بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد کشاورزی اکولوژیک

بررسی تأثیر مایکوریزا و پرایمینگ بذر بر رشد و عملکرد لوبیا چشم بلبلی

نگارنده: فاطمه مشایخی

استاد راهنما:

دکتر احمد غلامی

استاد مشاور:

دکتر حمید عباس دخت

بهمن ۱۳۹۶

شماره: ۱۰۴/ک
تاریخ: ۹۷/۱/۲۱

باسمه‌تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم / آقای فاطمه مشایخی با شماره دانشجویی ۹۴۱۶۵۸۴ رشته مهندسی کشاورزی گرایش اگرواکولوژی تحت عنوان بررسی تاثیر مایکوریزا و پرایمینگ بذر بر رشد و عملکرد لوبیا چشم بلبلی

در تاریخ ۱۳۹۶/۱۱/۰۲ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه: .....خوب.....) ☑ **مردود** ☐

نوع تحقیق: **نظری** ☐ **عملی** ☑

عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ استادراهنمای اول	دکتر احمد غلامی	دانشیار	
۲- استادراهنمای دوم			
۳- استاد مشاور	دکتر حمید عباس دخت	دانشیار	
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر مهدی برادران فیروزآبادی	دانشیار	
۵- استاد ممتحن اول	دکتر حمیدمحمد رضا عامریان	دانشیار	
۶-ـ استاد ممتحن دوم	دکتر حمید رضا اصغری	دانشیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده:دکتر محمدرضا عامریان

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

تبصره: در صورتی که کسی مردود شود حداکثر یکبار دیگر (در مدت مجاز تحصیل) می تواند از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۴ ماه برگزار شود).

تقدیم به پدر مهربان و

زیباترین نگاه زندگیم مادرم...

تعهد نامه

اینجانب فاطمه مشایخی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد اکولوژیک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه: بررسی تأثیر مایکوریزا و پرایمینگ بذر بر رشد و عملکرد لوبیا چشم بلبلی تحت راهنمائی آقای دکتر احمد غلامی متعهد می شوم.

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

.

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

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

چکیده

قارچ‌های میکوریزا از میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی هستند که می‌توانند به عنوان یکی از انواع کودهای زیستی بخشی از احتیاجات گیاهان را تامین نمایند. پژوهش حاصل به منظور بررسی اثر میکوریزا *Glomus intraradices*، *Glomus mosseae*، *Glomus fasciculatum* و پرایمینگ به شکل اسموپرایمینگ، هیدرو پرایمینگ و ترکیب اسموپرایمینگ و هیدروپرایمینگ بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود به اجرا درآمد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. فاکتور اول میکوریزا در چهار سطح، (m_1) عدم میکوریزا، (m_2) تلقیح با گونه *Glomus intraradices*، (m_3) تلقیح با گونه *Glomus mosseae*، (m_4) تلقیح با گونه *Glomus fasciculatum*، فاکتور دوم پرایمینگ بذر در چهار سطح، (p_1) عدم پرایمینگ، (p_2) هیدروپرایمینگ، (p_3) اسموپرایمینگ، (p_4) ترکیب هیدروپرایمینگ و اسمو پرایمینگ بود. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که اثر قارچ‌های میکوریزا بر فاصله اولین گره تا سطح زمین، تعداد شاخه فرعی، همزیستی میکوریزایی، عملکرد بیولوژیک و وزن خشک برگ معنی دار شد. اثر پرایمینگ بر فاصله اولین گره تا سطح زمین، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ، کارتنوئید، شاخص سطح برگ، عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه فرعی، وزن صد دانه، کلروفیل b، کلروفیل کل، درصد پروتئین و درصد نیتروژن دانه معنی دار شد. اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بر فاصله اولین گره تا سطح زمین، وزن خشک برگ، شاخص سطح برگ، تعداد شاخه فرعی، وزن خشک ساقه، محتوای نسبی آب برگ، کارتنوئید و همزیستی میکوریزایی معنی دار شد. نتایج جدول مقایسه میانگین نشان داد که عملکرد بیولوژیک در حضور قارچ میکوریزا گونه گلوموس موسه آ(m_3) افزایش نشان داد. با توجه به نتایج وزن صد دانه، کلروفیل b، کلروفیل کل، پروتئین دانه، عملکرد دانه و درصد نیتروژن دانه در سطح هیدروپرایمینگ(p_2) افزایش نشان دادند. فاصله اولین گره تا سطح زمین و همزیستی میکوریزایی در سطح اسموپرایمینگ(p_3) افزایش نشان دادند. ترکیب تیماری هیدرو + اسموپرایمینگ(p_4) بر کارتنوئید و شاخص سطح برگ تاثیر مثبتی داشت. به‌طور کلی نتایج این تحقیقات حاکی از این است که کاربرد قارچ میکوریزا و پرایمینگ بذر باعث افزایش رشد گیاه لوبیا چشم بلبلی و بهبود در صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گردید.

کلمات کلیدی: لوبیا چشم بلبلی، قارچ‌های میکوریزا، هیدروپرایمینگ بذر و اسموپرایمینگ

Contents

فهرست مطالب

عنوان ..... صفحه

چکیده ..... **و**

فصل اول ۱

۱-۱-کلیات **۲**

۱-۲- لوبیا چشم بلبلی **۳**

۱-۲-۱- منشا گیاهشناسی و اهمیت لوبیا ۳

۱-۲-۲- سازگاری ۴

۱-۲-۳- میزان تولید حبوبات ۵

۱-۲-۴- ارزش غذایی دانه ۶

۱-۲-۵- عملیات زراعی ۷

۱-۲-۵-۱- کاشت ۷

۱-۲-۵-۲- داشت ۸

۱-۲-۵-۳- برداشت ۹

۱-۲-۷- نیازهای اکولوژیک لوبیا چشم بلبلی **۹**

۱-۲-۷-۱- خاک ۹

۱-۳- کودهای زیستی **۹**

۱-۳-۱- تعریف کودهای زیستی ۹

۱-۳-۲- تاریخچه میکوریزا ۱۰

۱-۳-۲-۱- انواع میکوریزا ۱۱

۱-۳-۲-۲- قارچ‌های اندومیکوریزا ۱۲

۱-۴- پرایمینگ بذر ۱۳

فصل دوم ۱۵

۲-۱- قارچ میکوریزا ۱۶

۲-۲- فوائد همزیستی میکوریزایی ۱۷

۲-۱-۱- میکوریزا و افزایش جذب عناصر غذایی ۱۷
۲-۱-۲- راه‌های تامین فسفر خاک ۱۹
۲-۱-۳- اثر همزیستی میکوریزا بر جذب فسفر توسط گیاه میزبان ۲۰
۲-۱-۴- میکوریزا و اختصاص مواد فتوسنتزی ۲۲
۲-۱-۵- میکوریزا و عناصر غذایی ۲۳
۲-۲-فوائد پرایمینگ ۲۳
۲-۲-۱- انواع روش‌های پرایمینگ بذر ۲۴
۲-۲-۲- تاریخچه پرایمینگ ۲۵
۲-۲-۳- فاکتورهایی که روی پرایمینگ بذر تاثیر می‌گذارند ۲۶
۲-۳-۴- مراحل پرایمینگ ۲۷
۲-۳-۵- اسموپرایمینگ ۲۹
۲-۳-۶- هیدرو پرایمینگ ۲۹
۲-۳-۷- پرایمینگ و فعالیت‌های آنزیمی ۳۱
۲-۳-۷-۱- اثر اسموپرایمینگ بر فعالیت‌های آنزیمی در جوانه زنی بذر ۳۱
۲-۳-۷-۲- اثر هیدروپرایمینگ بر فعالیت‌های آنزیمی در جوانهزنی بذر ۳۲
فصل سوم ۳۵
۳-۲- موقعیت جغرافیایی و مشخصات آب و هوایی محل اجرای آزمایش ۳۶
۳-۳- مطالعات مزرعه ای ۳۶
۳-۴- داشت ۳۸
۳-۵- صفات زراعی و مورفولوژیک ۳۸
۳-۶- وزن خشک غلاف، دانه، ساقه و برگ ۳۸
۳-۷- صفات فیزیولوژیک ۳۸
۳-۷-۱- مقدار نسبی آب برگ (RWC) ۳۸
۳-۶-۲- پایداری غشاء پلاسمایی ۳۹
۳-۷-۳- کلروفیل a، b و کارتنوئید ۳۹
۳-۷-۴- کلونیزاسیون ریشه ۴۰

۳-۷-۵- شاخص سطح برگ ۴۱
۳-۷-۶- نیتروژن و پروتئین دانه ۴۱
۳-۷- تجزیه و تحلیل آماری داده ها ۴۳
فصل چهارم ۴۵
۴-۱- ارتفاع بوته ۴۶
۴-۲- تعداد برگ دربوته ۴۶
۴-۳- تعداد غلاف در بوته ۴۶
۴-۴- فاصله اولین گره تا سطح زمین ۴۷
۴-۵- تعداد شاخه فرعی در بوته ۴۹
۴-۶- وزن خشک ساقه ۵۲
۴-۷- وزن صد دانه ۵۴
۴-۸- وزن خشک برگ ۵۶
۴-۹- محتوای نسبی آب برگ ۵۸
۴-۱۰-پایداری غشا پلاسمایی ۶۰
۴-۱۱- کلروفیلa ۶۱
۴-۱۲- کلروفیلb ۶۲
۴-۱۳-کارتنوئید ۶۳
۴-۱۴- کلروفیل کل ۶۶
۴-۱۵- درصدپروتئین دانه ۶۷
۴-۱۶- شاخص سطح برگ ۶۸
۴-۱۸- عملکرد دانه ۷۱
۴-۱۹- درصد نیتروژن دانه ۷۳
۴-۲۰- همزیستی میکوریزا ۷۴
۴-۲۱-عملکرد بیولوژیک ۷۷

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- تشکیل هیف در داخل سلول‌های پارانشیمی در اندوتروفیک و در بیرون سلول‌های پارانشیمی در اکتوتروفیک.....۱۱

شکل۴-۱- اثر پرایمینگ بر تعداد غلاف در بوته.....۴۷

شکل۴-۲-اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بر فاصله اولین گره تا سطح زمین.....۴۹

شکل ۴-۳-اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بر تعداد شاخه فرعی در بوته..... ۵۱

شکل۴-۴-اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بر وزن خشک ساقه..... ۵۴

شکل۴-۵-اثر پرایمینگ بر وزن صد دانه.....۵۵

شکل ۴-۶- اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بر وزن خشک برگ..... ۵۷

شکل۴-۷-اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بر محتوای آب نسبی برگ.....۶۰

شکل۴-۸-اثر پرایمینگ بر کلروفیل b ۶۳

شکل۴-۹-اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بر کارتنوئید..... ۶۵

شکل۴-۱۰-اثر پرایمینگ بر کلروفیل کل..... ۶۷

شکل۴-۱۱-اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بر درصد پروتئین دانه..... ۶۸

شکل۴-۱۲-اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بر شاخص سطح برگ.....۷۱

شکل۴-۱۳-اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بر عملکرد دانه.....۷۳

شکل۴-۱۴-اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بر درصد نیتروژن دانه.....۷۴

شکل۴-۱۵-اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بر همزیستی میکوریزا.....۷۶

شکل۴-۱۶-اثر میکوریزا بر عملکرد بیولوژیک.....۷۸

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول۴-۱-جدول تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات مورد بررسی..... ۸۰

فصل اول

مقدمه

۱-۱-کلیات

روند افزایش سالیانه جمعیت در جهان موجب شده است که افزایش تولید غذا به یکی از دغدغه‌های انسان تبدیل گردد. بیش از دو سوم جمعیت جهان در کشورهای درحال توسعه زندگی می‌کنند و بیش از ۲۰٪ کشورهای توسعه نیافته در فقر و قحطی به سر می‌برند که متجاوز از ۵۰٪ آن ها فقر غذایی دارند (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰).

جمعیت جهان با یک روند تقریبا نمایی در حال رشد است. با افزایش جمعیت، فشار بیشتری بر زمین‌های زراعی موجود، محیط و منابع طبیعی به ویژه منابع غیر قابل تجدید وارد می‌آید. از جمله راهبردهایی که برای تامین یک منبع غذایی مطمئن جهت جمعیت رو به رشد آتی مطرح هستند. محدود سازی رشد جمعیت، بهبود توزیع غذا، افزایش عملکرد گیاهان زراعی، کاهش ضایعات محصول و افزایش زمین‌های زراعی برای تولید غذای انسانی از طریق کوتاه کردن زنجیره‌های غذایی قابل ذکر می‌باشند. با توجه به مشکلات ناشی از محدودیت منابع آب و خاک در ایران امکان توسعه سطح زیر کشت برای افزایش تولیدات کشاورزی میسر نبوده و تنها راه حل عملی برای خودکفایی در محصولات کشاورزی و تهیه غذای کافی برای جمعیت در حال رشد کشور، افزایش تولید در واحد سطح می‌باشد (ملکوتی، ۱۳۷۵). برای افزایش تولید از روش‌های گوناگونی استفاده شده است، اما به کارگیری مستمر و زیاد این روش‌ها موجب تغییر در خواص فیزیکی و شیمیایی خاک شده است و در چند دهه اخیر مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده ای از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و حاصلخیزی خاک‌ها گردیده است(شارما، ۲۰۰۲). امروزه زیان‌های اقتصادی و زیست محیطی ناشی از استفاده بی رویه از کودهای شیمیایی در سطح جهانی شناخته شده و بدیهی است که باید جایگزین مناسبی برای این کودها در نظر گرفته شود(ابوت و مورفی، ۲۰۰۷).

هدف اصلی کشاورزی پایدار که به وجود آمدن آن برای حیات انسانی یک ضرورت است، کاهش نهاده‌های مصرفی، افزایش چرخه داخلی عناصر غذایی خاک از طریق کاهش خاکورزی و استفاده از کودهای زیستی به جای کودهای شیمیایی در جهت افزایش عملکرد محصولات کشاورزی و تولید غذای بیشتر است(لیگرید و همکاران، ۱۹۹۹؛ کوچکی و همکاران، ۲۰۰۸)

۱-۲- لوبیا چشم بلبلی

۱-۲-۱- منشا گیاه‌شناسی و اهمیت لوبیا

حبوبات دانه‌های خشک خوراکی هستند که به خانواده بقولات تعلق دارند و دومین منبع مهم غذایی پس از غلات محسوب می‌گردد. بذور رسیده و خشک این گیاهان دارای ارزش غذایی زیادی بوده و به لحاظ قابلیت نگهداری مواد غذایی از منابع غذایی مهم سرشار از پروتئین به شمار می‌روند(خوفی و انویه تکیه، ۱۳۸۸). این گیاهان متعلق به خانواده فاباسه می‌باشند(پارسا و باقری، ۱۳۸۷).

لوبیا چشم بلبلی به عنوان نخود چشم سیاه و نخود جنوبی شناخته شده است. یک لگوم با مبدا افریقایی است که به عنوان محصول پوششی تناوبی برای کمک به نیازهای نیتروژنی محصولات با ارزش اقتصادی بالا، کنترل فرسایش و بهبود خصوصیات خاک، مفید است و هنگامی که به عنوان یک محصول پوششی استفاده می‌شود، علف‌های هرز را کنترل می‌کند. تحمل به خشکی این گیاه، آن را در کشت دیم یا در زمین‌های کم باران بدون آبیاری ارزشمند ساخته است.

لوبیا چشم بلبلی گیاهی علفی، یکساله و روز کوتاه بوده، در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه شمالی و ۳۶ درجه جنوبی کشت می‌شود. این گیاه دارای ۳۲-۱۸٪ پروتئین، ۶۲٪ قند قابل حل و ۲/۳٪ مواد معدنی است، از این رو گوشت مردم فقیر محسوب می‌شود. از نظر گیاهشناسی برگ‌های مرکب به طول ۱۵ سانتی متر، برگچه‌های نازک، بیضوی نوک تیز و دارای بریدگی است. گل‌های آن سفید یا

ارغوانی و خودگشن، میوه آن نیام می‌باشد. در هر نیام تقریبا ۱۶ عدد بذر وجود دارد. لوبیا چشم بلبلی به عنوان یک محصول حاشیه ای در زمین‌های کم بازده به خصوص در زراعت‌های دیم کاشته می‌شود. براساس آمار انتشار یافته، متوسط عملکرد لوبیا در جهان پایین و حدود ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار است. یکی از دلایل پایین بودن عملکرد آن مدیریت ناصحیح زراعی به ویژه استفاده نامناسب و ناکارآمد کودهای نیتروژن دار در خاک‌های مناطق مورد کشت(در امریکا و افریقا حدود ۵۰۵ کیلوگرم در هکتار) گزارش شده است(هانگریا، ۲۰۰۰).

در حال حاضر بخش زیادی از تولید محصولات کشاورزی از طریق مصرف کودهای شیمیایی(خصوصا نیتروژن) صورت می‌گیرد که متاسفانه اثرات سوئی بر خاک، محیط زیست و آب‌های زیر زمینی داشته و سبب افزایش هزینه و ناپایداری تولید می‌گردد.

لوبیا چشم بلبلی همچنین می‌تواند برای تولید علوفه خشک یا علوفه سیلویی با کیفیت بالا، هنگامی که با محصولاتی مانند ذرت یا سورگوم ترکیب شود، مورد استفاده قرار گیرد یا این که می‌تواند برای چراگاه تناوبی استفاده شود. ارقام بسیاری از لوبیا چشم بلبلی وجود دارند، که برای تغییر آشیان‌های اکولوژیکی تولید شده اند و به لحاظ رفتار رشدی شان بسیار متفاوت هستند. بعضی ارقام کوتاه هستند و بعضی به صورت بوته‌های عمودی و بقیه بلند و مشابه درخت انگور هستند.

۱-۲-۲- سازگاری

مناسب ترین دمای اولیه خاک برای نمونه دانه ۱۹ درجه سانتی گراد است و چنان چه دمای خاک کمتر شود، بذر خوب و سریع جوانه نخواهد زد. حداقل دمای هوا برای جوانه زنی ۱۲ تا ۱۵ درجه سانتی گراد و در دمای بین ۲۷ تا ۳۵ درجه سانتی گراد بهترین شرایط رشد و نمو را خواهد داشت. این گیاه به سرما حساس است و در یخبندان از بین می‌رود. لوبیا چشم بلبلی به خشکی هوا مقاوم است ولی خشکی خاک بر تولید محصول آن تاثیر نامطلوب می‌گذارد. اسیدیته(pH) مناسب برای این گیاه ۷-۶/۵ می‌باشد ولی خاک‌های اسیدی(۵/۵-۵) را تحمل و در برخی موارد به عنوان اصلاح

کننده‌ی خاک‌های اسیدی کشت می‌شود. خاک‌های شنی- رسی با زهکشی مناسب بهترین شرایط خاکی برای این گیاه می‌باشد(مجنون حسینی، ۱۳۸۷).

لوبیا چشم بلبلی به سرعت رشد می‌کند و در شرایط رشدی مناسب به ارتفاع ۶۰-۵۰ سانتی متری می‌رسد. معمولا بیشترین رشد ریشه در لایه‌های بالایی خاک اتفاق می‌افتد اما در زمان خشکی، لوبیا چشم بلبلی می‌تواند یک ریشه عمودی را به عمق ۸ متر برای رسیدن به رطوبت بخش‌های عمیق خاک، رشد دهد.

طبق مطالعات انجام شده، اثبات شده که لوبیا چشم بلبلی قادر به نگهداری پتانسیل آب برگی بالا یا محتوای رطوبت نسبی برگی بالا، طی تنش خشکی است، بنابراین از پسابیدگی بافت جلوگیری می‌کند. اگرچه این راهبرد به واسطه بسته شدن روزنه ها، ممکن است باعث کاهش در اسیمیلاسیون دی اکسید کربن و کاهش رشد و عملکرد شود(چاوز، ۱۹۹۱).

۱-۲-۳- میزان تولید حبوبات

یکی از سیاست‌های کلیدی دولت دستیابی به امنیت غذایی در تولید محصولات کشاورزی می‌باشد. سلامت و ارزش غذایی محصولات کشاورزی و توجه به ترجیح غذایی مصرف کنندگان، با توجه به تعریف جدید امنیت غذایی اهمیت فراوان دارد و تنها تامین انرژی و سیر شدن جمعیت کشور مد نظر نمی باشد.

براساس برآورد انجام شده از سرانه پروتئین و انرژی گیاهی در طول دوره برنامه چهارم، حبوبات نقش ویژه‌ای در تامین این منابع خواهند داشت. به همین دلیل افزایش تولید حبوبات در برنامه مورد توجه قرار گرفته است، به نحوی که مقرر گردید میزان تولید حبوبات از ۶۴۷ هزار تن در سال ۱۳۸۳ به ۷۲۹ هزار تن در سال ۱۳۸۸ افزایش یابد. مصرف سرانه حبوبات در سال‌های برنامه چهارم یعنی ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸ به ترتیب ۷/۱- ۷/۳-۷/۵-۷/۶-۷/۸ کیلوگرم در سال برآورد شده است. در سال زراعی ۱۳۸۴- ۱۳۸۳، ۱۰۶۰۲ هکتار لوبیای آبی و ۵۲۵۲ هکتار لوبیای دیم کشت گردیده است. بدین

ترتیب میزان تولید لوبیا در یک بازه زمانی ۱۲ ساله از ۵۹/۷۶۱ تن در سال زراعی ۱۳۶۲- ۱۳۶۱ به ۲۱۶۱۳۱ تن در سال زراعی ۱۳۸۴- ۱۳۸۳ افزایش یافته است(قربانی و همکاران، ۱۳۸۹).

۱-۲-۴- ارزش غذایی دانه

پروتئین موجود در دانه حبوبات ۲ تا ۳ برابر غلات و ۱۰ تا ۲۰ برابر بیشتر از برخی گیاهان غده ای است. نسبت نشاسته به پروتئین در حبوبات ۳ به ۱، در غلات ۶ به ۱، در گیاهان غده ای ۱۵ به ۱ می‌باشد. البته پروتئین حبوبات از نظر اسیدهای آمینه گوگرد نظیر متیونین و سیستئین فقیر می‌باشد. میزان عناصر معدنی نظیر کلسیم، آهن، منیزیم، روی، پتاسیم و فسفر نیز در دانه‌های حبوبات بالا است، هر چند حضور برخی ترکیبات قندی تغذیه‌ای قابلیت دسترسی آن‌ها را کاهش می‌دهد. همچنین حبوبات منبع خوبی از ویتامین‌های خانواده B نظیر تیامین، اسید فولیک و پانتوتنیک به شمار می‌آیند، در حالی که از نظر ویتامین A و C فقیر می‌باشند، ۱۰۰گرم دانه پخته لوبیا چشم بلبلی دارای ۱۱۶ کیلوکالری انرژی، ۱ گرم چربی، ۸ گرم پروتئین، ۲۱ گرم کربوهیدرات، ۶ گرم فیبر رژیمی، ۴ میلی‌گرم سدیم و ۲/۵۱ میلی‌گرم آهن می‌باشد(بقایی و حبیبی، ۱۳۸۷). بر خلاف غلات که غنی از پروتئین‌های ذخیره ای، پرولامین و گلوتامین است، حبوبات از نظر گلوبولین ها و آلبومین‌ها غنی هستند که این امر مبین کیفیت غذایی بهتر آن‌ها می‌باشد(کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۴). لگوم‌ها دارای دامنه وسیعی از ترکیبات ضد تغذیه‌ای، چون بازدارنده‌های تریپسین ها، سیانوژن ها، ساپونین ها و آلرژن‌ها هستند. مقادیر این ترکیبات ضد تغذیه‌ای در گونه ها و واریته‌های مختلف متغیر است، اما به طور کلی لگوم ها مواد ضد تغذیه‌ای بیشتری نسبت به غلات دارند. مواد ضد تغذیه ای لگوم‌ها، عامل مقاومت گیاهان در برابر عوامل بیماری‌زا در مزارع یا انبارها به شمار می‌آیند. برای مثال مقاومت لوبیا چشم بلبلی در برابر عوامل بیماری‌زا به حضور مولوتریپسین و لکتین نسبت داده شده است. ترکیبات غذایی دانه لوبیا چشم بلبلی و لوبیای معمولی مشابه است، اما لوبیا چشم بلبلی اسید فویک بیشتر و عوامل نفخ کمتری دارد(مجنون حسینی، ۱۳۸۷). متخصصین تغذیه

معتقدند که لوبیا غذای نسبتا کاملی است و تنها مصرف یک فنجان لوبیای خشک، بیش از ۵۰ درصد حداقل نیاز روزانه اسید فولیک، ۳۰-۲۰ درصد نیاز آهن، ۲۵ درصد از نیاز منیزیم و مس و ۱۵ درصد از نیاز روزانه روی و پتاسیم را فراهم می‌نماید(برجی، ۱۳۸۹).

۱-۲-۵- عملیات زراعی

۱-۲-۵-۱- کاشت

در مناطقی از ایران که گرمای تابستان به بالاتر از ۳۵ درجه سانتی گراد می‌رسد، لوبیای معمولی در اولین فرصت ممکن باید کشت شود تا گرمای تابستان به رشد رویشی، زایشی و عملکرد آسیبی نرساند. در این مناطق اواخر فروردین برای کشت مناسب است. لوبیای چشم بلبلی و ماش مقاومت بهتری به گرما دارند. تاریخ کاشت این محصولات را باید به نحوی انتخاب کرد که گلدهی آن‌ها در نیمه دوم مرداد، پس از کاهش نسبی دمای حداکثر صورت گیرد و رسیدن دانه‌ها در اواخر مهر تا اوایل آبان کامل گردد. با کاشت لوبیا چشم بلبلی و ماش در نیمه دوم خرداد، این شرایط حاصل می‌شود. عمق کاشت، عامل مهمی در سبز کردن و استقرار محصول به ویژه در شرایط گرم و خشک به شمار می‌آید. کاشت حبوبات بذر درشت در شرایط وجود رطوبت عمق کاشت ۵ سانتی متر مناسب‌تر است. برای حبوبات بذر ریز عمق کاشت ۲/۵ تا ۴ سانتی متر در شرایط وجود رطوبت، کافی می‌باشد. مقدار بذر مطلوب عامل کلیدی برای رسیدن به عملکرد بالقوه حبوبات است. این عامل بسته به نوع عملیات زراعی، تیپ رشدی، نوع خاک و غیره تغییر می‌کند. با توجه به اینکه پوشش گیاهی ضعیف معمولا سبب کاهش عملکرد می‌شود. جمعیت گیاهی فقط تعداد گیاه در واحد سطح نیست، بلکه باید به هندسه کاشت نیز توجه شود. توزیع یکنواخت گیاهان روی زمین به مصرف موثر عناصر غذایی، رطوبت خاک و نور کمک می‌کند و همچنین ممکن است علف‌های هرز را تحت فشار بیشتری قرار دهد که به عملکرد بیشتر گیاه اصلی منجر خواهد شد(پارسا و باقری، ۱۳۸۷).

روش‌های بذر کاری لوبیا چشم بلبلی به دو شکل زیر است:

۱- بذر کاری ردیفی: در این روش پس از تهیه زمین اقدام به ایجاد جوی پشته می‌کنند و فاصله پشته‌ها را از هم حدود ۵۰ و ارتفاع پشته‌ها ۱۰ تا ۱۵ سانتی متر می‌گیرند. فاصله روی ردیف بذرهای لوبیا چشم بلبلی بایستی ۱۰ الی ۱۵ سانتی‌متر باشد.

۲- بذرکاری کپه‌ای: پس از ایجاد پشته‌هایی به فواصل ۶۰ سانتی متر روی پشته‌ها بذرها را به تعداد ۳ الی ۴ دانه در فواصل ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متری می‌کارند. در این روش بذر را بر روی زمین پاشیده و به وسیله دیسک زیر خاک می‌کنند.

۱-۲-۵-۲- داشت

بذور برای جوانه‌زنی نیاز به رطوبتی مشخص دارند. در نواحی گرمسیری، لوبیا به صورت دیم و در فصل باران کشت می‌شود. کشت دیم لوبیا در ایران به دلیل عدم پراکنش مناسب بارندگی حتی در مناطقی که بارندگی به میزان کافی وجود دارد، با خطراتی همراه است. مقدار آب مورد نیاز گیاه و تعداد دفعات آبیاری به جنس زمین و آب و هوای منطقه کشت بستگی دارد.

مرحله حساس لوبیا به تنش خشکی از ابتدای گلدهی تا مرحله تشکیل غلاف‌ها می‌باشد. کمبود آب در این دوره و خصوصا در زمان غلاف بندی خسارت زیادی به لوبیا وارد می‌کند. آخرین آبیاری باید طوری تعیین گردد که ۲۵٪ غلاف ها تشکیل شده باشد(پارسا و باقری، ۱۳۸۷).

به دلیل شاخ و برگ و قدرت رویشی زیاد لوبیا چشم بلبلی، تنک کردن بوته‌ها ضروری است. از این طریق فضای کافی جهت استفاده کامل سایر بوته‌ها از نور آفتاب، مواد غذایی و رطوبت خاک فراهم می‌آید.

معمولا موقع کاشت، فاصله بذور را از یکدیگر ۶-۵ سانتی‌متر در نظر می‌گیرند و وقتی بوته‌ها به مرحله ۴-۳ برگی رسیدند تنک می‌کنند تا فاصله بوته‌ها از یکدیگر به ۱۲-۱۰ سانتی‌متر برسد و بتوان محصول خوبی برداشت نمود. در بعضی ارقام لوبیا چشم بلبلی به علت داشتن شاخ و برگ فراوان

و سنگینی زیاد تعدادی از بوته‌ها به طرف زمین متمایل شده و با بوته‌های ردیف‌های کناری مخلوط می‌شوند (مجنون حسینی، ۱۳۷۲).

۱-۲-۵-۳- برداشت

دوره کامل رشد لوبیا در ارقام مختلف آن‌ها متفاوت است. به طور متوسط در انواع مختلف لوبیا از کاشت تا رسیدن کامل حدود ۹۰ تا ۱۲۰ روز طول می‌کشد. زمان رسیدن محصول موقعی است که ساقه‌ها و غلاف‌ها کاملا زرد و خشک شده باشند. بعضی ارقام لوبیا دارای خاصیت ریزش هستند و باید قبل از شروع ریزش نسبت به برداشت آن‌ها اقدام شود (پارسا و باقری، ۱۳۸۷).

