دانشکده کشاورزی

گروه زراعت

عنوان پایان نامه ارشد

تأثیر میکوریزا و اسید هیومیک بر روی برخی خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی مرزه در سطوح مختلف کود اوره

دانشجو

مهری گلشن

اساتید راهنما:

دکتر محمد رضا عامریان

دکتر حمید رضا اصغری

اساتید مشاور

مهندس مهدی رحیمی

دکتر فرزانه بهادری

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

تیر ماه ۱۳۹۳

پیوست شماره ۲

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده : کشاورزی

گروه : زراعت

پایان نامه کارشناسی ارشد خانم مهری گلشن

تحت عنوان: تأثیر میکوریزا و اسید هیومیک بر روی برخی خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی مرزه در سطوح مختلف کود اوره

در تاریخ ۹۳/۴/۲۳. توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد ... مورد ارزیابی و با درجه ... مورد پذیرش قرار گرفت.

اساتید راهنما	امضاء	اساتید مشاور	امضاء
نام و نام خانوادگی : دکتر محمد رضا عامریان		نام و نام خانوادگی : مهندس مهدی رحیمی	
نام و نام خانوادگی : دکتر حمید رضا اصغری		نام و نام خانوادگی : دکتر فرزانه بهادری	

اساتید داور	امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء
نام و نام خانوادگی : دکترمصطفی حیدری		نام و نام خانوادگی : دکتر حسن مکاریان	
نام و نام خانوادگی : دکتر مجتبی ممرآبادی			
نام و نام خانوادگی :			
نام و نام خانوادگی :			

تعهد نامه

اینجانب **مهری گلشن** . دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **اگرواکولوژی** دانشکده .**کشاورزی** دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **تأثیر میکوریزا و اسید هیومیک بر روی برخی خصوصیات گیاه دارویی مرزه در سطوح مختلف کود اوره.** تحت راهنمائی **دکتر محمد رضا عامریان و دکتر حمید رضا اصغری** 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 ۹۳/۹/۱۵

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.

با یک عصای چوبی هم می توان دوید،

گر بالهای تفکر ما بازتر شود،

گر آن درخت سیب خیالات ما بین زمین و آسمان خدا بارور شود...

به نام پروردگار هستی، بخش آغاز و با نام او این دست نوشته حقیر را تقدیم می کنم:

تقدیم به همراهان همیشگی ام

پدرم و مادرم

تشکر و قدردانی

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

با سپاس از سه وجود مقدس:

آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم...

موهایشان سپید شد تا ما روسفید شویم...

و عاشقانه سوختند تا گرمابخش وجود ما و روشنگر راهمان باشند

پدرم، مادرم و استادانم...

چکیده

هدف اصلی کشاورزی پایدار کاهش نهاده‌های مصرفی، افزایش چرخه داخلی عناصر غذایی خاک از طریق کاهش خاک ورزی و استفاده از کودهای زیستی بجای کودهای شیمیایی در جهت افزایش عملکرد محصولات کشاورزی است. مواد شیمیایی نقش مهمی در افزایش محصولات کشاورزی دارد اما سبب به خطر افتادن سلامت ومحیط زیست می شود. به همین دلیل به کارگیری اصول اکولوژیک در تولید غذا جایگزین مواد شیمیایی در کشاورزی پایدار شده است، از اینرو به منظور بررسی تأثیر میکوریزا و اسید هیومیک بر روی برخی خصوصیات گیاه دارویی مرزه در سطوح مختلف کود اوره در سال زراعی ۹۲ ـ ۹۱ در محل گلخانه تحقیقاتی مرکز آموزش علمی و کاربردی جهاد کشاورزی شهرستان سمنان آزمایشی بصورت فاکتوریل و در قالب پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتور کودی شامل : کود اوره در سه سطح: ۰ ، ۱۲۵ و ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار و میکوریزا در سه سطح: عدم کاربرد، گونه *Glomus mosseae* و گونه *Glomus interaradices* و اسید هیومیک در دو سطح عدم کاربرد وکاربرد۲ کیلوگرم در هکتار بودند. نتایج نشان داد مصرف کود شیمیایی اوره باعث افزایش صفاتی مانند عملکرد تر و خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، ارتفاع، سطح برگ، عملکرد اسانس، رنگدانه‌های فتوسنتزی شد. همچنین تلقیح میکوریزا نیز اثر معنی‌داری بروزن خشک ریشه، عملکرد اسانس، رنگریزهای فتوسنتزی و کلونیزاسیون ریشه داشت. کاربرد اسید هیومیک اثر معنی داری بر عملکرد و بازده اسانس نداشت ولی باعث افزایش وزن خشک ریشه رنگریزهای فتوسنتزی و غلظت NPK گیاه شد و نتایج نشان داد در کاربرد تلفیقی کودها، کاربرد مقادیر مختلف کود اوره و گونه‌ی *interaradices* بیشترین اثر را بر صفات اندازه گیری داشت. به نظر می رسد تلفیق مقادیر مختلف کود اوره و میکوریزا گونه *interaradices* با تأثیر بر برخی از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک باعث بهبود شرایط رشد گیاه مرزه شد.

کلمات کلیدی: مرزه، میکوریزا،رنگریزهای فتوسنتزی ، اسانس، اسید هیومیک

مقالات چاپ شده از این پایان نامه عبارتند از:

- ارزیابی اثر اسید هیومیک و میکوریزا گونه *G.intraradices* بر تعدادی از خصوصیات گیاه دارویی مرزه *(Satureja hortensis)* سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران.۸ الی ۱۰ بهمن ۹۲ در دانشگاه شهید چمران اهواز

- ارزیابی اثر میکوریزا *G.mosseae* و نیتروژن بر روی برخی خصوصیات کی و کیفی مرزه *(Satureja hortensis)* . سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران.۸ الی ۱۰ بهمن ۹۲ در دانشگاه شهید چمران اهواز

ـ بررسی برخی صفات کمی گیاه دارویی مرزه (*satureja hortensis*) *در واکنش به مقادیر مختلف کود نیتروژن و اسید هیومیک*. سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران.۸ الی ۱۰ بهمن ۹۲ در دانشگاه شهید چمران اهواز

ـ بررسی برخی صفات مورفولوژیک گیاه دارویی مرزه (*satureja hortensis*) در پاسخ به کودهای آلی و بیولوژیک . سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران.۸ الی ۱۰ بهمن ۹۲ در دانشگاه شهید چمران اهواز

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه و کلیات	
۱- ۱- مقدمه	۲
۱- ۲- مبدأ وتاریخچه کشت مرزه	۷
۱- ۳- گیاه شناسی مرزه	۷
۱- ۴- خصوصیات زراعی و فیزیولوژیک مرزه	۹
۱- ۵- اهمیت اقتصادی مرزه در زندگی بشر	۹
۱- ۶- گونه‌های مرزه	۱۰
۱- ۷- ترکبات شیمیایی	۱۱
۱- ۸- قارچ میکوریزا	۱۱
۱- ۹- میکوریزا و اثرات تغذیه‌ای در گیاه میزبان	۱۲
۱- ۱۰- نقش میکوریزا در بهبود جذب آب	۱۳
۱- ۱۱- میکوریزا و اختصاص مواد فتوسنتزی	۱۳
۱- ۱۲- میکوریزا و واکنشهای مرفوفیزیولوژیکی	۱۴
۱- ۱۳- جنبه‌های زیست شناختی میکوریزا	۱۴
۱- ۱۴- اسید هیومیک	۱۶
۱- ۱۵- جایگاه هیومیک اسید در دنیا	۱۸
۱- ۱۶ دوام اثر زیاد کودهای هیومیکی در خاک	۱۹
۱- ۱۷-نیتروژن	۲۰
۱- ۱۷-۱- اهمیت و نقش نیتروژن در گیاهان	۲۰
۱- ۱۷-۲- فرمهای قابل استفاده نیتروژن	۲۱
۱- ۱۷-۳- منابع تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه	۲۱
۱- ۱۷-۳-۱- منابع طبیعی وآلی نیتروژن	۲۲
۱- ۱۷-۳-۲- کودهای شیمیایی نیتروژن	۲۲
۱- ۱۷-۳-۲-۱- کود اوره.	۲۲
۱- ۱۷-۴-مضرات و زیان‌های مصرف کودهای شیمیایی (نیتروژنه)	۲۳
فصل دوم: بررسی منابع	
۲- ۱- عوامل محیطی مؤثر بر رشد و استقرار مرزه	۲۶
۲- ۲- مواد و عناصر غذایی مورد نیاز مرزه	۲۶
۲- ۳- تأثیر همزیستی میکوریزا بر رشد گیاهان دارویی	۲۶
۲- ۴- تأثیر میکوریزا بر خصوصیات فیزیولوژیکی گیاهان	۳۰
۲- ۴- ۱- تأثیر میکوریزا بر جذب عناصر غذایی	۳۱
۲- ۴- ۲- تأثیر میکوریزا بر جذب فسفر توسط گیاهان میزبان	۳۱
۲- ۴- ۳- اثرکودهای معدنی و آلی روی میکوریزا	۳۲
۲- ۵- تأثیر اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی گیاهان	۳۳
۲- ۵- ۱- عملکرد و اجزای عملکرد	۳۳

۲- ۵- ۲- افزایش وزن تر و خشک ساقه و ریشه ۳۴
۲- ۵- ۳- افزایش رشد ریشه و ساقه ۳۴
۲- ۵- ۴- افزایش سطح برگ و فاکتورهای رشدی ۳۵
۲- ۶- تأثیر اسید هیومیک بر خصوصیات فیزیولوژیک گیاهان ۳۶
۲- ۶- ۱- میزان فتوسنتز ۳۶
۲- ۶- ۲- محتوی کلروفیل ۳۶
۲- ۶- ۳- ایجاد توازن در عناصر غذایی ۳۷
۲- ۶- ۴- تعدیل pH ۳۸
۲- ۶- ۵- مقاومت گیاهان نسبت به خشکی با افزایش کارایی مصرف آب ۳۸
۲- ۶- ۶- حفظ و رطوبت خاک ۳۹
۲- ۷- تأثیر اسیدهیومیک بر جمعیت میکرواورگانیسم‌های خاک ۳۹
۲- ۸- تأثیر کاربرد نیتروژن بر گیاه ۴۰
۲- ۸ - ۱- تأثیر نیتروژن بر خصوصیات رشدی گیاه میزبان ۴۰
۲- ۸- ۲- تأثیر نیتروژن بر خصوصیات فیزیولوژیک گیاه ۴۳
۲- ۸- ۲- ۱- تأثیر نیتروژن بر میزان فتوسنتز و محتوی کلروفیل ۴۳
۲- ۸- ۲- ۲- تأثیر نیتروژن بر اسانس و عملکرد اسانس ۴۳
۲- ۸- ۲- ۳- تأثیر نیتروژن در تلفیق با میکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ۴۴

فصل سوم:مواد و روش‌ها

۳- ۱- زمان و محل آزمایش ۴۸
۳- ۲- موقعیت جغرافیایی شهرتان سمنان ۴۸
۳- ۳- شرایط آب و هوایی محل اجرای آزمایش ۴۸
۳- ۴- عملیات اجرایی ۴۸
۳- ۴- ۱- نوع و قالب طرح آزمایشی ۴۸
۳- ۴- ۲- مشخصات کرت‌ها ۴۹
۳- ۴- ۳- عملیات آماده‌سازی زمین و اعمال تیمارها ۴۹
۳- ۴- ۴- کاشت بذر مرزه ۵۱
۳- ۴- ۵- عملیات داشت ۵۱
۳- ۴- ۶- نمونه‌برداری و اندازه‌گیری‌ها ۵۱
۳- ۴- ۷- برداشت نهایی ۵۲
۳- ۵- صفات زراعی و مرفولوژیک ۵۲
۳- ۵- ۱- اندازه‌گیری سطح برگ گیاهان ۵۲
۳- ۵- ۲-طول ریشه ۵۲
۳- ۵- ۳-ارتفاع بوته ۵۲
۳- ۶- صفات فیزیولوژیک ۵۲
۳- ۶- ۱- استخراج اسانس ۵۲
۳- ۶- ۲- اندازه‌گیری ازت به روش تیتراسیون بعد از تقطیر (کجلدال) ۵۳
۳- ۷- ۳- اندازه‌گیری پتاسیم به روش نشر شعله‌ای ۵۴

۳- ۸- ۴- اندازه‌گیری فسفر به روش کالریمتری (رنگ زرد، مولیبدات، وانادات ۵۵
۳- ۹- ۵- اندازه‌گیری رنگیزه‌های گیاهی ۵۵
۳- ۹- ۶- تعیین درصد کلونیزاسیون ریشه‌ها ۵۶
۳- ۷- تجزیه و تحلیل آماری داده ها ۵۶
فصل چهارم: نتایج و بحث
۴- ۱- صفات رویشی ۶۰
۴- ۱- ۱- وزن تر اندام هوایی ۶۰
۴- ۱- ۲- وزن خشک اندام هوایی ۶۱
۴- ۱- ۳- وزن خشک ریشه (تک بوته) ۶۲
۴- ۱- ۴- ارتفاع بوته ۶۶
۴- ۱- ۵- سطح برگ ۶۸
۴- ۲- صفات فیزیولوژیک ۷۱
۴- ۲- ۱- درصد اسانس ۷۱
۴- ۲- ۲- عملکرد اسانس ۷۲
۴- ۲- ۳-رنگیزه‌های فتوسنتزی ۷۷
۴- ۲- ۳- ۱-کلروفیل a ۷۷
۴- ۲- ۳- ۲- کلروفیل b ۸۱
۴- ۲- ۳- ۳-کلروفیل کل ۸۳
۴- ۲- ۳- ۴- کارتنوئید ۸۶
۴- ۲- ۴- کلونیزاسیون میکوریزایی ۸۷
۴- ۲- ۵- نیتروژن گیاه ۸۹
۴- ۲- ۶- فسفر گیاه ۹۱
۴- ۲- ۷- پتاسیم گیاه ۹۵
نتیجه‌گیری ۹۹
پیشنهادات ۱۰۰
منابع ۱۰۱
پیوست ۱۲۹

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
۴-۱- اثر سطوح مختلف کود اوره بر وزن تر اندام هوایی مرزه	۶۱
۴-۲- اثرسطوح مختلف کود اوره بر وزن خشک اندام هوایی مرزه	۶۲
۴-۳- اثر متقابل سطوح مختلف کود اوره و میکوریزا بر وزن خشک ریشه (تک بوته) مرزه	۶۳
۴-۴- اثر متقابل سطوح مختلف کود اوره و اسید هیومیک بر وزن خشک ریشه(تک بوته) مرزه	۶۴
۴-۵- اثر متقابل سطوح مختلف قارچ میکوریزا و اسید هیومیک بر وزن خشک ریشه(تک بوته) مرزه	۶۵
۴-۶- اثر متقابل کود اوره و قارچ میکوریزا بر ارتفاع بوته مرزه	۶۸
۴-۷- اثر متقابل سطوح مختلف کود اوره و قارچ مایکوریزا بر سطح برگ مرزه	۶۹
۴-۸- اثر متقابل سطوح مختلف قارچ میکوریزا و اسید هیومیک بر سطح برگ مرزه	۷۰
۴-۹- اثر سطوح اسید هیومیک بر درصد اسانس	۷۲
۴-۱۰- اثر متقابل قارچ میکوریزا و کود اوره بر عملکرد اسانس مرزه	۷۵
۴-۱۱- اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک بر عملکرد اسانس مرزه	۷۷
۴-۱۲- اثر متقابل قارچ میکوریزا و کود اوره بر کلروفیل a برگ مرزه	۷۹
۴- ۱۳- اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک بر کلروفیل a برگ مرزه	۸۰
۴-۱۴- اثر متقابل قارچ میکوریزا و اسید هیومیک بر کلروزفیل a برگ مرزه	۸۱
۴-۱۵- اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک بر کلروفیل b برگ مرزه	۸۲
۴-۱۶- اثر متقابل قارچ میکوریزا و اسید هیومیک بر کلروفیل b برگ مرزه	۸۳
۴-۱۷- اثر متقابل قارچ میکوریزا و کود اوره بر کلروفیل کل برگ مرزه	۸۴
۴-۱۸- اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک بر کلروفیل کل برگ مرزه	۸۵
۴-۱۹- اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک بر کارتنوئید برگ مرزه	۸۶
۴-۲۰- اثر متقابل قارچ میکوریزا و اسید هیومیک بر کارتنوئید برگ مرزه	۸۷
۴-۲۱- اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک بر غلظت نیتروژن اندام هوایی نیتروژن	۹۱
۴-۲۲- اثر متقابل کود اوره و قارچ میکوریزا بر فسفر اندام هوایی گیاه مرزه	۹۲
۴-۲۳- اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک بر فسفر اندام هوایی گیاه مرزه	۹۴
۴-۲۴- اثر متقابل کود اوره و قارچ میکوریزا بر غلظت پتاسیم اندام هوایی مرزه	۹۷
۴- ۲۵- اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک بر غلظت پتاسیم اندام هوایی مرزه	۹۸

فهرست جداول

جدول	صفحه
۳-۱- نتایج تجزیه آنالیز کود اسید هیومیک	۵۰
۳-۲- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک آزمایش	۵۰
۴-۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح کود اوره، اسید هیومیک و قارچ میکوریزا بر وزن خشک ریشه تک بوته گیاه مرزه (گرم بر متر مربع)	۶۶
۴-۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح کود اوره، اسید هیومیک و قارچ میکوریزا بر سطح برگ گیاه مرزه	۷۱
۴-۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح کود اوره، اسید هیومیک و قارچ مایکوریزا بر درصد کلونیزاسیون	۸۹
۴-۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح کود اوره، اسید هیومیک و قارچ میکوریزا بر درصد فسفر اندام هوایی مرزه	۹۵
۴-۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح کود اوره، اسید هیومیک و قارچ میکوریزا بر درصد پتاسیم اندام هوایی مرزه	۹۸

فهرست جدول‌های پیوست

پیوست ۱- میانگین مربعات عملکرد تر و خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه(تک بوته)، تحت تأثیر تیمارهای مختلف نیتروژن، قارچ میکوریزا و اسید هیومیک	۱۳۰
پیوست ۲- میانگین مربعات ارتفاع بوته و سطح برگ تحت تأثیر تیمارهای مختلف نیتروژن، قارچ میکوریزا و اسید هیومیک	۱۳۱
پیوست ۳ـ میانگین مربعات عملکرد و درصد اسانس تحت تأثیر تیمارهای مختلف نیتروژن، قارچ میکوریزا و اسید هیومیک	۱۳۲
پیوست ۴ ـ میانگین مربعات کلروفیل a، b و کلروفیل کل و کارتنوئید تحت تأثیر تیمارهای مختلف نیتروژن، قارچ میکوریزا و اسید هیومیک	۱۳۳
پیوست ۵ ـ میانگین مربعات درصد همزیستی تحت تأثیر تیمارهای مختلف نیتروژن قارچ میکوریزا و اسید هیومیک	۱۳۴
پیوست ۶ ـ میانگین مربعات غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندام هوایی گیاه تحت تأثیر تیمارهای مختلف نیتروژن، قارچ میکوریزا و اسید هیومیک	۱۳۵

...

.

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه:

با آن که امروزه درمان بیماریها بیشتر از طریق مصرف داروهایی صورت می گیرد کـه منشـأ صـنعتی دارند و اختصاصاً در آزمایشگاه ها تهیه می شوند ولی مصرف بعضی از آنها زیان هـایی بـه بـدن مـی رساند و عوارض جانبی بسیاری از آنها ثابت شده است. در اوایل قرن حاضـر پیشـرفت علـم شـیمی و کشف سیستم های پیچیده ی سنتز ارگانیک منجر به توسعه ی صنعت داروسازی و جایگزینی شیمی درمانی شد. بدین طریق پزشکی مدرن توانست بسیاری از بیماری ها غیرقابل علاج و غالباً مرگ آور را درمان کند. با وجود این گیاهان دارویی و داروهایی که از آنها تهیه می شدند هرگز به طور کامل کنار گذاشته نشدند. تقریبا یک چهارم داروهای تهیـه شـده ی دنیـا داروی منشـأ گیـاهی هسـتند کـه یـا مستقیماً از گیاهان عصاره گیری شده اند و یا براساس ترکیب گیاهی، سـنتز شـده انـد. واژه گیاهـان دارویی تنها به تسکین دهنده آلام مردم اطلاق نمی شود بلکه این گیاهان در زیر گروه غذا به عنـوان طعم دهندهها، نوشیدنی ها، شیرین کننده ها، رنگ طبیعی و حشره کش ها و همچنین به عنوان ماده اولیه محصولات آرایشی و بهداشتی نیز مورد استفاده قرار می گیرند(امیدبیگی،۱۳۷۶).

با نظری اجمالی به فرهنگ مصرف داروهای گیاهی در ایران متوجه میراث بـا ارزش ایـن گیاهـان در طب غنی سنتی ایران می شویم. از طرفی فلات وسیع ایران از اقلیمها و محیط های گوناگون برخوردار است به همین دلیل بش از ۷۵۰۰ گونه گیاهی مختص به ایران است. از این رو به حق فلور ایران یکی از منابع داروخیز جهان محسوب می شود. از آنجایی که گیاهان وحشی در محدوده هـای جغرافیـایی گسترده ای یافت می شود، جمع آوری و دسترسی به آنها از نظر اقتصادی مقرون به صـرف نیسـت و استفاده از گیاهان وحشی جوابگوی صنایع داروسازی نخواهد بود و چنین استفاده ی انبـوه از گیاهـان طبیعت مسلماً موجب نابودی آنها خواهد شد. از این رو نسبت به کشت این گیاهان در سطوح زراعـی اقدامات مفیدی در سطح کشور انجام شده است. گزارش شده است که انسان دیر و یا زود چاره ای به جز بازگشت به طبیعت خود نخواهد داشت. از این رو، در کشورهای توسعه یافته اقدامات وسیعی را در توسعه و پیشرفت کشت و استفاده از گیاهان دارویی انجام شده است (امید بیگی، ۱۳۷۶).

قدمت شناخت خواص دارویی گیاهان، شاید بیرون از حافظه تـاریخ باشـد. یکـی از دلایـل مهـم ایـن قدمت، حضور باورهای ریشه دار مردم سرزمینهای مختلف در خصوص استفاده از گیاهان دارویی است. اطلاعات مربوط به اثرها و خواص دارویی گیاهان، از زمانهای بسیار دور بتدریج سینه به سینه منتقـل گشته، با آداب و سنن قومی در آمیخته و سرانجام در اختیار نسلهای معاصر قرار گرفتـه اسـت. طبـق برخی سنگ نبشه ها و شواهد دیگر به نظر می رسد مصریان و چینیان در زمره نخستین اقوام بشـری

بوده باشند که بیش از ۲۷ قرن قبل از میلاد مسیح، از گیاهان به عنوان دارو استفاده کرده و حتی برخی از گیاهان را برای مصرف بیشتر در درمان دردها کشت داده اند (توکلی دینایی، ۱۳۸۸).

آشنایی انسان با گیاهان و خواص معجزه آسای آن‌ها پیشینه‌ای طولانی و کهن دارد. انسان‌های اولیه گیاهان را برای مصارف غذایی و پزشکی از مراتع و جنگل‌ها جمع‌آوری می‌کردند و به ضرورت نیازمندیشان به تدریج با خواص گیاهان و تاثیر آن‌ها بر سلامت خویش آشنا شدند. اولین تجربیات بشر در زمینه گیاهان دارویی مربوط به بررسی رفتار حیوانات نسبت به گیاهان‌دارویی و استفاده از آن-ها بوده است (شاهرودی، ۱۳۸۴).

در تمدن‌های گذشته گیاهان از تقدس بسیار بالایی برخوردار بودند، آن گونه که ار آن به عنوان عامل سلامت روح و جسم آدمی یاد کرده‌اند. در حدود۷۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در دوران آریایی‌ها، نخستین پزشک و جراح آریایی با نام تریتا که مردی دانا و توانا بود با گیاهان و خواص آن‌ها آشنایی فراوان داشت و برای درمان بیماری‌ها از عصاره‌هایی که خود از گیاهان استخراج می‌کرد استفاده می-نمود (قاسمی، ۱۳۸۸).

مصریان ۵۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح از گیاهان دارویی استفاده می‌کردند، برای مثال از زیره سبز،مرزنجوش و بادیان (انیسون) در مومیایی اجساد استفاده می‌کردند. در تمدن های مهم دنیا نظیر ایران باستان، یونان، مصر، خاورمیانه، هند و چین نشانه‌های بسیاری از شناخت و کاربرد گیاهان دارویی در ۳۰۰۰ سال پیش یافت می‌شود. سایر تمدن‌ها مانند بابلیان، آشوریان، مادها و تمدن اسلامی مهد پیشرفت در زمینه شناخت گیاهان دارویی بودند (توکلی دینانی، ۱۳۸۸).

از قرن هشتم تا دهم میلادی در ایران دانشمندان بزرگی چون ابوریحان بیرونی (اولین دارونامه با فهرست داروهای طبیعی را در جهان تدوین کرد)، زکریای رازی (استاد و طبیب برجسته در بغداد که طب المنصوری و ۲۴ کتاب دیگر را در شرح تجویز دارو از منابع گیاهی به رشته تحریر در آورد) و حکیم ابو علی سینا (صاحب کتاب قانون، که از مشهورترین آثار پزشکی دنیا محسوب می شود و به بیان خواص ۸۱۱ داروی گیاهی و خواص آن پرداخت)، علی الهروی، زهراوی، جرجانی، محمد مومن حسینی، خاندان بختیشوع و دیگران در این عرصه فعال بوده‌اند. این آثار در همان زمان با ترجمه به زبان لاتین در اختیار اروپائیان قرون وسطی قرار گرفت و با تدریس آن در دانشگاه‌های مهم اروپایی مقدمات انجام یکی رنسانس در آن کشورها فراهم آمد (قاسمی، ۱۳۸۸).

فاروقی دانشمند مسلمان و هندی اثر ارزشمندی به نام گیاهان در قرآن نگاشته که به بیان ارزش و خواص گیاهانی که در کتاب آسمانی آمده است، می‌پردازد. برای نمونه در قرآن مجید به گیاهان

دارویی و محصولات فرعی متعددی نظیر گزانگبین و خارشتر در سوره‌های بقره (آیه ۵۷)، اعراف (آیه ۱۶۰) و طه (آیه ۸۱)، نخل زیتون، انگور،گز،کافور، زنجبیل، پیاز، سیر،انار، کدو، سدر، انجیر، خردل، موز،ریحان اشاره شده است (توکلی دینایی، ۱۳۸۸).

به تدریج با شناخت و ساخت ترکیبات شیمیایی و اندک زمانی پس از رویکرد همگان به داروهای شیمیایی، مصرف این قبیل داروها به دلیل عوارض جانبی آن‌ها که ناشی از ترکیبات ناخالص و بینابینی است که هنگام سنتز آن ایجاد می شود با تردید روبرو شد. امروزه مشخص شده که مواد مکمل گیاهی در کنار خواص دارویی آن‌ها از بروز اثرات جانبی نیز جلوگیری می کند و بدن نسبت به مواد طبیعی در داروهای گیاهی حساسیت نشان نمی دهد. لذا به تدریج از اواسط قرن بیستم داروهای گیاهی در بسیاری از موارد جایگزین داروهای شیمیایی شد به طوری که قرن حاضر را رنسانس گیاهان دارویی نام نهاده‌اند (امید بیگی، ۱۳۸۶). اکنون زمینه برای انجام تحقیقا گسترده بر روی گیاهان دارویی فراهم شده و داروهایی با ماده موثر طبیعی افق جدیدی را برای جامعه پزشکان، داروسازان و پژوهشگران کشور گشوده است.

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

مواد شیمیایی نقش مهمی در افزایش محصولات کشاورزی دارد اما سبب به خطر افتادن سلامت ومحیط زیست می شود. به همین دلیل به کارگیری اصول اکولوژیک در تولید غذا جایگزین مواد شیمیایی در کشاورزی پایدار شده است. در نظام های پایدار بر نقش میکرو ارگانیسم ها در چرخش عناصر غذایی تأکید شده است، میکرو- ارگانیسم ها خاک را پویا نگه داشته و رابط بین خاک و گیاه برای انتقال مواد غذایی از خاک به گیاه به شمار می آیند و باعث افزایش محصول، بالا رفتن کیفیت تولیدات کشاورزی و کنترل بیماری های گیاهی می شوند (کوچکی وهمکاران ۱۳۸۸).

یکی از ارکان اصلی درکشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم های زراعی با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهادهای شیمیایی است (شارما، ۲۰۰۲) کودهای زیستی شامل مواد نگهدارنده با جمعیت متراکم یک یا چندنوع ارگانیسم مفید خاکزی ویابه صورت فرآورده متابولیکی این موجودات می باشند که به منظور تامین عناصر غذایی مورد نیازگیاه در یک اکوسیستم زراعی بکار می روند. از آنجایی که تاکید عمده کشاورزی پایدار بر روی افزایش کیفیت و پایداری

عملکرد و محصولات کشاورزی مـی باشـد و نیـز مطالعـات انجـام شـده بـر روی گیاهـان دارویـی در اکوسیستم طبیعی و زراعی گویای آن است که استفاده از نظام کشاورزی پایدار بهترین شرایط را برای تولید این گیاهان فراهم می آورد وحداکثر عملکرد کمی و کیفی در چنین شرایطی حاصل می گـردد. (شریفی عاشور آبادی، ۱۳۸۱). بنابراین رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت اسـتقرار ایـن سیستم و بکار گیری روشهای مدیریتی انها می باشد.

گر چه استفاده از کودهای بیولوژیک در کشاورزی قدمت زیادی دارد ولی بهره برداری علمـی از ایـن گونه منابع سابقه چندانی ندارد. هر چند کاربرد این کودها در چند دهه اخیر کاهش یافته ولی امروزه با توجه به مشکلاتی که مصرف بی رویه کودهای شیمیایی به وجـود آورده اسـت اسـتفاده از آنهـا در کشاورزی مجددا مطرح شده است (آستارایی و کوچکی،۱۳۷۵) و سـعی بـر آن اسـت تـا از پتانسـیل ارگانیسم های خاک و مواد آلی به منظور حداکثر تولید در ضمن توجـه بـه کیفیـت خـاک و رعایـت بهداشت و ایمنی محیط زیست استفاده گردد (معلم و عشقی زاده، ۱۳۸۶).

امروزه کودهای بیولوژیک به عنوان یک جایگزین برای کودهای شیمیایی با هدف افزایش باروری خاک و تولید محصولات در کشاورزی پایدار محسوب میشوند (ویو و همکاران، ۲۰۰۵).

کودهای بیولوژیک در مقایسه با مواد شیمیایی مزیت های قابل توجهی دارند از آن جمله این کـه در چرخه غذایی، مواد سمی تولید نمی کنند، قابلیت تکثیر خودبخودی دارند، باعث اصـلاح خصوصـیات فیزیکی وشیمیایی خاک می شوند (معلم و عشقی زاده، ۱۳۸۶) و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه و از دیدگاه زیست محیطی قابل پذیرش هستند.

رویکرد روز افزون به استفاده از گیاهان دارویی در سطح جهانی اهمیت کشت وتولید ایـن گیاهـان را روشن تر می سازد. در حال حاضر تقاضا برای گیاهان دارویی به عنوان تولیدات قابل مصرف در صنایع بهداشتی و دارویی در حال افزایش است (هسل و همکاران، ۲۰۰۶).

کیفیت خاک نه تنها به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن وابسته است بلکه ارتباط بسیار نزدیکـی بـا خصوصیات بیولوژیکی آن نیز دارد (ابین مسـتو و همکـاران، ۲۰۰۶). یـک سیسـتم ریشـه ای فعـال، ترکیبات آلی را بطور منظم به محیط ریشه گیاه آزاد می کند. این ترکیبـات سـبب رشـد و افـزایش جامعه میکروبی خاک شده که بدنبال آن تنـوع کـارکردی را تحـت تـاثیر قـرار مـی دهـد(منـدال و همکاران، ۲۰۰۷). اهمیت جوامع میکروبی برای کارکرد یک اکوسیستم(پترا و همکاران، ۲۰۰۷) بدلیل نقش مهمی است که در فرایندهای خاک که تعیین کننده تولید گیاه می باشند، ایفا می کنند (تیلکا

و همکاران، ۲۰۰۵). تعداد قابل توجهی از گونه های باکتریایی و قارچی خاک دارای روابط کارکردی با گیاهان بوده و اثرات مفیدی بر رشد آنها دارند (وزی، ۲۰۰۳). امروزه عقیده بر این است که روابط متقابل بین ریشه گیاه و ریزموجودات خاک از طریق فعالیتهای کشاورزی و صنعتی تحت تاثیر قرار گرفته است(لینچ، ۲۰۰۲). از آنجا که در یک سیستم خاک-گیاه، رایزوسفر حکم مرکز ثقل انرژی در خاک است، لذا هر تغییری در مدیریت حاصلخیزی خاک اعم از توازن یا عدم توازن کود دهی و یا استفاده از مواد آلی و غیره، بازخوردپس خور زیادی در رابطه خاک- گیاه داشته و در نتیجه تولیدات کشاورزی و پایداری بوم نظام را تحت تاثیر قرار می دهد (مندال و همکاران، ۲۰۰۷).

کودهای بیولوژیک در حقیقت موادی شامل انواع ریز موجودات آزادزی بوده (چن،۲۰۰۶ ووزی، ۲۰۰۳). که طی فرایندهای بیولوژیکی توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از فرم غیر قابل دسترس به فرم قابل دسترس داشته (ریجرنر و همکاران،۲۰۰۴؛ وزی، ۲۰۰۳) و منجر به توسعه سیستم ریشه ای و جوانه زنی بهتر بذور می گردند (چن، ۲۰۰۶).

اهمیت قارچهای میکوریزا در کشاورزی پایدار، اساساً به نقش این قارچها بعنوان عامل رابط بین گیاه و خاک مربوط می‌شود. این قارچها عامل انتقال مواد غذایی بین گیاه و خاک بوده و در حفاظت و تغذیه خاک همانند تغذیه گیاه تأثیر دارند. تأکید زیاد به اهمیت خاک در کشاورزی پایدار، سبب شده است که در مطالعات و روش‌های کاربرد قارچهای میکوریزا، دیدگاه جدیدی فراهم شود. هرچند که هنوز هم انتخاب قارچهای میکوریزای VA مناسب برای استفاده در کشاورزی، بیشتر با حدس و گمان صورت می‌گیرد (غلامی و کوچکی، ۱۳۸۰).

با توجه به اهمیت و نقش گیاهان دارویی در صنایع مختلف، نکته حائز اهمیت در تولید و پرورش این گونه های ارزشمند، افزایش تولید زیست توده آنها بدون کاربرد نهاده های مضر شیمیایی اعم از کود یا سموم دفع آفات و علف های هرز می باشد. مدیریت صحیح استفاده از گونه های میکروبی همیار با گیاهان دارویی در بهبود عملکرد و کیفیت آنها تأثیر گذار خواهد بود (عبدالجلیل و همکاران، ۲۰۰۷).

کودهای آلی نیز در بکارگیری اصول اکولوژیک در کشاورزی پایدار نقش به سزایی دارند. یک خاک حاصلخیز بایستی حداقل دارای بیش از دو درصد کربن آلی باشد. مواد آلی با تأمین انرژی مورد نیاز میکروارگانیسم‌ها نقش مهمی در چرخه عناصر غذایی خاک دارند، از طرف دیگر مواد الی به لحاظ ساختمان خاص خود دارای قدرت کمپلکس کنندگی عناصر غذایی می‌باشند، بطوری که قابلیت جذب عناصر غذایی را برای گیاه افزایش می‌دهند (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). اضافه نمودن مواد آلی به خاک از جمله اسید هیومیک سبب افزایش قابلیت نگهداری و نفوذ پذیری آب و ایجاد تهویه مناسب

می‌شود و سله بستن خاک و وزن مخصوص ظاهری آن را کاهش می‌دهد به علاوه اینکه میـزان مـواد غذایی، قابلیت کشت را بهبود می‌بخشد (لمپکین، ۱۹۹۰). ترکیبات هوموسی مواد آلی، دو نـوع اسـید آلی مهم به نام‌های اسید هیومیک و اسید فولویک که هر دو جزء هومین هستند می‌باشند که از منابع مختلف نظیر خاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده، زغال سنگ و ... استخراج می‌شوند و در اندازه مولوکولی و ساختار شیمیایی متفاوت هستند (سباهاتین و نکدت، ۲۰۰۵). ترکیبات هوموسی موجـود در ماده آلی با دارا بودن مواد محرک رشد، سبب رشد بهتـر گیـاه و افـزایش عملکـرد آن مـی‌گردنـد. مقادیر بسیار کم اسیدهای آلی اثـرات قابـل ملاحظـه‌ای در بهبـود خصوصـیات فیزیکـی، شـیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیـدی در افـزایش تولیـد و بهبـود کیفیت محصولات کشاورزی دارند (سماوات و ملکوتی، ۱۳۸۴).

۱-۲- مبداءو تاریخچه کشت مرزه:

مرزه گیاهی است که تاریخ دقیق پیدایش و کشت و کار آن دقیقا مشـخص نیسـت و اظهـار نظرهـای متعددی در مورد منشأ آن ابراز شده و به نظر می رسد که نخستین بار در ایتالیا اقدام به پرورش ایـن گیاه شده باشد.پزشکان قرون وسطی برای آن اثرمعالج نقرس قائل بودند ودر قرون ۱۵و۱۶ مـیلادی نیز مردم آن را دارویی مقوی،سقط کننده جنین و رفـع فلـج مـی دانسـتند. در سـال ۱۵۸۲ مـیلادی دانشمندان موفق به استخراج اسـانس از مـرزه گردیدنـد و در سـال ۱۹۳۳ نیـز دانشـمندیی بـه نـام اسکالتزیک آن را دارویی رفع اسهال با اثر قاطع اعلام داشت (امید بیگی، ۱۳۸۸).

۱-۳- گیاه شناسی مرزه:

گیاه دارویی *مرزه (Satureja hortensis L)* از خانواده نعناعیان *(Lamiaceae)* میباشـد کـه در ایـران ۱۲ گونه علفی یکساله و چند ساله دارد که ۸ گونه آن انحصاری ایران بوده و چهار گونه دیگر عـلاوه بر ایران در دیگر نقاط دنیا نیز می رویند (مظفریان، ۱۳۸۲).

ریشه مرزه مستقیم بوده و از انشعابهای فراوانی برخوردار است. در این گیاه ساقه چهارگوش و منشعب است و ارتفاع آن به شرایط اقلیمی محل رویش بستگی دارد و بین ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر است، کـه بـه سهولت بر اثر دارا بودن ظاهری به رنگ سبز خاک آلود یا مایل بـه خاکسـتری، از گونـه‌هـای مجـاور تشخیص داده می شود. قسمت تحتانی دارای انشعابهای بیشتری است. پـای سـاقه (قسـمت تحتـانی) چوبی و بندرت کرکدار بوده و رنگ آن سبز تیره است. رنگ ساقه آن تیره‌تر از برگ است و در مرحلـه گلدهی، رنگ آن به بنفش یا قهوه‌ای روشن تبدیل می‌شود، بعلاوه در محل گره‌هـا، انشـعاباتی حاصـل

می‌کند که آن‌ها نیز به نوبه خود منشعب می گردند بطوری که گیاه به صورت بوته پرپشتی جلوه مـی نماید. مرزه به حالت وحشی در اماکن خشک و نواحی سنگلاخی و مزارع شنی غالـب نـواحی جنـوب-غربی آسیا مانند ایران و همچنین در سیبری می‌رویـد. برگهـای آن باریـک،دراز، نـوک‌تیز،نـرم ودارای دمبرگ کوتاه می‌باشند و پوشیده از تارهای کوتاه است بطوری که به همین مناسبت، به رنگ سبزمات یا مایل به خاکستری جلوه می کند.طول برگ ۱ تا ۳ سانتی‌متر وپهنای آن ۲ تا ۴ میلی‌متر، منحصـرا یک رگبرگ دارد و در سطح آن‌ها نیز نقاط ریز فراوانی که عبارت غده‌های اسانس‌دار است دیـده مـی شود.

گلها نامنظم، کوچک و دو جنسی‌اند که به رنگ بنفش یا صورتی و گاهی به رنـگ سـفید و در نـواحی فوقانی ساقه‌ها به صورت خوشه روی چرخه‌های متعددی مشاهده می‌شوند.در هر چرخـه، ۱تـا ۵ گـل وجود دارد که در تابستان پدید می‌آید، وضع مجتمع در طول انشعابات ساقه دارد. میوه کوچک، کروی شکل و از نوع کپسول است. رنگ دانه قهوه‌ای تیره و وزن هزار دانه ۰/۵ تا ۰/۶ گرم است.گلها و برگها معطر وحاوی اسانس می‌باشند.مقدار اسانس در اندامهای هوایی مرزه مختلف است و به شرایط اقلیمی محل رویش گیاه بستگی دارد. مقدار اسانس، بین ۱ تا۲ درصد است.اسانس دارای ترکیبـات متفـاوتی است.از مهمترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس می‌توان از"کارواکرول"(۳۰ تا۴۰٪)، "سیمول"(۲۰ تا ۳۰٪) و ترکیبات فنلی دیگر نام برد. از مواد دیگر پیکر رویشی این گیاه می‌توان از ترکیبات آهـن‌دار و ترکیبات قندی و تعدادی از اسیدهای آلی یاد کرد. گلهای فراوان مرزه که هر یک به مقدار کافی نوش فراهم می‌آورند،مورد هجوم و استفاده زنبور عسل قرار می گیرد. در بعضی نواحی نیز مرزه را به همین منظور در زمین‌های اطراف کندوی عسل می‌کارند و یا آن‌را به عنوان سبزی پرورش می‌دهند.

مرزه دوره رویشی متوسطی دارد. از بدو رویش بذر تا تشکیل میوه، ۱۴۰ تـا ۱۶۰ روز بـه طـول مـی-انجامد. بذر مرزه ۱ الی ۲ سال از قوه رویشی مناسبی برخوردار است. رویش بذر به شرایط آب و هوایی منطقه بستگی دارد. در صورت نامساعد بودن شرایط اقلیمی، بذرها پس از ۲۵ تا۳۰ روز سبز می‌شوند. گیاه پس از سبز شدن رشد و نمو سریعی به خود می‌گیرد، به طوری که ۷۵ تـا ۸۰ روز پـس از سـبز شدن،گیاهان به گل می‌نشینند و اولین گلها اواخر بهارـ اوایل تابستان(خردادـ تیر)، تشکیل می‌شـوند. گلها بتدریج تشکیل می‌شوند. پس از ۲۵ تا ۳۰ روزه، همه گلها پدیدار می‌شوند. میوه‌ها نیز بـه تـدریج می‌رسند و پس از رسیدن آنها، بذرها به اطراف ریزش می‌کنند (امید بیگی، ۱۳۸۸).

قسمت مورد استفاده مرزه، برگ یا کلیه اعضای هوایی آن یعنی شاخه-های برگدار و گلدار آن اسـت.(زرگری، ۱۳۶۹)

۱-۴- خصوصیت زراعی و فیزیولوژیک مرزه:

از آنجا که مرزه به سرما حساس است، مناسب‌ترین زمان برای کاشت این گیاه، فصل بهار (اواخر فروردین ـ اردیبهشت) است. فاصله ردیفها در کشت مرزه متفاوت بوده و به روش کشت بستگی دارد.در سطوح کوچک که عمل کشت به وسیله دست انجام می‌گیرد، فاصله ردیفهای کاشت از یکدیگر بین ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر مناسب است. چناچه این عمل با ماشین بذرکار انجام گیرد، فواصل ۴۵ تا ۵۰ سانتی‌متری برای ردیفها مناسب‌تر است. تعداد بذر در هر متر طول ردیف ۱۲۰ تا ۱۴۰عدد مناسب است.عمق بذر مرزه در خاکهای مختلف، متفاوت و بین ۰/۵ تا ۱/۵ سانتی‌متر است. کاشت بذر در اعماق بیشتر مناسب نیست و باعث عدم سبز شدن آنها می‌شود. برای هر هکتار زمین، به ۴ تا ۸ کیلوگرم بذر نیاز است. مرزه به صورت ردیفی کشت می‌شود.

در صورت متراکم بودن گیاهان در طول ردیفها، آنها را تنک می‌کنند. مرحله ۴ تا ۶ برگی، زمان مناسبی برای این کار است. در طول رویش مرزه، مبارزه با علفهای هرز ضرورت دارد. برای گسترش سطح برگها و افزایش عملکرد، استفاده از محلول غذایی ۰/۴ درصد واکسال یا محلولهای غذایی مشابه، مفید است. انجام کولتیواتور بین ردیفها، بخصوص پس از اولین برداشت، نقش عمده‌ای در افزایش عملکرد دارد(امید بیگی، ۱۳۸۸). مرزه کم و بیش به آفات و بیماریها مقاوم است و تاکنون آفت یا بیماری خاصی روی این گیاه مشاهده نشده.

۱-۵- اهمیت اقتصادی مرزه در زندگی بشر:

افزایش جمعیت و نیاز مبرم صنایع داروسازی به گیاهان دارویی به عنوان مواد اولیه تولید دارو، ناتوانی در تولید مصنوعی پاره ای از داروهای حیاتی توسط صنایع داروسازی و همچنین اهمیت مواد موثر گیاهان دارویی در صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی باعث شده که توجه و تحقیق پیرامون این دسته گیاهان از نقطه نظر کشت، تولید و مصرف از اهمیت خاصی برخوردار باشد (باقری و همکاران، ۱۳۸۴). یکی از مطبوعترین ادویه ها معرفی شده است. این گیاه سرشار از روغن های فرار است که ماده اصلی آن کارواکرول بوده و دارای اثرات درمانی ضدتشنجی و ضدنفخ است (امیدبیگی، ۱۳۷۶.، صفایی‌خرم و همکاران، ۱۳۸۷.، فاکرباهر و همکاران، ۱۳۸۰). علاوه بر مصارف دارویی فراوان، به واسطه مواد معطر موجود در گیاه جهت مصارف غذایی، تهیه نوشیدنی ها، مصارف صنعتی در تولید لوازم بهداشتی و نیز به واسطه خواص ضد باکتریایی و ضد قارچی همواره مورد توجه قرار گرفته است (باهر و همکاران، ۲۰۰۲).

۱-۶-گونه‌های مرزه

دیگر گونه های مختلف مرزه شامل:

Satureja hortensis, S.spinosa, S.montana, S.cuneifolia, S.intermedia, S.pachyphylla, S.inodora, S.thymbra, S.rigida, S.laxiflora, S.sahendica

گونه‌های جنس *Satureja* به دلیل اینکه میزان اسانس بالایی دارند، همچنین بـه دلیـل اسـتفاده در آشپزی و صنایع غذایی، عطر و ادکلن، آرایشـی و بهداشـتی و داروسـازی دارای اهمیـت اقتصـادی و پزشکی زیادی هستند (اسکاسیبیوزیک و همکاران، ۲۰۰۶.، سایتل و کیا ، ۲۰۰۷). مرزه به صـورتهای تازه، خشک و مخلوط در ادویه جات، دارای مصرف بـالای اسـت. اسـانس و عصـاره ایـن گیـاه دارای خاصیت ضد باکتریایی، ضد قارچی و آنتی اکسـیدانی مـی باشـد (میهـاجیلو ـ کریسـتو و همکـاران، ۲۰۰۹). گزارشات متعددی وجود دارد مبنی بر اینکه اسانس استخراج شده از گونه های مختلف جنس *Satureja* از جمله گونه *hortensis* دارای خاصیت بیولوژیکی و فارماکولوژیکی ضد میکروبی میباشـد (میهاجیلو ـ کریستو و همکاران، ۲۰۰۱۰.، کورست و ایرسویت ، ۲۰۰۹.، ادیگیوزل و همکاران، ۲۰۰۷). مرزه همچنین دارای خاصیت ضد کرم، ضد نفخ، قابض، مقوی معده اشتها آور، نیروبخش مقوی، خلط آور ، ضد عفونی کننده (سینگ و پندا، ۲۰۰۵)، ضد اسهال، ضد اسپاسم، (سینگ و پندا، ۲۰۰۵.، حاج هاشمی و همکاران، ۲۰۰۰) می‌باشد. مرزه مدتهاست که به عنوان ادویه اسـتفاده مـی‌شـود، بطوریکـه یکی از حکمای روم باستان به نام "ویرژیل" میگوید: « مرزه آنقدر مطبوع است که خداوند هم به ایـن گیاه علاقه خاصی دارد». قبل از اینکه مردم روم فلفل را بشناسند، از مرزه به عنوان یکی از اصلی ترین ادویه‌ها بهره می بردند. آن‌ها از این گیاه در نوشیدنیها نیز استفاده می کردند. مردم برخی از کشـورها معتقد بودند که خوردن این گیاه باعث ایجاد عشق وعلاقه نسبت بـه یکـدیگر میگـردد (امیـد بیگـی، ۱۳۸۸).

