١٣٨٧٢٥

دانشگاه ارومیه

دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته باغبانی

تعیین تراکم و بستر کشت مناسب برای پرورش توت‌فرنگی رقم سلوا در سیستم کشت هیدروپونیک

تحقیق و نگارش

عبداله مشهدی جعفرلو

استاد راهنما:

دکتر لطفعلی ناصری

دکتر عباس صمدی

استاد مشاور:

مهندس مشهید هناره

۱۳۸۸

۱۳۸۹/۴/۸

مرکز اطلاعات مدارک علمی دانشگاه
تهیه مدارک

۱۳۸۷۳۵

پایان نامه آقای عبداله مشهدی جعفرلو به تاریخ ۸۸/۹/۲ به شماره ۱۰۶- ۲ ک مورد پذیرش هیات محترم داوران با رتبه عالی و نمره ۱۸/۱- قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای اول و رئیس هیئت داوران:

۲- استاد راهنمای دوم:

۳- استاد مشاور:

۴- داور خارجی:

۵- داور داخلی:

۶- نماینده تحصیلات تکمیلی:

حق طبع و نشر این رساله متعلق به دانشگاه ارومیه است.

تقدیم به :

پدر بزرگوارم

مادر مهربان

و

همسر عزیزم

و تقدیم به تمام عزیزانی که موفقیت اینجانب را طلب دارند .

تشکر و قدردانی:

اکنون که با فضل و عنایات خداوند رحمان موفق به تحقیق و نگارش این پایان نامه شده‌ام، برخود لازم می‌دانم از تمامی عزیزانی که اینجانب را طی این تحقیق کمک و مساعدت نمودند و یا به نحوی مرا مورد لطف و عنایات خویش قرار دادند، مراتب امتنان و تشکر را ابراز نمایم.

از اساتید راهنمای گرامی جناب آقای دکتر ناصری و جناب آقای دکتر صمدی، مشاور محترم جناب آقای مهندس هناره که با راهنمایی های ارزشمند و گرانقدر خویش راهگشای این تحقیق بوده اند، قدردانی و سپاسگزاری می نمایم.

از مساعدت جناب آقای دکتر مجیدی و همکاران ایشان در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان که در خصوص تامین گلخانه و امکانات لازم حداکثر همکاری را انجام دادند، صمیمانه تشکر می‌نمایم.

از لطف و همکاری و همفکری جناب آقایان دکتر رسول جلیلی مرندی، دکتر محمد رضا اصغری، دکترعباس حسنی، دکتر حامد دولتی و مهندس حبیب شیرزاد نهایت تشکر و قدر دانی را دارم.

از کلیه پرسنل و کارشناسان گروه علوم باغبانی، همکاران مدیریت باغبانی سازمان جهاد کشاورزی و تمام دوستان و همکلاسی های عزیز و کلیه کسانی که در طول انجام این تحقیق زحمات فراوانی متحمل شده‌اند تشکر و قدردانی می نمایم.

