بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

مقایسه میزان رشد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای در دو بستر کشت بدون خاک

پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد علوم باغبانی

لیلا اصلانی

استاد راهنما
دکتر مصطفی مبلی

۱۳۹۲

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته علوم باغبانی خانم لیلا اصلانی

تحت عنوان

مقایسه میزان رشد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای در دو بستر کشت بدون خاک

در تاریخ ۱۳۹۲/۶/۲۵ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنما پایان‌نامه	دکتر مصطفی مبلی
۲- استاد مشاور پایان‌نامه	دکتر جواد کرامت
۳- استاد داور	دکتر علی‌اکبر رامین
۴- استاد داور	دکتر امیرحسین خوشگفتارمنش
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی	دکتر جهانگیر خواجه‌علی

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

فهرست مطالب

عنوان ..... صفحه

فهرست مطالب..... شش

فهرست اشکال..... دوازده

فهرست جداول..... سیزده

چکیده..... ۱

فصل اول: مقدمه و بررسی منابع

۱-۱- مقدمه..... ۲

۱-۲- معرفی گیاه..... ۳

۱-۲-۱- کلیات..... ۳

۱-۲-۲-. گیاهشناسی..... ۴

۱-۲-۳- اهمیت اقتصادی و ارزش غذایی..... ۴

۱-۲-۴- شرایط لازم برای پرورش..... ۶

- درجه حرارت..... ۶

- نور..... ۶

- رطوبت نسبی..... ۶

- آب..... ۶

- بستر کاشت..... ۶

۱-۲-۵- ارقام..... ۷

۱-۲-۶- تربیت و هرس بوته‌ها..... ۷

۱-۲-۷- باردهی دوره‌ای..... ۷

۱-۲-۸- برداشت و عملکرد..... ۸

۱-۳- کشت بدون‌خاک..... ۸

۱-۳-۱- تاریخچه کشت بدون‌خاک..... ۸

۱-۳-۲- محاسن استفاده از سیستم‌های کشت بدون خاک..... ۹

- کاهش مشکلات مرتبط با خاک..... ۹

- صرفه‌جویی در مصرف آب و مواد معدنی..... ۹

عنوان ..... **صفحه**

- تسهیل در عملیات کشاورزی ۹
- سود حاصل از پیش‌رسی محصول ۱۰
- تولید محصول با بهترین کیفیت ۱۰
- بالا رفتن راندمان ۱۰
- تهویه کافی ۱۰
- امکان چند کشت در یک سال ۱۰
- کاهش مشکلات ناشی از وجود آفات و بیماری‌ها ۱۰
- کنترل تغذیه گیاه ۱۰

۱-۳-۳- معایب استفاده از سیستم‌های کشت بدون خاک ۱۱
- هزینه‌های نصب و نگهداری ۱۱
- کاربرد تکنولوژی پیشرفته ۱۱
- کیفیت محصول ۱۱
- مشکلات مربوط به بقایای سوبسترا و محلول غذایی ۱۱
- دانش مورد نیاز ۱۱
- عدم سازگاری تمام گیاهان به سیستم بدون خاک ۱۱
- خطر آلودگی به بیماری‌ها ۱۲

۱-۳-۴- طبقه‌بندی سیستم‌های بدون خاک از نظر بستر کاشت ۱۲
- سیستم محلول (بدون سوبسترا) ۱۲
- سیستم دانه‌بندی شده (دارای سوبسترا) ۱۲

۱-۴-۵- طبقه‌بندی بسترهای کاشت ۱۳
الف- بسترهای معدنی ۱۳
ب- بسترهای مصنوعی ۱۳
ج- بسترهای آلی ۱۳
- پیت ۱۳
- کوکوپیت (پیت‌نارگیل) ۱۳

عنوان ..... **صفحه**

۱-۳-۶- تاثیر بستر کاشت بر کیفیت و کمیت محصول، رشد و نمو گیاهان ۱۴

۱-۴- آنتی‌اکسیدان‌ها ۱۶

۱-۴-۱- تعریف آنتی‌اکسیدان‌ها ۱۶

۱-۴-۲- اهمیت آنتی‌اکسیدان‌ها ۱۶

۱-۴-۳- آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی ۱۷

- توکوفرول‌ها ۱۷

- آسکوربیک‌اسید ۱۸

- کارتنوئیدها ۱۹

- ترکیبات فنولیک ۱۹

۱-۴-۴- اثر شرایط محیطی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی محصولات ۲۲

- آبیاری ۲۲

- تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی ۲۲

- سیستم کاشت ۲۲

- عناصر ۲۳

- نور ۲۳

- بستر کاشت ۲۳

۱-۴-۵- اثر رقم بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی فلفل‌دلمه‌ای ۲۴

