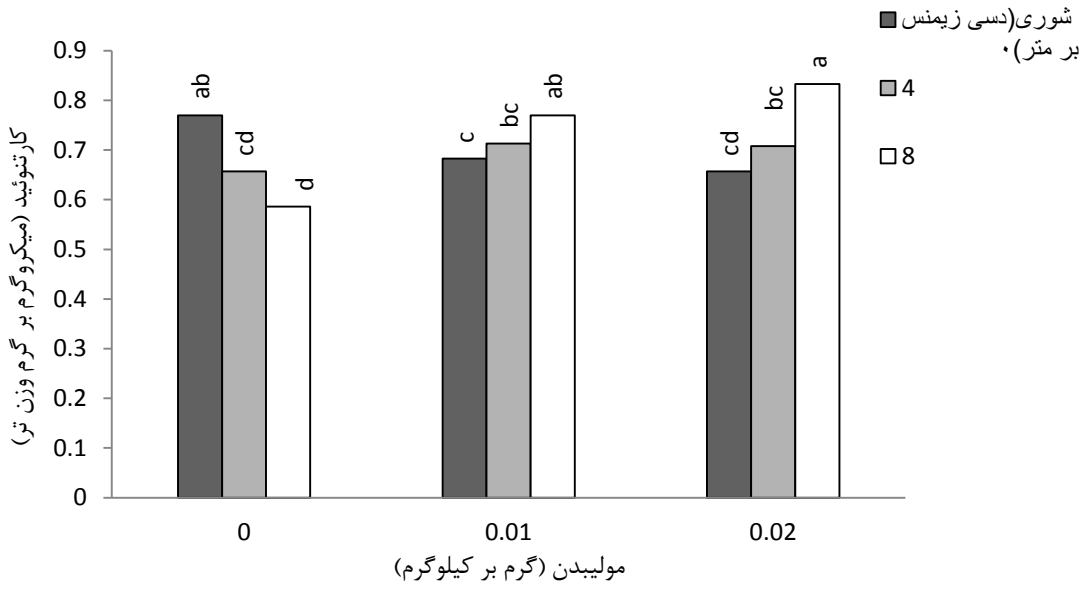
۴-۳-۳- کارتنوئید

میزان کارتنوئید در گیاه ذرت در این آزمایش تحت تاثیر مولیبدن در سطح ۱ درصد و اثر متقابل شوری و مولیبدن، شوری و میکوریز، مولیبدن و میکوریزا در سطح ۱ درصد قرار گرفت (جدول پیوست ۲).

بررسی شکل ۴-۸ نشان داده که در سطح صفر مولیبدن با افزایش شوری کارتنوئید کاهش یافت. این در حالی است که با افزایش سطوح شوری و مولیبدن، کارتنوئید افزایش یافت. که مقدار بالای کارتنوئید در سطح ۸ دسی‌زیمنس بر متر و ۰/۰۲ گرم بر کیلوگرم مولیبدن مشاهده گردید.

کاروتنوئیدها ترکیبات تتراترپنی می‌باشند که وظیفه حفظ کلروفیل از اکسیداسیون نوری، جذب نور و انتقال انرژی نوری به کلروفیل **a** را بر عهده دارند.کاهش مقدار کارتنوئید در شرایط تنش به علت تجزیه بتاکاروتن و تشکیل زئازانتین در چرخه گزانتوفیل است (سالطانا و همکاران،۱۹۹۹). کاهش مقدار

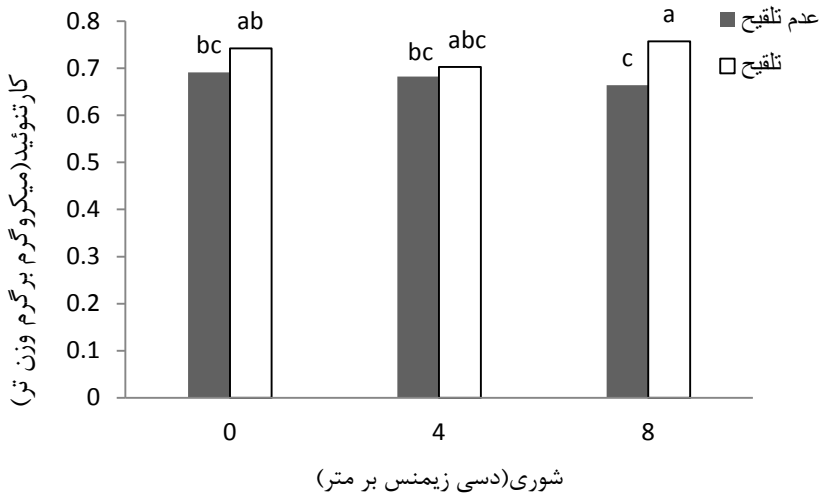
کلروفیل و کارتنوئید در شرایط شوری در گیاه گوجه‌فرنگی (ژوان و همکاران،۲۰۰۵) و سویا (عبد ال صمد و شادات، ۱۹۹۷) گزارش شده است. در این آزمایش افزایش سطوح مختلف مولیبدن به خاک باعث افزایش کارتنوئید، و در نتیجه افزایش مقاومت گیاه به شوری شد.



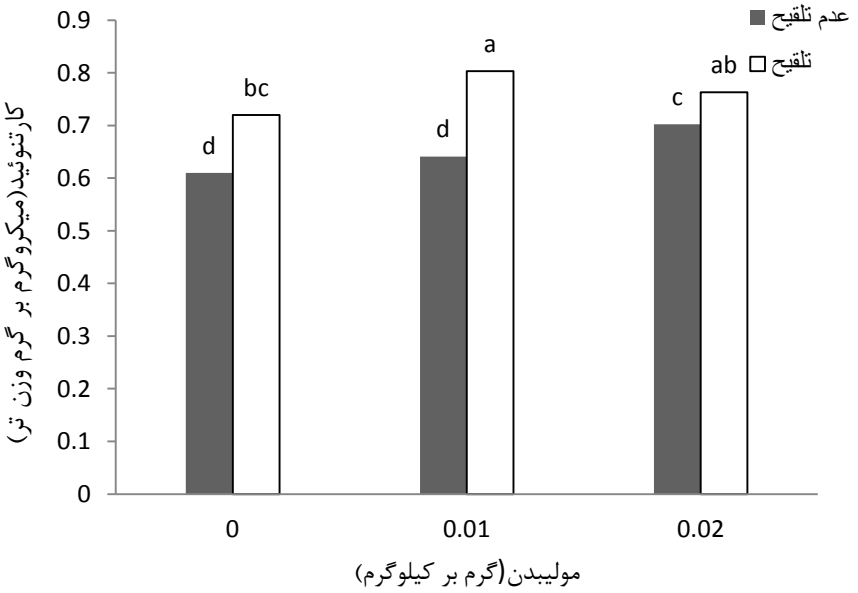
شکل۴-۸- تاثیر شوری و مولیبدن بر کارتنوئید برگ گیاه ذرت

در شکل ۴-۹ مشاهده شد که اثر متقابل قارچ میکوریزا و شوری در سطح ۸ دسی‌زیمنس بر متر، میزان بالای کارتنوئید را دارا بود. در شکل ۴-۱۰ افزایش سطوح مولیبدن در حضور قارچ باعث افزایش کارتنوئید گردید. القای سنتز کارتنوئیدها در شرایط تنش می‌تواند به علت نقش حفاظتی آنها در تشکیلات فتوسنتزی باشد زیرا این رنگیزه ها مسئول خاموش کردن رادیکال اکسیژن و جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدها و درنهایت تنش اکسیداتیو هستند (کویرو،۲۰۰۶). کارتنوئیدها انرژی زیادی را از فتوسیستم I و II به صورت گرما یا واکنش‌های شیمیایی بی‌ضرر دفع کرده، می‌توانند غشاهای کلروپلاستی را حفظ نمایند (ژوان و همکاران، ۲۰۰۵). در آزمایشی که الاهی و همکاران (۲۰۱۰) بر روی گیاه گوجه فرنگی انجام دادند، مشاهده شد که در گیاه گوجه فرنگی تلقیح شده با قارچ میکوریزا محتوای کلروفیل در مقایسه با گیاه گوجه‌فرنگی تلقیح نشده افزایش یافت. پارسامطلق و همکاران (۱۳۹۰) در

گزارش خود بیان کردند که از غلظت کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئید با افـزایش شـوری کاسـته شد. تاسانگ و مـایوم (۱۹۹۹) گـزارش کردنـد کـه گیـاه *Strophostyles helvala* تلقـیح شـده بـا گونـه *G.mosseae* به طور معنی‌داری وزن خشک اندام هوایی، ریشه و کلروفیل بیشتری نسبت به گیاهـان غیـر میکوریزایی داشت.



شکل ۴-۹- تاثیر شوری و میکوریزا بر کارتنوئید برگ گیاه ذرت

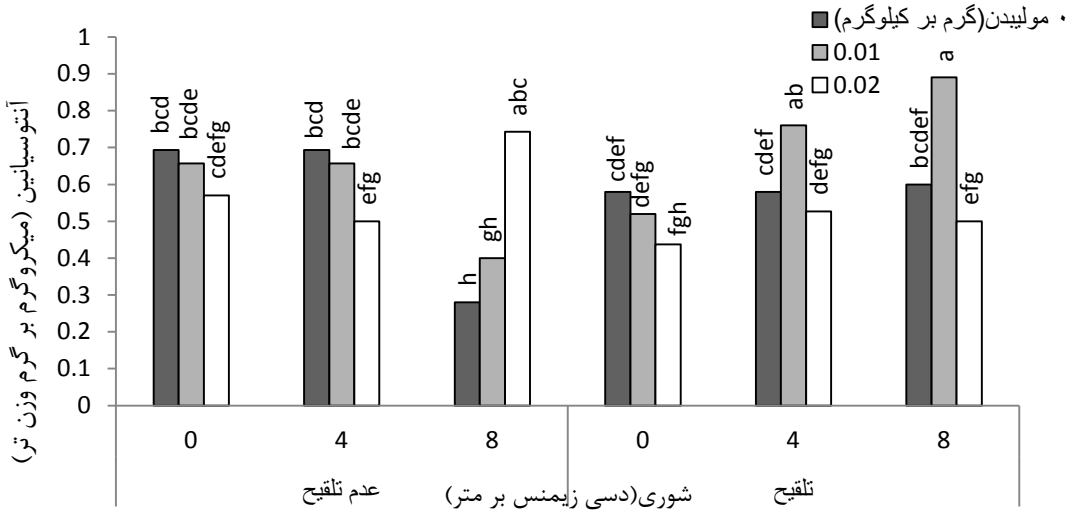


شکل ۴-۱۰- تاثیر مولیبدن و میکوریزا بر کارتنوئید برگ گیاه ذرت

۴-۳-۴- آنتوسیانین

میزان آنتوسیانین در گیاه ذرت تحت تاثیر مولیبدن در سطح ۵ درصد، اثر متقابل شوری و مولیبدن، شوری و میکوریزا، مولیبدن و میکوریزا و اثر متقابل سه‌گانه شوری و مولیبدن و میکوریزا در سطح ۱ درصد قرار گرفت (جدول پیوست ۲) .

اثر متقابل شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر و مولیبدن ۰/۰۱ گرم بر کیلوگرم در حضور قارچ میکوریزا بالاترین میزان آنتوسیانین را نشان داد که با اثر متقابل شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر و مولیبدن ۰/۰۱ گرم بر کیلوگرم در حضور قارچ میکوریزا و ترکیب تیماری ۸ دسی زیمنس بر متر شوری و ۰/۰۲ گرم بر کیلوگرم مولیبدن و عدم حضور قارچ میکوریزا از نظر آماری در یک سطح قرار داشت. شوری ۸ دسی-زیمنس بر متر (فاقد مولیبدن و عدم حضور قارچ) کمترین میزان آنتوسیانین را داشت (شکل ۴-۱۱). تخریب ساختار ظریف کلروپلاست و ناپایداری کمپلکس‌های رنگدانه-پروتئین، تجزیه کلروفیل‌ها و تغییر در محتوای آنتوسیانین‌ها از مضرات شوری است (برترند و شوفز، ۱۹۹۹). در تنش‌های اکسیداتیو عمل آنتوسیانین‌ها خاموش نمودن اکسیژن فعال در برگ‌های جوان و میوه‌های در حال رشد می‌باشد (کایا و ایپک، ۲۰۰۳).

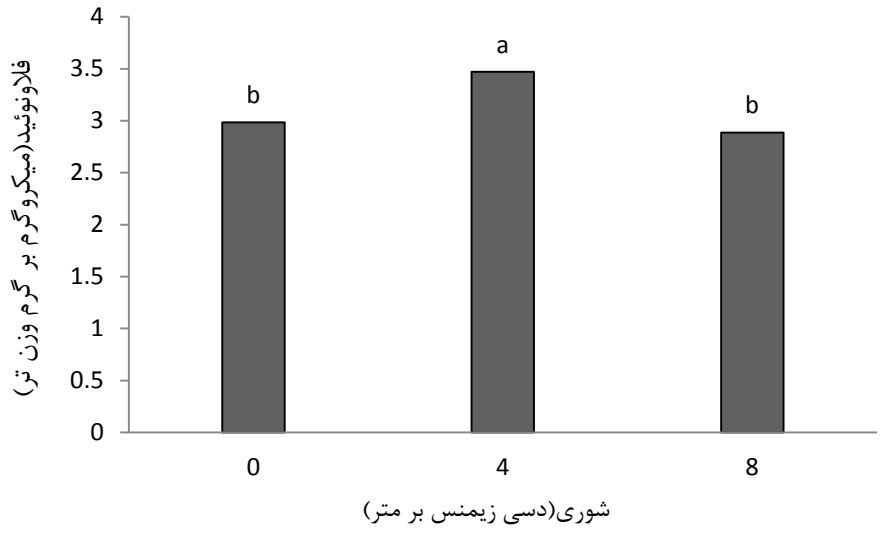


شکل۴-۱۱- تاثیر شوری، مولیبدن و میکوریزا بر آنتوسیانین برگ گیاه ذرت

۴-۳-۵- فلاونوئید

این صفت در این آزمایش تنها تحت تاثیر تیمار شوری در سطح ۵ درصد قرار گرفت (جدول پیوست ۲). در این آزمایش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر بالاترین میزان فلاونوئید را نشان داد که معادل ۳/۴۷ میکروگرم بر گرم وزن تر بود. نکته جالب توجه در این شکل این است که با ۲ برابر شدن شوری (۸ دسی-زیمنس بر متر) میزان فلاونوئید هیچ افزایشی را نسبت به شاهد نشان نداد (شکل۴-۱۲).

