





دانشکده‌ی علوم کشاورزی

گروه علوم باغبانی

بررسی تأثیر کم آبیاری بر رشد، عملکرد و کیفیت پس از برداشت دو رقم گوجه فرنگی

استاد راهنما:

دکتر بهروز اسماعیل پور

اساتید مشاور:

دکتر شهین زمردی و مهندس قباد سلیمی

توسط:

منصور اکبری

پاییز ۱۳۹۱

تقدیر و تشکر

خداوند را سپاس می‌گویم که به من فرصت داد تا عمر خود را در راه تحصیل علم و دانش سپری کنم و همواره استادانی دلسوز و فرزانه بر سر راهم قرار داد تا در این راه داز و بی پایان علم جوئی، راهنمای راهم باشند و از علم و معرفت ایشان بهره‌مند گردم. لذا وظیفه خود می‌دانم که از زحمات همه عزیزانی که در این راه مرا یاری نموده‌اند تشکر و قدردانی بنمایم.

از استاد ارجمند و بزرگوار جناب آقای دکتر بهروز اسماعیل پور، استاد گروه باغبانی دانشگاه محقق اردبیلی که در طی مراحل مختلف این پایان نامه بارها راهنمایی‌های بیدریغشان همراه من بودند نهایت تشکر و قدردانی را می‌نمایم.

از سرکار خانم دکتر شهین زمرودی، عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی که در تمام مراحل انجام کار پایان نامه صمیمانه اینجانب را راهنمایی و یاری نمودند کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

ضمناً از آقایان مهندس ناصر امانی، مهندس رحیم هوشیار، مهندس کیوان پیرونی که در طی مراحل مختلف اجرای طرح بسیار با اینجانب همکاری نمودند تشکر می‌نمایم.

در پایان لازم می‌دانم از خانواده گرامیم که از ابتدای دوران تحصیل با تشویق، راهنمایی، گذشت و فداکاری در کنارم بوده‌اند و یاریم نمودند، بخصوص همسر مهربانم که همواره زمینه تحصیلم را فراهم نمودند نهایت سپاسگزاری و تشکر را بنمایم.

منصور اکبری

۱۳۹۱

نام خانوادگی: اکبری	نام: منصور
عنوان پایان نامه: بررسی تأثیر کم آبیاری بر رشد، عملکرد و کیفیت پس از برداشت دو رقم گوجه فرنگی	
استاد راهنما: دکتر بهروز اسماعیل پور	
اساتید مشاور: دکتر شهین زمردی و مهندس قباد سلیمی	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: باغبانی
گرایش: سبزیکاری	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: کشاورزی	تاریخ فارغ التحصیلی:
تعداد صفحه: ۵۱	
واژه‌های کلیدی: تشنگ تبخیر، صفات پس از برداشت، صفات رویشی، کم آبیاری، گوجه فرنگی	
<p>چکیده:</p> <p>کم آبیاری یکی از راهکارهای بهینه سازی مصرف آب در اراضی فاریاب است. به منظور بررسی اثرات کم آبیاری بر رشد، عملکرد و صفات کیفی دو رقم گوجه فرنگی یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میان‌دوآب در سال ۱۳۹۰ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل دو رقم گوجه فرنگی <i>Early Urbana111</i> و <i>Rio grand</i> و چهار تیمار کم آبیاری ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشنگ آبیاری بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، که تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر شاخص‌های ارتفاع بوته، تعداد میوه درجه یک، وزن میوه، طول میوه، عملکرد کل، مواد جامد محلول، کلروفیل، لیکوپن، بتاکاروتن و EC در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. ارقام مورد آزمایش نیز برای شاخص‌های EC میوه، لیکوپن و رنگ در سطح احتمال ۵ درصد با هم تفاوت معنی‌دار داشتند. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمار کم آبیاری با ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشنگ آبیاری سبب افزایش رشد رویشی شد، در حالی که تیمار ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشنگ آبیاری صفات پس از برداشت گوجه فرنگی را افزایش داد. به طور کلی نتایج این آزمایش بیانگر آن است که کم آبیاری باعث کاهش شاخص‌های رویشی و افزایش کیفیت پس از برداشت ارقام گوجه فرنگی مورد آزمایش شد.</p>	

