بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی کشاورزی

رشته کشاورزی گرایش علوم باغبانی

پایان نامه کارشناسی ارشد

ارزیابی مقاومت به تنش خشکی سه رقم انگور تحت تیمار میکوریزا

نگارنده: عظیمه کمایستانی

استاد راهنما:

دکتر مهدی رضائی

اساتید مشاور:

دکتر حمیدرضا اصغری

مهندس حسن قربانی قوژدی

شهریور ۱۳۹۵

پیوست شماره ۲

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده کشاورزی

گروه: علوم باغبانی و گیاهپزشکی

پایان نامه کارشناسی ارشد خانم عظیمه کمایستانی به شماره دانشجویی: **۹۳۱۴۴۸۴**

تحت عنوان: ارزیابی مقاومت به تنش خشکی سه رقم انگور تحت تیمار میکوریزا

در تاریخ ۱۳۹۵/۶/۱۵ 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 مهدی رضائی		نام و نام خانوادگی : دکتر حمیدرضا اصغری	
نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی : مهندس حسن قربانی قوژدی	

اساتید داور	امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء
نام و نام خانوادگی : دکتر زیبا قسیمی حق		نام و نام خانوادگی : دکتر سیدحسین حسینی	
نام و نام خانوادگی : دکتر حجت اله بداقی			

تقدیم به:

همسرم که سایه مهربانیش سایه سار زندگیم می باشد، او که اسوه صبر و تحمل بوده و مشکلات مسیر را برایم تسهیل نمود.

دخترم که وجودش شادی بخش و صفایش مایه آرامش من است.

به خانواده ی گرامی:

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

سپاسگزاری:

حمد و ستایش پروردگار عالمیان را که اندیشه و عشق را به بشر ارزانی داشت تا با کنکاش در تمام اسرار آفرینش، یکایک ذرات هستی را به جلوه ی حق دانسته و نه تنها از جهل و نادانی بگریزد، بلکه به مقام معشوق نزدیک گردد. عالی ترین مراتب سپاس و قدردانی خود را به محضر استاد محترم راهنما **دکتر مهدی رضایی**، اساتید مشاور **دکتر حمیدرضا اصغری و مهندس حسن قربانی قوژدی** که در طی مراحل تحقیق و در نهایت صبر و صمیمیت و شکیبایی، بزرگوارانه بنده را در انجام امور پایان نامه یاری فرمودند، سپاسگذاری نمایم.

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

تعهد نامه

اینجانب **عظیمه کمایستانی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی (علوم باغبانی) دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **ارزیابی مقاومت به تنش خشکی سه رقم انگور تحت تیمار میکوریزا** تحت راهنمائی **دکتر مهدی رضائی** متعهد می شوم.

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

تاریخ:

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

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

چکیده:

تنش خشکی و کمبود آب از مهمترین عوامل کاهش محصولات کشاورزی در دنیا می‌باشد. قارچ‌های میکوریزا یکی از انواع کودهای بیولوژیک هستند. به منظور بررسی مقاومت به تنش خشکی ارقام شاهرودی، پیکانی و کشمشی تحت تیمار میکوریزا گونه *Glomus mosseae* آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود اجرا شد. برای هر گلدان ۱۰۰ گرم میکوریزا استفاده شد. قلمه‌های ریشه‌دار انگور پس از انتقال به گلدان در اسفند ماه و به مدت سه ماه جهت تثبیت به طور معمول آبیاری و به صورت تک شاخه پرورش یافتند. تیمار خشکی به صورت آبیاری قلمه‌های ریشه‌دار در سه سطح ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد از ظرفیت زراعی خاک گلدان به مدت دو ماه اعمال گردید. پس از اعمال تیمارهای خشکی صفات رویشی، فیزیولوژیکی و عناصر N، P و K اندازه‌گیری شد. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد تنش خشکی موجب کاهش معنی دار تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ، وزن کل و خصوصیات رویشی، خصوصیات فیزیولوژیکی شامل شاخص سبزینگی، هدایت روزنه‌ای، میزان نسبی آب بافت برگ، سطح برگ و عنصر نیتروژن برگ می شود. تنش خشکی موجب افزایش میزان پرولین، میزان عنصر پتاسیم در همه ارقام و میزان فسفر در ارقام شاهرودی و پیکانی در تیمار بدون میکوریزا و در همه ارقام در تیمار با میکوریزا گردید. تلقیح میکوریزا بر تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک ساقه سال جاری، طول ساقه سال جاری، طول ریشه، وزن خشک ریشه، سطح برگ و میزان پتاسیم اثر معنی دار گذاشت و منجر به افزایش آن‌ها گردید. میکوریزا موجب کاهش میزان سبزینگی و هدایت روزنه ای شد. این تغییرات در بین ارقام و تیمارهای خشکی متفاوت بود و رقم شاهرودی واکنش بهتری با میکوریزا نسبت به ارقام کشمشی و پیکانی نشان داد. ارقام کشمشی و شاهرودی در افزایش تنش خشکی نسبت به رقم پیکانی مقاوم-تر بودند و تغییرات کمتری را نشان دادند. رقم شاهرودی با تلقیح میکوریزا واکنش بهتری از خود نشان داد و مقاومت بیشتری نسبت به بدون میکوریزا در برخی صفات نشان داد.

کلمات کلیدی: تنش خشکی، میکوریزا، انگور، ظرفیت زراعی، عناصر، پرولین

عنوان صفحه

فصل اول : مقدمه **۱**

اهداف پژوهش : ۳

کلیات ۴

۱-۱- منشأ پیدایش و گیاه شناسی ۴

۱-۲- ارزش غذایی ۷

۱-۳- مصارف ۸

۱-۴- مقایسه جایگاه تولید انگور در ایران و جهان ۹

۱-۵- پراکنش میوه انگور در جهان ۱۲

۱-۶- احتیاجات آب و هوایی ۱۳

۱-۷- شرایط خاک ۱۳

۱-۸- ویژگی‌های انواع گونه‌های انگور ۱۴

۱-۸-۱- گونه انگور آمریکایی ۱۴

۱-۸-۲- گونه انگور آسیایی ۱۴

۱-۸-۳- گونه‌های آسیا- اروپایی ۱۵

۱-۹- ارقام انگور ۱۵

۱-۱۰- ازدیاد انگور ۱۵

۱-۱۱- تنش ۱۶

۱-۱۱-۱- تنش خشکی ۱۷

۱-۱۲- قارچ‌های میکوریزا ۱۸

۱-۱۲-۱- تقسیم بندی قارچ‌های میکوریزا ۱۸

۱-۱۲-۱-۱- اکتومیکوریزا (میکوریزای خارجی) ۱۸
۱-۱۲-۱-۲- اندومیکوریزا (میکوریزای داخلی) ۱۹
۱-۱۲-۱-۳- اکت- آندومیکوریزا (میکوریزای داخلی- خارجی) ۱۹
۱-۱۲-۲- قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار (AM) ۲۰
فصل دوم: بررسی منابع ۲۱
۲-۱- تنش خشکی ۲۲
۲-۱-۱- تأثیر تنش خشکی در گیاهان ۲۲
۲-۲- اثر قارچ میکوریزا در گیاه ۲۶
۲-۳- پرولین ۲۸
فصل سوم: مواد و روش‌ها ۲۹
۳-۱- مکان، موقعیت جغرافیایی و اقلیمی محل اجرای آزمایش ۳۰
۳-۲- طرح آماری، فاکتورهای آزمایشی ۳۰
۳-۳- ویژگی پایه های مورد تحقیق ۳۰
۳-۳-۱- مشخصات رقم شاهرودی (سرخ فخری) ۳۱
۳-۳-۲- مشخصات رقم پیکانی ۳۱
۳-۳-۳- مشخصات رقم کشمشی ۳۱
۳-۴- مراحل کشت قلمه‌ها ۳۱
۳-۵- اندازه‌گیری پارامترها ۳۲
۳-۵-۱- اندازه‌گیری پارامترهای مورفولوژیکی و رشدی ۳۲
۳-۵-۲- اندازه‌گیری پارامترهای فیزیولوژیکی ۳۳
۳-۶- اندازه‌گیری مواد معدنی ۳۴

۳-۶-۱- اندازه‌گیری ازت ۳۴
۳-۶-۲- اندازه‌گیری فسفر ۳۵
۳-۶-۳- اندازه‌گیری پتاسیم ۳۶
۳-۷- اندازه گیری پرولین ۳۷
۳-۸- تجزیه آماری داده ۳۷
فصل چهارم: نتایج و بحث ۳۹
۴-۱- خصوصیات رشدی ۴۰
۴-۱-۱- صفات مربوط به برگ ۴۰
۴-۱-۱-۱- تعداد برگ ۴۰
۴-۱-۱-۲- وزن تر و خشک برگ ۴۱
۴-۱-۲- صفات مربوط به ساقه ۴۳
۴-۱-۲-۱- تعداد گره ۴۳
۴-۱-۲-۲- وزن تر و خشک ساقه سال جاری ۴۴
۴-۱-۲-۳- طول ساقه سال جاری ۴۵
۴-۱-۳- صفات مربوط به ریشه ۴۶
۴-۱-۳-۱- طول ریشه ۴۶
۴-۱-۳-۲- وزن تر و خشک ریشه ۴۷
۴-۱-۴- وزن کل ۴۹
۴-۲- پارامترهای فیزیولوژیکی و پرولین ۵۳
۴-۲-۱- میزان شاخص سبزینگی (اسپد) ۵۳
۴-۲-۲- هدایت روزنه ای ۵۴
۴-۲-۳- کارآیی مصرف آب ۵۶

۴-۲-۴- میزان نسبی آب بافت برگ (RWC) ۵۷
۴-۲-۵- سطح برگ ۵۸
۴-۲-۶- پرولین ۵۸
۴-۳- جذب عناصر غذایی ۶۴
۴-۳-۱- نیتروژن ۶۴
۴-۳-۲- فسفر ۶۵
۴-۳-۳- پتاسیم ۶۶
۴-۴- نتیجه‌گیری نهایی ۷۰
۴-۵- پیشنهادات ۷۲
۴-۶- پیوست ۷۳
۴-۷- منابع ۷۷

جدول ۱ـ۱- ترکیبات موجود در ۱۰۰گرم میوه تازه انگور ۸
جدول ۱ـ۲- سطح زیرکشت، تولید و عملکرد انگور در جهان (FAO, 2012)..... ۹
جدول ۴-۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در تیمار خشکی بر صفت تعداد برگ..... ۴۱
جدول ۴-۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در میکوریزا بر صفت تعداد برگ..... ۴۱
جدول ۴-۳- مقایسه میانگین اثر ساده تیمار خشکی بر صفت وزن تر و خشک برگ..... ۴۲
جدول ۴-۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در میکوریزا بر صفت وزن تر و خشک برگ..... ۴۲
جدول ۴-۵- مقایسه میانگین اثر ساده رقم بر صفت وزن تر و خشک ریشه..... ۴۸
جدول ۴-۶- مقایسه میانگین اثر ساده رقم بر صفت وزن کل..... ۴۹
جدول ۴-۷- مقایسه میانگین اثر ساده تیمارخشکی بر صفت وزن کل..... ۵۰
جدول ۴-۸- مقایسه میانگین اثر ساده میکوریزا بر صفت شاخص میزان سبزینگی (اسپد)..... ۵۳
جدول ۴-۹- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در تیمار خشکی بر صفت شاخص میزان سبزینگی (اسپد)..... ۵۴
جدول ۴-۱۰- مقایسه میانگین اثر ساده رقم بر صفت هدایت روزنه‌ای ۵۴
جدول ۴-۱۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل خشکی و میکوریزا بر صفت هدایت روزنه‌ای ۵۵
جدول ۴-۱۲- مقایسه میانگین اثر ساده رقم بر صفت میزان نسبی آب بافت برگ..... ۵۷
جدول ۴-۱۳- مقایسه میانگین اثر ساده تیمارخشکی بر صفت میزان نسبی آب بافت برگ ۵۷
جدول ۴-۱۴- مقایسه میانگین اثر ساده تیمارخشکی بر میزان پرولین..... ۵۹
جدول ۴-۱۵- مقایسه میانگین اثر ساده تیمارخشکی بر غلظت نیتروژن..... ۶۵
جدول ۴-۱۶- مقایسه میانگین اثر ساده میکوریزا بر غلظت پتاسیم برگ..... ۶۶
جدول ۴-۱۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و تیمار خشکی بر غلظت پتاسیم برگ ۶۷

نمودار ۱-۱- روند تولید انگور در سال‌های (۲۰۰۳-۲۰۱۲) در جهان ۱۰
نمودار ۱-۲- میزان تولید و عملکرد انگور به تفکیک استان در سال ۱۳۹۲ (آمارنامه کشاورزی) ۱۱
نمودار ۱-۳- روند تغییرات سطح زیر کشت انگور از سال‌های (۲۰۱۲- ۲۰۰۷) در ایران ۱۱
نمودار ۱-۴- روند تولید انگور در سال‌های (۲۰۱۲-۲۰۰۷) در ایران ۱۲
نمودار ۱-۵- روند تغییرات عملکرد انگور ایران در سال‌های (۲۰۱۲- ۲۰۰۷) در ایران ۱۲
نمودار ۴-۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت تعداد گره ۴۳
نمودار ۴-۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت وزن تر ساقه سال جاری ۴۴
نمودار ۴-۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت وزن خشک ساقه سال جاری. ۴۵
نمودار ۴-۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت طول ساقه سال جاری ۴۶
نمودار ۴-۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت طول ریشه ۴۷
نمودار ۴-۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت وزن خشک ریشه ۴۹
نمودار ۴-۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت کارایی مصرف آب ۵۶
نمودار ۴-۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر میزان سطح برگ ۵۸
نمودار ۴-۹- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر غلظت فسفر برگ ۶۶

جدول پیوست ۱- تجزیه واریانس اثر میکوریزا و تنش خشکی بر روی صفات مورفولوژیکی ۷۴
جدول پیوست ۲- تجزیه واریانس اثر میکوریزا و تنش خشکی بر روی صفات فیزیولوژیکی و پرولین ۷۵
جدول پیوست ۳- تجزیه واریانس اثر میکوریزا و تنش خشکی بر روی غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم ۷۶

فصل اول

مقدمه

کشور ایران یکی از مناطق مهم و بالقوه تولید میوه در جهان به شمار می‌آید که این امر ناشی از وجود مناطق آب و هوایی متنوع در کشور است. انگور یکی از مهمترین میوه‌های خوراکی کشت شده در سرتاسر جهان محسوب می‌شود و نیز یکی از میوه‌های پرمصرف در ایران است که هم به صورت تازه‌خوری و هم تولید کشمش و دیگر فرآورده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مناطقی که بارندگی سالیانه بیشتر از ۳۰۰ میلیمتر باشد می‌توان انگور را به صورت دیم کشت کرد اما در صورت کمبود بارندگی، در طی فصل رشد۴-۳ نوبت آبیاری انجام می‌گیرد (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل محدود کننده رشد و عملکرد گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا و ایران است. کشور ایران به عنوان یک کشور نیمه خشک سالانه خسارات زیادی را از کمبود آب در بخش کشاورزی متحمل می‌شود. آب نقش مهمی در تنظیم رشد و نمو گیاه بازی می‌کند (Alam, 1999). بطور کلی آب یکی از عوامل محدودکننده است که بر فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی تأثیر می‌گذارد (Bradford, 1994).

اغلب گیاهان عالی در بعضی از مراحل نمو در معرض درجات مختلفی از تنش آبی قرار می‌گیرند. نوع تنش آبی ممکن است از نوسانات خیلی کم در رطوبت جو و میزان تابش در محل‌های طبیعی خیلی مرطوب تا کسر آبی شدید خاک و رطوبت‌نسبی پایین در محیط‌های خشک، متفاوت باشد. تحمل به تنش خشکی در گیاهان حاصل فرآیندهای مختلف فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و فنولوژیکی است که به تنهایی و یا در ترکیب با هم، واکنش گیاه را در مقابل تنش خشکی تعیین می‌نمایند (Passioura, 2007).

با توجه به تغییرات آب و هوایی جهان که ناشی از گرم شدن زمین است و همچنین موقعیت جغرافیایی کشور که در منطقه‌ی گرم و خشک قرار دارد و ذخایر آبی نیز محدود است، می‌توان با استفاده از روش‌هایی که باعث مصرف کم آب با تولید و عملکرد مناسب شود، مقدار آب آبیاری را در محصولات کشاورزی کاهش داد.

قارچ‌های میکوریزای در سال‌های اخیر برای مقابله با کم‌آبی و تنش‌های خشکی در بسیاری از گیاهان مورد استفاده قرار گرفته است (Song, 2005). مطالعات بوم‌شناسی و فیزیولوژیکی اثبات کرده است که اغلب هم‌زیستی میکوریزای باعث جذب بهتر آب از خاک می‌شود. قارچ‌های میکوریزا، باعث افزایش سطح جذب ریشه می‌شوند که به گیاه میزبان کمک می‌کنند تا میزان آب بیشتری از خاک جذب نماید (Auge *et al*, 2001). گاهی اوقات رابطه هم‌زیستی میکوریزا از طریق اجتناب از خشکی، گیاهان را در مقابل تنش حفظ می‌کند و این کار را با افزایش جذب عناصر فسفر و سایر عناصر ضروری برای رشد و توسعه گیاه انجام می‌دهد (Auge *et al*, 2001).

وقوع خشکسالی‌های مداوم در سال‌های اخیر که پهنه عظیمی از کشور را تحت تأثیر قرار داد، زنگ خطر مکرری را برای تولیدات کشاورزی و ثبات تولید به صدا درآورد.

بنابراین، اهداف پژوهش حاضر شامل موارد زیر می باشد:

۱- بررسی واکنش‌های فیزیولوژیکی رقم‌های مهم انگور به تنش خشکی

۲- بررسی کاربرد میکوریزا برای کاهش اثرات تنش خشکی در انگور

۳- بررسی تأثیر ژنوتیپ و قارچ میکوریزا بر خصوصیات رویشی و فیزیولوژیکی انگور

۴- ارزیابی میزان عناصر ماکرو و پرولین تحت تیمار خشکی و کاربرد میکوریزا در انگور

کلیات

۱-۱- منشأ پیدایش و گیاهشناسی

انگور با نام علمی (*Vitis vinifera* L.) یکی از مهم‌ترین میوه‌های خوراکی کشت شده در سرتاسر جهان محسوب می‌شود. این گیاه متعلق به خانواده ویتاسه[۱] است که این تیره را آمپلیداسه[۲] یا سارمانتاسه[۳] نیز می‌نامند (تفضلی و همکاران، ۱۳۷۳). از ۱۷ جنس متعلق به خانواده ویتاسه تنها جنس ویتیس میوه‌های خوراکی تولید می کند. این جنس دارای دو زیر جنس موسکادینه[۴] (حاوی ۴۰ عدد کروموزوم) و ائوویتیس[۵] (حاوی ۳۶ عدد کروموزوم) است که زیرجنس ائوویتیس خود به سه گونه وحشی آمریکایی، آسیایی و اروپایی تقسیم می‌شود (Mohan *et al*., 2009).

به عقیده بیشتر دانشمندان، انگور دنیای قدیم (*Vitis vinifera* L.) که مادر ۹۰ درصد از انگورهای کشت شده فعلی است، احتمالاً از منطقه حد فاصل دریای سیاه و دریای خزر (خاورمیانه) منشأ گرفته و کشت آن از پنج تا شش هزار سال قبل از میلاد آغاز شده است. کشور ایران که قسمت اصلی و مرکزی فلات ایران را تشکیل می‌دهد به عنوان موطن اصلی تاک شناخته شده و از این قسمت به نقاط دیگر جهان منتقل شده است (Jackson & Looney, 1999). انگور گیاهی رونده بوده، تنه و شاخه‌های آن به صورت طبیعی بر روی زمین حالت خزنده دارند و در صورت تماس با قیم به اطراف آن توسط پیچک‌های موجود بر روی شاخه‌های یک‌ساله، پیچ خورده و خود را از قیم بالا می‌کشند (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

وظیفه ریشه گیاه جذب آب و مواد غذایی بوده و در ضمن موجب تثبیت آن در خاک می‌گردد. ریشه‌های به دست آمده از بذر انگور رشد طولی بیشتر داشته، ریشه‌های راست حاصل نموده و تا عمق ۴-۳ متر خاک نفوذ می‌کنند. در صورت ازدیاد انگور از طریق قلمه، ریشه‌های نابجا حاصل

1- Vitaceae
2-Ampelidaceae
3- Sarmantaceae
4- Muscadiniae
5- Euvitis

می‌شود و پراکنش ریشه اکثراً نزدیک سطح خاک می‌باشد. برای رشد و نمو ریشه‌ها به دما، رطوبت و مواد غذایی نیاز می‌باشد. دمای مناسب برای رشد ریشه‌ها ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. به دلیل گرم‌تر بودن سطح خاک از اعماق آن، ریشه‌های نزدیک به طوقه گیاه از رشد بیشتری برخوردار می‌باشد. جذب آب و مواد غذایی از طریق تارهای کشنده[1] که در نزدیک نوک ریشه‌های فرعی قرار دارند، انجام می‌گیرد (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

در صورت هدایت بوته به قیم، تنه قائم حاصل می‌شود و بعد از چند سال قطر تنه افزایش یافته و خشبی می‌شود و می‌تواند بدون نیاز به قیم به طور عمودی در سطح خاک استقرار یابد. ارتفاع تنه بستگی به روش‌های مختلف تربیت و هدایت بوته‌ها دارد. در روی تنه بازوهای اصلی قرار می‌گیرند و تعداد بازوهای اصلی نیز به سیستم تربیت و هدایت بوته‌ها وابسته می‌باشد. روی بازوهای اصلی نیز بازوهای فرعی مستقر بوده و طول آن‌ها کوتاه‌تر از بازوهای اصلی می‌باشد (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

شاخه‌های یک‌ساله انگور حاوی گره و میانگره بوده و نوک شاخه دارای مریستم انتهایی می‌باشد و در اثر فعالیت این بافت در طی فصل رشد گره و میانگره‌های جدید حاصل می‌شود. بر روی هر گره، برگ، جوانه فرعی، جوانه اصلی، پیچک و یا خوشه حاصل می‌شود. البته بعضی از گره ها فاقد پیچک و یا خوشه می‌باشند. در محل گره‌ها میزان آب، مواد معدنی و کربوهیدرات بیشتر از میانگره‌ها بوده و بدین علت زودتر از قسمت‌های دیگر شاخه مورد حمله میکروارگانیسم‌ها قرار می‌گیرند (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶). جوانه‌های انگور را می‌توان از لحاظ محل استقرار بر روی بوته به دو گروه تقسیم نمود. جوانه‌هایی که در اندام‌های مسن بوته نظیر تنه، بازوهای اصلی و بازوهای فرعی حاصل می‌شوند و به نام جوانه‌های مخفی[2] معروف بوده و معمولاً این نوع جوانه‌ها غیربارور می‌باشند. گروه دوم جوانه‌ها بر روی شاخه‌های یک‌ساله انگور مستقر بوده و شامل جوانه اصلی و جوانه فرعی می‌باشند. جوانه‌های فرعی شاخه‌های جانبی را حاصل می‌کنند و جوانه‌های اصلی به دو گروه

1- Root hoirs
2- Latent buds

جوانه‌های بارور (جوانه زایشی)[1] و جوانه‌های غیربارور (جوانه رویشی)[2] تقسیم می‌شوند. جوانه‌های بارور انگور از نوع جوانه مرکب[3] بوده و بعد از بیدار شدن، ابتدا شاخه یک‌ساله حاصل می شود و بر روی شاخه به وجود آمده بین ۱ الی ۴ عدد خوشه ظاهر می‌شود (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶). گل‌های انگور بسیار کوچک بوده و در انشعابات فرعی گل‌آذین خوشه‌ای ظاهر می‌گردند. گلدهی ۲-۱/۵ ماه بعد از بیدار شدن جوانه‌ها و در اواخر خرداد الی نیمه اول تیر ماه انجام می‌گیرد و میانگین دمای مناسب باز شدن گل‌ها ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. اکثر ارقام تجاری در گروه آسیا-اروپایی گل-های کامل[4] دارند. گل کامل حاوی ۵ پرچم و یک مادگی ۳-۲ برچه‌ای می‌باشد. برخی از ارقام انگور نظیر یاقوتی قرمز، خلیلی ماده، زهره بیستی، پرلت[5] و کورینت سیاه[6] پرچم‌های فعال نداشته و برای تولید میوه نیاز به ارقام گرده‌زا دارند. برخی گونه‌های آمریکایی نظیر *V.rotundifolia* دوپایه می-باشند (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶). پیچک[7] از لحاظ زیست‌شناسی تشابه عضوی[8] با خوشه دارد و در صورت تماس، به قیم‌های اطراف خود می‌پیچد. هر پیچک معمولاً حاوی ۳-۲ شاخه و گاهی اوقات ۴ شاخه می‌باشند و تا هنگامی که با قیم تماس نگرفته باشد، شاخه‌های آن به صورت مستقیم رشد می‌کنند. پیچک‌ها بر روی گره‌ها و در مقابل برگ و جوانه‌ها حاصل می‌شوند (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

برگ‌ها از اندام اصلی بوته‌های انگور بوده و برخی از پدیده‌های حیاتی نظیر فتوسنتز، تنفس و تعرق در آن‌ها انجام می‌گیرد. بر روی هر گره شاخه یک‌ساله، برگ حاصل می‌شود و در کنار دمبرگ دو عدد جوانه موجود می‌باشد. هر برگ به طور معمول حاوی ۵ لوب می‌باشد (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

1- Generative bud
2- Vegetative bud
3- Compound bud
4- Complete
5- Perlette
6- Black corinth
7- Tendril
8- Analog

اندازه چوب خوشه (باسک) به رقم گیاه، تغذیه بوته‌ها و شرایط اقلیمی وابسته می‌باشد و معمولاً ۵-۲ درصد از وزن خوشه را به خود اختصاص می‌دهد. شکل خوشه‌ها به صورت گرد، مخروطی، استوانه‌ای و مخروطی بالدار می‌باشد و حبه‌ها نیز به شکل‌های گرد، بیضی و استوانه‌ای می‌باشند. از لحاظ رنگ پوست میوه می‌توان ارقام انگور را به زرد طلایی، صورتی، قرمز روشن، قرمز براق، قرمز تیره، ارغوانی و قرمز مایل به سیاه طبقه‌بندی کرد (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

۱-۲- ارزش غذایی

انگور حاوی مواد معدنی نظیر پتاسیم، کلسیم، آهن، فسفر و منیزیم می‌باشد و منبع غنی ویتامین-های B, A و C است. عمده‌ترین قندهای انگور فروکتوز و می‌باشد که حدود ۹۹-۹۸ درصد مواد قندی حبه انگور را تشکیل داده و به طور کلی ۲۷-۱۲ درصد از وزن حبه را شامل می‌شوند. علاوه بر قندها، انگور دارای اسید تارتاریک (اسید انگور) و اسید مالیک فراوانی است که حدود ۹۰ درصد کل اسیدهای انگور را شامل می شود. اسید سیتریک نیز در زمان رسیدن انگور به مقدار ناچیزی حدود ۰/۰۳-۰/۰۲ درصد در میوه وجود دارد (گنجی مقدم، ۱۳۹۰).