عبداله مشهدی جعفرلو

چکیده

از اقدامات مهم در کشت محصولات هیدروپونیک، انتخاب بسترکشت و تراکم مناسب می باشد بدین منظـور آزمایـشی بـا اسـتفاده از ۵ نـوع بـستر کاشـت شـامل: کوکوپیـت۱۰۰٪، پرلیـت۱۰۰٪، کوکوپیت+پرلیت(۵۰٪ +۵۰٪)؛ کوکوپیت+پرلیت(۲۵٪+۷۵٪)؛ کوکوپیت+پرلیـت (۷۵٪+۲۵٪) در دو سـطح تراکم ۱۰ و ۲۰ بوته در مترمربع بر روی توت‌فرنگی رقم سلوا (روز خنثـی) انجـام شـد. آزمـایش بـصورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. در پایان دوره آزمایش صفات رویشی شامل تعـداد برگ، اندازه گیری سطح برگ، طول دمبرگ، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، طـول و تعـداد ریـشه، تعـداد طوقه و قطر طوقه، میزان کلروفیل و صفات زایشی شامل تعداد گل آذین، تعداد گل در هر خوشه، عملکـرد تک بوته، عملکرد واحد آزمایشی و بازار پسندی، وزن تر و خشک میوه، اسید قابل تیتر، مـواد جامـدمحلول، pH عصاره میوه، میزان ویتامین ث میوه اندازه گیری شدند. علاوه بر صفات رویشی گیاه، صفات بستر مورد استفاده شامل وزن مخصوص ظاهری، درصد تخلخل کل، آب قابل دسترس و هوای قابل دسـترس بررسـی شد. نتایج نشان داد تراکم ۱۰ بوته در مقایسه با ۲۰ بوته در مترمربع باعث زودرسی محصول شد ولی اثرنوع بستر بر روی زودرسی معنی دار نشد. تعداد برگ در تراکم ۱۰ بوته نسبت به تـراکم ۲۰ بوتـه در متـرمربـع افزایش معنی داری ($p < ۰/۰۱$) نشان داد بیشترین عملکرد تک بوتـه در تـراکم ۱۰ بوتـه در متـرمربـع بدست آمد اما اثر تراکم کشت روی عملکرد واحد آزمایشی معنی‌دار نـشد. بیـشترین عملکـرد تـک بوتـه و عملکرد واحد آزمایشی به ترتیب از بسترکوکوپیت و بستر کوکوپیت+پرلیت(۵۰٪ +۵۰٪) و کمترین عملکـرد از بستر پرلیت خالص بدست آمد. بستر آلی‌کوکوپیت بعلـت تـامین شـرایط فیزیکـی و شـیمیایی مناسـب، بیشترین عملکرد را داشت.

فهرست مطالب

چکیده

فصل اول

مقدمه و کلیات

صفحه

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- کلیات ۳

۱-۲-۱- تاریخچه و خصوصات گیاه شناسی توت‌فرنگی ۳

۱-۲-۲- اصل و قدمت توت‌فرنگی های تجاری ۸

۱-۳- ارقام توت‌فرنگی ۹

۱-۴- اثر عوامل محیطی موثر در رشد و نمو توت‌فرنگی ۱۲

۱-۵- سیستم‌های کشت و ازدیاد توت‌فرنگی ۱۵

۱-۶- ارزش غذایی و بهداشتی توت‌فرنگی ۱۷

۱-۷- هیدروپونیک و تاریخچه هیدروپونیک تجاری ۱۸

۱-۸- مزایا و معایب هیدروپونیک ۱۹

۱-۹- طبقه بندی سیستم‌های هیدروپونیک ۲۱

۱-۱۰- روشهای کشت هیدروپونیک ۲۳

۱-۱۰-۱- روش لایه نازک مغذی ۲۳

۱-۱۰-۲- روش جریان عمیق ۲۳

۱-۱۰-۳- روش محلولپاشی روی ریشه ۲۴

۱-۱۰-۴- روش کشت در محلول ایستا ۲۴

۱-۱۰-۵- روش جزر و مد ۲۴

۱-۱۱- تغذیه گیاهی، محلولهای غذایی و مدیریت آن در کشت هیدروپونیک ۲۵
۱-۱۱-۱- عناصر پرمصرف ۲۵
۱-۱-۱۱-۱- نیتروژن ۲۵
۲-۱-۱۱-۱- فسفر ۲۶
۳-۱-۱۱-۱- پتاس ۲۶
۴-۱-۱۱-۱- کلسیم ۲۷
۵-۱-۱۱-۱- منیزیم ۲۹
۶-۱-۱۱-۱- گوگرد ۳۰
۲-۱۱-۱- عناصر کم مصرف ۳۰
۱-۲-۱۱-۱- آهن ۳۱
۲-۲-۱۱-۱- مس ۳۲
۳-۲-۱۱-۱- کلر ۳۲
۴-۲-۱۱-۱- بر ۳۳
۵-۲-۱۱-۱- منگنز ۳۳
۶-۲-۱۱-۱- مولیبدن ۳۳
۷-۲-۱۱-۱- روی ۳۴
۸-۲-۱۱-۱- سیلیکون ۳۴
۱۲-۱- مدیریت محلول غذایی ۳۵

فصل دوم

بررسی منابع

۱-۲- بسترهای مورد استفاده در کشت هیدرو پونیک ۳۷
۱-۱-۲- بستر معدنی ۳۸
۲-۱-۲- بستر آلی ۴۰

