بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد اگرواکولوژی

تأثیر دو گونه قارچ میکوریز آرباسکولار (AM) بر کارایی مصرف آب در ذرت

مریم‌السادات یوسف‌ثانی

استادان راهنما

دکتر محمدرضا عامریان- دکتر علیرضا کوچکی

استاد مشاور

دکتر مهدی نصیری‌محلاتی

دکتر حمید عباس‌دخت

شهریور ۱۳۹۰

تأثیر دو گونه قارچ میکوریز آرباسکولار (AM) بر کارایی مصرف آب در ذرت

چکیده

یکی از مهمترین عوامل محدودکننده عملکرد گیاهان زراعی مناطق خشک و نیمه خشک، کمبود آب است. تعیین عملکرد در تنش های مختلف و استفاده از میکروارگانیزم های خاک برای کاهش خسارت ناشی از آن از راه حل های نوین کشاورزی پایدار در مناطق خشک و نیمه خشک است. همزیستی قارچ های میکوریزای آرباسکولار (AM) با ریشه گیاهان زراعی تاثیرات مثبتی در نظام های زراعی نشان داده است. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر دو گونه قارچ میکوریزا بر کارایی مصرف آب در گیاه ذرت در سال زراعی ۸۸-۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح میکوریزا (شاهد و دو گونه قارچ میکوریزا (*Glomus mosseae* و *Glomus intraradices*) و چهار سطح آبیاری (۲۵٪ نیاز آبی ذرت، ۵۰٪ نیاز آبی ذرت، ۷۵٪ نیاز آبی ذرت و ۱۰۰٪ نیاز آبی ذرت) بود. صفات عملکرد دانه، وزن هزاردانه، تعداد بلال، عملکرد بیولوژیک، تجمع ماده خشک، شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، دمای کانوپی (CTD)، عدد کلروفیل متر (SPAD)، درصد رطوبت نسبی برگ (RWC)، طول مخصوص ریشه، درصد کلونیزاسیون ریشه، و کارایی مصرف آب اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که استفاده از هر دو نوع قارچ میکوریزای مذکور، تأثیر معنی داری بر صفات عملکرد دانه، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته، تجمع ماده خشک، شاخص سطح برگ، دمای کانوپی، عدد کلروفیل متر، درصد رطوبت نسبی برگ، طول مخصوص ریشه و کارایی مصرف آب داشت ($p\leq$۰/۰۵). اما تأثیر آن بر تعداد بلال، معنی دار نبود ($p\geq$۰/۰۵). نوع میکوریزای استفاده شده، تأثیر معنی داری بر درصد کلونیزاسیون ریشه نداشت. استفاده از سطوح آبیاری مختلف هم تأثیر معنی داری بر تمام صفات مذکور داشت ($p\leq$۰/۰۵). به طور کلی، نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از قارچ های میکوریز در سطوح کم آبیاری، می تواند با گسترش ریشه و افزایش سطح جذب آن، جذب آب و عناصر غذایی را توسط گیاه افزایش داده و ضمن افزایش مقاومت گیاه در برابر کم آبی، موجب افزایش ماده خشک تولیدی در ازای مقدار آب مصرفی (افزایش کارایی مصرف آب) گردیده و مصرف آب و نهاده های شیمیایی را در تولید این گیاه کاهش دهد.

