

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

دانشکده علوم زراعی - گروه باغبانی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M. Sc.)

رشته مهندسی کشاورزی - گرایش علوم باغبانی

موضوع :

تأثیر محیط کشت و سرما بر ویژگی‌های کمی و کیفی سه رقم توت‌فرنگی

(Fragaria × ananassa Duch.)

استاد راهنما :

دکتر حسین صادقی

استاد مشاور :

دکتر علی بهمنیار

اساتید داور:

دکتر ویدا چالوی

دکتر مهدی حدادی نژاد

پژوهش و نگارش:

سید عبدالحمید ایزدی‌ار

شهریور ۹۲

پاسکزاری

بدین وسیله از راهبانی های ارزنده و بی دریغ استاد کراتقدر و بزرگوارم جناب آقای **دکتر حسین صادقی** که در سمت استاد راهبانداریت و به شمرسازدن این پایان نامه نقش بسزایی داشته اند و در انجام آن یاریم نمودند با تمام وجود سپاسگزارم. از جناب آقای **دکتر علی بهمنیار** که قبول زحمت فرموده، امر مشاوره این پایان نامه را پذیرفتند و در انجام آن از بیچ مساعدتی دریغ نفرمودند و همچنین بابت استفاده از امکانات آزمایشگاه خاکشناسی، صمیمانه تشکر و قدردانی می کنم. از اساتید محترم داور **سرکار خانم دکتر چالوی** و **جناب آقای دکتر حدادی نژاد** که زحمت مطالعه و داوری پایان نامه ام را پذیرفته اند، تشکر میکنم. از یاننده محترم تحصیلات تکمیلی **جناب آقای دکتر سردشتی** که مدیریت جلسه دفاع ام را پذیرفته اند و همچنین بابت استفاده از امکانات پژوهشگاه سپاسگزارم. از گروه محترم باغبانی و کلیه عزیزان و سرورانی که به نحوی شایسته در طول تحصیل با لطف و محبت به آموزش و راهبانییم پرداخته اند نهایت سپاسگزاری را دارم.

تقدیم به دو کوهر آفتاب زندگانی ام

پدر و مادر عزیز و بزرگوارم

از همسر مهربان و دو فرزند گرانقدرم که در تمام محنات مریاری نموده و در این موفقیت

سهم مؤثری داشته، سپاسگزارم.

چکیده

تولید توت فرنگی در محیط‌های کشت بدون خاک در حال افزایش است. نه تنها عملکرد و کیفیت میوه‌های تولید شده تحت تأثیر محیط کشت، قرار می‌گیرند بلکه رفع نیاز سرمایی و مدیریت باغی هم بر آنها تأثیر می‌گذارد. هدف از انجام این پژوهش ارزیابی محیط‌های مختلف کشت و سرمادهی بر میزان رشد رویشی، عملکرد و کیفیت میوه‌های تولیدی سه رقم توت فرنگی پاروس، کاماروسا و سلوا بوده است. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای این آزمایش شامل بسترهای کشت کمپلکس لیگنین، پرمیکس و کوکوپیت، سرمادهی (بدون سرمادهی و سرمادهی در دمای ۴ درجه سانتیگراد به مدت ۲ هفته) و سه رقم پاروس، کاماروسا، سلوا بودند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد در بستر کوکوپیت و کمترین آن در بستر کمپلکس لیگنین بوده است. سرمادهی موجب افزایش عملکرد، اما موجب کاهش میزان آنتوسیانین‌ها و شاخص‌های رویشی مانند زیست توده، تعداد برگ و تعداد طوقه در ارقام مختلف شده است. بیشترین میوه تولیدی در هر بوته نیز در رقم کاماروسا دیده شد. حداکثر عملکرد در ارقام مختلف در محیط کشت کوکوپیت مشاهده گردید. شاخص طعم رقم‌های کاماروسا و سلوا اختلاف معنی‌داری نداشتند ولی بالاتر از پاروس قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: توت فرنگی، کشت بدون خاک، نیاز سرمایی، آنتوسیانین‌ها

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: کلیات

۲	۱- مقدمه و کلیات
۲	۱-۱- مقدمه
۴	۲-۱- تاریخچه تولید توت فرنگی
۵	۱-۲-۱- تاریخچه کشت بدون خاک توت فرنگی
۵	۳-۱- گونه‌های توت فرنگی
۶	۴-۱- ارقام توت فرنگی
۶	۱-۴-۱- ارقام بهاره
۷	۱-۴-۲- ارقام همیشه بار
۷	۵-۱- گیاهشناسی و ریخت شناسی
۸	۱-۵-۱- ریشه‌ها
۹	۱-۵-۲- طوقه‌ها
۹	۱-۵-۳- برگ‌ها
۹	۱-۵-۴- ساقه‌های رونده
۱۰	۱-۵-۵- گل آذین
۱۱	۱-۵-۶- میوه
۱۲	۶-۱- نیاز سرمایی توت فرنگی
۱۳	۷-۱- تغذیه توت فرنگی
۱۳	۱-۷-۱- در شرایط مزرعه
۱۴	۲-۷-۱- در شرایط کشت بدون خاک
۱۵	۸-۱- تاریخهای کاشت توت فرنگی در مزرعه
۱۵	۹-۱- سیستم‌های کاشت توت فرنگی در مزرعه
۱۶	۱-۹-۱- سیستم کشت کپه‌ای
۱۶	۲-۹-۱- سیستم کشت خطی
۱۷	۳-۹-۱- تونل‌ها و سیستم‌های پیش رس کردن

