دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی کشاورزی ـ آبیاری و زهکشی

اثر شوری آب و روش‌های آبیاری قطره‌ای و زیرزمینی بر رشد توت‌فرنگی در کشت بدون خاک

به وسیله‌ی:
حمزه ظهوری مهریزی

استاد راهنما:
دکتر سید علی اکبر موسوی

آذر ماه 1388

بسم الله الرحمن الرحيم

اظهارنامه

اینجانب حمزه ظهوری مهریزی (۸۵۱۰۱۰) دانشجوی رشته کشاورزی گرایش **آبیاری و زهکشی** دانشکده کشاورزی اظهار می‌کنم که این پایان‌نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده‌ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته‌ام. همچنین اظهار می‌کنم که تحقیق و موضوع پایان‌نامه‌ام تکراری نیست و تعهد می‌نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین‌نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام ونام خانوادگی: حمزه ظهوری مهریزی

تاریخ و امضا:

۱۸/۹/۸۸

به نام خدا

اثر شوری آب و روش‌های آبیاری قطره‌ای و زیرزمینی بر رشد توت‌فرنگی در کشت بدون خاک

به وسیله‌ی:

حمزه ظهوری مهریزی

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی

از فعالیت‌های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته‌ی:

مهندسی کشاورزی ـ آبیاری و زهکشی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

دکتر سید علی اکبر موسوی دانشیار بخش مهندسی آب (رئیس کمیته) .....

دکتر علی اکبر کامگار حقیقی استاد بخش مهندسی آب (استاد مشاور) .....

دکتر شاهرخ زند پارسا استادیار بخش مهندسی آب (استاد مشاور) .....

دکتر سعید عشقی استادیار بخش علوم باغبانی (استاد مشاور) .....

آذر ماه ۱۳۸۸

تقدیم به

پدرم او که از شانه‌های خود پلی ساخت تا به سلامت از آن عبور کنم

مادرم او که از خود کاست تا بر من بیفزاید

همسرم او که دریای مهرش کرانه ندارد

و خواهرانم همراهان همیشگی‌ام

سپاسگزاری

اکنون که به لطف پروردگار این پایان نامه به اتمام رسیده است به پاس حق شناسی لازم میدانم از **پدر، مادر، خواهران** و همسر عزیزم که دعای خیرشان بدرقه راهم بوده کمال تشکر و قدردانی را بنمایم. همچنین تقدیر و تشکر مضاعف از جناب آقای **دکتر سید علی اکبر موسوی** استاد گرانقدر و معلم وارسته که استاد راهنمای این پژوهش بوده اند. ایشان در طول این دوره همیشه مشوق اینجانب بوده و رفتار و سکنات ایشان راهواره به عنوان الگوی تمام نمای فضیلت سرلوحه خویش قرار داده ام و امیدوارم بتوانم گوشه ای از این بیکران را درک کرده باشم. از اساتید گرانقدر جناب آقایان **دکتر علی اکبر کامگار حقیقی، دکتر شاهرخ زندپارسا** و **دکتر سعید عشقی** که قبول زحمت مشاوره پایان نامه را نمودند و در طول پژوهش بار، نمودهای مفید و کارساز خود روش بهینه تکمیل بخشهای مختلف را ارائه فرمودند، سپاسگزاری می-نمایم. و با ابراز ستوده ترین تشکرات قلبی از محبت های بی دریغ و همکاری های بی شائبه دوستان ارجمندم آقایان **سینا الهیاری، مجتبی حبیب الهی، رسول عباسی، سید احتشام الدین فروزان مهر، وحید کبریایی زاده، داوود کریمی، رضا مهاجری** و **اشکان نیکیان** و همچنین تمامی مسئولین و کارکنان محترم دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز به ویژه آقایان **رمضان جعفری، ایمان زارع** و **محمد علی (ریحان) اسفندیاری** که رفاق این تلاش نامه به نظرات و کمکهای ایشان مزین است.