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

۲	مقدمه
۲	۱-۱- اهمیت و ضرورت پژوهش
۴	۲-۱- خانواده بادمجانیان (Solanaceae)
۵	۱-۲-۱- گوجه فرنگی (<i>Lycopersicon esculentum</i>)
۵	۱-۱-۲-۱- منشاء
۵	۲-۱-۲-۱- مشخصات گیاهشناسی
۶	۱-۲-۱-۲-۱- ساقه
۶	۲-۲-۱-۲-۱- برگ
۷	۳-۲-۱-۲-۱- گل
۷	۴-۲-۱-۲-۱- میوه
۸	۳-۱-۲-۱- ارزش غذایی و اهمیت اقتصادی
۸	۴-۱-۲-۱- شرایط آب و هوایی
۸	۱-۴-۱-۲-۱- نور و دما
۹	۲-۴-۱-۲-۱- رطوبت
۱۰	۳-۴-۱-۲-۱- کود
۱۰	۵-۱-۲-۱- کاشت نشاء

- ۰۱ ۱-۲-۱-۶- مراقبت‌های زراعی
- ۱۱ ۱-۲-۱-۷- برداشت
- ۱۱ ۱-۳-۱-۳- نقش آب در گیاهان
- ۱۲ ۱-۳-۱-۱- عکس العمل گیاه به تامین آب
- ۱۳ ۱-۳-۲- اثرات عوامل اقلیمی بر روی نیاز آبی گیاهان
- ۱۳ ۱-۳-۳-۱- تنش آبی
- ۱۴ ۱-۴-۱- کم آبیاری
- ۱۴ ۱-۴-۱-۱- مزایا و اهداف کم آبیاری
- ۱۵ ۱-۴-۲- اصول و تکنیک‌های کم آبیاری
- ۶۱ ۱-۵- مروری بر تحقیقات گذشته
- ۰۲ ۱-۶- اهداف پژوهش

فصل دوم: مواد و روش‌ها

- ۲۲ ۱-۲- مشخصات محل آزمایش
- ۲۲ ۲-۲- تیمارها و نوع طرح آزمایشی
- ۲۳ ۲-۳- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک
- ۳۲ ۲-۴- کیفیت آب آبیاری
- ۲۳ ۲-۵- روش کاشت، داشت و برداشت نمونه
- ۲۵ ۲-۶- محاسبه نیاز آبی محصول گوجه فرنگی
- ۲۵ ۲-۶-۱- محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل

۲-۶-۲- ضریب گیاهی ۲۵

۲-۷- اندازه گیری صفات ۲۶

۳-۸- نگه داری گوجه فرنگی ۲۶

۲-۸-۱- سفتی میوه ۲۷

۲-۸-۲- اسیدیته ۲۷

۲-۸-۳- PH ۲۷

۲-۸-۴- مواد جامد محلول در آب (بریکس) ۲۸

۲-۸-۵- ویتامین ث ۲۸

۲-۸-۶- لیکوپین و بتا کاروتن ۲۹

۲-۹-۹- ارقام استفاده شده در این پژوهش ۳۰

۲-۹-۱- ریوگراند ۲۹

۲-۹-۲- ارلی اربانا ۲۹

۲-۱۰- تجزیه و تحلیل داده‌ها ۳۰

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱-۱- نتایج صفات رویشی ۳۲

۳-۱-۱-۱- ارتفاع بوته ۳۲

۳-۱-۲- تعداد میوه درجه یک ۳۴

۳-۱-۳- وزن میوه ۳۴

۳-۱-۴- طول میوه ۳۵

- ۳-۱-۵- عملکرد کل ۳۶
- ۳-۲-۲- بحث صفات رویشی ۳۶
- ۳-۳-۳- نتایج صفات کیفی ۳۸
- ۳-۲-۱- مواد جامد محلول (بریکس) ۴۰
- ۳-۲-۲- کلروفیل ۴۰
- ۳-۲-۳- لیکوپن ۴۱
- ۳-۴-۳- بحث صفات کیفی ۴۲
- ۳-۵- نتیجه گیری ۵۴
- ۳-۶- پیشنهادات ۵۴