واژه های کلیدی: عملکرد بیولوژیک، دمای کانوپی، شاخص سطح برگ، طول مخصوص ریشه

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه **۱**

فصل دوم: بررسی منابع

۲-۱- اهمیت آب **۷**

۲-۱-۱- کارآیی مصرف آب **۸**

۲-۲- اهمیت بوم نظام خاک **۱۰**

۲-۲-۱- بوم شناسی میکروبی خاک **۱۱**

۲-۳- تعریف، تاریخچه و ویژگی های قارچ شناسی میکوریزا **۱۲**

۲-۳-۱- تقسیم بندی قارچ های میکوریز **۱۵**

۲-۳-۲- تاکسونومی میکوریزا **۱۸**

۲-۳-۳- چگونگی و مراحل رشد میکوریزا **۱۹**

۲-۴- اهمیت میکوریزا در بوم نظام ها **۲۰**

۲-۴-۱- میکوریزا و بوم نظام خاک **۲۳**

۲-۴-۲- میان کنش بین میکوریزا و میکروارگانیزم های خاک **۲۵**

۲-۵- نقش قارچ های میکوریز در بوم نظام های کشاورزی **۲۶**

۲-۵-۱- تأثیر عملیات زراعی بر قارچ های میکوریز **۲۷**

۲-۵-۲- نقش قارچ های میکوریز در کشاورزی پایدار **۲۸**

۲-۶- بعضی از اثرات اکوفیزیولوژیک میکوریزا بر گیاه میزبان **۲۹**

۲-۶-۱- میکوریزا و جذب فسفر و برخی عناصر غذایی دیگر **۲۹**

۲-۶-۲- میکوریزا و روابط آبی **۳۰**

۲-۶-۳- میکوریزا و سرعت فتوسنتز **۳۵**

۲-۶-۴- میکوریزا و میزان کلروفیل برگ **۳۶**

۲-۷- کلیاتی در مورد گیاه ذرت **۳۶**

۲-۷-۱- تاریخچه و اهمیت اقتصادی ذرت **۳۶**

۲-۷-۲- توسعه کشت ذرت در ایران **۳۶**

۲-۷-۳- مشخصات گیاهشناسی ذرت **۳۷**

۲-۷-۴- انواع ذرت **۳۸**

۲-۷-۵- نیازهای اکولوژیکی ذرت **۳۸**

۲-۷-۵-۱- حرارت **۳۸**

۲-۷-۵-۲- خاک **۳۸**

فهرست مطالب

۲-۷-۵-۳- رطوبت ۳۹
۲-۷-۶- عملکرد ذرت ۳۹

فصل سوم: مواد و روش ها

۳-۱- موقعیت جغرافیایی محل آزمایش ۴۰
۳-۲- طرح آماری آزمایش ۴۱
۳-۳- عملیات مزرعه ای ۴۱
۳-۳-۱- اندازه گیری سطح برگ
۳-۳-۲- اندازه گیری ارتفاع بوته ۴۲
۳-۳-۳- تعیین مقدار ماده خشک ۴۳
۳-۳-۴- اندازه گیری شاخص کلروفیل برگ یا عدد کلروفیل متر ۴۳
۳-۳-۵- اندازه گیری دمای کانوپی ۴۳
۳-۳-۶- اندازه گیری درصد رطوبت نسبی برگ ۴۳
۳-۳-۷- محاسبه کارآیی مصرف آب ۴۴
۳-۳-۸- تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ۴۵
۳-۳-۹- تعیین طول مخصوص ریشه ۴۵
۳-۳-۱۰- تعیین درصد کلونیزاسیون طول ریشه ۴۶
۳-۴- تجزیه و تحلیل آماری ۴۸

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱- عملکرد دانه ۵۰
۴-۲- وزن هزار دانه ۵۳
۴-۳- تعداد بلال در متر مربع ۵۵
۴-۴- عملکرد بیولوژیک ۵۷
۴-۵- شاخص سطح برگ ۶۰
۴-۶- ارتفاع بوته ۶۲
۴-۷- تجمع ماده خشک ۶۵
۴-۸- میزان کلروفیل ۶۸
۴-۹- محتوای رطوبت نسبی برگ ۷۰
۴-۱۰- دمای کانوپی ۷۳

۴-۱۱- طول مخصوص ریشه ۷۶

فهرست مطالب

۴-۱۲- درصد کلونیزاسیون طول ریشه ۷۹
۴-۱۳- کارایی مصرف آب (در مورد عملکرد بیولوژیک) ۸۱
۴-۱۴- کارایی مصرف آب (در مورد عملکرد دانه) ۸۵

فصل پنجم: نتیجه گیری ۸۹
فصل ششم: پیشنهادات ۹۱
فصل هفتم: منابع ۹۲

پیوست ها

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل۱) تأثیر نوع میکوریزا بر عملکرد دانه **۵۲**
شکل۲) تاثیر گونه های میکوریزا در سطوح آبیاری مختلف بر عملکرد دانه ذرت **۵۲**
شکل۳) تاثیر سطوح مختلف آبیاری (۲۵ تا ۱۰۰ درصد نیاز آبی ذرت) بر عملکرد دانه **۵۳**
شکل۴) تاثیر گونه های میکوریزا در سطوح مختلف آبیاری بر وزن هزاردانه ذرت **۵۴**
شکل۵) تاثیر نوع میکوریزا بر وزن هزاردانه ذرت **۵۴**
شکل۶) تاثیر سطوح مختلف آبیاری (۲۵ تا۱۰۰ درصد نیاز آبی ذرت) بر وزن هزاردانه ذرت **۵۵**
شکل۷) تاثیر نوع میکوریزا بر تعداد بلال ذرت **۵۶**
شکل۸) تاثیر گونه های میکوریز در سطوح آبیاری مختلف بر تعداد بلال ذرت **۵۷**
شکل۹) تاثیر سطوح مختلف آبیاری (۲۵ تا ۱۰۰ درصد نیاز آبی ذرت) بر تعداد بلال ذرت **۵۷**
شکل۱۰) تاثیر نوع میکوریزا بر عملکرد بیولوژیک ذرت **۵۹**
شکل۱۱) تاثیر گونه های میکوریزا در سطوح آبیاری مختلف بر عملکرد بیولوژیک ذرت **۵۹**
شکل۱۲) تاثیر سطوح مختلف آبیاری (۲۵ تا ۱۰۰ درصد نیاز آبی ذرت) بر عملکرد بیولوژیک ذرت **۶۰**
شکل۱۳) تاثیر نوع میکوریزا بر روند تغییرات شاخص سطح برگ **۶۲**
شکل۱۴) تاثیر سطوح مختلف آبیاری بر روند تغییرات شاخص سطح برگ **۶۲**
شکل۱۵) تاثیر نوع میکوریزا بر میزان ارتفاع بوته ذرت **۶۴**
شکل۱۶) تاثیر گونه های میکوریزا در سطوح آبیاری مختلف بر ارتفاع بوته ذرت **۶۴**
شکل۱۷) تاثیر سطوح مختلف آبیاری (۲۵ تا ۱۰۰ درصد نیاز آبی ذرت) بر میزان ارتفاع بوته ذرت **۶۵**
شکل۱۸) تاثیر نوع میکوریزا بر روند تجمع ماده خشک **۶۷**
شکل۱۹) تاثیر سطوح مختلف آبیاری بر روند تجمع ماده خشک **۶۷**
شکل۲۰) تاثیر نوع میکوریزا بر روند تغییرات عدد کلروفیل متر **۶۹**
شکل۲۱) تاثیر سطوح مختلف آبیاری بر روند تغییرات عدد کلروفیل متر **۷۰**
شکل۲۲) تاثیر نوع میکوریزا بر رطوبت نسبی برگ **۷۲**
شکل۲۳) تاثیر سطوح مختلف آبیاری (۲۵ تا ۱۰۰ درصد نیاز آبی ذرت) بر رطوبت نسبی برگ **۷۳**
شکل۲۴) تاثیر نوع میکوریزا بر اختلاف درجه حرارت کانوپی و دمای هوا (درجه سانتیگراد) در ذرت **۷۵**
شکل۲۵) تاثیر سطوح مختلف آبیاری بر اختلاف درجه حرارت کانوپی و دمای هوا (درجه سانتیگراد) در ذرت **۷۶**
شکل۲۶) تاثیر نوع میکوریزا بر طول مخصوص ریشه ذرت **۷۸**
شکل۲۷) تاثیر گونه های میکوریزا در سطوح مختلف آبیاری بر طول مخصوص ریشه ذرت **۷۸**
شکل۲۸) تاثیر سطوح مختلف آبیاری (۲۵ تا ۱۰۰ درصد نیاز آبی ذرت) بر طول مخصوص ریشه ذرت **۷۸**
شکل۲۹) تاثیر نوع میکوریزا بر درصد کلونیزاسیون ریشه ذرت **۸۰**