لوبیا چشم بلبلی را معمولا با ماشین دروئی شبیه ماشین مورد استفاده برای نخود و لوبیای سفید برداشت می‌کنند.

۱-۲-۶- نیازهای اکولوژیک لوبیا چشم بلبلی

۱-۲-۶-۱- خاک

لوبیا چشم بلبلی با طیف گسترده ای از خاک‌های شنی تا سنگین سازگاری دارد(فابیونمی و همکاران، ۲۰۱۲). بهترین رشد این گیاه در خاک‌های اسیدی ضعیف تا قلیایی ضعیف(pH:۸/۳-۵/۵) رخ می‌دهد(پاک مهر و همکاران، ۱۳۹۰).

۱-۳- کودهای زیستی

۱-۳-۱- تعریف کودهای زیستی

کودهای زیستی به مواد حاصلخیز کننده‌ای اطلاق می‌شود که حاوی تعداد کافی از یک یا چند گونه از ارگانیسم‌های مفید خاکزی هستند که به منظور تامین عناصر غذایی و افزایش رشد گیاهان

استفاده می‌شوند. عواملی مانند تنش‌های محیطی بلند مدت(خشکی، دمای زیاد، یخبندان، غرقاب) و استفاده بی رویه از سموم شیمیایی، موجب کاهش جمعیت میکروارگانیسم‌های مورد نظر در خاک‌های یک منطقه می‌شوند. با توجه به نوع میکروارگانیسم‌ها، کودهای زیستی را می‌توان به صورت کودهای زیستی باکتریایی(ریزوبیوم، ازتوباکتر، آزوسپریلیوم)، کودهای زیستی قارچی(میکوریزا)، کودهای زیستی جلبکی(جلبک‌های سبز-آبی و آزولا) و کودهای زیستی اکتینومیست ها(فرانکیا) طبقه بندی کرد.

با استفاده از کودهای زیستی قارچی(میکوریزا) همزیستی بین قارچ و ریشه گیاه میزبان برقرار می‌شود. در این همزیستی قارچ، قند، اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و برخی مواد آلی دیگر را از میزبان دریافت و در مقابل مواد معدنی غیر قابل حل به خصوص فسفات را از خاک جذب کرده و در اختیار گیاه قرار می‌دهد. اکثر گیاهان(۸۳ درصد دولپه ای ها و ۷۹ درصد تک لپه‌ای ها) قادر به تشکیل سیستم میکوریزایی هستند(داد، ۲۰۰۰ و رمی و همکاران، ۱۹۹۴).

قارچ‌های میکوریزا از طریق افزایش جذب عناصر غذایی مثل فسفر و برخی عناصر کم مصرف، افزایش جذب آب، کاهش تاثیر منفی تنش‌های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری-زا، سبب بهبود در

رشد و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌باشند(شارما، ۲۰۰۲).

۱-۳-۲- تاریخچه میکوریزا

میکوریزا از قدیمی‌ترین روابط همزیستی در سیر تکاملی حیات می‌باشد. فسیل وزیکولار آرباسکولار میکوریزا در تعدادی از نمونه‌ها شناسایی شده است. قدیمی‌ترین آن‌ها در گیاهان *Rhynie chert* می‌باشد که از قدیمی‌ترین گیاهان شناخته شده در زمین می‌باشد و در حدود ۳۷۰ میلیون سال پیش می‌زیسته اند(هارلی و اسمیت، ۱۹۸۳). ساختارهای مشابهی در ریزوم‌های سرخس‌های کربونیفر و نیز به طور پراکنده در گیاهان دوران پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک ثبت شده‌اند. آلن(۱۹۹۱)

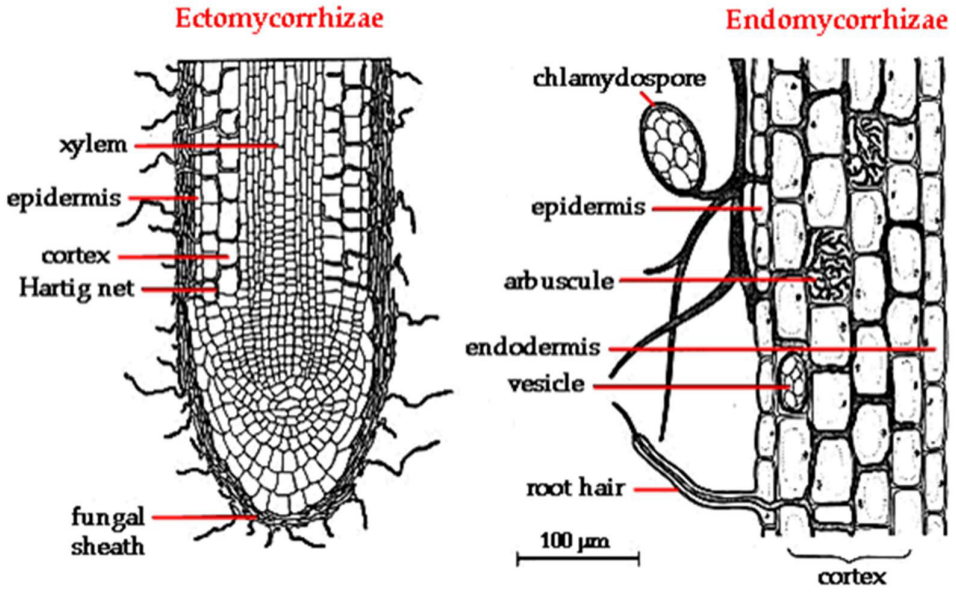
از دیدگاه دیرین شناسی و تکامل به تفصیل به میکوریزا پرداخته است. در اکوسیستم‌های طبیعی گیاهان میکوریز اختیاری یا غیر میکوریزایی در مناطق یا اقلیم‌های بسیار خشک، مرطوب، سرد و یا در مناطقی که تولیدات گیاهی در اثر شرایط خاکی – محیطی محدود و اندک است و یا در اقلیم‌های بهم خورده و تخریب شده‌ای که قارچ‌های میکوریزایی تقلیل یافته اند وجود دارند. جنس‌های گیاهان غیر میکوریزایی که در کشاورزی و باغبانی حائز اهمیت می‌باشند عبارتند از: کنوپودیاسه، آمارانتاسه، کاریوفیلاسه، پولی گوناسه، براسیکاسه، سکروفولاریاسه، کوملیناسه و سیپراسه.

۱-۳-۲-۱- انواع میکوریزا

قارچ‌های میکوریزا براساس وضعیت قرار گرفتن میسیلیوم‌های آن‌ها روی ریشه گیاهان میزبان به گروه‌های زیر تقسیم می‌شوند:

۱- اکتوتروفیک(*Ectotrophic*): تشکیل هیف در بیرون از سلول‌های پارانشیمی ریشه(شکل ۱-۱).

۲- اندوتروفیک(*Endotrophic*): تشکیل هیف در داخل سلول‌های پارانشیمی ریشه(شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱- تشکیل هیف در داخل سلول‌های پرانشیمی در اندوتروفیک و در بیرون سلول‌های پارانشیمی در اکتوتروفیک

۱-۳-۲-۲- قارچ‌های اندوتروفیک

در این نوع میکوریزا آثار قارچ روی ریشه میزبان قابل مشاهده نیست و از نظر ظاهری فرقی بین ریشه‌های آلوده و غیر آلوده وجود ندارد. هیف این قارچ‌ها از راه تارهای کشنده یا از راه سلول‌های اپیدرمی ریشه وارد سلول میزبان می‌شوند. هیف پس از ورود به سلول میزبان تولید شبکه‌ای می‌کند که این شبکه از رشته‌های درختچه مانند به نام آرباسکول تشکیل شده که دارای ساختاری شبیه اندام‌های مکنده می‌باشد. تبادل متابولیت ها بین قارچ و سیتوپلاسم میزبان از طریق آرباسکول انجام می‌گیرد. آرباسکول معمولا ۲۰ الی ۴۰ درصد حجم سلول را در بر می‌گیرند پس از مدتی از بین رفته و هضم می‌شوند. انشعابات میسیلیوم‌های درونی ساختمان‌های کیسه مانندی با دیواره ضخیم ایجاد می‌کنند که به آن‌ها وزیکول می‌گویند. وزیکول اندام‌های ذخیره‌ای مواد غذایی و همچنین شکل پایدار قارچ هستند. وجود ساختمان‌های وزیکول و آرباسکول در این میکوریزاها سبب شده است که آن‌ها را قارچ‌های وزیکولار آرباسکولار بنامند.

در بعضی از انواع میکوریزا، وزیکول‌ها تشکیل نمی‌شوند و یا اکثرا در اواسط تا اواخر دوره رویشی گیاه ظاهر می‌گردند و وجود آرباسکول‌ها تنها نشانه قاطع برای تشخیص این میکوریزا محسوب می‌شود. به همین دلیل ترجیحا به طور اختصار میکوریزای آرباسکولار هم خوانده می‌شوند. آرباسکول-ها معمولا در سلول‌های بخش درونی پوست ریشه، تشکیل می‌شوند. رشد قارچ پس از نفوذ به داخل سلول، با تولید پی در پی انشعابات که به تدریج نازک‌تر و ظریف‌تر می‌شوند، در مجموع اندامی شبیه یک درختچه کوچک به وجود می‌آورد که به دلیل سطوح تماس بسیار گسترده با سلول میزبان، مبادله متابولیت‌ها را بین دو همزیست تسهیل می‌کند.

۱-۴- پرایمینگ بذر

جوانه زنی و استقرار مطلوب گیاه یکی از مهم ترین مشکلات کشاورزان در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد و مدت زمان بین کاشت تا استقرار گیاهچه، تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد مزرعه‌ای گیاهان زراعی دارد. همچنین سرعت و درصد جوانه زنی و سبز شدن گیاهچه‌ها نیز از اهمیت ویژه ای برخوردارند(بارادفورد، ۱۹۹۵).

کیفیت بذر به ویژه قوه زیست و قدرت رویش بر استقرار عملکرد گیاهان زراعی تاثیر بسیار زیادی دارد. گیاهان سالم که دارای شبکه ریشه‌ای توسعه یافته هستند، کارآیی بیشتری در استفاده آب و عناصر غذایی محدود کننده از خاک داشته و شرایط نامساعد(مانند دوره‌های خشکی) را بهتر تحمل می‌کنند. همچنین بین رشد اولیه قوی گیاهچه‌ها و عملکردهای بالاتر، رابطه مثبت وجود دارد(هریس و همکاران، ۲۰۰۰).

به منظور افزایش تولید گیاهان زراعی در واحد سطح راه‌های مختلفی وجود دارد که از جمله آن‌ها استفاده از بذر با کیفیت بالاست. پرایمینگ بذر روشی ساده و کم هزینه برای افزایش کیفیت بذر است که در صورت انجام صحیح آن به افزایش عملکرد منجر می‌شود. پرایمینگ بذر به اعمال هر نوع تیماری قبل از کاشت به منظور ارتقاء مؤلفه‌هایی چون جوانه‌زنی، استقرار اولیه و غیره اطلاق می‌شود. بذر به واسطه پرایمینگ و پیش از قرار گرفتن در بستر خود به لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی دچار تغییر می‌شود که تبعات آن‌ها در گیاه اصلی حاصل از آن نیز دیده می‌شود. به طور کلی این موارد را می‌توان در چگونگی جوانه‌زنی، استقرار اولیه گیاهچه، بهره برداری بهتر از نهاده‌های محیطی، مقاومت بیشتر در برابر شرایط نامساعد محیطی، رقابت بهتر با علف‌های هرز، زودرسی و افزایش کمی و کیفی محصول مشاهده کرد. با وجود فوائد این روش بزرگترین عیب بذرهای پرایم شده این است که نمی توان آن‌ها را انبار کرد و بایستی هر چه زودتر بعد از پرایمینگ کشت شوند. یادآوری می‌شود پارامترهایی نظیر پتانسیل اسمزی محلول پرایمینگ، مدت زمان پرایمینگ، دمای پرایمینگ، تهویه

محلول پرایمینگ، کنترل عوامل بیماری‌زا در حین پرایمینگ و نحوه خشک کردن بذر پس از پرایمینگ بر میزان تاثیر این تکنیک مؤثرند(آذرنیا و عیسوند، ۱۳۹۲). پرایمینگ باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی در مزرعه خصوصا در شرایط نامساعد از جمله پایین بودن درجه حرارت و کمبود رطوبت می‌شود. همچنین باعث کاهش ناهمگونی فیزیولوژیکی در توده بذر می‌گردد(استیل و برادفورد، ۱۹۹۷). مورونگو و همکاران(۲۰۰۴) معتقدند پرایم کردن به طور مستقیم تاثیری بر رشد، زمان گلدهی، رسیدن یا عملکرد گیاهان ندارد، بلکه مزایای پرایم کردن به اثرات غیر مستقیم اصلاحی آن بر استقرار گیاه زراعی، افزایش میزان جوانه‌زنی و خروج گیاهچه از خاک برمی‌گردد.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- قارچ میکوریزا

ریشه گیاه و ریزوسفر، زیستگاه مناسبی را برای فعالیت بسیاری از میکروارگانیسم‌های خاک فراهم می‌نماید. همزیستی میکوریزایی از رایج‌ترین و سابقه‌دارترین رابطه همزیستی در سلسله گیاهان است و یکی از مهمترین انواع میکوریزاها، میکوریزای آرباسکولار(AM) می‌باشد که از نظر کشاورزی اهمیت فوق العاده زیادی دارد و به عنوان یک نوع کود زیستی برای افزایش محصولات کشاورزی با اهمیت می‌باشد، زیرا ریشه اغلب گیاهان مرتعی، زراعی و باغی با میکوریزا همزیست هستند(شارما و جوهری، ۲۰۰۲ ؛ نوربخش و حاج عباسی، ۱۳۸۷) و در اکثر اکوسیستم‌ها وجود دارد به طوری که اکثر گیاهان(در حدود ۹۵ درصد گونه‌های گیاهان آوندی) لااقل یکی از تیپ‌های میکوریزا را دارا هستند(صالح راستین، ۱۳۷۷). همزیستی قارچ با گیاهان از حدود یک قرن پیش مشخص شده است و تا امروز اطلاعات فراوانی در مورد ویژگی‌های ساختاری، پراکنش، فیزیولوژی و بوم شناسی این همزیستی به دست آمده است. تاثیرات متنوع و مثبت ناشی از برقراری این نوع همزیستی بر بقاء و افزایش رشد گیاهان میزبان در مناطق مختلف جهان از اوایل دهه ۱۹۷۰ به بعد مورد توجه محققین قرار گرفته و تاکنون تحقیقات زیادی در این زمینه به انجام رسیده است. مطالعه روی ساختار میکوریزا اولین بار توسط Unger در سال ۱۸۳۰ صورت گرفت و فرانک گیاه شناس آلمانی در سال ۱۸۸۵ کلمه یونانی Mycorrhizae را که به معنی ریشه قارچی است، به کار برد که از دو بخش Myco به معنای قارچ و Rhizae به معنی ریشه تشکیل شده است. استقرار میکوریزا در ریشه باعث تغییر فیزیولوژی گیاه می‌شود مانند تغییر در ترکیب عناصر در بافت‌های گیاهی، تعادل هورمونی و الکوی تخصیص منابع کربن، همچنین قارچ ترکیب ترشحات ریشه را تغییر می‌دهد و گسترش میسیلیوم‌ها در خاک به عنوان منبعی از کربن برای جوامع میکروبی خاک عمل می‌کند و باعث تغییر فیزیکی محیط خاک می‌شود(گریندر، ۲۰۰۰). همچنین کلونیزاسیون میکوریزا باعث تغییرات وسیع شاخص‌های مورفولوژیکی ریشه به ویژه افزایش شاخه‌دهی ریشه می‌شود(برتا و همکاران، ۲۰۰۲). قارچ‌های

میکوریزا با داشتن شبکه هیفی گسترده و افزایش سطح و سرعت جذب ریشه باعث بهبود استقرار گیاه، افزایش جذب آب و عناصر غذایی مخصوصا فسفر، روی، مس و نیتروژن(کلارک و زتو، ۲۰۰۰) و مقاومت گیاه در برابر تنش‌های زنده و غیر زنده(باسکوت، ۲۰۰۵؛ اسمیت و رید، ۲۰۰۸) می‌شوند.

افزایش رشد گیاه و جذب مواد غذایی در نتیجه تلقیح میکوریزا، نشان دهنده یک رابطه مثبت قوی بین کلونیزاسیون ریشه، جذب عناصر غذایی و بهبود رشد می‌باشد(زیدی و خان، ۲۰۰۶). ریسه‌های قارچ که در اطراف و در داخل ریشه پخش می‌شوند نقش یک ریشه‌ی ثانویه را برای گیاه میزبان بازی می‌کنند. در بسیاری موارد علاوه بر اثر این نوع میکروارگانیسم‌ها بر افزایش محصول، نقش مهمی در حفظ تعادل اکولوژیک در خاک ایفا می‌کنند(ابوت و مورفی، ۲۰۰۷).

۲-۲- فوائد همزیستی میکوریزایی

۲-۱-۱- میکوریزا و افزایش جذب عناصر غذایی

مقدار فسفر موجود در خاک کمتر از مقدار نیتروژن کل یا پتاسیم آن‌ها است و حدود یک چهارم تا یک دهم نیتروژن و یک دوازدهم پتاسیم می‌باشد. مقدار فسفر کل خاک سطحی و تحت الارض ممکن است از چند میلی گرم در کیلوگرم تا یک گرم در کیلوگرم متغیر باشد. فسفر در نهشته‌های معدنی یافت می‌شود و به عنوان منابع طبیعی غیر قابل تجدید محسوب می‌گردند. نگرانی جهانی در رابطه با انرژی و هزینه‌های لازم برای استخراج سنگ فسفات، انتقال آن به کارخانه، ساخت کودهای مختلف، حمل آن‌ها به مزارع و مصرف آن‌ها برای محصولات وجود دارد. این مسئله برای تعداد زیادی از کشورهایی که بدون سنگ فسفات می‌باشند، بسیار مهم و جدی است. استخراج کانی‌های فسفردار و پخش کود فسفردار در اراضی به علت محدود بودن منابع فسفر، پایدار نیست و آینده تولید این کود با مشکل روبرو است. تفاوت دیگری که بین نیتروژن و فسفر وجود دارد این است که نیتروژن توسط فرآیندهای مختلفی مانند تصعید آمونیاک، آبشویی و نیترات‌زدایی به آسانی در خاک تلف می‌شود ولی

بخش عمده فسفر در محل مصرف به علت غیرپویایی در نتیجه واکنش با یون‌های کلسیم، آهن و آلومینیوم در خاک، باقی می‌مانند. بنابراین کودهای حاوی ترکیبات محلول فسفر پس از پخش در مزرعه به سرعت به شکل کم محلول یا نامحلول در می‌آیند. فقط ۱۵ تا ۲۰ درصد از کود فسفره مصرفی به صورت قابل جذب گیاه در می‌آید و جزء کمتری از این کود جذب گیاهان بعدی می‌شود. بنابراین مدیریت مؤثر فسفر به ویژه در خاک هایی با تثبیت فسفر زیاد مانند اولتی سول و اکسی-سول‌های مناطق حاره می‌تواند بسیار پیچیده باشد. غلظت فسفر معدنی در محلول خاک غالبا در حدود ۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر است. مقدار فسفر آلی بستگی به عواملی مانند اقلیم، پوشش گیاهی، بافت خاک، کاربری زمین، مصرف کود، زهکشی، آبیاری و غیره دارد. به نظر می‌رسد که اثر میکوریزا در کیفیت تولید، مرتبط به افزایش غلظت عناصر غذایی در دانه باشد(کهیلیتو و همکاران،۲۰۰۱). افزایش جذب فسفر به وسیله میکوریزا، گره‌زایی به وسیله ریزوبیوم را افزایش می‌دهد و به طور غیر مستقیم عنصر نیتروژن را در گیاه افزایش می‌دهد(لکبرگ و کاید، ۲۰۰۵). همچنین تحقیقات نشان داده که قارچ‌های میکوریزا قادرند مقدار بیشتری از نیتروژن را به گیاه انتقال دهند(گووینداراجلو و همکاران، ۲۰۰۵) و بعضی گزارشات وجود دارد که قارچ میکوریزا عنصر نیتروژن را در گیاهان لگوم و غیر لگوم افزایش می‌دهد(گار و ادهولیا، ۲۰۰۲). قارچ میکوریزا جذب عناصر دیگری مانند سولفور، بور، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سدیم، روی، مس، منگنز، آهن، آلومینیوم و سیلیوم را نیز افزایش می‌دهد(کلارک و زتو،۲۰۰۰) که این پدیده در محیط هایی که مواد معدنی مورد نیاز است، بسیار اهمیت دارد و به بقای گیاه کمک می‌کند. اثر قارچ میکوریزا روی این عناصر می‌تواند مثبت، خنثی یا منفی باشد که به نوع خاک، گیاه میزبان و دیگر عوامل بستگی دارد.

همچنین جذب منگنز در گیاهان میکوریزایی کاهش می‌یابد(کوهساری و همکاران، ۱۹۹۱) و قارچ‌های میکوریزا جذب عناصر سنگین را نیز کاهش می‌دهند(کلارک و زتو، ۲۰۰۰). در کالیفرنیای ایالات متحده آمریکا کاواگنارو و همکاران(۲۰۰۶) در گیاه گوجه فرنگی تلقیح میکوریزای جهش یافته

و نوع وحشی آن را مقایسه کردند و دریافتند که میکوریزا اثر اندکی روی عملکـرد داشـت، امـا غلظـت روی را تا حدود ۲۴ درصد افزایش داد.

۲-۱-۲- راه‌های تامین فسفر خاک

کودهای فسفاتی شامل، سوپر فسفات ساده، سوپر فسفات تریپل، سـوپر فسـفات غنـی شـده، سـوپر فسفات آمونیومی، فسفات آمونیوم، نیتریک یا نیتـرو فسـفات، آمونیـوم پلـی فسـفات و سـنگ فسـفات می‌باشد. مدیریت استفاده از فسفر شامل ارائه راه کارهای مؤثر استفاده از فسفر طبیعی خاک است که یکی از این راه کارها استفاده از قارچ‌های میکوریزا می‌باشد. تحقیقات متعدد نشان می‌دهد کـه فسـفر، ازت، پتاسیم، روی، مس، گوگرد، کلسیم و آهن توسط سیستم میکوریزا جذب شده و بـه گیـاه منتقـل می‌شوند. به طور کلی مکانیسم جذب از طریق افزایش حجم خاک قابـل دسـترس توسـط ریسـه‌هـای قارچ، ترشح آنزیم فسفاتاز و حلالیت عناصر است. در بین عناصر غـذایی بیشـترین نقـش میکـوریزا در جذب فسفر است(الکاراکی و الرداد، ۱۹۹۷). انتقال فسفر در خاک‌های خشک بین ۱۰ تـا ۱۰۰ مرتبـه کمتر از خاک‌های مرطوب است در چنین شرایطی جـذب فسـفر مـورد نیـاز گیـاه بـدون وجـود یـک سیستم میکوریزایی کارآمد بسیار کم می‌شود. اثر مثبت سیسـتم میکـوریزا در جـذب فسـفر هنگـامی مشهود است که غلظت عناصر غذایی مثل فسفر در فاز محلول خاک کم ولی شکل‌هـای رسـوبی آن در ریزوسفر وجود داشته باشد. نقش میکوریزا در تغذیه از ته گیاه به دلیل دارا بودن ضـریب پخـش زیـاد آن ناچیز است. افزایش جذب NH_4 به وسیله سیستم‌های میکـوریزایی بـه خصـوص در اکتومیکـوریزا همزیست با گیاهان جنگلی مشاهده شده است ولی اثر آن مانند آن چیزی که در فسفر مشاهده شـده است نمی باشد. هنگامی که فسفر خاک در سطح پایینی باشـد سیسـتم میکـوریزا جـذب فسـفر و در نتیجه رشد گیاه را به نحو چشمگیری افزایش می‌دهـد. هیـف هـا قـادر هسـتند کـه فسـفات را از ۱۵ سانتی متری سطح ریشه تا چند متری عمق خاک زیر ریشـه دریافـت کننـد. همچنـین هیـف هـا در منافذی از خاک نفوذ می‌کنند که امکان نفوذ تارهای کشنده ریشه وجـود نـدارد(قطر تارهـای کشـنده

حداقل ۲۰ میکرومتر است در حالی که هیف ها حداکثر ۲-۱ میکرومتر می‌باشند) به علاوه هیف ها از راه افزایش سطح تماس یا از راه افزایش طول مؤثر ریسه جذب عناصر غذایی را به شدت افزایش می‌دهند. طبق اظهارات آلن و همکاران(۱۹۸۱) هر یک سانتیمتر مکعب خاک دارای ۲ الی ۴ سانتیمتر ریشه، ۱ تا ۲ متر تارهای کشنده و بیش از ۵۰ متر هیف می‌باشند. در سیستم‌های متفاوت میکوریزایی طول مؤثر ریشه متفاوت است. بالاتر بودن این شاخص نشان از کارایی سیستم میکوریزایی است(اسمیت و رید، ۱۹۹۷).

تحقیقات نشان می‌دهد هر چه ضریب پخشیدگی عناصر کمتر باشد اهمیت میکوریزا در جذب و انتقال آن به گیاه بیشتر است و از این جهت اهمیت میکوریزا در جذب فسفر بیشتر از ازت می‌باشد. قسمت اعظم فسفر موجود در خاک غیر محلول و غیر استفاده مستقیم گیاه است. مطالعات متعدد نشان داده است که بعضی از انواع میکوریزاها(ارکوییدها) می‌توانند انزیم فسفاتاز سنتز کنند و از این راه امکان دسترسی به فسفر را افزایش می‌دهند.

۲-۱-۳- اثر همزیستی میکوریزا بر جذب فسفر توسط گیاه میزبان

میکروارگانیسم‌های رایزوسفر توانایی گیاهان را برای جذب عناصر غذایی از خاک، از طریق افزایش سامانه ریشه ای(به عنوان مثال با افزایش هیف قارچ) یا حلالیت عناصر ماکرو نظیر فسفر یا سولفور افزایش می‌دهند(باکیو و همکاران، ۲۰۰۷). همزیستی میکوریزا در ریزوسفر، نقش واسطه‌ای را بین ریشه گیاه و توده خاک عهده دار است و به گیاه در جهت جذب اب و عناصر غذایی به ویژه(فسفر) از خاک کمک می‌نماید(خاوازی و ملکوتی، ۱۳۸۰). نقش مهم میکوریزا تامین فسفر گیاه می‌باشد(جونر و همکاران، ۲۰۰۰؛ ریچاردسون و همکاران، ۲۰۰۷؛ ترک و همکاران، ۲۰۰۶) زیرا فسفر در خاک عنصری فوق العاده کم تحرک است. حتی در صورتی که فسفر به شکل محلول به خاک اضافه شود به سرعت در اشکال فسفات کلسیم یا دیگر اشکال تثبیت شده و به صورت غیر متحرک درمی‌آیند. لذا

قارچ‌های میکوریزا در افزایش جذب مواد معدنی به ویژه فسفر و تجمع زیست توده بسیاری از محصولات در خاک‌های با فسفر کم، تاثیر مثبت دارند.

افزایش جذب فسفر به وسیله میکوریزا به دلیل افزایش فسفر قابل دسترس در خاک می‌باشد(بولان، ۱۹۹۱). میکوریزا از طریق افزایش سطح جذب و با کاهش ناحیه تخلیه از فسفر به وسیله هیف‌های خارجی، این عنصر را در اختیار گیاه قرار می‌دهد(پیترسو و مسیکوت،۲۰۰۴ ؛ شنوی و گلگودی، ۲۰۰۵). هیف‌های قارچ به دلیل قطر کم آن‌ها نسبت به تارهای کشنده در منافذ ریزتری از خاک نفوذ می‌کنند(جکوبسن و همکاران، ۲۰۰۵). بنابراین جذب بیشتر فسفر در گیاهان میکوریزایی به دلیل گسترش هیف ها (اسنف و همکاران، ۲۰۰۸) و توانایی رقابت آن ها برای جذب فسفر(تیبت و سندرس،۲۰۰۲ ؛ کاواگنرو و همکاران، ۲۰۰۵) می‌باشد. همچنین حلالیت فسفر به وسیله رهایی اسیدهای آلی و آنزیم فسفاتاز انجام می‌شود(شنوی و کلگودی، ۲۰۰۵؛ کاید و کبیر، ۲۰۰۰؛ جونر و هانسن، ۲۰۰۰). هیف‌های قارچ میکوریزا موادی مانند اسید سیتریک ترشح می‌کنند که قادرند فسفر را از منابع غیرآلی به شکل قابل دسترس درآورند(تاواریا و همکاران، ۲۰۰۶). مکانیسم‌های غیر مستقیم شامل اثر میکوریزا بر روی ویژگی رایزوسفر مانند تغییر pH(لی و کرسی، ۲۰۰۱) و الگوی سیستم ریشه ای(لایورت و همکاران، ۱۹۹۰) می‌باشد. به هر حال توانایی میکوریزا برای افزایش حلالیت فسفر از منابع با حلالیت کم، بسیار مهم می‌باشد علاوه بر این با استفاده از میکوریزا می‌توانیم به کشاورزی ارگانیک کمک کنیم. ماکل(۲۰۰۳) بیان کرد جذب فسفر از سطح ریشه میکوریزی در اراضی ارگانیک نسبت به اراضی کشت رایج بیشتر بود.

قارچ‌های میکوریزا عنصر فسفر را در گیاهان افزایش می‌دهند مخصوصا در شرایط کمبود فسفر(بارا و همکاران، ۲۰۰۸). برای مثال تاواریا و همکاران(۲۰۰۶) نشان دادند که ترشحات هیف‌های قارچ، فسفر را بیشتر از ترشحات ریشه حل کرده و در اختیار گیاه قرار میدهد. در این زمینه مطالعات زیادی نشان داده اند که بین تراکم و طول هیف با جذب فسفر، بیوماس اندام هوایی گیاهان کلونیزه شده با میکوریزا همبستگی مثبت وجود دارد(اویو و همکاران، ۲۰۰۶؛ جکوبسن و همکاران، ۲۰۰۱). در بعضی

موارد افزایش هیف با رشد گیاه همبستگی مثبت ندارد(اسمیت و همکاران، ۲۰۰۴) و در بعضی مواقع مخصوصا در شرایطی که به زمین کود می‌دهیم میکوریزا نقش کمتری در بهبود جذب فسفر دارد(ریان و آنگوس، ۲۰۰۳؛ ریان و همکاران، ۲۰۰۵).

