



دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی

گروه آموزشی مهندسی بیوسیستم

پایان نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد  
در رشته‌ی مهندسی مکانیک بیوسیستم گرایش طراحی و ساخت ماشین‌های کشاورزی

عنوان:

کاربرد پردازش تصویر برای تشخیص میزان نیتروژن برگ گیاه گوجه فرنگی

اساتید راهنما:

دکتر ولی رسولی شریبانی

دکتر عبدالله گل محمدی

اساتید مشاور:

پروفسور یوسف عباسپور گیلانده

دکتر بهروز اسماعیل پور

پژوهشگر:

اسما کیسالانی

تابستان - ۹۵

نام خانوادگی دانشجو: کیسالائی	نام: اسما
عنوان پایان‌نامه: کاربرد پردازش تصویر برای تشخیص میزان نیتروژن برگ گیاه گوجه فرنگی	
اساتید راهنما: دکتر ولی رسولی شریبانی - دکتر عبدالله گل محمدی اساتید مشاور: پروفسور یوسف عباسپور گیلانده - دکتر بهروز اسماعیل پور	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی مکانیک بیوسیستم
گرایش: طراحی و ساخت ماشین‌های کشاورزی	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: کشاورزی و منابع طبیعی	تاریخ دفاع: ۱۳۹۵/۰۶/۰۷
	تعداد صفحات: ۱۷۶
<p><b>چکیده:</b></p> <p>کاربرد تکنولوژی کود دهی متغیر در مزرعه یکی از محورهای اصلی مدیریت دقیق محصول می‌باشد که راندمان کود دهی را افزایش داده و باعث کاهش آلودگی‌های زیست محیطی می‌گردد. هدف اصلی از این تحقیق بررسی امکان تعیین کمبود نیتروژن گوجه فرنگی در طول دوره رشد با استفاده از دوربین دیجیتال و پردازش تصاویر دیجیتالی است. با اجرای این روش آسیب کمتری به گیاه وارد می‌شود. استفاده از این تکنولوژی، نیازمند تعیین دقیق و دائمی وضعیت نیتروژن گیاه در مزرعه در طول دوره رشد می‌باشد. به همین منظور تعداد ۱۸ پلات گوجه فرنگی شامل شش سطح مختلف کود دهی (۰، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲۴۰ و ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار) در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی، در گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۲۵ سانتیمتر کشت شد. پس از پرورش گیاه گوجه فرنگی در مرحله زایشی گیاه، اقدام به کود دهی شد. محتوی نیتروژن موجود در گیاه در دو مرحله، یک‌بار قبل از کود دهی و بار دوم یک هفته بعد از کود دهی، با دو روش ۱- استفاده از کلروفیل متر (<i>SPAD</i>) و ۲- روش آزمایشگاهی کج‌لدال اندازه گیری شد. همزمان با اندازه گیری نیتروژن، با بریدن برگ‌هایی از هر گلدان، در محفظه‌ی کنترل شده از لحاظ نور با استفاده از دوربین دیجیتال اقدام به تهیه تصاویر از نمونه‌ها گردید. سپس ضمن انتقال تصاویر دیجیتالی به محیط نرم افزار متلب <i>R2013</i> میانگین رنگی <i>R, G, B</i> و ۱۳ مدل رنگی از فضای <i>RGB</i> استخراج شد. سپس میزان همبستگی، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها بین مدل‌های استخراج شده از تصاویر رنگی با مقادیر بدست آمده از کلروفیل متر و روش کج‌لدال مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد، که مدل باند <i>G</i> دارای بیشترین همبستگی با نتایج کلروفیل متری و آزمایش کج‌لدال در هر دو مرحله می‌باشد. بیشترین ضریب تبیین مربوط به باند <i>G</i> و شاخص کلروفیل متر در مرحله دوم بدست آمد (<math>R^2 = ۰/۹۶</math>). همین مقدار برای مؤلفه <i>G</i> با درصد نیتروژن اندازه گیری شده برابر ۰/۹۷ بود.</p>	
<p><b>کلید واژه‌ها:</b> فن‌آوری نرخ متغیر، نیتروژن برگ گیاه، شاخص <i>SPAD</i>، پردازش تصویر، گوجه فرنگی</p>	

## فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب	صفحه
---------------------	------

### فصل اول: کلیات پژوهش

۱-۱ کشاورزی دقیق	۲
۲-۱ بیان مسئله	۲
۳-۱ اهمیت محصول گوجه‌فرنگی	۴
۴-۱ اهمیت غذایی سبزی‌ها	۶
۵-۱ اهمیت اقتصادی سبزی‌ها	۷
۶-۱ اهمیت غذایی و دارویی گوجه‌فرنگی	۸
۷-۱ سطوح تولید و برداشت سبزیجات	۹
۸-۱ میزان تولید سبزیجات	۱۰
۹-۱ تاریخچه	۱۲
۱۰-۱ مشخصات گیاه شناسی گوجه‌فرنگی	۱۳
۱۱-۱ ضرورت پژوهش	۱۴
۱۲-۱ نقش نیتروژن در باروری گیاه گوجه‌فرنگی	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
۱۳-۱ فرضیه‌های پژوهش	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
۱۴-۱ پیشینه پژوهش	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
۹-۱ اهداف	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
۱۰-۱ محدودیت‌های پژوهش	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

### فصل دوم: مبانی نظری پژوهش

۱-۲ کلیات	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
۲-۲ روش‌های تخمین نیتروژن گیاه	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
۱-۲-۲ آنالیز بافت خاک	Error! Bookmark not defined.
۲-۲-۲ آنالیز بافت گیاه برای اندازه‌گیری نیتروژن کل گیاه	Error! Bookmark not defined.
۱-۲-۲-۲ انجام آزمایش کجلدال	Error! Bookmark not defined.
۱-۱-۲-۲ مرحله اول: آماده‌سازی نمونه‌ها	Error! Bookmark not defined.
۲-۱-۲-۲-۲ مرحله تقطیر: مرحله دوم	Error! Bookmark not defined.

*Error! Bookmark not defined.*..... ۳-۱-۲-۲-۲ مرحله سوم: مرحله تیتراسیون

*Error! Bookmark not defined.*..... ۳-۲-۲ استفاده از دستگاه کلروفیل سنج

*Error! Bookmark not defined.*..... ۱-۳-۲-۲ شاخص کلروفیل

*Error! Bookmark not defined.*..... ۲-۳-۲-۲ اساس کار دستگاه کلروفیل متر دستی

*Error! Bookmark not defined.*..... ۴-۲-۲ علم نوین پردازش تصویر و بینایی ماشین

**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۵-۲ پردازش تصویر و ماشین بینایی

**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۶-۲ اهداف پردازش تصاویر

*Error! Bookmark not defined.*..... ۱-۶-۲ قابل دید کردن

*Error! Bookmark not defined.*..... ۲-۶-۲ اتوماسیون و خودکار کردن

*Error! Bookmark not defined.*..... ۳-۶-۲ کوانتیزه کردن (تعیین خاصیت)

**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۷-۲ اجزای سیستم ماشین بینایی

*Error! Bookmark not defined.*..... ۱-۷-۲ مبدل تصاویر

*Error! Bookmark not defined.*..... ۲-۷-۲ پردازشگر و نرم افزار تجزیه تحلیل تصاویر