قابل ذکر است که میزان اسید در انگور در مناطق سرد بیشتر از مناطق گرم بوده و مواد ازته انگور به صورت نیترات‌ها، اسیدها و آمین‌ها در آن تجمع می‌یابند. انگور در مقایسه با میوه‌های دیگر دارای تیامین و اسید نیکوتینیک بسیار بالایی بوده و در زمان رسیدن میوه مقدار ناچیزی از ویتامین‌ها درون حبه تشکیل می‌شوند (گنجی مقدم، ۱۳۹۰).

جدول ۱ـ۱- ترکیبات موجود در ۱۰۰گرم میوه تازه انگور

ترکیبات	واحد	مقدار
پروتئین	گرم	۰/۸
چربی	گرم	۰/۴
نیاسین	میلی گرم	۰/۲
اسید آسکوربیک	میلی گرم	۴
ویتامین A	واحد بین المللی	۸۰
منیزیم	میلی گرم	۷
کلسیم	میلی گرم	۱۷
پتاسیم	میلی گرم	۲۵
فسفر	میلی گرم	۲۱
آهن	میلی گرم	۰/۶

۱-۳- مصارف

استفاده از انگور محدود به میوه رسیده آن نبوده، بلکه، برگ و میوه نارس آن هم به صورت غوره مصرف غذایی دارد. از عصاره آن آب یا شیره انگور، از خشک شده آن به صورت کشمش، از محصولات تخمیری یا تقطیری آن به صورت شراب، الکل و سرکه، از روغن هسته انگور و پوسته حاصل از استخراج روغن هسته انگور در تهیه تانن، استفاده از کنجاله حاصل از استخراج روغن هسته انگور برای خوراک دام و در نهایت مصارف طبی و غذایی دیگر استفاده می‌شود. استفاده و استخراج رنگدانه‌های موجود در انگور مانند آنتوسیانین نیز از مصارف دیگر انگور است (گنجی مقدم، ۱۳۹۰).

از خواص درمانی انگور می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- حرارت لازم بدن را تأمین می‌کند.

۲- دفع کننده سموم بدن است.

۳- به دلیل داشتن پتاسیم، تقویت کننده عروق قلب است.

۴- به دلیل داشتن آهن، منیزیم و منگنز موجب درمان کم خونی می‌شود.

۵- انگور ملین بوده، تخمیرات روده را کم و صفرا را رقیق می‌کند.

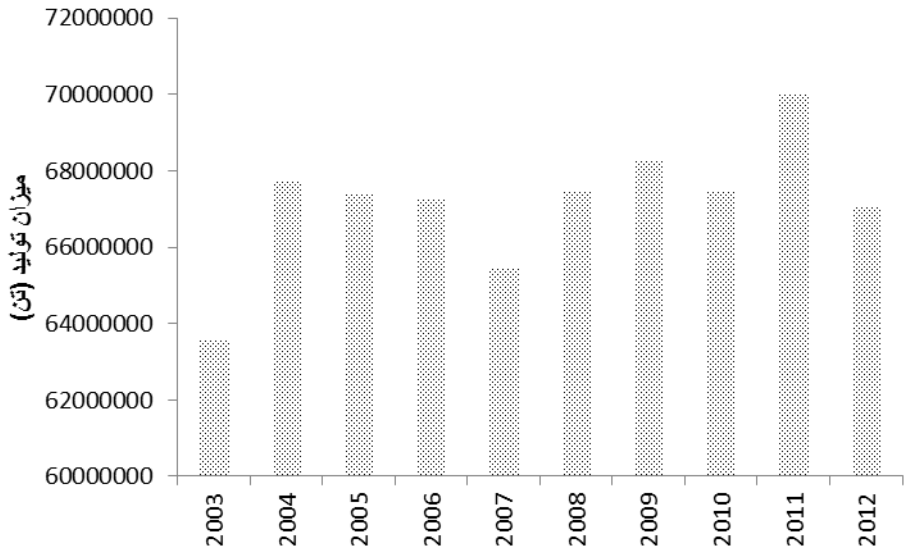
۶- آنتوسیانین‌های موجود در انگور به عنوان آنتی‌اکسیدانت قابل استفاده در صنعت داروسازی می-باشند (گنجی مقدم، ۱۳۹۰).

۱-۴- مقایسه جایگاه تولید انگور در ایران و جهان

براساس آمار سازمان خوار بار و کشاورزی (FAO, 2012) چین، آمریکا و ایتالیا سه کشور بزرگ تولید کننده انگور در جهان هستند که رتبه آنها نسبت به میزان تولید انگور در هر سال تغییر می کند (جدول ۱-۲). طبق این آمار ایران مقام نهم را در تولید انگور به خود اختصاص داده است (جدول ۱-۲). در حال حاضر رتبه ایران در تولید انگور به رتبه یازدهم تنزل کرده است اما آمار آن هنوز در دسترس نیست.

جدول ۱ـ۲- سطح زیر کشت ،تولید و عملکرد انگور در جهان(FAO, 2012)

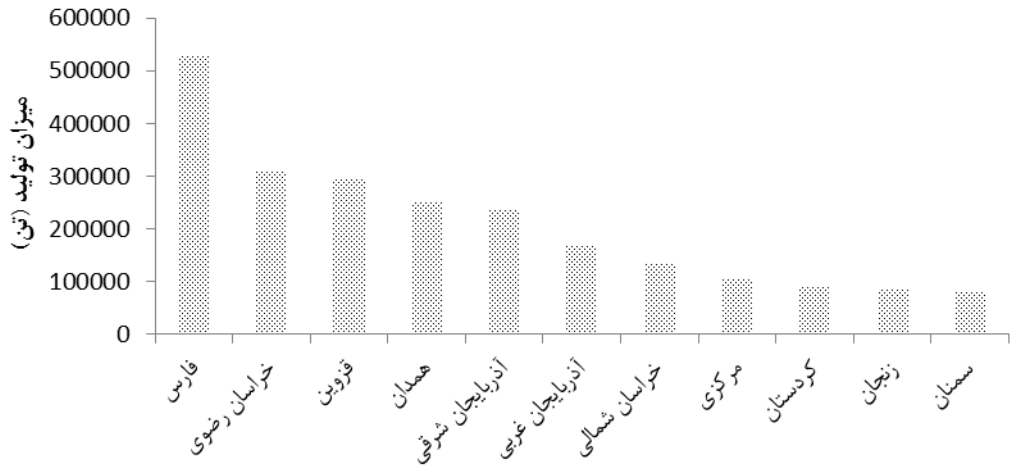
رتبه	کشور	سطح زیرکشت(Ha)	تولید(ton)	عملکرد (Hg/Ha)
۱	چین	۶۰۲۸۰۰	۹۶۹۹۲۶۷	۱۶۰۹۰۴
۲	آمریکا	۳۸۹۳۴۹	۶۶۶۱۸۲۰	۱۷۱۱۰۲
۳	ایتالیا	۶۹۶۷۵۶	۵۸۱۹۰۱۰	۸۳۵۱۶
۴	فرانسه	۷۶۰۸۰۵	۵۳۳۸۵۱۲	۷۰۱۶۹
۵	اسپانیا	۹۴۳۰۰۰	۵۲۳۸۳۰۰	۵۵۵۴۹
۶	ترکیه	۴۶۲۲۹۶	۴۲۷۵۶۵۹	۹۲۴۸۷
۷	شیلی	۲۰۴۰۰۰	۳۲۰۰۰۰۰	۱۵۶۸۶۳
۸	آرژانتین	۲۲۰۰۰۰	۲۸۰۰۰۰۰	۱۲۷۲۷۳
۹	ایران	۲۱۵۰۰۰	۲۱۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰
۱۰	استرالیا	۱۴۸۴۸۹	۱۶۵۶۶۲۱	۱۱۱۵۶۵



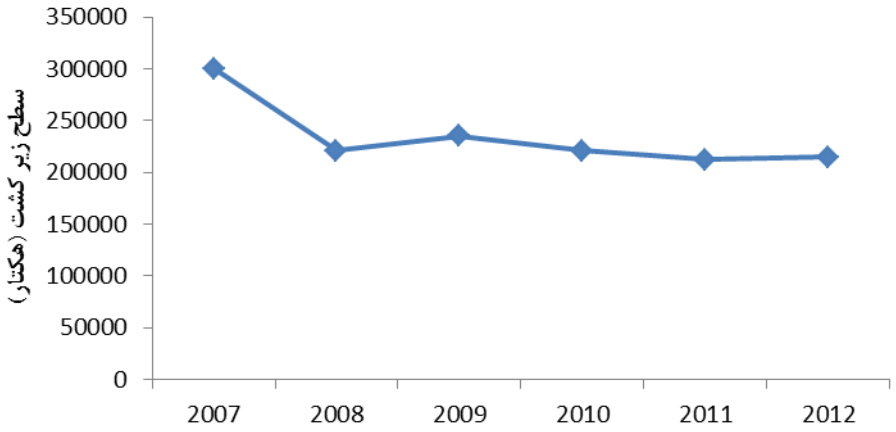
نمودار ۱-۱- روند تولید انگور در سال های (۲۰۱۲-۲۰۰۳) در جهان

نمودار (۱-۱) نشان می‌دهد که تولید انگور در بازه زمانی (۲۰۱۲-۲۰۰۳) آمار مختلفی را نشان می‌دهد که گاهی سیر نزولی و گاهی صعودی دارد. طبق این آمار، سال ۲۰۰۳ کمترین میزان تولید انگور و سال ۲۰۱۱ بیشترین میزان تولید انگور جهان را به خود اختصاص داده است.

استان های فارس با سهم ۱۹ درصدی، خراسان رضوی با سهم ۱۱ درصدی، قزوین با سهم ۱۰/۷۷ درصدی و همدان با سهم ۹ درصدی در رتبه‌های اول تا چهارم تولیدکنندگان انگورکشور قرار دارند و این چهار استان جمعاً در حدود ۵۰ درصد از کل تولید انگور کشور را تأمین نموده‌اند (نمودار ۱-۲) (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۲).

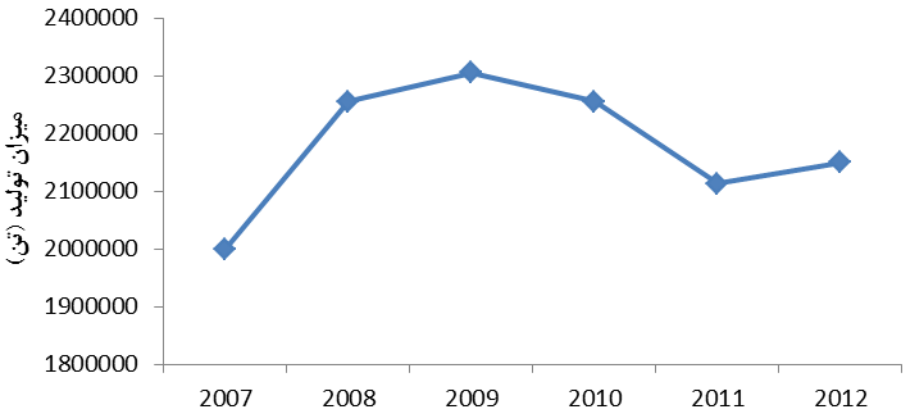


نمودار ۱-۲- میزان تولید و عملکرد محصول انگور به تفکیک استان در سال ۱۳۹۲ (آمارنامه کشاورزی)

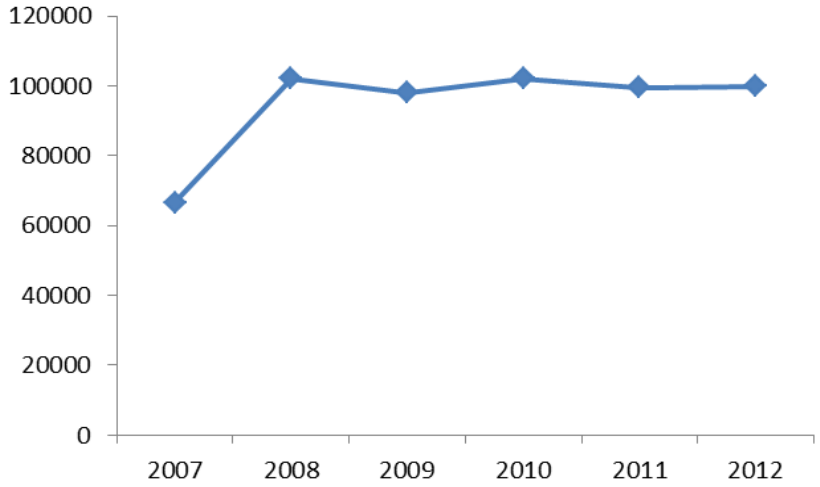


نمودار ۱-۳- روند تغییرات سطح زیر کشت انگور از سال های (۲۰۱۲-۲۰۰۷) در ایران

نمودار ۱-۳ نشان می‌دهد که سطح زیرکشت انگور در ایران، بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۲ روندی نزولی دارد اما میزان تولید انگور (نمودار ۱-۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش پیدا کرده و دوباره افزایش نشان داده است. روند تغییرات عملکرد انگور ابتدا افزایش و سپس تقریباً ثابت شده است (نمودار ۱-۵).



نمودار ۱-۴- روند تولید انگور در سال های (۲۰۱۲-۲۰۰۷) در ایران



نمودار ۱-۵- روند تغییرات عملکرد انگور ایران در سال های (۲۰۱۲-۲۰۰۷) در ایران

۱-۵- پراکنش میوه انگور در جهان

جنس ویتیس به طور وسیع در منطقه بزرگی در عرض جغرافیایی ۲۵ و ۵۰ درجه در آسیای شرقی، اروپا، آمریکای شمالی، خاورمیانه و به طور محدود در نواحی گرمسیر مکزیک، گواتمالا، جزایر وابسته به دریای کارائیب و شمال آمریکای جنوبی کشت می‌شود. به طور کلی این گیاه در همه قاره‌ها به جز نواحی قطب جنوب کشت می‌گردد (گنجی مقدم، ۱۳۹۰).

۱-۶- احتیاجات آب و هوایی

انگور از گیاهان مناطق معتدله گرم بوده و سرماهای شدید زمستان را تحمل نمی‌کند. در پراکنش جغرافیایی انگور، عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا موثر می‌باشد. در مناطق استوایی به دلیل عدم وجود سرمای کافی برای انگور، جهت برطرف شدن نیاز سرمایی، بوته‌های انگور به طور مداوم در حالت رویشی بوده و محصول حاصل نمی‌کنند. در مناطقی که انگور پرورش داده می‌شود میانگین دمای سالانه نباید از ۹ درجه سانتی‌گراد کمتر باشد. ذخیره واحد حرارتی از زمان گلدهی تا رسیدن محصول نسبت به ارقام زودرس ۲۰۰۰-۱۵۰۰ درجه-روز و برای ارقام دیررس ۳۰۰۰ درجه-روز می‌باشد. انگور از گیاهان مقاوم به خشکی بوده و آب بیش از حد موجب کاهش رشد و بروز بیماری‌های قارچی می‌گردد. در مناطقی که میانگین بارندگی بیشتر از ۳۰۰ میلی‌متر باشد، می‌توان انگور را به طور دیم پرورش داد. در مناطقی که سرعت باد بیشتر از ۴-۳ متر بر ثانیه باشد، به بوته‌های انگور آسیب وارد می‌شود. بادهای تند در اوایل فصل رشد، موجب شکسته شدن شاخساره‌های تازه تشکیل شده می‌گردد. در مناطق سردسیر، تگرگ‌های اوایل فصل رشد موجب شکستگی شاخه، زخمی شدن برگ و خوشه‌ها می‌گردد. بوته‌های انگور در طی فصل رشد، حداقل به ۱۳۰۰ ساعت طول روز نیازمند می‌باشند. در طی مدت فصل رشد، دمای مناسب ۳۰-۲۵ درجه سانتی گراد، مطلوب گزارش شده است. میزان نیاز سرمایی جوانه‌های انگور در دوره خواب نسبت به ارقام مختلف انگور ۳۵۰-۱۰۰ ساعت زیر ۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در دوره استراحت، بوته‌های انگور سرمای ۱۸- الی ۲۰- درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کنند اما سرماهای شدید به شاخه‌ها و حتی بازو و تنه انگور آسیب وارد می‌کند (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

۱-۷- شرایط خاک

انگور در انواع خاک‌ها قادر به رشد می‌باشد اما خاک‌های لومی شنی و بافت سبک برای این گیاه مناسب می‌باشد. میزان هوموس مناسب خاک برای انگور ۱۰-۵ درصد می‌باشد. انگور از گیاهان مقاوم به شوری خاک بوده و ۴-۳ گرم در لیتر نمک را می‌تواند تحمل کند. در ضمن این گیاه

مقاوم به آهک بوده و ۵۰-۴۰ درصد از آهک فعال خاک را تحمل می‌کند. خاک‌های سنگین و مرطوب که سطح ایستایی آب در آن‌ها بالا باشد، برای پرورش انگور مناسب نمی‌باشد. از عناصر مورد لزوم برای انگور می‌توان به ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، بر، منگنز و روی اشاره کرد (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

۱-۸- ویژگی‌های انواع گونه‌های انگور

گونه‌های معروف انگور در جهان به شرح زیر می‌باشند:

۱-۸- ۱-گونه انگور آمریکایی

در این گروه بیش از ۲۰ گونه موجود بوده و برخی از آن‌ها در انگورکاری به ویژه به عنوان پایه در شرایط مختلف آب و هوایی و نیز در شرایط مختلف خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند. این انگورها در برابر بیماری‌های باکتریایی و آفت شته فیلوکسرا مقاومت بالایی دارند. همچنین از آن‌ها در اصلاح و ایجاد پایه‌های جدید برای انگورهای اروپایی استفاده می‌شود. از گونه‌های این گروه می‌توان به ویتیس لابروسکا[1]، ویتیس ریپاریا[2] و ویتیس روپستریس[3] اشاره کرد (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

۱-۸-۲- گونه انگور آسیایی

در گروه آسیایی بیش از ۱۰ گونه موجود می‌باشد که به طور دقیق شناسایی نشده‌اند. گونه مهم این گونه ویتیس آمورنسیس[4] می‌باشد. بر اساس اظهار برخی از محققان، این گونه شبیه ویتیس وینیفرا بوده و رقمی از این گونه می‌باشد. پراکنش آن بیشتر در نواحی چین، سیبری و کره شمالی بوده و رشد رویشی قوی دارد. آمورنسیس مقاوم به سرما بوده و از گونه‌های زودرس به شمار می-آید. این گونه به شته فیلوکسرا حساس می‌باشد. از گونه‌های دیگر در گروه آسیایی می توان به ویتیس لانتانا[5] و ویتیس تومبرگی[6] اشاره کرد (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

1- *Vitis labrusca*
2- *Vitis riparia*
3- *Vitis rupestris*
4- *Vitis amurensis*
5- *Vitis lantana*
6- *Vitis thumbergi*

۱-۸-۳- گونه‌های آسیا- اروپایی

در این گروه گونه ویتیس وینیفرا موجود بوده و حاوی سه زیرگونه به نام‌های سیلوستریس[1]، کاکازیکا[2] و ساتیوآ[3] می‌باشد. زیرگونه سیلوستریس به صورت وحشی در جنگل‌های اروپای مرکزی و غربی، آسیای مرکزی و شمال آفریقا موجود بوده و به سفیدک و شته فیلوکسرا حساس می‌باشد. زیرگونه کاکازیکا در نواحی جنوبی روسیه، ارمنستان، قفقاز، ترکمنستان و ایران پراکنده می‌باشد. زیرگونه ساتیوآ به صورت وحشی در اروپا پراکنده بوده و به سفیدک و شته فیلوکسرا حساس می-باشد. ارقام تجاری انگور که میوه‌های قابل خوراک دارند متعلق به این زیرگونه می‌باشند. این ارقام به زمستان‌های نسبتاً سرد، تابستان‌های گرم و طولانی نیاز داشته، اکثراً مقاوم به خشکی، آهک و شوری متوسط خاک می‌باشند (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

۱-۹- ارقام انگور

از ارقام انگور می‌توان به بیدانه سفید (سلطانی یا سلطانیا)، بیدانه قرمز (عروس ورزن یا عروس بارگاه)، صاحبی، فخری، پیکانی (ریش بابا)، عسگری، شاهانی سیاه، شاهانی سفید، گزن دایی، یاقوتی قرمز، حسینی (گلین بارماغی یا خاتون بارماغی)، لعل بیدانه و ... اشاره کرد (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

۱-۱۰- ازدیاد انگور

روش معمول ازدیاد انگور به ویژه در مناطق عاری از شته فیلوکسرا، تهیه و کشت قلمه است. از ارقام مختلف انگور می‌توان قلمه‌های خشبی و قلمه سبز و قلمه‌های جوانه تهیه نمود. از دیگر روش‌های ازدیاد انگور می‌توان به ازدیاد از طریق بذر، خوابانیدن شاخه، پیوند زدن و ازدیاد از طریق کشت بافت اشاره کرد (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶). روش ریزازدیادی برای تکثیر برخی از ارقام سخت

1- *V. vinifera ssp. silvesteris*
2- *V. vinifera ssp.caucasica*
3-*V. vinifera ssp.sativa*

ریشه زا و هم چنین جدید دورگه، جهش یافته و گزینش شده با توجه به مواد اولیه کم و نیز صرفه جویی در زمان توصیه می شود (Poudel *et al*., 2005).

۱-۱۱- تنش

گیاهان در دوره حیات خود با انواع تنش‌های محیطی مواجه می‌شوند، این تنش‌ها شانس نمو و بقای گیاهان را محدود می‌کنند. در بسیاری از نقاط کره خاکی شرایط مناسب رشد فقط برای مدت کوتاهی دوام دارد و گیاهان مجبورند که در همین زمان کم، مراحل اساسی رشد خود را انجام دهند. در برخی نقاط هم که شرایط برای رشد مناسب است، افزایش تراکم و تعداد گیاهان عامل ایجاد رقابت برای گیاهان در به دست آوردن مواد غذایی، آب و نور است (سرمدنیا، ۱۳۷۲).

تنش‌های محیطی به دو گروه زیستی و غیرزیستی (فیزیک و شیمیایی) تقسیم می‌شوند. به هر نوع انحراف از حد مطلوب عوامل محیطی موثر که دارای توان بالقوه آسیب رسانی به موجود زنده باشد، تنش (از نظر زیست شناختی) گفته می‌شود. تنش‌های غیر زیستی به پنج دسته تقسیم می‌شوند که از بین آن‌ها خشکی، شوری و دما به دلیل گستردگی وسعت آن‌ها در جهان بیشتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند (سرمدنیا، ۱۳۷۲). براساس برآورد محققان مختلف، فقط ۱۰ درصد از اراضی دنیا عاری از هر گونه تنش می‌باشند. به طور کلی، عامل عمده در بین عملکرد واقعی و عملکرد بالقوه تنش‌های محیطی هستند (Dornescu *et al*., 1992).

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

۱-۱۱-۱- تنش خشکی

خشکی عبارتند از دوره‌ای که طی آن کمبود رطوبت رشد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد و یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده می‌باشد که هر ساله خسارت‌های هنگفتی به محصولات زراعی و باغی در جهان وارد می‌کند (Kramer & Boyer, 1997). گیاهان روش‌های مختلفی را در مواجه با کم آبی به کار می‌گیرند (Dan *et al*., 1997). اجتناب از تنش خشکی با روش‌هایی مانند بستن روزنه-ها، تغییر در سطح برگ و ریزش برگ انجام می‌شود و تحمل تنش خشکی عمدتاً در نتیجه تطابق اسمزی و تغییر در خاصیت الاستیکی بافت‌ها می‌باشد (De Herralde, 2000). میزان خسارت وارده به گیاه در اثر تنش خشکی، بسته به طول مدت خشکی، زمان وقوع تنش، فراوانی وقوع تنش، نوع گیاه و خصوصیات ذاتی خاک متفاوت است. در حدود یک سوم اراضی جهان با کمبود بارندگی مواجه اند و نیمی از این اراضی دارای بارندگی سالیانه کمتر از ۲۵۰ میلیمتر می‌باشند که یک چهارم تبخیر و تعرق بالقوه این مناطق است (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۳۷۳). در مناطق خشک و نیمه خشک علاوه بر میزان بارندگی کم، توزیع بارندگی از فصلی تا فصل دیگر و از سالی به سال دیگر متغیر بوده و بنابراین پیش‌بینی میزان و توزیع آن بسیار مشکل است (اهدایی، ۱۳۷۲). در کشور ما نیز به جز سواحل دریای خزر و قسمت‌های کوچکی از شمال غربی کشور بقیه مناطق تماماً جزء نقاط خشک و نیمه خشک محسوب می‌گردند و این در حالی است که مناطق خشک کشورمان نسبت به مناطق نیمه خشک آن، از وسعت بیشتری برخوردار است (اهدایی، ۱۳۷۲). تنش خشکی در حقیقت کاهش پتانسیل آب خاک است. در چنین شرایطی گیاه به منظور ادامه جذب آب، از طریق تجمع ترکیبات اسمزی از جمله قندهای محلول و پرولین، پتانسیل اسمزی خود را کاهش می‌دهد و به عبارتی تنظیم اسمزی صورت می‌گیرد (Martin *et al*., 1993).