در گیاه گندم تلقیح میکوریزا باعث شد که جذب فسفر به طور معنی داریافزایش پیدا کند(فارودی، ۲۰۱۰). رئیسی و قول لرعطا(۲۰۰۶) اثر تلقیح میکوریزای *Glomus intraradices*را بر جذب فسفر در گیاه شبدر برسیم بررسی کردند و آن ها به این نتیجه رسیدند که جذب این عنصر به طور معنی داری نسبت به شاهد افزایش یافت. در تحقیق دیگری غلظت فسفر در اندام‌های هوایی گیاه سورگوم در اثر تلقیح با قارچ میکوریزا افزایش یافته بود(ویدادا و همکاران، ۲۰۰۷) ولی در ریشه غلظت فسفر نسبت به شاهد کاهش یافته بود. همچنین نتایج تحقیق حاجی بلند و همکاران(۲۰۰۹) بر روی گیاه برنج نشان داد که تلقیح میکوریزا به طور معنی داری جذب فسفر را افزایش داد.

۲-۱-۴- میکوریزا و اختصاص مواد فتوسنتزی

شواهد بسیار زیادی وجود دارد که گیاهان می‌توانند سرعت فتوسنتز خود را افزایش دهند تا نیازهای همزیست خود را تامین نمایند. این عمل از طریق افزایش سطح برگ و افزایش مقدار تثبیت دی اکسید کربن به ازای واحد وزن برگ انجام می‌گیرد. کوپر(۱۹۸۴) انتقال بیشتر کربن را به ریشه در پیازهای میکوریزایی گزارش کردند و و تایید نمودند که اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به ریشه‌ها در نتیجه افزایش فتوسنتز در گیاهان میکوریزایی است. ترنت و همکاران(۱۹۹۸) نشان دادند که گیاهان میکوریزایی در دوره‌های خشکی بهتر از گیاهان غیر میکوریزایی دی اکسید کربن را جذب می‌نمایند و در پتانسیل‌های پایین‌تر خاک نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی روزنه‌های خود را باز نگه می‌دارند.

۲-۱-۵- میکوریزا و عناصر غذایی

عموما میکوریزا از طریق افزایش جذب عناصر غذایی غیر متحرک از خاک سبب افزایش رشد گیاه می‌شود. مصرف زیاد کودهای شیمیایی، خصوصا P و N می‌توانند تشکیل هیف خارجی قارچ واکنش مربوط به رشد گیاه را کاهش دهد(ابوت و همکاران، ۱۹۸۴). البته مقدار کم فسفر نیز می‌تواند گسترش میکوریزا را محدود کند. وجود تعادل در غلظت نیتروژن و فسفر در محلول خاک بر کلونیزاسیون قارچ مؤثر است(سیلویا و نیل، ۱۹۹۰)، و ژنوتیپ‌های مختلف قارچ به نسبت‌های مختلفN/P واکنش متفاوت نشان می‌دهند. غالبا در شرایط مزرعه بین عناصر غذایی خاک و استقرار قارچ‌های AM در ریشه گیاه همبستگی مثبتی وجود دارد(جفری و همکاران، ۱۹۹۸).

۲-۲- فوائد پرایمینگ

پرایمینگ بذر به عنوان یک راهکار جهت افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی، افزایش کیفیت گیاهچه‌های تولیدی و استقرار مطلوب گیاه مطرح است. استقرار و تراکم مطلوب گیاهچه را می‌توان به کمک انواع روش‌های پرایمینگ بذر که باعث افزایش سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی می‌شوند بهبود بخشید(هیدیکر و کولبر، ۱۹۷۸).

پرایمینگ قرار دادن بذر قبل از کاشت در یک محصول با پتانسیل آبی مشخص جهت جذب آب و انجام بعضی مراحل قبل از جوانه‌زنی می‌باشد. روش‌های مختلف پرایمینگ شامل اسموپرایمینگ، هیدرو پرایمینگ، ماتریک پرایمینگ، پرایمینگ هورمونی و بیو پرایمینگ است. پرایمینگ می‌تواند باعث افزایش خروج سریع تر گیاهچه، درصد جوانه زنی، افزایش سرعت جوانه زنی، تحمل بهتر گیاه به خشکی از طریق توسعه ریشه ها تحت شرایط متغیر محیطی، گلدهی زودتر و افزایش کمی و کیفی عملکرد شود(دونالد، ۲۰۰۰). بدین منظور بذرها در آب، هورمون‌های تحریک کننده یا بازدارنده رشد و

یا محلول‌های مختلف اسمزی خیسانده شده و سپس تا رطوبت اولیه خشکانده می‌شوند. خیس کـردن بذر در آب، برخی از فرآیندهای بیوشیمیایی لازم برای آغاز فرآیند جوانه زنـی ماننـد شکسـتن خـواب بذر، هیدرولیز و یا متابولیسم مواد بازدارنده، جذب آب و فعالیت آنزیمی را القاء می‌کند. برخی یا تمـام این فرآیندها که جوانه‌زنی را تسریع می‌کنند، در اثر پرایمینگ به وقوع می‌پیوندند و با خشـک کـردن مجد بذر نیز اثر آن ها در بذر باقی می‌ماند(اسگدوم و بکر، ۲۰۰۱). بذرهای تیمار شده می‌توانند سریعا آب جذب کرده و متابولیسم خود را آغاز نمایند. این موضوع منجر به جوانه‌زنی بیشـتر و کـاهش غیـر-یکنواختی فیزیولوژیکی طبیعی و ذاتی جوانه‌زنـی و باعـث بهبـود اسـتقرار پوشـش گیـاهی و افـزایش عملکرد می‌شود(روس، ۱۹۹۵).

۲-۲-۱- انواع روش‌های پرایمینگ بذر

۱- هیدروپرایمینگ: خیساندن بذر در آب مقطر هیدروپرایمینگ نامیده می‌شـود. در ایـن راسـتا نیـز محققان گزارش نمودند در روش هیدروپرایمینگ، بذر با آب خالص و بدون استفاده از هـیچ مـاده شیمیایی تیمار می‌شود، که این پرایمینگ بسیار ساده و ارزان بوده و مقـدار جـذب آب از طریـق مدت زمانی که بذر در تماس با آب است کنترل می‌شود(عیسوند و همکاران، ۱۳۹۰).

۲- اسموپرایمینگ: خیساندن بذر گیاهان در محلول‌های اسمزی مثل نیترات پتاسیم، نمکو ... اسـمو پرایمینگ نامیده می‌شود.

۳- هورمون پرایمینگ: به خیساندن بذر گیاهـان در محلـول تنظـیم کننـده رشـد گیـاهی از جملـه جیبرلین، سالیسیلیک اسید، اکسین، اتفن، اسید آبسیزیک و ... پرایمینگ هورمونی گویند.

۴- ترموپرایمینگ: تیمار بذر با دمای بالا یا پایین

۵- بیوپرایمینگ: هیدراسیون با استفاده از ترکیبات بیولوژیک

هر روش دارای نقاط قوت و ضعفی است و بسته به نوع گیاه، مرحلـه رشـد گیـاه، غلظـت، مقـدار عامل پرایمینگ و مدت نگهداری بذور در محلول، تاثیرات مختلفی دارد(اشرف و فولاد، ۲۰۰۵).

در روش پرایمینگ، بذرها در مدت زمان مشخصی(طی دو مرحله از سه مرحله جوانه زنی) در محلول‌های ذکر شده قرار می‌گیرند و قبل از خروج جوانه از بذر از محلول خارج و مدت زمان مشخصی(معمولا ۲۴ ساعت) در دمای ۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده می‌شوند تا خشک شوند که به این بذر، بذر پرایم شده گویند(کوآر و همکاران، ۲۰۰۵).

۲-۲-۲- تاریخچه پرایمینگ

در سال ۱۸۵۵ در مورد پرایمینگ آزمایشاتی توسط چالز داروین انجام شد. داروین این آزمایشات را جهت نشان دادن چگونگی انتقال گیاهان از دریا به خشکی انجام داد. به این منظور بذر تعدادی از گیاهان را در آب دریا غوطه ور نمود و مشاهده کرد که نه تنها بذور زنده ماندند بلکه در برخی گونه‌ها مانند شاهی و کاهو جوانه‌زنی سریع‌تر انجام شد(هارتمن، ۱۹۸۸). یک روش قدیمی برای کاهش زمان بین بذر افشانی و جوانه زنی خیساندن بذور در آب بوده است. خیساندن بذور تربچه، ذرت، لوبیا، خیار و کدو تنبل در آب نیم گرم جهت افزایش سرعت جوانه‌زنی در سال ۱۹۱۸ توسط ویکاینیس گزارش شده است(پاررا، ۱۹۹۴).

الیس (۱۹۶۳) بذر گوجه فرنگی را با یک محلول معدنی تیمار کرد و افزایش جوانه‌زنی را مشاهده نمود(هارتمن، ۱۹۸۸). در دو دهه گذشته پرایمینگ بذر یک تیمار معمولی جهت افزایش سرعت و یکنواختی در بسیاری از گونه‌های گل و سبزی شده است(پاررا، ۱۹۹۴). در سال ۱۹۷۳ کاربرد نوعی از پرایمینگ بذر که در سال ۱۹۷۱ به وسیله مالناسی به عنوان یک تیمار بذر قبل از کشت به منظور افزایش و یکنواختی جوانه زنی تحت شرایط نامساعد محیطی گزارش شده بود به وسیله هیدکر پذیرفته شد. در این گزارش پرایمینگ اسمزی به عنوان یکی از روش‌های پرایمینگ مطرح شد. در سال ۱۹۹۰ به وسیله کالان بیوپرایمینگ به عنوان یک تیمار ابداع شد که در آن بذور ذرت شیرین توسط باکتری پوشش داده شد و در آب گرم خیسانده شد تا مقدار رطوبت بذر به ۴۰-۳۵ درصد افزایش یابد(پاررا، ۱۹۹۴). در سال‌های اخیر روش دروم به عنوان یک روش تجاری که در آن در

مصرف مقدار زیادی ماده شیمیایی صرفه جویی شده و مشکلات روش‌های قبلی را ندارد و در حال بررسی می‌باشد(هارتمن، ۱۹۸۸). آذرنیوند و جولدی(۱۳۸۲) در مطالعه ای تحت عنوان اثر تنش خشکی بر روی جوانه‌زنی سه گونه مرتعی از جنس سالسولا، نتیجه گرفتند که حداکثر جوانه زنی، با میانگین ۱۰۰ درصد در تیمار ۰/۳- مگاپاسکال به وقوع پیوسته و با افزایش یا کاهش پتانسیل آب درصد جوانه‌زنی کاهش یافته است. به‌طوری که حداقل مقادیر جوانه‌زنی در تیمار خشکی ۱/۲- مگا-پاسکال به دست آمد. همچنین با کاهش پتانسیل آب مقادیر طول ریشه‌چه و کلئوپتیل نیز کاهش یافته اند، به گونه ای که حداقل مقادیر و پارامتر مذکور در تیمار ۱/۲- ماپاسکال مشاهده شد. کوچکی و ظریف کتابی(۱۳۷۵) در مطالعه ای تحت عنوان تعیین درجه حرارت مطلوب جوانه‌زنی و بررسی اثرات شوری و خشکی بر روی چند گونه مرتعی، نتیجه گرفتند که حداکثر مقدار جوانه زنی، طول کلئوپتیل، طول و تعداد ریشه در تیمار شاهد(آب مقطر) به دست آمده و با کاهش پتانسیل آب، مقدار و درصد جوانه زنی کاهش یافته است.

۲-۲-۳- فاکتورهایی که روی پرایمینگ بذر تاثیر می‌گذارند

۱- شرایط محدود در طی آبگیری(دما، نور)

۲- محلول‌های اسمزی

۳- در دسترس بودن اکسیژن

۴- دوام تیمار

۵- کنترل آلودگی میکروبی

۶- خشک کردن

بذرهای تیمار شده معمولا قبل از استفاده مجددا خشک می‌شوند اما هنگامی که تحت شرایط نرمال یا تنش، مجددا آب جذب می‌کنند، جوانه‌زنی سریع‌تری دارند.

از مجموعه عواملی که در موفقیت آمیز بودن پرایم کردن بذور موثر هستند، می‌توان به گونه گیاه، پتانسیل آب، مدت زمان و دمای پرایم کردن، بنیه بذر، خشک کردن بذر پس از پرایم کردن و شرایط ذخیره سازی بذور پرایم شده اشاره شد(پررا و کانتلیف، ۱۹۹۴). برای اولین بار استروگونوف(۱۹۹۴) پیشنهاد کرد که تحمل گیاه به تنش‌های محیطی از جمله شوری، خشکی یا درجه حرارت‌های نامناسب را با تیمار بذر با انواع محلول‌های اسمزی یا آب مقطر، پیش از کاشت افزایش داد. بنابراین جذب کنترل شده بذر به دنبال آبگیری، با عنوان "پرایمینگ بذر" به منظور بهبود جوانه‌زنی و رشد سریع گیاهچه تحت شرایط تنش یا غیر تنش، توانست افزایشی را در عملکرد، در قیاس با گیاهانی که از بذور تیمار نشده به دست آمدند، نشان دهد.

پرایمینگ خواب القایی توسط حرارت را به حداقل رسانده و محدوده حرارتی را که بذور جوانه می‌زنند افزایش می‌دهد(سانگ و همکاران، ۱۹۹۸).

۲-۳-۴- مراحل پرایمینگ

اولین مرحله رشد گیاه، جوانه‌زنی بذر است که طی سه مرحله جذب آب، کمون و خروج ریشه‌چه انجام می‌شود. برای درک بهتر موضوع ابتدا به طور مختصر مراحل جوانه‌زنی توضیح داده می‌شود.

۱) جذب آب: بذور هنگامی که کاملا می‌رسند خشک هستند(رطوبت آن‌ها کمتر از ۱۵٪ است). جذب آب یک فرآیند فیزیکی است که به نیروهای ماتریکی بستگی دارد و با توجه به نفوذ پذیری پوشش‌های بذر رخ می‌دهد. در رابطه با جذب آب نیز دو مرحله وجود دارد. در مرحله اول که

۳۰-۱۰ دقیقه به طول می‌انجامد جذب آب خیلی سریع صورت می‌گیرد، در مرحله دوم جذب آب کمتر انجام شده و به مرحله کند جذب آب معروف است و مدت زمان آن برای بذور ریز یک ساعت و در مورد بذور درشت ۱۰-۵ ساعت می‌باشد. در هنگام جذب آب همه

قسمت‌های بذر به طور یکنواخت مرطوب نمی شود. بلکه قسمت‌های خارجی تر ابتدا مرطوب شده در حالی که بافت‌های داخلی هنوز خشک هستند. با جذب آب حجم بذر افزایش می‌یابد به این ترتیب فضای لازم جهت انجام واکنش‌های شیمیایی و راه حل دیگر جوانه زنی فراهم می‌شود.

۲) مرحله تاخیری: با وارد شدن بذر به این مرحله جذب آب متوقف می‌گردد، با این که این دوره با کاهش یا عدم جذب آب همراه است، از نظر فیزیولوژی دوره‌ای فعال می‌باشد. فعالیت‌های مخصوصی در طول این مرحله رخ می‌دهد که شامل موارد زیر می‌باشد.

۲-۱): در بذور خشک میتوکندی‌ها جذب آب نموده و غشاهای میتوکندری از جهت آنزیمی فعال می‌شوند، تنفس و سنتز ATP در این مرحله افزایش می‌یابد.

۲-۲): با اینکه بذور خشک mRNA وجود دارد ولی بعد از آبگیری بذر سنتز پروتئین جدید در مرحله کمون برای جوانه‌زنی نیاز است.

۲-۳): متابولیسم مواد ذخیره‌ای که سبب پتانسیل آب سلول‌های جنین در آغاز خروج ریشه‌چه می‌شود.

۲-۴): آنزیم‌های مخصوص برای نرم شدن دیواره سلولی، همچنین ATP فعال مورد نیاز برای طویل شدن ریشه‌چه از میان دیوارهای سلولی در این مرحله تولید می‌شوند.

۳) خروج ریشه‌چه: اولین مرحله قابل رؤیت جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه است. در ابتدا طویل شدن سلول از تقسیم سلولی بیشتر است، پس از طویل شدن ریشه‌چه تقسیم سلولی به نوک ریشه‌چه محدود می‌شود. در ابتدای طویل شدن سلول با توجه به گونه‌ها، فاکتورهای متعددی جوانه‌زنی را کنترل می‌کنند که شامل موارد زیر هستند:

۳-۱): پتانسیل‌های اسمزی سلول‌های ریشه‌چه متناسب با متابولیسم مواد ذخیره‌ای منفی‌تر می‌شود.

۳-۲): جهت افزایش اندازه سلول دیواره‌های سلول قابل انعطاف می‌شوند.

۳-۳): در بافت‌های اطراف ریشه‌چه سلول‌ها به منظور افزایش حجم و بزرگ شدن نرم می‌شوند(هارتمن، ۱۹۸۸).

۲-۳-۵- اسموپرایمینگ

اسموپرایمینگ به جذب، توسط بذر در محلول‌های شکر، پلی اتیلن گلایکول(PEG)، گلیسرول، سوربیتول، یا مانیتول اشاره دارد که پس از آن و قبل از کاشت، بذر خشک می‌شود. میزان پتانسیل پایین آب در محلول تیمار امکان هیدراسیون محدودی را برای بذر فراهم می‌آورد، به نحوی که فرآیندهای متابولیک پیش از جوانه زنی شروع می‌شوند، اما مانع از جوانه‌زنی می‌شود(بنت و همکاران، ۱۹۹۲؛ مک دونالد، ۲۰۰۰؛ پیل و نکر، ۲۰۰۱). هنگامی که بذرهای پرایم شده در زمین کاشته می‌شوند، معمولا جوانه‌زنی سریع و یکنواختی خواهند داشت.

۲-۳-۶- هیدرو پرایمینگ

در بسیاری از مناطق زراعی یکی از دلایل استقرار ضعیف گیاهچه و عملکرد ضعیف محصول در نتیجه شرایط نامطلوب محیطی برای جوانه زنی بذر و رویش گیاهچه می‌باشد، اما جوانه زنی سریع گیاهچه می‌تواند موجب رویش و تولید ریشه‌های عمیق گردد، پیش از آن که لایه‌های فوقانی خاک، خشک شده و سله ببندد، که در نتیجه محصولی خوب و عملکرد مطلوب و بالای محصول به دست می‌آید. هر عاملی که موجب تسریع جوانه‌زنی گردد در تولید محصول خوب مؤثر است. یکی از روش‌های کم هزینه که تحت عنوان "پرایمینگ بذر در مزرعه" توسط هریس(۱۹۹۲) پیشنهاد شد، شامل خیساندن بذر در آب پیش از کشت می‌باشد. این تیمار پیش از کاشت بذر که به هیدروپرایمینگ معروف است این امکان را به بذر می‌دهد که آب را جذب کند و وارد مرحله ی اول جوانه‌زنی گردد که در آن فعالیت‌های متابولیک پیش از جوانه زنی صورت می‌پذیرد در حالی که مانع

از فاز دوم جوانه زنی می‌گردد(پیل و نکر، ۲۰۰۱). اگر چه خیساندن بذر در آب و خشک کردن آن پیش از کاشت ساده ترین راه هیدراسیون است، یکی از مضرات عمده ی آن این است که منجر به هیدراسیون غیرطبیعی و جوانه‌زنی غیر یکنواخت می‌شود(پیل و نکر، ۲۰۰۱). همچنین خیساندن برای برخی از گونه‌های گیاهی مناسب نیست، زیرا هیدراسیون سریع ممکن است سبب خروج مواد غذایی ضروری از بذر گشته و در نتیجه موجب آسیب به بذر می‌گردد. برای فایق آمدن بر این مشکلات بالقوه روش‌های مختلفی پیشنهاد شده تا هیدراسیون مناسب در بذر صورت گیرد. یکی از این روش ها مرطوب نمودن بذر است که نوعی تیمار می‌باشد که بذر در شرایط رطوبت بالا به تعادل می‌رسد(سوزوکی و خان، ۲۰۰۱ ؛ فینرتی و همکاران، ۱۹۹۲). به عنوان مثال، در بذر نسبتا پیر خردل (*Brassica junicea*) رطوبت منجر به بهبود چشمگیر جوانه زنی و بنیه ی گیاهچه و کاهش خروج الکترولیت‌ها از بذر در حال جوانه‌زنی می‌گردد(سرینی واسان، ۱۹۹۹).

در لوبیا(*Phaseolus vulgaris*) رطوبت منجر به بهبود جوانه‌زنی، تولید اتیلن مشتق شده از ACC و رویش و رشد گیاهچه می‌گردد(سوزوکی و خان، ۲۰۰۱). روش دوم هیدراسیون پیش از کاشت بذر، هیدراسیون تؤام با هوادهی(AH) می‌باشد که در آن بذر در ستونی از آب هوا داده شده به محتوای رطوبتی نزدیک مقدار مورد نیاز برای خروج ریشه‌چه هیدراته می‌شود(تورنتن و پاول، ۱۹۹۲). بذرها درون ستونی از این محتوای رطوبتی قرار می‌گیرند و متعاقب آن پیش از آن که خروج ریشه چه اتفاق بیفتد خارج شده و خشک می‌شوند. تورنتن و پاول(۱۹۹۲) مشخص نمودند که بذرهای گل کلم(*Brassia oleracea*) و کلم بروکلی تیمار ۸ ساعته‌ی AH در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد مؤثرترین روش برای بهبود سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی، رشد ریشه و بنیه‌ی بذر می‌باشد. در تحقیق دیگری که بر روی همین گونه ها انجام شد با افزایش مدت زمان AH تا ۳۲ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد، بهبود مضاعفی در بنیه‌ی بذر حاصل گردید(تورنتن و پاول، ۱۹۹۲). بهبود مشابهی در کیفیت بذر به دلیل استفاده از AH در کلزا مشاهده گردید(پاول و همکاران، ۱۹۹۳). نتایج تمامی این تحقیقات نشان می‌دهد که فعالسازی فرآیند ترمیم متابولیک یکی از عوامل اصلی دخیل در بهبود

حاصل از AH می‌باشد. به عنوان مثال، در بذر *Brassica* فعالسازی سنتز ترمیمی *DNA* در جریان AH صورت گرفته است(تورنتن و همکاران، ۱۹۹۳).

۲-۳-۷- پرایمینگ و فعالیت‌های آنزیمی

۲-۳-۷-۱- اثر اسموپرایمینگ بر فعالیت‌های آنزیمی در جوانه‌زنی بذر

آنزیم‌هایی از قبیل آمیلاز، پروتئاز و در برخی موارد لیپاز، نقش حیاتی و مهمی را در رشد و نمو اولیه‌ی جنین ایفا می‌کنند. هر گونه افزایشی در فعالیت این آنزیم‌ها ممکن است منجر به رشد اولیه‌ی پر قدرت و تولید محصولی خوب گردد. مشخص شده است که اسموپرایمینگ بر فعالیت این آنزیم‌ها در جوانه زنی بذر گونه‌های مختلف گیاهی تاثیر می‌گذارد. به عنوان مثال، در خربزه(Cucumis melo)، بذر اسمو پرایم شده با PEG-6000، افزایش فعالیت دهیدروژناز و آمیلاز را نشان داده و جوانه‌زنی آن در شرایط غیر شوری بهبود یافته است(سینگ و همکاران، ۱۹۹۹)، در دانه‌های روغنی، مسیر گلی اکسیلات که لیپیدها را به قند تبدیل می‌کند، نقش عمده‌ای در نمو اولیه‌ی جنین ایفا می‌کند(تایز و زایگر، ۲۰۰۲). مقادیر کم یا زیاد هر یک ازآنزیم‌ها که در این مسیر شرکت دارند، ممکن است بر رشد جنین تاثیر بگذارد. به عنوان مثال، مشخص شده است که اسمو پرایمینگ، فعالیت ایزوسیترات لیاز(Isocitratelyase) که یک آنزیم کلیدی در مسیر گلی اکسیلات در جوانه‌زنی بذر بادام زمینی(Arachis hypogeal) است، را افزایش می‌دهد(فو و همکاران، ۱۹۸۸). همچنین اسموپرایمینگ سبب افزایش ATP آز در بذر در حال جوانه‌زنی بادام زمینی که با PEG پرایم شده، می‌گردد. به علاوه سنتز اسید فسفاتاز و RNA در محورهای جنینی و لپه ی بذر اسموپرایم شده در مقایسه با بذر گروه شاهد به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر است. بنابراین اسموپرایمینگ ممکن است در بهبود میزان جوانه-زنی با افزایش فعالیت‌های مختلف آنزیمی تا حدودی دخیل باشد.

۲-۳-۷-۲- اثر هیدروپرایمینگ بر فعالیت‌های آنزیمی در جوانه‌زنی بذر

در بذر برخی گونه‌های گیاهی آنزیم‌های پروتئولیتیکی تیریپسین شکل، که در جریان نمو بذر تولید می‌شوند، نقش مهمی را در جریان جوانه زنی ایفا می‌کنند. اما فعالیت چنین آنزیم هایی غالبا توسط بازدارنده‌های تریپسین متوقف می‌گردد. که این بازدارنده ها در بذر وجود دارند و در جریان جوانه‌زنی، نقش تنظیم کننده را در حرکت پروتئین‌ها ایفا می‌نمایند(بیولی و بلک، ۱۹۹۴). اما پرایمینگ فعالیت بازدارنده‌ی این گونه آنزیم‌ها را کاهش می‌دهد و جوانه‌زنی را بیشتر می‌کند. به عنوان مثال، در سورگوم بذر خیسانده شده در آب مقطر یا محلول نمک فعالیت بازدارنده‌ی تریپسین و کیموتریپسین را کاهش می‌دهد(مولیمانی و وادیراج، ۱۹۹۴). هنگامی که بذرهای Cajanus cajan در آب مقطر یا محلول نمکی خیسانده شد نتایج مشابهی مشاهده شد(مولیمانی و پارام جیوتی، ۱۹۹۵).

آمیلازها از جمله آنزیم‌های کلیدی هستند که نقش مهمی را در هیدرولیز ذخایر نشاسته‌ای بذر ایفا می‌کنند و از این طریق قند مورد نیاز جنین در حال نمو را تامین می‌نمایند. تاثیرات هیدروپرایمینگ بر پتانسیل آبی، ایجاد نیرو برای جذب آب در جریان آبگیری و فعالیت آلفا آمیلاز در دانه‌های گندم و برنج مورد بررسی قرار گرفته است(آندو و کوباتا، ۲۰۰۲). در زمان کاشت هنگامی که پتانسیل آبی و اسمزی بذر هیدروپرایم شده‌ی گندم به ترتیب ۷/۲- و ۱۲/۳- مگاپاسکال بود، این مقادیر در بذر پرایم نشده ۴/۸- و ۹/۹- مگاپاسکال بود. در بذر برنج هیدروپرایمینگ هیچ تغییری در پتانسیل آبی و اسمزی ایجاد نکرد، اما در بذرهای پرایم شده‌ی گندم و جو، فعالیت آلفا آمیلاز ۱۲ ساعت پس از کاشت به ترتیب ۲/۷ و ۲/۸ برابر بیشتر از بذرهای پرایم نشده بود. همچنین بذرهای پرایم شده، سرعت جوانه‌زنی بیشتر و رویش سریع‌تر گیاهچه را نشان دادند. محققین این گونه نتیجه-گیری کردند که بهبود جوانه‌زنی بذر و رویش گیاهچه به دلیل افزایش کربوهیدرات‌های قابل حل در جنین در حال رشد بوده است که به دلیل افزایش فعالیت آلفا آمیلاز صورت گرفته است. بعدها محققین این نکته را دریافتند که خشک کردن مجدد بذرها پس از هیدروپرایمینگ سبب حفظ

فعالیت آنزیم‌های دیگر در سطوح مورد نیاز برای وقوع جوانه‌زنی می‌گردد. در مطالعات دیگری مشخص شد که هیدروپرایمینگ تاثیر شدید شوری بر فعالیت آمیلاز در دانه‌های گندم را کاهش می‌دهد(ری و سریو استاوا، ۱۹۹۹). بنابراین هیدروپرایمینگ بر فعالیت آنزیم‌های مورد نیاز برای جوانه‌زنی سریع بذر تاثیر مفید و مهمی دارد.

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳-۱- زمان و محل اجرای آزمایش

این آزمایش در سال ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود به اجرا درآمد.

۳-۲- موقعیت جغرافیایی و مشخصات آب و هوایی محل اجرای آزمایش

شهرستان شاهرود با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی و عرض ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی دارای اقلیم سرد و خشک می‌باشد. ارتفاع مرکز شهرستان از سطح دریا ۱۳۶۷ متر و ارتفاع محل اجرای آزمایش ۱۳۴۹ متر است. براساس اطلاعات ثبت شده در ایستگاه هواشناسی میانگین سالانه دما در این منطقه ۱۴/۴ سانتی گراد و میانگین بارندگی سالیانه ۱۶۰ میلی متر گزارش شده است.

