دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی بیان برخی ژن‌های احتمالی مؤثر در مقاومت گوجه فرنگی به گیاه انگل گل‌جالیز (*Orobanche spp*)

محمدرضا فیاض

استادان راهنما

دکتر سید حسن مرعشی

دکتر امین میرشمسی کاخکی

دی‌ماه ۱۳۹۱

دانشکده کشاورزی، گروه بیوتکنولوژی و به‌نژادی گیاهی

از این پایان نامه کارشناسی ارشد توسط محمدرضا فیاض دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد رشته بیوتکنولوژی کشاورزی در تاریخ در حضور هیات داوران دفاع گردید. پس

از بررسی های لازم، هیات داوران این پایان نامه را با نمره عدد حروف و با درجه مورد تایید قرار داد / نداد.

عنوان پایان نامه بررسی بیان برخی ژن های احتمالی موثر در مقاومت گوجه فرنگی به گیاه انگل گل جالیز (*Orobanche spp*)

سمت در هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	گروه/ موسسه	دانشگاه	امضاء
داور	دکتر محمد فارسی	استاد	بیوتکنولوژی	فردوسی مشهد	
داور	دکتر نسرین مشتاقی	استادیار	بیوتکنولوژی	فردوسی مشهد	
نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر سعید ملک‌زاده	استادیار	بیوتکنولوژی	فردوسی مشهد	
استاد راهنما	دکتر سیدحسن مرعشی	دانشیار	بیوتکنولوژی	فردوسی مشهد	
استاد راهنما	دکتر امین میرشمسی	استادیار	بیوتکنولوژی	فردوسی مشهد	

تعهد نامه

عنوان پایان نامه: بررسی بیان برخی ژن‌های احتمالی مؤثر در مقاومت گوجه فرنگی به گیاه انگل گل‌جالیز (*Orobanche spp*)

اینجانب محمدرضا فیاض دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته بیوتکنولوژی کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی دکتر سید حسن مرعشی و دکتر امین میرشمسی کاخکی متعهد می شوم:

- نتایج ارائه شده در این پایان نامه حاصل مطالعات علمی و عملی اینجانب بوده، مسئولیت صحت و اصالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می گیرم.
- در خصوص استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
- مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد یگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت خواهد شد.
- در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافتهای آنها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوطه رعایت شده است.

تاریخ

محمدرضا فیاض

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.
- استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.

چکیده

گل جالیز(*Orobanche spp*) گیاه انگلی مطلق بوده که به ریشه بسیاری از گیاهان زراعی مهم همچون گوجه فرنگی، آفتابگردان، خیار، توتون و ... متصل شده و باعث کاهش قابل توجهی در عملکرد گیاه زراعی به ویژه در مناطق گرم و خشک همچون اروپا، آفریقا و آسیا می شود. تاکنون روش های متعددی برای کنترل گل جالیز استفاده شده است، اما عموماً این روش ها گران بوده و موثر عمل نمی کنند. درک بهتر نحوه واکنش گیاه میزبان و همچنین مکانیسم مولکولی مقاومت به این گیاه انگل به منظور یافتن روش‌های بهتر جهت کنترل آن ضروری به‌نظر می‌رسد. در این مطالعه بررسی بیان دو ژن کدکننده آنزیم‌های کیتیناز (*Chi3*) و سیستئین پروتئیناز (*CYP1*)، و همچنین یک ژن کدکننده انتقال دهنده ساکارز (*SUT1*)، در واکنش گیاه گوجه‌فرنگی به آلودگی با گل جالیز، در دو ژنوتیپ متحمل و حساس با استفاده از تکنیک Real time PCR انجام شد. هر سه ژن در ساعات اولیه پس از آلودگی افزایش بیان را نشان دادند. بیان انتقال‌دهنده ساکارز و همچنین آنزیم سیستئین پروتئیناز در هنگام تنش در دو ژنوتیپ با یکدیگر تفاوت داشته اما در مورد آنزیم کیتیناز این تفاوت مشاهده نشد. نحوه‌ی بیان ژن‌ها در دو ژنوتیپ حساس و مقاوم نشان داد که فعالیت‌های دفاعی گیاه گوجه‌فرنگی از همان ساعات اولیه پس از آلودگی شروع شده و رقم متحمل پاسخ دفاعی سریع-تری به علائم منتقل شده از گیاه انگل می‌دهد. همچنین احتمالاً آنزیم‌های تجزیه کننده پروتئین (پروتئینازها)، یکی از ابزارهای دفاعی زودهنگام گیاهان در جلوگیری از نفوذ گل جالیز به ریشه می‌باشد.

