

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده کشاورزی

گروه زراعت و اصلاح نباتات

عنوان پایان نامه ارشد

تأثیر کاربرد قارچ میکوریزا، کاربرد خاکی و محلول پاشی کود فلومیکس بر رشد
و عملکرد ذرت در رقابت با علف های هرز

دانشجو

رامین جباری

استاد راهنما :

دکتر حمید عباس دخت

اساتید مشاور:

دکتر احمد غلامی

دکتر حسن مکاریان

دی ماه ۹۴

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده مهندسی کشاورزی

گروه زراعت و اصلاح نباتات

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای رامین جباری

تحت عنوان: تاثیر کاربرد قارچ میکوریزا، کاربرد خاکی و محلول پاشی کود فلومیکس بر رشد و عملکرد ذرت در رقابت با علف های هرز

در تاریخ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	دکتر احمد غلامی		دکتر حمید عباس دخت
	دکتر حسن مکاریان		

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	دکتر حمیدرضا اصغری		دکتر محمدرضا عامریان
			دکتر مهدی برادران فیروزآبادی

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

خدای رابی شاکرم که از روی کرم پدر و مادری فداکار نصیم ساخته

تا دسیه دخت پر بار وجودشان بیایم و از ریشه آنها شاخ و برگ گیرم

و از سایه وجودشان در راه کسب علم و دانش تلاش نمایم.

والدینی که بودنشان تاج افتخاری است بر سرم و نامشان دلیلی است بر بودنم چرا

که این دو وجود پس از پروردگار مایه هستی ام بوده اند و ستم را گرفتند و راه رفتن

را در این وادی زندگی پر از فراز و نشیب آموختند.

مشکر و قدردانی

به مصداق «من لم یَشکُر المخلوق لم یَشکُر الخالق» بسی شایسته است از استاد فریخته و فرزانه جناب آقای دکتر عباس دخت و اساتید مشاورم، دکتر غلامی و دکتر کاریان که با کرامتی چون خورشید، سرزمین دل را روشنی بخشید و گلشن سرای علم و دانش را بارانهای مای کار ساز و سازنده بارور ساختند؛ تقدیر و تشکر نمایم.

و در پایان از زحمات خانواده خوبم و دوستان عزیزم و سایر کسانی که در تدوین این تحقیق مریاری نمودند تشکر و از خداوند منان سلامت و سعادت ایشان را خواستارم.

تعهد نامه

اینجانب رامین جباری دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته آگرواکولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه تاثیر کاربرد قارچ میکوریزا، کاربرد خاکی و محلول پاشی کود فلومیکس بر رشد و عملکرد ذرت در رقابت با علف های هرز تحت راهنمایی دکتر حمید عباس دخت متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهش های 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 بافته های 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 افزارها و تجهیزات ساخته شده) 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:

پژوهش حاضر به منظور بررسی تاثیر همزیستی میکوریزایی، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ به اجرا در آمد. در این آزمایش همزیستی قارچ میکوریزا در ۲ سطح شامل عدم کاربرد و کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی در ۳ سطح شامل عدم مصرف، یکبار مصرف و دوبار مصرف و کاربرد خاکی در ۳ سطح شامل عدم مصرف، یکبار مصرف و دوبار مصرف در شرایط متفاوت رقابتی (وجین و عدم وجین علف های هرز) اعمال شدند. نتایج تجزیه واریانس بیانگر افزایش معنی دار صفات کلونیزاسیون ریشه و قند محلول برگ در شرایط وجین و عدم وجین علف های هرز و صفات فسفر دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت در شرایط رقابت با علف های هرز تحت تاثیر برهمکنش همزیستی میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس بود. همچنین برهمکنش همزیستی میکوریزا و کاربرد خاکی کود فلومیکس سبب افزایش معنی دار کلونیزاسیون ریشه در شرایط عدم وجین علف های هرز شد. برهمکنش تیمارهای محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس نیز بر صفات کلونیزاسیون ریشه و عملکرد دانه در شرایط وجین و عدم وجین علف های هرز و صفات فسفر دانه و قند محلول برگ در شرایط رقابت با علف های هرز معنی دار بود و سبب افزایش صفات فوق شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس برهمکنش تیمارهای همزیستی میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس سبب افزایش معنی دار صفت وزن هزاردانه در شرایط وجین و عدم وجین علف های هرز و صفات فسفر دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در شرایط عدم وجین علف های هرز شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد تیمار یکبار محلول پاشی + یکبار کاربرد خاکی فلومیکس عملکرد دانه را معادل ۶۴۶ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین صفات در شرایط رقابت با علف های هرز نیز مشخص شد که تیمار کاربرد قارچ میکوریزا + دوبار محلول پاشی کود فلومیکس سبب افزایش کلونیزاسیون ریشه، قند محلول برگ و فسفر دانه به ترتیب به میزان ۳۰، ۳۴ و ۶۳ درصد در مقایسه با تیمار عدم کاربرد قارچ میکوریزا + عدم محلول پاشی کود فلومیکس شد. همچنین تیمار کاربرد قارچ میکوریزا + عدم کاربرد خاکی کود فلومیکس نیز توانست کلونیزاسیون ریشه را در مقایسه با تیمار عدم کاربرد قارچ میکوریزا + عدم کاربرد خاکی کود فلومیکس ۲۲ درصد افزایش دهد. نتایج مقایسه میانگین صفات در شرایط رقابت با علف های هرز نشان داد که تیمار دوبار محلول پاشی + دوبار کاربرد خاکی کود فلومیکس مقدار عملکرد دانه را از ۱۱۵۱ کیلوگرم در هکتار در تیمار عدم محلول پاشی + عدم کاربرد خاکی به ۲۸۸۹ کیلوگرم در هکتار افزایش داد.

کلمات کلیدی: ذرت، فلومیکس، عملکرد، همزیستی میکوریزایی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فهرست مطالب	و
فهرست اشکال	ک
فهرست جداول	م
چکیده	ه

فصل اول: مقدمه

مقدمه	۲
-------------	---

فصل دوم: کلیات و بررسی منابع

۱-۲- ذرت	۱۰
۲-۲- مصارف گیاه ذرت	۱۰
۳-۲- مشخصات گیاهشناسی ذرت	۱۱
۴-۲- اکولوژی گیاه ذرت	۱۲
۵-۲- انواع ذرت	۱۳
۶-۲- تغذیه برگ - اهمیت موضوع	۱۳
۶-۲-۱- نقش عنصر آهن در گیاه	۱۴
۶-۲-۲- نقش عنصر روی در گیاه	۱۴
۶-۲-۳- نقش عنصر منگنز در گیاه	۱۵
۶-۲-۴- نقش عنصر مس در گیاه	۱۵
۶-۲-۵- نقش عناصر غذایی کم مصرف در کنترل آفات و بیماری ها	۱۵
۷-۲- محاسن محلول پاشی	۱۵
۸-۲- مکانیسم جذب عناصر غذایی از طریق اندام های هوایی	۱۶

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱۶	۹-۲ عوامل موثر در جذب عناصر غذایی از طریق اندام های هوایی
۱۷	۱۰-۲ قارچ های میکوریزا
۱۸	۱۱-۲ اهمیت بوم نظام خاک
۱۸	۱۲-۲ بوم شناسی میکروبی خاک
۱۹	۱۳-۲ تعریف، تاریخچه و ویژگی های قارچ شناسی میکوریزا
۲۰	۱۴-۲ تقسیم بندی قارچ های میکوریزا
۲۲	۱۵-۲ طبقه بندی قارچ میکوریزا
۲۳	۱۶-۲ چگونگی و مراحل رشد میکوریزا
۲۳	۱۷-۲ اهمیت میکوریزا در بوم نظام ها
۲۴	۱۸-۲ بعضی از اثرات اکوفیزیولوژیک میکوریزا بر گیاه میزبان
۲۴	۱-۱۸-۲ میکوریزا و جذب فسفر و برخی عناصر غذایی دیگر
۲۵	۲-۱۸-۲ میکوریزا و روابط آب
۲۶	۳-۱۸-۲ میکوریزا و سرعت فتوسنتز
۲۷	۴-۱۸-۲ میکوریزا و میزان کلروفیل برگ
۲۷	۱۹-۲ علف های هرز
۲۹	۲۰-۲ ذرت و علف های هرز

فصل سوم: مواد و روش

۳۲	۱-۳ زمان و محل اجرای آزمایش
۳۲	۲-۳ خصوصیات خاکی زراعی مورد آزمایش

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۳- مشخصات مواد آزمایشی.....	۳۲
۳-۳-۱- بذر ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴.....	۳۲
۳-۳-۲- کود فلومیکس.....	۳۳
۳-۳-۳- کاربرد خاکی.....	۳۳
۳-۳-۴- محلول پاشی.....	۳۴
۳-۳-۴- تلقیح میکوریزا و کاشت.....	۳۴
۳-۴- مشخصات طرح آزمایشی.....	۳۴
۳-۵- نقشه کاشت.....	۳۵
۳-۶- عملیات آماده سازی زمین و کاشت.....	۳۵
۳-۷- واکاری و تنک کردن.....	۳۶
۳-۸- عملیات داشت.....	۳۶
۳-۸-۱- آبیاری.....	۳۶
۳-۸-۲- کوددهی.....	۳۶
۳-۸-۳- مبارزه با علف های هرز.....	۳۶
۳-۹- نمونه برداری و اندازه گیری ها.....	۳۷
۳-۱۰- صفات مورد مطالعه.....	۳۸
۳-۱۰-۱- عمق دانه.....	۳۸
۳-۱۰-۲- عملکرد دانه.....	۳۸
۳-۱۰-۳- عملکرد بیولوژیک.....	۳۸
۳-۱۰-۴- محتوای نسبی آب برگ.....	۳۸
۳-۱۰-۵- کلروفیل a, b و کارتنوئید.....	۳۹
۳-۱۰-۶- فسفر دانه.....	۴۰
۳-۱۰-۷- پروتئین دانه.....	۴۰

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۴۰	۳-۱۰-۸- قند محلول
۴۲	۳-۱۰-۹- کلونیزاسیون ریشه
۴۳	۳-۱۱- برداشت نهایی
۴۳	۳-۱۲- تجزیه و تحلیل داده ها

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴۶	۴-۱- تعداد دانه در ردیف
۴۷	۴-۲- تعداد ردیف در بلال
۴۸	۴-۳- وزن هزاردانه
۵۰	۴-۴- عمق دانه
۵۱	۴-۵- درصد کلونیزاسیون
۵۴	۴-۶- پروتئین دانه
۵۶	۴-۷- فسفر دانه
۵۷	۴-۸- قند محلول
۵۹	۴-۹- کلروفیل a و b
۶۰	۴-۱۰- محتوای نسبی آب برگ RWC
۶۲	۴-۱۱- عملکرد بیولوژیک
۶۴	۴-۱۲- عملکرد دانه
۶۶	۴-۱۳- شاخص برداشت محصول
۶۷	۴-۱۴- شاخص برداشت بلال
۶۹	۴-۱۵- نتایج و بحث در شرایط رقابت با علف هرز
۶۹	۴-۱۵-۱- تعداد دانه در ردیف
۷۱	۴-۱۵-۲- تعداد ردیف در بلال

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۷۲.....	۴-۱۵-۳- وزن هزار دانه
۷۴.....	۴-۱۵-۴- عمق دانه
۷۵.....	۴-۱۵-۵- کلونیزاسیون ریشه
۷۹.....	۴-۱۵-۶- پروتئین دانه
۸۱.....	۴-۱۵-۷- فسفر دانه
۸۴.....	۴-۱۵-۸- قند محلول
۸۶.....	۴-۱۵-۹- کلروفیل a و b
۸۹.....	۴-۱۵-۱۰- محتوای نسبی آب برگ
۹۱.....	۴-۱۵-۱۱- عملکرد بیولوژیک
۹۳.....	۴-۱۵-۱۲- عملکرد دانه
۹۶.....	۴-۱۵-۱۳- شاخص برداشت
۹۸.....	۴-۱۵-۱۴- شاخص برداشت بلال
۹۹.....	۴-۱۶-۱- وزن خشک علف های هرز
۹۹.....	۴-۱۶-۱- وزن خشک علف هرز سوروف
۱۰۰.....	۴-۱۶-۲- وزن خشک علف هرز تاج خروس
۱۰۱.....	۴-۱۶-۳- وزن خشک علف هرز سلمه تره
۱۰۲.....	۴-۱۷-۱- ترکیب علف های هرز
۱۰۳.....	نتیجه گیری
۱۰۴.....	پیشنهادهای
۱۱۳.....	منابع

فهرست اشکال

عنوان

صفحه

- شکل ۴-۱- تأثیر کاربرد خاکی و محلول پاشی کود فلومیکس بر تعداد دانه در ردیف بلال گیاه ذرت ۴۶
- شکل ۴-۲- تأثیر همزیستی میکوریزا و محلول پاشی با کود فلومیکس بر میزان عمق دانه در بلال ۵۱
- شکل ۴-۳- اثر همزیستی میکوریزا و محلول پاشی با فلومیکس بر میزان کلونیزاسیون ریشه ۵۲
- شکل ۴-۴- اثر کاربرد خاکی و محلول پاشی با فلومیکس بر میزان کلونیزاسیون ریشه ۵۳
- شکل ۴-۵- تأثیر همزیستی میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس بر میزان قند محلول برگ گیاه ذرت ۵۸
- شکل ۴-۶- تأثیر کاربرد خاکی و محلول پاشی با کود فلومیکس بر عملکرد دانه گیاه ذرت ۶۵
- شکل ۴-۷- تأثیر همزیستی میکوریزا و کاربرد خاکی فلومیکس بر شاخص برداشت بلال ذرت ۶۸
- شکل ۴-۸- اثر کاربرد خاکی و محلول پاشی کود فلومیکس بر تعداد دانه در ردیف در شرایط رقابت با علف هرز ۶۹
- شکل ۴-۹- اثر همزیستی قارچ میکوریزا بر تعداد ردیف در بلال ذرت در شرایط رقابت با علف هرز ۷۱
- شکل ۴-۱۰- اثر همزیستی قارچ میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس بر میزان عمق دانه در بلال ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز ۷۵
- شکل ۴-۱۱- تأثیر همزیستی میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس بر کلونیزاسیون ریشه گیاه ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز ۷۷
- شکل ۴-۱۲- تأثیر همزیستی میکوریزا و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر کلونیزاسیون ریشه گیاه ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز ۷۷
- شکل ۴-۱۳- تأثیر کاربرد خاکی و محلول پاشی کود فلومیکس بر کلونیزاسیون ریشه گیاه ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز ۷۸
- شکل ۴-۱۴- تأثیر همزیستی میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس بر فسفر دانه گیاه ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز ۸۲
- شکل ۴-۱۵- اثر کاربرد خاکی و محلول پاشی کود فلومیکس بر فسفر دانه گیاه ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز ۸۲

شکل ۴-۱۶- اثر همزیستی میکوریزا و محلول پاشی با کود فلومیکس بر میزان قند محلول برگ گیاه ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز.....	۸۵
شکل ۴-۱۷- تأثیر کاربرد خاکی و محلول پاشی با کود فلومیکس بر میزان قند محلول برگ گیاه ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز.....	۸۵
شکل ۴-۱۸- تأثیر همزیستی میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس بر محتوای نسبی آب برگ (اوایل پر شدن دانه) گیاه ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز.....	۹۰
شکل ۴-۱۹- اثر همزیستی قارچ میکوریزا و محلول پاشی با کود فلومیکس بر عملکرد بیولوژیک گیاه ذرت تحت شرایط رقابت با علف های هرز.....	۹۲
شکل ۴-۲۰- اثر همزیستی قارچ میکوریزا و محلول پاشی با کود فلومیکس بر عملکرد دانه گیاه ذرت تحت شرایط رقابت با علف های هرز.....	۹۴
شکل ۴-۲۱- اثر کاربرد خاکی و محلول پاشی کود فلومیکس بر عملکرد دانه گیاه ذرت تحت شرایط رقابت با علف های هرز.....	۹۴
شکل ۴-۲۲- تأثیر همزیستی قارچ میکوریزا و محلول پاشی با کود فلومیکس بر شاخص برداشت محصول ذرت تحت شرایط رقابت با علف های هرز.....	۹۶
شکل ۴-۲۳- اثر کاربرد خاکی و محلول پاشی کود فلومیکس بر شاخص برداشت بلال تحت شرایط رقابت با علف های هرز.....	۹۸
شکل ۴-۲۴- اثر محلول پاشی کود فلومیکس بر وزن خشک علف هرز سوروف.....	۹۹
شکل ۴-۲۵- اثر محلول پاشی کود فلومیکس بر وزن خشک علف هرز تاج خروس.....	۱۰۱
شکل ۴-۲۶- اثر کاربرد خاکی کود فلومیکس بر وزن خشک علف هرز تاج خروس.....	۱۰۱
شکل ۴-۲۷- اثر محلول پاشی کود فلومیکس بر وزن خشک علف هرز سلمه تره.....	۱۰۲
شکل پیوست ۱- نقشه کاشت زمین	۱۱۲

فهرست جداول

صفحه

عنوان

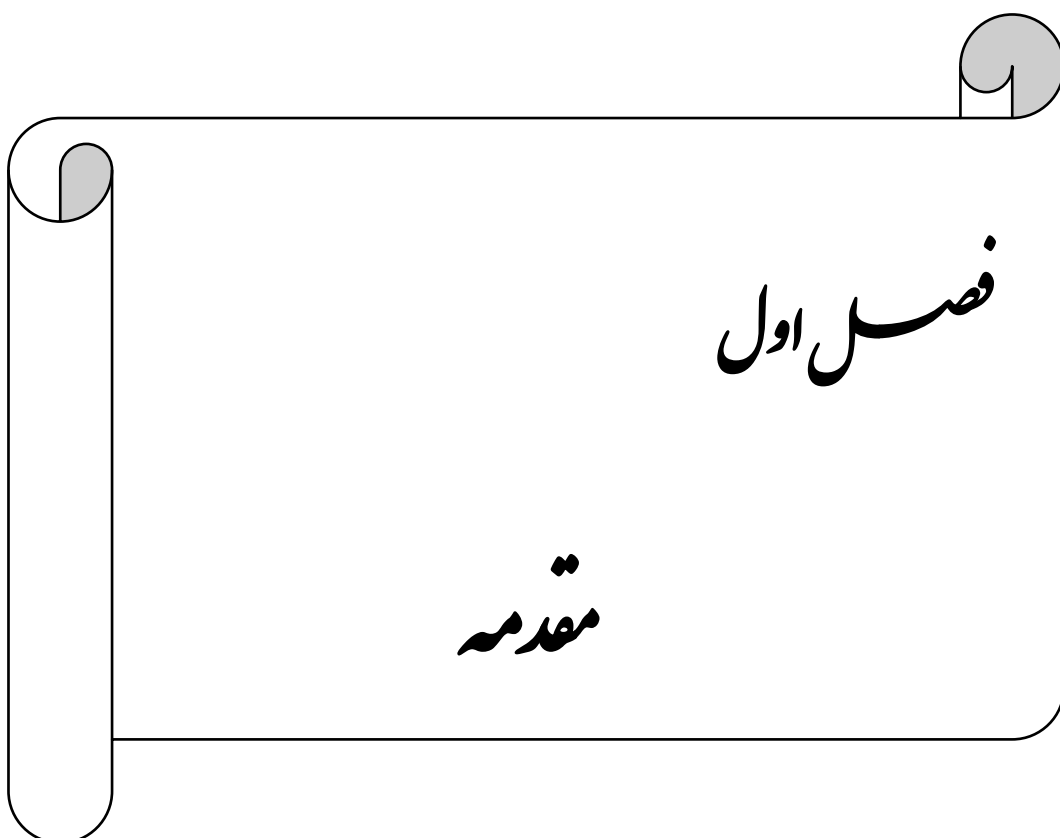
جدول ۳-۱- ترکیبات کود فلومیکس	۳۳
جدول ۳-۲- روش مصرف کود فلومیکس	۳۳
جدول ۴-۱- میانگین اثرات متقابل کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر تعداد ردیف در بلال	۴۸
جدول ۴-۲- میانگین اثرات متقابل کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر وزن هزاردانه	۵۰
جدول ۴-۳- اثرات متقابل کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر درصد پروتئین	۵۵
جدول ۴-۴- میانگین اثرات متقابل کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی فلومیکس بر میزان فسفر دانه	۵۷
جدول ۴-۵- اثرات متقابل کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر کلروفیل a و b	۶۰
جدول ۴-۶- اثرات متقابل کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر محتوای نسبی آب برگ (مرحله اوایل پر شدن دانه)	۶۲
جدول ۴-۷- میانگین اثرات متقابل کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر عملکرد بیولوژیک	۶۴
جدول ۴-۸- میانگین اثرات متقابل کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر درصد شاخص برداشت	۶۷
جدول ۴-۹- اثر متقابل تیمارهای قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی فلومیکس بر وزن هزاردانه گیاه ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز	۷۳
جدول ۴-۱۰- اثر متقابل تیمارهای قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی فلومیکس بر پروتئین دانه گیاه ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز	۸۰
جدول ۴-۱۱- اثر متقابل تیمارهای قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی فلومیکس بر میزان کلروفیل های a و b در برگ گیاه ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز	۸۸
جدول پیوست ۱- میانگین مربعات خصوصیات کمی صفات مورد مطالعه در گیاه ذرت (<i>Zea mays</i> L.)	۱۰۶
جدول پیوست ۲- میانگین مربعات خصوصیات کیفی صفات مورد مطالعه در گیاه ذرت (<i>Zea mays</i> L.)	۱۰۷
جدول پیوست ۳- میانگین مربعات خصوصیات کمی صفات مورد مطالعه در شرایط رقابت با علف های هرز در گیاه ذرت (<i>Zea mays</i> L.)	۱۰۸

فهرست جداول

صفحه

عنوان

-
- جدول پیوست ۴- میانگین مربعات خصوصیات کیفی صفات مورد مطالعه در شرایط رقابت با علف های هرز در گیاه ذرت (*Zea mays* L.) ۱۰۹
- جدول پیوست ۵- میانگین مربعات وزن خشک علف های هرز سوروف، تاج خروس و سلمه تره ۱۱۰
- جدول پیوست ۶- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش ۱۱۱



ذرت با نام علمی (*Zea mays* L.) یک گیاه زراعی یکساله و از خانواده غلات می باشد (مجنون حسینی، ۲۰۰۶). ذرت را گیاه دنیای جدید می گویند و یکی از غلات مهم است که منشا آن قاره آمریکا می باشد. این گیاه به همراه گندم و برنج سه گیاه راهبردی در کشاورزی جهان محسوب می شوند (نورمحمدی، ۲۰۰۰؛ خدابنده، ۲۰۰۷). ذرت بومی مناطق گرمسیر است ولی وسعت سازگاری و تطابق آن باعث شده تا در دامنه وسیعی از شرایط اکولوژیکی کشت آن صورت گیرد (میرهادی، ۲۰۰۱). ذرت یک گیاه با ارزش غذایی فراوان است زیرا از تمام قسمت‌های آن استفاده می شود. ذرت در تغذیه انسان ۲۵ درصد، تغذیه دام و طیور ۷۵ درصد و در داروسازی و صنعت ۵ درصد نقش دارد. از این رو ذرت به عنوان سلطان غلات نام گرفته است (آراسته، ۱۹۹۱؛ خلیلی محله و رشدی، ۲۰۰۸؛ کوچکی، ۱۹۹۵). سطح زیر کشت این محصول راهبردی در جهان حدود ۱۴۰ میلیون هکتار و در کشور ایران در حدود ۷۰۰ هزار هکتار از اراضی کشاورزی را تشکیل می دهد و پیش بینی می شود تا سال ۲۰۲۰ تقاضا برای این محصول مهم ۴۵ درصد افزایش یابد (فائو، ۲۰۰۲؛ سالنامه آماری کشاورزی، ۲۰۰۹؛ شعاع حسینی و همکاران، ۲۰۱۰؛ آشفته بیرگی و همکاران، ۲۰۱۱). این محصول به عنوان غذای اصلی میلیون ها انسان را در سراسر جهان محسوب می شود (شعاع حسینی و همکاران، ۲۰۱۰).

ذرت در رقابت با علف های هرز ضعیف می باشد و لذا نیاز است که با علف های هرز مبارزه موثر و به موقع صورت گیرد. کارشناسان در مورد اهمیت مبارزه با علف های هرز در زراعت ذرت تأکید فراوان کرده اند. چنانچه علف های هرز بدون مبارزه رها شوند می توانند محصول ذرت را از ۱۵ الی ۱۰۰ درصد بر حسب نوع علف ها و میزان رشد آنها کاهش دهند (تاجبخش، ۱۳۷۵). گیاه ذرت در ۳ تا ۵ هفته اول نسبت به علف های هرز بسیار حساس بوده و در مدت رشد در جذب آب، مواد غذایی و نور با ذرت رقابت نموده و باعث کاهش شدید محصول ذرت می شوند (ماهادی و همکاران، ۲۰۰۷). در

نیجریه مشخص شد که عملکرد دانه ذرت در زمین هایی که در آنها با علف هرز در طول دوره زندگی گیاه مبارزه نشد، ۸۰ درصد کاهش یافته است (تاجبخش، ۱۳۷۵).

از این رو برنامه ریزی در جهت افزایش این محصول راهبردی باید به گونه ای باشد که مدیریت تغذیه گیاهی هم در جهت افزایش و پایداری تولید باشد و هم باعث حفظ محیط زیست شود. ذرت یکی از نیرومند ترین گیاهان زراعی و بزرگ ترین وسیله جذب انرژی آزاد موجود در زمین به حساب می آید. این گیاه قادر است نسبت به آب مصرفی خود بالاترین عملکرد در واحد سطح را تولید نماید (شورگشتی، ۱۳۷۷). تحقیقات انجام شده نشان می دهد که با انتخاب عوامل زراعی مناسب از جمله مصرف صحیح عناصر غذایی می توان عملکرد کمی و کیفی ذرت را افزایش داد (کوگبه و آددیران، ۲۰۰۳). جهت دستیابی به عملکرد بالا لازم است عناصر غذایی در زمان مناسب و به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار گیرد (دوبرمن و فیرهارست، ۲۰۰). هم اکنون مهم ترین روش مصرف کودها، روش مصرف خاکی می باشد. در سطح جهانی از روش های دیگری نیز برای استفاده از عناصر غذایی مورد استفاده مورد استفاده قرار می گیرند که از آن جمله می توان روش آغشته کردن بذور و محلول پاشی اندام های هوایی را نام برد (بنگستون، ۲۰۰۳). یکی از روش هایی که به عنوان مکمل برای مصرف کودهای شیمیایی در خاک مطرح می شود، محلول پاشی (تغذیه برگ) می باشد (سلیگمن، ۱۹۹۳). محلول پاشی باعث افزایش جذب مواد غذایی از طریق برگ نسبت به جذب از طریق خاک می گردد (کوچکی و سرمندیا، ۱۳۷۹). اهمیت تغذیه از طریق برگ در گیاهان هنگامی که پدیده رقابت یونی (آنتاگونیستی) مواد از ریشه اختلال ایجاد می نماید و یا با افزودن برخی از مواد به خاک، موجودات زنده را از بین می برد، مشخص می شود (ملکوتی، ۲۰۰۴). هر یک از عناصر کم مصرف نقش خاصی را در گیاه ایفا می کنند و وجود این عناصر در حد کفایت برای کامل کردن چرخه زندگی و رشد گیاه لازم است. نقش این عناصر از واکنش های بسیار ساده تا خیلی پیچیده را در بر می گیرد و ذکر این نکته نیز حائز اهمیت است که نقش هر یک از عناصر کم مصرف را عنصر دیگری نمی تواند

بر عهده بگیرد (ملکوتی و طهرانی، ۲۰۰۱). میزان کاربرد عناصر کم مصرف در کشورهای با کشاورزی پیشرفته، حدود ۲ الی ۴ درصد کل کود مصرفی است ولی در ایران این مقدار ناچیز و در حدود ۰/۰۰۰۲ درصد می باشد (ملکوتی و طهرانی، ۲۰۰۱). علت اصلی توجه بیشتر به عناصر کم مصرف به جز اثر در افزایش تولید محصولات، مشاهده پیدایش کمبود و گرسنگی پنهان و افزایش بیماری هایی است که انسان امروزی در اثر مصرف مواد غذایی فقیر به آنها مبتلا می شود (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸). ذرت گیاهی است با نیاز کودی بالا و به جز عناصر غذایی پر مصرف به عناصر غذایی کم مصرف مانند: بور، منگنز، مس، روی، آهن نیز نیاز دارد (نوابی و ملکوتی، ۱۳۸۷؛ نور محمدی و همکاران، ۲۰۰۱). سه عنصر کم مصرف آهن، روی و منگنز بیش از سایر عناصر در امر تغذیه ذرت نقش دارند (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸). مصرف خاکی و برگی عناصر کم مصرف آهن، روی و منگنز در امر تغذیه ذرت باعث افزایش عملکرد علوفه و دانه می شود که در این بین نقش مثبت آهن و روی در افزایش عملکرد بیشتر است (ضیائی و ملکوتی، ۱۹۹۸). روی عنصر مهم در فعالیت آنزیم های دهیدروژناز، پروتئیناز، تشکیل RNA و تنظیم کننده های رشد است. عقیمی دانه های گرده و کوچکی اندازه برگ ها نیز از علائم کمبود این عنصر مهم می باشد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸). آهن در فتوسنتز و سنتز پروتئین دخالت دارد. این عنصر همچنین از طریق تأثیر روی ریبوزم ها سنتز پروتئین را در سلول های برگ تحت تأثیر قرار می دهد (مارشور، ۱۹۹۵). عنصر منگنز نیز در سیستم های آنزیمی به عنوان اتوکاتالیز فعالیت می کند و همچنین در تنظیم واکنش مولکول آب، متابولیسم نیتروژن و جذب دی اکسید کربن نقش اساسی دارد (ملکوتی و بای بوردی، ۱۳۷۸).

کاربرد عنصر روی چه به صورت تغذیه برگی و چه به صورت مصرف خاکی تأثیر معنی داری در افزایش وزن خشک گیاه ذرت در مقایسه با تیمار شاهد داشت. از سوی دیگر استفاده از عنصر روی به صورت مصرف خاکی می تواند برای محصولات بعدی نیز اثر گذار باشد ولی استفاده آن به صورت تغذیه برگی معمولاً فقط برای یک سال اثر گذاشته و شاید در طول یک سال نیز نیاز به تکرار آن

باشد. مصرف منگنز نیز به صورت محلول پاشی نسبت به مصرف خاکی، به صرفه تر و موثرتر است و عمدتاً به دلیل آن است که در مصرف خاکی، منگنز دچار فرایند تثبیت شدن در خاک می شود و از دسترس گیاه خارج می شود. بنا بر نظر وایتی و چمبلیس (۲۰۰۵) مشکل اساسی ذرت، سورگوم و غلات دانه ریز را کمبود آهن، روی، منگنز و مس دانسته که ناشی از وجود خاک های شنی با محتوای ماده آلی کم، pH بالای خاک و عدم مصرف کودهای کم مصرف در گذشته است. بنابراین مصرف خاکی و برگی عناصر کم مصرف در امر تغذیه ذرت باعث افزایش عملکرد علوفه و دانه آن می شود (مسکویتا و همکاران، ۲۰۰۰؛ وایتی و چمبلیس، ۲۰۰۵).

با روش محلول پاشی عناصر غذایی در سریعترین زمان در اختیار گیاه قرار می گیرد و گیاه می تواند مستقیماً عناصر را به شاخه، برگ و میوه خود ارسال نمایند (آناقلی و همکاران، ۲۰۰۱). تمام گیاهان برای رشد خود به عناصر غذایی نیاز دارند که در این بین عناصر غذایی ریز مغذی هر چند به میزان کم مورد نیاز هستند اما کمبود آنها در خاک کارایی عناصر پر مصرف را تحت تاثیر قرار می دهد و موجب کاهش عملکرد گیاهان می شود (ملکوئی، ۱۹۹۶). پایین بودن غلظت عناصر فوق در مواد غذایی کشور ما مساله ساز شده است که عمدتاً ناشی از عدم مصرف کودهای حاوی عناصر ریز مغذی می باشد (ملکوئی و طهرانی، ۱۳۷۸). هدف از مصرف عناصر ریز مغذی افزایش تولید، غنی سازی محصولات زراعی و بهبود کمی و کیفی گیاهان است (حسین آبادی و همکاران، ۲۰۰۵). آلون (۲۰۰۳) طی یک آزمایش به ضرورت بهره گیری از عناصر غذایی به روش مصرف برگی (محلول پاشی) اشاره کرد و از راهکارهای مهم دستیابی به محصولات ارگانیک را مصرف عناصر غذایی از طریق محلول پاشی گزارش نمود.

به منظور افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح بیشتر تولید کنندگان به مصرف کودهای شیمیایی روی آورده اند، اما مصرف مداوم کودهای شیمیایی در دراز مدت ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک را تخریب کرده و با کاهش نفوذ پذیری خاک گسترش ریشه گیاهان را دچار

مشکل می کند. در نهایت کاهش عملکرد گیاهان را به دنبال خواهد داشت و این موضوع باعث کاهش کیفیت تولیدات کشاورزی و بروز مشکلات زیست محیطی و الودگی آب های زیر زمینی می شود (وو و همکاران، ۲۰۰۴). کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کود های زیستی با حذف یا تقلیل چشم گیر در مصرف نهاده های شیمیایی، که بیشترین تأثیر منفی را روی محیط زیست می گذارند، یک راه حل مطلوب جهت غلبه بر چنین مشکلاتی به شمار می آید (آئوگ، ۲۰۰۱؛ باگو و همکاران، ۲۰۰۰). اصطلاح کود زیستی تنها به مواد آلی حاصل از کود دامی، بقایای گیاهی، کود سبز و غیره اطلاق نمی شود، بلکه ریزجانداران باکتریایی و قارچی مفید و مواد حاصل از فعالیت آنها نیز از جمله کود های زیستی محسوب می شوند. این گروه از کود های زیستی علاوه بر افزایش فراهمی عناصر مغذی خاک از طریق تثبیت نیتروژن، تولید مواد تنظیم کننده و مهار عوامل بیماری زا رشد و عملکرد گیاهان را بهبود می بخشند (استوروز و کریستی، ۲۰۰۳).

واژه میکوریزا به معنی قارچ ریشه به طور کلی به همزیستی بین ریشه گیاهان و میسلیوم های قارچی اطلاق می شود. البته عوامل مختلفی بر این توانایی اثر دارند که از آن جمله می توان به میزان توانایی میسلیوم های خارجی قارچ های میکوریزایی در انتشار به درون خاک و تأثیر عوامل محیطی نظیر نور، pH خاک و تهویه خاک اشاره نمود. این نوع قارچ ها در جذب عناصر غذایی مثل فسفر و نیتروژن همچنین جذب آب در شرایط تنش، تولید هورمون های گیاهی تعدیل کننده اثرات تنش های محیطی، افزایش مقاومت نسبت به عوامل بیماری زا در گیاه و کاهش آسیب های ریشه ای، تأثیر بر دانه بندی خاک، تشدید فعالیت تثبیت بیولوژیک نیتروژن، همچنین بهبود خواص کمی و کیفی فرآورده های زراعی موثرند (اینیوبونگ و همکاران، ۲۰۰۸).

قارچ های میکوریزا از جمله میکروارگانیسم های خاک می باشند که قادر به ایجاد رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی بوده و روی رشد گیاه میزبان تأثیر می گذارد (اینیوبونگ و همکاران، ۲۰۰۸). محققین در این نکته هم رأی هستند که تقریباً ۸۲ درصد از گیاهان دو لپه و ۷۹

درصد از تک لپه ای ها و نیز همه بازدانگان (بنا بر نظر برخی از محققین ۸۰ درصد از گیاهان ساکن خشکی) با میکوریزا رابطه همزیستی برقرار می کنند (داد، ۲۰۰۰؛ فاندرا هیجدن و ساندرز، ۲۰۰۲). قارچ میکوریزا سبب بهبود جذب نیتروژن، پتاسیم، منیزیم، مس و روی در خاک های فقیر می شود. مزیت قارچ میکوریزا افزایش منطقه تخلیه عناصر غذایی به وسیله ریشه های میکوریزایی نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی می باشد (اسمیت و رید، ۲۰۰۸). نتایج بعضی تحقیقات نشان داده که سرعت جریان فسفر به درون گیاه میکوریزایی ۳ الی ۶ مرتبه بیشتر از گیاهان غیر میکوریزایی است (بولان، ۱۹۹۱).

در نظام های پایدار، خاک به عنوان جز حیاتی در نظر گرفته می شود و بر نقش میکروارگانیسم ها در چرخش عناصر غذایی تأکید می گردد (غلامی و کوچکی، ۲۰۰۱). حضور میکروارگانیسم ها خاک را پویا نگاه داشته و توانایی چرخش عناصر غذایی و پشتیبانی پایدار از زندگی گیاه را فراهم می کند (شارما، ۲۰۰۳). ذرت جز پنج گیاه زراعی مهم دنیا می باشد که از قابلیت تولید ماده خشک بالایی برخوردار است. تولید بالای این گیاه مصرف زیاد نهاده ها را نیز به همراه داشته است. مطالعه جنبه های مختلف همزیستی قارچ میکوریزا در گیاه ذرت، می تواند اتکا به نهاده های شیمیایی را در این گیاه کاهش دهد (جهان و همکاران، ۱۳۸۸). بوم نظام خاک به صورت کلی تحت تأثیر میکوریزا قرار می گیرد. این قارچ ها نقش موثری در بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و حتی بیولوژیکی خاک دارند (جیانینازی و همکاران، ۲۰۰۱).

در سال های گذشته مشکلات ناشی از استفاده نادرست از نهاده های کشاورزی همچون سموم و کودهای شیمیایی موجب بروز اثرات مخرب زیست محیطی و آلودگی منابع آبی و خاک و در نتیجه به خطر افتادن سلامت عمومی جامعه را به دنبال داشته است. بنابراین لزوم استفاده از کودهای بیولوژیک و ارگانیک بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است.

اهداف این پژوهش را می توان در موارد زیر خلاصه کرد:

✓ ارزیابی تأثیر قارچ میکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد و همچنین برخی خصوصیات کیفی گیاه ذرت در دو حالت رشد در شرایط عاری از علف های هرز و رشد تحت شرایط رقابت با علف های هرز

✓ ارزیابی سطوح مختلف محلول پاشی کود فلومیکس بر عملکرد و اجزای عملکرد و همچنین برخی خصوصیات کیفی گیاه ذرت

✓ ارزیابی سطوح مختلف مصرف خاکی کود فلومیکس بر عملکرد و اجزای عملکرد و همچنین برخی خصوصیات کیفی گیاه ذرت

✓ بررسی تأثیر سطوح مختلف محلول پاشی و مصرف خاکی کود فلومیکس بر عملکرد و اجزای عملکرد و همچنین برخی خصوصیات کیفی گیاه ذرت در شرایط وجود رقابت با علف های هرز

✓ ارزیابی همزیستی قارچ میکوریزا، محلول پاشی و مصرف خاکی کود فلومیکس بر توان رقابتی گیاه ذرت

فصل دوم

کلیات و بررسی منابع

۲-۱- ذرت

کشت این گیاه از سال ها پیش در آمریکا رایج بوده و تا کشف آمریکا در سایر مناطق جهان وجود نداشت و پس از آن به سایر کشورها برده شد. ذرت یکی از با ارزش ترین گیاهان زراعی و به عنوان سلطان غلات مشهور است و تولید آن در جهان پس از گندم و برنج قرار دارد. گیاه ذرت دارای ارزش غذایی بالایی است دانه آن به مصرف خوراک انسان و دام و علوفه سبز آن نیز به صورت تازه و سیلو شده یکی از بهترین غذاهای دام است. کریستوف کلمب در اولین مسافرت خود به آمریکا در سال ۱۴۹۲ ذرت را در اراضی وسیعی مشاهده کرد که اهالی آن سرزمین از دانه آن تغذیه می کردند. در هنگامی که ذرت در آمریکا شناخته شده بود، کشورهای اروپایی و آفریقایی از آن اطلاعی نداشتند و در کشورهای آسیایی هم آثار و شواهدی حاکی از وجود این گیاه در دوره قبل از کریستوف کلمب بدست نیامده است. در هنگام ورود اروپائیان به آمریکا ذرت گیاه اصلی بومیان آمریکا بوده است که به وسیله کریستوف کلمب به اسپانیا برده شد و پس از گذشت چند سال به جنوب فرانسه، ایتالیا و شمال آفریقا برده شد. در اوایل قرن ۱۶ به وسیله پرتغالی ها به سواحل غربی آفریقا و هندوستان وارد شد و از طریق آسیای صغیر و ایران در حدود سال ۱۵۷۳ به چین و در سال ۱۵۷۵ به ژاپن رسید. از سابقه زراعت ذرت در کشور ایران اطلاع صحیحی وجود ندارد (امام، ۱۳۸۴).