۳-۳- مطالعات مزرعه ای

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. عامل میکوریزا در چهار سطح،(m_1) عدم میکوریزا،(m_2) تلقیح با گونه *Glomus intraradies*،(m_3) تلقیح با گونه *Glomus mosseae*،(m_4) تلقیح با گونه *Glomus fasciculatum*، عامل دوم پرایم در چهار سطح،(p_1) عدم پرایم،(p_2) هیدروپرایمینگ،(p_3) اسموپرایمینگ و(p_4) ترکیب هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ بود. تعداد تیمارها در مجموع ۱۶ و تعداد کل کرت‌های آزمایشی ۴۸ بود. هر واحد آزمایشی شامل ۴ ردیف که فاصله ردیف ها ۵۰ سانتی متر و فاصله بوته ها از هم ۱۵ سانتی متر بود. فاصله بلوک ها از یکدیگر ۲ متر بود. در روش هیدرو پرایمینگ بذور به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی گراددرون آب مقطر قرار داده می شوند. اسمو پرایمینگ نوع خاصی از آماده سازی بذرها در محلول‌های با پتاسیم اسمزی پایین حاوی مواد شیمیایی صورت می‌گیرد. برای پرایمینگ به روش

اسمو پرایمینگ از محلول کلرید سدیم استفاده شد. در هر بار استفاده مقدار ۱۰۰ سی سی از محلول در یک بشر ریخته و بذرها ۱۲ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد ضمن هوادهی ملایم در این محلول خیسانده شد سپس با آب مقطر شستشو داده شد و به مدت ۷ ساعت در دمای اتاق خشک شد. از قارچ میکوریزا هم مقدار ۱۵ گرم مایه تلقیح قارچی که شامل خاک، بقایای ریشه ای و اندام‌های قارچی بود به صورت کپه هایی با فاصله ۱۵ سانتی متر از یکدیگر در پایین تر ازبذور قرار گرفت. بعد از آن دو بذر لوبیا قرار داده شد و روی بذرها با خاک پوشانده شد. همچنین برای جلوگیری از عمل تداخل و آلودگی قارچ ها یک خط نکاشت به عنوان محافظ بین کرت‌های اصلی قرار گرفت. جوی‌های آبیاری به نحوی تعبیه شد که آب آبیاری اضافی هر کرت توسط یک جوی خروجی در انتهای کرت ها از مزرعه خارج شود. کاشت در ۱۸ خرداد ماه سال ۱۳۹۵ انجام شد.

نقشه آزمایش:

M1 P2	M2 P3	M1 P1	M3 P2	M3 P4	M4 P3	M1 P3	M2 P1	M3 P3	M2 P4	M3 P1	M4 P1	M1 P4	M4 P4	M4 P2	M2 P2

M3 P4	M2 P1	M2 P4	M3 P1	M4 P3	M3 P2	M2 P3	M1 P4	M4 P2	M4 P4	M3 P3	M4 P1	M1 P1	M1 P2	M2 P2	M1 P3

M1 P3	M1 P2	M4 P1	M4 P4	M1 P4	M3 P2	M3 P1	M2 P1	M2 P2	M1 P1	M3 P3	M4 P2	M2 P3	M4 P3	M2 P4	M3 P4

۳-۴- داشت

در طی فصل رشد برای تامین شرایط مناسب برای رشد گیاه در مزرعه عملیات داشت شامل آبیاری و کنترل علف‌های هرز انجام شد. به منظور تامین رطوبت خاک مزرعه به طور منظم هر ۷ روز یکبار انجام شد. اوایل مرداد گلدهی آغاز و اوایل شهریور پایان گلدهی بود. در تاریخ ۲۰ مرداد اولین غلاف ها تشکیل شد.

۳-۵- صفات زراعی و مورفولوژیک

به هنگام برداشت، تعداد ۳ بوته از هر کرت انتخاب و اقدام به اندازه گیری ارتفاع بوته، تعداد برگ، تعداد غلاف ها، فاصله اولین غلاف تا سطح زمین، تعداد شاخه فرعی گردید. سپس از این اندازه گیری ها میانگین گرفته شد و عدد نهایی ثبت گردید.

۳-۶- وزن خشک غلاف، دانه، ساقه و برگ

پس از برداشت، غلاف ها، دانه ها، ساقه ها و برگ ها جدا و در داخل پاکت قرار داده شدند و به مدت ۷۲ ساعت در آون با حرارت ۷۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. سپس نمونه ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ توزین شدند.

۳-۷- صفات فیزیولوژیک

۳-۷-۱- مقدار نسبی آب برگ (RWC)

مقدار نسبی آب برگ ۷۰ روز پس از کاشت بر حسب درصد اندازه گیری شد. به منظور تعیین مقدار آب نسبی برگ از هر کرت ۳ بوته به طور تصادفی انتخاب شد و از هر بوته برگی جوان و کاملا

رشد یافته قطع گردید و در یک پوشش پلاستیکی داخل یخدان به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه ها در آزمایشگاه با ترازویی با دقت ۰.۰۰۱ وزن شدند(وزن تر) و سپس به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر و در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی گراد قرار داده شدند(حبیبی، ۱۳۷۲؛ کرامر، ۱۹۸۳). بعد از این مدت برگ ها از آب مقطر خارج شدند و بعد از اینکه آب روی ان ها با کاغذ صافی خشک شد دوباره وزن شدند(وزن اشباع). پس از آن به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند و سپس وزن شدند(وزن خشک) محاسبه مقدار نسبی آب برگ با استفاده از رابطه زیر صورت گرفت(توحید لو، ۱۳۷۸).

مقدار نسبی آب برگ = {(وزن خشک – وزن اشباع) / (وزن خشک – وزن تر)} * 100

۳-۶-۲- پایداری غشاء پلاسمایی

برای اندازه گیری پایداری غشاء از هر کرت ۳ تا ۴ برگ هم سن انتخاب گردید. سپس در آزمایشگاه به وسیله پانچ ۰/۱گرم نمونه از بافت برگ به صورت قطعات ریز و یکسان جدا شد. سپس در لوله‌های فالکون ۱۵ میلی لیتری آب مقطر به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد(C_2) و ۳۰ دقیقه در دمای ۴۰ درجه ساتی گراد(C_1) در حمام بنماری قرار گرفتند. پس از سپری شدن زمان مورد نیاز نمونه ها در دمای عادی اتاق قرار گرفتند تا به دمای ۲۵ درجه سانتی گراد برسند. سپس با استفاده از دستگاه ECمتر مقدار EC محلول ها خوانده شد. پایداری غشاء با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$\text{پایداری غشاء} = (1-C_2/C_1) * 100$$

۳-۷-۳- کلروفیل a، b و کارتنوئید

جهت اندازه گیری رنگیزه‌های کلروفیل و کارتنوئید از روش آرنون(۱۹۶۷) استفاده شد. به این منظور ابتدا نیم گرم بافت تر برگ گیاه را در هاون ریخته، آن را به خوبی خرد و له کرده، سپس ۲۰

میلی لیتر استون ۸۰ درصد را به نمونه ها اضافه نموده و نمونه ها را در فالکون ریخته و در سانتریفیوژ به مدت ۱۲ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه و در دمای ۴ درجه سانتی گراد قرار می‌گیرد. در نهایت عصاره فوقانی نمونه ها را در کووت اسپکتروفتومتر ریخته و در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر قرائت شد. در نهایت با استفاده از روابط زیر و اعداد ثبت شده میزان رنگیزه‌های کلروفیل a، b و کارتنوئید را محاسبه می‌کنیم.

کلروفیل a = (19.3 * A663) − (0.86 * A645) V / 100 W

کلروفیل b = (19.3- A645) − (3.6 * A663) V / 100 W

کارتنوئید = 100 (A470) −3.27 (mgchl.a) −104 (mgchl.b) / 227

کلروفیل کل = chl.a + chl.b

V = حجم محلول صاف شده(محلول فوقانی حاصل از سانتریفیوژ)

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

W = وزن تر نمونه بر حسب گرم

۳-۷-۴- کلونیزاسیون ریشه

اندازه گیری درصد کلونیزاسیون به روش فیلیپس و هایمن(۱۹۸۳) انجام شد. برای این کار ابتدا ۲ بوته به صورت تصادفی از هر کرت انتخاب شد. ریشه‌های آن ها به دقت جداسازی شد و به مقدار ۵ گرم از آن به آزمایشگاه منتقل شد. ریشه ها با آب جاری شسته می‌شود و به مدت ۲۴ ساعت در محلول(KOH) ۱۰ درصد جهت رنگبری ریشه ها نگهداری شدند. پس از آن جهت خنثی کردن محیط قلیایی ریشه‌های رنگبری شده حاصل از روش قبل، ریشه ها با آب مقطر شسته و به مدت ۱ الی ۲ دقیقه در محلول HCl یک نرمال قرار گرفت. جهت رنگ آمیزی ریشه‌های رنگبری شده به مدت ۶ ساعت در محلول رنگ آمیزی تریپان بلو ۰/۰۱ درصد در درجه حرارت آزمایشگاه نگهداری شدند. برای تعیین میزان کلونیزاسیون قارچ میکوریزا ریشه گیاه لوبیا چشم بلبلی از روش اسلاید استفاده

شد. براساس این روش ریشه ها به قطعات یک سانتی متری تقسیم شده و روی لام قرار گرفتند. بیست عدد از این ریشه ها را با استفاده از میکروسکوپ با بزرگنمایی ۴۰ مورد بررسی قرار دادیم و تعداد اندام های قارچی در ریشه شناسایی شد و سپس با یک تناسب ساده کلونیزاسیون قارچ بر حسب درصد محاسبه گردید(فیلیپس و هایمن، ۱۹۸۳).

۳-۷-۵- شاخص سطح برگ

این شاخص بیان کننده سطح برگ(فقط یک طرف) به سطح زیرین اشغال شده توسط محصول است که از رابطه $LAI = (LA2 + LA_1)/2 * (1/GA)$ به دست می‌آید که LA سطح برگ و GA مساحت زمین می‌باشد. به همین منظور با تعیین سطح برگ بوته ها در هر مرحله و با توجه به مساحت نمونه برداری LAI محاسبه گردید.

۳-۷-۶- نیتروژن و پروتئین دانه

برای اندازه گیری میزان پروتئین دانه ابتدا میزان نیتروژن موجود در دانه اندازه گیری شد و با استفاده از فرمول پروتئین دانه اندازه گیری شد. مقدار نیتروژن موجود در نمونه‌های مورد آزمایش با استفاده از دستگاه کجدال(Kejedal) نیمه اتوماتیک مدل vapodest 45 s ساخت شرکت Gerhand کشور آلمان انجام شد. در این مدل تنها آخرین مرحله، یعنی تیتراسیون به صورت دستی انجام می‌گیرد و تنها قابلیت تعیین میزان نیتروزن را دارد. این دستگاه از دو بخش هضم و تقطیر تشکیل شده است. بخش هضم در این مدل شامل ۱۲ لوله است که آنالیز همزمان ۱۲ نمونه را ممکن می‌سازد. برای انجام هضم نمونه ها، ۰.۳ گرم از نمونه گیاه خشک و پودر شده را با ۷ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ(۹۶ درصد) و ۱/۱ گرم قرص کاتالیزور یا(مخلوطی از ۱۰۰ گرم سولفات پتاسیم و ۱۰ گرم سولفات مس ۵ آبه و ۱ گرم سلنیوم) مخلوط و در لوله ها ریخته و آن ها را در جایگاهشان در دستگاه هضم قرار می‌دهیم. درجه دستگاه را ابتدا روی ۱۸۰ درجه سانتی گراد تنظیم می‌کنیم و سپس دما را به ۳۰۰ درجه سانتی گراد کاهش می‌دهیم و در نهایت دما را به ۴۰۰ درجه سانتی گراد

رسانده و آنقدر حرارت را ادامه می‌دهیم تا نمونه ها به رنگ سبز شفاف در آیند و عمل هضم نمونه ها کامل شود. این عمل تقریبا حدود ۳ ساعت به طول می‌انجامد.

لازم به ذکر است که در سری اول که نمونه ها را در دستگاه هضم قرار می‌دهیم احتیاج به نمونه شاهد نیز داریم که نمونه شاهد حاوی مخلوط بالا به جز نمونه خاک یا گیاه است. در مرحله بعد نمونه ها را برای انجام عمل تقطیر، کاملا سرد کردیم. بخش تقطیر، دارای دستگاهی با دو جایگاه است که در یکی، لوله مربوط به بخش هضم و در دیگری ارلنی حاوی ترکیبی از ۵۰ میلی لیتر اسید بوریک ۲ درصد که برای هر نمونه ۲۴ سی سی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با شروع کار دستگاه تقطیر، در درون لوله حاوی نمونه هضم شده با اضافه شدن اسید، رنگ سبز لجنی ظاهر شده که این صحت انجام آزمایش را می‌رساند و بعد از اتمام کار دستگاه(حدود ۴ دقیقه)، رنگ محلول داخل ارلن سبز می‌شود که هر چه این رنگ تیره تر باشد نشان-

دهنده غلظت نیتروژن بیشتر در نمونه خاک یا گیاه است و برای عمل تیتراسیون، چند قطره معرف متیل رد(حاوی ۶۶ میلی گرم متیل رد و ۹۹ میلی گرم برموکروزول گرین در ۱۰۰ سی سی اتانول، با رنگ قرمز) و اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال به صورت دستی انجام گرفت. بعد از عمل تقطیر به هر نمونه ۱ سی سی معرف اضافه می‌کنیم. در این زمان نمونه ها سبز رنگ می‌شوند. سپس در زیر دستگاه بورت محلول اسیدی که درست کرده ایم را کم کم به ان اضافه می‌کنیم و اضافه کردن اسید سولفوریک را تا زمانی که نمونه رنگ آلبالویی یا صورتی شود، ادامه می‌دهیم. حجم اسید مصرفی را یادداشت نموده و از فرمول زیر مقدار کل نیتروژن موجود در نمونه محاسبه می‌گردد. سپس از طریق ضریب تبدیل پروتئینی در گیاه لوبیا چشم بلبلی، درصد پروتئین به دست می‌آید.

$$\%N = 0.56 * t * (a-b) * V / W * 100 / DM$$

(ضریب تبدیل پروتئینی لوبیا * درصد نیتروژن) = درصد پروتئین دانه

N = غلظت نیتروژن بر حسب درصد

T = غلظت اسید

a = میزان اسید مصرفی جهت نمونه بر حسب ml

b = میزان اسید مصرفی جهت شاهد بر حسب ml

V = حجم عصاره حاصل از عمل هضم بر حسب ml

W = وزن نمونه گیاه جهت هضم بر حسب گرم

DM = درصد ماده خشک گیاه

در این فرمول ضریب تبدیل پروتئینی لوبیا ۶/۲۵ است.

۳-۷- تجزیه و تحلیل آماری داده ها

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد. برای رسم شکل ها از نرم افزار Excel استفاده شد و مقایسه میانگین ها با آزمون حداقل اختلاف معنی دار(LSD) و در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- ارتفاع بوته

براساس نتایج تجزیه واریانس(جدول ۴-۱) ارتفاع بوته تحت تاثیر هیچ یک از عوامل مورد بررسی در آزمایش قرار نگرفت. ارتفاع نهایی گیاه تحت تاثیر عوامل ژنتیکی می‌باشد ولی محیط نیز ارتفاع بوته را تحت تاثیر قرار می‌دهد، به نظر می رسد گونه های قارچ میکوریزا و سطوح پرایمینگ اثر معنی داری بر ارتفاع بوته نداشتند. در لوبیا چشم بلبلی چون گیاه ایستاده نیست ضریب خطا بالاست.

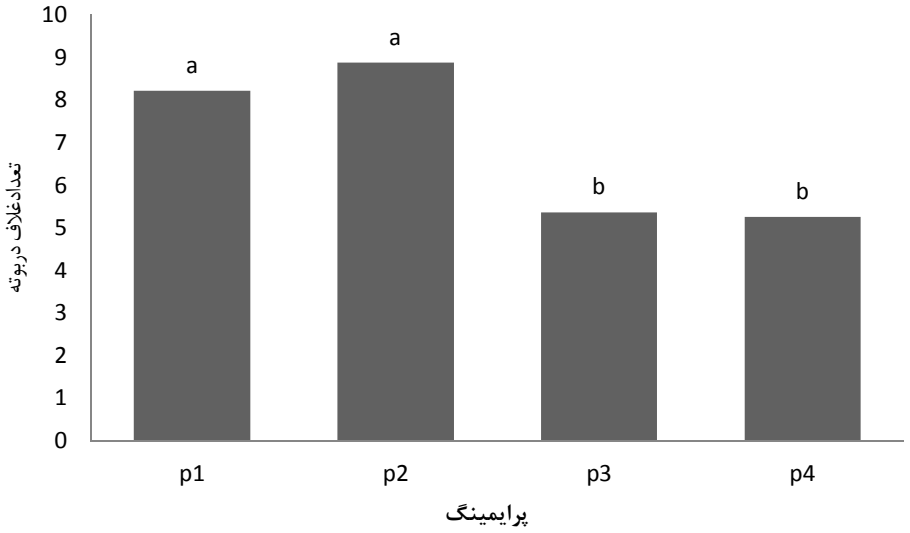
۴-۲- تعداد برگ دربوته

براساس نتایج تجزیه واریانس(جدول ۴-۱) تعداد برگ در بوته تحت تاثیر هیچ یک از عوامل مورد بررسی در آزمایش قرار نگرفت. عوامل متعددی از جمله تراکم بوته می تواند باعث کاهش تعداد برگ شود. علیرغم معنی دار نشدن تعداد برگ و از طرفی معنی‌دار شدن عملکرد بیولوژیک احتمال می‌رود که اثر میکوریزا بر سایر شاخص‌های برگ مانند قطر برگ موثر بوده باشد.(قطر برگ در این آزمایش اندازه گیری نشده است).

۴-۳- تعداد غلاف در بوته

براساس نتایج تجزیه واریانس(جدول ۴-۱) تعداد غلاف در بوته به طور معنی‌داری تحت تاثیر پرایمینگ بذر(احتمال ۵ درصد) قرار گرفت و این صفت تحت تاثیر میکوریزا و اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بذر قرار نگرفت. با توجه به نتایج به دست آمده(شکل ۴-۱) تیمار هیدروپرایمینگ (p_2) با تیمار شاهد(p_1) در یک گروه آماری قرار گرفته اند و با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند. تیمار اسموپرایمینگ(p_3) و ترکیب تیماری هیدرو و اسموپرایمینگ(p_4) در یک گروه آماری قرار گرفته اند. اختر و سیدیکویی(۲۰۰۹) در یک آزمایش تاثیر گونه گلوموس اینترارادیس را بر رشد نخود بررسی کردند و گزارش کردند که میکوریزا باعث افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته گردید. در آزمایشی که

توسط میرزاخانی و همکاران(۱۳۸۹) بر روی گیاه گلرنگ صورت گرفت مشاهده شد که اثر متقابل میکوریزا در سطوح کودی به طور چشمگیری تعداد غوزه را در مقایسه با شاهد افزایش دادند. پرایمینگ باعث افزایش سرعت جوانه زنی، دوره رشد گیاه و در نتیجه افزایش تعداد غلاف در واحد سطح شد. این نتایج با مشاهدات مجنون حسینی و همکاران(۱۳۸۷) و شمچی رضاییه و همکاران(۱۳۸۹) که افزایش تعداد غلاف در بوته را گزارش نمودند مطابقت دارد. کائور و همکاران(۲۰۰۵) و قاسمی و مهرابی(۱۳۸۸)، نیز افزایش تعداد غلاف در بوته در گیاه نخود را تحت تاثیر تیمار پرایمینگ تایید کردند.



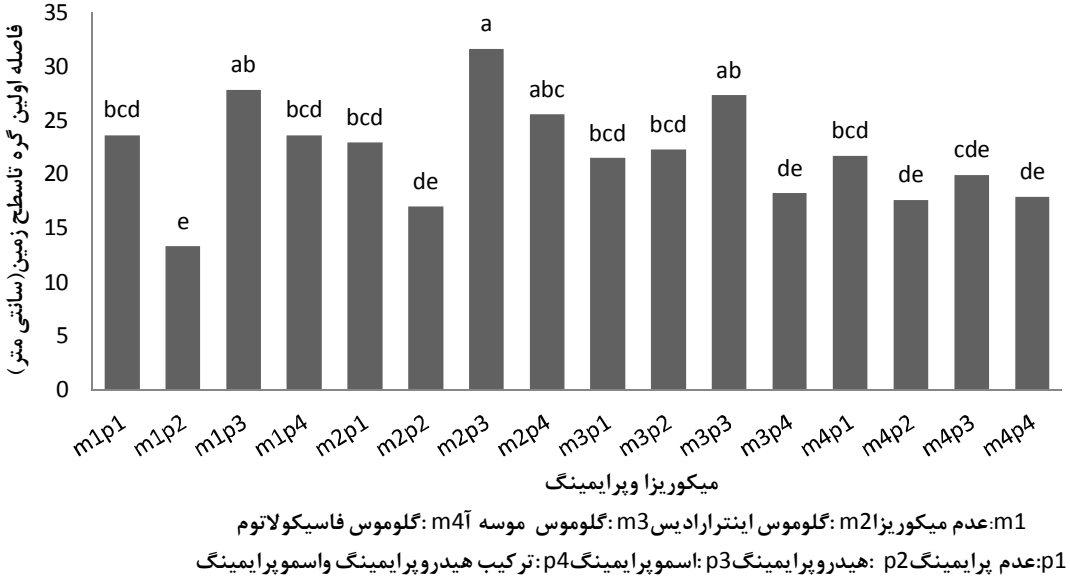
شکل ۴-۱- اثرپرایمینگ برتعداد غلاف در بوته

۴-۴- فاصله اولین گره تا سطح زمین

براساس نتایج تجزیه واریانس(جدول ۴-۱) فاصله اولین گره تا سطح زمین به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر میکوریزا و پرایمینگ بذر و اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بذر(احتمال ۱ درصد) قرار گرفت.

براساس شکل(۴-۲) از لحاظ آماری ترکیب تیماری عدم میکوریزا + اسموپرایمینگ(m_1p_3) با ترکیبات تیماری گلوموس اینترارادیس + اسموپرایمینگ(m_2p_3)، گلوموس اینترارادیس + هیدرو و اسموپرایمینگ(m_2p_4) و ترکیب تیماری گلوموس موسه آ + اسموپرایمینگ(m_3p_3) در یک گروه آماری هستند و با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند. به نظر می رسد در صورت عدم حضور قارچ میکوریزا، ترکیب تیماری عدم میکوریزا + اسموپرایمینگ(m_1p_3) در بالاترین سطح و به میزان ۲۷/۸ سانتی متر می باشد و ترکیب تیماری عدم میکوریزا + هیدروپرایمینگ(m_1p_2) در پایین ترین سطح و به میزان ۱۳/۳ سانتی متر می باشد که می توان گفت در نبود قارچ میکوریزا اسموپرایمینگ(p_3) سبب افزایش و هیدروپرایمینگ(p_4) سبب کاهش این صفت شده است. در گونه های عدم میکوریزا(m_1)، گلوموس اینترارادیس(m_2)، گلوموس موسه آ(m_3) افزایش فاصله اولین گره تا سطح زمین در سطح اسموپرایمینگ(p_3) مشاهده شد ولی در گونه‌ی گلوموس فاسیکولاتوم(m_4) افزایش این صفت را در سطح عدم پرایمینگ(p_1) مشاهده کردیم. در گونه‌ی گلوموس اینترارادیس(m_2) ترکیب تیماری گلوموس اینترارادیس + اسموپرایمینگ(m_2p_3) در بالاترین سطح و به میزان ۳۱/۶ سانتی متر می‌باشد و ترکیب تیماری گلوموس اینترارادیس + هیدروپرایمینگ(m_2p_2) در کمترین سطح و به میزان ۱۷ سانتی‌متر می‌باشد که هیدروپرایمینگ(p_2) در این گونه سبب کاهش فاصله اولین گره تا سطح زمین شده است. در گونه‌ی گلوموس موسه آ(m_3) ترکیب تیماری گلوموس موسه آ + اسموپرایمینگ(m_3p_3) در بالاترین سطح و به میزان ۲۷/۳ سانتی متر می باشد و ترکیب تیماری گلوموس موسه آ + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_3p_4) در کمترین سطح و به میزان ۱۸/۲ سانتی متر می باشد که در این گونه افزایش فاصله اولین گره تا سطح زمین را در سطح اسموپرایمینگ(p_3) و کاهش این صفت را در سطح هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(p_4) مشاهده کردیم. در گونه‌ی گلوموس فاسیکولاتوم(m_4) بیشترین فاصله اولین گره تا سطح زمین از ترکیب تیماری گلوموس فاسیکولاتوم + عدم پرایمینگ(m_4p_1) به میزان ۲۱/۷ سانتی متر به دست آمد. کمترین فاصله اولین گره تا سطح زمین در این گونه از ترکیب تیماری گلوموس فاسیکولاتوم + هیدروپرایمینگ(m_4p_2) به میزان ۱۷/۶

سانتی متر به دست آمد که کاهش این صفت در سطح هیدروپرایمینگ(p_2) مشاهده شد. این افـزایش ارتفاع ممکن است به دلیل تامین عناصر غذایی توسط قارچ میکوریزا باشد که در نهایت افـزایش رشـد گیاه را به دنبال دارد. وامبورگ و همکاران (۱۹۸۷) اظهار داشتند که تلقیح میکـوریزا در غـلات سـبب افزایش تعداد کل پنجه‌ها، پنجه‌های بارور و سنبله‌ها، تسریع در گلدهی و خوشه دهی، افـزایش تعـداد سنبله و تعداد دانه در هر سنبله، افزایش وزن دانه و افزایش وزن خشـک گیـاه مـی‌گـردد. افـزایش در اجزای عملکرد گیاه در نهایت افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه را در بر خواهد داشت.



شکل ۴-۲- اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بر فاصله اولین گره تا سطح زمین

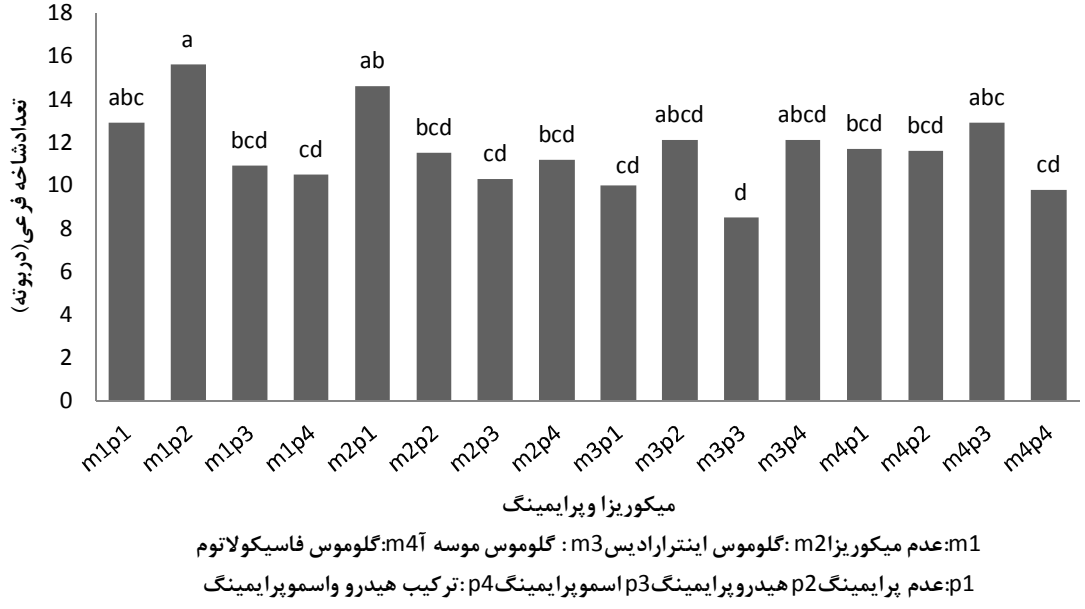
۴-۵- تعداد شاخه فرعی در بوته

براساس نتایج تجزیه واریانس(جـدول ۴-۱) تعـداد شـاخه فرعـی بـه‌طـور معنـی‌داری تحـت تـاثیر میکوریزا(احتمال ۱ درصد) و تحت تاثیر پرایمینگ بذر و اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بذر(احتمـال ۵ درصـد) قـرار گرفـت. براسـاس شـکل (۴-۳) از لحـاظ آمـاری ترکیـب تیمـاری عـدم میکـوریزا + هیدروپرایمینگ(m_1p_2) و ترکیب تیماری گلوموس اینترارادیس + عدم پرایمینگ(m_2p_1) در یک گـروه

آماری هستند و با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند. به نظر می‌رسد در صورت عدم حضور قارچ میکوریزا، ترکیب تیماری عدم میکوریزا + هیدروپرایمینگ(m_1p_4) در بالاترین سطح و به میزان ۱۵/۶۳ گرم در بوته به دست آمد و ترکیب تیماری عدم میکوریزا + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_1p_4) در پایین‌ترین سطح و به میزان ۱۰/۵ گرم در بوته به دست آمد. می‌توان گفت که در نبود قارچ بیشترین نتایج در سطح هیدروپرایمینگ(p_2) و کمترین نتایج در سطح هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(p_4) مشاهده شد. در گونه‌های عدم میکوریزا(m_1) و گلوموس موسه آ(m_3) افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته در سطح هیدروپرایمینگ(p_2) مشاهده شد. در گونه‌ی گلوموس اینترارادیس(m_2) افزایش این صفت در سطح عدم پرایمینگ(p_1) مشاهده شد و در گونه‌ی گلوموس فاسیکولاتوم(m_4) افزایش را در سطح اسموپرایمینگ(p_3) مشاهده کردیم. در گونه‌ی گلوموس اینترارادیس(m_2) ترکیب تیماری گلوموس اینترارادیس + عدم پرایمینگ(m_2p_1) در بالاترین سطح و به میزان ۱۴/۶ گرم در بوته می باشد. ترکیب تیماری گلوموس اینترارادیس + اسموپرایمینگ(m_2p_3) در پایین‌ترین سطح و به میزان ۱۰/۳ گرم در بوته می باشد که عدم پرایمینگ(p_1) در این صفت سبب افزایش تعداد شاخه فرعی و اسموپرایمینگ(p_3) سبب کاهش این صفت شد. در گونه‌ی گلوموس موسه آ(m_3) بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته از ترکیب تیماری گلوموس موسه آ + هیدروپرایمینگ(m_3p_2) و به میزان ۱۲/۱ گرم در بوته به دست آمد و کمترین سطح از ترکیب تیماری گلوموس موسه آ + اسموپرایمینگ(m_3p_3) و به میزان ۸/۵ گرم در بوته به دست آمد که در این گونه هیدروپرایمینگ(p_2) سبب افزایش و اسموپرایمینگ(p_3) سبب کاهش این صفت شد. در گونه‌ی گلوموس فاسیکولاتوم(m_4) بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته از ترکیب تیماری گلوموس فاسیکولاتوم + اسموپرایمینگ(m_4p_3) و به میزان ۱۲/۹ گرم در بوته به دست آمد و کمترین تعداد شاخه فرعی در بوته از ترکیب تیماری گلوموس فاسیکولاتوم + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_4p_4) به میزان ۹/۸ گرم در بوته به دست آمد. در این گونه افزایش صفت را در سطح اسموپرایمینگ(p_3) و کاهش این صفت را در سطح هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(p_4) مشاهده

کردیم تعداد شاخه فرعی در گیاه در گونه‌های مختلف حبوبات متفاوت است و به عنوان یک معیار مهم برای عملکرد دانه محسوب می‌شود. تعداد شاخه‌های جانبی یک خصوصیت وابسته به واریته بوده و شدیدا تحت تاثیر شرایط محیطی، خصوصیات فیزیکی خاک، شرایط تنش رطوبتی و تغذیه‌ای می‌باشد. از آنجایی که غلاف‌ها بر روی شاخه‌های جانبی رشد میکنند بنابراین تعداد

شاخه‌های جانبی نقش بسیار مهمی در عملکرد نهایی دارا می‌باشند. این نتایج با نتایج شمچی و رضاییه (۱۳۸۹) که افزایش تعداد شاخه‌های اولیه در اثر هیدروپرایمینگ در نخود را گزارش کردند مطابقت دارد. هیدروپرایمینگ با افزایش سرعت سبز شدن و استقرار بهتر گیاه سبب استفاده بهتر گیاه از رطوبت خاک، مواد غذایی و نور خورشید می گردد و در نتیجه باعث افزایش رشد گیاه و تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه می‌گردد که نهایتا باعث افزایش عملکرد می‌شود.