کلید واژه: گل جالیز، گوجه فرنگی، انتقال دهنده ساکارز، سیستئین پروتئیناز، کیتیناز

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- **مقدمه**	۱
۲- **بررسی منابع**	۵
۲-۱ گوجه فرنگی	۵
۲-۱-۱ گیاه شناسی	۵
۲-۱-۲ اهمیت غذایی	٦
۲-۲ گل جالیز	۷
۲-۲-۱ زیست شناسی گل جالیز	۹
۲-۲-۲ جوانه زنی	۱۰
۲-۲-۳ مدیریت گل جالیز	۱۲
۲-۲-۳-۱ وجین دستی و خاک ورزی	۱۳
۲-۲-۳-۲ آفتاب دهی	۱۳
۲-۲-۳-۳ کاشت گیاهان محرک و تله	۱٤
۲-۲-۳-٤ شخم عمیق	۱٤
۲-۲-۳-۵ تاریخ کشت	۱٤
۲-۲-۳-٦ استفاده از کودهای نیتروژنی	۱۵
۲-۲-۳-۷ تدخین خاک	۱۵

۲-۲-۳-۸ کنترل بیولوژیکی ۱۶
۲-۲-۳-۹ کشت ارقام متحمل یا مقاوم..... ۱۷
۲-۲-۳-۱۰ کنترل شیمیایی ۱۷
۲-۳ بررسی مقاومت در ژنوتیپ های گوجه فرنگی ۱۸
۲-٤ بررسی بیان ژن‌ها در مقابل گل جالیز ۱۹
۲-۵ ژن کیتیناز ۲۲
۲-۵-۱ بیان ژن در شرایط تنش..... ۲۳
۲-۵-۲ بیان کیتیناز در شرایط تنش گل جالیز ۲۳
۲-٦ سیستئین پروتئیناز ۲٤
۲-٦-۱ سیستئین پروتئینازها در مقابل تنش ها ۲۵
۲-٦-۲ سیستئین پروتئیناز در مقابل گل جالیز..... ۲٦
۲-۷ انتقال دهنده های ساکارز..... ۲٦
۲-۷-۱ مطالعات انتقال دهنده های ساکارز در تنش های مختلف ۲۷
۲-۷-۲ بیان ژن های مربوط به متابولیسم قندها در حضور گل جالیز..... ۲۸
۲-۸ مطالعات بیان ژن ۲۸
۲-۸-۱ RNA ابزاری در مطالعات بیان ژن..... ۲۸
۲-۸-۲ RT-PCR ۲۹