۱-۱۲- قارچ‌های میکوریزا

عنوان «میکوریزا» به رابطه بین قارچ و ریشه برمی‌گردد و یکی از انواع کودهای بیولوژیک است که بخش نسبتاً مهمی از موجودات خاکزی را شامل می‌شود. این رابطه معمولاً همزیستی دوجانبه در نظر گرفته می‌شود به این ترتیب که گیاه میزبان، از طریق ریسه قارچی مواد معدنی دریافت می-کند (مایکوتروفیسم[۱]) در حالی که قارچ هتروتروف[۲] ترکیبات کربن را از فتوسنتز میزبان به دست می‌آورد. میکوریزا تقریباً در هر نوع خاکی یافت می‌شود. تمام تیره‌های گیاهی به جزء تعداد کمی از گونه‌های گیاهان آوندی (متعلق به خانواده‌های کراسیفرا[۳]، کنوپودیاسه[۴]، سیپراسه[۵]، کاریوفیلاسه[۶]، ژونکاسه[۷]) قادر به تشکیل میکوریزا هستند. همزیستی این قارچ با ریشه گیاهان میزبان و تشکیل سیستم میکوریزایی نقش مهمی در حاصلخیزی و پایداری اکوسیستم خاک دارد (Robert *et al.*, 2008).

۱-۱۲-۱- تقسیم بندی قارچ‌های میکوریزا

بر اساس نوع رابطه قارچ با گیاه و نیز چگونگی ارتباط بین میسلیوم قارچ و سلول ریشه، میکوریزا به سه گروه میکوریزای خارجی، میکوریزای داخلی و میکوریزای داخلی- خارجی تقسیم می‌شوند (Read. 1998). اخیراً نوعی ارتباط، تحت عنوان آلودگی مختلط به این گروه‌ها اضافه شده است.

۱-۱۲-۱-۱- اکتومیکوریزا (میکوریزای خارجی)[۸]

اکتومیکوریزاها بر روی گیاهان چوبی، از درختچه‌ها گرفته تا درختان جنگلی یافت می‌شوند. بالغ بر ۴۰۰۰ گونه قارچی شناخته شده‌اند که تشکیل دهنده اکتومیکوریزا هستند و عمدتاً متعلق به بازیدیومیست‌ها و تعداد اندکی از آن‌ها نیز متعلق به آسکومیست‌ها هستند. بسیاری از این قارچ‌ها

1 - Mycotrophism
2- Heterotrophic
3- Cruciferae
4- Chenopodiaceae
5- Cyperaceae
6- Caryophillaceae
7- Juncaceae
8- Ectomycorrizae

در کف جنگل، قارچ‌های خوراکی تولید می‌کنند. ویژگی مشخصه اکتومیکوریزا حضور هیف در بین سلول‌های پوست ریشه و تشکیل ساختاری شبکه مانند به نام شبکه هارتینگ است. بسیاری از اکتومیکوریزاها دارای غلافی از بافت‌های قارچی هستند که ممکن است تمامی ریشه‌های جذب کننده (معمولاً ریشه‌های ریز تغذیه کننده گیاه) را به طور کامل بپوشاند. ضخامت، رنگ و بافت غلاف، بستگی به نوع قارچ و گیاه شرکت کننده در رابطه همزیستی داشته و بسیار متغیر است. معمولاً غلاف، سطح جذب ریشه‌ها را افزایش داده و بر روی ریخت شناسی ریشه‌های ظریف اثر می‌گذارد که این امر موجب منشعب شدن ریشه می‌گردد (Smith & Smith, 1997).

۱-۱۲-۱-۲- اندومیکوریزا (میکوریزای داخلی)[1]

به تمام انواع میکوریزاهایی که در آن‌ها قارچ در داخل سلول‌های پوست ریشه گیاه (کورتکس) رشد می‌کنند، اندومیکوریزا گفته می‌شود و در یک تقسیم بندی کلی به ۲ گروه تقسیم می‌شوند. اول گروهی که میسلیوم آن‌ها دارای دیواره عرضی است. دوم، گروهی که میسلیوم آن‌ها فاقد دیواره عرضی است (مانند میکوریزایی که در خزه ها دیده می‌شود). به طور کلی، اندومیکوریزا، عمومی-ترین نوع میکوریزا هستند و از نظر نحوه تولید اسپور، شکل ظاهری و ساز و کار برقراری همزیستی، سه تیپ مشخص در آن‌ها دیده می‌شود (Read. 1998; Smith & Smith, 1997) : الف) میکوریزای آرباسکولار، ب) میکوریزای اریکاسئوس، پ) میکوریزای ارکیداسئوس.

۱-۱۲-۱-۳- اکت- اندومیکوریزا (میکوریزای داخلی- خارجی)[2]

حد واسط دو گروه قبلی است، یعنی در ساختمان این قارچ، هم میسلیوم درونی و هم میسلیوم بیرونی دیده می‌شود. این نوع میکوریزا در سیب و بلوط (صفایی، ۱۳۷۸)، در مخروطیان و گیاهان خزان‌دار و جنگل‌های سوخته دیده می‌شود. اکت- اندومیکوریزا یک ساختمان اکتومیکوریزایی مشخص تشکیل می‌دهد، به استثنای این که غلاف نازک بوده و یا وجود ندارد و هیف شبکه

1- Endomycorrizae
2- Ect-Endomycorrizae

هارتینگ ممکن است به داخل سلول های پوستی نفوذ کند. با بالغ شدن گیاهچه‌ها، اکتومیکوریزا جایگزین اکت-اندومیکوریزا می‌شود.

۱-۱۲-۲- قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار (AM)

در سال ۱۸۸۵ آلبرت برنارد فرانک (به گفته‌ی سیدیکویی[1] و همکاران، ۲۰۰۸) در مطالعه خود از خاک روی جمعیت میکروبی گیاه اصطلاح یونانی "میکوریزا" که به معنای واقعی کلمه به معنی ریشه‌های قارچ است را معرفی کرد که ریشه‌های قارچ نقش مهمی را در رشد گیاه، تسهیل در جذب فسفر، نیتروژن و کلسیم، توان مقاومت نسبت به بیماری، افزایش ریشه‌های مویین در افزایش جذب آب و کارایی بیشتر استفاده از آب، تشدید فعالیت تثبیت نیتروژن به دلیل بهبود تغذیه گیاه میزبان، افزایش در تولیدات هورمون‌های گیاهی و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و حفاظت و حاصلخیزی خاک ایفا می‌کنند. این قارچ‌ها رابطه همزیستی با بیش از ۸۰ درصد گیاهان آوندی دارند و در طی این همزیستی، میکوریزا، لیپیدها و کربوهیدارت‌های خود را از ریشه گیاه میزبان به دست می‌آورد. این تخصیص ذخایر کربنی به میکوریزاها باعث افزایش ۱۵ تا ۳۰ درصد وزن خشک ریشه‌های آلوده می‌شود (Harsh *et al*., 2006).

قارچ آربوسکولار میکوریزا در طبقه بندی جزء راسته گلومالس (Glomales) متشکل از ۶ جنس است که از این بین جنس گلوموس (Glomus) بیشترین تحقیقات را به خود اختصاص داده است (Smith & Read, 1997). طبق شواهد فسیلی (Naito *et al*., 1995) و تجزیه DNA و آنالیز توالی ژن ها در ۴۰۰ تا ۵۰۰ سال پیش می‌زیست (Simon *et al*., 1993). *Glomus mosseae* یکی از گونه‌های جنس گولوموس است که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است.

1- Siddiqui *et al*

فصل دوم

مروری بر پژوهش های پیشین

۲-۱- تنش خشکی

مسئله خشکی و خشکسالی از مقوله‌هایی است که بحث پیرامون آن در تمام دنیا جریان دارد. ماهیت آن پیچیده و شیوه لمس دقیق آن بس مشکل می‌باشد. دلیل عمده این مشکل از این واقعیت سرچشمه می‌گیرد که بروز خشکی متکی به عوامل مختلف است. از این رو نه تنها در تعریف خشکی بلکه در ارائه شاخص‌ها نیز اتفاق نظر چندانی وجود ندارد (رسولی و گل محمدی، ۱۳۸۸). از نظر تکاملی، مقاومت به خشکی عبارت است از توان زنده ماندن یک گونه از نسلی به نسل دیگر در تحت شرایط آب قابل دسترس محدود. این تعریف بسیار فراتر از زنده ماندن از یک فصل تا فصل دیگر در یک دوره خشکی می‌باشد. زنده ماندن گونه بستگی به راه تکثیر جنسی و غیر جنسی دارد. بدیهی است که گیاهان زراعی مورد استفاده بشر از طریق انتخاب طبیعی به بعضی محیط‌های خیلی خشن و متغیر سازش پیدا کرده اند. مقاومت به خشکی در مفهوم کشاورزی شامل توان تولید اقتصادی یک محصول در شرایط آب قابل دسترس محدود می‌باشد (کافی و مهدوی دامغانی، ۱۳۸۱).

۲-۱-۱- تأثیر تنش خشکی در گیاهان

در کل تنش خشکی اثرات عمیقی روی فیزیولوژی گیاهان دارد. فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان مانند فتوسنتز و تعرق وابسته به سرعت، شدت و طول دوره‌ای که خشکی اتفاق می‌افتد دارد (Vadell & Medrano, 1992). به طور معمول اولین نشانه تنش خشکی در سطح روزنه‌ها ظاهر می‌شود. روزنه‌ها درجه باز شدن خود را جهت جلوگیری از خشک شدن کاهش می‌دهند (Flexas & Medrano, 2002). در پی این مساله به دلیل کاهش مقدار آب داخلی در اثر بسته شدن روزنه‌ها فتوسنتز تحت تاثیر قرار می‌گیرد. به عنوان نمونه فتوسنتز خالص به طور ناگزیری در نتیجه کاهش دسترسی به CO_2 کلروپلاست کاهش می‌یابد (Cornic, 1994). سرعت‌های فتوسنتزی و هدایت روزنه‌ای در درختان نارنگی انشو به طور معنی داری با افزایش از دست دهی آب کاهش یافت

(Yakushiji *et al*., 1998). نتایج مشابهی در سدر توسط (Epron, 1997) و در سیب توسط (Fernandez *et al*., 1997) گزارش شده است.

مریاکس و رودن[1] در سال ۱۹۸۱ رقم انگور گرینچ[2] را با ۲۰۰ لیتر آب، آبیاری کردند و در شش مرحله مختلف رشد، مورد تنش خشکی قرار دادند. تجزیه داده‌های حاصل از اندازه گیری تعداد برگ، وزن و مقدار قند حبه‌ها نشان داد که در این شرایط ۷۳ درصد شاخه‌ها و برگ‌ها در مراحل اولیه رشد تشکیل شدند. در اثر خشکی میزان قند حبه‌ها کاهش یافته و اندازه آن‌ها کوچک‌تر شد. نتایج مشابهی در آزمایش‌های تأثیر تنش‌های خشکی بر فشار اسمزی ارقام انگور هسلینگ[3] و سیلوانر[4] نیز گزارش شده است (During, 1984). ریکاردی و همکاران[5] سال ۱۹۸۹ واکنش به دمای تاج[6] در ارقام انگور را در شرایط آب قابل دسترس و بدون آب قابل دسترس بررسی کردند. نتایج نشان داد که بین شرایط تنش خشکی و نرمال از نظر دمای تاج اختلاف معنی دار وجود دارد ولی بین ارقام از نظر دمای تاج اختلاف معنی داری مشاهده نشد.

نوری[7] در سال ۱۹۸۹ گزارش کرد که در شرایط خشکی، میزان نسبی فتوسنتز، وزن مخصوص برگ‌ها، مساحت برگ و توده ماده خشک انگور کاهش می‌یابد و ارقام ترامینر[8]، پینوت[9] و مولدووا[10] بسیار مقاوم و رقم موسکات گامبریسکی[11] خیلی حساس به تنش خشکی بودند. میزان تغییرات فتوسنتزی، میزان تعرق، ضریب هدایت روزنه‌ای و کارایی مصرف آب در شرایط دمایی و نور انگور با تحمل به تنش خشکی مرتبط می‌باشد به طوری که در ارقام متحمل شرایط فتوسنتزی، میزان تعرق، ضریب هدایت روزنه‌ای و کارایی مصرف آب بسیار بالا می‌باشد (Shiraishi *et al*., 1996).

1 - Meriaux & Rutten
2- Grenache
3- Hesling
4- Silvaner
5- Raciardi *et al*
6- Canopy
7- Nevry
8- Traminer
9- Pinot
10- Moldova
11- Muscat Gambriskii

بارابال[1] در سال ۱۹۹۰ واکنش الکتریکی[2] برگ را قبل و بعد از تنش خشکی اندازه‌گیری و گزارش کرد که در آن میزان هدایت الکتریکی برگ رابطه مستقیم با میزان رطوبت و در نتیجه تحمل به تنش خشکی دارد، در این بررسی رقم کیشمیش[3] مقاوم به تنش‌های خشکی بود و میزان واکنش الکتریکی آن از ۷۱/۹ درصد در شرایط نرمال به ۳۰ درصد (در شرایط تنش) کاهش یافت در حالی که در رقم آلیاتیکو[4] که حساس به تنش خشکی بود، واکنش الکتریکی از ۸۷/۱ درصد به ۹/۹ درصد در شرایط تنش کاهش یافت.

اسچولتز و مادوز[5] در سال ۱۹۸۸ از میزان رشد میانگره‌ها، برگ‌ها و پیچک‌های انگور رقم کشمشی در شرایط تنش خشکی به عنوان شاخصی برای انتخاب ارقام انگور متحمل خشکی استفاده کردند و نتیجه گرفتند که رشد میانگره‌ها، برگ‌ها و پیچک‌ها در شرایط تنش خشکی ناهماهنگ شده و حتی متوقف می‌شوند. پونی[6] در سال ۲۰۰۰ حساسیت خوشه‌های انگور به کمبود آب در مراحل مختلف رشد حبه‌ها را به منظور تهیه راهنمای مدیریت مصرف آب مورد بررسی قرار داد. او از ارتباط هیدرولیکی بین شاخه‌ها و حبه‌های سبز برای این منظور استفاده کرد. نامبرده مشاهده کرد که در تنش خشکی، آب خوشه‌ها از طریق آوند آبکش به داخل ساقه‌ها بر می گردد. در این میان حبه‌های سبز حساس‌تر از حبه‌های رسیده بودند که به نوبه خود باعث کاهش عملکرد و نامرغوب شدن محصول شد.

تفاوت در محتویات قند (مقدار قند) به عنوان شاخصی برای تحمل به تنش خشکی گزارش شده است. درصد قندها، فلوون‌ها[7]، تانین‌ها[8] و آنتوسیانین‌ها[9] در انگور سیاه دارای همبستگی مستقیم با تحمل به تنش خشکی بوده و به عنوان شاخص جهت ارزیابی ارقام متحمل به تنش مورد استفاده

1- Barabal
2- Electrical response
3- Kishmish
4- Aleatico
5- Schultz & Matthews
6- Poni
7- Flavonol
8- Tannin
9- Antocyanin

قرار می‌گیرد (قادری، ۱۳۸۸). بالانس کربن انباشته شده در ماده خشک انگور را به عنوان شاخص تحمل به تنش معرفی نمودند (Palliotti *et al*., 2004). همبستگی انباشت کربن و تحمل به تنش خشکی رابطه معکوس داشته و با افزایش انباشت کربن در گیاه، میزان تحمل آن به تنش خشکی کاهش می‌یابد. پلگرینو[1] و همکاران در سال ۲۰۰۵ صفات مرتبط با مقاومت به خشکی در انگور را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها بعد از مطالعه، این صفات را به سه گروه تقسیم بندی کردند. گروه اول صفاتی مانند پتانسیل آب برگ و هدایت روزنه‌ای که از اهمیت بالاتری برخوردار بودند. گروه دوم صفاتی مانند دمای کانوپی، بازتابش نور برگ، میزان کلروفیل برگ، قطر تنه و سرعت جریان شیره پرورده تعیین شدند و صفات رویشی در گروه سوم قرار گرفتند و از اهمیت کمتری برخوردار بودند. لبونی[2] و همکاران در سال ۲۰۰۶ اندام‌زایی بازوهای اصلی دو رقم انگور را همراه با تنش خشکی در شرایط گلخانه و مزرعه در شمال فرانسه مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها ارتباط کمی برای تمام مراحل رشد با رطوبت خاک را تعیین کردند. بین دو رقم در هیچ کدام از صفات فوق اختلاف معنی دار مشاهده نشد. تعداد برگ در شاخه بسیار حساس به کاهش آب خاک بوده که نسبت ظهور برگ‌های جدید به رشد شاخه به سرعت کاهش یافت. این واکنش با میزان کربن قابل استفاده، فعالیت فتوسنتزی و میزان قند قابل حل در برگ‌های جوان همبستگی نداشت. کاهش شدید سطح برگ در تنش خشکی در هر دو رقم مشاهده شد که به عنوان فاکتور تحمل تنش خشکی به حساب می‌آید.

تنش خشکی دارای اثرات زیادی بر الگوی رشد گیاهان می‌باشد، یکی از مهمترین این اثرات تغییر سیستم ریشه در شرایط نقصان رطوبت خاک است، که به دنبال آن جذب آب و مواد غذایی و همچنین رشد رویشی اندام‌های هوایی تحت تاثیر قرار می‌گیرد (Slahvrzy, 2007). میزان آب قابل دسترس برای گیاهان از جمله عوامل مهمی است که، رشد رویشی در گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. مشخص شده است که، اگر آب قابل دسترس برای ریشه گیاه محدود شود و یا سرعت تعرق

1- Pellegrino *et al*
2- Leboni *et al*

ناگهان بسیاز زیاد شود، به گیاه تنش خشکی وارد می شود که معمولاً در مناطق و اقلیم های خشک و نیمه خشک مشاهده می شود (Reddy *et al*., 2004).

۲-۲- اثر قارچ میکوریزا در گیاه

تنش‌های زنده و غیرزنده هر ساله خسارات گسترده‌ای را به گیاهان وارد می‌کنند. در همزیستی قارچ‌های میکوریزا با گیاه میزبان، قسمتی از کربن حاصل از فتوسنتز گیاه در اختیار قارچ هم‌زیست قرار می‌گیرد و در ازای آن شبکه گسترده هیف قارچ‌های میکوریزا، جذب و انتقال آب و عناصر معدنی را از مناطقی که برای سیستم ریشه‌ای غیرقابل دسترس می‌باشد به گیاه تسریع بخشیده و این همزیستی به گیاهان کمک می‌کند تا قادر به رشد در شرایط دشوار باشد (Amerian & Stewart, 2001). تأثیر قارچ‌های میکوریزا بخصوص در اراضی که فسفر محلول در خاک کم بوده یا در اثر تنش خشکی ضریب پخشیدگی آن بسیار کاهش یافته است، مشهودتر می‌باشد (اردکانی و همکاران، ۱۳۷۹). سرعت گسترش هیف‌های خارج ریشه‌ای در قارچ‌ها به طور متوسط ۸۰۰ برابر سرعت گسترش سیستم ریشه‌ای گیاه است. بنابراین ناحیه تهی از فسفر در اطراف هیف‌های قارچ-های میکوریزی به شکل محدودتری نسبت به اطراف ریشه‌های موئین تشکیل شده و بدین دلیل مقدار بیشتری فسفر در همزیستی میکوریزی جذب می‌گردد (رجالی، ۱۳۸۴).

مورتیمر و همکاران[1] (۲۰۰۵) برای بررسی میزان مصرف کربوهیدرات توسط آربوسکولار میکوریزا (گونه *Glomus etunicatum*)، بوته‌های انگور کلونیزه شده را به هنگام آغاز رشد پس از فصل خواب مورد بررسی قرار دادند. از آن جایی که بوته‌های مو در حال خواب برای رشد اولیه از کربن ذخیره خود استفاده می‌کنند، بنابراین قارچ تلقیح یافته با رشد گیاه برای ذخایر کربن قابل دسترس رقابت می‌کند. این محققان دریافتند که قارچ‌های آربوسکولار میکوریزا برای رشد و تولیدمثل، کاملاً به کربن نشأت گرفته از گیاه نیاز دارند.

1- Mortimer *et al*

تحقیقات انجام شده نشان داده است که تنش خشکی باعث زوال کلونیزاسیون آربوسکولار میکوریزا می‌شود، اما سطح پرولین و میزان زیست توده گیاهان تلقیح شده، در طول دوره خشکی، بالاتر از شاهد است. با وجود این که گیاهان میکوریزایی هدایت روزنه‌ای کمتر و غلظت دی‌اکسیدکربن پایین‌تری دارند، میزان فتوسنتز مشابهی بین این گیاهان و شاهد تحت شرایط تنش خشکی دیده می‌شود. در نتیجه کارآیی مصرف آب در گیاهان تلقیح شده تحت تنش خشکی بالاتر است. این نتیجه اشاره می‌کند که بوته‌های انگور میکوریزایی (گلوموس موسهآ[1]) تحت تنش خشکی کارآیی بالاتر استفاده از آب با افزایش تجمع پرولین و داشتن ظرفیت فتوسنتزی بالاتر برای حفظ میزان تثبیت دی‌اکسیدکربن مشابه بوته‌های انگور شاهد نشان دادند (Valentine *et al*., 2006).

کاراجیاندیس و همکاران[2] (۲۰۰۷) مشاهده کردند که انگورهای میکوریزایی (گلوموس موسه آ) وزن خشک شاخه بیشتر و تعداد برگ‌های بیشتری از گیاهان غیرمیکوریزایی دارند. غلظت فسفر، پتاسیم و بور در برگ گیاهان میکوریزایی بیشتر بود. گیاهان غیرمیکوریزایی غلظت روی، منگنز، آهن و مس بیشتری از میکوریزایی‌ها داشتند.

بررسی اثرات دو گونه آربوسکولار میکوریزا[3] بر رشد ۶ نوع پایه انگور (جنس ویتیس) و آلودگی آن ها به گونه‌ای قارچ بیماریزا در آزمایشی گلخانه‌ای مشخص ساخت که به طور کلی هر دو گونه اثرات مفیدی بر رشد پایه‌ها داشتند اما این اثر برای ترکیبات ویژه پایه و قارچ متفاوت بود. این آزمایش نشان داد که گلوموس موسهآ به وضوح پتانسیل بهبود سلامتی و رشد گیاهان جوان انگور را دارد (Bleach *et al*., 2008).

در گزارشی دیگر، آربوسکولار میکوریزا[4] رشد و نمو یک پایه انگور را تحت شرایط گلخانه در مقایسه با تیمار میکوریزایی بومی شناسایی شده منطقه موردنظر و کود فسفر افزایش داد. تلقیح مزرعه‌ای با

1- *Glomus mosseae*
2- Karagiannidis *et al*
3- *G.mosseae, Acaulospora laevis*
4- *Glomus intraradices*

این قارچ، وزن خشک شاخه گیاه را در انتهای فصل رشد اول افزایش داد (Camprubi *et al*., 2008). این نتایج، وابستگی بالای میکوریزایی بوته انگور را برای رسیدن به نمو بهینه نشان می‌دهد.

۲-۳- پرولین

پرولین اسید آمینه آزادی است که به عنوان یک ماده محلول به طور طبیعی در پاسخ به استرس در سلول‌های گیاهی تجمع می‌یابد. انباشت پرولین نقش بسیار مؤثری در تطابق و سازگاری گیاه با شرایط خشکی دارد. پرولین به عنوان یک اسمولیت سازگار کننده نقش مهمی در تنظیم اسمزی درون سلولی، پایدار کردن ساختار پروتئین‌ها و غشاء سلولی، جاروب کردن گونه‌های اکسیژن رادیکال (ROS)، تنظیم PH سلولی و واکنش‌های اکسیداسیون و احیا، ایفا می‌کند (Kavi Kishori *et al*., 2005). پرولین آزاد بسیاری از گیاهان در پاسخ به پتانسیل پایین آب (مثل خشکی و شوری) به مقدار زیاد تجمع می‌یابد (Ranney *et al*., 1991; Kuznetsov & Shevyakova, 1999). در شرایط تنش افزایش سریع پرولین با آغاز کاهش پتانسیل آبی برگ همزمان است (Gzik, 1996). هر عاملی که باعث کاهش پتانسیل آبی شود، باعث تجمع پرولین می‌گردد. تجمع پرولین در شرایط خشکی اثرات زیستی متعددی دارد (Ranney *et al*., 1991; Kuznetsov & Shevyakova, 1999). هنگامی که پتانسیل آبی محلول خاک کاهش می‌یابد تولید پرولین آزاد (تا یازده میکرومول در روز به ازاء یک گرم وزن تر) در شرایط کسر آب افزایش می‌یابد که سبب افزایش فشار اسمزی شیره سلول می‌شود (Ranney *et al*., 1991; Kuznetsov & Shevyakova, 1999).

فصل سوم

مواد و روش ها

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

این آزمایش در محل مزرعه و آزمایشگاه‌های دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود واقع در منطقه بسطام در سال۹۵-۱۳۹۳ اجرا گردید. شهرستان بسطام در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی و طول ۵۴ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. ارتفاع آن از سطح دریا حدوداً ۱۴۰۰ متر است و در شمال شرق استان سمنان قرار دارد. بر اساس تقسیم بندی‌های اقلیمی این منطقه دارای اقلیم سرد و خشک است. متوسط بارندگی سالانه تقریباً بین ۱۶۰-۱۵۰ میلی‌متر بوده و رطوبت نسبی ۶۳ درصد می‌باشد و بارندگی عمدتاً در فصل بهار و پاییز رخ می‌دهد. میانگین دمای سالانه توسط ایستگاه هواشناسی ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است.

۳-۲- طرح آماری، فاکتورهای آزمایشی

این آزمایش گلدانی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار انجام گرفت. فاکتور اول: سه رقم انگور (شاهرودی، پیکانی و کشمشی)؛ تیمار خشکی در سه سطح (آبیاری بر اساس ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه به عنوان شاهد، ۶۰ و ۴۰ درصد ظرفیت مزرعه) به عنوان فاکتور دوم و دو تیمار مایکوریزا (شاهد بدون مایکوریزا) و با مایکوریزا به عنوان فاکتور سوم انجام گردید.