۳-۱-۲- بستر پلاستیکی ۴۴
۲-۲- محلولهای غذایی در کشت هیدرو پونیک ۴۵
۲-۳- اثرات بستر در رشد گیاهان ۴۷
۲-۴- اثرات تراکم در رشد گیاهان ۵۰
۲-۵- تعیین وزن مخصوص ظاهری ۵۳
۲-۶- تنظیم pH محلول غذایی ۵۴
۲-۷- هدایت الکتریکی محلول غذایی و تنظیم آن ۵۶
۲-۸-کیفیت آب ۵۸

فصل سوم

مواد و روشها

۳-۱- تعیین خصوصیات فیزیکی بستر های مورد استفاده در کشت هیدرپونیک ۶۰
۳-۱-۱- روش و مراحل تعیین وزن مخصوص ظاهری بستر ۶۱
۳-۱-۲- هوا و آب قابل دسترس و آن تعیین ۶۱
۳-۱-۳- تعیین هوای قابل دسترس ۶۱
۳-۱-۴- تعیین آب قابل دسترس ۶۲
۳-۲- مکان و زمان تحقیق ۶۲
۳-۳- روش انجام تحقیق ۶۳
۳-۴- تهیه و آماده سازی بستر کشت ۶۳
۳-۵- تهیه بوته و کاشت آن ۶۳
۳-۶- روش تهیه محلول های غذایی ۶۳
۳-۷- سیستم محلول دهی ۶۴
۳-۸- شرایط محیطی گلخانه و کنترل آفات و بیماری‌ها ۶۴
۳-۹- روش برداشت میوه ۶۵

۳-۱۰- صفات مورد بررسی و روشهای اندازه‌گیری آنها ۶۵
۳-۱۰-۱- شاخص های رشدی ۶۵
۳-۱۰-۲- شاخص های کیفی ۶۵

فصل چهارم

نتایج

۴-۱- خصوصیات فیزیکی بسترهای مورد استفاده ۶۷
۴-۲-تعداد برگ در بوته ۶۸
۴-۳- سطح برگ ۶۸
۴-۴- تعداد طوقه ۶۹
۴-۵- قطر طوقه ۷۰
۴-۶-وزن خشک اندامهای هوایی ۷۱
۴-۷- تعداد ریشه ۷۲
۴-۸-وزن خشک ریشه ۷۲
۴-۹- میانگین تعداد گل در خوشه ۷۳
۴-۱۰- تعداد گل آذین در بوته ۷۳
۴-۱۱- تعدادگل در بوته ۷۴
۴-۱۲- تعداد روز تا گلدهی ۷۴
۴-۱۳- تعداد میوه در بوته ۷۴
۴-۱۴- درصد ماده خشک میوه ۷۵
۴-۱۵- بریکس میوه ۷۵
۴-۱۶- pH میوه ۷۵
۴-۱۷- ویتامین ث ۷۶

۴-۱۸- اسیدیته قابل تیتراسیون میوه ۷۶
۴-۱۹- عملکرد بوته ۷۷
۴-۲۰- عملکرد واحد آزمایشی ۷۷
۴-۲۱- نتیجه سایر صفات بررسی شده ۷۸

فصل پنجم

بحث

۵-۱- تعداد برگ در بوته ۸۳
۵-۲- سطح برگ ۸۳
۵-۳- تعداد طوقه ۸۴
۵-۴- قطر طوقه ۸۴
۵-۵- وزن خشک اندامهای هوایی ۸۵
۵-۶- تعداد ریشه ۸۵
۵-۷- وزن خشک ریشه ۸۵
۵-۸- میانگین تعداد گل در خوشه ۸۶
۵-۹- تعداد گل آذین در بوته ۸۶
۵-۱۰- تعدادگل در بوته ۸۶
۵-۱۱- تعداد روز تا گلدهی (زودرسی) ۸۶
۵-۱۲- تعداد کل میوه در بوته ۸۷
۵-۱۳- درصد ماده خشک میوه ۸۷

۵-۱۴- بریکس میوه ۸۷
۵-۱۵- pH میوه ۸۸
۵-۱۶- ویتامین ث ۸۸
۵-۱۷- اسیدیته قابل تیتراسیون میوه ۸۹
۵-۱۸- عملکرد بوته ۸۹
۵-۱۹- عملکرد واحد آزمایشی ۸۹
نتیجه گیری نهایی و پیشنهادات ۹۰
منابع ۹۱

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول۱-۱- مواد موجود در ۱۰۰ گرم میوه توت‌فرنگی ۱۸