شوری از طریق آسیب به کلروفیل‌های برگ و ایجاد اختلال در امر سنتز کلروفیل‌ها سبب کاهش فتوسنتز می‌گردد. غلظت بالای شوری در خاک و آب باعث افزایش پتانسیل اسمزی شده، در نتیجه یون-های Na^+ به سیتوزول نشت یافته؛ انتقال الکترون در فتوسنتز و تنفس را غیر فعال می‌کنند (اش و همکاران، ۲۰۰۰). از رنگیزه‌های موجود در گیاهان می‌توان به زانتوفیل، فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها اشاره کرد که شوری بر این رنگیزه‌ها نیز تاثیرگذار است و هم‌چنین مهم‌ترین عمل فلاونوئیدها خاموش کردن انواع اکسیژن فعال می‌باشد (سایرام و همکاران، ۲۰۰۲).



شکل ۴-۱۲- تاثیر شوری بر فلاونوئید برگ گیاه ذرت

۴-۴- عناصر

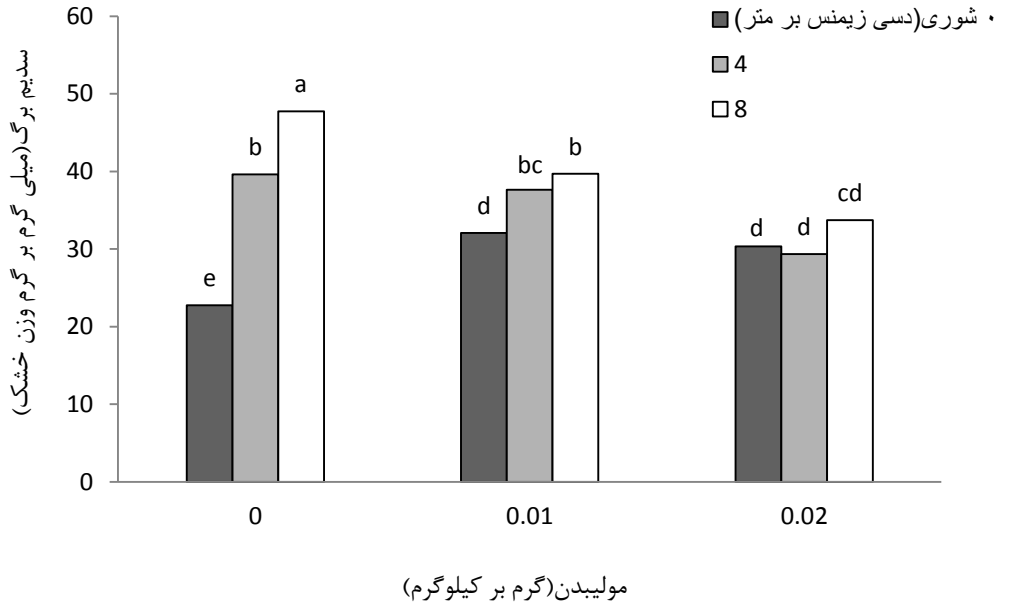
۴-۴-۱- سدیم برگ

سدیم برگ در این آزمایش تحت تاثیر شوری در سطح ۱درصد، مولیبدن در سطح ۱ درصد، میکوریزا در سطح ۵ درصد، اثر متقابل شوری و مولیبدن ، شوری و میکوریزا ، مولیبدن و میکوریزا در سطح ۱درصد قرار گرفت (جدول پیوست ۳).

همانطور که در شکل ۴-۱۳ ملاحظه می‌گردد، شوری در سطح ۸ دسی زیمنس بر متر (فاقد مولیبدن) بالاترین میزان سدیم برگ را دارا بود که معادل ۴۷/۷۵ میلی‌گرم بر گرم بود. کمترین میزان سدیم برگ معادل ۲۲/۷۶ میلی‌گرم بر گرم بود که مربوط به گیاهان شاهد بود.

در این پژوهش شوری باعث افزایش مقدار سدیم و کاهش میزان پتاسیم اندام هوایی شد که در نتیجه باعث کاهش نسبت K^+/ Na^+ می‌شود. کاهش پتاسیم و افزایش سدیم یکی از بارزترین آثار تنش شوری است. علت کاهش میزان پتاسیم در گیاه در محیط شوری این است که وجود غلظت‌های بالای سدیم در محیط‌های خارجی باعث ایجاد رقابت با پتاسیم برای ورود به داخل سلول می‌شود و چون این دو یون

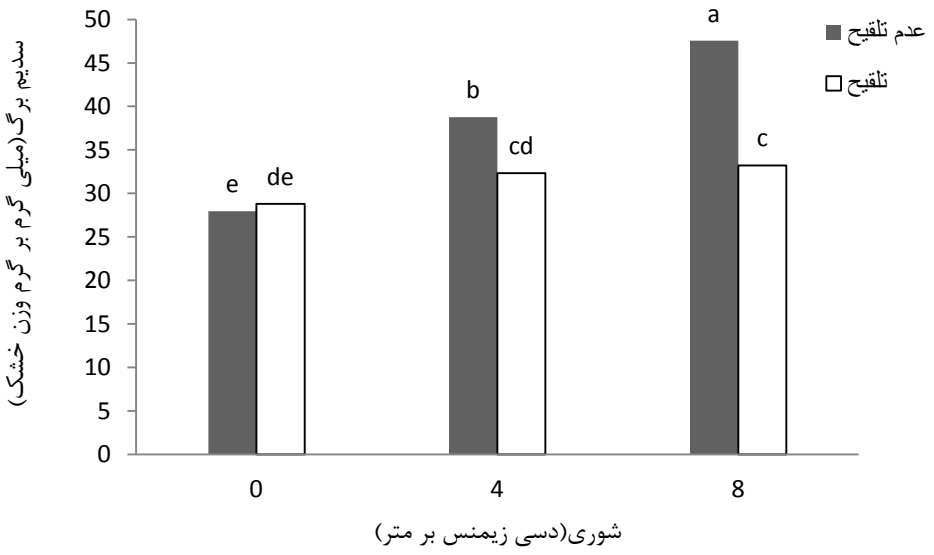
دارای شعاع هیدراته مشابهی هستند، پروتئین‌های انتقال دهنده، ممکن است در تشخیص آنها دچار اشتباه شوند. بنابراین سدیم به راحتی از طریق ناقل‌های با تمایل کم به پتاسیم و یا با تمایل زیاد به پتاسیم وارد سلول شده و جذب پتاسیم کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، انتقال سدیم به قسمت‌های مختلف گیاه و برگ‌ها باعث جایگزینی آنها با کلسیم در فضای آپوپلاستی شده که به دپلاریزاسیون غشا منجر می‌شود و درنتیجه، توانایی غشاها برای جذب انتخابی برخی از یون‌ها دچار اختلال شده و عدم تعادل یونی غیر قابل اجتناب خواهد بود (آکویل احمد و همکاران،۲۰۰۷؛ مولاسیوتیس و همکاران، ۲۰۰۶). در خاک‌های شور و سدیمی، حلالیت عناصر کم‌مصرف (نظیر روی، آهن، منگنز، مس و مولیبدن) کم بوده و گیاهانی که در این خاک‌ها رشد می‌کنند اغلب از نظر این عناصر دچار کمبود می‌باشند (خوشگفتارمنش و سیادت، ۱۳۸۱). فرهادی و گلچین (۱۳۹۰) در گزارشی بیان کردند که با کاربرد مولیبدن غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندام هوایی در گیاه لوبیا چیتی افزایش یافت. می‌توان گفت که این افزایش جذب پتاسیم، احتمالا سبب تعدیل اثرات منفی شوری در ذرت در این پژوهش شده است.



شکل۴-۱۳- تاثیر شوری و مولیبدن بر سدیم برگ گیاه ذرت

بررسی شکل ۴-۱۴ نشان داد که با افزایش سطوح شوری میزان سدیم برگ نیز افزایش یافت به طوری که بالاترین میزان سدیم (معادل ۴۷/۵۴ میلی‌گرم بر گرم) در بیشترین سطح شوری و بدون حضور قارچ میکوریزا حاصل شد. کمترین میزان این صفت در نمونه شاهد دیده شد که با ترکیب تیماری شوری کنترل و تلقیح میکوریزایی اختلاف معنی‌داری نداشت. در این پژوهش حضور قارچ میکوریزا سبب کاهش میزان سدیم شده است.

منصوری و احمدی مقدم (۱۳۹۰) گزارش کردند که افزایش پروتئین ریشه، پرولین برگ، منیزیم، پتاسیم و فسفر برگ گیاهان میکوریزایی نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی نشان می‌دهد که قارچ‌های میکوریزایی میتوانند با استفاده از مکانیسم‌های متفاوت اثرات مضر NaCl در گیاه جو را کاهش دهند. نتایج مشابهی در رابطه با کاهش غلظت کلر با تلقیح میکوریزایی، توسط توسلی و اصغرزاده (۱۳۸۸) و همچنین در رابطه با کاهش غلظت سدیم شاخساره با تلقیح میکوریزایی توسط صدری و همکاران (۱۳۹۰) گزارش شد.

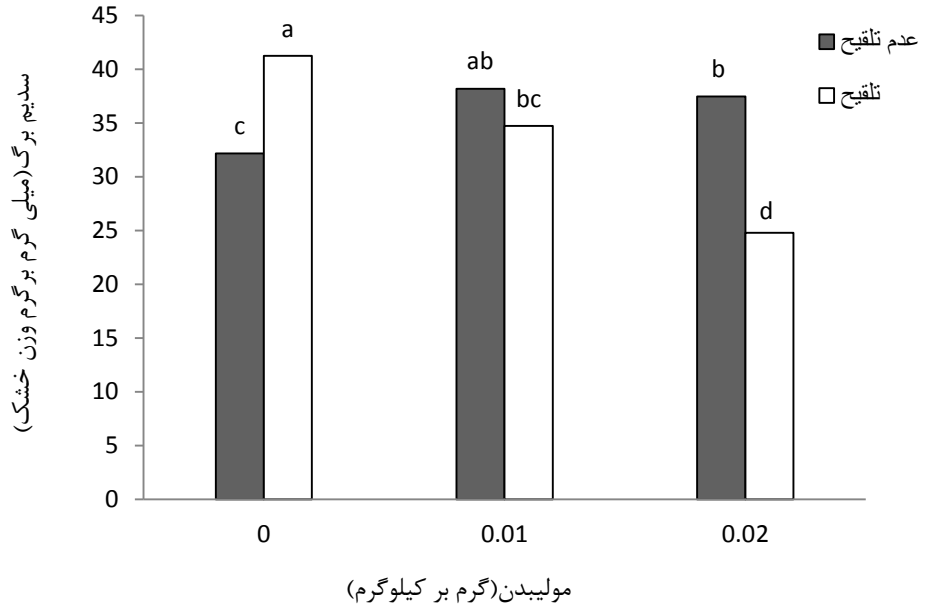


شکل۴-۱۴- تاثیر شوری و میکوریزا بر سدیم برگ گیاه ذرت

بررسی شکل ۴-۱۵ نشان داد که در سطح ۰/۰۲ گرم درکیلوگرم مولیبدن و در حضور قارچ میکوریزا

کمترین میزان سدیم (معادل ۴۱/۲۴ میلی‌گرم بر گرم) مشاهده شد. این در حالی است که بالاترین میزان این عنصر در سطح کنترل مولیبدن و با حضور قارچ میکوریزا (معادل ۲۴/۷۹ میلی‌گرم بر گرم) حاصل گردید البته این میزان از نظر آماری با ترکیب تیماری سطح دوم مولیبدن و عدم تلقیح میکوریزایی اختلاف معنی‌داری نداشت. می‌توان گفت که افزودن سطوح مولیبدن خاک و تلقیح میکوریزایی باعث کاهش سدیم برگ شده است که احتمالا این امر منجر به تعدیل اثرات تنش شوری در گیاه شده است.

گزارش شده که تنش شوری سبب بر هم خوردن تعادل عناصر غذایی و کاهش حلالیت عناصر کم-مصرف از جمله مولیبدن می‌شود (خوشگفتار منش و سیادت،۱۳۸۱). همزیستی یک گیاه با قارچ‌های میکوریزایی باعث می‌شود که گیاه بتواند عناصر غذایی را در خاک‌های فقیر جذب کند (مارشنر و دل، ۱۹۹۴). منصوری و احمدی مقدم (۱۳۹۰) در گزارشی بیان کردند که کم بودن غلظت سدیم در گیاهان میکوریزایی و زیاد بودن آن در ریشه این گیاهان در مقایسه با گیاهان غیر میکوریزایی نشان داد که یکی از مکانیسم‌هایی که برای بهبود رشد در گیاه جو استفاده می‌شود جلوگیری از انتقال سدیم اضافی به برگ است. فرهادی و گلچین (۱۳۹۰) گزارش کردند که کاربرد مولیبدن در لوبیا چیتی موجب کاهش سدیم برگ شده است.