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱- طرح آزمایشی ۲۵

۲-۲- فاکتورهای آزمایش ۲۵

۲-۳- تهیه نشاء و کاشت ۲۶

۲-۴- تعیین برخی خصوصیات فیزیکی بسترهای کاشت ۲۶

۲-۴-۱- جرم‌مخصوص ظاهری و حقیقی ۲۶

۲-۴-۲- ظرفیت نگهداری رطوبت ۲۶

۲-۴-۳- تخلخل کل و تخلخل تهویه‌ای ۲۷

۲-۵- تعیین برخی خصوصیات شیمیایی بسترهای کاشت ۲۸

عنوان ..... **صفحه**

۲-۵-۱- پ-هاش و قابلیت هدایت الکتریکی ۲۸

۲-۶- محلول غذایی ۲۸

۲-۷- عملیات داشت ۲۹

۲-۸- اندازه‌گیری صفات رویشی بوته‌ها ۳۰

۲-۸-۱- سرعت گلدهی ۳۰

۲-۸-۲- طول ساقه ۳۰

۲-۸-۳- کلروفیل برگ ۳۰

۲-۸-۴- قطر ساقه ۳۰

۲-۸-۵- تعداد گره ۳۰

۲-۸-۶- وزن تر ریشه و ساقه ۳۰

۲-۸-۷- طول ریشه ۳۱

۲-۸-۸- وزن خشک ریشه و ساقه ۳۱

۲-۹- اندازه‌گیری عملکرد و صفات کیفی میوه‌ها ۳۱

۲-۹-۱- عملکرد ۳۱

۲-۹-۲- درصد ماده خشک میوه ۳۱

۲-۹-۳- وزن، طول، قطر و شاخص شکل ۳۱

۲-۹-۴- استحکام (سفتی) پریکارپ میوه ۳۱

۲-۹-۵- ضخامت گوشت میوه ۳۱

۲-۹-۶- تعداد لوب میوه‌ها ۳۱

۲-۹-۷- کل مواد جامد محلول ۳۱

۲-۹-۸- اسیدهای آلی ۳۲

۲-۹-۹- غلظت اسیدآسکوربیک ۳۲

۲-۱۰- اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ۳۲

۲-۱۰-۱- تهیه اسانس ۳۲

۲-۱۰-۲- محاسبه راندمان استخراج ۳۳

عنوان ..... **صفحه**

۲-۱۰-۳- ارزیابی کل ترکیبات فنولیک ۳۳

۲-۱۰-۴- مدل سیستم‌های بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی ۳۳

- بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از رادیکال دی‌پی‌پی‌اچ ۳۳

- فعالیت کلاته‌کنندگی رادیکال هیدروکسیل ۳۵

۲-۱۱- پردازش داده‌ها ۳۵

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- اثر بستر کاشت بر رشد رویشی چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای ۳۶

۳-۱-۱- طول ساقه (ارتفاع بوته) ۳۶

۳-۱-۲- قطر ساقه ۳۶

۳-۱-۳- تعداد گره ساقه اصلی ۳۷

۳-۱-۴- کلروفیل نسبی ۳۷

۳-۱-۵- وزن تر ساقه ۳۸

۳-۱-۶- وزن خشک ساقه ۳۸

۳-۱-۷- وزن تر ریشه ۴۴

۳-۱-۸- وزن خشک ریشه ۴۴

۳-۱-۹- طول ریشه ۴۵

۳-۲- اثر بستر کاشت بر سرعت گلدهی چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای ۴۷

۳-۳- اثر بستر کاشت بر ویژگی‌های ظاهری و کیفی میوه چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای ۴۸

۳-۳-۱- طول میوه ۴۸

۳-۳-۲- قطر میوه ۴۹

۳-۳-۳- شاخص شکل میوه (نسبت طول به قطر) ۴۹

۳-۳-۴- تعداد لوب میوه ۵۰

۳-۳-۵- سفتی بافت میوه ۵۲

۳-۳-۶- ضخامت پریکارپ میوه ۵۲

۳-۳-۷- مواد جامد محلول ۵۲

۳-۳-۸- اسیدهای آلی ۵۳

عنوان ..... **صفحه**

۳-۳-۹- ویتامین ث ۵۳

۳-۳-۱۰- درصد ماده خشک ۵۴

۳-۴- اثر بستر کشت بر عملکرد چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای ۵۶