در بسیاری از کشورها، از جمله انگلیس، از مرزه به عنوان یکی از گیاهان مهم ادویـه‌ای اسـتفاده مـی شود. در تعدادی از فارماکوپه‌ها، مرزه به عنوان یک گیاه دارویی معرفی شده است. پیکر رویشی مـرزه، حاوی مواد موثره‌ای است که باعث افزایش فشار خون و مداوای سرفه می‌گردد. این گیاه ضد نفخ بوده و به هضم غذا نیز کمک می کند. مرزه کمی تندمزه (با طعمی شبیه فلفل) اسـت و از آن بـه عنـوان طعم دهنده مواد غذایی استفاده می شود. از اسـانس مـرزه در صـنایع کنسروسـازی و نوشـابه سـازی استفاده می شود. اسانس این گیاه خاصیت ضد میکروبی داشته و مانع رشد برخی از باکتریها می شود (زرگری، ۱۳۶۹).

۱- ۷- ترکیبات شیمیایی

مرزه دارای تانن، مواد چرب، قندهای مختلف و اسانسی به مقدار حدود ۰/۲ درصد است که رنگ آن زرد یا قهوه‌ای روشن با ثقلی معادل ۰/۹۵۴-۰/۸۷۵(در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد) است. فنل‌ها به صورت کارواکرول به میزان ۵۷-۲۰ درصد و قابلیت صابونی‌شدن در سطح حداکثر ۶ و قابلیت انحلال ۸۰ درصد در اتانول است (زرگری، ۱۳۶۹).

۱-۸- قارچ میکوریزا:

ریشه گیاه و ریزوسفر، زیستگاه مناسبی را برای فعالیت بسیاری از میکرو اورگانیسم‌های خاک فراهم می‌نماید. همزیستی میکوریزایی از رایج‌ترین و سابقه‌دارترین رابطه همزیستی در سلسله گیاهان است، انواع میکوریزها از نظر کشاورزی اهمیت فوق‌العاده زیادی دارد و به عنوان یک 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، ۱۳۷۸) 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 بوم‌شناسی این همزیستی به‌دست آمده است. تأثیرات 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.

واژه میکوریزا اولین بار ازسوی فرانک در سال ۱۸۸۵ ارائه شد. میکوریزا از دو کلمه (Myco) به معنی قارچ و (Rhiza) به معنی ریشه تشکیل شده است. میکوریزا نشان دهنده مشارکت در همزیستی بین قارچ و ریشه گیاه میزبان می باشد. در این سیستم قارچ پوشش گسترده ای از رشته های نخ مانند به هم تابیده به نام میسیلیوم را در اطراف ریشه گیاه میزبان تشکیل می دهد در این همزیستی قارچ قند، اسید های آمینه ، ویتامین ها و برخی مواد آلی دیگر را ازمیزبان دریافت و در مقابل مواد معدنی و بیشتر از سایر مواد فسفات را از خاک جذب و در اختیارگیاه قرار می دهد. اکثر گیاهان قادر به تشکیل سیستم میکوریزایی هستند بطور کلی ۸۳درصد از دولپه ای ها و ۷۹ درصد از تک لپه ایها قادر به تشکیل سیستم میکوریزایی هستند. تعداد محدودی از گیاهان زراعی قادر به تشکیل سیستم میکوریزایی نیستند وبیشتر این گیاهان نظیرجنسهای Sinpsis ، Brassica از خانواده شب‌بو و ازخانواده اسفناجیان جنس Beta و از خانواده علف هفت بند جنس Fagopyrum میباشند (بارئا و

همکاران، ۲۰۰۵؛ پلنچت و دوپونیس، ۲۰۰۵).

میکوریزا نوعی همزیستی متقابل مفید است که بین اندامهای جذب کننده گیاهان (معمولا ریشه) و ریسه های قارچهای خاصی ایجاد می گردد. مشخصه این همکاری، از یک سو انتقال کربن تولید شده توسط گیاه به قارچ و از سوی دیگر انتقال مواد مغذی جذب شده توسط قارچ به گیاه بوده که منجر به رشد بهتر گیاه میزبان می گردد (بارئا و همکاران، ۲۰۰۵). در نتیجه این همکاری، سیستم ریشه ای قوی تر و میسیلیوم گسترده، گیاه را قادر می سازد که آب و مواد غذایی کافی را جذب کرده و در مقابل استرس های محیطی از قبیل خشکی، شوری، آلودگی و بیماری های ریشه از گیاه محافظت نماید. نهایتاً، رشد اندام های هوایی و ریشه افزایش یافته و توانایی گیاه نیز افزوده خواهد شد و نتایج زیر حاصل می گردد: گیاهان قوی و سالم، افزایش راندمان مصرف آب، استفاده بهینه از مواد معدنی خاک، افزایش احتمال بقاء نشاها، افزایش راندمان محصول و بیومس (گندمکار وهمکاران، ۱۳۸۷).

۱-۹- میکوریزا و اثرات تغذیه ای آن در گیاه میزبان:

تحقیقات متعدد نشان می دهد که فسفر، ازت، پتاسیم، روی، مس، گوگرد، کلسیم وآهن توسط سیستم میکوریزا جذب می شوند و به گیاه منتقل می شوند (بارئا و همکاران، ۲۰۰۵؛ چرینر و همکاران، ۲۰۰۳). بطور کلی مکانیسم جذب از طریق افزایش حجم خاک قابل دسترس توسط ریسه های قارچ است (آلتری، ۱۹۹۴). در بین عناصر غذایی بیشترین نقش مایکوریزا در جذب فسفر است. نقش میکوریزا در تغذیه ازته گیاه به دلیل دارا بودن ضریب پخش زیاد آن ناچیز است. افزایش جذب ازت بوسیله سیستم های میکوریزایی بخصوص در میکوریزاهای بیرونی همزیست با گیاهان جنگلی مشاهده شده است. هنگامی که فسفر خاک در سطح پایینی باشد سیستم میکوریزا جذب فسفر و در نتیجه رشد گیاه را به نحوه چشمگیری افزایش می دهد (رامبلی، ۱۹۷۳؛ لیندرمن، ۱۹۹۸). هیف ها قادر هستند که فسفات را از ۱۵ سانتی متری سطح ریشه تا چند متری عمق خاک زیر ریشه دریافت کنند. همچنین هیف ها در منافذی از خاک نفوذ می کنند که امکان نفوذ تارهای کشنده ریشه وجود ندارد (قطر تارهای کشنده حداقل ۲۰ میکرومتر است در حالیکه هیف ها حداکثر ۲-۱ میکرو متر می باشند) بعلاوه هیف ها از راه افزایش سطح تماس یا از راه افزایش طول موثر ریشه جذب عناصر غذایی را به شدت افزایش می دهند (رانسکو جکوبسن، ۱۹۹۹). طبق اظهارات آلن و همکاران (۱۹۸۲) هر یک سانتیمتر مکعب خاک دارای ۲ الی ۴ سانتیمتر ریشه ، ۱ تا ۲ متر تارهای کشنده و بیش از ۵۰ متر هیف می باشد .قسمت اعظم فسفر موجود در خاک غیر محلول و غیر قابل استفاده مستقیم گیاه است. مطالعات متعدد نشان داده است که میکوریزاها می توانند آنزیم فسفاتاز سنتز کنند و ازاین راه

امکان دسترسی به فسفر را افزایش دهند. برخی از انواع میکوریزاها اسیدهای کلات کننده تولید می کنند و از این راه حلالیت فسفر را برای جذب افزایش می دهند .

۱-۱۰- نقش میکوریزا در بهبود جذب آب:

کلونیزاسیون ریشه‌ها توسط قارچ‌های میکوریزا بر مکانیسم‌هایی مانند کنترل روابط آب و گیاه، هدایت هیدرولیکی ریشه، هدایت برگ، تبادل گازی برگ، توسعه برگ، تنظیم اسمزی و تولید هورمون‌های گیاهی اثر می‌گذارد (غلامی و کوچکی، ۱۳۸۰). شواهد بسیار زیادی وجود داردکه نشانگر این است که میکوریزا می توانند سبب تغییراتی در روابط آبی گیاه و بهبودمقاومت به خشکی و یا تحمل در گیاه میزبان شود(رامبلی، ۱۹۷۳؛ لیندرمن، ۱۹۸۸). بسیاری از محققین این خصوصیت را یک واکنش ثانویه در نتیجه بهبود جذب عناصر غذایی می دانند. راثی پور (۱۳۸۱) روابط آبی گیاه رادر سطوح مختلف غلظت فسفر مورد بررسی قرار دادند در این مطالعه مشخص شد که با افزایش میزان فسفر خاک تاثیر مفید میکوریزا کاهش می یابد و حداکثر تاثیر میکوریزا در سطوح پایین فسفر ظاهر می شود. میلر (۲۰۰۰) گزارش نموده است که در گیاهان میکوریزایی به دلیل افزایش فتوسنتز و تولید بیشتر مواد فتوسنتزی به ازای واحد آب مصرفی کارایی مصرف آب افزایش می یابد. گیاهان میکوریزایی به ازای تولید هر واحد ماده خشک آب کمتری مصرف می کنند. بنابراین کارایی مصرف آب (WUE[۱]) بالاتریدارند و در گیاهان میکوریزایی در شرایط تنش خشکی محسوس تر است. تولید هورمون‌های گیاهی در ریشه تحت تأثیر آب خاک و یا قارچ‌های VAM قرار گرفته و می‌تواند عامل مهمی در شناخت اثرات VAM بر وضعیت آب در خاک و گیاه باشد و بر رشد گیاه و کارکرد آن در شرایط خشکی تأثیر داشته باشد (غلامی و کوچکی، ۱۳۸۰).

۱-۱۱- میکوریزا و اختصاص مواد فتوسنتزی:

شواهد بسیار زیادی وجود دارد که گیاهان می توانند سرعت فتوسنتز خود را افزایش دهند تا نیازهای همزیست خود را تامین نمایند این عمل از طریق افزایش سطح برگ و افزایش مقدار تثبیت Co_2 به ازای واحد وزن برگ انجام می گیرد (والنتین و همکاران، ۲۰۰۶). گیاهان میکوریزایی در دوره های خشکی بهتر ازگیاهان غیر میکوریزایی Co_2 را جذب می نمایند. در مطالعات دیگری مشخص شد که جذب Co_2 در حضور نور در گیاهان میکوریزایی بیشتر است لذا فتوسنتزبالاتری دارند. افزایش جذب Co_2 در گیاهان میکوریزایی مربوط به کاهش مقاومت فاز مایع سلول های مزوفیلی برای

۱- water use effeciency

عبور Co_2 می باشد (لیندرمن، ۱۹۸۸). آلن و همکاران بیان داشتند (۱۹۸۱) که با وجود انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به ریشه ها در گیاهان میکوریزایی این انتقال تاثیری بر وزن خشک نمی گذارد این محققین تایید کردند که بخشی از فتوسنتز اضافی درگیاهان میکوریزایی به وسیله خود میکوریزا مصرف می شود.

۱-۱۲- میکوریزا و واکنشهای مرفوفیزیولوژیکی:

گاهی اوقات سیستم های میکوریزایی تغییرات مرفولوژی را در گیاه ایجاد می نمایند که سرانجام آن بهبود بقاء و رشد مناسب تر گیاه می باشد. کریشنا و همکاران و (۱۹۸۴) بیان داشتند که میکوریزا پیچش و زاویه برگها را تغییرمی دهد و گیاه این واکنش را در جهت تنظیم و محدودیت جذب تشعشع و برقراری تعادل انرژی در برگ انجام می دهد. در این شرایط گیاهان غیر میکوریزایی از زیادی جذب تشعشع و گرما بشدت آسیب دیده و کاهش رشد نشان دادند. آلن و همکاران (۱۹۸۲) گزارش کردندکه تغییرات هورمونی در گیاه با آلودگی میکوریزایی در ارتباط است و تغییرات مرفولوژیک برگ را در نتیجه واکنش به تغییرات هورمونهای گیاهی گزارش کردند. همچنین این دانشمندان در سال ۱۹۸۰ افزایش غلظت سیتوکنین را در برگ ها و ریشه گراس ها که همزیستی میکوریزایی داشتند گزارش کردند.

۱-۱۳- جنبه های زیست شناختی میکوریزا :

روابط میکوریزایی متقابل بین سیستم ریشه گیاه و قارچها، یک همکاری متقابل بی نظیر در طبیعت محسوب می گردد. این روابط خود دارای یک سری طبقه بندی دیگری نیز می‌باشد (آربسکولار، arbuscular، اکتومیکوریزا ectomycorrhiza، میکوریزا بیرونی ectendomycorrhiza، ارکوئید ericoid، مونوتروپید monotropoid و ارکید orchid، اربوتوئید arbutoid) که بستگی به نوع قارچ میکوریزایی و ساختاری که هیف قارچ با ریشه گیاه می‌سازد (اسمیت و رید، ۱۹۹۷). در این رابطه به طور عمومی هیدرات‌های کربن (ولی نه همیشه) از گیاه در اختیار قارچ میکوریزا قرار می‌گیرد (هودگ، ۲۰۰۰).

میکوریزا آربوسکولار که از انواع اندومیکوریزاهاست یکی از رایج ترین انواع همزیستی بین ریشه گیاهان و قارچها به شمار می‌رود. میکوریزا آربوسکولار گسترش جهانی داشته و از نواحی سرد قطبی تا گرم استوایی در محدوده وسیعی از شرایط اکولوژیک نظیر محیط‌های آبی، بیابان‌های گرم و خشک و حتی در مناطق شور نیز یافت می‌شود (خاوازی و ملکوتی، ۱۳۸۰، علی آبادی و همکاران، ۲۰۰۸).

بیشتر خانواده‌های گیاهی پر اهمیت قادر به تشکیل این نوع میکوریزا با قارچ میکوریزا آربوسکولار کـه عمومی ترین انواع مورد بحث در سیستم‌های کشاورزی است هستند (بارئا و همکاران، ۱۹۹۳).

در تحقیقات اولیه بر روی میکوریزا عمدتا اثرات مثبت این همزیستی بر تغذیه معدنی گیاهان گـزارش می شد ولی بعدها به اثرات غیر تغذیه‌ای میکوریزا از جمله توانایی دفع یونهای سمی، کنترل گسترش پاتوژن‌ها، تأثیر بر فتوسنتز و روابط آبی گیاه، افزایش مقاومت گیاه میزبان به فلزات سنگین و ... نیز پی برده شد (آیوگ و همکاران، ۲۰۰۱). بخش اعظم بررسی‌های مربوط به کاربرد قارچهـای میکـوریزا در سیستم کشاورزی رایج (باگیاراج، ۱۹۹۲؛ گلانت، ۱۹۹۰) بر نقش بالقوه این قـارچ در بهبـود عملکـرد گیاهان زراعی و کاهش مصرف کودهای شـیمیایی متمرکـز شـده و در مقابـل بـه ارتبـاط بـین قـارچ میکوریزا و خاک توجه کمتری شده است (هیمن، ۱۹۸۲، سیلویا، ۱۹۹۲). قارچ‌های همزیست موجـود در خاک، ریشه‌ی گیاهان زراعی و علف‌های هرز (هیمن، ۱۹۸۰) غالبـاً از نـوع میکـوریزای وزیکـولار-آرباسکولار(VAM) هستند و اخیراً توسط مورتون و بنـی (۱۹۹۰) بـه عنـوان قـارچهـای میکـوریزای آرباسکولار در شاخه *Glomales* طبقه بندی شده اند. این قارچها از جمله میکـرو ارگـانیزم‌هـای مهـم خاکزی هستند که در تولید و بقای اکوسیستم‌های ساخت بشر نقش اساسی ایفا مـی‌کننـد (هـارلی و اسمیت، ۱۹۸۳).

بزرگترن گروه این قارچها که غالبا با محصولات کشـاورزی همزیسـتی دارنـد، قـارچهـای میکـوریزای وزیکولار آرباسکولار (AM) نام دارند. این قارچها در سلول‌های پوست ریشـه نفـوذ کـرده و سـاختمان مخصوصی مشابه با اندام‌های مکنده قارچ (آرباسکول و یا هیف‌های در هم پیچیده) ایجاد کرده که در تماس با سیتوپلاسم گیاه میزبان قرار دارند. ساختمان این قارچها در پوست ریشه باعث سـطح تمـاس بیشتری برای تبادلات متابولیکی بین گیاه میزبان و قارچ می‌شود. همچنین قـارچهـای AM از طریـق هیف‌های خارج سلولی بطور مستقیم با خاک اطراف ریشه گیاه میزبان در ارتباط هستند. این هیفهـا در داخل خاک گسترش یافته و سیستم ریشه‌ای را به منظور جذب عناصر غذایی و آب افزایش داده و همچنین در بهبود ساختمان خاک برای تهویه‌ی بهتر و نفوذ آب سـهم عمـده‌ای دارنـد. هنگـامی کـه میکوریزای AM تشکیل می‌شود، در مورفولوژی ریشه تغییراتی صورت گرفته و فیزیولوژی ریشه‌ها بـه طور قابل توجهی تغییر می‌کند. برای مثال هنگامی که گیاهان با میکوریزا ارتباط برقرار مـی‌کننـد، در غلظت ترکیبات تنظیم کننده‌ی رشد مانند اکسین، سیتوکینین و جیبرلین تغییراتـی بـه وقـوع مـی-پیوندد. سرعت فتوسنتز افزایش یافته و تخصیص مواد فتوسنتزی به ریشه و اندام هـوایی تغییـر پیـدا می‌کند. وضعیت تغذیه‌ای بافت گیاه میزبان در واکنش به تغییر در میزان جذب عناصر معدنی از خاک تغییر یافته و این خود سبب تغییر در جنبه ساختاری و بیوشیمیایی سلول‌های ریشه مـی‌گـردد. ایـن

عامل می‌تواند نفوذ پذیری غشا را تغییر داده و بنـابراین سـبب تغییـر در کمیـت و کیفیـت ترشـحات ریشه‌ای شود. تغییر در ترشحات ریشه‌ای تغییراتی را در ترکیب میکرو اورگانیزم‌های رایزوسـفر خـاک ایجاد می‌کند و به این دلیل می‌توان آن را مایکورایوسفر نامید (رامبلی، ۱۹۷۳؛ لیندرمن، ۱۹۸۸).

۱-۱۴- اسید هیومیک:

کود های آلی نیز در بکارگیری اصول اکولوژیک برای تولید غذا در کشاورزی پایـدار نقـش بـه سـزایی دارند. کودآلی سبب بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خـاک شـده و عملکـرد محصـول را افزایش می دهد. مواد هیومیک محصول نهایی تجزیه هـر مـاده آلـی در شـرایط ویـژه توسـط میکـرو ارگانیسم های خاص می باشند و نام خود را از هوموس گرفته اند. ازآن جا که ایـن مـاده pH اسـیدی ضعیف (۳,۸تا۵) دارد و مشتق از هوموس می باشد به نام اسید نام گذاری شده است. اما حقیقتاً هـیچ شباهتی به اسید های شناخته شده چه معدنی وچه آلی ندارد. مواد هیومیکی در واقع طیف وسیعی از ترکیبات آلی و معدنی گوناگون نظیر اسید های آمینه، پپتیدهاآفنول ها، آلدئیدها واسید های نوکلئیک درپیوند با انواع کاتیون ها می باشند. مجموعاً ترکیب بسیار پیچیده وشگفت انگیزی را ساخته انـد کـه می تواند میلیون ها سال در طبیعت دوام بیاورد (داعی و سرداری مهرآباد، ۱۳۸۹).

زمانی تصور می‌رفت که هر موجود زنده‌ای پس از مرگ بطور کامل به عناصر تشکیل دهنده‌اش تجزیه شده، به طبیعت باز می‌گردد. گرچه این مطلب تا حدود زیادی درست اسـت، امـا از چنـد دهـه قبـل دانشمندان متوجه شدند که تجزیه بافت‌های مرده همیشه بطور کامل انجام نمی‌شود. لااقـل در مـورد موارد خاص و در شرایط ویژه‌ای میکرواورگانیسم‌های تجزیه کننده مواد آلی، پلیمرهای ویژه‌ای را می-سازند که به تشکیل نفت، زغال سـنگ و یـا مـواد هیومیـک (Humic Substance) منجـر مـی‌شـود. هیومیک اسید یک ترکیب پلیمری طبیعی آلی است که در نتیجه پوسیدگی مـواد آلـی خـاک، پیـت، لیگنین و غیره به وجود می‌آید که می‌تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن بـه کـار گرفتـه شـود (آیکن و همکاران، ۱۹۸۵). هیومیک اسید، یک ماده آلی معدنی کاملاً طبیعی است که از تجزیه نهایی مواد اورگانیک در خاک توسط قارچ‌های میکروسکوپی بدست مـی‌آیـد کـه مـی‌توانـد جهـت افـزایش محصول و کیفیت آن به کار گرفته شود (مکارتی، ۲۰۰۱). اسید هیومیک محصول نهایی تجزیـه مـواد آلی توسط موجودات هـوازی تعریـف مـی شـود (گـاتس، ۲۰۱۲). اسـید هیومیـک از منـابع مختلـف نظیرخاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده، زغال سنگ و غیره استخراج می شود و موجـب تشـکیل کمپلکس پایدار نامحلول با عناصر کم مصرف می گردد (سبزواری و همکاران، ۱۳۸۹). در واقع این ماده عصاره هوموس است که هوموس خود عصاره کمپوست محسوب می‌شود. هوموس ماده ایست با رنـگ

قهوه‌ای تا سیاه که وزن مولکولی نسبتا زیادی دارد و از طریق سنتز ثانویه تشکیل می‌گردد (لکزیان و میلانی، ۱۳۸۴). به همین دلیل در همه خاک‌های کشاورزی کم و بیش وجود دارد. میزان آن به مقدار ماده آلی موجود در خاک مرتبط است. به تقریباً از یکصد کیلوگرم برگ خشک، پس از چند سال حدود یک کیلوگرم هیومیک اسید حاصل می‌شود. مقدار ماده آلی ایده‌آل در خاک کشاورزی حدود ۶ درصد است. طبیعی است که مناطق مرطوب و پر باران مقدار بیشتر و سرزمین‌های خشک وکویری میزان کمتری ماده آلی داشته باشند. متأسفانه میزان ماده آلی در کشور ما، به جزء نوار ساحلی شمال در اکثر نقاط زیر یک درصد است و حتی گاهی کمتر از یکدهم درصد است. مواد هیومیکی در واقع طیف وسیعی از ترکیبات آلی ـ معدنی گوناگون نظیر اسیدهای آمینه، پپتیدها، فنول‌ها، آلدئیدها و اسیدهای نوکلئیک در پیوند با انواع کاتیون‌ها می‌باشند و مجموعا ترکیب بسیار پیچیده و شگفت انگیزی را ساخته‌اند که می‌تواند میلیون‌ها سال در طبیعت دوام بیاورد. هیومیک اسید از همه موجودات زنده بخصوص گیاهان در مقابل انواع استرس‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی حمایت می‌کند. اسید هیومیک با وزن مولکولی ۳۰۰۰۰ ـ ۳۰۰۰۰۰ دالتون و اسید فولویک هم با وزن مولکولی کمتر از ۳۰۰۰۰ دالتون به ترتیب سبب تشکیل کمپلکس‌های پایدار و نامحلول و کمپلکس‌های محلول با عناصر میکرو می‌گردند (لیو و کوپر، ۲۰۰۰). اسید هیومیک توانایی ایجاد کمپلکس‌های پایدار با یون‌های فلزی را دارا هستند (دیوید و همکاران، ۱۹۹۴). اسید هیومیک دارای درصد کربن بیشتری نسبت به اسیدفولویک می‌باشد ولی اسیدهای فولویک اکسیژن بیشتری دارند. میزان گروه‌های کربوکسیل اسید فولویک بیشتر از اسید هیومیک است (سماوات و ملکوتی، ۲۰۰۵). از مزایای مهم اسید هیومیک می‌توان به کلات کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و سایر عناصر در جهت غلبه بر کمبود عناصر غذایی اشاره کرد که سبب افزایش طول و وزن ریشه و آغاز رشد ریشه‌های جانبی می‌شود (آیکن و همکاران، ۱۹۸۵.، نادری و همکاران، ۲۰۰۲). اسید هیومیک باعث تشکیل کمپلکس‌های پایدار و نامحلول با عناصر میکرو می‌گردند و باعث کلات کردن عناصر ضروری شده باعث افزایش جذب عناصر و باروری خاک شده و تولید در گیاهان را افزایش می‌دهد. این ماده می‌تواند به عنوان تنظیم کننده رشد برای تنظیم سطح هورمون‌ها و بهبود رشد گیاهان مورد استفاده قرار گیرد (نادری و همکاران،۲۰۰۲).

ملاحظه می‌کنید که هیومیک اسید چیز تازه‌ای نیست و تقریباً در همه خاکها و آبهای کره زمین کم و بیش وجود دارد. آنچه تازگی دارد شناخت ما از این مواد است. دیر زمانی نیست که متوجه شده‌ایم رشد گیاهان به نحو چشمگیری به وجود این مواد وابسته است. همانطور که گفته شد مواد هیومیکی از ترکیب هوموس به اضافه برخی از ترکیبات مولکولی با وزن بالا تشکیل شده است. آنالیز عناصر مواد

هیومیکی در آزمایشگاه نشان داده است که مواد هیومیکی از عناصر مانند کربن، اکسیژن، هیدروژن، نیتروژن، گوگرد و همچنین رشته‌های پیچیده کربنی و کربن‌های حلقوی بوجود آمده است. اسید هیومیک ها تک مولکولی نیستند بلکه متشکل از ساختار پیچیده ای از اسیدهای مختلف و حاوی گروه های کربوکسیل و فنول می باشند (گاتس، ۲۰۱۲). دارای وزن مولکولی نسبتاً بالا ۱۰۴ تا ۱۰۶ دالتون می باشد و ۵۰ درصد از وزن مولکولی آن را کربن تشکیل می دهد (رهی و همکارن، ۱۳۹۱). تا بحال کسی موفق به تجزیه کامل این ترکیب بسیار پیچیده یعنی مواد هیومیکی نشده است. اما در بررسی‌های ابتدایی سه بخش عمده در آن قابل تشخیص است (داعی و سرداری مهرآبادی، ۱۳۸۹):

۱- هیومیک اسید در مواد قلیایی محلول و در آب و اسید نامحلول است.
۲- فولیک اسید در آب، قلیا و اسید محلول می‌باشد.
۳- هیومین در قلیا، اسید و آب نامحلول است.

۱-۱۵- جایگاه هیومیک اسید در دنیا:

امروز هیومیک اسید در سراسر جهان مورد توجه خاص قرار گرفته است. در صنعت کاربردهای متنوع و وسیعی دارد. مهمترین کاربرد آن در کشاورزی است. در کشورهای غربی با وجود این که میزان موادآلی در خاک نسبتاً بالاست و همچنین pH خاک غالباً خنثی یا مختصری اسیدی است و در چنین شرایطی هیومیک اسید کارایی کمتری دارد، باز استقبال از این مواد بسیار گسترده و روز افزون است. آن‌ها به دلایل زیر علاقمند به استفاده از هیومیک‌ها هستند (داعی و سرداری مهرآبادی، ۱۳۸۹):

۱- با کمک به رشد سریع باکتریهای مفید درخاک ، به انحلال وآزادسازی عناصرکمک نموده ودر نتیجه نیاز به کودهای شیمیایی را به نحو محسوسی کاهش میدهد.
۲- قابلیت استفاده در کشت‌های اورگانیک در حالی که بسیاری از کودهای شیمیایی نظیر NPK در این موارد ممنوعیت دارد.
۳- ساختار خاک را سبک و به ریشه زایی بهترکمک می کند
۴- با طبیعت سازگار است وخطری برای گیاه ویا محیط زیست نداشته و برعکس به حفظ توازن خاک کمک می کند.
۵- کاهش هزینه‌های کارگری به دلیل استفاده از حجم کم در مقایسه با کودهای آلی
۶- احیای توازن در خاک‌هایی که قبلاً بطور نا مناسب کوددهی شده‌اند.
۷- .باعث نگهداری بیشتر آب درخاک می شود.
۸- مقاومت گیاه را در مقابل انواع بیماریها افزایش داده و نیاز به مصرف سموم را به نحو

محسوسی کاهش می دهد

۹- با کمک به رشد سریع باکتریهای مفید درخاک ، به انحلال وآزادسازی عناصرکمک نموده ودر نتیجه نیاز به کودهای شیمیایی را به نحو محسوسی کاهش میدهد.

۱۰- مقاومت به شوری، کم آبی و سرما را افزایش می دهد.

۱۱- اما مهمترین خاصیت هیومیک اسید این است که از یکطرف به انحلال وآزاد سازی عناصر تثبیت شده بخصوص در خاکهای قلیایی کمک می کند واز طرف دیگر همانند یک مخزن عناصر اضافی موجود در محیط را در خود ذخیره نموده ،به موقع در اختیار ریشه می گذارد وبدین ترتیب گیاه متعادلی را می پروراند

۱-۱۶- دوام اثر زیاد کودهای هیومیکی در خاک:

مواد هیومیکی (HS) مواد سنتز شده در هنگام تجزیه ی بقایای گیاهان و حیوانات، با استفاده یا بدون استفاده از میکروارگانیسم ها می باشند. مواد هیومیکی از متابولیت های بیوشیمیایی یا شیمیایی-محیط زیست و یا اجزای تشکیل دهنده ی زیست توده، سنتز می شوند (نادی و همکاران، ۲۰۱۲). این مواد آبدوست، اسیدی، دارای وزن مولکولی بالا، آمورف و مواد با رنگ زرد مایل به قهوه ای-مشکی هستند که نقش حیاتی را در حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه بازی می کنند. به عکس کودهای شیمیایی که دوام اثر ناچیزی دارند و به شکل‌های مختلف نظیر تجزیه، تبخیر، تصعید، آبشویی و یا تثبیت از دسترس گیاه خارج می‌شوند، هیومیک اسید پایداری بی نظیری دارد (داعی و سرداری مهرآبادی، ۱۳۸۹). تنها میکروارگانیسم-های مفید خاک می‌توانند آن را به عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار دهند و نیز وجود مقادیر بیش از حد نمک‌های محلول در خاک چه از کودهای شیمیایی اضافی و چه آلاینده‌های خاک می‌تواند هیومیک اسید را اشباع کرده و بطور موقت و یا دائم از کار بیندازد. هیومیک اسید همانند یک کاتالیزور در نقل و انتقال عناصر از خاک به گیاه بطور دائم عمل می‌کند، اما خودش مصرف نمی‌شود. بعلاوه تبخیر، تصعید، آبشویی و یا تثبیت هیچ کدام شامل این مواد بی نظیر نمی-شود. به همین دلیل اغلب بخش مهمی از هیومیک اسید مصرف شده برای سال-های بعد باقی می‌ماند (نیکبخت و همکاران، ۲۰۰۸).

۱-۱۷- نیتروژن

۱-۱۷-۱ اهمیت و نقش نیتروژن در گیاهان:

نیتروژن یکی از مهمترین عناصر غذایی در تولید گیاهان زراعی است که مقدار ان در گیاهان بعد از کربن و هیدروژن بیش از سایر عناصر غذایی می‌باشد (ملکوتی همکاران،۱۳۷۰). منبع اصلی نیترژون که به وسیله گیاهان استفاده می شود گاز N_2است که ۷۸ درصد هوا را تشکیل می‌دهد. به دلیل سیکل‌های پیچیده نیتروژن در محیط گیاه، مدیریت نیتروژن کار مشکلی است. نیتروژن عنصری است که عرضه آن به وسیله انسان قابل تنظیم است. این عنصر نقش اساسی در باروری گیاهان ایفا می‌کند زیرا یک ترکیب اصلی در اسیدهای آمینه، پروتئینها، اسیدهای نوکلئیک و کلروفیل می باشد. به علاوه نیتروژن نقش ویژه‌ای در استقرار گیاه و کسب توانایی‌های فتوسنتزی و فیزیولوژیکی متعدد دارد که در نهایت تأثیر مستقیمی بر روی عملکرد خواهد داشت (بلوو و جنتری، ۱۹۹۲).

نیتروژن در خاک و گیاه پویا می باشد و کمبود آن در گیاه سبب تجزیه پروتئین در برگهای مسن و تبدیل آن به اسیدهای‌آمینه محلول و انتقال آن به قسمتهای جوانتر و مریستم می‌گردد. از علایم ظاهری کمبود این عنصر پریدگی رنگ یا زردی برگها، ریزش قبل از موعد برگهای مسن، کوچک ماندن و رشد کم گیاه، ساقه‌های راست و کشیده، کم شدن شاخه‌ها، کوچکی گلها و بالاخره افت کمی و کیفی محصول می‌باشد که معلول تجزیه کلروپلاست ناشی از تجزیه پروتئین و کاهش کلروفیل است (منگل و کرکبی، ۱۳۷۶). رشد ریشه نیز متأثر از این کمبود خواهد بود ولی قسمتهای هوایی گیاه بیشتر از ریشه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. گیاهانی که دچار کمبود نیتروژن هستند زودتر به مرحله گلدهی و رسیدگی رسیده و نمو و رویش کمتری دارند. این پیری زودرس ممکن است مربوط به تأثیر میزان نیتروژن بر ساخته شدن سیتوکینین‌ها باشد. وقتی تغذیه نیتروژن کافی نباشد، ساخته شدن سیتوکینین ها کاهش می یابد و کاهش این هورمون سبب پیری می شود (حق پرست تنها، ۱۳۷۱). البته افزایش بیش از حد نیتروژن نیز اثرات جانبی و سویی به دنبال دارد، از جمله اینکه زیادی نیتروژن سبب کاهش نشاسته و ساکاروز در برگها، پوسیدگی ریشه، کاهش جذب آهن، کاهش میوه، افزایش غلظت آبسیزیک اسید در برگها و گلبرگها و در نتیجه تشدید پیری و ریزش برگها و جلوگیری از انتقال یون پتاسیم به روزنه‌ها می شود (منگل و کرکبی، ۱۳۷۶).

منشا اصلی نیتروژن برای تغذیه گیاهان یون‌های نیترات و آمونیوم می‌باشد، تغذیه نیتروژنی گیاهان در شرایط طبیعی بوسیله جذب آنیون نیترات (NO_3^-) و کاتیون آمونیوم (NH_4^+) از محلول خاک صورت می‌گیرد (فرزانه، ۱۳۷۴). در گیاهان دارویی، استفاده از نیتروژن، نه تنها سبب افزایش عملکرد

دانه می‌شود، بلکه موجب افزایش مقدار اسانس می شود (ال وهاب محمد، ۲۰۰۷).

۱-۱۷-۲- فرمهای قابل استفاده نیتروژن:

با وجودی که در حدود ۱۳۳۵۵ تن نیتروژن در هوای بالای هر هکتار زمینی وجود دارد به دلیل اینکه گاز نیتروژن یک ترکیب شیمیایی پایدار است گیاه نمی‌تواند آن را به عنوان ماده غذایی استفاده نماید. نیتروژن به دلیل برخورداری از دو فرم آنیونی و کاتیونی یعنی نیترات و آمونیوم شرایط ویـژه‌ای بـرای جذب توسط گیاهان ایجاد می‌کند (هاج نجری و همکاران، ۲۰۰۹). گیاهان هر دو فرم نیتروژن خـاک شامل آمونیوم (NH_4) ونیترات (NO_3) را به آسانی کسب و مصرف می‌نمایند. بنـابراین دیگـر فرمهـای نیتروژن چه از طریق طبیعی یا مصنوعی باید تبدیل به دو ترکیب ذکر شده شوند. ملکولهای آمونیـوم حامل یک بار الکتریکی مثبت هستند و در خاک به وسیله رس و موادآلی جذب می‌شوند و بـه عنـوان کاتیون‌ها از طریق تبادل یون هیدروژنی و دریافت یک ملکول با بار مثبت در خاک جـذب گیـاه مـی-گردد در واقع می‌توان بیان نمود فرم آمونیومی نیتروژن کاتیون بوده که در خاک غیر متحرک است اما فرم نیتروژنی نیتراتی به شکل آنیون بوده و در خاک قابلیت تحریک دارد. این دو فرم جذبی یون‌هـای مختلفی در ترکیبات خود دارند که می‌توانند روی pH خاک اثر بگذارند. یون آمونیـوم باعـث اسـیدی شدن محیط اطراف ریشه شده در حالی که نیترات باعث قلیایی شدن محیط اطراف ریشه می‌شود لذا در جذب عناصر دیگر توسط ریشه تأثیر می‌گذارند (تیسدل و نلسون، ۱۳۷۰). در تغذیه نیتروژنی هـم نیترات و هم آمونیوم اثر قابل ملاحظه‌ای بر جذب سایر یون‌ها در مراحل مختلف چرخه زنـدگی گیـاه می‌گذارند. منبع نیترون از نوع آمونیومی بیشتر در ساخت ترکیبات آلـی در سـطح ریشـه نقـش دارد (بیوکنن و همکاران، ۲۰۰۲).

۱-۱۷-۳- منابع تامین نیتروژن مورد نیاز گیاه:

۱-۱۷-۳-۱- منابع طبیعی و آلی نیتروژن:

تعدادی از گیاهان خود تأمین کننده نیتروژن مصـرفی خودشـان هسـتند. گیاهـان خـانواده نخودیـان توانایی دارند که به وسیله باکتری‌های رایزوبیوم کلونیزه گردند بر روی ریشه‌ها گره‌هایی تشگیل گردد. درون این گره‌ها روابط همزیستی بین باکتری و گیاه میزبان توسعه می‌یابد. باکتری قند تولیدی گیـاه را به عنوان منبع انرژی در تثبیت نیتروژن گازی را به فرم قابل استفاده گیاه تبدیل کرده و گیاه از آن استفاده می‌نماید. دیگر گیاهان امکان کلونیزه شدن بوسیله باکتریهای تثبیت کننده نیتروژن را ندارنـد و باید نیتروژن مورد نیاز را از خاک جذب نمایند. علاوه بر تثبیت نیتـروژن منـابع طبیعـی دیگـری از

جمله مینرالیزاسیون مواد آلی و نیتروژن رها شده از بقایای گیاهی تجزیه شده در خاک نیز در تـأمین نیتروژن مشارکت می‌نمایند. فضولات حیوانی و پرندگان از منابع طبیعی خوب نیتروژن هستند که در دوران طولانی گذشته به عنوان منابع تأمین نیتروژن به کار رفته‌اند. بقایای گیاهی و جانوری کمپوست شده، ورمی کمپوست، پودر خون، کود سبز گیاهان لگوم و فضولات حیـوانی امـروزه نیـز خصوصـاً در تولید محصولات ارگانیک کارایی دارند (سالاردینی، ۱۳۶۶).

بخش کوچکی از منابع نیتروژن نیز به وسیله بارنـدگی و تشـکیل اسـید نیتریـک HNO_3 وارد چرخـه تولید می‌شود که در خاک مرطوب به هیدروژن و یون نیترات تبدیل می‌شود. در حالی کـه همـه ایـن منابع به‌طور معنی‌داری در سطح نیتروژن خاک مشارکت می‌نمایند. ولی در سیستم کشاورزی متعارف برای کسب عملکرد بالا به کارگیری نیتروژن مازاد و از طریق مصرف کودهای صنعتی امـری ضـروری است (مصیبی، ۱۳۷۸).

۱-۱۷-۳-۲- کودهای شیمیایی نیتروژن:

در میان همه عواملی که عملکرد را در واحد سطح افزایش می‌دهند، اسـتفاده از کـود اوره، مهمتـرین عامل است، نیتروژن اولین عنصر غذایی مهم است که کمبـود آن در منـاطق خشـک و نیمـه خشـک مشاهده می‌شود. این بدان دلیل است که مقدار مواد آلی که عمده‌ترین منبع ذخیره نیتروژن محسوب می‌شود، در این مناطق ناچیز است (چتزوپولو و همکـاران، ۲۰۰۶). کودهـای نیتروژنـی بـه سـه گـرو آمونیاکی و نیتراتی و کند جذب تقسیم می‌شوند. که مهمترین آنها بـرای خاکهـای منـاطق خشـک و نیمه خشک اوره، سولفات آمونیوم و نیترات پتاسیم و همچنین کودهای دیگر مثل دی و منو آمونیـوم فسفات و غیره نیز می‌توان نام برد (هیگن و تاکر،۱۳۷۶).

با عنایت به کاربرد وسیع کود اوره به عنوان منبع تامین‌کننده نیتروژن مورد نیـاز گیـاه در کشـاورزی مناطق خشک، این کود بیشتر توصیف می‌گردد.

۱-۱۷-۳-۲-۱- کود اوره:

اوره $CO(NH_2)_2$ حدود ۴۶٪ نیتروژن بوده و بیشترین غلظت را در میان کودهای نیتروژنـی بـه خـود اختصاص داده است. گرچه اوره با توجه به درصد بالای نیتروژن و بهـای کـم آن در مقایسـه بـا سـایر کودهای نیتروژنی از نظر واحد نیتروژن مناسب ترین کود به شمار مـی‌رود لکـن خاصـیت اسـیدزایـی چندانی ندارد (چتزوپولو و همکاران، ۲۰۰۶). بیش از ۹۰٪ نیتروژنی که در مزارع ایران مصرف می‌شود به صورت اوره می‌باشد. اوره به صورت دانه‌های کوچک و سفید رنگ عرضه مـی‌شـود کـه بـدان کـود

شکری نیز می‌گویند. اوره بر خلاف نیترات آمونیوم خورنده و جاذب الرطوبه نبوده و به راحتی با فسفات و پتاسیم مخصوصاً در شکل دانه‌ای قابل اختلاط است. اوره به علت استفاده از آن در برگ پاشی بر دیگر کودهای نیتروزنی برتری دارد. زیادی مصرف کودهای شیمیایی از جمله اوره پاره‌ای از خواص فیزیکی خاک را نامطلوب کرده نسبت به C:N خاک را بر هم زده و عملیات کشاورزی را در آنها با مشکل مواجهه می‌سازد (کلیج و همکاران، ۱۹۹۳).

۱-۱۷-۴- مضرات و زیان‌های مصرف کودهای شیمیایی(نیتروژنه):

کودهای شیمیایی باعث شده است که چرخه‌ی عناصر غذایی مختل و تولید کشاورزی کاملاً وابسته به مصرف کودهای شیمیایی شود که همین وابستگی به داده‌های خارجی، پایداری کشت بوم را به شدت کاهش می‌دهد (کامکار و مهدوی دامغانی، ۱۳۸۷)، شارپلی و اسمیت (۱۹۸۳) و اسمیت و یانگ (۱۹۷۵) اثر ناشی از ۷۲ سال مصرف کود را از طریق کمی کردن مقادیر نسبی و توزیع و اشکال کربن ازت در هشت نوع خاک که مصرف مناطق مختلف زراعی و خاکهای دیگر نشان دادند که به طور متوسط غلظت کربن آلی و ازت کل در افق‌های سطحی خاک زراعی (صفر تا ۱۵ سانتیمتری) به ترتیب ۴۲ و ۳۵ درصد کاهش یافت. که نشان می‌دهد مصرف کود در حاصلخیزی ذاتی خاک تغییرات دقیقی حاصل می‌کند. همچنین مصرف بیش از اندازه این کودها نه تنها کارایی تولید را کاهش می‌دهد، بلکه ورود مواد معدنی و ترکیبات زیانبار نیتروژن به آبهای سطحی و زیرزمینی موجب آلودگی منابع آب و خاک می‌شود (کامکار و دامغانی، ۱۳۸۷). در حال حاض تداوم مصرف کودهای شیمیایی در بعضی مناطق موجب سخت شدن ساختمان مزرعه و مشکل شدن عملیات کشاورزی شده است (کرمی، ۱۳۷۶). از جمله معایب این کودها می‌توان هزینه‌های بالای تولید تخریب و تغییر کیفیت خاک، ورود آلودگی به زنجیره‌های غذایی و کاهش کیفیت محصولات کشاورزی اشاره کرد.

فصل دوم

بررسی منابع

۲ ـ ۱ ـ عوامل محیطی مؤثر بر رشد و استقرار مرزه:

نوع خودروی آن بیشتر در زمینهای خشک آهکی و در محلهای گرم آفتابگیر و نواحی سنگلاخی و مزارع شنی می‌روید. اصولاً مرزه در طول رویش به هوای گرم و نور کافی نیاز دارد. بذور در دمای ۱۲ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد جوانه می‌زند ولی درجه حرارت مطلوب برای جوانه زنی آنها بین ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. گیاهان جوان به درجه حرارت پایین حساس هستند و بطوریکه در ۱- تا ۲- درجه سانتی‌گراد دچار سرمازدگی شده و خشک می‌شوند. رشد مرزه در دمای ۱۰ درجه سانتی-گراد متوقف می‌شود. چنانچه مدتی قبل از گلدهی، هوا ابری یا سرد شود، نه تنها از عملکرد گیاه کاسته می‌شود، بلکه در مقدار اسانس تأثیر منفی داشته و به نحو بارزی سبب کاهش آن می گردد. pH خاک برای کشت مرزه بین ۵/۶ تا ۸/۲ مناسب است (حسن زاده اول و همکاران، ۱۳۸۹؛ محمد پور و همکاران، ۱۳۹۰؛ اسدالهی و همکاران، ۱۳۹۱).

۲ ـ ۲ ـ مواد و عناصر غذایی مورد نیاز مرزه:

کودهای حیوانی و شیمیای، تأثیر مطلوبی در رشد و عملکرد مرزه دارند. در فصل پاییز، هنگام آماده ساختن خاک، افزودن ۵۰ تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار اکسیدفسفر و ۶۰ تا ۸۰ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاس در زمینهایی که مرزه کشت می‌شود، ضروری است. همچنین، افزودن ۵۰ تا ۸۰ کیلوگرم در هکتار ازت در فصل بهار، هنگام آماده کردن زمین برای کاشت گیاه نتایج مطلوبی در افزایش عملکرد خواهد داشت.

پس از اولین برداشت محصول ، اضافه کردن مقادیر مناسبی ازت به فواصل بین ردیفها، نتایج مطلوبی را در رشد و افزایش عملکرد به همراه دارد (علیزاده سهزابی و همکاران، ۱۳۸۶؛ محمد پور و همکاران، ۱۳۹۰).

۲- ۳- تأثیر همزیستی میکوریزا بر رشد گیاهان دارویی:

قارچ میکوریزا رشد گیاه و سازگاری به تنش‌های محیطی را افزایش می‌دهد (اینتری و همکاران، ۲۰۰۲؛ صالح الگارنی، ۲۰۰۶) و روی عملکرد گیاه اثر مثبتی دارد. در شرایط وجود مقادیر بالای فسفر در خاک گیاهان نیازی به فسفر آماده شده از طریق قارچ ندارند، در این شرایط گیاهان ترجیح می-دهند بدون صرف هزینه (انتقال کربن به قارچ) فسفر مورد نیاز خود را از سیستم ریشه‌ای تأمین نمایند (خلیک و سندرز، ۲۰۰۰؛ کهیلوتو و همکاران، ۲۰۰۱) و در شرایطی که منابع کربن محدود باشد (نور پایین) قارچ به صورت انگل عمل میکند (سان و اسمیت، ۱۹۸۸). تحت شرایط مزرعه‌ای به

دلیل نوسانات آب و هوایی و تغییر مراحل چرخه زندگی گیاه میزبان و قارچ میکوریزا، اثرات قارچ بین مفید و انگلی بودن نوسان می-کند (لرت و همکاران، ۲۰۰۳؛ ریـان و همکـاران، ۲۰۰۵) بنـابراین اثـر قارچ میکوریزا روی رشد گیاه یک مکانیزم پیچیده می‌باشد.

بسیاری از مطلعات نشان دادن که استفاده از مایه تلقیح مانند باکتری‌ها و قارچ‌های آربوسـکولار AM باعث افزایش رشد ساقه و ریشه و عملکرد محصولات مختلـف دارویـی و معطـر مـی‌شـوند (سـینگ و همکاران، ۲۰۱۲ a ، c،b ؛ اواستی، ۲۰۱۱)

جوشی و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای که بر روی گیاه دارویی بشقابی انجام دادند اظهار داشتند که تلقیح ریشه این گیاه با میکوریزا نه تنها در افزایش رشد و تکثیر گیاه خصوصاً رشد ریشـه مـؤثر بـوده بلکه توانایی گیاه را برای رشد در خاکهای حاشیه‌ای که با کمبود فسفر نیز مواجه هستند، افزایش می-دهد. نتایج یک مطالعه در خصوص اثرات تلقیح میکوریزایی در هندوانه نشان مـی‌دهـد کـه تلقـیح بـا میکوریزا نه تنها منجر به افزایش کلنی شدن ریشه می‌شود بلکه افزایش عملکرد میوه و کارایی مصرف آب را نیز به دنبال داشته است (کایا و همکاران، ۲۰۰۳).

تلقیح با قارچ میکوریزا در گیاه دارویی رازیانه سبب افزایش معنی‌دار بیوماس و درصد همزیستی ریشه گردید، مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح تلقیح میکوریزا تفاوت قابـل تـوجهی وجـود داشت به طوری که عملکرد بیولوژیک گیاه رازیانه در تلقیح با میکوریزا (۵۳۵۰ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با عدم تلقیح (۴۴۸۰ کیلوگرم در هکتار) در حدود ۱۹/۴ درصد بیشـتر بـود. در خصـوص اثـر همزیستی میکوریزایی بر روی عملکرد بیولوژیک رازیانه، مـی‌تـوان اسـتنباط کـرد کـه بهبـود میـزان فتوسنتز و رشد، موجب افـزایش بیومـاس بوتـه و در نهایـت عملکـرد بیولوژیـک مـی‌گـردد (درزی و همکاران، ۱۳۸۷).