*Error! Bookmark not defined.*..... ۳-۷-۲ عملگرها و نمایشگرها

**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۸-۲ عکسبرداری از برگ های گوجه فرنگی

*Error! Bookmark not defined.*..... ۱-۸-۲ سامانه ی تصویربرداری

*Error! Bookmark not defined.*..... ۲-۸-۲ استخراج خصوصیات رنگی

*Error! Bookmark not defined.*..... ۳-۸-۲ پیش پردازش

*Error! Bookmark not defined.*..... ۴-۸-۲ قطعه بندی تصاویر

**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۹-۲ پردازش نهایی و استخراج میانگین ویژگی های تصاویر

**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۱۰-۲ الگوریتم

**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۱۱-۲ دوربین های تصویربرداری و نورپردازی

**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۱۲-۲ پیکسل و سطح خاکستری در تصاویر

**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۱۳-۲ پیش پردازش تصویر

**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۱۴-۲ فیلتر کردن تصاویر

*Error! Bookmark not defined.*..... ۱-۱۴-۲ فیلترهای مکانی

*Error! Bookmark not defined.*..... ۱-۱-۱۴-۲ لاپلاسیه

*Error! Bookmark not defined.*..... ۲-۱-۱۴-۲ گرادیان

*Error! Bookmark not defined.*..... ۲-۱۴-۲ فیلترهای فرکانسی

*Error! Bookmark not defined.*..... ۱-۲-۱۴-۲ تبدیل فوریه

<i>Error! Bookmark not defined.</i> .....	۲-۱۴-۲ فیلتر پایین گذر
<i>Error! Bookmark not defined.</i> .....	۲-۱۴-۳ فیلتر بالا گذر
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	۱۵-۲ پیش پردازش پیکسلی
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	۱۶-۲ پردازش تصویر
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	۱۷-۲ بخش بندی تصاویر
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	۱۸-۲ آشکار سازی نقاط، خطوط و لبه ها
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	۱۹-۲ آستانه گیری و بخش بندی ناحیه ها
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	۲۰-۲ پردازش رنگی تصاویر
<i>Error! Bookmark not defined.</i> .....	۱-۲۰-۲ مدل RGB
<i>Error! Bookmark not defined.</i> .....	۲-۲۰-۲ مدل CMY
<i>Error! Bookmark not defined.</i> .....	۳-۲۰-۲ مدل NTSC
<i>Error! Bookmark not defined.</i> .....	۴-۲۰-۲ مدل YCbCr
<i>Error! Bookmark not defined.</i> .....	۵-۲۰-۲ مدل HSI
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	۲۱-۲ بخش بندی تصاویر رنگی در فضای RGB
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	۲۲-۲ محدودیت های پردازش تصاویر
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	۲۳-۲ مدل سازی تشکیل یک تصویر
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	۲۴-۲ مشتق تصاویر رنگی
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	۲۵-۲ مراحل اساسی در پردازش تصویر دیجیتالی
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	۲۶-۲ جمع بندی

### فصل سوم: مواد و روش های پژوهش

ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	۱-۳ کلیات
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	۲-۳ انجام عملیات کاشت و پرورش گیاه گوجه فرنگی
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	۳-۳ منطقه جغرافیایی انجام عملیات پرورش و رشد گیاه گوجه فرنگی
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	۴-۳ مراحل پرورش و کاشت گیاه گوجه فرنگی جهت برگ دهی
<i>Error! Bookmark not defined.</i> .....	۱-۴-۳ نشاکاری
<i>Error! Bookmark not defined.</i> .....	۱-۱-۴-۳ پرلینت
<i>Error! Bookmark not defined.</i> .....	۲-۱-۴-۳ پیت ماس
<i>Error! Bookmark not defined.</i> .....	۲-۴-۳ آماده سازی بستر و پر کردن گلدان ها جهت انتقال نشاها
<i>Error! Bookmark not defined.</i> .....	۳-۴-۳ بافت خاک

۳-۵ مراقبت‌های بعد از انتقال نشا..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۳-۵-۱ آبیاری..... Error! Bookmark not defined.

۳-۵-۲ تنظیم دمای گلخانه..... Error! Bookmark not defined.

۳-۵-۳ تنظیم نور..... Error! Bookmark not defined.

۳-۶ تصویربرداری از برگ‌های گیاه گوجه‌فرنگی..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۳-۷ روش‌های آماری استفاده شده..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۳-۸ تجزیه‌ی واریانس گروه‌ها..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۳-۹ مقایسه‌ی میانگین‌ها..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

### فصل چهارم: نتایج و یافته‌های پژوهش

۴-۱ کلیات..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۴-۲ تجهیزات عکس برداری و ماشین محاسباتی..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۴-۳ نتایج حاصل از خصوصیات رنگی..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۴-۴ تبدیل نوع داده عددی..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۴-۵ فیلتر کردن تصاویر..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۴-۶ فضای رنگی RGB..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۴-۷ نتایج پردازش تصویر نهایی تصاویر قبل از کوددهی (شرایط یکسان) گیاه گوجه‌فرنگی  
DEFINED.