جدول۱-۲- بررسی خصوصیات فیزیکی چند نوع بستر کشت ۳۸

جدول۲-۲- بررسی خصوصیات شیمیایی چند نوع بستر کشت ۳۸

جدول۳-۲- مقایسه خصوصیات شیمیایی کوکوپیت و پیت ماس ۴۴

جدول۴-۲- مقایسه خصوصیات فیزیکی کوکوپیت و پیت ماس ۴۴

جدول۵-۲- خصوصیات آب آبیاری مناسب ۵۹

جدول۱-۳- خصوصیات اندازه مختلف پرلیت ۶۰

جدول۱-۴- تعیین خصوصیات فیزیکی بسترهای مورد استفاده ۶۷

جدول۲-۴- تعیین و تقسیم بندی اندازه پرلیت..... ۶۸

جدول۳-۴- نتایج تجزیه واریانس اثر فاکتورهای مورد مطالعه ۸۰

فهرست شکلها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- ریخت شناسی بوته توت‌فرنگی ۳

شکل ۲-۱- انواع فرم میوه توت‌فرنگی ۸

شکل ۳-۱- طبقه بندی روشهای هیدروپونیک بر اساس FAO ۲۱

شکل ۴-۱- طبقه بندی روشهای هیدروپونیک بر اساس جان لارسون ۲۲

شکل۱-۴- اثر بستر کشت بر سطح برگ ۶۹

شکل۲-۴- اثر متقابل تراکم و نوع بستر کشت روی تعداد طوقه ۷۰

شکل۳-۴-اثر متقابل بستر و تراکم روی قطر طوقه ۷۰

شکل۴-۴- اثر بستر روی وزن خشک اندام هوایی ۷۱

شکل۵-۴- اثر متقابل بستر وتراکم روی وزن خشک اندامهای هوایی ۷۱

شکل۶-۴- اثر متقابل بستر و تراکم روی تعداد ریشه ۷۲

شکل۷-۴- اثر متقابل بستر و تراکم روی وزن خشک ریشه ۷۳

شکل۸-۴- اثر متقابل بستر و تراکم روی بریکس میوه ۷۵

شکل۹-۴- اثر متقابل بستر و تراکم روی ویتامین ث ۷۶

شکل۱۰-۴- اثر متقابل بستر و تراکم براسیدیته قابل تیتر میوه ۷۷

شکل۱۱-۴- اثر بستر روی عملکرد بوته ۷۸

شکل۱۲-۴- اثر بستر روی عملکرد واحد آزمایشی ۷۹

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

توت‌فرنگی طبیعتاً از میوه‌های نوبرانه و از اولین میوه‌های است که در بهار به بازار عرضه می‌شود. در مناطق معتدله زمان برداشت میوه در اواخر اردیبهشت ماه تا اوایل تیر است ولی امروزه با فن آوری خاص می‌توان زمان تولید و عرضه میوه را طولانی کرد. به عبارت دیگر می‌توان با استفاده از امکانات و تکنولوژی گلخانه‌ای اقدام به پیش رسی و تولید خارج از فصل محصول نمود (کاشی و همکاران،۱۳۷۰). دوره باروری کوتاه و زود به باردهی اقتصادی رسیدن توت‌فرنگی و اصلاح ارقام پرمحصول پیشرفت در روشهای تولید(کشت هیدروپونیک) و باعث افزایش تولید میوه‌های بازارپسند و تقاضا برای مصرف توت‌فرنگی شده‌است. کشورهای آمریکا، اسپانیا و ژاپن بزرگترین تولید کننده‌های توت‌فرنگی‌درجهان هستند. سطح زیر کشت توت‌فرنگی ایران در سال ۱۳۸۱ برابر۳۶۲۹ هکتار با تولیدی معادل ۳۲۱۳۹ تن و عملکرد ۱۰ تن در هکتار بوده است. استانهای کردستان، گلستان و مازندران بیشترین سطح زیر کشت توت‌فرنگی را در کشور به خود اختصاص داده‌اند (تقوی، ۱۳۸۳).