تحقیقات نشان داد کـه دو گونـه قـارچ میکـوریزایی *Glomus mosseae* و *Glomus intraradices* تـأثیر معنی داری بر صفات کیفی سه گیاه دارویی ریحان، مرزه و بادرنجبویه، داشت، دو نوع میکوریزا تـأثیر معنی‌داری بر درصد برگ گذاشت، به طوریکه تیمار گیاه مرزه + میکوریزا گونه *G.mosseae* بیشترین و تیمار گیاه بادرنجبویه بدون میکوریزا کمترین درصد برگ را دارا بودند و اعمال تیمارهـای میکـوریزی باعث افزایش معنی دار درصد اسانس گردید.تیمار گیاه مرزه با میکوریزا *گونه G.intraradices* و تیمـار گیاه بادرنجبویه بدون میکوریزا به ترتیب بیشترین و کمترین درصد اسانس را داشتند، همچنین تیمار مرزه با میکوریزا گونه *G.intraradices* بیشترین عملکرد اسـانس را نشـان داد (*بخشـایی* و همکـاران، ۱۳۸۹). تلقیح با قارچ میکوریزا در گیاه خیار منجر به افزایش عملکرد و ساقه روی و غلظت فسـفر در

گیاهان میکوریزای در مقایسه با غیر میکوریزای شد (ارتاس، ۲۰۱۰).

ارتاس و هریس (۱۹۹۶) اظهار داشتند که استفاده از قارچ میکوریزا سرعت رشد گیاه را افزایش داده و بر تخصیص و انتقال عناصر غذایی بین ریشه و ساقه اثر گذاشته، به طوری‌که با افزایش جذب عناصر غذایی و انتقال آنها وزن خشک اندام‌هوایی افزایش می یابد. اصلانی و همکاران (۱۳۸۸) طی آزمایش بیان داشتند، همزیستی گیاه ریحان با قارچ میکوریزا تأثیر معنی داری بر عملکرد پیکر رویشی تازه و خشک و درصد اسانس دارد. در صورتی که تأثیر همزیستی بر شاخص کلروفیل معنی دار نبوده. بیشترین مقدار عملکرد ماده تر و خشک، درصد اسانس و عملکرد اسانس را در تیمار تلقیح با گونه *Glomus mosseae* مشاهده کردند و تیمار تلقیح با گونه *Glomus intraradices* نسبت به شاهد برتری داشته اما اثرات آن نسبت به تیمار تلقیح *Glomus mosseae* کمتر بوده.

نتایج تحقیق یوسف و همکاران (۲۰۰۴) حاکی ار آن است که در گیاه دارویی مریم گلی استفاده از کود بیولوژیک سبب افزایش ارتفاع بوته و وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه گردید. مشاهدات لیتی و همکاران (۲۰۰۶) بیانگر بهبود جذب عناصر غذایی توسط ریشه گیاه، افزایش میزان فتوسنتز و در نتیجه افزایش تولید ماده خشک، در نتیجه کاربرد کود بیولوژیک بود. کوچکی و همکاران (۱۳۸۷) اظهار داشتند کاربرد کودهای بیولوژیک منجر به افزایش ارتفاع و قطر بوته، وزن تر و خشک بوته و عملکرد اسانس در گیاه زوفا نسبت به شاهد گردید.

تیوری و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که مایه تلقیح در گیاه *O.sanctom* باعث افزایش رشد و عملکرد تر گیاه شد.

با توجه به گونه گیاهی، ممکن است قارچ‌های میکوریزا نیز اثرهای مختلفی روی کیفیت اسانس داشته باشند. (درزی و همکاران، ۱۳۸۷) در تحقیقی که با استفاده از سه گونه قارچ میکوریزا بر روی ریحان انجام شد، کوپتا و همکاران (۲۰۰۶) ملاحظه نمودند که گونه‌های میکوریزا دارای واکنش‌های متفاوتی بودند به‌طوری که تنها تلقیح گیاه با گونه *Gigaspora rosea* از نظر کیفیت اسانس دارای برتری قابل ملاحظه‌ای نسبت به تیمار شاهد داشت. کاپور و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که همزیستی ریشه رازیانه با دو گونه از قارچ‌های میکوریزایی به طور معنی‌داری موجب بهبود میزان اسانس و کیفیت آن می‌شود. کاپور و همکاران (۲۰۰۲) در پژوهشی دیگری، نشان دادند که تلقیح گیاه دارویی گشنیز با دو گونه قارچ میکوریزایی سبب افزایش بارز کمیت و کیفیت اسانس می‌شود. افزایش میزان اسانس در دانه‌های گیاه رازیانه در تلقیح با میکوریزا گونه *Glomus intraradices* ۱۲/۵ درصد بیشتر از عدم تلقیح بود. همزیستی میکوریزای از طریق جذب کارآمد فسفر و تا حدودی نیتروژن توسط ریشه رازیانه

موجب افزایش اسانس این گیاه دارویی شد (درزی و همکاران، ۱۳۸۷). کاپتا و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که تلقیح گیاه نعناع با قارچ میکوریزا به طور قابل ملاحظه‌ای میزان اسانس را افزایش داد ، آن‌ها دریافتند که همزیستی قارچ میکوریزا با ریشه گیاه نعناع از طریق افزایش جذب آب و عناصر پرمصرف در بهبود میزان اسانس مؤثر بوده است. در تحقیق انجام شده بر روی گیاه دارویی گشنیز مشاهده شد که همزیستی میکوریزایی ریشه گیاه، سبب افزایش چشمگیر میزان اسانس در دانه می‌شود (کاپور و همکاران، ۲۰۰۲b).

در بررسی مشابهی که به همین منظور بر روی شوید و نوعی زیره انجام گرفته بود ملاحظه شد که کاربرد دو گونه قارچ میکوریزا به طور قابل توجهی میزان اسانس این گیاهان را در مقایسه با شاهد بهبود بخشید (کاپور وهمکاران، ۲۰۰۲a). در این پژوهش، جذب بیشتر فسفر معدنی توسط گیاهان میکوریزایی که عنصری ضروری در بیوسنتز اسانس می‌باشد به عنوان عامل تأثیر گذار در افزایش مقدار اسانس شناخته شد.

سینگ و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی خود بر روی گیاه *Ocimum basilicum L.* گزارش کردند پارامترهای رشد (ارتفاع و گسترش) گیاه ریحان به طور قابل توجهی تحت تأثیر مایه تلقیح قرار گرفت و حداکثر افزایش ارتفاع (۱۵٪) و گسترش گیاه (۴۷٪) و حداکثر عملکرد بیوماس و مواد مغذی در گیاهان تلقیح شده مشاهده شد.و محتوا و کیفیت اسانس ریحان نیز تحت تأثیر قرار گرفت.

سینگ و همکاران (۲۰۱۲a) گزارش دادن که تلقیح گیاه نعناع هندی با RGPRs و قارچ AM به طور قابل توجهی عملکرد اسانس را افزایش داد ولی اختلاف معنی‌داری در میزان اسانس این گیاه مشاهده نشد.

اردوخانی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش دادند که تلقیح با PGPR باعث افزایش تجمع اسانس ریحان شد. در عین حال در مطالعه دیگر به روی گیاه دارویی *C.forskohlii* تلقیح با PGPR و قارچ AM محتوای فورسکولین که جزء فعال ریشه است و محتوای اسانس و جذب مواد مغذی را بهبود داد (سینگ و همکاران، ۲۰۰۹، ۲۰۱۲b,c)

کگراس و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که تلقیح بوته خیار با قارچ میکوریزا موجب افزایش وزن تر و خشک برگ، زیست توده ریشه و شاخص سطح برگ شد. لی و جورج (۲۰۰۵) نشان دادند که هیف میکوریزا گونه *G.mosseae* سهم قابل توجهی در جذب فسفر، روی و مس توسط گیاهان خیار میکوریزایی داشت.

۲-۴- تأثیر میکوریزا بر خصوصیات فیزیولوژیکی گیاهان:

خلیقی جمال آباد و خارا (۱۳۸۶) گزارش کردند میزان کلروفیل a و b در گیاهان گندم تلقیح شده با میکوریزا *Glomus intraradices* بالاتر از میزان آن در گیاهان شاهد بود. که احتمالاً بعلت وجود رابطه مثبت بین غلظت فسفر و مقدار کلروفیل در گیاهان میکوریزایی نقش قارچ میکوریزا در فراهم نمودن فسفر مورد نیاز گیاه بعنوان حامل انرژی در طی فتوسنتز تأئید می‌شود (دمیر، ۲۰۰۴).

نتایج تحقیق شریفی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که ریشه ریحان در دو کولتیوار با قارچ *Glomus etunicatum* بین ۶۰ – ۷۰ درصد همزیستی ایجاد نموده است. از طرفی تلقیح قارچ با ریشه گیاه به طور معنی‌داری سبب افزایش شاخص‌های رشدی، سطح برگ، کلروفیل a و b و فنول کل و آنتوسیانین در مقایسه با بوته‌های شاهد شد.

یکی دیگر از فواید میکوریزا افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده می‌باشد. نتایج تحقیقات نشان داده است که قارچ‌های میکوریزا قادر هستند که اثرات نامطلوب تنش خشکی را در گیاهان تعدیل نمایند (آیگ، ۲۰۰۱). همریستی قارچ میکوریزا با اغلب گیاهان تحت شرایط تنش خشکی باعث بهبود تولید در گیاهان از طریق جذب بیشتر عناصر غذایی غیر متحرک مانند فسفر، روی و مس می‌شود. به علاوه تحمل گیاهان به خشکی را از طریق بهبود جذب آب و پتانسیل آماس برگ، کنترل منافذ روزنه‌ای و تعرق، افزایش طول و عمق ریشه و توسعه هیف‌های انتهایی افزایش می-دهد (وامرالی و همکاران، ۲۰۰۳؛ قاضی و زاک، ۲۰۰۳). نتایج تحقیق سانچز – بلانکو و همکاران (۲۰۰۴) بر روی گیاه رزماری تحت شرایط تنش خشکی نشان داد که تلقیح میکوریزا موجب افزایش زیست توده اندام هوایی و ریشه در مقایسه با گیاهان غیر میکوریزای شد. همچنین موجب کاهش کمتر پتانسیل آب برگ و پتانسیل آب بنیادی و بهبود در فعالیت فتوسنتزی و هدایت روزنه‌ای و مقادیر بالاتری از محتوای کلروفیل برگ گیاهان تلقیح شده با میکوریزا نسبت به گیاهان غیر میکوریزای نشان داد.

دادهن و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیق خود بر روی تأثیر شوری بر میزان تحمل گیاه *Gmelina arborea* شاهد افزایش وزن تر و خشک،درصد بیشتری از کلونیزاسیون میکوریزا، تجمع بالاتری از پرولین و محتوای کلروفیل با افزایش سطح شوری بودند. همچنین گیاهان میکوریزایی افزایش قابل توجهی در اسید فسفاتاز، آنزیم آنتی اکسیدان و در تحمل به شوری نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی نشان دادند.

آیگ و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند کلونیزاسیون گیاه کدو با قارچ *Glomus intraradices* منجر به افزایش به طور متوسط نرخ ۲۷٪ هدایت روزنه‌ای و هدایت هیدرولیکی برگ در گیاهان میکوریزایی در مقایسه با گیاهان غیر میکوریزایی در شرایط وفور آب شد و در شرایط تنش شوری مشابه بود.

فنگ و همکاران (۲۰۰۲) در تحقیق خود بر روی تأثیر تنش خشکی بر میزان تحمل گیاه ذرت میکوریزایی شده، مشاهده کردند که وزن خشک ریشه و اندام هوایی در نتیجه همزیستی با میکوریزا (جنس گلوموس) افزایش یافت.

۲-۴-۱- تأثیر میکوریزا بر جذب عناصر غذایی:

به نظر می‌رسد که اثر میکوریزا در کیفیت تولید، مرتبط با افزایش غلظت عناصر غذایی در دانه باشد (کهیلوتو و همکاران، ۲۰۰۱). افزایش جذب فسفر به وسیله میکوریزا، گره زایی 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) قارچ میکوریزا جذب عناصر دیگری مانند سولفور، بور، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سدیم، روی، مس، منگنز، آهن، آلومینیوم و سیلیوم را نیز افزایش می-دهد (کلارک و زتو، ۲۰۰۰).

۲-۴-۲- تأثیر میکوریزا بر جذب فسفر توسط گیاه میزبان:

همزیستی میکوریزا در ریزوسفر، نقش واسطه‌ای را بین ریشه گیاه و توده خاک عهده‌دار است و به گیاه در جهت جذب آب و عناصر غذایی به ویژه (فسفر) از خاک کمک می‌نماید (خاوازی و ملکوتی، ۱۳۸۰). نقش مهم میکوریزا تأمین فسفر گیاه می‌باشد (ریچاردسون و همکاران، ۲۰۰۷). قارچ‌های میکوریزا عنصر فسفر را در گیاهان افزایش می‌دهند مخصوصاً در شرایط کمبود فسفر (بارا و همکاران،۲۰۰۸). 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 داده‌اند 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). در بعضی موارد افزایش هیف با رشد گیاه همبستگی مثبت ندارد (اسمیت و همکاران، ۲۰۰۴). و در بعضی مواقع مخصوصاً در شرایطی که به زمین کود می‌دهیم میکوریزا نقش کمتری در بهبود جذب فسفر دارد (ریان و همکاران، ۲۰۰۵).

در تحقیق دیگری که به همین منظور بر روی نعناع انجام گرفت، فریتاس و همکـاران (۲۰۰۴) نشـان دادند که تلقیح ریشه این گیاه با چهار گونه میکوریزا سبب افزایش محسوس میزان اسـانس نعنـاع در مقایسه با تیمار شاهد شد. همچنین محققان یاد شده بهبود تغذیه معدنی گیاه به ویـژه فسـفر، کـه از طریق همزیستی میکوریزایی حاصل شده بود را به عنوان دلیل عمده افزایش بارز میزان اسـانس ذکـر کردند و این در حالی است که کاربرد فسفر معدنی به تنهایی هیچ گونه تأثیری بر بهبود مقدار اسانس در نعناع نداشت.

۲-۴-۳- اثر کودهای معدنی و آلی روی میکوریزا:

یکی از خصوصیات بیولوژیک خاک که در اثر مصرف کود شیمیایی فسفر تحت تـأثیر قـرار مـی‌گیـرد، همزیستی ریشه گیاه با قارچ‌های میکوریزا می‌باشد. در خاکهایی که مقادیر بالای فسفر دارند یا مقادیر زیادی کود فسفر در آنها به کار برده شده است، کلونیزاسیون میکوریزا کاهش می‌یابد و میکوریزا نقش کمی در رشد گیاه دارد (اسمیت و رید، ۲۰۰۸). جورج و همکاران (۱۹۹۴) اظهار داشتند کـه توانـایی قارچ میکوریزا در اشغال سیستم ریشه‌ای گیاه همبستگی منفی با مقدار فسفر موجـود در خـاک دارد. کمبود زیاد فسفر نیز مانع از کلونیزاسیون میکوریزا می‌شود (کلی و همکاران، ۲۰۰۵).

اثر پذیری کود اوره در سیستم‌های کشاورزی متغیر می‌باشد (ریان و اش، ۱۹۹۹). علی زاده و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی به جهت بررسی اثر میکوریزا و ورمی کمپوسـت بـه عنـوان عامـل بیولوژیـک در مقایسه با کود شیمیایی نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت انجام دادن بیان کردند کـه میکوریزا و ورمی کمپوست در سطوح پایین مصرف کود شیمیایی توانستند موجب افـزایش عملکـرد و اجزای عملکرد دانه شوند اما در سطوح بالای مصرف کود شیمیایی فعالیت آن‌ها مختل گردید. تعدادی از مطلاعات اخیر نشان داده‌اند که فراروانی میکوریزا در واکنش به کود اوره کاهش می‌یابد (ایگرتـون- وربرتون وآلن، ۲۰۰۰؛ برادلی و همکاران، ۲۰۰۶). اثر کود پتاسیم روی میکوریزا کمتـر مـورد مطالعـه قرار گرفته، اما بیان شده که تولید اسپور را تحریک می‌کند (فورلان و برنیر- کاردو، ۱۹۸۹).

در تحقیقی که بر روی ذرت انجام گرفت، یان زنگ و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند کـه تلقـیح ریشـه این گیاه با گونه میکوریزا *Glomus mosseae* سبب افزایش محسوس ارتفاع بوته، وزن خشک و میـزان فسفر در مقایسه با تیمار شاهد شد. همچنین در کاربرو توأم مایکوریز و ۰/۵ کیلـوگرم کـود آلـی ایـن صفات به طور قابل توجهی افزایش یافته بود، اما در گیاهان میکوریزای و غیر میکوریزای و در بالاترین میزان کود ۰۲ کیلوگرم) این صفات کاهش داشته و یا اثر قابل توجهی نداشتند.

۲-۵- تأثیر اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی گیاهان:

۲-۵-۱- عملکرد و اجزای عملکرد:

کرکوت و همکاران (۲۰۰۸) اثر اسید هیومیک را در ۵ غلظت بر عملکرد و کیفیت میوه‌های فلفل به صورت تیمار برگی و خاکی بررسی کردند و دریافتند اسید هیومیک اثر معنی داری را بر طول و قطر میوه‌ها نداشت. کاهش میزان قند میوه‌ها با کاربرد اسید هیومیک به هر دو طریق افزایش یافت.

نتایج آزمایشات نشان داد که اسید هیومیک اثرات مستقیم و مثبتی بر رشد و عملکرد گندم (واگان و لینه هان، ۲۰۰۴) نخود (واگان، ۱۹۷۴) و کاسنی (والدریگی و همکاران، ۱۹۹۶) داشت. والدریگی و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که اسید هیومیک از طریق افزایش در محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش رشد، ارتفاع و به تبع آن عملکرد بیولوژیک می‌شود.

در آزمایشی که در بررسی اثر اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم و ذرت، انجام شد که اضافه کردن ۰/۵ تا ۱ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به ترتیب عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک گندم و ذرت را افزایش معنی‌داری داد. اضافه کردن ۰/۵ کیلو گرم در هکتار اسید هیومیک عملکرد دانه را ۲۵ درصد نسبت به شاهد بالا برد. پس از برداشت نیز مشخص شد که محتوی نیتروژن و فسفر موجود در اندام‌های این دو گیاه تیمار شده با اسید هیومیک افزایش معنی‌داری داشت. این اثرات سودمند اسید هیومیک از طریق قدرت کلات کنندگی عناصر غذایی و اثر بر خصوصیات بیولوژیکی و فیزیولوژیکی خاک ظاهر شد. اسید هیومیک در غلظت‌های کم و در کنار سایر کودها از جمله NPK اثر مطلوبتری بر عملکرد داشت (شریف، ۲۰۰۲).

جانز و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایشی در بررسی اثر اسید هیومیک بر عملکرد گندم بهاره دریافتند که اسید هیومیک دسترسی به فسفر و سایر عناصر غذایی را افزایش داد و همچنین سبب افزایش معنی-داری در عملکرد شد. البته نتایج نشان داد که افزایش غلظت اسید هیومیک مصرفی سبب کاهش دسترسی به فسفر و مقادیر خیلی بالا اثر معنی داری بر عملکرد نداشتند و اسید هیومیک بهترین اثر را در مقادیر پایین نشان داد.

مالیکارجونا و همکاران (۱۹۸۷) نشان دادند که مقدار ۳۰ کیلو گرم در هکتار اسید هیومیک به طور معنی داری عملکرد ماده خشک ریشه و ساقه را افزایش داد که البته نسبت ریشه به ساقه به مقدار بیشتری افزایش نشان داد.

۲-۵-۲- افزایش وزن خشک و تر ساقه و ریشه:

لیو و همکاران (۲۰۰۰) در ازمایشی روی گیاه بنت گراسنشان دادند که در غلظت ۴۰۰ میلی گـرم در لیتر اسید هیومیک، وزن خشک ریشه به طور معنی‌داری افزایش یافت و همچنین فعالیت آنزیم‌ها هم از ۲۳٪ بـه ۱۰۰٪ افزایش یافت که خود عامل افزایش تنفس ریشه و رشد بیشتر آن شـد. بـا کـاربرد ترکیبات هیومیکی، رشد ریشه بیشتر از تحت تأثیر قرار گرفت.

کوثر و اعظم (۱۹۸۵) طی آزمایشی روی گندم دریافتند که محلول پاشی اسید هیومیک به میزان ۵۴ میلی گرم در لیتر، ۵۰٪ افزایش در طول ریشه و ۲۲٪ افزایش در ماده خشک را بـه همـراه داشـت و همچنین جذب نیتروژن در حضور اسید هیومیک افزایش معنی داری نشان داد.

پادم و همکاران (۱۹۹۹) در بررسی اثر محلول پاشی اسید هیومیک روی صفاتی ماننـد ارتفـاع سـاقه، تعداد برگ، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه و ریشه و تجمع NPK در برگ گیاهچـه‌هـای بادمجـان و فلفل دریافتند که قطر ساقه، تعداد برگ‌ها، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه و ریشه به طور معنی‌داری با کاربرد اسید هیومیک بر روی گیاهچه‌های فلفل و بادمجان افزایش یافت.

۲-۵-۳- افزایش رشد ریشه و ساقه:

تقویت ریشه‌زایی با مکانیسم-های متعددی مرتبط اسـت،اولا اصـلاح سـاختار فیزیکـی خـاک فضـای مناسب تری را برای نفوذ ریشه ایجاد می-کند. ثانیا هیومیک اسید با افزایش نفوذپـذیری سـلول‌هـای ریشه به جذب بهتر مواد غذایی و توسعه بیشتر گیاه کمک می‌نماید.

استفان و چارلز (۱۹۹۴) در بررسی اثر اسید هیومیک و اسید فولویک بر روی رشد گیاهچه‌های فلفـل دریافتند که اسید هیومیک به میزان ۵۰ میلی گرم در لیتر سبب افزایشی در طول ریشـه از ۱۳/۱ بـه ۲۰/۲ سانتیمتر و طول ساقه از ۲۰/۹ به ۱۵/۵ سانتیمتر شد، همچنین اسید هیومیـک سـبب افـزایش معنی‌داری در وزن خشک ساقه و ریشه به ترتیب از ۰/۵ به ۱/۷۰ و از ۰/۵۰ به ۰/۲۳ شد.

استفاده از اسید هیومیک موجب افزایش ارتفاع گیاه پسته، تعـداد بـرگ و در تعامـل بـا میکـوریزا در کرتهای فرعی موجب افزایش ضخامت، وزن تر و خشک برگ و ساقه نسبت به شاهد شـد (اسـمایل و همکاران، ۲۰۱۱).

آزمایشات نشان داد که غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک عامل طویل شدن سلول‌های ریشه در گیاه نخود شد و این در حالی است که غلظت‌های بالاتر اثر معنی‌داری نداشتند (واگان، ۱۹۷۴).

در مطالعه دیگری اسید هیومیک سبب افزایش قطر و ارتفاع گیاه منداب شد (آلبایراک و همکاران، ۲۰۰۵).

در مطالعه‌ای کاربرد اسید هیومیک به میزان ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ میلی گرم بر کیلو گرم خاک موجب افزایش طول هیپوکوتیل، قطر ساقه، طول ساقه، وزن خشک، میزان عناصر غذایی و عملکرد گیاه فلفل شد(ترکمن و همکاران، ۲۰۰۴).

تأثیر هیومیک اسید بر رشد ریشه چنان واضح و شگرفت است که در مواردی حجم ریشه را تا چند برابر افزایش می‌دهد. هیومیک اسید با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه تکثیر سلولی را در کل گیاه و بخصوص در ریشه‌ها افزایش می‌دهد (دورسون و همکاران، ۲۰۰۲).

در یک بررسی کاربرد اسید هیومیک در محلول غذایی موجب افزایش محتوای نیتروژن در اندام هوایی و رشد شاخساره و ریشه در ذرت شد (تان، ۲۰۰۳)

۲-۵-۴- افزایش سطح برگ و فاکتورهای رشدی:

مطالعات نشان داد که کاربرد اسید هیومیک بر روی توتون و گیاهان دارویی موجب زیاد شدن میزان آلکالوئیدها در برگ می‌شود، همچنین اسید هیومیک موجب افزایش انتقال گلوکز از بین غشاهای سلولی در گیاهان پیاز، آفتابگردان، چغندرقند و موجب افزایش میزان کربوهیدارت در گوجه‌فرنگی، سیب زمینی، چغندرقند و هویج می‌شود (تان،۲۰۰۳).

طبق نتایج، نیکبخت و همکاران (۲۰۰۸) کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش وزن تر و خشک ریشه شده ولی اثر معنی‌داری بر وزن تر و خشک برگ ندارد.

در آزمایشی مشاهده شد که اسپری برگی با ترکیبات آلی اسید هیومیک ماندگاری قطره‌ها را روی سطح برگ افزایش داده و در نتیجه جذب عناصر غذایی توسط گیاه افزایش یافت (آستارایی و همکاران، ۲۰۰۸).

ولف و همکاران (۱۹۹۸) همبستگی قوی مثبت بین وزن خشک دانه و مقدار دوام سطح برگ یافته و تأیید کردند که سبزبمان برگ به اندازه تولید برگ در تعیین عملکرد دانه اهمیت دارد.

آلبایرک همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که تیمار ۱۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک سبب گسترش بیشتر سطح برگ می‌شود.

فرنانذر اسکوبار و همکاران (۱۹۹۶) در یک آزمایش مزرعه‌ای دریافتند که کاربرد مواد هیومیکی استخراج شده از لئوناردیت رشد ساقه و انباشتگی پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن را در برگ‌های زیتون افزایش داد، در حالی که بر محتوی نیتروژن برگ‌ها بی تأثیر بود.

۲-۶- تأثیر اسید هیومیک بر خصوصیات فیزیولوژیک گیاهان:

۲-۶-۱- میزان فتوسنتز:

اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه شد (دلفین و همکاران، ۲۰۰۵).

محققین اثر مواد هیومیکی را بر گیاه بنت گراس بررسی کردند و دریافتند کاربرد برگی مواد هیومیکی به میزان معنی‌داری غلظت آنتی اکسیدان‌ها در برگ را افزایش داده و همچنین سبب افزایش در فتوسنتز، تنفس، سنتز نوکلئیک اسیدها و جذب یون‌ها شد (اشمیت و همکاران، ۱۹۹۷).

در یک بررسی تأثیر اسید هیومیک روی نوعی گیاه علوفه‌ای نشان داد که اسید هیومیک به طور معنی‌داری سرعت فتوسنتز، توسعه زیست توده ریشه و محتوی عناصر غذای گیاه را افزایش داد، که این افزایش به ویژه در غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک بود (لیو و همکاران، ۱۹۹۶).

اسید هیومیک سبب تداوم بافت‌های فتوسنتز کننده شده و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (ولف و همکاران، ۱۹۸۸).

هیومیک اسید با مکانیسم‌های متعددی به جذب بهتر مینرال‌ها و بهبود کیفیت محصول کمک می-کند. هیومیک اسید با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و نیز تأثیر مثبتی که بر جنبه‌های مختلف فتوسنتز دارد نیز محتوای غذایی محصولات کشاورزی را افزایش می‌دهد (شریف و همکاران،۲۰۰۲).

۲-۶-۲- محتوی کلروفیل:

کرکوت و همکاران (۲۰۰۸) اثر اسید هیومیک در ۵ غلظت بر عملکرد و کیفیت میوه‌ها ی فلفل به صورت تیمار برگی و خاکی بررسی کردند و دریافتند اسید هیومیک اثر معنی‌داری را بر طول و قطر میوه‌ها نداشت. کاهش میزان قند میوه‌ها با کاربرد اسید هیومیک به هر دو طریق افزایش یافت. همچنین اسید هیومیک به طور معنی-داری در محتوای کلروفیل برگ‌ها مؤثر بوده و اثر خود را به

طور اساسی بر محتوای کلروفیل b در برگ‌ها داشت. مقادیر ۲۰ میلی لیتر اسید هیومیک چه به صورت محلول پاشی و چه اعمال خاکی بیشترین محتوای کلروفیل برگ‌ها را سبب شد.

اسلاکی و تیچی (۱۹۵۹) در بررسی بر اثر مواد هیومیکی روی محتوی کلروفیل برگ-ها گیاه گوجه فرنگی کشت یافته در محلول غذایی دریافتند که اسید هیومیک به میزان ۶۳ درصد و اسید فولیک به میزان ۶۹ درصد غلظت کلروفیل برگ‌ها را افزایش داد.

زودان (۱۹۸۶) دریافت که اسپری برگ‌های گندم با اسید هیومیک و فولیک در مزرعه و گلخانه سبب افزایش میزان کلروفیل در برگ‌ها شد.

در مطالعه‌ای معلوم شد که اسید هیومیک بیش از اسید فولویک و هیومین بر فعالیت کلروفیل b اثر می-گذارد (ناردی و همکاران، ۲۰۰۲). اسید هیومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ باعث افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (نادری و همکاران، ۲۰۰۲). گروسل و همکاران (۱۹۹۱) در طی تحقیقات خود پی برد که اسید هیومیک سبب افزایش جذب آهن، روی، مس و منگنز توسط گیاهان رشد یافته در محلول هوگلند شد که افزایش جذب آهن و منگنز را می‌توان دلیل مناسبی برای افزایش غلظت کلروفیل برگ دانست.

۲-۶-۳- ایجاد توازن در عناصر غذایی:

اسید هیومیک با اسیدی کردن خاک سبب تسهیل در انحلال آهن و پتاسیم گشته و میزان دسترسی به عناصر غذایی را افزایش می‌دهد. در بسیاری از منابع در مورد اثرات مفید مواد هیومیکی بر رشد ریشه و ریشه‌های مویین اشاره شده است. افزایش سطح ریشه‌ها و ریزوسفر سبب جذب بهتر برخی عناصر پتاسیم یا فسفر می‌گردد (سانچز و همکاران، ۲۰۰۲).

مکویک و همکاران (۲۰۰۱) دریافته‌اند که اسید هیومیک سبب پایداری و نگهداری بیشتر عناصر غذایی برای گیاهان می‌شوند که این کار را از طریق ممانعت از تثبیت یا شستشوی آن‌ها انجام می-دهد.

تاتینی و همکاران (۱۹۹۱) نیز گزارش کردند که اسید هیومیک در بهبود کارایی مصرف نیتروژن توسط گیاه نقش دارد و این کار را از طریق اصلاح فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک انجام می‌دهد و از شستشوی بیش از حد آن جلوگیری می‌کند.

وانگ و همکاران (۱۹۹۵) در آزمایش مزرعه‌ای، اسید هیومیک را به همراه کود فسفر به خاک اضافه

کردند و مشاهده نمودند که میزان جذب فسفر ۲۵ درصد نسبت به عدم حضور اسید هیومیک افزایش یافت.

واگان و همکاران (۱۹۷۹) میزان جذب فسفر ۳۲ را به عنوان یک عنصر مؤثر در توسعه سیستم ریشه در سلول‌های ریشه گندم زمستانه در حضور اسید هیومیک بررسی کردند و دریافتند که غلظت های ۵ تا ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک سبب افزایش معنی داری در جذب فسفر شد که البته میزان جذب فسفر در ۵۰۰ میلی گرم در لیتر کاهش یافت.

نیکبخت و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند که غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک سبب افزایش معنی‌داری در رشد ریشه گیاه گلتاب شد. محتوی فسفر، منیزیم، آهن و پتاسیم در برگ‌ها و تعداد گل در گیاه توسط اسید هیومیک افزایش معنی‌داری نشان داد.

در مطالعه گلخانه‌ای (سانچسا و همکاران، ۲۰۰۶) اثر اسید هیومیک را روی قابلیت جذب عناصر غذایی خاک و عملکرد پیاز بررسی کردند و دریافتند که کاربرد ۲۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به همراه NPK، بیشترین عملکرد پیاز را به همراه ۱۲ درصد افزایش در جذب NPK به همراه داشت.

در مطالعه دیگری اسید هیومیک سبب افزایش فسفر و نیتروژن در گیاه بنت گراس شده و تجمع ماده خشک را افزایش داد (مکویاک و همکاران، ۲۰۰۱).

فرناندز اسکوبار و همکاران (۱۹۹۶) نیز افزایش غلظت پتاسیم، منیزیم، کلسیم و آهن در برگ‌های زیتون تیمار شده با مواد هیومیکی، اعلام نمودند.

۲-۶-۴- تعدیل pH:

اسید هیومیک با دارا بودن میزان زیادی از گروه‌های اسید ضعیف در ساختمان مولکولی خود می‌تواند pH های قلیایی را اصلاح کند (کرکوت، ۲۰۰۹).

با تعدیل pH توسط مواد هیومیک از رسوب آهن در خاک‌ها جلوگیری شده و با تشکیل هیومات کلسیم مانع از رسوب کردن فسفات کلسیم می‌شود (سانچز، ۲۰۰۶).

۲-۶-۵- مقاومت گیاهان نسبت به خشکی با افزایش کارایی مصرف آب:

هیومیک اسید با اصلاح فیزیکی و بهبود دانه بندی خاک فضای بیشتری برای نفوذ آب ایجاد می‌کند. مولکول‌های هیومیک اسید با مولکول‌های آب پیوندی تشکیل می-دهند که تا حدود زیادی مانع از

تبخیر آب می‌گردد. مولکول‌های فولویک اسید (بخش ریز مولکول از هیومیک اسید) که به درون بافت-های گیاهی نفوذ می‌کنند با پیوند شدن به مولکول‌های آب تعریق و تعرق گیاه را کاهش داده به حفظ آب در درون گیاه کمک می‌کنند (سینگ و همکاران، ۱۹۹۸).

۲-۶-۶- حفظ رطوبت خاک:

مولکول-های هیومیک اسید با مینرال‌های خاک تشکیل پیوند داده و شبکه‌ای تور مانند ایجاد می-کنند که مجموعا قادرند حجم نسبتا زیادی آب را در خود ذخیره نمایند. هر چه بافت خاک سبک‌تر باشد این تأثیر بیشتر است. بطوریکه آزمایشات نشان داده است در خاک‌های شنی ماسه‌ای تا ۱۰۰ برابر معمول آب در خاک ذخیره می‌شود. نمونه جالب گیاهان زینتی حساس به کم آبی، گیاه حسن یوسف است که در شرایط عادی به خصوص در تابستان به آبیاری روزانه نیاز دارد. با افزودن یک قاشق غذاخوری گرانول‌های هیومیک اسید به خاک گلدان این نیاز به هفته‌ای دوبار کاهش خواهد یافت. این عمل باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌شود و کارایی مصرف آب را در محصولات بهبود می‌بخشد (سینگ و همکاران، ۱۹۹۸).

۲-۷- تأثیر اسید هیومیک بر جمعیت میکرواورگانیسم‌های خاک:

هیومیک اسید با افزایش نفوذپذیری دیواره سلولی و نیز با تسریع در تولید پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک در درون سلول به رشد و تکثیر هر موجود زنده‌ای کمک می‌کند.بخصوص تأثیر ان بر رشد میکروارگانیسم-های مفید موجود در خاک که عمدتا از قارچ‌ها هستند بیشتر است (آیوسو وهمکاران، ۱۹۹۶. شریف و همکاران، ۲۰۰۲).

اسید هیومیک سبب تحریک رشد و تغذیه قارچ‌های مفید و افزایش جمعیت آن‌ها می‌شود، که این عمل در برتری این قارچ‌ها در رویارویی با قارچ‌های بیماری زا تأثیر دارد و باعث می‌شود به تدریج قارچ‌های بیماری‌زا از میدان خارج شوند (اسپارک و همکاران، ۱۹۹۶).

سلموتو و گووینداس‌مانی (۲۰۰۳) گزارش کردند که جمعیت و فعالیت آنزیم‌های میکروبی ریزوسفر در صورت کاربرد اسید هیومیک که موجب استفاده بهینه از مواد مغذی می شود، افزایش یافته است.

بفروز و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی در گیاه *Ocimumbassilicum L* نشان دادند که تلقیح PGPRs و استفاده از ورمی کمپوست اثر معنی‌داری بر روی تقریبا تمام صفات اندازه گیری شده داشت به جز وزن خشک و تر، سطح برگ که درگروه تیماری مختلف متفاوت بود. همچنین بیشترین عملکرد تر و

خشک، عملکرد اسانس و کلروفیل a، b و کل در تعامل بین PGPRs و ورمی کمپوست مشاهده شد و تعامل بین PGPRs و اسید هیومیک به بالاترین درصد اسانس، عملکرد اسانس و ارتفاع بوته منجر شد.

طبق نتایج، ال کاتب و همکاران (۲۰۱۱) بر روی گیاه اقاقیا، طولانی تر شدن فواصل آبیاری اثرات منفی بر ارتفاع بوته، وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه و محتوای کربوهیدرات کل در برگ ها و ساقه ها و روند معکوس در ریشه داشت. تلقیح قارچهای میکوریزای و کاربرد اسید هیومیک اثرات مثبت قابل توجهی بر ارتفاع بوته ، قطر ، سطح برگ، وزن تر و خشک ساقه و ریشه ، محتوای کلروفیل و محتوای کربوهیدرات کل در تمام نقاط بذر، ساقه داشت، در حالی که کاربرد اسید هومیک منجر به بالاترین تر و خشک وزن برگ تحت هر تیمار آبیاری شد. و سطح اول تیمار آبیاری در ترکیب با اسید هومیک بیشترین افزایش ارتفاع بوته، وزن تر و خشک برگ نشان داد. در حالی که تلقیح میکوریزا همراه با سطح اول و دوم تیمار بیشترین، سطح برگ وزن تر و خشک ساقه و ریشه و کلروفیل a، b، محتوای کاروتنوئید و محتوای کربوهیدرات کل در برگ و ساقه را دارا بود. و بیشترین کربوهیدرات ها را در ریشه با کاربرد اسید هومیک همراه با سطح سوم فاصله آبیاری به دست آمد.

۲-۸- تأثیر کاربرد نیتروژن بر گیاه:

۲-۸-۱ تأثیر نیتروژن بر خصوصیات رشدی گیاه میزبان:

تحقیقات محققین نشان می‌دهد که مقادیر متفاوت کودهای نیتروژن در شرایط اکولوژیکی متفاوت اثرهای گوناگون بر روی عملکردهای رویشی گیاهان می‌گذارد. از طرفی نیز واکنش گیاهان به کود اوره بسته به شرایط محیطی، واکنش پذیری ژنوتیپ، نوع کود و زمان کاربرد آن‌ها متفاوت است (کاروبا، ۲۰۰۹). همچنین تحقیقات نشان می‌دهد که گیاهان با یک آستانه مشخص نیازمند کود می‌باشند و چنانچه روند افزایش کود ادامه یابد، در ابتدا روند افزایش عملکرد ثابت شده و با تکرار این روند، عملکرد کاهش می‌یابد (عباس زاده، ۱۳۸۴).

بهادری و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند کاربرد کود اوره در گیاه همیشه بهار، صفات رویشی و زایشی را افزایش داد.

علیزاده سهزابی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به صورت مصرف در خاک به همراه ۴/۵ درصد نیتروژن خالص به صورت محلول پاشی، بیشترین عملکرد بیولوژیک، بذر، شاخه‌گلدار در گیاه مرزه داشته، در حالی که با افزایش مصرف نیتروژن درصد اسانس کاهش یافته.

نتایج تحقیقات شمس و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی اثر کود اوره روی گیاه دارویی آویشن دنایی نشان داد که استفاده از سطوح مختلف کود اوره در مقایسه با عدم کاربرد آن، موجب افزایش معنـی‌دار تـاج پوشش این گیاه شد.

محمدپور و همکاران (۱۳۹۰) طی آزمایشی اظهار داشتند کاربرد مقادیر مختلف کود اوره روی عملکرد خشک برگ، ساقه، ریشه و عملکرد کل اندام‌هوایی خشک اخـتلاف معنیـداری در سـطح یـک درصـد وجود دارد. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد بیشترین عملکرد خشک برگ، ساقه و عملکـرد خشـک اندام‌هوایی به ترتیب با میانگین‌های ۱۸۸۴/۶، ۱۲۹۳/۷۰، ۳۱۷۷/۷ کیلوگرم در هکتار از تیمار کـودی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد. همچنین بیشترین عملکرد خشک ریشه بـه ترتیـب بـا میانگین‌های ۲۱۹/۹، ۲۱۶/۵ کیلوگرم در هکتار از تیمارهای کـودی ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلـوگرم در هکتـار نیتروژن به دست آمد.

میومیوند و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی چهار سطح ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ کیلـوگرم در هکتـار نیتـروژن روی گیاه مرزه بیشترین وزن تر و خشک گیاه را از تیمارهای ۱۰۰، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به دسـت آوردند.

علیزاده سهزابی و همکاران (۲۰۱۰) در بررسیهای خود روی گیاه مـرزه بیشـترین عملکـرد سرشـاخه گلدار را از کاربرد بالاترین تیمار کودی یعنی ۱۰۰، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن گزارش کردند.

نتایج تحقیقات علیزاده سهزابی و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره، در مقایسه با سطوح کمتر و عدم کاربرد آن، موجب افزایش وزن گل گیاه مرزه شد.

در آزمایشی به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت و مقادیر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سـیاهدانه نشان دادند که گیاه سیاهدانه با دریافت ۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتـار، نیتـروژن مـورد نیـاز خود را دریافت نموده و مقادیر زیادتر نیتروژن بیشتر جنبه تجملی داشته وتأثیر آن بـر عملکـرد گیـاه ناچیز است (جوادی، ۱۳۸۷).

شرکت نیتروژن در ساختار ماکرومولکول‌هایی نظیر پروتئین‌ها، اسیدهای‌آمینه و اسید نوکلئیک را می-توان از جمله عوامل مؤثر در افزایش وزن تر و خشک بوته در نتیجه مصرف کودهای نیتروژنه محسوب کرد (نیاکان و همکاران، ۲۰۰۴). افزودن نیتروژن به محیط رشد گیاهان ریزش برگ‌هـا را بـه تـأخیر میاندازد و سبب بالا رفتن نسبت وزن خشک شاخسار به ریشه می‌شود (خوش گفتارمنش، ۱۳۸۶).

دست برهان و همکاران (۱۳۸۹) اظهار داشتند اثر کود اوره بر تمامی صفات گیاه بابونه آلمانی از جمله ارتفاع بوته، قطر ساقه اصلی، تعداد گل در بوته، وزن خشک گل، برگع ساقه و وزن خشک کل تک بوته، مثبت بود، ولی بین سطوح ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

کلچین و دی فاطیما فامیس (۲۰۰۴) در بررسیهای خود بیشترین ماده خشک را در غلظت بالاتر نیتروژن درگیاه آفتاب گردان گزارش کردند. آن‌ها تفاوت در تولید ماده خشک را عمدتا به تأثیر نیتروژن روی تولید برگ و ماده خشک تک برگ مربوط دانسته‌اند.

در رابطه با گیاه بادرشبو مشخص شد، که مصرف کود اوره در مراحل مختلف رشد، افزایش تعداد شاخه‌های جانبی،گل‌دهی زودرس، افزایش طول سر شاخه‌های گلدار، وزن هزار دانه و درصد جوانه‌زنی بذور را به دنبال داشت و نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری داشت (بریمانی، ۱۳۷۵).

نتایج برخی آزمایشات (سینگ و همکاران، ۲۰۰۰) نشان داد که با افزایش میزان کودهای شیمیایی، عملکرد رویشی گیاه رزماری، زوفا افزایش یافت به طوریکه دو محلول پاشی کود شیمیایی منجر به تولید بالاترین عملکرد تر و خشک اندام هوایی زوفا، به ترتیب به میزان ۱۰/۵، ۳/۴۵ تن در هکتار شد.

گنجعلی و همکاران (۲۰۱۲) در آزمایشات خود مشاهده کردند که استفاده از کود اوره باعث افزایش وزن تر و خشک ساقه و عملکرد بیولوژیک گیاه دارویی همیشه بهار شد.

نتایج برخی آزمایشات (احمدیان و همکاران ، ۲۰۱۱؛ توسلی و همکاران، ۲۰۱۰) نشان داد کاربرد کود اوره روی گیاه زیره و آویشن، باعث افزایش وزن تر و خشک اندام رویشی شد.

بر پایه نتایج حاصل از تحقیقی توسط مجیدی و ارزانی (۱۳۸۲) مصرف کود اوره موجب افزایش طول دوره رشد، شمار روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، قطر ساقه و قطر طبق گردید. کود اوره تا سقف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را به همراه داشت.در حالی که سطح بالاتر کودی موجب کاهش آن‌ها شد. رحیمی و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی به منظور بررسی اثر زمان کاشت و سطوح مختلف نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی کتان روغنی، گزارش نمودند مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص بر ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعداد میوه، عملکرد دانه، شاخص سطح برگ، ماده خشک و سرعت رشد محصول افزایش معنی‌داری داشت. علیزاده و همکاران (۱۳۸۶) بیان کردند افزایش مصرف کود اوره منجر به افزایش ماده خشک اندام‌هوایی و طول ریشه در گیاه ذرت شد. این در حالی بود که ماده خشک ریشه با مصرف بیشتر نیتروژن کاهش یافت. تحقیقات

نشان داد که با افزایش کود اوره طول ریشه افزایش یافته اما وزن ریشه کاهش یافته است(خلیج و همکاران، ۱۹۹۷).

۲-۸-۲ تأثیر نیتروژن بر خصوصیات فیزیولوژیک گیاه:

۲-۸-۲-۱ میزان فتوسنتز و محتوی کلروفیل:

جوادی (۱۳۸۷) اظهار داشت که کاربرد کود اوره بیش از ۴۰ کیلوگرم در هکتار، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه سیاه‌دانه نداشت. هر چند که استفاده ار انواع کود، با افزایش تولیدات فتوسنتزی، سبب افزایش رشد زایشی گیاه می‌شود، لیکن کاربرد بیشتر کود، منجر به افزایش رشد زایشی گیاه و در نتیجه تأخیر در آغاز گلدهی خواهد شد.

مقدار نیتروژن قابل دسترس بر توزیع مواد فتوسنتزی بین اندام‌های رویشی و زایشی مؤثر است و مراحل فنولوژیکی در اثر کمبود نیتروژن به تأخیر می‌افتد در حالی که با افزایش مصرف نیتروژن بیوماس کل افزایش می-یابد. این امر می‌تواند به دلیل تأثیر زیاد نیتروژن بر گسترش سطح برگ و تداوم بهتر آن باشد (گارسید، ۲۰۰۴).

با توجه به اینکه نیتروژن از یک سو نقش اساسی در ساختمان کلروفیل داشته و از سوی دیگر مهمترین عنصر در سنتز پروتئین‌ها می‌باشد و افزایش آن در شرایط مطلوب تا حد مشخصی موجب افزایش میزان پروتئین در گیاه، سطح برگ، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع و قطر ساقه بیشتر می‌شود و در نتیجه میزان مواد فتوسنتزی افزایش می‌یابد (رحمانی و همکاران، ۲۰۰۸).

استفاده از کود اوره موجب افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه فلفل دلمه‌ای شده و جذب عناصرفسفر و پتاسیم را به علت اثر سینرژیک نیتروژن، تحریک کرده و همچنین موجب افزایش توسعه تاج پوشش گیاه شد (امینی فر و همکاران، ۲۰۱۲).

۲-۸-۲-۲ –تأثیر نیتروژن بر اسانس و عملکرد اسانس:

علیزاده سهزابی و همکاران (۱۳۸۶)، در بررسی تأثیر مقادیر و روش‌های مختلف مصرف نیتروژن بر عملکرد اسانس گیاه دارویی مرزه گزارش کردند که بین تیمارها به لحاظ عملکرد سر شاخه گلدار، درصد اسانس و عملکرد اسانس اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت. مقایسه میانگین-ها نشان داد که در روش مصرف در خاک بیشترین عملکرد سرشاخه گلدار و عملکرد اسانس به ترتیب مربوط به کاربرد ۱۰۰، ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن بود. بیشترین درصد اسانس مربوط به تیمار شاهد بود.

نتایج نشان داد که افزایش مقدار کود موجب کاهش بازده اسانس برگ‌ها می‌گردید.

رایچت و همکاران (۱۹۹۶) گزارش نمودند که عملکرد سر شاخه و عملکرد اسانس گیاه مریم گلی با افزایش مقدار نیتروژن ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش پیدا کرد. بیست و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که با افزایش مقدار نیتروژن میزان اسانس شوید افزایش یافت.

سلیمانی و همکاران (۲۰۰۷) آزمایشی را روی گیاه گلرنگ انجام دادند و اثر مصرف مقادیر مختلف نیتروژن را بر درصد و عملکرد روغن ان بررسی کردند. ان‌ها نتیجه گرفتند که از شش سطح کودی نیتروژن از منبع اوره به کار برده شده (۰، ۲۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بیشترین مقدار عملکرد روغنع از مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن حاصل شد.

ونس کیوتونیس و همکاران (۱۹۹۹) اظهار داشتند که کود اوره تأثیر کمی بر درصد اسانس گیاه زیره داشت، اما عملکرد دانه زیره تحت تأثیر کود اوره مختلف بین ۹۸۴، ۲۶۷۳، کیلوگرم متفاوت بود.

کروماک (۱۹۹۸) در بررسی اثر کودهای شیمیایی روی عملکرد و اسانس گیاه زیره سبز نتیجه گرفتند که کودهای شیمیایی باعث افزایش بذر و عملکرد اسانس در واحد سطح گردید.)