۴-۸ بررسی رابطه‌ی بین شاخص کلروفیل و درصد نیتروژن اندازه‌گیری شده..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۴-۹ تحلیل واریانس..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۴-۱۰ نتایج حاصل از تحلیل واریانس داده‌های کلروفیل متر و آزمایش کج‌لدال..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۴-۱۱ بررسی تفاوت میانگین بین مقادیر شاخص کلروفیل و درصد نیتروژن اندازه‌گیری شده  
DEFINED.

۴-۱۲ بررسی نتایج شاخص کلروفیل برگ‌ها و میزان نیتروژن حاصل از آزمایش کج‌لدال و تجزیه واریانس آنها در مرحله قبل از  
کوددهی..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۴-۱۳ نتایج حاصل از تحلیل واریانس شاخص کلروفیل و میزان نیتروژن برگ‌ها در مرحله قبل از کوددهی  
NOT DEFINED.

۴-۱۴ بررسی مدل‌های تعریف شده برای حالت قبل از کوددهی..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۴-۱۵ آمار توصیفی مدل‌های رنگی قبل از کوددهی..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۴-۱۶ تحلیل واریانس مدل‌های رنگی قبل از کوددهی..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۱۷-۴ بررسی رابطه رگرسیونی مدل‌های تعریف شده بین مقدار شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شده برگ گیاه گوجه‌فرنگی قبل از کوددهی  
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۱۸-۴ بررسی رابطه رگرسیونی مدل‌های تعریف شده بین میزان نیتروژن (%N) اندازه‌گیری شده برگ گیاه گوجه‌فرنگی قبل از کوددهی  
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۱۹-۴ بررسی نتایج شاخص کلروفیل برگ ها و میزان نیتروژن حاصل از آزمایش کج‌دال و تجزیه واریانس آن ها در مرحله بعد از کوددهی متغیر  
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۲۰-۴ نتایج حاصل از تحلیل واریانس شاخص کلروفیل و میزان نیتروژن برگ ها در مرحله بعد از کوددهی متغیر  
ERROR!  
BOOKMARK NOT DEFINED.

۲۱-۴ نتایج پردازش نهایی تصاویر بعد از کوددهی متغیر گیاه گوجه‌فرنگی  
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۲۲-۴ آمار توصیفی مدل‌های رنگی بعد از کوددهی متغیر  
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۲۳-۴ تحلیل واریانس مدل‌های رنگی بعد از کوددهی متغیر  
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۲۴-۴ بررسی رابطه رگرسیونی مدل‌های تعریف شده بین مقدار شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شده برگ گیاه گوجه‌فرنگی بعد از کوددهی متغیر  
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۲۵-۴ بررسی رابطه رگرسیونی مدل‌های تعریف شده بین میزان نیتروژن (%N) اندازه‌گیری شده برگ گیاه گوجه‌فرنگی بعد از کوددهی متغیر  
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

### فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۱-۵ نتیجه‌گیری کلی  
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