۲-۲- مصارف گیاه ذرت

قسمت بزرگی از ذرت تولید شده به مصرف دام می رسد. ذرت دارای مقدار کمی فیبر و از نظر روغن و هیدرات کربن غنی بوده و از خوش خوراک ترین غلات می باشد. ارزش آن در تغذیه گوسفند و گاو شیری بسیار و در جیره گاوهای گوشتی به مقدار زیادی مصرف می شود و به صورت علوفه تازه، علوفه خشک و سیلویی مورد استفاده قرار می گیرد. تقریباً ۸ الی ۹ درصد ذرت تولید شده در جهان جهت تغذیه انسان و تهیه بعضی ترکیبات صنعتی مصرف می شود. آرد ذرت، نشاسته ذرت، روغن

ذرت، شکر ذرت و الکل ترکیباتی هستند که به صورت صنعتی از ذرت تهیه می شود. اضافات ذرت مثل غذای گلوتن دار ذرت، کنجاله و بقایای خشک شده بعد از تقطیر نیز برای تغذیه دام مصرف می شوند. گاهی از ساقه ذرت در تهیه کاغذ و مواد عایق بندی، تهیه مقوا، لوله پلاستیک، متانول و مواد سوختی استفاده می شود. از پودر بلال نیز در تهیه مواد براق کننده، مالچ و مواد شستشو و همچنین پدر صورت و لوازم آرایشی استفاده می شود (زند و لعلی نیا، ۱۳۸۹).

۲-۳- مشخصات گیاهشناسی ذرت

ذرت دارای ریشه های افشان قوی و انبوه و در عین حال سطحی است و می تواند به استقامت گیاه کمک کند. ریشه اولیه ذرت بعد از جوانه زنی شکل می گیرد تعداد این ریشه ها بین ۳ الی ۵ عدد است و در عمق ۳ الی ۵ سانتی متری خاک قرار می گیرند. ریشه های ثانویه به تعداد زیادی در حدود ۲۰ عدد از گروه هایی در عمق خاک خارج می شوند. همچنین از گروه هایی که در سطح خاک وجود دارند ریشه هایی خارج می گردد و وارد خاک می شود و در عمق زمین و اطراف پراکنده می شوند که به تدریج بر طول آن ها اضافه می شود گاهی ممکن است تا ۲ الی ۳ متر برسد (رستگار، ۱۳۸۴).

ساقه گیاه ذرت همانند سایر غلات بند بند و بدون انشعاب است. این ساقه ها راست دارای ارتفاع ۲ الی ۵ متر می باشد. فاصله بین گره ها متفاوت است. به طور کلی ارتفاع بوته به گونه زودرس یا دیررس مربوط است. ضخامت ساقه حدود ۳ سانتی متر و در حدود ۸ الی ۱۲ میان گره دارد. میان گره پائین ساقه کوتاه تر و میان گره بالای ذرت بلند تر است (رستگار، ۱۳۸۴).

برگ ذرت از محل گره ها خارج می شود و از دو قسمت پهنک و غلاف تشکیل می شود که غلاف بدور ساقه پیچیده شده است. پهنک برگ به طول ۳۰ الی ۸۰ سانتی متر و گاهی ۱۵۰ سانتی متر و عرض آن در حدود ۱۰ سانتی متر و ضخامت ۲ میلیمتر است. تعداد برگ های ذرت به طور متوسط

۱۲ الی ۱۸ برگ است که ارقام زودرس تعداد برگ کمتر و ارقام دیررس دارای تعداد برگ بیشتر است (زند و لعلی نیا، ۱۳۸۹).

گل های نر و ماده در گیاه ذرت جدا از هم ولی روی یک پایه قرار دارند بنابراین ذرت گیاهی یک پایه است. گل های ماده در محل گره ها یا بغل برگ ها و گل های نر در انتهای ساقه قرار دارند. سنبله ماده از یک محور اصلی قطور تشکیل شده که روی آن سنبلک ها در ردیف های منظم قرار دارند. هر سنبلک نیز دارای دو گل است که فقط گل بالایی آن بارور می شود. آرایش گل ها به وسیله غلافی که پوست بلال نام دارد، پوشیده می شود. از محل تخمدان گل ها میله های بلند و باریک خارج می شود و از رأس پوسته دور بلال خارج می شود که به ریش ذرت معروف هستند. گل های نر به صورت خوشه ای و در انتهای ساقه اصلی قرار دارند که روی خوشه های متعدد آن دو سنبلچه بلند و کوتاه به طور منظم قرار دارد و هر سنبلچه دارای دو گل و هر گل دارای سه پرچم است (رستگار، ۱۳۸۴).

گرده افشانی به صورت غیر مستقیم انجام می گیرد و درصد کمی از آن ممکن است به صورت مستقیم انجام گیرد. دانه ذرت میوه ای است گندمه، رنگ آن بسته به ارقام مختلف متفاوت و از سفید، زرد، قرمز، ارغوانی تغییر می کند. وزن هزاردانه ذرت از ۱۰۰ الی ۴۰۰ گرم متغیر است (امام، ۱۳۸۴).

۲-۴- اکولوژی گیاه ذرت

ذرت در خاک های لومی که دارای عمق کافی، زهکشی مناسب و از نظر هوموس و مواد آلی غنی باشند بهترین رشد را خواهد داشت. اراضی خیلی شنی و سبک برای کاشت گیاه مناسب نیستند. در صورتی که زمین های شنی سبک کود داده شوند بر اراضی مرطوب ارجحیت دارند. بهترین pH برای رشد ذرت ۵/۵ الی ۷ می باشد یعنی در خاک های اسیدی تا خنثی و خاک های قلیایی که آبیاری

شوند قادر به رشد است. این گیاه در طول دوره رشد به حرارت و گرمای زیادی احتیاج دارد و در مناطقی که تابش خورشید زیاد و تابستان گرم دارند بهترین عملکرد دانه را دارد. صفر فیزیولوژیک این گیاه دمای ۶ الی ۱۰ درجه سانتی گراد است و پس از سبز شدن درجات نزدیک به صفر را تحمل نمی کند. گیاه ذرت دارای نیاز آبی بالایی می باشد. ذرت گیاهی است یکساله، روز کوتاه و نمو آن در روزهای بلند باعث افزایش تعداد برگ و دیر رسیدن بلال می شود و با کوتاه شدن روز گل دادن آن جلو می افتد و نمو شاخ و برگ آن کند می شود (رستگار، ۱۳۸۴).

۲-۵- انواع ذرت

کلیه ارقام ذرت به گونه *Zea mays* تعلق دارند ولی از نظر طول دوره رشد یا رنگ دانه نیز طبقه بندی می شوند که از این جمله می توان به ارقام ذرت سخت یا بلوری، ذرت دندان اسبی، ذرت آردی یا نشاسته ای و غیره اشاره کرد. ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ جز بذور هیبریدی در ایران است که برای تولید علوفه و سیلو کردن مورد استفاده قرار می گیرد. بذر ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در طبقه بندی سازمان خواربار و کشاورزی FAO در گروه ۷۰۰ قرار می گیرد و زمان کاشت تا برداشت آن حدود ۱۳۵ الی ۱۴۰ روز است. جز ارقام دیررس محسوب می شود. میزان علوفه آن در هکتار ۷۰ الی ۸۰ تن تخمین زده شده است (فائو، ۲۰۰۶).

۲-۶- تغذیه برگی - اهمیت موضوع

افزایش روز افزون قیمت کودهای شیمیایی در جهان، ضرورت اقتصادی بودن تولید، آلودگی آب های زیر زمینی و تخریب ساختمان خاک در اثر مصرف بی رویه و نا آگاهانه کودهای شیمیایی مشکلاتی هستند که باید با روش های مناسب، آن ها را حل کرد. محلول پاشی یا تغذیه برگی روش است جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و خطرات محیطی آن ها و به خصوص که امروزه

سیاست کاهش مصرف سم و بهینه سازی مصرف کود در دنیا مطرح شده است. با محلول پاشی می توان عناصر غذایی را اسرع وقت در اختیار گیاه قرار داد و در این روش عناصر غذایی به طور مستقیم در اختیار شاخه، برگ و یا میوه گیاه قرار می گیرد. در بعضی از موارد خصوصا موقعی که پدیده انتاگونیستی (ناسازگاری) مواد از طریق ریشه اشکال ایجاد می نماید و افزودن مواد آلی به خاک، موجودات زنده را از بین می برد، محلول پاشی اهمیت زیادی پیدا می کند. محلول پاشی عناصری نظیر بر، روی، مس، منگنز و منیزیم در شرایط خاک های ایران از مصرف خاکی آنها به خاطر برطرف نمودن سریع کمبود ها، آسان تر بودن اجرای آن، کاهش سمیت ناشی از تجمع این عناصر در خاک و جلوگیری از تثبیت، بهتر است (سوری، ۱۳۹۴).

۲-۶-۱- نقش عنصر آهن در گیاه

آهن یکی از عناصر ضروری برای رشد و تمام گیاهان می باشد. در صورت کمبود آهن کلروفیل به مقدار کافی در سلول های برگ تولید نمی شود و برگ ها رنگ پریده به نظر می آیند (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸).

۲-۶-۲- نقش عنصر روی در گیاه

عنصر روی عموما به صورت یون دو ظرفیتی از محلول خاک جذب می شود. این عنصر در بسیاری از سیستم های آنزیمی گیاه نقش کاتالیزوری، فعال کننده یا ساختمانی دارد و در ساخته شدن و تجزیه پروتئین ها دخیل است (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸).

۲-۶-۳- نقش عنصر منگنز در گیاه

نقش عمده عنصر منگنز در گیاه، ما شرکت در سیستم های ترکیبی است. به عنوان مثال این عنصر جزئی از سیستم آنزیمی آرژیناز و فسفوترانسفر شناخته شده است. منگنز در واکنش های انتقالی الکترون در گیاه دخیل بوده و در تولید کلروفیل نیز نقش دارد. بخش عمده منگنز در ساقه و برگ های گیاهان است و حضور آن در دانه ناچیز است (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸).

۲-۶-۴- نقش عنصر مس در گیاه

عنصر مس در گیاه بیش تر در فعالیت های آنزیمی دخیل است. وجود این عنصر در سیستم های آنزیمی اکسیداز - کاتالاز ضروری است. همچنین این عنصر در واکنش های انتقال الکترون سهیم و فعال کننده چندین آنزیم است (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸).

۲-۶-۵- نقش عناصر غذایی کم مصرف در کنترل آفات و بیماری ها

عناصر غذایی علاوه بر این که به صورت مستقیم روی عملکرد گیاهان تأثیر می گذارند، یکسری تأثیرات ثانویه نیز دارند که برخی از آن ها آثار نامطلوبی از خود بجای می گذارند. به عنوان مثال برخی از این عناصر می توانند الگوی رشد، مرفولوژی گیاه، آناتومی گیاه و ترکیب مواد شیمیایی گیاه را تغییر داده و بدین ترتیب سبب افزایش یا کاهش مقاومت گیاه به آفات و بیماری ها می شوند (سوری، ۱۳۹۴).

۲-۷- محاسن محلول پاشی

یکی از عوامل مهم در کاهش عملکرد محصولات کشاورزی مناطق خشک و نیمه خشک، پائین بودن کارایی جذب عناصر غذایی است. لذا برای استفاده بهینه از کودهای شیمیایی در مناطق خشک

و نیمه خشک و برای افزایش عملکرد و کیفیت، مصرف کودها از طریق محلول پاشی اولویت دارد. در طول مرحله زایشی در اثر رقابت برای جذب کربوهیدرات بین اندم های زایشی (دانه، میوه) و ریشه ها از فعالیت ریشه ها کاسته می شود و در نتیجه، جذب عناصر غذایی کاهش می یابد. در این مرحله محلول پاشی عناصر غذایی این رقابت را کاهش می دهد (سوری، ۱۳۹۴).

۲-۸- مکانیسم جذب عناصر غذایی از طریق اندام های هوایی

۱- نفوذ عناصر غذایی از پوستک (کوتیکول) تا دیواره سلولی

۲- جذب سطحی روی غشای پلاسما

۳- عبور از غشای پلاسمایی و ورود به سیتوپلاسم

۲-۹- عوامل موثر در جذب عناصر غذایی از طریق اندام های هوایی

عوامل محیطی جذب مواد محلول پاشی شده را با نمو کوتیکول و غیره تحت تأثیر قرار می دهند. مقدار کوتین و موم در شدت نور بالا بیش تر است. دمای بالا، توسعه برگ و مقدار موم را افزایش می دهد. اگر رطوبت نسبی هوا کم باشد موجب خشک شدن سریع محلول از سطح برگ می شود و در نتیجه مقدار جذب کاهش می یابد. زمانی که یک گیاه دچار کمبود عنصری باشد محلول پاشی آن عنصر، جذب بیش تر و سریع تر است. به دلیل ضخامت کم لایه کوتیکول در اندام های جوان و قدرت متابولیکی بالای آن ها جذب عناصر محلول پاشی شده از برگ ها و اندام های جوان بهتر صورت می گیرد (سوری، ۱۳۹۴).

۲-۱۰- قارچ های میکوریزا

افزایش روز افزون جمعیت و لزوم تولید محصولات کشاورزی بیش تر در ۵۰ سال اخیر فشار بر زمین های کشاورزی از طریق کاربرد مقادیر بیش تر کودهای شیمیایی را در پی داشته است. مقدار کل کودهای شیمیایی مصرفی در جهان در سال ۱۹۶۱ حدودا ۱۰ میلیون تن بوده است. امروزه مصرف نیتروژن ۸ برابر، فسفر ۳ برابر و پتاسیم ۲ برابر شده است. بر اساس گزارش *FAO* بین ۴۰ الی ۶۰ درصد افزایش تولیدات کشاورزی در جهان طی سه دهه گذشته مرهون مصرف کودهای شیمیایی بوده است. با این که کودهای شیمیایی در ۵۰ سال اخیر نقش عمده ای را در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی داشت ولی امروزه به تدریج اثرات منفی ناشی از مصرف بی رویه کودهای شیمیایی بروز پیدا کرده است (خاوازی و همکاران، ۱۳۸۴). وارد شدن نیترات به آب های زیر زمینی و محیط زیست و بروز بیماری هایی چون سرطان و یا انباشت فسفر در خاک ها و کادمیم همراه کودها در راهکارهای اساسی افزایش عملکرد محصولات زراعی در عین حال کاهش مخاطرات زیستی آن ها است. قارچ های میکوریزا از با اهمیت ترین میکروارگانیسم های موجود در اغلب خاک های تخریب نشده می باشند طوری که طبق تخمین های موجود حدود ۷۰ درصد از کل توده زنده جامعه میکروبی خاک ها را میسیلیوم این قارچ ها تشکیل می دهد (موکرجی و چامولا، ۲۰۰۳). اولین گزارش مبنی بر وجود این قارچ ها در اطراف ریشه گیاه میزبان و به وجود آمدن یک رابطه همزیستی میکوریزایی به تحقیقات صورت گرفته توسط هارتیک در سال ۱۸۴۰ مربوط می شود. ولی اگرچه این قارچ ها را مستقل معرفی نکرد، اما وجود ریشه های ظریف ویژه ای را در اطراف سیستم ریشه ای کاج گزارش نمود. Reissek در سال ۱۸۴۷ این قارچ ها را به عنوان موجودی مستقل در همزیستی با گیاهان ارکیده شناسایی کرد. کامینسکی در سال ۱۸۸۱ عنوان نمود که اطراف سیستم ریشه ای برخی درختان با لایه ای از قارچ پوشیده شده است و عناصر غذایی موجود در خاک با عبور از این لایه به وسیله ریشه گیاه جذب می شود. فرانک در سال ۱۸۸۵ که به دنبال بررسی راهکارهایی به منظور

کشت قارچ های خوراکی در منطقه جنگلی Prussia بوده ساختمان حاصل از فعالیت مشترک ریشه گیاه میزبان و قارچ های میکوریزی را همزیست شناسایی کرد و آن را میکوریزا نامید.

۲-۱۱- اهمیت بوم نظام خاک

خاک بستر حیات و تولید است و حفظ آن، ضامن بقای نسل های آینده می باشد. خاک محیطی است که تنوع زیستی قابل توجهی را در خود جای داده و محل رویدادهای زیادی است که هر کدام یک فرایند حیاتی را راهبری می کنند (کامکار و مهدوی دامغانی، ۱۳۸۷). سیلویا و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که به طور میانگین در هر گرم خاک، دو میلیون موجود زنده وجود دارد. آنها پیشنهاد کردند که با افزایش شناخت و آگاهی از این ارتباط پیچیده، می توان خاک و میکروارگانیسم های آن را برای نگهداری و بهبود وضعیت خاک، بدون آسیب رساندن به این منع حیاتی بهتر مدیریت کرد.

۲-۱۲- بوم شناسی میکروبی خاک

گیون و همکاران (۲۰۰۲) بیان کردند که کوچکترین میکروارگانیسم های خاک باکتری ها، اکتنومیسیت ها، قارچ ها و جلبک ها می باشند که در مجموع از آنها تحت عنوان میکروفلور یاد می شود. قارچ ها در حیات و سلامت تمام بوم نظام ها اهمیت بسزایی دارند. نظام های انشعابی ریشه گیاهان و میسلیوم های قارچ ها که امکان دستیابی به مواد غذایی پخش شده در نقاط مختلف خاک را فراهم می کنند، مثال هایی از رشد توسعه ای می باشند (براندت و ابورت، ۲۰۰۲). در یک تقسیم بندی قارچ ها بر مبنای الگوهای تغذیه ای، میکوریزای آرباسکولار جزو دسته قارچ های همزیست اجباری بیوتروفیک (زنده خورای) قرار می گیرد (هارت و همکاران، ۲۰۰۱).

۲-۱۳- تعریف، تاریخچه و ویژگی های قارچ شناسی میکوریزا

واژه میکوریزا از دو کلمه Myco به معنی قارچ و Rhiza به معنی ریشه تشکیل شده است. علم دیرین شناسی با بررسی آثار فسیلی به جا مانده از ۴۰۰ تا ۵۰۰ میلیون سال قبل نشان داده است که همزیستی گیاهان با این قارچ ها، قدمتی بس طولانی دارد (تیلور و همکاران، ۱۹۹۵؛ رمی و همکاران، ۱۹۹۴). آنالیز پلی ژنتیک با استفاده از توالی DNA و استفاده از کدهای RNA ریبوزومی نشان داده است که میکوریزا آرباسکولار بین ۳۵۳ تا ۴۶۲ میلیون سال پیش از دوران پالئوزوئیک منشأ گرفته است (سیمون و همکاران، ۱۹۹۳). از شواهد و مستندات می توان نتیجه گرفت که برای یک مدت طولانی، میکوریزا جزء جدا نشدنی اندام های جذب کننده آب و مواد غذایی گیاهان بوده است. نکته دیگر این است که تکامل اندام های جذبی در گیاهان در طی زمان طولانی، منجر به اختصاصی شدن قارچ با توجه به دامنه وسیع میزبان آنها نشده است (آلن و همکاران، ۲۰۰۳؛ رید، ۱۹۹۸). تمام موجودات زنده، برای ساختن اسید نوکلئیک و ATP نیاز به فسفر دارند اما در گیاهان اولیه که از زیستگاه های آبی و هموژن خارج شده و به خشکی آمده بودند، جذب مواد غذایی به ویژه فسفر با مشکل مواجه شد که با تشکیل همزیستی میکوریزایی و کلونیزاسیون ریشه گیاهان، این محدودیت بر طرف گردید (تیلور و همکاران، ۱۹۹۵). این گونه بود که گیاهان از محیط های آبی خارج شدند و در خشکی های کره زمین گستردگی و تنوع پیدا کردند، به طوری که آنها به عنوان اصلی ترین و مهم ترین موجودات زنده و جزء جدا نشدنی حیات بر کره خاکی مطرح شدند (جیواننتی و جیانینزی، ۱۹۹۴). در واقع به دلیل حضور گیاهان بود که حیات به صورت امروزی اش بر کره زمین شکل گرفت. هاریسون (۲۰۰۵) معتقد است که همزیستی میکوریزا با گیاهان خشکی در سراسر دنیا، بر تغذیه فسفر گیاهان تأثیر جهانی دارد. برخی محققین از جمله اسمیت و رید (۱۹۹۷) معتقد هستند که خانواده های جگن، اویارسلام، اسفناجیان و شب بوئیان از این نظر استثنا هستند، اگرچه در این خانواده ها نیز ممکن است جنس ها و گونه هایی وجود داشته باشند که با میکوریزا همزیست شوند.

گردمن و ترپ (۱۹۷۴) ۱۴ خانواده گیاهی از جمله خانواده شب بو و اسفناج را برای میکوریزا به عنوان غیر میزبان معرفی کردند. کاردوسو و کوپیر (۲۰۰۶) خانواده های تاج خروس و میخک را نیز به این فهرست اضافه کردند. با این وجود، در سال های بعد موارد استثنایی پیدا شد و برخی گونه های این خانواده ها میکوریزایی تشخیص داده شدند. داد (۲۰۰۰) بیان کرد که بیش از ۱۰ درصد کل خانواده های گیاهی، غیر میکوریزایی هستند و البته گیاهان متعلق به این خانواده ها مثل اسفناجیان و شب بوئیان از طریق طراحی نظام ریشه ای فوق العاده منشعب، فقدان میکوریزا را تا حدی جبران می کنند (مارکس، ۱۹۹۱).

۲-۱۴- تقسیم بندی قارچ های میکوریزا

بر اساس نوع رابطه قارچ با گیاه و نیز چگونگی ارتباط بین میسلیوم قارچ و سلول ریشه، میکوریزا به سه دسته میکوریزای خارجی، میکوریزای داخلی و میکوریزای داخلی-خارجی تقسیم می شود. اخیرا نوعی ارتباط تحت عنوان آلودگی مختلط به این گروه ها اضافه شده است (رید، ۱۹۹۸). ۱- اکتومیکوریزا: اکتومیکوریزاها روی گیاهان چوبی، از جمله درختچه ها گرفته تا درختان جنگلی یافت می شوند. بالغ بر ۴۰۰۰ گونه قارچی شناسایی شده اند که تشکیل دهنده اکتومیکوریزا هستند و عمدتا متعلق به بازیدیومیست ها و تعداد اندکی از آنها نیز متعلق به آسکومیسیست ها هستند. بسیاری از این قارچ در کف جنگل قارچ خوراکی تولید می کنند. ویژگی مشخصه اکتومیکوریزا حضور هیف قارچ در بین سلول های پوست ریشه و تشکیل ساختاری شبکه مانند به نام شبکه هارتیگ است. بسیاری از اکتومیکوریزاها دارای غلافی از بافت های قارچی هستند که ممکن است تمامی ریشه های جذب کننده (معمولا ریشه های ریز جذب کننده گیاه) را به طور کامل بپوشاند. معمولا غلاف، سطح جذب ریشه ها را افزایش داده و در نهایت موجب منشعب شدن ریشه های گیاه می شود. ۲- اندومیکوریزا: به تمام انواع میکوریزاهایی که در آنها قارچ در داخل سلول های پوست ریشه گیاه

(کورتکس) رشد می کنند، اندومیکوریزا گفته می شود. به طور کلی، اندومیکوریزاها عمومی ترین نوع میکوریزا هستند و از نظر نحوه تولید اسپور، شکل ظاهری و سازوکار برقراری همزیستی سه گروه مشخص در آنها دیده می شود: الف) میکوریزای آرباسکولار، ب) میکوریزای اریکوئید و ج) میکوریزای ارکید (اسمیت و رید، ۱۹۹۷). الف) میکوریزای آرباسکولار: همزیستی نوع میکوریزای آرباسکولار بسیار متداول است و قارچ مربوطه می تواند در گستره وسیعی از گیاهان علفی و چوبی کلونی ایجاد کند که این موضوع نشان دهنده اختصاصی نبودن میزبان در این همزیستی است (هایمن، ۱۹۸۶). قارچ ابتدا در بین سلول های پوست ریشه رشد می کند سپس به درون دیواره سلولی میزبان نفوذ کرده و به رشد خود در داخل سلول (در فضای آپوپلاستی) ادامه می دهد. با ادامه رشد قارچ به درون سلول ریشه، یک عضو جدید یا همان آرباسکول ایجاد می شود که در آن مواد دارای ترکیب پیچیده مولکولی رسوب می کند. فضای آپوپلاستی ایجاد شده مانع از تماس مستقیم سیتوپلاسم قارچ و گیاه می شود که این امر موجب انتقال کافی عناصر غذایی بین دو همزیست می گردد. آرباسکول ها محل اصلی تبادل عناصر غذایی هستند (داد، ۲۰۰۰). ساختارهای دیگری که توسط میکوریزای آرباسکولار تولید می شود عبارتند از: اسپوره های غیر جنسی، وزیکول و شبکه هیفی در ناحیه رایزوسفر. وزیکول، اندامی کیسه مانند و دارای دیواره نازک است که محل تجمع لیپیدها می باشد و نیز مخزنی برای مواد فتوسنتز کننده گیاه میزبان فراهم می آورد. وزیکول بر خلاف آرباسکول، در فضاهای بین سلولی پوست ریشه گیاه میزبان تشکیل می شود. همچنین وزیکول ها اندام های تکثیر شونده برای قارچ نیز محسوب می شوند (جیووانتی و جیانینزی، ۱۹۹۴). اسپورها عمدتاً در ریشه و خاک تشکیل می شوند. اسپورهایی که توسط این گروه از قارچ ها تولید می شوند، غیر جنسی بوده و از طریق تمایز هیف های رویشی ایجاد می شوند. داد (۲۰۰۰) بیان کرد که اسپوره های میکوریزای آرباسکولار بزرگترین اسپوره های قارچی هستند که در خاک یافت می شود. ب) میکوریزای اریکوئید: کلمه اریکوئید برای روابط میکوریزایی که در گیاهان رده اریکالز مشاهده شده است، به کار می رود. در این گروه از میکوریزا، هیف به درون سلول های پوستی ریشه نفوذ می کند ولی آرباسکول تشکیل نمی شود.

ج) میکوریزای ارکید: این گروه از میکوریزا نقش منحصر به فردی در چرخه زندگی گیاهان خانواده ارکیداسه دارند. معمولا گیاهان این خانواده دارای بذرهای بسیار ریز با ذخیره غذایی کم می باشند. گیاه مدت کمی پس از جوانه زنی کلونیزه می شود و قارچ میکوریزا کربن و ویتامین های مورد نیاز برای تکمیل رویان را تأمین می کند. ۳- اکتانودومیکوریزا: حد واسط دو گروه قبلی است، یعنی در ساختمان این گروه از قارچ ها هم میسیلیوم درونی و هم میسیلیوم بیرونی دیده می شود. این نوع از میکوریزا در سیب و بلوط (صفایی، ۱۳۷۸)، مخروطیان و گیاهان خزان دار و جنگل های سوخته دیده شده است (سیلویا و همکاران، ۲۰۰۵). ۴- آلودگی مختلط: معمولا نوع میکوریزایی که در یک میزبان تشکیل می شود منحصر به فرد است، ولی در بعضی موارد یک میزبان می تواند بیشتر از یک رابطه همزیستی میکوریزایی داشته باشد. به عنوان مثال، توسکا، بید، سپیدار و اکالیپتوس می توانند هر دو نوع مشارکت اکتومیکوریزایی و اندومیکوریزایی (میکوریزای آرباسکولار) را به طور همزمان داشته باشند. همچنین تعداد از گیاهان اریکوئید گاهی میکوریزای آرباسکولار و گاهی اکتومیکوریزا تشکیل می دهند (سیلویا و همکاران، ۲۰۰۵).

۲-۱۵- طبقه بندی قارچ میکوریزا

طبق جدید ترین طبقه بندی میکوریزا قارچ های میکوریزا در شاخه بزرگی به نام گلومرومیکوتا و در رده گلومرومیستز که خود شامل چهار راسته به نام های گلومرالز، دایورسیسپورالز، پاراگلومرالز و آرکوسپورالز قرار داده شده اند. به طور کلی رده گلومرومیستز شامل چهار راسته و یازده خانواده و هفده جنس می باشد. در این طبقه بندی، جنس گلوموس در راسته گلومروالز و خانواده گلومراسه قرار می گیرد (اسکولر و والکر، ۲۰۱۰).

۲-۱۶- چگونگی و مراحل رشد میکوریزا

هاریسون (۲۰۰۵) گزارش نمود که شواهدی وجود دارد مبنی بر این که در داخل گیاه، سامانه سیگنال دهی و سیگنال های خاص میکوریزای آرباسکولار، پاسخ کمبود فسفر و توسعه ریشه را تحت تأثیر قرار می دهند. اسبرانا و جیووانتی (۲۰۰۵) گزارش کردند که در محیط های آزمایشگاهی هیف های گونه گلموس موسه قادرند از فاصله ۹۱۰ نانومتری سیگنال های شیمیایی را از ریشه گیاه میزبان دریافت کرده و به سمت آن تغییر جهت داده و رشد کنند. آنها این پدیده را شیمیوتروپیسم نامیده و بیان کردند از آن جایی که رشد پیش از همزیستی، یک مرحله بحرانی در چرخه زندگی قارچ های همزیست اجباری است، لذا راهنمای شیمیوتروپیک می تواند یک مکانیسم کارکردی مهم برای تعیین مکان ریشه میزبان، تشکیل اپرسوریوم (اندام چسبیدن و نفوذ قارچ به ریشه) و ایجاد همزیستی باشد.

۲-۱۷- اهمیت میکوریزا در بوم نظام ها

با توجه به مطالعات انجام شده، گیاهان موجودات منفردی نیستند بلکه نظام های بیولوژیکی پیچیده ای هستند که با قارچ ها و گاهی با دیگر موجودات زنده پیوند برقرار می کنند و از این طریق با تعداد زیادی از نظام های بیولوژیکی دیگر موجود در بوم نظام ارتباط می یابند (جیانینازی، ۲۰۰۱). کوتاماسی و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که همزیستی میکوریزایی یک استراتژی برتر رقابتی برای گیاه میزبان فراهم می آورد. اکثر محققین بر این نکته تأکید کرده اند که در استفاده از قارچ های میکوریزا، نه تنها باید همزیستی قارچ و گیاه میزبان را در یک محیط جدا بررسی کرد، بلکه لازم است ارتباط آنها را در بوم نظام و در کنار سایر عوامل محیطی مورد توجه قرار داد. به این دلیل که قارچ و گیاه وقتی جدا از هم هستند، نسبت به وقتی که در یک نظام میکوریزایی شامل قارچ، خاک و ریشه گیاه میزبان را تشکیل می دهند، اثرات کاملاً متفاوتی دارند (جفریز و همکاران، ۲۰۰۳؛ بتن فالوی و

لیندرمن، ۱۹۹۲). آلن و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که میکوریزا جریان عناصر و انرژی را در بوم نظام های خشکی تنظیم می کند. داد (۲۰۰۰) بیان کرد که میکوریزا تنوع زیستی گیاهی را در بوم نظام های احیاء شده افزایش می دهد. برونر و ابوت (۲۰۰۲) گزارش کردند که همزیستی میکوریزایی باعث ایجاد واکنش هایی در گیاه میزبان می شود و نتیجه این واکنش ها، تغییراتی است که در نیچ گیاه میزبان اتفاق می افتد. میکوریزا ساختار نیچ را از دو طریق می تواند تغییر دهد، ۱- قابل دسترس ساختن منابع برای گیاه میزبان ۲- امکان جذب بیشتر منابع برای گیاه میزبان (رید، ۱۹۹۱). ثابت شده است که گیاهان میکوریزایی می توانند از طریق ریشه های قارچ با گیاهان مجاور خود ارتباط برقرار نمایند و مواد فتوسنتزی و عناصر غذایی مورد نیاز خود را در یک ارتباط چندگانه مبادله نمایند (کارداسو و کوپیر، ۲۰۰۶).

۲-۱۸- بعضی از اثرات اکوفیزولوژیک میکوریزا بر گیاه میزبان

۲-۱۸-۱- میکوریزا و جذب فسفر و برخی عناصر غذایی دیگر

بعضی از مطالعات نشان داده است که فسفر، پتاسیم، نیتروژن، روی، مس، گوگرد، کلسیم و آهن توسط نظام میکوریزایی جذب شده و به گیاه منتقل می شوند (گاسلینگ و همکاران، ۲۰۰۶). به طور کلی، سازوکار جذب از طریق افزایش سطح تماس هیف های قارچ، یا به عبارت دیگر از طریق افزایش طول موثر ریشه است. مک گونیل و میلر (۱۹۹۹) گزارش کردند که در یک نظام میکوریزایی، طول موثر ریشه ممکن است به میزان ۱۰۰ برابر و یا بیشتر در واحد طول ریشه افزایش یابد. آنها پیشنهاد کردند که بالاتر بودن این پارامتر می تواند حاکی از کارایی بیشتر نظام میکوریزایی باشد. در بین عناصر غذایی بیشترین نقش میکوریزا در جذب فسفر است زیرا فسفر کمترین تحرک را در بین عناصر غذایی دارد. واندن هیجدن و شوبلین (۲۰۰۷) بیان کردند که رابطه هزینه و سود برای گیاه، بر حسب فسفر حاصل شده و کربن مصرف شده توسط قارچ میکوریزا آرباسکولار ممکن است تنها در مقادیر

خاصی از فسفر و یا در دوره زمانی مشخصی از چرخه زندگی گیاه که جذب بیشتر فسفر از طریق میکوریزا در جهت رفع نیازهای گیاه لازم است، سودمند باشد.

۲-۱۸-۲- میکوریزا و روابط آب

شواهدی وجود دارد مبنی بر این که میکوریزا می تواند موجب تغییراتی در روابط آبی گیاه از جمله هدایت هیدرولیکی، پتانسیل آب برگ، مقاومت برگ و سرعت تعرق و باعث بهبود مقاومت به خشکی و یا تحمل به خشکی در گیاه میزبان شود (آئوگ، ۲۰۰۱؛ آئوگ، ۲۰۰۴). عامریان و همکاران (۲۰۰۱) در بررسی خود روی ذرت تحت تنش، علاوه بر بهبود روابط آبی در سلول های گیاهان میکوریزایی و غیرمیکوریزایی، گزارش کردند که وجود قارچ میکوریزا باعث تأخیر در نقطه پژمردگی در گیاهان تحت تنش می شود. علی اصغرزاده و همکاران (۲۰۰۶) بهبود وضعیت آبی و تغذیه ای سویای تلقیح شده به میکوریزا را نتیجه کلونیزاسیون دانستند. آنها همچنین افزایش وزن خشک اندام هوایی و دانه در گیاهان تلقیح دوجانبه شده (گلوبوس اتونیکاتوم و برادی رایزوبیوم جاپونیکوم) را به محتوای نسبی آب و پتانسیل آب برگ بیشتر، نسبت دادند. خلوتی و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که در گیاه جو تلقیح شده به میکوریزا تحت شرایط تنش خشکی، کاهش اندازه برگ نسبت به گیاهان شاهد بیشتر بود، ضمن اینکه گیاهان میکوریزایی شده میزان فتوسنتز خالص، هدایت روزنه ای و فشار تورژسانس برگي بیشتری داشتند. با این حال، هدایت روزنه ای گیاهان میکوریزایی شده حتی زمانی که فسفر برگ آنها کمتر از گیاهان غیر میکوریزایی باشد، بیشتر است (آئوگ، ۲۰۰۰). چو و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که قرار گرفتن سورگوم تلقیح شده با میکوریزا گلوبوس اینترادیسس، در معرض تنش توأم خشکی و شوری، موجب شد تا روزنه ها از نظر زمانی ۱۷ تا ۲۲ درصد طولانی تر از گیاهان شاهد باز شوند. ترنت و همکاران (۱۹۸۹) نشان دادند که گندم های میکوریزایی شده در دوره

های خشکی بهتر از گیاهان غیر میکوریزایی، دی اکسید کربن را جذب می کنند و نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی، دارای پتانسیل آب خاک پایین تر، روزنه های خود را باز نگه می دارند.

۲-۱۸-۳- میکوریزا و سرعت فتوسنتز

شواهد بسیار زیادی وجود دارد که گیاهان میکوریزایی شده سرعت فتوسنتز خود را افزایش می دهند تا نیازهای همزیست خود را تأمین کنند، این عمل از طریق افزایش سطح برگ، افزایش مقدار تثبیت دی اکسید کربن به ازای واحد وزن برگ و تغییر روابط آبی و هورمونی انجام می گیرد (والنتینه و همکاران، ۲۰۰۶). استرادا-لونا و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که ۱۸ هفته پس از تلقیح گیاهچه های گواوا با جنس گلوموس، سرعت رشد اندام های هوایی و سرعت تولید برگ در آنها بیشتر از گروه شاهد بود. آنها همچنین گزارش کردند که سرعت فتوسنتز و هدایت روزنه ای در گیاهان میکوریزی شده بیشتر بود. از طرفی آلن و همکاران (۱۹۸۱) بیان کردند که با وجود انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به ریشه ها در گیاهان میکوریزی، این انتقال تأثیری بر وزن خشک گیاه نمی گذارد، به عبارت دیگر وزن خشک گیاهان میکوریزی کمتر از گیاهان غیر میکوریزی نیست. کاراواکا و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که تلقیح گیاهچه های زیتون و عناب با گلوموس اینترارادیکس، موجب افزایش معنی داری در سرعت فتوسنتز و سرعت تعرق، هدایت روزنه ای و غلظت فسفر برگ در مقایسه با گیاهچه شاهد شد. ترنت و همکاران (۱۹۸۹) گزارش کردند که گندم رشد داده شده در کرت های ضد عفونی شده، ۴۱ الی ۵۵ درصد هدایت روزنه ای و ۲۴ الی ۳۶ درصد تعرق برگ پرچمی کمتر نسبت به گندم های میکوریزی شده داشتند.

۲-۱۸-۴- میکوریزا و میزان کلروفیل برگ

بسیاری از محققان، افزایش میزان کلروفیل برگ در گیاهان میکوریزایی شده نسبت به گیاهان شاهد را گزارش کردند (سانچز-بلانکو و همکاران، ۲۰۰۴). ژائو و همکاران (۲۰۰۴) نیز گزارش مشابهی ارائه و بیان کردند که تلقیح قارچ میکوریزا، صرف نظر از سطوح فسفر سبب افزایش کیفیت برگ تنباکو شده است. برخی از محققین افزایش در میزان کلروفیل گیاهان میکوریزایی شده را به افزایش جذب نیتروژن توسط نظام میکوریزایی نسبت داده اند، به عنوان مثال سوبرامانیان و چارست (۱۹۹۵) گزارش کردند که پروتئین های محلول و کل محتوای نیتروژن در گیاهان میکوریزایی در گیاهان ذرت میکوریزایی شده نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی، در شرایط خشکی بالاتر بود. آنها همچنین عنوان کردند که ارتقاء فعالیت آنزیم های تثبیت نیتروژن و ترکیبات نیتروژنه در ذرت می تواند حاکی از انتقال نیترات از طریق هیف های برون سلولی میکوریزا باشد.