شکل ۴-۱۵- تاثیر مولیبدن و میکوریزا بر سدیم برگ در گیاه ذرت

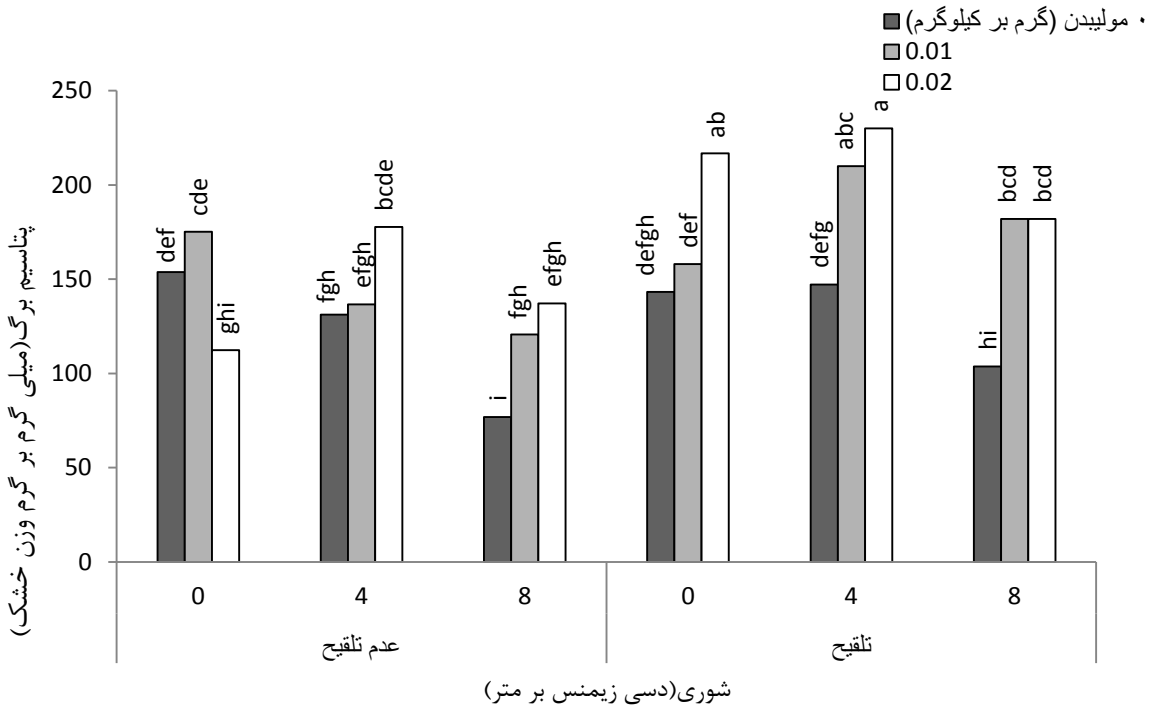
۴-۴-۲- پتاسیم برگ

همانطور که در جدول پیوست ۳ مشاهده می‌گردد، میزان پتاسیم برگ ذرت تحت تاثیر شوری (در سطح احتمال ۱ درصد)، مولیبدن (در سطح احتمال ۱ درصد)، میکوریزا (در سطح احتمال ۱ درصد)، شوری و مولیبدن (در سطح احتمال ۵ درصد)، مولیبدن و میکوریزا (در سطح احتمال ۱ درصد) و اثر متقابل سه جانبه عامل ها در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت.

بررسی اثر متقابل سه جانبه عامل‌ها نشان داد که بیشترین میزان پتاسیم برگ مربوط به شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر همراه با کاربرد بالاترین سطح مولیبدن (۰/۰۲ گرم بر کیلوگرم) و در حضور قارچ میکوریزا (معادل ۲۳۰/۱ میلی‌گرم بر گرم) بود. که البته از لحاظ آماری با ترکیب تیماری ۰/۰۲ گرم در کیلوگرم مولیبدن در شوری شاهد اختلافی را به نمایش نگذاشت (شکل۴-۱۶). زمانی که بالاترین سطح شوری همزمان با سطح ۰ مولیبدن و عدم تلقیح میکوریزایی بود، کمترین میزان پتاسیم که معادل۷۶/۸۲میلی‌گرم بر گرم بود، حاصل گردید این در حالی است که با ترکیب تیماری شوری کنترل و

بالاترین سطح مولیبدن در عدم حضور قارچ میکوریزایی و ترکیب تیماری سطح ۸ دسی‌زیمنس بر متر شوری و سطح کنترل مولیبدن همراه با تلقیح میکوریزایی اختلاف معنی‌داری به نمایش نگذاشت .

پتاسیم عنصری ضروری برای گیاهان و دارای نقش کلیدی در فرآیندهای فیزیولوژیک و رشد گیاه، سنتز پروتئین و نشاسته، انتقال قندها و فعال شدن بسیاری از آنزیم‌ها از جمله آنزیم‌های کلیدی در فتوسنتز و تنفس و حفظ یکپارچگی سیستم فتوسنتزی، سنتز ATP، تنظیم اسمزی، باز و بسته شدن روزنه، خنثی کردن بارهای منفی پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک است (راهنما و ابراهیمی زاده، ۲۰۰۴). گزارش شده که از بارزترین آثار تنش شوری، کاهش پتاسیم و افزایش سدیم می‌باشد (آکویل احمد و همکاران، ۲۰۰۷)، جایگزینی سدیم به جای پتاسیم می‌تواند سبب غیر فعال شدن آنزیم‌ها، کاهش رشد و یا حتی مرگ سلول یا گیاه شود (راهنما و ابراهیمی زاده، ۲۰۰۴). مومنی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که شوری در گیاه ذرت باعث کاهش پتاسیم و افزایش سدیم شد. صدری و همکاران (۱۳۹۰) در آزمایشی نتیجه گرفتند که کاربرد میکوریزا تحت تنش شوری جذب کلسیم، پتاسیم و منیزیم را در گیاه سورگوم افزایش و جذب سدیم را کاهش داد. در پژوهشی دیگر بنی سئد و همکاران (۱۳۹۲) به نتایج مشابهی در کاربرد قارچ میکوریزا *Glomus intraradices* در گیاه تره دست یافتند. فرهادی و گلچین (۱۳۹۰) در گزارشی بیان داشتند که کاربرد مولیبدن باعث افزایش پتاسیم و فسفر در گیاه لوبیا چیتی شد.



شکل۴-۱۶- تاثیر شوری، مولیبدن و میکوریزا بر پتاسیم برگ گیاه ذرت

۴-۴-۳- فسفر برگ

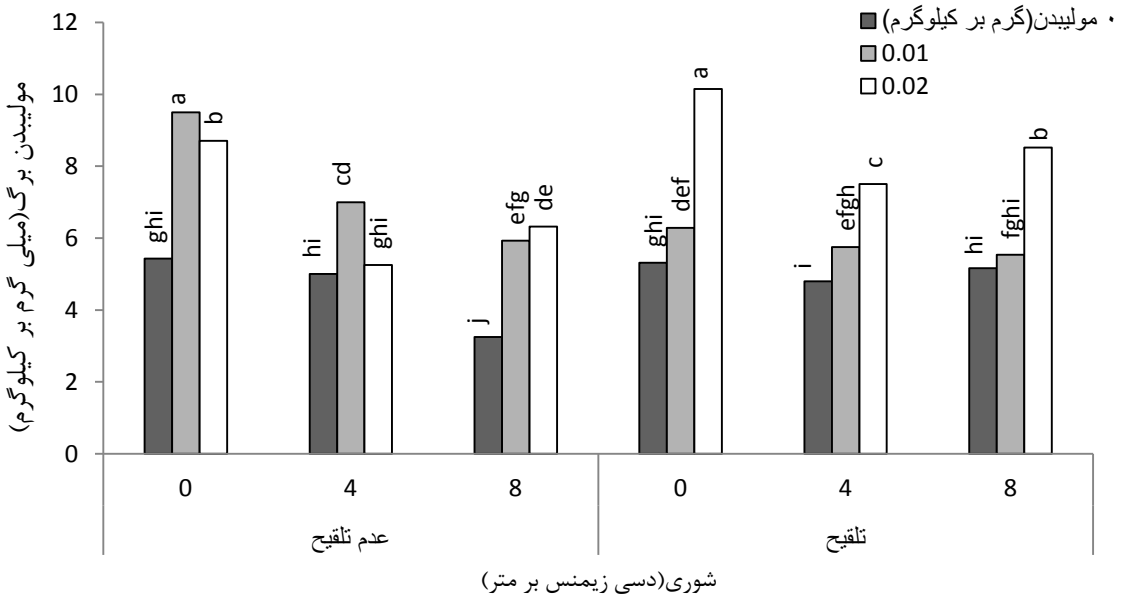
بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد که میزان فسفر برگ در این آزمایش در گیاه ذرت تحت تاثیر هیچ یک از تیمارهای ازمایشی قرار نگرفت (جدول پیوست ۳).

۴-۴-۵- مولیبدن برگ

مولیبدن برگ در گیاه ذرت تحت تاثیر شوری درسطح احتمال ۱ درصد، مولیبدن در سطح احتمال ۱ درصد و میکوریزا در سطح احتمال ۵ درصد قرارگرفت. اثرات متقابل شوری و میکوریزا، مولیبدن و میکوریزا و شوری و مولیبدن و میکوریزا در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان مولیبدن برگ تاثیر گذاشتند (جدول پیوست ۳). در بین ترکیبات تیماری حاصل از شوری در مولیبدن کاربرد ۰/۰۲ گرم بر کیلوگرم مولیبدن به همراه عدم شوری در حضور قارچ میکوریزا بالاترین میزان مولیبدن برگ را به خود اختصاص

داد که ۹/۵میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. کمترین میزان مولیبدن در شوری ۸ دسی زیمنس بر متر و عدم حضور قارچ میکوریزا حاصل شد (شکل ۴-۱۷).

واکنش گیاهان به بالا رفتن غلظت نمک در محیط ریشه تنش اسمزی، سمیت یونی و کمبود عناصر غذایی است (مونز، ۱۹۹۳). مرزبان و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی تاثیر قارچ میکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و لوبیا چشم بلبلی در کشت مخلوط بیان داشتند که قارچ میکوریزا به واسطه انشعابات میسلیومی خود سطحی اضافه را برای جذب آب و عناصر غذایی به وجود آورده است و در نتیجه دریافت آب و مواد معدنی افزایش یافته بنابراین فرایند فتوسنتز نیز بهبود می‌یابد. در گیاهان میکوریزایی سرعت فتوسنتز افزایش می‌یابد بنابراین افزایش فتوسنتز توسط قارچ میکوریزا جذب عناصر غذایی را در خاک را افزایش می‌دهد. کمالی مقدم (۱۳۸۳) طی تحقیقاتی گزارش نمود که مصرف کود مولیبدن موجب افزایش غلظت مولیبدن در اندام هوایی گندم شد. در این بررسی مشاهده شد که کاربرد توام مولیبدن و تلقیح میکوریزایی باعث افزایش مولیبدن در شرایط تنش شوری شده است.



شکل ۴-۱۷- تاثیر شوری، مولیبدن و میکوریزا بر مولیبدن برگ در گیاه ذرت

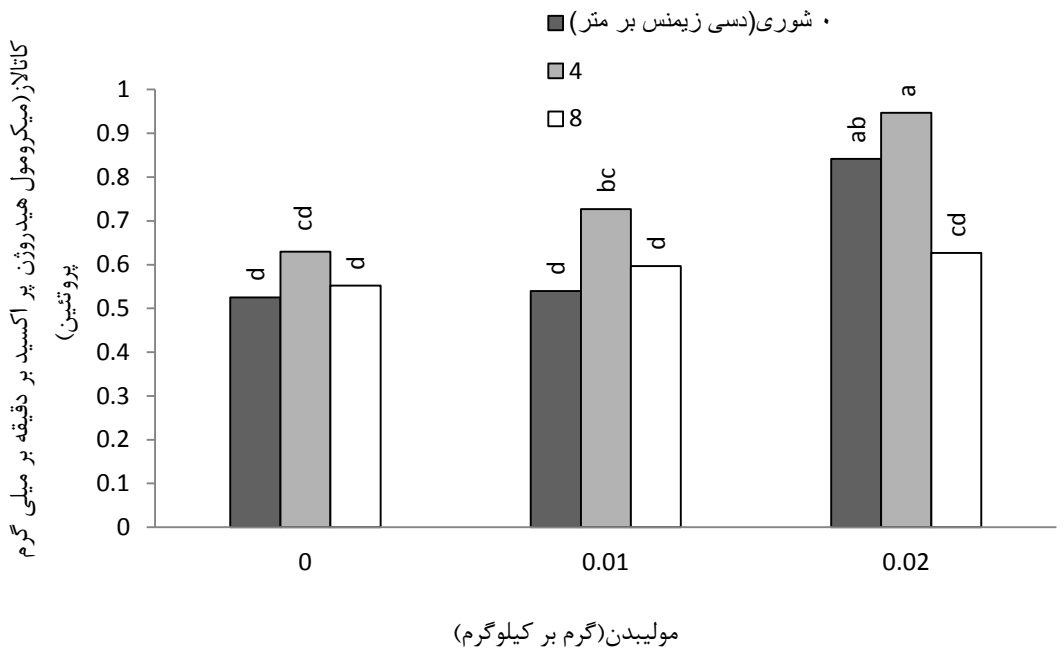
۴-۵- آنزیم‌های آنتی اکسیدان

۴-۵-۱- کاتالاز (CAT)

آنالیز آماری داده‌ها نشان می‌دهد که آنزیم کاتالاز تحت تاثیر شوری (در سطح احتمال ۱ درصد)، مولیبدن (در سطح احتمال ۱ درصد)، میکوریزا (در سطح احتمال ۵ درصد) و همچنین اثر متقابل شوری و مولیبدن (در سطح احتمال ۱ درصد) قرار گرفت (جدول پیوست ۴).