۲-۵ پیشنهادات  
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

فهرست منابع و مآخذ:  
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

## فهرست جدول‌ها

شماره و عنوان جدول	صفحه
جدول ۱-۱ متوسط و دامنه تغییرات سهم سطح برداشت محصولی سبزیجات به کل سبزیجات بین سال‌های ۵۷ تا ۹۲.....	۱۰
جدول ۱-۲ متوسط و دامنه تغییرات سهم میزان تولید محصولی سبزیجات به کل سبزیجات.....	۱۱
جدول ۱-۲: توابع انتقال بالا گذر. $D_0$ فرکانس قطع و N مرتبه فیلتر باترورث.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
جدول ۱-۳ خصوصیات خاک مورد استفاده.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
جدول ۱-۴ آمار توصیفی کلروفیل سنجی مرحله قبل از کوددهی.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
جدول ۲-۴ آمار توصیفی میزان نیتروژن حاصل از آزمایش کج‌لدال در مرحله قبل از کوددهی	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
جدول ۳-۴ تجزیه واریانس شاخص کلروفیل و درصد نیتروژن کل مرحله ی اول.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
جدول ۴-۴ میانگین پیکسل تصاویر در تیمار اول برای حالت قبل از کوددهی.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
جدول ۴-۵ میانگین پیکسل تصاویر در تیمار دوم برای حالت قبل از کوددهی.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
جدول ۴-۶ میانگین پیکسل تصاویر در تیمار سوم برای حالت قبل از کوددهی.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
جدول ۴-۷ میانگین پیکسل تصاویر در تیمار چهارم برای حالت قبل از کوددهی.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
جدول ۴-۸ میانگین پیکسل تصاویر در تیمار پنجم برای حالت قبل از کوددهی.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
جدول ۴-۹ میانگین پیکسل تصاویر در تیمار ششم برای حالت قبل از کوددهی.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
جدول ۴-۱۰ آمار توصیفی داده‌های مدل‌های رنگی قبل از کوددهی.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
جدول ۴-۱۱ تحلیل واریانس مدل‌های رنگی در SPSS، قبل از کوددهی.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
جدول ۴-۱۲ معادلات بدست آمده برای شاخص کلروفیل مدل‌های تعریف‌شده به همراه ضریب تشخیص قبل از کوددهی	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
جدول ۴-۱۳ معادلات بدست آمده برای مدل‌های تعریف شده به همراه ضریب تشخیص برای قبل از کوددهی کج‌لدال	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
جدول ۴-۱۴ آمار توصیفی کلروفیل سنجی بعد از کوددهی متغیر.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.



جدول ۴-۱۵ آمار توصیفی میزان نیتروژن حاصل از آزمایش کج‌لدال در مرحله بعد از کوددهی متغیر **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

جدول ۴-۱۶ تجزیه واریانس شاخص کلروفیل و درصد نیتروژن کل مرحله‌ی بعد از کوددهی **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

جدول ۴-۱۷ میانگین پیکسل تصاویر در تیمار اول برای حالت بعد از کوددهی متغیر ( $KG/HA0$ ) **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

جدول ۴-۱۸ میانگین پیکسل تصاویر در تیمار دوم برای حالت بعد از کوددهی متغیر ( $KG/HA60$ ) **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

جدول ۴-۱۹ میانگین پیکسل تصاویر در تیمار سوم برای حالت بعد از کوددهی متغیر ( $KG/HA120$ ) **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

جدول ۴-۲۰ میانگین پیکسل تصاویر در تیمار چهارم برای حالت بعد از کوددهی متغیر ( $KG/HA180$ ) **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

جدول ۴-۲۱ میانگین پیکسل تصاویر در تیمار پنجم برای حالت بعد از کوددهی متغیر ( $KG/HA240$ ) **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

جدول ۴-۲۲ میانگین پیکسل تصاویر در تیمار ششم برای حالت بعد از کوددهی متغیر ( $KG/HA300$ ) **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

جدول ۴-۲۳ آمار توصیفی داده‌های مدل‌های رنگی بعد از کوددهی..... **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

جدول ۴-۲۴ تحلیل واریانس مدل‌های رنگی در SPSS، بعد از کوددهی متغیر..... **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

جدول ۴-۲۵ معادلات بدست آمده برای مدل‌های تعریف شده به همراه ضریب تشخیص برای بعد از کوددهی SPAD **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

جدول ۴-۲۶ معادلات بدست آمده برای مدل‌های تعریف شده به همراه ضریب تشخیص برای روش کج‌لدال بعد از کوددهی **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

جدول ۴-۲۷ اختلاف مقادیر کلی نتایج..... **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