- ۱۰-۱- انواع مختلف کشت بدون خاک توت‌فرنگی ۱۷
- ۱۰-۱-۱- کشت در شن ۱۷
- ۱۰-۱-۲- کشت کف گلخانه ۱۸
- ۱۰-۱-۳- کشت در کیسه ۱۸
- ۱۰-۱-۴- کشت در لایه نازک محلول غذایی ۱۸
- ۱۰-۱-۵- کشت عمودی ۱۹
- ۱۱-۱- سیستم باز و بسته ۱۹
- ۱۲-۱- کشت در بستر ۱۹
- ۱۳-۱- بسترهای مورد استفاده برای پرورش توت‌فرنگی در کشت بدون خاک ۲۰
- ۱۳-۱-۱- ورمی‌کولیت ۲۰
- ۱۳-۱-۲- پرلایت ۲۰
- ۱۳-۱-۳- پامیس ۲۱
- ۱۳-۱-۴- فیبر نارگیل (کوکوپیت) ۲۱
- ۱۳-۱-۵- پیت ۲۱
- ۱۳-۱-۶- پوست غنی‌شده درخت ۲۱
- ۱۴-۱- تاریخهای کاشت توت‌فرنگی در مزرعه ۲۲
- ۱۵-۱- سیستم‌های کاشت توت‌فرنگی در مزرعه ۲۲
- ۱۶-۱- چگونگی رشد و نمو میوه‌های توت‌فرنگی و عوامل موثر بر آنها ۲۲
- ۱۷-۱- فرآیندهای رسیدن میوه ۲۳
- ۱۸-۱- برداشت، حمل و نقل و نگهداری میوه‌های توت‌فرنگی ۲۴
- ۱۹-۱- ارزش غذایی توت‌فرنگی ۲۴
- ۲۰-۱- اهداف پژوهش ۲۵

فصل دوم

- ۱-۲- مرور منابع ۲۷
- ۱-۱-۲- تکنولوژی کشت بدون خاک ۲۷
- ۲-۱-۲- تأثیر بستر کشت بر صفات کمی و کیفی توت‌فرنگی ۲۷
- ۳-۱-۲- تأثیر سرما بر ویژگی‌های کمی و کیفی توت‌فرنگی ۲۸

۲۹-۴-۱-۲- تأثیر رقم بر صفات کمی و کیفی توت‌فرنگی.....

فصل سوم

۳۲-۱-۳- مواد و روش‌ها.....

۳۲-۱-۱-۳- زمان و مشخصات جغرافیایی محل اجرای آزمایش.....

۳۲-۱-۲- نمونه‌برداری و آنالیز برخی خصوصیات شیمیایی بسترهای مورد مطالعه.....

۳۲-۱-۳- اسیدیته و هدایت الکتریکی بسترهای مورد آزمایش.....

۳۳-۱-۳- طرح آماری و تیمارهای مورد بررسی.....

۳۳-۱-۳- ویژگی‌های ارقام مورد آزمایش.....

۳۳-۱-۳- چگونگی عملیات کاشت بوته‌های تحت آزمایش.....

۳۵-۱-۳- اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی.....

۳۵-۱-۳-۱-۷- عملکرد.....

۳۶-۱-۳-۲-۷- مواد جامد محلول (TSS).....

۳۷-۱-۳-۳-۷- اسیدیته قابل تیتراسیون (TA).....

۳۸-۱-۳-۴-۷- میزان آنتوسیانین‌ها (آنتوسیانین کل).....

۴۱-۱-۳-۵-۷- شکل میوه (L/D).....

۴۲-۱-۳-۶-۷- اندازه‌گیری کلروفیل a، b و کل.....

۴۳-۱-۳-۷-۷- اندازه‌گیری کارتنوئید.....

۴۳-۱-۳-۸-۷- اندازه‌گیری زیست توده (وزن تر) بوته‌های توت‌فرنگی.....

۴۳-۱-۳-۹-۷- تعداد برگ و طوقه.....

۴۴-۱-۳-۸-۱- محاسبات آماری.....

فصل چهارم

۴۶-۱-۴-۱- نتایج، بحث و پیشنهادات.....

۴۸-۱-۴-۱-۱- اثر ساده تیمار سرمادهی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه توت‌فرنگی.....

۴۸-۱-۴-۱-۱-۱- صفات تعداد برگ و طوقه، زیست توده و میزان آنتوسیانین.....

۴۸-۱-۴-۲-۱- اثر متقابل تیمار سرمادهی و رقم بر عملکرد.....