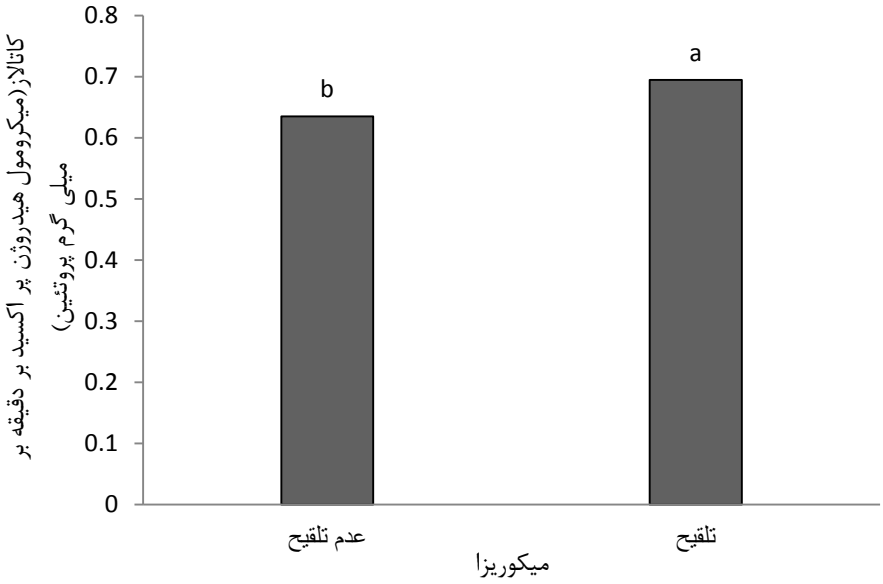
در شکل ۴-۱۸ نشان داده شده است که بیشترین میزان کاتالاز در شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر و کاربرد ۰/۰۲ گرم بر کیلوگرم مولیبدن حاصل آمد. نکته قابل توجه در این شکل این است که با افزایش مولیبدن میزان این آنزیم افزایش داشته است. افزایش شوری تا سطح ۴ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شوری شاهد باعث افزایش این آنزیم شده است ولی در غلظت‌های بالاتر باعث کاهش آن شد (شکل ۴-۱۸).

کاتالاز یک آنزیم تبدیل کننده پراکسید هیدروژن به آب و اکسیژن مولکولی است که در نتیجه تنش شوری، میزان آن در برگها و ریشه کاهش می‌یابد. این امر نشان می دهد، به علت رابطهٔ ضعیف کاتالاز با پیش مادهٔ خود، عاملی در جهت محدود نمودن عمل محافظتی کاتالاز دخالت نموده و باعث غیر فعال شدن کاتالاز گردیده است (گرامر، ۲۰۰۲). مطالعات کافی و همکاران (۱۳۸۲) نشان می‌دهد که افزایش شوری باعث کاهش معنی‌دار میزان فعالیت آنزیم کاتالاز می‌گردد. لی و لی (۲۰۰۲) افزایش فعالیت پراکسیداز و کاتالاز را تحت تیمار مولیبدن در برگ‌های سیب‌زمینی گزارش کردند. همچنین لیو و همکاران (۲۰۰۵) با انجام تحقیقاتی بر روی سویا نشان دادند که تیمار مولیبدن باعث افزایش فعالیت پراکسیداز و کاتالاز می‌شود.



شکل ۴-۱۸- تاثیر شوری و مولیبدن بر کاتالاز برگ گیاه ذرت

در شکل ۴-۱۹ مشاهده شد که تلقیح میکوریزایی تاثیر مثبتی بر میزان این آنزیم داشته است و باعث افزایش ۹/۴۴ درصدی این آنزیم نسبت به شاهد شد. که این امر با نتایج مستوری (۲۰۱۰) که با آغشته کردن بذور با قارچ تریکودرما، افزایش آنتی اکسیدان‌ها مشاهده شد، مطابقت دارد. انتصاری و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی خود بر تاثیر بیوپرایمینگ بر آنزیم های آنتی‌اکسیدان لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L) به نتیجه مشابهی دست یافتند.



شکل ۴-۱۹- تاثیر میکوریزا بر کاتالاز برگ گیاه ذرت

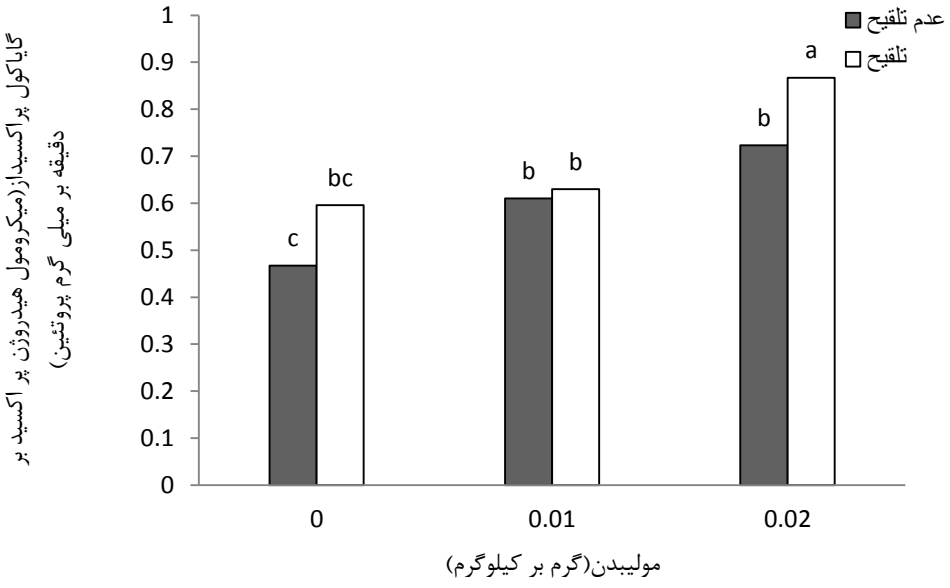
۴-۵-۲- گایاکول پراکسیداز (GPX)

نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که آنـزیم گایـاکول پراکسـیداز تحـت تـاثیر مولیبـدن در سـطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل مولیبدن و میکوریزا در سطح احتمال ۵ درصد قرار گرفت (جـدول پیوسـت ۴).

بررسی شکل ۴-۲۰ نشان داد که تاثیر متقابل مولیبدن و میکوریزا منجر به افزایش میزان ایـن آنـزیم شد. به طوری که بالاترین میزان این صفت در سطح ۰/۰۲ گرم بر کیلـوگرم مولیبـدن و بـا حضـور قـارچ میکوریزا حاصل شد.

روداتیک و همکاران (۲۰۰۰) و اندرسون (۲۰۰۳) گزارش کردند که افزایش مولیبدن با افزایش آنتی-اکسیدان‌ها (نظیر کاتالاز و گایاکول پر اکسیداز) ارتباط مستقیم دارد. در یک بررسی بر تاثیر بیوپرایمینگ بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L) مشاهده کردند که در حضور قـارچ تریکودرمـا میزان این آنزیم‌ها افزایش یافت (انتصاری و همکاران، ۱۳۹۲). خلیقـی جمـال آبـادی و خـارا (۱۳۸۷) در

گزارشی بیان کردند که در حضور قارچ *Glomus intraradices* میزان آنزیم گایاکول پر اکسیداز افزایش یافت.



شکل ۴-۲۰- تاثیر مولیبدن و میکوریزا بر گایاکول پر اکسیداز برگ گیاه ذرت

۴-۶- صفات اندازه گیری شده مربوط به خاک

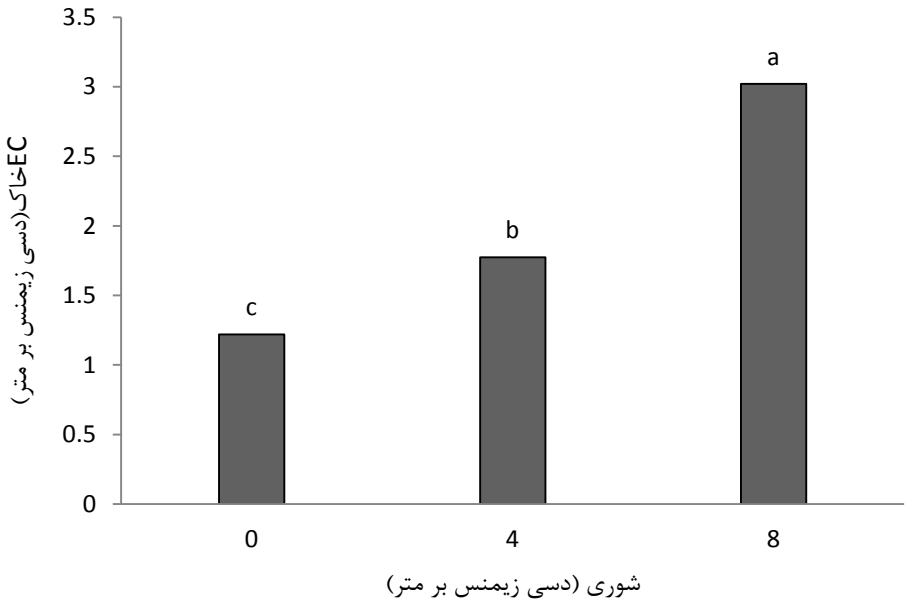
۴-۶-۱- اسیدیته خاک (pH)

بررسی جدول پیوست ۵ نشان داد که اسیدیته خاک در این آزمایش تحت تاثیر هیچ یک از تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت.

۴-۶-۲- هدایت الکتریکی (EC)

هدایت الکتریکی خاک در این آزمایش تحت تاثیر شوری در سطح ۱درصد قرار گرفت (جدول پیوست ۵). شکل۴-۲۱ نشان داد که استفاده از ۴ دسی‌زیمنس شوری موجب شد که هدایت الکتریکی خاک به میزان ۰/۶ نسبت به شاهد افزایش یابد این در حالی بود که با دو برابر شدن غلظت شوری (۸ دسی-زیمنس بر متر) این مقدار نسبت به شاهد ۱/۸۰ دسی‌زیمنس بر متر هدایت الکتریکی را افزایش داد

(شکل ۴-۲۱).



شکل ۴-۲۱- اثر شوری بر هدایت الکتریکی خاک

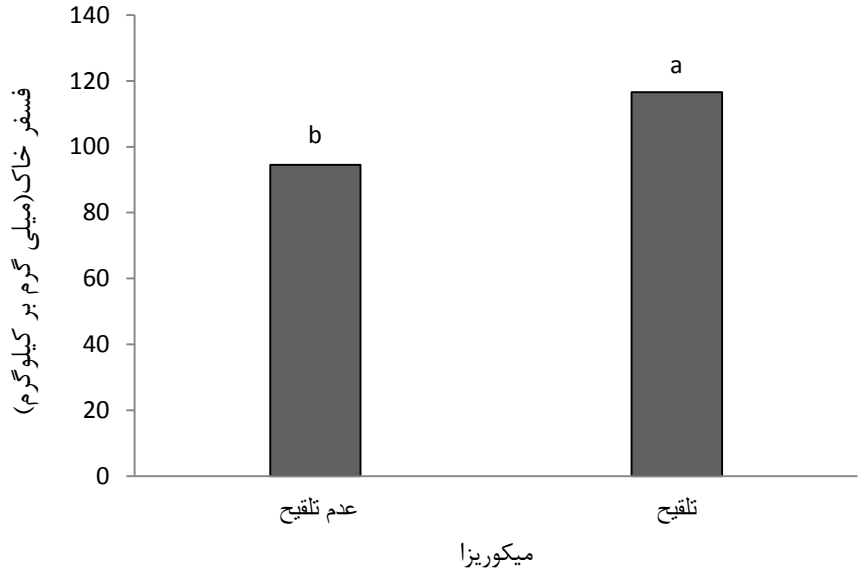
۴-۶-۳- فسفر قابل جذب خاک

بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد فسفر قابل جذب خاک در این آزمایش تنها تحت تاثیر میکوریزا در سطح ۱ درصد قرار گرفت (جدول پیوست ۵).

همانطور که در شکل ۴-۲۲ دیده می شود استفاده از میکوریزا توانست به میزان ۲۲/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر قابل جذب خاک را افزایش دهد.

قارچ‌های میکوریزا از طریق مکانیسم‌های مختلفی حلالیت عناصر موجود در خاک را که در حالت عادی غیر قابل جذب برای گیاه می‌باشد افزایش داده و با گسترده کردن شبکه هیف‌های خود در خاک سطح جذب ریشه گیاه را افزایش می دهد. بنابراین چنانچه مایه تلقیح قارچ های میکوریزا به درستی مورد استفاده قرار گیرند، میتواند مصرف کودهای شیمیایی و به ویژه کودهای فسفره را کاهش دهد (زیدی و همکاران، ۲۰۰۳). خان و زیدی (۲۰۰۷) اظهار داشتند که فسفر قابل جذب خاک در اثر تلقیح میکوریزا به

طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین نتایج تحقیقات وو و همکاران (۲۰۰۵) و زیدی و همکاران (۲۰۰۳) نیز بیانگر افزایش فسفر قابل جذب در اثر تلقیح میکوریزا می‌باشد.