شکل ۴-۳- اثرمتقابل میکوریزا و پرایمینگ برتعداد شاخه فرعی در بوته

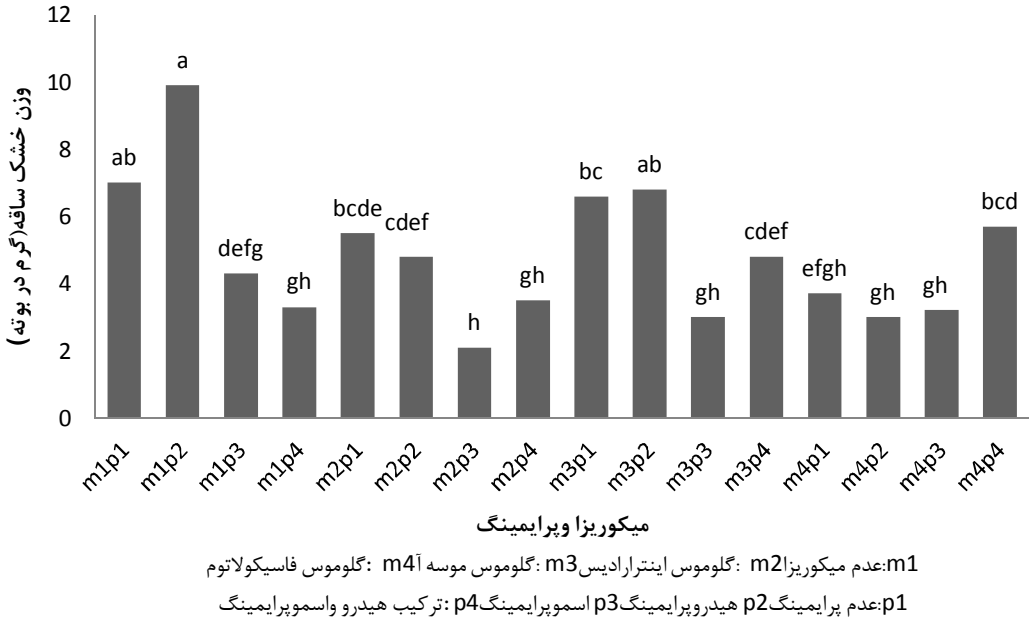
۴-۶- وزن خشک ساقه

براساس نتایج تجزیه واریانس(جدول ۴-۱) وزن خشک ساقه به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر پرایمینگ بذر(احتمال ۱ درصد) و تحت تاثیر اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بذر(احتمال ۵ درصد) قرار گرفت و این صفت تحت تاثیر میکوریزا قرار نگرفت.

براساس شکل(۴-۴) از لحاظ آماری ترکیب تیماری عدم میکوریزا + هیدروپرایمینگ(m_1p_2) و ترکیب تیماری عدم میکوریزا + عدم پرایمینگ(m_1p_1) و ترکیب تیماری گلوموس موسه آ + هیدروپرایمینگ(m_3p_2) در یک گروه آماری هستند و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند. به نظر می رسد در صورت عدم حضور قارچ میکوریزا، ترکیب تیماری عدم میکوریزا + هیدروپرایمینگ(m_1p_2) در بالاترین سطح و به میزان ۹/۹ گرم در بوته می‌باشد. ترکیب تیماری عدم میکوریزا + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_1p_4) در پایین‌ترین سطح و به میزان ۳/۳ گرم در بوته می‌باشد که هیدروپرایمینگ(p_2) سبب افزایش و هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(p_4) سبب کاهش این صفت در نبود قارچ میکوریزا شده است. در گونه‌های عدم میکوریزا(m_1) و گلوموس موسه آ(m_3)، افزایش وزن خشک ساقه در سطح هیدروپرایمینگ(p_2) مشاهده شد. در گونه‌ی گلوموس اینترارادیس(m_2)، بیشترین وزن خشک ساقه از ترکیب تیماری گلوموس اینترارادیس + عدم پرایمینگ(m_2p_1) و به میزان ۵/۵ گرم در بوته به دست آمد. کمترین وزن خشک ساقه از ترکیب تیماری گلوموس اینترارادیس + اسموپرایمینگ(m_2p_3) و به میزان ۲/۱ گرم در بوته به دست آمد. اسموپرایمینگ(p_3) در این گونه سبب کاهش وزن خشک ساقه و عدم پرایمینگ(p_1) سبب افزایش این صفت شده است.در گونه‌ی گلوموس موسه آ(m_3) ترکیب تیماری گلوموس موسه آ + هیدروپرایمینگ(m_3p_2) در بالاترین سطح و به میزان ۶/۸ گرم در بوته می باشد. ترکیب تیماری گلوموس موسه آ + اسموپرایمینگ(m_3p_3) در پایین‌ترین سطح و به میزان ۳ گرم در بوته می‌باشد که در این گونه افزایش وزن خشک ساقه را در سطح هیدروپرایمینگ(p_2) و کاهش این صفت را در سطح اسموپرایمینگ(p_3)

مشاهده کردیم. در گونه-ی گلوموس فاسیکولاتوم(m_4) از ترکیب تیماری گلوموس فاسیکولاتوم + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_4p_4) بیشترین وزن خشک ساقه به میزان ۵/۷ گرم در بوته به دست آمد.در این گونه در سطح هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(p_4) افزایش این صفت مشاهده شد. کمترین وزن خشک ساقه در سطح هیدروپرایمینگ(p_2) و ترکیب تیماری گلوموس فاسیکولاتوم + هیدروپرایمینگ(m_4p_2) به میزان ۳ گرم در بوته مشاهده شد. علی اصغر زاد و همکاران(۲۰۰۶) در آزمایشی اثر قارچ میکوریزا را روی سویا مورد بررسی قرار دادند و مشخص گردید که قارچ میکوریزا به‌طور بسیار معنی‌داری موجب افزایش وزن خشک ساقه شد. تاجیک خاوه و همکاران(۱۳۹۰) بیان کردند که کاربرد همزمان برای ریزوبیوم و قارچ گلوموس موسهآ بر گیاه سویا باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک ساقه می‌شود.

قاسمی گلعذانی و همکاران(۲۰۰۸) عنوان نمودند هیدروپرایمینگ بذر عدس سبب افزایش قدرت بذر، سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک ساقه و ریشه و وزن خشک گیاهچه عدس نسبت به تیمارهای هالوپرایمینگ، اسموپرایمینگ و شاهد می‌شود. پرایم کردن بذر ذرت باعث کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی و افزایش طول ریشه و وزن خشک ساقه و ریشه می‌شود(گوآن و وانگ، ۲۰۰۹). همچنین میکروارگانیسم‌های زیستی از جمله میکوریزا با ساخت هورمون‌های گیاهی، قابلیت دسترسی عناصر در خاک و رشد گیاه را افزایش می‌دهد(فوتی و همکاران، ۲۰۰۲). اثر میکوریزا بر روی وزن خشک ساقه معنی‌دار نبود. بین گونه‌های مختلف میکوریزا نیز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. این نتایج با نتیجه‌ی به دست آمده توسط علی اصغرزاد و همکاران(۲۰۰۶) مغایرت دارد.



m1:عدم میکوریزاm2 :گلوموس اینترارادیسm3 :گلوموس موسه آm4 :گلوموس فاسیکولاتوم

p1:عدم پرایمینگp2 هیدروپرایمینگp3 اسموپرایمینگp4 :ترکیب هیدرو واسموپرایمینگ

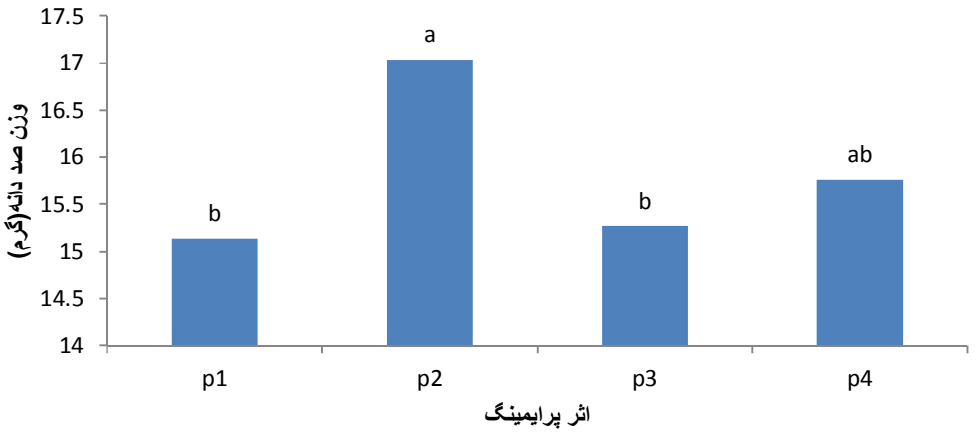
شکل ۴-۴- اثرمتقابل میکوریزا و پرایمینگ بر وزن خشک ساقه

۴-۷- وزن صد دانه

براساس نتایج تجزیه واریانس(جدول۴-۱) وزن صد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر پرایمینگ بذر(احتمال ۵ درصد) قرار گرفت و این صفت تحت تاثیر میکوریزا و اثر متقابل میکوریزا و پرایمنگ بذر قرار نگرفت.

براساس شکل (۴-۵) از لحاظ آماری بیشترین وزن صد دانه از تیمار هیدروپرایمینگ(p_2) به میزان ۱۷/۰۳ گرم به دست آمد که این میزان نسبت به تیمار شاهد(p_1) ۱۲/۵۵ درصد افزایش نشان داد. ترکیب تیماری هیدروپرایمینگ + اسموپرایمینگ(p_4) با تیمار هیدروپرایمینگ(p_2) در یک گروه آماری قرار گرفته اند. تیمار اسموپرایمینگ(p_3) در پایین‌ترین سطح و به میزان ۱۵/۲۷ گرم می‌باشد که نسبت به تیمار شاهد(p_1) ۱۰/۳۴ درصد کاهش نشان داد. تلقیح میکوریزا موجب گردیده که آب و مواد غذایی بیشتری به دانه ها منتقل شده و سبب بهبود وزن صد دانه گردد. در همین رابطه درزی و همکاران(۱۳۸۵) در پژوهشی در مورد گیاه رازیانه به نتایج مشابهی دست یافتند و با تلقیح گونه

گلوموس اینترارادیس وزن هزار دانه ۶ درصد نیز اثر مثبت میکوریزا بر وزن صد دانه نخود و ذرت را گزارش کرده اند. رشید و همکاران(۲۰۰۴) افزایش تعداد دانه در غلاف را در گیاهان حاصل از بذرهای پرایمینگ گزارش کردند. وزن دانه به عنوان یکی از شاخص های مهم زراعی در بذور گیاهان محسوب می شود. این شاخص بیان کننده میزان تخصیص مواد غذایی به ازای هر واحد بذر است علاوه بر عوامل ژنتیکی عوامل محیطی نیز در وزن صد دانه مشارکت دارند و سهم هر کدام بر حسب شرایط تغییر می‌کند. در شرایط ایده آل محیطی عوامل ژنتیکی نقش مهم‌تری ایفا می‌کنند اما در شرایط محیطی نامناسب عوامل ژنتیکی نقش کمتری دارند. به نظر می‌رسد که قارچ میکوریزای آرباسکولار به واسطه انشعابات میسیلیومی خود سطحی اضافه را برای جذب آب و عناصر غذایی به وجود آورده است و در نتیجه این سطوح دریافت آب و مواد معدنی را افزایش می بخشند. بنابراین با بهبود فرآیند فتوسنتز در گیاهان میکوریزایی سرعت فتوسنتز نیز افزایش می‌یابد. در نهایت افزایش فتوسنتز توسط قارچ میکوریزا جذب عناصر غذایی در خاک را افزایش می‌دهد و همین امر موجب ذخیره بیشتر مواد غذایی در دانه شده و افزایش وزن صد دانه را به دنبال دارد(جهان، ۱۳۹۰).



p1:عدم پرایمینگ**p2**:هیدروپرایمینگ**p3**:اسموپرایمینگ**p4** هیدرو و اسموپرایمینگ

شکل ۴-۵- اثر پرایمینگ بروزن صد دانه

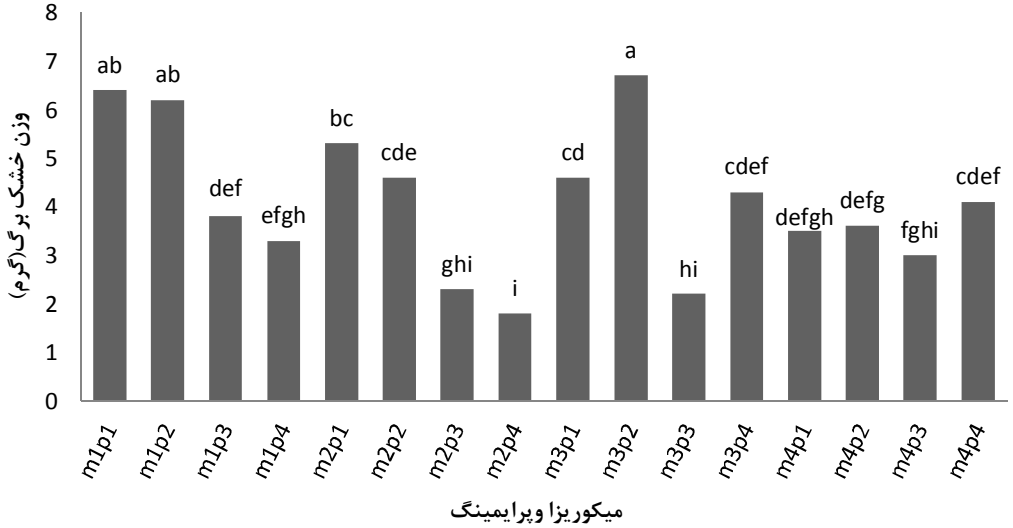
۴-۸- وزن خشک برگ

براساس نتایج تجزیه واریانس(جدول ۴-۱) وزن خشک برگ به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر میکوریزا (احتمال ۵ درصد) و پرایمینگ بذر و اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بذر(احتمال ۱درصد) قرار گرفت.

براساس شکل (۴-۶) ترکیبات تیماری گلوموس موسه آ + هیدروپرایمینگ(m_3p_2) ، عدم میکوریزا + عدم پرایمینگ(m_1p_1) و عدم میکوریزا + هیدروپرایمینگ(m_1p_2) در یک گروه آماری هستند و با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند. به نظر می رسد در صورت عدم حضور قارچ میکوریزا، ترکیب تیماری عدم میکوریزا + عدم پرایمینگ(m_1p_1) در بالاترین سطح و به میزان ۶/۴ گرم در بوته می‌باشد و ترکیب تیماری عدم میکوریزا + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_1p_4) در پایین‌ترین سطح و به میزان ۳/۳ گرم در بوته می‌باشد که عدم پرایمینگ(p_1) سبب افزایش و هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(p_4) سبب کاهش این صفت در نبود قارچ میکوریزا شده است. در گونه‌های عدم میکوریزا(m_1) و گلوموس اینترارادیس(m_2) کاهش وزن خشک برگ را در سطح هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(p_4) مشاهده کردیم. در گونه‌های گلوموس موسه آ(m_3) و گلوموس فاسیکولاتوم(m_4) این کاهش در سطح اسموپرایمینگ(p_3) مشاهده شد. در گونه‌ی گلوموس اینترارادیس(m_2) ترکیب تیماری گلوموس اینترارادیس + عدم پرایمینگ(m_2p_1) به میزان ۵/۳ گرم در بوته در بالاترین سطح و ترکیب تیماری گلوموس اینترارادیس + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_2p_4) به میزان ۱/۸ گرم در بوته در پایین‌ترین سطح قرار گرفته است. در این گونه عدم پرایمینگ(p_1) سبب افزایش وزن خشک برگ و هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(p_4) سبب کاهش این صفت شد. در گونه‌ی گلوموس موسه آ(m_3) ترکیب تیماری گلوموس موسه آ + هیدروپرایمینگ(m_3p_2) به میزان ۶/۷ گرم در بوته در بالاترین سطح و ترکیب تیماری گلوموس موسه آ + اسموپرایمینگ(m_3p_3) به میزان ۲/۲ گرم در بوته در پایین‌ترین سطح قرار گرفته اند. در این گونه افزایش وزن خشک برگ را در سطح

هیدروپرایمینگ(p_2) و کاهش این صفت را در سطح اسموپرایمینگ(p_3) مشاهده کردیم. در گونه‌ی فاسیکولاتوم(m_4) بیشترین وزن خشک برگ از ترکیب تیماری گلوموس فاسیکولاتوم + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_4p_4) به میزان ۴/۱ گرم در بوته و کمترین وزن خشک برگ از ترکیب تیماری گلوموس فاسیکولاتوم + اسموپرایمینگ(m_4p_3) به میزان ۳ گرم در بوته به دست آمد. می توان گفت در این گونه هیدروپرایمینگ + اسموپرایمینگ(p_4) سبب افزایش و اسموپرایمینگ(p_3) سبب کاهش این صفت شده است.

آنتونس(۲۰۰۴) بیان می‌کند افزایش فتوسنتز گیاهان میکوریزایی به انواع غیر میکوریزایی باعث افزایش وزن خشک برگ می‌شود. علت این افزایش تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه توسط قارچ میکوریزای آرباسکولار می‌باشد. در مطالعه‌ای که روی آفتابگردان انجام شد نشان داد که تحت تنش خشکی، گیاهان تلقیح نشده با میکوریزا ماده خشک بیشتر و عملکرد بالاتری نسبت به گیاهان تلقیح نشده نشان دادند(غلامحسینی و همکاران، ۲۰۱۳). لوبیا گیاهی است که در شرایط مناسب محیطی مناسب به تلقیح میکوریزا واکنش نشان می‌دهد.



m1:عدم میکوریزاm2 :گلوموس اینترارادیسm3:گلوموس موسه آm4 :گلوموس فاسیکولاتوم...

شکل۴-۶- اثرمتقابل میکوریزا و پرایمینگ بر وزن خشک برگ

۴-۹- محتوای نسبی آب برگ

براساس نتایج تجزیه واریانس(جدول ۴-۱) محتوای نسبی آب برگ[1] به‌طور معنی‌داری تحت اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بذر(احتمال ۵ درصد) قرار گرفت و تحت تاثیر اثر اصلی میکوریزا و اثر اصلی پرایمینگ بذر قرار نگرفت.

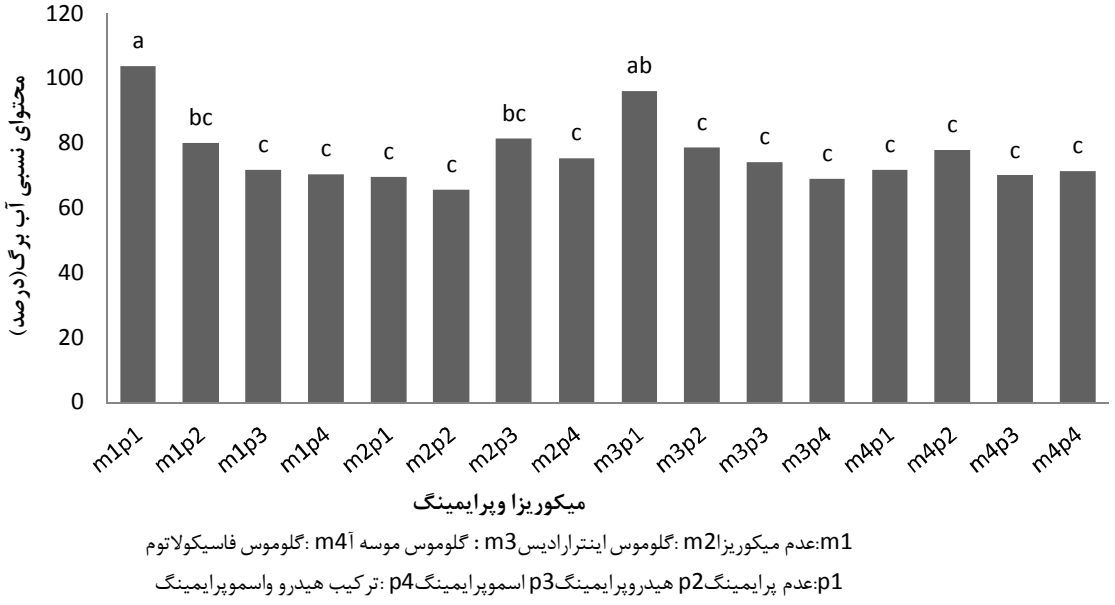
براساس شکل(۴-۷) از لحاظ آماری بیشترین محتوای آب نسبی برگ از ترکیب تیماری عدم میکوریزا + عدم پرایمینگ(m_1p_1) به مقدار ۱۰۳/۷ درصد به دست آمد که همان تیمار شاهد می باشد. ترکیب تیماری گلوموس موسه آ + عدم پرایمینگ(m_3p_1) به میزان ۹۶/۱ درصد با ترکیب تیماری عدم میکوریزا + عدم پرایمینگ(m_1p_1) در یک گروه آماری قرار گرفته اند. ترکیب تیماری گلوموس اینترارادیس + اسموپرایمینگ(m_2p_3) به میزان ۸۱/۵ درصد در رتبه بعدی و دومین گروه آماری قرار دارد و کاهش ۲۱/۴۰ درصدی نسبت به تیمار شاهد داشته است. از لحاظ آماری کمترین محتوای آب نسبی برگ از ترکیب تیماری گلوموس اینترارادیس + هیدروپرایمینگ (m_2p_2) به میزان ۶۵/۶ درصد به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۳۶/۷۴ درصد کاهش نشان داد. شایان ذکر است در این صفت همه‌ی ترکیبات تیماری نسبت به تیمار شاهد(m_1p_1) در سطح پایین تری قرار گرفته اند. در صورت عدم حضور قارچ میکوریزا، ترکیب تیماری عدم میکوریزا + عدم پرایمینگ(m_1p_1) در بالاترین سطح و به میزان ۱۰۳/۷ درصد و ترکیب تیماری عدم میکوریزا + اسموپرایمینگ(m_1p_3) به میزان ۷۱/۸ درصد در پایین ترین سطح قرار دارد. در نبود قارچ میکوریزا افزایش محتوای آب نسبی برگ را در سطح عدم پرایمینگ(p_1) و کاهش این صفت را در سطح اسموپرایمینگ(p_3) مشاهده کردیم. در گونه‌های عدم میکوریزا(m_1) و گلوموس موسه آ(m_3) افزایش محتوای آب نسبی برگ در سطح عدم پرایمینگ(p_1) مشاهده شد. در گونه‌ی گلوموس اینترارادیس(m_2) افزایش این صفت را در سطح اسموپرایمینگ(p_3) و در گونه‌ی گلوموس فاسیکولاتوم(m_4) در سطح هیدروپرایمینگ(p_2)

[1] Leaf relative water content

مشـاهده شـد. در گونـه‌ی گلومـوس اینتـرارادیس(m_2) ترکیـب تیمـاری گلومـوس اینتـرارادیس + اسـموپرایمینگ(m_2p_3) در بـالاترین سـطح و بـه میـزان ۸۱/۵ درصـد و ترکیـب تیمـاری گلومـوس اینترارادیس + هیدروپرایمینگ(m_2p_2) در پایین ترین سطح و به میزان ۶۵/۶ درصد می باشد. در ایـن گونه افزایش محتوای نسبی آب برگ را در سطح اسموپرایمینگ(p_3) و کاهش ایـن صـفت را در سـطح هیدروپرایمینگ(p_2) مشاهده کردیم. در گونه‌ی گلوموس موسه آ(m_3) ترکیب تیماری گلومـوس موسـه آ + عدم پرایمینگ(m_3p_1) در بالاترین سطح و به میزان ۹۶/۱ درصد و ترکیب تیماری گلوموس موسـه آ +هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_3p_4) در پایین‌ترین سطح و به میزان ۶۸/۹ درصد به دست آمد. افزایش محتوای آب نسبی برگ در این گونه در سـطح عـدم پرایمینـگ(p_1) و کـاهش ایـن صـفت در سطح هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(p_4) مشاهده شد. در گونه‌ی فاسیکولاتوم(m_4) ترکیب تیمـاری گلوموس فاسیکولاتوم + هیدروپرایمینگ(m_4p_2) در بالاترین سطح و به میـزان ۷۷/۹ درصـد و ترکیـب تیماری گلوموس فاسیکولاتوم + اسموپرایمینگ(m_4p_3) در پایین ترین سطح و به میزان ۷۰ درصد قرار گرفته است. در این گونه افزایش محتوای آب نسبی برگ در سطح هیدروپرایمینگ(p_2) و کـاهش ایـن صفت در سطح اسموپرایمینگ(p_3) مشاهده شد.

براساس منابع موجود چنان چه مقدار نسبی آب برگ بین ۷۰ تا ۱۰۰ درصد باشد، تـنش وارده بـه گیاه جزیی بوده و به دلیل بسته شدن روزنه ها کاهش موقتی در فتوسنتز رخ می‌دهد کـه بـه سـرعت قابل برگشت است ولی اگر مقدار آب نسبی بین ۳۵ تا ۷۰ درصد باشد تنش وارده به حدی اسـت کـه ظرفیت فتوسنتزی برگ به ویژه در شدت‌های بالایی نور کـاهش قابـل تـوجهی پیـدا مـی‌کنـد و ایـن وضعیت فقط با آب گیری مجدد و به کندی بهبود می‌یابـد. در مقـادیر پـایین‌تـر از ۳۵ درصـد صـدمه وارده به دستگاه فتوسنتزی غیر قابل برگشت است(کافی و مهـدوی دامغـانی، ۱۳۸۱). قـارچ بـه چنـد دلیل می‌تواند باعث بهبود روابط آبی گیاه و افزایش محتوای آب نسبی برگ شود، ۱- افزایش مجمـوع سطح ریشه به دلیل ایجاد پوشش وسیع میسیلیومی در منطقه ریشه و تار کشنده، ۲- نفـوذ هیـف بـه درون کورتکس ریشه و از آن جا به منطقه آندودرم و یک مسیر کم مقـاومی را در عـرض ریشـه بـرای

حرکت آب فراهم می‌آورد و آب با مقاومت کمتری در عرض ریشه تا رسیدن به آوند چوبی روبرو مـی-شود، ۳- هیف از راه افزایش جذب عناصر غذایی مقاومت به انتقال آب را درون ریشه کاهش می‌دهـد، ۴- میکوریزا رشد ریشه را افزایش می‌دهد و به دنبال آن یک سیستم گسترده از ریشه را بـرای جـذب آب فراهم می‌آورد. پانوار(۱۹۹۳) گزارش کرد که همزیستی میکـوریزا، کـاهش در محتـوای آب نسـبی برگ گندم در طول تنش خشکی را به تاخیر می‌اندازد و به برگ‌ها اجازه می‌دهد که روزنه‌های خـود را در محتوای آب نسبی پایین باز نگه دارند.



شکل۴-۷- اثرمتقابل میکوریزا و پرایمینگ بر محتوای آب نسبی برگ

۴-۱۰- پایداری غشا پلاسمایی

براساس نتایج تجزیه واریانس(جدول ۴-۱) پایداری غشا پلاسمایی[۲] تحت تاثیر هیچ یـک از عوامـل مورد [۳]بررسی در آزمایش قرار نگرفت. تحقیقات نشان داده که اسموپرایمینگ بذر سبب تجمـع بیشـتر

[2] Plasma membrance stability

پروتئین‌های LEA شده و این ترکیبات با افزایش پایداری غشا پلاسمائی مانع از اثر تنش ها بر فعالیت و نقش غشا گردیده اند(رازوک، ۲۰۱۵). تولید و تجمع گونه‌های فعال اکسیژن نظیر رادیکال‌های سوپراکسید، هیدروژن پراکسید و رادیکا ل‌های هیدروکسیل در تنش‌های زیست محیطی، با تغییر دادن ساختمان غشا سلولی در اثر پراکسیداسیون چربی‌ها و پروتئین‌ها، تراوایی غشا سلولی را افزایش می‌دهند که منجر به نشت الکترولیت‌های موجود در داخل سلول به سمت بیرون می‌شود و این امر رشد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد(فویر،۱۹۹۴; لیآنگ، ۲۰۰۵). نتایج این آزمایش با نتایج این محققین مغایرت دارد. غشاها همانند پروتئین ها به صدمه رادیکال‌های آزاد حساس هستند که آنزیم های آنتی‌اکسیدانت در محافظت غشا نقش دارند.