۴۹-۱-۴-۳-۱- اثر ساده تیمار محیط کشت بر عملکرد.....

۵۰-۱-۴-۴-۱- اثر ساده تیمار رقم بر ویژگی‌های کمی و کیفی توت‌فرنگی.....

۵۰-۱-۴-۲-۴-۱- تعداد طوقه.....

- ۴-۱-۳- عملکرد ۵۰
- ۴-۱-۵- اثر متقابل تیمار سرمادهی و محیط کشت بر عملکرد ۵۱
- ۴-۱-۶- اثر متقابل تیمار محیط کشت و رقم بر شاخص طعم ۵۳
- ۴-۱-۷- اثر متقابل تیمار محیط کشت و رقم بر عملکرد ۵۴
- ۴-۱-۸- نتیجه‌گیری ۵۵
- ۴-۱-۹- نتیجه‌گیری کلی ۵۵
- ۴-۱-۱۰- پیشنهادات ۵۶
- منابع ۵۷

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱- گیاهشناسی توت‌فرنگی ۸
- شکل ۱-۲- گل‌آذین توت‌فرنگی ۱۱
- شکل ۱-۳- میوه توت‌فرنگی ۱۲
- شکل ۳-۱- کیسه رشد دهنده محتوی بستر کشت و بوته توت‌فرنگی ۳۴
- شکل ۳-۲- نمایی از تهیه محلول غذایی در آزمایشگاه ۳۵
- شکل ۳-۳- وزن کردن میوه‌ها با ترازوی دیجیتال ۳۶
- شکل ۳-۴- دستگاه رفاکتومتر ۳۷
- شکل ۳-۵- تیتراسیون آب میوه توت‌فرنگی ۳۸
- شکل ۳-۶- دستگاه اسپکتروفتومتر ۳۹
- شکل ۳-۷- مراحل اندازه‌گیری آنتوسیانین ۴۰
- شکل ۳-۸- نمونه‌ی آماده برای اندازه‌گیری آنتوسیانین ۴۱
- شکل ۳-۹- اندازه‌گیری طول میوه توت‌فرنگی با کولیس دیجیتالی ۴۲
- شکل ۳-۱۰- نمونه‌ی آماده برای اندازه‌گیری کلروفیل‌ها ۴۳
- شکل ۴-۱- نمودار اثر متقابل تیمار سرمادهی و محیط کشت بر عملکرد ۵۲

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۱- سطح زیر کشت و عملکرد فضای آزاد و گلخانه‌ای توت‌فرنگی ۵
- جدول ۱-۲- ترکیبات میوه توت‌فرنگی ۲۵
- جدول ۱-۳- خصوصیات شیمیایی بسترهای مورد مطالعه ۳۲
- جدول ۲-۳- سطوح تغذیه‌ای عناصر غذایی در بستر ۳۴
- جدول ۱-۴- تجزیه واریانس میانگین مربعات سطوح تیمارهای مختلف ۴۷
- جدول ۲-۴- مقایسه میانگین تأثیر تیمار سرما بر برخی صفات توت‌فرنگی ۴۸
- جدول ۳-۴- مقایسه میانگین اثر متقابل سرمادهی و رقم بر تعداد برگ و عملکرد ۴۹
- جدول ۴-۴- مقایسه میانگین عملکرد بوته‌های تحت تأثیر محیط‌های کشت ۴۹
- جدول ۴-۵- مقایسه میانگین تأثیر رقم بر میزان آنتوسیانین، شاخص طعم ۵۱