چکیده

اثر شوری آب و روش‌های آبیاری قطره‌ای و زیرزمینی
بر رشد توت‌فرنگی در کشت بدون خاک

به وسیله‌ی

حمزه ظهوری مهریزی

تنش شوری از دیرباز عامل مهمی در تاریخ بشر و سیستمهای کشاورزی بوده و عامل نامساعد خارجی است که گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در بسیاری از مناطق دنیا به خصوص نقاط خشک و نیمه خشک مانند ایران، اراضی شور در اثر فعالیتهای بی‌رویه کشاورزی پیوسته در حال گسترش است. در ایران مساحت خاکهایی که به نوعی تحت تاثیر شوری قرار دارند بالغ بر 32 میلیون هکتار است که نزدیک به 30 درصد از سطح کل کشور و 55 درصد از اراضی قابل کشت را شامل می‌شود. هدف از این پژوهش، مقایسه اثر شوری‌های مختلف آب و روش‌های آبیاری قطره‌ای و زیرزمینی بر رشد و راندمان آب مصرفی گیاه توت‌فرنگی در کشت بدون خاک می‌باشد. این پژوهش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با تعداد 8 تیمار و در هر تیمار 4 تکرار (هر تکرار شامل 3 گلدان) انجام گرفت. تیمارها شامل: چهار تیمار شوری:1ـ شاهد (محلول غذایی، محلول هوگلند اصلاح شده [یک سوم])، 2ـ محلول غذایی+ 5 meq کلرید سدیم+ 2.5 meq سولفات سدیم، 3ـ محلول غذایی+ 17 meq کلرید سدیم+ 8.5 meq سولفات سدیم و 4ـ محلول غذایی+ 26 meq کلرید سدیم+ 13 meq سولفات سدیم و دو تیمار آبیاری: 1ـ آبیاری زیرزمینی و 2ـ آبیاری قطره‌ای بوده که نمک‌های فوق در محلول غذایی حل شده و مورد استفاده قرار گرفتند. در این پژوهش تاثیر شوری و روش‌های آبیاری بر شاخص‌های رویشی و زایشی گیاه توت‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفتند. شاخص‌های تبخیر ـ تعرق، سطح و تعداد برگ، پتانسیل آب برگ، راندمان مصرف آب، وزن تر و خشک ریشه و شاخساره، عملکرد و وزن خشک میوه، بیوماس، اسیدیته آب میوه، مواد جامد محلول آب میوه، ویتامین ث آب میوه، بو، رنگ، مزه و ظاهر میوه کاهش معنی‌داری را در سطح 5% آزمون دانکن در تیمارهای آبیاری زیرزمینی نسبت به آبیاری قطره‌ای و همچنین با افزایش شوری از خود نشان دادند. شاخص‌های تعداد ساقه رونده، کلروفیل برگ، وزن مخصوص برگ، محتوای نسبی آب برگ و پتاسیم ریشه کاهش معنی‌داری را در سطح 5% آزمون دانکن در تیمارهای آبیاری زیرزمینی نسبت به آبیاری قطره‌ای و همچنین با افزایش شوری از خود نشان ندادند. شاخص‌های پرولین برگ، هدایت الکتریکی عصاره اشباع محیط کشت، پتاسیم شاخساره، کلر ریشه و شاخساره، سدیم ریشه و شاخساره و نسبت Na^+/K^+ ریشه و شاخساره افزایش معنی‌داری را در سطح 5% آزمون دانکن در تیمارهای آبیاری زیرزمینی نسبت به آبیاری قطره‌ای و همچنین با افزایش شوری از خود نشان دادند. شاخص‌های سطح مخصوص و نشت یونی غشاء برگ افزایش معنی‌داری را در سطح 5% آزمون دانکن در تیمارهای آبیاری زیرزمینی نسبت به آبیاری قطره‌ای و همچنین با افزایش شوری از خود نشان ندادند.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه 1
1_1_ کشت بدون خاک 1
1_2_ نوع آبیاری 2
1_3_ پرا کنش توت‌فرنگی..... 4
1_4_ وضعیت تولید در ایران و جهان 4
1_5_ تاریخچه رقم پاجیرو 5
1_6_ ارزش غذایی توت‌فرنگی 5
1_7_ هدف از انجام پژوهش 6
فصل دوم: مروری بر پژوهش‌های پیشین 7
2-1- تاریخچه 7
2-2- ریخت شناسی..... 8
2-3-تنش شوری 9
2_4_ فرآیند تنش شوری در گیاهان 10
2- 5- مکانیسم مقاومت به شوری در گیاهان..... 15
2- 6- اثرات تنش شوری بر گیاهان..... 18
2_7_ اثر شوری و نوع آبیاری بر گیاهان 23
فصل سوم: مواد و روش‌ها 26
3–1- عملیات کشت و استقرار گیاه 26
3-2- تیمار شوری 26
3-3- تیمار آبیاری..... 27
3-4- مبارزه با آفات 30
3-5- صفات اندازه‌گیری‌شده 30
3-5-1- عصاره اشباع محیط کشت 31
3-5-2- میزان کلروفیل..... 32
3_5_3_ سطح برگ 32
3_5_4_ وزن و سطح مخصوص برگ 33
3_5_5_ نشت یونی غشاء برگ (Electrolyte Leakage)..... 33
3_5_6_ محتوای نسبی آب برگ (Relative Water Content) 33