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۲۴.....	شکل ۱-۲- نحوه آماده سازی کرت‌های آزمایشی
۲۷.....	شکل ۲-۲- دستگاه پنترومتر برای اندازه گیری سفتی میوه
۳۲.....	شکل ۱-۳- تأثیر تنش کم آبی بر ارتفاع بوته
۳۴.....	شکل ۲-۳- تأثیر تنش کم آبی بر تعداد میوه درجه یک
۳۵.....	شکل ۳-۳- تأثیر تنش کم آبی بر وزن میوه
۳۵.....	شکل ۴-۳- تأثیر تنش کم آبی بر طول میوه
۳۶.....	شکل ۵-۳- تأثیر تنش کم آبی بر عملکرد کل
۴۰.....	شکل ۶-۳- تأثیر تنش کم آبی بر مقدار بریکس
۴۰.....	شکل ۷-۳- تأثیر تنش کم آبی بر میزان کلروفیل
۴۱.....	شکل ۸-۳- تأثیر تنش کم آبی بر میزان لیکوپن
۴۱.....	شکل ۹-۳- تأثیر ارقام گوجه فرنگی بر میزان لیکوپن

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱- مواد غذایی موجود در گوجه فرنگی	۸
جدول ۱-۲- املاح معدنی و ویتامینهای موجود در گوجه فرنگی	۸
جدول ۱-۲- علامت‌های اختصاری به کاربرده شده در نمودارها و جداول	۲۲
جدول ۲-۲- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی	۲۳
جدول ۲-۴- ویژگی‌های شیمیایی آب مورد استفاده در آبیاری	۲۳
جدول ۱-۳- تجزیه واریانس تأثیر تنش کم آبی بر شاخص‌های رشد رویشی و عملکرد دو رقم گوجه فرنگی	۳۳
جدول ۲-۳- تجزیه واریانس تأثیر تنش کم آبی بر صفات کیفی پس از برداشت دو رقم گوجه فرنگی	۳۹
جدول ۳-۳- اثر متقابل تأثیر تنش کم آبی بر صفات کیفی پس از برداشت دو رقم گوجه فرنگی	۴۲

فصل اول

مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱- اهمیت و ضرورت پژوهش

رشد سریع جمعیت در ۵۰ ساله اخیر و بهره برداری بیشتر از منابع موجود موجب استفاده ناکارآمد از منابع به ویژه آب و خاک در کشاورزی است. از طرفی کاربرد شیوه‌های ناکارآمد و با راندمان پائین موجب بهره برداری بیش از حد توان از منابع آب شده و نهایتاً روند تخریب منابع شتاب بیشتری به خود گرفته است (حمدی و همکاران، ۲۰۰۳). در سرتاسر جهان تقاضا برای آب در حال افزایش است (بیسواس، ۲۰۱۰). در بسیاری از مناطق جهان، کمبود آب سیستم‌های اکولوژیکی و کشاورزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (شو و همکاران، ۲۰۰۷). بخش قابل ملاحظه‌ای از آب جهان در کشاورزی استفاده می‌شود. بنابراین حفاظت از کل منابع آب از طریق استفاده بهینه در کشاورزی، مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک جهان یکی از مهم‌ترین اولویت‌ها است (فروزانی و کرمی، ۲۰۱۱). به دلیل واقع شدن کشور ما ایران در بخش خشک کره زمین، همواره آب یکی از عوامل محدود کننده تولید در بخش کشاورزی بوده است. بر اساس آخرین آمار و اطلاعات، کل مصرف آب در کشور بالغ بر ۹۳ میلیارد متر مکعب می‌باشد. بخش کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف کننده منابع آب تجدید شونده کشور بوده و بالغ بر ۸۴ میلیارد متر مکعب از کل منابع آب را مصرف می‌کند. سهم کشاورزی از منابع آب کشور ۹۳ درصد است که بالاترین سهم را در مصارف آب کشور دارد ولی متأسفانه تولیدات کشاورزی حاصل از آن و شاخص بهره‌وری آن بر حسب کیلوگرم محصول به ازای یک متر مکعب آب مصرفی پایین است (حیدری و همکاران، ۱۳۸۵). ایران از نظر وسعت اراضی آبی بعد از کشورهای چین، آمریکا، هند و پاکستان در ردیف پنجم قرار گرفته است. بنابراین باید حداقل پنجمین کشوری باشد که در مصرف آب در بخش کشاورزی تدابیر لازم را اندیشیده باشد. اما آمارها نشان می‌دهد که در هر هکتار اراضی آبی حدود ۱۲۰۰۰ متر مکعب آب مصرف می‌شود در حالی که رقمی که سازمان فائو برای میانگین جهان ارائه می‌دهد حدود ۵۰۰۰ متر مکعب است. لذا مصرف آب در هر هکتار اراضی در ایران دو برابر مقدار جهانی است.