## فهرست شکل ها

شماره و عنوان شکل	صفحه
شکل ۱-۱ گوجه فرنگی.....	۵
شکل ۲-۱ سهم کشورهای برتر صادرکننده محصول گوجه فرنگی در سال ۲۰۰۷.....	۶
شکل ۳-۱ متوسط سهم برداشت هر یک از سبزیجات طی سالهای ۱۳۵۷ لغایت ۱۳۹۲.....	۱۰
شکل ۴-۱ متوسط سهم میزان تولید هر یک از سبزیجات طی سالهای ۱۳۵۷ لغایت ۱۳۹۲.....	۱۱
شکل ۵-۱ میزان تولید سبزیجات کشور به تفکیک نوع محصول طی سالهای ۱۳۵۷ لغایت ۱۳۹۲.....	۱۲
شکل ۶-۱ نحوه تصویربرداری از مزارع برنج با استفاده از بالابر و از فاصله ۱۵ متری (سامینگ چن، ۲۰۰۳).	ERROR!
	BOOKMARK NOT DEFINED.
شکل ۷-۱ نحوه عکس برداری از برگ گیاه جو بر روی یک صفحه سیاه بریستول (پاگولا، ۲۰۰۸).	ERROR! BOOKMARK
	NOT DEFINED.
شکل ۸-۱ نمایش نقاط نظیر به نظیر برای سه مدل $R-G$ ، $R-B$ و $G-B$ (پاگولا، ۲۰۰۸).	ERROR! BOOKMARK NOT
	DEFINED.
شکل ۱-۲ مراحل روش کجلدال. (۱ هضم برگ ۲) تقطیر برگ ۳) تیتراسیون.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
شکل ۲-۲ دستگاه کلروفیل سنج مدل SPAD-502.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
شکل ۳-۲ نحوه عملکرد کلروفیل سنج.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
شکل ۴-۲ نحوه قرار گیری گیاه در زبانه کلروفیل متر.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
شکل ۵-۲ اجزای یک سیستم پردازش تصویر همه منظوره.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
شکل ۶-۲ محفظه عکسبرداری.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
شکل ۷-۲ تصویر رنگی برگ گیاه در شرایط کنترل شده، ۱. برگ گیاه ۲. پسزمینه.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
شکل ۸-۲ تصویر ورودی قبل از حذف پس زمینه.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
شکل ۹-۲ نمونه‌ای از هیستوگرام شدت به دست آمده از تصاویر.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
شکل ۱۰-۲ تصویر ورودی بعد از حذف پس زمینه.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
شکل ۱۱-۲ تصویر سطح خاکستری.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

