



سَمَاءُ



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

# تأثیر سطوح مختلف پتاسیم و کلسیم محلول غذایی بر فاکتورهای رویشی و کیفی گوجه فرنگی در کشت بدون خاک

پایان نامه کارشناسی ارشد علوم باغبانی

سامیه بخشایی

استاد راهنما

دکتر مصطفی مبلی



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم باغبانی خانم سامیه بخشایی

تحت عنوان

تأثیر سطوح مختلف پتاسیم و کلسیم محلول غذایی بر فاکتورهای رویشی و کیفی گوجه  
فرنگی در کشت بدون خاک

در تاریخ ۱۳۹۲/۹/۲۴ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

دکتر مصطفی مبلی

۱- استاد راهنمای پایان نامه

دکتر امیرحسین خوشگفتارمنش

۲- استاد مشاور پایان نامه

دکتر بهرام بانی نسب

۳- استاد داور

دکتر مرتضی زاهدی

۴- استاد داور

دکتر محمدمهدی مجیدی

سرپرست تحصیلات تمیلی دانشکده

شکر و سپاس خدای را که بزرگترین امید و یاور در لحظه بحران و لحظه زندگیست. سپاس خدای را که هر چه دارم از اوست. سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او مانند و شامندگان، شمردن نعمت های او مانند و کوشندگان، حق او را گردن نتوانند.

بر دستان پدر و مادری که بذرعشق به آموختن راد و وجودم نهادند بوسه میزنم و آن دورا که تجلی مهر و لطف خداوندی بر من هستند عاشقانه می ستایم.

از استاد با کمالت و شایسته؛ جناب آقای دکتر مبلی که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کجی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این پایان نامه را بر عهده گرفتند؛

از استاد گرامی، جناب آقای دکتر خوشگفتارنش، که زحمت مشاوره این پایان نامه را متقبل شدند.

و از اساتید فرزانه؛ جناب آقای دکتر بانی نسب و آقای دکتر زاهدی که زحمت بازخوانی این پایان نامه را متقبل شدند؛ کمال شکر را دارم.

باشد که این خردترین، نجشی از زحمات آنان را پاس گوید.

از کارشناسان و پرسنل محترم گروه علوم باغبانی و پژوهشگره کشت بدون خاک به خاطر لگهای بی در نشان قدر دانی می نمایم. در پایان از به کلاسی های

عزیزم، دوستان مهربانم بویژه خانم مهندس فرخ پور که در طول انجام این پژوهش پشتیبان من بودند، نهایت شکر و قدر دانی را دارم.

سامیه نجشایی

پاییز ۱۳۹۲

همه حقوق مادی مترتب بر نتایج  
مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی  
از پژوهش موضوع این پایان‌نامه متعلق  
به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم به:

خدایی که آفرید

جهان را، انسان را، عقل را، علم را، معرفت را و عشق را

و به کسانی که عشقشان را در وجودم دید

تقدیم به مهربان فرشتگانی که:

نخحات ناب باور بودن، لذت و غرور دانستن، جسارت خواستن، عظمت رسیدن و تمام تجربه های یکتا و زیبای زندگی، مدیون حضور سبز آنهاست

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگان

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در این سردترین روز کاران بهترین پشتیبان است

به پاس قلب های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناہشان به شجاعت می گراید

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

تقدیم با لبوسه بردستان

پدرم به او که نمی دانم از بزرگی اش بگویم یا مردانگی سخاوت، سکوت، مهربانی و ...

مادرم، دیبای بی کران فداکاری و عشق که وجودم برایش به رخ بود و وجودش برایم همه مهر

به همسران مهربان زندگی، پناه مستقیم و امید بودنم، خواهران نازنینم

امروز، هستی ام به امید شماست

# و تقدیم به استاد بزرگوارم

## فهرست مطالب

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
فهرست مطالب.....	هشت
فهرست جداول.....	یازده
فهرست نمودارها.....	دوازده
فهرست ضمایم.....	سیزده
چکیده.....	۱
فصل اول: مقدمه و بررسی منابع.....	۲
۱- کلیات.....	۲
۱-۱- اهمیت پژوهش.....	۲
۱-۲- اهداف.....	۳
۲- بررسی منابع علمی.....	۴
۲-۱- گوجه فرنگی و اهمیت آن.....	۴
۲-۲- اهمیت کشت‌های گلخانه‌ای در دنیا و ایران.....	۵
۲-۳- تاریخچه کشت هیدروپونیک.....	۶
۲-۴- اهمیت کشت هیدروپونیک (کشت بدون خاک).....	۶
۲-۴-۱- محاسن استفاده از سیستم‌های هیدروپونیک.....	۷
۲-۴-۲- معایب استفاده از سیستم‌های هیدروپونیک.....	۹
۲-۵- انواع سیستم‌های هیدروپونیک.....	۱۰
۲-۵-۱- سیستم‌های هیدروپونیک مایع.....	۱۰
۲-۵-۲- سیستم‌های هیدروپونیک خاک‌دانه‌دار.....	۱۰
۲-۶- تعریف علم تغذیه گیاهی و اهمیت آن.....	۱۰
۲-۶-۱- انسان و سلامت تغذیه.....	۱۲
۲-۶-۲- اهمیت پتاسیم در تغذیه گیاهی.....	۱۲
۲-۶-۳- اهمیت کلسیم در تغذیه گیاهی.....	۱۳
۲-۷- اهمیت کیفیت محصولات.....	۱۴
۲-۷-۱- پارامترهای فیزیکی کیفیت.....	۱۵
۲-۷-۲- پارامترهای شیمیایی کیفیت.....	۱۵