3_5_7_ اسید آمینه پرولین 34
3_5_7_1_ طرز تهیه معرف اسید ناین هیدرین..... 34
3_5_8_ تعداد ساقه رونده، گل آذین، گل در گل آذین، برگ و عملکرد 35
3-5-9- ویژگیهای کیفی آب میوه 35
3-5-9-1- اسیدیته کل میوه 35
3-5-9-2- ویتامین ث 35
3-5-9-3- مواد جامد محلول (TSS)..... 36
3-5-9-4- رنگ، ظاهر، بو و مزه میوه 36
3–5–10– وزن تر و خشک گیاه..... 37
3-5-11- راندمان مصرف آب و پتانسیل آب برگ..... 37
3-5-12- روش تهیه عصاره از پودر گیاهی 37
3-5-12-1- اندازه‌گیری کلر..... 38
3-5-12-1-1- روش تهیه کرومات پتاسیم مایع 38
3-5-12-1-2- تیتراسیون کلر 38
فصل چهارم: نتایج و بحث..... 39
4_1_ اثر شوری و نوع آبیاری بر تبخیر_ تعرق 39
4_2_ اثر شوری و نوع آبیاری بر سطح و تعداد برگ 41
4_3_ اثر شوری و نوع آبیاری بر پتانسیل آب برگ و راندمان مصرف آب 45
4_4_ اثر شوری و نوع آبیاری بر کلروفیل و پرولین برگ 49
4_5_ اثر شوری و نوع آبیاری بر وزن تر و خشک شاخساره و ریشه و بیوماس گیاه 51
4_6_ اثر شوری و نوع آبیاری بر عملکرد و وزن خشک کل میوه 57
4_7_ اثر شوری و نوع آبیاری بر وزن، تعداد فندقه، طول و عرض میوه‌های اولیه و ثانویه..... 59
4_8_ اثر شوری و نوع آبیاری بر تعداد ساقه رونده، گل آذین، گل در گل آذین و میوه در گل آذین.....64
4_9_ اثر شوری و نوع آبیاری بر وزن و سطح مخصوص برگ، میزان نشت یونی غشاء برگ و محتوای نسبی آب در برگ 68
4_10_ اثر شوری و نوع آبیاری بر هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe)..... 72
4_11_ روابط گیاهی 74
4_12_ اثر شوری و نوع آبیاری بر کلر و سدیم و پتاسیم شاخساره و ریشه..... 78
4_13_ اثر شوری و نوع آبیاری بر خصوصیات کیفی میوه..... 84
4_14_ نتیجه‌گیری 90
4_15_ پیشنهادها..... 91
منابع 94
منابع مورد استفاده..... 94

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول 1-1- ارزش غذایی صد گرم میوه توت‌فرنگی 5
جدول 3 – 1 – تیمارهای شوری 27
جدول 4-1- اثرات آبیاری و شوری بر تبخیر- تعرق، سطح و تعداد برگ گیاه توت‌فرنگی. 42
جدول 4-2- اثرات آبیاری و شوری بر پتانسیل آب برگ، راندمان مصرف آب، کلروفیل و پرولین گیاه توت-فرنگی. 47
جدول 4-3- اثرات آبیاری و شوری بر وزن تر و خشک شاخساره گیاه توت‌فرنگی..... 52
جدول 4-4- اثرات آبیاری و شوری بر وزن تر و خشک ریشه گیاه توت‌فرنگی. 54
جدول 4-5- اثرات آبیاری و شوری بر عملکرد و وزن خشک میوه و بیوماس گیاه توت‌فرنگی. 58
جدول 4-6- اثرات آبیاری و شوری بر وزن، تعداد فندقه، طول و عرض میوه‌های اولیه گیاه توت‌فرنگی. 60
جدول 4-7- اثرات آبیاری و شوری بر وزن، تعداد فندقه، طول و عرض میوه‌های ثانویه گیاه توت‌فرنگی. 62
جدول 4-8- اثرات آبیاری و شوری بر تعداد ساقه رونده، تعداد گل آذین، گل در گل آذین و تعداد میوه در گل آذین گیاه توت‌فرنگی. 65
جدول 4-9- اثرات آبیاری و شوری بر نشت یونی غشاء، وزن مخصوص، سطح مخصوص و محتوای نسبی آب برگ گیاه توت‌فرنگی. 69
جدول 4-10- اثرات آبیاری و شوری بر هدایت الکتریکی عصاره اشباع محیط کشت گیاه توت‌فرنگی. 73
جدول 4-11- اثرات آبیاری و شوری بر میزان پتاسیم و کلر شاخساره و ریشه گیاه توت‌فرنگی. 80
جدول 4-12- اثرات آبیاری و شوری بر سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم در ریشه و شاخساره گیاه توت‌فرنگی. 81
جدول 4-13- اثرات آبیاری و شوری بر اسیدیته، مواد جامد محلول، ویتامین ث و TSS/TA گیاه توت‌فرنگی. 85
جدول 4-14- اثرات آبیاری و شوری بر بو، مزه، رنگ و ظاهر میوه گیاه توت‌فرنگی. 89

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل 3ـ1ـ نمایشی از سیستم آبیاری زیرزمینی مورد استفاده در این پژوهش 28
شکل 3ـ2ـ تصویری از نمونه اجرا شده‌ی آبیاری زیرزمینی..... 28
شکل 3ـ3ـ نمایشی از سیستم آبیاری قطره‌ای مورد استفاده در این پژوهش 29
شکل 3ـ4ـ تصویری از نمونه اجرا شده‌ی آبیاری قطره‌ای..... 29
شکل 3ـ5ـ نمای کلی طرح انجام شده در گلخانه گروه آبیاری..... 30
شکل 3ـ6ـ نحوه عصاره‌گیری از لایه‌های محیط کشت 31
شکل 4ـ1ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر تبخیرـتعرق گیاه توت‌فرنگی 41
شکل 4ـ2ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر سطح برگ گیاه توت‌فرنگی 44
شکل 4ـ3ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر تعداد برگ گیاه توت‌فرنگی 44
شکل 4ـ4ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر پتانسیل آب برگ گیاه توت‌فرنگی.....46
شکل 4ـ5ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر راندمان مصرف آب گیاه توت‌فرنگی 48
شکل 4ـ6ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر کلروفیل برگ گیاه توت‌فرنگی 50
شکل 4ـ7ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر پرولین برگ گیاه توت‌فرنگی..... 50
شکل 4ـ8ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر وزن تر و خشک شاخساره گیاه توت‌فرنگی 53
شکل 4ـ9ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر وزن تر و خشک ریشه گیاه توت‌فرنگی 55
شکل 4ـ10ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر بیوماس گیاه توت‌فرنگی.....56
شکل 4ـ11ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر عملکرد میوه گیاه توت‌فرنگی 57
شکل 4ـ12ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر وزن خشک میوه گیاه توت‌فرنگی..... 59
شکل 4ـ13ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر وزن میوه‌های اولیه و ثانویه گیاه توت‌فرنگی.....61
شکل 4ـ14ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر تعداد فندقه میوه‌های اولیه و ثانویه گیاه توت‌فرنگی..61
شکل 4ـ15ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر طول میوه‌های اولیه و ثانویه گیاه توت‌فرنگی.....63
شکل 4ـ16ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر عرض میوه‌های اولیه و ثانویه گیاه توت‌فرنگی 63
شکل 4ـ17ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر تعداد ساقه رونده گیاه توت‌فرنگی 64
شکل 4ـ18ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر تعداد گل آذین گیاه توت‌فرنگی 66
شکل 4ـ19ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر تعداد گل در گل آذین گیاه توت‌فرنگی 66
شکل 4ـ20ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر تعداد میوه در گل آذین گیاه توت‌فرنگی.....67
شکل 4ـ21ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر وزن مخصوص برگ گیاه توت‌فرنگی 70