رحمانی و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی اثر سطوح مختلف تراکم و کاربرد نیتروژن بر روی گیاه همیشه بهار مورد بررسی قرار دادن ونتایج به دست آمده نشان داد که نیتروژن بر تعداد ساقه در بوته، وزن خشک گلبرگ در واحد سطح، وزن خشک گل در واحد سطح، تعداد گل در واحد سطح، درصد اسانس و عملکرد اسانس معنی دار بود. افزایش مصرف نیتروژن موجب افزایش صفات مورد اندازه گیری شد. سطوح مختلف نیتروژن بر درصد اسانس تأثیری را در پی نداشت.

در آزمایشاتی که روی رازیانه، شریفی (۱۳۸۰) و روی گل راعی، لباسچی و همکاران (۱۳۷۹) انجام گرفت. استفاده از کودهای شیمیایی ضمن افزایش عملکرد کمی، میزان اسانس را نیز افزایش داد.

لیزر و روکمن (۱۹۹۴) دریافتند که میزان اسانس زوفا با ۱/۸ گرم نیتروژن در گلدان بیشترین عملکرد را اشت اما نیتروژن تغییری بر میزان اسانس بومادران ایجاد نکرد.

۲-۸-۲-۳- تأثیر نیتروژن در تلفیق با میکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه:

علیزاده و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند که اثرات ساده نیتروژن، میکوریزا، سطوح آبیاری و اثرات متقابل میکوریزا و سطوح ابیاری و نیتروژن بر ارتفاع گیاه، ماده خشک اندام هوایی، ماده خشک ریشه، سطح برگ و طول ریشه معنی دار بودند.

در تحقیقی که روی گیاه دارویی رازیانه انجام گرفت، مشاهده شد که بیشترین تعداد شاخه در بوته، وزن خشک گیاه زمانی حاصل می‌شود که ترکیبی از کودهای زیستی همراه با نصف مقدار توصیه شه کوه‌های NPK مورد استفاده قرار گیرد (محفوض و شرف الدین، ۲۰۰۷).

بر اساس گزارش عبدالعزیز و همکاران (۲۰۰۷) با کاربرد توأم کمپوست، ازتو باکتر کروکوکوم و باسیلوس مگاتریوم، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه، بیوماس تک بوته و تعداد گل در گیاه رزماری در مقایسه با گیاهانی که فقط با کودهای معدنی پر مصرف (NPK) تیمار شده بودندع به طور معنی داری افزایش نشان می‌دهد.

در بررسی دیگری کندیل و همکاران (۲۰۰۲) دریافتند که تلقیح کودهای زیستی همراه با نصف یا کل میزان کود اورهی غیرآلی، وزن ترو خشک اندام‌هوایی گیاه دارویی ریحان را افزایش می‌دهد.

دست برهان و همکاران (۱۳۸۹) اظهار داشتند با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تلقیح با باکتری‌ها، تمام شاخص‌های رشدی بابونه بهبود یافته و در نهایت حداکثر عملکرد گل تولید شده است، این در حالی است که افزایش میزان مصرف کود اورهی در مواردی باعث کاهش اثرات مثبت ریزوباکترهای محرک رشد مورد بررسی شده است.

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳ـ۱ـ زمان و محل آزمایش:

این آزمایش در سال زراعی ۹۲ ـ ۹۱ در گلخانـه تحقیقـاتی مرکـز آمـوزش علمـی و کـاربردی جهـاد کشاورزی شهرستان سمنان به اجرا در آمد.

۳ـ۲ـ موقعیت جغرافیایی شهرستان سمنان:

ارتفاع از سطح دریا ۱۱۳۰ متر و طول جغرافیایی ۲۳،°۵۳ و عرض جغرافیایی ۳۳،°۳۵ .

۳ـ۳ـ شرایط آب وهوایی محل اجرای آزمایش:

متوسط دمای ۳۰ ساله	۱۷/۹ درجه سانتیگراد
میانگین دمای روزانه	۱۸/۶ درجه سانتیگراد
میانگین دمای حداکثر	۲۴/۲ درجه سانتیگراد
حداکثر دمای مطلق	۴۳/۸ درجه سانتیگراد
میانگین حداقل دما	۱۲/۸ درجه سانتیگراد
حداقل دمای مطلق	۱۲/۶ درجه سانتیگراد

۳ ـ ۴ ـ عملیات اجرایی:

۳ ـ ۴ ـ۱ ـ نوع و قالب طرح آزمایشی:

آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکـرار اجـرا شـد. هـر تکـرار شامل ۱۸ کرت بود و کل کرت‌ها ۵۴ عدد بود. عوامل مورد بررسی عبارتند از: کود اوره در سه سـطح: a_0، a_1، a_2 به ترتیب ۰ ، ۱۲۵ و ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار و میکوریزا در سه سطح: b_0، b_1، b_2 به ترتیب عدم مصرف میکوریز، گونه *Glomus mosseae* و گونه *Glomus interaradices* و اسـید هیومیـک در دو سطح: c_0، c_1 به ترتیب عدم کاربرد وکاربرد اسید هیومیک، که نقشه کشت به صورت زیر می باشد:

a_0	a_0	a_0	a_0	a_0	a_0	a_1	a_1	a_1	a_1	a_1	a_1	a_2	a_2	a_2	a_2	a_2	a_2
b_0	b_0	b_1	b_1	b_2	b_2	b_0	b_1	b_2	b_0	b_1	b_2	b_2	b_1	b_0	b_1	b_2	b_0
c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1	c_1	c_0	c_1	c_0	c_0	c_1	c_1	c_0	c_1	c_0

a_0	a_2	a_2	a_1	a_2	a_2	a_1	a_0	a_0	a_0	a_1	a_1	a_0	a_1	a_2	a_2	a_0	a_1
b_1	b_2	b_0	b_0	b_1	b_2	b_1	b_2	b_0	b_2	b_1	b_2	b_1	b_0	b_1	b_0	b_0	b_2
c_1	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_0	c_1	c_1	c_0	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0

a_2	a_2	a_1	a_0	a_1	a_1	a_2	a_1	a_0	a_0	a_2	a_2	a_0	a_0	a_0	a_1	a_1	a_2
b_2	b_1	b_1	b_0	b_1	b_2	b_1	b_2	b_2	b_1	b_2	b_0	b_2	b_1	b_0	b_0	b_0	b_0
c_0	c_0	c_1	c_1	c_0	c_0	c_1	c_1	c_0	c_0	c_0	c_1	c_1	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1

شکل ۳-۱- نقشه کشت

۳-۴-۲ مشخصات کرت‌ها:

ابعاد هر کرت آزمایشی ۱×۱/۵ متر در نظر گرفته شده بود که مساحت آن به ۱/۵ متر مربع رسید. در هر کرت ۴ ردیف کشت قرار گرفت که فواصل بین ردیف‌های کشت ۲۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر بود.کشت به صورت شیاری صورت گرفت و فاصله بلوک‌ها از یکدیگر ۵۰ سانتی متر بود.

۳-۴-۳ عملیات آماده سازی زمین و اعمال تیمارها:

پس از آماده نمودن زمین گلخانه اندازه کرت‌ها در آن مشخص شد، محل تیمارهای مورد نیاز به صورت تصادفی مشخص شد. میکوریزا از شرکت زیست فناور توران و اسید هیومیک از شرکت بازرگان کالا خریداری شده و کود اوره نیز از مرکز تحقیقات سمنان تهیه شد. در زمان کاشت برای اعمال تیمارهای آزمایش شیارهایی به عمق ۲ سانتی‌متر ایجاد و مقدار ۱۵ گرم مایه تلقیح قارچی که شامل خاک، بقایای ریشه ای و اندام‌های قارچی بود در پایین‌تر از بذور قرار گرفت. بعد از آن مقدار ۱۰ گرم بذر مرزه روی آن ریخته و با ورمی کمپوست پوشانده شد، و در زیر هر شیار شیاری دیگر ایجاد کردیم و کود اوره را ریخته و با خاک پوشانده شد، کود اوره در سه نوبت به همین صورت قبل از آبیاری اعمال گردید. اسید هیومیک نیز بعد از ۴ تا ۵ برگی شدن گیاه به صورت محلول همزمان با آبیاری استفاده شد.

جدول ۳ـ۱ نتایج تجزیه اسید هیومیک

اسید هیومیک	اسید فولیک	pH	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	خاکستر	رطوبت	منگنز	سدیم	EC (ds/m)	منیزیم	روی
٪۴۰	٪۳۵	۴-۵	٪۲-۴	٪۱	٪۱	٪۹	٪۵	۳۴	۳۰	۰/۴۹	۱۱۰۰	۸۰

جدول ۳-۲- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک آزمایش

پارامترهای اندازه‌گیری شده	مقدار	واحد
هدایت الکتریکی(EC)	۴/۰۲	دسی زیمنس بر متر
اسیدیته گل اشباع (pH)	۸/۰۶۵	-
نیتروژن کل(Total N)	۰/۰۲	درصد
فسفر قابل جذب P(ava)	۲۱/۶۳	پی پی ام
پتاسیم قابل جذب K(ava)	۲۶۸	پی پی ام
کربن آلی (O.C)	۰/۳۹	درصد
رس(clay)	۴	درصد
سیلت (silt)	۳۵	درصد
شن (sand)	۶۲	درصد
مجموع کاتیون‌ها	۵۳/۶۸	میلی اکی والان در لیتر
Na^{+}	۱۷/۶۸	میلی اکی والان در لیتر
$Mg^{۲+}$	۲۰	میلی اکی والان در لیتر
$Ca^{۲+}$	۱۶	میلی اکی والان در لیتر
مجموع آنیون‌ها	۵۳/۶۸	میلی اکی والان در لیتر
$SO_{۴}^{۲+}$	۳۴/۶۸	میلی اکی والان در لیتر
Cl^{-}	۱۶/۵	میلی اکی والان در لیتر
$HCO_{۳}^{-}$	۲/۵	میلی اکی والان در لیتر
$CO_{۳}^{۲-}$	۰	میلی اکی والان در لیتر
موادآلی(OM)	۰/۶۷	درصد

۳-۴-۴- کاشت بذر مرزه:

بذر مرزه رقم *Hortensis* در این آزمایش استفاده گردید. که دارای دوره رشد ۱۴۰ تا ۱۶۰ روزه بود و از شرکت بازرگان کالا تهیه گردید. قبل از کاشت، تست جوانه‌زنی بذور در آزمایشگاه صورت گرفت. کاشت بذور در عمق ۱/۵ سانتیمتری با فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی متر در ۴ ردیف در تاریخ ۲۵ بهمن سال ۹۲ صورت گرفت، مقدار بذر مصرفی ۵ تا ۴ کیلوگرم در هکتار با تراکم بوته ۷۵ بوته در متر مربع بود.دمای روز گلخانه ۲± ۲۵ و دمای شب ۲± ۱۸ و دارای رطوب نسبی ۱۰±۸۰ می باشد.

۳-۴-۵- عملیات داشت:

الف ـ آبیاری: نخستین آبیاری بلافاصله پس از کاشت بذور درون خاک به صورت بارانی انجام شد. آبیاری دوم ۵ روز بعد و آبیاری‌های بعدی در طول فصل رشد هر ۷ روز یکبار انجام گرفت.

ب ـ تنک کردن: با توجه به اهمیت تراکم بوته، تنک کردن در مرحله ۷ ـ ۴ برگی گیاهچه‌ها و با حفظ یک بوته سالم و قوی و حذف دیگر بوته‌ها اجرا شد.

ج ـ مبارزه با علف‌های هرز: جهت دفع علف‌های هرز، روی خطوط کاشت و بین ردیف‌ها هردو انجام گرفت.

۳-۴-۶-نمونه برداری و اندازه‌گیری‌ها:

نمونه برداری در دو مرحله، قبل و بعد از گلدهی صورت گرفت.اولین نمونه برداری ۸۰ روز بعد از کاشت صورت گرفت. در زمان نمونه برداری از هر کرت آزمایشی، ۱۰ بوته به طور تصادفی از دو ردیف وسط برداشت صورت گرفت به نحوی که بتواند تا حد زیادی خصوصیات کرت مربوطه را نشان دهند و سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. برداشت بوته‌ها همراه با ریشه صورت گرفت. سپس بوته‌ها در پاکت‌های کاغذی شماره‌گذاری شده قرار داده شد و به آزمایشگاه منتقل شدند و صفاتی از قبیل ارتفاع و وزن خشک اندام هوایی،ریشه، ساقه و سطح برگ ،درصد کلونیزاسیون ریشه‌ها و طول ریشه اندازه گیری شد. به منظور اندازه گیری اجزای عملکرد، زمانی که گیاه کاملا خشک شده بود به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد در داخل آون قرار داده شدند تا کاملا خشک شوند. در آزمایشگاه بوته‌ها با ترازوی حساس با دقت۰/۰۱ گرم توزین شدند. وزن خشک بوته‌ها و اندام‌های آن پس از خشک شدن در آون و تثبیت وزن ، توزین و ثبت شد.

۳-۴-۷- برداشت نهایی:

بوته‌ها در مرحله گلدهی جهت اندازه‌گیری اسانس برداشت شدند و سپس به آزمایشگاه انتقال یافتند.

۳-۵- صفات زراعی و مرفولوژیک

۳-۵-۱- اندازه گیری سطح برگ گیاهان:

جهت اندازه گیری سطح برگ گیاهان که نیاز به جمع آوری برگهای تازه می باشد، نمونه گیری لازم از تیمارها در مرحله قبل از گلدهی و در نمونه گیری اولیه، برداشت و در پاکت کاغذی قرار داده شد و سریعاً به آزمایشگاه انتقال یافت. وزن نمونه ها تعیین شد و نمونه ها جهت قرائت توسط دستگاه روی کاغذ سفید به دقت قرار داده شده و صفحه نامرئی دستگاه روی نمونه ها قرار داده شده و سپس با حرکت قسمت متحرک دستگاه سطح برگ سنج (Leaf area meter) روی نمونه ها، اعداد قرائت گردید.

۳-۵-۲- طول ریشه:

پس از برداشت و جدا کردن ریشه، آن‌ها را کاملا شسته و در آون خشک کرده و سپس طول ریشه ها را با استفاده از رابطه نیومن (۱۹۶۶) به دست آوردیم

رابطه ۳-۷

۰/۸۹× (وزن خشک ریشه‌ها) = طول ریشه (سانتی متر)

۳-۵-۳- ارتفاع بوته

این صفت در محیط آزمایشی و از گیاه زنده به وسیله متر بر حسب سانتی متر اندازه‌گیری شد.

۳-۶- صفات فیزیولوژیک

۳-۶-۱- استخراج اسانس:

استخراج اسانس توسط دستگاه اسانس گیر Clevenger در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سمنان انجام شد و بر اساس آن مقدار عملکرد اسانس اندام‌های هوایی در مرحله گلدهی در واحد سطح تعیین شد. اسانس گیر دستگاهی شیشه ای است که اساس کار آن تقطیر با آب می

باشد. روش تقطیر با آب برای جداسازی مواد غیر محلول در آب (مانند اسانس ها) استفاده می شود. در واقع آب و اسانس با هم تقطیر می شوند. با استفاده از این روش به سهولت می توان اقدام به استخراج اسانس ها از گیاهان مورد نظر نمود. این دستگاه سه قسمت عمده دارد:

۱- بالن جهت قرار دادن نمونه به همراه آب
۲- مبّرد یا سرد کننده
۳- جدا کننده اسانس

روش کار در استخراج اسانس گیاهان بدین صورت است که مقداری از نمونه گیاهی به همراه آب مقطر، درون بالن قرار می گیرد و در اثر حرارت، فشار بخار آب افزایش یافته، غده های حاوی اسانس شکسته شده و اسانس به همراه بخار آب وارد سردکننده می شود. دومین جزء دستگاه تقطیر مبّرد است که وظیفه مایع کردن بخار آب و بخار روغن اسانسی را بر عهده دارد. عمل خنک شدن به کمک آبی که در اطراف لوله‌های مبّرد جریان دارد انجام می‌شود. لازم است مبّرد تا حد امکان طویل باشد تا بخارات مدت بیشتری در معرض آب قرار گیرند و حرارت بیشتری از دست دهند، حاصل تقطیر به صورت مایع از انتهای مبّرد خارج می‌شود. در سردکننده عمل میعان صورت گرفته و قطرات اسانس درون آب به صورت دو فاز مشخص به طرف لوله مدرج حرکت می کند. به بیان دیگر وقتی مخلوط بخارهای آب و اسانس به محیطی با فشار هوای کمتر می رسد چون نقطه میعان آب با نقطه میعان اسانس یکسان نیست، پس در دو فاز متفاوت قرار می گیرند. به این ترتیب روغن اسانسی به طور مکانیکی از آب جدا می‌شود. در خروجی مبّرد مایع سرد شده جمع آوری می‌شود.

نمونه‌های ۱۰۰ گرمی از سرشاخه‌های گلدار خشک شده هر کرت در آسیاب پودر میشوند به همراه ۴۰۰ میلی لیتر آب در بالن دستگاه قرار داده شده و ۳ ساعت حرارت داده میشوند و در انتها اسانس از آب جدا می‌گردد(امامی، ۱۳۷۵).

۳-۶-۲- اندازه گیری ازت به روش تیتراسیون بعد از تقطیر(کجلدال):

این اندازه گیری در عصاره حاصل از اندام های هوایی در مرحله رویشی گیاه به روش زیر انجام می-شود:

ابتدا هضم در بالن ژوژه با اسیدسولفوریک – اسید سالیسیلیک – آب اکسیژنه صورت گرفت، بعد از شفاف شدن عصاره را به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده و آماده مراحل بعد میشود. برای اندازه گرفتن ازت

ازسیستم تولید کننده بخارآب و سیستم تقطیر استفاده میکنیم، به این صورت که میزان ۵ میلی‌لیتر از عصاره هضم شده و ۲ میلی لیتر از محلول هیدروکسید سدیم را به همراه ۲۰ میلی لیتر آب مقطر در بالن تقطیر ریخته. وحرارت میدهیم. محلول حاصل از تقطیر در ۱۰ میلی لیتر اسید بوریک حاوی ۱۰ قطره اندیکاتور جذب می شود. این عمل به مدت ۶ الی ۸ دقیقه انجام میشود، بعد از اتمام عمل تقطیر ارلن محتوی اسیدبوریک حاوی آمونیاک را با اسیدسولفوریک ۰/۰۰۵ مول تا تغییر رنگ محلول از رنگ سبز به صورتی تیتر نموده. و با استفاده از غلظت اسید مصرفی جهت تیتراسیون، غلظت ازت در نمونه گیاه را محاسبه می‌کنیم (امامی، ۱۳۷۵).

۳-۶-۳- اندازه گیری پتاسیم به روش نشر شعله‌ای Atomic-Emiffion-Spectromitrv:

این اندازه گیری در عصاره حاصل از اندام های هوایی در مرحله رویشی گیاه به روش زیر انجام می-شود:

- هضم در بالن ژوژه به کمک اسید سولفوریک- اسید سالیسیلیک- آب اکسیژنه

عصاره گیاه به طریقه شعله پروپان و هوا ابری شده (nebulized) و بصورت بخار در می‌آید. در اثر حرارت ترکیبات پتاسیم بصورت اتم درآمده و برانگیخته می شوند. اتمهای تحریک‌شده تشعشعات نوری ایجاد می‌کنند که در طول موج ۷۶۶/۵ نانومتر (یا با استفاده از فیلتر) به وسیله دستگاه فلیم فتومتراندازه‌گیری می‌شود (امامی، ۱۳۷۵).

میزان پتاسیم در ماده خشک گیاهی بر حسب گرم درصد از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

رابطه ۳-۱

$$(a-b)\times\frac{1}{1000}\times\frac{v}{w}\times\frac{100}{D.M}$$

در این فرمول:

a- غلظت پتاسیم در نمونه رقیق شده بر حسب میلی‌گرم در لیتر

b- غلظت پتاسیم در شاهد بر حسب میلی‌گرم در لیتر

v- حجم عصاره حاصل از عمل هضم بر حسب میلی‌لیتر

w- وزن نمونه گیاه بر حسب گرم

D.M- درصد ماده خشک گیاه

۳-۶-۴- اندازه گیری فسفر به روش کالریمتری (رنگ زرد مولیبدات وانادات):

این اندازه گیری در عصاره حاصل از اندام های هوایی در مرحله رویشی گیاه به روش زیر انجام می-شود:

- هضم در بالن ژوژه به کمک اسید سولفوریک- اسید سالیسیلیک- آب اکسیژنه

دستگاه اسپکتروفتومتر یا کالریمتر با طول موج ۴۷۰ نانومتر

میزان فسفر در نمونه خشک گیاه بر حسب گرم درصد از رابطه زیر بدست می‌آید(امامی، ۱۳۷۵).

رابطه ۳-۲

$$(a-b)\times\frac{v}{2000w}\times\frac{100}{D.M}$$

که در آن:

a- غلظت فسفر در نمونه بر حسب میلی‌گرم در لیتر

b- غلظت فسفر در شاهد بر حسب میلی‌گرم در لیتر

v- حجم نهائی عصاره در مرحله هضم بر حسب میلی‌لیتر

w- وزن نمونه گیاه خشک مورد استفاده جهت هضم بر حسب گرم

D.M- درصد ماده خشک گیاه

۳-۶-۵- اندازه‌گیری رنگیزه‌های گیاهی

سنجش میزان کلروفیل و کاروتنوئید:

برای سنجش میزان کلروفیل و کاروتنوئید از روش Lichtenthaler (۱۹۸۷) استفاده شد. ۰/۲ گرم از برگ های تازه گیاه در مرحله رویشی، در هاون چینی با ۱۵ میلی لیتر استن ۸۰ درصد سائیده شد و پس از صاف کردن، جذب آن با دستگاه اسپکتروفتومتر UV-Visible مدل Cary۵۰ ساخت آلمان در

طول موج های، ۶۴۶/۸، ۶۶۳/۲۰، ۴۷۰ نانومتر خوانده شد. جهت تنظیم دستگاه، استن ۸۰ درصد مورد استفاده قرار گرفت. غلظت رنگیزه با استفاده از رابطه های ۳-۳ تا ۳-۶ محاسبه گردید:

$$Chla=(۱۵/۲۵A_{۶۶۳/۲}-۲/۷۹A_{۶۴۶/۸}) \quad ۳-۳$$

$$Chlb=(۲۱/۲۱A_{۶۴۶/۸}-۵/۱A_{۶۶۳/۲}) \quad ۴-۳$$

$$ChlT=(۷/۱۵A_{۶۶۳/۲}+۱۸/۷۱A_{۶۴۶/۸}) \quad ۵-۳$$

$$car=\left(\frac{\left(1000A_{470}-1.8Chla-85.02Chlb\right)}{198}\right) \quad ۶-۳$$

در این فرمولChla، Chlb، ChlT، Car به ترتیب غلظت کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها(شامل کاروتن ها و گزانتوفیل ها) می باشد. غلظت بر حسب mg/gfw (میلی گرم بر گرم فرش ویت) عصاره گیاهی تعیین گردید. نتایج حاصل از اندازه گیری مقدار رنگیزه های فتوسنتزی بر حسب میلی گرم کلروفیل بر گرم وزن تر محاسبه و ارائه گردیدند.

۳-۶-۶- تعیین درصد کلونیزاسیون ریشه‌ها:

جهت تعیین درصد کلونیزاسیون ریشه از نمونه‌های تهیه شده از ریشه‌ها (ریشه مویی) که در داخل محلول (۵۰ درصد آب مقطر و ۵۰ درصد الکل سفید) نگهداری شده بود، استفاده شد. جهت رنگ-آمیزی ریشه‌ها در محیط آزمایشگاه از روش تغییر یافته فیلیپس و هیمن (۱۹۷۰) استفاده گردید. پس از شستشوی کامل ریشه‌ها با آب جهت رنگ بری، ریشه‌ها به داخل شیشه‌های حاوی KOH ده درصد منتقل و به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند. سپس ۳ الی ۴ بار با آب مقطر کاملا شسته شدند و جهت خنثی کردن محیط قلیایی به مدت دو دقیقه در محلول HCL یک دهم نرمال قرار گرفتند. سپس ریشه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در محلولی با فرمولاسیون ۰/۶۵ گرم پودر تریپان بلو در ۳۲۵ میلی لیتر اسید لاکتیک، ۳۰۰ میلی لیتر گلیسیرین و ۴۰۰ میلی لیتر آب مقطر قرار گرفتند. برای تعیین میزان همزیستی قارچ میکوریزا با ریشه‌ها از روش خطوط متقاطع (Method Gridline Intersect) استفاده شد (جیبووانی و موس، ۱۹۸۰).

۳-۷- تجزیه وتحلیل آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد. برای رسم شکل-ها از نرم افزار Excel استفاده شد ومقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و در

سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

فصل چهارم

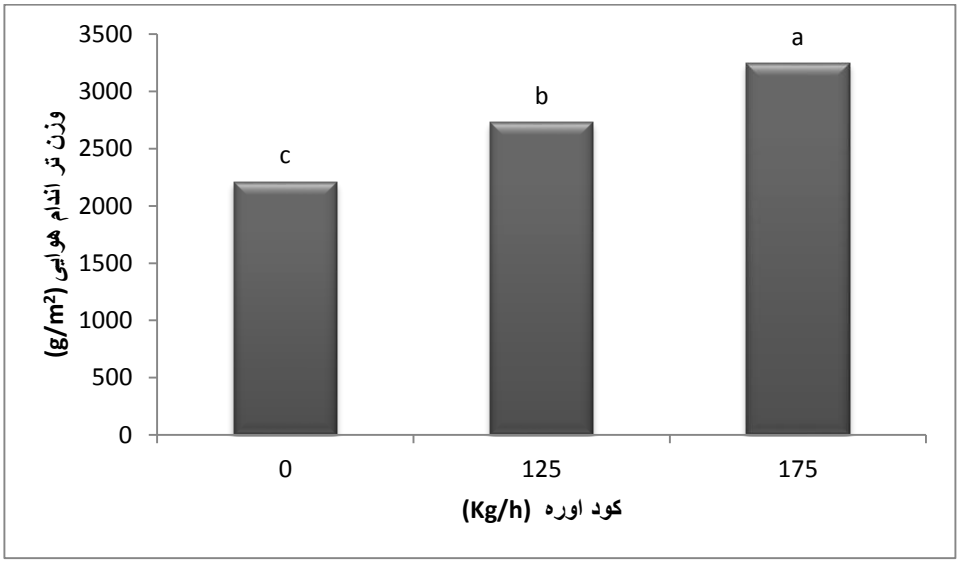
نتایج و بحث

۴-۱- صفات رویشی

۴-۱-۱- وزن تر اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده تأثیر معنی‌دار اثر اصلی کود اوره بر وزن تر انـدام هـوایی در سـطح احتمال ۱ درصد بود، ولی سایر منابع تغییر بر این صفت تـأثیر گـذار نبودنـد (جـدول پیوسـت ۱). بـا افزایش مقدار کود اوره از صفر به ۱۲۵ و ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار، عملکرد تر اندام هوایی افزایش یافت و همانطور که در شکل ۴-۱ مشاهده می‌شود با افزایش مقدار کـود اوره از ۱۲۵ بـه ۱۷۵ کیلـوگرم در هکتار، وزن تر اندام هوایی در حدود ۴۷ درصد افزایش پیدا کرد. نیتروژن با افزایش تقسـیم و افـزایش تورژسانس سلول‌های مریستمی سبب افزایش رشد رویشی و شاخه‌دهی در گیاهان می‌شود. همچنـین زمانیکه مقدار کافی نیتروژن در خاک موجود باشد، میزان فتوسنتز افزایش می‌یابد و موجب مـی‌شـود گیاه رشد سریعی داشته و بیوماس قابل توجهی تولید نماید (بابالار و همکاران، ۲۰۱۰).

گنجعلی و همکاران (۲۰۱۲) در آزمایشات خود مشاهده کردنـد کـه اسـتفاده از کـود نیتـروژن باعـث افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه دارویی همیشه بهار شد. همچنین گزارش تحقیقات احمدیان و همکاران (۲۰۱۱) در مورد گیاه زیره و مطالعات توسلی و همکاران (۲۰۱۰) روی گیاه دارویی آویشن نتایج این تحقیق را تأیید میکند. احتمالا شرکت نیتروژن در ساختار ماکرومولکول‌هایی نظیر پروتئین، اسیدهای آمینه و اسیدهای نوکلئیک را میتوان از جمله عوامل مؤثر در افزایش وزن تر و خشک بوتـه، تحت تأثیر کاربرد نیتروژن محسوب کرد (ماکان و همکاران، ۲۰۰۴). در آزمایشاتی که توسط مومیوان و همکاران (۲۰۱۱) و علیزاده سهزابی و همکاران (۱۳۸۶) بر روی گیاه مرزه نشان دهنده همین نتایج بود. از طرفی گونه‌های جنس *Satureja* به دلیل اینکه میزان اسانس بالایی دارند، به صـورتهای تـازه، خشک و مخلوط در ادویه جات و آشپزی، دارای مصرف بالایی است (میهاجیلوف-کرستو و همکـاران، ۲۰۱۰).



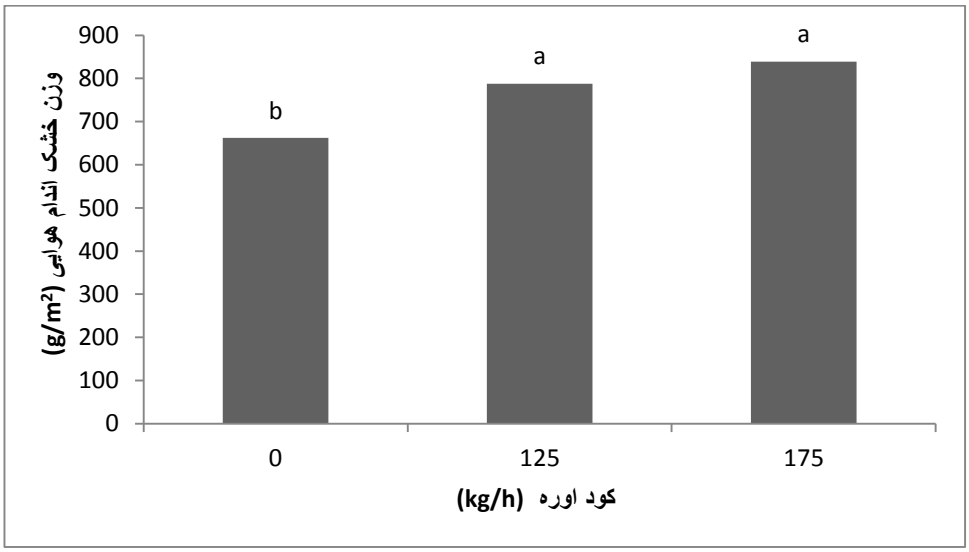
شکل(۴-۱) اثر سطوح مختلف کود اوره بر وزن تر اندام هوایی مرزه در مرحله برداشت

۴-۱-۲- وزن خشک اندام هوایی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱)، وزن خشک اندام هوایی تحت تأثیر اثر اصلی کود اوره در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت و سایر منابع تغییر بر این صفت اثر معنی‌داری نشان نداد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که هرچند بین کاربرد ۱۲۵ و ۱۷۵ کیلوگرم کود اوره از نظر افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی تفاوتی وجود نداشت ولی این دو مقدار با عدم کاربرد کود اوره تفاوت معنی-داری را نشان دادند (شکل ۴-۲). با توجه به نقش کودهای شیمیایی در تأمین سریع و کافی عناصر پر مصرف به نظر می‌رسد این روند افزایشی را می‌توان به شرایط فیزیولوژیکی بهتر گیاه در اثر جذب عناصر غذایی و متابولیسم بیشتر و نیز شرایط مطلوب‌تر محیطی که در اثر دسترسی کافی به عناصر غذایی به وجود آمده است نسبت داد. و دلیل افزایش ماده خشک در سطوح بالاتر کاربرد نیتروژن، به تولید بیشتر سرشاخه‌های گلدار و برگ و در نتیجه تولید بیشتر ماده خشک در واحد سطح نسبت داده می‌شود (زارع و همکاران،۱۳۹۱).

به علاوه در شر ایط کمبود نیتروژن بدلیل کاهش مقدار کلروفیل و فعالیت روبیسکو، رشد و نمو بازداشته شده و عملکرد گیاه کاهش مییابد(دوردس و همکاران، ۲۰۰۸). در یک تحقیق مزرعه ای بر روی مرزه که با استفاده از چهار سطح کودی نیتروژن(۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰) کیلوگرم در هکتار، مشخص شد که با افزایش میزان نیتروژن تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد تر و خشک افزایش مییابد (بابالار و همکاران،۲۰۱۰). همچنین مطالعات اکبری نیا و همکاران (۱۳۸۵) و سلیمان و همکاران (۲۰۰۵)

درگیاه گشنیز و ایوب و همکاران (۲۰۱۱) در گیاه رازیانه، موید این نتایج است.



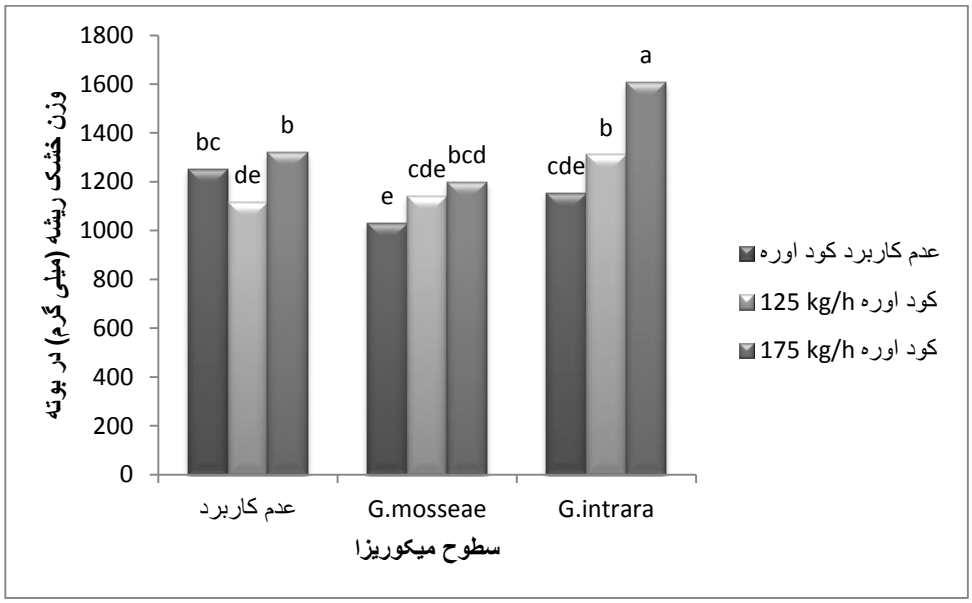
شکل (۴-۲) اثرسطوح مختلف کود اوره بر وزن خشک اندام هوایی مرزه

۴-۱-۳- وزن خشک ریشه

ریشه گیاه به عنوان اندام جذب آب و عناصر غذایی از خاک و اندام تولید کننده ترکیبات مختلف از جمله هورمون‌های رشد، برای رشد و نمو گیاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (پدرا و همکاران، ۲۰۰۷). بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱)، کلیه اثرات اصلی و متقابل عوامل مورد بررسی بر وزن خشک ریشه معنی‌دار شد.

همان طور که در شکل (۴-۳) مشاهده می‌گردد، مقایسه میانگین اثر متقابل کود اوره و میکوریزا در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد که استفاده از قارچ میکوریزا به تنهایی اثری بر وزن خشک ریشه نداشت، هر چند اثر اصلی معنی‌دار شده است. اما مصرف توأم آن با کود اوره باعث افزایش وزن خشک ریشه گیاه شد. به طوریکه بیشترین مقدار وزن خشک ریشه مربوطه به سطح کودی ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار اوره در گونه *G.intraradices* بود. افزایش وزن خشک ریشه در گونه *G.intraradices* و سطح مصرف ۱۷۵ و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره نسبت به واکنش گونه *G.mosseae* و سطح مصرف ۱۷۵و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره کاملاً مشهود است. نتایج این طور بیان کرد که استفاده از کود اوره وگونه *G.intraradices* باعث افزایش وزن خشک ریشه در مقایسه با دو سطح دیگر قارچ میکوریزا شد. همان‌طور که در شکل (۴-۳) مشاهده می‌گردد با افزایش سطح کود اوره وزن خشک ریشه نیز

افزایش یافته بود. استفاده از سطح کودی ۱۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار و استفاده از قارچ گونه‌ی *G.intraradices* بالاترین میزان وزن خشک ریشه مشاهده گردیده بود. در اثر افزودن کودهای نیتروژنه به خاک تولید ریشه توسط گیاه افزایش می‌یابد (محمد پور و همکاران، ۱۳۹۰). قارچ میکوریزا توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از فرم غیر قابل دسترس به فرم قابل دسترس طی فرایندهای بیولوزیکی داشته و منجر به توسعه سیستم ریشه ای می‌شود (رجندرن و دورج، ۲۰۰۴). اثرات مثبت کاربرد قارچ میکوریزا بر شاخص‌های رشد ریشه از جمله افزایش سطح کل ریشه، حجم ریشه، وزن خشک ریشه، طول ریشه، تعداد ریشه‌های فرعی، تعداد و تراکم تارهای کشنده همچنین افزایش تقسیم سلول‌های مریستم ریشه در بررسی‌های مختلف نشان داده اند (هریسون، ۲۰۰۵). به نظر می‌رسد کاربردکود اوره و قارچ *G.intraradices* از طریق افزایش دسترسی و جذب مواد غذایی از خاک به افزایش بیشتر رشد ریشه گیاه کمک نموده بود. علیزاده و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند که اثرات ساده نیتروژن، میکوریزا، سطوح آبیاری و اثرات متقابل میکوریزا و سطوح آبیاری و نیتروژن بر ارتفاع گیاه ذرت، ماده خشک اندام هوایی، ماده خشک ریشه، سطح برگ و طول ریشه معنی‌دار بودند، و منجر به افزایش این صفات شدند.

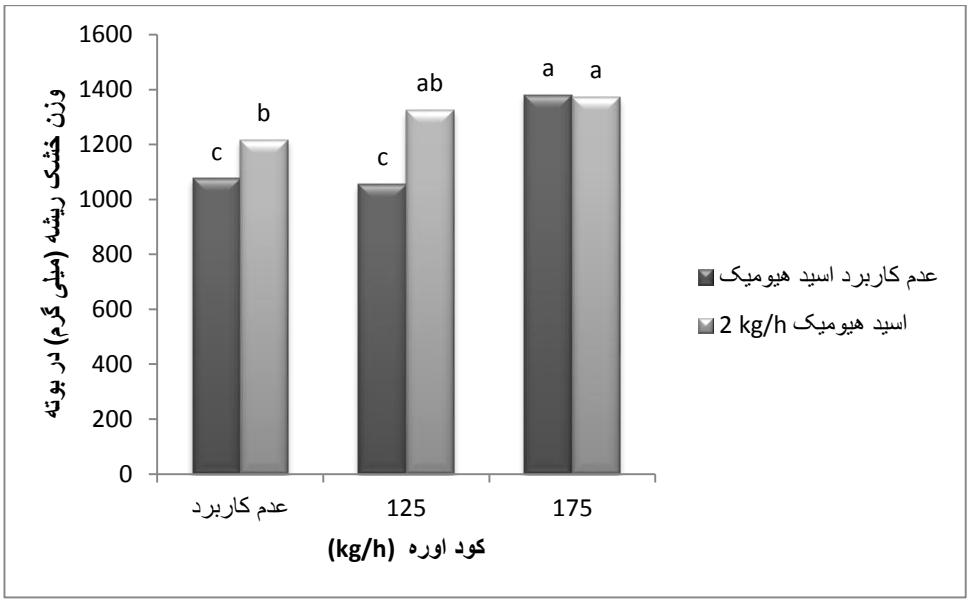


شکل (۴-۳) اثر متقابل سطوح مختلف کود اوره و میکوریزا بر وزن خشک ریشه (تک بوته) مرزه

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک بر وزن خشک ریشه در سطح احتمال ۱ درصد، نشان داد که اسید هیومیک باعث افزایش وزن خشک ریشه گیاه مرزه شد و مصرف توأم آن با کود اوره نیز موجب افزایش وزن خشک ریشه گیاه مرزه گردید. در سطح ۱۷۵ کیلوگرم در

هکتار کود اوره تفاوت معنی داری بین دو سطح کاربرد و عدم کاربرد اسید هیومیک مشاهده نشد و هر دو به یک اندازه باعث افزایش وزن خشک ریشه شدند که این افزایش معادل ۲۷ و ۲۸ درصد بود. طبق نتایج به دست آمده استفاده توأم کود اوره و اسید هیومیک تا سطح ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار اوره باعث افزایش وزن خشک ریشه می‌شود و در صورت افزایش کود اوره به سطح ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کاربرد و عدم کاربرد اسید هیومیک به یک اندازه در افزایش وزن خشک ریشه تأثیر گذار است (شکل ۴-۴).

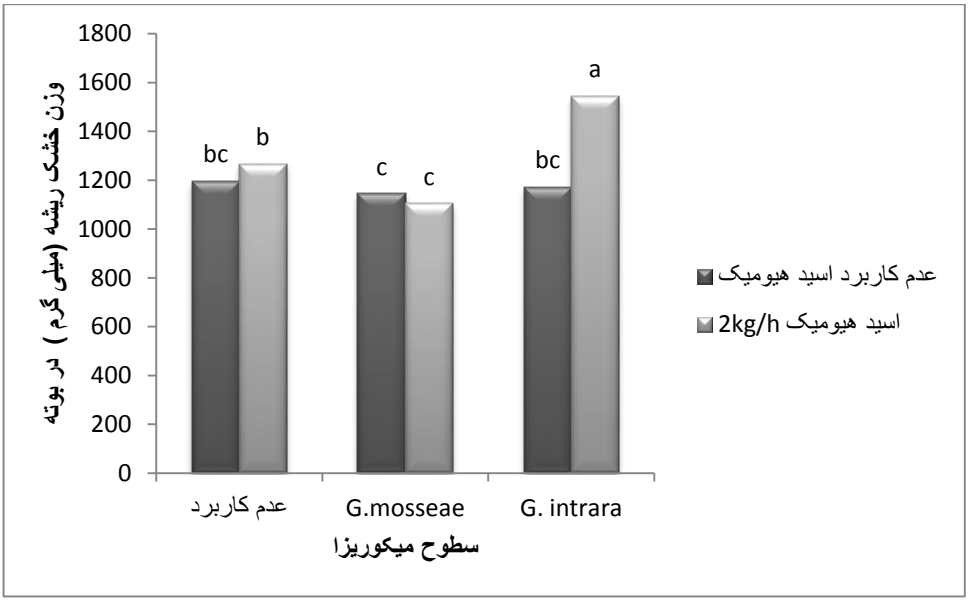
احتمالا می‌توان افزایش وزن خشک ریشه را در کاربرد هیومیک به این دلیل دانست که اسید هیومیک با اثرات شبه هورمونی که دارد موجب افزایش رشد ریشه و بالطبع افزایش وزن خشک ریشه می‌شود. در بسیاری از منابع در مورد اثرات مفید مواد هیومیکی بر رشد ریشه و ریشه‌های مویین اشاره شده است (سانچز، ۲۰۰۲؛ دورسون و همکاران، ۲۰۰۲). یوتایوسوریان و همکاران (۱۹۹۱) با استفاده از سطوح مختلف کودهای آلی، شیمیایی و تلفیقی در زراعت آفتابگردان مشاهده کردند که همه تیمارهای کودی عملکرد و اجزای عملکرد و صفات رویشی را نسبت به شاهد افزایش می‌دهد.



شکل (۴-۴) اثر متقابل سطوح مختلف کود اوره و اسید هیومیک بر وزن خشک ریشه(تک بوته) مرزه

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا و اسید هیومیک بر وزن خشک ریشه در سطح احتمال ۱ درصد، نشان داد که استفاده از قارچ میکوریزا و اسید هیومیک به

تنهایی اثری بر وزن خشک ریشه نداشت، اما مصرف توأم میکوریزا و اسید هیومیک، گونه *G.intraradices* و استفاده از اسید هیومیک بیشترین مقدار را نسبت به شاهد نشان داد که معادل ۲۹ درصد بود. در عدم کاربرد قارچ میکوریزا و کاربرگونه *G.mosseae* در صورت استفاده از اسید هیومیک و یا عدم استفاده از آن تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. این نتایج نشان می‌دهد کاربرد توأم اسید هیومیک و قارچ میکوریزا گونه *G.intraradices* می‌تواند باعث افزایش چشم گیر وزن خشک ریشه مرزه شود (شکل ۴-۵). که منطبق با نتایج هریدی و همکاران (۲۰۰۱) و لمونگرس و ال-گادبانگ (۲۰۰۲) در گیاه مرزنجوش است. اثر مطلوب کود آلی و میکروارگانیسم‌ها بر ویژگی‌های رشد ریشه ممکن است به دلیل توانایی در بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک باشد که تعادل خوبی از مواد غذایی و آب در محیط ریشه به وجود آورده و منجر به رشد بیشتر ریشه می گردد (عبدالعزیز و همکاران، ۲۰۰۷).



شکل (۴-۵) اثر متقابل سطوح مختلف قارچ میکوریزا و اسید هیومیک بر وزن خشک ریشه(تک بوته) مرزه

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه مقادیر مختلف کود اوره و اسید هیومیک و گونه - های قارچ میکوریزا در سطح احتمال ۵ درصد بر وزن خشک مرزه، (جدول ۴-۱) مشاهده مـی‌گـردد، تیمار مصرف اسید هیومیک و قارچ گونه *G.intraradices* و سطح مصرف ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره بیشترین وزن خشک ریشه گیاه مرزه را داشته است که معادل ۱۷۸۱ میلی گرم بود که بـا تیمـار

شاهد اختلاف معنی داری داشت. به نظر می‌رسد مصرف سه گانه میکوریزا، اسید هیومیک و کـود اوره اثرات مثبتی بر رشد ریشه گیاه مرزه داشته است.

جدول ۴-۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح کود اوره، اسید هیومیک و قارچ میکوریز بر وزن خشک ریشه تک بوته گیاه مرزه (میلی گرم)

عدم مصرف کود اوره	عدم مصرف میکوریز	عدم مصرف اسید هیومیک	defg	۱۲۲۷
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	cde	۱۲۸۰
	گونه *G mosseae*.	عدم مصرف اسید هیومیک	hi	۱۰۰۰
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	ghi	۱۰۶۳
	گونه *G interaradices*	عدم مصرف اسید هیومیک	hi	۹۹۹/۵
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	cd	۱۳۰۷
مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره	عدم مصرف میکوریز	عدم مصرف اسید هیومیک	i	۹۱۵/۷
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	cd	۱۳۲۱
	گونه *G mosseae*.	عدم مصرف اسید هیومیک	defgh	۱۱۶۹
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	efgh	۱۱۱۵
	گونه *G interaradices*	عدم مصرف اسید هیومیک	fghi	۱۰۸۱
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	b	۱۵۴۰
مصرف ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره	عدم مصرف میکوریز	عدم مصرف اسید هیومیک	bc	۱۴۴۳
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	defg	۱۱۹۹
	گونه *G mosseae*.	عدم مصرف اسید هیومیک	cdef	۱۲۶۵
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	defgh	۱۱۳۴
	گونه *G interaradices*	عدم مصرف اسید هیومیک	bc	۱۴۳۱
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	a	۱۷۸۲

۴-۱-۴- ارتفاع بوته

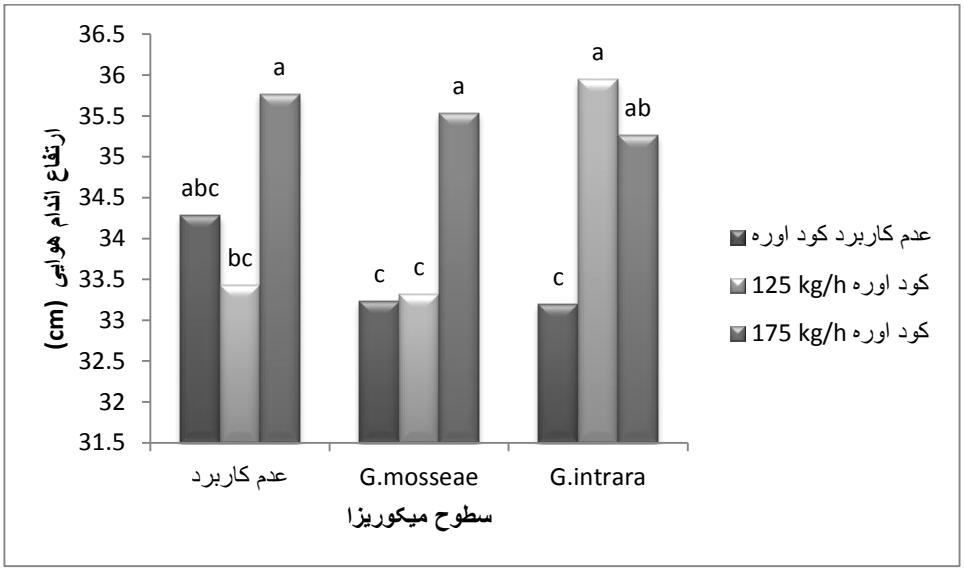
ارتفاع نهایی گیاه معمولا تحت تأثیر عوامل ژنتیکی می‌باشد ولی محیط نیز ارتفاع بوته را تحـت تـأثیر قرار می‌دهد. ارتفاع بوته جزء مهمی در تعیین عملکرد نمی‌باشد، ولی احتمالا ارقـام بـا ارتفـاع بلنـدتر عملکرد ماده خشک بیشتری دارند (سلیمی، ۱۳۸۹). ارتفاع گیاه و تعداد سـاقه از نظـر افـزایش پیکـر رویشی و تعداد برگ جهت استحصال اسانس یک خصوصیت مهم بـه شـمار مـی‌آیـد (محمـد پـور و همکاران، ۱۳۹۰).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول پیوست ۲) اثر اصلی کود اوره در سطح یک درصد و اثر متقابل مقادیر مختلف کود اوره و اسید هیومیک، اثر متقابل کود اوره و گونه‌های مختلـف قـارچ میکـوریزا بـر ارتفاع بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد و سایر منابع تغییر بر ارتفاع بوته تأثیر معنی‌داری

نشان ندادند و گراف مربوط به اثر متقابل مقادیر مختلف کود اوره واسید هیومیک کشیده نشد.