۱۵.....	۸-۲-اهیت پتاسیم و کلسیم در کمیت و کیفیت محصول گوجه فرنگی.....
۱۵.....	۲-۸-۱-اهیت پتاسیم.....
۱۷.....	۲-۸-۲-اهیت کلسیم.....
۱۸.....	<b>فصل دوم: مواد و روش ها.....</b>
۱۸.....	۲-۱-طرح آزمایشی.....
۱۸.....	۲-۲-تیمارهای آزمایش.....
۱۹.....	۲-۳-بستر کاشت.....
۱۹.....	۲-۴-تهیه نشاء و کاشت.....
۱۹.....	۲-۵-محلول رسانی (تغذیه بوته ها).....
۲۱.....	۲-۶-عملیات داشت.....
۲۲.....	۲-۷-اندازه گیری صفات رویشی بوته ها.....
۲۲.....	۲-۷-۱-ارتفاع ساقه.....
۲۲.....	۲-۷-۲-قطر ساقه.....
۲۲.....	۲-۷-۳-کلروفیل برگ.....
۲۲.....	۲-۷-۴-کلروفیل فلورسانس.....
۲۲.....	۲-۷-۵-وزن تر ریشه و اندام هوایی.....
۲۲.....	۲-۷-۶-وزن خشک ریشه و اندام هوایی.....
۲۲.....	۲-۸-اندازه گیری عملکرد، صفات ظاهری و کیفی میوه ها.....
۲۲.....	۲-۸-۱-تعداد و وزن میوه در بوته.....
۲۲.....	۲-۸-۲-وزن تر هر میوه.....
۲۲.....	۲-۸-۳-وزن تر میوه در بوته (عملکرد).....
۲۲.....	۲-۸-۴-سفتی میوه.....
۲۳.....	۲-۸-۵-درصد ماده خشک میوه.....
۲۳.....	۲-۸-۶-پ-هاش عصاره میوه.....
۲۳.....	۲-۸-۷-کل مواد جامد محلول.....
۲۳.....	۲-۸-۸-اسیدیته قابل تیترا میوه.....
۲۳.....	۲-۸-۹-اندازه گیری غلظت آسکوربیک اسید در میوه.....
۲۳.....	۲-۸-۱۰-طول و قطر میوه.....
۲۴.....	۲-۹-تجزیه گیاه.....
۲۴.....	۲-۹-۱-نمونه برداری برگ و میوه.....
۲۴.....	۲-۹-۲-عصاره گیری از گیاه.....
۲۴.....	۲-۹-۳-اندازه گیری غلظت عناصر.....
۲۴.....	۲-۱۰-پردازش داده ها.....
۲۵.....	<b>فصل سوم: نتایج و بحث.....</b>

- ۳-۱- اثر سطوح مختلف پتاسیم و کلسیم محلول غذایی بر صفات رویشی گیاه..... ۲۵
- ۳-۱-۱- طول ساقه..... ۲۵
- ۳-۱-۲- قطر ساقه..... ۲۶
- ۳-۱-۳- کلروفیل برگ..... ۲۷
- ۳-۱-۴- کلروفیل فلورسانس..... ۲۸
- ۳-۱-۵- وزن تر اندام هوایی..... ۲۸
- ۳-۱-۶- وزن خشک اندام هوایی..... ۳۰
- ۳-۱-۷- وزن تر ریشه..... ۳۰
- ۳-۱-۸- وزن خشک ریشه..... ۳۱
- ۳-۲- اثر سطوح مختلف پتاسیم و کلسیم محلول غذایی بر عملکرد گیاه و اجزاء آن..... ۳۲
- ۳-۲-۱- تعداد میوه در بوته..... ۳۲
- ۳-۲-۲- وزن تر میوه در بوته (عملکرد)..... ۳۳
- ۳-۲-۳- درصد ماده خشک میوه..... ۳۳
- ۳-۲-۴- وزن تر هر میوه..... ۳۵
- ۳-۳- اثر سطوح مختلف پتاسیم و کلسیم محلول غذایی بر عملکرد گیاه و اجزاء آن..... ۳۵
- ۳-۳-۱- قطر میوه..... ۳۵
- ۳-۳-۲- طول میوه..... ۳۶
- ۳-۳-۳- سفتی بافت میوه..... ۳۷
- ۳-۳-۴- مواد جامد محلول..... ۳۸
- ۳-۳-۵- پ- هاش عصاره میوه..... ۳۹
- ۳-۳-۶- ویتامین ث..... ۴۰
- ۳-۳-۷- اسیدپته قابل تیتراسیون..... ۴۱
- ۳-۴- اثر سطوح مختلف پتاسیم و کلسیم محلول غذایی بر غلظت عناصر غذایی در اندام هوایی..... ۴۲
- ۳-۴-۱- پتاسیم..... ۴۲
- ۳-۴-۲- کلسیم..... ۴۳
- ۳-۵- اثر سطوح مختلف پتاسیم و کلسیم محلول غذایی بر غلظت عناصر غذایی در میوه..... ۴۴
- ۳-۵-۱- پتاسیم..... ۴۴
- ۳-۵-۲- کلسیم..... ۴۵
- فصل چهارم: نتیجه گیری و پیشنهادات..... ۴۷
- ۴-۱- نتیجه گیری..... ۴۷
- ۴-۲- پیشنهادات..... ۴۸
- منابع..... ۵۳

## فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲ تیمارهای مختلف محلول غذایی.....	۱۹
جدول ۲-۲- مواد شیمیایی مورد استفاده و غلظت نهایی عناصر در محلول غذایی جانسون (عناصر پر مصرف).....	۲۰
جدول ۲-۳- مواد شیمیایی مورد استفاده و غلظت نهایی عناصر در محلول غذایی جانسون (عناصر کم مصرف).....	۲۰
جدول ۲-۴- پ- هاش و EC محلول‌های غذایی (تیمارهای مختلف).....	۲۱
جدول ۱-۳- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به طول و قطر ساقه تحت تأثیر تیمارهای مختلف محلول غذایی.....	۲۵
جدول ۲-۳- مقایسه میانگین طول ساقه در دو نوبت و قطر ساقه تحت تأثیر تیمارهای مختلف محلول غذایی.....	۲۶
جدول ۳-۳- تجزیه واریانس داده‌های کلروفیل برگ و کلروفیل فلورسانس تحت تیمارهای مختلف محلول غذایی.....	۲۷
جدول ۴-۳- مقایسه میانگین کلروفیل برگ و کلروفیل فلورسانس تحت تأثیر تیمارهای مختلف محلول غذایی.....	۲۸
جدول ۵-۳- تجزیه واریانس وزن تر و خشک اندام هوایی تحت تأثیر تیمارهای مختلف محلول غذایی.....	۲۸
جدول ۶-۳- مقایسه میانگین وزن تر و وزن خشک اندام هوایی تحت تأثیر تیمارهای مختلف محلول غذایی.....	۲۹
جدول ۷-۳- تجزیه واریانس وزن تر و خشک ریشه تحت تأثیر تیمارهای مختلف محلول غذایی.....	۳۱
جدول ۸-۳- مقایسه میانگین وزن تر و وزن خشک ریشه تحت تأثیر تیمارهای مختلف محلول غذایی.....	۳۱
جدول ۹-۳- تجزیه واریانس تعداد میوه و عملکرد تحت تیمارهای مختلف محلول غذایی.....	۳۲
جدول ۱۰-۳- مقایسه میانگین تعداد میوه و وزن تر میوه در بوته تحت تأثیر تیمارهای مختلف محلول غذایی.....	۳۳
جدول ۱۱-۳- تجزیه واریانس درصد ماده خشک میوه و وزن تر هر میوه تحت تیمارهای مختلف محلول غذایی.....	۳۴
جدول ۱۲-۳- مقایسه میانگین وزن تر هر میوه و درصد ماده خشک تحت تأثیر تیمارهای مختلف محلول غذایی.....	۳۴
جدول ۱۳-۳- تجزیه واریانس قطر میوه و طول میوه تحت سطوح مختلف پتاسیم و کلسیم محلول غذایی.....	۳۵
جدول ۱۴-۳- مقایسه میانگین قطر میوه و طول میوه تحت تأثیر تیمارهای مختلف محلول غذایی.....	۳۶
جدول ۱۵-۳- تجزیه واریانس شاخص‌های کیفی میوه تحت تیمارهای مختلف محلول غذایی.....	۳۷
جدول ۱۶-۳- مقایسه میانگین سفتی میوه و درصد مواد جامد محلول تحت تأثیر تیمارهای مختلف محلول غذایی.....	۳۸
جدول ۱۷-۳- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص‌های کیفی میوه تحت تیمارهای مختلف محلول غذایی.....	۳۹
جدول ۱۸-۳- مقایسه میانگین شاخص‌های کیفی میوه تحت تأثیر سطوح مختلف پتاسیم و کلسیم محلول غذایی.....	۴۰
جدول ۱۹-۳- تجزیه واریانس غلظت پتاسیم و کلسیم اندام هوایی تحت تیمارهای مختلف محلول غذایی.....	۴۲
جدول ۲۰-۳- تجزیه واریانس غلظت پتاسیم و کلسیم در میوه تحت تیمارهای مختلف محلول غذایی.....	۴۴