فهرست شکل ها

شکل۳۰) تاثیر سطوح مختلف آبیاری (۲۵ تا ۱۰۰ درصد نیاز آبی ذرت) بر درصد کلونیزاسیون ریشه ذرت **۸۰**

شکل۳۱) تاثیر گونه های میکوریزا در سطوح آبیاری مختلف بر درصد کلونیزاسیون ریشه ذرت **۸۱**

شکل۳۲) تاثیر نوع میکوریزا بر کارایی مصرف آب ذرت **۸۴**

شکل۳۳) تاثیر گونه های میکوریزا در سطوح مختلف آبیاری بر کارایی مصرف آب ذرت **۸۴**

شکل۳۴) تاثیر سطوح مختلف آبیاری (۲۵ تا ۱۰۰ درصد نیاز آبی ذرت) بر کارایی مصرف آب ذرت **۸۵**

شکل۳۵) تاثیر نوع میکوریزا بر کارایی مصرف آب ذرت **۸۷**

شکل۳۶) تاثیر گونه های میکوریزا در سطوح آبیاری مختلف بر کارایی مصرف آب ذرت **۸۷**

شکل۳۷) تاثیر سطوح مختلف آبیاری (۲۵ تا ۱۰۰ درصد نیاز آبی ذرت) بر کارایی مصرف آب ذرت **۸۸**

فهرست جدول ها

عنوان **صفحه**

جدول۴-۱) نتایج تجزیه واریانس صفات ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد بلال و وزن هزاردانه ذرت ۱۱۰

جدول۴-۲) نتایج تجزیه واریانس صفت شاخص سطح برگ ذرت در طی فصل رشد ۱۱۰

جدول۴-۳) نتایج تجزیه واریانس صفت تجمع ماده خشک ذرت در طی فصل رشد ۱۱۱

جدول۴-۴) نتایج تجزیه واریانس صفت عدد کلروفیل متر ذرت در طی فصل رشد ۱۱۱

جدول۴-۵) نتایج تجزیه واریانس صفت درصد رطوبت نسبی برگ ذرت در طی فصل رشد ۱۱۲

جدول ۴-۵-۱) نتایج مقایسه میانگین اثر گونه های میکوریزا در سطوح آبیاری مختلف بر درصد رطوبت نسبی برگ ذرت ۱۱۲

جدول۴-۶) نتایج تجزیه واریانس صفت اختلاف درجه حرارت کانوپی و دمای هوا (درجه سانتیگراد) در طی فصل رشد در ذرت ۱۱۳

جدول ۴-۶-۱) نتایج مقایسه میانگین اثر گونه های میکوریزا در سطوح آبیاری مختلف بر اختلاف درجه حرارت کانوپی و دمای هوا (درجه سانتیگراد) در ذرت ۱۱۴

جدول۴-۷) نتایج تجزیه واریانس صفات طول ریشه، درصد کلویزاسیون و کارایی مصرف آب ذرت ۱۱۵

فصل اول

مقدمه

بوم شناسی[1] را می توان علم مطالعه روابط موجودات زنده با محیط اطرافشان تعریف نمود. اما در مورد انسان، این ارتباط مدتی است که ابعاد جدید و مخرّبی به خود گرفته است. فعالیت های مخرّب و غالبیت بی سابقه بشر در اکوسیستم های موجود، یک تغییر جهت فلسفی و عملی در ارتباط بین طبیعت و جامعه انسانی را ناگزیر ساخته است. بسیاری از انسان ها از دیرباز نگران رفتار نسل بشر با زیستگاهش، بوده و هستند.

کشاورزی از فعالیت هایی بوده که همواره انگشت اتهام طرفداران محیط زیست به سوی آن نشانه رفته است، البته این اتهام تا حدی نیز به جا بوده و هست. برای مثال، طبق گزارش لیست قرمز سال ۲۰۰۰ سازمان بین المللی حفاظت از طبیعت[2]، فعالیت های کشاورزی بر ۷۰ درصد کل گونه های پرندگان و ۴۹ درصد کلیه گونه های گیاهی در معرض انقراض تأثیر داشته است (Scialabba, N.E.H. 2003). در سال ۲۰۰۱ در کنفرانس سازمان همکاری و عمران اقتصادی[3] عنوان شد که نقش کشاورزی فشرده در انتشار گازهای گلخانه ای ناشی از فعالیت های انسان، بیش از ۲۰ درصد کل مقدار جهانی آن بوده است (Scialabba, N.E.H. 2003).