۲-۸-۳ Real-Time RT –PCR ۳۰

۲-۸-٤ روش های مختلف تعیین کمیت بوسیله Real-Time PCR ۳۲

۲-۸-٤-۱بازدهی واکنش ۳۲

۲-۸-٤-۲روش مقایسه ای Pfaffl ۳۳

۳- **مواد و روش‌ها** ۳۵

۳-۱مواد گیاهی ۳۵

۳-۲کشت گونه های حساس و متحمل گوجه‌فرنگی ۳٦

۳-۳ جوانه دار کردن بذور گل جالیز ۳٦

۳-٤ آلوده سازی گیاهان توسط گل جالیز ۳۷

۳-۵ طرح آزمایشی ۳۷

۳-٦زمان های نمونه برداری ۳۷

۳-۷ استخراج RNA ۳۸

۳-۷-۱ تعیین غلظت و کیفیت RNA با نانودراپ ۳۸

۳-۸ سنتز رشته مکمل cDNA ۳۸

۳-۹ طراحی آغازگرها ۳۸

۳-۹-۱ بهینه سازی واکنش زنجیره‌ای پلی مراز بر روی نمونه های استخراج شده DNA ۳۹

۳-۹-۲ تجزیه و تحلیل الگوی بیان ژن ها با استفاده از Real time PCR ٤۱

۳-۹-٤ محاسبه میزان بازدهی آغازگرها ٤۳

٤- نتایج و بحث ٤٥

٤-۱جوانه دار کردن کشت بذور گوجه فرنگی ٤٥

٤-۲جوانه دار کردن بذور گل جالیز ٤٥

٤-۳ آلوده سازی نمونه ها با بذور گل جالیز ٤٦

٤-٤ استخراج RNA ٤۷

٤-٥ نتایج RT-PCR ٤۸

٤-٦محاسبه میزان بازدهی آغازگرها ٤۸

٤-۷ نتایج بررسی بیان ژن با استفاده از روش Real time PCR ٤۸

٤-۷-۱ تجزیه داده های بدست آمده از Real time PCR در قالب طرح کاملاً تصادفی ٥۱

٤-۷-۱-۱مقایسه میزان بیان ژن‌ها در دو ژنوتیپ در شرایط بدون انگل ٥۱

٤-۷-۲ بررسی و مقایسه میزان نسبی بیان ژن های *SUT1*، *Chi3* و *CYP1* در شرایط حضور انگل در دو ژنوتیپ حساس و متحمل ٥۳

٤-۸ بحث ٥٥

٤-۸-۱ مطالعات بیان ژن‌ها ٥٥

٤-۸-۱-۱بررسی بیان کیتیناز (*Chi3*) ٥۷

٤-۸-۱-۲ سیستئین پروتئیناز (*CYP1*) ٥۸

٤-٨-١-٣ انتقال دهنده های ساکارز (*SUT1*) ٦٠

٥- نتیجه گیری کلی و پیشنهادات ٦٣

٥-١ نتیجه گیری کلی ٦٣

٥-٢ پیشنهادات..... ٦٤

منابع ٦٥

پیوست‌ها ٧٢

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل **صفحه**

شکل ۲-۱: چرخه زندگی گل جالیز. ۱۰

شکل ۲-۲: ساختار مولکولی استرایگول. ۱۲

شکل ۲-۳: منحنی تکثیر فازهای Real time PCR محور X ۳۲

شکل ٤-۱: بذور جوانه‌دارشده گل جالیز پس از اضافه کردن القا کننده‌ی جوانه‌زنی به محیط ٤٦

شکل ٤-۲ریشه‌ی آلوده‌شده توسط گل جالیز ٤٥

شکل ٤-۳: باندهای ریبوزومی با کیفیت مطلوب فاقد آلودگی ژنومی استخراج شده ٤٧

شکل ٤-٤: الکتروفورز قطعات حاصل از تکثیر ژن‌های *SUT1*، *Chi3*، *CYP1*، *EF1α* ٤٨

شکل ٤-٥: نمودارهای استاندارد مربوط به آغازگرهای تکثیرکننده ٤٩

شکل ٤-٦: منحنی و نمودار ذوب محصولات PCR ژن های هدف و ژن خانه‌دار ٥٠

شکل ٤-۷: : منحنی فلورسانس نمونه های cDNA ژن‌های مورد آزمایش و خانه‌دار. ٥١

شکل ٤-۸: مقایسه بیان نسبی ژن‌ها در دو ژنوتیپ مورد آزمایش در شرایط کنترل ٥٢

شکل ٤-۹: میزان بیان نسبی ژن *SUT1* در زمان‌های مختلف بعد از تنش گل جالیز در دو ژنوتیپ متحمل و حساس..٥٣

شکل ٤-۱۰: میزان بیان نسبی ژن *Chi3* در زمان‌های مختلف بعد از تنش گل جالیز در دو ژنوتیپ متحمل و حساس.٥٣

شکل ٤-۱۱: میزان بیان نسبی ژن *CYP1* در زمان‌های مختلف بعد از تنش گل‌جالیز در دو ژنوتیپ متحمل و حساس.٥٤

فهرست جدول‌ها

عنوان جدول **صفحه**

جدول ۲-۱: ارزش غذایی ۱۰۰ گرم گوجه فرنگی ٦

جدول ۳-۱: توالی آغازگرهای اختصاصی ژنهای مورد آزمایش و فاکتور توسعه جهت مطالعه بیان نسبی ژن‌ها ٤٠

جدول ۳-۲: غلظت و حجم بهینه اجزای PCR ٤٠

جدول ۳-۳: برنامه لازم جهت انجام PCR ٤١

جدول ۳-٤: شرایط دمایی واکنش تکثیر جهت بررسی آغازگرهای مورد استفاده در Real time PCR ٤٢