۳-۴-۱- تعداد میوه در بوته ۵۶

۳-۴-۲- وزن تر هر میوه ۵۷

۳-۴-۳- وزن تر میوه در بوته (عملکرد) ۵۷

۳-۴-۴- وزن خشک میوه در بوته ۵۸

۳-۵- اثر بستر کشت بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای ۵۹

۳-۵-۱- راندمان استخراج ۵۹

۳-۵-۲- کل ترکیبات فنولیک ۶۰

۳-۵-۳- قابلیت حذف رادیکال‌های آزاد دی‌پی‌پی‌اچ ۶۰

۳-۵-۴- فعالیت کلاته‌کنندگی رادیکال‌های هیدروکسیل ۶۱

فصل چهارم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۴-۱- نتیجه‌گیری ۶۴

۴-۲- پیشنهادات ۶۵

پیوست ٦٦

منابع ۷۱

فهرست شکل‌ها و نمودارها

عنوان ..... **صفحه**

شکل ۱-۱- ساختار آلفاتوکوفرول ۱۸

شکل ۱-۲- ساختار آسکوربیک‌اسید ۱۸

شکل ۱-۳- ساختار آلفاکاروتن ۱۹

شکل ۱-۴- برخی از فنولیک اسیدهای آنتی‌اکسیدان یافت شده در عصاره‌های گیاهی ۲۰

شکل ۱-۵- برخی از دی‌ترپن‌های آنتی‌اکسیدان یافت شده در عصاره‌های گیاهی..... ۲۰

شکل۱-۶- برخی از فلاونوئیدهای آنتی‌اکسیدان یافت شده در عصاره‌های گیاهی ۲۱

شکل ۱-۷- برخی از روغن‌های فرار آنتی‌اکسیدان یافت شده در عصاره‌های گیاهی..... ۲۱

عکس ۳-۱- رشد شاخساره در بستر کوکوپیت در ردیف بالا و پیت‌ماس در ردیف پایین پس از ۱۴ روز از انتقال نشاء، از سمت راست رقم قرمز، زرد، نارنجی و سبز..... ۴۰

عکس ۳-۲- رشد شاخساره در بستر کوکوپیت در ردیف بالا و پیت‌ماس در ردیف پایین پس از ۴۹ روز از انتقال نشاء، از سمت راست رقم قرمز، زرد، نارنجی و سبز..... ۴۰

عکس ۳-۳- رشد ریشه در بستر کوکوپیت در ردیف بالا و پیت‌ماس در ردیف پایین، از سمت راست رقم قرمز، زرد، نارنجی و سبز ۴۶

فهرست جداول

عنوان ..... **صفحه**

جدول ۲-۱- برخی از خصوصیات فیزیکی بسترهای مورد استفاده ۲۷

جدول ۲-۲- برخی از خصوصیات شیمیایی بسترهای مورد استفاده ۲۸

جدول ۲-۳- مواد شیمیایی مورد استفاده و غلظت نهایی عناصر در محلول غذایی جانسون کامل (عناصر پرمصرف)..... ۲۹

جدول ۲-۴- مواد شیمیایی مورد استفاده و غلظت نهایی عناصر در محلول غذایی جانسون کامل (عناصر کم مصرف)..... ۲۹

جدول ۳-۱– مقایسه میانگین طول ساقه در بسترهای مختلف کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای..... ۴۱

جدول ۳-۲– مقایسه میانگین ویژگی‌های رویشی در بسترهای مختلف کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای ۴۱

جدول ۳-۳- اثر متقابل بسترهای کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای بر وزن تر ساقه (گرم)..... ۴۲

جدول ۳-۴- اثر متقابل بسترهای کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای بر وزن خشک ساقه (گرم) ۴۲

جدول ۳-۵- ضرایب همبستگی میان ویژگی‌های رویشی مورد بررسی..... ۴۳

جدول ۳-۶- اثر متقابل بسترهای کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای بر وزن تر ریشه (گرم)..... ۴۷

جدول ۳-۷– مقایسه میانگین وزن خشک ریشه در بسترهای مختلف کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای..... ۴۷

جدول ۳-۸– مقایسه میانگین سرعت گلدهی در بسترهای مختلف کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای..... ۴۸

جدول ۳-۹– مقایسه میانگین ویژگی‌های ظاهری میوه در بسترهای مختلف کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای..... ۵۰

جدول ۳-۱۰- ضرایب همبستگی میان ویژگی‌های رویشی و ویژگی‌های ظاهری و کیفی میوه..... ۵۱

جدول ۳-۱۱– مقایسه میانگین ویژگی‌های کیفی میوه در بسترهای مختلف کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای ۵۵

جدول ۳-۱۲- اثر متقابل بسترهای کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای بر میزان ویتامین ث (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه میوه)..... ۵۵

جدول ۳-۱۳- اثر متقابل بسترهای کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای بر میزان ماده خشک میوه (درصد)..... ۵۶

جدول ۳-۱۴– مقایسه میانگین اجزاء عملکرد در بسترهای مختلف کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای در طول دوره آزمایش..... ۵۸

جدول ۳-۱۵- اثر متقابل بسترهای کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای بر وزن تر هر میوه (گرم)..... ۵۹

جدول ۳-۱۶- اثر متقابل بسترهای کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای بر وزن خشک میوه در بوته (گرم)..... ۵۹