شکل ۴- ۲۲- تاثیر میکوریزا بر فسفر قابل جذب خاک

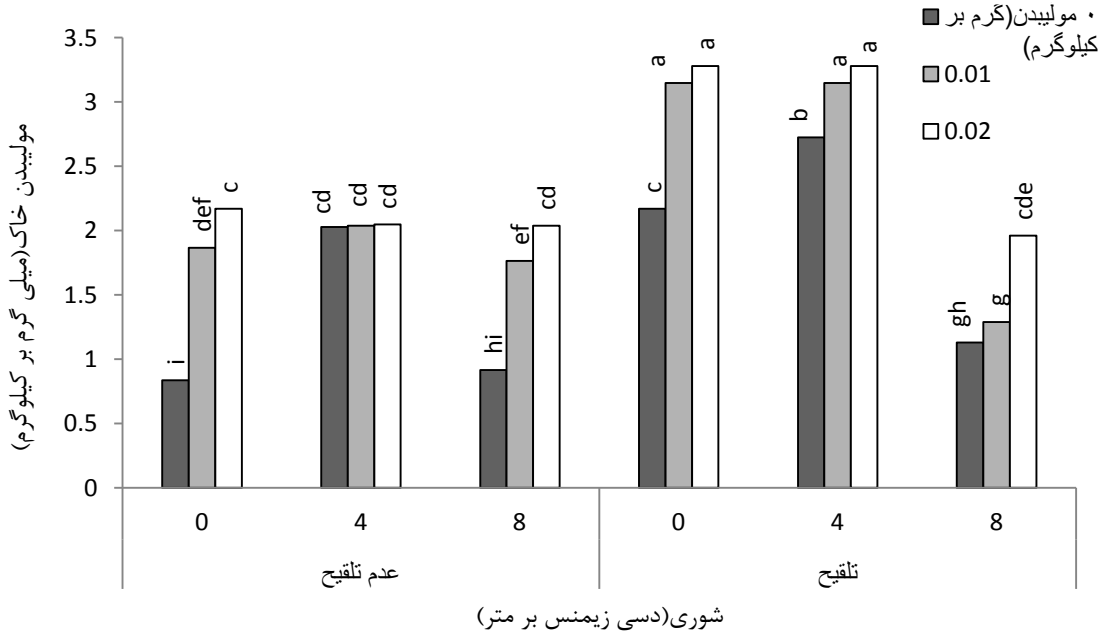
۴-۶-۴- مولیبدن کل خاک

در این آزمایش مولیبدن کل خاک تحت تاثیر تیمار شوری، مولیبدن ، شوری در مولیبدن ، میکوریزا ، شوری در میکوریزا، مولیبدن در میکوریزا و اثر متقابل سه جانبه عامل ها در سطح ۱درصد قرار گرفت (جدول پیوست ۵).

در بین ترکیبات تیماری حاصل از شوری و مولیبدن ، ترکیب تیماری ۰ و ۴ دسی زیمنس بر متر شوری و ۰/۰۲ گرم برکیلوگرم مولیبدن بیشترین میزان این صفت را به خود اختصاص داد که معادل ۳/۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که با ترکیب تیماری ۰و ۴ دسی زیمنس بر متر شوری و ۰/۰۱ گرم در کیلوگرم مولیبدن اختلاف معنی‌داری نداشت (۳/۱۴۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم). کمترین میزان مولیبدن کل خاک مربوط به خاک شاهد بود که معادل ۰/۸۳۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. تلقیح میکوریزایی در تمامی

سطوح شوری و مولیبدن مورد استفاده سبب افزایش معنی‌دار میزان مولیبدن خاک شده است (به جز در شوری ۸ دسی‌زیمنس برمتر). در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد قارچ میکوریزا تحت تاثیر قرار گرفته و به میزان معنی‌داری کاهش مولیبدن خاک نسبت به شوری صفر و ۴ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد، این در حالی است که با کاربرد مولیبدن در سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۲ گرم بر کیلوگرم این تاثیر منفی تا حدودی تعدیل شده و میزان این صفت افزایش یافت (شکل ۴-۲۳).

قارچ‌های میکوریزا از طریق افزایش جذب عناصر غذایی مثل فسفر و برخی عناصر کم مصرف، افزایش جذب آب، کاهش تأثیر منفی تنش‌های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا، سبب بهبود در رشد و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌شوند (شارما، ۲۰۰۲). قارچ‌های میکوریزا با داشتن شبکه هیفی گسترده و افزایش سطح و سرعت جذب ریشه باعث بهبود مقاومت گیاه در برابر تنش‌های زنده و غیر زنده (باسکوت، ۲۰۰۵؛ اسمیت و رید، ۲۰۰۸) می‌شوند.



شکل ۴-۲۳- اثر شوری، مولیبدن و میکوریزا بر مولیبدن کل خاک

فصل پنجم

نتیجه گیری و

پیشنهادات

نتیجه گیری نهایی

نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که شوری موجب کاهش میـزان وزن خشـک تـک بوتـه، کربوهیدرات برگ، کلروفیل b، کارتنوئید، آنتوسیانین، فلاونوئید، پتاسیم برگ، مولیبدن برگ، مولیبدن کل خاک شد. شوری بر میزان سدیم برگ، هدایت الکتریکی خاک و پرولین ریشـه تـاثیر متفـاوتی گذاشـت و باعث افزایش آنها شد. کاربرد ۴ دسی‌زیمنس بر متر شوری سبب افزایش آنزیم کاتالاز شد. ولی در سـطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر شوری از میزان این آنزیم کاسته شد.

در شرایط تنش شوری، گیاه برای جلوگیری از ورود بیش از حد یون سدیم بـه ریشـه مقـدار زیـادی ATP مصرف می‌کند. درنتیجه، انرژی کمتری برای نیازهای رشدی گیاه باقی مـی‌مانـد. در شـرایط شـور، غلظت زیاد سدیم، غشاهای سلولی ریشه را تخریب کرده و توان آنها را در ورود انتخابی یون‌ها تغییر مـی-دهد و به این ترتیب جذب عناصر ضروری گیاه دچار اختلال می‌شود.کاهش میزان رنگیزه‌های فتوسـنتزی می‌تواند عمدتا به علت تخریب ساختمان کلروپلاست و دستگاه‌های فتوسنتزی، فتواکسیداسیون کلروفیل-ها، واکنش آنها با رادیکال اکسیژن، تخریب پیش ماده‌های سنتز کلروفیل و جلوگیری از سـنتز کلروفیـل-های جدید، فعال شدن آنزیم‌های تجزیه کننده کلروفیل از جمله کلروفیلاز و اختلالات هورمونی باشـد. از مکانیسم‌هایی که احتمالا در افزایش مقاومت گیاه به شوری تاثیر دارد، تحریک سنتز مواد اسمتیک ازقبیل پرولین می‌باشد.کاهش آنزیم کاتالاز میتواند به علت وجود رابطه ضعیف کاتالاز با پیش ماده خود است که در شراط تنش باعث غیر فعال شدن کاتالاز شده است.

کاربرد مولیبدن سبب افزایش وزن خشک تک بوته، کلروفیل b، کارتنوئید، آنتوسیانین، پتاسیم بـرگ، مولیبدن برگ، آنزیم‌های کاتالاز و گایاکول پراکسیداز، مولیبدن کل خـاک شـد. در حـالی کـه منجـر بـه کاهش سدیم برگ شد.

مولیبدن از عناصر غذایی کم‌مصرف است که جز ساختمانی بسیاری از آنزیم‌ها می‌باشد. آنزیم نیترات ردوکتاز یکی از همین آنزیم‌ها است که در آسیمیلاسیون نیترات نقش مهمی ایفا می‌کند. به همین سبب مقادیر جزئی مولیبدن تاثیر مثبت و معنی‌داری بر میزان پروتئین گیاه، افزایش رشد و کاهش ترکیبات نیتروژنه محلول از جمله نیترات دارد.

تلقیح میکوریزایی بر میزان وزن خشک تک بوته، کلروفیل b، کارتنوئید، آنتوسیانین، پتاسیم برگ، مولیبدن برگ، آنزیم‌های کاتالاز و گایاکول پراکسیداز و فسفر قابل جذب خاک اثر گذاشت و منجر به افزایش آنها گردید. تلقیح میکوریزا بر سدیم برگ نیز موثر بود و سبب کاهش آن شد.

قارچ‌های میکوریزا با قابل جذب کردن عناصر غذایی از قبیل فسفر، کلسیم، منیزیم و پتاسیم سبب افزایش رشد گیاه در شرایط تنش می‌شود که این امر با تشکیل شبکه میسلیومی و افزایش سطح جذب عناصر توسط قارچ میسر می‌شود.

درنهایت میتوان این طور نتیجه گرفت که کاربرد میکوریزا و مولیبدن از اثرات ناشی از تیمار شوری را جبران کند و میتوان قارچ میکوریزا و مولیبدن را به عنوان عامل ضد تنش شوری در گیاه ذرت داشت.

پیشنهادات

موارد زیر برای حصول نتایج تکمیلی پیشنهاد می‌شود:

۱- تاثیر مولیبدن در سطوح دیگر بر صفات کمی و کیفی گیاه ذرت بررسی شود.

۲- در این آزمایش تنها یک گونه قارچ میکوریزا بررسی شد لذا پیشنهاد می‌شود از گونه هـای دیگـر میکوریزا به منظور همزیستی با گیاه ذرت استفاده شود.

۳- تاثیر مولیبدن، میکوریزا و شوری در مراحل دیگر رشد ذرت بررسی شود.

پیوست

جدول پیوست ۱- تجزیه واریانس وزن خشک تک بوته، کربوهیدرات برگ، کربوهیدرات و پرولین ریشه گیاه ذرت تحت تاثیر شوری، مولیبدن و میکوریزا

منابع تغییر	df	وزن خشک تک بوته	کربوهیدرات برگ	کربوهیدرات ریشه	پرولین ریشه
تکرار	۲	۰/۰۰۴	۱۷/۷۰	۰/۴۵	۰/۰۰۰۱**
شوری	۲	۲/۲۰**	۵۷/۶۵**	۵/۰۴	۶۴/۱۶۴*
مولیبدن	۲	۰/۶۵*	۲۱/۷۹	۳/۳۳	۲/۷۷۲
میکوریزا	۱	۲/۱۳**	۴/۲۸	۳/۴۶	۴/۸۱۸
شوری × مولیبدن	۴	۰/۳۱	۹/۲۴	۲/۷۹	۱۲/۵۷۸
شوری × میکوریزا	۲	۰/۴۵	۲۶/۳*	۲/۰۲	۲/۳۲۱
مولیبدن × میکوریزا	۲	۰/۱۶	۱۹/۲۶	۱/۴۹	۰/۴۱۸
شوری×مولیبدن× میکوریزا	۴	۰/۲۰	۷/۵۶	۲/۵۶	۵/۲۲۲
خطا	۳۴	۰/۱۵	۷/۵۴	۱/۷۳	۱۲/۷۸۹
ضریب تغییرات(٪)		۲۹/۶۱	۱۳/۳	۱۲/۰۶	۱۲/۲۹

* و ** به ترتیب به مفهوم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ ٪ می‌باشد.

جدول پیوست ۲- تجزیه واریانس کلروفیل a، کلروفیل b، آنتوسیانین، فلاونوئید و کارتنوئید برگ گیاه ذرت تحت تاثیر شوری، مولیبدن و میکوریزا

منابع تغییر	df	کلروفیل a	کلروفیل b	آنتوسیانین	فلاونوئید	کارتنوئید
تکرار	۲	۱/۱۶	۰/۱۶	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۰۵
شوری	۲	۱۴۹/۲۷**	۰/۶۸*	۰/۰۱	۱/۷۵*	۰/۰۰۵
مولیبدن	۲	۵۱/۵۶**	۲/۳۸**	۰/۰۵*	۰/۲۹	۰/۰۲**
میکوریزا	۱	۳/۱۲	۰/۲۸	۰/۰۰۷	۰/۶۱	۰/۰
شوری × مولیبدن	۴	۴۵/۳۴**	۱/۶۲**	۰/۰۵**	۰/۰۶	۰/۰۵**
شوری × میکوریزا	۲	۹/۴۰	۰/۱۷۲	۰/۱۱**	۰/۵۸	۰/۰۲**
مولیبدن × میکوریزا	۲	۳/۸۱	۲/۸۵**	۰/۰۸**	۰/۳۴	۰/۰۹**
شوری× مولیبدن× میکوریزا	۴	۱۰/۶۹	۱/۳۱۴**	۰/۰۷**	۰/۳۶	۰/۰۰۹
خطا	۳۴	۹/۵۹	۰/۲۰	۰/۰۱۱	۰/۳۴۰	۰/۰۰۴
ضریب تغییرات(٪)		۲۳/۸۷	۲۰/۱۵	۱۸/۰۹	۱۸/۷۴	۸/۷۱

*و ** به ترتیب به مفهوم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ ٪ می‌باشد.

جدول پیوست ۳- تجزیه واریانس سدیم برگ، پتاسیم برگ، فسفر برگ و مولیبدن برگ گیاه ذرت تحت تاثیر شوری، مولیبدن و میکوریزا

منابع تغییر	df	سدیم برگ	پتاسیم برگ	فسفر برگ	مولیبدن برگ
تکرار	۲	۱۹/۲۹	۴۸۴/۹۴	۰/۲۶*	۲۳/۱۵**
شوری	۲	۶۵۵/۶۲**	۶۷۳۹/۸۷۹**	۰/۰۷۸	۱۸/۰۱**
مولیبدن	۲	۱۷۹/۳۵**	۱۲۳۲۰/۴۷**	۰/۰۹۴	۳۹/۰۵**
میکوریزا	۱	۷۴/۸۱*	۲۰۲۴۳/۵۹**	۰/۰۵۳	۱/۱۴۷*
شوری × مولیبدن	۴	۲۲۱/۵۳**	۱۶۵۹/۸۷*	۰/۱۰۰	۲/۹۴**
شوری × میکوریزا	۲	۵۱۷/۹۳**	۶۰۱/۳۷	۰/۰۷۷	۳/۹۳۶**
مولیبدن × میکوریزا	۲	۵۳۶/۱۳**	۳۵۸۰/۱۰**	۰/۰۶۱	۱۴/۶۶۱**
شوری× مولیبدن× میکوریزا	۴	۲۶/۰۴	۲۵۳۴/۰۰۶**	۰/۰۷۱	۰/۸۳**
خطا	۳۴	۱۴/۴۲۲	۶۲۰/۸۰	۰/۰۵۲	۰/۲۰۶
ضریب تغییرات(٪)		۱۰/۹۲	۱۶/۰۳	۳/۷۶	۷/۰۸

* و ** به ترتیب به مفهوم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ ٪ می‌باشد.