بنابراین از آنجا که بخش کشاورزی عمده‌ترین مصرف‌کننده آب به شمار می‌آید، هر گونه صرفه‌جویی در این بخش کمک مؤثری به بهبود استفاده از منابع آب خواهد نمود (کشاورز و حیدری، ۱۳۸۵).

تنش خشکی شدیدترین تهدید برای امنیت غذایی جهان محسوب می‌شود، که تولید محصولات کشاورزی را با محدودیت مواجه ساخته و عملکرد محصولات را در مناطق نیمه خشک کاهش داده است. ایران نیز کشوری خشک و نیمه خشک با آب و هوای مدیترانه‌ای است. در چنین وضعیتی تولید محصول در طی ماه‌های تابستان متکی بر آبیاری می‌باشد. از سوی دیگر تامین آب، عامل محدود کننده تولید است (سپاسخواه و خواجه‌عبداللهی، ۱۳۸۵). این مشکل در مناطقی مانند ایران حائز اهمیت بوده و لزوم استفاده صحیح از منابع آبی را امری اجتناب‌ناپذیر ساخته است. رشد و توسعه همراه با استفاده روز افزون از منابع آب شیرین نیز آسیب‌پذیری در شرایط تغییر اقلیم آینده را افزایش داده و محدودیت‌های تولیدات کشاورزی را تشدید خواهد کرد (ایوانز، ۲۰۰۹). یکی از راهکارهای ارائه شده در زمینه مدیریت آبیاری رسیدن به عملکرد بالا با توجه به حداکثر بهره‌برداری از آب آبیاری می‌باشد. بدین منظور شناخت ارتباط کمبود آب خاک با رشد محصولات، کشت گیاهان مقاوم و بررسی واکنش‌های فیزیولوژیکی در ارتباط با تنش خشکی و سایر مواردی که امکان کشت هر چه بیشتر گیاهان را در مناطق خشک و نیمه خشک فراهم کند، ضروری خواهد بود (وحیدی و همکاران، ۱۳۹۰).

کم آبیاری^۱ یک تکنیک مدیریتی به‌شمار می‌رود که روی مجموعه سیستم آبیاری، الگوی کشت، نوع خاک، هوا و اقلیم، ابعاد کیفی و کمی آب، مدیریت نیروی انسانی و ابعاد اقتصادی تأثیر دارد و به عنوان یک راهبرد عملی و تکنیک فنی اقتصادی در حصول، تکوین الگوی بهینه مصرف آب به‌شمار می‌رود. مدیریت، برنامه‌ریزی و اجرای کم آبیاری مستلزم انتخاب مناسب گیاه، خاک مناسب، مدیریت مطلوب آبیاری و عملیات زراعی متناسب و... در جهت کسب موفقیت در راستای اهداف کم آبیاری می‌باشد. کم آبیاری یک استراتژی بهینه برای به عمل آوردن محصولات تحت شرایط کمبود آب است که همواره با کاهش محصول مواجه می‌باشد و هدف اصلی آن افزایش راندمان مصرف آب است (زمردی و همکاران، ۱۳۸۵). گیاهان انتخاب شده برای کم آبیاری بایستی مقاوم به خشکی بوده، خاک بایستی عمیق و دارای ظرفیت نگه‌داری نسبتاً زیاد با شوری کم باشند تا قادر به تأمین نیاز آبی گیاه در دوره‌های طولانی آبیاری باشد (شو و همکاران، ۲۰۰۷). دورنبوس و پوروت