۲-۱۹- علف های هرز

تا کنون تعاریف زیادی برای علف هرز ارائه شده است، که معمول ترین آن عبارت است از گیاهی که در شرایط طبیعی منشأ گرفته و در پاسخ به شرایط تحمیلی و محیط های طبیعی ظاهر شده و هم گام با فعالیت های زراعی انسان با گیاه مطلوب در تداخل بوده است (بوهلر و همکاران، ۱۹۹۵). علف هرز با تداخل در زندگی گیاه زراعی سبب کاهش عملکرد و کیفیت محصول می شود (موسوی، ۱۳۸۰). به گزارش فائو بیش از ۴۵ درصد از عملکرد گیاهان زراعی جهان در اثر علف های هرز از بین می روند. در این میان، علف های هرز مهم ترین خطر برای پایداری و سلامتی اکوسیستم های کشاورزی به شمار می روند (موسوی، ۱۳۸۰). خصوصیات مکانی نظیر توپوگرافی و بافت خاک تأثیر بسزایی در تنوع ساختار جوامع علف هرز در مزارع کشاورزی دارد (هابس، ۲۰۰۸). کاهش عملکرد محصولات زراعی به دلیل تداخل علف های هرز توسط محققان متعددی گزارش گردیده است

(موسوی و همکاران، ۲۰۰۵). مقدار کاهش عملکرد گیاه زراعی تا حدی زیادی به تعداد علف های هرز رقابت کننده و وزن آنها بستگی دارد (بوس و همکاران، ۲۰۰۳). علف های هرز به دلیل رقابت با گیاه زراعی باعث کاهش عملکرد آن می شوند. این رقابت می تواند برای جذب نور، آب، مواد غذایی و فضای رشد باشد (باغستانی و همکاران، ۲۰۰۷). گاهی علف های هرز به قدری زیاد هستند که تنها ۳۰ درصد از عملکرد قابل دسترس است (بوس و همکاران، ۲۰۰۳). بر اساس اطلاعات و آمار موجود، خسارت ناشی از وجود علف های هرز از خسارت آفات و بیماری های گیاهی کمتر نبوده و در بسیاری از موارد بیشتر از آنها نیز می باشد، این خسارت در کشورهای پیشرفته ۵ درصد، در کشورهای نیمه توسعه یافته حدود ۱۰ درصد و در کشورهای در حال توسعه با سیستم سنتی حدود ۲۵ درصد تخمین زده شده است (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۵). بیشتر علف های هرز و بذرها در شرایط نامساعد، از نظر توان رویشی نسبت به گیاهان زراعی برتری دارند (منتظری، ۱۳۸۴). علف های هرز به دلیل کم توقع بودن، تولید بذر بالا، رویش سریع و قدرت بالا عامل مهمی برای کاهش محصول در سراسر دنیا هستند (نوروز زاده و همکاران، ۱۳۸۷). علف های هرز در قسمت هایی از مزرعه که شرایط موضعی برای سبز شدن آنها فراهم است تجمع می یابند یا به عبارت دیگر علف های هرز در مقیاس های مختلف دارای توزیع لکه ای هستند (کلی و همکاران، ۲۰۰۶). پراکنش علف های هرز و قدرت توسعه آنها از مهم ترین عوامل عدم کنترل این گیاهان محسوب می شود (زند و همکاران، ۱۳۸۳). علف های هرز به عنوان یکی از اجزای بوم نظام کشاورزی و جزیی جدایی ناپذیر از اکوسیستم کشاورزی محسوب می شوند. با این وجود به دلیل رقابت این گیاهان با گیاه زراعی و خسارت ناشی از آنها به دلیل کاهش عملکرد محصولات، از دیرباز تا کنون به عنوان جزیی نامطلوب از بوم نظام کشاورزی شناخته می شوند (نوروز زاده و همکاران، ۱۳۸۷).

۲-۲۰- ذرت و علف های هرز

هر گیاه زراعی اغلب علف های هرز مخصوص به خود را دارد که این امر ممکن است ناشی از چرخه زندگی آنها، عادت رشدی و دیگر ویژگی هایی باشد که لازمه رقابتی موفق با گیاه زراعی است. در زراعت ذرت به دلیل فاصله زیاد بین ردیف های کاشت، سرعت رشد کم گیاه در ابتدای فصل و محدود بودن تعداد علف کش های ثبت شده، علف های هرز که گیاهان فرصت طلبی هستند، می توانند به سرعت مستقر شوند (موسوی، ۱۳۸۰). بر اساس تحقیقات به عمل آمده، میزان خسارت ناشی از علف های هرز در مزارع ذرت ایران ۱۵ تا ۲۰ درصد است و این در حالی است که این میزان در کشورهای پیشرفته جهان بین ۵ تا ۱۰ درصد است (زند و همکاران، ۱۳۸۸). گیاه ذرت در ۲۵ روز ابتدای رشد، بسیار کند رشد می کند اگر در این زمان کنترل علف های هرز صورت نگیرد خسارت جبران ناپذیری وارد می شود (باغستانی و همکاران، ۲۰۰۸). در مزارع ذرت ایران ۱۷ گونه علف هرز پهن برگ یکساله، ۴ گونه علف هرز باریک برگ یکساله و ۱۱ گونه علف هرز دائمی گزارش شده است (زند و همکاران، ۱۳۸۸). علف های هرز عمده ای که در مزارع ذرت یافت می شود عبارتند از: علف هفت بند (*Polygonum aviculare L.*)، خرفه (*Portulaca oleracea L.*)، تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus L.*)، سلمه تره (*Chenopodium album L.*)، پیچک (*Convolvulus arvensis L.*) و تاج ریزی (*Solanum spp*) که در این میان سلمه تره و تاج خروس ریشه قرمز مشکل ساز ترین آنها هستند (پور آذر و زند، ۱۳۸۷). همچنین برخی از علف های هرز باریک برگ ذرت عبارتند از: سوروف (*Echinochloa crus gali L.*)، قیاق (*Sorghum halepense L.*)، دم روباهی (*Setaria viridis L.*) و اویارسلام (*Cyperus rotundus L.*). علف های هرز به روش های مختلف به خصوص رقابت با گیاه زراعی عملکرد ذرت را به شدت تحت تأثیر قرار می دهند (موهلر و همکاران، ۱۹۹۷). کلی و همکاران (۲۰۰۶) کاهش عملکرد اقتصادی ذرت توسط سوروف را ۳۰ درصد و کاهش عملکرد اقتصادی ذرت توسط سلمه تره را ۲۲/۳ درصد گزارش کردند. باغستانی و همکاران (۲۰۰۷) با

بررسی رقابت تاج خروس ریشه قرمز و ذرت تا ۵۰ درصد کاهش عملکرد و فینیچ (۲۰۰۴) ۱۵ درصد کاهش عملکرد در ذرت را گزارش کردند. سوروف علف هرز یکساله تابستانه است که مشکلات زیادی را در مزارع ذرت ایجاد می کند زیرا قدرت بالای تولید بذر فراوانی دارد، به گونه ای که هر بوته آن تا حدود ۴۰ هزار بذر تولید می کند و می تواند مدت زیادی در خاک حضور داشته باشد. تاج خروس ریشه قرمز به دلیل داشتن قدرت رقابتی بالا حتی می تواند در کنار گیاهان زراعی پا بلند مانند ذرت رشد کرده و با جذب نور و مواد غذایی باعث کاهش ۶۶/۷ درصدی عملکرد ذرت شود (آرون، ۲۰۰۲). همچنین تراکم بالای تاج خروس ریشه قرمز از طریق بالا بردن ضریب استهلاک نور (کاهش تشعشع) باعث کاهش ۳۶/۵ درصدی عملکرد ذرت می شود (آرون، ۲۰۰۲). با افزایش طول دوره رقابت بین ذرت و تاج خروس ریشه قرمز کیفیت نور دریافتی و همچنین مقدار آن در کانوپی ذرت به شدت افت پیدا کرده و این امر عاملی برای کاهش رشد ذرت محسوب می شود (مادونی، ۲۰۰۵). دوره بحرانی کنترل علف های هرز یک کلی مهم موثر در سیستم مدیریت تلفیقی علف های هرز است. نتایج تحقیقات مختلف نشان می دهد که برای به دست آوردن یک عملکرد اقتصادی، علف های هرز باید در مزارع ذرت از ۱۲۴ تا ۳۹۵ درجه روز رشد، کنترل شوند. این برابر با کنترل علف های هرز از ۸ الی ۳۱ روز پس از سبز شدن می باشد (عباس پور، ۱۳۷۹). علف هرز سلمه تره در دماهای پایین تری نسبت به دیگر علف های هرز جوانه زنی را آغاز می کند. از این رو به خاطر سبز شدن زود هنگام قبل از ذرت دارای برتری رقابتی در شروع فصل است. به طوری که سبز شدن ۱۴ روز زودتر علف هرز سلمه تره نسبت به ذرت در بالاترین تراکم موجب بیشترین کاهش در خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ذرت می شود (هریسون و همکاران، ۲۰۰۱).

فصل سوم

مواد و روش

۳-۱- زمان و محل اجرای آزمایش

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه و ارتفاع ۱۳۴۹ متر از سطح دریا به اجرا در آمد. بر اساس تقسیم بندی شاهرود دارای اقلیم سرد و خشک و بارندگی سالانه بین ۱۵۰ الی ۱۶۰ میلیمتر می باشد که بارندگی ها عمدتاً در پاییز و بهار رخ می دهد. بر اساس اطلاعات ثبت شده در ایستگاه هواشناسی شاهرود، میانگین سالانه دما در این منطقه ۱۴/۴ درجه سانتی گراد گزارش شده است.

۳-۲- خصوصیات خاکی زراعی مورد آزمایش

قبل از انجام عملیات آماده سازی و اجرای نقشه آزمایش به منظور تعیین بافت خاک و عناصر غذایی موجود در آن از عمق ۰-۳۰ سانتیمتری خاک در ۱۰ نقطه از خاک مزرعه نمونه برداری به روش شبکه صورت گرفت. سپس نمونه ها جمع آوری و مخلوط شدند. در نهایت یک نمونه یک کیلوگرمی از خاک که در برگیرنده کل نمونه ها بود به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک در جدول پیوست (۶) نشان داده شده است.

۳-۳- مشخصات مواد آزمایشی و تیمارها

۳-۳-۱- بذر ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴

رقم بذر مورد استفاده در این آزمایش هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ بود که از بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه ای موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر کرج تهیه گردید. این هیبرید در طبقه بندی سازمان کشاورزی و خواربار جهانی (FAO) در گروه ۷۰۰ قرار می گیرد و جز بذور هیبریدی

است که در ایران به دو منظور دانه ای و علوفه ای مورد استفاده قرار می گیرد. زمان لازم برای کاشت تا برداشت این رقم بذر ۱۳۵ تا ۱۴۰ روز است و در گروه ارقام دیررس قرار می گیرد (رستگار، ۱۳۸۴).

۳-۳-۲- کود فلومیکس

برای اعمال تیمارهای محلول پاشی و کاربرد خاکی، محلول فلومیکس که نوعی مکمل رشد است، از شرکت ساران کود پاسارگاد واقع در شهر تهران تهیه گردید. ترکیبات موجود در کود فلومیکس در جدول (۱-۳) و شیوه مصرف در جدول (۲-۳) ارایه شده است.

جدول ۱-۳- ترکیبات کود فلومیکس								
Zn	Mn	Cu	Fe	P	K ₂ O	N	اسید هیومیک	اسید فولویک
ppm				%				
۷۴۸۰	۴۵۴۰	۳۲۴۰	۶۹۵۰	۲	۴	۳	۳-۲	۳۵-۳۰

جدول ۲-۳- روش مصرف کود فلومیکس		
زمان مصرف	مقدار مصرف	روش استفاده
۲ الی ۳ نوبت در طول دوره رشد	۴-۶ لیتر در هکتار	محلول پاشی
بعد از دومین آبیاری و در صورت نیاز هر دو هفته یکبار	۶-۸ لیتر در هکتار	مصرف خاکی
هنگام کاشت	۱ لیتر در ۱۰ لیتر آب برای ۱۰۰ کیلو گرم بذر	بذر مال
هنگام کاشت	غوطه ور کردن ریشه نهال و نشاء در محلول ۵ در هزار	نهال و نشاء

۳-۳-۳- کاربرد خاکی

برای اعمال تیمار کاربرد خاکی نیز پس از محاسبه میزان مصرف برای طرح آزمایشی، محلول فلومیکس و آب با نسبت معین مخلوط شد و با استفاده از آبپاش در صبح روز آبیاری در بین خطوط کاشت ذرت اضافه شد. تاریخ اولین کاربرد خاکی در مرحله ۴-۶ برگی گیاه ذرت انجام گرفت. مرحله دوم کاربرد خاکی ۱۵ روز پس از اعمال مرحله اول انجام گرفت.

۳-۳-۴- محلول پاشی

برای اعمال تیمار محلول پاشی پس از محاسبه میزان مصرف کود فلو میکس برای طرح آزمایشی، محلول فلو میکس و آب با نسبت معین مخلوط شد و سپس توسط سمپاش مخصوصی که دارای سیستم همزن بوده و مانع از رسوب محلول می گشت در صبح زود روی اندام های هوایی گیاه محلول پاشی صورت گرفت. اولین محلول پاشی قبل از ظهور کاکل روی تیمارها اعمال شد. مرحله دوم محلول پاشی ۲۰ روز پس از اولین مرحله به همان شیوه انجام گرفت.

۳-۳-۴- تلقیح میکوریزا و کاشت

گونه قارچ میکوریزای مورد استفاده در این تحقیق از نوع *Glomus mossea* بود و از شرکت زیست فناور توران واقع در شهرستان شاهرود تهیه گردید. مایه تلقیح میکوریزایی بصورت اندام فعال قارچی شامل (اسپور، هیف و ریشه) به همراه ماسه بادی بود. بر اساس توصیه های این شرکت قبل از کاشت حدود ۱۰ گرم قارچ که حاوی قطعات ریز ریشه، میسلیوم ها، اسپورهای قارچ و خاک چسبیده به آنها بود، در حفره کاشت بذور در عمق ۳ سانتیمتری پایین تر از بذور ذرت در بستر کاشت قرار داده شد.

۳-۴- مشخصات طرح آزمایشی

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام گرفت.

فاکتورهای مورد مطالعه در این آزمایش عبارتند از:

فاکتور اول) کاربرد قارچ میکوریزا در دو سطح عدم مصرف و مصرف قارچ میکوریزا

فاکتور دوم) محلول پاشی کود فلو میکس در سه سطح عدم مصرف ، یکبار مصرف و دوبار مصرف (۶

لیتر در ۴۰۰ لیتر آب در هکتار)

فاکتور سوم) کاربرد خاکی کود فلومیکس در سه سطح شامل عدم مصرف، یکبار مصرف و دوبار مصرف (۸ لیتر در ۴۰۰ لیتر آب در هکتار)

۳-۵- نقشه کاشت

آزمایش از ۳ بلوک (۸×۵۴ متر) ۴۳۲ متر مربعی و هر بلوک از ۱۸ کرت (۸×۳ متر) ۲۴ متر مربعی و هر کرت از ۴ ردیف کاشت به فاصله ۶۵ سانتیمتر از یکدیگر و طول ۸ متر تشکیل شد. فاصله دو بوته روی خطوط کاشت ۲۰ سانتیمتر و عمق کاشت بذور ۵ سانتیمتر در نظر گرفته شد.

۳-۶- عملیات آماده سازی زمین و کاشت

تقریباً از اواخر اردیبهشت ماه عملیات آماده سازی بستر کاشت آغاز شد. مزرعه در دو سال قبل از کشت آیش بوده و قبل از کشت در نیمه اول اسفند ماه آبیاری صورت گرفت. عملیات تهیه بستر بذر به ترتیب شامل شخم با گاو آهن برگرداندار، دیسک زنی و تسطیح زمین بود. سپس با استفاده از فاروئر زمین به صورت جوی و پشته در آمد. در نهایت توسط نهر کن، جوی آبیاری و زهکشی برای هر تکرار ایجاد شد. آنگاه عملیات پته بندی خطوط کاشت و جوی های آبیاری برای سهولت در فرایند آبیاری انجام گرفت. بذور گیاه ذرت در عمق ۵ سانتیمتر خاک، به گونه ای که بذور ذرت ۳ سانتیمتر بالاتر از مایه تلقیح قارچ در خاک قرار گرفتند و در هر حفره ۳ عدد بذر قرار گرفت. به منظور جلوگیری از تداخل کاربرد خاکی کود فلومیکس و آلودگی مربوط به قارچ یک خط به صورت نکاشت بین هر کرت در نظر گرفته شد.

۳-۷- واکاری و تنک کردن

سه هفته پس از کاشت عملیات واکاری در نقاطی که بذور سبز نشده بود، صورت گرفت و همزمان در نقاطی که هر سه بوته کشت شده سبز شده بودند، عمل تنک کردن صورت گرفت و بوته های ضعیف تر حذف گردیدند.

۳-۸- عملیات داشت

۳-۸-۱- آبیاری

پس از کاشت بذور، بلافاصله آبیاری سنگینی به صورت ناشی انجام گرفت، به گونه ای که پشته ها کاملاً خیس شده و سیاه شدند. آبیاری های بعدی در طول فصل رشد به طور منظم هر ۸ روز یکبار انجام شد.

۳-۸-۲- کوددهی

کود نیتروژن در مرحله ۸-۶ برگی در سه مرحله به صورت سرک و به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (نصف عرف منطقه) به زمین اضافه شد. با توجه به نتایج آزمون خاک و از طرف دیگر، ایجاد شرایط بهتر برای فعالیت قارچ های میکوریزا در خاک از اضافه نمودن کود فسفره اجتناب شد.

۳-۸-۳- مبارزه با علف های هرز

طول هر کرت به دو قسمت مساوی، قسمت A شرایط بدون علف هرز و قسمت B شرایط رقابت با علف هرز تقسیم شد. عملیات کنترل علف هرز در قسمت A بصورت وجین دستی صورت گرفت.

اولین مرحله وجین ۳ هفته پس از سبز شدن بوته ها و پس از آن وجین علف های هرز هر ۲۰ روز یکبار تکرار شد.

۳-۹- نمونه برداری و اندازه گیری ها

در پایان فصل رشد نمونه برداری با هدف مطالعه و بررسی خصوصیات کمی نظیر تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال، عمق دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت و کیفی نظیر میزان کلروفیل a و b، فسفر دانه، قند محلول، کلونیزاسیون ریشه، محتوای نسبی آب برگ گیاه ذرت صورت گرفت. به منظور بررسی صفات کمی در هر نمونه برداری از هر کرت آزمایشی، تعداد ۲ بوته (۱ بوته از هر خط کاشت) با احتساب حذف نیم متر اثر حاشیه از ابتدا و انتهای هر کرت و یک ردیف کاشت از کناره ها، به طور تصادفی انتخاب و قطع بوته ها از سطح خاک و از ناحیه طوقه انجام گرفت و سپس بوته ها در پاکت های شماره گذاری شده و دارای اتیکت شناسایی قرار گرفت و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از آن قسمت های مختلف گیاه (برگ، ساقه، گل تاجی و بلال) مجدد در پاکت های مخصوص قرار داده شد و به درون آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت منتقل شدند. همچنین به منظور بررسی صفات کیفی مانند میزان پروتئین دانه، فسفر دانه، کلونیزاسیون ریشه نمونه برداری از بوته های خطوط کاشت وسط با احتساب اثر حاشیه انجام گرفت و پس از نمونه برداری، نمونه ها سریعاً به داخل یخچال صحرایی حاوی یخ انتقال داده شده و پس از آن برای انجام آزمایشات لازم به آزمایشگاه منتقل شدند. صفات مورد ارزیابی شامل موارد زیر است:

۳-۱۰- صفات مورد مطالعه

۳-۱۰-۱- عمق دانه

جهت محاسبه عمق دانه ذرت ابتدا با استفاده از کولیس قطر بلال به همراه دانه و قطر چوب بلال (قطر بلال بدون دانه) ثبت گردید و سپس با استفاده از فرمول (۳-۱) عمق دانه محاسبه گردید:

رابطه (۳-۱):

$$۲ / (\text{قطر چوب بلال} - \text{قطر بلال با دانه}) = \text{عمق دانه}$$

۳-۱۰-۲- عملکرد دانه

در مرحله رسیدگی کامل دانه ها از بلال جدا شده و با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ وزن گردیدند و پس از آن عملکرد دانه بر حسب تن در هکتار محاسبه گردید.

۳-۱۰-۳- عملکرد بیولوژیک

در مرحله رسیدگی بوته کامل گیاه با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم وزن گردیدند و سپس عملکرد بیولوژیک بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید.

۳-۱۰-۴- محتوای نسبی آب برگ

جهت اندازه گیری محتوای نسبی آب برگ به روش ریچی و همکاران (۱۹۹۰) در مرحله قبل از آبیاری برگ گیاه ذرت بین ساعت هشت تا نه صبح گرفته شده و بلافاصله نمونه ها در یخدان حاوی یخ قرار داده شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از توزین نمونه ها (وزن تازه)، به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر و در دمای ۵ درجه سانتی گراد قرار داده شد و مجدد وزن (وزن تورژانس) اندازه

گیری شد و در نهایت به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد در آون قرار گرفت و وزن (وزن خشک) اندازه گیری گردید. در نهایت میزان آب نسبی برگ با استفاده از معادله ی (۲-۳) اندازه گیری شد:

رابطه (۲-۳):

$$100 \times (\text{وزن خشک برگ} - \text{وزن اشباع برگ}) / (\text{وزن خشک برگ} - \text{وزن تازه برگ}) = \text{درصد محتوای نسبی آب برگ}$$

۳-۱۰-۵- کلروفیل a, b و کاروتنوئید

جهت اندازه گیری رنگیزه های کلروفیل و کاروتنوئید از روش آرنون (۱۹۶۷) استفاده شد. به این منظور ابتدا نیم گرم بافت تر برگ گیاه را در هاون ریخته با نیتروژن مایع آن را به خوبی خرد و له کرده، سپس ۲۰ میلی لیتر استن ۸۰ درصد را به نمونه ها اضافه نموده و نمونه ها را در فالكون ریخته و در سانتریفوژ به مدت ۱۲ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه و در دمای ۴ درجه سانتی گراد قرار می گیرد. در نهایت عصاره فوقانی نمونه ها را در کووت اسپکتروفتومتر ریخته و در طول موج های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر قرائت شد. در نهایت با استفاده از روابط زیر و اعداد ثبت شده میزان رنگیزه های کلروفیل a, b و کاروتنوئید را محاسبه می کنیم.

$$\text{Chlorophyll a} = (19.3 \times A_{663}) - (0.86 \times A_{645}) \text{ V}/100W \quad \text{رابطه (۳-۳)}$$

$$\text{Chlorophyll b} = (19.3 \times A_{645}) - (3.6 \times A_{663}) \text{ V}/100W \quad \text{رابطه (۴-۳)}$$

$$\text{Carotenoides} = 100(A_{470}) - 3.27(\text{mg chl. a}) - 104(\text{mg chl. b})/227 \quad \text{رابطه (۵-۳)}$$

V: حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاصل از سانتریفوژ)

A: جذب نور در طول موج ها ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر

W: وزن تر نمونه بر حسب گرم

۳-۱۰-۶- فسفر دانه

مقدار فسفر دانه به روش رنگ سنجی (رنگ زرد مولیبدات وانادات) محاسبه گردید. جهت انجام آزمایش ابتدا دانه های ذرت را درون پاکت کاغذی قرار داده و در آون در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت گذاشته تا نمونه ها خشک شوند سپس نمونه ها را با استفاده از دستگاه آسیاب به پودر ریز تبدیل می کنیم سپس مقدار یک گرم از نمونه را وزن کرده و درون کروزه (بوته چینی) ریخته و درون کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۶ ساعت قرار می دهیم. در مرحله بعد به هر یک از نمونه ها ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال اضافه نموده و نمونه ها را در بن ماری به مدت ۱۵ دقیقه قرار می دهیم سپس نمونه ها را با استفاده از کاغذ صافی واتمن صاف می کنیم و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر می رسانیم. در مرحله بعد ۵ میلی لیتر از عصاره تهیه شده را برداشته و با استفاده از محلول مولیبدات - وانادات و اسید نیتریک عصاره نهایی آماده شده و در نهایت نمونه ها را درون کووت دستگاه اسپکتروفتومتر ریخته و در طول موج ۴۷۰ نانومتر قرائت می کنیم. با استفاده از اعداد ثبت شده توسط دستگاه اسپکتروفتومتر و روابط منحنی استاندارد میزان فسفر دانه محاسبه گردید (جونز و همکاران، ۱۹۹۱).

۳-۱۰-۷- پروتئین دانه

به منظور تعیین پروتئین دانه، مقدار ۱ گرم از بذر ذرت را پودر و پروتئین دانه به روش کج‌لدال اندازه‌گیری شد. برای مراحل هضم، تقطیر و تیتراسیون به ترتیب از اجاق هضم کننده 2040 Digester از شرکت Foss Tecator و دستگاه تمام خودکار Kjeltac Analysis Unit 2300 از همان شرکت استفاده گردید. ترکیب کاتالیزور شامل ۵۰ گرم سولفات پتاسیم و ۵ گرم سولفات مس و ۱ گرم پودر سلنیم می باشد. ۱/۱ گرم کاتالیزور رابه همراه ۰/۳ گرم از پودر نمونه و ۶ سی سی اسیدسولفوریک را در تیوب اجاق هضم به هم اضافه گردید. زمانی که محلول سیاه‌رنگ درون

تیوب ها تبدیل به محلول نسبتا زلال به رنگ سبز بسیار کمرنگ شد، پایان عمل هضم مشخص گردید که معمولا ۳ تا ۳/۵ ساعت زمان لازم داشت. میزان نیتروژن نمونه ها پس از سرد شدن در دمای آزمایشگاه توسط دستگاه کج‌دال سنجیده شد. دستگاه دارای سه مخزن آب مقطر، سود سوز آور ۳۲ درصد و اسید بوریک ۲ درصد بود. پس از قرار گرفتن یک تیوب در دستگاه به ترتیب ۲۰ میلی لیتر آب مقطر و ۳۰ میلی لیتر سود سوزآور ۴۰ درصد به نمونه اضافه شده و با فشار بخار آب عمل تقطیر انجام گرفت. عمل تیتراسیون به عنوان آخرین مرحله و به صورت دستی انجام گرفت. در این مرحله از اسید سولفوریک ۰/۰۵ نرمال استفاده شد. محلول معرف که شامل ۰/۰۵ گرم برموکریزول سبز ، ۰/۰۳۳ گرم متیل رد به همراه ۵۰ سی سی اتانول می باشد. به محلول حاصل از تقطیر ۱ سی سی از محلول معرف را اضافه میکنیم که در این حالت رنگ نمونه به سبز متمایل به آبی تغییر رنگ می دهد، مقدار نیتروژن موجود در نمونه بر اساس مقدار اسیدسولفوریک مصرف شده در بورت که رنگ نمونه را به رنگ قرمزآلبالویی تغییر می دهد مشخص گردید. به منظور تبدیل مقدار اسید سولفوریک ۰/۰۵ نرمال مصرف شده در تیتراسیون به درصد نیتروژن نمونه و تبدیل آن به درصد پروتئین از روابط زیر استفاده شد. ضریب تبدیل پروتئین برای ذرت ۶/۲۵ در نظر گرفته شد (والینگ و همکاران، ۱۹۹۸).

رابطه (۳-۶): وزن نمونه (گرم) / (۰/۱۴ × A) = درصد نیتروژن نمونه

رابطه (۳-۷): ضریب تبدیل نیتروژن × درصد نیتروژن = درصد پروتئین

A = اسید سولفوریک ۰/۰۵ نرمال مصرفی بر حسب میلی لیتر

۳-۱۰-۸- قند محلول

اندازه گیری قند محلول به روش اشلیگل (۱۹۸۶) توسط فنل - اسید سولفوریک صورت گرفت. به این منظور در مزرعه بافت تر برگ گیاه جدا شده و درون یخچال صحرایی حاوی یخ گذاشته شد و

به آزمایشگاه منتقل گردید. سپس ۱ گرم از بافت برگ وزن شده درون لوله آزمایش قرار می دهیم سپس به آن ۱۰ میلی لیتر الکل اتیلیک ۹۸ درصد اضافه نموده و درون بن ماری به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد قرار می دهیم. در مرحله بعد ۱ میلی لیتر از عصاره را استخراج کرده و در لوله دیگری منتقل می کنیم و به آن ۱ میلی لیتر محلول فنل و ۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ اضافه می کنیم، عصاره حاصل را با دستگاه ورتکس مخلوط می کنیم در پایان عصاره را درون کووت اسپکتروفتومتر منتقل می کنیم و در طول موج ۴۸۳ نانومتر قرائت می کنیم. برای تهیه استاندارد های ۲۰ ، ۴۰ ، ۶۰ و ۸۰ پی پی ام گلوکز، مقدار ۲ میلی لیتر از استوک استاندارد ها را برداشته و به هر لوله آزمایش ۱ میلی لیتر محلول ۵٪ فنل اضافه نموده، سپس به شدت تکان داده تا کف در آن ظاهر شود سپس بوسیله پایپتور مقدار ۵ میلی لیتر اسید سولفوریک ۹۸٪ به داخل هر یک از نمونه ها اضافه می گردد. برای بلانک از ۱ میلی لیتر فنل ۵٪ و ۵ میلی لیتر اسید سولفوریک ۹۸٪ استفاده گردید. برای تهیه استوک استاندارد ها ابتدا محلول ۱۰۰۰ پی پی ام گلوکز را تهیه کرده و سپس برای استاندارد های ۲۰ ، ۴۰ ، ۶۰ و ۸۰ پی پی ام به ترتیب مقدار ۱ ، ۲ ، ۳ و ۴ میلی لیتر از محلول ۱۰۰۰ پی پی ام برداشته و در بالن ژوژه ۵۰ میلی لیتری حجم آن را با آب مقطر به ۵۰ میلی لیتر رسانیده شد . سپس با استفاده از دستگاه اسپکترو فتومتر ، مقدار جذب را مشخص کرده و منحنی استاندارد رسم گردید.

۳-۱۰-۹- کلونیزاسیون ریشه

اندازه گیری درصد کلونیزاسیون به روش اسلاید انجام شد. برای این کار ابتدا ۲ بوته به صورت تصادفی از هر کرت انتخاب شد، ریشه های آنها به دقت جداسازی شد و مقدار ۵ گرم از آن به آزمایشگاه منتقل شد. ریشه ها با آب جاری شسته می شود و به مدت ۲۴ روز در محلول KOH ۱۰ درصد جهت رنگبری ریشه ها نگهداری شدند. پس از آن جهت خنثی کردن محیط قلیایی ریشه

های رنگبری شده حاصل از روش قبل، ریشه ها با آب مقطر شسته شده و به مدت ۱ الی ۲ دقیقه در محلول HCl یک نرمال قرار گرفت. جهت رنگ آمیزی ریشه ها از روش تغییر یافته فیلیپس و هیمن، (۱۹۷۰) استفاده گردید. در این روش ریشه ها رنگبری شده به مدت ۶ الی ۱۲ ساعت در محلول رنگی آمیزی تریپان بلو ۰/۰۱ درصد در درجه حرارت آزمایشگاه نگهداری شدند. برای تعیین میزان کلونیزاسیون قارچ میکوریزا ریشه گیاه ذرت از روش اسلاید استفاده شد. بر اساس این روش ریشه ها به قطعات یک سانتی متری تقسیم شده و روی لام قرار گرفتند. سپس با استفاده از میکروسکوپ با بزرگنمایی ۴۰ اندام های قارچی در ریشه شناسایی شد و کلونیزاسیون قارچ بر حسب درصد محاسبه گردید (بیرمن و لیندرمن، ۱۹۸۰).

۳-۱۱- برداشت نهایی

بوته ها در انتهای فصل رشد از مساحت ۱/۵ متر مربع جهت اندازه گیری عملکرد نهایی و اجزای عملکرد برداشت شدند و سپس به آزمایشگاه منتقل شدند. در آخرین نمونه گیری برخی از صفات نظیر ارتفاع بوته، وزن خشک برگ، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال، ورن هزار دانه، قطر چوب بلال، قطر بلال، طول بلال، درصد نیتروژن دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، شاخص برداشت بلال در شرایط بدون علف هرز و در شرایط رقابت با علف هرز اندازه گیری شد.

۳-۱۲- تجزیه و تحلیل داده ها

داده های حاصل از آزمایش و نمونه برداری های مختلف هر یک به صورت جداگانه تجزیه واریانس شد که برای این منظور از نرم افزار MSTAT-C استفاده گردید. مقایسه میانگین های صفات

مورد مطالعه با آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد انجام

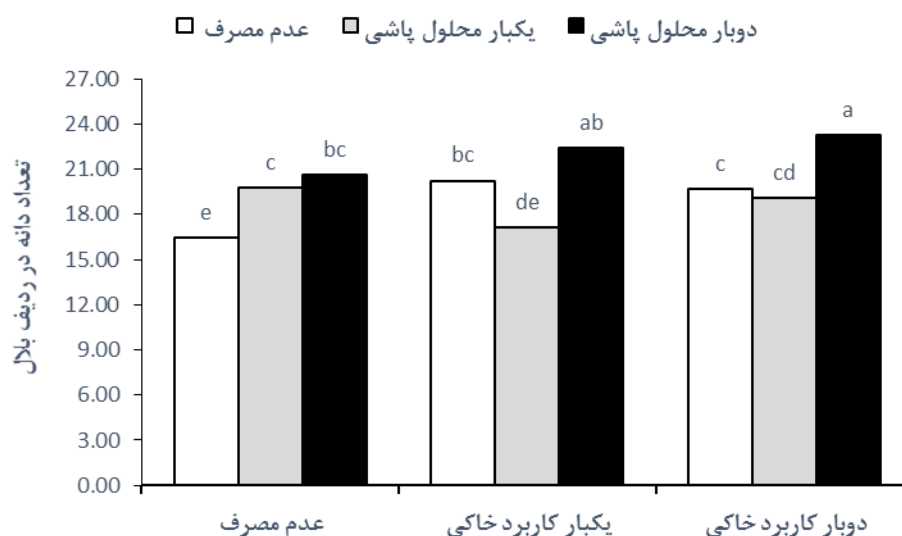
گرفت. نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردید.

فصل چہارم

نتائج و بحث

۱-۴- تعداد دانه در ردیف

یکی از صفات مهم در عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تعداد دانه در ردیف است. بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) مشاهده شد اثرات اصلی قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس و اثر متقابل محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد بر این صفت معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین ها بیانگر این بود که ترکیب تیماری دوبار محلول پاشی+ دوبار کاربرد خاکی کود فلومیکس با ۲۳/۲۷ عدد و ترکیب تیماری عدم محلول پاشی+ عدم کاربرد خاکی کود فلومیکس با ۱۶/۴۳ عدد به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در ردیف را داشتند (شکل ۱-۴). بر اساس نتایج مقایسه میانگین ها مشخص شد که بین تیمارهای دوبار محلول پاشی+ دوبار کاربرد خاکی و دوبار محلول پاشی+ یکبار کاربرد خاکی با بیشترین میزان تعداد دانه در ردیف اختلاف معنی داری وجود نداشت (شکل ۱-۴).



شکل ۱-۴- تأثیر کاربرد خاکی و محلول پاشی کود فلومیکس بر تعداد دانه در ردیف بلال گیاه ذرت

حمایت الله و خان (۱۹۹۸) گزارش کردند عناصر ریز مغذی آهن، روی، منگنز و مس به طور معنی داری باعث افزایش تعداد دانه در ردیف ذرت شد. همچنین خلیلی و رشدی (۲۰۰۸) گزارش کردند محلول پاشی عناصر آهن، روی و منگنز باعث افزایش تعداد دانه در ردیف شد.

۴-۲- تعداد ردیف در بلال

در مورد صفت تعداد ردیف در بلال نتایج تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) نشان داد که اثرات اصلی قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. همچنین اثر متقابل سه گانه قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد. مقایسه میانگین ها نیز نشان داد ترکیب تیماری کاربرد قارچ میکوریزا+ دوبار محلول پاشی+ دوبار کاربرد خاکی کود فلومیکس نسبت به تیمار شاهد تعداد ردیف در بلال را از ۹/۶۶ به ۱۳/۸۷ افزایش داد (جدول ۴-۱). همچنین بر اساس نتایج مقایسه میانگین های این صفت مشخص شد که بین تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا+ دوبار محلول پاشی+ دوبار کاربرد خاکی و کاربرد قارچ میکوریزا+ یکبار محلول پاشی+ یکبار کاربرد خاکی کود فلومیکس اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۴-۱). به نظر می رسد این افزایش به دلیل افزایش قطر چوب بلال باشد که امکان جایگیری تعداد ردیف های بیشتری را فراهم کرده است. البته اصولاً تعداد ردیف در بلال یک صفت ژنتیکی بوده ولی به میزان کم تحت تاثیر شرایط محیطی و مدیریتی در سطح مزرعه تغییر پیدا می کند. کریمی و همکاران (۲۰۱۲) اعلام کردند اثر محلول پاشی عناصر ریز مغذی روی تعداد ردیف در بلال معنی دار بود و باعث افزایش این صفت شد. بدافق (۲۰۰۷) نیز گزارش کرد تاثیر محلول پاشی عناصر ریز مغذی آهن، روی و بور بر صفت تعداد ردیف در بلال معنی دار بود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. محمودی و همکاران (۲۰۱۰) اعلام کردند محلول پاشی عنصر نیتروژن در زمان ظهور تاج گل و تشکیل بلال باعث افزایش تعداد دانه در ردیف شد.

جدول ۴-۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر تعداد ردیف در بلال

قارچ میکوریزا	محلول پاشی	کاربرد خاکی	تعداد ردیف در بلال
		عدم مصرف	۹/۶۶ ^h
	عدم مصرف	یکبار کاربرد خاکی	۱۰/۵۳ ^{gh}
		دوبار کاربرد خاکی	۱۰/۶۷ ^{fgh}
		عدم مصرف	۱۰/۸۷ ^{efg}
عدم کاربرد قارچ	یکبار محلول پاشی	یکبار کاربرد خاکی	۱۱/۰۰ ^{efg}
		دوبار کاربرد خاکی	۱۱/۷۷ ^{cdef}
		عدم مصرف	۱۲/۴۷ ^{bcd}
	دوبار محلول پاشی	یکبار کاربرد خاکی	۱۲/۳۰ ^{bcd}
		دوبار کاربرد خاکی	۱۲/۶۰ ^{bc}
		عدم مصرف	۱۰/۷۰ ^{fgh}
	عدم مصرف	یکبار کاربرد خاکی	۱۱/۱۷ ^{efg}
		دوبار کاربرد خاکی	۱۱/۴۰ ^{defg}
		عدم مصرف	۱۱/۴۷ ^{defg}
کاربرد قارچ	یکبار محلول پاشی	یکبار کاربرد خاکی	۱۲/۹۷ ^{ab}
		دوبار کاربرد خاکی	۱۱/۷۳ ^{cdef}
		عدم مصرف	۱۲/۴۰ ^{bcd}
	دوبار محلول پاشی	یکبار کاربرد خاکی	۱۱/۹۰ ^{bcde}
		دوبار کاربرد خاکی	۱۳/۸۷ ^a

*حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD می باشد.

۴-۳- وزن هزاردانه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) نشان داد که اثرات اصلی قارچ میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد و اثر اصلی کاربرد خاکی کود فلومیکس در سطح احتمال ۵ درصد بر صفت وزن هزار دانه معنی دار شد. اثر متقابل قارچ میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس نیز در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود. همچنین اثر متقابل کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن هزاردانه گیاه ذرت معنی دار شد. بر اساس مقایسه میانگین ها تیمار کاربرد قارچ میکوریزا + دوبار محلول پاشی + دوبار کاربرد خاکی کود فلومیکس دارای بیشترین تأثیر روی وزن هزاردانه به میزان ۲۱۸/۴ گرم بود، این در

حالی است که کمترین میزان در تیمار شاهد به مقدار ۱۳۳/۴ گرم مشاهده گردید (جدول ۴-۲). علت این افزایش را می توان به اثرات مثبت کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد حاکی کود فلومیکس مرتبط دانست. قارچ میکوریزا سبب افزایش جذب آب، عناصر غذایی و فتوسنتز در گیاه می گردد در نتیجه دانه های درشت تر و با وزن بالاتر تولید گردند. در این زمینه سایر تحقیقات حاکی از آن است که وزن هزاردانه غلات مختلف در همزیستی با قارچ میکوریزا افزایش یافت (اردکانی و همکاران، ۲۰۰۰؛ شیرانی راد، ۱۹۹۸). از طرف دیگر محلول پاشی و کاربرد حاکی توأم عناصر غذایی کم مصرف و پر مصرف در قالب یک کود کامل باعث بالا رفتن توان گیاه در انتقال مواد فتوسنتزی به دانه ها شده و باعث تولید دانه هایی با وزن بالاتر می شود (نورآبادی، ۲۰۰۴). در بررسی تأثیر میزان مختلف مصرف عناصر ریزمغذی بر شاخص های رشد ذرت به افزایش وزن هزاردانه با مصرف عناصر غذایی به صورت محلول پاشی اشاره نمود.