شکل ۲-۱۲ پیکسل و سطح خاکستری در یک تصویر (سید عربی، ۱۳۸۷).....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲-۱۳ مختصات نمایش تصاویر دیجیتال.....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲-۱۴ دو نوع ماسک آرام کننده برای فیلترهای مکانی الف) با ضرایب تأثیر ثابت. ب) با ضرایب تأثیر متفاوت  
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲-۱۵ الف و ب، ماسک استفاده شده برای تحقق رابطه (۲-۵) در قسمت ب) لبه های مورب نیز نمایان می گردد  
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲-۱۶ الف و ب، ماسک های که برای تابع گرادینان توسط روبرتر ۱ ارائه شده اند و پ و ت، ماسک هایی که توسط سوپل ۲ ارائه شده اند.....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲-۱۷ الف) یک تابع دوبعدی، ب) طیف فوریه آن، پ) همان طیف که به صورت تابع شدت نمایش داده شده است.  
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲-۱۸ یک ماسک که برای آشکارسازی نقطه استفاده می شود.....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲-۱۹ ماسک های آشکارساز خطوط تصویر.....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲-۲۰ سه نوع لبه متداول در تصاویر الف) لبه سفی ب) لبه شیبی و پ) لبه ی پله ای  
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲-۲۱ هیستوگرام تصاویر که توسط مقادیر آستانه ای بخش بندی شده اند.....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲-۲۲ الف) شماتیک مکعب رنگی RGB ب) تصویر ۲۴ بیتی مکعب رنگی RGB  
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲-۲۳ فضای رنگی HSI بر پایه ی صفحه ی دایره ای شکل.....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲-۲۴ دو نوع همسایگی برای بخش بندی تصاویر رنگی RGB.....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲-۲۵ مراحل اساسی در پردازش تصویر دیجیتال (گونزالس و وودز، ۲۰۰۸).....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۳-۱ مراحل تولید نشا گوجه فرنگی. الف) بستر آماده سازی شده جهت جوانه زنی بذر ب) رشد جوانه ها ج) شرایط یکسان جوانه ها.....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۳-۲ پرلیت.....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۳-۳ پیت ماس.....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۳-۴ مراحل انتقال نشا گوجه فرنگی ۱ الی ۴.....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۳-۵ محفظه عکسبرداری.....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲-۴ نمودار همبستگی بین آزمایش کج‌دال و کلروفیل سنجی مرحله اول آزمایشها  
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۳-۴ نمودار همبستگی بین آزمایش کج‌دال و کلروفیل سنجی مرحله دوم آزمایشها  
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۴-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شده و مدل  $R$   
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۵-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شده و مدل  $G$   
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۶-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شده و مدل  $B$   
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۷-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شده و مدل  $B-R$   
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۸-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شده و مدل  $2R-G$   
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۹-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شده و مدل  $2R-B$   
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۱۰-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شده و مدل  $2B-R$   
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۱۱-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شده و مدل  $2G+R-B$   
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۱۲-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شده و مدل  $2G+2R-2B$   
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۱۳-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شده و مدل  $(2G-B)/(2B-R)$   
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۱۴-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شده و مدل  $(2G-B)/(2R-B)$   
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۱۵-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شده و مدل  $(2G-R)/(2R-B)$   
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۱۶-۴ همبستگی نیتروژن اندازه‌گیری شده و مدل  $R$   
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۱۷-۴ همبستگی نیتروژن اندازه‌گیری شده و مدل  $G$   
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۱۸-۴ همبستگی نیتروژن اندازه‌گیری شده و مدل  $B$   
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۱۹-۴ همبستگی نیتروژن اندازه‌گیری شده و مدل  $B-R$   
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲۰-۴ همبستگی نیتروژن اندازه‌گیری شده و مدل  $2R-G$   
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲۱-۴ همبستگی نیتروژن اندازه‌گیری شده و مدل  $2R-B$   
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲۲-۴ همبستگی نیتروژن اندازه‌گیری شده و مدل  $2B-R$   
**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲۳-۴ همبستگی نیتروژن اندازه گیری شده و مدل  $2G+R-B$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲۴-۴ همبستگی نیتروژن اندازه گیری شده و مدل  $2G+2R-2B$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲۵-۴ همبستگی نیتروژن اندازه گیری شده و مدل  $(2G-B)/(2B-R)$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲۶-۴ همبستگی نیتروژن اندازه گیری شده و مدل  $(2G-B)/(2R-B)$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲۷-۴ همبستگی نیتروژن اندازه گیری شده و مدل  $(2G-R)/(2R-B)$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲۸-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه گیری شده و مدل  $R$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲۹-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه گیری شده و مدل  $G$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۳۰-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه گیری شده و مدل  $B$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۳۱-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه گیری شده و مدل  $B-R$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۳۲-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه گیری شده و مدل  $2R-G$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۳۳-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه گیری شده و مدل  $2R-B$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۳۴-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه گیری شده و مدل  $2B-R$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۳۵-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه گیری شده و مدل  $2G+R-B$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۳۶-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه گیری شده و مدل  $2G+2R-2B$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۳۷-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه گیری شده و مدل  $(2G-B)/(2B-R)$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.** **DEFINED.**

شکل ۳۸-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه گیری شده و مدل  $(2G-B)/(2R-B)$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.** **DEFINED.**

شکل ۳۹-۴ همبستگی بین شاخص کلروفیل اندازه گیری شده و مدل  $(2G-R)/(2R-B)$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.** **DEFINED.**