## فهرست نمودار ها

### صفحه

### عنوان

- نمودار ۳-۱- مقایسه میانگین اسیدیته قابل تیتراسیون تحت تأثیر سطوح مختلف پتاسیم و کلسیم محلول غذایی..... ۴۲
- نمودار ۳-۲- مقایسه میانگین غلظت پتاسیم اندام هوایی تحت تأثیر سطوح مختلف پتاسیم و کلسیم محلول غذایی..... ۴۳
- نمودار ۳-۳- مقایسه میانگین غلظت کلسیم اندام هوایی تحت تأثیر سطوح مختلف پتاسیم و کلسیم محلول غذایی..... ۴۴
- نمودار ۳-۴- مقایسه میانگین غلظت پتاسیم در میوه تحت تأثیر سطوح مختلف پتاسیم و کلسیم محلول غذایی..... ۴۵
- نمودار ۳-۵- مقایسه میانگین غلظت کلسیم در میوه تحت تأثیر سطوح مختلف پتاسیم و کلسیم محلول غذایی..... ۴۶

## فهرست ضمائم

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۵۰.....	جدول ۱- ترکیب محلول‌های غذایی برای تهیه ۲۵ لیتر.....
۵۱.....	جدول ۲- ضرایب همبستگی میان ویژگی‌های رویشی و ویژگی‌های ظاهری و کیفی میوه.....

## چکیده

یکی از مهمترین دلایل محدودیت تولید محصولات کشاورزی در کشورهای در حال توسعه، حاصلخیز نبودن خاکها است. بر همین اساس تغذیه گیاه، نقش بسیار مهم و قابل ملاحظه‌ای در عملکرد محصول دارد. کشت گیاهان در محیط‌های بدون خاک از اواسط قرن نوزدهم در سطح گسترده‌ای برای مطالعه فرایندهای فیزیولوژیکی به کار گرفته شد و سپس از ۱۹۵۵ برای تولید تجاری بکار رفت. کشت بدون خاک از نظر محیط کشت به دو گروه کشت در بسترهای مایع و کشت در بسترهای دانه‌بندی شده تقسیم می‌شود. در کشت سبزیجات گلخانه‌ای اغلب از بسترهای دانه بندی شده استفاده می‌شود که با محلول غذایی آبیاری می‌گردند. این آزمایش به منظور بررسی سطوح مختلف پتاسیم و کلسیم در محلول غذایی جانسون تغییر یافته بر رشد، عملکرد و کیفیت گوجه فرنگی رقم هانی در بستر ماسه ۸۰٪ + پرلیت ۲۰٪ (به صورت حجمی) انجام گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با نه تیمار و ۴ تکرار در مرکز پژوهشی کشت بدون خاک دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. تیمارها شامل نه محلول غذایی: محلول جانسون کامل (۱۶۰ میلی گرم در لیتر کلسیم، ۲۳۰ میلی گرم در لیتر پتاسیم) بعنوان شاهد و محلول غذایی جانسون تغییر یافته با سطوح مختلف پتاسیم ۱۴۰، ۱۷۰، ۲۰۰ و ۲۶۰ میلی گرم در لیتر با کلسیم ثابت ۱۶۰ میلی گرم در لیتر و سطوح مختلف کلسیم ۱۰۰، ۱۲۰، ۱۴۰ و ۱۸۰ میلی گرم در لیتر با پتاسیم ثابت ۲۳۰ میلی گرم در لیتر بودند. در این پژوهش از محلول رسانی قطره‌ای در سیستم باز استفاده شد. آبیاری و تغذیه بوته ها روزانه و برای ۱۲ ساعت که در ابتدا به فاصله هر ۶۰ دقیقه و سپس به فاصله هر ۴۵ دقیقه یکبار و هر نوبت به مدت یک دقیقه انجام گرفت. در طول آزمایش صفات رویشی و زایشی در گیاه اندازه گیری شد. در پایان آزمایش بوته‌های هر واحد آزمایشی برای اندازه گیری برخی صفات رویشی و تجزیه عناصر از گلدان‌ها خارج شدند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین وزن تر شاخساره در تیمار ۲۳۰ پتاسیم + ۱۴۰ میلی گرم در لیتر کلسیم دیده شد، که مشابه محلول جانسون بود. بیشترین و کمترین وزن تر ریشه به ترتیب در تیمارهای ۲۳۰ پتاسیم + ۱۴۰ میلی گرم در لیتر کلسیم و ۱۴۰ پتاسیم + ۱۶۰ میلی گرم در لیتر کلسیم دیده شد. همچنین اثر تیمارهای مختلف محلول غذایی بر وزن خشک ریشه معنی دار بود و با افزایش سطح پتاسیم در محلول غذایی به طور معنی داری افزایش یافت. بیشترین کلروفیل مربوط به تیمار ۲۳۰ میلی گرم در لیتر پتاسیم + ۱۸۰ میلی گرم در لیتر کلسیم بود و کمترین میزان کلروفیل در تیمار ۲۳۰ میلی گرم در لیتر پتاسیم + ۱۰۰ میلی گرم در لیتر کلسیم مشاهده شد. تیمارهای مختلف محلول غذایی تأثیر معنی داری بر کلروفیل فلورسانس و تعداد میوه و عملکرد در بوته نداشت، اما وزن تر میوه را متأثر نمود به طوری که بیشترین وزن تر هر میوه مربوط به تیمار جانسون کامل بود و کمترین وزن تر هر میوه مربوط به تیمار ۱۷۰ میلی گرم در لیتر پتاسیم + ۱۶۰ میلی گرم در لیتر کلسیم بود. همچنین تیمارها بر برخی از فاکتورهای مربوط به صفات کیفی از جمله درصد ماده خشک میوه و طول میوه اثر معنی داری نداشتند اما بر میزان سفتی بافت، مواد جامد محلول، ویتامین ث و اسیدیتة قابل تیتر اثر معنی دار گذاشتند. بیشترین سفتی بافت میوه در تیمار ۲۳۰ میلی گرم در لیتر پتاسیم + ۱۴۰ میلی گرم در لیتر کلسیم بود. نتایج نشان داد با افزایش سطح پتاسیم در محلول غذایی میزان مواد جامد محلول، میزان ویتامین ث و اسیدیتة قابل تیتراسیون میوه افزایش یافت ولی افزایش غلظت کلسیم باعث کاهش درصد مواد جامد محلول، میزان ویتامین ث و اسیدیتة قابل تیتراسیون شد. غلظت پتاسیم در اندام هوایی و میوه با افزایش سطح پتاسیم در محلول غذایی به طور معنی داری افزایش یافت، همچنین با افزایش سطح کلسیم در محلول غذایی نیز غلظت کلسیم در اندام هوایی و میوه افزایش معنی داری نشان داد.