۴-۱۱- کلروفیل a

براساس نتایج تجزیه واریانس(جدول ۴-۱) کلروفیل a تحت تاثیر میکوریزا و پرایمینگ بذر و اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بذر قرار نگرفت. استفاده از قارچ میکوریزا باعث افزایش مقدار کلروفیل برگ و افزایش فتوسنتز می‌شود. بررسی آلن و همکاران(۱۹۸۱)، گما و همکاران(۱۹۹۷) و دمیر(۲۰۰۴) نیز افزایش محتوای کلروفیل برگ گیاه در پاسخ به تلقیح AM را نشان داد. همچنین این دانشمندان گزارش کردند که همزیستی قارچ با گیاه می‌تواند فتوسنتز را از طریق سازگاری‌های ریختی نظیر افزایش سطح برگ گیاه میزبان بهبود بخشد. بهبود جذب عناصر معدنی در گیاهان آغشته به قارچ اغلب منجر به پاسخ‌های رشدی مثبت در این گیاهان می‌شود که عمدتا در سطح اندام هوایی گیاه آشکار است. با افزایش سطح برگ میزان فتوسنتز و به دنبال آن میزان کلروفیل در گیاه افزایش می‌یابد. گونه‌های قارچ میکوریزا استفاده شده در این تحقیق اثر معنی‌داری بر میزان کلروفیل a نداشته اند. احتمالا کاربرد گونه‌های دیگر معنی‌دار باشد.

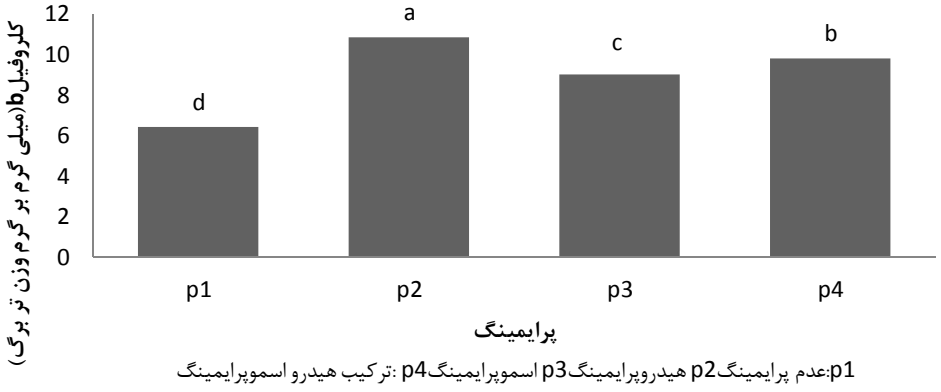
۴-۱۲- کلروفیل b

براساس نتایج تجزیه واریانس(جدول ۴-۱) کلروفیل b به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر پرایمینگ بذر(احتمال ۵

درصد) قرار گرفت و این صفت تحت تاثیر میکوریزا و اثر متقابل میکوریزا و پرایمنگ بذر قرار نگرفت.

براساس شکل(۴-۸) از لحاظ آماری بیشترین میزان کلروفیل b از تیمار هیدروپرایمینگ(p_2) به میزان۱۰/۸۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ به دست آمد که این میزان نسبت به تیمار شاهد(p_1) ۶۹/۱۱ درصد افزایش نشان داد. ترکیب تیماری هیدروپرایمینگ + اسموپرایمینگ(p_4) به میزان ۹/۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ در رتبه‌ی بعدی و دومین سطح آماری را داشته و نسبت به تیمار شاهد افزایش ۵۲/۸۸ درصدی داشته است. از لحاظ آماری کمترین میزان کلروفیل b از تیمار اسموپرایمینگ(p_3) به میزان ۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد(p_1) ۴۰/۴۰ درصد افزایش نشان داد.

تاسانگ و مایوم(۱۹۹۹) گزارش کردند که گیاه *Strophostyles helvala* تلقیح شده با گونه گلوموس موسهآ به‌طور معنی‌داری وزن خشک اندام هوایی، ریشه و کلروفیل بیشتری نسبت به گیاهان غیرمیکوریزایی داشت. همچنین در فلفل تلقیح شده با گونه گلوموس اینترارادیس کلروفیل a و b به طور معنی‌داری نسبت به گیاهان غیرمیکوریزایی افزایش یاف (دمیر، ۲۰۰۴). همچنین آقابابایی(۱۳۸۸) بیان کرد که افزایش میزان کلروفیل برگ‌ها در اثر همزیستی میکوریزایی می‌تواند به دلیل افزایش جذب فسفر از خاک توسط این قارچ‌ها باشد. نتایج نشان می‌دهد که افزایش فسفر قابل جذب در خاک می‌تواند به میزان قابل توجهی باعث افزایش غلظت کلروفیل a(۲۸٪) و کلروفیل b(۱۹٪) گردد.



شکل ۴-۸- اثر پرایمینگ برکلروفیلb

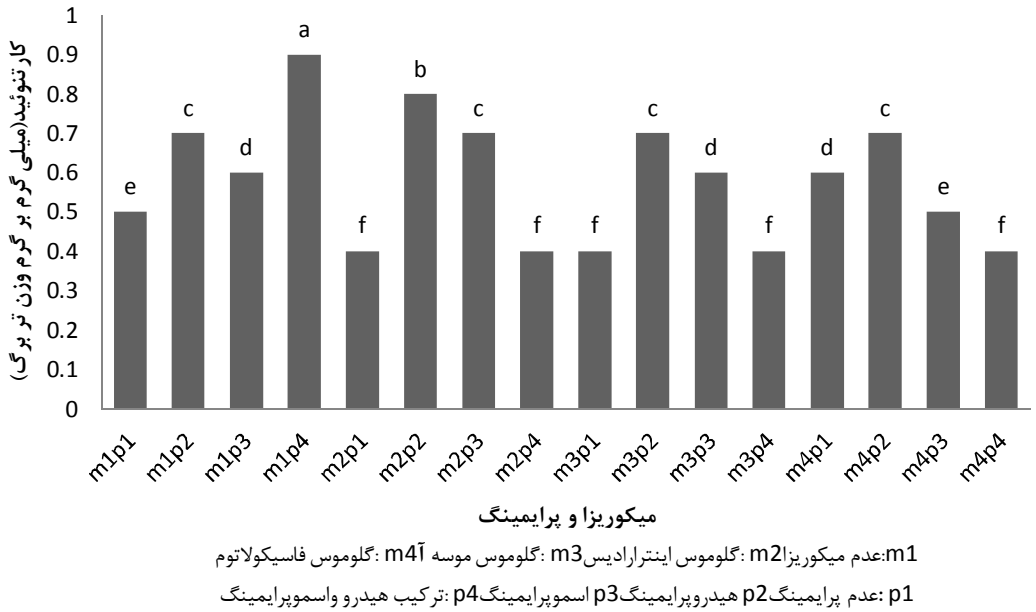
۴-۱۳-کارتنوئید

براساس نتایج تجزیه واریانس(جدول ۴-۱) کارتنوئید به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر پرایمینگ بذر(احتمال ۱ درصد) و اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بذر(احتمال ۵ درصد) قرار گرفت و این صفت تحت تاثیر میکوریزا قرار نگرفت. براساس شکل(۴-۹) از لحاظ آماری بیشترین میزان کارتنوئید از ترکیب تیماری عدم میکوریزا + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_1p_4) به مقدار ۰/۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ به دست آمد که این میزان نسبت به تیمار شاهد(m_1p_1) افزایش ۸۰ درصدی نشان داد. ترکیب تیماری گلوموس اینترارادیس + هیدروپرایمینگ(m_2p_2) در رتبه بعدی و دومین سطح آماری قرار گرفته است و به مقدار ۰/۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ می باشد و افزایش ۶۰ درصدی نسبت به تیمار شاهد(m_1p_1) داشته است. کمترین میزان کارتنوئید از ترکیبات تیماری گلوموس اینترارادیس + عدم پرایمینگ(m_2p_1)، گلوموس اینترارادیس + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_2p_4)، گلوموس موسه آ + عدم پرایمینگ(m_3p_1)، گلوموس موسه آ + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_3p_4) وگلوموس فاسیکولاتوم + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ (m_4p_4) به میزان ۰/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ به دست آمد که همه‌ی این ترکیبات تیماری نسبت به تیمار شاهد

۲۰ درصد کاهش داشته اند. در مورد اثر متقابل با توجه به شکل(۴-۱۰) مشاهده می شود که در عدم حضور قارچ میکوریزا بیشترین نتایج از ترکیب تیماری هیدروپرایمینگ + اسموپرایمینگ(p_4) به دست آمد. ترکیب تیماری عدم میکوریزا + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_1p_4) به میزان ۰/۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ در بالاترین سطح و ترکیب تیماری عدم میکوریزا + عدم پرایمینگ(m_1p_1) به میزان ۰/۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ در پایین‌ترین سطح قرار دارد. کمترین نتایج در نبود قارچ میکوریزا در سطح عدم پرایمینگ(p_1) مشاهده شد. در گونه‌های گلوموس اینترارادیس(m_2)، گلوموس موسه آ(m_3) و گلوموس فاسیکولاتوم(m_4) افزایش میزان کارتنوئید در سطح هیدروپرایمینگ(p_2) مشاهده شد. در گونه‌ی گلوموس اینترارادیس(m_2) ترکیب تیماری گلوموس اینترارادیس + هیدروپرایمینگ(m_2p_2) به میزان ۰/۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ در بالاترین سطح و ترکیب تیماری گلوموس اینترارادیس + عدم پرایمینگ(m_2p_1) و گلوموس اینترارادیس + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_2p_4) در پایین‌ترین سطح و به میزان ۰/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ به دست آمد. در این گونه بیشترین نتایج در سطح هیدروپرایمینگ(p_2) و کمترین نتایج در سطح عدم پرایمینگ(p_1) و هیدروپرایمینگ + اسموپرایمینگ(p_4) مشاهده شد. در گونه‌ی گلوموس موسه آ(m_3) بیشترین سطح کارتنوئید از ترکیب تیماری گلوموس موسه آ + هیدروپرایمینگ(m_3p_2) به میزان ۰/۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ و کمترین سطح کارتنوئید از ترکیب تیماری گلوموس موسه ا +عدم پرایمینگ(m_3p_1) و گلوموس موسه آ + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_3p_4) به میزان ۰/۴ میلی-گرم بر گرم وزن تر برگ به دست آمد. در این گونه بیشترین نتایج در سطح هیدروپرایمینگ(p_2) و کمترین نتایج در سطح عدم پرایمینگ(p_1) و هیدروپرایمینگ + اسموپرایمینگ(p_4) مشاهده شد. در گونه‌ی گلوموس فاسیکولاتوم(m_4) ترکیب تیماری گلوموس فاسیکولاتوم + هیدروپرایمینگ(m_4p_2) در بالاترین سطح و به میزان ۰/۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ و ترکیب تیماری گلوموس فاسیکولاتوم + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_4p_4) در پایین‌ترین سطح و به میزان ۰/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر

برگ به دست آمد. در این گونه بیشترین نتایج در سطح هیدروپرایمینگ(p_2) و کمترین نتایج در سطح هیدروپرایمینگ + اسموپرایمینگ(p_4) مشاهده شد.

محمودی و همکاران(۱۳۹۰) گزارش کردند قارچ گلوموس موسه آ، ۵/۵ درصد میزان کارتنوئیدهای برگ لوبیا را نسبت به شاهد غیرمیکوریزایی افزایش داد. لوچه تساندیر و همکاران(۱۹۹۹) گزارش کردند که در گیاه سیب زمینی میکوریزایی شده با گلوموس اینترارادیس، محتوای کارتنوئید بیش‌تری نسبت به گیاهان غیرمیکوریزایی داشتند بالا بردن سطح کارتنوئید در نمونه‌های میکوریزایی را می‌توان به بالا بودن جذب فسفر به عنوان یک حامل انرژی در طی فرآیند فتوسنتز نسبت داد.



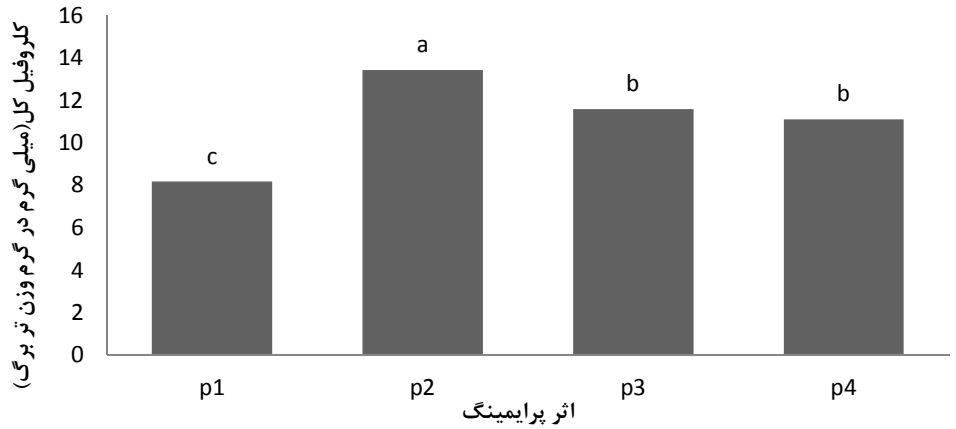
شکل ۴-۹- اثرمتقابل میکوریزا و پرایمینگ برکاراتنوئید

۴-۱۴- کلروفیل کل

براساس نتایج تجزیه واریانس(جدول ۴-۱) کلروفیل کل به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر پرایمینگ بذر(احتمال ۵ درصد) قرار گرفت و این صفت تحت تاثیر میکوریزا و اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بذر قرار نگرفت.

براساس شکل(۴-۱۰) از لحاظ آماری بیشترین میزان کلروفیل از تیمار هیدروپرایمینگ(p_2) به میزان ۱۳/۴۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ به دست آمد که این میزان نسبت به تیمار شاهد(p_1) ۶۴/۳۸ درصد افزایش نشان داد. تیمارهای اسموپرایمینگ(p_3) به میزان ۱۱/۵۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ وترکیب تیماری هیدروپرایمینگ + اسموپرایمینگ(p_4) به میزان ۱۱/۰۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ در دومین سطح آماری و در یک گروه قرار دارند.کمترین میزان کلروفیل از ترکیب تیماری هیدروپرایمینگ + اسموپرایمینگ(p_4) به میزان ۱۱/۰۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ به دست آمد که نسبت به تیمار (p_1) شاهد ۳۵/۷۴ درصد افزایش نشان داد. خیساندن دانه‌های گندم در آب نیز سبب افزایش معنی دار کلروفیل کل، کلروفیل a و b، نسبت کلروفیل a:b در مقایسه با شرایط غیرپرایمینگ شد(روی و سریواستاوا، ۲۰۰۰). سلواراژ و چلاپان(۲۰۰۶) افزایش میزان کلروفیل کل را در برگ *Prosopis juliflora* کلونیز شده با گلوموس فاسیکولاتوم را نشان داده است. فتوسنتز یکی از مهم ترین شاخص‌های فعالیت‌های فیزیولوژیک گیاه است که وابسته به محتوای کلروفیل در گیاه می‌باشد و از این رو ممکن است همزیستی میکوریزایی به عنوان یک محرک متابولیسمی عمل کند که سبب جابجایی قاعده گرای محصولات فتوسنتزی به سمت ریشه‌ها شده و بدین سان محرکی برای انجام فعالیت فتوسنتزی بیش‌تری باشد. دیده شده است که در گیاهان میزبان میزان هورمون‌های سیتوکینین و جیبرلین افزایش می‌یابد که افزایش این هورمون‌ها به ویژه سیتوکینین می‌تواند شدت فتوسنتز را توسط باز شدن روزنه‌های هوایی که بر جابجایی و تنظیم محتوای کلروفیل موثر است،

بهبود بخشد(آلن و چریستنسن، ۱۹۸۲). از طرفی قارچ میکوریزا به جذب منیزیم در گیاه کمک می-کند و می‌تواند سنتز کلروفیل را افزایش دهد(گری و همکاران، ۲۰۰۲).



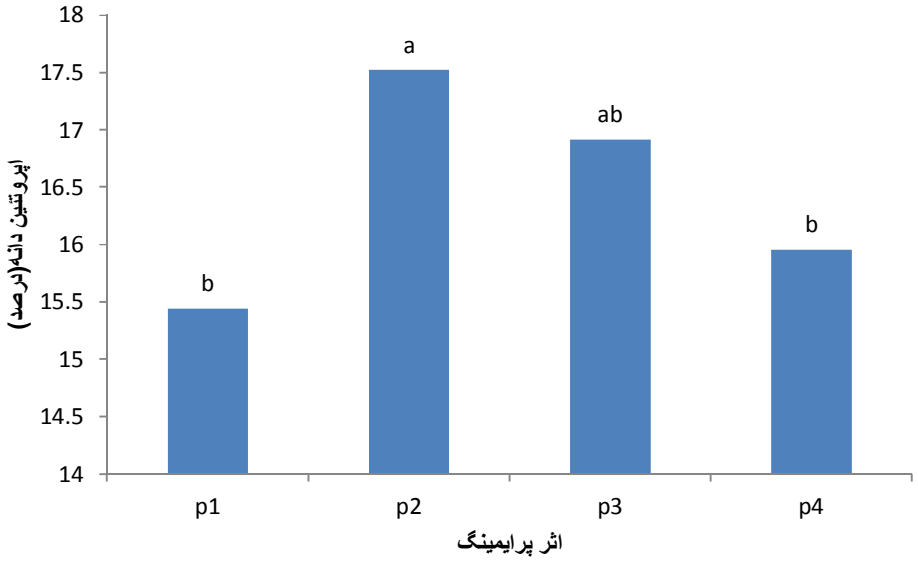
p1:عدم پرایمینگ **:p2**هیدروپرایمینگp3 :اسموپرایمینگp4 :ترکیب هیدرو واسموپرایمینگ

شکل ۴-۱۰- اثر پرایمینگ برکلروفیل کل

۴-۱۵- درصدپروتئین دانه

براساس نتایج تجزیه واریانس(جدول ۴-۱) درصد پروتئین دانه به‌طورمعنی‌داری تحت تاثیر اثر پرایمینگ بذر(احتمال ۵ درصد) قرار گرفت و این صفت تحت تاثیر میکوریزا و اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بذر قرار نگرفت.

براساس شکل(۴-۱۱) تیمار هیدروپرایمینگ(p_2) با تیمار اسموپرایمینگ(p_3) در یک گروه آماری قرار گرفته اند و با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند. تیمار هیدروپرایمینگ(p_2) در بالاترین سطح و به میزان ۱۷/۵۲ درصد می باشد که نسبت به تیمار شاهد(p_1) ۲/۰۸ افزایش نشان داد. افزایش در سرعت سنتز پروتئین و DNA در بذرهای پرایم شده تنها بعد از ۶ تا ۱۲ ساعت پس از اعمال پرایمینگ گزارش شده است(برای و همکاران، ۱۹۸۹). در طی مراحل پرایمینگ بذر، مراحل جذب فیزیکی آب و تکثیر DNA و RNA جهت ساخت پروتئین ها و هیدرولیز قند ها انجام می گیرد، اما بذر وارد فاز سوم و خروج ریشه چه نمی گردد.



p1: عدم پرایمینگ **p2**هیدروپرایمینگ**p3** اسموپرایمینگ**p4**:هیدروواسموپرایمینگ

شکل۴-۱۱- اثر پرایمینگ بردرصد پروتئین دانه

۴-۱۶- شاخص سطح برگ

شاخص سطح برگ نسبت سطح برگ محصول به سطح زمینی که روی آن سایه می‌اندازد می‌باشد. چون

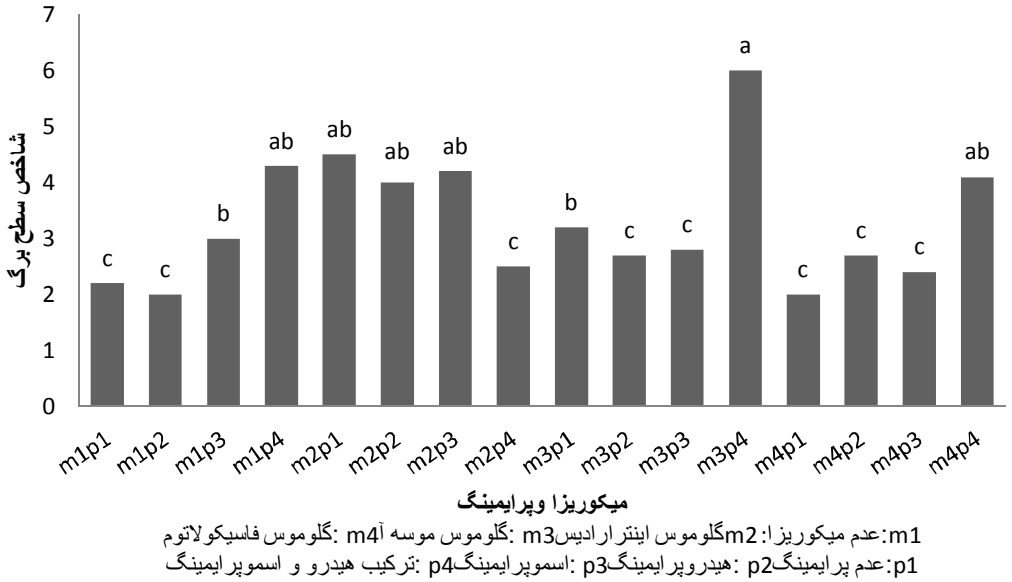
تشعشع خورشیدی به‌طور یکنواختی روی سطح زمین پخش می‌شود. لذا LAI یک معیار تقریبی از مساحت برگ‌ها در واحد سطح است که تشعشع خورشیدی برای آن‌ها قابل دسترس می‌باشد. افزایش در شاخص سطح برگ سبب افزایش در فتوسنتز می‌شود و در نتیجه عملکرد ماده خشک و دانه نیز بیشتر خواهد بود.

براساس نتایج تجزیه واریانس(جدول ۴-۱) شاخص سطح برگ به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر پرایمینگ بذر و اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بذر(احتمال ۱ درصد) معنی‌دار گردید و این صفت تحت تاثیر میکوریزا قرار نگرفت.

براساس شکل(۴-۱۳) ترکیب تیماری گلوموس موسه آ + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_3p_4) از لحاظ آماری در بالاترین سطح و به میزان ۶ می‌باشد که نسبت به تیمار شاهد(m_1p_1) افزایش بسیار زیاد ۱۷۲/۷۲ درصدی داشته است. ترکیب تیماری گلوموس موسه آ + عدم پرایمینگ(m_3p_1) در رتبه‌ی بعدی و دومین گروه آماری به میزان ۳/۲ قرار گرفته است که نسبت به تیمار شاهد(m_1p_1) ۴۵/۴۵ درصد افزایش نشان داد. کمترین شاخص سطح برگ از ترکیب تیماری عدم میکوریزا + هیدروپرایمینگ(m_1p_2) به میزان ۲ به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد(m_1p_1) ۹/۰۹ درصد کاهش نشان داد. به نظر می‌رسد در صورت عدم حضور قارچ میکوریزا، ترکیب تیماری عدم پرایمینگ + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_1p_4) به میزان ۴/۳ در بالاترین سطح و ترکیب تیماری عدم میکوریزا + هیدروپرایمینگ(m_1p_2) به میزان ۲ در پایین‌ترین سطح قرار گرفته است که در سطح هیدروپرایمینگ + اسموپرایمینگ(p_4) افزایش شاخص سطح برگ و در سطح هیدروپرایمینگ(p_2) کاهش این صفت مشاهده شد.. در گونه‌های عدم میکوریزا(m_1)، گلوموس موسه آ(m_3) و گلوموس فاسیکولاتوم(m_4) افزایش شاخص سطح برگ در سطح هیدروپرایمینگ + اسموپرایمینگ(p_4) مشاهده شد ولی در گونه‌ی گلوموس اینترارادیس(m_2) در سطح هیدروپرایمینگ + اسموپرایمینگ(p_4) کاهش صفت را مشاهده کردیم. در گونه‌ی گلوموس اینترارادیس(m_2)، ترکیب تیماری گلوموس اینترارادیس + عدم پرایمینگ(m_2p_1) به میزان ۴/۵ بالاترین سطح و ترکیب تیماری گلوموس اینترارادیس + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_2p_4) به میزان ۲/۵ کمترین سطح را دارد که در سطح هیدروپرایمینگ + اسموپرایمینگ(p_4) کاهش سطح برگ مشاهده شد. در گونه‌ی گلوموس موسه آ(m_3)، ترکیب تیماری گلوموس موسه آ +هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_3p_4) به میزان ۶ بیشترین شاخص سطح برگ و ترکیب تیماری گلوموس موسه آ + هیدروپرایمینگ(m_3p_2) به میزان ۲/۷ کمترین سطح را دارد که در این گونه افزایش شاخص سطح برگ را در سطح هیدروپرایمینگ + اسموپرایمینگ(p_4) و کاهش این صفت را در سطح هیدروپرایمینگ(p_2) مشاهده کردیم. در گونه‌ی گلوموس فاسیکولاتوم(m_4) بیشترین شاخص سطح برگ از ترکیب تیماری گلوموس فاسیکولاتوم +

هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_4p_4) بـه میـزان ۴/۱ و کمتـرین شـاخص سـطح بـرگ از ترکیـب تیماری گلوموس فاسیکولاتوم + عدم پرایمینگ(m_4p_1) به میزان ۲ به دست آمد. کمتـرین نتـایج را در ایـــن گونـــه در ســـطح عـــدم پرایمینـــگ(p_1) و بیشـــترین نتـــایج در ســـطح هیـــدروپرایمینگ + اسموپرایمینگ(p_4) مشاهده کردیم.

اصلانی و همکاران(۱۳۸۷) اظهار داشتند که تلقیح بذرهای ریحان با میکوریزا باعث افـزایش تعـداد برگ، سطح برگ و شاخص سطح برگ گردید. در مطالعه‌ی گیـو و همکـاران(۲۰۰۶) بـا تلقـیح گونـه گلوموس موسهآ به گیاه ریحان نشان دادند که سطح برگی گیاهان تیمار شده با قارچ نسبت به گیاهان شاهد به طـور معنـی‌داری افـزایش یافـت. همچنـین شـریفی و همکـاران(۱۳۸۹) بـا آزمـایش بـر دو کولتیواتور ریحان سبز و بنفش و همچنین دو سطح قارچ شامل شاهد و گلومـوس اتونیکـاتوم بـه ایـن نتیجه رسیدند که سطح برگ گیاهان میکوریزایی ریحان‌های سبز و بنفش به ترتیـب ۷۵ و ۸۰ درصـد بیشتر از گیاهان شاهد بود. بهبود جذب عناصر معدنی در گیاهان میزبان اغلـب منجـر بـه پاسـخ‌هـای رشدی مثبت در این گیاهان می‌شود که عمدتا در سطح اندام هوایی گیاه آشکار است.



m1:عدم میکوریزا: m2گلوموس اینترارادیس m3 :گلوموس موسه آm4 :گلوموس فاسیکولاتوم
p1:عدم پرایمینگ p2 :هیدروپرایمینگ p3 :اسموپرایمینگ p4 :ترکیب هیدرو و اسموپرایمینگ

شکل ۴-۱۲- اثرمتقابل میکوریزا و پرایمینگ بر شاخص سطح برگ

۴-۱۸- عملکرد دانه

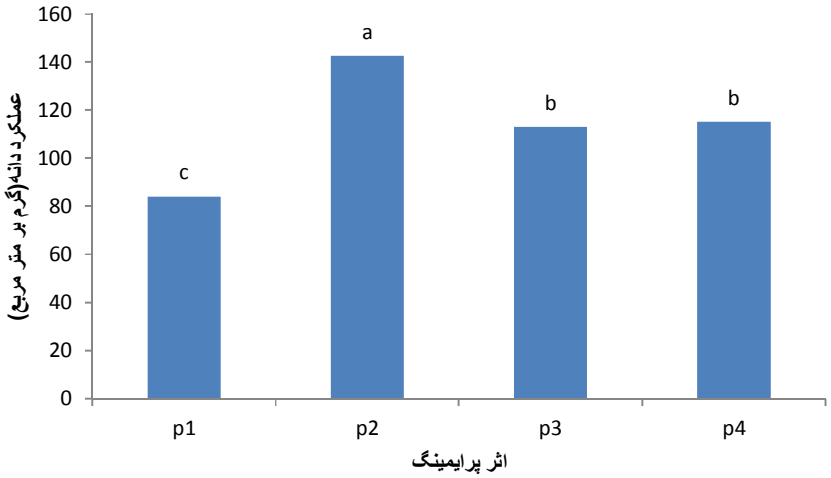
براساس نتایج تجزیه واریانس(جدول ۴-۱) عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر پرایمینگ بذر(احتمال ۱ درصد) قرار گرفت و این صفت تحت تاثیر میکوریزا و اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بذر قرار نگرفت.

براساس شکل(۴-۱۳) از لحاظ آماری تیمار هیدروپرایمینگ(p_2) در بالاترین سطح و به میزان ۱۴۲/۷ گرم بر مترمربع میباشد که نسبت به تیمار شاهد(p_1) ۶۹/۶۱ درصد افزایش نشان داد. تیمار اسموپرایمینگ(p_3) با ترکیب تیماری هیدروپرایمینگ + اسموپرایمینگ(p_4) در یک گروه آماری قرار گرفته اند. کمترین عملکرد دانه از تیمار اسموپرایمینگ(p_3) به میزان ۱۱۳/۱ گرم بر مترمربع به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد(p_1) ۳۴/۴۳ درصد افزایش نشان داد.

گزارش شده که هیدروپرایمینگ باعث افزایش عملکرد در گیاهان می‌شود(هریس و همکاران، ۱۹۹۹). همچنین هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ باعث خروج سریع ریشه‌چه و ساقه‌چه، همپوشانی

زمانی کمتر با کشت بعدی، افزایش قدرت جوانه‌زنی، بهبود تحمل به خشکی، گلدهی زودتـر، برداشـت زودهنگام و عملکرد دانه بیشتر در شرایط ناسـازگار در گیـاه سـورگوم مـی‌شـود(آمزالوگ و همکـاران، ۱۹۹۰). پرایمینگ باعث گلدهی زودتر و عملکرد بالاتر در گیاهانی مثل گندم، ذرت، برنج دیم، نخود و ماش توسط محققین مختلف گزارش شده است(راشید و همکاران، ۲۰۰۲). افزایش عملکرد دانه در اثر پرایمینگ بذر می‌تواند ناشی از جوانه‌زنی مطلوب، استقرار سریع و یکنواخـت بـذر در مراحـل ابتـدایی رشد باشد. تحت این شرایط گیاه امکان استفاده بیشتر و بهتـری از منـابع محیطـی موجـود را خواهـد داشت. در اثر این امر برگ‌ها سریع تر گسترش می‌یابند که بخش اعظم فرآیند فتوسنتز در آن‌ها انجام می‌گیرد. نتایج مطالعات صورت گرفته در کشور پاکستان حاکی از افـزایش ۱۹-۱۱ درصـدی محصـول لوبیا در شمال غرب این کشور به واسطه کاربرد تجاری بذور پیش تیمار شده می‌باشد(دامان، ۲۰۰۶).