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱- مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria x ananassa* Duch.) متعلق به تیره Rosaceae در بین میوه‌های معتدله مورد کشت و کار، منحصر به فرد است. زیرا یک گیاه چند ساله علفی با کشت و کار متفاوت نسبت به درختان، درختچه‌ها و بوته‌های میوه می‌باشد. پس از کاشت خیلی سریع میوه تولید می‌کند و زودرس‌ترین میوه‌ای است که در بهار وارد بازار می‌شود (تهرانی‌فر و وحدتی، ۲۰۱۰). توت‌فرنگی میوه لذیذ و با ارزش زیاد، تقریباً برای همه می‌باشد. در سراسر جهان، نواحی قطب تا نواحی گرمسیر بر حسب نوع رقم کشت و کار می‌شود. مزه، زیبایی و بوی میوه توت‌فرنگی و دامنه وسیع تحمل این گیاه در شرایط مختلف محیطی همگی عواملی در جهت پژوهش‌های جهانی آن گردید و تنوع و انعطاف‌پذیری این گیاه، سیستم‌های کشت متفاوتی را به وجود آورده است که امروزه سود سرشاری از کشت و کار آن با استفاده از شیوه‌های نوین علمی نصیب تولید کنندگان می‌شود (گالتا و هیملریک^۱، ۱۹۹۰). در حالیکه سالانه مقادیر زیادی از محصولات درجه یک آن به صورت تازه به فروش می‌رسند، میوه‌های درجه دو آن را نیز می‌توان به صورت‌های مختلف فرآوری شده مانند یخ زده، آبگیری، خشک شده و یا دیگر فرآورده‌های پرارزش تهیه نموده و به فروش رساند. این ویژگی‌ها توت‌فرنگی را به عنوان یک محصول تجاری مطرح می‌نمایند (تهرانی‌فر و وحدتی، ۲۰۱۰). عمدتاً توسعه کشت توت‌فرنگی در مناطقی صورت گرفته است که دارای زمستان‌های ملایم هستند و در حدود ۵۰٪ تولید جهان اخیراً از این مناطق بدست می‌آید (سیاری، ۱۳۹۰). ایران نیز به دلیل دارا بودن شرایط اقلیمی منحصر به فرد می‌تواند در آینده ای نزدیک به عنوان یکی از قطب‌های تولید کننده مهم در جهان گردد (بهنامیان و همکاران، ۱۳۸۱). تولید مزرعه‌ای (خاکی) توت‌فرنگی در سطح جهان به طور عمده بستگی به استفاده از مواد شیمیایی تدخینی برای کنترل آفات، بیماری‌ها و حشرات خاکزی و همچنین علف‌های هرز دارد، به همین دلیل تعداد زیادی از کشورها روش‌های سنتی را رها کرده و رشد چشمگیری در گرایش به کشت بدون خاک آغاز گردیده است (تهرانی‌فر و وحدتی، ۲۰۱۰). به طوریکه در سالهای اخیر، تولید توت - فرنگی با روش‌های بدون خاک از قبیل کشت در شن، کشت در شاسی کف گلخانه و کشت در کیسه‌های رشد افزایش یافته است. امروزه به دلیل تغییرات ایجاد شده در روش‌های تولید، میوه توت فرنگی در تمامی طول سال در دسترس است (سیدی و همکاران، ۲۰۱۰). کشت گلخانه‌ای بعلاوه بر خورداری از مزایای مهمی نظیر امکان تولید محصول در تمامی طول سال، صرفه جویی در نهاده‌های اولیه نظیر آب، کودها، زمین و نیروی کار به ازای واحد تولید محصول، امکان کنترل عوامل مؤثر در تولید و در نتیجه عرضه محصولات با

¹ Galletta & Himelrick

کیفیت بالا، امکان بهره‌برداری اقتصادی از زمین‌های کوچک و امکان کاهش آلاینده‌های محیط زیست، در سالهای اخیر مورد توجه زیاد قرار گرفته و گسترش زیادی یافته است (کاستا و هوولینک^۱، ۲۰۰۴). بنابراین انتخاب بسترهای کشت ارزان، قابل دسترس، امکان استفاده مجدد از آنها، حفظ خواص فیزیکی شیمیایی با pH خنثی یکی از مهمترین عوامل موثر در موفقیت تولید در کشت بدون خاک است. در مورد بسیاری از سبزی‌های گلخانه‌ای کشت در بسترهای مصنوعی مختلف^۲ رایجترین شیوه مورد استفاده در بسیاری از کشورهای جهان است. نوع و مدیریت بستر کاشت و ترکیب محلول غذایی از ارکان مهم تضمین کننده موفقیت در کشت سبزیهای گلخانه‌ای به این روش می‌باشند. بسترهای کاشت علاوه بر دارا بودن خصوصیات اولیه نظیر زهکشی مناسب، قدرت نگهداری آب، ظرفیت تبادل کاتیونی مناسب و عاری بودن از بذور علفهای هرز، آفات و بیماری‌ها و سایر مواد مضر دیگر (کنتلیفه^۳ و همکاران، ۲۰۰۳)، بهتر است تا حد امکان منشأ آلی داشته باشند تا بازگشت آنها به طبیعت با سهولت بیشتری انجام شود (شو^۴ و همکاران، ۲۰۰۴)، ارزان و در دسترس باشند تا هزینه‌های تولید کاهش یابند (گریلاس^۵ و همکاران، ۲۰۰۱) و از طرفی تا حد امکان محصول فرعی تولیدی دیگری باشند تا آنطور که انتظار می‌رود بخش باغبانی و تولید گلخانه‌ای در پاکیزه نگه داشتن محیط زیست مشارکت فعال داشته باشد (مورل و گولمین^۶، ۲۰۰۴). بستر کشت به عنوان نگهدارنده گیاه و محافظ ریشه‌ها، نقش مهمی در تأمین مواد غذایی و اکسیژن برای فعالیت‌های گیاهی دارد، علاوه بر این کاشت گیاهان در محیط بدون خاک امکان پرورش گیاهان بیشتری را در یک فضای محدود فراهم می‌کند. انتخاب یک بستر مناسب برای تولید توت‌فرنگی در کشت بدون خاک، بیش از همه به محل تولید آن بستگی دارد. بسترهای دارای پیت و همین‌طور پشم سنگ به حالت دانه‌ای و تخته‌ای در کشت‌های محافظت شده در کشورهای اروپایی مرسوم است. در بسیاری از سیستم‌ها در بعضی از کشورها مانند استرالیا از گرانول‌های کم ارزش برای استقرار گیاه در سیستم‌هایی که محلول غذایی در جریان است، استفاده می‌نمایند. خاک اره، فیبر نارگیل، پوست درختان، پرلیت و رس حجیم شده در آمریکا بیشتر معمول اند.