۳-۳- ویژگی رقم‌های مورد تحقیق

در این تحقیق از رقم‌های شاهرودی، پیکانی و کشمشی استفاده گردید. تمامی قلمه‌های مورد استفاده در این تحقیق از کشت و صنعت جوین تهیه گردید. شهرستان جوین در فاصله ۷۵ کیلومتری شمال غربی شهرستان سبزوار قرار گرفته است و ارتفاع متوسط منطقه ۱۱۰۰ متر می-باشد. در ذیل مشخصات و ویژگی‌های خاص هر رقم ذکر شده است.

۳-۳- ۱- مشخصات رقم شاهرودی (سرخ فخری)

این رقم دارای میوه‌ای درشت، بیضوی شکل، دانه‌دار و به رنگ قرمز ابلق است. از ارقام دیررس بوده و دارای قابلیت انبارداری بالاست. محصول آن به صورت تازه‌خوری مورد مصرف قرار می‌گیرد (امیرقاسمی، ۱۳۸۱).

۳-۳-۲ - مشخصات رقم پیکانی

این رقم را پیکانی یا ریش‌بابا می‌نامند. اندازه خوشه‌ها متوسط و مخروطی شکل می‌باشد. حبه‌ها در خوشه کمتر بوده و حبه‌های آن بزرگ، استوانه‌ای شکل و دانه‌دار می‌باشند. رنگ حبه‌ها نسبت به رقم انگور، قرمز و یا سبز مایل به زرد بوده، پوست حبه ضخیم و گوشت سفت دارد. از ارقام دیررس به شمار می‌آید و محصول آن به صورت تازه‌خوری، تهیه شیره و برای نگهداری زمستانه به صورت آونگ مورد مصرف قرار می‌گیرد (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

۳-۳- ۳- مشخصات رقم کشمشی

این رقم دارای میوه‌های بی‌دانه با گوشت ترد و شیرین است و رنگ حبه‌ها سفید مایل به زرد است. دارای خوشه‌ای متراکم و کشیده است که به صورت تازه‌خوری، تهیه کشمش و سبزه مورد مصرف قرار می‌گیرد. از ارقام متوسط‌رس است که قابلیت حمل و نقل و نگهداری متوسط در انبار را دارد (امیرقاسمی، ۱۳۸۱).

۳-۴- مراحل کشت قلمه ها

ابتدا قلمه‌های ریشه‌دار انگور از کشت و صنعت شهرستان جوین تهیه شد. قلمه‌ها در دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود در گلدان‌های پلاستیکی با حجم ۸ لیتری با بافت لوم- شنی (بیشتر شنی) کشت شد. ابتدا مقدار کمی خاک در ته گلدان ریخته شد و برای هر گلدان ۱۰۰ گرم میکوریزا در قسمت ریشه قلمه ریخته و بقیه گلدان با خاک مورد نظر پر شد. تا ۳ ماه آبیاری تمام گلدان‌ها به صورت یکسان انجام گردید و بعد از آن که گیاه به اندازه کافی رشد کرد تنش آبی اعمال شد و قلمه‌ها بر اساس ظرفیت زراعی گلدان‌ها آبیاری شدند. ظرفیت زراعی مقدار رطوبتی

که یک خاک اشباع شده پس از خارج شدن آب ثقلی در خود نگه می‌دارد. در خاک‌های زراعی این حالت معمولاً ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از آنکه خاک اشباع شده به‌حال خود نگه داشته شود رخ می‌دهد. تیمار ۸۰ درصد ظرفیت زراعی به عنوان شاهد، تیمار ۶۰ درصد ظرفیت زراعی به عنوان تیمار خشکی متوسط و تیمار ۴۰ درصد ظرفیت زراعی به عنوان تیمار خشکی شدید اجرا شد. برای محاسبه میزان رطوبت خاک از میانگین رطوبت ۵ گلدان استفاده گردید. بدین صورت که گلدان‌ها آبیاری شدند تا آب زهکشی از آن خارج گردید. سپس گلدان‌ها وزن شد و وزن گلدان اولیه که عددی ثابت (۸ کیلوگرم) است از این وزن کم شده و وزن آب آبیاری به دست آمد. برای اعمال سطوح مختلف تنش، از روش وزنی استفاده گردید. بدین صورت که بعد از محاسبه ظرفیت زراعی، سطوح تنش به صورت درصدی از رطوبت ظرفیت زراعی در نظرگرفته شد و مقدار کاهش رطوبت تا رسیدن به مقدار رطوبت مدنظر برحسب گرم آب محاسبه و به گلدان‌ها اضافه گردید. نهال‌ها به مدت دو ماه در معرض تنش خشکی قرار گرفتند.

۳-۵- اندازه‌گیری پارامترها

۳-۵-۱- اندازه‌گیری پارامترهای مورفولوژیکی و رشدی

به منظور بررسی مقاومت به تنش خشکی گیاهان تحت تیمار میکوریزا درانتهای دوره آزمایش پارامترهای مورفولوژیکی مانند طول شاخه‌ها، طول ریشه، وزن تر و خشک اندام‌های مختلف، تعداد برگ، تعداد گره و سطح برگ اندازه‌گیری شدند. در انتهای آزمایش گیاهان از گلدان‌ها خارج و اقدام به شستن ریشه‌های آنها گردید و به منظور اندازه گیری وزن تر و خشک اندام‌ها، گیاهان به اندام‌های ریشه، شاخه و برگ تقسیم شدند. بلافاصله وزن تر اندام‌ها با استفاده از ترازو با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری شدند. جهت اندازه‌گیری وزن خشک نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شدند و با ترازو با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد. هم‌چنین جهت اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه سطح سنج برگ مدل Light A3 ساخت انگلستان استفاده شد. صفاتی مانند ارتفاع ساقه و طول ریشه با استفاده از خط کش با دقت میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

۳-۵-۲-اندازه‌گیری پارامترهای فیزیولوژیکی

به منظور بررسی مقاومت به تنش خشکی تحت تیمار میکوریزا قبل از پایان دوره آزمایش پارامترهای فیزیولوژیکی مختلف مانند هدایت روزنه‌ای، میزان نسبی آب برگ و غلظت کلروفیل (شاخص اسپد) اندازه‌گیری شد. برای تخمین غلظت کلروفیل با دستگاه SPAD مدل۵۰۲ ساخت ژاپن، میزان سبزینگی در هفته هفتم بعد از اعمال تیمار خشکی و قبل از آبیاری با نمونه برداری از وسط پهنک برگ‌های هشتم و نهم انجام و از میانگین اعداد به دست آمده، استفاده شد. برای اندازه‌گیری هدایت روزنه‌ای از دستگاه پرومتر (مدلSC-1) استفاده گردید. برای اندازه گیری میزان هدایت روزنه‌ای در هفته هفتم بعد از اعمال تیمار خشکی و قبل از آبیاری از پهنک برگ‌های هشتم و نهم نمونه برداری انجام گردید و از میانگین داده‌های به دست آمده استفاده گردید. تمام اندازه-گیری ها در ساعت ۱۱ تا ۱۳ در طی روز صورت گرفت.

برای اندازه‌گیری میزان نسبی آب برگ (RWC[1]) قطعاتی از برگ گیاهان انگور انتخاب و وزن تر آن‌ها اندازه‌گیری شد. برای محاسبه وزن تورژسانس برگ، به مدت ۲۴ ساعت قطعات برگ‌ها در شدت نور کم و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در درون آب مقطر غوطه‌ور شدند. بعد از طی مدت زمان آب‌گیری، قطعات برگ با دستمال کاغذی به آرامی خشک گردیدند و بلافاصله وزن شدند، تا وزن در هنگام تورژسانس (آماس) به‌دست آمد. پس از آن قطعات برگ در آون ۷۵ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک گردیدند تا وزن خشک به‌دست آمد. سپس RWC از طریق رابطه زیر محاسبه شد (Kirnak *et al*., 2001).

$$RWC = \frac{\text{وزن خشك -وزن تر}}{\text{وزن خشك -وزن‌آماس}} \times 100 \qquad (۱-۳)$$

1-Relative Water Content

۳-۶- اندازه‌گیری مواد معدنی

برای اندازه‌گیری مواد معدنی ابتدا برگ خشک شده گیاهان انگور آسیاب شده و از الک نیم مش عبور داده شد. سپس عصارهٔ آنها تهیه شد که برای تهیه عصاره گیاهی مقدار ۰/۳ گرم از نمونه‌های گیاهی به لوله های هضم[۱] منتقل شد. سپس ۲/۵ میلی لیتر از مخلوط اسیدها (۳/۵ گرم سلنیم[۲] در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر محلول اسید سولفوریک[۳] با ۷/۲ گرم اسید سالسیلیک[۴]) را به نمونه‌های گیاهی اضافه کرده و ۲۴ ساعت به حالت سکون در بلوک هضم قرار داده بعد از طی ۲۴ ساعت، نمونه‌ها به مدت ۲ ساعت، در دمای ۱۰۰°C حرارت داده و بعد از این مرحله جمعاً ۳ میلی‌لیتر آب‌اکسیژنه[۵] به هر لولهٔ هضم اضافه شد. بعد از انجام واکنش با آب‌اکسیژنه، این لوله‌ها در بلوک‌های هضم تا دمای ۳۳۰°C حرارت داده شدند تا رنگ عصاره بی‌رنگ و یا زرد کم‌رنگ شد. این عمل ۳-۲ساعت به طول انجامید. سپس به محتوی لوله‌ها ۴۸/۳ میلی لیتر آب مقطر اضافه گردید (امامی،۱۳۷۵).

۳-۶-۱- اندازه‌گیری ازت

اندازه‌گیری ازت کل به روش تیتراسیون بعد از تقطیر با استفاده از دستگاه کجلدال[۶] نیمه اتوماتیک مدل Vapodest 20S اندازه‌گیری شد. در این مدل تنها آخرین مرحله، یعنی تیتراسیون به صورت دستی انجام می‌گیرد و تنها قابلیت تعیین میزان نیتروژن را دارد. بعد از اتمام عمل تقطیر توسط دستگاه به ارلن حاوی عصاره گیاهی ۱ میلی‌لیتر از مخلوط معرف‌های متیل رد و بروموکروزول گرین را اضافه کرده که در این مرحله رنگ محلول به رنگ سبز تغییر رنگ می‌یابد. سپس با استفاده از اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ قرمز آلبالویی یا صورتی تیتر می‌گردد. میزان درصد ازت در نمونه خشک گیاه از فرمول زیر محاسبه می‌شود (امامی،۱۳۷۵).

1- Digestion tubes
2- Se
3- H_2SO_4
4- $C_7H_6O_3$
5- H_2O_2
6- Kejeldahl

$$N = 0.56 \times t \times (a-b) \times \frac{V}{W} \times \frac{100}{D.M} \qquad (۲-۳)$$

دررابطه فوق :

t = غلظت اسید مصرفی جهت تیتراسیون بر حسب مول در لیتر

a = مقدار اسید مصرفی برای تیتراسیون نمونه برحسب میلی‌لیتر

b = مقداراسید مصرفی برای تیتراسیون شاهد برحسب میلی‌لیتر

w= وزن نمونه برحسب گرم

V = حجم عصاره حاصل از عمل هضم بر حسب میلی‌لیتر

N = درصد ازت در نمونه‌های گیاهی

۳-۶-۲- اندازه‌گیری فسفر

فسفر به روش کالریمتری رنگ زرد مولیبدات وانادات و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر[1] با طول موج ۴۷۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. در این روش سری محلول‌های استاندارد فسفر برای رسم منحنی استاندارد ساخته شدند و به ۵ میلی‌لیتر عصارهٔ گیاه مقدار ۵ میلی‌لیتر از محلول آمونیم مولیبدات-وانادات اضافه شد و درون لوله‌های آزمایش ۲۵ میلی‌لیتر ریخته و به حجم رسانده شد و سپس میزان فسفر توسط دستگاه اسپکترفتومتر (Unicam, U.K) قرائت شد. میزان فسفر بر حسب درصد از فرمول زیر محاسبه گردید (امامی، ۱۳۷۵).

$$(a-b) \times \frac{V}{2000W} \times \frac{100}{D.M} \qquad (۳-۳)$$

در این فرمول:

a - غلظت فسفر نمونه (میلی‌گرم بر لیتر)

b – غلظت فسفر شاهد (میلی‌گرم بر لیتر)

V – حجم نهایی عصاره در مرحلهٔ هضم (میلی‌لیتر)

1- Spectrophotometer

W – وزن گیاه خشک مورد استفاده جهت هضم (گرم)

DM – مادهٔ خشک گیاهی (٪)

۳-۶-۳- اندازه‌گیری پتاسیم

اندازه‌گیری پتاسیم با روش نشر شعله‌ای AES[1] با استفاده از دستگاه فلیم فتومتری[2] (Jenway, U.K) تعیین گردید. ابتدا محلول‌های استاندارد ۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر کلرید پتاسیم (KCl) را تهیه کرده و منحنی استاندارد آن‌ها توسط دستگاه فلیم فتومتر رسم گردید. سپس ۵ میلی‌لیتر از عصارهٔ گیاهی را در بالن ژوژه با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده و مقدار پتاسیم نمونه با دستگاه فلیم فتومتر برحسب میلی‌گرم در لیتر قرائت شد. در نهایت با استفاده از فرمول زیر مقدار پتاسیم بر حسب درصد وزن مادهٔ خشک گیاهی محاسبه گردید (امامی، ۱۳۷۵).

$$(a-b)\times\frac{1}{1000}\times\frac{V}{W}\times\frac{100}{DM} \qquad (۴-۳)$$

در این فرمول:

a – غلظت پتاسیم نمونهٔ رقیق شده (میلی‌گرم بر لیتر)

b - غلظت پتاسیم شاهد (میلی‌گرم بر لیتر)

V – حجم عصارهٔ حاصل از عمل هضم (میلی‌لیتر)

W– وزن نمونهٔ گیاهی (گرم)

DM – مادهٔ خشک گیاهی (٪)

1- Atomic Emission Spectrometry
2- Flame Photometer

۳-۷- اندازه‌گیری پرولین

برای اندازه‌گیری پرولین از روش نین‌هیدرین‌اسید[1] (Bates et al., 1973) استفاده شد. ابتدا ۰/۵ گرم از هر نمونه تر گیاه که توسط ازت مایع فریز شده، پس از خارج شدن از فریزر توزین شد و به آن‌ها ۱۰ میلی‌لیتر اسیدسولفوسالسیلیک[2] ۳ درصد اضافه کرده و در هاون چینی خوب سائیده شدند. سپس مخلوط حاصل درون لوله آزمایش ریخته شده و ۱۰ دقیقه با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ[3] گردید. ۲ میلی لیتر از عصاره صاف شده برداشته شد و در یک لوله آزمایش ریخته شد. سپس به هر لوله ۲ میلی لیتر معرف نین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسیداستیک[4] اضافه گردید. لوله‌های آزمایش در بن ماری در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت قرار داده شدند. پس از یک ساعت لوله ها جهت خاتمه واکنش در داخل حمام یخ گذاشته شدند. پس از خنک شدن لوله‌ها به آن‌ها ۴ میلی‌لیتر تولوئن افزوده شد و ۱۵ تا۲۰ ثانیه به شدت به هم زده شدند و پس از تشکیل دو فاز مجزا قسمت رنگی برداشته شد و توسط اسپکتروفتومتر میزان جذب آن‌ها در طول موج ۵۲۰ نانومتر با استفاده از محلول بلانک تولوئن خوانده شد و غلظت اسیدآمینه پرولین آزاد نمونه با استفاده از یک منحنی استاندارد پرولین خالص تعیین گردید. آنگاه میزان پرولین بر حسب میکرومول بر گرم وزن تر با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید.

(۵ / وزن نمونه(g))/(۱۱۵,۵/(تولوئن مصرفی× عدد خوانده شده توسط دستگاه))= پرولین

۳-۸- تجزیه آماری داده

در این تحقیق تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم افزار SAS انجام شد و مقایسه میانگین با استفاده از روش آزمون دانکن انجام گردید و نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم شد.

1- $C_9H_6O_4$
2- $C_7H_6O_6S$
3- Centrifuge
4- CH_3-COOH

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- خصوصیات رشدی

۴-۱-۱- صفات مربوط به برگ

۴-۱-۱-۱- تعداد برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده تیمار خشکی و میکوریزا و اثر متقابل رقم در تیمار خشکی و رقم در میکوریزا بر صفت تعداد برگ در سطح یک درصد معنی‌دار گردید ولی اثر ساده رقم و اثر متقابل میکوریزا در تیمار خشکی و اثر سه‌گانه رقم، تیمار خشکی و میکوریزا تأثیر معنی‌داری بر روی صفت مذکور نداشتند (جدول پیوست ۱).

مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در تیمار خشکی در جدول ۴-۱ نشان داده شده است که بیشترین تعداد برگ در رقم پیکانی و در سطح تیمار شاهد ۸۰ درصد ظرفیت زراعی خاک با میانگین ۲۷/۱۶ عدد حاصل گردید و کمترین تعداد برگ نیز در رقم پیکانی و شاهرودی در سطح تیمار خشکی شدید ۴۰ درصد ظرفیت زراعی خاک به ترتیب با میانگین ۹ و ۱۰/۳۷ عدد حاصل گردید لذا با افزایش سطح تیمار خشکی در هر سه رقم تعداد برگ کاهش یافت. تعداد برگ در هر سه رقم در سطح تیمار شاهد ۸۰ درصد ظرفیت زراعی خاک بیشتر از ۶۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی بود (جدول ۴-۱).

مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در میکوریزا در جدول ۴-۲ نشان داده شده است. بیشترین تعداد برگ به ترتیب در ارقام پیکانی و شاهرودی با میکوریزا به ترتیب با میانگین ۲۳/۱۶ و ۲۱/۹۲ عدد و رقم کشمشی بدون میکوریزا با میانگین ۲۰/۷۵ عدد حاصل گردید و کمترین تعداد برگ در رقم شاهرودی بدون میکوریزا با میانگین ۱۲/۷۸ عدد حاصل گردید. تعداد برگ در رقم شاهرودی و پیکانی با میکوریزا بیشتر از بدون میکوریزا بود اما در رقم کشمشی تعداد برگ بدون میکوریزا بیشتر از با میکوریزا بود و بین ارقام در هر دو سطح میکوریزا اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۴-۲).

جدول ۴-۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در تیمار خشکی بر صفت تعداد برگ

رقم	تیمارخشکی (درصد ظرفیت مزرعه ای)	تعداد برگ
	۸۰	۲۱/۲۲۲abc
شاهرودی	۶۰	۱۹bcd
	۴۰	۱۰/۳۷۵e
	۸۰	۲۷/۱۶۷a
پیکانی	۶۰	۲۵/۲ab
	۴۰	۹e
	۸۰	۲۴/۳۷۵abc
کشمشی	۶۰	۱۷/۸۸۹cd
	۴۰	۱۳/۶۲۵de

جدول ۴-۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در میکوریزا بر صفت تعداد برگ

رقم	میکوریزا	تعداد برگ
شاهرودی	بدون میکوریزا	۱۲/۷۸b
	با میکوریزا	۲۱/۹۲a
پیکانی	بدون میکوریزا	۱۸/۱۸ab
	با میکوریزا	۲۳/۱۶a
کشمشی	بدون میکوریزا	۲۰/۷۵a
	با میکوریزا	۱۶/۶۱ab

۴-۱-۱-۲- وزن تر و خشک برگ

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) اثر ساده رقم و تیمار خشکی در سطح احتمال یک درصد بر صفت وزن تر و خشک برگ و اثر متقابل رقم در میکوریزا در سطح احتمال پنج درصد بر صفت وزن تر و خشک برگ و اثر متقابل رقم در تیمار خشکی در سطح احتمال پنج درصد بر صفت وزن خشک برگ معنی‌دار گردید و دیگر تیمارها غیرمعنی‌دار بودند.

مقایسه میانگین اثر ساده تیمار خشکی بر صفت وزن تر و خشک برگ در جدول ۴-۳ نشان داده شده است که بیشترین وزن تر و خشک برگ مربوط به تیمار خشکی ۸۰ درصد ظرفیت زراعی به

ترتیب با میانگین ۱۰/۱۴ و ۲/۹۹ گرم حاصل گردید و کمترین وزن تر و خشک برگ در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب با میانگین ۳/۳۷ و ۱/۱۳ گرم حاصل گردید (جدول ۴-۳).

جدول ۴-۳- مقایسه میانگین اثر ساده تیمار خشکی بر صفت وزن تر و خشک برگ

تیمار خشکی (درصد ظرفیت مزرعه ای)	وزن تر برگ (g)	وزن خشک برگ (g)
۸۰	۱۰/۱۴a	۲/۹۹a
۶۰	۷/۵۴b	۱/۷۸b
۴۰	۳/۳۷c	۱/۱۳c

مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در میکوریزا بر صفت وزن خشک برگ در جدول ۴-۴ نشان داده شده است که بیشترین وزن تر و خشک برگ مربوط به رقم کشمشی و بدون میکوریزا به ترتیب با میانگین ۹/۰۳ و ۲/۷۰ گرم حاصل گردید. کمترین وزن تر برگ مربوط به رقم پیکانی و بدون میکوریزا با میانگین ۵/۰۴ گرم و کمترین وزن خشک برگ مربوط به ارقام پیکانی و شاهرودی و بدون میکوریزا به ترتیب با میانگین ۱/۵۰ و ۱/۷۳ گرم حاصل گردید (جدول ۴-۴).

جدول ۴-۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در میکوریزا بر صفت وزن تر و خشک برگ

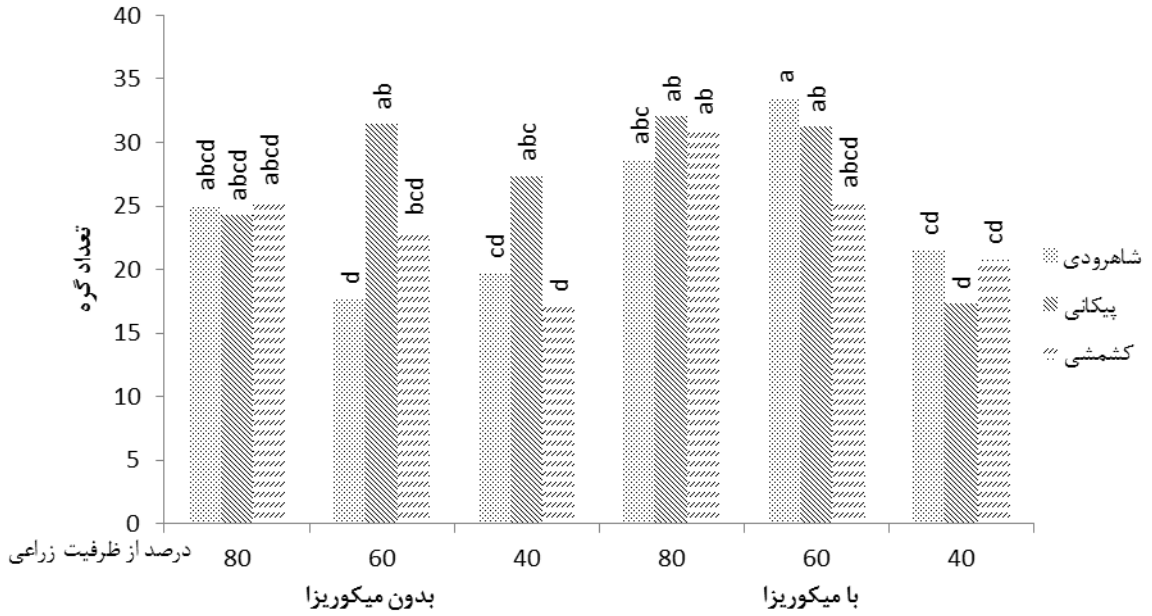
رقم	میکوریزا	وزن تر برگ (g)	وزن خشک برگ (g)
شاهرودی	بدون میکوریزا	۷/۴۷ab	۱/۷۳b
	با میکوریزا	۶/۶۸ab	۱/۹۷ab
پیکانی	بدون میکوریزا	۵/۰۴b	۱/۵۰b
	با میکوریزا	۶/۲۳ab	۱/۸۰ab
کشمشی	بدون میکوریزا	۹/۰۳a	۲/۷۰a
	با میکوریزا	۷/۷۳ab	۲/۲۲ab

۴-۱-۲- صفات مربوط به ساقه

۴-۱-۲-۱- تعداد گره

بر طبق نتایج به دست آمده اثرات ساده تیمار خشکی و میکوریزا در سطح یک درصد و اثر متقابل رقم در میکوریزا، تیمار خشکی در میکوریزا و اثر سه گانه رقم، تیمار خشکی و میکوریزا در سطح پنج درصد روی صفت تعداد گره معنی‌دار گردید اما اثر ساده رقم و اثر متقابل رقم در تیمار خشکی تأثیر معنی‌داری بر روی صفت تعداد گره نداشت (جدول پیوست ۱).

مقایسه میانگین اثر سه گانه رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت تعداد گره در نمودار ۴-۱ نشان داده شده است که بیشترین تعداد گره در رقم شاهرودی در تیمار خشکی ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا با میانگین ۳۳/۴ عدد حاصل گردید و کمترین تعداد گره در رقم کشمشی در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون میکوریزا، رقم پیکانی در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا و رقم شاهرودی در تیمار خشکی ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون میکوریزا به ترتیب با میانگین ۱۷، ۱۷/۲۵ و ۱۷/۶ عدد حاصل گردید.