هیدروپونیک (آبکشت) علم و فن کاشت گیاهان بدون‌خاک است که بعلت داشتن مزایای زیاد به سرعت در حال توسعه می‌باشد(Core, 2001). بستر کشت بعنوان نگهدارنده گیاه و محافظ ریشه‌ها، نقش مهم و تامین کننده مواد غذایی و اکسیژن را برای فعالیت های گیاهی را در سیستم هیدروپونیک دارد. امروزه در سیستم‌های بدون‌خاک از مواد آلی و معدنی مختلفی بعنوان بستر کاشت استفاده می‌گردد. هر یک از این مواد دارای ویژگیهای منحصر به فردی هستند. بطور کلی، موادی که بعنوان بستر کاشت مورد استفاده قرار می‌گیرند باید از ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی بالا، تهویه کافی، زهکشی مناسب، ظرفیت تبادل کاتیونی بالا برخوردار بوده

و همچنین نباید هیچگونه تاثیر سوء و مضری برای گیاه داشته باشند. خصوصیات مواد مختلف مورد استفاده به عنوان بستر کشت، اثرات مستقیم و غیر مستقیمی روی رشد و تولید محصول می‌گذارد و انتخاب بستر مناسب یکی از مهمترین عوامل موثر در موفقیت تولید در کشت بدون‌خاک است (Verdonck, 1991). در کشت توت‌فرنگی محافظت شده، گیاه می‌تواند در کیسه‌های پلی‌اتیلنی یا پلاستیکی و یا ظرف پلی‌استرین و پلی ونیل کلراید[1] (PVC) انجام شود در ضمن لوله و ظروف با شکل و اندازه‌های مختلف و کیسه‌های پلی اتیلنی در سیستم کشت افقی[2] با طول در حدود ۱۰۰ سانتی‌متر و عرض ۱۰ و ارتفاع ۸ سانتی‌متر و با ظرفیت ۶ تا ۱۰ بوته مورد استفاده قرار می‌گیرند(Paranjpe et al., 2003). کیسه‌های پلی اتیلنی بکار رفته در سیستم عمودی[3] ممکن است تا ۲۰۰ سانتی‌متر طول داشته باشد و ظرفیت هر کیسه ۳۶ بوته می‌باشد(O¨zeker et al., 1999).

تراکم مناسب، موجب برخورداری بهینه از فضای کافی جهت گسترش شاخ و برگ برای دریافت نور شده و حجم مناسب ریشه‌ها در بستر، دریافت مواد غذایی و آب را تسهیل می‌کند(Verdonck, 1982). آشوین[4] و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که زودرسی، عملکرد بازار پسند میوه، قطر طوقه، تعداد برگ، توت‌فرنگی با افزایش فواصل بین بوته‌ها (کاهش تراکم کشت) افزایش یافت.

اطلاعات اندکی در خصوص کشت متراکم توت‌فرنگی و بستر کشت مناسب در سیستم هیدرپونیک درمنابع گزارش شده است با توجه به اهمیت و توسعه کشت هیدروپونیک در سطح کشور و تولید محصولات گلخانه‌ای، انجام تحقیق در خصوص تراکم بوته و بستر کشت مناسب ضروری می‌باشد هدف از این پژوهش عبارتنداز:

۱) تعیین مناسب ترین و اقتصادی ترین نوع بستر کشت می‌باشد که ضمن داشتن مشخصات فنی لازم، امکان دسترسی به آنها آسان باشد.