به علت کنترل بهتر و دقیق‌تر عوامل مؤثر در تولید در واحدهای هیدروپونیک^۷ یا کشت بدون خاک^۸، تمایل زیادی برای تبدیل کردن گلخانه‌های خاکی به هیدروپونیک بوجود آمده است (جنسن^۹، ۱۹۹۹). اینگونه واحدهای تولیدی بعنوان فشرده‌ترین روش تولید در صنعت کشاورزی امروزی دنیا قلمداد می‌گردند

¹ Costa & Heuvelink

² Soilless substrate Culture

³ Cantliffe

⁴ Show et

⁵ Grillas

⁶ Morel & Gullemain

⁷ Hydroponics

⁸ Soilless culture

⁹ Jensen

(دوریز و پاپادوپولوس^۱، ۲۰۰۱). استفاده از این روش در کشور ما نیز در حال گسترش است، اما آمار دقیقی در دست نمی‌باشد. اکثر ارقام توت‌فرنگی نیاز به تعداد ساعات مشخصی از سرما دارند. این گیاهان سرمادیده موسوم به فریگو^۲ نسبت به بوته‌های سرمادهی نشده از عملکرد بالاتری برخوردار بودند، گیاهان فریگو عملکرد به میزان ۵۰۲/۸ گرم به ازای هر گیاه داشته و گیاهان تیمار نشده میانگین عملکردی تنها به میزان ۳۶۱ گرم داشتند (تهرانی فر و وحدتی، ۲۰۱۰). سرمادهی کافی موجب بهبود افزایش کمی و کیفی محصول توت‌فرنگی می‌شود (گالتا و هیملریک، ۱۹۹۰). با توجه به الگوی اقلیمی مازندران که متفاوت از سایر مناطق ایران است، لذا به نظر می‌رسد در این اقلیم نیاز سرمایی برخی از ارقام توت‌فرنگی برآورده نمی‌شوند و عملکرد پایین کشت‌های تجاری می‌تواند به این دلیل باشد.

۱-۲- تاریخچه تولید توت‌فرنگی

کشت توت‌فرنگی از سال ۱۳۰۰ میلادی و به طور عمده در اروپا آغاز گردید. پیش از این زمان، توت-فرنگی از مناطقی که به صورت طبیعی و وحشی رشد می‌نمودند برداشت می‌شده است. نوع وحشی^۳ این گیاه گیاه حدود ۳۰۰ سال پیش نیز به عنوان گیاه دارویی و بهداشتی مورد استفاده بشر قرار داشت (کاشی و همکاران، ۱۳۶۸). استفاده بشر از برگ‌های این گیاه بعنوان گیاه دارویی به قرن سیزدهم و به عنوان گیاه زینتی به قرن شانزدهم بر می‌گردد. هرچند عطر و طعم گونه وحشی منحصر بفرد است ولی به علت جایگزینی ارقام هیبرید کشت و کار آنها بسیار محدود شده است (گالتا و هیملریک، ۱۹۹۰). به نظر می‌رسد که والدین اصلی گونه *F. ananassa* که منشأ ارقام دورگ تجاری دنیا را تشکیل می‌دهد *F. chiloensis* و *F. virginiana* باشد. تولید تجاری محصول توت‌فرنگی در طی قرن‌های ۱۹ و ۲۰ میلادی با افزایش سطح آگاهی مردم و درک، طعم، بوی خاص، ظاهر جذاب و جلب‌کننده آن رشد سریع و قابل توجهی داشته است. تولید جهانی توت‌فرنگی به گونه چشمگیری در اواخر قرن بیستم افزایش پیدا کرده و هم‌اکنون در حدود چهار میلیون تن در سال است. ایران با سطح زیر کشت ۲۲۷۳ هکتار، عملکرد ۱۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و تولید ۲۹۵۶۶ تن در سال به ترتیب رتبه ۲۱، ۳۸ و ۲۳ جهان را به خود اختصاص داده است (آمار فائو، ۲۰۱۱). استان مازندران بعد از کردستان بیشترین سهم در تولید توت‌فرنگی را در کشور دارد (جدول ۱-۱).