جدول ۴-۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر وزن هزاردانه

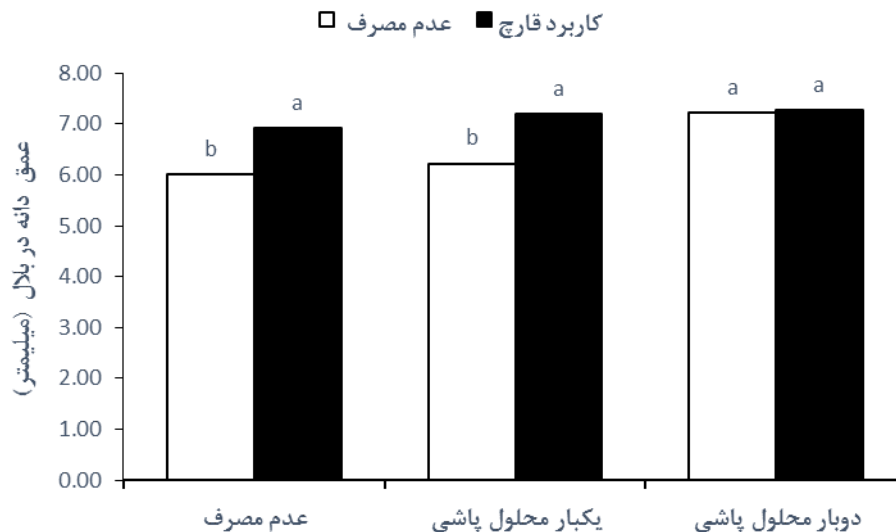
وزن هزاردانه (گرم)	کاربرد خاکی	محلول پاشی	قارچ میکوریزا
۱۳۳/۴ ^f	عدم مصرف		
۱۶۱/۰ ^{def}	یکبار کاربرد خاکی	عدم مصرف	
۱۹۰/۶ ^{abcd}	دوبار کاربرد خاکی		
۱۴۶/۷ ^{ef}	عدم مصرف		
۱۷۱/۵ ^{cde}	یکبار کاربرد خاکی	یکبار محلول پاشی	عدم کاربرد قارچ
۱۷۹/۶ ^{bcde}	دوبار کاربرد خاکی		
۲۰۷/۷ ^{ab}	عدم مصرف		
۱۸۷/۲ ^{abcd}	یکبار کاربرد خاکی	دوبار محلول پاشی	
۱۷۶/۹ ^{bcde}	دوبار کاربرد خاکی		
۱۸۵/۴ ^{bcd}	عدم مصرف		
۲۰۰/۴ ^{abc}	یکبار کاربرد خاکی	عدم مصرف	
۱۸۱/۲ ^{bcd}	دوبار کاربرد خاکی		
۱۹۰/۵ ^{abcd}	عدم مصرف		
۱۷۱/۳ ^{cde}	یکبار کاربرد خاکی	یکبار محلول پاشی	کاربرد قارچ
۱۷۹/۰ ^{bcde}	دوبار کاربرد خاکی		
۱۷۰/۵ ^{cde}	عدم مصرف		
۱۸۱/۸ ^{bcd}	یکبار کاربرد خاکی	دوبار محلول پاشی	
۲۱۸/۹ ^a	دوبار کاربرد خاکی		

*حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD می باشد.

۴-۴- عمق دانه

نتایج تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) صفت عمق دانه در بلال حاکی از معنی دار بودن اثرات اصلی قارچ میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس در سطح احتمال ۵ درصد بود. همچنین اثر متقابل قارچ میکوریزا و محلول پاشی نیز در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. در مقایسه میانگین‌ها مشاهده شد ترکیب تیماری کاربرد قارچ میکوریزا+ دوبار محلول پاشی کود فلومیکس ۷/۲۶ میلی متر دارای بیشترین و ترکیب تیماری عدم کاربرد قارچ میکوریزا+ عدم محلول پاشی کود فلومیکس با ۶ میلی متر دارای کمترین میزان عمق دانه بود (شکل ۴-۲). همچنین تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا+

دوبار محلول پاشی کود فلومیکس، کاربرد قارچ میکوریزا+ یکبار محلول پاشی کود فلومیکس و کاربرد قارچ میکوریزا+ عدم محلول پاشی کود فلومیکس دارای بیشترین میزان عمق دانه در بلال بودند و در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۲).



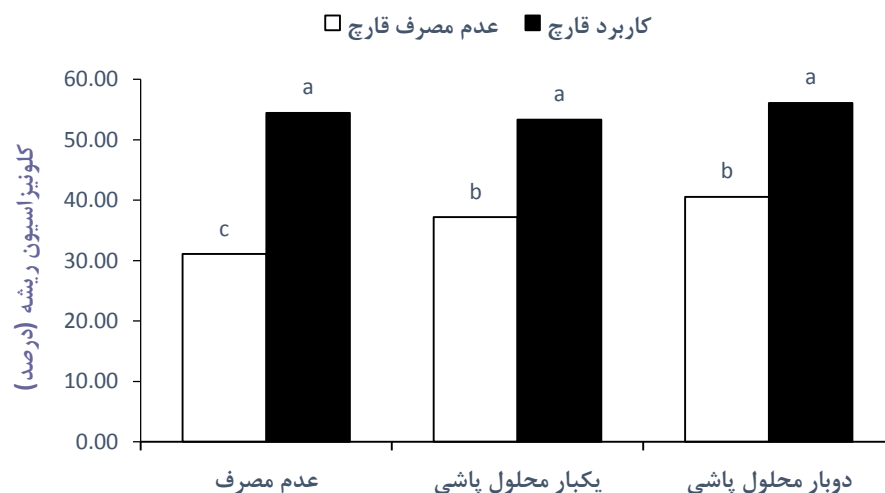
شکل ۴-۲- تأثیر همزیستی میکوریزا و محلول پاشی با کود فلومیکس بر میزان عمق دانه در بلال

کریمی و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند کود زیستی بارور-۲ باعث افزایش عمق دانه در ذرت شد. افزایش عمق دانه می تواند حاکی از حرکت سریعتر مواد فتوسنتزی به سمت دانه باشد و زودرسی گیاه را نشان دهد. محلول پاشی و کاربرد قارچ میکوریزا با فراهم آوردن عناصر غذایی کافی برای رشد و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در ذرت فرصت پر شدن سریعتر دانه ها را فراهم می کند.

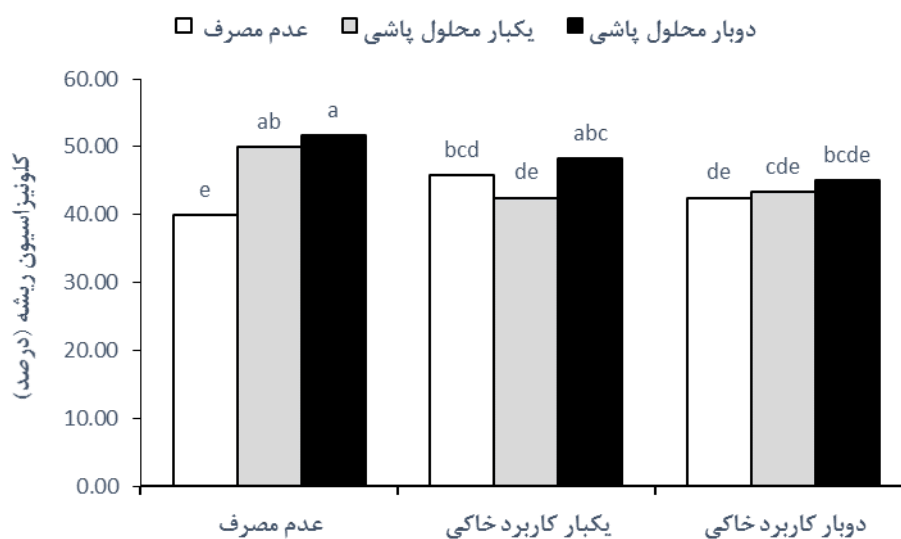
۴-۵- درصد کلونیزاسیون

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۲) مشاهده گردید که اثرات اصلی قارچ میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد و اثرات متقابل کاربرد قارچ میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس در سطح احتمال

۵ درصد بر کلونیزاسیون ریشه معنی دار بود. همچنین طبق نتایج مقایسه میانگین ها تیمار کاربرد قارچ میکوریزا + دوبار محلول پاشی کود فلومیکس دارای بیشترین تأثیر به میزان ۵۶/۱۱ درصد و کمترین تأثیر مربوط به تیمار عدم کاربرد قارچ میکوریزا + عدم محلول پاشی کود فلومیکس با ۳۱/۱۱ درصد بود (شکل ۴-۳). نتایج مقایسه میانگین ها بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بین تیمارهای دوبار محلول پاشی + عدم کاربرد خاکی کود فلومیکس، یکبار محلول پاشی + عدم کاربرد خاکی کود فلومیکس و دوبار محلول پاشی + یکبار کاربرد خاکی کود فلومیکس بود (شکل ۴-۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین ها تیمار دوبار محلول پاشی + عدم کاربرد خاکی کود فلومیکس با ۵۱/۶۷ درصد دارای بیشترین تأثیر و تیمار عدم محلول پاشی + عدم کاربرد خاکی کود فلومیکس با ۴۰ درصد کمترین تأثیر را بر صفت کلونیزاسیون ریشه داشتند (شکل ۴-۴). بر اساس نتایج مقایسه میانگین این صفت تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا + دوبار محلول پاشی کود فلومیکس، کاربرد قارچ میکوریزا + یکبار محلول پاشی کود فلومیکس و کاربرد قارچ میکوریزا + عدم محلول پاشی کود فلومیکس با بیشترین درصد کلونیزاسیون ریشه در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۴).



شکل ۴-۳- اثر همزیستی میکوریزا و محلول پاشی با فلومیکس بر میزان کلونیزاسیون ریشه



شکل ۴-۴- اثر کاربرد خاکی و محلول پاشی با فلومیکس بر میزان کلونیزاسیون ریشه

به نظر می رسد که با افزایش کلونیزاسیون ریشه، سیستم ریشه ای گیاه میزبان توسعه یافته و در نتیجه سطح جذب ریشه ها به علت نفوذ هیف های قارچی در خاک افزایش یافته و در نتیجه ریشه به حجم بیشتری از خاک دسترسی پیدا کرده است و کارایی جذب آب و عناصر غذایی افزایش یافته است. ساجدی و رجالی (۱۳۹۰) و ساجدی و مدنی (۱۳۸۷) اعلام کردند تلقیح قارچ میکوریزا باعث افزایش ۵۰ درصدی کلونیزاسیون ریشه در گیاه ذرت شد. همچنین علیزاده (۱۳۸۴) اعلام کرد استفاده از قارچ میکوریزا می تواند درصد کلونیزاسیون ریشه گیاه میزبان را افزایش دهد. از طرف دیگر به علت وجود عنصر روی در کود فلومیکس، این عنصر زمینه برقراری تعادل، جذب و انتقال عناصر غذایی از طریق ریشه به اندام های هوایی را بهبود داده است. ساجدی و رجالی (۱۳۹۰) نیز طی تحقیق خود اعلام داشتند که محلول پاشی کود سولفات روی سبب افزایش کلونیزاسیون ریشه در گیاه ذرت می شود.

۴-۶- پروتئین دانه

طبق نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۲) اثرات اصلی قارچ میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس و اثر متقابل محلول پاشی و کاربرد کود خاکی کود فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. اثر متقابل قارچ میکوریزا+ محلول پاشی+ کاربرد خاکی کود فلومیکس در سطح احتمال ۵ درصد بر پروتئین دانه ذرت معنی دار بود. مقایسه میانگین نشان داد ترکیب تیماری کاربرد قارچ میکوریزا+ دوبار محلول پاشی+ دوبار کاربرد خاکی کود فلومیکس با ۱۳/۷۷ درصد و ترکیب تیماری عدم کاربرد قارچ میکوریزا+ عدم محلول پاشی+ عدم کاربرد خاکی کود فلومیکس با ۵/۸۳ درصد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین پروتئین در دانه ذرت بودند (جدول ۴-۳). نتایج مقایسه میانگین ها حاکی از عدم وجود اختلاف معنی دار بین تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا+ دوبار محلول پاشی+ دوبار کاربرد خاکی کود فلومیکس، کاربرد قارچ میکوریزا+ دوبار محلول پاشی+ یکبار کاربرد خاکی کود فلومیکس و کاربرد قارچ میکوریزا+ یکبار محلول پاشی+ عدم کاربرد خاکی کود فلومیکس بود (جدول ۴-۳). درصد پروتئین به تغذیه گیاه بستگی دارد و تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار می گیرد و استفاده از کودهای کم مصرف باعث افزایش پروتئین در گیاه می شود (وایتی و چمبلیس، ۲۰۰۵). به نظر می رسد که افزایش درصد پروتئین در گیاه در اثر حضور عنصر روی باشد. زیرا این عنصر به طور مستقیم در هر دو پروسه بیان ژن و سنتز پروتئین نقش دارد. محققان به این نتیجه رسیدند که شاید کمبود روی باعث جلوگیری از فعالیت تعداد از آنزیم های آنتی اکسیدانی می شود که در نتیجه سبب صدمات اکسیداتیو به مولکول های پروتئین، کلروفیل و اسید نوکلئیک می شود (کاکمک، ۲۰۰۰). مرشدی (۱۳۷۹) نشان داد دوبار محلول پاشی عنصر روی موجب افزایش پروتئین دانه کلزا می شود. از طرفی دیگر آهن نیز در سنتز پروتئین دخالت دارد و از طریق افزایش فرودوکسین، باعث افزایش احیای نیترات و تبدیل هیدرات های کربن به پروتئین می شود (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸). همچنین آهن یکی از عناصر مهمی است که در متابولیسم نیتروژن نقش دارد

(پنجتن دوست و همکران، ۱۳۸۹)، پس می توان انتظار داشت که با اجرای تیمار آهن در گیاهانی که علائم کمبود این عنصر را نشان می دهند، درصد پروتئین سازی افزایش یابد. دلیل دیگری که در ارتباط با افزایش درصد پروتئین در دانه گیاه ذرت می توان بیان نمود حضور عنصر منگنز در کود فلومیکس است که بر اثر مصرف این عنصر آنزیم RNA پلی مرز فعال تر می شود، همچنین با افزایش عرضه منگنز احیای نیترات افزایش می یابد و مقادیر بیشتری از هیدرات کربن به پروتئین تبدیل می شود (وول هاوس و نس، ۲۰۰۴). ابو ال نور (۲۰۰۲) گزارش کرد که محلول پاشی با عناصر کم مصرف آهن، روی و منگنز اثرات معنی داری روی رشد و درصد پروتئین ذرت داشت. یاسن و همکاران (۲۰۱۰) به افزایش درصد نیتروژن و عملکرد پروتئین در نتیجه تیمار گندم با محلول پاشی عناصر کم مصرف آهن، روی و منگنز اشاره کردند.

جدول ۳-۴ اثرات متقابل کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر درصد پروتئین

قارچ میکوریزا	محلول پاشی	کاربرد خاکی	پروتئین دانه (درصد)
		عدم مصرف	۵/۸۳ ^g
	عدم مصرف	یکبار کاربرد خاکی	۸/۶۶ ^{cdef}
		دوبار کاربرد خاکی	۷/۰۰ ^{fg}
		عدم مصرف	۹/۶۳ ^{bcde}
	یکبار محلول پاشی	یکبار کاربرد خاکی	۷/۴۳ ^{defg}
عدم کاربرد قارچ		دوبار کاربرد خاکی	۸/۸۶ ^{cdef}
		عدم مصرف	۷/۳۰ ^{efg}
	دوبار محلول پاشی	یکبار کاربرد خاکی	۹/۹۶ ^{bcd}
		دوبار کاربرد خاکی	۱۰/۳۰ ^{bc}
		عدم مصرف	۹/۰۰ ^{cdef}
	عدم مصرف	یکبار کاربرد خاکی	۷/۹۰ ^{cdefg}
		دوبار کاربرد خاکی	۸/۴۰ ^{cdef}
		عدم مصرف	۱۲/۰۳ ^{ab}
	یکبار محلول پاشی	یکبار کاربرد خاکی	۹/۴۶ ^{cdef}
کاربرد قارچ		دوبار کاربرد خاکی	۸/۸۶ ^{cdef}
		عدم مصرف	۹/۳۳ ^{cdef}
	دوبار محلول پاشی	یکبار کاربرد خاکی	۱۲/۱۳ ^{ab}
		دوبار کاربرد خاکی	۱۳/۷۷ ^a

*حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD می باشد.

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۲) بیانگر معنی دار بودن اثر اصلی قارچ میکوریزا و اثر متقابل قارچ میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد بود. همچنین اثر محلول پاشی کود فلومیکس و اثر متقابل کاربرد قارچ میکوریزا + محلول پاشی + کاربرد خاکی کود فلومیکس در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان فسفر بذر بود. مقایسه میانگین ها نشان می دهد که تیمار کاربرد قارچ میکوریزا + یکبار محلول پاشی + یکبار کاربرد خاکی کود فلومیکس دارای بیشترین تأثیر به مقدار ۳/۵۶۴ پی پی ام بر میزان فسفر بذر بود. همچنین کمترین تأثیر در تیمار شاهد به مقدار ۲/۱۶۴ پی پی ام مشاهده گردید (جدول ۴-۴). به نظر می رسد قارچ میکوریزا قادر است جذب فسفر را در گیاهان از طریق افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز ارتقا دهد و در نتیجه باعث جذب بهتر فسفر از خاک توسط هیف های قارچی شود که در نهایت منجر به رشد و افزایش عملکرد گیاه می شود. ترک و همکاران (۲۰۰۶) اظهار نمودند که نقش اساسی قارچ میکوریزا تأمین فسفر برای گیاه است. فسفر در خاک، عنصری فوق العاده کم تحرک است طوری که حتی اگر فسفر به شکل محلول به خاک اضافه شود به سرعت به اشکال فسفات کلسیم یا دیگر اشکال تثبیت شده در می آید. لذا قارچ های میکوریزایی در افزایش جذب عناصر مغذی به ویژه عنصر فسفر و تجمع ماده خشک بسیاری از محصولات در خاک هایی با فسفر کم، تأثیر مثبتی دارد. تلقیح ریشه گیاهان با قارچ میکوریزا از طریق افزایش سطح جذب آنها و با افزایش ناحیه تخلیه فسفر به وسیله هیف های خارجی، این عنصر را در اختیار گیاه میزبان قرار می دهد.

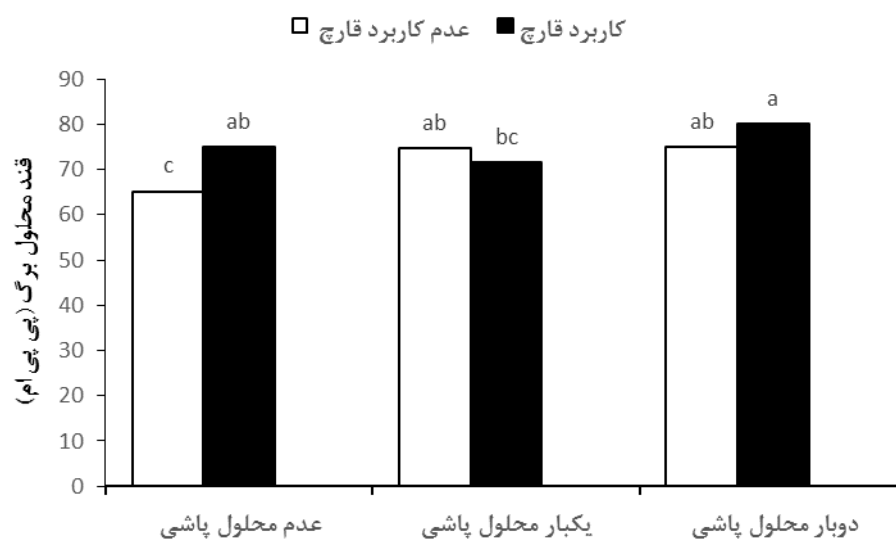
جدول ۴-۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی فلومیکس بر میزان فسفر دانه

فسفر دانه	کاربرد خاکی	محلول پاشی	قارچ میکوریزا
(پی پی ام)			
۲/۱۶۴ ^f	عدم مصرف		
۳/۰۱۰ ^{abc}	یکبار کاربرد خاکی	عدم مصرف	
۲/۵۴۱ ^{bcdef}	دوبار کاربرد خاکی		
۲/۹۱۵ ^{abcd}	عدم مصرف		
۲/۵۴۷ ^{bcdef}	یکبار کاربرد خاکی	یکبار محلول پاشی	عدم کاربرد قارچ
۲/۱۸۳ ^{ef}	دوبار کاربرد خاکی		
۲/۲۵۱ ^{def}	عدم مصرف		
۲/۲۸۹ ^{def}	یکبار کاربرد خاکی	دوبار محلول پاشی	
۲/۳۰۳ ^{def}	دوبار کاربرد خاکی		
۲/۷۸۸ ^{bcdef}	عدم مصرف		
۲/۲۸۹ ^{def}	یکبار کاربرد خاکی	عدم مصرف	
۲/۳۴۱ ^{cdef}	دوبار کاربرد خاکی		
۲/۸۸۰ ^{abcde}	عدم مصرف		
۳/۵۶۴ ^a	یکبار کاربرد خاکی	یکبار محلول پاشی	کاربرد قارچ
۳/۱۴۴ ^{ab}	دوبار کاربرد خاکی		
۳/۱۵۸ ^{ab}	عدم مصرف		
۳/۱۳۴ ^{ab}	یکبار کاربرد خاکی	دوبار محلول پاشی	
۳/۵۶۰ ^a	دوبار کاربرد خاکی		

*حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD می باشد.

۴-۸- قند محلول

نتایج تجزیه واریانس (جدول پیوست ۲) صفت قند محلول برگ نشان داد اثر محلول پاشی کود فلومیکس و اثر متقابل قارچ میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان قند محلول برگ معنی دار بود. طبق نتایج مقایسه میانگین ها تیمار کاربرد قارچ میکوریزا+ دوبار محلول پاشی کود فلومیکس با ۸۰/۰۹ پی پی ام دارای بیشترین و عدم کاربرد قارچ میکوریزا+ عدم محلول پاشی کود فلومیکس با ۶۵/۱۳ پی پی ام دارای کمترین میزان قند محلول در برگ ذرت بود (شکل ۴-۵).



شکل ۴-۵- تأثیر همزیستی میکوریزا و محلول پاشی فلومیکس بر میزان قند محلول برگ گیاه ذرت

بای بوردی و ممدو (۲۰۱۰) اظهار نمودند که عنصر روی برای بیوسنتز تنظیم کننده های رشد نظیر ایندول استیک اسید و کربوهیدرات ها که منجر به افزایش عملکرد و اجزای عملکرد می شوند، ضروری است. افزایش درصد قند محلول در نتیجه کاربرد عناصر کم مصرف، شاید به دلیل اهمیت این عناصر در تجمع آسمیلات ها در گیاه در مراحل آخر رشد می باشد. مارشنر (۱۹۹۵) نیز اظهار داشت که عناصر کم مصرف روی افزایش درصد قند کل تأثیر مثبتی داشتند. در این تحقیق گیاهان میکوریزایی دارای قند محلول بیشتری هستند (شکل ۴-۵) و علت آن می تواند ناشی از افزایش جذب فسفر باشد. زیرا فسفر می تواند پیوند بین مولکول های ماکرو را بشکند و به قند محلول تبدیل بنماید. دلیل دیگر برای تأثیر این قارچ ها در افزایش محتوای قند محلول، افزایش در مقدار هورمون های سیتوکینین و جیبرلین در گیاهان میکوریزایی است. زیرا این هورمون ها باعث افزایش فتوسنتز و در نهایت افزایش محتوای کربوهیدرات ها در گیاه می شود (ابوال نور، ۲۰۰۲).

۹-۴- کلروفیل a و b

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۲) مشاهده گردید اثرات اصلی قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس و اثر متقابل قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان کلروفیل a در برگ ذرت معنی دار بود. طبق مشاهدات مقایسه میانگین ها ترکیب تیماری کاربرد قارچ میکوریزا+ دوبار محلول پاشی+ دوبار کاربرد خاکی کود فلومیکس با ۱/۰۰۴ میلی گرم در گرم بافت تر و تیمار شاهد با ۰/۵۵۵ میلی گرم در گرم بافت تر به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان کلروفیل a در بافت برگ گیاه ذرت بودند (جدول ۴-۵). همچنین نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۲) کلروفیل b خاکی از آن بود که کلیه اثرات اصلی و اثر متقابل قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان کلروفیل b برگ گیاه تأثیر معنی دار داشت. مقایسه میانگین ها نشان داد ترکیب تیماری کاربرد قارچ میکوریزا+ دوبار محلول پاشی+ دوبار کاربرد خاکی کود فلومیکس میزان کلروفیل b در برگ گیاه را نسبت به تیمار شاهد به میزان ۰/۴۴۱ میلی گرم در گرم بافت تر افزایش داد (جدول ۴-۵). به طور کلی هرچه شرایط تغذیه ای و محیطی برای رشد گیاه مناسب تر شود، توان گیاه در تولید کلروفیل در برگ ها بیشتر می شود از این رو عواملی که باعث بهبود این شرایط می شوند احتمالاً بر میزان کلروفیل نیز اثرگذار هستند. افزایش میزان کلروفیل در برگ ها احتمالاً می تواند به دلیل افزایش جذب فسفر از خاک توسط قارچ های میکوریزا باشد. کاپور و همکاران (۲۰۰۸) بهبود فتوسنتز در گیاهان همزیست با قارچ میکوریزا را نسبت به گیاهان غیر همزیست نشان دادند. آنها علت این افزایش را بالا بودن غلظت کلروفیل b در گیاهان میکوریزایی نسبت به غیر میکوریزایی گزارش کردند. آقابائی و رئیسی (۱۳۹۰) بیان کردند که قارچ های میکوریزا باعث افزایش معنی دار کلروفیل a به میزان ۲۸ درصد در گیاه بادام شد. به نظر می رسد عامل موثر دیگر در این امر حضور عنصر روی در ترکیبات کود زیستی فلومیکس می باشد، زیرا روی به طور مستقیم بر تشکیل کلروفیل

موثر نیست، اما می تواند بر غلظت عناصر غذایی در گیر در تشکیل کلروفیل یا عنصری که در قسمتی از مولکول کلروفیل هستند مانند آهن و منیزیم موثر واقع گردد (کایا و هیگز، ۲۰۰۲). در تحقیقی روی گیاه گلرنگ محلول پاشی عناصر روی و منگنز موجب افزایش کلروفیل در این گیاه شد، که این افزایش می تواند به علت نقش این عناصر در متابولیسم نیتروژن و ساخت کلروفیل باشد (موحدی دهنوی و مدرس ثانوی، ۱۳۸۴).

جدول ۴-۵- اثرات متقابل کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلوئومیکس بر کلروفیل a و b

کلروفیل b	کلروفیل a	کاربرد خاکی	محلول پاشی	قارچ میکوریزا
(میلی گرم بر گرم بافت تر)				
۰/۱۴۱ ^h	۰/۵۵۵ ^h	عدم مصرف		
۰/۱۵۴ ^h	۰/۵۶۸ ^h	یکبار کاربرد خاکی	عدم مصرف	
۰/۲۰۴ ^{gh}	۰/۶۱۸ ^{gh}	دوبار کاربرد خاکی		
۰/۲۷۵ ^{fg}	۰/۶۸۹ ^{fg}	عدم مصرف		
۰/۳۴۵ ^{ef}	۰/۷۵۹ ^{ef}	یکبار کاربرد خاکی	یکبار محلول پاشی	عدم کاربرد قارچ
۰/۴۱۸ ^{cde}	۰/۸۳۲ ^{cde}	دوبار کاربرد خاکی		
۰/۲۹۴ ^{fg}	۰/۷۰۸ ^{fg}	عدم مصرف		
۰/۴۷۱ ^{bcd}	۰/۸۸۵ ^{bcd}	یکبار کاربرد خاکی	دوبار محلول پاشی	
۰/۵۰۷ ^{abc}	۰/۹۲۱ ^{abc}	دوبار کاربرد خاکی		
۰/۲۲۲ ^{gh}	۰/۶۳۶ ^{gh}	عدم مصرف		
۰/۴۱۵ ^{cde}	۰/۸۲۹ ^{cde}	یکبار کاربرد خاکی	عدم مصرف	
۰/۴۰۲ ^{de}	۰/۸۱۶ ^{de}	دوبار کاربرد خاکی		
۰/۴۲۱ ^{cde}	۰/۸۳۵ ^{cde}	عدم مصرف		
۰/۵۲۵ ^{ab}	۰/۹۳۹ ^{ab}	یکبار کاربرد خاکی	یکبار محلول پاشی	کاربرد قارچ
۰/۵۳۷ ^{ab}	۰/۹۵۱ ^{ab}	دوبار کاربرد خاکی		
۰/۵۶۹ ^{ab}	۰/۹۸۳ ^{ab}	عدم مصرف		
۰/۵۷۸ ^a	۰/۹۹۲ ^a	یکبار کاربرد خاکی	دوبار محلول پاشی	
۰/۵۹۰ ^a	۱/۰۰۴ ^a	دوبار کاربرد خاکی		

*حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD می باشد.

۴-۱۰- محتوای نسبی آب برگ RWC

نتایج تجزیه واریانس (جدول پیوست ۲) محتوای نسبی آب برگ نشان داد اثر متقابل قارچ

میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان محتوای نسبی آب برگ

موثر بود (جدول ۴-۶). بر اساس آزمون مقایسه میانگین‌ها ترکیب‌های تیماری عدم کاربرد قارچ میکوریزا+ یکبار محلول پاشی+ عدم کاربرد خاکی کود فلومیکس و کاربرد قارچ میکوریزا+دوبار محلول پاشی+ عدم کاربرد خاکی کود فلومیکس به ترتیب با ۶۳/۷۷ و ۴۳/۱۰ درصد دارای بیشترین و کمترین میزان محتوای نسبی آب برگ بودند. دلیل افزایش محتوای نسبی آب برگ در گیاهان میکوریزایی را می‌توان به نقش هیف‌های قارچی در جذب و هدایت آب به ریشه نسبت داد. گیاهان میکوریزایی با جذب بیشتر آب، می‌توانند محتوای نسبی آب بالاتری داشته باشند. همچنین تصور می‌رود افزایش جذب آب در گیاهان میکوریزایی به هدایت هیدرولیکی ریشه در شرایط همزیستی نیز مرتبط باشد. هاردیه و لیتون (۱۹۸۱) در آزمایشی نشان دادند که به ازای واحد طول ریشه، هدایت هیدرولیکی ریشه‌های میکوریزایی گیاه شبدر، ۲ الی ۳ برابر بیشتر از ریشه‌های غیر میکوریزایی بود. علی اصغرزاده (۲۰۰۶) با بررسی اثرات قارچ میکوریزا بر تنش خشکی سویا را اعلام کرد که محتوای نسبی آب برگ در هر دو مرحله رشد گیاه (گلدهی و بلوغ دانه) با کم شدن رطوبت خاک کاهش می‌یابد. صرف نظر از رطوبت خاک، گیاهان میکوریزایی محتوای نسبی آب برگ بالاتری نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی داشتند. سابرامانیان و چارست (۱۹۹۹) در ذرت تلقیح شده با قارچ میکوریزا، کاهش معنی‌دار محتوای نسبی آب برگ با تنش آبی را گزارش نمودند. اما در این شرایط نیز گیاهان میکوریزایی، ۱۸ درصد بیشتر از گیاهان غیر میکوریزایی محتوای نسبی آب برگ بیشتری داشتند.

جدول ۴-۶- اثرات متقابل کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلو میکس بر محتوای نسبی آب برگ (مرحله اوایل پر شدن دانه)

قارچ میکوریزا	محلول پاشی	کاربرد خاکی	محتوای نسبی آب برگ (درصد)
		عدم مصرف	۵۲/۵۷ ^{cde}
	عدم مصرف	یکبار کاربرد خاکی	۶۱/۴۳ ^{ab}
		دوبار کاربرد خاکی	۵۱/۷۰ ^{cdef}
		عدم مصرف	۶۳/۷۷ ^a
عدم کاربرد قارچ	یکبار محلول پاشی	یکبار کاربرد خاکی	۴۹/۲۳ ^{defg}
		دوبار کاربرد خاکی	۵۸/۵۰ ^{abc}
		عدم مصرف	۵۵/۶۷ ^{bcd}
	دوبار محلول پاشی	یکبار کاربرد خاکی	۴۴/۲۰ ^{fg}
		دوبار کاربرد خاکی	۴۹/۰۳ ^{defg}
		عدم مصرف	۴۶/۸۳ ^{efg}
	عدم مصرف	یکبار کاربرد خاکی	۵۶/۲۳ ^{abcd}
		دوبار کاربرد خاکی	۴۵/۴۰ ^{efg}
		عدم مصرف	۵۱/۱۳ ^{cdef}
کاربرد قارچ	یکبار محلول پاشی	یکبار کاربرد خاکی	۵۶/۱۰ ^{abcd}
		دوبار کاربرد خاکی	۵۱/۷۷ ^{cdef}
		عدم مصرف	۴۳/۱۰ ^g
	دوبار محلول پاشی	یکبار کاربرد خاکی	۵۴/۶۷ ^{bcd}
		دوبار کاربرد خاکی	۵۶/۶۳ ^{abcd}

*حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD می باشد.

۴-۱۱- عملکرد بیولوژیک

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) بیانگر تأثیر معنی دار اثرات اصلی قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلو میکس و اثر متقابل محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلو میکس در سطح احتمال ۱ درصد بود، همچنین اثر متقابل کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلو میکس در سطح احتمال ۵ درصد بر عملکرد بیولوژیک ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به ترکیب تیماری کاربرد قارچ میکوریزا + دوبار محلول پاشی + یکبار کاربرد خاکی کود فلو میکس معادل ۶۵۵۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار شاهد معادل ۳۱۹۰ کیلوگرم در

هکتر بود. همچنین بر اساس نتایج مقایسه میانگین ها بین دو ترکیب تیماری کاربرد قارچ میکوریزا + دوبار محلول پاشی + یکبار کاربرد خاکی کود فلومیکس و کاربرد قارچ میکوریزا + دوبار محلول پاشی + دوبار کاربرد خاکی کود فلومیکس تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۴-۷). بر اساس نتایج مقایسه میانگین ها مشخص گردید که تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا + دوبار محلول پاشی + یکبار کاربرد خاکی کود فلومیکس و کاربرد قارچ میکوریزا + دوبار محلول پاشی + دوبار کاربرد خاکی کود فلومیکس به ترتیب با ۶۵۵۷ و ۶۴۷۰ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک بودند و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴-۷). دلیل افزایش عملکرد بیولوژیک اثرات مثبت ترکیب تیماری کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر گیاه ذرت است. قارچ میکوریزا دارای پتانسیل جذب آب و عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از طریق تولید میسلیوم و افزایش میزان فسفر و نیتروژن و سایر عناصر کم مصرف در خاک به منظور استفاده گیاه می باشد. در واقع گیاهان میکوریزایی انرژی کمتری برای تشکیل ریشه صرف می کنند لذا این گیاهان نسبت اندام هوایی بالاتری نسبت به سایر گیاهان دارند (انصوری، ۲۰۱۲). از طرف دیگر نمی توان از اثرات مفید محلول پاشی و کاربرد خاکی عناصر غذایی (کم مصرف و پر مصرف) در تأمین نیازهای غذایی گیاهان چشم پوشی نمود. نتایج تحقیق نبوی مقدم و همکاران (۲۰۱۳) به افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه ذرت در اثر مصرف خاکی عناصر کم مصرف سولفات آهن و منگنز اشاره دارد. همچنین در ارتباط با محلول پاشی عناصر غذایی کم مصرف نتایج تحقیقات (خلیلی محله و همکاران، ۲۰۰۱؛ چوپرا و دادهان، ۱۹۸۷؛ سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۲). حاکی از افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه ذرت به دلیل محلول پاشی عناصر کم مصرف آهن، روی و منگنز است. همچنین محمودی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند محلول پاشی نیتروژن باعث افزایش عملکرد اندام های هوایی ذرت گردید.

جدول ۴-۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر عملکرد بیولوژیک

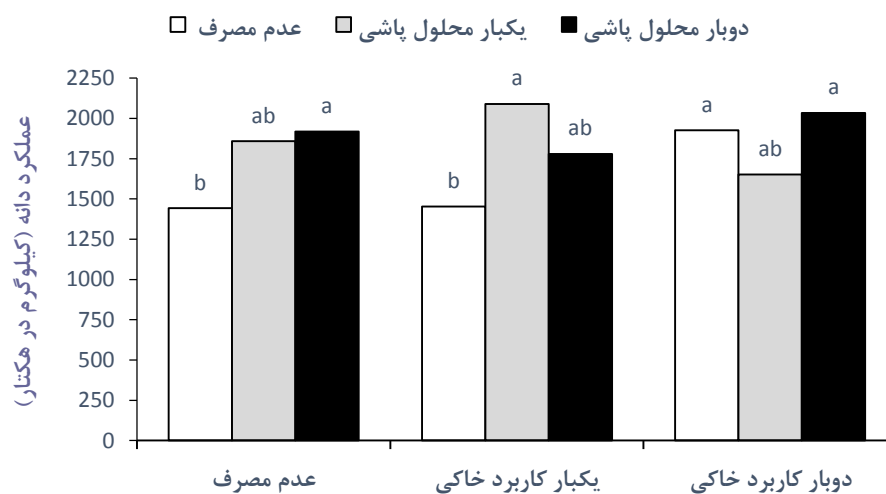
عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	کاربرد خاکی	محلول پاشی	قارچ میکوریزا
۳۱۹۰ ^g	عدم مصرف		
۳۷۵۳ ^f	یکبار کاربرد خاکی	عدم مصرف	
۴۰۴۲ ^f	دوبار کاربرد خاکی		
۴۰۴۹ ^f	عدم مصرف		
۴۶۸۴ ^e	یکبار کاربرد خاکی	یکبار محلول پاشی	عدم کاربرد قارچ
۵۰۰۲ ^{de}	دوبار کاربرد خاکی		
۵۲۵۶ ^{cd}	عدم مصرف		
۵۱۲۱ ^{cde}	یکبار کاربرد خاکی	دوبار محلول پاشی	
۴۷۱۷ ^e	دوبار کاربرد خاکی		
۴۱۴۳ ^f	عدم مصرف		
۴۷۰۶ ^e	یکبار کاربرد خاکی	عدم مصرف	
۴۹۹۵ ^{de}	دوبار کاربرد خاکی		
۴۸۹۴ ^{de}	عدم مصرف		
۵۵۲۹ ^{bc}	یکبار کاربرد خاکی	یکبار محلول پاشی	کاربرد قارچ
۵۸۴۷ ^b	دوبار کاربرد خاکی		
۵۷۵۶ ^b	عدم مصرف		
۶۵۵۷ ^a	یکبار کاربرد خاکی	دوبار محلول پاشی	
۶۴۷۰ ^a	دوبار کاربرد خاکی		

*حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD می باشد.

۴-۱۲- عملکرد دانه

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) اثرات اصلی قارچ میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس و اثر متقابل محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس در سطح احتمال ۵ درصد بر صفت عملکرد دانه معنی دار بود. مقایسه میانگین ها نشان داد که تیمار یکبار محلول پاشی + یکبار کاربرد خاکی کود فلومیکس نسبت به تیمار شاهد معادل ۶۴۶ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه را افزایش داد. همچنین طبق نتایج مقایسه میانگین ها بیشترین مقدار عملکرد مربوط به تیمار یکبار محلول پاشی + یکبار کاربرد خاکی کود فلومیکس معادل ۲۰۹۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار

مربوط به تیمار شاهد معادل ۱۴۴۴ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۴-۶). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که بین تیمارهای دوبار محلول پاشی+ دوبار کاربرد خاکی کود فلومیکس، عدم محلول پاشی+ دوبار کاربرد خاکی کود فلومیکس، یکبار محلول پاشی+ یکبار کاربرد خاکی کود فلومیکس، دوبار محلول پاشی+ عدم کاربرد خاکی کود فلومیکس اختلاف معنی داری وجود ندارد و از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفتند (شکل ۴-۶).



شکل ۴-۶- تأثیر کاربرد خاکی و محلول پاشی با کود فلومیکس بر عملکرد دانه گیاه ذرت

خلیلی محله و رشدی (۲۰۰۸) طی آزمایشی محلول پاشی عناصر ریزمغذی را در زمان ساقه رفتن و اندکی قبل از گلدهی جهت افزایش عملکرد توصیه کردند. بهره ور و همکاران (۲۰۰۵) گزارش نمود با محلول پاشی عنصر Zn بر ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ افزایش عملکرد دانه معادل ۵۵۰ کیلوگرم حاصل گردید. همچنین تحقیقات دیگری بر تأثیر مثبت محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد ذرت دانه ای اشاره کردند (بائدر، ۲۰۰۲؛ فتح الهی، ۲۰۰۵؛ طاهر و همکاران، ۲۰۰۸). به نظر می رسد علت این افزایش عملکرد با توجه به ترکیبات کود فلومیکس (جدول ۳-۱)، اثرات مفید محلول پاشی و

کاربرد خاکی است که عناصر غذایی کم مصرف و پر مصرف را در زمان لازم در اختیار گیاه قرار داده و باعث افزایش عملکرد شده است.