مطالعات بسرا و همکاران(۲۰۰۳) افـزایش سـبز شـدن و عملکـرد دانـه را در بـذر هالوپرایمینـگ و هیدروپرایمینگ نشان داد. در بررسی‌های فاروق و همکاران(۲۰۰۶) پرایمینگ منجر به بهبـود رشـد و عملکرد دانه گردید. چیپا و همکاران(۱۹۹۳) نیز افزایش عملکرد دانه را گیاهان پرایم گزارش کردند. با توجه به وجود رابطه خطی بین عملکرد دانه و شاخص سطح برگ می‌توان انتظار داشت که پرایمینـگ با افزایش شاخص سطح برگ در جامعه گیاهی و افـزایش نـور دریـافتی و در نتیجـه افـزایش ظرفیـت فتوسنتزی ، به تولید حداکثر دانه منجر می‌شود. پژوهش‌ها نشان داده است که پرایمینگ نیز نـه تنهـا می‌تواند جوانه‌زنی بذر را بهبود بخشد، بلکه می‌تواند رشـد ثانویـه و فرآینـدهای متـابولیکی و عملکـرد نهایی را افزایش دهد(سلام، ۱۹۹۹). عملکرد دانه یکی از مهمترین شاخص های اقتصـادی در گیاهـان دانه ای محسوب می‌گردد. با توجه به نتایج به دست آمـده از ایـن آزمـایش بـه نظـر مـی رسـد قـارچ میکوریزا ریشه‌های گیاه میزبان خود را تقویت نموده در نتیجه ریشه گیاه با کمک هیف‌های قارچی بـه 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 می‌کند.



p1:عدم پرایمینگp2 :هیدروپرایمینگ :p3اسموپرایمینگp4 :هیدرو و اسموپرایمینگ

شکل ۴-۱۳- اثر پرایمینگ بر عملکرد دانه

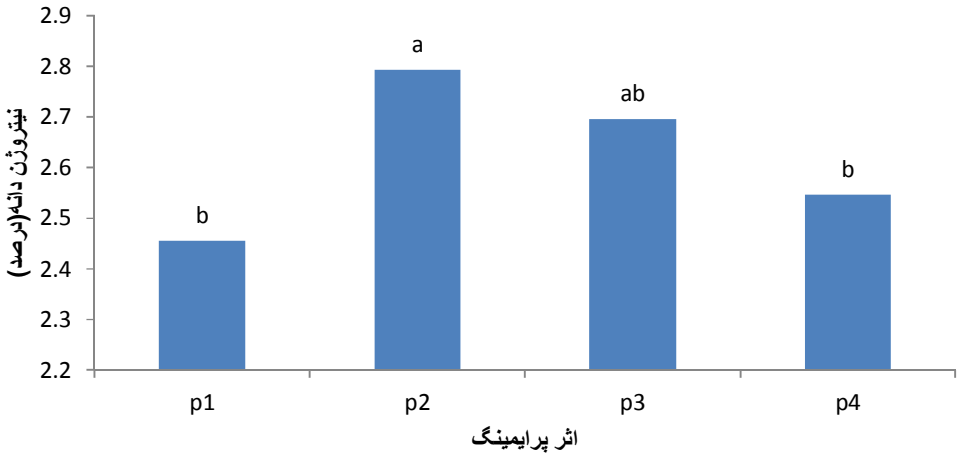
۴-۱۹- درصد نیتروژن دانه

براساس نتایج تجزیه واریانس(جدول ۴-۱) مقدار نیتروژن به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر پرایمینگ بذر(احتمال ۵ درصد) قرار گرفت و تحت تاثیر میکوریزا و اثرمتقابل میکوریزا و پرایمینگ قرار نگرفت.

براساس شکل(۴-۱۴) تیمار هیدروپرایمینگ(p_2) در بالاترین سطح و به میزان ۲/۷۹ درصد می‌باشد که نسبت به تیمار شاهد(p_1) ۰/۳۴ افزایش نشان داد. تیمار اسموپرایمینگ(p_3) با تیمار هیدروپرایمینگ(p_4) در یک گروه آماری قرار گرفته است و با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند. ترکیب تیماری هیدروپرایمینگ + اسموپرایمینگ(p_4) کمترین مقدار نیتروژن به میزان ۲/۵۴ درصد می‌باشد که نسبت به تیمار شاهد(p_1) ۰/۰۹ کاهش نشان داد.

نیتروژن جز عناصری است که تحقیقات نشان داده گیاهان میکوریزایی جذب آن را بالا برده است(علیزاده و همکاران، ۱۳۸۶؛ حامل و همکاران، ۱۹۹۱؛ نادیان و همکاران، ۱۹۹۶). دایانا و همکاران(۱۹۹۷) اثرات پرایمینگ در طول شب(بدون خشک کردن) را بر ۷ رقم گندم مورد مقایسه

قرار دادند. در این بررسی، پرایمینگ اثر معنی‌داری بر جذب فسفر و پتاسیم نداشت اما در مطالعاتی که در طی دو سال متوالی انجام شد، جذب نیتروژن را به‌طور معنی‌داری(۷ و۸ درصد) افزایش داد. پژوهشگران این اثر را به جوانه‌زنی و رشد سریع گیاهچه‌های حاصل از بذر پرایمینگ نسبت دادند که در نتیجه افزایش میزان نیتروژن، عملکرد دانه و کلش تولیدی در گیاه بیشتر گردید.



p1:عدم پرایمینگ **p2:**هیدروپرایمینگ **p3:** اسموپرایمینگ **p4:** هیدرو و اسموپرایمینگ

شکل۴-۱۴- اثر پرایمینگ بر مقدار نیتروژن

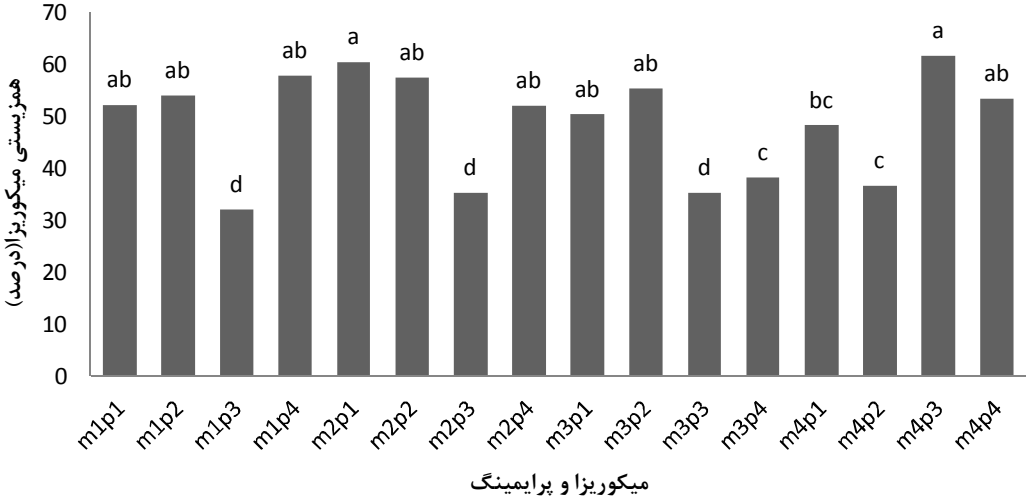
۴-۲۰- همزیستی میکوریزا

براساس نتایج تجزیه واریانس(جدول ۴-۱) همزیستی میکوریزا به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر میکوریزا(احتمال ۱درصد) و اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بذر(احتمال ۵ درصد) قرار گرفت و این صفت تحت تاثیر پرایمینگ بذر قرار نگرفت.

براساس شکل(۴-۱۵) از لحاظ آماری ترکیبات تیماری گلوموس فاسیکولاتوم + اسموپرایمینگ(m_4p_3)، گلوموس اینترارادیس + عدم پرایمینگ(m_2p_1)، گلوموس فاسیکولاتوم + هیدرو و اسموپرایمینگ(m_4p_4)، گلوموس موسه آ + هیدروپرایمینگ(m_3p_2)، گلوموس موسه آ + عدم

پرایمینگ(m_3p_1)، گلوموس اینترارادیس + هیدرو و اسموپرایمینگ(m_2p_4)، گلوموس اینترارادیس + هیدروپرایمینگ(m_2p_1)، عدم میکوریزا + هیدرو و اسموپرایمینگ(m_1p_4)، عدم میکوریزا + هیدرو پرایمینگ(m_1p_2) و عدم میکوریزا + عدم پرایمینگ(m_1p_1) در یک گروه آماری هستند و با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند. در مورد اثر متقابل با توجه به شکل(۴-۱۵) در صورت عدم حضور قارچ میکوریزا ترکیب تیماری عدم میکوریزا + هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ(m_1p_4) به میزان ۵۷/۹۲ درصد در بالاترین سطح و ترکیب تیماری عدم میکوریزا + اسموپرایمینگ(m_1p_3) به میزان ۳۲/۰۳ در پایین‌ترین سطح قرار دارد. بیشترین همزیستی میکوریزایی در نبود قارچ میکوریزا در سطح هیدروپرایمینگ + اسموپرایمینگ(p_4) و کمترین مقدار این صفت در سطح اسموپرایمینگ(p_3) مشاهده شد. در گونه‌های عدم میکوریزا(m_1)، گلوموس اینترارادیس(m_2) و گلوموس موسه آ(m_3) کمترین سطح همزیستی میکوریزایی در سطح اسموپرایمینگ(p_3) مشاهده شد ولی در گونه‌ی گلوموس فاسیکولاتوم(m_4) بیشترین مقدار این صفت در سطح اسموپرایمینگ(p_3) و کمترین مقدار را در سطح هیدروپرایمینگ(p_2) مشاهده کردیم. در گونه‌ی گلوموس اینترارادیس(m_2) ترکیب تیماری گلوموس اینترارادیس + عدم پرایمینگ(m_2p_1) به میزان ۶۰/۴۲ درصد در بالاترین سطح و ترکیب تیماری گلوموس اینترارادیس + اسموپرایمینگ(m_2p_3) به میزان ۳۵/۳۵ درصد در پایین‌ترین سطح قرار دارد. در این گونه بیشترین نتایج در سطح عدم پرایمینگ(p_1) و کمترین نتایج در سطح اسموپرایمینگ(p_3) مشاهده شد. در گونه‌ی گلوموس موسه آ(m_3) ترکیب تیماری گلوموس موسه آ + هیدروپرایمینگ(m_3p_2) به میزان ۵۵/۴۲ درصد در بالاترین سطح و ترکیب تیماری گلوموس موسه آ + اسموپرایمینگ(m_3p_3) به میزان ۳۵/۳۵ درصد در پایین‌ترین سطح قرار دارد. در این گونه بیشترین نتایج در سطح هیدروپرایمینگ(p_2) و کمترین نتایج در سطح اسموپرایمینگ(p_3) مشاهده شد. در گونه‌ی گلوموس فاسیکولاتوم(m_4) بیشترین همزیستی میکوریزایی از ترکیب تیماری گلوموس فاسیکولاتوم + اسموپرایمینگ(m_4p_3) به میزان ۶۱/۶۷ درصد و کمترین همزیستی میکوریزایی از ترکیب تیماری گلوموس فاسیکولاتوم + هیدروپرایمینگ(m_4p_2) به میزان ۳۶/۶۷ درصد به دست آمد.

در این گونه اسموپرایمینگ(p_3) سبب افزایش و هیدروپرایمینگ(p_2) سبب کاهش این صفت شد. در این آزمایش در بین گونه‌های مختلف میکوریزا گونه‌ی گلوموس فاسیکولاتوم(m_4) در افزایش همزیستی میکوریزایی موفق‌تر از دو گونه‌ی دیگر عمل کرده است. ساز و کارهای قارچ میکوریزا برای افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه میزبان عبارتند از : تولید کلیت کننده ها و هورمون‌های محرک رشد ریشه و گیاه(نمان،۲۰۰۴)، نفوذ بیشتر و بهتر هیف‌های قارچ در منافذ ریز خاک(بولان،۱۹۹۱)، افزایش سطح ویژه موثر ریشه ها به واسطه اشتراک هیف‌های قارچ(آبوت،۱۹۸۵)، افزایش تمایل جذب در ریشه(کاردوسا و همکاران، ۲۰۰۶)، ایجاد تغییرات شیمیایی در ناحیه میکوریزوسفر می باشد(تارافدار،۱۹۹۴). افزایش جذب فسفر در تیمارهای قارچی علاوه بر تاثیر همزیستی میکوریزی در افزایش سطح جذب ریشه، می تواند به دلیل تاثیر این قارچ ها در ترشح اسید فسفاتازها، اگزالات‌ها و تراوش یون پرونون نیز صورت گیرد.

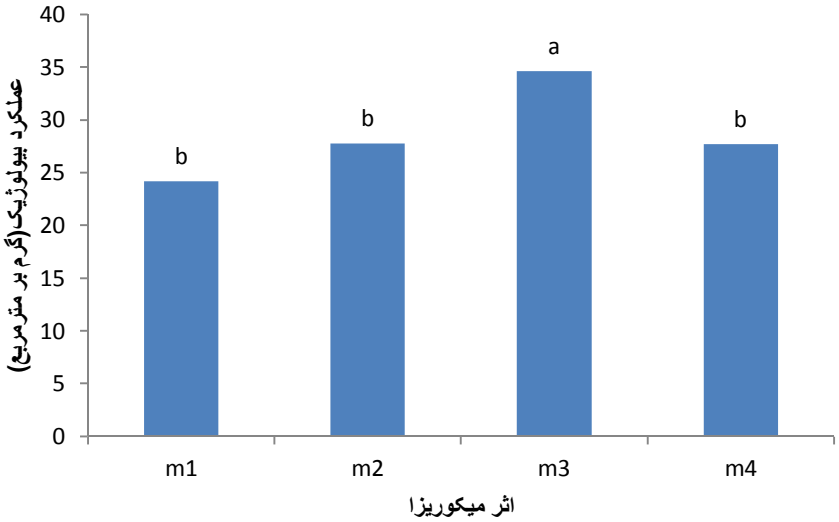


m۱:عدم میکوریزاm۲ :گلوموس اینترارادیسm۳ :گلوموس موسه آm۴:گلوموس فاسیکولاتوم
p۱:عدم پرایمینگp۲ هیدروپرایمینگp۳ اسموپرایمینگp۴ :ترکیب هیدرو و اسموپرایمینگ

شکل۴-۱۵- اثرمتقابل میکوریزا و پرایمینگ بر همزیستی میکوریزا

۴-۲۱- عملکرد بیولوژیک

براساس نتایج تجزیه واریانس(جدول۴-۱) عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر میکوریزا(احتمال ۱ درصد) قرار گرفت و این صفت تحت تاثیر پرایمینگ بذر و اثر متقابل میکوریزا و پرایمینگ بذر قرار نگرفت. براساس شکل(۴-۱۶) بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمار گلوموس موسه آ(m_3) به میزان ۶/۳۴ گرم بر مترمربع به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد(m_1) ۴۳/۲۷ درصد افزایش نشان داد. تیمار گلوموس اینترارادیس(m_2) به میزان ۲۷/۷۹ گرم بر مترمربع با تیمار گلوموس فاسیکولاتوم(m_4) به میزان ۲۷/۷۰ گرم بر مترمربع از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفته اند. کمترین عملکرد بیولوژیک از تیمار گلوموس فاسیکولاتوم(m_4) به میزان ۲۷/۷۰ گرم بر متر مربع به دست امد که نسبت به تیمار شاهد(m_1) ۱۴/۶۹ درصد افزایش نشان داد. عملکرد بیولوژیک شامل کل وزن خشک اندام هوایی گیاه است. یکی دیگر از راه‌های دستیابی به کشاورزی پایدار استفاده از میکروارگانیسم‌هایی است که نقش مهمی در تامین نیاز غذلیی گیاهان دارند(جکسون و همکاران، ۱۹۹۲). که از آن جمله می‌توان به میکوریزا اشاره نمود. قارچ‌های میکوریزا در خاک‌هایی که غلظت عناصر غذایی به ویژه فسغر کم تا پتاسیم، مس و روی را تامین کنند و در مقابل گلوکز مورد نیاز خود را از گیاه میزبان دریافت نمایند(آدسیموی و همکاران، ۲۰۰۹؛ مارسچنر، ۱۹۹۵). در یک آزمون گلخانه ای، تاثیر ده تیمار قارچی میکوریزا آربوسکولار بر رشد گیاه گندم رقم پیشتاز مورد بررسی قرار گرفت که بر طبق نتایج گزارش شده، همزیستی خوبی بین تمام تیمارهای قارچی با گیاه گندم وجود داشته و افزایش درصد کلونیزاسیون ریشه باعث افزایش رشد گیاه و افزایش وزن خشک ریشه و اندام هوایی گیاه گردیده است(ریجالی و همکاران، ۲۰۰۷). کاوندر و همکاران(۲۰۰۳) در پژوهشی روی گیاه سورگوم دانه ای، مشاهده نمودند که کاربرد توام میکوریزا و ورمی کمپوست موجب افزایش محسوس عملکرد بیولوژیک گردید.



m1 :عدم میکوریزاm2 : اینترارادیسm3 : موسه آm4 : فاسیکولاتوم

شکل۴-۱۶- اثر میکوریزا بر عملکرد بیولوژیک

نتیجه گیری

قارچ میکوریزا و پرایمینگ از جمله مهمترین تیمارهای افزایش قدرت جوانه‌زنی وهمزیستی بین قارچ و ریشه عناصر ضروری برای لوبیا چشم بلبلی است. نتایج به دست آمده از این تحقیق به طور خلاصه شمل موارد زیر می‌باشد:

۱- تیمارهای میکوریزایی بخصوص گونه‌ی گلوموس موسه آ(m_3) باعث افزایش معنی‌داری در رشد لوبیا چشم بلبلی شد. این در حالی است که گونه های

۲- گلوموس اینترارادیس(m_2) و گلوموس فاسیکولاتوم(m_4) به اندازه‌ی گونه‌ی گلوموس موسه آ(m_3) در این افزایش موفق نبودند.

۳- استفاده از قارچ‌های میکوریزا در سطوح مختلف پرایمینگ به‌خصوص هیدروپرایمینگ(p_2) تاثیر مثبتی بر رشد لوبیا داشتند. بعد از سطح هیدروپرایمینگ(p_2) تیمار ترکیبی هیدروپرایمینگ + اسموپرایمینگ(p_4) در این افزایش تاثیر مثبت داشت.

۴- به‌طور کلی نتایج این تحقیقات حاکی از این است که کاربرد قارچ میکوریزا باعث افزایش رشد گیاه و بهبود در صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گردید.

پیشنهادات

با توجه به شواهد موجود، سابقه زراعت کشت لوبیا چشم بلبلی بسیار طولانی است با این وجود این پژوهش سابقه ی طولانی ندارد. یکی از اهداف مهمی که به تازگی در زمینه کشاورزی روی آن تاکید شده است، لزوم استفاده از برنامه های کشاورزی پایدار می باشد و همان گونه که ملاحظه شد موضوع مورد بررسی در این تحقیق نیز یکی از جنبه های مختلف کشاورزی پایدار است همچنین تحقیقات به‌نژادی و به‌زراعی بیشتری و مناسب برای این نوع تحقیقات در جهت بالا بردن سازش زراعت لوبیا چشم بلبلی انجام پذیرد. لذا با توجه به این که در این آزمایش هدف اصلی، بررسی اثرات قارچ میکوریزا و ارزیابی صفات کمی وکیفی لوبیا چشم بلبلی بوده پیشنهاد می شود:

۱- این آزمایش در سال‌های بعد و در مکان‌های دیگر نیز تکرار شود تا نتایج بدست آمده با توجه به تغییرات شرایط آب و هوایی و منطقه ای مورد بررسی قرار بگیرد .

۲- اثر دیگر قارچ ها نیز همراه با آبیاری مورد بررسی و آزمایش قرار بگیرند، تا نتایج با یکدیگر مقایسه شوند.

۳- اثرات فاکتورهای این تحقیق به عنوان یک عامل بیولوژیکی موثر در کنترل آفات، امراض و علفهای هرز، بیشتر مورد مطالعه قرار گیرد.

۴- پیشنهاد می‌شود در برنامه‌های تحقیقاتی در آینده در این خصوص، از اثر سایر فاکتورهای زراعی از قبیل تراکم، تاریخ کاشت و غیره و نیز اثرات متقابل آنها مورد بررسی قرار گیرد.

۵- در زمینه کاشت، داشت و برداشت لوبیا چشم بلبلی و طول دوره‌های مورد نظر به کشاورزان آموزش لازم داده شود.

جدول۴-۱- جدول تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات مورد بررسی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات										
		ارتفاع بوته	تعدادبرگ دربوته	تعدادغلاف دربوته	فاصله اولین گره تاسطح زمین	تعدادشاخه فرعی	وزن خشک ساقه	وزن صد دانه	وزن خشک برگ	محتوای نسبی آب برگ	پایداری غشا	کلروفیل a	کلروفیل b
تکرار(R)	۲	۳۶۶/۸*	۱۹۴/۳*	۲/۲*	۵۰/۴**	۶۴/۲**	۴/۱**	۰/۷۹^{ns}	۹/۴**	۷/۵$^{n.s}$	۰/۴۳$^{n.s}$	۸/۱**	۰/۱۳$^{n.s}$
میکوریزا (M)	۳	۳۲/۹$^{n.s}$	۱۰/۸$^{n.s}$	۰/۸$^{n.s}$	۴۱/۱**	۱۴/۰۵**	۲/۹$^{n.s}$	۵/۴۶^{ns}	۰/۷۱*	۴۷/۱$^{n.s}$	۰/۱۴$^{n.s}$	۰/۸$^{n.s}$	۰/۱۲$^{n.s}$
پرایم (P)	۳	۶/۴$^{n.s}$	۶۳/۱^{ns}	۴/۶*	۵۷/۸**	۸/۹*	۲/۹**	۸/۹۶*	۱/۷**	۲۳/۶$^{n.s}$	۱/۱$^{n.s}$	۱/۴$^{n.s}$	۰/۱۸*
اثرمتقابل میکوریزاوپرایم (M*P)	۹	۲۷/۲$^{n.s}$	۱۱۶/۷$^{n.s}$	۱/۷$^{n.s}$	۵۲/۱**	۸/۸*	۱/۹*	۱/۸۹^{ns}	۱/۲**	۱۲۵/۴*	۱/۷$^{n.s}$	۱/۱ $^{n.s}$	۰/۱۳$^{n.s}$
خطا (E)	۳۰	۵۰/۹	۱۲۴/۶	۱/۲	۱۷/۲	۵/۶	۱/۱	۳/۲۱	۰/۶۲	۹۵/۶	۲/۲	۱/۶	۰/۱۵
ضریب تغییرات (C.V.)	-	٪ ۱۹/۴۱	٪ ۲۳/۹۸	٪ ۲۳/۹۳	٪ ۱۸/۲۶	٪ ۲۰/۰۹	٪ ۲۳/۶۹	٪ ۱۱/۳۵	٪ ۱۸/۷۷	٪ ۱۳/۶۹	٪ ۱۹/۲۳	٪ ۱۹/۹۸	٪ ۱۵/۲۷

**: معنی‌دار در سطح ۱٪ *: معنی‌دار در سطح ۵٪ ns : غیرمعنی‌دار

ادامه جدول۴-۱- جدول تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات مورد بررسی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		کارتنوئید	کلروفیل کل	درصدپروتئین	شاخص سطح برگ	عملکرد دانه	درصد نیتروژن	همزیستی میکوریزا	عملکرد بیولوژیک
تکرار (R)	۲	۰/۰۵**	۲/۲*	۱/۳۴^{ns}	۰/۰۰۲**	۸۶۳/۴۶^{ns}	۰/۰۳۸^{ns}	۱۰۲/۰۸*	۴۸۱/۳۷۵^{ns}
عامل میکوریزا (M)	۳	۰/۰۱$^{n.s}$	۰/۴۶$^{n.s}$	۸/۴۵^{ns}	۱/۶۷$^{n.s}$	۲۴۴۲/۷۳^{ns}	۰/۲۲۳^{ns}	۸۳۹/۴۹**	۲۲۸/۷۳۲**
عامل پرایم (P)	۳	۰/۱۲**	۳/۴*	۱۰/۴۵*	۴ /۳۲**	۶۸۶۳/۵۰**	۰/۲۷۶*	۳۱/۰۷$^{n.s}$	۴۹/۹۳۶^{ns}
اثرمتقابل میکوریزاوپرایم (M*P)	۹	۰/۰۲*	۱/۴$^{n.s}$	۱۰/۷۸^{ns}	۵ /۴۲**	۹۱۱/۲۵^{ns}	۰/۱۲۶^{ns}	۱۰۰/۰۵*	۷۲/۹۷۰^{ns}
خطا (E)	۳۰	۰/۰۱	۱/۶	۳/۴۲	۰/۰۰۳	۹/۹۲	۰/۰۸۷	۶۶/۶۲	۶۴/۶۰۷
ضریب تغییرات (C.V.)	-	٪ ۲۲/۹۳	٪ ۱۸/۸۰	٪ ۱۱/۲۵	٪ ۱/۴۷	٪ ۲۶/ ۹۳	٪ ۱۱/۲۴	٪ ۱۴/۹۷	%۲۸/۱۴

**: معنی‌دار در سطح ۱٪ *: معنی‌دار در سطح ۵٪ ns : غیرمعنی‌دار

منابع

آذرنیوند، ح. جوادی، م. ۱۳۸۲. بررسی اثر تنش خشکی بر روی جوانه زنی دو گونه مرتعی از جنس آگروپایرون. مجله بیابان جلد ۸ شماره ۲.

آقابابائی، ف.، رئیسی، ف. ۱۳۸۸. اثر همزیستی میکوریزایی بر جذب عناصر غذایی توسط نهال های برخی ژنوتیپ های تجاری گیاه بادام. یازدهمین کنگره علوم خاک ایران، گرگان.

اصغر زاده ن. ع و صالح راستین ن، (۱۳۸۰) اهمیت قارچ های میکوریزا در کشاورزی، ص ۴۳۳-۴۱۱، " ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور (مجموعه مقالات) " خاوازی ک و ملکوتی م. ج، مرکز نشر آموزش کشاورزی، کرج.

اصلانی ز، حسنی ع، رسولی صدقیانی م. ح، برین م و غیبی س. ع، (۱۳۸۷)، " پاسخ های رشدی گیاه ریحان به همزیستی دو گونه قارچ میکوریزا تحت تنش خشکی " سومین همایش یافته های پژوهشی کشاورزی و منابع طبیعی (غرب کشور)، دانشگاه کردستان، کردستان.

برجی م. (۱۳۸۹). " تعیین میزان کربوهیدرات های ذخیره ای و ساختمانی در سه رقم لوبیا (چیتی، قرمز و سفید) " فصلنامه علمی اکوفیزیولوژیکی و گیاهان زراعی، دوره ۲، ص ۱ تا ۵.

بقایی. م و حبیبی م. ب. (۱۳۸۷). " حبوبات " انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ص ۵۲۲.

پارسا و باقری ع. ر. (۱۳۸۷). " حبوبات " انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۲۲ صفحه.

تاجیک خاوه، م.، الهدادی، ا.، دانشیان، ج.، و آرمند پیشه، ا. ۱۳۹۰. بررسی اثر کودهای بیولوژیک بر گره زایی و رشد سویا تحت تنش کم آبی بذر.

حبیبی، د. ۱۳۷۲. انتخاب پروژنی های مقاوم به خشکی و شوری چغندر قند در مرحله جوانه زنی اولیه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

خاوازی ک و ملکوتی م. ج، (۱۳۸۰) "ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور " موسسه در کشور " موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ۶۰۴ صفحه.

خوفی م. وانویه تکیه ل. (۱۳۸۸). بازار جهانی حبوبات و جایگاه ایران در تجارت خارجی محصول. شماره ۳۴: ۲۸-۳۸.

شریفی، م.، محتشمیان، ریاحی، ح.، آقایی، ا. و علوی، م. ۱۳۸۹. اثر قارچ اندومیکوریزایی گلوموس اتونیکاتوم بر برخی شاخص های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه ریحان.

صالح راستین ن، (۱۳۷۷) " کودهای بیولوژیک " نشریه علمی خاک و آب، شماره ۳، جلد ۱۲، موسسه تحقیقات آب و خاک، سازمان تحقیقات کشاورزی، ص ۱.

علیزاده، ا. ۱۳۸۴. بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن و تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر خصوصیات فیزیولوژیک، عملکرد و اجزا ء عملکرد و میزان غلظت عناصر غذایی و نیز مطالعه همزیستی میکوریزایی در ذرت. رساله دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز.

علیزاده، ا.، مجیدی، ا.، نادیان.، ح.، نورمحمدی، ق. و عامریان، م. ۱۳۸۶. بررسی اثرات تلقیح میکوریزا در سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ذرت. مجله علمی-پژوهشی یافته ای نوین کشاورزی. سال اول. شماره ۴ صفحه ۳۰۹-۳۲۰.

قربانی س.، ناصریان خیابانی ب.، اردکانی ک.، و رسائی موخرس س. (۱۳۸۹). " بررسی تاثیر عناصر ریز مغذی، آهن و روی بر عملکرد و برخی صفات مورفولوژیکی لاین های موتانت گندم طبیعی " مجموعه خلاصه مقالات یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ص ۳۲۲ تا ۳۲۵.

قول لرعطام، (۱۳۸۴) ، پایان نامه ارشد: " اثر تلقیح میکوریزایی بر عمکرد شبدر برسیم و جذب عناصر غذایی در سطوح مختلف شوری و فسفر خاک "، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

کافی، م و مهدوی دامغانی، ع. ۱۳۸۱. مکانیسم های مقاومت گیاهان به تنش های محیطی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۶۷ صفحه.