**کلمات کلیدی:** پتاسیم، کلسیم، گوجه فرنگی، هیدروپونیک

## فصل اول

### مقدمه و بررسی منابع

#### ۱ - کلیات

##### ۱-۱- اهمیت پژوهش

نیاز شدید به تأمین مواد غذایی برای جمعیت رو به رشد کشور از یکسو و لزوم نیل به خود کفائی در امر تولیدات کشاورزی و ایجاد امنیت غذایی از طرف دیگر ایجاب می‌کند تا در حد امکان میزان تولیدات بخش کشاورزی در کشور افزایش یابد. در این ارتباط محدودیت کمی و کیفی منابع آب و خاک به عنوان بستر اصلی تولیدات کشاورزی مطرح می‌باشد. با وجود این شرایط، به نظر می‌رسد اتخاذ سیاست‌های جدید و فراهم کردن شرایط مناسب‌تر برای تأمین نیاز غذایی گیاهان لازم است. بر همین اساس در سال‌های گذشته توجه ویژه‌ای به تولید محصولات کشاورزی در محیط‌های کنترل شده (گلخانه‌ها) به ویژه سیستم‌های کشت بدون خاک یا هیدروپونیک معطوف شده است به طوری که تعداد زیادی از فارغ‌التحصیلان دانشگاهی و نیز برخی تولیدکنندگان به این سیستم‌ها روی آورده‌اند [۵].

کشت هیدروپونیک از حدود ۴۰ سال قبل به طور تجاری برای تولید سبزی و گیاهان زینتی به کار رفت. بر اساس آمار سال ۱۹۹۵، بیش از ۲۵ هزار هکتار گلخانه سبزی با کشت هیدروپونیک در سطح جهان وجود داشته است که به احتمال زیاد، این آمار امروزه چند برابر شده است [۱]. آنچه در این زمینه اهمیت فراوان دارد وضعیت تغذیه گیاه و تأثیر آن بر برخی ویژگی‌های کیفی میوه از قبیل طعم، رنگ، وضعیت ظاهری و در نتیجه بازار پسندی این محصولات می‌باشد [۵۹].