جدول ۳-۱۷- اثر متقابل بسترهای کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای بر میزان کل ترکیبات فنولیک (میلی‌مول کتچین معادل در ۱۰۰ گرم وزن تازه میوه فلفل‌دلمه‌ای)..... ۶۲

عنوان ..... **صفحه**

جدول ۳-۱۸- اثر متقابل بسترهای کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای بر قابلیت حذف رادیکال‌های آزاد دی‌پی‌پی‌اچ (میکرومول بی‌اچ‌تی معادل در ۱۰۰ گرم وزن تازه میوه فلفل‌دلمه‌ای) ۶۳

جدول ۳-۱۹- اثر متقابل بسترهای کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای بر قابلیت حذف رادیکال‌های آزاد هیدروکسیل (درصد) ۶۳

جدول ۱- پیوست: تجزیه واریانس داده‌های مربوط به طول ساقه‌ی رقم‌های مختلف میوه در بسترهای مختلف کاشت ۶۷

جدول ۲- پیوست: تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ویژگی‌های رویشی رقم‌های مختلف میوه در بسترهای مختلف کاشت. ۶۷

جدول ۳- پیوست: تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ویژگی‌های ریشه رقم‌های مختلف میوه در بسترهای مختلف کاشت ... ۶۷

جدول ۴- پیوست: تجزیه واریانس داده‌های مربوط به سرعت گلدهی رقم‌های مختلف میوه در بسترهای مختلف کاشت ۶۸

جدول ۵- پیوست: تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ویژگی‌های ظاهری رقم‌های مختلف میوه در بسترهای مختلف کاشت. ۶۸

جدول ۶- پیوست: تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ویژگی‌های کیفی رقم‌های مختلف میوه در بسترهای مختلف کاشت .. ۶۹

جدول ۷- پیوست: تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اجزاء عملکرد رقم‌های مختلف میوه در بسترهای مختلف کاشت..... ۶۹

جدول ۸- پیوست: تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ظرفیت آنتی‌اکسیدانی رقم‌های مختلف میوه در بسترهای مختلف کاشت ۷۰

چکیده

به منظور مطالعه اثر دو بستر کاشت بر رشد رویشی، زایشی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای، آزمایشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل ۴×۲ در قالب طرح کاملا تصادفی در چهار تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. فاکتور اول شامل دو بستر پیت‌ماس ۸۰٪ + پرلیت ۲۰٪ و کوکوپیت ۸۰٪ + پرلیت ۲۰٪ و فاکتور دوم شامل چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای سبز 'Traviata'، قرمز 'Inspratian'، نارنجی 'Aracia' و زرد 'Taranto' بود. نشاء گیاهان در گلدان‌های ۷ لیتری که با بستر مربوطه پر شده بودند کشت شد و آبیاری و تغذیه به روش قطره‌ای با محلول غذایی جانسون (نیم غلظت) انجام شد. به محض مشاهده اولین غنچه گل در بوته تاریخ گلدهی ثبت و سرعت گلدهی محاسبه گردید. میوه‌های مربوط به هر تکرار در مرحله سه‌چهارم رنگ‌گیری برداشت شد و فاکتورهای طول، قطر، تعداد لوب، سفتی بافت، ضخامت پریکارپ، مقدار مواد جامد محلول و اسیدهای آلی و میزان ویتامین ث آن‌ها اندازه‌گیری شد وزن و تعداد میوه‌های هر تکرار هم به منظور محاسبه عملکرد ثبت شد. پنج ماه پس از انتقال نشاء، گیاهان از گلدان‌ها خارج و فاکتورهای رشد شامل طول ساقه، قطر ساقه از محل گره سوم، تعداد گره، کلروفیل نسبی، وزن تر و خشک ساقه، طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه اندازه‌گیری شد. اسانس متانولی میوه‌های مربوط به هر تکرار نیز تهیه و سپس راندمان استخراج، میزان کل ترکیبات فنولیک بر اساس واکنش‌گر فولین-سیوکالتو، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بر اساس قابلیت حذف رادیکال آزاد دی‌پی‌پی‌اچ و فعالیت کلاته‌کنندگی رادیکال هیدروکسیل اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که بستر پیت‌ماس ۸۰٪ + پرلیت ۲۰٪ سبب ایجاد نتایج بهتری از نظر رشد رویشی شامل طول و قطر ساقه، محتوای کلروفیل، وزن تر و خشک بیش‌تر ساقه و ریشه و بهبود رشد زایشی شامل گلدهی زودتر، میوه‌های طویل‌تر و با قطر بیش‌تر، شاخص شکل بزگتر، تعداد لوب بیش‌تر، ضخامت و سفتی بیش‌تر پریکارپ و افزایش تعداد میوه، وزن تر و خشک میوه در بوته در مقایسه با کاشت در کوکوپیت گردید. همچنین کشت در پیت‌ماس سبب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شامل میزان کل ترکیبات فنولیک، قابلیت حذف رادیکال‌های هیدروکسیل و میزان قابلیت حذف رادیکال‌های آزاد دی‌پی‌پی‌اچ گردید. در بین ارقام، فلفل‌دلمه‌ای قرمز 'Inspratian' در اکثر فاکتورهای مهم شامل کلروفیل برگ، وزن تر و خشک بوته، شاخص شکل میوه، ضخامت پریکارپ، ویتامین ث، عملکرد و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بهتر از سایر ارقام بود. برای تعدادی از صفات نیز بین اثر بستر و رقم، اثر متقابل معنی‌دار وجود داشت یعنی تغییرات ناشی از بستر تابع رقم بود.