جدول پیوست ۴- تجزیه واریانس کاتالاز وگایاکول پراکسیداز تحت تاثیر شوری، مولیبدن و میکوریزا درگیاه ذرت

منابع تغییر	df	کاتالاز	گایاکول پراکسیداز
تکرار	۲	۰/۱۹	۰/۰۱
شوری	۲	۰/۱۵**	۰/۰۴
مولیبدن	۲	۰/۲۷**	۰/۳۲**
میکوریزا	۱	۰/۰۴۸*	۰/۰۰
شوری × مولیبدن	۴	۰/۰۴۱**	۰/۰۲
شوری × میکوریزا	۲	۰/۰۳	۰/۰۱۲
مولیبدن × میکوریزا	۲	۰/۰۰۲	۰/۰۸*
شوری× مولیبدن× میکوریزا	۴	۰/۰۰۷	۰/۰۱۷
خطا	۳۴	۰/۰۱	۰/۰۲۱
ضریب تغییرات(٪)		۱۴/۹۹	۲۲/۶۰

* و ** به ترتیب به مفهوم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ ٪ می‌باشد.

جدول پیوست ۵- تجزیه واریانس اسیدیته ، هدایت الکتریکی، فسفر قابل جذب و مولیبدن کل خاک

منابع تغییر	df	pH	EC	فسفر قابل جذب خاک	مولیبدن کل خاک
تکرار	۲	۰/۰۱	۱/۳۱*	۴۸۱/۳۴	۱/۳۸**
شوری	۲	۰/۰۸	۱۵/۳۰**	۱۴۷۹/۵۸۸	۴/۴۵**
مولیبدن	۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۳۸۰/۴۸۴	۴/۶۱**
میکوریزا	۱	۰/۰۱	۱/۳۰	۶۵۶۰/۰۷۱**	۵/۲۴**
شوری × مولیبدن	۴	۰/۱۱	۰/۱۷	۱۹۸/۵۸۵	۰/۴۳**
شوری × میکوریزا	۲	۰/۱۴	۰/۰۶	۲۷۰/۵۶۶	۰/۷۸**
مولیبدن × میکوریزا	۲	۰/۰۶	۰/۲۵	۱۵۶/۶۵۶	۰/۶۱**
شوری× مولیبدن× میکوریزا	۴	۰/۰۲	۰/۰۳	۲۵۴/۲۸۰	۰/۲۱**
خطا	۳۴	۰/۰۷۵	۰/۳۵۸	۶۰۴/۹۵۱	۰/۰۲۴
ضریب تغییرات(٪)		۳/۳۳	۲۹/۸۵	۲۳/۲۹	۸/۵۹

*و ** به ترتیب به مفهوم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ ٪ می‌باشد.

منابع

آرزو، م. و حکمتی، ج. (**۱۳۷۵**). روش‌های تولید کمپوست. **مجله آب، خاک و ماشین،** ۲۴: ۴۰-۳۶.

آستارایی، ع. و عوض کوچکی، ع. (**۱۳۷۵**). "کاربرد کودهای بیولوژیکی در کشاورزی پایدار". **انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد**. ۱۶۸ ص.

امام ، ی . (**۱۳۸۳**). **"زراعت غلات"**. دانشگاه شیراز. شیراز، ص ۱۲۰.

امامی،ع. (**۱۳۷۵**). روش‌های تجزیه گیاه. جلد اول. نشریه فنی شماره ۹۸۲. **موسسه تحقیقات خاک و آب**. انتشارات دانشگاه تهران. ص:۲۴۸.

انتصاری، م.، شریف‌زاده، ف.، دشتکی، م و احمدزاده، م. (**۱۳۹۲**). "تاثیر بیوپرایمینگ بر مولفه‌های جوانه‌زنی، صفت فیزیولوژیک، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت و کنترل بیماری رایزوکتونیایی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)". مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴(۴۴): ۴۵-۳۵.

بانژاد، ح.، مکاری قهرودی، ا.، اثنی عشری، م. و لیاقت، ع. م. (**۱۳۹۲**). "بررسی اثر متقابل آب مغناطیسی و شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ریحان". **نشریه آبیاری و زهکشی ایران**. ۲(۷): ۱۷۸-۱۸۳.

برنارد،ف. نوری،م. مهرابی کوشکی،ز.شاکربازارنو، ح. (**۱۳۸۷**). "مقایسه پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی قطعات جداکشت دو واریته شیرین بیان به مولیبدن و اسیدسالیسیلیک". **مجله رستنی-های ایران**. جلد ۹.

بنی سئد، م.، نادیان، ح.ا.، خلیل مقدم، ب.، حیدری، م. و فتحی، ق.ا. (**۱۳۹۲**)."اثر برهمکنش قارچ میکوریزا آربوسکولار (*Glomus intraradices*) و شوری بر جذب عناصر غذایی در تره‌فرنگی (*A. porrum* L.) و دو توده تره ایرانی (*Tareh Irani*)". **سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران**. اهواز.

ایران.

پارسامطلق، ب.، محمودی، س.، سیان زهان، م. و نقی‌زاده، م. (**۱۳۹۰**). "تاثیر قارچ میکوریزا و کود فسفر بر غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی و عناصر غذایی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط تنش شوری". **نشریه بوم شناسی کشاورزی.** ۳(۲). ۲۴۴-۲۳۳.

تاج بخش، م. (**۱۳۷۵**). **"ذرت زراعت – اصلاح آفات و بیماریهای آن"**، نشر احرار، تبریز ص۱۵۰.

توسلی، ع. و اصغرزاده، ن. (**۱۳۸۸**).'' اثر قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار بر جذب عناصر غذایی و عملکرد پیاز در یک خاک شور در شرایط مزرعه‌ای''. **مجله دانش آب و خاک**. ۱۹(۱).

ثابت ملک،ع.، اردکانی،م. و رجالی. ف. (**۱۳۸۵**). "ارزیابی کارایی جذب عناصر آهن، روی، مس و منگنز توسط ارقام مختلف گندم تلقیح شده با قارچ میکوریزا آربوسکولار در شرایط مزرعه". **همایش خاک، محیط زیست و توسعه پایدار**.

حاتمی، م. ر.، قادری، ن.، سی و سه مرده، ع. و مظفری، ع. ا. (**۱۳۹۱**). "بررسی اثر دراز مدت شوری بر میزان پروتئین‌های محلول و فعالیت آنزیم پراکسیداز در دو رقم توت فرنگی. اولین همایش ملی تنش‌های گیاهی (غیر زیستی)". دانشگاه اصفهان. ۱۰ و ۱۱ آبان.

حاج باقری، س.، انتشاری، ش.، آقائی، پ. و میرزاییان، ف.(۱۳۹۱). "بررسی اثرات تنش شوری بر گیاه ریحان سبز تلقیح شده با دو گونه قارچ میکوریزا *Glomus intraradices* و *Glomus mosseae*". **اولین همایش ملی تنش‌های گیاهی (غیر زیستی).** دانشگاه اصفهان. ۱۰ و ۱۱ آبان.

حسینی،ح.،و رضوانی مقدم،پ. (**۱۳۸۵**)."اثرتنش خشکی و شوری بر جوانه زنی اسفرزه. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران". ۴: ۱۵-۲۲.

خاوری، ک. (**۱۳۷۷**). "ضرورت تولید کودهای میکروبی در ایران". **مجله علوم خاک و آب** . ۱۲ (۳)

: ۳۷-۳۸.

خدابنده ن، (**۱۳۷۵**). "**غلات**". انتشارات دانشگاه تهران، ۵۳۷ صفحه.

خلدبرین، ب و اسلام زاده، ط.(**۱۳۸۰**). ‘‘تغذیه معدنی گیاهان عالی. انتشارات دانشگاه شیراز’’.۱(۱). ۴۵۳-۴۶۷.

خلیقی جمال آباد، ا. و خارا، ج. (**۱۳۸۷**). "تاثیر قارچ میکوریزا آربوسکولار بر روی تنش اکسیداتیو و برخی پارامترهای رشدی و فیزیولوژی در گیاه گندم رقم آذر ۲ تحت سمیت کادمیم". **مجله زیست شناسی ایران**. ۲۱(۲). ۲۱۶-۲۳۰.

خوشگفتارمنش، ا.ح و سیادت، ح. (**۱۳۸۱**). "تغذیه معدنی سبزیجات و محصات باغی در شرایط شور". **انتشارات معاونت امور باغبانی**. چاپ اول. ۶۰-۶۵.

سالاردینی، ع و مجتهدی، م.(۱۳۷۲). "اصول تغذیه گیاه". انتشارات دانشگاه تهران. جلد دوم. چاپ اول. ۱۹۸-۲۰۶.

سالاردینی، ع. ا. (**۱۳۷۴**). "حاصلخیزی خاک". انتشارات دانشگاه تهران، ۴۴۱ ص.

سرمدنیا، غ. (**۱۳۷۲**). "اهمیت تنش‌های محیطی در زراعت. مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران". ص ۱۶۹-۱۵۷.

صالح راستین، ن. (**۱۳۸۰**). "کودهای بیولوژیک و نقش آنها در راستای نیل به کشاورزی پایدار" . **مجله علوم خاک و آب**، ویژه نامه کودهای بیولوژیک. ۱۲(۳) : ۱-۳۶.

صدری، م.، حیدریان پور، م.ب.، آزادی، آ. و زارعی، م. (**۱۳۹۰**). ‘‘اثر سطوح شوری، قارچ میکوریزا آربوسکولار و ورمی‌کمپوست بر رشد و جذب عناصر غذایی در گیاه سورگوم’’. **دوازدهمین کنگره علوم خاک**. تبریز. ایران.

صفایی، ل. (**۱۳۷۸**). "بررسی اکولوژیکی مایکوریز اندوتروف (وزیکولار-آربوسکولار) در گیاه پوآ (*Poa bulbosa*) از خانواده گرامینه (Gramineae)". پایان نامه **کارشناسی ارشد**. دانشکده علوم. دانشگاه فردوسی مشهد.

صفرنژاد، ع. و حمیدی، ح. (**۱۳۸۷**). "بررسی خصوصیات مورفولوژی گیاهان دارویی اسفرزه در برابر تنش شوری". **مجله پژوهش و سازندگی**. شماره ۷۶.

فلاح، ع.، بشارتی، ح. وخسروی، ه. (۱۳۸۵) "میکروبیولوژی خاک (ترجمه) ". آییژ. ص ۱۸۰.

فرهادی، خ. و گلچین، ا. (**۱۳۹۰**). "تاثیر سطوح نیتروژن و مولیبدن بر غلظت مولیبدن و عناصر غذایی پرمصرف در برگ لوبیا چیتی رقم تلاش در بستر کشت پرلیت". **دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران**. تبریز. ایران.

کافی، م.، کامکار، ب. و مهدوی دامغانی، ع.م. (**۱۳۸۲**). "واکنشهای گیاهان زراعی به محیط رشد". انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

کمالی مقدم، ع. (**۱۳۸۳**). "بررسی تاثیر مولیبدن و سیلیسیم بر عملکرد و میزان پروتئین گندم". پایان نامه **کارشناسی ارشد خاک‌شناسی**. دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

مرزبان، ز.، عامریان، م.، ممرآبادی، م.، عباس دخت، ح.، رحیمی، م. و سیبی، م. (**۱۳۹۰**)." بررسی اثرهای همزیستی توام قارچ میکوریزا آرباسکولار وباکتری مزوریزوبیوم برعملکرد کشت مخلوط ذرت ولوبیا چشم بلبلی". **اولین همایش ملی مباحث نوین درکشاورزی**، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه.

منصوری، ح. و احمدی مقدم، ع. (**۱۳۹۰**). "تاثیر میکوریزا در مقاومت گیاه جو (*Hordum vulgare*) به شوری"، گروه زیست‌شناسی **دانشگاه شهید باهنر کرمان**.

مومنی، ن.، آروین، م.ج.، خواجویی نـژاد،غ.، کرامـت،ب و دانشـمند،ف.(**۱۳۹۲**)."اثـر کلریـد سـدیم و سالیسیلیک اسید بر برخی شـاخص‌هـای فتوسـنتزی و تغذیـه معـدنی گیـاه ذرت(*Zea mays* L.)" . **مجله زیست‌شناسی گیاهی**، ۵ (۱۵) : ۱۵-۳۰.

میرمحمدی میبدی، س. و قره‌یاضی، ب. (**۱۳۸۱**). "جنبه‌های فیزیولوژیکی و به‌نـژادی تـنش شـوری گیاهان". انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

Abd El Samad, H.M. and Shaddat, M.A.K.(**1997**). “Salt tolerance of soybean cultivars”. **Biologia Plantarum** .39(2): 263-269.

Afzal, I., M. Shahzad, B.N. Ahmad and M.F. Ahmad.(2005). "Optimization of hormonal priming techniques for alleviation of salinity stress in wheat (Triticum aestıvum L.)". **Caderno de Pesquisa Ser. Bio., Santa Cruz do Sul**. 17: 95- 109.

Akthar M.S. and Siddiqui Z.A. (**2008**) "Arbuscular Mycorrhizal Fungi as Potential Bioprotectants against Plant Pathogens. In: **Mycorrhizae: Sustainable Agriculture and Forestry**, (Eds.) Springer Netherlands, Dordrecht, The Netherlands., 6: 61-97.

Alizadeh, O.and Alizadeh , A (**2011**) ."Consideration Use of Mycorrhiza and Vermicompost to Optimizing of Chemical Fertilizer Application in Corn Cultivation". **Advances in Environmental Biology**, 5(6): 1279-1284.