شکل 4ـ22ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر سطح مخصوص برگ گیاه توت‌فرنگی 71
شکل 4ـ23ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر نشت یونی غشاء برگ گیاه توت‌فرنگی 71
شکل 4ـ24ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر محتوای نسبی آب برگ گیاه توت‌فرنگی..... 72
شکل 4ـ25ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر مقدار هدایت الکتریکی عصاره اشباع گیاه توت‌فرنگی 74
شکل 4ـ26ـ رابطه بین عملکرد نسبی گیاه توت‌فرنگی و مقدار میانگین هدایت الکتریکی عصاره اشباع در پایان دوره رشد 75
شکل 4ـ27ـ رابطه بین تبخیرـ تعرق تجمعی گیاه توت‌فرنگی و مقدار میانگین هدایت الکتریکی عصاره اشباع در پایان دوره رشد 76
شکل 4ـ28ـ رابطه بین عملکرد و تبخیرـ تعرق تجمعی در گیاه توت‌فرنگی در سیستمهای آبیاری زیرزمینی و قطره‌ای 77
شکل 4ـ29ـ رابطه بین بیوماس و تبخیرـ تعرق تجمعی در گیاه توت‌فرنگی در سیستمهای آبیاری زیرزمینی و قطره‌ای 77
شکل 4ـ30ـ رابطه بین راندمان مصرف آب و تبخیرـ تعرق تجمعی در گیاه توت‌فرنگی در سیستمهای آبیاری زیرزمینی و قطره‌ای..... 78
شکل 4ـ31ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر پتاسیم شاخساره و ریشه گیاه توت‌فرنگی 79
شکل 4ـ32ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر کلر شاخساره و ریشه گیاه توت‌فرنگی..... 82
شکل 4ـ33ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر سدیم شاخساره و ریشه گیاه توت‌فرنگی 82
شکل 4ـ34ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر نسبت Na^{+}/K^{+} شاخساره و ریشه گیاه توت‌فرنگی . 83
شکل 4ـ35ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر اسیدیته میوه گیاه توت‌فرنگی 86
شکل 4ـ36ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر قند کل میوه گیاه توت‌فرنگی 86
شکل 4ـ37ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر نسبت TSS به TA گیاه توت‌فرنگی 87
شکل 4ـ38ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر ویتامین ث میوه گیاه توت‌فرنگی 88
شکل 4ـ39ـ اثر سطوح مختلف شوری و نوع آبیاری بر بو، مزه، رنگ و ظاهر میوه گیاه توت‌فرنگی 90

فصل اول: مقدمه

1ـ1ـ کشت بدون خاک

کشور ایران در ناحیه‌ی آب و هوایی گرم و خشک واقع شده است و میانگین میزان بارندگی آن یک سوم میانگین بارندگی جهان می‌باشد.کمبود بارندگی و خشکسالی‌های اخیر سبب کاهش منابع آب گردیده است، به طوری که منابع آبهای سطحی و زیرزمینی به مقدار محسوسی کاهش یافته است. از طرفی بخش قابل توجهی از منابع آبهای زیرزمینی دارای مقدار زیادی املاح می‌باشند و استفاده از این قبیل آبها در کشاورزی با توجه به وسعت و گستردگی آنها در شرایط محدودیت آب‌های شیرین امری اجتناب ناپذیر است و باید به طریق صحیح و با توجه به شرایط مخصوص هر منطقه مبادرت به استفاده بهینه از آبهای شور و لب شور در تولید محصولات کشاورزی نمود. در اکثر مناطق عامل محدود کننده کشاورزی کمبود آب با کیفیت مناسب می‌باشد که باید جهت استفاده از آنها روشهای مختلف بهره برداری را مورد بررسی قرار داد و در موقعیت‌های مختلف از روش مناسبی که بتواند راندمان تولید را به ازاء کیفیت و کمیت آب مصرفی به حداکثر برساند، استفاده نمود (فیضی و حقیقت، 1380).