کاهش تنوع زیستی که در حال حاضر در وضعیت بحرانی قرار گرفته، و یک عنصر ضروری برای تولید غذا است، به وسیله از دست رفتن پوشش جنگل ها (هر سال قریب به ۴ میلیارد اصله درخت برای تولید کاغذ

---

[1] - Ecology
[2] - IUCN
[3] - OECD

بریده می شود و هنوز سوخت اصلی یک سوم مردم دنیا، چوب است)، زمین های حاصلخیـز ساحلـی و حیات وحش تشدید شده است (Scialabba, N.E.H. 2003). اکنون به علت نابـودی جنگل ها، روزی ۱۴۰ و سالی ۵۰۰۰۰ گونه حیاتی نابود می شوند و به علاوه، برآورد شده است که یک چهارم کل گونه های گیاهی و جانوری طی ۵۰ سال آینده، برای همیشه از صفحه روزگار محو خواهند شد (FAO, 1999).

بنا به گزارش سازمان خوار و بار جهانی کشت های یکنواخت به طور تأسف انگیزی تعداد گیاهان و جانوران مورد استفاده در کشاورزی را کاهش داده است، در حال حاضر ۱۳۵۰ ژنوتیپ در معرض انقراض هستند و هر هفته، دو ژنوتیپ برای همیشه از صفحه روزگار محو می شوند (Scialabba, N.E.H. 2003). اصلاح نباتات و سایر عملیات تجارتی رایج در کشاورزی باعث پیشرفت فرسایش ژنتیکی در سطوح مختلف شده است. طی قرن گذشته، ۷۵ درصد از تنوع ژنتیکی محصولات کشاورزی از بین رفت.

پاسخ فیزیولوژیک محصولات زراعی به کود شیمیایی نیز به حد نهایی خود رسیده است و اکنون در بسیاری از نقاط جهان، مصرف کود بیشتر، چیزی بر محصول زمین نمی افزاید (Brown, L. 1997). اتکای بیش از حد کشاورزی به کودهای شیمیایی و آفت کش ها، اثرات جدی بر سلامت عمومی محیط زیست دارد. هزینه های زیست محیطی و سلامت مربوط به توصیه استفاده از آفت کش ها در ایالات متحده آمریکا، نزدیک به ۱۰ میلیارد دلار در سال برآورد شده است (Pimentel, D. 2005). در ایالات متحده، بیش از ۹۰ درصد از کشاورزان ذرت کار، به منظور کنترل علف هـای هرز از علف کش ها استفـاده می کنند (Pimentel, D. 1993). آترازیـن، علف کشـی که به طور گستـرده در مزارع ذرت مورد استفـاده قرار می گیرد، هنوز عمومی ترین علف کشی است که در جویبارها و آب های زیرزمینی یافت می شود (National Academy of Sciences (NAS). 2003).

سیستم های مدیریت تلفیقی آفات و عناصر غذایی و کشاورزی زیستی، می توانند اتکاء به مواد شیمیایی کشاورزی را کاهش داده و در عین حال کشاورزی را از ابعاد زیست محیطی و اقتصادی، ایمن و کارا سازند. پیمنتل[1] (۲۰۰۵) و آکادمی ملی علوم ایالات متحده آمریکا[2] (۲۰۰۳) نشان دادند که عملیات مدیریتی صحیح می تواند مصرف علف کش ها را کاهش دهد و در عین حال عملکرد بالای محصولات زراعی را حفظ

[1] - Pimentel, D.
[2] - National Academy of Sciences (NAS)

کرده و اقتصاد مزرعه را بهبود بخشد. تیلمن و همکاران[1] (۲۰۰۲) بیان کردند که بزرگترین چالش در ۵۰ سال آینده، ۲ برابر کردن تولید غذا است آن هم به طریقی که به محیط زیست و سلامت عامه آسیب وارد نشود. کشاورزی زیستی در جستجوی راه هایی است که فرآیندهای بوم شناختی مسئول تغذیه گیاه را ضمن حفظ منابع خاک و آب، تشدید کند. نظام های زیستی، مواد شیمیایی را حذف کرده و مصرف سایر نهاده های خارجی را به منظور بهبود شرایط محیط زیست و اقتصاد مزرعه، کاهش می دهد. با روند مستمر توجه مصرف کنندگان به محیط زیست و مواد شیمیایی به کار رفته در امر تولید غذا و رشد روزافزون دسترسی به تولیدات زیستی گواهی شده، دورنمای رشد مداوم تولید زیستی، روشن به نظر می رسد (Dimitri, C., and Greene, C. 2002).

کاهش رو به رشد آب به عنوان محدودیت اصلی برای افزایش تولیدات کشاورزی و امنیت غذایی در قرن بیست و یکم پذیرفته شده است (اگرچه مقدار آب در مقیاس جهانی بسیار زیاد است ولی ۹۷ درصد آن شور بوده و ۲/۲۵ درصد دیگر در یخچال ها به شکل یخ از دسترس خارج شده است و تنها ۰/۷۵ درصد به صورت آب شیرین در آبخیزها، رودخانه ها و دریاچه ها در دسترس می باشد، بخش عمده آب شیرین یعنی ۶۹ درصد آن برای تولیدات کشاورزی استفاده می شود) (Turner, N.C. 2001). حدود دو سوم آب مصرفی جهان به بخش کشاورزی اختصاص دارد و این عامل اصلی کمبود آب منطقه ای می باشد. کشاورزی به دلیل اتلاف شدید، آب بسیار زیادی را به صورت غیر کارآمد مورد استفاده قرار می دهد (برای مثال جهت تولید یک کیلوگرم دانه گندم، گیاه حدود ۱۰۰۰ کیلوگرم آب از خاک جذب می کند). بیش از نیمی از آبی که برای محصولات زراعی به کار می رود هرگز به وسیله گیاه استفاده نمی شود (Gliessman, S.R. 1998). انجام آبیاری در سطوح وسیع، ضمن تغییر سیکل های هیدرولوژی، فشار قابل ملاحظه ای را بر اکوسیستم های طبیعی و حیات وحش وارد می کند. کشاورزی آب را بیش از هر منبع دیگری آلوده می سازد (Gliessman, S.R. 1998). شرایط خاص اقلیمی کشور ما که خشکی و پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارندگی، واقعیت گریز ناپذیر آن است، هرگونه تولید مواد غذایی و کشاورزی پایدار را منوط به استفاده صحیح و منطقی از منابع محدود آب در کشور نموده است. در همین راستا می توان گفت آب آبیاری مهمترین نهاده تولید کشاورزی است (کشاورز و صادق زاده، ۱۳۷۹). در حال حاضر از کل منابع آب تجدید شونده کشور حدود ۸۸/۵ میلیارد متر مکعب جهت مصارف بخش های کشاورزی، صنعت و معدن و شرب