واژه‌های کلیدی: بستر کاشت، پیت‌ماس، رقم‌های فلفل‌دلمه‌ای، کوکوپیت.

فصل اول

مقدمه و بررسی منابع

۱-۱- مقدمه

فلفل‌دلمه‌ای سبزی مهم و مورد مصرف در سطح جهان می‌باشد و دارای رقم‌های متفاوتی است که در فروشگاه‌ها به‌وفور مشاهده می‌شوند. این سبزی منبع غنی از ویتامین ث و کارتونوئیدهاست و همچنین دربرگیرنده انواع مختلفی از ترکیبات پلی‌فنول می‌باشد [۳۵]، این مواد دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشند [۲۰].

آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیبات طبیعی و سنتتیکی می‌باشند، که باعث ممانعت یا تاخیر اکسیداسیون سایر مولکول‌ها می‌شوند. به دلیل سرطان‌زا بودن آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی، علاقه به آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به میزان قابل‌توجهی افزایش یافته است. این آنتی‌اکسیدان‌ها شامل ترکیبات فنولیک (آلکالوئیدها، فلاونوئیدها و اسیدهای فنولیک)، ترکیبات نیتروژنی (آلکالوئیدها، مشتقات کلروفیل، آمینواسیدها و آمین‌ها) یا کاروتنوئیدها مثل آسکوربیک‌اسید می‌باشند [۷۱].

اعتقاد بر این است که آنتی‌اکسیدان‌ها در ممانعت از بیماری‌هایی مانند سرطان، قلب و عروق،آب‌مروارید، دیابت و بیماری‌های زوال عصبی همچون آلزایمر و پارکینسون دارای اهمیت هستند. در حال حاضر این ارتباط مستقیم بین آنتی‌اکسیدان‌ها و سلامتی باعث جلب توجه متخصاصان اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی

شده، تا تلاش مستقیم خود را به منظور اصلاح ژنوتیپ‌هایی با بیش‌ترین مواد موثر انجام دهند. علاوه بر ژنوتیپ، سطح این آنتی‌اکسیدان‌ها با مرحله بلوغ، بخش مورد مصرف گیاه و شرایط رشد و پس از برداشت آن تغییر می‌کند [۲۳].

با کشت پی‌درپی منابع خاک ضعیف شده و اغلب خاک‌ها آلوده به بیماری‌ها می‌شوند لذا کاشت سبزیجات در خاک ملزم به استفاده از آفت‌کش‌ها و کودهای زیادی است و به منظور جلوگیری از مشکلات زیست محیطی، تمایل به جایگزینی سیستم‌های کشت بدون‌خاک برای تولید سبزیجات افزایش یافته است [۲۱ و ۲۲].

در بیش‌تر روش‌های کشت بدون خاک، یک بستر خنثی[۱] جامد که حمایت مکانیکی گیاه را بر عهده می‌گیرد مورد اهمیت است [۳۳]. ویژگی مواد بسترها، اثر مستقیم و غیرمستقیمی را بر فیزیولوژی گیاهی و تولید دارد [۴۶].

علاوه بر حفاظت از محیط زیست، سیستم کشت بدون خاک برای دستیابی به محصول بیش‌تر و با کیفیت‌تر، کاهش مصرف آب و زمین، صرفه‌جویی در مصرف کارگر و ... توسعه یافته است [۳۳]. تفاوت قابل مشاهده‌ای در کیفیت و میزان محصول بین محصولات حاصل از کشت بدون خاک و خاکی مشاهده شده است [۶۲].

بنابراین، هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر دو بستر کشت بدون خاک شامل پیت‌ماس و کوکوپیت بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، رشد و میزان محصول چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای با رنگ‌های متفاوت می‌باشد. علاوه بر آن چهار رقم از نظر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و سایر ویژگی‌های رویشی و زایشی مقایسه شد.