## ۱-۲-اهداف

با توجه به این که در حال حاضر محصولات گلخانه ای بخش قابل توجهی از سبزیجات عرضه شده به بازار را تشکیل می دهند و یافته های جدید نیز نشان داده اند که سبزیجات نقش زیادی در سلامت افراد دارند، پژوهش حاضر به منظور تعیین اثرات توام سطوح مختلف پتاسیم و کلسیم در محلول غذایی و اثر آنها در کشت هیدروپونیک گوجه فرنگی رقم هانی بر پارامترهای زیر اجرا شد:

۱-۲-۱- بررسی اثر تیمارها بر رشد رویشی، زایشی و عملکرد گیاه گوجه فرنگی

۱-۲-۲- بررسی اثر تیمارها بر غلظت عناصر غذایی در اندام هوایی و میوه

۱-۲-۳- بررسی اثر تیمارها بر فاکتورهای کیفی میوه گوجه فرنگی



## ۲- بررسی منابع علمی

## ۱-۲ - گوجه فرنگی و اهمیت آن

گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.) یکی از پر مصرف ترین سبزیجات در سراسر دنیا بوده که به علت داشتن انواع ویتامین‌های A، B1، B2، C، نیاسین [۱۴]، کاروتن، اسیدهای مفید، قند و املاح معدنی نقش مهمی را در سلامت انسان ایفا می‌کند و این به دلیل یکنواختی محصولات تولید شده و کنترل بهتر تغذیه آنها می‌باشد [۸]. این گیاه بومی آمریکای جنوبی و مرکزی است و در مناطق گرم معمولاً به صورت چند ساله می‌باشد ولی اغلب به صورت یک‌ساله کشت می‌شود [۲۰]. گوجه فرنگی دارای ارقام مختلفی می‌باشد که از نظر رشد، زودرسی و دیررسی، کیفیت، شکل و رنگ میوه و همچنین مقاومت به برخی آفات و امراض با یکدیگر تفاوت‌هایی دارند. همچنین گوجه فرنگی دارای ارقام پاکوتاه (determinate) و پا بلند (indeterminate) می‌باشد که نوع دوم در گلخانه‌ها استفاده می‌شود [۲۰]. درصد قابل توجهی از سطوح زیر کشت گلخانه‌ها به کشت سبزی‌های مختلف اختصاص دارد. بعنوان مثال سبزی‌های خانواده سیب زمینی<sup>۱</sup> (گوجه فرنگی، فلفل و بادنجان) خانواده کدوئیان<sup>۲</sup> (خیار، طالبی و هندوانه) حدود ۸۰ درصد کشت‌های حفاظت شده کشورهای نواحی مدیترانه‌ای را که از مهمترین مراکز تولید سبزی در دنیا بشمار می‌روند به خود اختصاص داده‌اند [۷]. یافته‌های جدید حاکی از آن است که سبزیجات به دلیل داشتن ترکیبات مهم از قبیل املاح معدنی، ویتامین‌ها، کارتنوئیدها و همچنین فیبر تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر سلامت افراد می‌گذارند [۴۵].

در میان سبزی‌های گلخانه‌ای، کشت گوجه فرنگی گلخانه‌ای به منظور مصرف تازه خوری، مهمترین کشت گلخانه‌ای بسیاری از کشورهای اروپایی است [۶]. مصرف سرانه آن در برخی کشورها به ۴۰ کیلوگرم در سال می‌رسد [۶] و به علت بر خورداری از قیمت فروش مناسب در ماه‌های سرد سال و نیز امکان ارسال آن به کشورهای مجاور، سطح زیر کشت آن به سرعت در حال افزایش است [۷]. کل تولید گوجه فرنگی در دنیا در سال ۲۰۰۹ برابر با ۱۵۲/۹ میلیون تن با ارزش ۷۴/۱ بیلیون دلار می‌باشد. همچنین سازمان فائو در سال ۲۰۱۱ گزارش کرد بیشترین تولید گوجه فرنگی مربوط به کشور چین، به میزان ۴۸/۵ تن در هکتار و در مجموع مساحت بیش از ۱/۵۰۰/۰۰۰ هکتار می‌باشد. پس از چین، هند و آمریکا به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند و ایران در این رده‌بندی دارای مقام ششم با تولید ۳۷/۵ تن در هکتار می‌باشد [۴۲].

---

۱- Solanaceae

۲- Cucurbitaceae

## ۲-۲- اهمیت کشت‌های گلخانه‌ای در دنیا و در ایران

جمعیت جهان هم اکنون از شش میلیارد نفر بیشتر است. بیشترین افزایش جمعیت مربوط به اروپا، آمریکای لاتین و آسیا می باشد. این مناطق در سال‌های اخیر با مشکلات جدی تولید غذا، بحران آب و نارسایی‌های تغذیه‌ای مواجه شده‌اند. تحقیقات نشان داده بیش از ۸۰۰ میلیون نفر در کشورهای در حال توسعه به دلیل دسترسی نداشتن به غذای کافی، دچار سوء تغذیه می‌باشند. این مشکل در آسیا نیز گسترش داشته است به طوری که حدود ۷۰ درصد افراد دچار سوء تغذیه دنیا، در آسیا به ویژه هند و چین ساکن می‌باشند. در جنوب آفریقا نیز حدود ۲۰۰ میلیون نفر دچار سوء تغذیه می‌باشند [۴]. تولید بیشتر غذا برای برطرف کردن نیاز غذایی جمعیت روز افزون بشر ضروری می‌باشد. به دلیل مشکلات زیست محیطی، گسترش شهرنشینی و افزایش بحران آب، گسترش سطح زیر کشت اراضی محدود است. لذا افزایش تولید غذا باید از همین اراضی که در حال حاضر زیر کشت هستند صورت گیرد. خوش‌گفتار منش بیان کرده که مطابق گزارش ایونسون (۱۹۹۹)، تا سال ۲۰۲۰ تولید جهانی غذا با منشا گیاهی، بیش از ۶۰ درصد افزایش می‌یابد در حالی که امکان افزایش سطح زیر کشت، فقط در حدود ۱۰ درصد می‌باشد [۴].