مقایسه میانگین اثر متقابل کود اوره و میکوریزا (شکل ۴-۶) بر ارتفاع بوته گیاه مرزه نشان داد که کاربرد کود اوره باعث افزایش ارتفاع بوته گیاه مرزه شده است. استفاده از ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره در حضور قارچ *G.mosseae* باعث ایجاد اختلاف معنی‌داری در ارتفاع گیاه در مقایسه با دو سطح کودی دیگر شده است. اما در مورد قارچ *G.intraradices* مصرف ۱۲۵ و ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره توانسته اثری مشابه و افزایشی در مقایسه با عدم مصرف اوره بگذارد. به نظر می‌رسد گونه *G.intraradices* و مصرف کود اوره اثر افزایشی بیشتری نسبت به گونه *G.mosseae* در ارتفاع گیاه دارد.

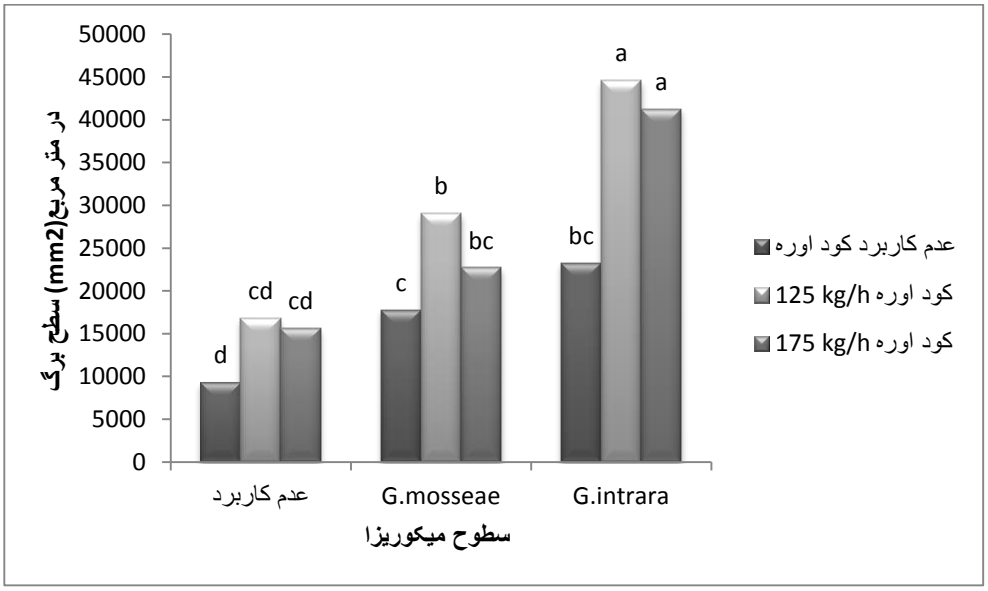
در مورد تأثیر نیتروژن بر ارتفاع گیاه اینکه وظیفه اصلی نیتروژن تکثیر سلولی، افزایش طول سلول و تمایز سلول است که با تأمین نیتروژن کافی موجب افزایش طول گیاه می‌شود. خان و چاترجی (۱۹۸۲)، داس و همکاران (۱۹۹۱) تأثیر نیتروژن بر ارتفاع بوته سیاهدانه را مثبت و معنی‌دار ارزیابی نمودند. بررسی‌های اکوت و یادیریم (۲۰۰۵) نشان داد که نیتروژن بر ارتفاع بوته گشنیز تأثیر مثبت داشته است و نسبت به شاهد (بدون کود) دارای ارتفاع بیشتر بوده است. در بررسی تأثیر روش‌های تلفیقی در تغذیه ذرت باید اشاره کرد که میزان عملکرد و اجزای عملکرد در تیمارهای مصرف توام کود زیستی و شیمیایی نسبت به سایر تیمارها به طور معنی داری افزایش می‌یابد (روستایی و همکاران، ۱۳۸۸). در بررسی دیگری کندیل و همکاران (۲۰۰۲) دریافتند که تلقیح کود زیستی همراه با نصف یا کل میزان کود اوره غیرآلی، وزن تر و خشک و ارتفاع اندام هوایی گیاه دارویی ریحان را افزایش می‌دهد. سطوح مختلف کود اوره و کود زیستی بر روی گیاه مرزه نشان داد که بالاترین ارتفاع گیاه در تیمار تلفیق ۵۰ ٪ کود اوره به همراه کود زیستی حاصل شد (مکی زاده تفتی و همکاران، ۱۳۹۱).



شکل (۴-۶) اثر متقابل کود اوره و قارچ میکوریزا بر ارتفاع بوته مرزه

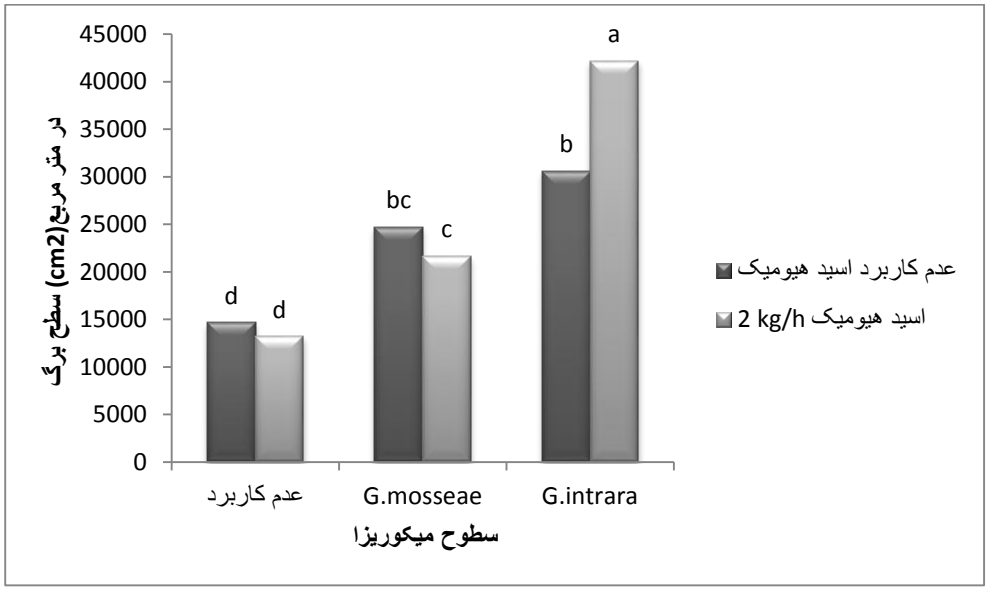
۴-۱-۵- سطح برگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول پیوست ۲) به جز اثر اصلی اسید هیومیک و اثر متقابل مقادیر مختلف کود اوره و اسید هیومیک بقیه اثرات ساده و متقابل معنی‌دار شدند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل کود اوره و قارچ میکوریزا در سطح احتمال ۵ درصد (شکل ۴-۷) نشان داد استفاده از روش تلفیقی کود اوره و قارچ میکوریزا در دو گونه *G.intraradices* و *G.mosseae* افزایش بیشتر سطح برگ را، نسبت به عدم حضور قارچ میکوریزا و کود اوره نشان داد. به طوری که در بین دو گونه قارچ *G.intraradices* و *G.mosseae* و استفاده از کود اوره بر سطح برگ، گونه‌ی *G.intraradices* اثر بیشتری بر میزان سطح برگ گذاشته بود و بیشترین مقدار سطح برگ را در این گونه در دو سطح ۱۲۵ و ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره بود که نسبت به شاهد به ترتیب ۴/۷ و ۴/۴ برابر افزایش را نشان داد که از نظر آماری اختلافی باهم نداشتند. هیف‌های قارچ میکوریزا با افزایش سطح ریشه جذب مواد غذایی فسفر، کلسیم، روی و مس را بهبود می‌بخشد.کود اوره نیز منبعی از نیتروژن است، نیتروژن با افزایش سرعت رشد ریشه‌ها و آسمیلاسیون برگ، به عنوان یکی از منابع اصلی تولید مواد فتوسنتزی می‌باشد. همان طور که مشاهده کردیم اثر توأم کود نیتروژنه با قارچ مایکویرزا سبب بهبود رشد ریشه شد (شکل ۴-۳) متعاقب آن افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی میگردد (تیلک و همکاران، ۲۰۰۵) و ریشه با جذب مواد غذایی بیشتر سبب افزایش سطح برگ گردید. که منطبق با نتایج مکی زاده تفتی و همکاران (۱۳۹۱) می‌باشد.



شکل(۴- ۷) اثر متقابل سطوح مختلف کود اوره و قارچ مایکوریز بر سطح برگ مرزه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ میکوریزا و اسید هیومیک در سطح احتمال ۱ درصد (شکل ۴-۸) نشان داد که استفاده تلفیقی از قارچ میکوریزا و اسید هیومیک موجب افزایش سطح برگ گیاه مرزه نسبت به تیمار عدم استفاده از قارچ میکوریزا و استفاده از اسید هیومیک گردید. در بین گونه‌های قارچ میکوریزا نیز گونه‌ی *G.intraradices* و استفاده از اسید هیومیک بیشترین سطح برگ را نشان داد که این افزایش معادل ۲/۸ برابر بود. همان طور که مشاهده کردیم اثر توأم قارچ میکوریزا با اسید هیومیک سبب بهبود رشد ریشه شد (شکل ۴-۵) متعاقب آن افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی میگردد (تیلک و همکاران، ۲۰۰۵) و ریشه با جذب مواد غذایی بیشتر سبب افزایش سطح برگ گردید. آلبایراک کاماز (۲۰۰۵) گزارش نمود که تیمار ۱۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک سبب گسترش بیشتر سطح برگ در گیاه شد. سبزواری و خزاعی (۱۳۸۸) نیز ذر بررسی سطوح مختلف اسید هیومیک بر روی گندم گزارش نمودند که استفاده از اسید هیومیک باعث افزایش سطح برگ گیاه شد بود. محققان متعددی (والدریگی و همکاران، ۱۹۹۶؛ تاتینی و همکاران،۱۹۹۱؛ واگان و ماکولم، ۱۹۸۵) نیز افزایش سطح برگ را با کاربرد اسید هیومیک بطور منفرد و توأم با تلقیح میکوریزا حتی تحت تنش شوری بیان داشتند.



شکل (۴-۸) اثر متقابل سطوح مختلف قارچ میکوریزا و اسید هیومیک بر سطح برگ مرزه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه کود اوره، قارچ میکوریزا و اسید هیومیک در سطح احتمال ۵ درصد (جدول ۴-۲) نشان داد که در استفاده تلفیقی، مصرف اسید هیومیک و قارچ گونه *G.intraradices* و سطوح مصرف ۱۲۵ و ۱۷۵کیلوگرم در هکتار کود اوره بیشترین سطح برگ مرزه به ترتیب به میزان ۵۳۱۴۲ و۵۰۱۴۰ سانتی متر مربع در متر مربع را شاهد بودیم و کمترین سطح برگ را در تیمار عدم مصرف کود اوره و قارچ میکوریزا ومصرف اسید هیومیک به میزان ۷۳۳۶ سانتی متر مربع بر متر مربع به دست آمد، که با تیمار شاهد اختلاف معنی داری داشت. باز هم گونه *G.intraradices* واکنش بهتری نسبت به افزایش صفت صفت رویشی سطح برگ در مقایسه با گونه *G.mosseae* نشان داده است.

جدول ۴-۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح کود اوره، اسید هیومیک و قارچ میکوریزا بر سطح برگ گیاه مرزه (سانتی متر مربع بر متر مربع)

عدم مصرف کود اوره	عدم مصرف میکوریز	عدم مصرف اسید هیومیک	fg	۱۱۲۹۶
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	g	۷۳۳۶
	گونه *G mosseae.*	عدم مصرف اسید هیومیک	efg	۱۵۲۰۱
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	ef	۲۰۳۱۰
	گونه *G interaradices*	عدم مصرف اسید هیومیک	de	۲۳۲۴۵
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	de	۲۳۳۳۵
مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره	عدم مصرف میکوریز	عدم مصرف اسید هیومیک	ef	۱۸۷۲۳
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	efg	۱۴۷۹۷
	گونه *G mosseae.*	عدم مصرف اسید هیومیک	bc	۳۴۹۰۷
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	de	۲۳۱۴۳
	گونه *G interaradices*	عدم مصرف اسید هیومیک	b	۳۶۱۴۲
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	a	۵۳۱۴۲
مصرف ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره	عدم مصرف میکوریز	عدم مصرف اسید هیومیک	efg	۱۳۹۰۷
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	efg	۱۷۳۵۰
	گونه *G mosseae.*	عدم مصرف اسید هیومیک	cde	۲۴۰۵۵
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	def	۲۱۳۶۰
	گونه *G interaradices*	عدم مصرف اسید هیومیک	bcd	۳۲۴۲۳
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	a	۵۰۱۴۰

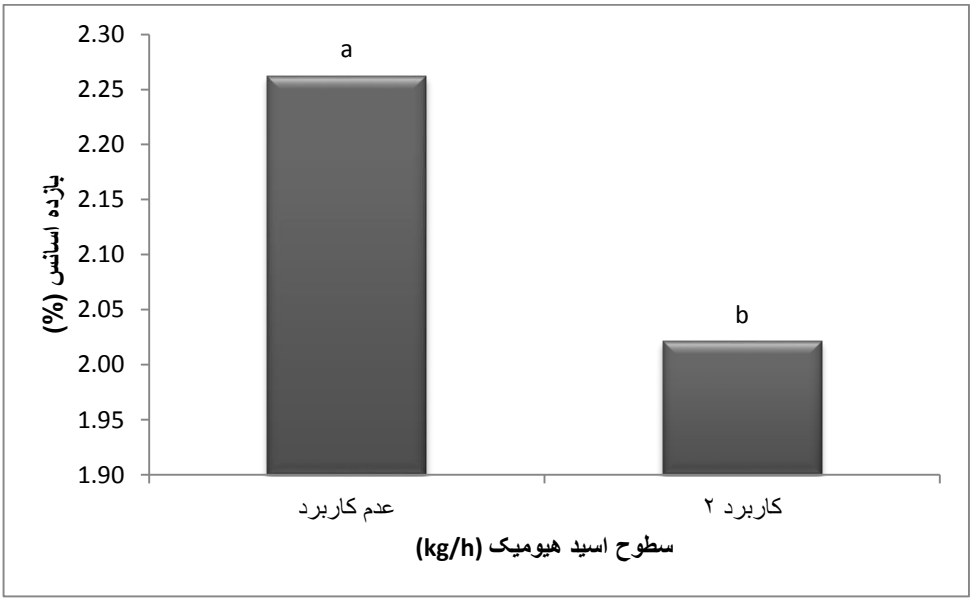
۴-۲- صفات فیزیولوژیک

۴-۲-۱- درصد اسانس

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول پیوست ۳) اثرات اصلی مقادیر مختلف کود اوره وگونه‌های قارچ میکوریزا بر درصد اسانس معنی‌دار نشد اما تحت تأثیر سطوح اسیدهیومیک در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت و هیچکدام از اثرات متقابل نیز معنی‌دار نشد. با کاربرد اسید هیومیک، بازده اسانس نسبت به تیمار عدم استفاده از اسید هیومیک به طور معنی‌داری حدود ۰/۸ درصدکاهش یافت (شکل ۴-۹). والدریکی و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که اسید هیومیک از طریق افزایش در محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش رشد، ارتفاع و به تبع آن عملکرد بیولوژیک می‌شود. ارتفاع گیاه و تعداد ساقه از نظر افزایش پیکر رویشی و تعداد برگ جهت استحصال اسانس یک خصوصیت مهم به شمار می‌آید (محمدپور همکاران، ۱۳۹۰). طبق نتایج تحقیقات بالا باید شاهد افزایش بازده اسانس با کاربرد اسید هیومیک باشیم در صورتی که در این تحقیق شاهد کاهش درصد اسانس بودیم.

از آنجا که اسانس ها ترکیب‌های ترپنوئیدی بوده و واحدهای سازنده آنها (ایزوپرنوئیدها) نیازمند

ATP و NADPH هستند و با توجه به این مطلب که حضور عناصری نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیب‌های اخیر ضروری می‌باشد (مکی زاده تفتی و همکاران، ۱۳۹۱). همان طور که در شکل های (۴-۲۱) و (۴-۲۳) مشاهده می شود کاربرد اسید هیومیک منجر به افزایش غلظت نیتروژن و فسفر اندام هوایی گیاه مرزه شد. اما به نظر می‌رسد که این افزایش میزان فراهمی عناصر غذایی (نیتروژن و فسفر) برای گیاه توسط اسید هیومیک عمدتا صرف سنتز مواد فتوسنتزی شده و بیشتر بر صفات رویشی مرزه (شکل ۴-۵، ۴-۸، ۴-۱۴،...)تأثیر گذار بوده و اثر قابل توجهی بر درصد اسانس تولیدی ندارد. فازکاس (۱۹۸۰) نیز گزارش کرد مصرف کودهای ازته و فسفره تأثیری بر درصد اسانس کیاه انیسون نداشت.



شکل (۴-۹) اثر سطوح اسید هیومیک بر درصد اسانس

۴-۲-۲- عملکرد اسانس

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده تأثیر معنی‌دار مقادیر مختلف کود اوره در سطح احتمال ۱ درصد و گونه‌های مختلف میکوریزا در سطح احتمال ۵ درصد و اثر متقابل کود اوره ، میکوریزا و اثر متقابل کود اوره ، اسید هیومیک در سطح احتمال ۵ درصد است (جدول پیوست ۳). همان طور که در شکل (۴-۱۰) مشاهده می‌گردد نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کاربرد کود اوره و میکوریزا نشان داد که استفاده از کود اوره باعث افزایش عملکرد اسانس گیاه مرزه شد. بطوری که سطح ۱۷۵ کیلوگرم در

هکتار کود اوره در تیمار عدم کاربرد میکوریزا موجب افزایش ۳۸ درصدی عملکرد اسانس نسبت به تیمار عدم استفاده از میکوریزا و کود اوره شد. استفاده از قارچ میکوریزا به تنهایی اثری بر عملکرد اسانس نداشت و حتی موجب کاهش عملکرد اسانس شد که شاهد کمترین میزان عملکرد اسانس با کاربرد دو گونه قارچ میکوریزا بودیم. در مصرف توأم میکوریزا و کود اوره، اختلاف معنی داری بین تیمارها و با شاهد (عدم کاربرد میکوریزا و کود اوره) دیده نشد و واکنش گونه *G.mosseae* بر اثر متقابل بسیار کمتر بود. در بسیاری از منابع، همبستگی بالا و معنی‌دار بین عملکرد اسانس با ارتفاع بوته گیاه مرزه مشاهده شد (زارع و همکاران، ۱۳۹۱؛ مکی زاده تفتی و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به شکل(۴-۶) میزان ارتفاع با کاربرد تلفیقی کود اوره و میکوریزا افزایش یافته، همچنین در همین تیمار(شکل ۴-۱۰) مشاهد گردید.

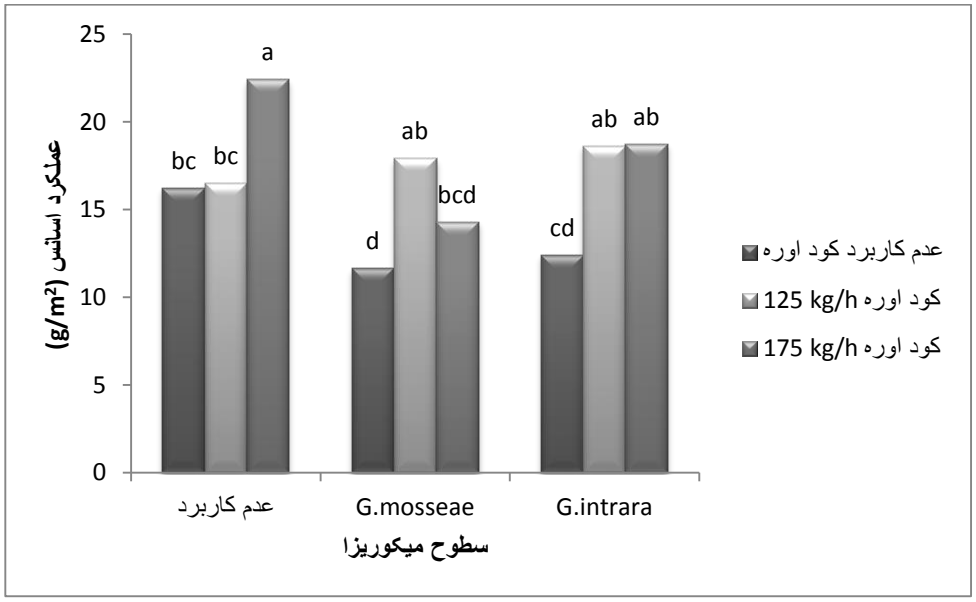
با افزایش میزان اسانس در اثر مصرف تیمارهای مختلف کود نیتروژن می‌توان گفت که از آنجا که نیتروژن جزء عناصر مورد نیاز برای سنتز متابولیت‌های ثانویه، به خصوص ترکیبات اسانس مرزه می-باشد لذا تأمین نیتروژن مورد نیاز آن می‌تواند سبب افزایش اسانس موجود در سرشاخه‌های گلدار این گیاه شود، بنابراین مصرف کودهای شیمیایی و زیستی نیتروژن موجب افزایش اسانس گیاه مرزه می-شود. تحقیقات انجام شده در مورد تأثیر نیتروژن بر اسانس مرزه نشان داده است که با افزایش سطح نیتروژن میزان اسانس افزایش می‌یابد (شریفی و همکاران، ۱۳۷۸؛ لباسچی و همکاران، ۱۳۷۹). علیزاده سهزابی و همکاران (۱۳۸۶)، در بررسی تأثیر مقادیر و روش‌های مختلف مصرف نیتروژن بر عملکرد اسانس گیاه دارویی مرزه گزارش کردند که بین تیمارها به لحاظ عملکرد سر شاخه گلدار، درصد اسانس و عملکرد اسانس اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت. مقایسه میانگین-ها نشان داد که در روش مصرف در خاک بیشترین عملکرد سرشاخه گلدار و عملکرد اسانس به ترتیب مربوط به کاربرد ۱۰۰، ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن بود. عباس زاده (۱۳۸۴) گزارش نمود که کاربرد کود نیتروژن عملکرد اسانس بادرنجبویه را نسبت به شاهد افزایش داد.

این نکته قابل ذکر است که باتوجه به گونه گیاهی، ممکن است قارچ‌های میکوریزا نیز اثرهای مختلفی روی کیفیت اسانس داشته باشند. در تحقیقی که با استفاده از سه گونه قارچ میکوریزا در گیاه ریحان انجام شد، کوپتا و همکاران (۲۰۰۶) ملاحظه نمودند که گونه‌های میکوریزا دارای واکنش‌های متفاوت بودند و تنها یکی گونه از نظر کیفیت اسانس دارای برتری قابل ملاحظه‌ای نسبت به تیمار شاهد بود. تحقیقات نشان داد که دو گونه قارچ میکوریزایی *Glomus* mosseae و *Glomus intraradices* تأثیر معنی داری بر صفات کیفی سه گیاه دارویی ریحان، مرزه و بادرنجبویه، داشت، دو نوع مایکوریز تأثیر معنی‌داری بر درصد برگ گذاشت، به طوریکه تیمار گیاه مرزه +مایکوریز گونه *G.mosseae* بیشترین و

تیمار گیاه بادرنجبویه بدون میکوریزا کمترین درصد برگ را دارا بودند. و اعمال تیمارهای مـایکوریزی باعث افزایش معنی دار درصد اسانس گردید.تیمار گیاه مرزه با مایکوریز گونه *G.intraradices* و تیمار گیاه بادرنجبویه بدون مایکوریز به ترتیب بیشترین و کمترین درصد اسانس را داشتند، همچنین تیمار مرزه با مایکوریز گونه *G.intraradices* بیشترین عملکرد اسانس را نشـان داد (بخشـایی و همکـاران، ۱۳۸۹).

در پژوهشی کاپور و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که همزیستی ریشه رازیانه با دو گونه قارچ به طور معنی‌داری سبب بهبود عملکرد و اجـزای عملکـرد رازیانـه گردیـد. در بررسـی کـه درزی و همکـاران (۱۳۸۸) بر روی کاربرد کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمی و کیفی گیـاه دارویـی انیسـون پرداختنـد شاهد افزایش چشمگیر درصد اسانس بودند. منابع مختلف نیـز بـه نقـش مثبـت کودهـای نیتـروژن و میکروارگانیسم ها در بهبود درصد و عملکرد اسانس گیاهان دارویی اشاره داشته اند که با نتـایج ایـن تحقیق مطابقت دارد.سطوح مختلف کود شیمیایی نیتروژن کود زیستی بر روی گیاه مرزه نشان داد که بالاترین میزان عملکرد اسانس مربروط به کاربرد کود زیستی بـه همـراه ۵۰٪ درصـد کـود شـیمیایی نیتروژن حاصل می‌شود (مکی زاده تفتی و همکاران، ۱۳۹۱).

سطوح مختلف کودهای شیمیایی نیتـروژن، فسـفر و پتاسـیم و کـود زیسـتی شـامل آزوسـپیریلوم، باکتریهای حل کننده فسفات و میکوریزا روی گیاه ریحان نشان داد کـه بـالاترین عملکـرد اسـانس و عمکرد رویشی در تیمار تلفیق ۷۵٪ کود شیمیایی به همراه کود زیسـتی حاصـل شـد (آجیمـودین و همکاران، ۲۰۰۵). کیومر و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که کاربرد کو زیسـتی همـراه بـا ۹۳/۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و فسفر در گیاه دارویی درمنه سبب افزایش رشد، زیست توده تر و خشک گیاه و عملکرد گیاه گردید و کاربرد کود زیستی تأثیری بر عملکرد اسانس گیاه نداشت.



شکل (۴-۱۰) اثر متقابل قارچ میکوریزا و کود اوره بر عملکرد اسانس مرزه

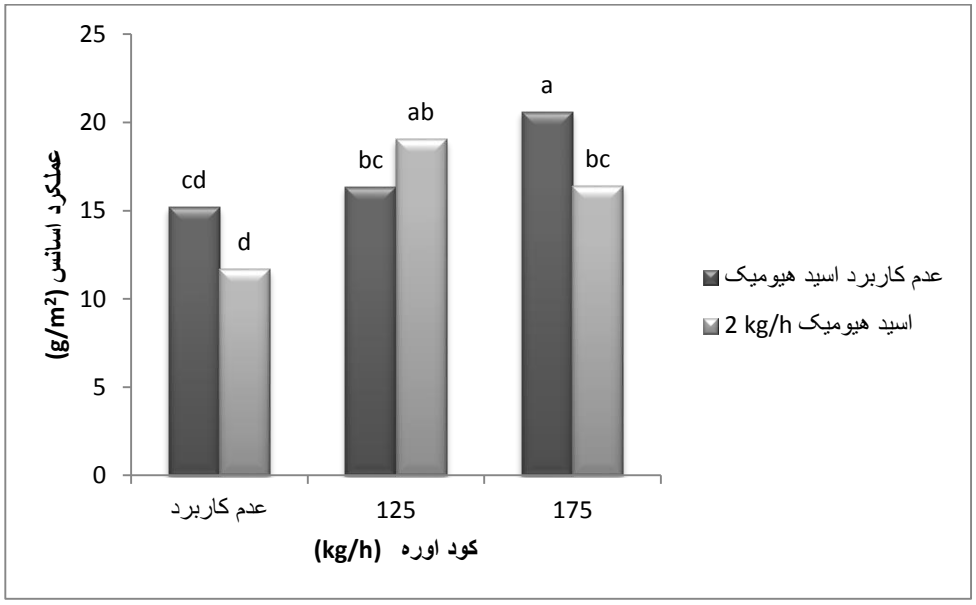
بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک، استفاده از اسید هیومیک به تنهایی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد اسانس نداشت و باعث کاهش عملکرد اسانس شد. در بین سطوح کود اوره نیز تنها سطح مصرف ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد اسانس شد که این افزایش معادل ۳۵ درصد بود و سطح مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره از نظر آماری اختلاف معنی-داری با شاهد (عدم مصرف کود اوره و اسید هیومیک) نداشت. در کاربرد توأم کود اوره و اسید هیومیک تنها در سطح مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن موجب افزایش ۲۵ درصدی عملکرد اسانس گیاه مرزه نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد کود اوره و اسید هیومیک) شد (شکل ۴-۱۱). نیتروژن بر عملکرد اسانس مرزه تأثیر معنی‌داری داشت و با افزایش مقادیر کود مصرفی عملکرد اسانس نیز افزایش یافت که به سبب افزایش عملکرد ماده خشک در واحد سطح است (شکل ۴-۲).

با توجه به اینکه عملکرد اسانس تابعی از درصد اسانس و عملکرد بیولوژیکی می‌باشد، بنابراین هر گونه افزایش در این دو مورد می‌تواند منجر به افزایش عملکرد اسانس تولیدی گردد. هرچند مصرف نیتروژن (کود اوره) بر درصد اسانس معنی‌دار نشد اما با افزایش تولید ماده خشک در واحد سطح موجب افزایش عملکرد اسانس شد. همچنین در این خصوص گزارش شده که با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، عملکرد اسانس ریحان به دلیل تولید برگ و سرشاخه‌های بیشتر در واحد سطح افزایش یافته است (گولکز و همکاران،۲۰۰۶). استفاده تلفیقی کود اوره و اسید هیومیک تنها در سطح مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن موجب افزایش عملکرد اسانس گیاه مرزه شد که به

سبب افزایش بیوماس گیاه در واحد سطح می‌باشد. زیرا بکارگیری مقدار کافی اسید هیومیک می‌تواند بخشی از نیاز گیاه را به عناصر غذایی تأمین کند و در نتیجه سبب افزایش رشد رویشی گیاه و افزای تولید گردد.

نتایج آبادیان و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که عملکرد اسانس در تیمار کود تلفیقی افزایش معنی-داری نسبت به سایر تیمارهای کودی در گیاه بابونه داشت. در توجیه نتایج بدست آمده این طور بیان می‌شود که افزایش عملکرد در سیستم تلفیقی شاید به دلیل افزایش فتوسنتز باشد بنابراین می‌توان با تلفیق میزان صحیح کودهای شیمیایی و آلی با حفظ درصد اسانس بالا، عملکرد گل و عملکرد اسانس بیشتری به دست آورد. نتایج بدست آمده ار این تحقیق مبنی بر افزایش عملکرد اسانس در راستای کاربرد نیتروژن و اسیدهیومیک با نتایج محققان دیگر بر روی رازیانه، بابونه رومی و ریحان مطابقت دارد (درزی و همکاران،۲۰۰۶ ؛انوار و همکاران، ۲۰۰۵ و لایوس و پانک، ۲۰۰۵).

در بررسی که توکلی دینایی (۱۳۸۸) بر روی گیاه شوید انجام داد کاربرد کودهای زیستی باعث افزایش چشمگیر درصد اسانس، عملکرد بذر و به دنبال آن عملکرد اسانس شد. طبق نتایج آزرمجو و همکاران (۱۳۸۹) اثرات متقابل خشکی و تیمارکودی نشان داد که بیشترین درصد و عملکرد اسانس در تیمار تنش متوسط و در طی استفاده از کود شیمیایی به دست می‌آید. افزایش عملکرد اسانس در طی استفاده از کود آلی در بابونه آلمانی در سطوح بالای تنش خشکی می‌تواند مربوط به تأثیر مثبت کود آلی در افزایش عناصر غذایی خاک و فراهم آوردن قابلیت جذب آن‌ها توسط گیاه باشد. در بررسی اثر کودهای آلی و معدنی و کاربرد همزمان آن‌ها بر گیاه مرزنجوش تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد اسانس و زیست توده میان تیمارها ملاحظه نشد (جیولی و همکاران، ۲۰۰۶).



شکل (۴-۱۱) اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک بر عملکرد اسانس مرزه

۴-۲-۳- رنگیزه های فتوسنتزی

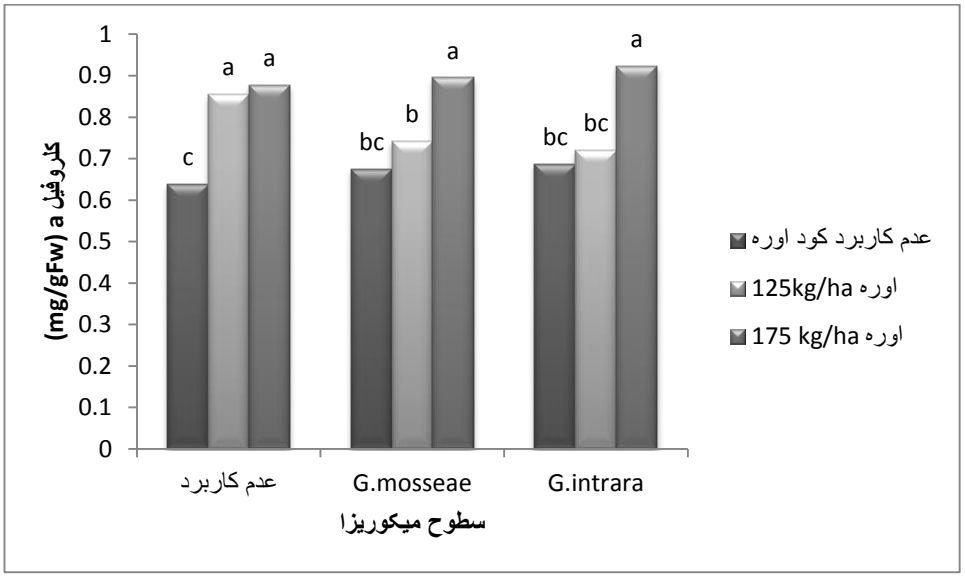
۴-۲-۳-۱-کلروفیل a:

بر اساس نتایج تجزیه واریانس میزان کلروفیل a به طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر اصلی سطوح مختلف کود اوره و اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل کود اوره و میکوریزا، اثر متقابل میکوریزا و اسید هیومیک در سطح احتمال ۵ درصد قرار گرفت (جدول پیوست ۴).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کاربرد کود اوره و میکوریزا در شکل (۴-۱۲) شاهد یک روند افزایشی در میزان کلروفیل a، با کاربرد کود اوره در هر سه سطح میکوریزا بودیم. به طوریکه با مصرف ۱۲۵ و ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره در تیمار عدم کاربرد میکوریزا به ترتیب موجب افزایش ۳۴ و ۳۷ درصدی کلروفیل a گردید. بین دو گونه *G.intraradices* و *G.mosseae* میکوریزا تفاوت معنی‌داری در افزایش کلروفیل a دیده نشد. در تیمار عدم کاربرد میکوریزا و سطح مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره در مقایسه با کاربرد دو گونه میکوریزا و سطح مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره بیشترین تأثیر را بر مقدار کلروفیل a داشت. اما در سطح مصرف ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره این نتیجه مشاهده نشد به نظر می رسد میکوریزا در مقادیر کم کود اوره به صورت انگلی عمل می‌کند.

نیتروژن عنصری است که عرضه آن به وسیله انسان قابل تنظیم است. این عنصر نقش اساسی در باروری گیاهان ایفا می‌کند، زیرا یک ترکیب اصلی در اسیدهای‌آمینه، پروتئینها، اسیدهای نوکلئیک و کلروفیل می‌باشد و از یک سو نقش اساسی در ساختمان کلروفیل داشته. به علاوه نیتروژن نقش ویژه-ای در استقرار گیاه و کسب توانایی‌های فتوسنتزی و فیزیولوژیکی متعدد دارد، و از سوی دیگر مهمترین عنصر در سنتز پروتئین می‌باشد و افزایش آن در شرایط مطلوب تا حد مشخصی موجب افزایش میزان پروتئین می‌گردد، لذا با افزایش میزان پروتئین در گیاه سطح برگ بیشتر می‌شود و در نتیجه میزان کلروفیل و به طبع آن مواد فتوسنتزی افزایش می‌یابد (رحمانی و همکاران، ۲۰۰۸؛ اندرسون، ۱۹۸۴). صالحی (۱۳۸۰) بیان کرد وظیفه اصلی نیتروژن تکثیر سلولی، افزایش طول سلول و تمایزسلول است. با تأمین نیتروژن کافی گیاه بلندتر شده شاخه‌ها و برگهای با کلروفیل بیشتری تولید نموده و سطح فتوسنتز کننده افزایش می یابد. فتوسنتز یکی از مهمترین شاخص های فعالیت فیزیولوژیک گیاه است که وابسته به محتوای کلروفیل در گیاه می باشد . از این رو ممکن است همزیستی مایکوریزی به عنوان یک چاله متابولیسمی عمل کند که سبب جا به جایی قاعده گرای محصولات فتوسنتزی به سمت ریشه ها شده و بدینسان محرکی برای انجام فعالیت فتوسنتزی بیشتر باشد به علاوه دیده شده است که در گیاهان میزبان، میزان هورمون های سیتوکینین و جیبرلین افزایش می یابد که افزایش این هورمو ن ها به ویژه سیتوکینین می تواند شدت فتوسنتز را توسط باز شدن روزنه های هوایی که بر جابه جایی و تنظیم محتوای کلروفیل مؤثر است بهبود بخشد (شریفی و همکاران، ۱۳۸۹؛ هان و لی، ۲۰۰۶)). همانطور که مشاهده شد بیشترین میزان کلروفیل aرا در سطح مصرف ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره در هر سه سطح میکوریزا بدست آمد منطبق با نتایج بسیاری از منابع است.

پارسا مطلق و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند در بین صفات مورد بررسی، قارچ میکوریزا بر غلظت کلسیم برگ و کلروفیل a تأثیر معنی‌داری نداشتند، و اثر متقابل کود شیمیایی و شوری بر غلظت کلروفیل b، غلظت سدیم و فسفر برگ معنی‌دار بود، و در بین دو گونه قارچ مورد استفاده گونه *G.intraradices* در افزایش غلظت کلروفیل و بهبود تغذیه‌ای گیاه لوبیا در شرایط تنش داشت. نتایج سایر محققین نیز نشان دهنده همین افزایش کلروفیل بود(صالحی، ۱۳۸۰؛ منگل وکرکبی، ۱۳۷۶؛ رحیمی و همکاران،۱۳۷۸؛ گارسید، ۲۰۰۴).



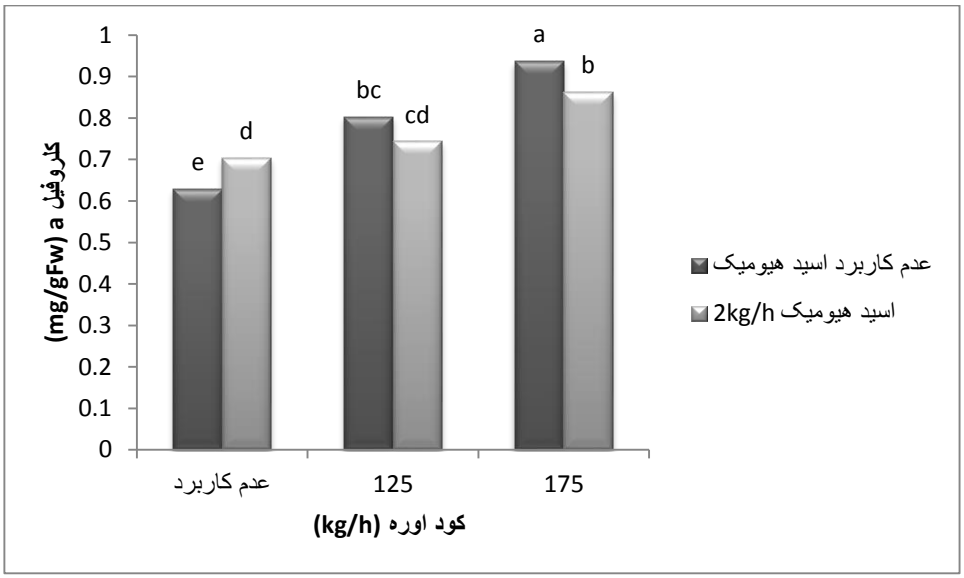
شکل(۴-۱۲) اثر متقابل قارچ میکوریزا و کود اوره بر کلروفیل a برگ مرزه

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل مقادیر مختلف کود اوره و مقادیر مختلف اسید هیومیک، استفاده تلفیقی از کود اوره و اسید هیومیک موجب افزایش کلروفیل a گیاه مرزه نسبت به تیمار شاهد (عدم استفاده ازکود اوره و اسید هیومیک) گردید. بیشترین میزان کلروفیل a در تیمار ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره و عدم مصرف اسیدهیومیک و کمترین مقدار را در تیمار عدم مصرف کود اوره و اسید هیومیک داشتیم. و همچنین در سطوح مصرفی ۱۲۵ و ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره با کاربرد اسید هیومیک شاهد کاهش کلروفیل بودیم گرچه در سطح ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره بین عدم مصرف اسید هیومیک و مصرف آن از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۴-۱۳).

طبق نتایج مصرف کود اوره سبب ایجاد بیشترین میزان کلروفیل a شد. بطور کلی می‌توان نتیجه گرفت مصرف کود اوره و اسید هیومیک با افزایش میزان نیتروژن در گیاه، باعث افزایش میزان کلروفیل a شده که به دنبال آن سبزینگی، توانایی نور خورشید، تولید مواد فتوسنتزی و در نهایت رشد و عملکرد گیاه افزایش می‌یابد. آزرمجو و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی بر روی گیاه بابونه دریافتند که تنش خشکی موجب افزایش کارتنوئید در بافت سبز برگ شده ولی از میزان کلروفیل a و b آن کاسته شده. مصرف کود شیمیایی نیتروژن نسبت به تیمار مصرف کود آلی و تیمارهای تلفیقی، بیشترین تأثیر را بر صفات مورد مطالعه داشت. اسلاکی و تیچی (۱۹۵۹) در بررسی بر اثر مواد هیومیکی روی محتوای کلروفیل برگ‌ها گیاه گوجه فرنگی کشت یافته در محلول غذایی دریافتند که

اسید هیومیک به میزان ۶۳ درصد و اسید فولویک به میـزان ۶۹ درصـد غلظـت کلروفیـل بـرگ‌هـا را افزایش داد.

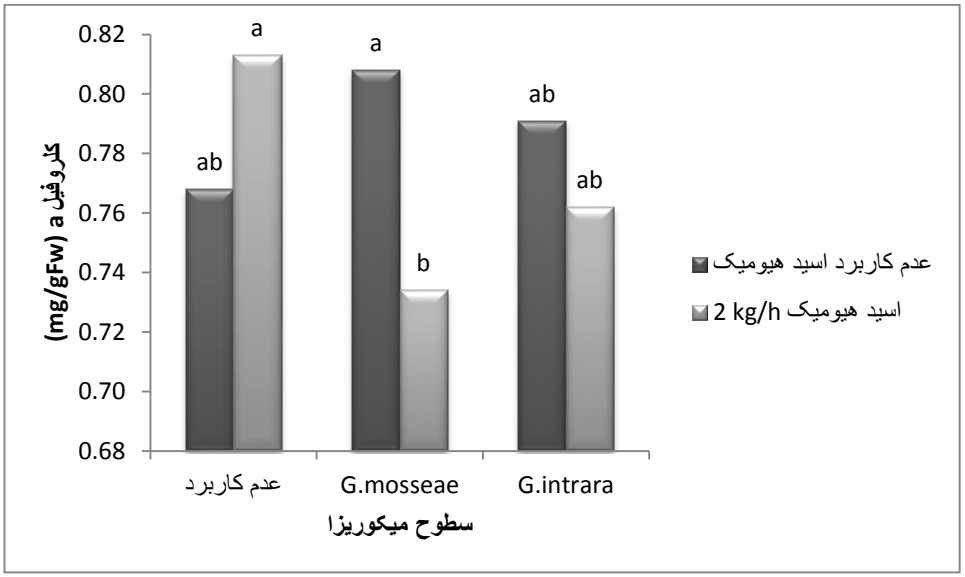
دلفین و همکاران،(۲۰۰۵) در آزمایشی اثر محلول پاش اسیدهیومیـک و نیتـروژن بـر گنـدم دروم را مورد بررسی قرار داد و دریافت که عملکرد دانه، باروری سنبله و محتوی پروتئین و کلروفیل در هر دو تیمار افزایش یافت که این افزایش در محلول پاشی نیتروژن با اسید هیومیک به صورت همزمان بسیار بیشتر بود. اسید هیومیک با افزایش فعالیت رابیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه شد. امـا در این آزمایش اثر اصلی اسید هیومیک معنی‌دار نشد و اثر متقابل آن با کود اوره نیز اثر کاهشی داشت.



شکل (۴- ۱۳) اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک بر کلروفیل a برگ مرزه

مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ میکوریزا و اسید هیومیک نشان داد کاربرد توأم اسید هیومیک و قارچ میکوریزا تأثیری بر میزان کلروفیل a نداشت و حتی باعث کاهش کلروفیل a گردید اما این کاهش در گونه *G.mosseae* بسیار بیشتر از *G.intraradices* می‌باشد. کاربرد اسید هیومیـک و میکـوریزا گونـه *G.mosseae* و*G.intraradices* به تنهایی موجب افزایش در میزان غلظت کلروفیل a شد.گرچه از نظر آماری با تیمار شاهد (عدم کاربرد اسید هیومیک و میکوریزا) تفاوت معنی‌داری نداشتند مصرف هر دو گونه قارچ میکوریزا در شرایط عدم مصـرف اسـید هیومیـک تـأثیر افزایشـی و معنـی‌داری بـر میـزان کلروفیل a گیاه داشته است. اما با اضافه شدن اسید هیومیک به قارچ میکوریزا این افزایش در مقایسه با تیمار شاهد (عدم کاربرد میکوریزا و اسید هیومیک) تفاوتی را ندارد.به نظر می‌رسد بـا اضـافه شـدن اسید هیومیک به قارچ میکوریزا تأثیر قارچ میکوریزا کاهش می‌یابد.(شکل ۴-۱۴).

این نتایج مطابق است با مشاهدات ال کاتیب و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی خود بر روی گیاه آکاسیا دریافتند که تیمار تلفیقی اسید هیومیک و قارچ میکوریزا موجب افزایش کلروفیل a و b شد. ولی بیشترین محتوای کلروفیل و کارتنوئید را در تیمار قارچ میکوریزا وتیمار اسید هیومیک مشاهد شد. در تحقیقی استفاده از اسید هیومیک منجر به افزایش رشد ساقه و افزایش محتوی کلروفیل برگ انگور شد (فرارا و همکاران، ۲۰۰۸). منوهرن و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی بر روی پنج گیاه دریافتند گیاهان تلقیح شده با میکوریزا بیشترین محتوی کلروفیل a و b و کلروفیل کل و کارتنوئید در در مقایسه با گیاهان غیر میکوریزایی داشتند.