یکی از روشهای بهره‌برداری از آبهای با کیفیت پائین استفاده از کشت هیدروپونیک است. پرورش گیاهان در آب یا محلول غذایی که به آن آبکشتی (هیدروپونیک) گفته می‌شود (هیدرو=آب، پونوس=کار، به معنی آب‌کاری)، در طول سده‌ها استفاده شده است. برای مثال باغ‌های قدیمی معلق بابل و باغ‌های شناور ازتک در مکزیکو در حقیقت به صورت آبکشتی بوده-اند. در سال های 1800، مفاهیم اساسی کشت گیاهان به صورت آبکشتی به وسیله‌ی کسانی که چگونگی رشد گیاهان را مطالعه می‌کردند، ارائه شد. در پی آن، کشت گیاهان در محیط بدون خاک در سالهای 1930 به وسیله‌ی یک دانشمند کالیفرنیایی شهرت پیدا کرد. در خلال جنگ جهانی دوم، ارتش آمریکا در شماری از جزایر غرب اقیانوس آرام، باغ‌های آبکشتی بزرگی را برای تولید سبزیجات تازه برای سربازان در منطقه، تاسیس کرد. از 1980 استفاده از روش آبکشتی برای تولید سبزی و گل از ارزش تجاری شایانی برخوردار شده است، به گونه‌ای که امروزه در سراسر جهان بیش از 60000 ایکر (24281/16 هکتار) سبزیجات گلخانه‌ای به روش آبکشتی تولید می‌شود و انتظار می‌رود افزایش سطح زیر کشت ادامه یابد.

پرورش گیاهان با روش آبکشتی در نواحی بیابانی جهان و در مناطقی مانند قطب یا سایر مناطق نامناسب از نظر زیست، به عنوان راهکاری جهت تولید مواد غذایی و بازیافت مواد زائد، اهمیت زیادی پیدا خواهد کرد (بنتون جونز، 1382).

در واقع، هیدروپونیک تنها یک حالت از پرورش گیاهان بدون خاک است و به روشی گفته می‌شود که در آن ریشه‌ی گیاهان در محلول غذایی ثابت که به گونه‌ی پی در پی تهویه شده یا در محلولی که همواره در حرکت است و یا به صورت پاشیدن محلول غذایی به ریشه‌ی معلق می‌باشد. گیاهانی که در یک بستر غیر آلی (مانند شن، سنگریزه، پرلیت یا پشم سنگ) و یا یک ماده آلی (مثل اسفاگنوم پیت ماس یا پوست کاج) پرورش داده می‌شوند و به صورت منظم با محلول غذایی آبیاری می‌شوند، باید به عنوان محیط کشت بدون خاک تلقی شوند، ولی الزاماً هیدروپونیک نمی‌باشند (بنتون جونز، 1382).

کشت بدون خاک روشی است که دستیابی به محصول بالا و کنترل خوب روی رشد و توسعه‌ی گیاه را اجازه می‌دهد و در سراسر جهان رایج است (Rouphael *et al.*, 2006).

1ـ2ـ نوع آبیاری

در 20 سال اخیر، سیستم‌های کشت بدون خاک به طور فزاینده‌ای در میان پرورش‌دهندگان تجاری رایج شده‌اند به طوری که آنها میزان تولید و کیفیت آن را بهبود می‌بخشند و باعث کشتی عاری از بیماری می‌شوند. کشت بدون خاک به آبیاری همیشگی و وضعیت حاصلخیزی مناسب نیاز دارد، و وقتی با زه‌کشی آزاد (سیستم باز) به کار رود می‌تواند به تلف شدن آب و اعتبارات مالی و به علت شسته شدن عناصر غذایی به آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی منجر شود (van Os *et al.*, 2002). برای حل این مشکل، پرورش دهندگان روش توزیع مجدد محلول غذایی را اتخاذ کردند (Reed, 1996). انواع مختلفی از سیستم‌های بدون خاک بسته برای محصولات گلدانی توسعه داده شده‌اند (Rouphael *et al.*, 2006). گسترده‌ترین سیستم‌های مورد استفاده سیستم سطحی (آبیاری قطره‌ای) و سیستم زیرزمینی (سکوهای جریان و فروکش، زیر گلدان‌های موئینه، سکوهای آبراهه‌ای و بسترهای سیلابی) هستند (Reed, 1996). سیستم آبیاری قطره‌ای رایج‌ترین سیستم مورد استفاده در کشت بدون خاک است. در سالهای اخیر، سیستم‌های زیرزمینی در تولید محصولات فصلی و گلدانی مقبولیت بیشتری کسب کرده‌اند، از آنجا که آنها در مقایسه با سیستم‌های آبیاری قطره‌ای دارای مزیت-های بیشتری به شرح ذیل هستند: هزینه‌های کارگری کاهش می‌یابد، اگر از سکوهای متحرک استفاده شود سطح تولید افزایش می‌یابد، و انتشار عوامل بیماری‌زا در سیستم‌های بدون خاک بسته کاهش می‌یابد (Rouphael *et al.*, 2006). افزون بر این، بر خلاف سیستم آبیاری

قطره‌ای، مدیریت محلول غذایی درآبیاری زیرزمینی آسان‌تر است زیرا عنصری که بـه وسـیله‌ی گیاه جذب نمی‌شود در محیط کشت باقی می‌ماند به ویژه در قسمتهای فوقانی محیط کشت که ریشه ها کمتر حضور دارند و این عناصردر آن منطقه تجمع می‌یابند و کمتر وارد محلول غذایی می شوند (Reed, 1996; Santamaria *et al.*, 2003).