¹ Deficit Irrigation

(۱۹۷۷) مراحل بحرانی از نظر اعمال تنش آبی را برای محصولات زراعی مختلف مشخص نموده‌اند. برنامه ریزی کم آبیاری در مقایسه با آبیاری کامل نیاز به دقت و توجه بیشتری دارد، زیرا تصمیم گیرنده بایستی علاوه بر مشخص کردن مقدار آب ذخیره شده در منطقه ریشه در هر تناوب آبیاری، میزان تنش اعمال شده به گیاهان در مراحل مختلف رشد و اثر آن بر عملکرد محصولات را در نظر داشته باشد. روش‌های متفاوتی جهت کاربرد آب در کم آبیاری می‌توان اعمال نمود که همه آن‌ها از اصول مشابهی بهره می‌گیرند و هدف آن‌ها افزایش کارایی آبیاری با اعمال کم آبیاری در مزرعه است.

گوجه فرنگی یکی از سبزی‌های مهمی است که به علت دارا بودن انواع ویتامین‌ها، اسیدهای مفید، قند و املاح معدنی نقش مهمی در سلامت انسان دارد. سطح زیر کشت، میزان تولید و متوسط عملکرد محصول گوجه فرنگی در دنیا به ترتیب ۲۸۵۲ هزار هکتار، ۷۷۵۴۰ هزار تن و ۲۷/۲ تن در هکتار می‌باشد. کشورهای آسیایی تقریباً ۳۹ درصد گوجه فرنگی جهان را تولید می‌نمایند که در بین آن‌ها کشور چین مقام اول تولید را به خود اختصاص داده است (صدرقاین و همکاران، ۱۳۸۹). اختلاف عملکرد در ایران و به طور کلی در کشورهای جهان سوم در مقایسه با کشورهای پیشرفته تنها به دلیل شرایط محیطی متفاوت نبوده بلکه عواملی مانند آبیاری، تغذیه، پرورش نشاء و سایر عملیات به زراعی در آن دخالت دارند. از بین عوامل تولید، آب مهمترین عامل است که نقشی چشمگیر در تولید فرآورده‌های کشاورزی ایفا می‌کند و کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی وابستگی زیادی به آن دارد. از سوی دیگر، مصرف بیش از اندازه این عوامل در بسیاری از اراضی کشاورزی، خطر تلفات آب و بالا آمدن سطح آب زیر زمینی را در پی خواهد داشت. گوجه فرنگی نسبت به کمبود آب بسیار حساس می‌باشد و هرگونه نقصان در تأمین نیاز آبی گیاه منجر به کاهش شدید عملکرد می‌گردد. لذا تحقیق در مصرف بهینه آب برای تمامی محصولات کشاورزی امری ضروری به نظر می‌رسد. پیامد استفاده به جا و به هنگام از آب، نه تنها ایجاد بیشترین درآمد است، بلکه از تلفات آب نیز جلوگیری می‌کند (گلکار و همکاران، ۱۳۸۷).

۱-۲- خانواده بادمجانیان (Solanaceae)

از بین گیاهان تیره بادمجانیان که در تمامی نقاط دنیا پراکنده‌اند، تعدادی از گونه‌ها به عنوان گیاهان باغی محسوب می‌شوند و دارای اهمیت فوق‌العاده‌ای هستند، که یکی از مهم‌ترین گیاهان این تیره، گوجه فرنگی می‌باشد (پیوست، ۱۳۸۸).