جدول ۳-٥: چرخه دمایی واکنش Real time PCR ٤٢

جدول ٤-۱: تجزیه واریانس میزان نسبی بیان ژن‌های *SUT1*، *Chi3*، *CYP1* ٥٠

فهرست علائم و اختصارها

معادل فارسی	معادل انگلیسی	علامت
چرخه آستانه	Cycle Threshold	C_T
کیتیناز۳	Chitinase 3	*Chi3*
سیستئین پروتئیناز۱	Cysteine proteinase 1	*CYP1*
فاکتور توسعه ۱	Elongation factor 1α	*Ef1α*
پروتئین کیناز فعال شده بوسیله میتوژن	Mitogen activated protein	MAPK
چهارچوب خواندن باز	Open Reading Frame	ORF
واکنش زنجیراه ای پلیمراز	Polymerase Chain Reaction	PCR
گونه‌های فعال اکسیژن	Reactive oxygen species	ROS
نسخه‌برداری معکوس	Reverse Transcription	RT-PCR
انتقال‌دهنده ساکارز۱	Succrose transporeter 1	*SUT1*

فصل اول

مقدمه

گونه‌های گل جالیز (*Orobanche spp*) انگل‌های کامل گل‌دهنده و فاقد کلروفیل هستند که به ریشه بوده و از نظر آب و مواد غذایی به میزبان خود وابسته می باشند. گل‌جالیز به گیاهان دولپه از خانواده‌های سولاناسه[1]، حبوبات[2]، چتریان[3]، کروسیفرا[4] وخانواده‌ی گل آفتاب‌گردان[5] حمله می‌کند. این گیاه انگل، چرخه زندگی خود را در یک سال طی می‌کند و بذرهای ریز و فراوانی تولید می‌کند که در خاک تا ۲۰ سال باقی می‌مانند. گل‌جالیز بدون اینکه میزبانش را از بین ببرد از طریق کاهش مواد معدنی نظیر سطح فسفر و پتاسیم، همچنین مقدار RNA، پروتئین، کربوهیدرات کل و اسید گلوتامیک در گیاه میزبان بر آن اثر می‌گذارد. جذب آب، مواد غذایی و مواد معدنی از میزبان باعث خسارت ظاهری، پژمردگی، کوتولگی، کاهش عملکرد و کیفیت پایین می‌شود. به دلیل اینکه بیشترین خسارت این گیاه انگل قبل از ظهور ساقه اتفاق می‌افتد کنترل آن بسیار مشکل و تقریباً غیرممکن است (سینک و همکاران، ۱۳۸۸).

گوجه‌فرنگی زراعی (*Lycopersicum esculentum*) از خانواده سولاناسه و یکی از مهمترین محصولات در جنوب اروپا، امریکا، خاورمیانه و هند است و تولید آن در چین، ژاپن و جنوب شرقی آسیا

---

[1] - Solanaceae
[2] - Leguminose
[3] - Umblifreae
[4] - Crusiferae
[5] - Compositeae

در حال افزایش است. با توجه به صدور فرآورده‌های آن به کشورهای دیگر و رونق بازار جهانی حاصل از این فرآورده‌ها، امکانات وسیع تولید و فراوری آن در ایران و بخصوص استان خراسان، اهمیت اقتصادی زیادی یافته و در نتیجه سطح زیر کشت آن به شدت افزایش یافته است (قشم و کافی ۱۳۸۷)، به طوری که با سطح زیرکشت ۱٤۷۰۰۰ هکتار در ایران، رتبه نخست را در بین سبزیجات دارا می‌باشد (آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۸۹).

گوجه‌فرنگی میزبان بسیاری از گونه های گل‌جالیز مصری (*Orobanche aegyptica*)، گل‌جالیز سربه-زیر(*O. cernua*)، گل‌جالیز کنگره‌ای (*O. crenata*)، گل‌جالیز آفتابگردان (*O. feotida*) وگل‌جالیز منشعب (*O. ramosa*) می‌باشد (سینک وهمکاران، ۱۳۸۸). گوجه‌فرنگی نسبت به گل‌جالیز مصری و منشعب بسیار حساس است و تولید آن در اثر آلودگی با گل جالیز تا میزان ۷۵٪ کاهش یابد (مورامیکاله و همکاران ۲۰۰۵ و هرشنهورن و همکاران ۲۰۰۹).