¹ Dorais & Papadopoulos

² Frigo

³ *Fragaria vesca*

جدول ۱-۱- سطح زیر کشت و عملکرد فضای آزاد و گلخانه‌ای توت‌فرنگی در مازندران و ایران (آمار فائو، ۲۰۱۱)

گلخانه		فضای آزاد		
عملکرد (کیلوگرم در متر مربع)	سطح زیر کشت (هکتار)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	سطح زیر کشت (هکتار)	
۸	۰/۵	۹۲۶۶	۱۱۳۱/۵	مازندران
۶	۱۹۴	۱۰۲۷۳	۴۰۶۲	کل کشور

۱-۲-۱- تاریخچه کشت بدون خاک توت‌فرنگی

تقاضای بالای بازار در طول سال به ویژه خارج از فصل این محصول و وجود زمستان‌های سرد که مانعی بر سر راه تولید آن در فضای باز می‌شود، کشت بدون خاک توت‌فرنگی را از نظر اقتصادی متصور می‌سازد. تولید انبوه گلخانه‌ای و خارج از فصل توت‌فرنگی تازه، از زمان‌های گذشته در بسیاری از کشورهای اروپایی از جمله آلمان، بلژیک، لهستان، بریتانیا و اسپانیا رواج داشته است. استرالیا از سال‌های بسیار دور دارای صنعت پرورش کشت بدون خاک توت‌فرنگی در هر دو بخش گلخانه و فضای باز و با تولید بسیار موفق و بالا بوده است. سایر عوامل مؤثر در گسترش کشت بدون خاک عدم گسترش بیماری‌های قارچی و از طرفی بهبود عملکرد و کیفیت میوه‌ها است. از طرفی حجم کم بستر رشد ریشه در این سیستم تأمین گرما را برای آن مقرون به صرفه ساخته از طرفی با تغییر در سیستم امکان استفاده از فضا را ممکن می‌سازد. میوه‌ها به علت عدم تماس با خاک تمیز بوده و همزمان می‌رسند و از طرفی خطر پوسیدگی و صدمات وارده توسط حشرات کاهش می‌یابد. بسیاری از تولید کنندگان عمده توت‌فرنگی در تعداد زیادی از کشورهای روش‌های سنتی را رها کرده و رشد چشمگیری در کشت بدون خاک آغاز گردیده است.

۱-۳- گونه‌های توت‌فرنگی

تعداد کمی از گونه‌های متعدد توت‌فرنگی موجود در مناطق معتدله از اجداد توت‌فرنگی‌های امروزی محسوب می‌شوند که مشهورترین آنها گونه وحشی است. در این بخش به معرفی برخی از گونه‌های خویشاوند توت‌فرنگی اشاره می‌شود:

F. vesca در سطح محدودی در شمال آمریکا و اروپا کشت می‌شود و دارای برگهایی به رنگ سبز روشن، نازک، دندانه‌دار و دم‌برگهای استوانه شکل است. میوه‌ها بیضی شکل به رنگ قرمز، نرم و بسیار معطر

هستند. این گونه فاقد ساقه رونده می‌باشد. اکثر گیاهان این گونه روز کوتاه می‌باشند (بهنامیان و مسیحا، ۱۳۸۳).

F. moschata در جنگلها، در زیر درختچه‌ها و در غلفزارهای بلند رشد می‌کند. یک توت‌فرنگی دو پایه است. برگ‌ها بزرگ به رنگ سبز تیره، چین‌دار، لوزی با رگبندی زیاد و کرکدار هستند. نسبت به میوه گونه *F. vesca* میوه‌ها اندکی درشت‌تر هستند. میوه به رنگ قرمز روشن تا قهوه‌ای تیره تا قرمز ارغوانی، نرم و بسیار معطرند (بهنامیان و مسیحا، ۱۳۸۳).

F. chiloensis در حد گسترده‌ای در جنوب غربی آمریکا و فرانسه کشت می‌شود. این گونه دارای برگ ضخیم و چرمی شکل، براق به رنگ سبز تیره، دارای دندانه‌های کوتاه و همیشه سبز است. طوقه ضخیم و میوه‌ها دیررس هستند (بهنامیان و مسیحا، ۱۳۸۳).

F. virginiana گیاهان این گونه دارای برگهای نازک، کدر به رنگ سبز مایل به آبی، خزان پذیر و دارای دندانه‌های خشن می‌باشند. این گونه دو پایه بوده و میوه‌ها به رنگ قرمز مایل به زرد تا قرمز سیر، نرم و معطر هستند (بهنامیان و مسیحا، ۱۳۸۳).

۱-۴-۱- ارقام توت‌فرنگی

با توجه به تنوع ارقام در توت‌فرنگی و واکنش‌های متفاوت آنها به اقلیم‌های مختلف، توصیه عمومی یک یا چند رقم خاص برای همه مناطق ممکن نمی‌باشد لذا جهت رفع این نقیصه کشت رقم مورد نظر در مقیاس کوچک ضروری است. ارقام توت‌فرنگی از لحاظ طول دوره میوه‌دهی به انواع بهاره و چهار فصل یا همیشه بارده تقسیم می‌شوند.