بنابراین، این مشکلات انسان‌ها را بر آن داشته تا به دنبال راهکارهایی برای تولید حداکثر غذا باشند. در این میان به کارگیری سیستم‌های کشت گلخانه‌ای بدلیل برخورداری از مزایای مهمی نظیر امکان تولید در تمام طول سال و صرفه جویی نهاده‌های اولیه نظیر آب، کود، زمین و نیروی کار به ازای واحد تولید محصول، امکان کنترل عوامل موثر در تولید و در نتیجه عرضه محصولات باکیفیت بالا، امکان بهره برداری از زمین‌های کوچک و امکان کاهش آلاینده‌های محیط زیست، در سال‌های اخیر مورد توجه زیاد قرار گرفته و گسترش زیادی یافته است. صنعت گلخانه داری ابتدا در دهه ۱۶۰۰ و از کشور هلند منشاء گرفته و در سال‌های اخیر به منظور استفاده بهینه از منابع خاک و آب و اشتغال زایی در سراسر جهان گسترش یافته است [۵۹]. سطح زیر کشت گلخانه‌ها و تونل‌های بلند در جهان رقمی بیش از ۲ میلیون هکتار و مجموع سطح مربوط به کشت‌های حفاظت شده حدود ۴ میلیون هکتار برآورد شده است [۷]. بیشتر این گلخانه‌ها در چین، ژاپن و مناطق مدیترانه‌ای می‌باشند [۳۹]. کشت‌های گلخانه‌ای به منظور پیش رسی و تولید خارج از فصل محصول در ایران، همانند بسیاری از کشورهای جهان، روز به روز در حال توسعه است. ایران با سطح زیر کشت ۰/۷۲ میلیون هکتار و تولید سالانه ۱۵ میلیون تن سبزی یکی از کشورهای پیشرفته در زمینه کشاورزی به شمار می‌آید [۱۱].

۲-۳- تاریخچه کشت هیدروپونیک<sup>۱</sup>

هیدروپونیک یا کشت بدون خاک، روشی است که گیاهان بدون استفاده از خاک به عنوان محیط کشت پرورش می یابند. به عبارت دیگر به مجموعه روش های کشت گیاهان در آب (محلول های غذایی) یا بستر غیر از خاک هیدروپونیک اطلاق می شود که از لحاظ تاریخی سابقه نسبتاً طولانی دارد [۱]. از نظر تاریخی قدمت هیدروپونیک به گذشته های دور بر می گردد. به عنوان مثال باغ های قدیمی بابل در واقع شکل اولیه ای از هیدروپونیک بوده اند [۵]. تاریخچه کشت هیدروپونیک از نظر علمی مربوط به قرن هفدهم میلادی است که دانشمندان بطور جدی به این موضوع علاقه مند شدند [۱۶]. در سال ۱۶۶۶ بویل تلاش کرد گیاهان را در شیشه ای که تنها حاوی آب بود پرورش دهد و وودوارد نیز در سال ۱۶۹۹ در انگلستان به پرورش نعنای بدون استفاده از خاک پرداخت. در قرن نوزدهم میلادی کشت های هیدروپونیک مورد توجه فیزیولوژیست ها قرار گرفت و لیبیک، ناپ و ساچز با استفاده از این روش به مطالعه تغذیه گیاهان پرداختند [۱۶]. در سال ۱۹۲۹ دکتر ویلیام از دانشگاه کالیفرنیا موفق به کشت و تولید بوته های گوجه فرنگی با ارتفاع ۷/۵ متر در محلول غذایی شد. او سیستم جدید تولید را هیدروپونیک نامید [۵]. در دهه های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ مزارع تجاری هیدروپونیک در ابوظبی، آریزونا، بلژیک، کالیفرنیا، آلمان، هلند، ایران، ژاپن و دیگر کشورها توسعه یافت. در طی دهه ۱۹۸۰ تعداد زیادی از گلخانه های پیشرفته خودکار و کامپیوتری هیدروپونیک در اطراف جهان به وجود آمدند. در طی دهه ۱۹۹۰ سیستم های هیدروپونیک خانگی طراحی شده و مورد استقبال عموم قرار گرفت [۵]. بر اساس آمار سال ۱۹۹۵، بیش از ۲۵ هزار هکتار گلخانه تولید سبزی به روش هیدروپونیک در سطح جهان وجود داشته است که به طور حتم این آمار امروزه چند برابر شده است [۱۶]. در سال ۲۰۰۰ مساحت کشت های هیدروپونیک اروپا در حدود ۶۰۰۰ هکتار بوده است و برآورد گردیده است که در طول یکسال به حدود ۱۰۰۰۰ هکتار افزایش یابد [۱۶]. در کشور هلند انواع سبزی های میوه ای در سیستم های کشت بدون خاک در مساحتی حدود ۳۰۰۰ هکتار تولید می شوند. در ژاپن نیز به علت تقاضا برای کیفیت بالا و مدیریت آب، سرعت گسترش گلخانه های هیدروپونیک بطور متوسط ده درصد در سال می باشد [۱۶].