روش‌های مختلفی شامل کنترل شیمیایی (علفکش ها، محرک‌های مصنوعی جوانه زنی مثل اتیلن و استرایگل[1])، زراعی (تناوب زراعی، استفاده از گیاهان تله، تغییر تاریخ کاشت، استفاده از کودهای معدنی)، فیزیکی (آفتاب‌دهی خاک)، بیولوژیکی (استفاده از حشرات و قارچ ها) و استفاده از گیاه میزبان مقاوم (استفاده از واریته های مقاوم) برای کنترل گل‌جالیز به کار می رود. اما هیچ کدام باعث کنترل قطعی و کامل این گیاه انگل نشده‌است (الی، ۲۰۰۷).

به نظر می‌رسد که اصلاح گوجه‌فرنگی برای ایجاد مقاومت بهترین راهبرد برای کنترل این علف هرز می باشد. از نظر میزان تحمل نسبت به گل جالیز مصری و منشعب، در بین واریته های گوجه فرنگی تنوع

[1] - Strigol

وجود دارد، ولی هیچکدام مقاومت کاملی نسبت به این گونه گل جالیز نشان نداده اند و اکثر گزارشات در قالب ارقام متحمل بوده‌اند. بنابراین تلاش در جهت شناخت ارقام با مقاومت بیشتر الزامی به نظر می‌رسد (سینک و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به‌اینکه ژن‌ها مسئول ایجاد مقاومت به تنش‌های زنده و غیرزنده می-باشند، شناسایی و به‌دنبال آن توصیف ژن هایی که در رویارویی گیاه میزبان با گیاه انگل تغییر بیان پیدا می-کنند، اولین گام در درک مکانیسم‌های مقاومت است (ویسنته دای، ۲۰۰۹).

با توجه به پیشرفت فراوان در علوم زیستی بویژه زیست‌فناوری و استفاده از تکنیک‌های جدید، امکان مطالعه‌ی دقیق بیان ژن‌ها فراهم شده‌است. روش‌های کمی[1] و نیمه‌کمی[2] برای اندازه‌گیری میزان بیان ژن‌ها مانند Real time و RT-PCR امکان بررسی بیان ژن‌ها را فراهم کرده‌است. بوسیله‌ی این تکنیک‌ها می‌توان با تغییر شرایط محیطی، اعمال تنش‌های زیستی و غیرزیستی و...، میزان تغییر در بیان ژن‌ها را بررسی نمود.

این مطالعه با هدف بررسی تفاوت در بیان تعدادی از ژن‌های مرتبط با ایجاد مقاومت در میزبان انجام گرفت. همان‌طور که ذکر شد ژنوتیپ‌های مختلف گوجه‌فرنگی در میزان مقاومت نسبت به گل‌جالیز دارای تنوع هستند (سینک و همکاران، ۱۳۸۸). پاسخ‌های دفاعی متعددی که گیاه در پاسخ به تنش‌های زنده و غیرزنده می‌دهد می‌تواند شامل سوبرینی‌شدن، لیگنینی‌شدن و تولید ترکیبات فنلی باشد. همه موارد ذکر شده حاصل فعالیت مسیرهای بیوسنتزی متابولیت‌های ثانویه هستند (پرز و همکاران، ۲۰۰۸ و گافی‌نی و همکاران، ۱۹۹۳). ژنوتیپ‌های مقاوم به گل‌جالیز دارای فعالیت در مسیرهای بیوسنتزی دفاعی هستند و لذا ژن‌های این مسیرهای بیوسنتزی در ژنوتیپ‌های مقاوم بیشتر بیان خواهند شد (گافی نی و همکاران ۱۹۹۳،

[1] - Quantitative
[2] - Semi Quantitative

آچوا و همکاران ۲۰۰٤، اشواریا و همکاران ۲۰۰٦، بارنام و همکاران ۲۰۰۸). با شناسایی ژن های عامل حساسیت به گل‌جالیز و همچنین میزان بیان ژن‌های مسیرهای دفاعی در ژنوتیپ‌های مختلف می‌توان از آن‌ها برای اهداف اصلاحی و مهندسی ژنتیک بهره برد.