[1] - Tilman, D. et al

برداشت می شود که حدود ۸۳ میلیارد مکعب آن (۹۳درصد) به بخش کشاورزی اختصاص دارد (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲). بنابراین، با توجه به سهم عظیم مصرف آب در بخش کشاورزی، با انتخاب و بکارگیری راهکارهایی در زمینه بهبود روش های آبیاری، بالا بردن راندمان مصرف آب و بهینه سازی مصرف آب در گیاهـان، می توان یک صرفـه جویـی عظیـم در این بخش انجـام داد (کشـاورز و صادق زاده، ۱۳۷۹). منظور از کارآیی مصرف آب، نسبت ماده خشک تولید شده در گیاه به تبخیر و تعرق است که بر حسب گرم ماده خشک به کیلوگرم یا سانتی متر آب بیان می‌شود (Howell. T.A. 2001). در شرایطی مانند شرایط حاکم بر کشور ما که محدودیت آبی و خاکی وجود دارد، نباید بدنبال حداکثر کردن عملکرد با سود خالص بود، بلکه نکته اساسی افزایش راندمان مصرف آب در گیاهان است. بهبود راندمان مصرف آب مشکل به نظر می رسد و تنها شامل فعالیت های کشاورز نمی گردد، بلکه فعالیت های اجتماعی، اقتصادی، هیدرولوژیکی و انسانی را نیز شامـل می شود (Zang, H., and Oweis, T. 1999). تلاش ها تاکنون به افزایش سطح زیر کشت در هر واحد از اراضی کشت شده معطوف بوده است، درصورتی که در شرایط محدودیت منابع آب و وجود اراضی قابل کشت مانند ایران باید هدف بالا بردن تولید به ازای هر واحد آب مصرفی و استفاده بهینه از منابع محدود آب باشد (توکلی، ۱۳۷۹).

کاربرد اصول و مفاهیم بوم شناسی از جمله مدیریت و استفاده از میکروارگانیزم های موجود در خاک و روابط بین آنها، در طراحی و مدیریت نظام های تولید غذا، قادر است ما را در تولید پایدارتر غذا یاری دهد.

موفقیت یک سیستم کشاورزی در تولید، تا حد زیادی به خصوصیات خاک و وضعیت غذایی موجود در خاک بستگی دارد. برخلاف کشاورزی رایج که به خاک فقط به عنوان یک بستر فیزیکی نگه دارنده گیاه و محیطی برای تزریق نهاده نگاه می شود، پایه و اساس کشاورزی زیستی و دیگر نظام های پایدار، خاک است و در آنها به جای تغذیه گیاه، به تغذیه خاک پرداخته می شود (Fliessbach, A., and Mader, P. 2004).

استفاده از منابع بیولوژیک در کشاورزی، دارای قدمت بسیار زیادی است و در گذشته نه چندان دور، تمام مواد غذایی مورد مصرف انسان با استفاده از چنین منابع ارزشمندی تولید می شدند. استفاده بهینه از منابع بیولوژیک نه تنها دارای اثرات مثبتی بر خصوصیات خاک می باشد، بلکه از جنبه های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی نیز مثمر ثمر بوده و می تواند جایگزین مناسبی برای نهاده های شیمیایی باشد (Gosling, P. et al. 2006 ; Kennedy, I.R. et al. 2004). میکوریزا یکی از مجموعه عوامل بیولوژیک است که یکی از

اصلی ترین میکروارگانیزم های موجود در محیط ریشه بوده و بخش مهمی از موجودات خاکزی را شامل می شود (Barea, J.M. et al. 2005). همزیستی این قارچ با ریشه گیاهان میزبان و تشکیل سیستم میکوریزایی، نقش مهمی در حاصلخیزی و پایداری اکوسیستم خاک دارد (Dodd, J.C. 2000). مهمترین نقش همزیستی میکوریز در نظام های زراعی عبارت است از: افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی به ویژه فسفر برای گیاهان (Cardoso, I., and Kuyper, M.T.W. 2006)، افزایش فتوسنتز (Khalvati, M.A. et al. 2005)، افزایش کارآیی مصرف آب در گیاه میزبان (Marulanda, A. et al. 2007 ; Augé, R.M. 2001 ; Augé, R.M. 2004 ; Amerian, M.R. et al. 2001)، به تأخیر انداختن نقطه پژمردگی (Amerian, M.R. et al. 2001)، افزایش مقاومت به تنش خشکی و تنش شوری (Pinior, A. et al. 2005)، افزایش مقاومت میزبان به آفات و بیماری ها (Jeffries, P. et al. 2003)، افزایش غلظت هورمون های گیاهی و محتوای کلروفیل (Sannazzaro, A.L. et al. 2006 ; Cho, K. et al. 2006)، تسریع در گلدهی گیاهان میزبان (Given, D.R. et al. 2002)، تأثیر در اختصاص مواد فتوسنتزی به اندام های مختلف گیاه میزبان (Ryan, M.H., and Graham, J.H. 2002)، ایجاد واکنش های مورفولوژیکی در گیاهان (Subramanian, K.S., and Charest, C. 1997)، افزایش قدرت رقابت گیاه میزبان مقابل علف های هرز (Bethlenfalvay, G.J. et al. 1996)، افزایش مقاومت گیاهان به فلزات سنگین (Joner, E.J., and Leyval, C. 1997)، کاهش اثر سوء مواد شیمیایی (ضدعفونی کننده ها، قارچ کش ها، آفت کش ها و علف کش ها) (Gianinazzi, S., and Vosatka, M. 2004)، تشدید فعالیت جمعیت میکروبی خاک از جمله باکتری های ریزوبیوم، ازوتوباکتر و آزوسپیریلوم (Andre, S. et al. 2004).