۲) تعیین تراکم مناسب جهت نیل به عملکرد و کیفیت مطلوب برای تولید توت‌فرنگی

۳) بررسی اثرات متقابل تراکم و نوع بستر برای افزایش عملکرد و کیفیت محصول

---

۱ Polyvinyl chloride

۲ horizontal systems

۳ vertical systems

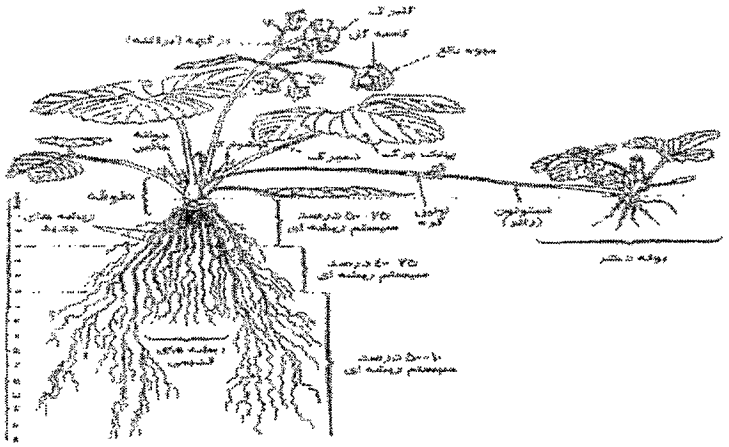
٤ Ashwin et al

۱-۲- کلیات

۱-۱-۲- تاریخچه و خصوصات گیاه شناسی توت‌فرنگی

توت‌فرنگی میوه‌ای نسبتاً جدید است که تا ۲۵۰-۳۰۰ سال قبل به این شکل امروزی وجود نداشت و بیشتر مورد استفاده دارویی داشته است. در قرن چهاردهم در فرانسه توت‌فرنگی های وحشی از جنگل به زمین زراعتی منتقل شد و از آن به عنوان یک گیاه اهلی استفاده گردید (کاشی و همکاران، ۱۳۷۰).

توت‌فرنگی جزء گیاهان نهاندانه دولپه‌ای، جداگلبرگ و از تیره گل سرخیان[۱] و جنس فراگاریا[۲] با اسم علمی *Fragaria ananassa* Duch می‌باشد، توت‌فرنگی گیاهی چند ساله علفی است و بطور متوسط ۳-۵ سال عمر می‌کند (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶). تعداد کروموزومهای پایه در توت‌فرنگی (n =۷) است. توت‌فرنگی پرورشی رایج[۳] دارای۵۶ =۲n می‌باشد. این گیاه در دامنه وسیعی از آب و هوا، از مناطق معتدله تا گرمسیری رشد می‌کند (رسول‌زادگان، ۱۳۷۵). منشأ ایجاد برگها، ریشه‌ها، ساقه های رونده[۴] و گل آذین ها، ساقه مرکزی یا همان طوقه می‌باشد (شکل ۱-۱). ساقه های رونده هر کدام از دو گره تشکیل شده‌اند. گره اول در حالت خواب باقی می‌ماند و یا ساقه رونده دیگری تولید می‌کند در صورتیکه گره دوم گیاه دختری را ایجاد می‌کند. توت‌فرنگی برا ی ایجاد ساقه های رونده به طول روز بلند نیاز دارد (بیدریغ، ۱۳۸۲).



شکل ۱-۱- ریخت شناسی بوته توت‌فرنگی

۱ Rosaceae

۲ Fragaria

۳ Fragaria ananassa Duch

٤ Runners

ریشه‌ها وظیفه جذب و رساندن مواد غذایی و آب را به قسمت های هوایی گیاه به عهده دارند. بعلاوه در آخر تابستان ریشه‌های توت‌فرنگی بعنوان اندام‌های ذخیره‌ای، هیدراتهای کربن اضافی را در خود ذخیره کرده و این مواد برای رشد رویشی گیاه در بهار سال بعد مورد استفاده قرار می‌گیرند. ریشه‌های توت‌فرنگی در خاک گسترش زیادی یافته و تا عمق یک متری در خاک نفوذ می‌کنند. گسترش افقی ریشه‌ها به شعاع ۷۵ سانتی‌متر می‌رسد و حداکثر تراکم آنها در قسمت سطحی خاک می‌باشد (کاشی و حکمتی، ۱۳۷۰). توت‌فرنگی دو نوع ریشه اصلی و نابجا دارد؛ ریشه نابجا از قسمت پایین طوقه و از دایره محیطیه، حاصل می‌شوند و بتدریج روی ریشه‌های مسن تر قرار می گیرند و توده‌ای از ریشه‌های تازه را در قسمت بیرون تشکیل می‌دهند (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶). عمر ریشه‌های اصلی ۲ تا ۳ سال است (منیعی، ۱۳۸۵). بیشترین قسمت ریشه‌های جذب کننده در عمق ۴۰ تا ۸۰ سانتیمتری قرار دارند ولی اغلب تا ۱۰۰ سانتیمتر هم نفوذ می‌کنند (بیدریغ، ۱۳۸۲). بررسی‌های مختلف نشان داده که حدود ۹۰٪ وزن ریشه‌های توت‌فرنگی در عمق ۱۵ سانتی‌متری خاک قرار دارند. فعالیت اصلی ریشه باتوجه به سن گیاه و فصل؛ بین ۱۰ تا ۷۰ سانتیمتری عمق خاک انجام می‌گیرد، قدرت و گسترش ریشه در ارقام مختلف متفاوت است. با این وجود بافت خاک، درجه حرارت و رطوبت خاک نقش عمده در گسترش ریشه‌ها دارند (دانش پژوه، ۱۳۵۴؛کاشی و حکمتی، ۱۳۷۰).