## ۲-۴- اهمیت کشت هیدروپونیک (کشت بدون خاک)

کشت گیاهان گلخانه ای در یک سیستم کنترل شده از نظر تغذیه، بیماریها، آفات و علف های هرز مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به مشکلات موجود در گلخانه های خاکی (بروز نماتدها، شوری، آلودگی محیط زیست) یکی از روش های جدید، کشت گیاهان در بسترهای بدون خاک است [۹]. در کشور ایران نیز بعلاوه وجود برخی محدودیت ها و شرایط ویژه (کمبود آب و تنوع اقلیم) این روش کشت

مورد توجه قرار گرفته و گسترش آن سرعت چشمگیری یافته است [۷]. وجود مزیت‌هایی نظیر کنترل تغذیه گیاه، امکان افزایش تراکم کاشت، کاهش بروز بیماری‌ها و آفات و افزایش کمیت و کیفیت محصول نسبت به کشت خاکی موجب رویکرد تولیدکنندگان محصولات باغبانی به استفاده از این روش شده است [۹]. کشت بدون خاک به طور گسترده در گلخانه، بخصوص طی ماه‌هایی که تولید مزرعه‌ای ممکن نیست، برای بهبود کنترل شرایط رشد و اجتناب از شرایط نامناسب آب و عناصر غذایی خاک استفاده می‌شود. این فن همچنین سبب حل مشکل شوری و راه حلی برای کاهش حاصلخیزی خاک‌ها است و میزان کارایی مصرف آب را حداقل به دو برابر کشت خاکی افزایش می‌دهد. کشت بدون خاک با افزایش کیفیت محصولات، قابلیت افزایش عملکرد تا ۱۰ برابر، قابلیت جایگزینی بخش بزرگی از تولیدات مزرعه‌ای را دارد [۹]. اخیراً به علت وجود مشکلاتی مانند مصرف زیاد نهاده‌ها (کود و مواد اصلاحی) و حجم بالای آب در سیستم‌های کشت سنتی، در دسترس نبودن خاک مناسب در برخی مناطق و همچنین هزینه بالای نیروی انسانی [۱۶] و از طرف دیگر کنترل بهتر و دقیق‌تر عوامل موثر در تولید در واحدهای هیدروپونیک تمایل زیادی برای تبدیل کردن گلخانه‌های خاکی به هیدروپونیک بوجود آمده است [۷]. امروزه در محیط‌های کنترل شده (CEA)، مانند گلخانه‌های مدرن، بسیاری از گیاهان با استفاده از یکی از روشهای هیدروپونیک پرورش می‌یابند، سیستمی که در آن گیاهان به کمک محلول غذایی با یا بدون داشتن یک بستر مصنوعی مثل ماسه، پرلیت... پرورش می‌یابند [۱۶].

تلفیق کشت‌های گلخانه‌ای با تکنیک‌های جدید نظیر کشت بدون خاک (soilless culture) امکان کنترل هر چه بهتر تغذیه گیاهان و کنترل دقیق‌تر عوامل موثر در تولید را فراهم آورده و تحول شگرفی را در عرصه تولید محصولات گلخانه‌ای ایجاد کرده‌اند. بعنوان مثال می‌توان به افزایش ۶۹ درصدی تولید گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای کشور بلژیک بین سالهای ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۳ اشاره کرد. این افزایش تولید در حالی انجام گرفته است که سطح زیر کشت این محصول در مدت مذکور فقط ۱۱ درصد رشد داشته است [۶]. این گونه واحدهای تولیدی بعنوان فشرده‌ترین روش تولید در صنعت کشاورزی امروزی دنیا قلمداد می‌گردند [۷]. استفاده از این روش در کشور ما نیز در حال گسترش است اما آمار دقیقی از سطح زیر کشت گلخانه‌های هیدروپونیک در دست نیست.

#### ۲-۴-۱- محاسن استفاده از سیستم‌های هیدروپونیک

- امکان ایجاد شرایط کمبود و سمیت عناصر برای انجام پاره‌ای از تحقیقات [۴].
- امکان ایجاد یک محیط کشت قابل کنترل و همگن با ترکیب و غلظت مشخص عناصر [۴].