۱-۲-۱- گوجه فرنگی

۱-۱-۲-۱- منشاء و تاریخچه

گوجه فرنگی با نام علمی *Lycopersicon esculentum* بومی ارتفاعات آمریکای جنوبی است که به صورت خودرو در آن نقاط می‌روید. گوجه فرنگی حدوداً از ۵۰۰ سال پیش از مسیح در جنوب مکزیک پرورش داده می‌شد. بومیان پوئبلو بر این باور بودند که کسانی که دانه‌های گوجه فرنگی را مصرف می‌کردند با نیروهای خدایان متبرک می‌شدند. به عقیده ریک^۱ و هاله^۲ قسمت شرقی ارتفاعات آند در آمریکای جنوبی مرکز ثانویه گوجه فرنگی به حساب می‌آید. این گیاه بعداً توسط سرخپوستان به آمریکای مرکزی و مکزیک برده شد و در آنجا اقدام به کشت و پرورش و در بعضی مواقع نیز اقدامات اولیه اصلاح نژاد در آن صورت گرفت. مهاجرین اسپانیایی که به این نقاط وارد می‌شدند، بذر این گیاه را با خود به اسپانیا برده و کشت آن را در سایر نقاط اروپا توسعه دادند و سال‌های زیادی این گیاه به صورت زینتی در اروپا کشت می‌شد و تا حدود سال ۱۸۲۰ میلادی در اروپا تنها برای گیاه‌شناسان و داروسازان جالب توجه بود. کشت و پرورش این گیاه به طور کلی، مساحتی حدود سه میلیون هکتار را به خود اختصاص داده است، که نزدیک یک سوم کل مساحت مختص به کشت تره‌بار در جهان است (شکاری و همکاران، ۱۳۸۵).

۱-۲-۱-۲- ریخت شناسی اندام‌ها

گوجه فرنگی گیاهی چندساله از خانواده بادمجانیان است که در مناطق معتدله به صورت یکساله پرورش می‌یابد. با کشت مستقیم تولید ریشه عمیق می‌کند و در زمین‌های عمیق بیش از ۲ متر نیز فرو می‌رود. ۷۰ درصد از

¹ Rick

² Holle

ریشه‌های فرعی تا عمق ۲۵ سانتی متری (سطح الارض) قرار می‌گیرد. ریشه اصلی در کاشت نشایی از رشدش کاسته می‌شود. ریشه‌های فرعی ابتدا به صورت افقی رشد کرده و در دراز مدت نگهداری گیاه را به عهده می‌گیرند (پیوست، ۱۳۸۸).

۱-۲-۱-۱ - ساقه

ساقه گوجه‌فرنگی به صورت سیمپودیال^۱ رشد می‌کند. یعنی این که رشد ساقه پس از تشکیل گل آذین و یا جوانه برگ در رأس آن، از رشد باز مانده و پس از آن کمی متمایل تر نسبت به حالت قبلی به رشدش ادامه می‌دهد. گوجه فرنگی از نظر شکل ساقه به سه دسته زیر تقسیم می‌شود (دانشور، ۱۳۸۷).

۱- گوجه فرنگی‌هایی با رشد نامحدود^۲: در این نوع گوجه فرنگی گل‌ها تنها در اطراف ساقه تشکیل می‌شوند. گوجه فرنگی‌هایی با رشد نامحدود به خاطر رشد رویشی زیاد به صورت پابلند می‌باشند و از آن‌ها در کشت‌های گلخانه‌ای استفاده می‌شود.

۲- گوجه فرنگی‌هایی با رشد نیمه نامحدود^۳: در این نوع گوجه فرنگی گل‌ها در اطراف و انتهای ساقه تشکیل می‌گردد.

۳- گوجه فرنگی‌هایی با رشد محدود^۴: این نوع گوجه فرنگی پاکوتاه بوده و برای کشت در هوای آزاد و همچنین برداشت مکانیکی مناسب می‌باشد در انتهای گیاه گل‌ها تشکیل می‌شود.

۱-۲-۱-۲ - برگ

برگ‌ها به صورت مرکب و متناوب در اطراف ساقه ظاهر می‌شود. اندازه برگ‌ها نسبت به انواع مختلف متفاوت است. تعداد برگ‌ها نیز بستگی به نوع واریته، میزان دما و شرایط نوری فرق می‌کند. برگ‌ها پوشیده از

¹ Sympodial

² Indeterminate

³ Semi-determinate

⁴ Determinate

کرک‌های ریز هستند. کرک‌ها در وارپته‌های مختلف متفاوت بوده و غدد ترش‌چی آن از سلول‌های منفرد و یا چند سلولی وجود دارد. در تولید کرک سلول‌های زیر پوستی یا اپیدرم دخالت دارد (دانشور، ۱۳۸۷).