سیستم‌های آبیاری زیرزمینی مطالعه و تاکنون برای تولید محصولات زینتی پیشنهاد شـده-اند (Todd and Reed, 1998). عدم وجود آبشویی و تمایل به جمع شدن نمـک در محـیط کشت یکی از معایب سیستم‌های آبیـاری زیرزمینـی اسـت، کـه ممکـن اسـت موجـب کـاهش محسوس رشد و عملکرد بویژه در دوره‌های طولانی کشت و همچنین در طول فـصل‌هـای گـرم گردد. این اثر منفی (تجمع نمک در محیط کشت) هنگـامی بیـشتر خواهـد شـد کـه پـرورش-دهندگان از آب شور استفاده کنند (Rouphael *et al.*, 2006).

اثرات شوری در فرایندهای انتقال یون و آب در گیاهـان ممکـن اسـت موجـب تغییراتـی در توازن یون‌ها و وضعیت تغذیه‌ای گیاه همانند بـسیاری از فراینـدهـای فیزیولـوژیکی (Munns and Termaat, 1986) شود و موجب توقف رشد گیاه و کاهش عملکرد گردد. سطح شـوری متوسط ممکن است برای محصول بوسیله‌ی بهبود بخشیدن کیفیت میوه و کاهش دادن قـدرت رویشی اضافی در قسمت‌های سبزینه‌ای که در طول رشد اولیه در هیدروپونیک‌ها مشاهده مـی-شود، مفید باشد (Savvas and Lenz, 2000).

تکنولوژی کشت بدون خاک حلقه بسته شاید روشی پایدار برای تولید گلخانه‌ای باشد. عیـب مهم سیستم‌های بدون خاک حلقه باز افت آب و مواد غذایی است، که منجر به آلـودگی آبهـای سطحی و زیرزمینی می‌شود و سیستم‌های رشد حلقه بسته به منظور برطرف کردن این مـشکل توسعه داده شده‌اند. در این سیستم‌ها، مدیریت محلول غذایی گردشی بـه آنالیزهـای شـیمیایی مکرر نیاز دارد، که ممکن است داخل ردیف با استفاده از وسایل کنترلی گران یا خارج از ردیـف به طور معمول به وسیله‌ی آنالیزهای آزمایشگاهی زمان‌بر انجام شـوند. در سیـستم‌هـای کـشت بسته، محلول غذایی موجود در زهاب و مازاد کود آبیاری به سیستم بازگردانده می‌شود، بنابراین فایده‌اش این است که مصرف آب و هدررفت کودها از محیط کمتر مـی‌شـود (Carmassi *et al.*, 2007).

افزون بر این، در سیستم‌های بسته شوری آب آبیاری از جمله مشکلات اسـت. تجمـع نمـک زمانی اتفاق می‌افتد که آب آبیاری کیفیت پائینی داشته باشد (برای مثال با غلظت‌هـای NaCl بالا)، زیرا غلظت جذب ظاهری چندین یون (نـسبت بـین جـذب آب و عناصـر غـذایی)، ماننـد Na^+، پائین‌تر از غلظت آنها در آب آبیاری می‌باشد (Carmassi *et al.*, 2007).

1ـ3ـ پرا کنش توت فرنگی

از آنجا که در دهه‌های اخیر کشت بدون خاک توت‌فرنگی در کشور ما رواج پیدا کرده لازم است تا بـه موضـوع پـراکنش و وضـعیت تولیـد آن در ایـران و جهـان اشـاره‌ای شـود. تـوت‌فرنگـی (*Fragaria ananassa* Duch.) متعلق به تیره Rosaceae می‌باشد. تـوت‌فرنگـی، انگـور، ذغال اخته و تمشک در گروه میوه‌های ریز قرار دارند که از میان آن‌هـا انگـور و تـوت‌فرنگـی از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و تولید آن‌ها مورد توجه قـرار گرفتـه اسـت، کـه ذغـال اختـه و تمشک را به صورت بوتـه‌هـای وحـشی و خـودرو در منـاطق مختلـف مـی‌تـوان مـشاهده کـرد (خوشخوی و همکاران، 1371).

گونه‌های وحشی توت‌فرنگی در سراسر نیمکره شمالی وجود داشته و به خوبی بـا اقلـیم‌هـای مختلف سازگار شده‌اند. توت‌فرنگی در ایران هم به طور خودرو وجود دارد و هم به صـورت بـاغی کشت می‌شود. به طور طبیعی در دره‌ها و دامنه‌های مرطوب بـه ارتفـاع 500 تـا 2000 متـر از سطح دریا دیده می‌شود. گونه‌های وحشی آن که دارای میوه‌هـای ریـز و مطبـوع مـی‌باشـند در جنگل‌های شمال کشور می‌رویـد (کاشـی و حکمتـی، 1370; Tehranifar and Sarsaefi, 2002).