امروزه غلات یکی از مهم ترین منابع غذایی انسان می باشند (امام، ۱۳۸۶). ذرت یکی از قدیمی ترین و با ارزش ترین محصولات زراعی استفاده شده توسط بشر است. ذرت گیاهی چهار کربنه می باشد و لذا پتانسیل بالایی در تبدیل انرژی خورشیدی به ماده خشک دارد. ذرت سازگاری وسیعی به شرایط محیطی از خود نشان می دهد و بنابراین، میزان تولید بالایی در واحد سطح دارد (Shrestha, R. K., and Ladha, J. K. 1998؛ جامی الاحمدی و همکاران، ۱۳۸۵). ذرت از نظر تولید و سطح زیر کشت، بعد از گندم و برنج، سومین گیاه زراعی مهم در دنیا است (جامی الاحمدی و همکاران، ۱۳۸۵). بین مصرف ذرت برای نیاز انسان و حیوانات رقابت وجود دارد. به منظور کاهش این رقابت دستیابی به عملکرد بالا، خاک باید منبعی کافی از

مواد غذایی را از طریق کودهای آلی- زیستی برای گیاه و حصول به سیستم تغذیه تلفیقی گیاهان[1] داشته باشد تا بتواند بر هزینه بالای کودهای شیمیایی غلبه کند. بنابراین نیاز است که سیستم تغذیه تلفیقی گیاهان برای افزایش حاصلخیزی خاک و تولید پایدار گیاهان زراعی معرفی شود. همچنین در این سیستم خواص فیزیکی و شیمیایی خاک بهبود می یابد، بنابراین به ایجاد نظام های پایدار کشت غلات با حداکثر تولید و حداقل هزینه کمک می کند (Abd El-Gawad, A. M. 2008).

ذرت نسبت به تشکیل همزیستی با قارچ های میکوریز واکنش خوبی نشان داده است. این آزمایش با هدف افزایش کارایی مصرف آب به کمک همزیستی دو گونه قارچ میکوریزا با گیاه ذرت انجام پذیرفت.

با عنایت به وضعیت اقلیمی خشک کشور ما و با توجه به اهمیت و جایگاه گیاه ذرت، امید است اطلاعات حاصل از این آزمایش، بتواند ضمن افزایش بازده اقتصادی برای تولیدکنندگان و نیز بالا بردن کارآیی انرژی، به عنوان ابزاری در جهت توسعه سیاست های کشاورزی پایدار هم راستا با محیط زیست، به کار گرفته شود.

[1] - Integrated Plant Nutrient System (IPNS)

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- اهمیت آب

عوامل محیطی با تأثیر بر فرآیندهای فیزیولوژیکی، رشد و نمو گیاهان را کنترل می‌کنند. بسیاری از فرآیندهایی که درگیاه صورت می‌پذیرد چه به‌طور مستقیم و چه بصورت غیرمستقیم به وجود آب بستگی دارد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲). آب در واکنشهایی مثل: انتقال مواد آلی، آماس سلول‌های گیاهی، تعرق و خنک‌سازی گیاه، خنثی‌سازی الکتریکی مولکولهای کلوئید استفاده می‌شود (احمدی و آبیکر، ۱۳۷۹؛ حکمعت‌شعار، ۱۳۷۲). تمام جنبه‌های رشدگیاه شامل جنبه‌های آناتومیکی و بیوشیمیایی، تحت تاثیر کمبود آب قرار می‌گیرد. همچنین از طریق کاهش سطح برگ، بسته شدن روزنه و کاهش راندمان تثبیت کربن، فتوسنتز راتحت تاثیر قرار می‌دهد (احمدی و آبیکر، ۱۳۷۹).

یکی از مهمترین اثرات محدود کننده‌ی آب در گیاه، بسته شدن روزنه ها و کاهش فتوسنتز است. افزایش آبیاری، هدایت روزنه‌ای و در نتیجه تعرق و تولید ماده خشک را بیشتر می‌کند و بر عملکرد و اجزای عملکرد موثر است (علیزاده و کمالی، ۱۳۸۶). تولید ماده‌ی خشک تحت تأثیر کمبود آب قرار می‌گیرد (Singh, B.P. 1989). طبق گزارش کاکس و جولیف[1] (۱۹۸۶) ماده‌ی خشک تولیدی با کاهش آب مصرفی، نقصان می‌یابد. حاصلخیزی زیاد و بالا بودن رطوبت باعث تحریک رشد رویشی و تجمع ماده‌ی خشک شده و بر عکس، تنش رطوبتی و حاصلخیزی کم باعث محدودیت رشد رویشی و کاهش ماده‌ی خشک در گیاهان می‌شود (Eral, h.