طوقه[۱] توت‌فرنگی بسیار کوتاه بوده و بین ۵-۱۰ سانتی‌متر می‌باشد، رشد مریستم انتهایی طوقه موجب تشکیل گره و جوانه جدید می‌گردد. در جانب طوقه، جوانه‌ها و برگ ها بصورت مارپیچی قرار می‌گیرند. از جوانه‌های جانبی طوقه نسبت به شرایط رشد، ساقه های رونده و گل آذین حاصل می‌شود. جوانه انتهای طوقه معمولاً حاوی ۵-۷ برگ رشد نکرده می‌باشد که توسط گوشوارک[۲]، آخرین برگ پوشش داده می شوند در ارقام بهاره حذف ساقه رونده موجب افزایش تعداد طوقه در گیاه مادری می گردد. در ارقام همیشه بار و یا برخی از ارقام بهاره که ساقه رونده تولید نمی‌کنند، در طی فصل رشد طوقه های جدید حاصل می‌کنند(جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

استولون‌ها[۳] از نظر مورفولوژیکی؛ جوانه‌های‌جانبی کشیده‌ای هستند که در بعضی از ارقام در اوایل اردیبهشت ماه قابل رویت می‌باشد. ساقه های رونده توت‌فرنگی دستک[۱] نامیده می‌شوند و به کمک آن می‌توان به

---

۱ Crown

۲ Stipule

۳ stolon

تکثیر غیر جنسی آن اقدام نمود. استولونها تحت شرایط طول روز بلند با ۱۴ ساعت روشنایی و دمای بالا شروع به رشد می‌کنند. هر استولون می‌تواند استولونهای جانبی تولید کند و در برخی از ارقام در صورت شرایط مساعد محیطی شبکه ای از استولون و یا ساقه های رونده بوجود می آورند. بطوری که یک بوته می‌تواند تا ۱۰۰ بوته تولید کند که تنها ۴ تا ۲۰ بوته دختری از نظر کیفی قابل استفاده هستند. بوته دختری تا زمانی که شاخ و برگ کافی تولید کند و ریشه‌ها کاملاً رشد کند از بوته مادری تغذیه می‌کند. گیاهان دختری ریشه دار شده می‌توانند پس از دو تا سه هفته بطور مستقل به حیات خود ادامه دهند معمولاً اولین و دومین گیاه نسبت به ساقه های بعدی که در فصل رشد ریشه دار شده‌اند قویتر بوده، گل و میوه بیشتری می‌دهند. زمان و شدت تولید استولون از خصوصیات ژنتیکی گیاه بوده و تحت شرایط محیطی قرار می‌گیرد. در اثر آبیاری زیاد، تشکیل استولون تشدید می‌شود و گلدهی رابطه عکس با تولید استولون دارد (کاشی و حکمتی، ۱۳۷۰). حذف استولون در تولید محصول سال آتی موثر است. پژوهش ها نشان داده‌اند که تیمارهای سرمایی طولانی تر از چهار هفته، موجب افزایش رشد رویشی و زایشی و تولید ساقه های رونده می‌شوند. طبق بررسی انجام شده بین زمان رسیدن محصول و شروع تشکیل استولون رابطه‌ای وجود ندارد (رضایی، ۱۳۸۰).

تعداد استولون به نوع رقم، شرایط محیطی، تراکم کاشت بستگی دارد. استولون معمولاً در طول روز ۱۴ ساعت ظاهر می‌شوند و در طول روز ۱۶ ساعت به حداکثر رشد خود می رسند. در یک بررسی روی رقم Sengena مشخص شد که تشکیل استولون در۱۳ ساعت به حداقل رسید و در ۱۱ساعت طول روز استولون جدید تشکیل نشد با اطمینان زیاد می‌توان استولون‌ها را به عنوان اندام‌های نور طلب[۲] واقعی به حساب آورد. غالباً اثر درجه حرارت را نمی‌توان از طول روز جدا کرد زیرا درجه حرارت و طول روز، کم و بیش به موازات هم حرکت می‌کنند (کاشی و همکاران، ۱۳۷۰). در طول روز کوتاه ۱۲ ساعت و درجه کم در شب (۲۰-۱۰) و دمای زیاد در روز (۳۰-۲۰) بوته‌ها بدون تشکیل استولون به گل رفته‌اند. برای ایجاد استولون دمای اپتیمم بسته به رقم؛ وجود رطوبت خاک ۷۰٪ ظرفیت مزرعه و شرایط محیط مناسب ضروری می‌باشد (کاشی و حکمتی، ۱۳۷۰).