1ـ4ـ وضعیت تولید در ایران و جهان

توت‌فرنگی در میان میوه‌های مناطق معتدله بی‌نظیر بوده و در فصل بهار از زودرس‌ترین میـوه-های بازار است. سطح زیر کشت توت‌فرنگی در ایران در سال 2008 حدود 3800 هکتار و تولید این محصول 38499/7 تن بوده که در هر هکتار به طور میانگین 10/13 تن تولیـد شـده اسـت (FAO, 2008). تولید آن در جهان 4068440 تن در سال است (FAO, 2008).

امروزه 50 درصد از محصول توت‌فرنگی دنیا در مناطقی با زمـستان ملایـم تولیـد مـی‌شـود. ایران نیز به دلیل دارا بودن شرایط اقلیمی مناسب، می‌تواند در آینده‌ای نزدیک به عنوان یکی از تولیدکنندگان عمده توت‌فرنگی جهان مطرح شود (بهنامیان و مسیحا، 1381).

مهمترین مناطق زیر کشت توت‌فرنگی در ایران در استان‌های کردستان، گلـستان، مرکـزی، آذربایجان، خراسان، همدان و خوزستان می‌باشند. بالاترین سطح کـشت تـوت‌فرنگـی در ایـران متعلق به استان کردستان و با مساحت 2000 هکتار و میزان تولید 16000 تـن در سـال مـی-باشد (Tehranifar and Sarsaefi, 2002).

1ـ5ـ تاریخچه رقم پاجیرو

پاجیرو حاصل یک برنامه بهنژادی در دانشگاه کالیفرنیا است که در روزهای با طول کوتاه شروع به گلدهی می‌کند. این رقم در مناطق معتدل کشت شده و خود گرده افشان بوده و دارای میوه‌های قرمز رنگ خیلی روشن با استحکام کم و با طعم عالی و شکلی مخروطی است. این رقم با عملکرد کم در اوایل تابستان تا عملکرد اصلی در آذر و دی ماه دارای عملکردی میانگین می‌باشد. همچنین بسته به شرایط آب و هوایی زمان باز شدن گل تا رسیدن میوه 20 تا 35 روز طول می‌کشد (Hancock, 1999).

1ـ6ـ ارزش غذایی توت فرنگی

توت فرنگی یکی از مهمترین و خوش طعم ترین میوه‌ها در دنیا است. مصرف آن به صورت تازه، منجمد، کمپوت، مربا، مارمالاد و غیره می‌باشد. این میوه سرشار از ویتامین‌ها و مواد معدنی است و ارزش غذایی بالایی دارد. آب میوه توت فرنگی به طور میانگین بیش از پرتقال دارای ویتامین ث بوده و 20 درصد نیاز روزانه به اسید فولیک را تأ مین می‌کند. فاقد چربی است و مقدار قابل توجهی فیبر دارد. ترکیبات غذایی موجود در میوه توت فرنگی در جدول 1-1 نشان داده شده است:

جدول 1-1- ارزش غذایی صد گرم میوه توت فرنگی

پروتئین (گرم)	0/60	منیزیم (میلی گرم)	10
چربی (گرم)	0/40	آهن (میلی گرم)	0/40
فیبر (گرم)	0/5	پتاسیم (میلی گرم)	166
کربو هیدرات (گرم)	7	سدیم (میلی گرم)	1
کلسیم (میلی گرم)	14	روی، مس، منگنز (میلی گرم)	0/5
فسفر (میلی گرم)	19	ویتامین ث (میلی گرم)	56/7

بر گرفته از Hancock,1999.

1ـ7ـ هدف از انجام پژوهش

تنش شوری یکی از بزرگترین عوامـل محـدود کننـده رشـد گیـاه و تولیـد محـصول در جهـان می‌باشد. کشور ایران به دلیل شرایط خاص اقلیمی، مناطق وسیعی از اراضی شور و کویری را در خود جای داده است، به طوری که از 165 میلیـون هکتـار وسـعت ایـران حـدود 120 میلیـون هکتار آن دارای اقلیم خشک و بیابانی است که حدود 25 میلیون هکتار آن را شـوره‌زار و کـویر تشکیل می‌دهد. بخش قابل توجهی از این اراضی در حاشیه کویرهای مرکزی قرار دارند کـه بـه طور معمول شوری آنها زیاد بوده و دارای سفره آب زیرزمینی کم عمق و شور می‌باشند. شـوری خاک در نواحی یاد شده در حال افزایش است و عواملی از قبیل میزان کم بارندگی، تبخیر زیـاد از سطح خاک و آبیاری با آبهای دارای املاح زیاد که سـالانه میلیـون‌هـا تـن نمـک وارد خـاک می‌کند، موجب تجمع شوری شده است. بنابراین از آنجـا کـه در ایـران کیفیـت آبهـای موجـود چندان مناسب نمی‌باشند و همچنین دارای خاکهای شور و سرشار از بیماری‌های مختلف اسـت هدف از این پژوهش، مقایسه اثر شوری‌های مختلف آب و دو روش آبیاری قطره‌ای و زیرزمینـی بر رشد و راندمان آب مصرفی گیاه توت‌فرنگی در کشتی بدون خاک می‌باشد که محـیط کـشت گیاهان عاری از هر گونه مواد غذایی و بیماری بوده و عناصر غذایی مـورد نیـاز توسـط دو روش آبیاری به گیاه داده می‌شوند.