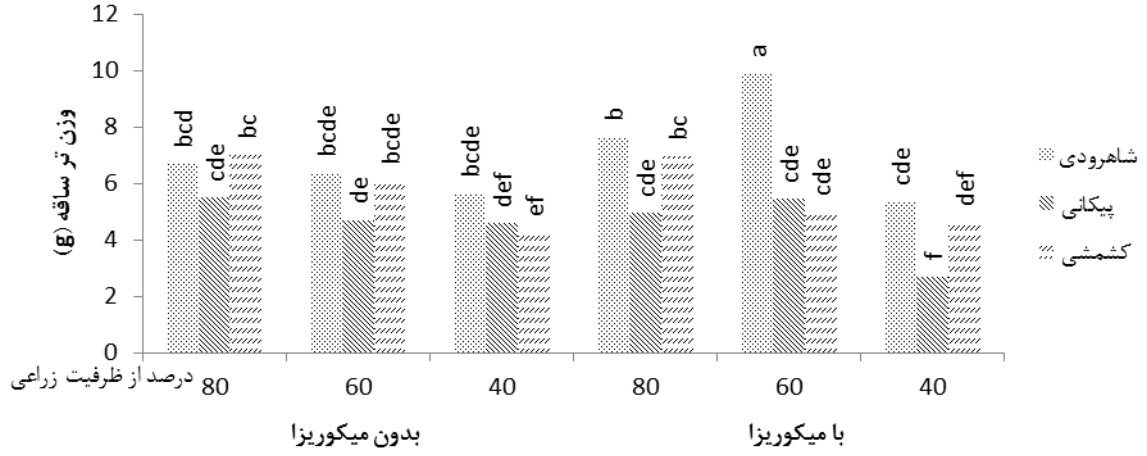


نمودار ۴-۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت تعداد گره

۴-۱- ۲-۲- وزن تر و خشک ساقه سال جاری

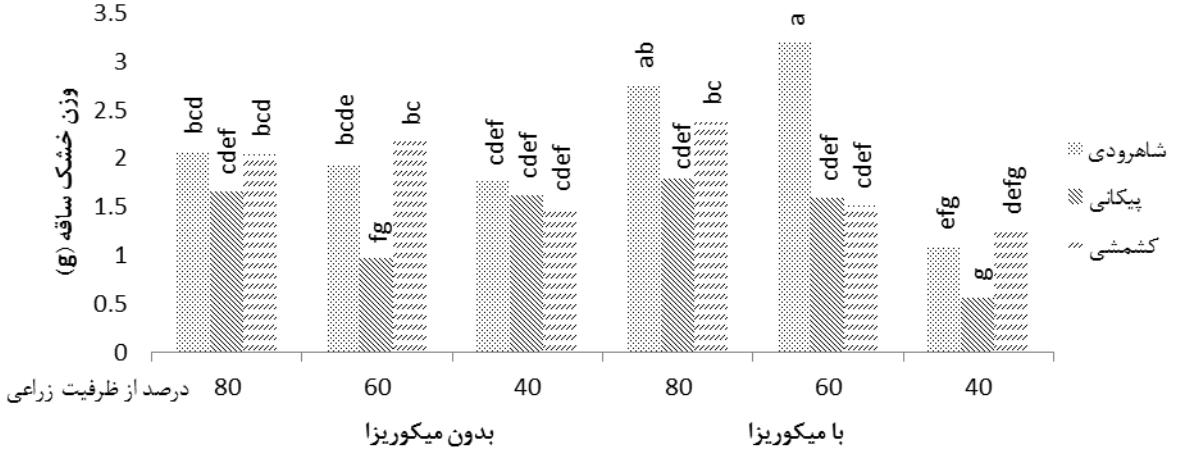
نتایج حاصل از تجزیه آماری داده‌ها نشان می‌دهد که اثر ساده رقم و تیمار خشکی در سطح یک درصد بر روی صفات وزن تر و خشک ساقه سال جاری معنی‌دار بود در حالی که اثر ساده میکوریزا غیر معنی‌دار است (جدول پیوست ۱). همچنین اثر متقابل رقم در میکوریزا و اثر سه‌گانه رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر روی صفت وزن تر ساقه سال جاری در سطح پنج درصد معنی‌دار شد در حالی که اثر متقابل رقم در تیمار خشکی و میکوریزا در تیمار خشکی غیر معنی‌دار گردید و برای صفت وزن خشک ساقه سال جاری اثر متقابل میکوریزا در تیمار خشکی در سطح یک درصد و اثر سه‌گانه رقم، میکوریزا و تیمار خشکی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد در حالی که اثر متقابل رقم در تیمار خشکی و رقم در میکوریزا اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول پیوست ۱).

مقایسه میانگین اثر سه‌گانه رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت وزن تر ساقه سال جاری نشان می‌دهد که بیشترین وزن تر ساقه مربوط به رقم شاهرودی در تیمار خشکی ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا با میانگین ۹/۹ گرم است که اختلاف معنی‌داری با سایر ترکیبات تیماری دارد و کمترین وزن تر ساقه مربوط به رقم پیکانی در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا با میانگین ۲/۷ گرم است (نمودار ۴-۲).



نمودار ۴-۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت وزن تر ساقه سال جاری

مقایسه میانگین اثر سه‌گانه رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت وزن خشک ساقه سال جاری نشان می‌دهد که رقم شاهرودی در تیمار خشکی ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا با میانگین ۳/۲ گرم بیشترین وزن خشک ساقه را به خود اختصاص داد که با تیمار خشکی ۸۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزای همین رقم از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ندارد و رقم پیکانی در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا با میانگین ۰/۵۷ گرم کمترین وزن خشک ساقه را به خود اختصاص داد (نمودار ۴-۳).



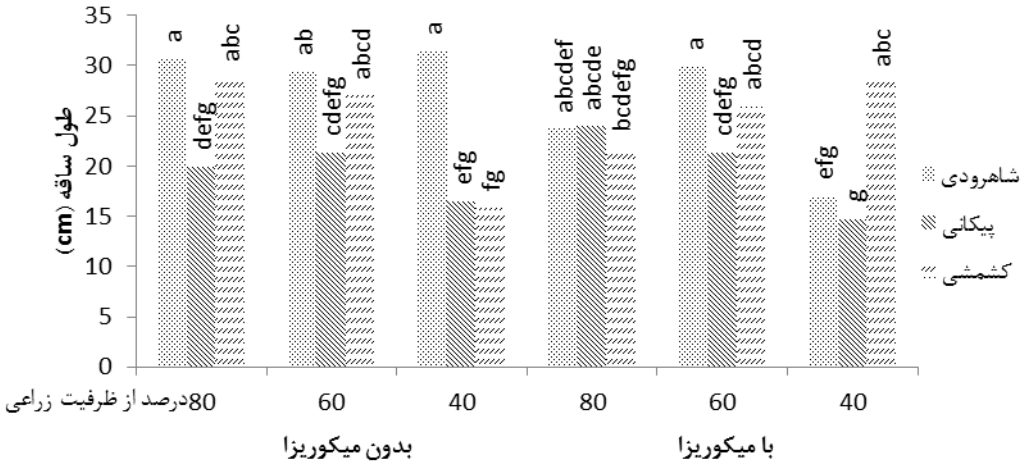
نمودار ۴-۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت وزن خشک ساقه سال جاری

۴-۱-۲-۳ - طول ساقه سال جاری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس جدول پیوست ۱ نشان می‌دهد که اثر ساده رقم و تیمار خشکی و اثر متقابل رقم در میکوریزا و اثر سه‌گانه رقم، تیمار خشکی و میکوریزا در سطح یک درصد بر روی صفت طول ساقه معنی‌دار شد در حالی که اثر ساده میکوریزا و اثر متقابل رقم در تیمار خشکی و میکوریزا در تیمار خشکی بر روی صفت مذکور اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

مقایسه میانگین اثر سه‌گانه رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت طول ساقه سال جاری نشان می‌دهد که رقم شاهرودی در تیمار خشکی ۴۰ و ۸۰ درصد ظرفیت زراعی خاک و بدون میکوریزا و

تیمار خشکی ۶۰ درصد ظرفیت زراعی خاک و با میکوریزا به ترتیب با میانگین ۳۱/۵، ۳۰/۶۶ و ۲۹/۸۷ سانتی‌متر بیشترین میزان طول ساقه را به خود اختصاص داد و رقم پیکانی در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا با میانگین ۱۴/۷۵ سانتی‌متر کمترین میزان طول ساقه را به خود اختصاص داد (نمودار ۴-۴). در کل می‌توان گفت رقم شاهرودی در تمام سطوح خشکی (به جزء تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا) و دو سطح میکوریزا بیشترین میزان طول ساقه را به خود اختصاص داد.



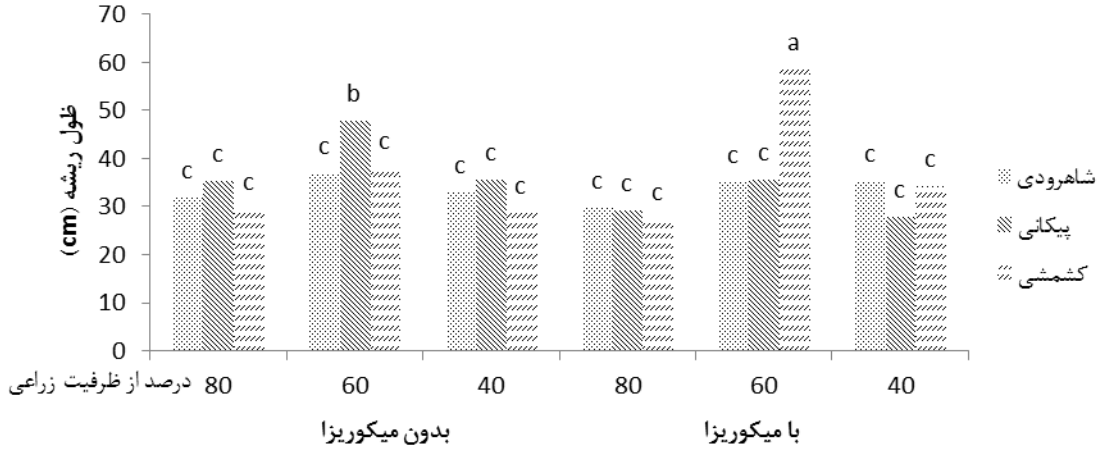
نمودار ۴-۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت طول ساقه سال جاری

۴-۱-۳ - صفات مربوط به ریشه

۴-۱-۳-۱- طول ریشه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) نشان می‌دهد که بین اثر ساده تیمار خشکی و اثر متقابل رقم در تیمار خشکی و میکوریزا در تیمار خشکی بر روی صفت طول ریشه در سطح احتمال یک درصد و اثر سه‌گانه رقم، میکوریزا و تیمار خشکی بر روی صفت طول ریشه در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد در حالی که اثر ساده رقم و میکوریزا و اثر متقابل میکوریزا در تیمار خشکی صفت مورد نظر اختلاف معنی‌داری نداشتند.

با توجه به نمودار مقایسه میانگین اثر سه‌گانه رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت طول ریشه بیشترین میزان طول ریشه مربوط به رقم کشمشی در تیمار خشکی ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا با میانگین ۵۸/۶۶ سانتی‌متر حاصل گردید که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت و رقم پیکانی در تیمار خشکی ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون میکوریزا با میانگین ۴۸ سانتی‌متر دارای رتبه دوم می‌باشد که اختلاف معنی‌داری با هم دارند و بقیه تیمارها کمترین میزان طول ریشه را حاصل گردیدند (نمودار ۴-۵).



نمودار ۴-۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت طول ریشه

۴-۱-۳-۲ - وزن تر و خشک ریشه

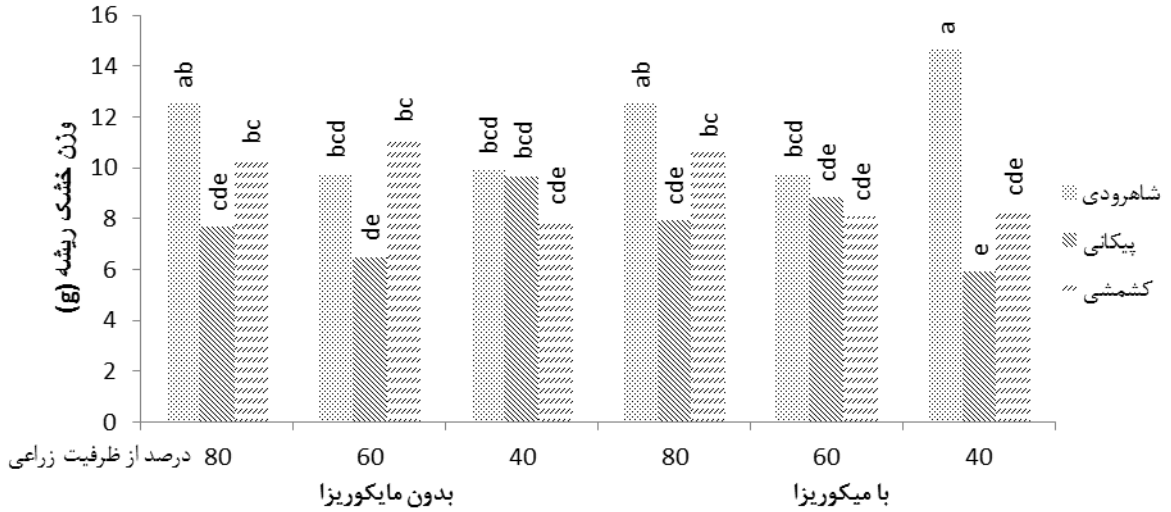
با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس اثر ساده رقم در سطح احتمال یک درصد بر روی صفت‌های وزن تر و خشک ریشه معنی دار بود و اثر متقابل رقم در تیمار خشکی در سطح پنج درصد و اثر سه‌گانه رقم، تیمار خشکی و میکوریزا در سطح یک درصد بر روی صفت وزن خشک ریشه معنی‌دار بود در حالی که اثر ساده تیمار خشکی و میکوریزا و اثرات متقابل آن‌ها بر روی صفت وزن تر ریشه غیرمعنی‌دار بود و اثر ساده تیمار خشکی و میکوریزا و اثر متقابل رقم در میکوریزا و میکوریزا در تیمار خشکی غیرمعنی‌دار بودند (جدول پیوست ۱).

مقایسه میانگین اثر ساده رقم بر صفت‌های وزن تر و خشک ریشه نشان داد بیشترین وزن تر و خشک مربوط به رقم شاهرودی به ترتیب با میانگین ۳۵/۶۳ و ۱۱/۴۰ گرم، کمترین وزن تر مربوط به ارقام پیکانی و کشمشی به ترتیب با میانگین ۲۷/۸۴ و ۳۰/۵۰ گرم و کمترین وزن خشک مربوط به رقم پیکانی با میانگین ۷/۷۴ گرم می‌باشد. رقم شاهرودی با ارقام پیکانی و کشمشی اختلاف معنی‌داری بر روی صفت وزن تر ریشه نشان داد در حالی که وزن تر ریشه در ارقام پیکانی و کشمشی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و هر سه رقم اختلاف معنی‌داری با هم بر صفت وزن خشک ریشه داشتند (جدول ۴-۵).

جدول ۴-۵- مقایسه میانگین اثر ساده رقم بر صفت های وزن تر و خشک ریشه

رقم	وزن تر ریشه گرم	وزن خشک ریشه گرم
شاهرودی	۳۵/۶۳a	۱۱/۴۰a
پیکانی	۲۷/۸۴b	۷/۷۴c
کشمشی	۳۰/۵۰b	۹/۵۴b

با توجه به نمودار مقایسه میانگین اثر سه‌گانه رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت وزن خشک ریشه بیشترین وزن خشک ریشه مربوط به رقم شاهرودی در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا با میانگین ۱۴/۶۵ گرم است که البته با تیمار خشکی ۸۰ درصد ظرفیت زراعی با میکوریزا و بدون میکوریزا در همین رقم اختلاف آماری معنی‌داری ندارد و کمترین وزن خشک ریشه مربوط به رقم پیکانی در تیمارخشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا با میانگین ۵/۹ گرم است (نمودار ۴-۶).



نمودار ۴-۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت وزن خشک ریشه

۴-۱-۴- وزن کل

در ارتباط با وزن کل نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر ساده رقم و تیمار خشکی در سطح احتمال یک درصد بر صفت وزن کل معنی‌دار گردید و تأثیر سایر تیمارها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول پیوست ۱) و مقایسه میانگین اثر ساده رقم بر وزن کل نشان داد که بیشترین وزن کل مربوط به رقم شاهرودی با میانگین ۸۴/۴۷ گرم و کمترین وزن کل مربوط به رقم پیکانی با میانگین ۶۹/۹۳ گرم می باشد که با هم اختلاف معنی‌داری دارند در حالی که رقم کشمشی اختلاف معنی‌داری با دو رقم دیگر ندارد (جدول ۴-۶).

جدول ۴-۶- مقایسه میانگین اثر ساده رقم بر صفت وزن کل

رقم	وزن کل (g)
شاهرودی	۸۴/۴۷a
پیکانی	۶۹/۹۳b
کشمشی	۷۴/۸۹ab

مقایسه میانگین اثر ساده تیمار خشکی بر وزن کل نشان داد که بیشترین وزن کل مربوط به تیمار ۸۰ درصد ظرفیت زراعی با میانگین ۸۴/۱۱ گرم و کمترین وزن کل مربوط به تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی با میانگین ۶۷/۹۵ گرم می‌باشد که با هم اختلاف معنی‌داری دارند در حالی که تیمار خشکی ۶۰ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی‌داری با دو تیمار دیگر نداشت. با افزایش تیمار خشکی وزن کل کاهش یافت (جدول ۴-۷).

جدول ۴-۷- مقایسه میانگین اثر ساده تیمارخشکی بر صفت وزن کل

تیمار خشکی (درصد ظرفیت مزرعه‌ای)	وزن کل (g)
۸۰	۸۴/۱۱a
۶۰	۷۷/۸۰ab
۴۰	۶۷/۹۵b

نتایج نشان می‌دهد که تنش خشکی باعث کاهش تعداد برگ و گره، وزن تر و خشک برگ و ساقه سال جاری و رشد رویشی می‌شود. در بین ارقام، رقم کشمشی تغییرات کمتری را نسبت به ارقام شاهرودی و پیکانی در صفت های تعداد برگ و گره، وزن تر و خشک برگ و ساقه سال جاری و وزن خشک ریشه داشت درحالی که رقم شاهرودی تغییرات کمتری را فقط در وزن تر و خشک برگ در تیمار میکوریزا و طول ریشه داشت و رقم پیکانی تغییرات کمتری را در طول ساقه داشت. این نتایج نشان دهنده مقاوم بودن رقم کشمشی به تنش خشکی نسبت به ارقام شاهرودی و پیکانی است.

رفتار عمومی گیاهان در شرایط تنش، کاهش تولید وزن تر و خشک گیاه است (Farooq *et al.*, 2009). زیرا راندمان تولید گیاه با ایجاد و گسترش تنش خشکی و در پی آن کاهش پتانسیل آب، وزن تر و خشک همه اجزاء گیاه به علت کاهش فتوسنتز و تثبیت کربن کاهش می‌یابد.

تیاز و زیگر[1] در سال ۱۹۹۸ و قادری و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که تنش خشکی تعداد برگ را کاهش داده و در نهایت رشد رویشی را کاهش می‌دهد (Pereira & Chaves, 1995) که نتایج پژوهش حاضر با آن همخوانی دارد. لطفی و همکاران در سال۱۳۹۲ کاهش رشد رویشی را در ارقام یاقوتی، عسگری، کشمشی و صاحبی تحت تیمار خشکی گزارش کردند که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. شریعتی وعصاره (Shariat & Asare, 2008) گزارش نمودند که،در شرایط تنش خشکی پارامترهای گونه های مختلف اکالیپتوس کاهش می یابد. نتایج این آزمایش نشان داد که، باافزایش شدت تنش خشکی رشد شاخه‌های ارقام مختلف انجیر کاهش می‌یابد. در آزمایشی که بر روی ۶ رقم زیتون تحت شرایط تنش خشکی انجام شد مشخص شده که، تعداد برگ‌ها تحت تاثیر تنش کاهش یافت (Zarrabi *et al.*, 2008). نتایج حاصل از این تحقیق به خوبی نشان می‌دهد که،در شرایط تنش خشک صفات رویشی ارقام مختلف انگور کاهش می‌یابد. یکی از عوامل مهم در مقاومت به خشکی و اجتناب از آن، جذب آب کافی است .از طرفی مجموع طول ریشه‌ها، یکی از فاکتورهای موثر در میزان جذب آب است در واقع بالا بودن مجموع طول ریشه‌ها از جهت بهره برداری ریشه از بخش وسیع تری از خاک و افزایش نقاط جذب آب و عناصرغذایی، می تواند برای گیاه حائز اهمیت باشد (Ganjali, 2005). این بدین معناست که در شرایط تنش مجموع طول ریشه‌های بیشتری وجود دارد. کیان و فری (Qian & Fry, 1996) هنگامی که محتوای رطوبت حجمی خاک در اعماق مختلف را اندازه گرفتند اظهار داشتند که، در لایه‌های سطحی خاک تحت شرایط خشکی رطوبت به سرعت کاهش می‌یابد، این در حالی است که از محتوای رطوبتی در اعماق پایین تر خاک به کندی کاسته می‌شود . لذا بدیهی است که بیشترین طول ریشه مخصوصا در گیاهان مقاوم، جهت اجتناب از خشکی در تنش‌های شدید تولید شود. در این بررسی مشاهده شد که بیشترین طول ریشه در رقم کشمشی در تنش خشکی ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا بدست آمد که نتایج آن با نتایج

1- Tiaz & Zeiger

کیان و فری همخوانی دارد. یکی دیگر از اثرات آشکار تنش خشکی کاهش وزن قسمت هوایی گیاهان است (Slahvarzy, 2007). همچنین در مورد گیاهان حساس به خشکی اشاره شده است که، در شرایط تنش خشکی وزن خشک ریشه‌ها کاهش می‌یابد (Huang & Gao., 2000). نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که، با افزایش شدت تنش وزن تر و خشک اندام‌های هوایی کاهش می‌یابد.

همزیستی آربوسکولار میکوریزا مشهورترین نوع رابطه میکوریزایی در سیستم‌های کشاورزی است (Azcon-Aguilar & Barea, 1997). این همزیستی دوجانبه بوده و در آن مواد معدنی کسب شده توسط قارچ در اختیار گیاه میزبان قرار گرفته و کربوهیدرات تولید شده به وسیله گیاه میزبان توسط قارچ مصرف می‌شود (Eom *et al*., 2000). علاوه بر فراهم نمودن عناصر غذایی، برخی فواید بالقوه دیگر کلونیزاسیون آربوسکولار میکوریزا برای گیاهان میزبان شامل افزایش رشد و افزایش مقاومت به عوامل بیماریزا و دیگر تنش‌های محیطی است (Allen & Allen, 1986; Newsham et al., 1995; Lapointe & Molard, 1997; Rooyen et al., 2006). نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که بیشترین وزن تر و خشک ساقه سال جاری، تعداد گره و طول ریشه در تیمار خشکی ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا، بیشترین وزن خشک ریشه در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا و بیشترین تعداد برگ در تیمار با میکوریزا به دست آمد که البته بستگی به رقم انگور دارد. به طوری که رقم شاهرودی واکنش بهتری با تلقیح میکوریزا نسبت به ارقام کشمشی و پیکانی داشت. افزایش رشد رویشی گیاهان بر اثر تیمار با میکوریز، قبلاً نیز توسط بسیاری از پژوهشگران گزارش شده است (Mizoguchi, 1992; Al-Karaki, 1997; Caracava, 2005; Qiangsheng, 2006; James et al., 2008). توانایی قارچ‌های میکوریزا در افزایش رشد بوته انگور برای تعداد زیادی پایه و رقم انگور به اثبات رسیده است، گرچه اختلاف واکنش بین پایه‌ها یا ارقام و قارچ‌ها توسط چندین محقق گزارش شده است (Paul Schreiner, 2005; Camprubi et al., 2008; Eftekhari et al., 2010) که نتایج پژوهش حاضر با آن همخوانی دارد.

۴-۲- پارامتر های فیزیولوژیکی و پرولین

۴-۲-۱- میزان شاخص سبزینگی (اسپد)

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس اثر ساده رقم، تیمار خشکی و میکوریزا و اثر متقابل رقم در تیمار خشکی بر صفت شاخص سبزینگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد در حالی که اثر متقابل رقم در میکوریزا و تیمار خشکی در میکوریزا و اثر سه‌گانه آن‌ها غیرمعنی‌دار بود (جدول پیوست ۲).

مقایسه میانگین اثر ساده میکوریزا بر شاخص سبزینگی نشان داد که بیشترین میزان شاخص سبزینگی در عدم تلقیح میکوریزا با میانگین ۲۲/۸۱ مشاهده گردید و کمترین میزان شاخص سبزینگی مربوط به تلقیح با میکوریزا با میانگین ۲۰/۰۷ مشاهده گردید که با هم اختلاف معنی-داری داشتند (جدول ۴-۸).

جدول ۴-۸- مقایسه میانگین اثر ساده میکوریزا بر صفت شاخص میزان سبزینگی (اسپد)

میکوریزا	شاخص میزان سبزینگی (اسپد)
بدون میکوریزا	۲۲/۸۱a
با میکوریزا	۲۰/۰۷b

مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در تیمار خشکی بر شاخص سبزینگی نشان داد که بیشترین میزان شاخص سبزینگی در رقم پیکانی و تیمار خشکی ۸۰ درصد ظرفیت زراعی خاک با میانگین ۲۷/۳۵ حاصل گردید که اختلاف معنی‌داری با همین رقم و رقم کشمشی در تیمار خشکی ۶۰ درصد نداشت و کمترین میزان شاخص سبزینگی در رقم پیکانی و تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی با میانگین ۱۴/۰۵ حاصل گردید که اختلاف معنی‌داری با سایر ارقام و سایر تیمارهای خشکی نشان داد (جدول ۴-۹).

جدول ۴-۹- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در تیمار خشکی بر صفت شاخص میزان سبزینگی (اسپد)

رقم	تیمارخشکی (درصد ظرفیت مزرعه‌ای)	شاخص میزان سبزینگی (اسپد)
	۸۰	۲۰/۲۹cd
شاهرودی	۶۰	۱۹/۶۴d
	۴۰	۱۸/۷۵d
پیکانی	۸۰	۲۷/۳۵a
	۶۰	۲۴/۱۶abc
	۴۰	۱۴/۰۵e
	۸۰	۲۲/۷۷bcd
کشمشی	۶۰	۲۵/۰۵ab
	۴۰	۲۰/۶۲cd

۴-۲-۲- هدایت روزنه ای

با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر ساده رقم و اثر متقابل میکوریزا در تیمار خشکی در سطح احتمال یک درصد و اثر ساده میکوریزا در سطح احتمال پنج درصد بر صفت هدایت روزنه‌ای معنی‌دار شد و اثر ساده تیمار خشکی و اثرات متقابل آن‌ها بر صفت هدایت روزنه‌ای غیرمعنی‌دار بود. (جدول پیوست ۲).