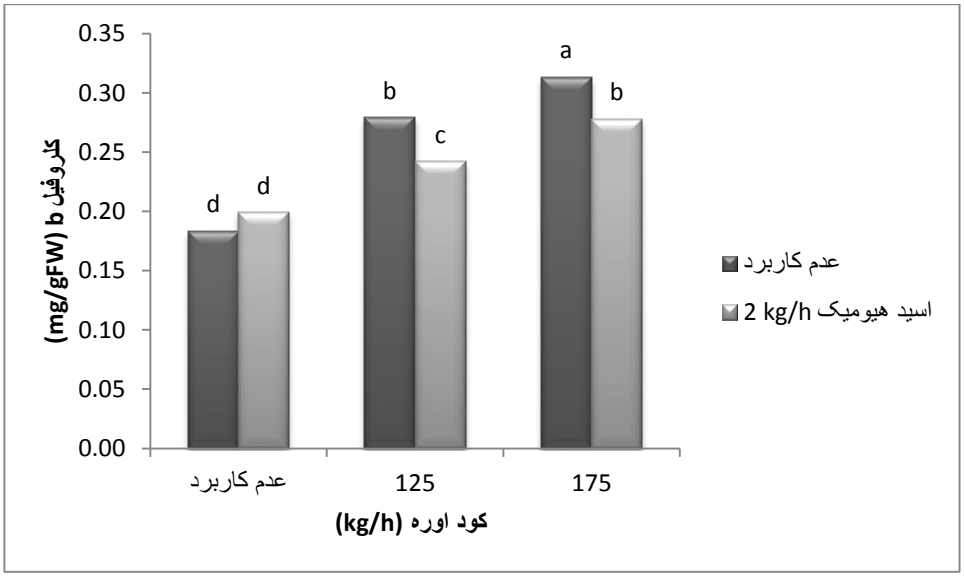
شکل (۴-۱۴) اثر متقابل قارچ مایکوریز و اسید هیومیک بر کلروزفیل a برگ مرزه

۴-۲-۳-۲-کلروفیل b:

بر اساس نتایج تجزیه واریانس میزان کلرفیل b تحت تأثیر اثرات اصلی مقادیر مختلف کود اوره در سطح احتمال ۱ درصد، قارچ میکوریزا و اسید هیومیک در سطح احتمال ۵ درصد و اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک ، میکوریزا و اسید هیومیک در سطح احتمال ۵ درصد قرار گرفت. و اثر متقابل سه جانبه کود اوره، قارچ میکوریزا، اسید هیومیک بر میزان کلروفیل b معنی دار نشد.(جدول پیوست ۴).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل مقادیر مختلف کود اوره و اسید هیومیک بر میزان کلروفیل b نشان داد، اثرمتقابل کود اوره و اسید هیومیک باعث افزایش این صفت شد. اما استفاده از کود اوره تأثیر

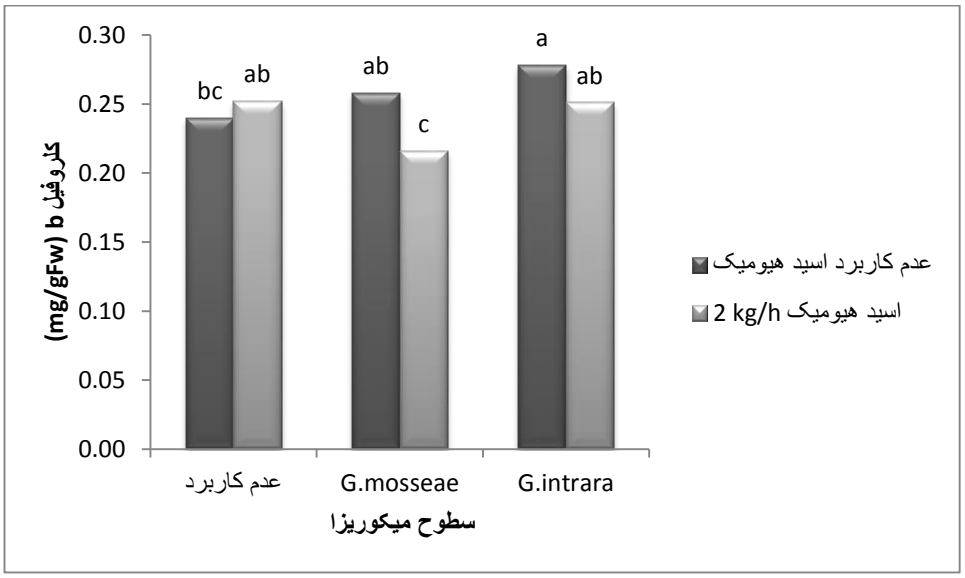
بیشتری بر میزان کلروفیل b داشت. حداکثر میـزان کلروفیـل b در بـالاترین مقـدار کـود اوره (۱۷۵ کیلوگرم در هکتار) و سطح عدم مصرف اسید هیومیک مشاهده گردید که نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد کود اوره و اسید هیومیک) ۷۱ درصد افزایش نشان داد. به نظر مـی‌رسـد کـاربرد تـوأم اسـید هیومیک و کود اوره باعث کاهش کلروفیل b می‌شود. (شکل ۴-۱۵). نتایج به دست آمـده مطـابق بـا مشاهدات آزرمجو و همکاران (۱۳۸۹) بر روی گیاه بابونه بود. در آزمایشی نشـان داده شـد کـه اسـید هیومیک به طور معنی‌داری در محتوی کلروفیل برگ‌ها مؤثر بوده و اثر افزایشی خود را به طور اساسی بر محتوی کلروفیل b در برگ‌ها داشت. مقادیر ۲۰ میلی لیتر در لیتر اسید هیومیک چـه بـه صـورت محلول پاشی و چه اعمال خاکی بیشترین محتوی کلروفیل برگ‌ها را سبب شد (کرکـوت، ۲۰۰۸). در مطالعه‌ای معلوم شد که اسید هیومیک بیش از اسید فولویک و هیومین بر فعالیت کلروفیل b اثر می-گذارد (نادری و همکاران،۲۰۰۲).



شکل (۴-۱۵) اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک بر کلروفیل b برگ مرزه

طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها در بررسی اثر متقابل میکوریزا و اسید هیومیک، همانطور کـه در شـکل (۴-۱۶) مشهود است استفاده از اسید هیومیک و دو گونه قارچ میکوریزا بـه تنهـایی موجـب افـزایش کلروفیل b گیاه مرزه شده است. استفاده تلفیقی از قارچ میکوریزا و اسید هیومیک تـأثیر بسـزایی بـر میزان کلروفیل b گیاه مرزه نداشته و حتی موجب کاهش میزان کلروفیل b شد کـه ایـن کـاهش در

گونه *G.mosseae* معنی‌دار بود. میزان کلروفیل b در هر دو گونه قارچ میکوریزا به یک میزان افـزایش پیدا کرد. هر چند که گونه *G.intraradices* تأثیر بیشتری بـر میـزان کلروفیـل b در مصـرف و عـدم مصرف اسید هیومیک نشان داد. کاربرد توأم قارچ میکوریزا و اسید هیومیـک اثـر کاهشـی بـر میـزان کلروفیل b داشت که مطابق بانتایج مشاهدات، ال کاتیب و همکاران (۲۰۱۱) بود که در بررسـی خـود بر روی گیاه آکاسیا دریافتند که تیمار تلفیقی اسید هیومیک و قارچ میکوریزا موجب افزایش کلروفیل a و b شد. ولی بیشترین محتـوای کلروفیـل و کارتنوئیـد را در تیمـار قـارچ میکـوریزا وتیمـار اسـید هیومیک مشاهد شد. نتایج تحقیق شریفی و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که تلقیح قارچ با ریشه گیاه ریحان به طور معنی‌داری سبب افزایش شاخص های رشدی، سطح برگ، کلروفیل a و b و فنول کل و آنتوسیانین در مقایسه با بوته‌های شاهد شد.



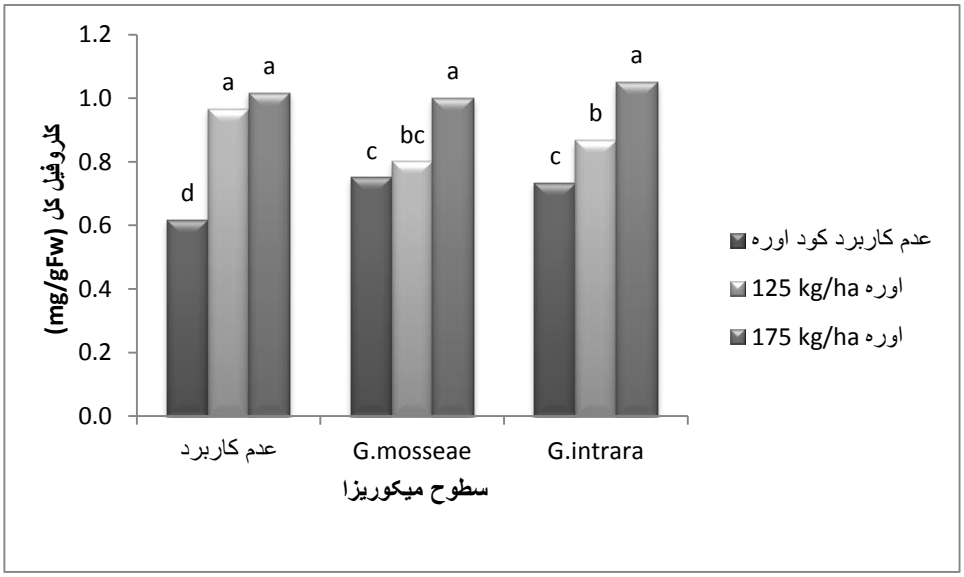
شکل (۴-۱۶) اثر متقابل قارچ مایکوریز و اسید هیومیک بر کلروفیل b برگ مرزه

۴-۲-۳-۳-کلروفیل کل:

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کلروفیل کل تحت تأثیر اثر اصلی مقـادیر مختلـف کود اوره در سطح احتمال ۱ درصد و اسید هیومیک در سطح احتمال ۵ درصد و اثر متقابل کـود اوره، میکوریزا در سطح احتمال ۱ درصد و کود اوره، اسید هیومیک در سطح احتمال ۵ درصد قـرار گرفـت (جدول پیوست ۴). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کود اوره و میکـوریزا در شـکل (۴-۱۷)

مشاهده می‌گردد، بین دو گونه *G.intraradices* و *G.mosseae* میکوریزا تفاوت معنی‌داری در افزایش کلروفیل کل دیده نشد و هر دو به یک میزان کلروفیل کل را افزایش دادند. همچنین کاربرد ۱۲۵ و ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره در تیمار عدم کاربرد میکوریزا باعث افزایش میزان کلروفیل کل شد که این افزایش به ترتیب معادل۵۶ و ۶۴ درصد بود که این دو، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. همچنین کاربرد تلفیقی کود اوره و قارچ میکوریزا نیز باعث افزایش میزان کلروفیل کل گیاه مرزه شد. مصرف هر دو گونه قارچ میکوریزا در شرایط عدم مصرف کود اوره تأثیر افزایشی و معنی-داری بر میزان کلروفیل کل گیاه داشته است. امّا با اضافه شدن کود اوره به قارچ میکوریزا این افزایش در مقایسه با تیمار عدم کاربرد میکوریزا تفاوتی را ندارد. به نظر می‌رسد با اضافه شدن کود اوره به قارچ میکوریزا تأثیر قارچ میکوریزا کاهش می‌یابد.

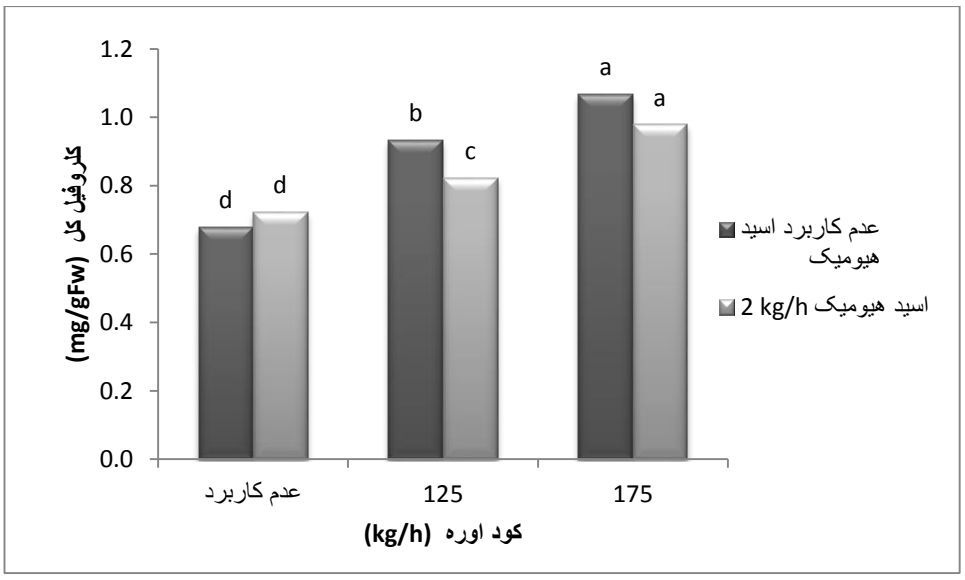
نتایج مطابق با مشاهدات پارسا مطلق و همکاران (۱۳۹۰) بر روی گیاه لوبیا بود.افزایش معنی‌دار محتوای کلروفیل برگ گیاه را در پاسخ به تلقیح با قارچ و کاربرد نیتروژن در مطالعات علیزاده و همکاران (۱۳۸۶) گزارش شده است. سانچز – بلانکو و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که تلقیح میکوریزا موجب کاهش کمتر پتانسیل آب برگ و بهبود در فعالیت فتوسنتزی و هدایت روزنه‌ای شد. همچنین مقادیر بالاتری از محتوی کلروفیل برگ در گیاهان میکوریزای نسبت به گیاهان غیر میکوریزای مشاهده شد.



شکل (۴-۱۷) اثر متقابل قارچ میکوریزا و کود اوره بر کلروفیل کل برگ مرزه

بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل کود اوره و سطوح اسید هیومیک بر میزان کلروفیل کل، نشـان داد که مصرف ۱۲۵ و ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره باعث افزایش کلروفیل کل گردید که ایـن میـزان افزایش به ترتیب معادل ۳۷ و ۵۷ درصد بود. در شرایط عدم مصرف کود اوره، مصرف اسید هیومیـک تأثیری بر کلروفیل کل نداشت و در شرایط مصرف کـود اوره میـزان کلروفیـل کـل بـا مصـرف اسـید هیومیک نسبت به عدم مصرف اسید هیومیک کاهش یافت، که این کاهش در تیمار ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره به طور معنی داری قابل مشاهده بود. در تیمار مصرف ۱۷۵ کیلـوگرم در هکتـار کـود اوره بین دو سطح مصرف و عدم مصرف اسید هیومیک تفاوت معنی داری مشاهده نشد. به نظـر مـی-رسد کاربرد توأم اسید هیومیک و کود اوره باعث کاهش کلروفیل کل می‌شود. که این کاهش فقـط در سطح ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره از لحاظ آماری معنی‌دار بود (شکل ۴-۱۸).

اسید هیومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ باعث افزایش عملکرد گیاهان مـی‌شـود (نـادری و همکـاران، ۲۰۰۲). گروسـل و همکاران (۱۹۹۱) در طی تحقیقات خود پی‌بردند که اسید هیومیک سبب افزایش جـذب آهـن، روی، مس و منگنز توسط خیار رشد یافته در محلول هوگلند شد که افزایش جذب آهن و منگنز را می‌تـوان دلیل مناسبی برای افزایش غلظت کلروفیل برگ دانست. کود اوره سبب افزایش مقدار کل کروفیل در برگ گیاه بابونه گردید. هرچند کودهای شیمیایی بطـور سـریعتر و بـه میـزان مـؤثرتری عناصـر را در اختیار گیاهان قرار می‌دهند، اما کودهای آلی نیز محتوی اکثر عناصر غذایی لازم بـرای رشـد گیاهـان هستند (چادهری و همکاران، ۱۹۹۹).



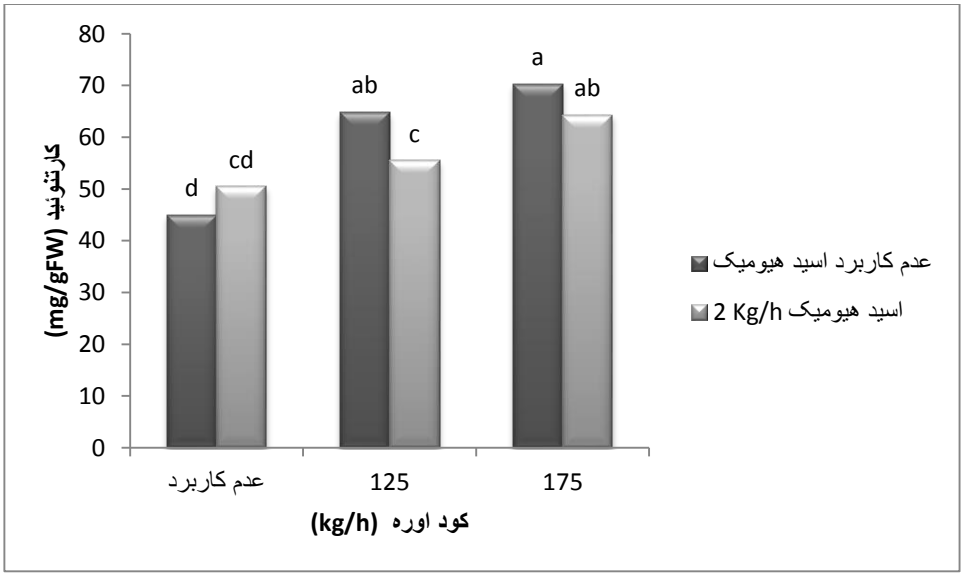
شکل (۴-۱۸) اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک بر کلروفیل کل برگ مرزه

۴-۲-۳-۴- کارتنوئید:

همانطور که جدول واریانس (جدول پیوست ۴) نشان می‌دهد اثرات اصلی کود اوره و اسید هیومیک و اثر متقابل کود اوره، اسید هیومیک در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل میکوریزا، اسید هیومیک در سطح احتمال ۵ درصد از نظر میزان کارتنوئید معنی‌دار شد.

بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل کود اوره و سطوح اسید هیومیک بر میزان کارتنوئید نشان داد که مصرف ۱۲۵ و ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره باعث افزایش کارتنوئید گردید که این میزان افزایش به ترتیب معادل ۴۴ و ۵۶ درصد بود. در شرایط عدم مصرف کود اوره، مصرف اسید هیومیک تأثیری بر کارتنوئید نداشت و در شرایط مصرف کود اوره میزان کلروفیل کل با مصرف اسید هیومیک نسبت به عدم مصرف اسید هیومیک کاهش یافت، که این کاهش در تیمار ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره به طور معنی داری قابل مشاهده بود. در تیمار مصرف ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره بین دو سطح مصرف و عدم مصرف اسید هیومیک تفاوت معنی داری مشاهده نشد (شکل ۴-۱۹).

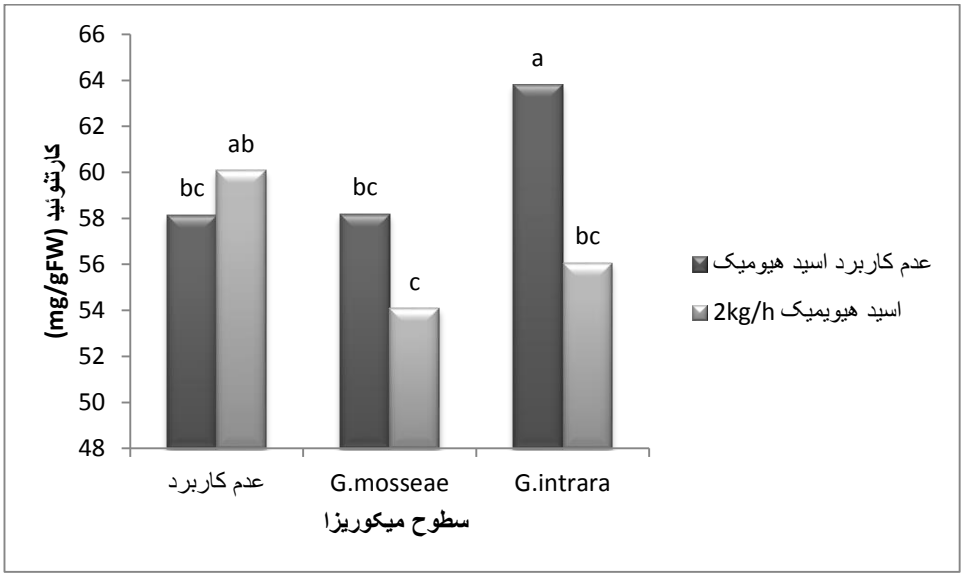
آرزمجو و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند در بین کودهای مصرفی، مصرف کود شیمیایی سبب ایجاد بیشترین میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی در گیاه بابونه شد. بطور کلی می‌توان نتیجه گرفت مصرف کودهای شیمیایی و کود آلی با افزایش میزان نیتروژن در گیاه، باعث افزایش میزان کلروفیل a و b و کارتنوئید شد که به دنبال آن سبزینگی، توانایی جذب نور خورشید، تولید مواد فتوسنتزی و در نهایت رشد و عملکرد گیاه افزایش می‌یابد.



شکل (۴-۱۹) اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک بر کارتنوئید برگ مرزه

مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ میکوریزا و اسید هیومیک نشان داد کاربرد توأم اسید هیومیک و قارچ میکوریزا تأثیری بر میزان کارتنوئید نداشت. کاربرد اسید هیومیک در تیمار عدم کاربرد میکوریزا موجب افزایش میزان کارتنوئید شد گرچه با شاهد (عدم کاربرد اسید هیومیک و میکوریزا) تفاوت معنی‌داری نداشت. در بین دو گونه قارچ مایکوریزا، گونه *G.intraradices* تأثیر بیشتری بر میزان کارتنوئید گیاه مرزه داشت به طوریکه موجب افزایش در میزان غلظت کارتنوئید به میزان ۱ درصد گردید. (شکل ۴-۲۰)

نتایج این تحقیق منطبق با نتایج ال کاتیب و همکاران (۲۰۱۱) بر روی گیاه آکاسیا بود. طبق نتایج پارسا مطلق و همکاران (۱۳۸۹) اثر متقابل شوری و قارچ میکوریزا بر غلظت کارتنوئید معنی‌دار شد. در تیمار شوری شاهد، قارچ *G.mosseae* ۵/۵ درصد کارتنوئیدهای برگ را نسبت به شاهد افزایش داد، ولی غلظت کارتنوئیدهای برگ هنگام کاربرد هر دو قارچ میکوریزا از نظر آماری یکسان بود و در شوری ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتیمتر قارچ *G.intraradices* به ترتیب ۲/۱ ، ۴/۸ درصد باعث افزایش این رنگریزه‌ها نسبت به شوری شاهد شد.



شکل (۴- ۲۰) اثر متقابل قارچ میکوریزا و اسید هیومیک بر کارتنوئید برگ مرزه

۴-۲-۴- کلونیزاسیون میکوریزایی

کاربرد ماده آلی به صورت کود آلی سطوح کربن آلی را درخاک افزایش می‌دهد و تأثیر مستقیم و غیر مستقیم روی خصوصیات و فرآیندهای خاک دارد (پراکش و همکاران، ۲۰۰۷). کربن آلی خاک یکی از

علائم پایداری سیستم تولید تحت یکسری از عملیات مدیریتی است، زیـرا کیفیـت خـاک را از طریـق بهبود ساختمان خاک، نگهداری مواد غذایی و فعالیت بیولوژیکی افزایش مـی‌دهـد (گوشـو همکـاران، ۲۰۰۲). با مصرف کود آلی، کود شیمیایی و کود زیستی به صورت تلفیقی شـرایط مناسـب و ایـده آل برای رشد گیاه فراهم می‌شود، بطوری که نه تنها هیچ گونه اثر سازش ناپذیری بین آن‌ها وجود نـدارد بلکه مکمل همدیگر می‌باشند (شاتا و همکاران،۲۰۰۷).کلونیزایی میکـوریزایی عـلاوه بـر نـوع گیـاه و سیستم ریشه‌ای به غلظت فسفر خاک نیز بستگی دارد. سطوح بسیار بالا و بسیار پـایین فسـفر خـاک ممکن است سبب کاهش کلونی‌زایی میکوریزایی شود (اسمیت و رید، ۲۰۰۸).

طبق نتایج مندرج در(جدول پیوست ۵) اثر سه گانه کود اوره، قارچ میکوریزا و اسید هیومیک در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان کلونیزاسیون معنی‌دار شد، به گونه‌ای که حـداکثر میـزان کلونیزاسـیون در تیمار ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره و گونه *G.intraradices* و مصرف ۲کیلـوگرم در هکتـار اسـید هیومیک بدست آمد. همچنین نتایج نشان داد که اثر مقادیر مختلف کود اوره، گونه هـای میکـوریزا و مقادیر مختلف اسید هیومیک و اثر متقابل کـود اوره و میکـوریزا ، کـود اوره و اسـید هیومیـک و اثـر متقابل مایکوریز و اسید هیومیک بـر کلونیزاسـیون معنـی‌دار نشـد (جـدول ۴-۳). هرچنـد اثـر قـارچ میکوریزا بر درصد کلونیزاسیون از لحاظ آماری معنی-دار نبود ولی اثـر گونـه *G.intraradices* سـطح بالاتری از درصد همزیستی را نسبت به گونه *G mosseae* برخوردار بود. واکنش گونه *G.intraradices* در مقایسه با گونه *G. mosseae* بر کلونیزاسیون ریشه گیاه مرزه بیشتر است.

تلقیح با قارچ میکوریزا در گیاه دارویی رازیانه سبب افزایش معنی‌دار بیوماس و درصد همزیستی ریشه گردید، مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح تلقیح میکوریزا تفاوت قابـل تـوجهی وجـود داشت به طوری که عملکرد بیولوژیک گیاه رازیانه در تلقیح با میکوریزا (۵۳۵۰ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با عدم تلقیح (۴۴۸۰ کیلوگرم در هکتار) در حدود ۱۹/۴ درصد بیشـتر بـود. در خصـوص اثـر همزیستی میکوریزایی بر روی عملکرد بیولوژیک رازیانه، مـی‌تـوان اسـتنباط کـرد کـه بهبـود میـزان فتوسنتز و رشد، موجب افـزایش بیومـاس بوتـه و در نهایـت عملکـرد بیولوژیـک مـی‌گـردد (درزی و همکاران، ۱۳۸۷).

طبق نتایج تحقیق بیشترین میزان کلونیزاسیون را در گونه *G.intraradices* با تلفیق تیمارهای دیگـر مشاهده کردیم که نتایج پژوهش اختر و سیدیکویی (۲۰۰۸) هم بیانگر افـزایش درصـد کلونیزاسـیون ریشه نخود با تلقیح میکوریزا *G.intraradices* بود. همچنـین در نتـایج تحقیقـات سـبنور و کلشـمن (۲۰۰۹) و ثواقبی و همکاران(۱۳۸۹)، تلقیح میکوریزا اثر معنـی داری بـر درصـد کلونیزاسـیون گیـاه

کنجد و گندم داشت. در تحقیق دیگری قارچ میکوریزای *G.intraradices* در ذرت علوفه‌ای، عملکـرد ماده خشک و درصد کلونیزاسیون ریشه را افزایش داد (امیرآبادی و همکاران، ۱۳۸۸).

جدول ۴- ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح کود اوره، اسید هیومیک و قارچ میکوریز بر درصد کلونیزاسیون

عدم مصرف کود اوره	عدم مصرف میکوریز	عدم مصرف اسید هیومیک	abcd	۷۱/۶۶۷
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	abcd	۷۵
	گونه *G mosseae*.	عدم مصرف اسید هیومیک	abcde	۶۸/۳۳۳
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	abcd	۷۵
	گونه *G interaradices*	عدم مصرف اسید هیومیک	ab	۷۸/۳۳۳
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	abcd	۷۳/۳۳۳
مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره	عدم مصرف میکوریز	عدم مصرف اسید هیومیک	abcde	۶۶/۶۶۷
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	abcde	۶۵
	گونه *G mosseae*.	عدم مصرف اسید هیومیک	abcd	۷۱/۶۶۷
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	abcde	۶۶/۶۶۷
	گونه *G interaradices*	عدم مصرف اسید هیومیک	abc	۷۶/۶۶۷
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	e	۵۱/۶۶۷
مصرف ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره	عدم مصرف میکوریز	عدم مصرف اسید هیومیک	abcde	۷۰
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	de	۵۶/۶۶۷
	گونه *G mosseae*.	عدم مصرف اسید هیومیک	cde	۵۸/۳۳۳
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	bcde	۶۰
	گونه *G interaradices*	عدم مصرف اسید هیومیک	bcde	۶۱/۶۶۷
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	a	۸۳/۳۳۳

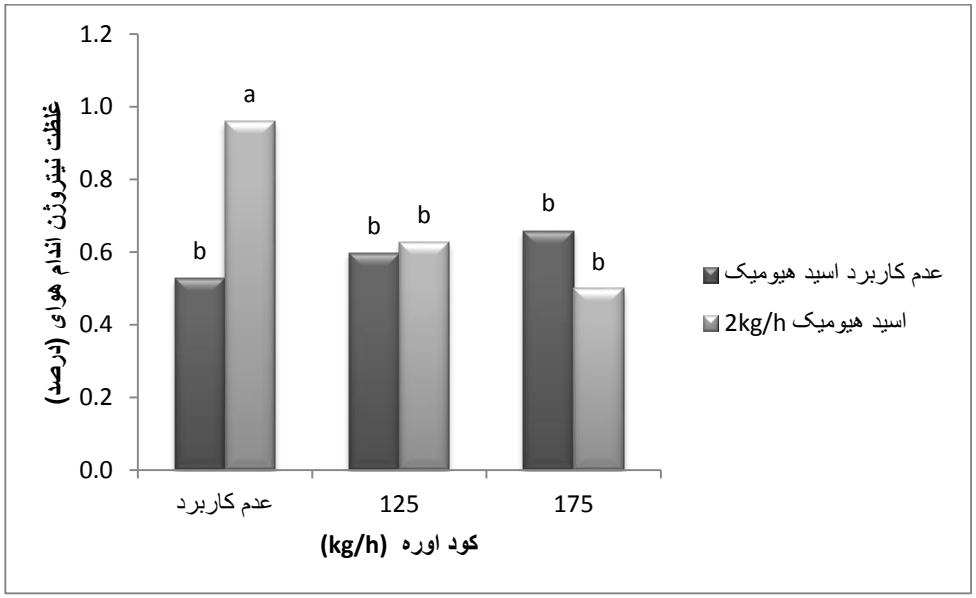
۴-۲-۵- نیتروژن گیاه

همانطور که جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۶) نشان می‌دهد اثـر اصـلی کـود اوره و همچنـین اسید هیومیک در سطح احتمال ۵ درصد و اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک در سطح احتمال یک درصد بر نیتروژن گیاه بود. و سایر منابع تغییر بر روی آن بی تأثیر بودند. بر اساس مقایسه میانگین‌ها، همان‌طور که در شکل ۴-۲۱ مشاهده می‌گردد استفاده از اسید هیومیک در تیمار عدم استفاده از کود اوره منجر به افزایش غلظت نیتروژن در مقایسه با شـاهد (عـدم کـاربرد کـود اوره و اسـید هیومیـک) گردید، که این افزایش معادل ۸۲ درصد بود. اما استفاده از روش تلفیقی کـود اوره و اسـید هیومیـک تأثیری بر غلظت نیتروژن گیاه مرزه نداشت. بـه طوریکـه دو سـطح مصـرف ۱۲۵ و ۱۷۵ کیلـوگرم در هکتار کود اوره در صورت کاربرد و یا عدم کاربرد اسید هیومیک تفاوت معنی‌داری در غلظت نیتـروژن ایجاد نکردند تنها تفاوت معنی‌دار مربوط به تیمار عدم مصرف کود اوره بود. غلظت نیتـروژن درتیمـار

عدم مصرف کود اوره و در سطح مصرف ۲ کیلـوگرم در هکتـار اسـید هیومیـک بـه طـور معنـی‌داری بیشترین میزان را داشت. گستره نیتروژن جذب شده توسط گیاهان بستگی به رقم، اقلیم، تراکم گیـاه و سطوح کود و عملکرد دارد (عارفی و همکاران، ۱۳۹۰). بسیاری از محققین گزارش کردند که افزایش نیتروژن خاک باعث افزایش محتوی نیتروژن برگ می‌شود (اونز، ۱۹۸۹). از طرفی دیگر گزارش شـده است که یک رابطه معکوس قوی بین سطح نیتروژن برگی و pH خاک و گیاه وجود دارد. به نظـر مـی رسد نیتروژن در pH بالای خاک کاهش می یابد. همچنین اوره بدلیل هیدرولیز شدن حتی pH خاک را در ابتدا تا حدی بالا می برد(کیرن و همکاران، ۲۰۰۲).

در آزمایشی مشاهده شد که میزان فتوسنتز خالص در گونه‌هـای مختلـف در شـرایط عرضـه مقـادیر مختلف نیتروژن متفاوت است. به علاوه گونه‌ها ممکن اسـت از لحـاظ میـزان اختصـاص نیتـروژن بـه بخش‌های غیر فتوسنتزی با یکدیگر متفاوت باشـند(عارفی و همکـاران، ۱۳۹۰). طبـق ایـن نتـایج در صورت عدم استفاده از کود اوره و استفاده ۲ کیلو گرم در هکتار اسید هیومیک می‌توان بالاترین غلظت نیتروژن را در اندام هوایی ایجاد کرد. اعظم و کوثر (۱۹۸۵) طی آزمایش روی گنـدم دریافتنـد جـذب نیتروژن در حضور اسید هیومیک افزایش معنی‌داری نشان داد.

در بررسی اثر اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم و ذرت، شـریف (۲۰۰۲) دریافـت کـه اضافه کردن ۰/۵ تا ۱ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به ترتیب عملکرد دانه و عملکرد ماده خشـک گندم و ذرت را افزایش معنی‌داری داد. پس از برداشت نیز مشخص شد که محتوی نیتـروژن و فسـفر موجود در اندام‌های این دو گیاه تیمار شده با اسید هیومیک از طریق قـدرت کـلات کننـدگی عناصـر غذایی و اثر بر خصوصیات بیولوژیکی و فیزیولوژیکی خاک ظاهر شد.اسید هیومیک در غلظت‌های کـم و در کنار سایر کودها از جمله NPK اثر مطلوبتری بر عملکرد داشت. والـدریکی و همکـاران (۱۹۹۶)، پادم و همکاران (۱۹۹۹)، تان (۲۰۰۳)، ترکمن و همکاران (۲۰۰۴) نیز در تحقیقـات خـود بـه نتـایج مشابهی دست یافتند.



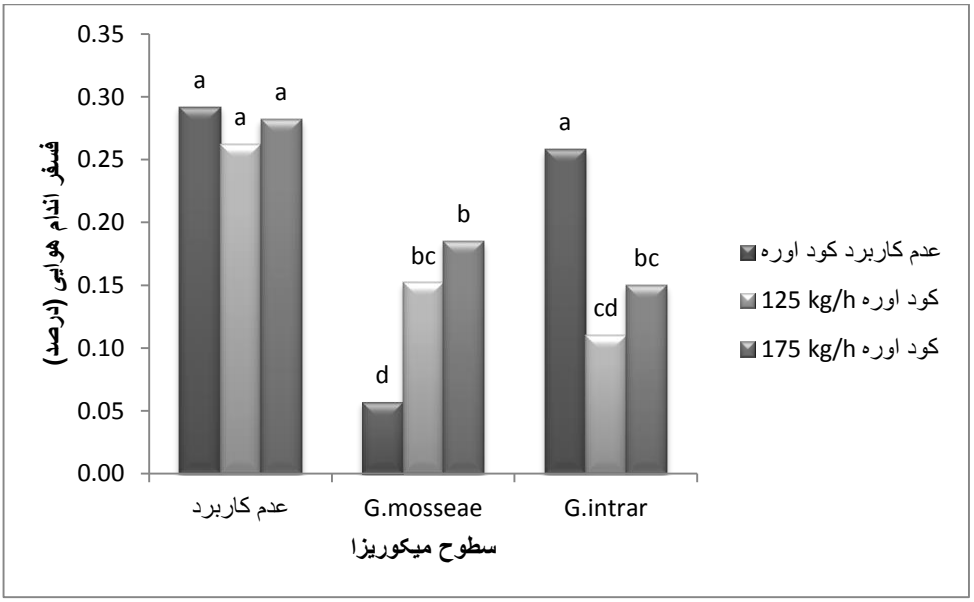
شکل(۴-۲۱) اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک بر غلظت نیتروژن اندام هوایی نیتروژن

۴-۲-۶-فسفر گیاه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول پیوست ۶) اثر اصلی گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا و اسید هیومیک و اثر متقابل مقادیر مختلف کود اوره و گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا ، مقادیر مختلف کود اوره و اسید هیومیک و اثر سه جانبه مقادیر مختلف کود اوره و قارچ میکوریزا و اسید هیومیک بر فسفر اندام هوایی گیاه مرزه در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر اصلی کود اوره و اثر متقابل گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا و اسید هیومیک بر فسفر اندام هوایی گیاه مرزه معنی‌دار نشد. همان طور که در شکل (۴-۲۲) مشاهده میگردد بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کود اوره و قارچ میکوریزا، استفاده از مقادیر مختلف کود اوره و گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا به تنهایی اثری بر فسفر اندام هوایی نداشت. به طوری که بین سطح مصرف ۱۲۵ و ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره با عدم مصرف کود اوره در تیمار عدم مصرف قارچ میکوریزا تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین بین دو گونه *G.mosseae* و *G.intraradices* تفاوت معنی داری در سطح مصرف ۱۲۵ و ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره تفاوت معنی داری مشاهده نشد، اما در تیمار عدم مصرف کود اوره واکنش گونه *G.intraradices* در مقایسه با *G.mosseae* بر صفت فسفر اندام هوایی گیاه مرزه بیشتر بود هر چند که با تیمار شاهد (عدم کاربرد کود اوره و قارچ مdکویرزا) تفاوت معنی داری نداشت. کاربرد توأم کود اوره و قارچ میکوریزا اثر کاهشی بر فسفر اندام هوایی گیاه داشت.

نتایج بسیاری از تحقیقات بر افزایش جذب فسفر، پتاسیم و روی به وسیله تلقیح گیاهان با قارچ‌های میکوریزا تأکید دارند (اسویف ، ۲۰۰۴؛ دیوپه و همکاران،۲۰۰۳). تأثیر قارچ‌های میکوریزا روی جذب فلز به وسیله ریشه گیاه واضح نمی باشد و به نوع فلز و گونه گیاهی بستگی دارد. برخی شواهد نشان می‌دهند میکوریزا سبب ممانعت از جذب فلز می‌شوند (اسویف،۲۰۰۴). عدم توانایی گونه های قارچ میکوریزا در کاهش pH خاک و تولید اسیدهای آلی دلیل کاهش جذب فسفر گیاه می‌باشد (آنتونس و همکاران،۲۰۰۷).

اما اسمیت و همکاران (۲۰۰۴) دریافتند که عدم توانایی سویه میکوریزا در ایجاد همزیستی به این معنی نیست که میکوریزا سهمی در جذب فسفر به وسیله گیاه ندارد. آنها همچنین بیان کردند، قارچ برای رشد خود به فسفر نیاز دارد و ممکن است فسفر جذب شده را جهت مصرف خود اختصاص داده و به گیاه منتقل نکند. سوبرامانیان و همکاران (۲۰۰۵) نیز اثر قارچ میکوریزا *G.intraradices* بر جذب فسفر و پتاسیم در ساقه و ریشه گیاهان میکوریزا ی که به طور قابل توجهی افزایش یافته بود را گزارش کرد. نتایج آنتوس و همکاران (۲۰۰۷) که روی سه منبع مختلف فسفات به همراه تلقیح با *G.intraradices* مطالعه کردند، نشان داد که تلقیح با *G.intraradices* نتوانست سبب افزایش جذب فسفر از سنگ فسفات‌های مختلف شود.

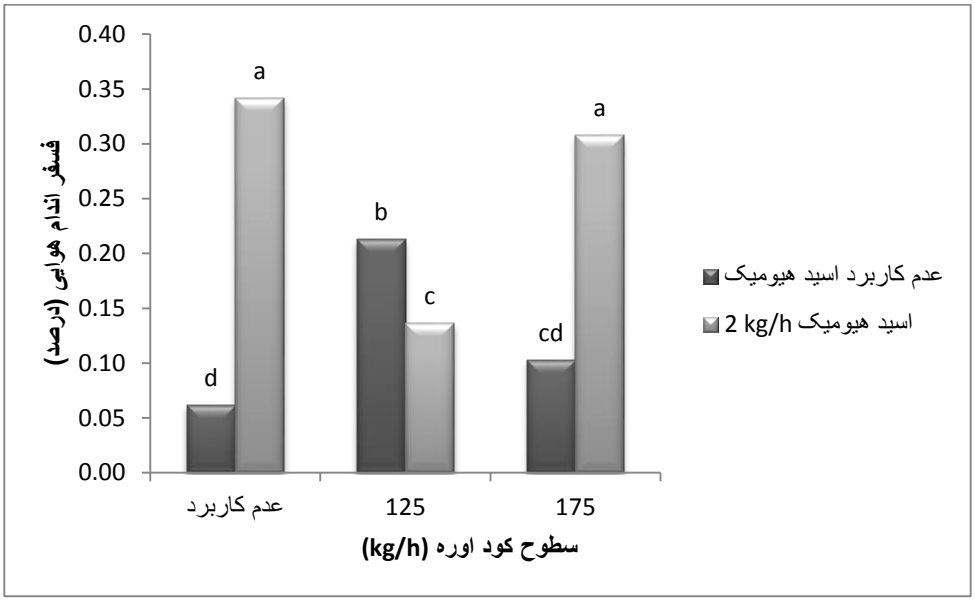


شکل (۴-۲۲) اثر متقابل کود اوره و قارچ میکوریزا بر فسفر اندام هوایی گیاه مرزه

مقایسه میانگین اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک بر میزان فسفر اندام هوایی مرزه نشـان داد، اثـر متقابل کود اوره و اسید هیومیک باعث افزایش این صفت شد، که در مصرف تـوأم کـود اوره بـا اسـید هیومیک در سطح مصرف ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره و مصرف اسـید هیومیـک شـاهد افـزایش غلظت فسفر گیاه مرزه به میزان ۴/۹ برابر بودیم. اما استفاده ازاسید هیومیک در شرایط عـدم مصـرف کود اوره تأثیر افزایشی و معنی‌داری بر میزان فسفر داشته است، که این افزایش معادل ۵/۵ برابر بـود. گرچه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بیناین دو تیمار، اسـتفاده از اسـید هیومیـک در شـرایط عـدم مصرف کود اوره و تیمار استفاده از اسید هیومیک و سطح مصرف ۱۷۵ کیلو گرم در هکتـار کـود اوره وجود نداشت. طبق این نتایج در صورت عدم استفاده از کود اوره و استفاده ۲ کیلو گرم در هکتار اسید هیومیک می‌توان بالاترین غلظت فسفر را در اندام هوایی گیاه مرزه ایجاد کرد (۴-۲۳).

در مطالعه‌ای گلخانه‌ای سنجیدا و همکاران (۲۰۰۶) اثر اسید هیومیـک را روی قابلیـت جـذب عناصـر غذایی خاک و عملکرد پیاز بررسی کردند و دریافتند که کاربرد ۲۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیـک به همراه NPK ، بیشترین عملکرد پیاز را به همراه ۱۲ درصد افزایش در جذب NPK به همراه داشت. نتایج محققین نشان داد که اسپری برگی اسیدهیومیک در گیاه لوبیا چشم بلبلی در مرحله ۲ برگچه-ای با ترکیبات آلی اثر معنی‌داری را بر رشد رویشی داشت. همچنین اسـپری برگـی بـا ترکیبـات آلـی ماندگاری قطره‌های را روی سطح برگ افزایش داده و در نتیجـه جـذب عناصـر غـذایی توسـط گیـاه افزایش یافت (آستریری و همکاران، ۲۰۰۸).

جانس و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایشی اثر اسید هیومیک بر عملکرد گندم بهاره دریافتنـد کـه اسـید هیومیک دسترسی به فسفر و سایر عناصر غذایی را افزایش داد و همچنین سبب افزایش معنی‌داری در عملکرد شد.البته نتایج نشان داد که افزایش غلظت اسید هیومیکی مصرفی سبب کاهش دسترسی بـه فسفرو مقادیر خیلی بالا اثر معنی‌داری بر عملکرد نداشتند و اسید هیومیک بهتـرین اثـر را در مقـادیر پایین نشان داد.



شکل (۴-۲۳) اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک بر فسفر اندام هوایی گیاه مرزه

بر اساس مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه کود اوره، قارچ میکوریزا و اسید هیومیک همان طور که در جدول ۴-۴ مشاهده می‌گردد در استفاده تلفیقی از کود اوره و قارچ میکوریزا و اسید هیومیک، تیمار مصرف اسید هیومیک در شرایط مصرف عدم مصرف کود اوره و قارچ میکوریزا تأثیر به سزایی بر فسفر اندام هوایی مرزه گذاشت، هر چند از نظر آماری تفاوتی با تیمارهای مصرف اسید هیومیک در شرایط عدم مصرف کود اوره و کاربرد قارچ میکوریزا گونه *G.intraradices* و مصرف ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره و عدم مصرف میکوریزا و تیمار عدم مصرف اسید هیومیک در شرایط مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره و عدم کاربرد قارچ میکوریزا نداشت.

عبدالعزیز و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی عملکرد کودآلی و میکوریزا در مقایسه با نرخ‌های استاندارد تجاری کودهای NPK با توجه به رشد، ترکیب شیمیایی و تولید اسانس دریافتند تیمار تلفیقی کود آلی و میکروارگانیسم‌ها افزایش قابل توجهی در رشد رویشی، محتوی کل N، P و کربوهیدرات و تولید اسانس در گیاه رزماری نشان داد. در این رابطه، این امکان وجود دارد که اثر مطلوب از کو آلی و میکروارگانیسم‌ها بر ویژگی‌های رشد ممکن است به دلیل توانایی در افزایش خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک باشد.

جدول ۴- ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح کود اوره، اسید هیومیک و قارچ میکوریز بر درصد فسفر اندام هوایی مرزه

عدم مصرف کود اوره	عدم مصرف میکوریز	عدم مصرف اسید هیومیک	e	۰/۰۶۷
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	a	۰/۵۱۷
	گونه *G mosseae*.	عدم مصرف اسید هیومیک	e	۰/۰۶۰
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	e	۰/۰۵۳
	گونه *G interaradices*	عدم مصرف اسید هیومیک	e	۰/۰۶۰
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	a	۰/۴۵۷
مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره	عدم مصرف میکوریز	عدم مصرف اسید هیومیک	a	۰/۴۴۷
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	e	۰/۰۷۷
	گونه *G mosseae*.	عدم مصرف اسید هیومیک	e	۰/۰۷۳
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	bc	۰/۲۳۰
	گونه *G interaradices*	عدم مصرف اسید هیومیک	de	۰/۱۲۰
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	e	۰/۱۰۰
مصرف ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره	عدم مصرف میکوریز	عدم مصرف اسید هیومیک	e	۰/۰۵۷
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	a	۰/۵۰۷
	گونه *G mosseae*.	عدم مصرف اسید هیومیک	e	۰/۰۵۳
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	b	۰/۳۱۷
	گونه *G interaradices*	عدم مصرف اسید هیومیک	cd	۰/۲۰۰
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	e	۰/۱۰۰

۴-۲-۷- پتاسیم گیاه

تجزیه واریانس داده‌ها بیان‌گر آن بود که اثر اصلی اسید هیومیک و اثر متقابل سه گانه مقادیر مختلف کود اوره، قارچ میکوریزا، اسید هیومیک در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل مقادیر مختلف کود اوره و قارچ میکوریزا ، کود اوره و اسید هیومیک در سطح احتمال ۵ درصد بر روی غلظت پتاسیم معنی‌دار شدند (جدول پیوست ۶).

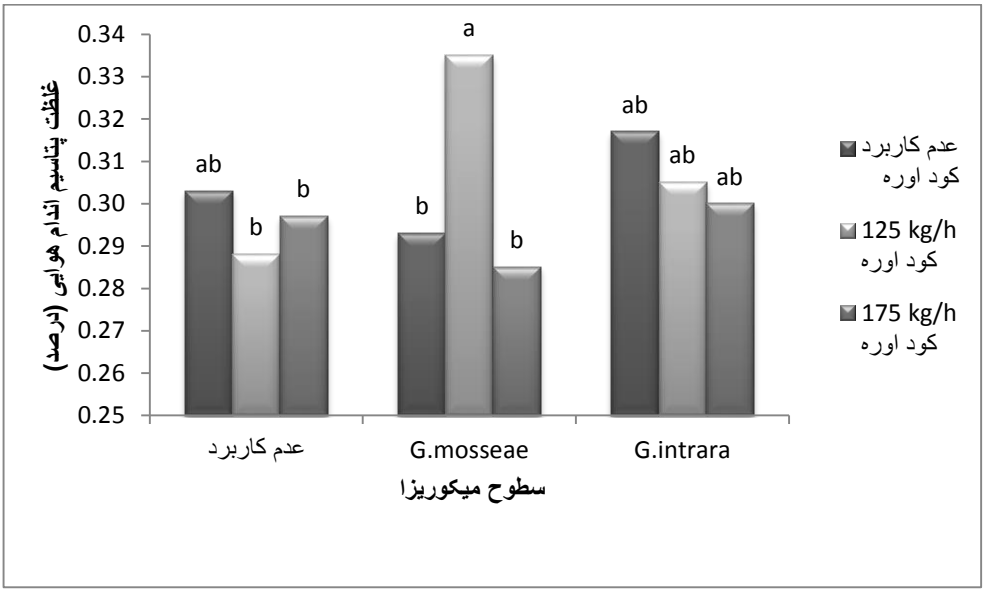
پتاسیم یکی از عناصر ضروری برای گیاه است که در بسیاری از فعالیت‌های گیاه مانند فتوسنتز، جذب آب و حفظ پتانسیل اسمزی نقش دارد (اپستین، ۱۹۷۲). پتاسیم نقش حیاتی در فتوسنتز دارد چون باعث افزایش مستقیم رشد و شاخص سطح برگ و لذا جذب CO_2 و افزایش انتقال مواد فتوسنتزی به خارج برگ می‌گردد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۹۸۹).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل مقادیر مختلف کود اوره و گونه های قارچ میکوریزا بر میزان پتاسیم اندام‌هوایی گیاه مرزه (شکل ۴-۲۴) استفاده از مقادیر مختلف کود اوره و کاربرد گونه های قارچ میکوریزا به تنهایی اثری بر غلظت پتاسیم نداشت. در استفاده توأم از کود اوره و قارچ میکوریزا،

تیمار گونه *G.mosseae* و سطح مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره تأثیر بـه سـزایی در غلظـت پتاسیم اندام هوایی گیاه مرزه گذاشت و موجب افزایش ۱۰ درصدی غلظت پتاسیم گردید. دلیل آن را می توان به تأثیر بیشتر حضور قارچ میکوریزا و تولید مواد محرک رشد گیاه توسط قارچ نسبت داد که این امر باعث توسعه رشد ریشه و در نتیجه جذب بهتر آب و عناصر غذایی از خاک می‌شود.