۱-۲-۱-۲-۳- گل

گل‌ها به صورت خوشه‌ای در فاصله بین دو گره ساقه ظاهر می‌شوند. گل‌ها دوجنسی و خود گشن می‌باشند. گرده‌افشانی در این گیاهان توسط باد و حشرات صورت می‌گیرد. خوشه گل به اشکال مختلف مانند ساده، خوشه چنگالی و خوشه منشعب دیده می‌شوند. اشکال مختلف خوشه نه تنها بستگی به نوع وارپته دارد، بلکه شرایط محیطی نیز در تشکیل انواع مختلف آن دخالت دارد. گل‌ها معمولاً یکی پس از دیگری شکفته می‌شود. در ابتدای امر ۲ تا ۳ تایی آن به طور کامل باز می‌شود. بدین ترتیب مدت گلدهی این گیاه تا چندین هفته به طول می‌کشد. تعداد گل‌های تولید شده در گوجه فرنگی زیاد می‌باشد اگر فقط ۵۰٪ این گل‌ها تبدیل به میوه شوند عملکرد مطلوب بدست خواهد آمد (پیوست، ۱۳۸۸).

۱-۲-۱-۲-۴- میوه

میوه گوجه فرنگی یک نوع سته است و وزن آن از چند گرم تا بیش از یک کیلوگرم می‌رسد. میوه‌های چند حجره‌ای نسبت به میوه‌های دو حجره‌ای به مراتب خوش طعم‌تر و در مقابل ضربات مقاوم‌ترند. رنگ میوه نسبت به انواع مختلف اغلب به صورت قرمز، صورتی زرد و یا سفید است. لیکوپین^۱ و کاروتن^۲ رنگ میوه را باعث می‌شوند. در موقع رسیدن میوه کلروفیل که رنگ سبز میوه را به وجود می‌آورد، جایش را به لیکوپین می‌دهد. در گوجه فرنگی‌های قرمز ۸۵ درصد لیکوپین و مابقی کاروتن و تنها مقدار کمی زانتوفیل^۳ وجود دارد. علاوه بر رنگ قرمز گوجه فرنگی به رنگ‌های زرد، صورتی و سفید نیز وجود دارد، شدت نور رنگ پذیر میوه را افزایش می‌دهد، ولی دمای زیاد (بیش از ۳۲ درجه سانتی‌گراد) و دمای کم (پایین‌تر از ۱۶ درجه سانتی‌گراد) در موقع رسیدن میوه تولید لیکوپین را کاهش می‌دهد. میوه نارس گوجه فرنگی همانند سایر گیاهان این خانواده دارای سولانین^۴ است که یک نوع آلکالوئید تلخ و سمی می‌باشد که باعث سردرد، خشکی پوست و خارش

^۱ Lycopin

^۲ Carotin

^۳ Xanthophyll

^۴ Solanin

پیوست می‌شود. میزان تشکیل میوه به رطوبت، دما، تغذیه و کنترل آفات و بیماری‌ها بستگی دارد هرچقدر شرایط برای رشد مساعد باشد، تشکیل میوه نیز بیشتر خواهد بود (شکاری و همکاران، ۱۳۸۵).

۱-۲-۱-۳- ارزش غذایی و اهمیت اقتصادی

گوجه فرنگی یکی از سبزی‌های میوه ای است که به سبب داشتن انواع ویتامین‌ها، کاروتن، اسیدهای آلی، قند و املاح معدنی نقش مهمی را در سلامت انسان ایفاء می‌کند (جداول ۱-۱ و ۱-۲). این گیاه به صورت مختلف در تغذیه مورد استفاده قرار می‌گیرد. مصرف خام آن به تنهایی و یا همراه با سایر سبزی‌ها در سالاد و به صورت پخته در غذاهای مختلف معمول است. علاوه بر آن به صورت کنسرو، شور، رب، سس و کچاپ نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقدار کالری گوجه‌فرنگی زیاد نیست و به همین علت مصرف آن در رژیم‌های لاغری توصیه می‌شود (پیوست، ۱۳۸۸). مهم‌ترین کشورهای تولید کننده گوجه فرنگی شامل آمریکا، چین و ترکیه می‌باشند و ۷۰ درصد مجموع تولید این گیاه در آمریکا و اروپا صورت می‌گیرد (پیوست، ۱۳۸۸).