با توجه به جدول مقایسه میانگین اثر ساده رقم بر هدایت روزنه‌ای نشان می‌دهد که بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای مربوط به ارقام شاهرودی و پیکانی به ترتیب با میانگین ۲۰۸/۳۳ و ۲۰۵/۱۵ میلی‌مول آب بر مترمربع بر ثانیه و کمترین میزان هدایت روزنه‌ای مربوط به رقم کشمشی با میانگین ۱۶۷/۹۰ میلی‌مول آب بر مترمربع بر ثانیه می‌باشد که با ارقام دیگر اختلاف معنی‌داری دارد (جدول ۴-۱۰).

جدول ۴-۱۰- مقایسه میانگین اثر ساده رقم بر صفت هدایت روزنه‌ای

رقم	هدایت روزنه‌ای (میلی‌مول آب بر مترمربع بر ثانیه)
شاهرودی	۲۰۸/۳۳a
پیکانی	۲۰۵/۱۵a
کشمشی	۱۶۷/۹۰b

جدول مقایسه میانگین اثر متقابل میکوریزا در تیمار خشکی بر هدایت روزنه‌ای نشان می‌دهد که بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای در تیمار خشکی ۸۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون میکوریزا به ترتیب با میانگین ۲۲۲/۳ و ۲۲۰/۵۹ میلی‌مول آب بر مترمربع بر ثانیه به دست آمد که با تیمار ۸۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین میزان هدایت روزنه‌ای در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی با میکوریزا و بدون میکوریزا به ترتیب با میانگین ۱۶۵/۸ و ۱۷۰/۲۴ میلی‌مول آب بر مترمربع بر ثانیه به دست آمد که با تیمار ۸۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴-۱۱).

جدول ۴-۱۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل خشکی و میکوریزا بر صفت هدایت روزنه ای

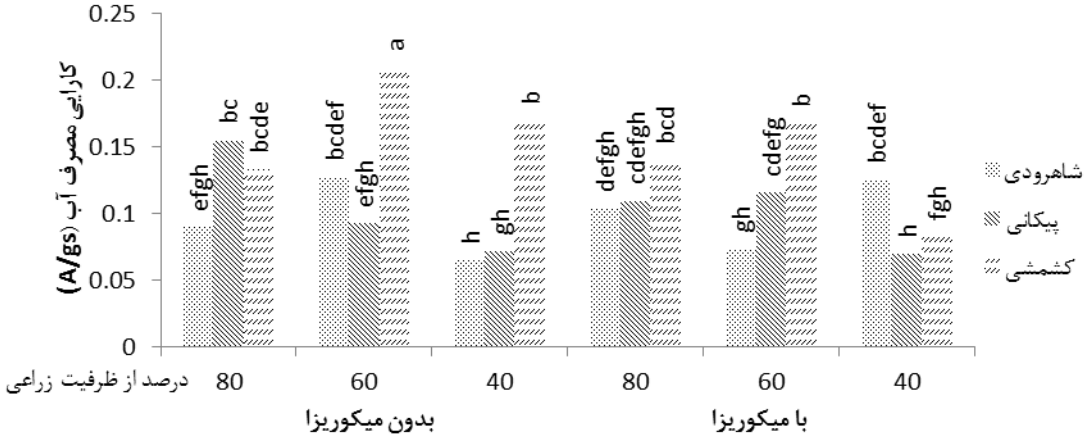
تیمار خشکی (درصد ظرفیت مزرعه‌ای)	میکوریزا	هدایت روزنه ای (میلی مول آب بر متر مربع بر ثانیه)
۸۰	بدون میکوریزا	۲۲۲/۳a
	با میکوریزا	۱۹۵/۵۳ab
۶۰	بدون میکوریزا	۲۲۰/۵۹a
	با میکوریزا	۱۹۱/۱۲ab
۴۰	بدون میکوریزا	۱۷۰/۲۴b
	با میکوریزا	۱۶۵/۸b

۴-۲-۳- کارایی مصرف آب

نتایج جدول تجزیه واریانس صفت کارایی مصرف آب نشان می‌دهد که اثر ساده رقم و تیمار خشکی و اثر متقابل رقم در تیمار خشکی و رقم در میکوریزا و اثر سه‌گانه آن‌ها در سطح یک درصد و اثر ساده میکوریزا در سطح پنج درصد معنی‌دار شد اما اثر متقابل تیمار خشکی در میکوریزا غیرمعنی‌دار شد (جدول پیوست ۲).

نمودار مقایسه میانگین اثر سه‌گانه رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت کارایی مصرف آب نشان می‌دهد که بیشترین میزان کارایی مصرف آب مربوط به رقم کشمشی در تیمار خشکی ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا با میانگین ۰/۲۱ حاصل گردید که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها

داشت و کمترین میزان کارایی مصرف آب مربوط به رقم شاهرودی در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون میکوریزا با میانگین ۰/۰۶۵ و رقم پیکانی در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا با میانگین ۰/۰۷ حاصل گردید (نمودار ۴-۷).



نمودار ۴-۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر صفت کارایی مصرف آب

۴-۲-۴- میزان نسبی آب بافت برگ (RWC)

با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر ساده رقم در سطح پنج درصد و اثر ساده تیمار خشکی در سطح یک درصد بر روی صفت میزان نسبی آب بافت برگ معنی‌دار گردید و اثر ساده میکوریزا و اثر متقابل آن ها غیرمعنی‌دار شد (جدول پیوست ۲).

نتایج جدول مقایسه میانگین اثر ساده رقم نشان می‌دهد که رقم کشمشی بیشترین میزان نسبی آب بافت برگ با میانگین ۸۵/۱۶ درصد را به خود اختصاص داد که با رقم پیکانی اختلاف معنی-داری ندارد اما با رقم شاهرودی اختلاف معنی‌داری دارد و رقم شاهرودی کمترین میزان نسبی آب بافت برگ با میانگین ۸۲/۲۲ درصد را به خود اختصاص داد که با رقم پیکانی اختلاف معنی‌داری ندارد (جدول ۴-۱۲).

جدول ۴-۱۲- مقایسه میانگین اثر ساده رقم بر صفت میزان نسبی آب بافت برگ

رقم	میزان نسبی آب بافت برگ (RWC) (%)
شاهرودی	۸۲/۲۲b
پیکانی	۸۳/۲۴ab
کشمشی	۸۵/۱۶a

نتایج جدول مقایسه میانگین اثر ساده تیمار خشکی نشان می‌دهد که تیمار خشکی ۸۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی بیشترین میزان نسبی آب بافت برگ را به ترتیب با میانگین ۸۴/۸۲ و ۸۴/۳۶ درصد به خود اختصاص داد و تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی کمترین میزان نسبی آب بافت برگ را با میانگین ۸۱/۲۸ درصد به خود اختصاص داد که با دو تیمار دیگر اختلاف معنی‌داری دارد (جدول ۴-۱۳).

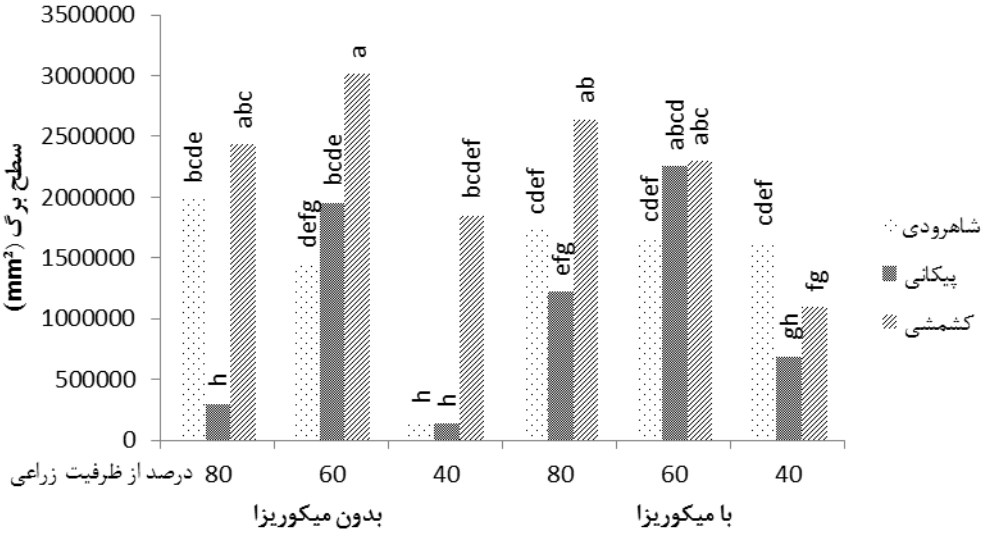
جدول ۴-۱۳- مقایسه میانگین اثر ساده تیمارخشکی بر صفت میزان نسبی آب بافت برگ

تیمار خشکی (درصد ظرفیت مزرعه‌ای)	میزان نسبی آب بافت برگ (RWC) (%)
۸۰	۸۴/۸۲a
۶۰	۸۴/۳۶a
۴۰	۸۱/۲۸b

۴-۲-۵- سطح برگ

با توجه به جدول تجزیه واریانس اثرات ساده رقم و تیمار خشکی و اثر متقابل رقم در تیمار خشکی، رقم در میکوریزا و اثر سه‌گانه آن‌ها بر میزان سطح برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود و اثر ساده میکوریزا و اثر متقابل تیمار خشکی در میکوریزا برای این صفت معنی‌دار نبود (جدول پیوست ۲).

نمودار اثرات سه‌گانه رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر میزان سطح برگ نشان می‌دهد که رقم کشمشی در تیمار خشکی ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون میکوریزا بیشترین میزان سطح برگ را با میانگین ۳۰۱۵۷۳۵ میلی‌مترمربع به خود اختصاص داد و رقم پیکانی و شاهرودی در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون میکوریزا و رقم پیکانی در تیمار خشکی ۸۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون میکوریزا کمترین میزان سطح برگ را به ترتیب با میانگین ۱۳۵۰۹۶، ۱۶۰۰۱۴ و ۲۹۳۵۵۴ میلی‌مترمربع به خود اختصاص دادند که با رقم پیکانی در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا اختلاف معنی‌داری ندارند (نمودار ۴-۸).



نمودار ۴-۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر میزان سطح برگ

۴-۲-۶- پرولین

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که فقط اثر ساده تیمار خشکی بر میزان پرولین برگ تازه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و در دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول پیوست ۲).

نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تیمار خشکی بر میزان پرولین در جدول ۴-۱۴ نشان داده شده است که بیشترین میزان پرولین مربوط به تیمار خشکی ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب با

میانگین ۰/۴۴ و ۰/۴۳ میکرومول بر گرم ماده تر می‌باشد و کمترین میزان پرولین مربوط به تیمار خشکی ۸۰ درصد ظرفیت زراعی با میانگین ۰/۳۲ میکرومول بر گرم ماده تر می‌باشد.

جدول ۴-۱۴- مقایسه میانگین اثر ساده تیمارخشکی بر میزان پرولین

تیمار خشکی (درصد ظرفیت مزرعه‌ای)	میزان پرولین
۸۰	۰/۳۲b
۶۰	۰/۴۳a
۴۰	۰/۴۴a

نتایج این تحقیق نشان داد که میزان فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای با افزایش تنش خشکی کاهش یافت اما میزان تغییرات آن در بین ارقام متفاوت می‌باشد. به طوری که رقم کشمشی با افزایش تیمار خشکی میزان تغییرات کمتری و پایداری بیشتر را نسبت به دو رقم دیگر داشت و تحمل بیشتری را از خود نشان داد. همچنین میزان فتوسنتز در تیمار میکوریزا کمتر از بدون میکوریزا بود. با افزایش تنش خشکی هدایت روزنه‌ای کاهش پیدا کرد به طوری که تنش خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی هم با میکوریزا و هم بدون میکوریزا کمترین مقدار بود. در هرسه سطح تیمار خشکی میزان هدایت روزنه‌ای در بدون میکوریزا بیشتر از با میکوریزا بود. اثر ساده رقم بر صفت هدایت روزنه‌ای نشان داد ارقام شاهرودی و پیکانی هدایت روزنه‌ای بیشتری نسبت به رقم کشمشی دارند. کارایی مصرف آب با افزایش تنش خشکی هم در بدون میکوریزا و هم با میکوریزا به جزء رقم شاهرودی با میکوریزا که افزایش داشت، کاهش پیدا کرد.

گیاهان دارای مکانیسم‌های خاصی جهت مقابله با شرایط کم آبی و افزایش کارآیی مصرف آب می‌باشند. واکنش اولیه گیاه به تنش خشکی بسته شدن روزنه‌های برگ است که در نتیجه آن هدایت روزنه‌ای وانتقال دی‌اکسید کربن به بافت‌های مزوفیل برگ و کلروپلاست کاهش می‌یابد و باعث نقصان میزان فتوسنتز می‌شود (Janti *et al*., 1987; Colom & Vzana, 2003). بنابراین اندازه‌گیری تبادلات گازی طی تنش

خشکی و بررسی تأثیرآن بر تثبیت کربن در جریان فتوسنتز ضروری است. کاهش تدریجی فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای با افزایش شدت تنش خشکی حتی در شرایط تنش کم از خصوصیات گیاهان سازگار شده به خشکی می‌باشد. طبق نظر هیجین[1] و همکاران در سال ۱۹۹۲ گونه‌های گیاهی که میزان فتوسنتز بالاتری در شرایط مساعد دارند زمانی که در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرند میزان فتوسنتز در آن‌ها با سرعت کاهش نشان می‌دهد. این گونه‌ها به عنوان گونه‌های ناموفق در مواجهه با تنش خشکی معرفی می‌شوند. همچنین گونه‌هایی که دارای کاهش تدریجی سرعت فتوسنتز هستند جزء ارقام تحمل کننده کم آبی می‌باشند. نتایج پژوهش حاضر با نتایج قادری و همکاران (۱۳۸۹) بر روی ارقام ساهانی، فرخی و بیدانه سفید مطابقت دارد. همچنین نتایج مشابه در بادام گزارش شده است (Romero *et al*,. 2004; Rouhi *et al*., 2007). یکی از ابتدایی ترین پاسخ‌های گیاهان به کمبود آب بسته شدن روزنه‌ها است که جریان دی‌اکسیدکربن را به کلروپلاست محدود می‌کند (Medrano *et al*., 2002). از عوامل مؤثر در کاهش فتوسنتز، بسته شدن روزنه‌ها در شرایط کمبود آب می‌باشد که کاهش هدایت روزنه‌ای، غلظت دی‌اکسیدکربن در فضای بین سلولی و در نهایت کاهش میزان فتوسنتز را به همراه دارد (Medrano *et al*., 2002). رابطه بالای بین فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای از خصوصیات کلی گیاهان سازگار با شرایط کم آبی است (Chaves, 1991) و با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. محدودیت‌های روزنه‌ای اغلب در طول دوره طولانی‌تر و تنش‌های شدیدتر رخ می‌دهد. البته عده‌ای از پژوهشگران بر این عقیده‌اند که در شرایط تنش خشکی کوتاه مدت کاهش فتوسنتز تنها به دلیل محدودیت‌های روزنه‌ای نمی باشد (Ni & Pallardy, 1992; Ramanjulu *et al*., 1998; Yordanov *et al*., 2000). همزیستی قارچ میکوریزا با ریشه از طریق جذب آب و عناصر غذایی، سبب افزایش فتوسنتز شده و این امر موجب تولید فرآورده بیشتر و بهبود رشد، نظیر ارتفاع گیاه می‌گردد (Khalvati *et al*, 2005). اما نتایج

1- Higgin *et al*

پژوهش حاضر نشان می‌دهد که صفات فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای در تیمار میکوریزا میزان کم‌تری نسبت به تیمار بدون میکوریزا دارند.

نتایج نمودار کارآیی مصرف آب نشان می‌دهد که رقم شاهرودی در تیمار بدون میکوریزا و رقم کشمشی در تیمار با میکوریزا و بدون میکوریزا ابتدا در تیمار خشکی ۶۰ درصد ظرفیت زراعی افزایش و سپس با افزایش شدت تنش خشکی در ۴۰ درصد ظرفیت زراعی کاهش یافت. رقم شاهرودی در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا بیشتر از تیمار خشکی شاهد و تیمار خشکی ۶۰ درصد ظرفیت زراعی بود و رقم پیکانی با افزایش تنش خشکی هم در تیمار با میکوریزا و هم بدون میکوریزا کاهش یافت (نمودار ۴-۷). کارآیی مصرف آب رقم کشمشی در تیمار خشکی ۶۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون میکوریزا و ۸۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا به طور معنی‌داری نسبت به ارقام شاهرودی و پیکانی بیشتر بود. در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا کارآیی رقم شاهرودی تقریباً دو برابر ارقام دیگر بود. زمانی که هدایت روزنه‌ای بیشتر از فتوسنتز به وسیله تنش آبی تحت تأثیر قرار می‌گیرد کارآیی مصرف آب بالا می‌رود که نشان دهنده بهینه سازی مصرف CO_2 در مقابل کمبود آب است (Raven, 2002). ژنوتیپ‌هایی که کارآیی مصرف آب بیشتری دارند برای کشت در مناطق کم‌آب مناسب‌تر می‌باشند (Aniya & Herzog, 2004). قادری و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که کارآیی مصرف آب با افزایش تنش خشکی در ارقام شاهانی و فرخی به طور معنی‌داری بیشتر از رقم بیدانه سفید بود که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. افزایش کارآیی مصرف آب تحت تنش خشکی در بادام (Rouhi *et al*., 2007)، انگور (Poni *et al*., 2007) و زیتون (Bacelar *et al*., 2007) گزارش شده است.

نتایج جداول مقایسه میانگین (۴-۱۲) و (۴-۱۳) نشان می دهد که رقم کشمشی میزان نسبی آب بافت برگ بیشتری نسبت به دو رقم دیگر دارد که اختلاف معنی‌داری با رقم شاهرودی دارد اما با رقم پیکانی اختلاف معنی‌داری ندارد و با افزایش تنش خشکی محتوای نسبی آب برگ کاهش می-یابد. نتایج حاصل از این تحقیق با مطالعات (Kadam et al., 2004)، قادری (۱۳۸۸) و قادری و

همکاران (۱۳۸۹) همسو بود. آن‌ها نشان دادند که ارقامی با ظرفیت نسبی آب بالاتر در شرایط تنش خشکی، تحمل بیشتری به خشکی دارند. (Lawlor & Cornic, 2002) پیشنهاد کرده‌اند دو الگوی مختلف پاسخ فتوسنتزی به تنش آبی در گیاهان ممکن است اتفاق بیفتد. بر اساس این الگوها از RWC به عنوان یک شاخص برای نشان دادن شدت تنش خشکی در سطح برگ استفاده می‌شود. در هر دو نوع این الگوها میزان فتوسنتز همراه با کاهش RWC کاهش می‌یابد. ولی طبق تحلیل (Flexas *et al*, 2004) در بعضی گونه‌ها مانند انگورکاهش میزان فتوسنتز به طور پیشرونده همراه با افزایش شدت تنش خشکی با کاهش بسیار کم در میزان RWC همراه است. در واقع تا زمانی که گیاه انگور در معرض تنش شدید خشکی قرار نگیرد میزان RWC به طور چشمگیری کاهش نمی‌یابد. لذا ارقامی که تحت تنش خشکی بتوانند محتوای نسبی آب اندام‌های خود را در سطح بالاتری نگه دارند می‌توانند به عنوان ارقام مقاوم تر معرفی گردند که طبق این نظریه رقم کشمشی مقاومت بالاتری نسبت به ارقام دیگر به تنش خشکی دارد. غلامی[1] و همکاران (۲۰۱۲) اثر تنش خشکی را در چهار رقم انجیر خوراکی مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند ارقام دیم اهواز و سبز استهبان که به عنوان ارقام مقاوم به تنش خشکی شناخته شدند، دارای محتوای نسبی آب بالاتری نسبت به ارقام حساس سیاه و شاه انجیر بودند. ضخیم بودن کوتیکول یکی از عوامل مهم حفظ محتوای نسبی آب برگ است و ارقامی که برگهای آنها از ضخامت کوتیکولی بیشتری برخوردار باشند، در شرایط خشکی مقدار آب بیشتری را در برگ‌های خود حفظ کرده و در برابر خشکی مقاوم‌تر می‌باشند (Arve *et al*., 2011). محتوای نسبی آب بالاتر در برگ‌ها ممکن است از طریق قابلیت تنظیم اسمزی و یا توانایی ریشه در جذب آب حاصل شود (Schonfeld *et al*., 1988).

سطح برگ هر سه رقم در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی هم در تیمار میکوریزا و هم بدون میکوریزا کمتر از تیمار خشکی شاهد ۸۰ درصد ظرفیت زراعی است. رقم کشمشی میزان سطح

1- Gholami *et al*

برگ بیشتری هم در تیمار میکوریزا و هم بدون میکوریزا در سه سطح تیمار خشکی نسبت به ارقام شاهرودی و پیکانی دارد. با تلقیح میکوریزا رقم پیکانی میزان سطح برگ بیشتری را در هر سه سطح تنش خشکی نسبت به تیمار بدون میکوریزا داشت در حالی که رقم شاهرودی در تیمار خشکی ۶۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی میزان سطح برگ بیشتری را نسبت به تیمار بدون میکوریزا داشت و تلقیح میکوریزا بر رقم کشمشی تأثیری نداشت. کاهش پتانسیل آب در دوره‌ی کم‌آبی، سبب کاهش آب بافت‌های گیاه شده که نتیجه آن کاهش سطح برگ، کوچک شدن برگ‌ها و کاهش طول ساقه است. در شروع تنش آب، جلوگیری از رشد و تقسیم سلولی منجر به کاهش توسعه برگ‌ها می‌شود (Shao *et al*., 2008). با کاهش میزان سطح برگ تا حدودی از میزان هدر رفت آب جلوگیری می‌شود. گزارش شده تنش خشکی سطح برگ را کاهش می‌دهد (Tiaz & Zeiger. 1998) که نتایج پژوهش حاضر با آن همخوانی دارد. سطح برگ کمتر، موجب تعرق کمتر و در نتیجه جذب آب کمتر از خاک می‌گردد. محدودیت سطح برگ می‌تواند نخستین خط دفاعی برای مقابله با خشکی باشد. نوری[1] در سال ۱۹۸۹ گزارش کرد که در شرایط خشکی میزان نسبی فتوسنتز، وزن مخصوص برگ‌ها، مساحت برگ و توده ماده خشک انگور کاهش می‌یابد. قارچ‌های میکوریزا قادر هستند که اثرات نامطلوب تنش خشکی را در گیاهان تعدیل نمایند و به میزان قابل توجهی رشد و جذب عناصر غذایی گیاه را افزایش دهند (Auge, 2001). در این پژوهش رقم پیکانی واکنش بهتری را با تلقیح میکوریزا بر صفت سطح برگ داشت.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری پرولین در برگ تازه نشان می‌دهد که با افزایش شدت تنش خشکی میزان پرولین افزایش یافت و تیمار خشکی ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی بیشترین میزان پرولین را داشت و بقیه تیمارها بر صفت میزان پرولین غیرمعنی‌دار است. قادری و همکاران (۱۳۸۹) مشاهده کردند با افزایش تنش خشکی میزان پرولین در ارقام خوشناو و رشه انگور افزایش یافت که نتایج این آزمایش با نتایج آن‌ها همخوانی دارد. پرولین یکی از مهمترین موادی است که تحت

1- Nevry

تنش خشکی افزایش می‌یابد و برای گیاه در غلظت بالا سمی نیست. اسید آمینه پرولین باعث می-شود گیاه در شرایط تنش خشکی بتواند آب جذب کند. زمانی[1] و همکاران (۲۰۰۲) گزارش نمودند که با افزایش میزان تنش در بادام میزان پرولین بیشتر می‌شود. همچنین در پژوهش‌های که بر روی گندم(Ahmadi & Srmrdeh, 2004) ، ذرت شیرین (Mohamadkhani & Haidary, 2008) و اکالیپتوس (Akhondi *et al*., 2006) انجام شده است مشخص شده که، با افزایش سطح تنش خشکی میزان پرولین نیز افزایش می‌یابد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. در گیاهان، انباشته شدن پرولین بر اثر قرار گرفتن در شرایط تنش آبی، یک پدیده شایع است (Costa & Morel., 1994). افزایش پرولین در گیاه هنگام تنش، نوعی مکانیسم دفاعی است. پرولین از طریق تنظیم اسمزی، جلوگیری از تخریب آنزیم‌ها و پاک کردن رادیکال‌های هیدروکسیل، بردباری و تحمل گیاه را در برابر تنش‌ها افزایش می‌دهد (Kuznstov & Shevyancova., 1997). بر اساس نظر دیکسیت[2] و همکاران دلایل افزایش محتوای پرولین در شرایط تنش، احتمالاً با تولید رادیکال‌های آزاد و اشکال مختلف اکسیژن فعال در ارتباط است. این امر می‌تواند موجب تنش اکسیداتیو شود که حیات سلولی را به خطر می‌اندازد. به این ترتیب، از جمله پاسخ‌های گیاهان در برابر این نوع تنش، افزایش سطح پرولین و القای فعالیت آنزیم‌های ضداکسیداسیون از جمله پراکسیداز است.

۴-۳- جذب عناصر غذایی

۴-۳-۱- نیتروژن

نتایج تجزیه واریانس برای غلظت نیتروژن در برگ نشان داد که اختلاف معنی‌داری در اثر ساده تیمار خشکی در سطح یک درصد وجود دارد در حالی که اختلاف معنی‌داری در اثر ساده رقم و میکوریزا و اثرات متقابل آن ها وجود ندارد (جدول پیوست ۳).