۴-۱۳- شاخص برداشت

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) کلیه اثرات اصلی و اثر متقابل کاربرد قارچ میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. همچنین اثر متقابل قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر صفت شاخص برداشت در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود. به طوری که بر اساس مقایسه میانگین ها ترکیب تیماری کاربرد قارچ میکوریزا+ دوبار محلول پاشی+ دوبار کاربرد خاکی کود فلومیکس با افزایش ۲۱/۲ درصد شاخص برداشت نسبت به تیمار شاهد دارای بیشترین میزان شاخص برداشت معادل ۴۰/۵۳ درصد بود (جدول ۴-۸). با توجه به این که شاخص برداشت رابطه نزدیکی با عملکرد دانه در گیاه دارد و تابعی از عملکرد دانه است. لذا افزایش عملکرد دانه می تواند باعث افزایش صفت شاخص برداشت در گیاه شود. به نظر می رسد این افزایش در شاخص برداشت گیاه به دلیل بهبود شرایط تغذیه ای گیاه در اثر اعمال تیمارهای فوق باشد. قارچ میکوریزا با شبکه گسترده از میسلیوم به مناطقی از خاک دسترسی دارد که ریشه های گیاه نمی تواند در آن مناطق نفوذ کند و محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس نیز از طرف دیگر با در اختیار قرار دادن عناصر غذایی پر مصرف و ریز مغذی سبب افزایش توان گیاه شده و در نتیجه میزان عملکرد دانه در گیاه بیشتر شده و به طبع آن شاخص برداشت گیاه نیز افزایش یافت. ابدالی (۲۰۰۳) طی تحقیقی اعلام کرد قارچ میکوریزا باعث افزایش صفت شاخص برداشت ذرت شد. همچنین حمزه ئی و صادق می آبادی (۲۰۱۴) نیز گزارش کردند قارچ میکوریزا باعث افزایش میزان شاخص برداشت در ذرت گردید.

جدول ۴-۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر درصد شاخص برداشت

شاخص برداشت (درصد)	کاربرد خاکی	محلول پاشی	قارچ میکوریزا
۱۹/۳۳ ^j	عدم مصرف		
۱۹/۹۶ ^{ij}	یکبار کاربرد خاکی	عدم مصرف	
۱۹/۶۸ ^{ij}	دوبار کاربرد خاکی		
۱۹/۳۸ ^j	عدم مصرف		
۲۲/۷۴ ⁱ	یکبار کاربرد خاکی	یکبار محلول پاشی	عدم کاربرد قارچ
۲۷/۳۰ ^h	دوبار کاربرد خاکی		
۲۹/۷۷ ^{gh}	عدم مصرف		
۳۰/۰۵ ^{gh}	یکبار کاربرد خاکی	دوبار محلول پاشی	
۳۰/۹۳ ^{fg}	دوبار کاربرد خاکی		
۲۷/۵۵ ^h	عدم مصرف		
۲۷/۲۱ ^h	یکبار کاربرد خاکی	عدم مصرف	
۳۲/۳۳ ^{efg}	دوبار کاربرد خاکی		
۳۳/۴۰ ^{abcd}	عدم مصرف		
۳۵/۰۰ ^{def}	یکبار کاربرد خاکی	یکبار محلول پاشی	کاربرد قارچ
۳۷/۳۱ ^{cde}	دوبار کاربرد خاکی		
۳۵/۶۲ ^{abc}	عدم مصرف		
۳۸/۳۳ ^{ab}	یکبار کاربرد خاکی	دوبار محلول پاشی	
۴۰/۵۳ ^a	دوبار کاربرد خاکی		

*حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD می باشد.

۴-۱۴- شاخص برداشت بلال

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) صفت شاخص برداشت بلال، مشاهده گردید اثرات اصلی قارچ میکوریزا و کاربرد خاکی کود فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل قارچ میکوریزا و کاربرد خاکی کود فلومیکس در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد. طبق نتایج مقایسه میانگین ها تیمار عدم کاربرد قارچ میکوریزا+ عدم کاربرد خاکی کود فلومیکس با ۶۹ درصد دارای کمترین مقدار شاخص برداشت بلال بود در حالی که ترکیب تیماری کاربرد قارچ میکوریزا+ دوبار کاربرد خاکی کود فلومیکس با ۸۵ درصد توانست میزان شاخص برداشت بلال را ۱۶ درصد افزایش دهد (شکل ۴-۷).



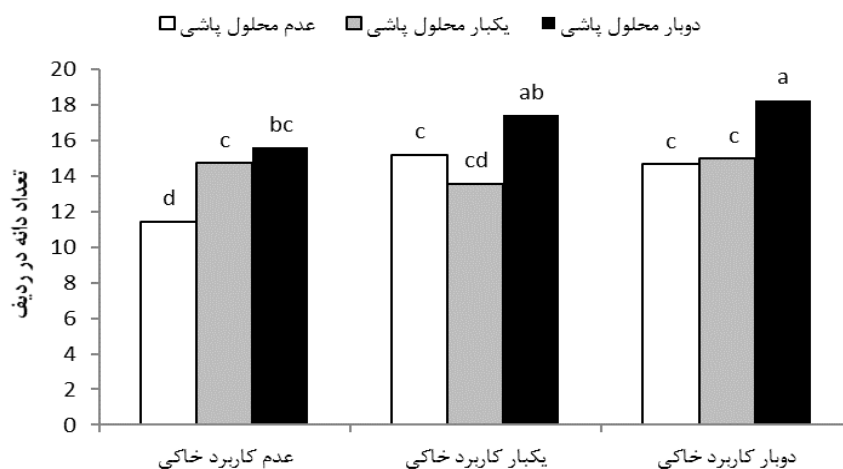
شکل ۴-۷- تأثیر همزیستی میکوریزا و کاربرد خاکی فلومیکس بر شاخص برداشت بلال ذرت

خلیلی محله و رشدی (۲۰۰۸) گزارش کردند مصرف عناصر کم مصرف آهن و روی در ذرت سیلیویی ۷۰۴ باعث افزایش نسبت بلال به شاخساره شد.

۱۵-۴- نتایج و بحث در شرایط رقابت با علف هرز

۱-۱۵-۴- تعداد دانه در ردیف

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۳) نشان داد که اثرات اصلی قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. اثر متقابل کاربرد خاکی و محلول پاشی فلومیکس نیز در سطح احتمال ۵ درصد بر تعداد دانه در ردیف معنی دار شد. طبق نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین تیمار دوبار محلول پاشی و دوبار کاربرد خاکی فلومیکس با ۱۸/۲۷ عدد دارای بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال و تیمار عدم محلول پاشی و عدم کاربرد خاکی فلومیکس با ۱۱/۴۳ عدد تعداد دانه در ردیف کمترین مقدار را نشان داد. بدین ترتیب تیمار دوبار محلول پاشی در شرایط دوبار کاربرد خاکی فلومیکس توانست تعداد دانه در ردیف بلال ذرت را ۳۸ درصد افزایش دهد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین این صفت که تیمارهای دوبار محلول پاشی + دوبار کاربرد خاکی فلومیکس و دوبار محلول پاشی + یکبار کاربرد خاکی فلومیکس و دوبار محلول پاشی + عدم کاربرد خاکی فلومیکس به ترتیب دارای بیشترین تعداد دانه در ردیف بودند و در یک گروه آمای قرار گرفتند (شکل ۴-۸).

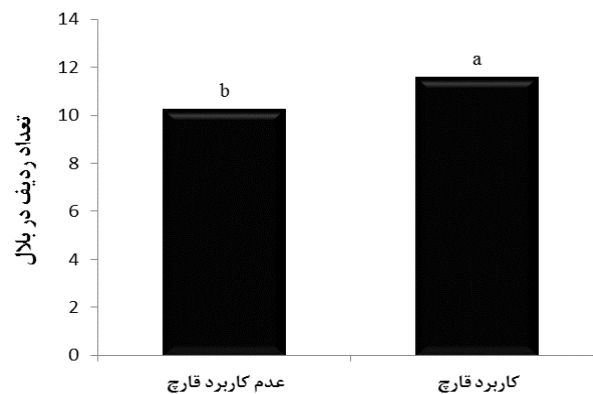


شکل ۴-۸- اثر کاربرد خاکی و محلول پاشی کود فلومیکس بر تعداد دانه در ردیف در شرایط رقابت با علف هرز

به نظر می رسد تیمار محلول پاشی فلومیکس دارای بیشترین تأثیر روی صفت تعداد دانه در ردیف بلال بوده است. به طور کلی، محلول پاشی کود فلومیکس که حاوی مقدار قابل توجهی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه اعم از عناصر کم مصرف نظیر آهن، روی، منگنز و مس و پر مصرف است توانسته است علی رغم وجود شرایط رقابت گیاه ذرت با علف های هرز این صفت را افزایش دهد. تعداد دانه در ردیف بلال یکی از مهم ترین اجزای عملکرد محسوب می شود که در رقابت تحت تأثیر قرار می گیرد. در شرایطی که علف هرز در محیط حضور داشته باشد این صفت کاهش پیدا می کند و علت این کاهش را می توان به عدم تلقیح مناسب ذرت یا کاهش تولیدات فتوسنتزی ذرت نسبت داد. در شرایط این تحقیق نیز حضور علف هرز می تواند باعث کاهش تعداد دانه در ردیف بلال شود. علف هرز قدرت رقابتی بالایی دارد که می تواند مواد غذایی را بهتر از گیاه کسب کند ولی به علت محلول پاشی و کاربرد خاکی فلومیکس که حاوی مواد مغذی مورد نیاز گیاه ذرت است این کاهش کمتر مشاهده شده است. تحقیقات یدوی و همکاران (۱۳۸۶) نشان داد که حضور علف هرز مخصوص تاج خروس ریشه قرمز می تواند باعث کاهش تعداد دانه در ردیف بلال شود. تعداد دانه در ردیف به وسیله تعداد تخمک هایی که کاکل را توسعه داده و خارج می گردند، کنترل می شود. کمبود مواد غذایی یا تشعشع در طی ۱۰ تا ۱۴ روز قبل از گرده افشانی به طور بارز سبب کاهش تعداد دانه در ردیف می گردد (نور محمدی و همکاران، ۱۳۷۷). فشار رقابتی زیاد از سوی علف هرز موجب کاهش دسترسی ذرت به آب و مواد غذایی شده و از این طریق موجب کاهش تعداد دانه در ردیف و متعاقب آن کاهش دانه در بلال می گردد. مکاریان (۱۳۸۱) نیز گزارش کرد که تداخل تاج خروس در ذرت موجب کاهش معنی دار تعداد دانه در ردیف شد.

۴-۱۵-۲- تعداد ردیف در بلال

طبق نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۳) اثر اصلی کاربرد قارچ میکوریزا در سطح احتمال ۱ درصد بر صفت تعداد ردیف در بلال معنی دار شد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین تعداد ردیف در بلال در شرایط حضور قارچ میکوریزا افزایش یافت. تعداد ردیف در بلال در بیشترین حالت خود مربوط به شرایط حضور قارچ میکوریزا بود و بیشترین حالت به ۱۱/۵۵ ردیف در بلال رسید، در حالی که کمترین تعداد ردیف در بلال مربوط به شرایط عدم حضور قارچ میکوریزا با ۱۰/۲۲ ردیف در بلال بود (شکل ۴-۹).



شکل ۴-۹- اثر همزیستی قارچ میکوریزا بر تعداد ردیف در بلال ذرت در شرایط رقابت با علف هرز

تحقیقات فاتح و همکاران (۱۳۸۵) و تیسدال و همکاران (۱۹۹۸) نیز موید کاهش ردیف دانه در بلال در اثر حضور علف هرز است ولی مکاریان (۱۳۸۱) گزارش کرد تداخل علف هرز تاج خروس در ذرت تأثیر معنی داری بر تعداد ردیف بلال نداشت. در این تحقیق به نظر می رسد که حضور قارچ میکوریزا تأثیر مثبتی روی تعداد ردیف در بلال داشته است به صورتی که احتمالاً علف هرز به علت این که می تواند از منابع موجود برای گیاه زراعی استفاده نماید می تواند به صورت غیر مستقیم باعث کاهش این صفت گردد. در تحقیقات یدوی و همکاران (۱۳۸۶) که به بررسی تراکم متفاوت علف هرز تاج خروس

در زراعت ذرت پرداخته بود مشخص شد، حضور علف هرز می تواند باعث کاهش تعداد ردیف در بلال ذرت شود. احتمالاً قارچ میکوریزا از طریق افزایش جذب آب و مواد غذایی به ویژه فسفر سبب افزایش میزان فتوسنتز و تولید آسمیلات به اندازه مشخصی که تابع ژنتیک می باشد، شده است و در نتیجه شیره پرورده کافی جهت رشد بلال و افزایش قطر آن فراهم شده است و نهایتاً تعداد ردیف در بلال تا تعداد مشخصی که ژنتیک بلال مشخص می کند، افزایش یافت.

۴-۱۵-۳- وزن هزار دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۳) بیانگر تأثیر معنی دار اثرات اصلی کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی در سطح احتمال ۱ درصد و کاربرد خاکی فلومیکس در سطح احتمال ۵ درصد بر صفت وزن هزار دانه ذرت بود. همچنین بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۳) اثر متقابل قارچ میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس در سطح احتمال ۵ درصد و قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. با توجه به نتایج مقایسه میانگین ترکیب تیماری کاربرد قارچ میکوریزا+ دوبار محلول پاشی+ دوبار کاربرد خاکی فلومیکس با مقدار ۳۵۲/۲ گرم دارای بیشترین وزن هزار دانه نسبت به تیمار شاهد بود. ترکیب تیماری فوق توانست وزن هزار دانه ذرت را در مقایسه با تیمار شاهد ۳۶ درصد معادل ۸۵/۵ گرم افزایش دهد (جدول ۴-۹).

جدول ۴-۹- اثر متقابل تیمارهای قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی فلومیکس بر وزن هزاردانه گیاه ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز

وزن هزاردانه (گرم)	کاربرد خاکی	محلول پاشی	قارچ میکوریزا
۱۴۹/۷ ^f	عدم مصرف		
۱۷۷/۴ ^{def}	یکبار کاربرد خاکی	عدم مصرف	
۲۰۷ ^{abcd}	دوبار کاربرد خاکی		
۱۶۳/۱ ^{ef}	عدم مصرف		
۱۸۷/۸ ^{cde}	یکبار کاربرد خاکی	یکبار محلول پاشی	عدم کاربرد قارچ
۱۹۵/۹ ^{bcde}	دوبار کاربرد خاکی		
۲۲۴ ^{ab}	عدم مصرف		
۲۰۳/۵ ^{abcd}	یکبار کاربرد خاکی	دوبار محلول پاشی	
۱۹۳/۳ ^{bcde}	دوبار کاربرد خاکی		
۲۰۱/۷ ^{bcd}	عدم مصرف		
۲۱۶/۷ ^{abc}	یکبار کاربرد خاکی	عدم مصرف	
۱۹۷/۵ ^{bcd}	دوبار کاربرد خاکی		
۲۰۶/۸ ^{abcd}	عدم مصرف		
۱۸۷/۶ ^{cde}	یکبار کاربرد خاکی	یکبار محلول پاشی	کاربرد قارچ
۱۹۵/۳ ^{bcde}	دوبار کاربرد خاکی		
۱۸۶/۹ ^{cde}	عدم مصرف		
۱۹۸/۱ ^{bcd}	یکبار کاربرد خاکی	دوبار محلول پاشی	
۲۳۵/۲ ^a	دوبار کاربرد خاکی		

*حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD می باشد.

وزن هزار دانه بیان کننده میزان مواد غذایی تخصیص یافته به ازای هر واحد بذر است و تحت تأثیر عوامل مختلف است. شاید مهم ترین این عوامل توانایی گیاهان برای انتقال فرآورده های فتوسنتزی به دانه باشد. به نظر می رسد ایجاد همزیستی قارچ میکوریزا با ریشه گیاه ذرت موجب افزایش جذب آب و سایر عناصر غذایی در گیاه شده که به دنبال آن سرعت فتوسنتز در گیاه میزبان افزایش می یابد، در نتیجه در مرحله پر شدن دانه ها شیره پروده کافی به دانه ها منتقل شود و دانه های بزرگتر و با وزن بیشتر تشکیل شود. از طرف دیگر محلول پاشی فلومیکس در مرحله پر شدن دانه ها باعث گردید تا گیاه از طریق اندام های هوایی عناصر غذایی بیشتری جذب نماید تا گیاه بتواند با استفاده از منابعی که در اختیار دارد اسمیلات بیشتری را تولید نموده و به دانه منتقل نماید. غلامی و همکاران (۱۳۹۰)

اعلام کردند که تداخل علف های هرز در مزرعه ذرت باعث کاهش وزن هزار دانه ذرت گردید. مکاریان (۱۳۸۱) گزارش کرد که وزن هزار دانه همبستگی منفی با مدت زمان تداخل علف های هرز و همبستگی مثبت با مدت زمان عاری از علف هرز داشت، اما این تأثیر همیشه معنی دار نبوده و سهم بسیار کمی در کاهش عملکرد مشاهده شده داشت. بدیهی است که تداخل علف های هرز از طریق کاهش دوام سطح برگ و رقابت برای منابع مورد نیاز موجب کاهش وزن هزار دانه می شوند. نتایج تحقیقات قلی پور و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که بیشترین کاهش در وزن صد دانه مربوط به تیمار تداخل کامل علف های هرز در طول دوره رشد و برابر ۲۲/۶ درصد در مقایسه با تیمار شاهد بدون علف هرز بود. حمزئی و همکاران (۲۰۰۵) نیز در تحقیقات خود روی سه رقم کلزای پائیزه دریافتند که کاهش وزن هزار دانه بر اثر افزایش طول دوره تداخل علف های هرز مربوط به پایین تر بودن سرعت تجمع مواد در دانه و کوتاه تر شدن طول دوره موثر پر شدن دانه بود. مطالعات نشان می دهد که در مرحله پر شدن دانه، مجموع سطح برگ بالاتر از بلال در مقایسه با سطح برگ پائین تر، نقش مهم تری در ارسال مواد فتوسنتزی به دانه دارد (مظاهری، ۱۳۷۳). از طرفی سرعت پر شدن دانه نیز مهم ترین عامل موثر بر وزن دانه است (یزان دوست همدانی و همکاران، ۱۳۷۹). استفاده از محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس همراه با قارچ میکوریزا باعث می شود که گیاه تقویت شود و گیاه قوی تری نسبت به علف هرز خواهیم داشت و وزن هزار دانه ذرت کاهش کمتری را نشان داد.

۴-۱۵-۴- عمق دانه

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۳) اثرات اصلی قارچ میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل کاربرد قارچ میکوریزا و محلول پاشی فلومیکس در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان عمق دانه معنی دار شد. نتایج مقایسات میانگین نشان داد تیمار دوبار محلول پاشی فلومیکس در شرایط حضور قارچ میکوریزا با ۵/۹۷ میلیمتر توانست عمق

دانه در بلال را در مقایسه با تیمار عدم محلول پاشی فلومیکس در شرایط عدم حضور قارچ میکوریزا معادل ۱/۲۷ میلی متر افزایش دهد (شکل ۴-۱۰). همچنین تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا+ دوبار محلول پاشی فلومیکس، عدم کاربرد قارچ میکوریزا+ یکبار محلول پاشی فلومیکس و کاربرد قارچ میکوریزا+ عدم محلول پاشی فلومیکس دارای بیشترین میزان عمق دانه در بلال بودند و در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۱۰).



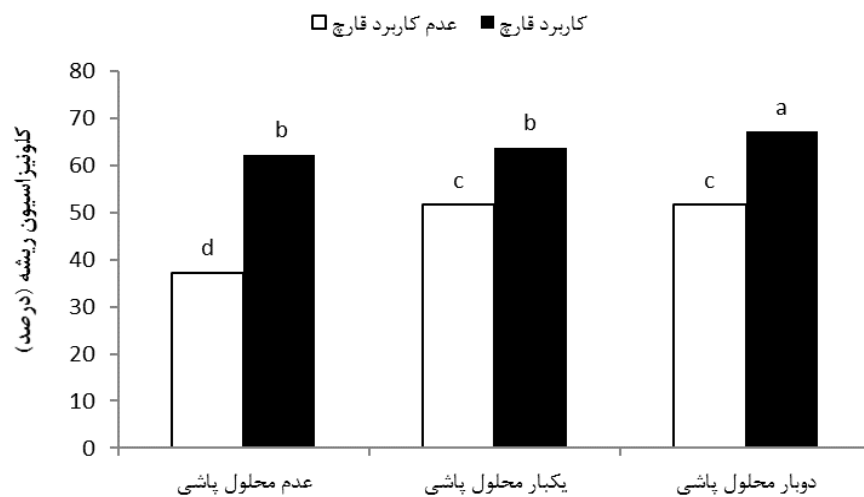
شکل ۴-۱۰- اثر همزیستی قارچ میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس بر میزان عمق دانه در بلال ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز

۴-۱۵-۵- کلونیزاسیون ریشه

طبق نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۴) اثر اصلی قارچ میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس و اثر متقابل تیمار کاربرد قارچ میکوریزا و محلول پاشی فلومیکس، کاربرد قارچ میکوریزا و کاربرد خاکی فلومیکس و محلول پاشی و کاربرد خاکی فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد بر صفت درصد کلونیزاسیون ریشه معنی دار بود و باعث افزایش این صفت شد. مقایسه میانگین نشان داد که تیمار دوبار محلول پاشی فلومیکس در شرایط استفاده از قارچ میکوریزا توانست درصد کلونیزاسیون ریشه را به ۶۷/۲۲ درصد برساند این در حالی است که کمترین میزان کلونیزاسیون ریشه

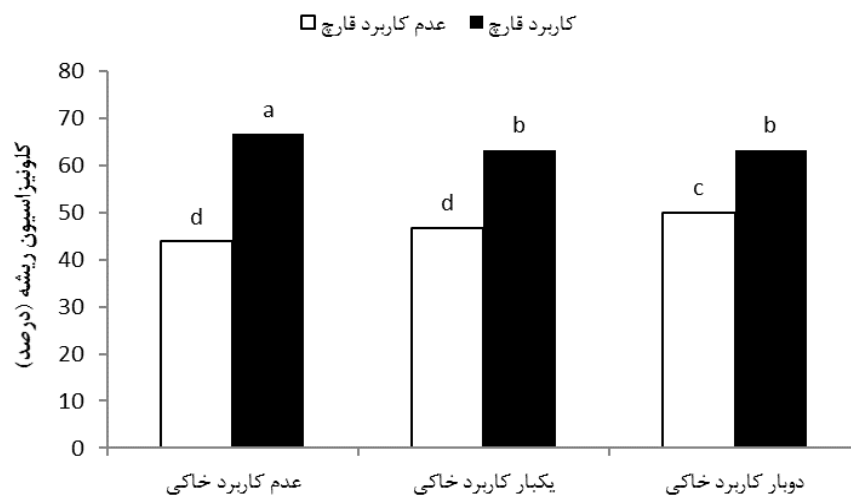
مربوط به تیمار عدم کاربرد قارچ میکوریزا و عدم محلول پاشی فلومیکس با ۳۷/۲۲ درصد بود (شکل ۴-۱۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین در ارتباط با اثر متقابل کاربرد قارچ میکوریزا و کاربرد خاکی فلومیکس، تیمار استفاده از قارچ میکوریزا و عدم کاربرد خاکی فلومیکس توانست درصد کلونیزاسیون ریشه را ۲۲/۸۵ درصد افزایش دهد. تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا و عدم کاربرد خاکی فلومیکس و عدم کاربرد قارچ میکوریزا و عدم کاربرد خاکی فلومیکس به ترتیب با ۶۶/۶۷ و ۴۳/۸۲ درصد دارای بیشترین و کمترین درصد کلونیزاسیون ریشه بودند (شکل ۴-۱۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای عدم کاربرد قارچ میکوریزا+عدم کاربرد خاکی کود فلومیکس و عدم کاربرد قارچ میکوریزا+یکبار کاربرد خاکی کود فلومیکس به ترتیب با ۴۳/۸۹ و ۴۶/۶۷ درصد در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۱۲).

طبق مشاهدات مقایسه میانگین‌ها تیمار دوبار محلول پاشی و عدم کاربرد خاکی فلومیکس و عدم محلول پاشی و عدم کاربرد خاکی فلومیکس به ترتیب با ۶۱/۶۷ و ۴۵/۰۰ درصد دارای بیشترین و کمترین درصد کلونیزاسیون در ریشه گیاه ذرت بودند (شکل ۴-۱۳). نتایج مقایسه میانگین بیانگر افزایش ۱۶/۶۷ درصدی کلونیزاسیون ریشه توسط تیمار دوبار محلول پاشی در شرایط عدم کاربرد خاکی فلومیکس بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که تیمارهای دوبار محلول پاشی+عدم کاربرد خاکی کود فلومیکس و یکبار محلول پاشی+دوبار کاربرد خاکی کود فلومیکس به ترتیب با ۶۱/۶۷ و ۶۱/۶۷ درصد و تیمارهای عدم محلول پاشی+عدم کاربرد خاکی فلومیکس و عدم محلول پاشی+دوبار کاربرد خاکی فلومیکس به ترتیب با ۴۵/۰۰ و ۴۸/۳۳ درصد در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۱۳).



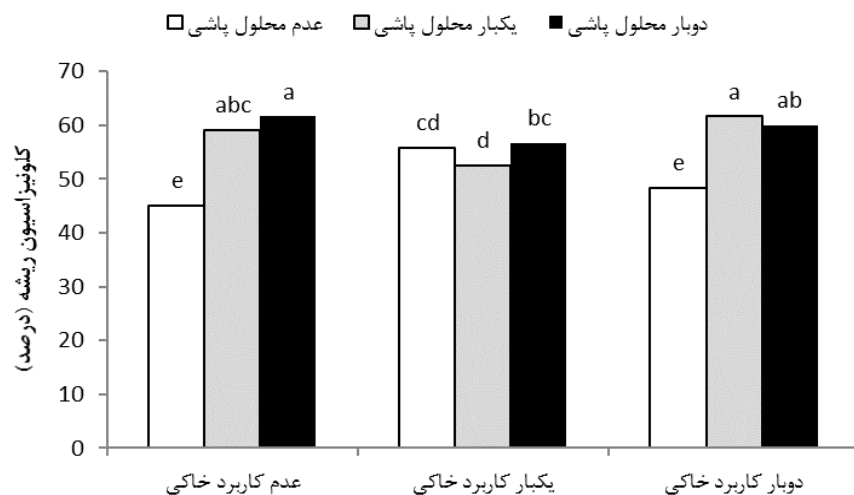
شکل ۴-۱۱- تأثیر همزیستی میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس بر کلونیزاسیون ریشه گیاه ذرت در شرایط رقابت

با علف های هرز



شکل ۴-۱۲- تأثیر همزیستی میکوریزا و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر کلونیزاسیون ریشه گیاه ذرت در شرایط رقابت

با علف های هرز



شکل ۴-۱۳- تأثیر کاربرد خاکی و محلول پاشی کود فلومیکس بر کلونیزاسیون ریشه گیاه ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز

گوپتا و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که تلقیح گیاه نعنای با قارچ میکوریزا به طور قابل ملاحظه ای عملکرد بیولوژیکی و درصد همزیستی ریشه را در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده افزایش داد. می توان استنباط کرد که مصرف میکوریزا شرایط مناسبی را برای بهبود درصد همزیستی ریشه در ذرت فراهم می آورد. در همین رابطه کاپور و همکاران (۲۰۰۴) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند، آنها مشاهده نمودند که درصد کلونیزاسیون ریشه رازیانه در تلقیح با قارچ میکوریزا به طور چشم گیری بیشتر از تیمار عدم تلقیح گردید و تفاوت آنها ۷۰ درصد بود. قارچ میکوریزا به علت این که می تواند با گیاه زراعی همزیستی ایجاد کند، می تواند باعث کاهش مقدار علف هرز در یک مزرعه شود زیرا این قارچ می تواند ریشه گیاه زراعی را توسعه دهد و باعث می شود که گیاه رشد بهتری داشته باشد. گیاه زراعی هم با قدرت بیشتر، رشد شاخساره بیشتری خواهد داشت. در نتیجه رشد آن نیز سریع تر خواهد بود و می تواند باعث سرکوب علف هرز و کاهش رشد آن بشود. بنابراین هر مقدار همزیستی قارچ میکوریزا با گیاه زراعی بیشتر باشد احتمال می رود که رشد علف هرز نیز کمتر باشد. میکوریزا زمانی می تواند با گیاهی همزیستی داشته باشد که سرعت رشد ریشه آن بیشتر از سایر گیاهان باشد،

در اینجا نیز گیاه زراعی به دلیل اینکه محلول پاشی و مصرف خاکی کود فلومیکس روی آن انجام شده است، سرعت رشد بیشتری نسبت به سایر گیاهان داشته است بنابراین میکوریزا توانسته با گیاه همزیستی بیشتری نسبت به علف هرز داشته باشد و درصد همزیستی میکوریزایی افزایش پیدا کند.

۴-۱۵-۶- پروتئین دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۴) حاکی از معنی دار بودن اثر اصلی قارچ میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس و اثر متقابل سه گانه کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد بر صفت پروتئین دانه بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تیمار دوبار محلول پاشی و دوبار کاربرد خاکی کود فلومیکس در شرایط استفاده از قارچ میکوریزا و تیمار عدم کاربرد قارچ میکوریزا+عدم محلول پاشی+عدم کاربرد خاکی کود فلومیکس به ترتیب با ۱۰/۴۱ درصد و ۵/۲۱ درصد دارای بیشترین و کمترین درصد پروتئین در دانه ذرت بودند (جدول ۴-۱۰).

جدول ۴-۱۰- اثر متقابل تیمارهای قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی فلومیکس بر پروتئین دانه گیاه ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز

پروتئین دانه (درصد)	کاربرد خاکی	محلول پاشی	قارچ میکوریزا
۵/۲۱ ^e	عدم مصرف		
۵/۸۲ ^{de}	یکبار کاربرد خاکی	عدم مصرف	
۶/۶۱ ^{cde}	دوبار کاربرد خاکی		
۷/۵۸ ^{bcde}	عدم مصرف		
۸/۴۶ ^{abc}	یکبار کاربرد خاکی	یکبار محلول پاشی	عدم کاربرد قارچ
۹/۶۲ ^{ab}	دوبار کاربرد خاکی		
۸/۸۴ ^{abc}	عدم مصرف		
۷/۸۳ ^{bcd}	یکبار کاربرد خاکی	دوبار محلول پاشی	
۶/۸۵ ^{cde}	دوبار کاربرد خاکی		
۶/۷۱ ^{cde}	عدم مصرف		
۸/۴۵ ^{abc}	یکبار کاربرد خاکی	عدم مصرف	
۷/۴۸ ^{bcde}	دوبار کاربرد خاکی		
۱۰/۴۰ ^a	عدم مصرف		
۷/۶۸ ^{bcde}	یکبار کاربرد خاکی	یکبار محلول پاشی	کاربرد قارچ
۸/۵۵ ^{abc}	دوبار کاربرد خاکی		
۷/۰۰ ^{cde}	عدم مصرف		
۸/۶۵ ^{abc}	یکبار کاربرد خاکی	دوبار محلول پاشی	
۱۰/۴۱ ^a	دوبار کاربرد خاکی		

*حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD می باشد.

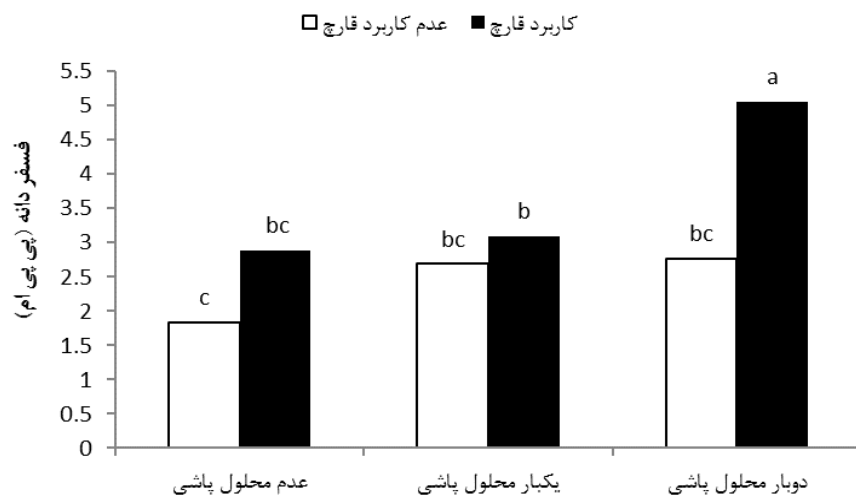
باروز و اولسن (۱۹۹۵) گزارش کردند که میزان پروتئین دانه گندم بر اثر رقابت با علف هرز به طور قابل توجهی کاهش می یابد. آنها این کاهش را به کاهش میزان نیتروژن قابل دسترس بر اثر رقابت نسبت دادند (باروز و اولسن، ۱۹۹۵). قارچ میکوریزا ممکن است جذب نیتروژن را از منابع گیاهی نیز افزایش دهد. هرچند مطالعات بیشتری لازم است تا مکانیسم این فرآیند به طور کامل مشخص گردد (هودج و همکاران، ۲۰۰۱؛ رید و پرزمو، ۲۰۰۳). به نظر می رسد که محلول پاشی و کاربرد خاکی فلومیکس به دلیل این که حاوی عناصر کم مصرف به ویژه روی است توانسته است درصد پروتئین دانه را افزایش دهد زیرا این عنصر توانایی گیاه برای تنظیم مقدار نیتروژن و پتاسیم را افزایش داده، به نحوی که این عناصر به مقدار متعادل از ریشه جذب و به قسمت های هوایی منتقل شده است.

همچنین بر اساس نتایج خلد برین و اسلام زاده (۱۳۸۰) عنصر روی از طریق شرکت در ساختمان RNA پلی مرز باعث افزایش اسیدهای آمینه و افزایش سنتز پروتئین ها در نتیجه افزایش درصد پروتئین می گردد. به نظر می رسد که افزایش غلظت نیتروژن به سبب بهبود رشد و نمو و افزایش مقدار کلروفیل برگ و متعاقب آن افزایش وزن خشک گیاه بر اثر همزیستی میکوریزایی باشد. سابرامانیان و چارست (۱۹۹۷) به نقل از انصاری جویی و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند پروتئین های محلول و کل محتوای نیتروژن در گیاهان ذرت میکوریزایی شده نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی بالاتر بود، آنها همچنین عنوان کردند که ارتقا فعالیت آنزیم های تثبیت کننده نیتروژن و ترکیبات نیتروژنه در ذرت می تواند حاکی از انتقال No_3 از طریق هیف های میکوریزا باشد. پاتل و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که محلول پاشی آهن، محتوی نیتروژن و پتاسیم بادام زمینی را افزایش داد.

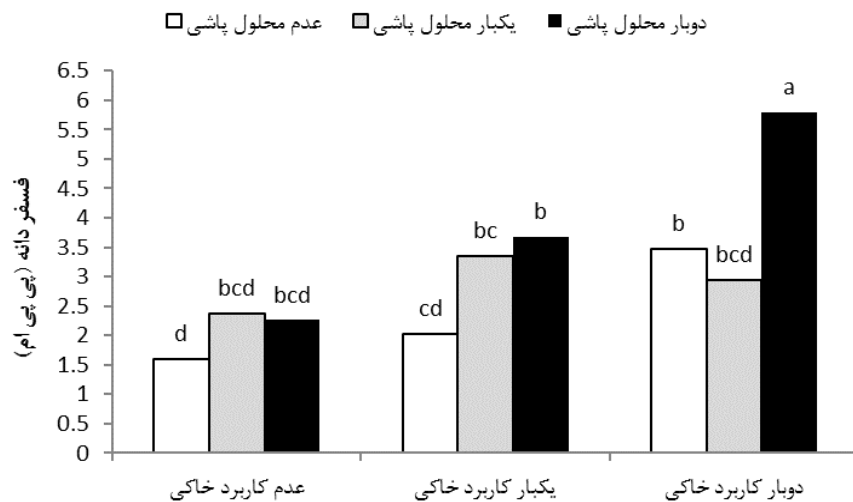
۴-۱۵-۷- فسفر دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۴) نشان داد که اثرات اصلی قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد حاکی کود فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد. همچنین علاوه بر تأثیر کاربرد قارچ میکوریزا و محلول پاشی فلومیکس، اثر متقابل محلول پاشی و کاربرد حاکی فلومیکس نیز در سطح احتمال ۱ درصد بر فسفر دانه معنی دار شد. نتایج مقایسه میانگین حاکی از آن بود که تیمار کاربرد قارچ میکوریزا و دوبار محلول پاشی فلومیکس با ۵/۰۶ پی پی ام و تیمار عدم کاربرد قارچ میکوریزا و عدم محلول پاشی فلومیکس با ۱/۸۳ پی پی ام به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار فسفر دانه بودند (شکل ۴-۱۴) همچنین بر اساس نتایج مقایسه میانگین تیمار دوبار محلول پاشی در شرایط دوبار کاربرد حاکی فلومیکس در مقایسه با تیمار عدم کاربرد حاکی و عدم محلول پاشی فلومیکس توانست فسفر دانه را ۷۲ درصد افزایش دهد. طبق مشاهدات بدست آمده از جدول مقایسه

میانگین های این صفت تیمار دوبار محلول پاشی در شرایط دوبار کاربرد خاکی فلومیکس با ۵/۸۰ پی پی ام دارای بیشترین میزان فسفر دانه و تیمار عدم محلول پاشی و عدم کاربرد خاکی فلومیکس با ۱/۶۰ پی پی ام دارای کمترین میزان فسفر دانه بود (شکل ۴-۱۵).



شکل ۴-۱۴ - تأثیر همزیستی میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس بر فسفر دانه گیاه ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز

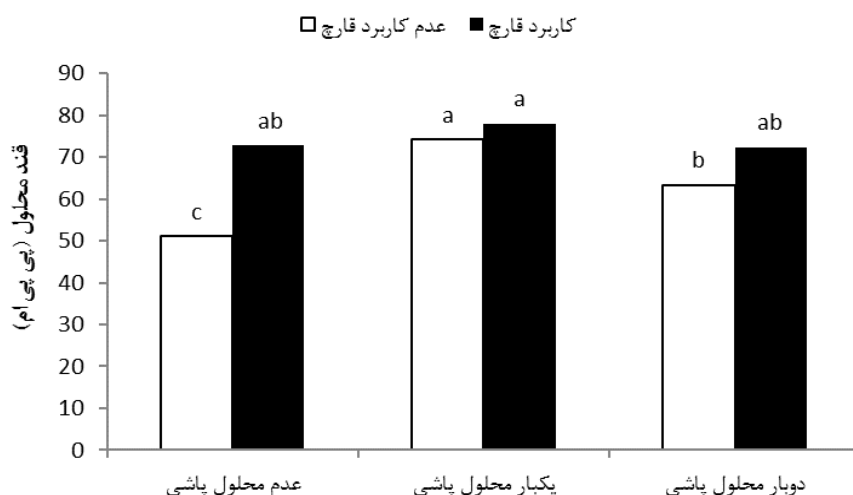


شکل ۴-۱۵ - اثر کاربرد خاکی و محلول پاشی کود فلومیکس بر فسفر دانه گیاه ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز

فسفر از عوامل مهم در دانه بندی و شکل گیری دانه در ذرت است بنابراین به نظر می رسد که قارچ میکوریزا به دلیل افزایش سطح ریشه ها از طریق نفوذ میسیلیوم قارچ در خاک و در نتیجه دسترسی گیاه به حجم بیشتری از خاک سبب جذب بیشتر آب و مواد غذایی شده است (اسمیت و همکاران، ۲۰۰۳) که این امر موجب فتوسنتز بیشتر، بهبود رشد گیاه و در نتیجه باعث افزایش جذب فسفر و انتقال آن به منبع (دانه) شده است (قورچیان و همکاران، ۱۳۸۹). بیگل و همکاران (۲۰۰۲) مشاهده نمودند که وجود مقدار زیادی روی در خاک ممکن است باعث جذب مقدار زیاد فسفر در دانه و همچنین افزایش عملکرد شود. تحقیقات عارف (۱۳۸۷) نیز افزایش میزان فسفر دانه را در اثر کاربرد عناصر کم مصرف در ذرت اعلام کرد. گزارش شده است که در خاک هایی که کربنات کلسیم بالایی دارند، مقدار زیادی از فسفر به وسیله همین کربنات کلسیم تثبیت می شود. در این حالت، گیاه هرچه برای جذب آهن H^+ بیشتری در خاک آزاد کند فسفر قابل دسترس بیشتری همزمان با احیای آهن در منطقه ریشه برای گیاه فراهم می سازد (به علت جدایی فسفر از ترکیب با کربنات کلسیم در خاک های قلیایی است (اسمارت، ۱۹۹۴). در این تحقیق نیز مشخص شد که با محلول پاشی و مصرف خاکی فلومیکس حاوی آهن میزان فسفر دانه افزایش یافت. فسفر از جمله عناصر ضروری برای گیاه به شمار می آید این فسفر به سرعت در خاک تثبیت می شود. در شرایطی که در یک مزرعه هم گیاه زراعی و هم علف هرز حضور داشته باشد، گیاهی می تواند فسفر دانه بیشتری داشته باشد که بتواند فسفر نامحلول را به فسفر محلول تبدیل نماید. از طرف دیگر منابع فسفر بیشتری در اختیار داشته باشد. در این پژوهش گیاه ذرت با قارچ میکوریزا همزیستی بالایی داشته است و در نتیجه توانسته است فسفر نامحلول بیشتری را به محلول تبدیل نماید و به دانه خود انتقال دهد. مصرف برگی و خاکی فسفر نیز باعث شده است که گیاه بتواند رشد بهتری نسبت به سایر گیاهان داشته باشد در نتیجه از منبع فسفر موجود در خاک استفاده بیشتری داشته باشد.