Al-karaki,G.N. and Hammad R. (**2001**)**."** Mycorrhiza influence on fruit yield and mineral content of tomato grown under salt stress**"**. **J.Plant Nutr**.24:1311-1323.

Al-karaki, G.N. and Al-Omoush.M. (**2002)**. **"**Wheat response to phosphogypsum and mycorrhizal fungi in alkaline soil**". J.of plant nutr**.25:873-883.

Allen M.F. and Moore T.S. and Christensen M. **(1992).** "Phytohormone changes in *Bouteloua gracilis* infected by vesicular–arbuscular mycorrhizae. II. Altered levels of gibberellin-like substances and abscisic acid in the host plant". J. of. **Can J Bot**., 60, pp 468.

Andrson, S. (**2003**). "Basic Information About Molybdenum As Plant Nutrient. Available: Http:// Cocemmerce.Uvex.Edu".

Anonymous.**(1994)."**Land degradation in south Asia: Its severity, couses and effects upon

the people**"**. FAO.W.S.R.R.No.78.Roma.

Aqueel Ahmad, M.S., Javed, F. and Ashraf, M. (**2007**).” Iso osmotic effect of NaCl and PEG on growth, cations and free proline accumulation in callus tissue of two indica rice (*Oryza sativa* L.) genotypes”. **Plant Growth Regulation**. 53:53-63.

Arnon, A.N., **(1967)."**Method of extraction of chlorophyll in the plants**"**. **Agron. J**.23,112-121.

Asch, F., Dingkuhn, M., Droffling, K. (**2000**). Salinity increases co_2 assimilation but reduces growth in field growth irrigated rice. **Plant and soil**. 218: 1-10.

Aser etal, G.K. (**2008**)**.** "Biofertilizers improve plant growth, fruit yield, nutrition, metabolism and rhizosphere enzyme activities of Pomegranate (Punica granatum L.)**"**. **Bioresource Technology**, Volume 97, Issue 6, pp 98-109.

Asghari, H.R., Chittleborough, D.J., Smith, F.A. and Smith, S. E. (**2005)**. Influence of arbuscular mycorrhizal (AM) symbiosis on phosphorus leaching through soil cores. **Plant and Soil**. 275(1-2):181-193.

Bates, S.**,**Waldern,R.P., and Teare, E.D.(**1973**). "Rapid determination of free proline for water stress studies". 39,205-207.

Beers, G.R., and Sizer, I.W. **(1952)**." Aspectrophotometric method for measuring the breakdown to hydrogen proxide by catalase". **J. Biol**. 195,133-140.

Bertrand, M. and Schoefs, B. **(1999)** "Photosyntetic pigment metabolism in plants during stress**.**" In: **Handbook of plant and crop stress** (ed. Pessarakli, M.) 527-543. Marcel Dekker, New York.

Bouamri R., Dalpé Y., Serrhini M.N. and Bennani A. (**2006**)**."**Arbuscular mycorrhizal fungi species associated with rhizosphere of Phoenix dactylifera L**"**. **in Morocco. Afr. J**. **Biotechnol.** 5: 510–516.

Brito I. and Michael J. Goss, M de Carvalho.(**2008**) Agronomic Management of Indigenous Mycorrhizas. **Universidade de Evora, ICAM, Apartado.** 94:7002 - 554

Buekers, J., Mertens, J. and Smolders, E. (**2010**)**."** Toxicity of the molybdate anion in soil is partially explained by the effects of the accompanying cation or by soil pH**"**. **Environmental Toxicology and chemistry** . 29(6): 1274-1278.

Buscot F. (**2005**). What are soils?, pp 3–17, In: "Microorganisms in soils: Roles in genesis and functions" Buscot F. and Varma A.Vol 3, **Soil Biology, Springer-Verlag**, **Heidelberg**.

Busse, M.D. and Ellis, J.R. **(1985)**. “Vesicular-arbuscular mycorrhizal (*Glomus fasiculatum*) influence on soybean drought tolerance in high phosphorus soil”. **Can. J. Bot.,** 63: 2290-2294.

Chapman, H.D., and Pratt. F.P. **(1961**). "Ammonium Vanadat-molybdate method for determination of phosphorus" . **Methods of analysis soils , plants and water. California University** . USA,.pp 184-223.

Demir, K., Basak, H., Okay, F.Y., and Kasim, R. (**2011**). “The effect of endo-mycorrhiza (VAM) treatment on growth of tomato seeding growth under saline condition”. **Afr. J. of Agric.Res.** 6(14):3326-3332.

Dornescu, D., Istrati. Z. and Tiganas, L. **(1992)**. **"**Studies on the utilization of foliar fertilization by main crops**"**. **Correction Agronomic in Moldova**. 25(1) **:**129-143.

Elahi F.E., Aminuzzaman F.M., Mridha M.A.U., Begum, B. and Harun A.K.M.Y. (**2010**).” AMF Inoculation reduced arsenic toxicity and increased growth, nutrient uptake and chlorophyll content of tomato grown in arsenic amended soil” Adv**. Environ. Biol.** 4(2 : 144-200.

Ezz, T. and Amr, N. (**1994**). “Salinity and mycorrhizal association in relation to carbohydrate status, leaf chlorophyll and activity of peroxidase and polyphenol oxidase enzymes in sour orange seedlings”. **Alex, j. Agric RS** 39:263-280.

F.A.O.(**2011**)." Food Outlook. published by **the Trade and Market Division of FAO** under Global information **and Early Warning system (GIEWS)"**. pp 186.

Flowers T.J. and Yeo A.R. (**1995**). Breeding for salinity resistance in crop plants: **plant next Aust.J.Plant Physiol**.22:875-874.

Gaur, A.C. (**2006)**. “Biofertilizers in Sustainable Agriculture”. **Indian Council of Agricultural Research**, New Delhi, viii, 288 p**.**

Gee, G.H. and Bauder, J. W. (**1986**). “Particle size analysis” In: A. Klute, (ed), Methods of soil Analysis. **Physical Properties**. SSSA, Madison, WI. pp 383-411.

Gianinazzi S., Gollette A., Binet M.N., Tuinen D. and Redecke D. (**2010**). “Aroecology: the key role of arbuscular mycorrhizzas in ecosystem services”. **Mycorrhiza**. 20: 519-530.

Giri B., Kapoor R. and Mukerji K.G. (**2002**).”VA mycorrhizal techniques/VAM technology in establishment of plants under salinity stress condition‖ In: Mukerji K.G., Manoracheir C., and Singh J. (eds)” **Techniques in mycorrhizal stueies**‖. Kluwer, Dordrecht. 313-327.

Giri B. and Mukerji KG. **(2004)** "Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in Sesbania aegyptiaca and Sesbania grandiflora under field conditions: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake" J. of. **Mycorrhiza**., 14, pp307.

Glenn, E.P., Brown, J.J. and Blumwald, E. (**1999**). “Salt tolerance and crop potential of halophytes”. **Crit. Rev.Plant Sci**. 18: 227-255.

Gramer, G.R. (**2002**).”Response of absisic acid mutant of Arabidopsis to salinity”. **Functional Plant Biology**. 29: 561-567.

Gubler, WD., Gorgan RG and Osterli PP. (**1966**). “Yellow of melons caused by molybenum deficiency in acid soil”. **Plant Dis**,66:449-451.

Gupta, U.C. (**1997**). Symptoms of molybdenum deficiency and toxicity in crops: 160-170. In: Gupta, U.C., (Ed.). Molybdenum in Agriculture. Cambridge: **Cambridge University** Press, 276p.

Hao Z., Fayolle L., van Tuinen D., Gianinazzi-Pearson V. and Gianinazzi S. (**2009**) “Mycorrhiza reduce development of nematode vector og Grapevine fanleaf virus in soils and root systems”. In: Boudon- Padfieu E (ed) **Extended abstract 16th meeting of ICVG**, Dijon, France. 100–1001.

Harsh, P.B., Tiffany L. Weir, Laura G. Perry, Simon Gilroy, and Jorge M. Viranco. (**2006).** "The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms"**.** **Plant. Biol**. 53:233-266.

He, Z.L.L., Yang, X.E. and Stoffella, P.J. (**2005**)**. "**Trace elements in agroecosystems and impacts on the invironment**"**. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**. 19(2-3): 125-140.

Heggo, A., Angle, J.S. and Chaney, R.L. **(1990)**. “Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on heavy metal uptake by soybeans”. **Soil Biol. Biochem**., 22(6): 865-869.

Huang, H., Zhang, S.H., Wu A.N., Luo L. and Christie, P. **(2009).** "Influence of Glomus etunicatum/*Zea mays* mycorrhiza on atrazine degradation, soil phosphatase and

dehydrogenase activities, and soil microbial community structure" J. of. **Soil Biology & Biochemistry**., 41, pp726.

Hung, A., Redman, R. E. (**1995**). “Solute adjustment to salinity and calcium supply in cultivated and wild barley”. **Plant Nutr J**. 18: 1371-1389.

Igartua, E., Gracia, M.P. and Lasa., J.M. **(2005**). Field responses of grain soybean to a salinity gradient. **Field crop**. Res. 15- 25.

Ilbas A.I. and Sahin S. **(2005)** "Glomus fasciculatum inoculation improves soybean production" J. of. **Acta Agriculturae Scandinavica**., 55, 4, pp 287.

Joner, E. J. and Leyval, C**. (1997)**. “Uptake of 109Cd by roots and hyphae of a *Glomus mosseae/Trifolium* subterraneum mycorrhiza from soil amended with high and low concentrations of cadmium”. **New Phytologist**, 135: 53-360.

Jose´-Miguel, B., Marı´a, J. P., Rosario, A. and Concepcio´n Azco´n. (**2005)** "Microbial co-operation in the rhizosphere" J. of. **Experimental Botany**, 56, 417, pp. 1761.

Juan, M., Rivero, R.M., Romero, L. and Ruiz, J.M. (**2005**).” Evaluation of some nutritional and biochemical inidicators in selecting salt-resistant tomato cultivars”. **Enviromental and Expremental Botany.** 56:120-125.

Kabir Khan, A., S. Ali Kayani and A. Hanif. **(2009**). "Effect of salinity on uptake of micronutrients in sunflower at early vegetative stage". **Pak. J. Bot**. 42: 129-139.

Kavi Kishor, P.B., Sangam S., Amrutha R. N., Sri Laxmi, P., Naidu, K.R., Rao. K.R.S. S., Rao, S., Reddy, K. J., Theriappan, P.and Steenivasulu, N. (**2005**). “Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: Its implications in plant growth and abiotic stress tolerance”.**Current Sci**. 88(3): 424-438.

Kaya, M. D., Ipek, A. (2003). “Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (**Carthamus tinctorius** L.)”.**Turkish Journal Agriculture**. 27: 221-227.

Keiser. B.N., Gridley,K., Brady, J.N., Philips, T and Tyerman,S,D. **(2005).**"The role of molybdenum in agricultural plant production**"**. **Annals of Bot**.96:745-754.

Kerepesi, H. and G. Galiba. (**2000)**. **"**Osmotic and salt stress Induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedling**"**. **Crop Sci.** 40: 482-487.

Khan, M. S., Zaidi, A. and Amil, M. (**1997**). "Associative effect of *Bradyrhizobium sp.*

(vigna) and phosphate solubilizing bacteria on mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]" **Biojournal**., 9, 101.

Koyro, H.W. (**2006**).” Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* L”. **Environmental Botany**. 56: 136-149.

Krizek. D.T., Britz. S.J. and Mirechi R.M. (**1998)."** Inhibitory effects of ambient levels of solar UV-A and UV-B radiation on growth of cv.new red fire lettuce**"**. **Physiologia Plantarum**., 103,pp 1-7.

Lal R. (**2009**) .” Soil degradation as a reason for inadequate human nutrition‖”. **Food Security**. 1: 45–57.

Li, J. and Li, X.D. (**2002**). “Effectof copper and molybdenum on quality in Pakchoi”. **Fujian agricultural Science and Technology**, 3:13-14.

Lindsay, W.L. and Norvell,W.A.(**1978**). "Development of a DTPA soil test for zinc, iron,manganese and copper". **Soil Sci. Soc. Amer**.**J**. 42,421-428.

Liu A. and Hamel C.and Elmi, A. A. and Zhang, T. and Smith, D. L. **(2003) "**Reduction of the available phosphorus pool in field soils growing maize genotypes with extensive mycorrhizal development" J. of. **Plant Sci**., 83,pp 737.

Liu, H., Hu, C., S, X., Tan, Q. and Nie, Z.(2012). “ Interactive effects of molybdenum and phosphorus fertilizers on dry matter accumulation, seed yield and yield components in *Brassica napus”*. **Journal of Food, Agriculture and Environment** Vol.10 (3 and 4):389-392.

Liu, P., Yang, Y.S., Xu, G.D., Fang, Y.H. and Yang, Y.A. (**2005**). “The response of antioxidant enzymes of three soybean varieties to molybdenum and boron in soil with a connection to plant quality”. **Plant, Soil and Environment**, 51(8):351-359.

Lopez, K., and Carvajal, M. (**2007**). "Nitrogen, Phosphorus, and Sulfur Nutrition in Broccoli Plants Grown Under Salinit".

Marschner, H. and Dell, B. (**1994**).”Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis”. **Plant Soil**. 159: 89-102.

Martin , F . W . (**1998**) ," Maize , Eco Tecchnical note" . http : //www . E conet . org / serch our site / paso search maize**.**

Marulanda-Aguirre A., Azcon R., Ruiz-Lozano J.M. and Aroca R. (**2008**). Differential effects of a Bacillus megaterium strain on Lactuca sativa plant growth depending on the origin of the arbuscular mycorrhizal fungus coinoculated‖: physiologic and biochemical traits. **J. Plant Growth Regul**. 27: 10–18.