۱-۲- معرفی گیاه

۱-۲-۱- کلیات

موطن فلفل‌دلمه‌ای[۲] مرکز و جنوب آفریقاست. مکزیک و پرو اولین کشورهایی بودند که به کاشت آن اقدام کردند. با کشف آمریکا توسط کریستف‌کلمب به اروپا برده شد [۵ و ۱۰]. ابتدا اروپائیان بر این تصور بودند که این گیاه می‌تواند جانشین فلفلی که به عنوان ادویه به کار می‌رود، شود. به همین دلیل در اسپانیا و ایتالیا به کاشت وسیع آن اقدام گردید و به فلفل اسپانیایی لقب یافت. فلفل‌دلمه‌ای از طریق کشور بالکان

۱- Inert

۲- Sweet pepper, Bell pepper

(اروپای شرقی) به مشرق زمین و به آسیای شرقی راه یافت [۵]. در حال حاضر کشت این گیاه در مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیر در فضای آزاد و در اروپا در گلخانه‌ها و زیر پوشش پلاستیک رواج دارد [۵ و ۱۰].

سابقه کشت و کار آن در ایران چندان قدمت ندارد به طوری که تولید گلخانه‌ای آن از سال‌های ۱۳۷۰ به بعد رواج پیدا کرده است [۱۰].

۱-۲-۲- گیاهشناسی

نام علمی فلفل‌دلمه‌ای *Capsicum annuum* و از خانواده Solanceae می‌باشد [۱۰]. دارای ۲n=۲۴کروموزوم است [۵]. گیاهی است علفی و یکپایه و دارای شاخه‌های کوتاه، برگ‌ها بدون بریدگی و تخم‌مرغی یا بیضوی شکل دیده می‌شوند. این گیاه از اواخر بهار تا اوایل تابستان گل می‌دهد. گل‌ها به صورت پنج قسمتی است و به رنگ‌های سفید، زرد، سبز روشن، بنفش و قرمز دیده می‌شود. پرچم‌ها مجزا از هم و دارای میله بنفش رنگ‌اند. تخمدان سه برچه‌ای و طول خامه آن بین ۴ تا ۵ میلی‌متر است [۵].

میوه از نظر گیاهشناسی یک نوع سته است و در مرحله بلوغ به رنگ‌های مختلف دیده می‌شود. از نظر گرده‌افشانی اغلب خودگشتن است ولی به علت بزرگی گل، قدرت زیاد و طولانی تلقیح، دگرگرده‌افشانی نیز وجود دارد. پارتنوکارپی به ندرت در این گیاه به وجود می‌آید. وزن هزار دانه بین ۶ تا ۷ گرم است و جوانه‌زنی آن برون‌زمینی[۱] است. ریشه اصلی عمیق و حداکثر تا ۸۰ سانتی‌متر عمق دارد. قدرت تولید ریشه نابجا نیز در آن ضعیف است [۵].

۱-۲-۳- اهمیت اقتصادی و ارزش غذایی

سطح زیر کشت گلخانه‌ای آن در سال ۱۳۸۸ حدود ۹۴ هکتار گزارش شده است [۴].

اهمیت غذایی این گیاه بر اساس خاصیت اشتهاآور، هضم غذا، مقدار کاروتن و به ویژه ویتامین‌های ث [۵] و ای[۲] آن است [۳۵ و ۴۴]. فلفل‌دلمه‌ای تازه منبع غنی از ویتامین ث (آسکوربیک‌اسید) است که میزان آن بین ۷۶ تا ۲۴۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه گزارش شده‌است [۲۳].

کپسایسین[۳] ماده تند اصلی و واحد جنس *Capsicum* می‌باشد، که در طعم میوه سهم داشته و استفاده درمانی دارد[۲۳]. قسمت اعظم آن در سیتوپلاسم و مقدار کمی نیز در دانه‌ها و دیواره مزوکارپ قرار گرفته‌است [۴۰]. بر اساس آزمایش‌های انجام شده میزان این ماده از ۷۷۶ تا ۱۴۴۰ میکروگرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه در مرحله سبز تا ۲۲۷ تا ۱۵۲۹ میکروگرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه در مرحله قرمز متفاوت است.

۱- Epigeous

۲- Vitamin E

۳- Capsaicin (8-methyl-n-vanillyl-6-non-enamide)

کاهش و افزایش میزان کپسایسین با افزایش بلوغ، مرتبط با نوع ژنوتیپ می‌باشد و امکان دارد وابسته به تفاوت‌های ذاتی در میزان آنزیم پروکسیداز رقم‌های متفاوت فلفل باشد [۲۳].

جنس *Capsicum* منبع غنی‌ای از ترکیبات فنولیک می‌باشد [۲۳] و این ترکیبات اکثرا در پوسته میوه قرار دارند [۴۳]. میزان ترکیبات فنولیک موجود در فلفل‌سبز بین ۱۸۶ تا ۱۱۲۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه وابسته به نوع رقم و در فلفل قرمز بین ۳۲۳ تا ۸۵۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه گزارش شده‌است. گزارش‌هایی وجود دارد که بیان می‌کنند بیش‌تر ارقام فلفل‌دلمه‌ای تمایل به افزایش میزان ترکیبات فنولیک در طول دوره بلوغ دارند. نتایج تحقیقات نشان داده است که میزان این ترکیبات با میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی فلفل‌دلمه‌ای همبستگی مثبت دارد [۲۳].