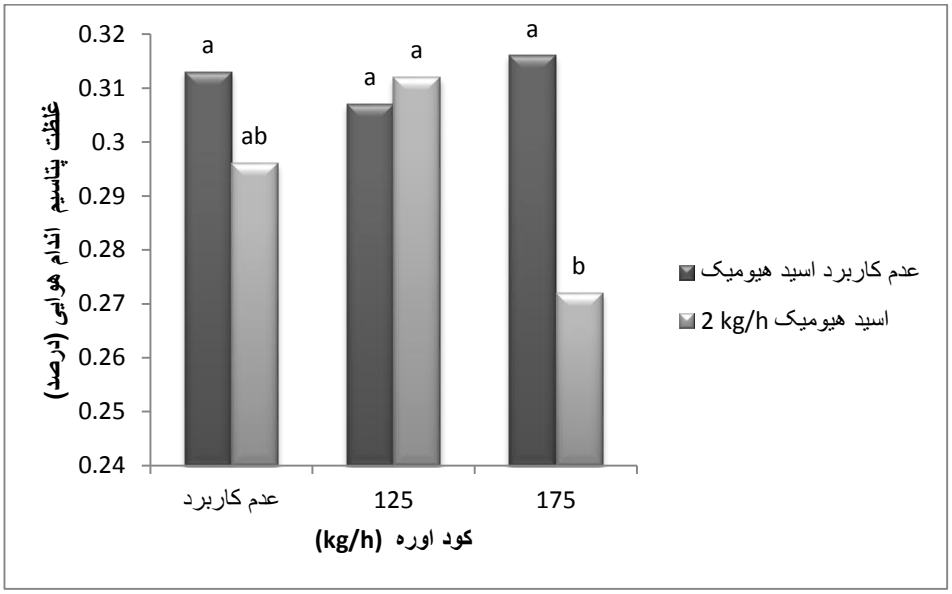
گیاه پتاسیم مورد نیاز خود را از پتاسیم ناشی از اضافه کردن کودهای شیمیایی و یا پتاسیم موجود در خاک تأمین می‌نماید.اغلب خاک‌ها دارای مقادیر نسبتا زیادی پتاسیم کل هستند، ولی مقـدار پتاسـیم قابل استفاده آنها نسبتاً کم است. از بین شکل‌های مختلف پتاسیم، شکل محلـول و تبـادلی آن قابـل استفاده گیاه هستند، لذا به منظور تأمین پتاسیم مورد نیاز گیـاه، ایـن عنصـر بایسـتی بـه طریقـی از شکل‌های تثبیت شده و معدنی به شکل‌های تبادلی و محلول تبـدیل شـود (نـوروزی،۲۰۰۶). یـوان و همکاران (۲۰۰۰) و گلووا و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند قارچ‌ها هم قادر به هوادیده کردن فـازهـای معدنی و آزاد سازی پتاسیم هستند.

قارچ‌های میکوریزا با داشتن شبکه هیفی گسترده و افزایش سطح وسرعت جـذب ریشـه باعـث بهبـود استقرار گیاه، افزایش جذب آب و عناصر غذایی مخصوصا فسفر، روی، مس، نیتروژن و پتاسیم می‌شوند (کلارک و زتو،۲۰۰۰).الکراکی (۲۰۰۶) گزارش کرد که تلقیح بذرو گوجه‌فرنگی با *G.mosseae* باعـث افزایش ماده خشک ریشه، اندام هوایی و همچنـین غلظـت فسـفر، پتاسـیم، آهـن، روی و مـس شـد. سوبرامانیان و همکاران (۲۰۰۵) نیز اثر قارچ میکوریزای *G.intraradices* بر جذب فسفر و پتاسـیم در ساقه و ریشه گیاهان میکوریزای که بطور قابل توجهی افزایش یافته بود را گزارش کرد. پارسا مطلق و همکاران (۱۳۸۹) به این نتیجه دست یافتند که در گیاه لوبیا تیمار شوری و قارچ میکوریزا به ترتیـب سبب کاهش و افزایش پتاسیم می‌شود. به طوریکه بالاترین مقدار پتاسـیم گیـاه در شـوری شـاهد بـه همراه قارچ *G.intraradices* و کمترین مقدار ان در شوری ۶۰۰۰ میکـروزیمنس بـر سـانتی متـر در تیمار میکوریزایی و غیر میکوریزایی حاصل شد. به نظر می‌رسد که افزایش قابلیت گیاه در جذب فسفر توسط قارچ‌های میکوریزا در شرایط تنش شوری باعث افزایش جذب پتاسیم شـده باشـد. کـه پـاس و همکاران (۱۹۸۵) نیز در تحقیق خود بر روی گیاه پیاز به این نتیجه دست یافتن که میکوریزای شدن ریشه باعث افزایش غلظت پتاسیم در شاخه‌ها و جوانه‌ها می‌شود.



شکل(۴- ۲۴) اثر متقابل کود اوره و قارچ میکوریزا بر غلظت پتاسیم اندام هوایی مرزه

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک، شکل(۴-۲۵) مشاهده می-گردد، کاربرد مقادیر مختلف کود اوره، تأثیر به سزایی بر غلظت پتاسیم نداشته. در شرایط عدم مصرف اوره، مصرف اسید هیومیک موجب کاهش غلظت پتاسیم گردید، گرچه اختلاف معنی داری با شاهد نداشت. در کاربرد توأم کود اوره و اسید هیومیک، کاربرد اسید هیومیک در سطح مصرف ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره سبب کاهش معنی‌دار غلظت پتاسیم اندام هوایی مرزه شد، که این کاهش معادل ۱۵ درصد بود. در بسیاری از مطالعات از اثرات مثبت اسید هیومیک بر جذب عناصر غذایی و محتوی فسفر، منیزیم، آهن و پتاسیم در گیاهان صحبت شده است (جونز و همکاران، ۲۰۰۴؛ ترکمن و همکاران،۲۰۰۵؛ سانچز،۲۰۰۵). کاربرد اسید هیومیک منجر به افزایش کربن آلی خاک می‌گردد و در نهایت این کمیت به صورت یکی از عوامل کنترل کننده پتاسیم محلول در خاک درمی آید. در خاک‌های غنی از کربن آلی به دلیل ضعیف بودن قدرت پیوندی گروهای عامل کلوئیدهای آلی با یون پتاسیم، قدرت بافری کم و حساسیت آنها نسبت به آبشویی پتاسیم زیاد میشود (دوات‌گر و همکاران،۱۳۸۴). با توجه به اینکه قابلیت استفاده از پتایسم با افزایش pH افزایش می یابد(دوات‌گر و همکاران،۱۳۸۴)، با کاربرد کود اوره که خاصیت اسید زایی دارد به همراه اسید هیومیک که خود pH اسیدی دارد منجر به اسیدی شدن خاک میگردند. در نتیجه کاربرد تلفیقی کود اوره و اسید هیومیک سبب می‌شود ضمن کاهش pH، بر قابلیت استفاده پتاسیم کاسته شود.



شکل (۴-۲۵) اثر متقابل کود اوره و اسید هیومیک بر غلظت پتاسیم اندام هوایی مرزه

بر اساس مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه کود اوره، قارچ میکوریزا و اسید هیومیک همان طور که در جدول ۴-۵ مشاهده می‌گردد در استفاده تلفیقی از کود اوره و قارچ میکوریزا و اسید هیومیک، تیمار شاهد بیشترین درصد پتاسیم اندام هوایی را شاهد بودیم.

جدول ۴- ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح کود اوره، اسید هیومیک و قارچ میکوریز بر درصد پتاسیم اندام هوایی مرزه

عدم مصرف کود اوره	عدم مصرف میکوریز	عدم مصرف اسید هیومیک	a	۰/۳۵۳
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	f	۰/۲۵۳
	گونه *G mosseae*	عدم مصرف اسید هیومیک	cdef	۰/۲۹۰
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	bcdef	۰/۲۹۷
	گونه *G interaradices*	عدم مصرف اسید هیومیک	bcdef	۰/۲۹۷
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	abc	۰/۳۳۷
مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره	عدم مصرف میکوریز	عدم مصرف اسید هیومیک	ef	۰/۲۶۷
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	abcde	۰/۳۱۰
	گونه *G mosseae*	عدم مصرف اسید هیومیک	abcd	۰/۳۲۷
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	ab	۰/۳۴۳
	گونه *G interaradices*	عدم مصرف اسید هیومیک	abcd	۰/۳۲۷
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	def	۰/۲۸۳
مصرف ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره	عدم مصرف میکوریز	عدم مصرف اسید هیومیک	abcde	۰/۳۱۳
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	def	۰/۲۸۰
	گونه *G mosseae*	عدم مصرف اسید هیومیک	abcd	۰/۳۲۳
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	f	۰/۲۴۷
	گونه *G interaradices*	عدم مصرف اسید هیومیک	cd	۰/۳۱۰
		مصرف ۲کیلوگرم در هکتار	e	۰/۲۹۰

۴-۳- نتیجه گیری

در این بررسی مقادیر مختلف کود اوره و اسید هیومیک و گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا بر خصوصیات رویشی و فیزیولوژیک گیاه مرزه تأثیر قابل توجهی داشتند. این بررسی نشان داد که صفات کمی وکیفی گیاه دارویی مرزه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفتند. به طوریکه مصرف کود شیمیایی اوره باعث افزایش صفاتی مانند وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، ارتفاع، سطح برگ، عملکرد اسانس، رنگدانه‌های فتوسنتزی شد. همچنین تلقیح میکوریزا نیز اثر معنی‌داری بروزن خشک ریشه، عملکرد اسانس، رنگیزهای فتوسنتزی و کلونیزاسیون ریشه داشت. کاربرد اسید هیومیک نیز باعث افزایش وزن خشک ریشه، رنگیزهای فتوسنتزی و غلظت NPK گیاه شد ولی اثر معنی داری بر عملکرد و بازده اسانس نداشت. نتایج نشان داد کاربرد تلفیقی مقادیر مختلف کود اوره و گونه‌ی *G.intraradices* بیشترین اثر را بر صفات اندازه گیری داشت. و در کاربرد تلفیقی اسید هیومیک با سطح مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره موجب افزایش وزن خشک ریشه، ارتفاع، عملکرد اسانس و غلظت NPK گیاه شد و در اثر مصرف توأم میکوریزا و اسید هیومیک، گونه *G.intraradices* واکنش بهتری نشان داد و موجب افزایش صفاتی چون وزن خشک ریشه، سطح برگ و غلظت فسفر گیاه شد. به نظر می رسد تلفیق ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره و میکوریزا گونه *G.intraradices* با تأثیر بر برخی از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک باعث بهبود شرایط رشد گیاه مرزه شد و موجب کاهش ۴۰ درصدی در مصرف کود شیمیایی گردید.

باتوجه به اهمیت حفاظت و نگهداری خاک و جلوگیری از آلودگیهای زیست محیطی و در عین حال افزایش رشد رویشی و زایشی گیاه ، قارچ میکوریزا میتواند جایگزین بخشی از نیاز غذایی گیاه گردد. در یک جمع بندی کلی نتایج این تحقیق می‌تواند مبین جایگزینی بخشی از کودهای شیمیایی نیتروژنه با استفاده از کودهای زیستی در زراعت گیاهان دارویی می‌باشد. از آنجایی که ترکیبات موجود در گیاهان دارویی از جمله مرزه به منظور ساخت داروها استفاه میگردد و در ارتباط مستقیم با سلامت انسان می‌باشد لذا کاربرد کودهای زیستی در تولید گیاهان دارویی می‌تواند به سلامت انسان و جامعه کمک کند.

۴-۴- پیشنهادات

از آنجایی‌که گیاهان تیرهٔ *Lamiaceae* تقریباً در اکثر رویشگاه‌ها و ارتفاعات یافت می‌شوند، پیشنهاد می‌گردد این آزمایش برای مطالعهٔ تغییرات در نتایج صفات آن در مناطق اقلیمی دیگر و نیز اقلیم‌های مشابه تکرار شود.

با توجه به تنوع گونه های مرزه، پیشنهاد می‌شود آزمایش با تعداد گونه های بیشتری بویژه برای صفات بازده و عملکرد اسانس به منظور شناسایی و جداسازی گونه هایی با پتانسیل بالا انجام شود.

تنوع گونه‌های قارچ میکوریزا شاید بتواند اختلافات قابل ملاحظه و محسوسی را به لحاظ آماری روی صفات کمی و کیفی قابل اندازه‌گیری در مرزه ایجاد کند. لذا پیشنهاد می‌گردد تا آزمایش با دیگر گونه های مشابه میکوریزا نیز صورت پذیرد.

مواد مؤثره و از جمله اسانس‌ها در گیاه تحت اثر تنش‌های محیطی نوسانات زیادی دارند. بنابراین ممکن است در شرایط تنش تولید شیمیایی و بازدهٔ اقتصادی اسانس مرزه بیشتر شود. پیشنهاد می‌شود برای تعیین مناسب‌ترین کمیت و کیفیت اسانس، آزمایش تحت شرایط مختلف تنش‌های محیطی انجام گیرد.

نوسانات زمان برداشت می‌تواند نقش موثری در عملکرد و تولید اسانس بوته‌های مرزه داشته باشد. پیشنهاد می‌گردد با اجرای آزمایشی مجزا در این خصوص و اعمال تیمارهای مناسب، بازهٔ زمانی علمی و منطقی برای تولید حداکثری محصول تعیین شود.

پیشنهاد می‌شود آزمایش با استفاده از سطوح کودی کمتر از ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار انجام شود.

با توجه به خواص ضد باکتریایی و ضد قارچی اسانس گیاه مرزه می توان از آن در مبارزه بیولوژیک مورد استفاده قرار داد.

منابع

- آبادیان، ه.، شمس، ع.، پیردشتی، ه.، لباسچی،م، ح.، زینلی، ح. و بهتری، ب. ۱۳۸۹. تأثیر کودهای شیمیایی، دامی و تلفیقی بر عملکرد کمی و کیفی سه اکوتیپ بابونه آلمانی. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ص ۱۵۰۶، تهران.

- آرزمجو، ا.، حیدری، م.، قنبری، ا.، سیاه سر، ب.، ع، و احمدیان، ا. ۱۳۸۹. تأثیر سه نوع کود بر درصد اسانس، رنگدانه-های فتوسنتزی و تنظیم کننده‌های اسمزی در بابونه تحت تنش خشکی. مجله تنش های محیطی در علوم زراعی، جلد ۳، شماره ۱، ۳۳-۲۳.

- آستارایی، ع .و ع.کوچکی .۱۳۷۵ . کاربرد کودهای بیولوژیکی در کشاورزی پایدار .انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

- امید بیگی، ر. ۱۳۷۶. رهیافتهای تولید و فرآوری گیاهان دارویی. طراحان نشر: جلد ۲. ۱۹۰صفحه.

- امید بیگی ر، ۱۳۸۶ تولید و فراوری گیاهان دارویی جلد دوم، چاپ چهارم،انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ص ۴۳۸.

- امید بیگی ،ر.، ۱۳۷۹. تولید وفرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم.انتشارات آستان قدس رضوی.

- امید بیگی، ر.،۱۳۸۸. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم. انتشارات آستان قدس رضوی.

- امید بیگی، ر .۱۳۶۷. تولید و فراوری گیاهان دارویی .جلد دوم .موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی .۴۳۸ صفحه.

- اصلانی، ز.، حسنی، ع.، رسولی صدقیان، ح. و برین، م. ۱۳۸۸. اثرات همزیستی دو گونه قارچ آربسکولار مایکوریزا بر برخی از ویژگی های رشدی و متابولیکی گیاه ریحان. ششمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه گیلان.

- اکبری نیا ا، دانشیان ج، محمد بیگی ف. و میر مظلوم ا، ۱۳۸۶. زراعت گیاهان دارویی گشنیز. جلد اول، چاپ اول، انتشارات سایه گستر، قزوین.

- امیر آبادی م، رجالی ف، اردکانی م، ر و برجی م، ۱۳۸۸. تأثیر کاربرد مایه تلقیح ازتو باکتر و قارچ میکوریزای بر جذب برخی عناصر معدنی توسط ذرت علوفه‌ای (رقم سینگل کراس ۷۰۴) در سطوح مختلف فسفر. مجله پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب)، شماره ۱، جلد ۲۳، ص ۱۰۷.

-.امامی ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه شماره ۹۸۲. موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران.

- باقری، ا.، ص .خلیلیان و ح.ع .نقدی بادی .۱۳۸۴. گیاهان دارویی در ایران و جهان .مجموعه مقالات همایش ملی توسعه پایدار گیاهان دارویی ۷-۵-۶۲۵ مرداد، مشهد مقدس .ص ۶۲۶

- بخشائی س، رضوانی مقدم پ، مختاری و و تبرائی ع، ۱۳۸۹، بررسی تاثیر میکوریزا بر خصوصیات کیفی گیاهان دارویی ریحان ، مرزه و بادرنجبویه، اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.

-بریمانی، م.، ۱۳۷۵. مطالعه تأثیر کودهای ازته در مراحل مختلف زندگی گیاه بادرشبو ومیزان اسانس آن، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم گیاهی، دانشکده تربیت معلم.

- پارسا مطلق، ب.، محمودی، س.، سیاری زهان، م، ح، و نقی‌زاده، م. ۱۳۸۹. تأثیر قارچ میکوریزا و کود فسفر بر غلظت رنگیزههای فتوسنتزی و عناصر غذایی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط تنش شوری. نشریه بوم شناسی کشاورزی، جلد ۳، شماره ۲، ص ۲۴۴- ۲۳۳.

- توکلی دینانی ا، ۱۳۸۸، پایان نامه ارشد: بررسی تاثیر کودهای زیستی حل کننده فسفات بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens L.*) ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن،تهران.

- تیسدل س. و نلسون و، ۱۳۷۰، کودها و حاصلخیزی خاک، ترجمه، ملکوتی ج. و ریاضی همدانی س. ع، مرکز نشر دانشگاهی تهران،تهران.

- جوادی ح، ۱۳۸۷. اثر تاریخ کاشت و مقادیر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه. مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد ۶، شماره ۱.

- حق پرست تنها م ر، ۱۳۷۱، تغذیه و متابولیسم گیاهان، چاپ اول، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت،رشت.

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

- خوش گفتارمنش، ا.ح.، ۱۳۸۶. مبانی تغذیه گیاه . مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ۴۶۲ صفحه.

- خلیقی جمال‌آباد، ا.، خارا، ج. ۱۳۸۶. تأثیر قارچ میکوریزاای آربوسکولار*Glomus intraradices* بر روی تنش اکسیداتیو و برخی پارامترهای رشدی و فیزیولوژی در گیاه گندم رقم آذر ۲ تحت سمیت کادمیوم. دانشگاه ارومیه، دانشکده علوم، گروه زیست شناسی.

- داعی، م.، سرداری مهرآباد، م.، ۱۳۸۹. هیومیک اسید ونقش آن در کشاورزی پایدار، اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.

- درزی م. ت، قلاوند ا. و رجالی ف، ۱۳۸۷، بررسی اثر کاربرد میکوریزاا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه در گیاه دارویی رازیانه" مجله علوم زراعی ایران، شماره ۱۰، دوره ۱، ص ۸۸.

- دست برهان س، زهتاب سلمانی س، نصراله زاده ص، توسلی ع، ۱۳۸۹. تأثیر برخی از ریزو باکتری‌های محرک رشد و کود اورهی بر ویژگی‌های مورفولوژیک بابونه آلمانی. نشریه بوم شناسی کشاورزی، جلد ۲، شماره ۴، ص ۵۷۳-۵۶۵.

- دوات گر، ن.، کاووسی، م.، علی‌نیا، م، ح.، پیکان، م. ۱۳۸۴. بررسی وضعیت پتاسیم و اثر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک بر آن در شالیزارهای استان گیلان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال۹، شماره ۴.

- راثی پور ل، ۱۳۸۱. پایان نامه ارشد: بررسی اثرات متقلبل میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات و باکتری بردی ریزوبیوم ژاپونیکوم بر عملکرد و جذب فسفر در سویا. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

- رحیمی، م، م.، نور محمدی، ق.، آیینه بند، ا.، افشار، ع.، معاف پوریان، غ.، ۱۳۸۸. اثر زمان کاشت و سطوح مختلف نیتروژن بر خصوصیات کمی وکیفی کتان روغنی. مجله به زراعی نهال بذر، جلد ۲-۲۵، شماره ۱.

- روستایی، خ.، خادم، ع.، روستا، م، ج. ۱۳۸۸. " کاربرد نسبت‌های مختلف کاربرد کودهای شیمیایی و آلی و مخلوط آنها بر ویژگی‌های خاک، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ایی". همایش کاربرد کودهای آلی در باغبانی و کشاورزی پایدار، ص۱۴، شیراز.

- رهی، ع.ر.، داودی فرد، م.، عزیزی، ف. و حبیبی، د. ۱۳۹۱. بررسی تاثیرات مقادیر مختلف هیومیک اسید و مطالعه روند منحنی های پاسخ در گونه. مجله زارعت و اصلاح نباتات ۸(۳): ۱۵- ۲۸.

- زارع، ش.، سیروس مهر، ع.، قنبری، ا.، طباطبایی، س، ج. ۱۳۹۲. تغییرات اسانس و برخی ویژگی‌های کمی گیاه مرزه (*Satureja hortensis L.*) تحت تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و کمپوست زباله شهری. نشریه پژوشهای زراعی ایران، جلد ۱۱، شماره ۱،ص ۱۹۹-۱۹۱. دانشگاه فردوسی مشهد.

- زرگری، ع.، سال۱۳۶۹.گیاهان دارویی جلد چهارم. انتشارات دانشگاه تهران .

- سالاردینی ع ا،۱۳۶۶، حاصلخیزی خاک، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران،تهران.

- سبزواری، س. و خزاعی، ح. ر. ۱۳۸۸. اثر محلول پاشی سطوح اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزاء عملکرد گندم.(*Triticum aestivum. L*) رقم پیشتاز. نشریه بوم شناسی کشاورزی.۱ (۲):۶۳- ۵۳.

- سبزواری، س.، خزاعی، ح.ر. و کافی، م. ۱۳۸۹. مطالعه اثر اسید هیومیک بر جوانه زنی چهار رقم گندم پاییزه (سایونز و سبلان) و بهاره (چمران و پیشتاز). نشریه پژوهشهای زراعی ایران. ۸(۳): ۴۷۳-۴۸۰.

- سماوات س. و ملکوتی م. ۱۳۸۴. ضرورت استفاده از اسیدهای آلی (هیومیک و فولویک) برای افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی. نشریه فنی تحقیقات خاک وآب ۴۶۳:۱-۱۳.

- سلیمی ح، ۱۳۸۹، پایان نامه ارشد: بررسی اثرات پرایمینگ، باکتری ریزوبیوم و کود آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود.

- شریفی، م.، محتشمیان، م.، ریاحی، ح.، آقایی، ا.، علوی، م. ۱۳۸۹. اثر قارچ اندومیکوریزایی*Glomus etunicatum*

بر برخی شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه ریحان. فصلنامه گیاهان دارویی، شماره ۳۸، سال ۲، دوره ۲.

- شریفی عاشورآبادی، ا.۱۳۸۰. بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بـر عملکـرد رازیانـه. فصـلنامه تحقیقـات گیاهـان دارویی و معطر ایران، جلد ۷، شماره انتشار ۲۵۶-۱۳۸۰، ص ۲۶-۱.

- شریفی عاشورآبادی، ا. امین، غ. ر، میرزا، و رضوانی، م.، ۱۳۸۱. تاثیر سیسـتمهای تغذیـه گیـاه (شـیمیایی، تلفیقـی و ارگانیک) بر کیفیت گیاه دارویی رازیانه. مجله پژوهش و سازندگی، صفحه۵۶ و ۵۷: ۸۷-۷۸

- شاهرودی ا، ۱۳۸۴. مصور گیاهان دارویی منطقه زاگرس شرق ایران (خوانسار)، انتشارات فارابی، ص ۱۱۸.

- صالحی، گ. ۱۳۸۰. پایان نامه کارشناسی ارشد: تأثیر مقادیر مختلف نیتـروژن و فسـفر بـر عملکـرد و اجـزاء عملکـرد سیاهدانه در باجگاه. دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

- صالح راستین، ن.، ۱۳۷۷. کودهای بیولوژیک. نشریه علمی خاک و آب، شماره ۳، جلـد ۱۲، موسسـه تحقیقـات آب و خاک، سازمان تحقیقات کشاورزی، ص۱.

- صفایی خرم، م.، س، جعفرنیا و س، خسروشاهی .۱۳۸۷ . مهم ترین گیاهان دارویی جهان (ترجمه) مجتمع آموزش کشاورزی سبزایران . ۴۴۲صفحه.

- عارفی، ا.. کافی، م.. خزاعی، ح،ر، و بنایان اول، م. ۱۳۹۰. بررسی اثر سـطوح مختلـف نیتـروژن، فسـفر و پتاسـیم بـر عملکرد، فتوسـنتز و پیگمانتهـای فتوسـنتزی، کلروفیـل و غلظـت نیتـروژن اجـزای گیـاه دارویـی و صـنعتی موسـیر *(altissimum Regel.Allium).* نشریه بم شناسی کشاورزی، جلد۴، شماره ۳، ص ۲۰۱۴- ۲۰۷.

-عباس زاده، ب.، ۱۳۸۴ . تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و روشهای مصرف آن بر میـزان اسـانس بادرنجبویـه . پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

- علی زاده ا، علی زاده ا، آریانا ل، ۱۳۸۹. بهینه سازی مصـرف نیتـروژن و فسـفر در زراعـت پایـدار ذرت بـا اسـتفاده از میکوریزا و ورمی کمپوست"، یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فیروز آباد.

- علی زاده، ا.، مجیدی، ا.، نادیان، ح.، نور محمدی، ق.، عامریان، م، ر.، ۱۳۸۶. بررسی اثرات تلقیح میکـوریزا در سـطوح مختلف آبیاری و نیتروژن بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ذرت. یافته‌های نوین کشاورزی، سال اول، شماره ۴.

- علیزاده سهزابی ع، شریفی عاشورآبادی ا، شیرانی راد ا، ح.، عباس زاده ب، ۱۳۸۶. تأثیر مقـادیر و روشـهای مختلـف مصرف نیتروژن بر تعدادی از ویژگیهای کمـی و کیفـی گیـاه دارویـی مـرزه (*Satureja hortensis* L.). فصـلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۳، شماره ۳، صفحه ۴۱۶-۴۳۱.

- - علیزاده سهزابی ع، شریفی عاشورآبادی ا، شیرانی راد ا، ح.، عبـاس زاده ب، دانشـیان ج.، علـی آبـادی فراهـانی ح، و رحمانی ن. ۱۳۸۵. اثر سطوح مختلف محلول پاشی کو نیتروژن بـر رانـدمان مصـرف آب و وضـعیت ریشـه گیـاه مـرزه

(*Satureja hortensis* L.). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایـران. جلـد ۲۳، شـماره ۳، صفحه ۲۶۰۱-۲۶۱۱.

-غلامی، ا.، کوچکی، ع. ۱۳۸۰. میکوریزا در کشاورزی پایدار. ترجمه. انتشارات دانشگاه شاهرود. ۲۱۲ صفحه.

- فرزانه ه، ۱۳۷۴. اگروشیمی" چاپ اول، انتشارات آوای نور، تهران.

- فاکربـاهر، ز.، م.ب .رضـائی، م .میـرزا و ب .عبـاس زاده .۱۳۸۰ . بررسـی تغییـرات کمـی و کیفـی اسـانس مـرزه (*Satureja hortensis* L.) در طی تنش خشکی در مزرعه .تحقیقـات گیاهـان دارویـی و معطـر ایـران .جلـد ۷. ص۵۱- ۳۷.

- قاسمی ع، ۱۳۸۸. گیاهان دارویی و معطر شناخت و بررسی اثرات آنها" چاپ اول، انتشارات دانشـگاه آزاد واحـد شـهر کرد،شهر کرد، ص ۵۴۱.

-کوچکی،ع.،ثابـت تیمـوری، م.، ۱۳۸۸. تـأثیر فواصـل آبیـاری ونـوع کـود بـر عملکـرد کمـی سـه گیـاه دارویـی: اسـطوخودوس (*Lavandula angustifolia*)، رزمـاری(*Rosmarinus officinalis*) و زوفـا (*Hyssopus officinalis*)در شرایط مشهد.

- کلخـوران، س.، قلاونـد، ا. و مـدرس ثـانوی، س، ع، م. ۱۳۸۹. تـأثیر سیسـتم‌هـای مختلـف حاصـلخیزی بـر صـفات مورفولوژیک و عملکرد گیاه آفتابگردان. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ص ۱۸۴، تهران.

- کوچکی، ع.، حسینی، م. و هاشمی دزفولی، ا. ۱۳۸۷. کشاورزی پایدار (ترجمه)، چاپ ششم. انتشارت جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۶۲ صفحه.

- کوچکی، ع.، تبریزی، ل. و قربانی، ر. ۱۳۸۷. ارزیابی اثر کودهای بیولوژیکی بر ویژگیهای رشد، عملکرد و خصوصـیات کیفی گیاه دارویی زوفا(*Hyssopus officinalis*). مجله پژوهش‌های زراعی ایران، شماره ۱، جلد۶.

- کوچکی، ع.، ع.، نخ فروش و ح. ظریف کتابی. ۱۳۷۶. کشاورزی ارگانیـک. انتشـارات دانشـگاه فردوسـی مشـهد. ۳۳۱ صفحه.

- کامکار ب و مهدوی دامغانی ع، ۱۳۸۷. مبانی کشاورزی پایدار. چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد، ص ۳۱۳.

- کرمی ع،۱۳۷۶ . رابطه سازه های اجتماعی-اقتصادی با دانش فنی و کشـاورزی پایـدار بـین گنـدمکاران" چـاپ اول، معاونت برنامه ریزی و بودجه وزارت کشاورزی، تهران.

-گندمکار، ا.،رحمانی، ح.، جعفری، پ. ۱۳۸۷. نقش همزیستی میکوریزا در تغذیـه و جـذب آب، جـذب کـربن، افـزایش

فتوسنتز، فیتوهورمون ها، مقاومت به بیماری، فلزات سنگین وخشکی در گیاهان.

- لباسچی، م. ح. ۱۳۷۹. بررسی جنبه‌های اکوفیزیولوژی گل راعی در اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی، رساله دکتری، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، ص۱۹۰.

- لکزیان، ا. ومیلانی، ن. ۱۳۸۴. اصول کاربردهای میکروبیولوژی خاک(ترجمه)،چاپ اول. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.۶۹۶ صفحه.

- مجیری، ع.، ارزانی، ا.، ۱۳۸۲. اثر سطوح مختلف کود اوره و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای آن در آفتاب گردان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۷، شماره ۲.

- محمد پور، م.، عباس زاده، ب.، خورسندی، س.، مینویی مقدم، ج.، ۱۳۹۰. بررسی میزان عملکرد گیاه دارویی مرزه در واکنش به مقادیر مختلف کود اوره، همایش ملی دستاوردهای نوین در زراعت. باشگاه پژوهشگران جوان واحد شهر قدس.

- مظفریان، و.، ۱۳۸۲ . فرهنگ نامهای گیاهان ایران .انتشارات فرهنگ معاصر، تهران، ۷۴۰ صفحه.

- ملکوتی م ج. و ریاضی همدانی س ع، ۱۳۷۰. کودها و حاصلخیزی خاک " چاپ اول، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

-. مکی‌زاده تفتی، م.، چایی چی، م، ر.، نصراله‌زاده، ص.، خاوازی، ک. ۱۳۹۱. اثر کاربرد منابع مختلف نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه مرزه. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۸، شماره ۲، ص ۳۴۱-۳۳۰.

- منگل ک. و کرکبی ا، ۱۳۷۶. اصول تغذیه گیاه" جلد دوم، ترجمه سالاردینی ع. و مجتهدی م، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

- معزاردلان م. وتواقبی فیروزآبادی غ ر، ۱۳۸۱. مدیریت حاصلخیزی خاک برای کشاورزی پایدار" چاپ اول،تهران.

- معلم، ا.ح .و ح.ر .عشقی زاده. ۱۳۸۶. کاربرد کودهای بیولوژیک : مزیتها و محدودیتها.خلاصه مقالات دومین همایش ملی بوم شناسی ایران .گرگان .ص۴۷

- مصیبی ع، ۱۳۸۷.، پایان نامه ارشد: "بررسی الگوی کاشت، تراکم و منابع نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت"، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود.

- نوربخش، ف، و حاجی باسی، م. ا، ۱۳۷۸. بیولوژی خاک. انتشارات غزل، ۱۹۸ صفحه.

- هیگن ج، و تاکر ب، ۱۳۷۶. مصرف کود در اراضی فاریاب و دیم " ترجمه ملکوتی ج. ونفیسی م، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

-هاشمینیا،م. و حقنیا،غ. ۱۳۷۸. عناصر غذایی گیاهان در محیط هـای بیابـانی و خشـک (ترجمـه). انتشـارات دانشـگاه فردوسی مشهد، مشهد، ۱۸۳ صفحه.

- Abdul-Jaleel, C., P. Manivannan, B. Sankar, A. Kishorekumar, R. Gopi, R. Somasundaram and R. Panneerselvam. ۲۰۰۷. Pseudomonas fluorescens enhances biomass yield and ajmalicine production in Catharanthus roseus under water deficit stress. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. ٦۰: ۷–۱۱.

- Abdelaziz, M., Pokluda, R., and Abdelwahab, M. ۲۰۰۷. Influence of compost, microorganism and NPK fertilizer upon growth, chemical composition and essential oil production of *Rosmarinus officinali*s L. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca ۳۵: ۸٦-۹۰.

-Abdelaziz, M. E., A. H. Hanafy Ahmed, M. M. Shaaban, R. Pokluda, ۲۰۰۷, Fresh weight and yield of lettuce as affected by organic manure and bio fertilizers. Conference of organic farming, Czech Univ. Agric., Czech Republic, ۲۱۲-۲۱٤.

- Adiguzel, A., Ozer, H., kilic, H. and Cetin, B., ۲۰۰۷. Screening of antimicrobial activity of essential oil and methanol extract of *Satureja hortensis* on foodborne bacteria and fungi. Czech J. Food Sci., ۲۵(۲): ۸۱-۸۹

- Ahmadian A, Tavassoli A, Amiri E., ۲۰۱۱. The interaction effect of water stress and manure on yield components, essential oil and chemical compositions of cumin (Cuminum cyminum). African Journal of Agriculture Research ٦(۱۰): ۲۳۰۹-۲۳۱۵.

- Ahmadian A, Tavassoli A, Amiri E., ۲۰۱۱. The interaction effect of water stress and manure on yield components, essential oil and chemical compositions of cumin (Cuminum cyminum). African Journal of Agriculture Research ٦(۱۰): ۲۳۰۹-۲۳۱۵.

- Aiken, G.H., Mcknight, D.M., Wershaw, R.L., and Mac Carthy, P., ۱۹۸۵. Humic Substabces in soil, Sediment, and Water. New York. USA: Wiley Inter Sciene.

- Ajimoddin, I., Vasundhara, M., Radhakrishna, D., Biradar, S.L. and Rao, G.G.E., ۲۰۰۵. Integrated nutrient management studies in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Indian Perfumer, ٤۹(۱): ۹۵-۱۰۲.

- Akhtar M. S. and Siddiqui Z. A., ۲۰۰۸. *Glomus intraradices, Pseudomonas alcaligenes* and *Bacillus pumillus pumilus:* effective agents for the control of root-rot disease complex of chickpea (*Cicer arietinum L.)*. J. Gen. Plant Pathol., ۷٤, pp ۵۳.

- Albayrak S. and Camas N., ۲۰۰۵. Effect of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and component of forage turpin. Journal of Agronomy ٤۲: ۱۳۰- ۱۳۳.

- Aliari, H., ٢٠٠٦. Agronomy and Physiology of Oilseeds. Amidi Publicationss, Iran

- Aliabadi Farahani, H. Lebaschi, M.H. and Hamidi, A., ٢٠٠٨. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi, Phosphorus and water stress on quantity and quality characteristics of coriander. Advances in Natural and Sciences. ٢: ٥٥-٥٩.

-- Alizadeh Sahzabi, A. Sharifi Ashoorabadi, E., Shiranirad, A.H., Abbaszadeh, B. and Aliabadi Farahani, H., ٢٠١٠. The methods of nitrogen application influence on essential oil yield and water use efficiency of summer savory (*Satureja hortensis* L.). Journal of Horticulture and Forestry, ٢(٣): ٥٢-٥٦

- AL-Karaki G. N. and Clark R. B., ١٩٩٨. Growth, mineral acguistion and water use by mycorrhizal wheat grown under water stress" J. Plant Nutr., ٢١, pp ٢٦٣.

- AL-Karaki G. N., ٢٠٠٦. Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water. Sci. Hortic., ١٠٩, pp١.

- Alloush G. A., Zeto S. K. and Clark R. B., ٢٠٠٠. Phosphorrus source, organic matter, and arbuscular mycorrhizae effects on growth and mineral acquisition of chickpea grown in acidic soil . J. Plant Nutr., ٢٣, ٩, pp ١٣٥١.

- Allen M, Moore JTS, Christensen M., ١٩٨٢ Phytohormone changes in *Bouteloua gracilis* infected by vesicular-arbuscular mycorrhizae: II. Altered levels of gibberellin like substances and abcsisic acid in the host plant. Can. J. Bot.; ٦٠: ٤٦٨ – ٧١

- Allen MF, Smith WK, Moore TS, Christensen M., ١٩٨١. Comparative water relations and photosynthesis of mycorrhizal and non-mycorrhizal *Bouteloua gracilis* H.B.K. Lag ex Steud. New Phytol.; ٨٨: ٦٨٣ - ٩٣.

-Altieri, M. A., ١٩٩٤. Sustainable agriculture, Encyclopedia of agriculture Science. ٤:٢٣٩-٢٤٧.

- Anwar M., Patra D. D., Chand S., alpesh K., Naqvi A. A. and Khanuja S.P.S. ٢٠٠٥. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. J.of. Commun. Soil Sci. plant., ٣٦(١٣-١٤), pp ١٧٣٧-١٧٤٦.

- .Antunes, P.M., Schneider, K., Hillis, D. and Klironomos, J.N. ٢٠٠٧. Can the arbuscular mycorrhizal fungus Glomus intraradices actively mobilize P from rock phosphates? Pedobiologia. ٥١:٢٨١-٢٨٦.

- Astaraei A. R., Ivani R., ٢٠٠٨. Effect of organic sources as foliar spray and root media

on nutrition of cowpea plant. American-Eurasian J. Agri. Environ. Sci. ٣, ٣٥٢-٣٥٦.

- Auge, R. M. ٢٠٠١. Water relations, drought and vesicular- arbuscular mycorrhiza symbiosis. Mycorrhiza.١١:٣-٤٢.

- Avio L., Pellegrino E., Bonari E. and Giovannetti M., ٢٠٠٦. Functional diversity of arbuscular mycorrhizal fungal isolates in relation to extraradical mycelia networks" New Plhytol., ١٧٢, pp ٣٤٧.

- Awasthi, A., Bharti, N., Nair, P., Singh, R., Shukla, A.K., Gupta, M.M., Darokar, M.P., Kalra, A., ٢٠١١. Synergistic effect of Glomus mosseae and nitrogen fixing Bacillus subtilis strain Daz٢٦ on artemisinin content in Artemisia annua L. Appl. Soil Ecol. ٤٩, ١٢٥–١٣٠.

- Ayuso M., Hernandez T., Garcia C., and Pascual J. A., ١٩٩٦. A comparative study of the effect on barley growth of humic substances extracted from municipal wastes and from traditional organic materials ٢٤:٤٩٣- ٥٠٠.

- Ayub M, Naeem M, Ather- Nadeem M, Tanveer A, Tahir M, Alam R., ٢٠١١. Effect of nitrogen application on growth, yield and oil contents of fennel (Foenoculum vulgare Mill.). Journal of Medicinal Plants Research ٥ (١١): ٢٢٧٤-٢٢٧٧.

- Bagyaraj, D.J. ١٩٩٢. Vesicular-arbuscular Mycorrhiza: Application in agriculture. Methods Microbiol. ٢٤:٣٦٠-٣٧٣.

- Baher, Z.F., M. Mirza, M. Ghorbanli, and M.B. Rezaii., ٢٠٠٢. The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. Flavour. Fragrance. J. ١٧: ٢٥٧-٢٧٧.

- Barea J. M., Ferrol N., Azcon-Aguilar C. and Azcon R., ٢٠٠٨. Mycorrhizal symbioses, pp ١٤٣-١٦٣, In:, The ecophysiology of plant-phosphorus interaction", White P. J. and Hammond J. P., Springer. Dordrecht.

-Barea, J. M., Werner, D., Azcon-Guilar, C. and Azcon, R., ٢٠٠٥. Interaction of arbuscular mycorrhizal and nitrogen fixing symbiosis in sustainable agriculture. In: D. Werner and W. E. Newton. (Eds). Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology and the environment. Springer.

- Barea J. M., Azcon-Aguilar C. and Azcon R., ١٩٩٣.Mycorrhizal and crop. In: Advances in plant pathology. Volume ٩: Mycorrhiza Synthesis. I. C. Tommerup (ed). Academic Press. San Diego. Pp. ١-٣١.

-Befrozfar M.R., Habibi D., Asgharzadeh A., Sadeghi-Shoae M, and Tookalloo M.R. ٢٠١٣. Vermicompost, plant growth promoting bacteria and humic acid can affect

the growth and essence of basil (*Ocimumbasilicum*L.). Annals of Biological Research. ٤ (٢): ٨-١٢.

- Below F.E. and Gentry L.E., ١٩٩٢. Maize productivity as influenced by mixed nitrogen supplied before or after anthesis" J. of. Crop. Sci., ٣٢, pp ١٦٣-١٦٨.

- Bergmann. W. ١٩٥٤. Root growth and harvest yield. Field Crop Abstracts. ٧:١٠٤

- Bist, L.D., Kewaland, C.S. and Sobran, S., ٢٠٠٠. Effect of planting geometry and level of nitrogen on growth and yield quality of European Dill (*Anethum gravolens*). Journal of Horticulture, ٥٧: ٣٥١-٣٥٥.

- Bradley K., Drijber R. A. and Knops J., ٢٠٠٦. Increased N availability in grassland soils modifies their microbial communities and decreases the abundance of arbuscular mycorrhizal fungi. Soil Biol. Biochem., ٣٨, pp ١٥٨٣.

- Buchanan B, Gruissem W, Jones R., ٢٠٠٢. Natural Products (secondary metabolites). Biochemistry and Molecular Biology of Plants. Science Press, Beijing. ٨١٧ pp.

- CAGRAS S., SARI N., ORTAS I., ٢٠٠٠. The effects of vesicular- arbuscular mycorrhizae on the plant growth and nutrient uptake of cucumber. Turk J Agric Forest ٢٤, ٥٧١-٥٧٨.

- Carrubba, A., ٢٠٠٩. Nitrogen fertilisation in coriander (*Coriandrum sativum* L.): a review and meta-analysis. *J Sci Food Agric*, ٨٩: ٩٢١–٩٢٦.

- Cechin, I. and de Fátima Fumis, T., ٢٠٠٤. Effect of nitrogen supply on growth and photosynthesis of sunflower plants grown in the greenhouse. Plant Science, ١٦٦: ١٣٧٩–١٣٨٥.

-Chatzopoulou PS, Koutsos TV, Katsiotis, ST., ٢٠٠٦. Study of nitrogen_fertilization rate on fennel cultivars for essential oil yield and composition. Journal of Vegetable Science ١٢: ٨٥-٩٣.

- Chaudhry, M.A., Rehman, A., Naeem, M.A., Mushtaq, N., ١٩٩٩. Effect of organic and inorganic fertilizers on nutrient contents and some properties of eroded loess soils. Pakistan J. Soil Sci. ١٦: ٦٣-٦٨.

- Chen, J. ٢٠٠٦. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use. October, ١٦ – ٢٠. Thailand. ١١ pp

- Clark R. B and Zeto S. K., ٢٠٠٠. Mineral acquisition by arbuscular mycorrhiza plants" J. Plant Nutr., ٢٣, pp ٨٦٧.

- Copetta, A., Lingua, G. and Berta, G., ٢٠٠٦. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. Mycorrhiza, ١٦: ٤٨٥- ٤٩٤.

- Crowford, J.H., Senn, T.L., Stembridge, G. E., ١٩٦٨. The Influence of Humic Acid Fractions on Sprout Production and Yield of the Carogold Sweet Potato. S. Carolina Ag.Exp. Sta. Tech. Bull. ١٠٢٨.

- Cromack, H. T. H. & Smith, J. M., ١٩٩٨. Calendula officinalis production potential and crop agronomy in southern England; Industrial Crops and Products; ٧: ٢٢٣-٩.

- Das A. K, Sadhu M. K, and Sorm M. G., ١٩٩١. Effect of N and P levels on growth and yield of black cumin (*Nigella sativa L.)*. J. of . Hort. ٤, pp ٤١.

- David, P.P., P.v. Nelson and D.C Sanders, ١٩٩٤. A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. J.pland nutrition. ١٧: ١٧٣-١٨٤.

- Delfine S., Tognetti R., Desiderio E., Alvino A., ٢٠٠٥. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agron. Sustain. ٢٥, ١٨٣- ١٩١.

- Demir S., ٢٠٠٤. Influence of arbuscular mycorrhiza on some physiological growth parameters of pepper. Turk. l BioI. ٢٨: ٨٥-٩٠.

- Diope, T. A., Krasova-wade, T., Diallo, A., Diouf, M., and Gueye, M., ٢٠٠٣. Solanum cultivar responses to arbuscular mycorrhizal fungi: growth and mineral status. Africal Journal of Biotechnology ٢ (١١): ٤٢٩-٤٣٣.

-Dudhane, M.P., Borde, M.Y. and Jite., P.K., ٢٠١١. Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth and Antioxidant Activity in *Gmelina arborea* Roxb. under Salt Stress Condition. Not Sci Biol. ٣(٤) : ٧١-٧٨.

- Dursun A., Guvenc I. and Turan M., ٢٠٠٢. Effects of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. Acto Agrobotanica. ٥٦: ٨١-٨٨.

- Ebhin Masto, R., P.K. Chhonkar, D. Singh and A.K. Patra., ٢٠٠٦. Changes in soil biological and biochemical characteristics in a long-term field trial on a sub-tropical inceptisoil. Soil Biology and Biochemistry. ٣٨: ١٥٧٧– ١٥٨٢.

- Egerton-Warburton L. M. and allen E. B., ٢٠٠٠. shifts in arbuscular mycorrhizal communities along an anthropogenic nitrogen deposition gradient" Ecol. Appl. ١٠, pp ٤٨٤.

- El-Ghadban, E. A. E., A. M. Ghallab, A. F. Abdelwahab., ٢٠٠٢, Effect of organic

fertilizer (Biogreen) and biofertilization on growth, yield and chemical composition of Marjoram plants growth under newly reclaimed soil conditions, ٢nd Congress of Recent Technologies in Agriculture, ٢, ٣٣٤-٣٦١.

-El-Wahab A, Mohamed A., ٢٠٠٧. Effect of nitrogen and magnesium_fertilization on the production of Trachyspermum ammi L. plants under Sinai condtion. Journal of Applied Sciences Research ٣ (٨): ٧٨١-٧٨٦.

-El-Khateeb. M. A, El- leithy, A. S and Aljemaa, B. A., ٢٠١١. Effect of Mycorrhizal Fungi Inoculation and Humic Acid on Vegetative Growth and Chemical Composition of *Acacia saligna* Labill. Seedlings under Different Irrigation Intervals. Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants ٣ (٣): ٢٨٣-٢٨٩.

- Entry J. A., Rygiewicz P. T., Watrud L. S. and Donnelly P. K., ٢٠٠٢. Influence of adverse soil conditions on the formation and function of arbuscular mycorrhizas" Adv. Environ. Res., ٧, pp١٢٣.

- Epstin, E. ١٩٧٢. Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives. New York: Wiley. ١٨٩ pp.

- Evans, J., ١٩٨٩. Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C٣ plants. Oecologia ٧٨: ٩ ١٩.

-.Fazecas, E., ١٩٨٠. Studies on effects of fertilizers and sowing date on the yield and essential content in *P.anisum* in the year ١٩٧٨-١٩٨٠. Lucari Agronomic. ١٨:٨٤-٩١.

- Feng G., Zhang F. S., Li x. L., Tian C. Y., Tang C. and Rengel Z., ٢٠٠٢. Improved tolerance of maize plants to salt strees by arbuscular mycorrhiza is related to higher accumulation of soluble sugars in roots. Mycorrhiza., ١٢, ١٨٥.

- Fernandez-Escobar R., M. Benlloch D. Barrancd A. Duenas J. A. and Guterrez Ganan. ١٩٩٦. Response of olive trees to foliar application of humic substances extracted from leonardite. Scientia Horticulture ٦٦, ١٩١-٢٠٠.