کوچکی و سرمدنیا غ. م. (۱۳۸۴) " فیزیولوژی گیاهان زراعی " انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ص ۴۰۰.

مجنون حسینی ن. (۱۳۷۲). حبوبات در ایران. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، ۲۴۰ صفحه.

مجنون حسینی ن. (۱۳۸۷). " زراعت و تولید حبوبات " انتشارات جهاد دانشگاهی شعبه واحد تهران، چاپ چهارم، ص ۲۸۳.

محمودی، س.، پارسا مطلق، ب.، زهان، م. و نقی زاده، م. ۱۳۹۰. تاثیر قارچ میکوریزا و کود فسفر بر غلظت رنگیزه های فتوسنتزی و عناصر غذایی لوبیا (*Phaseolus Vulgaris L.*) در شرایط شوری. مجله بوم شناسی کشاورزی (۲ و ۳) : ۲۳۳-۲۴۲.

میرزا خانی م، اردکانی م.، آینه بند آ، شیرانی راد ا. ح و رجالی ف، (۱۳۸۹)، " پاسخ گلرنگ به حاصلخیز کننده های زیستی تحت سطوح مختلف نیتروژن و فسفر " یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ص ۳۷، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

ملکوتی م. ج، (۱۳۷۵) " کشاورزی پایداری و افزایش عملکرد با بهینه سازی کود در ایران " انتشارات مرکز آموزش کشاورزی.

نور محمدی، ق. ، سیادت، ع. و کاشانی، ع. ۱۳۸۰. زراعت غلات انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ۴۴۶ صفحه.

Abbote, L. K. and Robson A. D. (1985). The effect of soil pH on the formation of VA mycorrhiza by two species of Glomus soil Research; 23(2): 253-261.

Abbott, L. K. and Murphy D. V. (2007) " Soil Biology Fertility: Akey to sustainable land use in agriculture "springer, pp268.

Adsemoye, A.O. and Kloeppe J. W. (2009). Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer- use efficiency. Appl Microbial Biotechnol. 85: 1-12.

Akhtar, M. S. and Siddiquiz Z. A. (2009) " Effects of phosphate solubilizing microorganism and Rhizobium SP. on the growth, nodulation, yield and root- rot disease complex of chickpea under field condition " Afr. J. Biotech., 8, 15, pp 3489.

Ali, S., Riaz Khan, A., Mairaj, G. H., Arif, M., Fida, M., and Bibi, S. (2008). Assessment of different crop nutrient management practices for yield improvement. Aust. J. Crop Sci. 3: 150- 157.

Al – karaka, G. N., Al – Raddad, A. (1997). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress on growth and nutrient uptake of two wheat genotypes differing in drought resistance. Mycorrhizae. 7: 83-88.

Allen, M. F.Smith, W. K., Moore, T.S. and chiristensen, M. (1981). Comparative water relations and photosynthesis of mycorrhizal and non- mycorrhizal bouteloua gracilis H. B. K. Legex steud. New phytol. 88: 683-93.

Allen, M. F. (1991). The ecology of mycorrhizae, Cambridge. Uh. Press.

Allen, M., Moore, JTS., and Christensen, M. (1982). Phytohormone changes in Bouteloua grasilis infected by vesicular-arbuscular mycorrhizae: II. Altered levels of gibberellins like substances and abcsisic acid in the host plant. Canadian Journal of Botany, 60: 468-471.

Andoh, Hh., and Kobata, T. (2002). Effect of seed hardening on the seedling emergence andalpha. Amylase activity in the grains of wheat and rice sown in dry soil. J. crop Sci. 71, 220-225.

Antunes, P. M. (2004). Determination of nutritional and signaling factors involved in the tripartite symbiosis formed by arbuscular mycorrhizal fungi, Bradyrhizobium and soybean. PhD Thesis. The University of Guelph.

Amallag, GN, Lerner HR, Poljakoff-Mayber A (1990) Exogenouse ABA as a modulator of the response of sorghum to hight salinity. J. Exp. Bot. 54: 1529-1534.

Arriagada, C. A., Herrera, M. A and Ocampo, J.A. (2007). Beneficial effect of saprobe and arbuscular mycorrhizal fungi on growth of Eucalyptus globules Co-Cultured with Glycine max in soil contaminated with heavy metals. Journal of Environmenttal Management, 84: 93- 99.

Asgedom , H, Becker M (2001). Effects of seed priming with different nutrient solutions on germination, sedling growth and weed competitiveness of cereals in Eritrea, in proc Deutuscher Tropenty. University of Bohn and ATSAF, Margaf publishers press, weicker sheim, pp: 282.

Ashraf M, Foolad M. R. (2005). Pre –Sowing seed treatment a shotgun approach to improve germination, plant growth, and Crop yield under saline and non – Saline conditions. Adv Agron 88: 223 – 271.

Avio L., Pellegrino E., Bonari E. And Giovannetti M. (2006) " Functional diversity of arbuscular mycorrhizal fungal isolates in relation to extraradical mycelial network " Newphytol., 172, pp 347.

Bradford, K. J. (1986). Mainpulation of seed water relations viaosmotic priming to improve germination under stress conditions. Horti Sci, 21: 1105-1112.

Baradford, KJ (1995). Water relation in seed germination In: J kigel and GGalili (eds.) Seed Development and Germination, Marcel Dekker Inc New York, pp : 351-373.

Barea, J.M., Ferrol N., Azcon - Aguilarc. and Azcon R. (2008). Mycorrhizal Symbioses, pp 143- 163, In: " The ecophysiology of plant – phosphorus interactions ", white P.J. and Hammond J.P., Springer. Dordrecht.

Basra, M. A. S., Ehsanullah, E. a., Warraich, M. A., and Afzal, I, (2003). Effect of storage on growth and yield of primed canola (*Brassica napus L.*) seed. Inter. H. Agric. Bio. 5: 117-120.

Bennett, M., Fritz, V. A., a and callan, N.W. (1992). Impact of seed treatments on crop stand establishment. Hort Technol. 2, 345- 349.

Betra, G., fusconi A. and Hooker J.E. (2000). Arbuscular mycorrhizal modification to plant root systrms : Scale, mechanism and consequences. pp 71-85 In: " Mycorrhiza atechnology in Agriculture, From genes to Bioproducts " Gianinazzi, S., Schuepp H. Bareaj. M. and Haselwandterk., Basel, Switzerland, Birkhauser Verlag.

Bewley, J.D., Black, M., (1994). Seeds : physiology of Development and Germination. Plenum pub crop.

Bolan, N.S. (1991) "A critical review of the role of mycorrhizal fungiin uptake of phosphorus by plants " plant soil, 134, pp 189-207.

Bray, C. M., Davision, P. A., Ashraf, M., and Taylor, R. M. (1989). Biochemical changes during osmopriming of leek seed. Annal Botany. 63: 185-193.

Bucio, J. L., Campos – Cuevas J. C., Hermandezcalderon E., Valasquwz – Bacerrac. Buscot, F. (2005). What are4 soil?, pp 3 -17, In : " Microorganisms in soils : Roles in genesis and function " Buscot F. and Varma A. Vol 3, Soil Biology, Springer – Verlag, Heidelberg.

Cardoso, I. M. Kuyper T. W. (2006). Mycorrhizas and tropical soil fertility-Agricuture, ecosystem & environment; 116(1): 72-84.

Cartmil, A. D.Valdez-Aguilar L. A. Bryan D. L. Alarcon A. 2008). Arbuscularmycorrhizal fungi enhance tolerance of Vinca to high alkalinity in irrigation water. *Scientiahorticulturae*; 115(3): 275-284.

Cavender, N. D., Atiyeh R. M. and knee M. (2003). Vermicomposte stimulates mycorrhizal coconization of roots of sorghum bicolor at the expense of plant growth. Pedobiologia, 47: 85-89.

Cavagnara, T. R., Jackson L. e., Six J., Ferris H., Goyal S., Asami D. and Scow K. M. (2006) " Arbuscular mycorrhizae, microbial communities, nutrient availability and soil aggregates in organic tomato production " plant soil., 282, pp 209.

Chen, K., A. Fessenaie, and R. Arora. (2011). Dehydrin metabolism is altered during seed osmopriming and subsequent germination under chilling and desiccation in *Spinacia oleracea* L. CV. Bloomsdale: possible role in stress tolerance. Plantsci, 182: 420-430.

Chhipa, B. R., Lal, P., and Paliwal, R. (1993). Effect of presoaking treatments on wheat grown on soils with graded levels of boron. J. lnd. Soc. Soil Sci. 41: 531- 534.

Clark, R. B. and Zeto S. K. (2000) "Mineral acquisition by arbuscular mycorrhizal plants " J. Plant Nutr., 23, pp 867.

Demir, S. (2004). Influence of arbuscular mycorrhiza on some physiological growth parameters of pepper. Turk. J. Biol. 28: 85-90.

Dueck, T. A., Visser, P., Ernest, W.H. O. and Schat, H. (1986). Vesicular – arbuscular mycorrhizae decrease zinc toxicity to grasses in zinc – polluted soil. Soil Biol. Bi ochem. 18 : 331-333.

Duman, I. (2006). Effect of seed priming with PEG and K_3PO_4 on germination and seedling growth in Lettuce. *Pakistan Journal* of Biology science, 9(5) :923-928.

Faria – Rodriguez R., Macias – Rodriguez L. I., and Valencia – Cantero E. (2007) *"* *Bacillus megaterium* rhizobacteria promote growth and alter root system architecture through an anxin and ethylene – independent signaling mechanism in Arabidopsis thaliana " J.M. Plant Microb. Interaction., 20, pp 207.

Farooq, M. S., Basra, M. A., Tabassum, R., and Afzal, I. (2006). Enhancing the performance of direct seeded fine rice by seed priming. Plant. Prod. Sci. 4: 446-456.

Finnerty, T. L., Zajicek, J. M., and Hussey. M. A. (1992). Use of seed priming to bypass stratification requirements of three Aquilegia species. Hortscience 27, 310-313.

Foti S, Cosentino SL, Patane C and Agosta GMD (2002) Effects of osmoconditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor L.)* under low temperatures, seed science and Technology. 30: 521-533.

Foyer, CH. Descourvieres P. Kunert K J. (1994). Protection against oxygen radicals: an important defence mechanism studied in transgenic plants. Plant Cell Environ; 17: 507-523.hizal te

Fu, J. R., Lu, X. H., Chen, R. Z., Zhang, B. Z., Liu, Z. S., Li, Z. S., and Cai, D. Y. (1988). Osmocondition ing of peanut *(Arachis hypogaeal.*) seeds with PEG to improve vigour and some biochemical activites. Seed Sci. Technol. 16, 197-212.

Gaur, A. and Adholeya A. (2002) " Arbuscular mycorrhizal inoculation of five tropical fodder crops and inoculums production in marginal soil amended with organic matter " Biol. Fertill. Soil., 35, pp 214.

Gemma, J. N., Koske, R. E., Roberts, E.M., Jackson, N. and De Antonis, K. (1997). Mycorrhizal fungi improve drough resistance in creeping bentgrass. J. Turfgrass sci. 73: 15-29.

Ghassemi-Golezani K, Aaghar AA, Valizadeh M, Moghaddam M(2008) Effects of different priming techniques on seed invigoration and seedling establishement of lentil *(Lens culinaris Medik)*. J. Food Agri. Environ. 2: 222-226.

Giri, B., Kapoor, R., & Mukerji, K.G. (2002). VA mycorrhizal techniques/VAM technology in establishment of plants under salnity stress condition. In: Mukerji, K. G., Manoracheir, C., and Singh, J (eds). Techniques in Mycorrhizal Stueies Kluwer, Dordrecheir, PP 313-327.

Giris, G and Schillinger W.F (2003) seed priming winter wheat for germination, emergence, and yield. Crop sci. 43: 2135-2141.

Govind, arajula M., Defeffer p. E., Jin H., Abubaker J., Douds D. D., allen J. A., Bucking H., Lammers P. J. and Shachar – Hill Y. (2005) " Nitrogen transfer in the arbuscular mycorrhizal symbiosis " Nature, 435, pp 819.

Gryndler, M. (2000) Interaction of arbuscular mycorrhizal fungi with other soil organism, pp 239 -262, In : " Arbucular mycorrhizas : physiology and function ". Kapulink Y. and Douds D. D. Kluwer Academic Publishers, Dordrechet.

Guan, Y, Huj, Wang X and Shaoc (2009) seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature. Seed science. 10 (6): 427-433.

Hamel, G., Furlan, V. and smith, D. L. (1991). N_2- fixation and transfer in a field grown Mycorrhizal. Corn and coybean inter crop. Plant soil, 133: 177- 185.

Harley, J. L. and Smith, S. E. (1983). Mycorrhizal symbiosis. Academin press, New York.

Harris, D. (1992). The effecs of manure, genotype, seed priming, depth and data of sowing on the emergence and early growth of *Sorghum bicolor (L.)* Moench in semi. Arid Bots Wana, Soil Tillage Res. 40, 73 -88.

Harris, D. Joshi A, Khan PA, Gothekar p, Sodhi PS (1999). on-farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evalution in maize rice and chickpea in India using participatory methods. EXP. Agric. 35: 15-29.

Harris, D, Tripathi Rs, Joshi A (2000). on – farm seed priming to improve crop establishment and Yield in direct – seeded rice, in IRRI : Inter national workshop on Dry – Seeded Rice Technology, held in Bangkok, 25-28 January 2000 International Rice Research Institute, Manila, Philippines, 164 pp124-168.

Hartman, H. T., Konfrae., K. A. M., Rubutzky., B. E. and Flocker, W. (1988). Plant science. Printece, Hall, New Jersey, 576-578.

Hayman, D. S. (1983). The physiology of VA-endomycorrhizal symbhosis. Can J. Botany. 61: 944-963.

Heydecker, W, Coolbear P (1978). Seed treatmen for improved performance : survey and attempted prognosis, seed sci. Technol. 5 : 353-425.

Hungria. M and T.R.J. Bohrer (2000) " Viability Cultivars ". Biology and Fertility of soils, 31 ; 45-52.

Jackson, A., Jakobsen I. and Jensen E. S. (1992). Hyphal transport pf N-labelled nitrogen by a vesiculararbuscular mycorrhizal fungus and its effect on depletion of inorganic soil N. New phytologist, 123: 67-68.

Jakobsen, I., Gazey C. and Abbott I. K. (2000) " Phosphate transport by communities of arbuscular mycorrhizal fungi in intact soil cores " New phytol., 149, pp 95.

Jakobsen, I., Chen B. D., Munkvold L., Lund sgaard T. and Zhu Y. G. (2005) " Contrasting phosphate acquisition of mycorrhizal fungi with that of root haris using the root hair less barley mutant " Plant Cell Environ., 28, pp 928.

Jeffries, p., spyropoulos, T. and Vardavarkis, E. (1988). Vesicular – arbuscular status of various crops in different agricultureal soil in northern Greece. Boil. Fert. Soils. 5 : 333 -337.

Joner, E. J. and Johansen A. (2000) " phosphatase activity of external hyphae of two arbuscular mycorrhizal fungi " Mycol. Res., 104, pp 199.

Joner, E. J. Van Aarle I. M. and V Ostaka M. (2000) " phosphatas activity of extradical arbuscular mycorrhizal hyphae " plant soil., 226, pp 199.

Kapulink, Y. **Gafny R. and Okon Y. Effect of Azospirillum Spp. (1985)**. Inoculation on root development and No, uptake in wheat (*Triticumaes teaum cv. Miriam)* in hydroponic systems. Canadian Journal of Botany; 63: 627-631.

Kaur, S, Gupta AK, Kaur N. (2005) seed primining increases crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpes. J. Agr. Crop sci. 191 :81-87.

Khan, A. G. (2006). Mycorrhizo remediation – an enhances form of phytore mediation. J. Zhejiang university Sci. B 7(7) : 503-514.

Koide, R. T. and Kabir Z. (2000) " Extradical hyphae of mycorrhizal fungus *Glomus intradices* Canhydrolyse organic phosphate " New phytol., 148, pp. 511.

Kramer, P. S. (1983). Water relations of plants. Academic press. pp. 342- 415.

Laegreid, M., Bockman O. C. and Kaarstod E. O. (1999) " Agriculture, Fertilizer and Environment " CABI publishing, pp 294.

Laheurte, F., Leyval I. and Berthelinj. (1990) " Root exudates of maize, pine and beech seedlings influenced by mycorrhizal and bacterial inoculation " symbiosis., 9, pp 111.

Lekberg, Y. and Koid R. T. (2005) " Arbuscular mycorrhizal fungi, rhizobic, available soil D and nodulation of grount (Arachis hypogaea) in Zimbabwe " Agr. Ecosyst. Environ., 110, 143.

Liang, X. L. Lin Y. C. Nian H. Xiel. X. (1982). The Effect of Low Phosphorus Stress on Main Physiological Traits of Different Maize Genotypypes [J]. Acta Agronomica sinical; 5: 137-146.

Li, X. L. and Christie P. (2001) " Changes in soil solution Zn and pH and uptake of Zn by arbuscular mycorrhizal red clover in Zn – containnated soil " chemosphere., 42, pp 201.

Ln, N. Zhou X. cui M. Yum Zhou J. Qin Y. Li Y. (2015). Colonization with Arbuscular Mycorrhizal fungi promotes the Growth of Morusalba L. seed lings under Greenhouse condition. Forests; 6(3): 734-747.

Louche- Tessandier, D., Samson, G., Hernandez- Sebastia, C., Chagvardiff, P., & Desjardins, Y. (1999). Importance of light and CO_2 on the effects of endomycorrizal colonization on growth and photosynthesis of potatoplanlets (Solanum tuberosum) in a invitro tripartite system. New phytol, 142: 239- 550.

Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. London, UK: Academic press.

Mc Donald, M. (2000). SEED PRIMING. PP: 287-325 In: Black Mand JD Bewley (eds.) seed technology and its biological basis Sheffield Academin press florida.

Mc Donald, M. B. (2000). SEED PRIMING. In " seed Technology and its Biolocal Basis " (M. Black and J. D. Bewley, Eds.), pp. 287- 325. Sheffield Academic press Ltd., Sheffield.

Miranda, D. Fischer G. Ulrichs c. (2011). The influence of Arbuscular Mycorrhizal Colonization on The Growth Parameters of Cape Gooseberry(*Physalisperaviana L.)*Plants Grown In A Salin Soil. *Journal of soil science and plant nutrition;* 11(2): 18-30.

Muckle, G. E. (2003), Ph. D. thesis, " the functioning of arbuscular mycorrhizal fungi in land under different agricultural management intensities ", Department of Animal and plant sciences, sheffield University.

Murungu, F. S., C. Chiduza, P. Nyamugafata, L. J. CLARK, W.R. Whalley, and W. E. Finch- Savage, (2004): Effects of ' on- farm seed priming ' on consecutive daily sowing occasions on the emergence and growth of maize in semiaridzimbabwe. Field Crops Res. 89, 49-57.

Musa, A, Harris D, Johansen C and Kumar J (2001) short duration chichpea to replace fallow after a man-rice: the role of on farm seed priming in the Hight Barind Tract of Banglandesh. Experi. Agri. 37(4): 509-521.

Mulimani, V. H., and Paramjyothi, S. (1995). Change in trypsin and chymotrypsin inhibitory activity on soaking of redgram (*Cajanus Cajan L.*). Plant Foods Human Nutr: 47, 185- 190.

Mulimani, V. H., and Vadiraj, S. (1994). Changes in trypsin and chymotrypsin inhibitory activity on soaking of sorghum *(sorghum bicolor L. Moench*).Plant Foods Human Nutr. 46,27-31.

Nadian, H., Smith, S. E., Alston, A. M. and Murray, R. S. (1996). Effects of soil compaction on plant growth, phosphorus uptake and morphological characteristics of vesicular- arbuscular mycorrhizal colonization of Trifolium subterraneum. New phytologist, 133: 303-311.

Neumann, E. George E. (2004). Colonisation with arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*.(Nicol. B. Gerd) enhanced phosphorus uptake from dry soil in sorghum bicolor(L.) plant and soil; 261(1-2): 245-255.

Parera, C. A. and Cantliff. DJ. (1994). Presowing seed priming Horticultural Reviews Volum 16 " Edited by Jannick. J. 119- 141.

Peterso, R. L. and Massicotte H. B. (2004). " Exploring structural definitions of levels on growth and yield of Wheat and maize crops grown ona phosphorus deficient sandy soil " Agri. Depart. Stellenbosch University.

Pill, W. G., and Necker, A. D. (2001). The effects of seed treatments on germination and estab- lishment of Kentucky bluegrass (Poa Pratense L.). Seed Sci. Technol. 29, 65-72.

Powell, A. A., Thornton, J. M., Matthews, S., and Yule, L. (1993). Invigoration of oil seed rape (*Brassica napus*) by aevated hydration. Seed Res, special Volume, 728-733.

Rashid, A. Harris, D. Holling ton, P. A. and Khattak, R. A. (2002). On-farm seed priming, a key technology for improving thliveli hood of resource poor farmers on saline lands. Center for Arid Zone studies. *University of wales, Jornal. Agriculture. Biological.* 5 :17-120.

Rashid, A., Harris, D., Hollington, P. A., and Khattak, R. a. (2004). On-farm seed priming: a key technology for improving the livelihood of resource- poor farmers on

saline lands. Tn: prospects for saline Agriculture. (Eds.): R. Ahmed and K. A. Malik. P423- 431, klauwer Academic Publishers Nether lands.

Razouk, R. Kajji A. (2015). Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on water Relation and Growth of Young Plum Trees under Severe Water Stress Conditions. International Journal of plant & soil science; 5(5): 300-312.

Rejali, F., Alizade A., Malakuti M. and Salehrastin N. (2007). Effect of mycorrhiza symbiotic relation ship arbescular on growth, yield and nutrient uptake in wheat plants under drought stress. Journal of soil water sciences, 21(2): 241-259.

Richardson, A. E., George T. S., Jakobsen I. and simpson R.J. (2007). Plant utilization of inositol phosphates. pp 242- 260, In: " Inositol phosphates: linking agriculture and the environment ".

Ross, J.P. (1980). Effect of nontreated field soil on sporulation of Vecicular- arbuscular mycorrhizal fungi associated with soybean. Phytopathology. 70: 1200-1205.

Rowse, H. R. (1995). Drum Priming ± A non- osmotic method of priming seeds. Seed sci. Technol. 24: 287-249.

Roy, N. K., and Srivastava, A. k. (1999). Effect of presoaking seed treatment on germination and amylase activity of wheat *(Triticum aestivum L.)* under salt stress condition. Rachis 18, 46-51.

Roy, N., and Srivastava, K. (2000). Adverse effect of salt stress conditions on chlorophyll content in wheat (*Triticum aestvum L.)* leaves and its amelioration through pre- soaking treatment. Ind. J. Agric. Sci. 70: 777- 778.

Ryan, M. H. and Angus J. F. (2003). " Arbuscular mycorrhizas in wheat and field pea crops on a low P soil: increased Zn Uptake but no increase in Puptake or Yield " plant soil., 250, pp 225.

Ryan, M. H. Van Herwaar den A. F., Angus J. F. and kirkegaard J. A. (2005). " Reduced growth of autumn – sown wheat in a low P soil is associated with high colonization by arbuscular mycorrhizal fungi " plant soil., 270, pp 275.

Sallam, H. A. (1999). Effect of some seed soaking treatments on growth and chemical components on faba bean plants under saline condition Ann. Agric. Sci. 44: 159- 171.

Selvaraj, T., & Chellappan, P. (2006). Arbuscular mycorrhizae: A diverse personality. Review paper. Central European Agricultural Journal, 7: 349-358.

Sharma, A. K. and Johri B. N. (2002). " Arbuscular mycorrhizae, interation in plants, rhizospher and soils " science publisher. INC, ENFILD, NH, USA.

Shenoy, V. V. and Kalagudi G. m. (2005). " enhancing plant phosphorus use efficiency for sustainable cropping " Biotechnol. Adv., 23, pp 501.

Sepahri, M., Saleh Rastin, N., Hossieni salkeden, G. and Khayam Nekoui, M. (2009). Effect of endophitic fungus pirifomospora indica on growth and resistance of H. Vulgar L. to salinity stress. Rangeland Journal, 3(3): 508-518**.(Inpersian). (Journal).**

Singh, B. B, D. R. Mohar and K. E. Dashiell (1997). Advancess in cowpea researches. II TA- JIRCAS, Ibadan, Nigeria.

Singh, G., Gill, S. S., and Sandhu, k.k. (1999). Improved performance of muskmelon (*Cucumis melo*) seeds with osmoconditioning. Acta Agrobot. 52, 121-126.

Smith, S. E., Smith F. A. and Jakobsen I. (2004). " Functional diversity in arbuscular mycorrhizal (AM) symbioses: the contribution of the mycorrhizal P uptake pathway is not correlated with mycorrhizal responses in growth or total P uptake " New Phytol., 162, pp. 511.

Srinivasan, K., Saxena, S., and Singh, B. B. 1999. Osmo. And hydropriming of mustard seeds to improve vigour and some biochemical activites. Seed sci. Technol. 27, 785-789.

Sung, Y. U., Cantliffe, D. J., Nagata, R., 1998. Using a puncture test to identify the role of seed coverings on thermotolerant lettuce seed germination. Journal of the American society for Horticultural science. 123, 1102-1106.

Suzuki, H., and Khan, A. A. (2001). Effective temperatures and duration fore seed humidification in snapbean *(Phaseolus Vulgaris L.*) seed sci. Technol. 28, 381-389.

Sylvia, D. M. and Neal, L. H. (1990). Nitrogen effects the phosphorus response of V A mycorrhiza. New phytol. 115: 303-310.

Taiz, L., and Zeiger, E. (2002). Plant physiology, 3 edn. Sinauer Associates, INC. publishers, sunder land, Massachuusetts.

Tarafdar, J. C. Marschner H. (1994). Efficiency of VAM hyphae in utilization of organic phosphorus by wheat plants. Soil science and plant nutrition; 40(4): 593-600.

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

Tawaraya, K., Naito M. and Wagatsuma T. (2006). " Solubilization of insoluble in organic phosphate by hyphal exudates of arbuscular mycorrhizal fungi " J. Plant Nutr., 29, pp 657.

Thonton, J. M., and Powell, A. A. (1992). Short term aerated hydration for the improvement of seed quality in *Brassca oleracea L.* Seed Sci. Res. 2, 41-49.

Thornton, J. M., Collins, A. R. S., and Powell, A. A. (1993). The effect of aerated hydration on DNA synthesis in embryos of Brassica oleracea L. Seed Sci. Res. 3, 195-199.

Trent, J. D., Wallace, l. l., Svejcar, T. J. and Christensen, S. (1998). Effect of grazing on growth carbonhydrate pools and mycorrhizae in winter wheate, Can J. Plant Sci. 68: 115-120.

Turk, M. A., Assaf T. A., Hammed K. M. and Tawaha A. M. (2006). " Significance of mycorrhizae " World J. Agric. Sci., 2, pp 16.

Turner, B. L., Richardson A. E. and Mullaney E. J., (2003). CABI, Wall- plant growth promotion " Biotechnol. Adv., 17, pp 319.

Widada, J. Damarjara D. I. and Kabirun S. (2007). The interactive effects of arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobacteria on the growth and nutrients uptake of sorghum in acid soil pp 173-177, Firrst International Meeting on Microbial phosphate solubilization " vela zquez E. and Rodriguez- Barrueco C. springer.

Wu, Q. Xia R. Hu Z. (2005). Effects of arbuscular mycorrhiza on drough tolerance of poncirus trifoliate. Ying Yong sheng tai xue bao = The Journal of applied coology / Zhongguo sheng tai xue xue hui, Zhongguo ke xue yuan shenyyang ying yong sheng tai yan jiu suo zhu ban; 16(3): 459- 463.

Abstract

Mycorrhiza fungi are useful soil microorganism wich can provide as on of a variety of bio-fertilizers a part of plants needs. The research was carried out to study the effects of Glomus intraradices, Glomus mosseae, Glomus fasciculatum and priming in the form of osmopriming, hydroperiming on the yield and yield components of bean sprouts in 1394-95, a field experiment was conducted at shahrood university of Technology faculty of Agriculture. The experiment was a factorial based on randomized complete block design with three replications. The first factor was mycorrhiza (m_2) inoculation with Glomus intraradices, (m_3) inoculation with Glomus mossea, (m_4) inoculation with Glomus fasciculatum, second factor in seed priming at four levels (p_1) Non-priming, (p_2) hydroperiming, (p_3) osmopriming, (p_4) hydroperiming and osmo priming combination. The results of this showed that the effects

of mycorrhizal fungi on the distance from the first node to the ground, number of branches, mycorrhizal symbiosis, biological yield and leaf dry weight. The effect of priming on the distance from the first node to the ground, stem dry weight, leaf dry weight, carotenoid, leaf area index, grain yield, number of pods per plant, number of branches, 100 seed weight, chlorophyll b, total chlorophyll content, protein percentage and nitrogen content the seeds were meaningful. The interaction between mycorrhiza and priming on the distance between the first node to the ground, leaf dry weight, leaf area index, number of branches, stem dry weight, leaf water content, carotenoid and mycorrhizal symbiosis were significant. The result of the comparison table showed that biological yield increased in the presence of mycorrhizal fungus Glomus mosseae(m_3). According to the result of 100 seed weight, chlorophyll b, total chlorophyll, seed protein, grain yield and seed nitrogen percent increased at hydropriming level(p_2). The distance from the first node to the surface of the ground and the mycorrhizal symbiosis increased at the osmopriming level(p_3). The combination of hydroosmopriming (p_4) on carotenoid and leaf area index had a positive effect. Ingeneral, the result of this research indication that the use of mycorrhizal fungi and seed priming increased the growth of blubber bean plant and improved morphological and physiological traits

Keywords : Blubbery beans, Mycorrhizal fungi, seed hydroperimiof nation and osmopriming of seeds.

Faculty of Agriculture

M.Sc. Thesis in Agroecology

Study the effects of mycorrhizae and seed priming on growth and yield of vigna sinesis

By: Fatemeh Mashayekhi

Supervisor:

Dr. Ahmad gholami

Advisor:

Dr. Hamid Abassdokht

january 2018