[1] - Cox, W J., and Julliff, G.D.

J. and Davis, R.F. 2003). در آزمایشی مشاهده گردید که کمبود آب طی هر مرحله از رشد ذرت منجر به نقصان عملکرد دانه شد (Araus J.L. et al. 2002).

۲-۱-۱- کارآیی مصرف آب[1]

در گذشته به علت کمی جمعیت و پایین بودن سطح زیر کشت، منابع آب به اندازه کافی و ارزان در اختیار مصرف کنندگان قرار داشت. اما در حال حاضر، روند افزایش جمعیت دنیا با افزایش تولید مواد غذایی متناسب نبوده و لزوم سطح کشت آبی و چند برابر شدن تولیدات کشاورزی محسوس است. متأسفانه در سال های اخیر، گرم شدن هوای زمین و حادث شدن خشکسالی ها موجب شده که منابع آبی ایران محدودتر شده و و مشکل کم آبی، جنبهٔ بحرانی به خود بگیرد.

از آنجا که آب، محور توسعهٔ کشاورزی است، بدون مدیریت آبیاری مناسب، مصرف نهاده های مختلف کشاورزی از قبیل بذور اصلاح شده، کودهای شیمیایی و آفت کش های کشاورزی و انجام عملیات کاشت و داشت زراعی، تأثیر چندانی در رشد گیـاه و افزایش عملکـرد محصولات کشـاورزی نخواهد داشت (کشاورز و صادق زاده، ۱۳۷۹).

با توجه به شرایط خاص اقلیمی کشور که خشکی و پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارش ها، از ویژگی های آن است و همچنین به دلیل عدم تناسب سطح زیر کشت محصولات با منابع آبی، نیاز آبی گیاهان به طور کامـل برآورده نمی شود و گیاهـان با تنش رطوبتـی مواجه می شوند (کشـاورز و صادق زاده، ۱۳۷۹).

همانطـور که ذکر شد، آب آبیـاری مهم ترین نهادهٔ تولید کشاورزی است زیرا از یک طرف از حدود ۳۷ میلیون هکتار اراضی مستعد کشاورزی به دلیل محدودیت منابع آبی فقط ۷/۸ میلیون هکتار به صورت فاریاب کشت می شود و از طرف دیگر در حال حاضر از کل منابع آب تجدیدشوندهٔ کشور، حدود ۸۸/۵ میلیارد مترمکعب جهت مصارف بخش های کشاورزی، صنعت، معدن و شرب برداشت می شود که حدود ۸۳ میلیارد مترمکعب آن (۹۳/۵ درصد) به بخش کشاورزی اختصاص دارد (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲). بنابراین با توجه به سهم عظیم منابع آب در بخش کشاورزی با انتخاب و به کار گیری راهکارهایی در زمینه های

[1] - Water Use Efficiency (WUE)

بهبود روش های آبیاری، بالا بردن راندمـان مصرف آب و بهینـه سازی مصرف آب در گیاهـان می توان یک صرفه جویـی عظیـم را در این بخش انجام داد (کشـاورز و صادق زاده، ۱۳۷۹).

یکی از شاخص های مهم در مورد آب، کارآیی مصرف آب است که نوعی رابطهٔ کمّی بین رشد گیاه و مقدار آب مصرفی برقرار می نماید و تولید به ازای هر واحد حجم آب مصرف شونده را نشان می دهد (کشاورز و صادق زاده، ۱۳۷۹).

تعریف دیگر این شاخص عبارت است: از نسبت محصول تولیدی بر مجموع آب تأمین شده برای گیاه (Araus J.L. et al. 2002). کارآیی مصرف آب به این صورت نیز تعریف می شود: نسبت ماده خشـک تولیـد شـده در گیاه به تبخیر و تعرق است که بر حسب گرم ماده خشـک بـه کیلـوگرم یـا سـانتی متـر آب بیـان مـی‌شـود (Howell. T.A. 2001).

هرچه اقلیم خشک‌تر باشد، نیاز اتمسفری تبخیر و تعرق بیشتر بوده و برای تولید یک واحد ماده خشک، گیـاه نیازمند از دست دادن آب بیشـتری اسـت. سـاختار بنیـادی مفهـوم کـارآیی مصـرف آب، بـا افـزایش تولیـد محصولات کشـاورزی به ازای واحد حجم مصرفـی آب است (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲).

عواملی که بر کارآیی مصرف آب تاثیر می‌گذارند، توسط استانهیل[1] (۱۹۸۶) معرفی شده اند. او این عوامل را آب، دی اکسید کربن، دمای هوا، گونه گیاهی، مسیرفتوسنتزی گیاه، رفتار روزنه‌ای و اندازه و ساختمان و آرایش برگها، خصوصیات خاک و عوامل اقتصادی دخیل در تولید می‌داند.

تبخیر از سطح خاک روی کارآیی مصرف آب تاثیر زیادی دارد. در پایان دوره خشکی، هنگامی که سطح خاک خشک می‌باشد، عملاً تبخیر نزدیک به صفر است و لذا مفهوم تبخیر و تعرق مساوی تعرق به تنهایی خواهد بود (حکمت‌شعار، ۱۳۷۲).

در شرایطی مانند شرایط حاکم بر کشور ما که محدودیت آبی و خاکی وجود دارد، نباید به دنبال حداکثر کردن عملکرد با سود خالص بود، بلکه نکتهٔ اساسی، افزایش راندمان مصرف آب در گیاهان است. بهبود راندمان مصرف آب مشکل به نظر می رسد و تنها شامل فعالیت های کشاورز نمی گردد، بلکه فعالیت های اجتماعی، اقتصادی، هیدرولوژیکی و انسانی را نیز شامل می شود (Zang, H., and Oweis, T. 1999).