۱-۴-۱-۱- ارقام بهاره^۱

القای گل انگیزی و تمایز گل‌ها در اواخر تابستان هنگامیکه طول روز کمتر از ۱۴ ساعت و دمای هوا به کمتر از ۱۵ درجه سانتیگراد می‌رسد، از طریق برگ‌ها اعمال می‌شود و پس از گذراندن ۲۰۰ تا ۳۰۰ ساعت دمای صفر تا هفت درجه سانتیگراد، نیاز سرمایی ناحیه مریستمی طوقه بر طرف شده و از دوره استراحت خارج می‌شود. ارقام بهاره، از میوه‌های درشت، کیفیت بالا، قابلیت نگهداری بالا و حمل و نقل مناسب برخوردارند، از این رو از ارقام تجاری دنیا محسوب و از نظر رسیدن محصول به سه گروه زودرس، میان‌رس و دیررس تقسیم می‌شوند (گالتا و هیملریک، ۱۹۹۰). از ارقام بهاره موجود در ایران، می‌توان به اتابکی، کاماروسا^۲، پاروس^۳، گاویوتا^۴، پاجارو^۵ و آلیسو^۱ اشاره کرد (جلیلی مرندي، ۱۳۸۶). ارقام بهاره

¹ June bearing

² Camarosa

³ Parus

⁴ Gavieta

⁵ Pajaro

کاماروسا، سوییت چارلی^۲، چندلر^۳ و پاچارو، مناسب برای تولید آبکشت هستند (تهرانی فر و وحدتی، ۲۰۱۰).

۱-۴-۲- ارقام همیشه بار^۴

ارقام همیشه بار یا چهار فصل، برای گل‌انگیزی و گل‌آغازی نیازی به طول روز ندارند، بنابراین تمایز گلها در روزهای کوتاه و بلند انجام می‌شود. گل‌آغازی طی فصل رشد هم در روزهای بلند و هم در روزهای کوتاه انجام می‌شود. این ارقام طی فصل رشد دو، سه و یا چند بار محصول با میوه‌های ریز می‌دهند و یک تا دو هفته پس از برداشت محصول، دوباره روی بوته‌های مادری و دختری، محصول جدید تشکیل می‌شود (گالتا و هیملریک، ۱۹۹۰). از ارقام همیشه بار می‌توان به ارقام تریستار^۵، تانگو^۶ و اوستارا^۷ اشاره نمود (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

۱-۵- گیاهشناسی و ریخت شناسی

توت‌فرنگی گیاهی است نه کاملاً بدون ساقه و نه کاملاً علفی، متعلق به خانواده گلسرخیان^۸ که ارقام تجاری آن از تلاقی بین گونه‌های *F. virginiana* و *F. chiloensis* به دست آمده است (هانکوک^۹، ۱۹۹۹). این گیاه دارای یک ساقه مرکزی یا طوقه بوده و برگها، ریشه‌ها، ساقه‌های رونده و گل‌آذین‌ها از آن منشأ می‌گیرند (شکل ۱-۱).

¹ Aliso

² Sweet Charlie

³ Chandler

⁴ Ever bearing

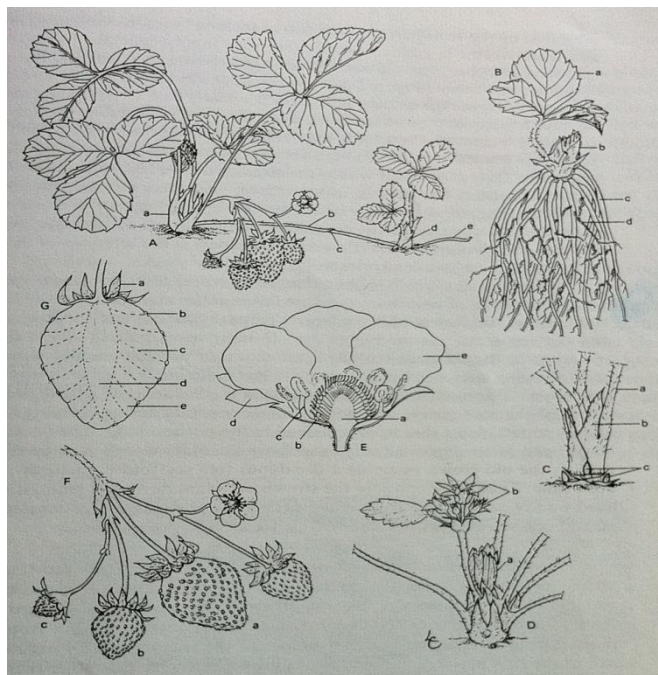
⁵ Tristar

⁶ Tango

⁷ Ostara

⁸ Rosaceae

⁹ Hancock



شکل ۱-۱- گیاهشناسی توت‌فرنگی برگرفته از (گالتا و هیملریک، ۱۹۹۰)

- (A) عادت رشدی توت‌فرنگی: (a) طوقه و قاعده برگ (b) ساقه رونده (c) اولین گره ساقه رونده (d) گیاه دختری (e) دومین ساقه رونده.
- (B) بوته مادری غیر فعال (a) برگ فصل رشد قبلی (b) طوقه (c) ریشه اولیه (d) ریشه ثانویه
- (C) طوقه غیر فعال (a) پایه دم‌برگ قدیمی (b) غلاف برگ قدیمی (c) جوانه‌های جانبی رویشی و زایشی
- (D) طوقه فعال (a) برگ توسعه یافته جدید (b) گل آذین توسعه یافته
- (E) برش طولی گل (a) نهنج (b) مادگی (c) بساک (d) کاسبرگ (e)
- (F) خوشه میوه (a) اولین میوه (b) دومین میوه (c) سومین میوه
- (G) برش طولی میوه (a) کاسه گل (b) بذر یا آکن (c) دستجات آوندی (d) مغز میوه (e) نهنج