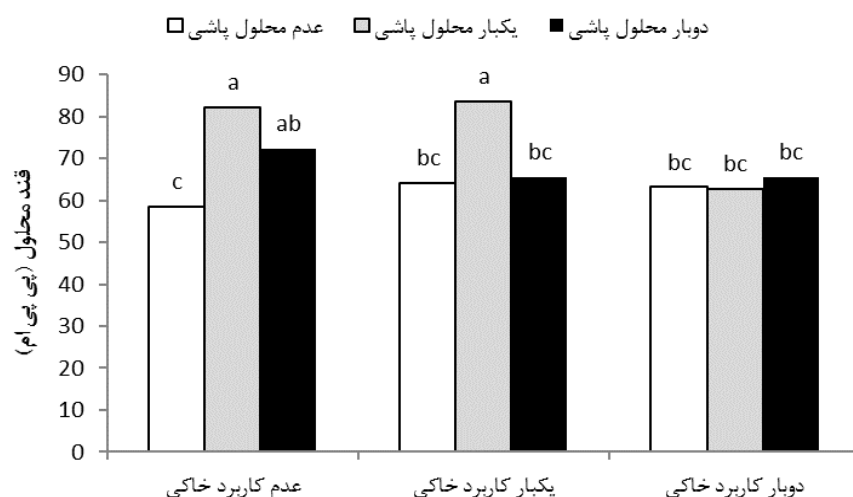
۴-۱۵-۸- قند محلول

طبق نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۴) اثرات اصلی قارچ میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد و اثرات متقابل کاربرد قارچ میکوریزا و محلول پاشی فلومیکس و محلول پاشی و کاربرد خاکی فلومیکس در سطح احتمال ۵ درصد بر صفت قند محلول برگ گیاه ذرت معنی دار بود. بر اساس مشاهدات جدول مقایسه میانگین، تیمار یکبار محلول پاشی فلومیکس در شرایط حضور قارچ میکوریزا با ۷۸/۰۷ پی پی ام دارای بیشترین و تیمار عدم کاربرد قارچ میکوریزا و عدم محلول پاشی فلومیکس با ۵۱/۰۲ پی پی ام دارای کمترین مقدار قند محلول بود. همچنین تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا+ یکبار محلول پاشی فلومیکس و عدم کاربرد قارچ میکوریزا+ یکبار محلول پاشی فلومیکس با بیشترین میزان قند محلول در برگ در یک گروه آماری قرار گرفتند. طبق نتایج حاصل تیمار یکبار محلول پاشی فلومیکس در شرایط کاربرد قارچ میکوریزا توانست مقدار قند محلول برگ گیاه ذرت را ۲۷/۰۵ پی پی ام نسبت به شرایط عدم کاربرد قارچ+ عدم محلول پاشی کود فلومیکس افزایش دهد (شکل ۴-۱۶). همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد تیمار یکبار محلول پاشی و یکبار کاربرد خاکی فلومیکس توانست میزان قند محلول برگ را ۲۵/۱۵ پی پی ام در مقایسه با تیمار عدم محلول پاشی و عدم کاربرد خاکی کود فلومیکس افزایش دهد و مقدار قند محلول برگ گیاه ذرت را به ۸۳/۵۷ پی پی ام برساند. این در حالی است که کمترین مقدار قند محلول برگ مربوط به تیمار عدم محلول پاشی و کاربرد خاکی فلومیکس با ۵۸/۴۲ پی پی ام بود (شکل ۴-۱۷). همچنین بر اساس نتایج مقایسه میانگین صفت قند محلول تیمارهای یکبار محلول پاشی+ یکبار کاربرد خاکی فلومیکس و یکبار محلول پاشی+ عدم کاربرد خاکی کود فلومیکس با بیشترین میزان قند محلول در برگ در یک گروه آماری قرار گرفتند.



شکل ۴-۱۶- اثر همزیستی میکوریزا و محلول پاشی با کود فلومیکس بر میزان قند محلول برگ گیاه ذرت در شرایط

رقابت با علف های هرز



شکل ۴-۱۷- تأثیر کاربرد خاکی و محلول پاشی با کود فلومیکس بر میزان قند محلول برگ گیاه ذرت در شرایط رقابت

با علف های هرز

برهمکنش همزیستی در اجتماعات میکوریزایی، بر اساس تبادل کربوهیدرات ها و مواد غذایی معدنی بین گیاهان و قارچ می باشد. فسفر نقش مهمی را در شکستن کربوهیدرات ها و ساخت پلی ساکارید ها ایفا می کند. از سوی دیگر قارچ های میکوریزا در جذب فسفر موثر هستند. اهمیت فسفر در انتقال

انرژی در طی فتوسنتز از مدت ها پیش شناخته شده است. بنابراین قارچ میکوریزا می تواند محرکی برای افزایش فعالیت فتوسنتزی شود. دلیل دیگر برای تأثیر این قارچ ها در افزایش محتوی قندهای محلول، افزایش مقدار هورمون های سیتوکینین و جیبرلین در گیاهان میکوریزایی است. افزایش در میزان این هورمون ها موجب بالا رفتن سرعت فتوسنتز و در نهایت افزایش محتوی کربوهیدرات ها در گیاهان شود. افزودن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به روش محلول پاشی و کاربرد خاکی باعث می شود که رشد گیاه افزایش پیدا کند و سبزینگی فتوسنتز گیاه بیشتر شود در نتیجه گیاه دارای کلروفیل بیشتر و شیره پرورده بیشتری خواهد بود. در نتیجه این گیاهان دارای کربوهیدرات بیشتری خواهند بود. قند محلول آن نیز بیشتر خواهد بود. سینگ و ریواری در هندوستان (۱۹۹۶) به نقل از فتحی امیرخیز و همکاران (۱۳۹۰) تأثیر عناصر کم مصرف آهن، روی و منگنز را بر کمیت و کیفیت پیاز، مورد مطالعه قرار دادند و متوجه شدند که تیمارهای حاوی عناصر آهن، روی و منگنز که به صورت محلول پاشی مورد استفاده قرار گرفتند، باعث افزایش معنی داری در میزان مواد جامد محلول و قند کل و اسید آسکوربیک پیاز شدند. در شرایط حضور علف هرز ممکن است رقابت علف هرز با گیاه زراعی سبب کاهش تولید کربوهیدرات ها در گیاه شود و یا اینکه در این شرایط بخشی از مواد ذخیره ای در ریشه گیاهان، صرف توسعه اندام های هوایی شده است که این امر سبب کاهش درصد قند در این تیمار گردیده است.

۴-۱۵-۹- کلروفیل a و b

جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۴) بیانگر تأثیر معنی دار اثرات اصلی کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس و اثر متقابل سه گانه کاربرد قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد بر صفت کلروفیل a و b بود و باعث افزایش این صفت شد. نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که تیمار دوبار محلول پاشی و یکبار کاربرد خاکی

فلومیکس در شرایط کاربرد قارچ میکوریزا با ۰/۶۸۱ میلی گرم در گرم بافت تر و تیمار شاهد با ۰/۲۰۴ میلی گرم در گرم بافت تر به ترتیب، دارای بیشترین و کمترین میزان کلروفیل a در برگ گیاه ذرت بود (جدول ۴-۱۱). همچنین نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که تیمار دوبار محلول پاشی و دوبار کاربرد خاکی فلومیکس در شرایط استفاده از قارچ میکوریزا به مقدار ۰/۵۲۵ میلی گرم در گرم بافت تر دارای حداکثر میزان کلروفیل b و تیمار عدم کاربرد قارچ میکوریزا+ عدم محلول پاشی+ عدم کاربرد خاکی فلومیکس با ۰/۰۷۶ میلی گرم بر گرم بافت تر دارای حداقل میزان کلروفیل b در برگ گیاه ذرت بود. بر اساس مشاهدات جدول مقایسه میانگین صفات فوق، تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا، دوبار محلول پاشی و یکبار کاربرد خاکی فلومیکس و کاربرد قارچ میکوریزا، دوبار محلول پاشی و دوبار کاربرد خاکی فلومیکس به ترتیب باعث افزایش ۷۰ و ۸۵ درصدی کلروفیل a و b در مقایسه با تیمار شاهد شدند (جدول ۴-۱۱). همچنین طبق مشاهدات جدول مقایسه میانگین صفت کلروفیل b (جدول ۴-۱۱) تیمارهای عدم کاربرد قارچ میکوریزا+ عدم محلول پاشی+ عدم کاربرد خاکی و عدم کاربرد قارچ میکوریزا+ عدم محلول پاشی+ یکبار کاربرد خاکی کود فلومیکس به ترتیب با ۰/۰۷۶ و ۰/۰۸۹ میلی گرم بر گرم بافت تر دارای کمترین و تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا+ دوبار محلول پاشی+ دوبار کاربرد خاکی فلومیکس و کاربرد قارچ میکوریزا+ دوبار محلول پاشی+ یکبار کاربرد خاکی کود فلومیکس به ترتیب با ۰/۵۲۵ و ۰/۵۱۳ میلی گرم بر گرم بافت تر دارای بیشترین میزان کلروفیل b در برگ گیاه ذرت بودند و در یک گروه آماری قرار گرفتند.

جدول ۴-۱۱- اثر متقابل تیمارهای قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی فلو میکس بر میزان کلروفیل های a و b در برگ گیاه ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز

قارچ میکوریزا	محلول پاشی	کاربرد خاکی	کلروفیل a	کلروفیل b
		عدم مصرف	۰/۳۰۴ ⁱ	۰/۰۷۶ ^h
	عدم مصرف	یکبار کاربرد خاکی	۰/۲۵۳ ^{hi}	۰/۰۸۹ ^h
		دوبار کاربرد خاکی	۰/۳۰۷ ^{gh}	۰/۱۳۹ ^{gh}
		عدم مصرف	۰/۳۷۸ ^{fg}	۰/۲۱۰ ^{fg}
عدم کاربرد قارچ	یکبار محلول پاشی	یکبار کاربرد خاکی	۰/۴۴۸ ^{ef}	۰/۲۸۰ ^{ef}
		دوبار کاربرد خاکی	۰/۵۲۱ ^{cde}	۰/۳۵۳ ^{cde}
		عدم مصرف	۰/۳۹۷ ^{fg}	۰/۲۲۹ ^{fg}
	دوبار محلول پاشی	یکبار کاربرد خاکی	۰/۵۷۴ ^{bcd}	۰/۴۰۶ ^{bcd}
		دوبار کاربرد خاکی	۰/۶۱۸ ^{abc}	۰/۴۵۰ ^{abc}
		عدم مصرف	۰/۳۲۵ ^{gh}	۰/۱۵۷ ^{gh}
	عدم مصرف	یکبار کاربرد خاکی	۰/۵۱۸ ^{de}	۰/۳۵۰ ^{de}
		دوبار کاربرد خاکی	۰/۵۰۵ ^{de}	۰/۳۳۷ ^{de}
		عدم مصرف	۰/۵۲۴ ^{cde}	۰/۳۵۶ ^{cde}
کاربرد قارچ	یکبار محلول پاشی	یکبار کاربرد خاکی	۰/۶۲۸ ^{ab}	۰/۴۶۰ ^{ab}
		دوبار کاربرد خاکی	۰/۶۴۰ ^{ab}	۰/۴۷۲ ^{ab}
		عدم مصرف	۰/۶۷۲ ^{ab}	۰/۵۰۴ ^{ab}
	دوبار محلول پاشی	یکبار کاربرد خاکی	۰/۶۸۱ ^a	۰/۵۱۳ ^a
		دوبار کاربرد خاکی	۰/۶۷۳ ^{ab}	۰/۵۲۵ ^a

*حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD می باشد.

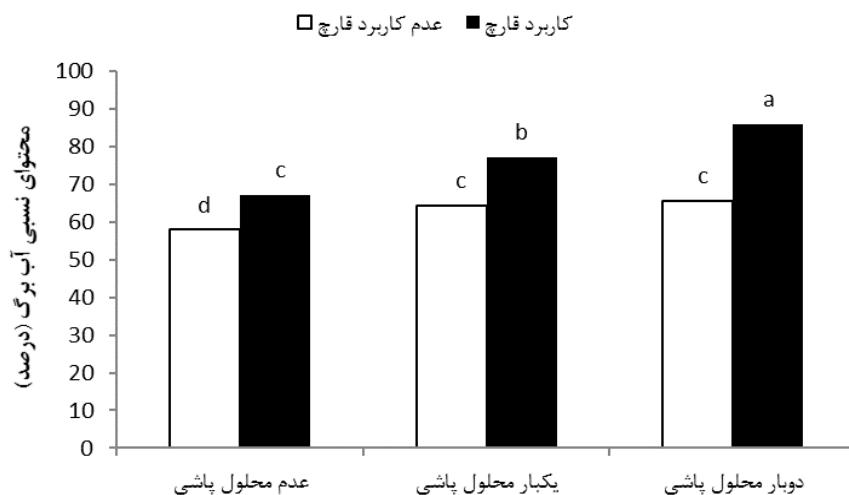
برخی از محققان اظهار داشتند که می توان میزان کلروفیل را به عنوان شاخصی برای اندازه گیری میزان دوام سبزینه برگ مورد استفاده قرار داد (آروس و همکاران، ۲۰۰۸؛ کامپوس و همکاران، ۲۰۰۴). بنابراین مقدار کلروفیل برای هر گیاهی مهم است زیرا میزان فتوسنتز آن گیاه را مشخص می سازد. تانگ و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی خود روی ذرت بیان کردند که تلقیح ذرت با قارچ میکوریزا سنتز کلروفیل در گیاه را افزایش می دهد. علف هرز در مزارع به علت رقابتی که با گیاه زراعی ایجاد می کند باعث می شوند که گیاه زراعی مقداری از فتوسنتز و توانایی ژنتیکی خود را صرف رقابت با آنها کند، در نتیجه گیاه نمی تواند از حداکثر پتانسیل خود تنها برای تولید آسمیلات و مواد فتوسنتزی استفاده کند. در نتیجه مقداری از توانایی آن کاسته می شود. این امر در مورد میزان

کلروفیل برگ نیز صادق است. بنابر گفته شفق و همکاران (۲۰۰۹) در مزارع سویا مشخص گردید که تداخل و وجود علف هرز در طول دوره رشد گیاه سویا، به طور خطی و معنی داری میزان کلروفیل برگ را کاهش داد. برای کاهش این مقدار از هدر روی انرژی گیاه زراعی باید توان رقابتی آن را افزایش داد. که در این تحقیق از قارچ میکوریزا و محلول پاشی و مصرف خاکی فلومیکس به این منظور استفاده شد. این عوامل به دلیل این که عناصر غذایی بیشتری را در اختیار گیاه زراعی قرار داده اند باعث افزایش قدرت رقابتی آن با علف هرز شده اند. به نظر می رسد، افزایش میزان کلروفیل a و b در اثر محلول پاشی و کاربرد خاکی فلومیکس می تواند ناشی از نقش عملکردی آهن در فعال سازی پروتئین سنتتاز مسیر بیوسنتز کلروفیل و برخی از آنزیم های آنتی اکسیدان مانند آسکوربات پراکسیداز و گلوتایتون رودکتاز در مسیر حفاظت از تخریب کلروفیل توسط رادیکال های فعال اکسیژن باشد. در مطالعه عابدی باباعربی و همکاران (۱۳۹۰) روی گیاه گلرنگ، محلول پاشی عنصر روی موجب افزایش کلروفیل a و b در برگ شد. موحدی دهنوی و همکاران (۱۳۸۳) گزارش کردند عنصر روی به طور مستقیم در تشکیل کلروفیل موثر نیست، اما می تواند بر غلظت عناصر غذایی درگیر در تشکیل کلروفیل و یا عناصری که قسمتی از مولکول کلروفیل هستند مانند آهن و منیزیم موثر باشد.

۴-۱۵-۱۰- محتوای نسبی آب برگ

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۴) بیانگر تأثیر معنی دار اثرات قارچ میکوریزا، محلول پاشی کود فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل کاربرد قارچ میکوریزا و محلول پاشی فلومیکس بر صفت محتوای آب نسبی برگ در سطح احتمال ۵ درصد بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین تیمار کاربرد قارچ میکوریزا و دوبار محلول پاشی فلومیکس باعث افزایش ۲۸ درصدی محتوای آب نسبی برگ عدم کاربرد قارچ میکوریزا+ عدم محلول پاشی فلومیکس شد. بر اساس نتایج

بدست آمده تیمار دوبار محلول پاشی فلومیکس در شرایط استفاده از قارچ میکوریزا و تیمار عدم کاربرد قارچ میکوریزا و محلول پاشی فلومیکس به ترتیب با ۸۶/۱۰ و ۵۷/۹۶ درصد دارای بیشترین و کمترین محتوای آب نسبی برگ بودند (شکل ۴-۱۸).



شکل ۴-۱۸- تأثیر همزیستی میکوریزا و محلول پاشی کود فلومیکس بر محتوای نسبی آب برگ (اوایل پر شدن دانه) گیاه ذرت در شرایط رقابت با علف های هرز

قارچ به چند دلیل می تواند باعث بهبود روابط آبی گیاه و افزایش محتوای آب نسبی برگ شود،

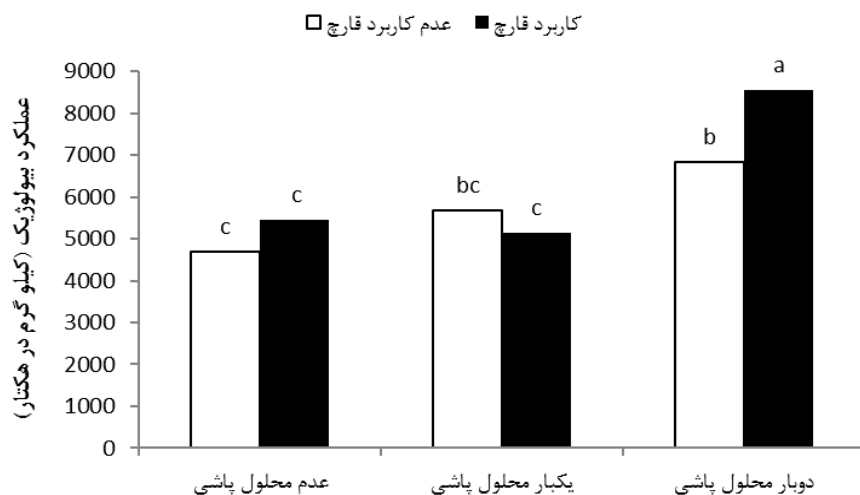
- ۱- افزایش مجموع سطح ریشه به دلیل ایجاد پوشش وسیع میسیلیومی در منطقه ریشه و تار کشنده،
- ۲- نفوذ هیف به درون کورتکس ریشه و از آنجا به منطقه آندودرم و در یک مسیر کم مقاومی را در عرض ریشه برای حرکت آب فراهم می آورد و آب با مقاومت کمتری در عرض ریشه تا رسیدن به آوند چوبی روبرو می شود،
- ۳- هیف از راه افزایش جذب عناصر غذایی مقاومت به انتقال آب را درون ریشه کاهش می دهد،
- ۴- میکوریزا رشد ریشه را افزایش می دهد و به دنبال آن یک سیستم گسترده از ریشه را برای جذب آب فراهم می آورد. پانوار (۱۹۹۳) گزارش کرد که همزیستی میکوریزا، کاهش محتوای آب نسبی برگ گندم در طول تنش خشکی را به تأخیر می اندازد و به برگ ها اجازه می دهد که روزنه های خود را در محتوای آب نسبی پائین باز نگه دارند. عنصر روی در فرآیند انتقال آب نقش

دارد و حضور آن برای گیاه الزامی می باشد زیرا این عنصر به طور غیرمستقیم مقدار آب گیاه را تحت تأثیر قرار می دهد. زیرا کاهش مقدار اکسین به علت کمبود روی منجر به ناتوانی دیواره سلولی برای رشد می شود. بنابراین موجب یک فشار اسمزی زیاد و محدود شدن جذب آب توسط گیاه می شود. یکی از وظایف عنصر پتاسیم در گیاه تنظیم باز و بسته شدن روزنه ها و روابط آبی گیاه می باشد و هرچه میزان این عنصر مناسب نیاز گیاه باشد، این تنظیم نیز بهتر و دقیق تر خواهد بود. این عنصر در ترکیب فلومیکس وجود دارد و احتمال می رود که علت افزایش محتوای آب نسبی برگ در اثر مصرف این مکمل رشد و حضور این عنصر صورت گرفته باشد. شاید یکی از مهم ترین منابع رقابتی علف هرز و گیاه زراعی آب باشد زیرا آب تعیین کننده بقا و حیات محصول به شمار می آید. در این رقابت گیاهی پیروز خواهد بود که بتواند منابع آب بیشتری دسترسی پیدا کند و از آنجا که حضور علف هرز در زمین زراعی امری اجتناب ناپذیر است پس باید استراتژی را در پیش گیریم که باعث تقویت گیاه زراعی مورد نظر ما شود. دو نوع از استراتژی ها استفاده از قارچ میکوریزا و محلول پاشی گیاه زراعی است که باعث تقویت گیاه زراعی می شود و در نتیجه گیاه قوی تر خواهد بود و ریشه آن سریع تر رشد خواهد کرد و به منابع آبی دسترسی پیدا می کند.

۴-۱۵-۱۱- عملکرد بیولوژیک

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۳)، اثر اصلی محلول پاشی کود فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل کاربرد قارچ میکوریزا و محلول پاشی فلومیکس در سطح احتمال ۵ درصد بر صفت عملکرد بیولوژیک معنی دار شد. طبق نتایج مقایسه میانگین تیمار کاربرد قارچ میکوریزا و دوبار محلول پاشی فلومیکس، عملکرد بیولوژیک گیاه ذرت را در مقایسه با تیمار عدم محلول پاشی فلومیکس در شرایط عدم حضور قارچ میکوریزا معادل ۳۸۸۵ کیلوگرم در هکتار افزایش داد (شکل ۴-۱۹). همچنین طبق نتایج مقایسه میانگین ها تیمارهای عدم کاربرد قارچ میکوریزا+ عدم

محلول پاشی فلومیکس، کاربرد قارچ میکوریزا+ عدم محلول پاشی فلومیکس و کاربرد قارچ میکوریزا+ یکبار محلول پاشی فلومیکس با کمترین میزان عملکرد بیولوژیک در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۱۹).



شکل ۴-۱۹- اثر همزیستی قارچ میکوریزا و محلول پاشی با کود فلومیکس بر عملکرد بیولوژیک گیاه ذرت تحت شرایط رقابت با علف های هرز

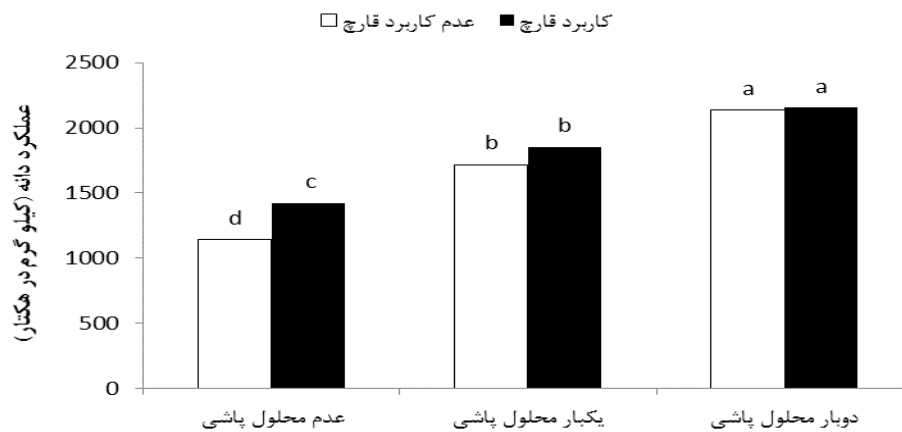
علت این افزایش احتمالا به دلیل تأثیر مفید و مثبت محلول پاشی فلومیکس در شرایط حضور قارچ میکوریزا است. با توجه به پتانسیل قارچ میکوریزا در جذب آب و عناصر غذایی از طریق تولید هیف های قارچی به نظر می رسد قارچ میکوریزا توانسته است از طریق افزایش سرعت فتوسنتز، سرعت رشد گیاه را افزایش دهد و در نتیجه گیاه میزبان شاخ و برگ بیشتری ایجاد نماید و از طرف دیگر محلول پاشی فلومیکس روی اندام های هوایی ذرت به دلیل وجود عنصر نیتروژن در ترکیبات این محلول باعث رشد اندام های هوایی نظیر ساقه و برگ شد. یدوی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش دادند علف هرز تاج خروس باعث کاهش عملکرد بیولوژیک در گیاه ذرت گردید. آقاعلیخانی و همکاران (۱۳۷۸) گزارش کردند که آغاز زود هنگام رقابت تاج خروس با ذرت، عملکرد بیولوژیکی گیاه ذرت را

۴۵ درصد کاهش داد. همچنین در آزمایش دیگر، کاهش عملکرد ذرت را در اثر رقابت با علف هرز اویارسلام، ۲۰ درصد گزارش نمودند. هر گیاهی در رقابت با علف هرز مقداری کاهش عملکرد را نشان می دهد که گاهی این کاهش بسیار شدید و جبران ناپذیر خواهد بود. از طرفی نمی توان عدم حضور علف هرز را در مزرعه داشته باشیم. پس باید به دنبال کاهش این خسارت با استفاده از منابع کمک کننده باشیم، کود فلومیکس و قارچ میکوریزا به علت اینکه توان رقابتی گیاه زراعی را به صورت غیر مستقیم افزایش می دهند باعث کاهش این خسارت خواهند شد. در آزمایش حاضر نیز افزایش قابل توجه عملکرد بیولوژیک را در شرایط دو بار محلول پاشی و کاربرد قارچ میکوریزا نسبت به شاهد مشاهده می کنیم و این مسئله گویای تأثیر مثبت اعمال این تیمار ها در کاهش خسارت علف هرز در گیاه ذرت می باشد.

۴-۱۵-۱۲- عملکرد دانه

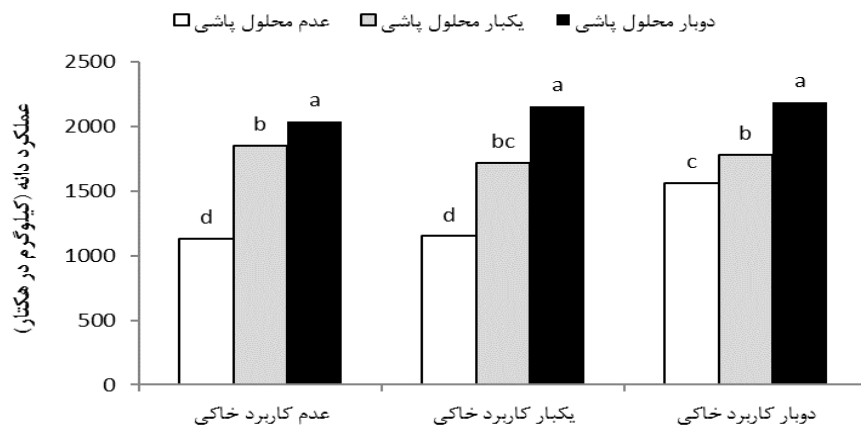
نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۳) بیانگر تأثیر معنی دار اثرات اصلی قارچ میکوریزا، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس و اثر متقابل کاربرد خاکی و محلول پاشی فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد بود. همچنین اثر متقابل کاربرد قارچ میکوریزا و محلول پاشی در سطح احتمال ۵ درصد بر صفت عملکرد دانه معنی دار بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین تیمار کاربرد قارچ میکوریزا و دوبار محلول پاشی فلومیکس توانست عملکرد دانه را از ۱۱۴۴ کیلوگرم در هکتار در تیمار عدم کاربرد قارچ میکوریزا+ عدم محلول پاشی به ۲۱۵۵ کیلوگرم در هکتار معادل ۴۷ درصد افزایش دهد (شکل ۴-۲۰). بر اساس نتایج مقایسه میانگین ها مشخص شد تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا+ دوبار محلول پاشی فلومیکس و عدم کاربرد قارچ میکوریزا+ دوبار محلول پاشی فلومیکس به ترتیب با ۲۱۵۵ و ۲۱۳۹ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۲۰). همچنین تیمار دوبار محلول پاشی و دوبار کاربرد خاکی فلومیکس عملکرد دانه را ۴۸ درصد معادل

۱۰۵۸ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار شاهد افزایش داد و مقدار عملکرد دانه را از ۱۱۳۱ کیلوگرم در هکتار در تیمار عدم محلول پاشی و کاربرد خاکی به ۲۱۸۹ کیلوگرم در هکتار رساند (شکل ۴-۲۲). طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین های این صفت تیمارهای دوبار محلول پاشی + دوبار کاربرد خاکی فلومیکس، دوبار محلول پاشی + یکبار کاربرد خاکی فلومیکس و دوبار محلول پاشی + عدم کاربرد خاکی فلومیکس به ترتیب با ۲۱۸۹، ۲۱۵۹ و ۲۰۹۳ کیلوگرم در هکتار و تیمارهای عدم محلول پاشی + عدم کاربرد خاکی فلومیکس و عدم محلول پاشی + یکبار کاربرد خاکی کود فلومیکس به ترتیب با ۱۱۳۱ و ۱۱۵۱ کیلوگرم در هکتار در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۲۱).



شکل ۴-۲۰- اثر همزیستی قارچ میکوریزا و محلول پاشی با کود فلومیکس بر عملکرد دانه گیاه ذرت تحت شرایط

رقابت با علف های هرز



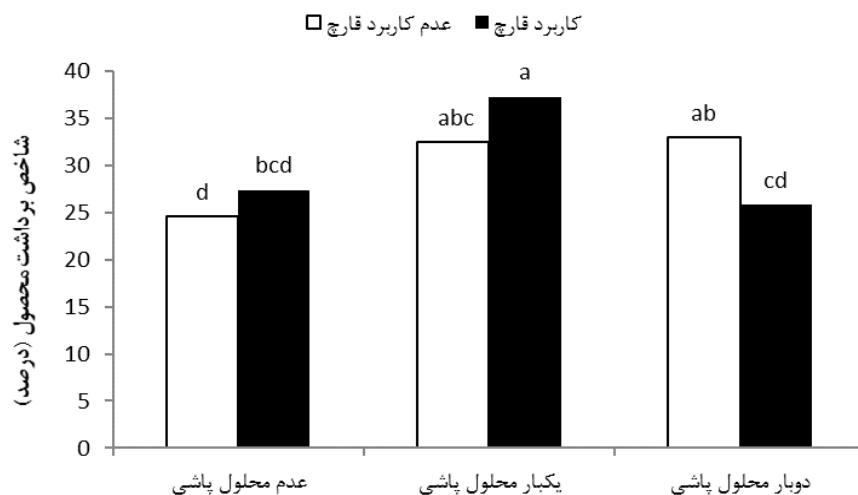
شکل ۴-۲۱- اثر کاربرد خاکی و محلول پاشی کود فلومیکس بر عملکرد دانه گیاه ذرت تحت شرایط رقابت با علف های

با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش به نظر می رسد قارچ میکوریزا ریشه های گیاه میزبان خود را تقویت نموده در نتیجه ریشه گیاه با کمک هیف های قارچی به حجم بیشتری از خاک دسترسی پیدا کرده و به دنبال آن گیاه به مقدار بیشتری از آب و عناصر غذایی مورد نیاز خود دسترسی پیدا می کند. از طرف دیگر، محلول پاشی و کاربرد خاکی فلومیکس که نوعی مکمل رشد است و حاوی مقدار قابل توجهی از اسید فولیک، اسید هیومیک و عناصر غذایی کم مصرف و پر مصرف که نقش مهمی در رشد و نمو گیاه دارد، باعث شد تا گیاه مواد غذایی مورد نیاز خود را به مقدار کافی در اختیار داشته باشد. با توجه به شرایط وجود علف هرز و رقابت بین گیاه ذرت و علف های هرز برای بدست آوردن منابع بیشتر این گونه به نظر می رسد که قارچ میکوریزا از طریق ایجاد همزیستی با ریشه گیاه ذرت و فراهم آوردن عناصر غذایی بیشتر از طریق دسترسی هیف های قارچی به حجم وسیع تری از خاک و همچنین منافذی از خاک که ریشه گیاهان و علف های هرز قادر به نفوذ در آن نیستند، و محلول پاشی اندام های هوایی ذرت با کود فلومیکس، توانست عملکرد دانه ذرت را در حد قابل انتظاری افزایش دهد. یدوی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند علف هرز تاج خروس باعث کاهش عملکرد دانه ذرت تا ۳۷ درصد شد. زرقانی و همکاران (۱۳۹۱) نیز نتایج مشابهی را روی گیاه کنجد اعلام کردند. احمدی و همکاران (۱۳۸۲) در آزمایشی گزارش کردند که عدم وجین علف های هرز در کل دوره رشد برنج باعث کاهش ۵۳ درصدی عملکرد آن شد. عالی و همکاران (۱۳۹۳) طی آزمایشی اعلام کردند تداخل کامل علف هرز با گیاه ذرت باعث کاهش ۵۷ درصدی عملکرد دانه ذرت شد. رحیمی و آقاعلیخانی (۱۳۸۹) طی آزمایشی اعلام کردند زمان ظهور همزمان تاج خروس باعث کاهش عملکرد اقتصادی ذرت شد. در این رابطه بوسنیچ و سوانتون (۱۹۹۷) حداکثر کاهش عملکرد ذرت در اثر رقابت زود هنگام سوروف را بین ۲۱ تا ۲۳ درصد گزارش کردند و سانگ کارا و کاترانیس (۲۰۰۶) نیز حداکثر کاهش عملکرد ذرت در ارتباط با ظهور زود هنگام علف هرز در مزرعه و عدم کنترل آن ۳۲ درصد گزارش کردند. همچنین بهشتی و موسوی سروینه (۲۰۰۹) بیشترین کاهش عملکرد سورگوم دانه ای را در اثر تراکم ۱۵ بوته علف هرز تاج خروس در متر مربع گزارش کردند. بر اساس تحقیقات

متعدد انجام شده حضور علف هرز باعث ایجاد خسارت در عملکرد گیاهان مختلف می شود. به نظر می رسد در این تحقیق منابع مازادی که در اختیار گیاه قرار داشت باعث جلوگیری از این کاهش شده بود به صورتی که شاهد افزایش چشم گیر عملکرد دانه در اثر استفاده از کود فلومیکس و قارچ میکوریزا در کرت های مورد نظر هستیم.

۴-۱۵-۱۳- شاخص برداشت

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۳) حاکی از وجود اختلاف معنی دار محلول پاشی کود فلومیکس در سطح احتمال ۱ درصد و محلول پاشی فلومیکس در شرایط حضور قارچ میکوریزا در سطح احتمال ۵ درصد بود. طبق نتایج مقایسه میانگین ها تیمار کاربرد قارچ میکوریزا و یکبار محلول پاشی فلومیکس با ۳۷/۳۰ درصد و تیمار عدم کاربرد قارچ میکوریزا و عدم محلول پاشی با ۲۴/۵۸ درصد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان شاخص برداشت بودند (شکل ۴-۲۲).

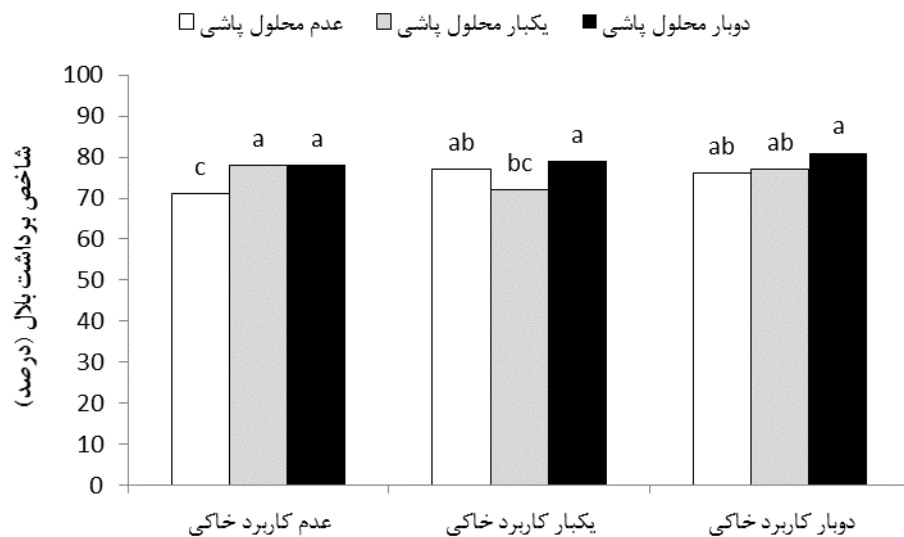


شکل ۴-۲۲- تأثیر همزیستی قارچ میکوریزا و محلول پاشی با کود فلومیکس بر شاخص برداشت محصول ذرت تحت شرایط رقابت با علف های هرز

شاخص برداشت صفت مهمی است که تحت تأثیر صفاتی از قبیل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک قرار می گیرد و از طرف دیگر شاخص برداشت با عملکرد دانه رابطه نزدیکی دارد و افزایش عملکرد دانه می تواند میزان شاخص برداشت محصول را تحت تأثیر خود قرار دهد. لذا با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش و تأثیر مثبتی که حضور قارچ میکوریزا و محلول پاشی فلومیکس بر عملکرد دانه داشت و موجب افزایش آن صفت گشت، افزایش صفت شاخص برداشت محصول نیز دور از انتظار نبود. به طور کلی، این گونه به نظر می رسد که استفاده تواما از قارچ میکوریزا و محلول پاشی فلومیکس موجب بهبود شرایط تغذیه گیاه شده است. احتمالاً قارچ میکوریزا از طریق افزایش سطح تماس توسط هیف های قارچی، یا به عبارت دیگر از طریق افزایش طول موثر ریشه که گاهی ممکن است تا ۱۰۰ برابر واحد طول ریشه افزایش یابد، بر صفت عملکرد دانه موثر بوده همچنین دلیل دیگر که می توان بیان نمود انجام فرآیند محلول پاشی است باعث افزایش جذب عناصر غذایی از طریق اندام های هوایی می شود، توانسته اند روی عملکرد دانه تأثیر مثبت بگذارند و در نهایت منجر به افزایش شاخص برداشت محصول شود. شاخص برداشت بیان کننده نسبت مواد فتوسنتزی بین عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک است (الیستون، ۱۹۷۹). در حقیقت بالاتر بودن شاخص برداشت نمایانگر انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر از گیاه به دانه می باشد. در گیاهان زراعی دانه ای، شاخص برداشت (نسبت وزن خشک دانه به وزن خشک کل قسمت هوایی) معیاری از کارایی تخصیص ماده خشک به قسمت های زایشی است که می تواند تحت تأثیر شرایط محیطی قرار گیرد. توله نار و همکاران (۱۹۹۴) عنوان کردند که شاخص برداشت ذرت بر اثر تداخل علف های هرز به طور معنی داری کاهش پیدا می کند همچنین نتایج مشابهی توسط بلک شاو (۱۹۹۴) در مورد گیاه لوبیا بدست آمد. کاهش شاخص برداشت یک محصول نشان از کاهش عملکرد دانه آن می باشد. علف هرز به دلیل اینکه باعث کاهش فتوسنتز و شیره پرورده در گیاه زراعی می شود در نتیجه باعث کاهش عملکرد دانه و در نهایت کاهش شاخص برداشت خواهد شد. در این پژوهش محلول پاشی کود فلومیکس و کاربرد قارچ میکوریزا باعث افزایش فتوسنتز در گیاه شده اند و در نتیجه کاهش شاخص برداشت کمتر مشاهده شده است.