فلفل‌دلمه‌ای دربرگیرنده الگوی پلی‌فنولیک قویی شامل هیدروکسی‌سینامیدها[۱]، فلاونول‌ها[۲] و فلاون‌ها[۳] می‌باشد [۲۳]. پلی‌فنول‌های شناخته‌شده در فلفل‌دلمه‌ای شامل چهار عدد کوئرستین[۴] چهارده عدد لوتئولین[۵] و دو عدد اپیجنین[۶] می‌باشند. در بین ترکیبات پلی‌فنولیک سه عدد مشتقات سینامیک‌اسید[۷] و پنج عدد ترکیبات فلاونوئید[۸] شناخته شده است [۳۵]. مطالعات انجام شده پیشنهاد کرده که مصرف غذاهای غنی از ترکیبات پلی‌فنول باعث کاهش بیماری‌های قلب و عروق، سکته و انواع خاصی از سرطان می‌شود [۲۸].

رنگ فلفل‌دلمه‌ای فاکتور مهمی در انتخاب خریدار می‌باشد [۶۷]. کارتنوئیدها[۹] و فلاونوئیدها مواد رنگی مهم سبزیجات می‌باشند، که معمولا باعث ایجاد رنگ‌های نارنجی و قرمز می‌شوند. کارتنوئیدهای فلفل شامل کپسانتین[۱۰] و کاروتن[۱۱] است. رنگ سبز فلفل به دلیل کلروفیل و کارتنوئید[۱۲] کلروپلاست می‌باشد [۲۳ و ۶۷]. رنگ زرد و نارنجی فلفل به وسیله آلفا [۶۷] و بتاکاروتن[۱۳] با فعالیت پیش‌سازی ویتامین آ [۲۴]، زئاگزانتین[۱۴]، لوتئین[۱۵] و بتاکریپتوزانتین[۱۶] تشکیل می‌شود. رنگ قرمز فلفل نیز به خاطر حضور پیگمان‌های کارتنوئید کپسانتین[۱۷] [۲۳، ۲۴، ۲۷، ۴۰ و ۶۷]، کپسوربین[۱۸] [۲۳،۲۴ ، ۲۷ و ۶۷] و کپسانتین ۵ و ۶ اپوکسید[۱۹] می‌باشد [۲۷ و ۶۷]. رنگ‌های متفاوت فلفل ممکن است به دلیل سطح متفاوت این ترکیبات باشد. به دلیل فعالیت

۱- Hydroxycinnmates
۲- Flavonols
۳- Flavones
۴- Quercetin
۵- Luteolin
۶- Apigenin
۷- Cinnamic Acid
۸- Flavonoid Components
۹- Carotenoids
۱۰- Capsanthin
۱۱- Carotene
۱۲- Carotenoids
۱۳- α- and β-carotene
۱۴- Zeaxanthin
۱۵- Lutein
۱۶- β –Cryptoxanthin
۱۷- Capsanthin
۱۸- Capsorubin
۱۹- Capsanthin 5,6-epoxide

آنتی‌اکسیدانی متفاوتی این ترکیبات، امکان فعالیت آنتی‌اکسیدانی رنگ‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای نیز وجود دارد [۶۷].

۱-۲-٤- شرایط لازم برای پرورش

- درجه حرارت

فلفل‌دلمه‌ای محصول فصل گرم است و دمای نسبتا زیاد را می‌پسندد [۵ و ۱۰]. حداقل میزان دما برای جوانه‌زنی ۱۱ درجه سانتیگراد می‌باشد [۵]. برای نمو گیاهان در روز دمای ۲۶-۲۴ درجه سانتیگراد و در شب ۱۸-۱۶ درجه مناسب است. در محدوده دمایی ۱۵-۴ درجه سانتیگراد رشد بسیار کم خواهد بود. دمای بیش‌تر از ۳۲ درجه سانتیگراد در روز و کم‌تر از ۱۵-۱۰ درجه در شب باعث کاهش شدید تشکیل میوه و ریزش گل‌ها می‌شود. دمای بالاتر از ۳۲ درجه در روز باعث ایجاد دانه‌های گرده عقیم خواهد شد. میوه‌های تشکیل شده در دمای بالای ۳۰-۲۹ درجه سانتیگراد کوچک و بد شکل خواهند شد [۵]. دمای کم حدود ۱۵-۴ درجه سانتیگراد در ابتدای گلدهی و تشکیل میوه باعث پهن شدن میوه‌ها و ایجاد میوه‌های پارتنوکارپ می‌شود. دمای کم زمستان باعث کاهش گرده‌افشانی و تشکیل میوه می‌شود همچنین باعث تاخیر در بلوغ میوه خواهد شد. در هر حال بهترین دما برای تشکیل میوه ۲۲-۱۸ درجه سانتیگراد است [۵].