[1] - Stanhill, G. 1986

تلاش ها تاکنـون به بالا بردن تولید در هر واحد از اراضی کشت شده معطـوف بوده است در صورتـی که در شرایط محدود بودن منابع آب و زیادی اراضی قابل کشت مانند شرایط ایران می بایست هدف، بالا بردن تولید به ازای هر واحد آب مصرفی و استفادهٔ بهینه از منابع محدود آب باشد (توکلی، ۱۳۷۹).

با صرف نظر از ترکیب محصولات زراعی و تفاوت ریزش جوی در مناطق مختلف کشور، تقریباً به ازای هر واحد حجم آب (متر مکعب) مصرف شده، معادل ۰/۷ کیلوگرم محصول تولید شده است که در مقایسه با ارقام متناظر کشورهای پیشرفته بسیار پایین است. این در صورتی است که میزان تولیدات کشاورزی اراضی فاریاب در افق ۲۵ سال آیندهٔ کشور بایستی به حداقل ۱۸۶ میلیون تن بالغ گردد که اگر با کارآیی مصرف آب فعلی یعنی تولید ۰/۷ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب بخواهیم به اهداف فوق دست یابیم در افق ۲۵ سالهٔ آینده باید بالغ بر ۲۶۶ میلیارد مترمکعب آب مصرف شود که با توجه به کل آب قابل استحصال کشور، امکان حصول آن به هیچ وجه میسر نیست. جهت نیل به اهداف تولیدات کشاورزی در ۲۵ سال آینده، چارهٔ دیگری غیر از افزایش کارآیی مصرف آب در اراضی فاریاب کشور به میزان ۱/۸ تا ۲ کیلوگرم تولید به ازای هر مترمکعب نیست (کشاورز و صادق زاده، ۱۳۷۹).

در مورد اهمیت بهینه سازی کارآیی مصرف آب، همین بس که اگر این شاخص فقط ۵ درصد افزایش یابد، مقدار آب صرفه جویی شده معادل با کل نیاز فعلی بخش های صنایع و معادن و آب مشروب شهرها و روستاها خواهد شد (کشاورز و صادق زاده، ۱۳۷۹). بهبود روش‌های مدیریت خاک، روی ظرفیت نگهداری آب خاک تاثیر مثبت می‌گذارد. لذا هر گونه عملیاتی که باعث افزایش جذب آب خاک در منطقه ریشه شود اثر مثبتی بر روی کارآیی مصرف آب بدلیل افزایش دسترسی به آب و افزایش جذب عناصر غذایی خواهد داشت (Gregory, P.T. et al. 2000).

۲-۲- 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[1] (۲۰۰۵) گزارش کردند که به

[1] - Sylvia, D.M. et al.

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 میکروارگانیزم های آن را برای نگهداری و بهبود وضعیت خاک، بدون آسیب رساندن به این منبع حیاتی، بهتر مدیریت کرد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و حتی بیولوژیکی زیستگاه خاک و فعل و انفعالاتشان با مجموعه میکروارگانیزم های مقیم در خاک، تأثیر مهمی بر رشد و فعالیت میکروارگانیزم ها و به دنبال آن حاصلخیزی خاک دارد (Probst, B. et al. 2007). کوچک ترین آسیب به خاک از طریق کاربرد ماشین آلات، مصرف نهاده های شیمیایی و عوامل دیگر که موجب تضعیف و نابودی ریزموجودات خاکزی یا کارکردهای آنها می شود، بر کل سطح کشت بوم تأثیر قابل ملاحظه ای خواهد گذاشت (Doran, J. W. 2002). بنابراین، اجتنـاب از آسیب و فشـار های منفی به محیط زیست، و همچنین بهبود برنامه های توسعه ای که نیازهای کودی گیاهان را تأمین می کند، شرط لازم در حفظ سلامت خاک است (Kokalis-Burelle, N. et al. 2006). در کشاورزی پـایدار، سلامت خاک از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

بعضی از محققین (Hart, M.M., and Trevors, J.T. 2005) معتقد هستند که در آینده، آگاهی بیشتر ما از زیست شناسی خاک و بوم شناسی میکروبی آن، فرصت های بیشتری را برای اصلاح زیستی و درک تنوع جمعیت خاک و بهره گیری از آن در فرآیندهای بوم نظام، پیش بینی کارکرد بوم نظام مثل چرخه مواد غذایی، برهم کنش های بیوشیمیایی و فرآیندهای تنوع زیستی، ترکیب گونه ای و پاسخ به تخریب و نظام های کشاورزی پایدار ایجاد خواهد کرد.

۲-۲-۱- بوم شناسی میکروبی خاک

گیون و همکاران[1] (۲۰۰۲) بیان کردند که کوچکترین میکروارگانیزم های خاک، باکتری ها، اکتینومیست ها، قارچ ها و جلبک ها می باشند که در مجموع از آنها تحت عنوان میکروفلور یاد می شود. اگرچه تعداد باکتری ها ده ها بار بیشتر از قارچ ها می باشد ولی به طور کلی، زیست توده قارچ ها بیشتر از باکتری ها است (۵۰۰۰-۵۰۰ در برابر ۳۰۰۰-۳۰۰ بر حسب کیلوگرم وزن تر بر هکتار خاک). قارچ ها در حیات و سلامت تمام بوم نظام ها، اهمیت بسزایی دارند. نظام های انشعـابی ریشه گیاهان و میسلیوم های قارچ ها که امکان

[1] - Given, D.R. et al. 2002