۱-۵-۱- ریشه‌ها

در امتداد طوقه، ریشه‌های نابجا از ناحیه برگ‌های جدید خارج می‌گردند. این ریشه‌های نابجا زمانی ظاهر می‌شوند که بخشی از طوقه با خاک مرطوب پوشانده شود. ریشه‌های اولیه عمری معادل یکسال دارند، اما در صورت بیماری یا تنش‌های محیطی طی چند هفته از بین می‌روند. ارقام دورگ امروزی به علت ذخایر توارثی غنی، از سیستم ریشه‌ای قویتری برخوردارند. شبکه ریشه افشان در توت‌فرنگی از ترکیب تعداد زیادی ریشه‌های فرعی با تعداد زیادی رأس ریشه‌ای فعال تشکیل می‌شود. بخش‌های قابل رؤیت، شامل رأس ریشه، ریشه‌چه‌های سفید قبل از رأس و بخش‌های ضخیم مرده بوده که بیشترین جذب آب و عناصر غذایی توسط ریشه‌چه‌های سفید انجام می‌شود. استوانه مرکزی در ریشه‌های توت‌فرنگی بسیار مهم است. رنگ و استحکام آن نشانه سلامتی ریشه و گیاه می‌باشد. اندازه سیستم ریشه‌ای توت‌فرنگی به بیان ژن و چگونگی شرایط

رشدی گیاه بستگی دارد، به طوریکه ارقام مستعد تولید ساقه‌های رونده بیشتر، از سیستم ریشه‌ای کوچکتری برخوردارند. هر چند ریشه‌های توت‌فرنگی در خاک‌هایی با بافت سبک تا عمق یک متری نفوذ می‌کنند، اما ۵۰-۹۰ درصد ریشه‌ها تا عمق ۱۵ سانتیمتر و ۲۵-۵۰ درصد آنها در عمق ۷/۵ سانتیمتری قرار دارند (گالتا و هیملریک، ۱۹۹۰).

۱-۵-۲- طوقه‌ها^۱

توت‌فرنگی گیاهی علفی چند ساله و فاقد ساقه است. محور نیساک^۲ مانند به طول ۲/۵ سانتیمتر طوقه طوقه این گیاه را تشکیل می‌دهد. بخش بیرونی آن با روی هم قرار گرفتن گوشوارک‌ها پوشیده می‌شود. در قسمت طوقه، در زاویه بین برگ و محور طوقه، مریستم‌های جانبی وجود دارند که به عوامل محیطی و تغذیه‌ای پاسخ می‌دهند، به عبارت دیگر این اندام نمو بعدی در گیاه توت‌فرنگی را به عهده دارند. مریستم‌های جانبی ممکن است به حالت استراحت و یا تولید ساقه‌های رونده و طوقه‌های جدید نمایند (گالتا و هیملریک، ۱۹۹۰).

۱-۵-۳- برگها

تولید برگ در ارقام بهاره و همیشه بار در تمامی طول فصل ادامه می‌یابد. به طوریکه اغلب برگها در روزهای بلند تشکیل می‌شوند. تولید برگ زمانیکه دما در پاییز به کمتر از صفر درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد و در تابستان به بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد بتدریج کاهش یافته و در نهایت متوقف می‌شود. گیاهانی که در معرض دماهای بالا قرار می‌گیرند، تاج کوچکتری را در مقایسه با گیاهان رشد یافته در شرایط دمایی خنک، تولید می‌کنند که در نهایت منجر به کاهش عملکرد در این گیاهان می‌گردد. بسته به رقم، دامنه بهینه دمایی بین ۱۵ و ۲۶ درجه سانتی‌گراد قرار دارد، به طوریکه آغازش برگ در رقم Royal Sovereign به میزان زیادی در دمای بالاتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد.

۱-۵-۴- ساقه‌های رونده^۳

ساقه‌های دو گره‌ای روی زمین افتاده که منشأ آنها از جوانه‌های جانبی روی طوقه است. اولین میانگره متشکل از براکته و یک جوانه جانبی است که یک توقف رشدی ایجاد می‌کند. بر حسب توارث از گره دوم گاهی میانگره‌های بسیار کوتاه شکل می‌گیرد که محل تولید گیاه دختری^۴ است. اولین جوانه جانبی گیاه دختری ساقه رونده دیگری تولید می‌کند که آن هم حاوی دو گره خواهد بود، به هر حال این تسلسل ادامه خواهد داشت تا جاییکه عوامل محیطی (کوتاه شدن طول روز، کاهش دما) برای گسترش ساقه‌های رونده

¹ Crowns

² Rosette

³ Runner

⁴ Daughter plant