فصل دوم: مروری بر پژوهش‌های پیشین

2-1- تاریخچه

توت فرنگی جنگلی یا وحشی (*Fragaria vesca* L.) از نوع دو گان[1] (2n=14) با میوه‌های ریز و خوش طعم اولین بار در شمال اروپا شناسایی شد. پلینی[2] (23-79 ب.م.) گیاه توت فرنگی را بومی ایتالیا ذکر کرده و میوه‌های آن را فراگا[3] نامیده است. در قرن چهاردهم میلادی در فرانسه توت‌فرنگی از حالت وحشی به زمین زراعی منتقل و به صورت اهلی درآمد. بعدها از این توت فرنگی نوعی به نام چهار فصل (*F. semperflorens*) به وجود آمد (Greenway, 1973).

توت‌فرنگی ویرجینیایی یا اسکارلت (*F. vriginiana* Duch.) از نوع هشت‌گان[4] (2n=56) و بومی‌شمال آمریکا است که در اوایل سده 1600 به اروپا وارد شد و دارای میوه بزرگ، زودرس، شیرین، سفت، دوره میوه‌دهی طولانی و مقاومت به سرما و خشکی می‌باشد. توت فرنگی شیلی (*F. chiloensis*) نیز از نوع هشت‌گان (2n=56) و بومی آمریکای جنوبی است. این گونه میوه‌های بزرگ تولید می‌کند که در سال 1714 میلادی توسط یک افسر فرانسوی به نام فریزر[5] از شیلی به فرانسه منتقل شد، ولی پس از مدتی متوجه شدند که این رقم فقط دارای گل‌های ماده است و تنها از نظر گیاه‌شناسی[6] با ارزش می‌باشد (کاشی و حکمتی، 1370).

از تلاقی توت فرنگی شیلی و توت فرنگی ویرجینیایی، توت فرنگی (*F.* × *ananassa* Duch.) به وجود آمد که از توت‌فرنگی ویرجینیایی به عنوان پدر صفت رنگ قرمز و گوشت سفید و از توت‌فرنگی شیلی به عنوان مادر صفت عطر، طعم، درشتی میوه و مقاومت به سرما را به ارث برده است (کاشی و حکمتی،1370).

---

[1] - Diploid
[2] - Pliny
[3] - Fraga
[4] - Octaploid
[5] - Frezier
[6] - Taxonomy

اکنون با گذشت بیش از دویست سال از به وجود آمدن توت‌فرنگی، هزاران نوع از آن پرورش یافته است که از نظر فرم و صفات کیفی تنوع فوق‌العاده نشان می‌دهند و خواص ارثی فرم‌های اولیه دو نوع وحشی آمریکایی، یعنی توت‌فرنگی شیلی و توت‌فرنگی ویرجینیایی را در خود دارند (کاشی و حکمتی،1370).

2-2- ریخت شناسی[1]

توت فرنگی گیاهی علفی، چند ساله و جزء گیاهان نهاندانه جدا گلبرگ است که دارای یک ساقه مرکزی متراکم به نام طوقه[2] می‌باشد. برگ‌ها، ساقه‌های رونده[3]، طوقه‌های جانبی، گل آذین‌ها[4] و ریشه‌ها همه از ناحیه طوقه منشأ می‌گیرند. توت فرنگی دارای دو نوع ریشه اصلی و نابجا است. ریشه‌های نابجا از قاعده برگهای جدید در انتهای ساقه رونده ظاهر می‌شود. ریشه‌ها افزون بر جذب آب و مواد غذایی به عنوان منبع ذخیره‌ای در اواخر تابستان هیدراتهای کربن اضافی را در خود ذخیره می‌کنند تا رشد مجدد گیاه در بهار بعدی امکان پذیر باشد. برگهای توت فرنگی مرکب و سه برگچه‌ای با حاشیه ای دندانه دار است. هر برگچه[5] با دمبرگ کوچکی به دمبرگ اصلی متصل است. آرایش برگها مارپیچی[6] است و در هر دور، ششمین برگ در راستای برگ اول قرار می‌گیرد. ساقه رونده نوعی شاخساره بلند جانبی است که از جوانه‌های جانبی بوجود می آید. ساقه رونده دو گره[7] دارد که گیاه دختری[8] از گره دوم ظاهر می‌شود، به طوری که در محل تماس با خاک تولید ریشه کرده و با قطع گیاه جدید از مادر پس از مدت زمان مشخص، می‌تواند بطورمستقل به رشد ادامه دهد. گل آذین توت فرنگی دارای رشد محدود و از نوع گرزن دوسویه[9] است.

ابتدا گل اول[10] که بزرگترین است ظاهر می‌شود. سپس، گل‌های دوم، سوم و چهارم ظاهر می‌شوند که معمولاً گل‌های اول و دوم تبدیل به میوه‌های مناسب می‌شوند. اجزاء گل مضربی از 5 است که هر گل از 10 کاسبرگ، 5 گلبرگ، 30- 20 پرچم و 600- 60 مادگی تشکیل شده است. در ارقام مختلف گل‌های زیر مشاهده شده است:

---

[1] - Morphology
[2] - Crown
[3] - Runners
[4] - Inflorescences
[5] - Leaflet
[6] - Spiral
[7] - Node
[8] - Daughter plant
[9] - Dichasium cyme
[10] - Primary flower