۴-۱۵-۱۴- شاخص برداشت بلال

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۳) بیانگر تأثیر معنی دار محلول پاشی کود فلومیکس و اثر متقابل محلول پاشی و کاربرد خاکی فلومیکس در سطح احتمال ۵ درصد بر شاخص برداشت بلال بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین ها تیمار دوبار محلول پاشی فلومیکس در شرایط دوبار کاربرد خاکی فلومیکس و تیمار عدم محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس به ترتیب با ۸۱ و ۷۱ درصد دارای بیشترین و کمترین میزان شاخص برداشت بلال بودند (شکل ۴-۲۳). همچنین نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که تیمارهای دوبار محلول پاشی + دوبار کاربرد خاکی فلومیکس، دوبار محلول پاشی + یکبار کاربرد خاکی فلومیکس، یکبار محلول پاشی + عدم کاربرد خاکی فلومیکس و دوبار محلول پاشی + عدم کاربرد خاکی فلومیکس با بیشترین میزان شاخص برداشت بلال در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۲۳).



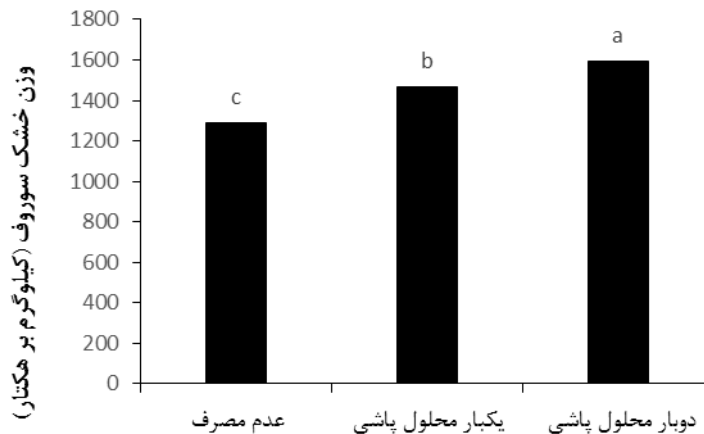
شکل ۴-۲۳- اثر کاربرد خاکی و محلول پاشی کود فلومیکس بر شاخص برداشت بلال تحت شرایط رقابت با علف های

هرز

۴-۱۶- وزن خشک علف های هرز

۴-۱۶-۱- وزن خشک علف هرز سوروف

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۵) نشان داد که اثر اصلی محلول پاشی کود فلومیکس در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک علف هرز سوروف معنی دار بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین های این صفت مشخص شد که محلول پاشی کود فلومیکس بر وزن خشک این علف هرز تأثیر گذاشت و سبب افزایش آن شد به طوری که در تیمار عدم مصرف میزان وزن خشک علف هرز سوروف معادل ۱۲۹۲ کیلوگرم در هکتار بود اما در شرایط دوبار محلول پاشی مقدار این صفت ۱۹ درصد افزایش نشان داد و به عدد ۱۵۹۵ کیلوگرم در هکتار رسید (شکل ۴-۲۴).



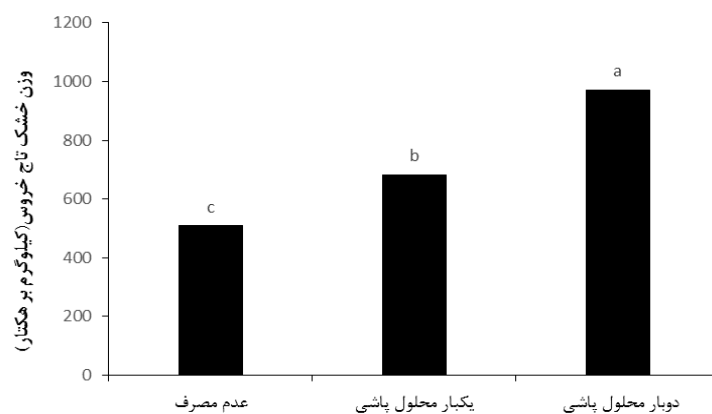
شکل ۴-۲۴- اثر محلول پاشی کود فلومیکس بر وزن خشک علف هرز سوروف

علف های هرز همواره برای کسب منابع با گیاهان زراعی در حال رقابت هستند. منابع غذایی یکی از مهمترین منابع جهت رقابت بین گیاهان زراعی و علف های هرز به شمار می آیند. اگر علف هرز با گیاه زراعی کشت شده در یک خانواده قرار گیرد و سیستم ریشه ای یکسان یا نزدیک بهم نیز داشته

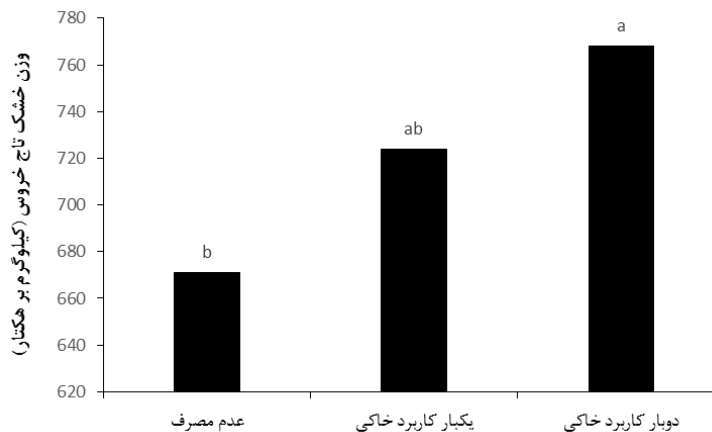
باشند، این رقابت شدیدتر خواهد بود. در این پژوهش گیاه زراعی کشت شده ذرت بود که با علف هرز سوروف در یک خانواده (گرامینه) قرار گرفتند. محلول پاشی کود فلومیکس هرچند باعث افزایش در خصوصیات کمی و کیفی گیاه ذرت شد، اما متأسفانه سبب افزایش رشد علف هرز سوروف نیز شد. زیرا به دلیل وجود شباهت بین سیستم جذبی علف هرز سوروف و گیاه ذرت، این علف هرز سمج توانست از منابع موجود در جهت افزایش رشد خود استفاده کند. در نتیجه بر اساس نتایج حاصل علف هرز سوروف توانست بیشترین وزن خشک را در بین سایر علف های به خود اختصاص دهد.

۴-۱۶-۲- وزن خشک علف هرز تاج خروس

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۵) بیانگر تأثیر معنی دار محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر وزن خشک علف هرز تاج خروس در سطح احتمال یک درصد بود. مقایسه میانگین های این صفت نشان داد که تیمار دوبار محلول پاشی نسبت به تیمار عدم محلول پاشی کود فلومیکس وزن خشک علف هرز تاج خروس را ۴۸ درصد افزایش داد، به طوری که میزان وزن خشک این علف هرز از ۵۰۸ کیلوگرم در هکتار در شرایط عدم محلول پاشی به ۹۷۲ کیلوگرم در هکتار در اثر اعمال تیمار دوبار محلول پاشی کود فلومیکس افزایش یافت (شکل ۴-۲۵). همچنین کاربرد خاکی کود فلومیکس وزن خشک علف هرز تاج خروس را از ۶۷۱ کیلوگرم در هکتار در تیمار عدم مصرف به ۷۶۸ کیلوگرم در هکتار در تیمار دوبار کاربرد خاکی کود فلومیکس افزایش داد (شکل ۴-۲۶).



شکل ۴-۲۵- اثر محلول پاشی کود فلومیکس بر وزن خشک علف هرز تاج خروس



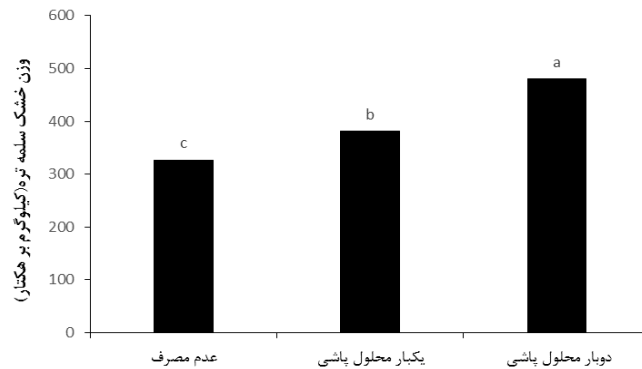
شکل ۴-۲۶- اثر کاربرد خاکی کود فلومیکس بر وزن خشک علف هرز تاج خروس

تاج خروس سومین علف هرز غالب دولپه ای در سطح جهان است که به دلیل دارا بودن طبیعت رشد نامحدود و مسیر فتوسنتزی چهار کربنه، در دمای بالا و نور شدید به ویژه در مزارع گیاهان زراعی تابستانه و گرما دوست نظیر ذرت قدرت رقابتی بیشتری از خود نشان می دهد (رولند، ۲۰۰۰؛ رولند و اسمیت، ۲۰۰۰). همچنین بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش می توان بیان نمود که این علف هرز دارای قدرت رقابتی بالایی است، زیرا در شرایطی که کود فلومیکس به صورت محلول پاشی و کاربرد خاکی به مزرعه اضافه شد این علف هرز توانست از عناصر غذایی موجود در این کود در جهت افزایش رشد و نمو خود استفاده نماید.

۴-۱۶-۳- وزن خشک علف هرز سلمه تره

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۵) حاکی از وجود اختلاف معنی دار محلول پاشی کود فلومیکس در سطح احتمال یک درصد بر صفت وزن خشک علف هرز سلمه تره بود. نتایج مقایسه میانگین های صفت وزن خشک علف هرز سلمه تره نشان داد که بیشترین وزن خشک مربوط به تیمار

دوبار محلول پاشی کود فلومیکس با ۴۸۰ کیلوگرم در هکتار بود. تیمار یکبار محلول پاشی نیز با ۳۸۱ کیلوگرم در هکتار در ردیف دوم قرار گرفت و تیمار عدم مصرف با ۳۲۷ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان وزن خشک علف هرز سلمه تره را به خود اختصاص داد (شکل ۴-۲۷).



شکل ۴-۲۷- اثر محلول پاشی کود فلومیکس بر وزن خشک علف هرز سلمه تره

۴-۱۷- ترکیب علف های هرز

بر اساس مشاهدات انجام شده، ترکیب علف های هرز سطح مزرعه مورد آزمایش سوروف (*Echinochloa crus gali* L.)، تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.) و سلمه تره (*Chenopodium album* L.) بود. این سه علف هرز در تمامی کرت های آزمایشی مشاهده گردید. البته در برخی از کرت ها نیز علف های هرزی از قبیل تاج ریزی (*Solanun spp*)، مرغ (*Agropyron repens*)، پیچک (*Convolvulus arvensis* L.) و آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) نیز مشاهده شد ولی مقدار آنها بسیار کم بود و در اکثر موارد به صورت تک بوته در برخی از کرت ها مشاهده گردید. بر اساس نتایج وزن خشک علف های هرز و مشاهدات عینی می توان بیان کرد که علف هرز غالب مزرعه سوروف بود. حضور این علف هرز در مواردی نیز باعث کاهش ارتفاع بوته ذرت شد. علف هرز تاج خروس در رتبه دوم قرار گرفت و به صورت لکه ای در سطح مزرعه مشاهده شد.

علف هرز سلمه تره نیز با تراکم کمتری در سطح مزرعه مشاهده گردید و بر اساس نتایج وزن خشک علف های هرز در رتبه سوم قرار گرفت.

نتیجه گیری:

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در طول دوره رشد گیاه، گیاهان تحت تأثیر کاربرد قارچ میکوریزا، کاربرد خاکی و محلول پاشی با کود فلومیکس قرار گرفتند. بنابراین استفاده توأم کاربرد خاکی و محلول پاشی کود فلومیکس در شرایط حضور قارچ میکوریزا در سطح مزرعه می تواند روی رشد گیاه ذرت تأثیر مثبت گذاشته و سبب افزایش صفات کمی و کیفی در این گیاه گردد. بعلاوه، در این تحقیق مشاهده گردید که غلظت و محتوای برخی از پارامترهای کیفی، همچنین مقادیر پارامترهای کمی در نتیجه کاربرد قارچ میکوریزا، کاربرد خاکی و محلول پاشی کود فلومیکس افزایش یافته، بنابراین بهبود پارامترهای کمی و کیفی در گیاه ذرت می تواند در توان رقابتی گیاه با علف های هرز تأثیر مثبت فراوان گذاشته و سبب افزایش آن شود. حال اگر با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش هدف از کاشت ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ تولید دانه باشد، یکبار محلول پاشی کود فلومیکس در سطح مزرعه در شرایط حضور قارچ میکوریزا قابل توصیه است. ولی با توجه به این موضوع که هدف از کاشت گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ در بیشتر مناطق شاهرود حصول حداکثر عملکرد بیولوژیک آن می باشد، لذا استفاده از کود فلومیکس هم بصورت کاربرد خاکی و هم بصورت محلول پاشی در سطح مزرعه و وجود قارچ میکوریزا در خاک مزرعه قابل توصیه است.

همچنین جهت صرفه جویی در هزینه های اقتصادی زارعین، طبق اطلاعات حاصل شده از این پژوهش یکساله می توان جهت افزایش عملکرد گیاه ذرت در واحد سطح گزینه دوبار محلول پاشی با کود فلومیکس را در سطح مزرعه روی اندام های هوایی گیاه توصیه نمود.

پیشنهادهای:

۱- پیشنهاد می‌شود در صورت وجود امکانات کافی جهت انجام عملیات محلول پاشی از سمپاش‌های دارای سیستم همزن استفاده نموده تا محلول پاشی به صورت یکنواخت روی اندام‌های گیاهی صورت گیرد و همچنین مانع از رسوب محلول فلو میکس در انتهای مخزن سمپاش شود.

۲- پیشنهاد می‌شود این آزمایش روی گیاهان زراعی متفاوت با گونه های قارچ میکوریزای مختلف بررسی شود.

۳- پیشنهاد می‌شود این پژوهش با نظر گرفتن یک تیمار به عنوان شاهد که تمام کودهای نیتروژن، پتاسیم و فسفر را کامل دریافت کند تکرار شود.

۴- پیشنهاد می‌شود این آزمایش در مناطق مختلف با شرایط اقلیمی متفاوت در سال های دیگر تکرار شود.

پیوست و ضمیمه

جدول پیوست ۱- میانگین مربعات خصوصیات کمی صفات مورد مطالعه در گیاه ذرت (*Zea mays* L.)

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	وزن هزار دانه	عمق دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	شاخص برداشت بلال
بلوک (R)	۲	۶/۰۳۴ ^{ns}	۰/۸۵۰ ^{ns}	۱۵۵/۵۲۰ ^{ns}	۱/۱۱۴ ^{ns}	۴۱۴۹۳۵/۴۰۷ ^{**}	۳۸۱۱۵۰/۱۶۹ ^{ns}	۵/۵۰۸ ^{ns}	۱۸/۴۶۳ ^{ns}
کاربرد قارج میکوریزا (A)	۱	۳۶/۳۴۲ ^{**}	۵/۴۷۹ ^{**}	۲۵۶۷/۴۹۱ ^{**}	۵/۷۱۷ [*]	۱۳۷۵۲۱۶۶/۶۸۵ ^{**}	۶۲۴۳۶۶/۴۴۷ [*]	۱۲۹۴/۶۷۹ ^{**}	۳۷۸/۶۸۵ ^{**}
محلول پاشی (B)	۲	۶۹/۰۹۴ ^{**}	۱۶/۲۴۵ ^{**}	۱۶۱۵/۰۷۶ ^{**}	۲/۸۳۶ [*]	۱۰۲۹۷۹۶۲/۷۴۱ ^{**}	۴۸۳۶۸۰/۶۶۳ [*]	۴۳۷/۵۸۳ ^{**}	۲۶/۳۵۲ ^{ns}
اثر متقابل (AB)	۲	۰/۶۹۱ ^{ns}	۰/۴۶۵ ^{ns}	۸۵۱/۹۶۲ [*]	۱/۱۹۳ ^{**}	۱۷۷۳۵۳/۱۸۵ ^{ns}	۳۳۲۲۳۰/۱۶۵ ^{ns}	۲۰/۳۱۸ ^{**}	۵/۵۷۴ ^{ns}
کاربرد خاکی (C)	۲	۱۳/۹۵۱ ^{**}	۲/۴۹۵ ^{**}	۱۰۶۵/۹۲۰ [*]	۰/۷۸۱ ^{ns}	۲۰۱۹۴۹۴/۰۱۹ ^{**}	۸۱۲۲۲/۱۳۹ ^{ns}	۶۸/۰۴۳ ^{**}	۴۱۷/۳۵۲ ^{**}
اثر متقابل (AC)	۲	۰/۰۵۰۹ ^{ns}	۰/۰۵۱ ^{ns}	۱۱۱/۲۹۶ ^{ns}	۰/۱۵۶ ^{ns}	۲۱۲۲۸۵/۰۱۹ ^{ns}	۱۳۹۶۲۴/۰۸۷ ^{ns}	۳/۱۳۱ ^{ns}	۴۳/۴۶۳ [*]
اثر متقابل (BC)	۴	۱۶/۸۱۱ ^{**}	۰/۹۰۲ ^{ns}	۲۹۰/۸۸۹ ^{ns}	۰/۲۶۶ ^{ns}	۳۴۹۲۷۷/۰۱۹ ^{**}	۳۸۱۹۴۶/۷۷۷ [*]	۵/۵۴۱ ^{ns}	۸/۱۳۰ ^{ns}
اثر متقابل (ABC)	۴	۰/۳۵۰ ^{ns}	۱/۳۷۴ [*]	۲۴۱۲/۳۰۲ ^{**}	۰/۳۵۷ ^{ns}	۲۱۲۲۸۵/۰۱۹ [*]	۲۱۴۷۲۰/۲۴۷ ^{ns}	۱۰/۳۹۹ [*]	۱۲/۵۱۹ ^{ns}
خطای آزمایش (E)	۳۴	۲/۲۰۸	۰/۴۵۲	۲۲۱/۳۳۶	۰/۳۳۴	۷۲۵۲۲/۰۵۴	۱۴۲۳۷۶/۱۶۴	۳/۸۳۷	۱۰/۲۶۷
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۴۹	۵/۷۸	۸/۲۸	۸/۵۰	۵/۴۶	۲۱/۰۲	۶/۷۰	۴/۱۵

*, ** و ^{ns} به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی داری می باشد

جدول پیوست ۲- میانگین مربعات خصوصیات کیفی صفات مورد مطالعه در گیاه ذرت (*Zea mays* L.)

منابع تغییر	درجه آزادی	کلونیزاسیون ریشه	پروتئین دانه	فسفر دانه	قند محلول برگ	کلروفیل a	کلروفیل b	R.W.C اوایل پر شدن دانه
بلوک (R)	۲	۱۹/۹۰۷ ^{ns}	۱/۵۰۱ ^{ns}	۰/۰۹۸ ^{ns}	۸۶/۹۷۹ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۱۴/۱۵۷ ^{ns}
کاربرد قارج میکوریزا (A)	۱	۴۵۳۷/۵۰۰ ^{**}	۴۲/۱۳۵ ^{**}	۳/۶۱۴ ^{**}	۲۱۵/۲۰۱ ^{ns}	۰/۳۵۱ ^{**}	۰/۳۵۱ ^{**}	۹۷/۸۷۶ ^{**}
محلول پاشی (B)	۲	۱۳۹/۳۵۲ ^{**}	۳۲/۳۷۵ ^{**}	۰/۵۹۶ [*]	۲۵۵/۲۰۴ [*]	۰/۲۸۱ ^{**}	۰/۲۸۱ ^{**}	۹۳/۷۲۵ ^{**}
اثر متقابل (AB)	۲	۸۴/۷۲۲ [*]	۲/۱۵۱ ^{ns}	۱/۴۲۳ ^{**}	۱۸۹/۴۹۶ [*]	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۷۱/۹۳۴ ^{**}
کاربرد خاکی (C)	۲	۵۸/۷۹۶ ^{ns}	۲/۰۹۴ ^{ns}	۰/۰۸۷ ^{ns}	۶۶/۹۷۰ ^{ns}	۰/۰۷۴ ^{**}	۰/۰۷۴ ^{**}	۱۲/۹۵۶ ^{ns}
اثر متقابل (AC)	۲	۹/۷۲۲ ^{ns}	۲/۲۴۱ ^{ns}	۰/۰۹۷ ^{ns}	۱۱۲/۸۸۴ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۲۳۴/۴۶۵ ^{**}
اثر متقابل (BC)	۴	۸۰/۳۲۴ [*]	۱۵/۵۲۶ ^{**}	۰/۱۶۰ ^{ns}	۴۲/۸۶۵ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۱۱۷/۶۶۴ ^{**}
اثر متقابل (ABC)	۴	۳۸/۱۹۴ ^{ns}	۳/۵۱۴ [*]	۰/۵۹۵ [*]	۱۰۹/۴۸۲ ^{ns}	۰/۰۱۴ ^{**}	۰/۰۱۴ ^{**}	۷۶/۱۷۸ ^{**}
خطای آزمایش (E)	۳۴	۲۱/۳۷۸	۱/۳۰۲	۰/۱۷۸	۵۷/۲۳۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۱۲/۰۹۴
ضریب تغییرات (درصد)		۱۰/۱۷	۱۲/۳۸	۱۵/۴۶	۱۰/۲۸	۵/۴۷	۱۱/۲۴	۶/۶۰

*, ** و ^{ns} به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی داری می باشد

جدول پیوست ۳- میانگین مربعات خصوصیات کمی صفات مورد مطالعه در شرایط رقابت با علف های هرز در گیاه ذرت (*Zea mays* L.)

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	وزن هزار دانه	عمق دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	شاخص برداشت بلال
بلوک (R)	۲	۲/۹۲۱ ^{ns}	۱/۰۲۲ ^{ns}	۱۵۵/۴۱۹ ^{ns}	۰/۵۴۸ ^{ns}	۱۰۵۸۲۸۲۱/۷۹۶ ^{**}	۱۴۳۱۴۲/۲۹۶ ^{**}	۱۳۵/۵۷۷ ^{ns}	۲۵/۹۰۷ ^{ns}
کاربرد قارج میکوریزا (A)	۱	۶۳/۳۷۵ ^{**}	۲۴/۰۰۰ [*]	۲۵۶۶/۸۰۱ ^{**}	۵/۷۰۴ ^{**}	۵۸۵۶۲۰۵/۳۵۲ ^{ns}	۲۶۹۳۸۱/۴۰۷ ^{**}	۰/۲۸۵ ^{ns}	۱۲/۵۱۹ ^{ns}
محلول پاشی (B)	۲	۵۵/۸۶۷ ^{**}	۰/۲۱۴ ^{ns}	۱۶۱۴/۸۶۱ ^{**}	۲/۸۴۴ ^{**}	۳۶۹۴۵۳۴۹/۰۱۹ ^{**}	۳۳۹۶۹۵۱/۷۹۶ ^{**}	۳۶۵/۰۸۰ ^{**}	۱۰۳/۱۸۵ [*]
اثر متقابل (AB)	۲	۶/۱۸۷ ^{ns}	۰/۸۰۷ ^{ns}	۸۵۱/۶۲۵ [*]	۱/۱۸۱ [*]	۵۷۴۳۷۰۳/۱۳۰ [*]	۷۵۵۳۴/۲۴۱ [*]	۱۸۴/۵۸۴ [*]	۶/۷۴۱ ^{ns}
کاربرد خاکی (C)	۲	۲۰/۲۰۲ ^{**}	۱/۴۱۸ ^{ns}	۱۰۶۶/۶۲۳ [*]	۰/۷۸۸ ^{ns}	۷۸۰۳۴۹/۴۰۷ ^{ns}	۱۵۵۵۵۹/۰۱۹ ^{**}	۴۳/۵۲۵ ^{ns}	۳۰/۵۱۹ ^{ns}
اثر متقابل (AC)	۲	۰/۵۷۷ ^{ns}	۰/۴۷۱ ^{ns}	۱۱۱/۳۷۵ ^{ns}	۰/۱۵۸ ^{ns}	۲۵۱۴۳/۴۰۷ ^{ns}	۲۱۰۷/۵۷۴ ^{ns}	۵/۱۳۴ ^{ns}	۵۸/۷۴۱ ^{ns}
اثر متقابل (BC)	۴	۹/۶۹۰ [*]	۰/۲۰۵ ^{ns}	۲۹۰/۹۵۲ ^{ns}	۰/۲۶۸ ^{ns}	۸۹۱۷۶۶/۲۴۱ ^{ns}	۱۲۲۱۲۰/۲۶۹ ^{**}	۴۸/۰۶۶ ^{ns}	۵۷/۴۰۷ [*]
اثر متقابل (ABC)	۴	۱/۹۳۹ ^{ns}	۰/۴۳۸ ^{ns}	۲۴۱۲/۷۲۳ ^{**}	۰/۳۵۹ ^{ns}	۹۱۸۹۲۹/۰۱۹ ^{ns}	۹۹۲۵/۱۵۷ ^{ns}	۱۶/۵۲۶ ^{ns}	۴۷/۱۳۰ ^{ns}
خطای آزمایش (E)	۳۴	۳/۴۴۷	۰/۴۴۴	۲۲۱/۳۴۲	۰/۳۳۴	۱۸۴۳۹۶۲/۷۱۸	۱۸۵۴۸/۵۳۲	۵۳/۹۷۱	۲۲/۹۸۶
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۲۹	۶/۱۲	۷/۵۹	۱۰/۴۹	۲۲/۴۰	۷/۸۴	۲۴/۴۲	۶/۲۵

*, **, و^{ns} به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی داری می باشد

جدول پیوست ۴- میانگین مربعات خصوصیات کیفی صفات مورد مطالعه در شرایط رقابت با علف های هرز در گیاه ذرت (*Zea mays* L.)

منابع تغییر	درجه آزادی	کلونیزاسیون ریشه	پروتئین دانه	فسفر دانه	قند محلول برگ	کلروفیل a	کلروفیل b	R.W.C اوایل پر شدن دانه
بلوک (R)	۲	۷/۴۰۷ ^{ns}	۰/۵۱۶ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۱۸۲/۳۳۵ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۱۲۸/۹۴۳ ^{ns}
کاربرد قارج میکوریزا (A)	۱	۴۱۷۸/۲۴۱ ^{**}	۱۲/۰۵۱ ^{**}	۲۱/۰۸۱ [*]	۱۷۹۴/۷۰۲ ^{**}	۰/۳۵۹ ^{**}	۰/۳۴۷ ^{**}	۲۷۲۸/۵۳۴ ^{**}
محلول پاشی (B)	۲	۴۸۶/۵۷۴ ^{**}	۱۹/۸۳۷ ^{**}	۱۱/۱۸۳ [*]	۹۱۹/۷۹۶ ^{**}	۰/۲۹۵ ^{**}	۰/۲۸۴ ^{**}	۸۰۴/۰۱۱ ^{**}
اثر متقابل (AB)	۲	۱۹۷/۶۸۵ ^{**}	۲/۰۶۲ ^{ns}	۴/۱۹۲ ^{**}	۳۸۱/۹۵۵ [*]	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۱۴۳/۴۸۱ [*]
کاربرد خاکی (C)	۲	۱۴/۳۵۲ ^{ns}	۱/۸۷۸ ^{ns}	۱۷/۷۹۰ [*]	۳۰۹/۹۲۶ ^{ns}	۰/۰۸۱ ^{**}	۰/۰۷۶ ^{**}	۱۲۵/۶۹۹ ^{ns}
اثر متقابل (AC)	۲	۱۰۳/۲۴۱ ^{**}	۰/۱۰۷ ^{ns}	۰/۷۵۲ ^{ns}	۲۲۴/۹۸۷ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۱۰/۲۱۷ ^{ns}
اثر متقابل (BC)	۴	۱۷۱/۹۹۱ ^{**}	۱/۶۷۹ ^{ns}	۴/۲۱۳ [*]	۳۲۷/۴۸۴ [*]	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۴۴/۸۸۳ ^{ns}
اثر متقابل (ABC)	۴	۱۶/۴۳۵ ^{ns}	۹/۵۳۷ ^{**}	۰/۳۹۳ ^{ns}	۱۸۳/۶۳۷ ^{ns}	۰/۰۱۲ ^{**}	۰/۰۱۴ ^{**}	۶۵/۴۴۵ ^{ns}
خطای آزمایش (E)	۳۴	۱۰/۳۴۹	۱/۲۹۱	۰/۸۲۶	۱۰۶/۴۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۴۳/۹۸۶
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۷۸	۱۴/۳۸	۲۹/۷۰	۱۵/۰۳	۹/۱۳	۱۳/۶۲	۹/۵۰

*, ** و ^{ns} به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی داری می باشد

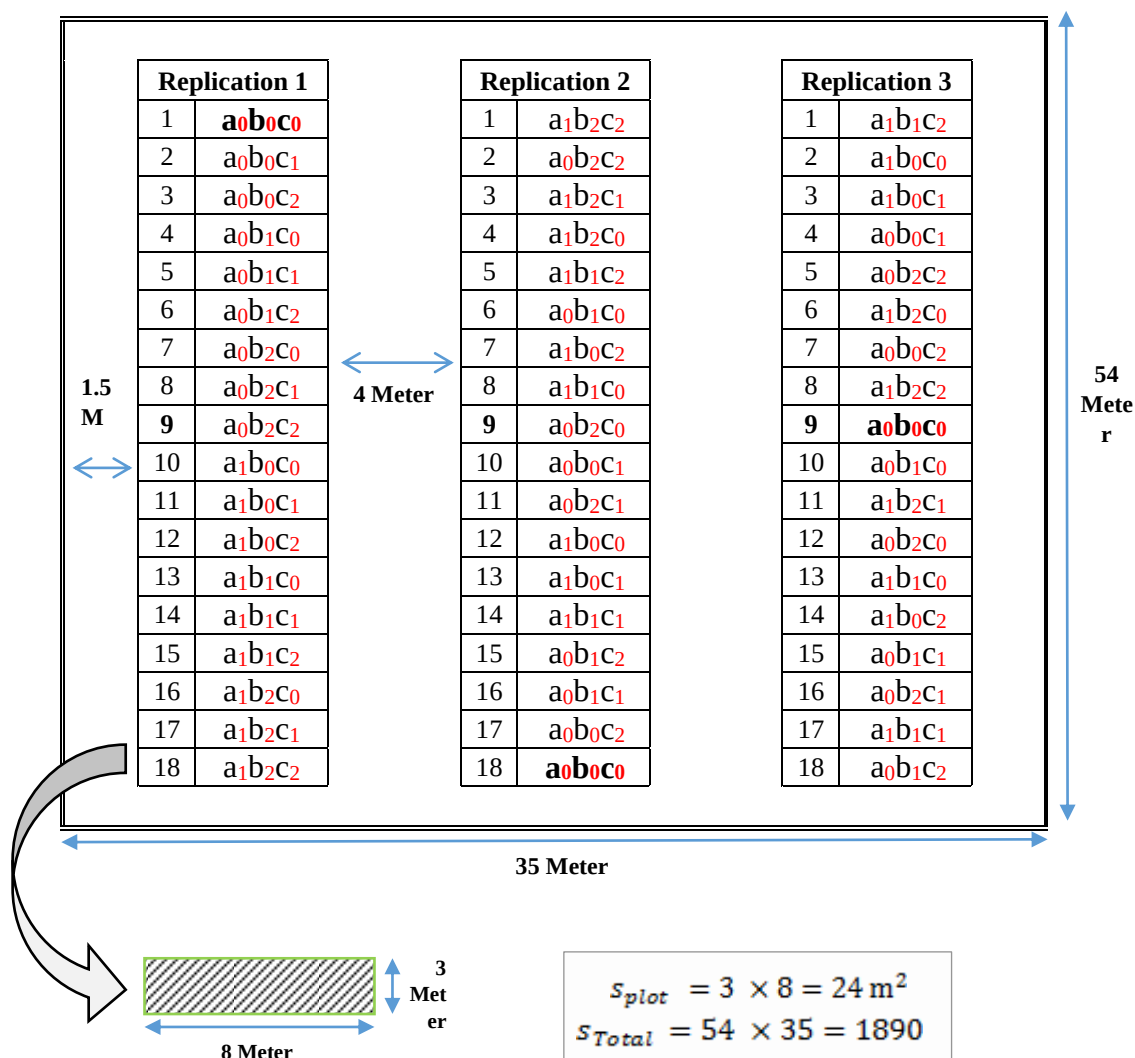
جدول پیوست ۵- میانگین مربعات وزن خشک علف های هرز سوروف، تاج خروس و سلمه تره

منابع تغییر	درجه آزادی	سوروف	تاج خروس	سلمه تره
بلوک (R)	۲	^{ns} ۳۲۰۴/۶۸۵	[*] ۲۴۴۴۴/۰۵۶	^{ns} ۱۰۸/۷۲۲
کاربرد قارج میکوریزا (A)	۱	^{ns} ۱۲۲۳۱۱۳/۵۰۰	^{ns} ۷۵۵/۶۳۰	^{ns} ۳۸۴/۰۰۰
محلول پاشی (B)	۲	^{**} ۲۹۲۹۹۸/۵۷۴	^{**} ۹۸۸۵۰۱/۰۵۶	^{**} ۱۰۹۲۳۵/۰۵۶
اثر متقابل (AB)	۲	^{ns} ۴۱۵۷/۰۵۶	^{ns} ۲۰۷۷/۳۵۲	^{ns} ۱۰۵۳/۷۲۲
کاربرد خاکی (C)	۲	^{ns} ۱۴۷۴۳/۹۰۷	^{**} ۴۲۸۱۶/۰۵۶	^{ns} ۵۲۶/۷۲۲
اثر متقابل (AC)	۲	^{ns} ۹۵۸۳/۳۸۹	^{ns} ۹۶۲/۰۱۹	^{ns} ۶۶۰/۰۵۶
اثر متقابل (BC)	۴	^{ns} ۹۲۶۲/۶۸۵	^{ns} ۲۱۲۲/۴۴۴	^{ns} ۲۲۳/۱۱۱
اثر متقابل (ABC)	۴	^{ns} ۹۶۹۶/۴۴۴	^{ns} ۱۳۲۹۳/۵۷۴	^{ns} ۱۰۱۰/۷۷۸
خطای آزمایش (E)	۳۴	۸۰۶۶/۷۴۴	۷۳۶۳/۵۰۷	۴۵۸/۳۸۹
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۴۷	۱۱/۸۹	۵/۴۰

^{*}، ^{**} و ^{ns} به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی داری می باشد

جدول پیوست ۶- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

اسیدیت گل اشباع	هدایت الکتریکی	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	آهن قابل جذب	روی قابل جذب	منگنز قابل جذب	مس قابل جذب	کربن آلی	نیتروژن کل	رس	لای	شن	کلاس بافت
$\text{Ec} \times 10^3$ (ds/m)	ppm	Mg. Kg^{-1}			%								
۷/۷۹	۱/۳۴	۱۴/۴	۱۸۱/۴	۲/۶	۰/۵۰	۴/۶	۰/۶۲	۰/۵۹	۰/۱۰۵	۳۰/۷	۴۹/۲	۲۰/۱	لومی رسی



شکل پیوست ۱- نقشه کاشت زمین (a: قارچ میکوریزادر دوسطح، a₀: عدم کاربرد قارچ و a₁: کاربرد قارچ - b: محلول پاشی کود فلومیکس در سه سطح، b₀: عدم محلول پاشی فلومیکس، b₁: یکبار محلول پاشی فلومیکس و b₂: دوبار محلول پاشی فلومیکس - c: کاربرد خاکی کود فلومیکس در سه سطح، c₀: عدم کاربرد خاکی فلومیکس، c₁: یکبار کاربرد خاکی فلومیکس و c₂: دوبار کاربرد خاکی فلومیکس)

منابع:

- امام، یحیی. (۱۳۸۶). زراعت غلات انتشارات دانشگاه شیراز، چاپ سوم.
- احمدی، ع.، راشد محصل، م. ع.، باغستانی، م.، و رستمی، م. (۱۳۸۲). بررسی اثر دوره بحرانی رقابت علف های هرز بر عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات مورفولوژیک لوبیا رقم درخشان. مجله پژوهش های زراعی ایران. جلد ۳. شماره ۲. صفحات ۱۷۱-۱۸۲.
- انصاری جوینی، م.، چائی چی، م. ر.، و احتشامی، م. ر. (۱۳۹۱). بررسی تأثیر کم آبیاری و کودهای فسفر بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم سورگوم دانه ای (کیمیا و سپیده). مجله علوم گیاهان زراعی ایران. جلد ۴۳. شماره ۳. صفحات ۴۲۱-۴۳۵.
- آقاعلیخانی، م.، مدرس ثانوی، ع. م.، و بانکه ساز، ا. (۱۳۷۸). تأثیر تراکم و زمان سبز شدن تاج خروس بر تجمع ماده خشک و اجزای عملکرد ذرت دانه ای. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. کرج. صفحه ۳۷۹.
- پورآذر، ر.، و زند، ا. (۱۳۸۷). مقایسه کارایی غلظت های جدید دینامیک (آمیگاریازون)، اولتما (نیکوسولفورون + ریم سولفورون) در کنترل علف های هرز در استان خوزستان، خلاصه مقالات هجدهمین کنگره گیاه پزشکی ایران (جلد سوم). دانشگاه بو علی سینا همدان.
- تاجبخش، م. (۱۳۷۵). ذرت (زراعت، اصلاح، آفات و بیماری های آن). انتشارات احرار تبریز. ۱۳۳ صفحه.
- جهان، م.، کوچکی، ع.، قربانی، ر.، رجائی، ف.، آریایی، م.، و ابراهیمی، ا. (۱۳۸۸). اثر کاربرد کودهای زیستی بر برخی ویژگیهای اگرواکولوژیکی ذرت در نظام های زراعی رایج و اکولوژیک. مجله پژوهش های زراعی ایران. جلد ۷. شماره ۲. ص. ۳۹۰-۳۷۵.
- خاوازی، ک.، اسدی رحمانی، ه.، و ملکوتی، م. ج. (۱۳۸۴). ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور (مجموعه مقالات - چاپ دوم با بازنگری). انتشارات سنا تهران. ۴۶۰ صفحه.
- خلد برین ب، اسلام زاده ط، (۱۳۸۰)، تغذیه معدنی گیاهان عالی، جلد دوم، انتشارات دانشگاه شیراز، ۴۹۶-۹۰۲.
- رحیمی، ا.، و آقاعلیخانی، م. (۱۳۸۹). تأثیر تراکم بوته و زمان سبز شدن تاج خروس بر کارایی استفاده از نور، ضریب خاموشی و توزیع سطح برگ و ماده خشک در تاج پوشش ذرت. مجله دانش علف های هرز. جلد ۶. شماره ۱. صفحات ۶۵-۷۷.
- رستگار، م. ج. (۱۳۸۴). زراعت نباتات علوفه ای. انتشارات برهمند. ۴۰۹ صفحه.
- زرقانی، ه.، نظامی، ا.، خواجه حسینی، م.، و ایزدی دربندی، ا. (۱۳۹۱). تأثیر زمان وجین علف های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کنجد (*Sesamum indicum*). نشریه پژوهش های زراعی ایران. جلد ۱۰. شماره ۴. صفحات ۶۹۰-۶۹۸.