---

۱ Runner

۲ Photophyl

حذف ساقه های رونده باعث تقویت گیاه و گلدهی می‌شود و حذف گل در سال اول کشت باعث تقویت محصول برای سال آینده می‌شود (تقوی، ۱۳۸۳). برگها شامل سه برگچه خشن،کرکدار و سبز تیره (در برخی ارقام روشن) می‌باشند. همیشه یک جفت برگچه خیلی کوچکتر در پائین برگ معمولی قرار می‌گیرد. روزنه‌های هوایی‌در بخش تحتانی برگها دیده‌می‌شوند. کسرفیلوتاکسی برگها در توت‌فرنگی۱/۶ است. گوشوارکها در قاعده به دمبرگ چسبیده‌اند (بیدریغ، ۱۳۸۲). برگ توت‌فرنگی مهم ترین وظیفه حیاتی تغذیه و تنظیم فرآیند های داخلی گیاه را به عهده دارد و فرمان لازم را از طریق نور و حرارت دریافت کرده و مراحل رشد و نمو سالانه را از طریق هدایت هورمونی کنترل می‌کند، برگها علاوه بر وظیفه حیاتی؛ گل و میوه‌ها را نیز محافظت می‌کند. عمر برگهای توت‌فرنگی بطور متوسط ۵۶ روز بوده و در ارقام مختلف بین ۲۱ تا ۷۷ روز متفاوت می‌باشد (کاشی و حکمتی، ۱۳۷۰). در بیشتر ارقام، برگها پس از مواجه شدن با یخبندانهای پاییزه و زمستانه از بین می روند و در بهار، برگهای جوان که سر آغازه آنها در لایه های محافظ گوشوارک زمستان‌گذرانی کرده‌اند، جایگزین برگهای پیر می‌شوند. در یک جوانه رویشی معمولاً تعداد ۵ تا۱۰ سر آغازه برگی یافت می‌شود (منیعی، ۱۳۸۵). شکل پهنک برگ به اشکال مختلف بیضی کشیده تا گرد بوده و فرم آن بر حسب واریته، صاف، محدب یا لوله‌ای می‌باشد. حاشیه پهنک کنگره دار یا صاف است. فرم و شکل و رنگ برگ برای شناسایی ارقام مختلف از مهمترین صفات بشمار می‌آید (تقوی، ۱۳۸۳). بعلاوه برگ اطلاعات معینی راجع به صفات یک رقم را در اختیار می‌گذارد. برای مثال رنگ سبز روشن در یک رقم، نشانه حساسیت بالای آن به سفیدک است یا ارقامی که برگهای تیره دارند بیشتر بوسیله بیماری لکه برگی آرمیلاریایی مورد حمله قرار می‌گیرند (کاشی و حکمتی، ۱۳۷۰).

گل آذین توت‌فرنگی یک گرزن دو سویه[۱] است، ابتدا گل اولیه که از همه بزرگتر است، رشد می‌کند و پس از آن دو گل ثانویه بوجود می‌آید، سپس در مرحله سوم، چهار گل کامل و در مرحله چهارم، هشت گل دیگر تشکیل می‌شود (Galletta and Bringhurst, 1990؛ Hancock, 1999). ساختمان گل شامل ۵ گلبرگ‌سفید، کاسه گل شامل ۱۰ کاسبرگ سبز رنگ بوده که در قسمت تحتانی تقریباً به یکدیگر متصل شده‌اند. پرچمها در حدود ۲۰ الی۳۵ عدد می‌باشد و تعداد تخمدان ۶۰ تا ۶۰۰ عدد می‌باشد. تعداد تخمدان در گلهای بعدی کاهش می‌یابد. مادگی به تعداد زیاد و بصورت مارپیچی بر روی نهنج قرار گرفته است، مادگی از آکن های جدا از یکدیگر

۱ Dichasial Cyme