- Ferrara, G., A. Pacifico, P. Simeone and E. Ferrara, ٢٠٠٨. Preliminary study on the effects of foliar applications of humic acids on italia table grape. J. International des Sciences de la Vigne et du Vin, ٤٢:٧٩-٨٧.

- Freitas, M.S.M., Martins, M.A. and Vieira, E.I.J.C., ٢٠٠٤. Yield and quality of essential oils of *Mentha arvensis* in response to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, ٣٩(٩): ٨٨٧-٨٩٤.

- Furlan V. and Bernier-Cardou M., ١٩٨٩. Effects of N, P and K on formation of vesicular-arbuscular mycorrhizae, growth and mineral content of onion" Plant Soil., ١١٣, pp ١٦٧.

-Ganjali HR, Ayeneh Band A, Heydari Sharif Abad H, Moussavi Nik M, Tavassoli A ٢٠١٢. Effect of sowing date and different levels of nitrogen fertilizer on yield and essence of flower in medicinal plant of Calendula officinalis L. Journal of Medicinal Plants Research ٦(١٥): ٣٠٣٧-٣٠٤٠.

- Garsid, A. ٢٠٠٤. Sowing time effects on the development, yield and oil of flaxseed in semi arid tropical. Australian Journal of Productive Agriculture ٢٣: ٦٠٧-٦١٢.

- Gavito M. E. and Miller M. H., ١٩٩٨. Changes in mycorrhiza development, dry matter partitioning and yield of maize" Plant Soil., ١٩٩, pp ١٧٧.

- George E., Haussler K.and Kothari S. k., ١٩٩٤. Role of arbuscular mycorrhiza fungi in uptake of phosphorus and nitrogen from soil" Crit Rev Biotechonal., ١٥, pp ٢٥٧.

- Gewaily, E.M., El-Zamik, F.I., El-Hadidy, T.T., Abd El-Fattah, H.I. and Salem, S.H., ٢٠٠٦. Efficiency of biofertilizers, organic and inorganic amendment application of growth and essential oil of Marjoram (*Majorana hortensis* L.) plants grown in sandy and calcareous soils. Zagazig Journal of Agricultural Research, ٣٣(٢): ٢٠٥-٣٩٦.

- Ghazi, A.K. and B. M. Zak., ٢٠٠٣. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. Mycorrhiza. ١٤:٢٦٣-٢٦٩.

- Ghosh PK, Mandal KG, Wangari RH and Hati KM, ٢٠٠٢. Optimization of fertilizer schedules in fallow and groundnut-based cropping systems and an assessment of system sustainability. Field Crop Research ٨٠: ٨٣-٩٨.

- Giovannetti M. and Mosse B., ١٩٨٠. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in infection in roots. New Phytol., ٨٤, pp ٤٨٩.

- Glante, F. ١٩٩٠. Bedeutung von VA-Mycorrhizapilzen for wachstum and Entwicklung der Kulturflanzen. Zentralbl. Microbiol. ١٤٥: ٣٣٩-٤٠٩.

- Glowa, K.R., Arocena, J.M., and Massicote, H.B., ٢٠٠٣. Extraction of potassium and/ or magnesium from selected soil minerals by Piloderma. Acta Biotechnolgica ٧: ٢٩٩-٣٠٦.

- Goats, S., ٢٠١٢**.** Possibilities of using humic acid in diets for **.** T. degirmencioglu: Humic acid in diets of Saanen goats, *Mljekarstvo,* ٦٢(٤): ٢٧٨-٢٨٣.

- Golcz, A., B. Politycka, and K. Seidler-Lozykowska., ٢٠٠٦. The effect of nitrogen fertilization and stage of plant development on the mass and quality of sweet basil leaves (*Ocimum basilicum* L.). Herba Polonica; ٥٢: ٢٢ - ٣٠.

- Govindarajulu M., Pfeffer P. E., Jin H., Abubaker J., Douds D. D., Allen J. A., Bucking H., Lammers P. J. and shachar-Hill Y., ٢٠٠٥. Nitrogen transfer in the

arbuscular mycorrhizal symbiosis" Nature, ٤٣٥, pp ٨١٩.

- Groosl P. R, and W. P. Inkeep. ١٩٩١. Precipitation of dicalcium phosphate dehydrate in the presence of organic acids. Soil sci. Amer. J. ٥٥:٦٧٠-٦٧٥.

- Gupta, M.L., Prasad, A., Ram, M. and kumar, S., ٢٠٠٢. Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasiculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. Bioresource Technology, ٨١: ٧٧-٧٩.

- Hajnajari, H, Hasanloo T,_ Asghary AH, Izadpanah M., ٢٠٠٩. Study on the effects of different sources of nitrogen on micropropagation of wild cherry (Prunus avium L.). Seed and Plant ٢٤(٤): ٧٤٩-٧٦٢.

- Hajhashemi, V., Sadraei, H., Ghannadi, A.R. and Mohseni, M., ٢٠٠٠. Antispasmodic and antidiarrhoel effect of *Satureja hortensis* L. essential oil. Journal of Ethnopharmacology, ٧١: ١٨٧-١٩٢.

- Hargrove W.L. and Kissel D.E., ١٩٧٩. Ammonia volatilization from surface applications of urea in the field and laboratory" J. of .soil. Sci. Soc. Am., ٤٣, pp ٣٥٩-٣٦٣.

- Harley, J.L., and Esmit. S.E., ١٩٨٣. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, New York.

- Harridy, I. M. A., S. G. I. Soliman, T. A. Mervat, ٢٠٠١, Physiological, chemical and biological studies on Lemongrass *Cymbopogon citratus* (DC) stapf in response to diazotrophic bacteria, Agric. J. Sci. Mansoura Univ., ٢٦, ٦١٣١-٦١٥٢.

- Harrison, M.J. ٢٠٠٥. Signaling in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. Annual Review of Microbiology, ٥٩:١٩-٤٢.

- Han, H.S. and Lee, K.D., ٢٠٠٦. Effect of coculation with phosphate and potassium co-in solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant, Soil and Environment, ٥٢: ١٣٠- ١٣٦.

- Hayman, D.S., ١٩٨٠. Mycorrhiza and crop production. Nature (London) ٢٨٧:٤٨٧-٤٨٨.

- Hayman, D.S., ١٩٨٢. Influence of soils and fetility on activity and survival of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Phytopathol. ٧٢:١١١٩-١١٢٥.

-Hecl, J. and A. Sustrikova., ٢٠٠٦. Determination of heavy metals in chamomile flower drug-an assurance of quality control. Program and Abstract book of the ١st International Symposium on Chamomile Research, Development and Production. pp.٦٩.

-Hodge, A., ٢٠٠٠. Microbial ecology of the arbuscular mycorrhiza. Microbiology ecology, ٣٢, ٩١-٩٦.

- Ismail, O.M. and M. Kardoush., ٢٠١١. The impact of some nutrients substances on germination and growth seedling of *Pistacia vera* I. Australian J. Basic and Applied Sciences, ٥: ١١٥-١٢٠.

- Joshee, N., S.R. Mentreddy and K. Yadav., ٢٠٠٧. Mycorrhizal fungi and growth and development of micropropagated *Scutellaria integrifolia* plants. Industrial Crops and Products. ٢٥: ١٦٩–١٧٧.

- Jones, C.A., Jacobsen, J.S., Mugaas, A., ٢٠٠٤. Effect of humic acid phosphorus availability and spring wheat yield. Fact. Fertilizer. ٣٢.

- Kahiluoto H., Ketoja E., Vestberg M. and Saarela I., ٢٠٠١. Promotion of AM utilization through reduced P fertilization ٢.Field studies. Plant Soil., ٢٣١, pp ٦٥

− Kandeel, A.M., Naglaa, S.A.T., and Sadek, A.A. ٢٠٠٢. Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of *Ocimum bacilicum* L. plant. Annals of Agricultural Science ٤٧: ٣٥١-٣٧١.

- Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K.G., ٢٠٠٢b. Mycorrhization of coriander (*coriandrum sativum*) to enhance the concentration and quality of essential oil. Journal of the Science of Food and Agriculture, ٨٢(٤): ٣٣٩- ٣٤٢.

- Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K.G., ٢٠٠٢a. Glomus macrocarpum: a potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in
Dill (*Anethum graveolens* L.) and carum (*Trachyspermum ammi* Sprague). World Journal of Microbiology and Biotechnology, ١٨ (٥): ٤٥٩-٤٦٣.

- Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K.G., ٢٠٠٤. Improved growth and essential oil yield and quality in *foeniculum vulgare* Mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology, ٩٣: ٣٠٧-٣١١.

- Karakut Y., Unlu Ha., Padem H., ٢٠٠٨. The influence of foliar and soil fertilization humic acid on yield and quality of pepper. Plant Soil Sci.

- Karakut Y., Unlu Ha., Padem H., ٢٠٠٩. The influence of foliar and soil fertilization humic acid on yield and quality of pepper. Plant Soil science. ٥٩(٣);٢٣٣-٢٣٧.

- Kauser, A., Azam, F., ١٩٨٥. Effect of humic acid on wheat seeding growth . Environmental and Experi. Bot. ٢٥, ٢٤٥-٢٥٢.

- Kaya, C., Higgs. D. and Kirnak H. tas l., ٢٠٠٣. Mycorrhizal Colonization improves fruit yield and water use efficiency in water melon grown under well-watered and water stressed condition. Plant soil ٢٥٣ (٢):٢٨٧-٢٩٠.

- Kelly, R. M., Edwards D. G., Thompson J. P. and Magarey R. C., ٢٠٠٥. Growth responses of sugarcane to mycorrhizal spore density and phosphorus rate" Aust. J. Agr. Res., ٥٦, pp ٩.

- Khaliq A. and Sanders F. E., ٢٠٠٠. Effects of vesicular arbuscular mycorrhizal inoculation on the yield and phosphorus uptake of field grown barly" Soil Biol Biochem., ٣٢, pp١٦٩١.

- Khaliq, A. and F. E. Sanders., ١٩٩٧**.** Effects of phosphorus Application and vesicular arbusicular mycorrhizal inoculation on The Growth and phosphorus Nutrition of maize. Journal of plant nutrition, ٢٠(١١):١٦٠٧-١٦١٦.

- Khan S.A. and Chatergee., ١٩٨٢. Fertilizer use by (*Nigella sativa L.)* in west Bengal. India" J. of .Agric. Sci., ٥٢, pp ٣٨٤.

-kiran. U., and D. D. Patra., ٢٠٠٢. Augmenting yield and urea nitrogen utilization efficiency in eheat through use of natural essential oil and dicyandiamide coated urea in light textured soil of centeral Uttar Pradesh. Commun. Soil Sci. Plant Anal. ٣٣(٩/١٠): ١٣٧٥-١٣٨٨.

- klaij M.C. and Hoogmoed W.B ., ١٩٩٣. soil management for crop production in the West African Sahel. II. Emergence, establishment and yield of pear millet" J. of. Soil.Till. Res., ٢٥, pp ٣٠١.

- Kochaki A., Jahan M. and Nassiri Mahallti M., ٢٠٠٨. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and free-living nitrogen-fixing bacteria on growth characteristic of corn (*Zea mays L.)* under organic and conventional cropping systems. ٢nd conference of the international society of organic agriculture research (ISOFAR).Modona. italia

- Krishna KR, Bagyaraj DJ., ١٩٨٤ Phenois in mycorrhizal roots of *Arachis hypogea. Experientia*; ٤٠: ٨٥ - ٦.

- Kursat, M. and Erecevit, P., ٢٠٠٩. The Antimicrobial Activities of Methanolic Extracts of Some *Lamiaceae* Members Collected from Turkey. Turkish Journal of Science & Technology, ٤(١): ٨١-٨٥.

- Kumar, T.S., Swaminathan, V. and Kumar, S., ٢٠٠٩. Influence of nitrogen, phosphorus and biofertilizers on growth, yield and essential oil constituents in ratoon crop of davana (*Artemisia pallens* Wall.). Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, ٨(٢): ٨٦-٩٥.

- Laegred M., Bockman O. C. and Kaarstad E. O., ١٩٩٩. Agriculture, Fertilizer and Environment. CABI publishing,pp ٢٩٤.

- Lampkin, N., ١٩٩٠. Organic Farming. Farming press Bookes. Ipswich.

- LEE Y.J., GEORGE E., ٢٠٠٥. Contribution of mycorrhizal hyphae to the uptake of metal cations by cucumber plants at two levels of phosphorus supply. Plant Soil ٢٧٨(١-٢), ٣٦١-٣٧٠.

- Leiser, A. and Rokman, B., ١٩٩٤. Replication between fertilizer, nutrient withdrawal and composition of different medicinal plants in a plot experiment. Kongressband. ٩: ١٩-٢٤.

- leithy, S., T.A. El-Meseiry and E.F. Abdallah., ٢٠٠٦. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil quality. Journal of Applied Sciences Research. ٢:٧٧٣-٧٧٩.

- Lerat S., Lapointe L., Gutjahr S., Piche Y. and Vierheilig H., ٢٠٠٣. Carbon partitioning in a split-root system of arbuscular mycorrhizal plant is fungal and plant species dependent. New Phytol., ١٥٧, pp ٥٨٩.

- Lekberg Y. and Koid R. T., ٢٠٠٥. Arbuscular mycorrhizal fungi, rhizobia, available soil P and nodulation of groundnut (*Arachis hypogaea*) in Zimbabwe. Agr. Ecosyst. Environ., ١١٠, ١٤٣.

- Lichtenthaler, H. K., ١٩٨٧. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology ١٤٨: ٣٥٠-٣٨٢.

- Linderman, R.G., ١٩٨٨. Mycorrhizae intraction with the rhizosphere microflora: The mycorrhizosphre effect. Phytopathol. ٧٨:٣٦٦-٣٧١.

- Liu, C. and Cooper, R.J., ٢٠٠٠. Humic substances influence creeping bentgrass growth. Golf Course Management ٤٩-٥٣.

- Liu C., Cooper R. J., and Bowman D. C., ١٩٩٦. Humic acid application affects photosynthesis, root development, and nutrient content of creeping bentgrass. Crop Science.

- Liuc J. and Pank B., ٢٠٠٥. Effect of NPK and farm yard manure on growth parameters of onion, garlic and Coriander. Current research. University of agriculture Science. Banglore. India. ٢٤:٢١٢-٢١٣.

- Lynch, J.M. ٢٠٠٢. Resilience of the rhizosphere to anthropogenic disturbance. Biodegradation. ١٣: ٢١–٢٧.

Maccarthy, P., ٢٠٠١. The principles of humic substances. Soil Science ١٦٦:٧٣٨-٧٥١.

- Mackowiak C. L., Grossl P. R and Bugbee B. G., ٢٠٠١. Beneficial effect of humic

acid on micronutrient availability to wheat. Soil Science Sco Am J ٦٥:١٧٤٤-١٧٥٠.

− Mahfouz, S.A., and Sharaf-Eldin, M.A., ٢٠٠٧. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences ٢١: ٣٦١-٣٦٦.

- Mallikarjuna M., Govindasamy R., Chandrasekaran S., ١٩٨٧. Effect of humice acid on sorghum vulgare var. CSH-٩. Current. Sci. ٥٦, ١٢٧٣.

- Malcolm R.E., and vaghuan D.V., ١٩٧٩. Humic substances and phosphatase activies in plant tissues. Soil Biology,Biochem,١١:٢٥٣-٢٥٩.

- Manoharan, P.T., M. Pandi, V. Shanmugaiah, S.Gomathinayagam and N. Balasubramanian, ٢٠٠٨. Effect of vesicular arbuscular mycorrhizal fungus on the physiological and biochemical changes of five , different tree seedlings grown under nursery conditions. Afr. J. Biotech., ٧: ٣٤٣١-٣٤٣٦.

- Mandal, A., A.K. Patra, D. Singh, A. Swarup and R. Ebhin Masto., ٢٠٠٧. Effect of long-term application of manure and fertilizer on biological and biochemical activities in soil during crop development stages. Bioresource Technology. ٩٨: ٣٥٨٥–٣٥٩٢.

- Marschner, H., ١٩٩٥. Mineral nutrition of higher plants. ٢nd Academic Press. Ltd. London. ٨٦٢ pages.

- Mihajilov-Krstev, T., Radnovic, D., Kitic, D., Stojanovic-Radic, Z. and Zlatkovic, B., ٢٠١٠. Antimicrobial activity of *Satureja hortensis* L. essential oil against pathogenic microbial strains. *Arch. Biol. Sci.*, Belgrade, ٦٢(١): ١٥٩-١٦٦.

- Mihajilov-Krstev, T., Radnovic, D., Kitic, D., Zlatkovic, B., Ristic, M. and Brankovic, S., ٢٠٠٩. Chemical composition and antimicrobial activity of *Satureja hortensis* L, essential oil. Central European Journal of Biology, ٤(٣): ٤١١-٤١٦.

- Miller SP (٢٠٠٠) New Phytol ١٤٥:١٤٥–١٥٥

- Morton, J.B., and Benne, G.L., ١٩٩٠. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycets): A new order, Glomales, two new suborders, Glomineae and Gigasporineae, and two new families, Acaulasporacae and Gigasporaceae, With an emendation of Glomaceae. Mycorrhiza, ٦: ٤٠٣-٤٠٨.

- Mumivand, H., Babalar, M., Hadian, J. and Fakhr-Tabatabaei, M., ٢٠١١., Plant growth and essential oil content and composition of *Satureja hortensis* L. cv. Saturn in response to calcium carbonate and nitrogen application rates. Journal of Medicinal Plants Research, ٥(١٠): ١٨٥٩-١٨٦٦.

- Nadri, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A., ٢٠٠٢. Physiological effect of

humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry ٣٤: ١٥٢٧-١٥٣٦.

- Nadi, M., Sedaghati, E. and Fuleky, G., ٢٠١٢. Evaluation of humus quality of forest soils with two extraction methods. International Journal of Forest, Soil and Erosion (IJFSE), ٢ (٣): ١٢٤-١٢٧.

- Newman, E.I., ١٩٦٦. Amethod of estimating the total lengh of root in asampel.Journal of Appl. Ecol. ٣:١٣٩-١٤٥.

- Nikbakht A., Kafi M., Babalar M., Xia Y. P., Luo A., and Etemadi N. A., ٢٠٠٨. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of Gerbera. Journal of Plant Nutrition, ٣١:٢١٥٥-٢١٦٧.

- Niakan, M., Khavarynejad, R.A., and Rezaee, M.B., ٢٠٠٤. Effect of different rates of N/P/K fertilizer on leaf fresh weight, dry weight, leaf area and oil content in *Mentha piperita* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants ٢٠(٢): ١٣١-١٤٨. (In Persian with English Summary)

- Norozi, S., ٢٠٠٦. Release of Potassium from some mica minerals through some organic acid in rhizospher of barley. M. Sc. Thesis in Soil Science. Soil Science Department. Isfahan University of technology, Isfahan, Iran. ١٥٨ p. (In Persian eith English Summary)

- Oberle S.L. and L.G Bundy., ١٩٧٨. Ammonia volatilization from nitrogen fertilizers surface applied to corn (*Zea mays)* and grass pasture (*Dactylis glomerata)*" J. of .Biol. Fert. Soils., ١٤, pp ١٨٥.

- Okut S.L. and L. G. Bundy., ١٩٧٨. Effects of different row spacing and nitrogen doses on certain agronomic characterictic of coriander (*Coriandrum sativum L*.). J. of. Pakistan. J. Bio., ٨, ٦, pp ٩٠١.

- Ordookhani, K., Sharafzadeh, S.H., Zare, M., ٢٠١١. Influence of PGPR on growth, essential oil and nutrients uptake of Sweet basil. Adv. Environ. Biol. ٥ (٤), ٦٧٢–٦٧٧

- ORTAS I., ٢٠١٠. Effect of mycorrhizal application on plant growth and nutrient uptake in cucumber production under fild conditions(Spanish Journal of Agricultural Research, ٨(S١), S١١٦-S١٢٢.

- Ortas I. and Harris P. J., ١٩٩٦. Enhancement uptake of phosphorus by mycorrhizal sorghum plant as influenced by forms of nitrogen " Options Mediterraneennes, Series A, ٧٩, ٤٦٣.

- Padem. H., Ocal,A., Alan, R., ١٩٩٩. Effect of humic acid added foliar fertilizer on quality and nutrient content of eggplant and pepper seedlings. ISHS Acta Hort. ٤٩١.

- Pan,B., Y.M., Bai, S. Leibovitch, and D.L. Smith., ١٩٩٩. .Plant growth promoting

rhizobacteria and kinetin as ways to promot corn growth and and yield in a short growing season area.Eropean Journal of Agronomy, ۱۱:۱۷۹-۱۸٦.

- Patra, A.K., L. Abbadie, A. Clays-Josserand, V. Degrange, S.J. Grayston, P. Loiseau, F. Louault, S. Mahmood, S.Nazaret, L. Philippot, F. Poly, J.I. Prosser, A. Richaume and X. Le Roux., ۲۰۰٥. Effect of grazing on microbial functional groups involved in soil N dynamics. Ecological Monographs. ۷٥: ٦٥–۸۰.

- Pedra, F., Polo, A., Ribero, A. and Domingues, H., ۲۰۰۷. Effect of municipal solid waste compost and sewage sludge on mineralization of soil organic matter. Journal of Soil Biology and Biochemistry, ۳۹(٦): ۱۳۷٥-۱۳۸۲.

-Plenchette, C. and Duponnis, R., ۲۰۰٥. Growth response of the saltbush Atriplex numularia L. inoculation with the arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transaction of British mycological Society. ٥٥: ۱٥۸ ۱٦۱.

- Poss, E., Pond, J.A., and Menge Jarrell, W.M., ۱۹۸٥. Effect of salinity on mycorrhizal onion and tomato in soil with and without additional phosphate. Plant and Soil ۸۸: ۳۰۷-۳۱۹.

- Prakash V, Bhattacharyya R and Selvakumar G, ۲۰۰۷. Long-term effects fertilization on some properties under rainfed soybean-wheat cropping in the Indian Himalayas. J Plant Nutr Soil Sci ۱۷۰: ۲۲٤-۲۳۳.

- Rahmani, N., Valadabadi, A.R., Daneshian, J., and Bigdeli, M., ۲۰۰۸. The effects of water deficit stress and nitrogen on oil yield of *Calendula officinalis* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants ۲٤(۱): ۱۰۱-۱۰۸. (In Persian with English Summary)

- Rajendran, K. and Devaraj, P., ۲۰۰٤. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land. Biomass and Bioenergy, ۲٦(۳): ۲۳٥-۲٤۹.

- Ram G and Patel JK, ۱۹۹۲. Single and combined effect of bio, organic and in organic fertilizers on yield of sunflowr and soil properties under rainfed condition. Advance Plant Sci ٥: ۱٦۱-۱٦۷.

-Rambelli, A., ۱۹۷۳. The rhizosphere of Mycorrhizae. P. ۲۹۹-۳٤۳. In G.L. Marks and T.T. Koslowski (ed) Ectomycorrhizae. Academic press. New York.

-Ravnskov, S. and Jakobsen, I., ۱۹۹۹. Effects of pseudomonas fluoresences DF ٥۷ on growth and P uptake of two arbuscular mycorrhizal fungi in symbiosis with cucumber. Mycorrhizae, ۸: ۳۲۹-۳۳٤.

- Richardson A. E., George T. S., Jakobsen I. and simpson R. J., ۲۰۰۷. Plant utilization of inositol phosphates. Pp ۲٤۲-۲٦۰, In: “Inositol phosphates: Linking agriculture and

the environment", Turner B. L., Richardson A. E. and Mullaney E. J., CABI, Wallingford, UK.

-Rohricht, C.M, Curunet, M. and Solf, M., ١٩٩٦. The influence of grandaunt nitrogen fertilization application on yield and quality of sage (*salvia officinalis*). Zetischritft fur Arznei and Gewurzp flanzen, ٣: ١١٧-١٢٢.

- Ryan M. H., and Ash J. E., ١٩٩٩. Effects of phosphorus and nitrogen on growth of pasture plants and VAM fungi in SE Australian soil with contrasting fertilizer histories (conventional and biodynamic)" Agr. Ecosyst. Environ., ٧٣, pp ٥١.

- Ryan M. H. and Angus J. F. and Kirkegaard J. A., ٢٠٠٥. Reduced growth of autumn-sown wheat in a low P soil is associated with high colonization by arbuscular mycorrhizal fungi" Plant soil., ٢٧٠, pp ٢٧٥.

- Saleh Al-Garni S. M., ٢٠٠٦. Increased heavy metal tolerance of cowpea plants by dual inoculation of an arbuscular mycorrhizal fungi and nitrogen-fixer *Rhizobium* bacterium" Afr. J. Biotechnol., ٥, pp ١٣٢.

- Samavat, S., malakuti, M., ٢٠٠٥. Samavat, S., and Malakooti, M. ٢٠٠٦. Important use of organic acid (humic and fulvic) for increase quantity and quality agriculture productions. Water and soil researchers technical issue ٤٦٣:١-١٣.

- Sanchez-blanco M. J., Ferrandez T., Morales M. A., Morte A. and JoseAlarcon J. ٢٠٠٣. Variations in water status, gas exchange, and growth in *Rosmarinus officinalis* plant infected with *Glomus deserticola* under drought conditions"J. Plant Physiol. ١٦١. ٦٧٥-٦٨٢.

-Sanchez A., Sanchez-Anderu J., Juarez M., Jorda J., and Bermudez D., ٢٠٠٢. Humic substances and Amino acid improve effectiveness of Chelate feEDDHA in Lemons trees. J. of Plant Nutrition. ٢٥(١١):٢٤٣٣-٢٤٤٢.

- Sanchez-Sanchez A., Sanchez-Anderu J., Juarez M., Jorda J., and Bermudez D., ٢٠٠٦. Imporvement of iron uptake in table in table grape by addition of humic substancecs. Journal of Plant Nutrition. ٢٩(٢):٢٥٩-٢٧٢.

- Sangeetha, M., Singaram, P., Uma Devi, R., ٢٠٠٦. Effect of lignite humic acid and fertilizer on yield of onion and nutrient availability. International Union of Soil Sci. ٢١, ١٦٣.

- Sarmadnia, G., and Koocheki, A., ١٩٨٩. Physiology of Crop Plants. Jihad Daneshgahi Mashhad Press, Iran. ٤٠٠ pp. (In Persian)

- Satil, F. and Kaya, A., ٢٠٠٧. Leaf anatomy and hairs of Turkish *Satureja* L. (*Lamiaceae*). Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica, ٤٩(١): ٦٧-٧٦.

-K M Sellamuthu;M Govindaswamy, *Sugar Tech*,. ٢٠٠٣, ٥(٤), ٢٧٣-٢٧٧.

-Schreiner, R.P. Mihara, K.L. McDaniel, K. and Benthlenfalvay, G.J., ٢٠٠٣. Mycorrhizal fungi influence plant and soil function and intraction. Plant and soil. ١٨٨: ١٩٩-٢٠٩.

-Sebahattin, A., Necdet, C., ٢٠٠٥., Efects of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield components of forage turnip (*Brassica rapa L.)*. Agronomy. J. ٤, ١٣٠-١٣٣.

- Sharpley A. N., and Smith S.J., ١٩٨٣. Distribution of phosphorus froms in virgin and cultivated soil and potential erosion losses" J. of .Soil. Sci. Soc Am . J., ٤٧, pp ٥٨١-٥٨٦.

- Shams, A, Akbari GHA, Lebaschi MH, Zeinali H, Akbari GHA, Abadiyan H., ٢٠١٠. Effect of nitrogen and phosphorous fertilizer on the yield and quality of thyme (Thymus deanensis) in dry condition. ١١th Iranian Crop Science Congress. Environmental Science Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran. [In Persian with English Abstract].

- Shata SM, Mahmoud A and Siam S, ٢٠٠٧. Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. Reacerch Journal of Agriculture and Biological Sciences ٣(٦): ٧٣٣-٧٣٩.

- Sharif M., Khattak K. A., and Sarir M. S. ٢٠٠٢. Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plant. Plant Analysis ٣٣:٣٥٦٧-٣٥٨٠.

- Sharma, A.K., ٢٠٠٣. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India.

- Sharma, A.K., ٢٠٠٢. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India, ٤٠٧p.

-Sharma A. K. and Johri B. N., ٢٠٠٢. Arbuscular mycorrhizae, interaction in plants, rhizosphere and soils. Science Publisher. INC, ENFILD, NH, USA.

- Singh, M.P., Panda, H., ٢٠٠٥. Medicinal herbs with their formulation, Vol ٢. Daya Publishing House, Delhi, ٩٥٤ p.

- Singh A. K., and Beisin S. S., ١٩٩٨. Effectiveness of compost towards increasing productivity of some medicinal plants in skeletal soil. Advances in Forestry Research in India, ١٨:٦٤-٨٣.

- Singh, R., Divya, S., Awasthi, A., Kalra, A., ٢٠١٢a. Technology for efficient and successful delivery of vermicompost colonized bioionculants in Pogostemon cablin (patchouli) Benth. World J. Microbiol. Biotechnol. ٢٨, ٣٢٣–٣٣٣.

- Singh, R., soni, S.K., Patel, R.P. and Kalra, A., ٢٠١٣. Technology for improving essential oil yield of Ocimum basilicum L. (sweet basil) by application of bioinoculant

colonized seeds under organic field conditions. Industrial Crops and Products.٤٥: ٣٣٥-٣٤٢.

- Singh, R., Kalra, A., Paramaeswarn, T.N., Ravish, B.S., Divya, S., Srinivas, K.V.N.S., Bagyaraj, D.J., ٢٠١٢b. Effect of potential bioinoculants and organic manures on root-rot and wilt, growth, yield and quality of organically grown Coleus forskohlii in a semiarid tropical region of Bangalore (India). Plant Pathol. ٦١, ٧٠٠–٧٠٨.

- Singh, R., Paramaeswarn, T.N., Prakasa Rao, E.V.S., Puttanna, K., Kalra, A., Srinivas, K.V.N.S., Bagyaraj, D.J., Divya, S., ٢٠٠٩. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and Pseudomonas fluorescens on root-rot/wilt, growth and yield of Coleus forskohlii. Biocontrol Sci. Technol. ١٩ (٨), ٨٣٥–٨٤١.

- Singh, R., Soni, S.K., Kalra, A., ٢٠١٢c. Synergy between Glomus fasciculatum and a beneficial Pseudomonas in reducing root diseases and improving yield and forskolin content in Coleus forskohlii Briq. under organic field conditions. Mycorrhiza, http://dx.doi.org/١٠,١٠٠٧/s٠٠٥٧٢-٠١٢-٠٤٤٧-x.

- Singh, M. and S. Ramesh., ٢٠٠٠. Effect of irrigation and nitrogen on herbage, oil yield and water-use efficiency in rosemary grown under semi-arid tropical conditions. Journal of Medicinal of Aromatic Plant Sciences. ٢٢: ٦٥٩- ٦٦٢.

- Skocibusic, M., Bezic, N. and Dunkic, V., ٢٠٠٦. Phytochemical composition and antimicrobial activities of the essential oils from *Satureja subspicata* Vis. Growing in Croatia. Food Chemistry.

- Sladky Z., Tichy V., ١٩٥٩. Applications of humus substances to overground organs of plant. Biol. Plant. ١, ٩-١٥.

- Smith S J. and Young L.B., ١٩٧٥. Distribution of nitrogen forms in virgin and cultivatedsoils" J. of. Soil Sci., ١٢٠, pp ٣٥٤.

- Smith S. E., Smith F. A. and Jakobsen I., ٢٠٠٤. 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., ١٦٢, pp ٥١١.

- Smith S. E. and Read D. J., ٢٠٠٨. Mycorrhizal symbiosis". ٣rd Edition. Academic Press, Elsevier, Amsterdam.

- Smith, S.E., Read, D. J., ١٩٩٧. Mycorrhizal symbiosis.Academic Press, San Diego,٦٠٥ pp.

- Soleymani R., ٢٠٠٧. The effect of amounts and times of nitrogen consumption on percentage and yield of Carthamus tinctorius at Iran. Proceedings of ٣th Conference of Medicinal Plants. Shahed university, Tehran. [In Persian with English Abstract].

- Son C. L. and Smith S. E., ١٩٨٨. Mycorrhizal growth responses: interactions between photon irradiance and phosphorus nutrition" New Phytol., ١٠٨. Pp ٣٠٥.

- Sparks D. L., ١٩٩٦. Method of soil Analysis. Part III. Chemical Method. No. ٥. Book Series, Soil Sci. Soc. Amer., Madison, WI.

- Stephan W. K., and Carles W. J., ١٩٩٤. Experimention with Arkansas lignite to identify organic soil supplements suitable to regional agricultural needs. Proposal. Arkansas Tech University.

- Suleyman K., ٢٠٠٥. Master. thesis, "The effect of different row spacing on yield component and essential oil content of Coriander" Ankara University Faculty of Agriculture. Turkey.nization under varying intensities of drought stress. Sci. Hortic., ١٠٧, pp ٢٥٤.

- Subramanian K. S., Santhanakrishnan P. and Balasubramanian P., ٢٠٠٥. Responses of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal colo

- Swift, C. E., ٢٠٠٤. Mycorrhiza and soil phosphorus levels. Area Extension Agent. http://www.colostate.edu/Depts/CoopExt/TRA/PLANTS/mycorrhiza.

- Sylvia, D.M. S.E. Williams, Mycorrhizae and environmental stresses, in: G.J. Bethlenfalvay, R.G. Linderman (Eds.), Mycorrhizae in Sustainable Agriculture, vol. ٥٤, ASA Special Publication, Madison, ١٩٩٢, pp. ١٠١–١٢٤

- Szmidt Rak. Principles of composting. Technical Note. Tn٤٤٦. Pub., ١٩٩٧. SAC York.

- Tan K. H., ٢٠٠٣. Humic Matter in soil and the Environment. Marcel Dekker, New

- Tattini M., Bertoni P., Landi A. and Traversim M. L., ١٩٩١. Effect of humic acids on growth and biomass portioning of container grown olive plant. Acta Horticulturaea ٢٩٤: ٧٥-٨٠.

- Tavassoli A, Ghanbari A, Amiri E, Paygozar Y., ٢٠١٠. Effect of different rates of fertilizer, manure and micronutrients on chamomile. International Ecological Environment Conservation Journal ١٦(١): ٩٩-١٠٤.

- Tawaraya K., Naito M. and Wagatsuma T., ٢٠٠٦. Solubilization of insoluble inorganic phosphate by hyphal exudates of arbuscular mycorrhizal fungi" J. Plant Nutr., ٢٩, pp ٦٥٧.

- Terman G.L., ١٩٧٩. Volatilization losses of nitrogen as ammonia from surface-applied fertilizers, organic amendments, and crop residues' J. of .Adv. agron., ٣١, pp ١٨٩-٢٢٣.

- Tilak, K.V.B.R., Ranganayaki, N., Pal, K.K., Saxena, A.K., Shekhar Nautiyal, C., Mittal, S., Tripathi, A.K. and Johri, B.N., ٢٠٠٥. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science, ٨٩: ١٣٦-١٥٠.

-Tiwari, R., Kalra, A., Darokar, M.P., Chandra, M., Aggarwal, N., Singh, A.K., Khanuja, S.P.S., ٢٠١٠. Endophytic bacteria from Ocimum sanctum and their yield enhancing capabilities. Curr. Microbiol. ٦٠, ١٦٧–١٧١.

- Turkmen O, Dursun A., Turan M. and Erdinc C., ٢٠٠٤. Calcium and humic acid effect seed germination, growth, and nutrient content of tomato. Soil and Plant Science ٥٤:١٦٨-١٧٤.

- Turkmen, O., Demir, S., Sensoy, S and Dursun, A., ٢٠٠٥. Effect of arbuscular mycorrhizal fungus and humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. Journal of Biological Sciences ٥ (٥): ٥٦٥-٥٧٤.

- Utayasoorian C, Balamurgan P and Muthuvel P, ١٩٩١. Direct and residual effect of FYM and NPK levels on sunflower. Madras Agric J ٧٨: ٢٠٧-٢٠٩.

- Valentine A. J., Mortimer P. E., Lintnaar A. and Borgo R., ٢٠٠٦. Drought responses of arbuscular mycorrhizal grapevines. Symbiosis, ٤١, ٣, pp ١٢٧.

- Valdrighi, M.M., Pear, A., Agnolucci, M., Frassinetti, S., Lunardi, D., vallini, G., ١٩٩٦. Effects of compost-derived humic acids on vegetabale biomass production and microbial growth within a plant *(Cichorium intybus)* soil system: A comparative study. Agric. Ecosyst. Environ. ٥٨, ١٣٣-١٤٤.

- Vamerali T. M. Saccomani. S. Mosca, N. Guarise, and A. ganis., ٢٠٠٣. A comparison of root charactertics in relation to nutrient and water stress in two maize hybrids. Plant and Soil ٢٥. ١٥٧- ١٦٧.

- Vaughan, D., Linehan. D.J., ٢٠٠٤. The growth of wheat plants in humic acid solutions under axenic conditions. Plant and Soil. ٤٤, ٤٤٥-٤٤٩.

- Vaughan, D. and Malcom R.E., ١٩٨٥. Influence of humic substances on growth and physiological processes. In: Vaughan, D., Malcom, R.E. (Esd.), soil Organic Matter and Biological Activity, Martinus Nijhoff/ Junk W, Dordrecht, the Netherlands, pp.٣١:٣٧-٧٦.

- Vaughan. D., ١٩٧٤. A possible mechanism for humic acid action on cell elongation in root segmentes of Pisum Sativum aseptic condition. Soil Bio. Biu. ٦, ٢٤-٢٤٧.

- Vaughan D., and Malcolm R.E., ١٩٧٩. Effect of soil organic matter on peroxidase activity of wheat roots. Soil Biology. Biochem,١١:٥٧-٦٣.

- Venskutonis, R., Rylaite, E. and Siulaiuskas, A., ١٩٩٩. Characterization of *Carum carvi* cultivates in Lithuania. Horticulture and vegetable growing, ١٨(٣): ٨٥-٩٢.

- Vessey, J.K., ٢٠٠٣. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant Soil. ٢٥٥: ٥٧١-٥٨٦.

- Wang X. J., Wang Z. Q., and Li S. G., ١٩٩٥. The effect of humic acids on the availability of phosphorus fertilizers in alkaline soils. Soil Use Manage, ١١: ٩٩-١٠٢.

- Wolf D. w., Henderson D. W., Hsiao T. C. and Alvino A., ١٩٨٨. Interactive water and nitrogen effect on senescence of maize. I. Leaf area duration nitrogen distribution and yield, Agronomy Journal ٨٠: ٨٥٩-٨٦٤.

- Xavier, D.M., Silva, A.S., Santos, R.P., Mesko, M.F., Costa, S.N., Freier, V.N., Cavada, B.S. and Martins, J.L., ٢٠١٢. Charaterization of the coal humic acids from the Candiota Coalfield. Brazil .International Journal of Agriculture Sciences. ٤(٥): ٢٣٨-٢٤٢.

- Xudan X., ١٩٨٦. The effect of foliar application of fulvic acid on water use, nutrient uptake and wheat yield. Aust. J. Agric. Res. ٣٧, ٣٤٣-٣٥٠.

- Yildirim, E., ٢٠٠٧. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. Acta agriculturae Scandinavica section B. Journal of Soil and plant Science. ٥٧:١٨٢- ١٨٦.

- Youssef, A.A., A.E. Edris and A.M. Gomaa., ٢٠٠٤. A comparative study between some plant growth regulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil composition of *Salvia officinalis* L. Plant Annals of Agricultural Science. ٤٩: ٢٩٩-٣١١.

- Yuan, L., Fang, D. H., Wnag, Z. H., Shun, H., and Huang, J.G., ٢٠٠٠. Bio-mobilization of potassium from clay minerals: I. By ectomycorhizas. Pedosphere ١٠: ٣٣٩- ٣٤٦.

- Zahra, I. T. and T. E. Loynachan., ٢٠٠٣. Endomycorrhizal fungi survival in continuous corn, soybean and fallow. Agron. J. ٩٥(١): ٢٢٤-٢٣٠.

- Zhang, G.Y., Zhang, L.P., Wei, M.F., Liu, Z., Fan, Q. L., Shen, Q.R. and Xu, G.H., ٢٠١١. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi, organic fertilizer and soil sterilization on maize growth. Acta Ecologica Sinica. ٣١: ١٩٢-١٩٦.

پیوست

جدول پیوست ۱- میانگین مربعات وزن تر و خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه (تک بوته)، تحت تأثیر کود اوره، قارچ میکوریزا و اسید هیومیک در گیاه مرزه

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه
تکرار	۲	۵۴۱۰۴۷۰/۸۰**	۳۳۷۲۶۴/۹۵**	۱۹۳۱۶۳/۱۱۵**
نیتروژن(A)	۲	۴۸۴۹۴۶۸/۹۱**	۱۴۸۲۰۴/۴۳*	۲۶۶۸۱/۱۶۴**
مایکوریز(B)	۲	۴۵۵۱۰۲/۵۵	۳۲۱۰۸/۹۵	۲۴۳۵۲۵/۷۴۴**
A×B	۴	۲۷۰۱۳۱/۵۰	۲۰۲۲۴/۹۱	۷۹۱۴۹/۹۴۵**
اسید هیومیک(C)	۱	۱۷۳۷۰۸/۴۰	۵۶۰۸/۶۵	۲۴۳۹۲۲/۵۷۹**
A×C	۲	۲۲۱۵۳۹/۰۷	۲۶۴۸۲/۶۲	۸۶۸۲۲/۳۸۵**
B×C	۲	۴۲۳۲۴۴/۶۰	۱۹۸۰۲/۶۷	۲۰۵۸۶۳/۵۰۰**
A×B×C	۴	۵۰۸۴۲۶/۸۳	۱۰۲۷۳/۹۵	۴۷۳۲۰/۵۱۷*
اشتباه	۳۴	۵۴۴۷۲۰/۶۴	۳۳۵۰۶/۰۷	۱۳۱۲۱/۱۱۰
ضریب تغییرات(درصد)		۲۷/۱۰	۲۳/۹۸	۹/۲۶

*و** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵و۱ درصد می‌باشد.

جدول پیوست ۲- میانگین مربعات ارتفاع بوته و سطح برگ تحت تأثیر کود اوره، قارچ میکوریزا و اسید هیومیک در گیاه مرزه

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	سطح برگ
تکرار	۲	۱۰/۶۵*	۴۳۶۵۰۸۹۹/۸۹
نیتروژن(A)	۲	۱۷/۷۰**	۸۵۹۳۰۸۷۶۹/۵۶**
مایکوریز(B)	۲	۲/۷۵	۲۳۰۲۴۷۲۶۵۰/۱۹**
A×B	۴	۶/۵۸*	۱۰۹۷۶۶۲۶۶/۱۹*
اسید هیومیک(C)	۱	۱/۸۱	۷۳۶۰۶۹۲۱/۰۱
A×C	۲	۱۲/۳۱*	۴۹۲۶۰۴۸۷/۴۱
B×C	۲	۱/۹۶	۲۹۲۸۸۵۱۶۳/۳۸**
A×B×C	۴	۰/۰۶	۱۱۷۱۳۱۴۲۷/۲۶*
اشتباه	۳۴	۲/۵۸	۴۴۶۳۰۳۶۳/۷۷
ضریب تغییرات (درصد)		۴/۶۷	۲۷/۲۸

*و** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵و۱ درصد می‌باشد.

جدول پیوست ۳ـ میانگین مربعات درصد و عملکرد اسانس تحت تأثیر کود اوره، قارچ میکوریزا و اسید هیومیک در گیاه مرزه

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۲	۰/۴۵	۱۸۲/۳۴**
نیتروژن(A)	۲	۰/۲۶	۱۳۳/۲۴**
مایکوریز(B)	۲	۰/۰۹	۶۳/۸۷*
A×B	۴	۰/۰۳	۳۹/۵۰*
اسید هیومیک(C)	۱	۰/۷۸*	۳۷/۷۲
A×C	۲	۰/۱۵	۶۵/۵۵*
B×C	۲	۰/۰۳	۱۳/۳۲
A×B×C	۴	۰/۰۴	۵/۷۱
اشتباه	۳۴	۰/۱۷	۱۵/۱۲
ضریب تغییرات (درصد)		۱۹/۶۳	۲۳/۵۲

*و** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵و۱ درصد می‌باشد.

جدول پیوست ۴ ـ میانگین مربعات کلروفیل a، b و کلروفیل کل و کارتنوئید تحت تأثیر کود اوره، قارچ میکوریز و اسید هیومیک در گیاه مرزه

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیلa	کلروفیلb	کلروفیل کل	کارتنوئید
تکرار	۲	۰/۰۳**	۰/۰۰۸**	۰/۰۸**	۱۶۰/۵۰*
نیتروژن(A)	۲	۰/۲۴**	۰/۰۵۱**	۰/۴۶**	۱۷۶۸/۷۶**
مایکوریز(B)	۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴*	۰/۰۰۵	۷۲/۲۹
A×B	۴	۰/۰۱*	۰/۰۰۱	۰/۰۳**	۴۲/۸۹
اسید هیومیک(C)	۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵*	۰/۰۳*	۱۴۷/۰۱*
A×C	۲	۰/۰۳**	۰/۰۰۴*	۰/۰۳*	۲۷۳/۶۴**
B×C	۲	۰/۰۱*	۰/۰۰۴*	۰/۰۱	۱۰۸/۱۲**
A×B×C	۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۱۶/۳۱
اشتباه	۳۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۳۴/۷۰
ضریب تغییرات(درصد)		۸/۸۵	۱۱/۷۶	۹/۲۸	۱۰/۰۹

*و** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵و۱ درصد می‌باشد.

جدول پیوست ۵ ـ میانگین مربعات درصد همزیستی تحت تأثیر کود اوره، قارچ میکوریزا و اسید هیومیک در گیاه مرزه

منابع تغییر	درجه آزادی	کلونیزاسیون
تکرار	۲	۹۷۶/۳۸**
نیتروژن(A)	۲	۳۸۴/۷۲
مایکوریزا(B)	۲	۸۷/۵۰
A×B	۴	۱۲۸/۴۷
اسید هیومیک(C)	۱	۴۶/۲۹
A×C	۲	۲۵۸/۷۹
B×C	۲	۳۱/۰۱
A×B×C	۴	۳۹۲/۲۶**
اشتباه	۳۴	۱۴۱/۵۸
ضریب تغییرات(درصد)		۱۷/۴۱

*و** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵و۱ درصد می‌باشد.

جدول پیوست ۶ ـ میانگین مربعات غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندام هوایی گیاه تحت تأثیر کود اوره، قارچ میکوریزا و اسید هیومیک در گیاه مرزه

منابع تغییر	درجه آزادی	نیتروژن	پتاسیم	فسفر
تکرار	۲	۰/۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
نیتروژن(A)	۲	۰/۱۳*	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵
مایکوریز(B)	۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۰/۱۰۴**
A×B	۴	۰/۰۲	۰/۰۰۲*	۰/۰۲۹**
اسید هیومیک(C)	۱	۰/۱۳*	۰/۰۰۵**	۰/۲۴۸**
A×C	۲	۰/۴۱**	۰/۰۰۳*	۰/۱۶۰**
B×C	۲	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸
A×B×C	۴	۰/۰۸	۰/۰۰۶**	۰/۱۵۵**
اشتباه	۳۴	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات(درصد)		۲۹/۳۳	۷/۸۳	۲۷/۲۶

*و** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵و۱ درصد می‌باشد.

Abstract

main objective sustainable agriculture declining consumption , increased internal cycling of nutrients in soil by reducing tillage and application bio- fertilizers instead of chemical fertilizers to increase agricultural yields. Chemicals play an important role in increasing agricultural production , but it endangers the health of the environment. Therefore, applying the principles of ecological alternative to chemicals in food production is sustainable agriculture To this end, plans to investigate the effect of humic acid on mycorrhiza and *satureja hortensis* characteristics at different levels of urea fertilizer in crop year ۹۲ ۹۱ Science Education Center for Applied Research in the greenhouse agriculture was conducted in Semnan city . Factorial experimental design used is based on a randomized complete block design with three replications. Factor fertilizer including urea (three levels : ۰ , ۱۲۵ and ۱۷۵ kg/ha) and mycorrhiza (three levels : no use, species Glomus mosseae and species Glomus interaradices) and humic acid (two levels of non-use and application of ۲ kg/ha) were . according to the results of urea fertilizer increased dry shoot traits such as yield , root dry weight , height , leaf oil yield, photosynthetic pigments were Mycorrhizal inoculum effect also means you dried roots , essential oil yield , photosynthesis pigments and root colonization. Application of humic acid had no significant effect on yield and oil yields but increased the concentration of NPK plant and root dry weight , photosynthetic pigments. The results showed that the combined use of fertilizers, application of different amounts of urea and the like interaradices had the greatest influence on the traits measured. Seems to combine different amounts of urea fertilizer and mycorrhizal species interaradices affects some physical properties , chemical and biological soil improves plant growth conditions were *satureja hortensis.*

Key word: *satureja hortensis,* mycorrhizal, photosynthetic pigments, oil yields, , humic acid.

Shahrood University of Technology

Faculty Agriculer

The Effect of mycorrhiza and humic acid application on quality and quantity characteristics of *Satureia hortensis* in different levels of nitrogen

Mehri Golshan

Supervisor(s):

Mohamadreza Amerian

Hamidreza Asghari

July ۲۰۱۴