- نور

نور کم در گلخانه در ماه‌های زمستان باعث ریزش گل‌ها و غنچه‌ها و حتی گاه باعث ریزش برگ‌ها می‌شود. کاهش نور در تابستان به علت سایه‌اندازی، رشد رویشی گیاه را افزایش می‌دهد ولی باعث کاهش تشکیل گل و عملکرد می‌شود [۵ و ۱۰]. فلفل در هوای سرد بسیار حساس به نور شدید است [۱۰].

- رطوبت نسبی

در هفته‌های اول رشد ۸۰-۷۰ درصد رطوبت نسبی مناسب است [۱۰].

- آب

فلفل‌دلمه‌ای سیستم ریشه‌ای ضعیفی دارد و گسترش آن در خاک نیز کم است. از این نظر به آب زیادی نیاز دارد و این نیاز در اوایل دوره رشد محسوس است. تنش خشکی در مدت رشد اولیه باعث کاهش اندازه گیاه می‌شود و می‌تواند موجب ریزش شکوفه و کاهش میوه‌دهی شود [۵].

- بستر کاشت

کشت هم در بستر خاکی و هم در محیط بدون خاک انجام می‌شود. معمولا خاک‌های لومی‌رسی و لومی‌شنی مناسب است [۱۰] و پی-هاش مناسب نیز بین ۶/۵-۶ است [۵].

در روش کشت بدون خاک که معمولا در گلخانه بیش‌تر رایج است، کاشت در گلدان یا کیسه‌های پلی‌اتیلنی حاوی بستر انجام می‌شود. برای این منظور از گلدان‌های ۱۵-۱۲ لیتری و یا کیسه‌های پلی‌اتیلنی به طول ۱ متر استفاده شده و توسط بسترهای مختلفی پر می‌شوند [۱۰].

۱-۲-۵- ارقام

اغلب ارقام مورد استفاده در گلخانه‌ها هیبرید هستند. فلفل‌دلمه‌ای دارای ارقامی با رنگ میوه نارنجی، زرد، قرمز، بنفش، قهوه‌ای، فسفری و سفید می‌باشد. ارقام بنفش، قهوه‌ای و سفید رنگ به علت تقاضای کمی که دارند، کاشت آن‌ها محدود است. امروزه به کمک اصلاح، ارقام مقاوم به حشرات و بیماری‌ها و ارقامی با حساسیت کم‌تر به تغییرات شرایط محیطی، ایجاد شده که دارای عملکرد و کیفیت بهتری می‌باشند [۱۰].

۱-۲-٦- تربیت و هرس بوته‌ها

فلفل‌دلمه‌ای گیاهی با رشد نامحدود می‌باشد بنابراین، برای بهبود بخشیدن به نفوذ نور و افزایش کارایی نور نفوذی هرس انجام می‌شود. در تولید گلخانه‌ای آن دو سیستم وی-شکل[۱] و اسپانیایی[۲] برای تربیت بوته‌های فلفل استفاده می‌شود [۱۰].

در روش تربیت وی-شکل دو شاخه یا گاهی چهار شاخه اصلی بر روی گیاه حفظ شده و بخشی از شاخه‌های فرعی و ضعیف تا حد امکان حذف می‌شوند. شاخه‌های حفظ شده نیز به صورت عمودی و وی-شکل به قیم بسته می‌شوند. این روش در هلند و کانادا به وفور استفاده می‌شود. در تربیت اسپانیایی هرس انجام نمی‌شود و شاخه‌های جانبی به طور افقی به مفتول‌های سیمی بسته می‌شود. این روش که در اسپانیا، اسرائیل و مکزیک رایج است، باعث افزایش تولید میوه‌های بسیار بزرگ و کاهش پوسیدگی گلگاه می‌شود [۱۰].

۱-۲-۷- باردهی دوره‌ای[۳]

باردهی دوره‌ای یکی از مشکلات عمده فلفل‌دلمه‌ای می‌باشد و به این معنی است که به دنبال چند هفته محصول‌دهی زیاد، چند هفته محصول کم بوده و مجددا سیکل تکرار می‌شود. این الگوی نامنظم برداشت باعث می‌شود که تولیدکنندگان نتوانند نیازهای هفتگی بازار را تامین کنند [۱۰]. در واقع وجود میوه‌های در حال رشد باعث ممانعت از تشکیل میوه و رشد کافی میوه‌های جدید می‌شود که این به علت رقابت برای مواد فتوسنتزی و همچنین اثر هورمون‌هاست. نمو بذر درون میوه‌ها باعث ریزش گل‌ها و کاهش تشکیل میوه و عملکرد نامنظم خواهد شد [۱۰].

۱- V System

۲- Spanish System

۳- Flushing