Marulanda A., Barea J.M. (2009 **)**."Stimulation of plant growth and drought tolerance by native microorganisms (AM fungi and bacteria) from dry environments: mechanisms related to bacterial effectiveness". **J. Plant Growth Regul**. 28: 115–124.

Mastouri, F., T. H. Björkman, and G. E. Harman. (**2010**). "Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings". **Biological control**, 11: 1213-1221.

Mendel R.R. and Hansch. R.(**2002**). Molybdoenzemes and molybdenum cofactor in plants **Journal of Experimental Botany**. 53(375). 1689-1698.

Molassiotis, A., Sotiropoulos, T., Tanou, G., Kofidis, G., Diamantidis, G. and Therois, i. (**2006**) ."Antioxidant and anatomical responses in shoot culture of the apple rootstock MM 106 treated with Nacl, kCl, mannitol or sorbitol". **Biologia Plantarum**. 50(1):61-68.

Munns, R. (**1993**). **"**Physiological process limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypothesis**"**. **Plant, Cell and Environment**, 25(2):239-250.

Munns, R. **(2002**). "Comparative physiology of salt and water stress". **Plant Cell Environ**. 25, 239-250.

Murphy, L. S..and Walsh , L. M. **(1972**). Correction of micronutrient deficiencies with fertilizers. **In Micronutrient in Agriculture**. Mortvedt, . J. H., Giordano, P. M. and Lindsay , W. L. (eds.). SSSA. Madison, WI. 347-387.

Naito, S., Hirai, M. Y., Inaba-Higano, K., Nambara, E., Fujiwara, T., Hayashi, H., Komeda, Y. and Chino, M. (**1995).** "Expression of soybean seed storage protein genes in transgenic plants and their response to sulfur nutritional conditions". **J. Plant Physiol.** 145, 614–619.

Nasim G. Bajwa R. Hakeem A. **(2007)** "Response of arbuscular mycorrhizal *mungbean* plants to ambient air pollution" J. of. **Environ. Sci. Tech**., 4 , 3, pp 295.

Olsen S. R., Cole C. V., Watanabe F. S. and Dean L. A. (**1954)**. "Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate" USDA Circular, U. S. Government Printing Office, **Washington D. C.** 939**.**

Omami, E. (**2005**). "Response of amaranth to salinity stress". Ph. D. **dissertation University of Pretoria**. South Africa. 114 p.

Page, A. L, R. H. Miller and D. R. keeney. **(1982)** "Methods of soil Analysis,. Part 2, chemical and Microbiological propertis**".** American Society of Agronomy, Inc. **Soil Science of America**, Inc. Madison, Wisconsin, USA.

Paul A. **(2007)** "Soil Microbiology,Ecology, and Biochemistry".pp514.

Pirdashti H., Motaghian A., Bahmanyar M.A. (**2010**).” Effect of organic amendments application on grain yield, leaf chlorophyll content and some morphological characteristics in soybean cultures”. **J. Plant Nutr**, 33: 485-495.

Pollock, V.V., Conover, R.C., Jackson, M.K and Barber, M.J.(**2002**). Bacterial expression of the molybdenum domain of assimilate nitrate reductase : Production of both the functional and nonfunctional molybdenum-containing domain. Arch. **Biochem. Biophys**.2:237-248.

Porras-Soriano A., Soriano-Martin M.L., Porras-Piedra A. and Azcon R. (**2009**) "Arbuscular mycorrhizal fungi increased growth, nutrient uptake and tolerance to salinity in olive trees under nursery conditions". **J. Plant Physiol**., 166: 1350–1359.

Rabbi, A.K. M. Z., Paul, A. K. and Sarker, J. R. (**2011**). “Effect of nitrogen and molybdenum on the growth and yield of garden pea (*Pisumsativum* L.)”. **Plant Resour. Manage**. 2(2): 230-235.

Radotic, K., Dučić, T. and Mutavdžić, D. (**2000**). "Changes in peroxidase activity and isoenzymes in concentrations of cadmium". **Environmental and Experimental Botany**, 44(2): 105-113.

Rahnama, H. and Ebrahimizadeh, H. (**2004**).” The effect of NaCl on proline accumulation in potato seedlings and calli”. **Acta Physiologia Plantarum**. 26(3):263-270.

Read, D.J. (**1998**). **"**The ecophysiology of mycorrhizal symbioses with special reference to impact upon plant fitness**"**. In: Physiological Plant Ecology. Press, M.C., Scholes, J.D. and Barker, M.G. (Eds.*). 39th Symposium of the British Ecological Society held at the University of york, September 7-9, 1998*. **Cambridge University Press**. ISBN: 0632054913. 494 p.

Rhoados,J.D. **(1982)**. **"**Cation exchangeable capacity In**"**: A.L.Page et al.(ed): Methods of

soil analysis.Part 2.2nd. Agron.Monogr.9.ASA and SSSA, Madison, W.L.pp 149-158.

Rhoades, J.D. and Loveday, J. (**1990**). "Salinity in irrigated agriculture". In B.A. Stewart and D.R. Nielsen (Eds.), American Society of Civil Engineers, Irrigation of Agricultural Crops. **American Society of Agronomists**, Monograph. 30: 1089-1142.

Rilling, M. C. and Mummery, D. L. (**2006)**. Mycorrhizas and soil structure. **New Phytologist.** 171: 41- 53.

Robert A. and Laird M. and John f. **(2008)** "Addicott Neutral Indirect Effects of Mycorrhizal Fungi on a Specialist Insect Herbivore" J. of. **Environ. Entomol**., 37, 4, 1017.

Rotor A.V. and Delima P.C. **(2010)** " Mycorrizal association , N fertilization and biocide application on efficacy 0f BIO-N on corn (*Zea Mays L.)* growth and productivity" J. of. **International Scientific Research**., 2 , 3, pp267.

Ruiz-Lonzo. J.M. (**2003)**. Arbuscularmycorrhiza symbiosis and alleviation of osmotic stress**.** New perspectives for molecular studies**. Mycorrhiza**.13: 309-317.

Sairam, R. K., Rao, K. V. and Srivastava, G. C. (**2002**).” Differential response of wheat genotypes to long-term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration”. **Plant Science.** 163: 1037-1046

Sairam,R.K., and Tyagi, A**.** (2004). Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. **Current sience** ,86:407-420.

Saleh M. and Al- Garin S. **(2006).** "In fluence of malathion and mancozeb on mycorrhiza colonization and growth of Zea mays and Vica faba" J. of. **Agricultural Sciencess**., 2, 3, pp303.

Shang-Shyng, Y., H., Shang-Shyng, C. Yang, and I-C., Lin. (**2003)**. “Microbial population of spruce soil in Tatachia mountain of Taiwan”. **Chemosphere**. 52:1489-149.

Sharma A. K. (**2002**), "Biofertilizers for sustainable agriculture"**Agrobios, India**, pp 407.

Shlighl. H.Q. (**1986**). "Die verwertung orgngischer souren durch chlorella lincht". **Planta Journal.** pp 47-51.

Siddiqui, Z.A., Akhtar, M.S. and Futai, K. **(2008)**." Mycorrhizae: sustainable agriculture and forestry". **Springer and Business Media B.V.**

Simon et al. **(1993)**. **"**Origin and diversitication of Endomycorrhizal fungi and coincidence with vesicular land plants**"**. **Nature (london)**. 363: 67-69.

Singh, K.N., D.K. Sharma, and R.K. Chillar.(**2003**). "Growth, yield and chemical composition of different oil seed crop as influenced by sodicity". **J. of Agric. Sci. of Cambridge**, 3: 459-463.

Smith, F.A., and Smith, S.E. **(1997)**. "Structural diversity in arbuscular mycorrhizal fungi". **New Phytologist**, *137: 373-388.*

Smith, S. E. and Read, D. J. (**1997)**. Mycorrhizal Symbiosis. **Academic Press.** P. 587.

Smith S.E. and Read D.J. **(2008)**. Mycorrhizal symbiosis‖ 3rd edn. **Academic, London**.

Sultana, N., Ikeda, T. and Itoh, R. (**1999**). " Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains**". Enviromental and Exprimental Botany** 42(3): 211-220.

Tasang A., and Maum M.A. (**1999**)." Mycorrhizal fungi increase salt tolerance of Strophostyles helvola in coastalforedunes". **University of Waterloo, Canada‖ Plant**. Ecol., 144: 159–166.

Tollenarr, M. and Dwyer. (**1999**) "Physiological of maizeCrop yield,physiology and processes".In: D.l.

Turk, O., Demir, S., Sensoy, S and Dursun, A. **(2006). "**Effect of arbuscular mycorrhizal fungus and humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions". **Journal of Biological Sciences**. 5 (5): 565-574.

Tuzel, I.H., Tuze,Y.,Gul, A., Meric, M,K., Yavu,O and eltez, R,Z. (**2001**). Comparison of open and closed systems on yield, water and nutrient consumption and their environmental impact. **Acta Hort**. 554:221-228.

Uma B. and Malathi M. (**2009**)." Vermicompost as a soil supplement to improve growth and yield of Amaranths species‖ Res". **J. Agric. Biol. Sci**. 5: 1054–1060.

Ungar, I.A. (**1991**). "Ecophysiology of Vascular Halophytes". **Boca Raton**: CRC Press.

Urbanek ,H., Kuzniak-Gebarowska, E., and Herka, K. (**1991**)." Elicitation of defense responses in bean leaves by Botrytis cinerea polyglacturonase". **Acta Physiol. Plant**. 13,43-50.

Vessey K. **(2003)** "Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers" J. of. **Plant and soil**., 255, pp 571.

Warner, R.L. and Kleinhofs, A.(**1992**). Genetics and molecular biology of nitrate metabolism in higher plants. **Physiologia Plantarum**, 85(2): 245-252.

Widdowson , J.P. (**1966**).” Molybdenum uptake by French beans on two recent soils”. **N.Z.J. agric.** Res. 9:59-67.

Williams. R.L. and Frausto Da Silva, J.J.R. **(**2002**)**. The involvement of molybdenum in life. **Biochemical and Biophysical Research Communication**.292(2): 293-299.

Wu S. C., Caob Z. H., Lib Z. G., Cheunga K. C., Wonga M. H. (**2005**). "Effects of biofertilizer containing Nfixer,P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial" **Geoderma.**,125, pp 155.

Yazdani M., Pirdashti H., Tajik M. A., Bahmanyar, M. A. (**2008**).”Effect of *Trichoderma* spp. and different organic manures on growth and development in soybean (*Glycine max* L). **Merril ‖ Electron. J. Crop Pro**. 1(3) : 65-82.

Yeo, A.R., Flowers, S.A., Rao, G., Welfare, K., Senanayake, N. and Flowers, T.J. (1999). "Siliconreduces sodium uptake in rice (*Oryza sativa* L.) in saline conditions and this is accounted for a reduction in the transpirational bypass flow". **Plant Cell Environ**. 22, 559-565.

Yokoi, S., Quintero, F.J., Cubero, B., Ruiz, M.T., Bressan, R.A., Hasegawa, P.M. (**2002**). “Differential expression and function of Arabidopsis thaliana NHX Na+/H+ antiporters in the salt stress response”. **Plant J**. 30, 529-539.

Zaidi A., Khan M. S. and Amil M. (**2003**)."Interactive effects of rhizotrophic microorganisms on yield and nutrient uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.)". **Eur. J. Agron**., 19, 15.

Abstract

In order to investigate the effect of different levels of molybdenum, salinity and mycorrhizal fungi *Glomus versiform* on soil chemical characteristics and qualitative and quantitative function of *maize*, a vase experiment was carried out as a factorial experiment in a randomized complete block design with three replications in Shahrood university in 1393. The experiment treatments were included three levels of molybdenum 0 ,10 and 20 mg Mo/kg soil as the first factor, three levels of salinity 0, 4 and 8 dS/m as the second factor and two levels of inoculation and without inoculation with mycorrhizal fungi *Glomus versiform* as the Third factor. The results showed that salinity had a significant effect on plant dry weight. In this study, mycorrhiza caused to increase plant dry weight. Salinity and mycorrhiza had significant effects on leaf carbohydrate. In this experiment, root proline significantly increased by salinity. salinity has caused to decrease the amounts of photosynthetic pigments such as chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoid, flavonoid, anthocyanin, while the inoculation with mycorrhiza and the application of different levels of molybdenum have caused to increase them. Investigating the intraction effects of salinity and mycorrhiza showed that the amount of sodium increased when the plants received the maximum level of salinity with the lack of inoculation with mycorrhiza. Mycorrhiza could decrease the amount of sodium in leaf significantly. The joint application of salinity and molybdenum and mycorrhiza had a significant effect on potassium of leaf. The intraction effects of the experiment factors were significant on the amount of molybdenum in leaf. The increase of salinity up to 4 dS/m with the application of 0.01 g Mo/kg soil, has caused to increase catalase enzyme, however it decreased in higher concentrations of salinity and molybdenum. In the investigating the intraction effects of mycorrhiza and molybdenum on guaiacol peroxidase enzyme, the joint application of molybdenum and mycorrhizal has caused to increase this enzyme. Salinity increased the electrical conductivity of soil. The use of mycorrhiza could increase the soil available phosphorus. The application of molybdenum and mycorrhizal fungi have caused to increase the amount of soil total molybdenum, while salinity had different effect on this characteristic.

Keywords: Mycorhizae, Molybdenum, Salinity, Maize.

Shahrood University

Faculty of Agricultural

Department of Water and soil

Msc Thesis

Effects of *Glomus versiform*, molybdenum concentration and salinity on soil chemical properties and quantative and qualitative characteristic in corn

Mina Abdollahi

Supervisiors:

Dr. Hadi Ghorbani

Dr. Mostafa Heydari

Advisior:

Dr. Hamid Reza Asghari

February 2015