در این مطالعه ژن‌های کدکننده آنزیم‌های کیتیناز[1]، سیستئین پروتئیناز[2]، و انتقال دهنده ساکارز[3] انتخاب شده و الگوی بیان آن‌ها در هنگام رویارویی گیاه میزبان با گل‌جالیز در ریشه میزبان مورد بررسی قرار گرفت. این ژن‌ها آنزیم‌های کلیدی در مسیرهای دفاعی و متابولیسم سلولی هستند و با توجه به‌اینکه درمطالعات به عنوان پاسخ دفاعی میزبان به گل‌جالیز ذکر شده‌است، پس از بدست آوردن الگوی بیان این ژن‌ها، تشخیص مکانیسم مقاومت آسان است.

[1] - Chitinase
[2] - Cysteine proteinase
[3] - Succrose transporter

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱ گوجه فرنگی

گوجه‌فرنگی در حال حاضر به عنوان یکی از مهمترین محصولات کشاورزی از نظر سطح زیر کشت و اهمیت اقتصادی در داخل کشور مطرح است. وجود عواملی همچون بازار مصرف داخل و امکان صادرات به کشورهای همسایه، از عوامل مهم و اساسی در توجه بیشتر به این محصول و افزایش سطح زیر کشت آن در مناطق مختلف کشور، خصوصاً در سال‌های اخیر بوده است.

۲-۱-۱ گیاه‌شناسی

گوجه‌فرنگی با نام علمی *Lycopersicum eschulentum*، (2n=2x=24) یکی از مهمترین سبزی‌های تیره سولاناسه است که در سراسر جهان کشت می‌شود. گوجه‌فرنگی بومی امریکای جنوبی و مکزیک بوده و اهلی‌شدن آن در مکزیک انجام شده‌است. نام *Lycopersicum esculentum* در سال ۱۷۸۸ توسط میلر بر این گیاه نهاده شده و توسط پژوهشگران گوجه فرنگی، به صورت ثابت به‌کار رفته است. میلر جنس *Lycopersicum* را به زیر جنس های *Eulycopersicon* نوع میوه قرمز، و *Eripersicon* نوع میوه سبز تقسیم

کرد (جانسون، ۱۹۹٦).

گوجه‌فرنگی دارای یک ساقه اصلی و شاخه‌های فرعی زیادی بوده که در اغلب ارقام در حالت گیاهچه‌ای، صاف، ترد و شکننده که در گیاه بالغ تقریبا گوشه دار و سخت می‌شود. برگ‌ها در گوجه‌فرنگی دارای شکل و فرم‌های مختلفی هستند. بطور کلی دو نوع برگ وجود دارد؛ برگ مرکب با بریدگی‌های عمیق و برگ با فرم برگ سیب‌زمینی با بریدگی‌های نیمه عمیق (ونگ و همکاران، ۱۹۹٤). گل‌ها در گوجه فرنگی دوجنسی و پنج برچه‌ای می‌باشند و در طرفین یا در مقابل برگ‌ها قرار دارند. تعداد گل در یک خوشه در ارقام مختلف متفاوت است. گوجه‌فرنگی گیاهی خودگشن است ولی دگرگرده‌افشانی بالایی در آن گزارش شده‌است (جانسون، ۱۹۹٦).

۲-۱-۲ اهمیت غذایی

گوجه فرنگی یک منبع غنی از مواد معدنی و ویتامین است (بنتون، ۱۹۹۸). (جدول ۲-۱)

جدول ۲-۱: ارزش غذایی ۱۰۰ گرم گوجه‌فرنگی

آب : ۹۳ تا ۹۵ گرم	سلولز : ۰/٦ گرم	فیبر : ۱ گرم	
پروتئین: ۱ گرم	لیپید :۰/۳ گرم	کربوهیدرات :٤ گرم	
پتاسیم : ۲۸۰ میلی‌گرم	کلسیم : ۱۱ میلی‌گرم	آهن : ۰/٦ میلی‌گرم	روی : ۰/۲٤ میلی‌گرم
فسفر : ۲۷ میلی‌گرم	منیزیم : ۱۰ میلی‌گرم	سدیم : ۳ میلی‌گرم	کلر : ٤۰ میلی‌گرم
ویتامین ث : ۳ تا ۳۸ میلی‌گرم	ویتامین‌ب۱ : ۰/۰۹ میلی‌گرم	ویتامین‌ب۲ : ۰/۰٤ میلی‌گرم	ویتامین ب۳ : ۰/۵ میلی‌گرم