جدول ۱-۱- مواد غذایی موجود در گوجه فرنگی (گرم در ۱۰۰ گرم برگ)

آب	پروتئین	چربی	کربوهیدرات	مواد سلولزی
۹۴/۲	۱/۰	۰/۲	۳/۰	۱/۸

جدول ۱-۲- املاح معدنی و ویتامین‌های موجود در گوجه فرنگی (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم برگ)

کلسیم	فسفر	آهن	سدیم	پتاسیم	ویتامین A	ویتامین B1	ویتامین B2	ویتامین B6	ویتامین C
۱۴/۰	۲۵/۰	۰/۵	۲۰/۰	۲۹۵/۰	۰/۸۲	۰/۰۵	۰/۳	۰/۵۳	۲۵/۰

۱-۲-۱-۴- شرایط آب و هوایی

۱-۲-۱-۴-۱- نور و دما

گوجه فرنگی یک محصول فصل گرم است و برای دستیابی به عملکرد بهینه، احتیاج به یک دوره گرمایی طولانی دارد. مناسب ترین دما برای رشد بین ۲۷ تا ۳۰ درجه سانتی گراد در مجاورت نور کافی (بیش از ۲۰ کیلولوکس) است. دما در تشکیل میوه و تلقیح نقش مهمی دارد. تقسیم میوز در کیسه‌های مادر گرده و کیسه‌های جنین جهت تولید دانه گرده و جنین ۸-۹ روز قبل از شکوفایی گل صورت می‌گیرد. چنانچه در این فاصله زمانی دما کمتر از ۱۵ و بیشتر از ۳۰ درجه سانتی گراد باشد، گل‌ها بدون تلقیح شروع به ریزش می‌کنند. هوای گرم و خشک، وزش باد و رطوبت زیاد باعث کاهش باروری یا تلقیح گل‌ها می‌شود. این گیاه در مقابل سرما حساس بوده و یخبندان به شدت به آن صدمه می‌زند. نور کافی برای رشد گوجه‌فرنگی ضروری است. حداقل نور کافی برای فاز زایشی ۱۰ کیلولوکس می‌باشد. کمبود نور و دما که در فصل پاییز و زمستان برای کشت‌های گلخانه‌ای به وجود می‌آید، در رشد و نمو گیاه اختلال ایجاد می‌کند و از علائم مشخصه آن رشد ناقص گیاه، به وجود آمدن دیر وقت گل‌آذین، بد شکل شدن گل‌ها و یا تمامی گل‌آذین و ریزش گل‌ها است (شکاری و همکاران، ۱۳۸۵). رنگ پذیری میوه‌های رسیده نیز تحت شرایط بالای ۱۶ درجه سانتی گراد صورت می‌گیرد. نیاز زیاد به گرما و حساسیت گیاه در مقابل دمای پایین، کشت آن را در مناطق مختلف محدود کرده و تنها در فصول معینی از سال می‌توان اقدام به پرورش گوجه فرنگی نمود (پیوست، ۱۳۸۸).

۱-۲-۱-۴-۲- خاک و کود

گوجه فرنگی را می‌توان در کلیه خاک‌ها کاشت ولی خاک‌های حاصلخیز با هوموس کافی برای افزایش عملکرد در واحد سطح مؤثر است. چنانچه زودرسی موردنظر باشد، خاک‌های سبک ترجیح داده می‌شود. به طور کلی خاک‌هایی برای کشت گوجه فرنگی مناسب می‌باشد که دارای زهکشی مناسب باشد و از کشت گوجه فرنگی در خاک‌های شور و قلیایی باید اجتناب نمود. در خاک‌های خیلی سنگین (رسی) و خیلی سبک (شنی) نیز میزان محصول پایین می‌آید. مناسب‌ترین pH برای رشد این گیاه بین ۵/۵ تا ۷ می‌باشد (پیوست، ۱۳۸۸). از نظر کودهای شیمیایی گوجه فرنگی بیشتر به ازت، فسفر و پتاس نیاز دارد و چون در اکثر خاک‌های