مقایسه میانگین اثر ساده تیمار خشکی بر غلظت نیتروژن برگ نشان می‌دهد که غلظت نیتروژن در تیمار خشکی ۸۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب با میانگین ۲/۴۷ و ۲/۲۸ درصد بیشتر از

1- Zamani *et al*
2- Dixit *et al*

تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی با میانگین ۱/۹۲ درصد می‌باشد که اختلاف معنی‌داری با هم دارند و با افزایش تیمار خشکی غلظت نیتروژن برگ کاهش یافت (جدول ۴-۱۵).

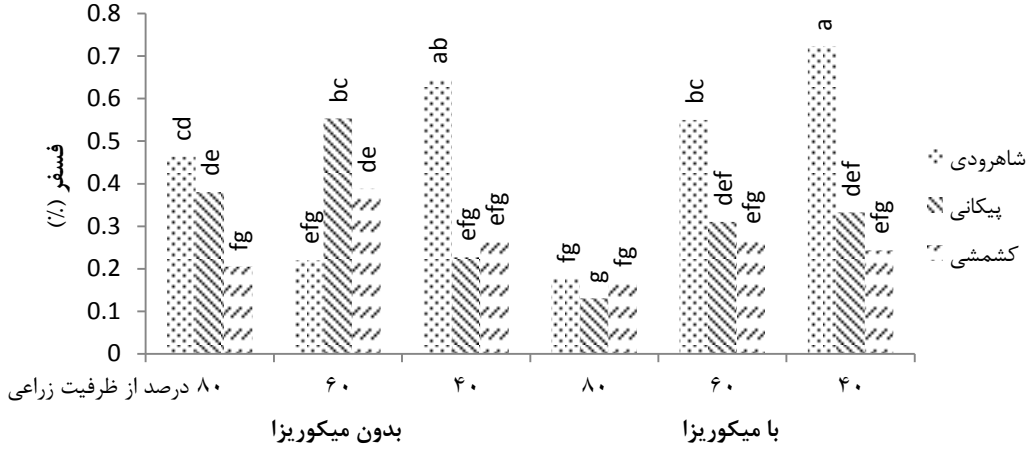
جدول ۴-۱۵- مقایسه میانگین اثر ساده تیمارخشکی بر غلظت نیتروژن

تیمار خشکی (درصد ظرفیت مزرعه‌ای)	نیتروژن (٪)
۸۰	۲/۴۷a
۶۰	۲/۲۸a
۴۰	۱/۹۲b

۴-۳-۲- فسفر

نتایج تجزیه واریانس برای غلظت فسفر در برگ نشان داد که اثر ساده تیمار خشکی و رقم و اثر متقابل رقم در تیمار خشکی، میکوریزا در تیمار خشکی و اثر سه‌گانه آن‌ها در سطح یک درصد و اثر متقابل رقم در میکوریزا در سطح پنج درصد معنی‌دار شد در حالی که اختلاف معنی‌داری در اثر ساده میکوریزا مشاهده نشد (جدول پیوست ۳).

با توجه به نمودار مقایسه میانگین اثر سه‌گانه رقم، تیمار خشکی و میکوریزا مشاهده می‌شود که بیشترین غلظت فسفر مربوط به رقم شاهرودی در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا با میانگین ۰/۷۲ درصد بود که با همین رقم در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون میکوریزا اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین غلظت فسفر مربوط به رقم پیکانی در تیمار ۸۰ درصد ظرفیت زراعی با میانگین ۰/۱۳ درصد و با میکوریزا بود (نمودار ۴-۹).



نمودار ۴-۹- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، تیمار خشکی و میکوریزا بر غلظت فسفر برگ

۴-۳-۳- پتاسیم

نتایج تجزیه واریانس برای غلظت پتاسیم در برگ نشان داد که اختلاف معنی‌داری در اثر ساده تیمار خشکی، میکوریزا و اثر متقابل رقم در تیمار خشکی در سطح یک درصد وجود دارد در حالی که اختلاف معنی‌داری در اثر ساده رقم و اثر متقابل رقم در میکوریزا، تیمار خشکی در میکوریزا و اثر سه‌گانه آن‌ها وجود ندارد (جدول پیوست ۳).

مقایسه میانگین اثر ساده میکوریزا بر غلظت پتاسیم نشان می‌دهد که تلقیح میکوریزا دارای پتاسیم بیشتر با میانگین ۰/۶۰ درصد و عدم تلقیح دارای پتاسیم کمتر با میانگین ۰/۵۲ درصد است که اختلاف معنی‌داری با هم دارند (جدول ۴-۱۶).

جدول ۴-۱۶- مقایسه میانگین اثر ساده میکوریزا بر غلظت پتاسیم برگ

میکوریزا	پتاسیم (٪)
بدون میکوریزا	۰/۵۲b
با میکوریزا	۰/۶۰a

مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در تیمار خشکی بر غلظت پتاسیم نشان می‌دهد رقم کشمشی در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی با میانگین ۰/۷۷ درصد دارای پتاسیم بیشتر بود که اختلاف معنی‌داری با ارقام پیکانی و شاهرودی در تیمار خشکی ۶۰ درصد ظرفیت زراعی ندارد و رقم پیکانی در تیمار خشکی ۸۰ درصد ظرفیت زراعی با میانگین ۰/۳۹ درصد دارای کمترین غلظت پتاسیم است (جدول ۴-۱۷).

جدول ۴-۱۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و تیمار خشکی بر غلظت پتاسیم برگ

رقم	تیمارخشکی (درصد ظرفیت مزرعه‌ای)	پتاسیم (٪)
	۸۰	۰/۵۰cde
شاهرودی	۶۰	۰/۶۴abc
	۴۰	۰/۵۹bcd
	۸۰	۰/۳۹e
پیکانی	۶۰	۰/۶۹ab
	۴۰	۰/۵۵bcde
	۸۰	۰/۴۶de
کشمشی	۶۰	۰/۴۴de
	۴۰	۰/۷۷a

نتایج جداول مقایسه میانگین نشان می دهد که با افزایش تنش خشکی میزان نیتروژن کاهش پیدا کرد به طوری که در تنش خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی کمترین میزان نیتروژن به دست آمد. همچنین با افزایش تنش خشکی میزان فسفر در رقم شاهرودی با میکوریزا و بدون میکوریزا افزایش پیدا کرد به طوری که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد ۸۰ درصد ظرفیت زراعی داشت. رقم کشمشی افزایش معنی‌داری در میزان عنصر فسفر نداشت و رقم پیکانی افزایش معنی‌داری فقط در تیمار خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا نسبت به تیمار شاهد ۸۰ درصد ظرفیت زراعی و با میکوریزا داشت. با تلقیح میکوریزا پتاسیم افزایش پیدا کرد به طوری که با تیمار بدون میکوریزا اختلاف معنی‌داری داشت و با افزایش شدت تنش خشکی میزان پتاسیم در هر سه رقم افزایش پیدا کرد و میزان آن از تیمار خشکی ۸۰ درصد ظرفیت زراعی بیشتر بود.

افزایش پتاسیم در رقم کشمشی نسبت به ارقام شاهرودی و پیکانی بیشتر بود. پتاسیم یکی از مهمترین کاتیون‌های مورد نیاز گیاه می باشد که تجمع آن در هنگام تنش اسمزی در تنظیم فشار اسمزی و کنترل روزنه‌ای نقش ایفا می‌کند. سانتوز و آلجو[1] در سال ۱۹۹۴ با بررسی اثر تنش خشکی بر فلفل مشاهده نمودند که تنش رطوبتی سبب افزایش درصد جذب پتاسیم می‌شود که این امر را به دلیل تنظیم فشار اسمزی می‌دانند. قارچ‌های میکوریزا به وجود آورنده یکی از همزیستی‌های مفید در ریشه اکثر گیاهان بوده و نقش کلیدی در چرخه عناصر غذایی و همچنین مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های محیطی دارند (Azcon-Aguilar & Barea., 1997). سابرامانیان و چارست[2] (۱۹۹۷) نیز گزارش نمودند که تحت شرایط تنش رطوبتی در گیاهان ذرت تلقیح شده با قارچ‌های میکوریزا، مقدار عناصر نیتروژن، پتاسیم، منگنز، منیزیم و روی در دانه‌های ذرت به صورت معنی‌داری افزایش یافت. نتایج آزمایش علی‌آبادی فراهانی و ولدآبادی[3] (۲۰۱۰) در گیاه گشنیز حاکی از آن است که کاربرد قارچ میکوریزا سبب افزایش مقدار فسفر اندام هوایی گردید که دلیل این امر ساز و کار عمل قارچ میکوریزا در جذب فسفر می‌باشد. گیوپتا[4] و همکاران (۲۰۰۲) نیز گزارش کردند که تلقیح گیاه نعناع با گونه *G. fasiculatum* به طور قابل ملاحظه‌ای میزان جذب فسفر را در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده، افزایش داد (Gupta *et al*., 2002). ساجدی و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که به علت تحرک کم عنصر فسفر، در شرایط تنش خشکی میزان جذب آن در ذرت به شدت کاهش یافت و کاربرد میکوریزا میزان جذب فسفر را ۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. به نظر می‌رسد که افزایش جذب عناصر غذایی عمدتاً به دلیل انتشار میسیلیوم-های میکوریزایی مرتبط با بافت‌های درونی ریشه و تشکیل یک سیستم جذب اضافی به صورت مکمل سیستم ریشه‌ای گیاه باشد که بهره‌گیری از حجم بیشتری از خاک که ریشه‌های تغذیه کننده به آن دسترسی ندارد را ممکن می‌سازد (Alizadeh & Alizadeh., 2007). در آزمایش

1- Santos & Alejo
2- Sabramanian & Charest
3- Aliabadi Farahani, H., & Valadabadi
4- Gupta *et al*

جباری اورنج و عبادی[1] (۲۰۱۰) در گلرنگ، ساجدی[2] و همکاران (۲۰۱۰) در ذرت، تنش خشکی موجب افزایش یون پتاسیم در اندام‌های هوایی شد. آن‌ها علت این امر را ساز و کار جذب فعال این یون دانسته‌اند. در هنگام تنش خشکی گیاه جهت افزایش مقاومت به خشکی خود بر خلاف پدیده انتشار، با مصرف انرژی غلظت K^+ را در ریشه و اندام هوایی بالا می‌برد که افزایش جذب پتاسیم باعث تأثیر مثبت در فتوسنتز، افزایش رشد و شاخص سطح برگ، تقویت سنتز NADPH و ATP ، افزایش سرعت انتقال مواد فتوسنتزی، سنتز بیشتر پروتئین، تنظیم باز و بسته شدن روزنه، کاهش تعرق و مهمترین مسئله در هنگام تنش خشکی یعنی افزایش جذب آب به وسیله گیاه می‌گردد (Gonzales & Salas., 1995; Abd-El-Moez., 1996). علت دیگری که محققین برای افزایش جذب پتاس در گیاه پیشنهاد نموده‌اند آن است که در شرایط تنش خشکی، تر و خشک شدن متوالی و طولانی در خاک باعث رها شدن K^+ از بین لایه‌های رسی شده و غلظت یون پتاسیم در خاک افزایش می‌یابد که این پدیده جذب پتاسیم را بیشتر می‌کند (Logan *et al*., 1997).

1- Jabbary Orang, M., & Ebadi
2- Sajedi *et al*

نتیجه گیری نهایی

نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد تنش خشکی موجب کاهش تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ، وزن کل و خصوصیات رویشی، خصوصیات فیزیولوژیکی شامل شاخص سبزینگی، هدایت روزنه‌ای، میزان نسبی آب بافت برگ، سطح برگ و عنصر نیتروژن برگ شد. تنش خشکی موجب افزایش میزان پرولین، میزان عنصر پتاسیم در همه ارقام و میزان فسفر در ارقام شاهرودی و پیکانی در تیمار بدون میکوریزا و در همه ارقام در تیمار با میکوریزا شد.

تنش خشکی یکی از تنش‌های مهم غیر زیستی است که رشد و عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تنش خشکی سبب کاهش فتوسنتز، بسته شدن روزنه‌ها بر اثر ساخته شدن اسیدآبسیزیک در ریشه‌ها، اختلال در ساختار غشای تیلاکوئیدها و کاهش در انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه سبب کاهش رشد در گیاهان می‌شود. با افزایش تنش خشکی، قطر ساقه و ارتفاع گیاه کاهش پیدا می‌کند و این کاهش به طویل نشدن سلول‌ها بر اثر تنش خشکی نسبت داده می‌شود. همچنین با کاهش پتانسیل آب تعداد و اندازهٔ برگ کاهش پیدا می‌کند. کاهش ایجاد شده در سطح برگ توسط تنش خشکی به جلوگیری از افزایش رشد برگ توسط کاهش فتوسنتز نسبت داده می‌شود. اثر رایج تنش خشکی روی گیاهان، کاهش در وزن خشک و تر گیاه است و این اثر را می‌توان این گونه بیان داشت که به طور کلی، کمبود آب در هر مرحله از رشد گیاه جذب، انتقال و مصرف عناصر غذایی را کاهش می‌دهد. کاهش رشد بر اثر تنش خشکی تا حدودی به اثرات تغذیه‌ای مربوط می‌شود. از مکانیسم‌هایی که احتمالاً در افزایش مقاومت گیاه به خشکی تأثیر دارد، تحریک سنتز مواد اسموتیک از قبیل پرولین است.

تلقیح میکوریزا بر تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک ساقه سال جاری، طول ساقه سال جاری، طول ریشه، وزن خشک ریشه، سطح برگ و میزان پتاسیم اثر گذاشت و منجر به افزایش آن‌ها گردید. میکوریزا موجب کاهش میزان سبزینگی و هدایت روزنه‌ای شد. این تغییرات

در بین ارقام و تیمارهای خشکی متفاوت بود و رقم شاهرودی واکنش بهتری با میکوریزا نسبت به ارقام کشمشی و پیکانی داشت.

همزیستی قارچ میکوریزا با اغلب گیاهان منجر به تولید کلنی‌هایی در بخش خارجی ریشه شده و تحت شرایط تنش خشکی باعث بهبود تولید گیاهان می‌شود. بهبود تولید در گیاهان میکوریزایی را به جذب بیشتر عناصر غذایی غیر متحرک مانند فسفر، روی و مس نسبت می‌دهند. به علاوه فاکتورهای دیگر ترکیب شده به همراه کلنی‌های تشکیل شده به وسیله میکوریزا ممکن است مقاومت گیاهان به خشکی را تحت تاثیر قرار دهد. این تغییرات شامل ارتفاع برگ، بهبود آب و پتانسیل تورگر (اسمزی) برگ، کنترل منافذ روزنه‌ای و تعرق، افزایش طول و عمق ریشه و توسعه هیف‌های انتهایی می‌باشد.

در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که تلقیح میکوریزا اثرات ناشی از تیمار خشکی را جبران می‌کند و می‌توان قارچ میکوریزا را به عنوان عامل ضد تنش خشکی در انگور استفاده کرد.

پیشنهادات

موارد زیر برای حصول نتایج تکمیلی پیشنهاد می‌شود:

۱- استفاده گونه‌های مختلف میکوریزا به منظور همزیستی با ارقام بومی مختلف انگور در تاکستان-های کشور و کاربرد عواملی که باعث افزایش جمعیت این قارچها در خاک می‌شود مانند گیاهان پوششی.

۲- بررسی تأثیر گونه‌های مختلف قارچهای میکوریزا بر صفات کیفی و کمی میوه انگور از جمله وزن خوشه، طول خوشه و حبه، میزان مواد جامد محلول، PH و .... پیشنهاد می‌شود.

۳- توجه به مرحله گل‌آغازی و تشکیل میوه انگور و بررسی تأثیر قارچهای میکوریزا، خشکی و رقم بر مراحل گل‌آغازی و تشکیل میوه انگور پیشنهاد می‌شود.

۴- پژوهش‌هایی در رابطه با تأثیر میکوریزا، خشکی و رقم بر متابولیت‌های ثانویه موجود در میوه انگور و ضایعات حاصل از فرآورده‌های مختلف میوه انگور مورد بررسی قرار گیرد.

پیوست

جدول پیوست ۱- تجزیه واریانس اثر میکوریزا و تنش خشکی و اثر متقابل آن ها بر روی صفات مورفولوژیکی سه رقم انگور

منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	صفات (میانگین مربعات)									
		تعداد برگ	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	تعداد گره	وزن تر ساقه سال جاری	وزن خشک ساقه سال جاری	طول ساقه	طول ریشه	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن کل
بلوک	۴	۲۴/۴۰۲^{ns}	۰/۹۵۶^{ns}	۰/۳۱۴^{ns}	۲/۴۹۱^{ns}	۱/۷۳۵^{ns}	۰/۰۷۰^{ns}	۲۲/۲۸۵^{ns}	۴۰/۶۶۴^{ns}	۱۱۳/۳۶۴^{ns}	۴/۳۴۶^{ns}	۴۳۸/۴۳۲^{ns}
رقم (C)	۲	۸۱/۱۱۲^{ns}	۲۶/۴۹۱**	۲/۳۵۱**	۹۵/۷۱۰^{ns}	۲۳/۷۹۱**	۳/۰۵۴**	۳۲۵/۳۹۶**	۲۶/۶۴۴^{ns}	۴۱۹/۳۶۱**	۸۰/۵۵۸**	۱۵۷۳/۴۷۲**
خشکی (DS)	۲	۱۰۰۹/۸۷۹**	۲۱۱/۳۷۵**	۱۹/۶۱۱**	۴۱۴/۹۷۵**	۲۷/۰۴۴**	۴/۳۶۱**	۱۷۴/۱۶۱**	۶۷۳/۳۳۰**	۱۶۷/۲۰۵^{ns}	۹/۶۹۹^{ns}	۱۷۵۵/۶۱۴**
میکوریزا(M)	۱	۱۶۹/۳۹۹**	۱/۶۹۲^{ns}	۰/۰۳۸^{ns}	۲۳۶/۴۱۹**	۰/۸۸۹^{ns}	۰/۰۵۰^{ns}	۶۳/۵۳۰^{ns}	۵/۰۲۷^{ns}	۵۲/۷۱۱^{ns}	۰/۰۱۷^{ns}	۱۲۰/۴۲۲^{ns}
C × DS	۴	۹۵/۲۷۲**	۳/۲۷۱^{ns}	۱/۰۸۸*	۳۵/۴۶۸^{ns}	۲/۸۹۸^{ns}	۰/۴۲۵^{ns}	۸/۲۰۲^{ns}	۱۲۸/۴۱۲**	۵۸/۴۳۵^{ns}	۱۰/۶۷۱*	۳۰۱/۱۲۴^{ns}
C × M	۲	۳۲۵/۳۵۸**	۸/۸۲۶*	۱/۲۵۶*	۱۰۷/۴۶۰*	۵/۷۰۵*	۰/۶۷۹^{ns}	۱۰۷/۶۲۲**	۳۴۴/۵۴۳**	۵۷/۷۵۱^{ns}	۱۰/۴۶۳^{ns}	۱۲۵/۶۱۴^{ns}
M × DS	۲	۷/۹۰۷^{ns}	۷/۹۳۳^{ns}	۰/۴۰۳^{ns}	۱۲۱/۸۰۸*	۴/۲۴۷^{ns}	۲/۱۸۳**	۲۳/۲۹۰^{ns}	۳۴/۲۸۴^{ns}	۲۰/۴۸۰^{ns}	۰/۷۰۶^{ns}	۴۸/۰۴۶^{ns}
C × DS × M	۴	۵۱/۹۹۷^{ns}	۴/۹۵۴^{ns}	۰/۴۴۶^{ns}	۹۸/۴۷۹*	۴/۰۲۲*	۰/۸۷۵*	۱۴۳/۸۴۶**	۱۱۳/۰۱۸*	۳۱/۵۲۱^{ns}	۱۹/۸۳۴**	۶۷/۰۰۴^{ns}
خطای کل	۶۳	۴۴/۸۳۳	۱۳/۹۸۲	۰/۷۶۸	۳۵/۸۵۷	۵/۴۲۱	۰/۹۴۵	۶۲/۸۴۴	۱۵۴/۴۲۱	۸۵/۷۹۸	۱۰/۹۹۸	۳۶۳/۵۶۲
CV %		۲۸/۲۷	۲۲/۹۵	۲۹/۹۴	۲۳/۸۴	۲۱/۶۱	۲۹/۸۳	۲۰/۰۵	۱۷/۱۴	۲۹/۴۰	۲۱/۹۵	۲۴/۸۴

*,** و ns به ترتیب معنی داری در سطح ۱، ۵ درصد و عدم اختلاف معنی دار

جدول پیوست ۲- تجزیه واریانس اثر میکوریزا و تنش خشکی و اثر متقابل آن ها بر روی صفات فیزیولوژیکی و پرولین

منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	صفات (میانگین مربعات)					
		شاخص سبزینگی (A)(اسپد)	هدایت روزنه‌ای (gs)	کارایی مصرف آب (A/gs)	میزان نسبی آب بافت برگ (RWC)	سطح برگ	پرولین
بلوک	۴	۱۵/۲۱۵^{ns}	۲۳۲۵/۴۱۶^{ns}	۰/۰۰۳**	۱۰/۷۳۷^{ns}	۵۱۰۷۳۹۲۳۷۳۳^{ns}	۰/۰۰۰۹^{ns}
رقم (C)	۲	۷۷/۳۴۸**	۹۶۱۷/۵۸۷**	۰/۰۲۲**	۵۶/۴۰۰*	۶/۰۲۱**	۰/۰۰۹^{ns}
خشکی (DS)	۲	۲۸۵/۴۹۸**	۱۸۲۸/۸۴۴^{ns}	۰/۰۰۷**	۱۰۲/۶۷۶**	۶/۳۷۹**	۰/۰۷۳**
میکوریزا (M)	۱	۱۶۸/۸۴۳**	۷۴۶۸/۰۲۰*	۰/۰۰۳*	۱/۹۲۳^{ns}	۵۶۸۶۸۱۱۲۰۷۹۰^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}
C × DS	۴	۱۰۸/۱۹۸**	۱۹۹۸/۷۱۲^{ns}	۰/۰۰۵**	۱۰/۷۸۹^{ns}	۱/۱۹۱**	۰/۰۱۱^{ns}
C × M	۲	۲/۲۸۹^{ns}	۱۲۲۵/۷۷۸^{ns}	۰/۰۰۳**	۲۰/۶۳۱^{ns}	۱/۴۶۴**	۰/۰۰۲^{ns}
M × DS	۲	۷/۵۶۶^{ns}	۱۲۹۵۳/۵۵۳**	۰/۰۰۰۳^{ns}	۳۳/۴۴۷^{ns}	۲۹۸۹۸۳۹۲۵۹۱۵^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
C × DS × M	۴	۲۸/۵۶۳^{ns}	۱۴۶۷/۲۹۱^{ns}	۰/۰۰۶**	۱۹/۳۵۱^{ns}	۷۷۴۶۳۴۷۵۵۰۸۰**	۰/۰۰۲^{ns}
خطای کل	۶۳	۱۵/۱۳۸	۳۲۴۶/۸۴۱	۰/۰۰۲	۱۵/۹۲۴	۶۳۵۶۸۷۷۳۱۰۹۸	۰/۰۱۴
CV %		۱۸/۱۳	۱۹/۸۰	۲۳/۵۷	۴/۷۷	۲۷/۵۶	۲۲/۱۹

**, * و ns به ترتیب معنی داری در سطح ۱، ۵ درصد و عدم اختلاف معنی دار

جدول پیوست ۳- تجزیه واریانس اثر میکوریزا و تنش خشکی و اثر متقابل آن ها بر روی غلظت نیتروژن، پتاسیم و فسفر

منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	صفات (میانگین مربعات)		
		ازت	فسفر	پتاسیم
بلوک	۴	۰/۰۸۳^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۰۱۷^{ns}
رقم (C)	۲	۰/۶۴۵^{ns}	۰/۲۴۴**	۰/۰۰۷^{ns}
خشکی (DS)	۲	۲/۲۵۶**	۰/۱۱۸**	۰/۲۵۶**
میکوریزا (M)	۱	۱/۲۵۹^{ns}	۰/۰۳۴^{ns}	۰/۱۸۳**
C × DS	۴	۰/۲۴۱^{ns}	۰/۱۱۳**	۰/۱۵۸**
C × M	۲	۰/۲۵۷^{ns}	۰/۰۳۶*	۰/۰۱۰^{ns}
M × DS	۲	۰/۱۱۱^{ns}	۰/۰۸۴**	۰/۰۳۱^{ns}
C × DS × M	۴	۰/۵۵۳^{ns}	۰/۰۷۶**	۰/۰۱۰^{ns}
خطای کل	۶۳	۰/۴۰۸	۰/۰۵۵	۰/۰۲۴
CV %		۲۸/۶۴	۲۷/۱۷	۲۷/۴۳

**، * و ns به ترتیب معنی داری در سطح ۱، ۵ درصد و عدم اختلاف معنی دار

منابع

آمارنامه کشاورزی سال زراعی، ۱۳۹۲. اداره کل آمار واطلاعات وزارت کشاورزی.

اردکانی، م. ر. ف.، مجد، د.، مظاهری.، و نورمحمدی، ق. ۱۳۷۹. بررسی کارایی میکوریزا و استرپتومایسس در سطوح مختلف فسفر و تأثیر کاربرد آن‌ها بر عملکرد و برخی صفات گندم. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۲. شماره ۲.

امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. جلد اول. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه شماره ۹۸۲.

امیرقاسمی، ت. ۱۳۸۱. انگور، کاشت، داشت، برداشت و فرآوری. انتشارات آیندگان. تهران. ص ۱۹۶.

اهدایی، ب. ۱۳۷۷. تغییرات ژنتیکی برای ذخیره ساقه و انتقال آن به گندم در گندم بهاره تحت شرایط خشکی انتهایی. مجموعه مقالات کلیدی پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. ص ۱۸۷.

تفضلی، ع.، حکمتی، ج.، و فیروزه، پ. ۱۳۷۳. انگور. انتشارات دانشگاه شیراز. ص ۳۴۳.

جلیلی مرندی، ر. ۱۳۸۶. میوه‌های ریز. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه. ص ۲۰۴-۱۳۵.

رجالی، ف. ۱۳۸۴. مروری اجمالی بر همزیستی میکوریزای مبانی و کاربرد در ضرورت تولید صنعت کودهی بیولوژیکی در کشور. موسسه تحقیقات خاک و آب. مجموعه مقالات. چاپ دوم. تهران. ایران.