- زند، ا. باغستانی، م. ع.، نظام آبادی، ن.، معینی، م.، و هادی زاده، م. ح. (۱۳۸۸). مروری بر آخرین فهرست علف کش ها و علف های هرز ایران. مجله پژوهش علف های هرز. جلد ۱. شماره ۲. ص ۸۳-۱۰۰
- زند، ا.، رحیمیان، ح.، کوچکی، ا. ر.، خلفانی، ج.، موسوی، س. ک.، و رمضانی، ا. (۱۳۸۳). اکولوژی علف های هرز. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- زند، ب.، لعلی نیا، ع.، (۱۳۸۹). زراعت غلات، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۲۷۶ صفحه.
- سوری، م. ک. (۱۳۹۴). کلاتها و آمینوکلاتها و نقش تغذیه ای آنها در گیاهان. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی.
- شورگشتی، م. (۱۳۷۷). بررسی انتخاب بهترین الگوی کاشت و تراکم و تاثیر آنها روی صفات کیفی و کمی ذرت سیلویی ۷۰۴ تحت شرایط آب و هوایی کرج. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. کرج. ایران.
- صفایی، ل. (۱۳۷۸). بررسی اکولوژیکی میکوریزاندوتروف (وسییکولار- آرباسکولار) در گیاه پوآ (*Poa bulbasa*) از خانواده گرامینه (*Graminacea*). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد. مشهد، ایران.
- عابدی بابا عربی، س.، موحدی دهنوی، م.، یدوی، ع.، و ادهمی، ا. (۱۳۹۰). تأثیر محلول پاشی روی و پتاسیم بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد گلرنگ در شرایط تنش خشکی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد ۴. صفحات ۷۵-۹۵.
- عارف، ف. (۱۳۸۷)، تاثیر عناصر روی و بور بر عملکرد و غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه ذرت، دانش کشاورزی ایران، جلد ۵، شماره ۲.
- عالی، ص.، وزان، س.، موسوی نیا، ح.، گلزردی، ف.، و چارمند، ب. (۱۳۹۳). اثر طول دورههای تداخل و کنترل علف هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت به عنوان کشت دوم بعد از کلزا در منطقه مغان. دو فصل نامه بوم شناسی علف های هرز. جلد ۲. شماره ۱. صفحات ۲۳-۳۲.
- عباسپور، م. (۱۳۷۹). تعیین دوره بحرانی کنترل علف های هرز ذرت دانه ای. پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت علف های هرز. دانشکده کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد.
- غلامی، م.، بذرافشان، ف.، و مجدم، م. (۱۳۹۰). بررسی تأثیر میزان نیتروژن و مدت زمان تداخل علف های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای (*Zea mays* L.). فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال سوم. شماره ۱۲. صفحات ۱۰۳-۱۲۳.
- فاتح، ا.، شریف زاده، ف.، مظاهری، د.، و باغستانی، م. ع. (۱۳۸۵). ارزیابی رقابت سلمه تره و الگوی کاشت ذرت روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای سینگل کراس ۷۰۴. زراعت و باغبانی. شماره ۷۳. صفحات ۸۸-۹۵.
- فتحی امیرخیز، ک.، امینی دهقی، م.، مدرس ثانوی، ع. م.، و حشمتی، س. (۱۳۹۰). اثر کاربرد خاکی و برگری عنصر آهن (Fe) بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) تحت دو رژیم رطوبتی. مجله علوم گیاهان زراعی. جلد ۴۲. شماره ۳. صفحات ۵۰۹-۵۱۸.

قورچيانی، م.، اکبری، غ. ع.، عليخانی، ح. ع.، دادی، ا. ع.، و زارعی، م. (۱۳۹۰). اثر قارچ میکوریزا آرباسکولار و باکتری *Pseudomonas fluorescence* بر ویژگی های بلال، میزان کلروفیل و عملکرد گیاه ذرت در شرایط تنش رطوبتی. مجله دانش آب و خاک. جلد ۲۱. شماره ۱. صفحات ۹۸-۱۱۴.

کامکار، ب.، و مهدوی دامغانی، ع. (۱۳۸۷). مبانی کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، تبریزی، ل.، عزیزی، گ.، و جهان، م. (۱۳۸۵). ارزیابی تنوع گونه های، کارکردی و ساختار جوامع علفهای هرز مزارع گندم و چغندر قند استان های مختلف کشور. مجله پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۴، شماره ۱.

کوچکی، ع.، و سرمدنی، غ. (۱۳۷۹). فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه
مظاهری، د. (۱۳۷۳). زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۶۲ صفحه.

مکاریان، ح. (۱۳۸۱). بررسی جنبه های رقابتی ذرت و علف هرز تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*) در دو تاریخ کاشت و تراکم های مختلف. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد.

ملکوتی، م. ج و بای بوردی، ع. (۱۳۷۸). روی عنصر مهم و فراموش شده در چرخه حیات گیاه و انسان. نشر آموزش کشاورزی. نشریه فنی شماره ۷۸. تهران، ایران. ۸۸ صفحه.

ملکوتی، م. ج.، طهرانی، م. م. (۱۳۷۸). نقش ریز مغذی ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی (عناصر خرد با اثر کلان). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۳۰۰ صفحه.

منتظری، م. (۱۳۸۴). یافته های دانش علف هرز با چشم اندازی ویژه در کنترل بیولوژیکی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.

موحدی دهنوی، م.، مدرس ثانوی، ع. م.، سروش زاده، ع.، و جلالی، م. (۱۳۸۳). تغییرات میزان پرولین، قندهای محلول کل، کلروفیل و فلورسانس کلروفیل در ارقام گلرنگ پاییزه تحت تنش خشکی و محلول پاشی روی و منگنز. مجله بیابان. جلد ۹. صفحات ۹۳-۱۰۹.

موسوی، م. (۱۳۸۰). مدیریت تلفیقی علفهای هرز اصول و روش ها. انتشارات نشر میعاد ۴۶۰ صفحه.

نوابی، ف.، و ملکوتی، م. ج. (۱۳۸۷). اثر تغذیه متعادل عناصر غذایی بر کمیت و کیفیت ذرت دانه ای. چکیده مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران. ص. ۳۲۱-۳۱۹.

نورمحمدی، قربان. س. ع. سیادت و ع. کاشانی. (۱۳۷۷). زراعت غلات، جلد اول.

نوروززاده، ش.، راشد محصل، م. ج.، نصیری محلاتی، م.، کوچکی، ع.، و عباسپور، م. (۱۳۸۷). ارزیابی تنوع گونه ای، کارکردی و ساختار جوامع علفهای هرز مزارع گندم در استان های خراسان شمالی، جنوبی و رضوی. مجله پژوهش های زراعی ایران. جلد ۶، شماره ۲. صفحات ۴۷۱ تا ۴۸۵

یدوی، ع. ر.، زند، ا.، قلاوند، ا. و آقاعلیخانی، م. (۱۳۸۶). بررسی اثر تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه ای تحت رقابت با علف هرز تاج خروس ریشه قرمز

یزدان دوست همدانی، م. ع.، رضایی، م.، و خواجه پور، م. ر. (۱۳۷۹). بررسی مبانی مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی عملکرد ذرت از طریق تجزیه علیت. چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحات ۶۳۳ تا ۶۳۴.

Abdali, R. (2003). Effect of application of mycorrhizal and phosphorus levels in the different levels of irrigation on yield and yield components and some morphological characteristics of popcorn. *MSc. Thesis, University of Tehran*. Tehran, Iran. (In Farsi)

Abou El-Nour E. A. A. (2002). Growth and nutrient contents - Response of maize to foliar nutrition with micronutrients under irrigation with Saline water. *J. Biol. Sci.* 2, 92-97.

Aghababai, F., and Raisi, F. (2011). The effect of mycorrhizae symbiosis on chlorophyll, photosynthesis and water use efficiency in four genotype of *Prunus amygdalus* in Chaharmahal and Bakhtiari. *Journal of science and technology of agriculture and natural resources*. 56, 92-101p.

Aliasgharzad, N., Neyshabouri, M. R., and Salimi, G. (2006). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and *Bradyrhizobium japonicum* on drought stress of soybean. *Biologia, Bratislava*, 61Suppl 19, 324-328p.

Aliston, A. M. (1976). Effects of depth of fertilizer placement on wheat grown under there water ergimes . *Agric Res* 27: 1-10

Alizadeh, A. (2005). Study effect of different amount of nitrogen and drought stress at different growth stages, yield, component yield and amount of nutrients concentration and also study the mycorrhizae symbiosis in corn. *Ph.d thesis, Azad university of Ahvaz, Science and Research Branch*. Ahvaz, Iran. (In Farsi).

Allen, M. F., Swenson, W., Querejeta, J. I., Egerton-Warburton, L. M., and Treseder, K. K. (2003). Ecology of mycorrhiza: A conceptual framework for complex interaction among plants and fungi. *Annual review of phytopathology*. 41, 271-303.

Alvin, A. (2003). Modern development in fertillization. *IFA-FAO agriculture conference*. Rom, Italy.

Amerian MR, Stewart WS and Griffiths H, 2001. Effect of two species of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, assimilation and leaf water relations in maize (*Zea mays* L.). *Asp Applied Bio* 63:73-76.

Anagholi, A ., Keshmiri, M., and Mokhtarpoor, H. (2001). Surveying internal figures of feed sorghum in comparison with hybrid speed feed number. *Agriculture Science and Natural Resources Magazine*. Seventh Year. (In Farsi)

Ansori, A. (2012). Effect of mycorrhizal fungi symbiosis, thiobacillus bacteria and sulfur different levels on growth and yield of corn. *M.Sc thesis, university of shahrood*. Shahrood, Iran. (In Farsi)

Arasteh, N. (1991). Cereals Technology. *Astan Quds Razavi Publications*. 415Pp.

Araus J. L., Slafer, A. G., Royo, C., and Serret, M. D. (2008). Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. *Crit Rev Plant Sci* 27: 377-412.

Ardakani, R., Mazaheri, D., Majd, F., and Noor Mohammadi, G. H. (2000). The study of mycorrhizae *streptomyces* efficiency at different levels of phosphor and their efficiency on some of wheat characteristics. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 2, 17-21.

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

Aron, G. H. (2002). Common waterhemp (*Amaranthus rudis*) interference in soybean weed. *Sci.* 50: 607-610.

Ashofteh Beiragi, M., Ebrahimi, M., Mostafavi, K. H., Golbashy, M., Khavari Khorasani, S. (2011a). A Study of Morphological Basis of corn (*Zea mays* L.) yield under drought stress condition using Correlation and Path Coefficient Analysis. *Journal of Cereals and Oilseeds.* 2(2): 32-37.

Auge, R. M. (2000). Stomatal behavior of arbuscular mycorrhizal plants. In: Kapulnik, Y., and D. D. Douds, eds. Arbuscular mycorrhizas: physiology and function. *Kluwer Academic Publishers.* Dordrecht, The Netherlands.

Auge, R. M. (2001). Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza*, 11, 3-42.

Auge, R. M. (2004). Arbuscular mycorrhizae and soil/plant water relations. *Canadian journal of soil science.* 84, 373-381.

Baghestani, M. A., Zand, E., Soufizadeh, S., Beheshtian, M., Haghighi, A., Barjasteh, A., Ghanbari birgani, D., and Deihimfard, R. (2008). Study on the efficacy of weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.) with tank mixtures of grass herbicides with broadleaved herbicides. *Crop Prot.* 27, 104-111.

Baghestani, M. A., Zand, E., Soufizadeh, S., Eskandari, A., Pourazar, R., Veysi, M., and Nasirzadeh, N. (2007). Efficacy evaluation of some dual purpose herbicides to control weeds in maize (*Zea mays* L.). *Crop Prot.* 26: 936-942.

Bago, B., Feffer, P. E., and Shachar-Hill, Y. (2000). Carbon metabolism and transport in arbuscular mycorrhiza. *Plant Physiology* 124: 949-957.

Bahrevar, H., Moslemi Kebria, R., and Bahmaniar., M. A. (2005). The investigations of the effect of nutrient elements of Fe, Zn, Mn and K on yield and yield components of corn in Dashtenaz of Sari. *Articles abstracts of 9th congress of soil sciences of Iran.* 268 Pp. (In Farsi)

Bauder, T. (2002). Best management practices for Colorado corn. *Colorado State University Site Published.* 12 Pp.

Beegle, D. B. (2002). Soil fertility management. p. 30. In E. Martz (ed.) The Penn State agronomy guides 2002. Penn State Univ., *College of Agric. Sci.* University Park, PA.

Beheshti, S. A. and Mousavi Sarvine, S. R. (2009). Pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) Competition effects on grain and biomass yield of Sorghum (*Sorghum bicolor* L. oencl). Iran. *Seed and Plant Prod. J.* 25(2): 33-44.

Bengtsson H., Oborn I., Jonsson S., Nilsson I., and Andersson, A. (2003). Field balances of some mineral nutrients and trace elements in organic and conventional dairy farming: a case study at Ojebyn, Sweden. *European Journal of Agronomy.* 20: 101-116__

Benthlenfalvay, G. J., and Linderman, R. G. (1992). Mycorrhizae in sustainable agriculture. *American society of agronomy, Special publication.* No.54. Madison, Wis. 124p.

Bierman, B. and Linderman, R. G. (1980). Quantifying vesicular – arbuscular mycorrhizae: a proposed method towards standardization. *New Phytol.* 87:63 – 67.

Blak shaw, R. E. (1994). Differential competitive ability of winter wheat cultivars against downy brome. *Agron. J.* 86: 649 – 659.

Bodagi, S. (2007). The investigation of the effect of planting configuration and foliar application of micro elements on yield and yield components of grain corn. *M.Sc thesis of Agronomy, Islamic Azad University of Khoy.* Khoy, Iran. 98 Pp. (In Farsi)

Bolan, N. S. (1991). A critical review on the role of Mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant soil*. 134:187-207.

Booth, B. D., Murphy, S. D., Swanton, C. J. (2003). Weed ecology in natural and agricultural systems. CABI Publishing. UK. pp. 255-274.

Bosnic, A. C. and Swanton, C. J. (1997). Influence of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) time of Emergence and density on corn (*Zea mays* L.). *Weed Sci.* 47: 551-556.

Brundrett, M. C., and Abbott, L. K. (2002). Arbuscular mycorrhizae in plant communities. In: Microorganisms in plant conservation and biodiversity. Sivasithamparam, K.W., and Barrett, R.L. (Eds). Kluwer academic press. ISBN: 1402007809. Pp. 151-193.

Buhler, D. D., King, R. P., Swinton, S. M., Gunsolus, J. L., and Forcella, F. (1997). Field evaluation of bioeconomic for weed management in soybean. *Weed Science*. 34: 689-693.

Burrows, V. S., and Olsen, P. J. (1995). Reaction of small grain to various densities of wild mustard and the results obtained after their removal with 2-4-D or by hand, I. Experiments with wheat. *Canadian Journal of Agricultural Science*. 35: 68-75.

Bybordi A., and Mamedov G. (2010). Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for Canola (*brassica napus* L.). *Notulae Sci. Biol.* 2(1), 21-30.

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

Campos, H., Cooper, M., Habben, J. E., Edmeades, G. O., and Schussler, J. R. (2004). Improving drought tolerance in maize. *Field Crops Res* 90: 19-34.

Caravaca, F., Diaz, E., Barea, J. M., Azcon-Aguilar, C., and Roldan, A. (2003). Photosynthetic and transpiration rates of *Olea europaea* subsp *syvestris* and *Rhamnus lycioides* as affected by water -deficit and mycorrhizae. *Biologica plantarum*. 46, 637-639.

Cardoso, I., and Kuyper, M. T. W. (2006). Mycorrhizae and tropical soil fertility. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 116, 72-84.

Cepa L.) variety pusa Red. *Recent Horticulture*, 3(1), 111-117.

Cho, K., Toler, H., Lee, J., Ownley, B., Struz, J. C., Moore, J. L., and Auge, R. M. (2006). Mycorrhizae symbiosis and response of sorghum plants to combined drought and salinity stresses. *Journal of plant physiology*. 163, 517-528.

Chopra, S., and Dudhan, L. (1987). Chelated micronutrient in dryland. *Agriculture Pesticides*. 21, 7-9.

Clay, S. A., Kreutner, B., Clay, D. E., Reese, C., Kleinjan, J., and Forcella, F. (2006). Spatial distribution, temporal stability, and yield loss estimates for annual grasses and common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) in a corn/soybean production field over nine years. *Weed Science*. 54: 380-390.

Doberman, A., and Fairhurst, T. (2000). Rice nutrient disorders and nutrient management. *IRRI*. Philipines. Newsletter no 1271.

Dodd, J. C. (2000). The role of arbuscular mycorrhizal fungi in agronatural ecosystems. *Outlook on agriculture*. 29, 63-70.

Estrada-Luna, A. A., Davies, R. F., and Egilla, J. N. (2000). Mycorrhizal fungi enhancement of growth and gas exchange of micropropagated guava plantlets (*psidium guajava* L.) during ex vitro acclimatization and plant establishment. *Mycorrhizae*. 10, 1-8.

FAO. Production Year Book. (2002). Food and Agricultural organization of United Nation, Rome, Italy. 51: 209 p.

FAO (Food and Agricultural Organization), (2006). FAOSTAT database for agriculture. Available online at: <http://faostat.fao.org/faostat/collection?subset=agriculture>.

Fathollahi, G. (2005). Effect of zinc sulphate and potassium sulphate on growth and yield of grain corn (*Zea mays* L.). *9th Congress of Soil Sciences of Iran*. 110 Pp. (In Farsi)

Finch-Savaj, W. E., Dent, K. C., and Clarck, L. J. (2004). Soak conditions temperature lowing sowing influence the response of maize seed to on-farm priming corn- sowing seed soaks. *Field crop reaserch*. 90: 361-374.

Gerdmann, J. W., and Trappe, J. M. (1974). The endogonaceae in the pacific Northwest. *Mycologia memoir*. 50, 67p.

Ghafari Malayeri, M., Akbari, G. H. A., and Mohammadzadeh, A. (2012). Reaction of yield and yield component to soil and foliar application of micronutrients. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 10(2), 368-373..

Gholami, A., and Koochaki, A. (2001). Micorrhiza in sustainable agriculture. *Shahrood university publications*. 148Pp. (In Persian)

Gholipour, H., Mirshekari, B., Hosseinzadeh, A. H. and Hanifiyan, S. H. (2009). Critical period of weed control in sunflower farm. *Intl J Agron Plant Breed*. 5(17):75.82.

Gianinazzi, S., Schuepp, H., Barea, J. M., and Haselwandter, K. (2001). Mycorrhizal technology in agriculture: from genes to bioproducts. Birkhauser, Basel. ISBN: 376436858. Also in: *Mycorrhiza*, 13, 53-54. Lovato, P. Book review.

Gianinazzi, S., Schuepp, H., Barea, J. M., and Haselwandter, K. (2001). Mycorrhizal technology in agriculture: from genes to bioproducts. Birkhauser, Basel. ISBN: 376436858. Also in: *Mycorrhiza*, 13: 53-54. Lovato, P. Book review.

Giovannetti, M., Gianinazzi, P. V. (1994). Biodiversity in arbuscular mycorrhizae fungi. *Mycological Research*. 98, 705-715.

Given, D. R., Dixon, K. W., Barrett, R. L., and Sivasithamparam, K. (2002). Plant conservation and biodiversity: The place of microorganisms. In: *Microorganisms in plant conservation and biodiversity*. Sivasithamparam, K., Dixon, K.W., Barrett, R.L. (Eds). *Kluwer academic oppress*. ISBN: 1402007809. 1-24pp.

Gosling, P., Hodge, A., Goodlass, G., Bending, G. D. (2006). Arbuscular mycorrhizae fungi and organic farming. *Agriculture, Ecosystems and Enviroment*. 113, 17-35.

Gupta, M. L., Prasad, A., Ram, M., and Kumar, S. (2002). Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. *Bioresource Technology*. 81: 77-79.

Hamzeei, J., Mohammadi Nasab, A. D., Rahimzadeh Khooyi, F., Javanshir, A. and Moghadam, M. (2005). Effect of critical period of weed control on quantitative and qualitative yield in three winter rapeseed cultivars. *J. Agric. Sci. Natur. Resour. Water and Soil Sci*. 6:39-50.

Hamzei, J., and Sadeghi Meyabadi, F. (2014). The effect of irrigation and *arbascolar mycorrhizae* fungi on chlorophyll index, yield and yield component of sorghum. *Journal of Crop Production and Processing*.

Hardie, K., and Leyton, L. (1981). The influence of vesicular-arbuscular mycorrhiza on growth and water relations of red clover. *In phosphate deficient soil. New Phytol*. 89: 599–608p.

- Harison, S. K., Regneir, E. E., Schmoll, J. T., and Webb, J. E. (2001).** Competition and fecundity of giant ragweed (*Ambrosia trifida* L.) in corn. *Weed Science*. 49: 224-229.
- Harrison, M. J. (2005).** Sigaling in arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Annual review of microbiology*. 59, 19-42.
- Hart, M. M., Reader, R. J., and Klironomos, J. N. (2001).** Life-history strategies of arbuscular mycorrhizal fungi in relation to their successional dynamics. *Mycologia*. 96, 1186-1194.
- Hayman, D. S. (1986).** Mycorrhizae of nitrogen-fixing legumes. *World journal of microbiology and biotechnology*. 2, 121-145.
- Himayatullah, B. and Khan, M. (1998).** Response of irrigated maize to trace elements in the presence of NPK. *Journal of Agriculture*. 14, 117-120.
- Hodge, A., Campbell, C. D., Fitter, H. A. (2001).** An arbuscular mycorrhizal fungus accelerates decomposition and acquires nitrogen directly from organic material. *Nature*, 413: 297–299.
- Hossien Abadi, A. A., Galavi, M., and Heydari, M. (2005).** The study of the effect of iron, zinc and manganese foliar application on quantitative and qualitative characteristics of wheat in hamoon (Sistan region). *New finding in agriculture*. First year. No, 2.
- Iniobong, O. E., Solomon, M. G., and Osonubi, O. (2008).** Effects of arbuscular mycorrhizal fungus inoculation and phosphorus fertilization on the growth of *Gliricidia sepium* in sterile and non-sterile soil. *Research Journal of Agronom*. 2: 23-27.
- Jeffries, P., Gianinazzi, S., Perotto, S., Turnau, K., and Barea, J. M. (2003).** The contribution of arbuscular mycorrhiza; fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. *Biology and fertility of soil*. 37, 1-16.
- Jones, J. R., Wolf, J. B., and Mills, H. A. (1991).** Plant Analysis: A Practical Sampling, Preparation, Analysis and Interpretation Guide. Micro and Macro Publishing Inc. Athens, Georgia.
- Kapoor, R., Giri, B., and Mukerji, K. G. (2004).** Improved growth and essential oil yield and quality in foeniculumvulgare mill on mycorrhizal inoculation supplemented with p-fertilizer. *Bioresource Technology* 93: 307- 311.
- Kapoor, R., Sharma D., and Bhatnagar A. K. (2008).** Arbuscularmycorrhizae in micropropagation systems and their potential application. *Scientia Horticulturate*. 116, 227-239.
- Karimi, Z., Nasrolah Zadeh, A., Jalili, F., and Valiloo, R. (2012).** The effect of biological phosphate fertilizer (barvar-2) and foliar application of micronutrient on yield and yield components of corn . *Journal of Research in crop Sciences*. 15, 33-43.
- Kaya, C., and Higgs, D. (2002).** Response of tomato (*Lycopersicom esculentum* L.) cultivars to foliar application of zinc when grown in sand culture at low zinc. *Sci. Hortic*. 93, 53-64.
- Khalilimahaleh, J., and Roshdi, M. (2008).** The effect of foliar application of micronutrient on quantitative and qualitative characteristics of corn silage in Khoy. *Seed and Plant Journal*. 2, 281-293.
- Khalilimahaleh, J., Tajbakhsh, M., Fayaz Moghadam, A., and Siyadat, A. (2001).** The effect of micronutrient foliar application on qualitative yield of forage sorghum. *Journal of Plant and Ecosystem*. 31, 35-44.
- Khalvati, M. A., Hu, Y., Mozafar, A., and Schmidhalter, U. (2005).** Quantification of water uptake bt arbuscular mycorrhizal hyphae and its significance for leaf growth, water relation and gas exchange of barley subjected to drought stress. *Plant biology*. 7, 706-712.

Khodabandeh, N. (2000). Cereals. *Tehran University Press*. 537 pp.(In Farsi).

Kogbe, J. O. S., and Adediran, J. A. (2003). Influence of nitrogen, Phosphorus and application on the yield of maize in savanna zone of Nigeria. *African J. Biotechnology*. 2:345-349.

Koocheki, A. (1995). Agriculture and sustainable development. *Journal of Agricultural Economics and Development. Ministry of Jahad e Keshavarzi Publications*. Tehran, Iran. No, 4.

Kothamasi, D., Kuhad, R. C., and Babu, C. R. (2001). Arbuscular mycorrhizae in plant survival strategies. *Trop. Ecology*. 42, 1-13.

Madooni, G. A., (2005). Intera-specific competition in maize: contribution of extreme plant hierarchies to grain yield, grain yield component and kernel compositions.

Mahadi, M. A., Dadari, S. A., Mahmud, M., Babaji, B. A., and Mani, H. (2007). Effect of some rice based herbicides on yield and yield components of maize. *Crop prot*. 26, 1601 – 1605.

Mahmoodi, P., Yarnia, M., and Amir Nia, R. (2010). The effect of nitrogen foliar application on some of factors effective on yield of three varieties of corn. *Iranian Journal of Crop Ecophysiology*. 3(2).

Majnoon Hosseini, N. (2006). Cereales crop agronomy (wheat, barley, rice and corn). *Tehran Naghshe Mehr Publication*. 113Pp. (In Farsi)

Malakooti, M. J. (1996). Sustainable agriculture and increasing yield by optimizing fertilizer usage in Iran. *Agriculture Education Publication*, Ministry of Jahad e Keshavarzi. Iran. 279Pp.

Malakooti, M. J. and Tehrani, M. M. (2001). Effects of micronutrients on the yield and quality of agricultural products. Micro- nutrients with macro- nutrients. *2nd Ed, Tarbiat Modarres University Press, Tehran*. Tehran, Iran.

Malakouti, M. J. (2004). Spraying, a new way to increase the efficiency of applied fertilizers and achieve sustainable agriculture. *Agricultural education and research institute, Tehran*. Tehran, Iran. (In Farsi)

Marchner H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. *Academic press*. New York. 889 pp.

Marks, G. C. (1991). Causal morphology and evolution of mycorrhizae. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 35, 89-104.

Mcgonile, T. P., and Miller, M. H. (1999). Winter survival of extraradical hyphae and spores of arbuscular mycorrhizal fungi in the field. *Applied soil Ecology*. 12, 41-50.

Mesquita M. E., Vieiresilva J. M., Castelo branco M. A., and Sequeira E. M. (2000). Copper and zinc competitive adsorption: desorption in calcareous soils. *Arid soil Res. and Rehabilitation*: 14: 27-41.

Mirhadi, M. J. (2001). Corn. *The 9 Organization of Research, Education and Agriculture Extension Publication*. 214Pp. (In Farsi)

Moosavi, S. H., Fathi, G. A., and Dadgar, A. (2005). Effect of sowing dates and plant density on Growth, grain yield and yield components of Common Bean. *Proceed the 1st Sym. Pulse*. 19-20 Nov. Mashhad.

Morshedi, A. (2000). Effect of Fe, Zn foliar application on yield, qualitative characteristic and Enriched Canola seeds in Bardsir, Kerman. *Soil and water research institute*. 12, 58-68p.

- Movahedie dehnavi, M., and Modarres sanavi, A. M. (2006).** Effect of foliar application of Zn, Mn micronutrients on yield and component yield in three varieties of safflower under drought stress in region of Isfahan. *Journal of science and technology of agriculture and natural resources*. 1, 5-10p.
- Movahhedi Dehnavi, M., Modarres Sanavi, A. M., Soroush-Zade, A., and Jalali, M. (2004).** Changes of proline, total soluble sugars, chlorophyll (SPAD) content and chlorophyll fluorescence in safflower varieties under drought stress and foliar application of zinc and manganese. *Biaban*. 1, 93-110p.
- Mukerji, K. G., Chamola, B. P. (2003).** Compendium of mycorrhiza reaserch. A. P. H. Publisher. New Delhi. P. 310.
- Nabavi Moghadam, R., Saberi, M. H., and Sayari, M. H. (2013).** The effect of iron soil application and manganese sulphate on qualitative and quantitative characteristics of forage corn (Single cross 704). *Journal of Crop Improvement*. 2, 75-86.
- Noorabadi, A. (2004).** Investigation of the effect of planting data and faliar application of micro nutrients on yield and yield components of sunflower (Azargol). *M.Sc. thesis, Islamic Azad University of Dezful*. Dezful, Iran. 106 Pp. (In Farsi)
- Panjtan Doost, M., Soroush-Zade, A., and Ghanati, F. (2010).** Effect of soil and foliar spray of Fe on some of qualitative characteristic of Peanuts in Alkaline soil. *Journal of plant biology*. 2, 37-40p.
- Panwar, J. D. S. (1993).** Response of VAM and Azospirillum inoculation to water status and grain yield in wheat under water stress conditions. *Indian Journal of Plant Physiology*. 36, 41-43.
- Patel, M. S., Sutar, D. M., and Kanizaria, M. V. (1993).** Effect of foliar application of iron and sulfur in curing chlorosis in groundnut. *Journal of Indian Society of Soil Science*. 41: 103- 105.
- Read, D. J. (1991).** Mycorrhizas in ecosystems. *Experientia*. 47, 376-391.
- Read, D. J. (1998).** The ecophysiology of mycorrhizal symbiosis 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. 494p.
- Read, D. J., and Perez-Moreno, J. (2003).** Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems a journey towards relevance? *New Phytol*. 157: 475– 492.
- Remy, W., Taylor, T. N., Hass, H., and Kerp, H. (1994).** Four hundred million year old vesicular-arbuscular mycorrhizae. *Proc. Natl. Acad. USA*, 91: 11841- 11843
- Ritchie, S. W., and Nguyen, H. T. (1990).** Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop Science*, 30: 105-111.
- Ronald, A. E. (2000).** *Amaranthus retroflexus* / pigweed. U.S. Department of Agriculture.
- Ronald, A. E. and Smith, E. C. (2000).** The flora of the Nova Scotia. Halif Nova Scotia museum. 746p.
- Sajedi, N. A., and Madani, H. (2008).** Interaction between drought stress, zinc and mycorrhizae on yield, yield components and harvest index in corn. *New finding in agriculture*. 3, 273-284p.
- Sajedi, N., and Rejali, F. (2011).** Effect of drought stress, Zinc application and mycorrhizae inoculation on Absorption of micronutrients in corn. *Soil and water research institute*. 2,84-92p.
- Sanchez-Blanco, M. J., Ferrandez, T., Morales, M. A., Morte, A., and Alarcon, J. J. (2004).** Variations in water status, gas exchange, and growth in *Rosmarinus officinalis* plants infected with *Glomus deserticola* under drought conditions. *Journal of plant physiology*. 161: 675- 682.
- Sangakkara,V. R. and Stamp, P. (2006).** Influence of different weed categories on growth and yields of maize (*Zea mays* L.) grown in a minor (dry) season of the humid. *J. Plant Dis. Prot*. 113: 81- 85.

Sbrana, C., and Giovannetti, M. (2005). Chemotropism in the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mossea*. *Mycorrhiza*. 15: 539- 545.

Schubler, A., Walker, C. (2010). The *Glomeromycota*. A species list with new families and new genera. Arthur: Schubler and Christopher Walker, Gloucester. Published in December 2010 in Libraries at The Royal Botanic Garden Edinburgh, The Royal Botanic Garden Kew, Botanische Saatssammlung Munich, and Oregon State University. Electronic version freely available online at: www.amf-phylogeny.com

Seligman, N. G. (1993). Nitrogen redistribution in crop plant : Regulation and sigificance. *Argon, J.* 312: 758-764

Shafagh, J., Salmasi, S. Z., Javanshir, A., Moghaddam, M. and Dabbagh Mohammadinasab, A. 2009. Influence of nitrogen and weed interference on grain yield, yield components and leaf chlorophyll value of soybean. 19: 1-20.

Sharma, A. K. (2003). Biofertilizer sforsustainable agriculture. *Agrobios India*.

Sheligl, H. Q. (1986). Die verwertung orgngischer souren durch chlorella lincht. *Planta Journal*, 47-51.

Shiranirad, A. (1998). Ecophysiological study of symbiotic mycorrhizae and vesicular arbascolar with wheat and sybean. *Ph.D thesis, Azad university of Tehran*. Tehran, Iran

Shoa Hosseini, M. Golbashy, M., Farsi, M., Khavari Khorasani, S., and Ashofte Beiragi, M. (2010). Evaluation of correlation between yield and its dependent trait in single cross corn hybrids under drought stress. Abstract Book of 1st Regional Conference on Tropical Crops Production under Environmental Stresses Condition. *Islamic Azad University, Khuzestan Sciences and Research Branch*. 72p.

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

Singh, D. P. & Riwari, R. S. (1996). Effect of micronutrients on yield and quality of onion (*Allium*

Smart, J. (1994). The groundnut crop: A scientific basis for improvement. *Chapman and Hall*. London, UK.

Smith S. E., Smith, F. A., and Jacobsen, I. (2003). Mycorrhizal fungi can dominate phosphate supply to plant irrespective of growth responses. *Plant Physiol*. 133: 16–20.

Smith, S. E., and Read, D. J. (1997). Mycorrhizal symbiosis. 2nd Edn. *Academic press*. San Diego, California, USA. 605p.

Smith, S. E., and Read, D. J. (2008). Mycorrhizal Symbiosis, third ed. *Academic Press*. London, UK.

Soleymani, A., Firoozi, M., and Narenjani, L. (2011). The effect of micronutrient foliar application on some of physiological indices effective on growth and dry matter of forage corn. *Iranian Journal of Field Crop Research*. 9, 340-347.

Statistical Yearbook of Agriculture Organization. (2009). In available at: www.agri-jahad.ir

Sturz, A. and B. Christie. (2003). Beneficial microbial allelopathies in the root zone: the management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. *Soil Til. Res*. 69: 353-364.

Subramanian, K. S., and Charest, C. (1997). Nutritional, growth, and reproductive responses of maize (*Zea mays* L.) to arbuscular mycorrhizal inoculation during and after drought stress tasselling. *Mycorrhiza*. 7: 25- 32.

Subramanian, K. S., and Charest, C. (1999). Acquisition of N by external hyphae of an arbuscular mycorrhizal fungus and its impact on physiological responses in maize under drought-stressed and well-watered conditions. *Mycorrhizae*. 9,69-75p.

Sylvia, D. M., Fuhrmann, J. J., Hartel, P. G., and Zuberer, D. A. (2005). Principles and applications of soil microbiology. 2nd ed. *Pearson prentice Hall*. New Jersey. 640p. ISBN: 0130941174.

Taher, M., Roshdi, M., Khalilimahalleh, J., Kharazmi, K., and Haji Hassani Asl, N. (2008). The effect of different methods of micronutrients usage on yield and yield components of grain corn in Khoy city. *Research in Agronomy Siensce*. 1, 72- 84. (In Farsi)

Tang, M., Chen, H., Huang, J. C., and Tian, Z. Q. (2009). AM fungi effects on the growth and physiology of *Zea mays* L. seedlings under diesel stress. *Soil Biol Biochemistry*. 41: 936–940.

Taylor, T. M., Remy, W., Hass, H., and Kerp, H. (1995). Fossil arbuscular mycorrhizae from the early Devonian. *Mycologia*. 87(4): 560- 573.

Theasdale, J. R. (1998). Influence of corn(*Zea mays*) population and row spacing on corn and velvetleaf(*Abutilon theophrasti*) yield. *Weed Sci*, 46: 447-453.

Tollenaar, M., Misanka, S. P, Aguilera, A, Wiese, S. F, Swanton, C. J. (1994). Effects of interference and soil nitrogen on four corn hybrids. *Agron. J.* 86:596-601 .

Trent, J. D., Svejcar, T. J., and Christiansen, S. (1989). Effect of fumigation on growth, photosynthesis, water relations and mycorrhizal development of winter wheat in the field. *Canadian Journal of plant Science*. 69: 535- 540.

Turk, M. A., Assaf, T. A., Hameed, K. M., and Tawaha, A. M. (2006). Significance of Mycorrhizae. *World Journal Agriculture Science*, 2 (1), 16-20p.

Valentine, A. J., Mortimer, P. E., Lintnaar, A., and Borgo, R. (2006). Drought responses of mycorrhizal grapenvines. *Symbolis*. 41: 127- 133.

Van Der Heijden, M. G. A., and Sanders, I. (2002). Mycorrhizal ecology. *Springer*. Berlin, Heidelberg. 469 p. ISBN:3540424075

Van Der Heijden, M. G. A., and Schublin, T. R. (2007). Functional traits in mycorrhizal ecology: their use for predicting the impact of arbuscular mycorrhizal fungal communities on plant growth and ecosystem functioning. *New phytologist*. 174: 224- 250.

Waling, I., VarkW.V,Houba,VJG and Van der lee JJ.,(1989), Soil and Plant and Analysis, a series of syllabi. Plant7. Plant Analysis Procedures, Wageningen Agriculture University, the Netherland.

Whitty, E. N., & Chambliss, C. G. (2005). Fertilization of Field and Forage Crops. *Nevada State University Publication*. 21-24.

Wooll House, H. W., and Ness, P. J. (2004). RNA synthesis in phaseolus chloroplasts I Ribonucleic acid synthesis and senescing leaves. *Wxp Botany*. 31(4), 223-233

Wu, S. C., Cao, Z. H., Li, Z. G., Cheung, K.C., and Wong, M. H. (2004). Effect of biofertilizer containing Nfixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth. *Geoderma* 125: 155-166.

Yassen A., Abou El-Nour E. A. A., and Shedeed, S. (2010). Response of wheat to foliar spray with urea and micronutrients. *J. Am. Sci.* 6(9), 14-22.

Zhao, F. G, Chen, L. P., He, X. L., and Pan, J. (2004). Effects of AM fungi on the quality of tobacco leaf at different phosphorus levels. *Soil and Fertilizer. (Beijing)*. 3: 43- 45.

Ziaeian, A., and Malakooti, M. J. (1998). Effect of micronutrients application and application time on increasing yield. *Soil and Water*. 2, 56-62. (In Farsi)

The study of interaction between mycorrhiza fungi, soil and foliar spray of Flomix fertilizer on growth and yield of corn (zea mays L.) in completion with weeds

***Ramin Jabbari¹, Hamid Abbasdokht², Ahmad Gholami³, Hassan Makarian⁴**

¹M. Sc. Student., ² Associate Prof., ³Associate Prof., ⁴Assistant Prof, Dept. of Agronomy, Shahrood University of Technology

Abstract

To evaluate the effects interaction between mycorrhizae, soil and foliar spary of Flomix on yield and yield components of corn (Zea may L.) in competition with weeds, an experiment was carried out as factorial based on Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications in Agriculture Research Staion of Shahrood University of Technology in 2014. The treatments included mycorrhizae fungi at 2 levels (non-application and mycorrhizae application), foliar spray at 3 levels (non-application, once sprayed and twice sprayed) and soli spray at 3 levels (non-application, once soil application and twice soil application) at two different weeding conditions(no-weeding and weeding). The results indicated a significant increase on root colonization and soluble sugar in leaf traits in weeding and no weeding conditions and traits of grain P, biologic yield, grain yield and harvest index in competition with weeds affected by interaction between mycorrhizae symbiosis and foliar spray of Flomix. Also, interaction between mycorrhizae symbiosis and soil spray of Flomix was significant on root colonization in weeding condition and increased it. Interaction between foliar and soil spray of Flomix was significant on root colonization and grain yield in weeding and no weeding conditions and traits of grain P and soluble sugar in leaf in competition with weeds and increased them. Moreoevr, the results indicated a significant increase on 1000-seed weight in weeding and no weeding conditions and grain P, biologic yield and HI traits in competition with weeds affected by interaction between mycorrhizae symbiosis, foliar and soil spray of Flomix. Mean comparisons showed that once foliar spray+ once soil spray of Flomix increased grain yield 646 Kg/ha in compare with control. Mean comparisons of traits in competition with weeds showed that mycorrhizae application+ twice foliar spray of Flomix increased root colonization, soluble sugar in leaf and grain P respectively, 30, 34 and 63 percent in compare with non-mycorrhizae application+ non-application of foliar spray. Also, mycorrhizae application+ non-application of soli spray of Flomix increased root colonization 22 percent in compare with non-mycorrhizae application+ non-application of soli spray. Mean comparisons of traits in competition with weeds showed that twice foliar spray+ twice soil spray of Flomix increased grain yield from 1151 Kg/ha to 2889 Kg/ha.

Keywords: Corn, Flomix, Mycorrhizae symbiosis, Yield

*Corresponding Author; Email: raminjabbari1989@gmail.com



Shahrood University of Technology

Faculty of Agriculture

Department of Agronomy

M. Sc. Thesis

**The effect of mycohrriza fungi, soil and foliar spray of Flomix
fertilizer on growth and yield of corn (*zea mays* L.) in competition
with weeds.**

Ramin Jabbari

Supervisor:

Dr. H. Abbasdokht

Advisors:

Dr. A. Gholami

Dr. H. Makarian

January 2016