رسولی، و گل‌محمدی، م. ۱۳۸۸. معرفی سه رقم انگور متحمل به تنش خشکی در استان قزوین. مجله به نژادی نهال و بذر. جلد ۱-۲۵. شماره ۲.

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

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

قادری، ن. ۱۳۸۸. تاثیر تنش خشکی بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ۵ رقم انگور ایرانی. رساله برای دریافت درجه دکتری تخصصی (Ph-D). دانشگاه تهران.

قادری، ن.، طلایی، ع.، عبادی، ع. و لسانی، ح. ۱۳۸۹. تأثیر تنش خشکی و آبیاری مجدد بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی سه رقم انگور ساهانی، فرخی و بیدانه سفید. مجله علوم باغبانی ایران. دوره ۴۱. شماره ۲.

کافی، م.، مهدوی دامغانی، ع. ۱۳۸۱. مکانیسم‌های مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. صفحه ۵۰-۱۱.

کوچکی، ع.، و نصیری محلاتی، م. ۱۳۷۳. اکولوژیکی گیاهان زراعی. جلد اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

گنجی مقدم، ا. ۱۳۹۰. میوه کاری در مناطق معتدله. آموزش و ترویج کشاورزی. ص ۳۸۳-۳۸۱.

لطفی، ا.، اسماعیلی‌زاده، م.، میردهقان، س.، و شمشیری، م. ۱۳۹۲. چهار رقم انگور Fv/Fm بررسی اثر خشکی بر برخی از صفات رویشی، پرولین. ششمین همایش یافته‌های پژوهشی کشاورزی. سنندج. دانشگاه کردستان.

Abd-El-Moez, M. R. 1996. Dry matter yield and nutrient uptake of corn as affected by some organic wastes applied to a sandy soil. Ann. Agric. Sci. 34: 1319-1330.

Ahmadi, A., and Srmrdeh, A. 2004. Effect of drought stress on soluble carbohydrates, chlorophyll and prolin in 4 wheat cultivars adapted to different climatic conditions of Iran. Journal of Agricultural Sciences Iran. 35 (3): 753-763. (in Persian with English abstract).

Akhondi, M., Safarnejad, A., and Lahouti, M. 2006. Effect of drought stress on prolin accumulation and mineral nutrients changes in alfalfa Medicage Sativa L. Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources. 10(1): 175-175.

Alam, S. M. 1999. Nutrition uptake by plants under stress condition. *In:* Handbook of Plant and Crop Stress,ed. Pessarakli. *M.,* pp. 285-313. *Marcel Dekker, Inc. New York.*

Aliabadi Farahani, H., and Valadabadi, S.A.R. 2010. Effect of arbuscular-mycorrhizal fungi on Coriander (*Coriandrum sativum* L.) under drought stress conditions. Iranian J. Water Soil Sci. 24 (1): 69-80. (In Persian).

Alizadeh, A., and Alizadeh, A. 2007. The effect of Mycorrhizal in moisture different condition on uptake nutrition elements in Maize. Iranian J. Res. Agric. 3: 1.101-108. (In Persian).

Al-Karaki, G. N. and Al-Ruddad, A. 1997. Effect of arbuscular myocrrhizal fungi and drought stress on grow and nutrient uptake of two wheat genotypes differing in drought resistance. Mycorrhiza. 7. 83-88.

Allen, E., and Allen, M. 1986. Water relation of xeric grasses in the field: interactions of mycorrhizas and competition. New Phytologist. 104: 559-571.

Amerian, B.M.R., and Stewart, W.S. 2001. Effect of two species of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, Assimilation and leaf water relations in maize (*Zea mays* L.). Aspects of Applied Biology 63.

Aniya, A. O. and Herzog, H. 2004. Water use efficiency, leaf area and leaf gas exchange of cowpeas under mid-season drought. Eur. J. Agron. 20. 327-339.

Arve, L. E., Torre, S., Olsen, J. E. and Tanino, K. K. 2011. Stomatal responses to drought stress and air humidity. In: Shanker, A. (Ed.). Abiotic stress in plants mechanisms and adaptations. In Tech Publication. pp. 267-280.

Auge, R.M. 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhiza symbiosis. Mycorrhiza. 11: 3-42.

Auge, R.M., Stodola, A.J.W., Tims, J.E., and Saxton, A.M. 2001. Moisture retention properties of a mycorrhizal soil. Plant and Soil. 230: 87-97.

Azco´n-Aguilar, C., Barea, JM. 1997. Applying mycorrhiza biotechnology to horticulture: significance and potentials. Scientia Horticulturae. 68. 1–24.

Bacelar, E. A., Moutinho-pereira, J. M., Goncalves, B. C., Ferreira, H. F. and Correia, C. M. 2007. Changes in growth, gas exchange, xylem hydraulic properties and water use efficiency of three olive cultivars under contrasting water availability regimes. Environmental and Experimental Botany. 60. 183- 192.

Barabal, C. K. 1990. Diagnosis of heat and cold resistance grape varieties from the bioelectrical reactions of the leaves. Fiziologiya – Biokhimiya 22(2): 170 -174.

Bates, L.S., Waldren, R.P., and Teare, L.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant Soil. 39: 205-207.

Bleach, C.M., Cope, R.J., Jones, E.H., Ridgway, H.I., and Jasper, M.V. 2008. Impact of mycorrhizal colonization on grapevine establishment in cylindrocarpon infested soil. Management of Grapevine Diseases. 61: 311-316.

Bradford, K. J. 1994. Water stress and the Water relations of seed development. A critical review. Crop Science. 34:1.

Camorubi. A., Estaun, V., Nogales, A., Garsia-Figueres, F., Pitet, M., and Calvet, C. 2008. Response of the grapevine rootstock Richter 110 to inoculation with native and selected arbuscular mycorrhizal fungi and growth performance in a replant vineyard. Mycorrhiza. 18:211-216.

Caracava, F., Alguacil, M. M., Hernandes, J. A. and Roldan, A. 2005. Involvment of antioxidant enzyme and nitrate reductase activities during water stress and recovery of Mycorrhizal myrtus communis and Phillyrea folia plants. Plant Science. 169. 191-197.

Chaves, M.M., 1991. Effects of water deficits on carbon assimilation. J. Exp. Bot. 42. 1-16.

Colom, M. R. and Vazzana, C. 2003. Photosynthesis and PSII functionality of drought-resistant and drought-sensitive weeping love grass plants. Environmental and Experimental Botany. 49: 135-144.

Costa, G., Morel, L., 1994. Water relation gas exchange and amino acid content in cd-treated lettuce. Plant Physioilogy and Biochemistry 32: 561-570.

Dan, P., Wangxia, W., Arie, A., Oded, S., and Dorothea, B. 1997. Differential accumulation of water stress-related proteins, sucrose synthase and soluble sugars in Populus species that differ in their water stress response. Physiologia Plantarum. 99. (1) : 153–159.

De Herralde, F. 2000. Integral study of the eco-physiological responses to water stress: Characterization of almond varieties. Nucis-Newsletter 9: 20-21.

Dixit, V., Pandey, V., Shyam, R., 2001. Differential antioxidative responses to cadmium in roots and leaves of pea. Journal of Experimental Botany 52: 1101-1109.

Dornescu, D., E. Istrati, and E. Siminiceanu. 1992. Evaluation of maize yields under the influence of fertilizers in stationary long term experiments on different soils of medium fertility on the Moldavian plain. Field Crop Abstracts. 47(2): 95.

Dornescu, D., Istrati, E., Borlan, Z., Tiganas, L., 1992: Studies on the utilization of foliar fertilizers by main crops. Correction Agronomice in Moldova 25(1): 129-143.

During, H. 1984. Evidence for osmotic adjustment to drought in grapevine (*Vitis viinifera*). Vitis 9: 1-10.

Eftekhari, M., Alizadeh, M., Mashayekhi, K., Asghari, H., and Kamkar, B. 2010. Integration of arbuscular mycorrhizal fungi to grapevine (*Vitis vinifera* L.) in nursery stage. Journal of Advanced Laboratory Researchni Biology. 1(2): 102-111.

Eom, A., Hartnett, C., and Wilson, G. 2000. Host plant species effects on arbuscular mycorrhizal fungal communities in tallgrass prairie. Oecologia, 122: 435-444.

Epron, D., 1997. Effects of drought on photosynthesis and on the thermotolerance of photosystem II in seedlings of cedar (*Cedrus atlantica* and *C. libani*). J. Exp. Bot. 48 (315). 1835–1841.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development. 29: 185-212.

Fernandez, R.T., Perry, R.L., Flore, J.A., 1997. Drought response of young apple trees on three rootstocks. II. Gas exchenge, chlorophyll fluorescence, water relations and leaf abscisic acid. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 122 (6), 841–848.

Flexas, J., Josefina, B., Josep, C., Jose, M. E., Jeroni, G., Javier, G., El-Kadri, L., Sara, F. M. C., Maria, T. M., Miquel, R-C., Diego, R., Bartolome, S. and Hipolito, M. 2004. Understanding down-regulation of photosynthesis under water stress: future prospects and searching for physiology tools for irrigation management. Annal Applied Biology. 144. 273-283.

Flexas, J., Medrano, H., 2002. Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal.

Ganjali, A. 2005. Investigation of physiology-morphological aspects to drought tolerance in chickpea (*Cicer arientinum* L.) species. Ph. D. Thesis, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. P. 238. (in Persian with English abstract).

Genty, B., Briantais, J. M., and Vieira, J. B. 1987. Effects of drought on primary photosynthetic processes of cotton leaves. Plant Physiology. 83: 360-364. 6.

Gholami, M., Rahemi, M., and Rastegar, S. 2012. Use of rapid screening methods for detecting drought tolerant cultivars of fig (*Ficus carica* L.). Scientia Horticulturae. 143: 7-14.

Gonzales, P.R., and Salas, M.L. 1995. Improvement of the growth, grain yield, and nitrogen, phosphorus and potassium nutrition of grain corn through weed control. J. Plant. Nutr. 18: 3313-3324.

Gupta, M.L., Prasad, A., Ram, M., and Kumar, S. 2002. 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. Bioresour. Technol. 81: 77-79.

Gzik, A. 1996. Accumulation of proline and pattern of α- amino acids in sugar beet plants in response to osmotic, water and salt stress. Environmental and Experimental Botany. 36: 29-34.

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

Higgins, S., Larsen, E. E., Bendel, R. B., Radamker, G. K., Bassan, J. H., Bidlake, W. R. and Alwir, A. 1992. Comparative gas exchange characteristics of potted glasshouse grown almond, apple, fig, grape, olive, peach and Asian pear. Scientia Horticulturae. 52 (4): 313-329.

Huang B. and Gao H. 2000. Root physiological characteristics associated with drought resistance in tall fescue cultivars. Crop Science. 40: 196-203.

Jabbary Orang, M., and Ebadi, A. 2010. Effect of supplemental irrigation on nutrient uptake, water relationship and assessment of drought stress tolerance in safflower in Ardebil climate conditions. Iranian J. Environmental Stresses in Crop Sciences. 3 (2): 115-127. (In Persian).

Jackson, D., and Looney, N. 1999. Temprate and subtropical fruit production.CABI Publishing, New York. Pp: 267-269.

James, B., Rodel, D., Lorettu, U., Reynaldo, E. and Tariq H. 2008. Effect of vesicular arbescular mycorrhiza (VAM) fungi inoculation on coppicing ability and drought resistavce of *Senna Spectabilis*. Pakistan Journal of Botanicaly. 40. 2217-2224.

Kadam, J. H., Tambe, T. B. and Tumbare, A.D. 2005. Effect of irrigation regimes on grape rootstocks for their drought tolerance. Journal- of- Maharashtra-Agricultural- Universities. 30(1): 18- 21.

Karagiannidis, N., Nikolauo, N., Ipsilantis, I., and Zioziou, E. 2007. Effect of different N fertilizers on the activity of *Glomus mosseae* and on grapevine nutrition and berry composition. Mycorrhiza. 18: 43-50.

Kavi Kishori, P. B., Sangam, S., Amrutha, R. N. P., Sri Laxmi, K. R., Naidu, K. R. S. S. Rao, S., Rao, K. J., Reddy, P., Theriappan, and N., Sreenivasulu. 2005. Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plant: its implication in plant growth and abiotic stress tolerance. Current Science. 88 (3): 424 – 438.

Kesteloot, J. A., J. Heursel, and F. M. Pauweles. 1985. Estimation of heritability and genetic variation in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Helia. 8. 17-20. Characterization of almond varieties. Nucis-Newsletter 9: 20-21.

Kirnak, H., Kaya, C., Tas, I., Higgs, D. 2001. The influence of water deficit on vegetative -growth, physiology, fruit yield and quality in eggplants. Bulgarian J. Plant Physiol. 27(3–4): 34–46.

Kramer, PJ., Boyer, JS. 1997. Water relations of Plants and Soils, Academic Press, San Diago Arrese Gonzalez EM Mariano D Landera R Larraiza E Gil-Quintana E 2009 Physiological response of legume nodules to drought, Plant stress, Global Science book. 5 (special Issue):24-31.

Kuznetsov, Vl. V., and Shevyakova, N. I. 1999. Proline under stress: Biological role, metabolism, and regulation. Russian Journal of Plant Physiology. 46(2): 274-286.

Lapointe, L., and Molardd, J. 1997. Costs and benefits of mycorrhizal infection in a spring ephemeral, *Erythronium americanum.* New Phytologist, 135: 491- 500.

Lawlor, D. W., and Cornic, G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. Plant, Cell and Environment. 25: 275-294.

Leboni, E., Pellegrino, A., Louarn, G., and Lecoeur, J. 2006. Branch development controls leaf area dynamics in grapevine (*Vitis vinifera*) growing in drying soil. Annals of Botany. 98: 175-185.

Logan, T. J., Goins, L. E., and Lindsay, B. J. 1997. Field assessment of trace element uptake by six vegetables from N-viro soil. Water. Environ. Res. 69: 28-33.

Martin, M. F., Micell, J. A., Morgan, M., Scalet and G, Zerbi. 1993. Synthesis of osmotically active substance in winter wheat leaves as related to drought resistance of different genotypes. Journal of Agronomy and Crop Science. 171: 176 - 184.

Medrano, H., Escolana, J. M., Bota, J., Gulias, J., and Flexas, J. 2002. Regulation of photosynthesis of 3C plants in response to progressive drought: stomatal conductance as a reference parameter. Annual Botany. 88: 895-905.

Meriaux, S. H., and Rutten, P. 1981. The effects of drought on grapevine. Agronomy Journal. 73: 375-381.

Mizoguchi, T. 1992. Effects of inoculation of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on growth and nutrient uptake of non-nodulated *Acacia* spp. seedlings in two soil water regimes. Japanese Journal of Socology. 74, 409–419.

Mohamadkhani, N., and Haidary, R. 2008. Drought -induced Accumulation of soluble sugars and proline in two Maize varieties. World Applied Sciences Journal. (3): 448- 453.

Mohan, J. S., and Priyadarshan, P. 2009. Breeding plantation tree Crops: tropical species. Springer. -New York. 654p.

Mortimer, P. E., Archer, E., and Valentine, A. J. 2005. Mycorrhizal C costs and nutritional benefits in developing grapevines. Mycorrhiza. 15: 159-165.

Naito, S., Hirai, MY., Inaba-Higano, K., Nambara, E., Fujiwara, T., Hayashi, H., Komeda, Y., Chino, M. 1995. Expression of soybean seed storage protein genes in transgenic plants and their response to sulphur nutritional conditions. Journal of Plant Physiology. 145. 614–61.

Nevry, A. A. 1989. Photosynthesis in some grape varieties under different moisture regimes. Izvistiy -Akademi 2(11): 26-30.

Newsham, K., Fitter, A., and Watkinson, A. 1995. Multi-functionality and biodiversity in arbuscular mycorrgizas. Tree. 10(10): 407-411.

Ni, B. R., and Pallardy, S. G. 1992. Stomatal and non-stomatal limitations to net photosynthesis in seedling of woody angiosperms. Plant Physiology. 99. 1502-1508.

Palliotti, A. A., Cartechini, L., Nasini, O., Silvestroni, S., Mattioli, and D, Neri. 2004. Seasonal carbon balance of "Sangiovese" grapevines in two different Central Italy environments. Acta- Horticulturae. (652): 183- 190.

Passioura, J. 2007. The drought environment: Physical, biological and agricultural perspectives. J. Exp. Bot. 58113–117.

Paul Schreiner, R. 2005. Mycorrhizas and mineral acquisition in grapevines. In: Soil environment and vine mineral nutrition symposium. Eds. Christensen, L. P., and Smart, D.R. Pp: 49-60.

Pellegrino, E., Lebonw, T., Simonneau, W., and Wery, J. 2005. Towards a simple indicator of water stress in grapevine (*Vitis vinifera* L.) based on the differential sensitivities of vegetative growth components. Australian Journal of Grape and Wine Research. 11: 306-315.

Pereira, J. S. and Chaves, M. M. 1995. Plant responses to drought under climate change in Mediterranean-type ecosystems. In: Moreno, J. M., Oechel, W. C. (Eds). Global change in Mediterranean-type ecosystems. Ecology studies. Vol. 117. Springer- veralge. Berlin. 140-160.

Poni, S. 2000. Grapevine (*Vitis vinifera* L.) sensitivity to water stress. Plant Physiology. 47: 37-42.

Poni, S., Bernizzoni, F., and Civardi, S. 2007. Response of “Sangiovese” grapevine to partial root-zone drying : gas-exchange, growth and grape composition. Scientia Horticulturae. 114. 96-103.

Poude, P. R. l., Kataoka, I., and Ryosuke, M. 2005. Effect of Plant Growth Regulators on *in vitro* Propagation of *Vitis ficifolia* var. *ganebu* and its Interspecific Hybrid Grape. Asian Journal of Plant Sciences. *4(5): 466-471.*

Qian, Y. L., and Fry, J. D. 1996. Irrigation frequency affects zoysiagrass rooting and plant water status. Horticultural Science. 31: 234-237.

Qiangsheng, W., Renxue, X., and Zhengjia, H. 2006. Effect of arbuscular mycorrhizal on the drought tolerance of *Poncirus Trifoliate* seedling. Frontiers of Forestry in China. 1. 100-104.

Ramanjulu, S., Sreenivasulu, N., and Sudhakar, C. 1998. Effect of water stress on photosynthesis in two mulberry genotypes with different drought tolerance. Photosynthetica. 35 (2). 334-342.

Ranney, T. G., Bassuk, N. L., and Whitlow, T. H. 1991. Osmotic adjustment and solute contributes in leaves and roots of water-stressed cherry *(Prunus)* trees. Journal of the American Society for Horticultural Science. 116: 684-688.

Raven, J. A. 2002. Selection pressures on stomatal evolution. New Phytol. 153. 371-386.

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

Reddy, A. R., Claitanya, K. V., and Vivekanadan, M. 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism I higher plants. Journal of Plant Physiology. 161: 1189-1202.

Riciardi, D. H., Fanizza, G., and Baghulo, C. 1989. Response of selected table grape cultivars to canopy temperature under water stress and no stress conditions. Horticultural Science. 3: 102 – 105.

Robert, A., Laird, M., and Jone, F. 2008. "Addicott Neutral Indirect Effects of - Mycorrhizal Fungi on a Specialist Insect Herbivore". J. of. Environ. Entomol. 37.4. 1017.

Romero, R., Ramis, C., and Alonso, S. 2004. Impacts and interactions of dry and moist potential-vorticity anomalies during the life cycle of an intense mediterranean cyclone. Plinius Conference on Mediterranean Storms V. European Geophysical Society. Ajaccio (France). 1-3 October 2003. Proceedings.

Rooyen, V. M., A. Valentine, and E. Archer. 2004. Arbuscular mycorrhizal colonisation modifies the water relations of young transplanted grapevines (*Vitis*) S. Afr. J. Enol. Vitic. 25(2): 37-42.

Rouhi, V., Samson, R., Lemeur, R., and Van Damme, P. 2007. Photosynthetic gas exchange characteristics inthree different almond species during drought stress and subsequent recovery. Environmental andExprimental Botany. 59: 117-129.

Sajedi, N. A., Ardakani, M. R., Sajedi, A., and Bahrami, A. H. 2010. Uptake of some nutrient elements affected mycorrhizal symbiosis, zinc sulfate levels and drought stress on corn (*Zea mays* L.). Iranian J. Field Crops Res. 8: 5. 784-791.

Santos, M. S. and N.O. Alejo. 1994. Effect of water stress on growth, osmotic potential and solute accumulation in cultivars from chili pepper. Plant Sci. 96: 21- 29.

Schonfeld, M. A., Johnson, R. C., Carver, B. F., and Mornhinweg, D. W. 1988. Water relations in winter wheat as drought resistance indicators. Crop Sciences. 28: 526-531.

Schultz, H., and Matthews, M. 1988. Vegetative growth distribution during water deficits in *Vitis vinifera* L. Australian Journal of Plant Physiology. 15: 641 – 656.

Shao, H. B., Chu, L. Y., Lu, Z. H., and Kagn, C. M. 2008. Primary antioxidant free radical scavenging and redox signaling pathways in higher plants. International Journal of Biological Sciences. 2. 8-14.

Shariat, A., and Asare, M. H. 2008. Effect of drought stress on plant pigments, prolin, soluble sugars and growth properties of four eucalyptus species. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 15 (6): 13-24. (in Persian with English abstract).

Shiraishi, S., C. Hsingtung, M., Shiraishi, M., Kitazaki, and T. C. Hsiung. 1996. Changes in the photosynthetic rate, transpiration rate, stomatal conductivity and water use efficiency of vitis varieties grown under different temperature and light condition. Science- Bullentin- of- the- Faculty- of- Agriculture. -Kyushu- University. 51: 1-2. 33- 38.

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

Simon, l., Bousquet, J., Roger, C. Levesque., and Maurice, L. 1993. "Origin and diversitication of Endomycorrhizal fungi and coincidence with vesicular land plants". Nature (London). 363: 67-69.

Slahvrzy, E. 2007. Effects of drought stress and re-irrigation on morpho physiologic and biochemical responses in domestic and imported grasses. Master's thesis, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture. Ferdowsi University of Mashhad. P. 160. (in Persian with English abstract).

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

Smith, S. E., Read, D. J., 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press. San Diego. CA.

Song, H. 2005. Effects of VAM on host plant in the condition of drought stress and its Mechanisms. Electronic Journal of Biology. 1(3): 44-48.

Cornic, G. 1994. Drought stress and high light effects on leaf photosynthesis. In Photoinhibition of Photosynthesis: From Molecular Mechanisms to the Field. pp. 297-313. Eds.

Subramanian, K. S., Charest, C., Dwyer, L. M., and Hamilton, R. I. 1997. Effect of arbuscular mycorrhizae on leaf water potential, sugar content and P content during drought and recovery of maize. Can. J. Bot. 75: 1583-1591.

Tiaz, L. and Zeiger, E. 1998. Plant physiology. (2^{nd}). Sinauer Associatws Inc., Massachusetts. 757p.

Vadell, J. H., Medrano, H., 1992. Drought effect of genetic variability of photosynthetic rate and related characters. Photosynthetica. 27. 89–98.

Valentine, A. J., Mortimer, P. E., Lintnaar, M., and Borgo, R. 2006. Drought responses of a Arbuscular mycorrhizal grapevine. Symbiosis. 41: 127-133.

Yakushiji, H., Morinage, K., and Nonami, H. 1998. Sugar accumulation and partitioning in Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) trees tissues and fruit in response to drought stress. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 123 (4). 719–726.

Yordanov, I., Velikova, V., Tsonev, T. 2000. Plant responses to drought, acclimation, and stress tolerance. Photosynthetica. 38 (1); 171-186.

Zarrabi, M., Motlaiy, A., and Lesani, H. 2008. Effect of drought stress on morphological and anatomical characteristics of olive different cultivars. Journal of Horticultural Science (Agricultural Science Iran). 39 (1): 109- 117. (in Persian with English abstract).

Abstract

Drought and water deficit is one of the most important factors in agricultural products lost in the world. Mycorrhizal fungi are known as bio fertilizers. In order to evaluate tolerance some Iranian grape cultivars, Shahroodi, Peikani and Keshmeshi, to drought stress in inoculated with mycorrhizal ,*Glomus mosseae,* and without inoculation, a factorial experiment based on randomized complete block design with five replications was conducted in the College of Agriculture, Shahrood University, Iran. 100 g of mycorrhizal were used for each pot. Rooted cuttings transferred to pots in Feb for three months to stabilization irrigated normally and bushes were trained with single branch. After that, Water stress treatments were done for two months at three levels, irrigating at 80, 60 and 40 % of soil field capacity. After drought treatments, vegetative and physiological characters, and N, P and K elements in leaf were measured. The results showed that the number of leaves, fresh and dry weight of leaf, total weight significantly reduced by drought stress and some physiological characteristics such as Spad index, stomatal conductance, leaf relative water content, leaf area and leaf nitrogen was also reduce. The amount of leaf proline, potassium and phosphor was increased in three grape cultivars under drought. In Mycorrhizal inoculation treatments, the number of leaves, leaf fresh and dry weight, total weight, current shoot growth, root length, root dry weight, leaf area and the amount of leaf potassium was significantly increased. Spad index and stomatal conductance decrease by Mycorrhizal inoculation treatments. The three grape cultivars have a different reaction to drought stress. The result indicated the Shahroodi cultivar is better reacted with mycorrhiza in compared to the Keshmeshi and Peikani cultivars. Keshmeshi and Shahroodi cultivars with minimum variation in water deficient treatment show more tolerance than Peikani cultivar to drought stress. Shahroodi cultivar showed a better reaction with mycorrhizal inoculation.

Keywords: Drought stress, mycorrhizal, grape, field capacity, elements, proline

Shahrood University of Technology

Faculty of Agriculture

MSc Thesis in Horticulture

Evaluation of tolerance of three grape cultivars to drought stress with mycorrhizal treatment

By:Azimeh Kamayestani

Supervisor:

Dr.Mahdi Rezaei

Advisors:

Dr. Hamid Reza Asghari

M.H. Hassan Ghorbani Ghozhdi

September 2016