شکل ۴۰-۴ همبستگی نیتروژن اندازه گیری شده و مدل  $R$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۴۱-۴ همبستگی نیتروژن اندازه گیری شده و مدل  $G$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۴۲-۴ همبستگی نیتروژن اندازه گیری شده و مدل  $B$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۴۳-۴ همبستگی نیتروژن اندازه گیری شده و مدل  $B-R$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۴۴-۴ همبستگی نیتروژن اندازه گیری شده و مدل  $2R-G$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۴-۴۵ همبستگی نیتروژن اندازه گیری شده و مدل  $2R-B$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۴-۴۶ همبستگی نیتروژن اندازه گیری شده و مدل  $2B-R$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۴-۴۷ همبستگی نیتروژن اندازه گیری شده و مدل  $2G+R-B$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۴-۴۸ همبستگی نیتروژن اندازه گیری شده و مدل  $2G+2R-2B$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۴-۴۹ همبستگی نیتروژن اندازه گیری شده و مدل  $(2G-B)/(2B-R)$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۴-۵۰ همبستگی نیتروژن اندازه گیری شده و مدل  $(2G-B)/(2R-B)$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۴-۵۱ همبستگی نیتروژن اندازه گیری شده و مدل  $(2G-R)/(2R-B)$ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

# فصل اول

کلیات پژوهش

## ۱-۱ کشاورزی دقیق<sup>۱</sup>

کشاورزی دقیق بیش از نیم قرن است معرفی شده و یکی از مهم‌ترین دستاوردهای فن آوری معاصر به منظور مدیریت تولید محصول به طور طبیعی می‌باشد. کشاورزی دقیق در شورای ملی تحقیقات آمریکا (۱۹۹۸) به عنوان مدیریت استراتژی با استفاده از فناوری‌های اطلاعات از منابع مختلف و تصمیم‌گیری‌های مرتبط با تولید تعریف شده است. از مهم‌ترین اهداف کشاورزی دقیق کاهش هزینه‌ها و بهبود عملکرد محصول در واحد سطح می‌باشد. در واقع با افزایش رشد جمعیت و پدیده‌هایی مانند خشکسالی، بیماری، آلودگی محیط زیست و غیره که پیش روی انسان قرار گرفته است، باید تغییراتی در روش‌های کشاورزی ایجاد نمود تا منابع طبیعی حفظ شده و میزان محصول افزایش یابد. بنابراین می‌توان کشاورزی دقیق را یک جهش در کشاورزی دانست (شیخی آراسته، ۱۳۹۱).

## ۱-۲ بیان مسئله

بشر همواره به دنبال شناخت محیط اطراف خود و شناسایی منابع طبیعی موجود به منظور تأمین مایحتاج خود از نظر غذا و منابع تولید بوده است. با پیشرفت بشر در زمینه‌های مختلف، ابزارها و روش‌های مختلفی برای تحقق این مهم ابداع شد که استفاده از پردازش تصاویر یکی از این موارد می‌باشد. از آنجایی که کاربرد تکنولوژی کوددهی متغیر در مزرعه یکی از محورهای اصلی مدیریت دقیق محصول می‌باشد ما را بر آن داشت تا به کمک پردازش تصویر برای محصول گوجه فرنگی میزان نیتروژن موجود در آن را برآورد کنیم که باعث افزایش راندمان کوددهی و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی می‌گردد. گوجه فرنگی یکی از محصولات

---

<sup>1</sup> - Precision Agriculture (PA)



ارزشمند سبزی و صیفی در خاورمیانه به شمار می‌آید که پس از سیب زمینی از نظر اقتصادی و خوراکی در مقام دوم جهان قرار دارد. گیاه گوجه‌فرنگی از دسته گیاهان عالی و گل دار و از راسته دو لپه ای هاست و از تیره سیب‌زمینی *Solanacea* جنس *Lycopersicum* و از گونه *Esculentum* می‌باشد. خاستگاه اصلی آن آمریکای جنوبی بوده و از آنجا به سایر نواحی گسترش یافته است ( مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۰). این محصول نیز در میان ایرانیان جایگاه ویژه‌ای دارد. در سال ۲۰۱۲ کل تولید گوجه فرنگی در حدود ۱۶۱۸۰۰۰۰۰ تن برآورد گردید (فائو<sup>۱</sup>، ۲۰۱۲). ایران با برداشت ۵ میلیون تن گوجه‌فرنگی رتبه ششم در دنیا را در تولید این محصول (امیدی ارجنکی، ۱۳۹۱) و رتبه ششم صادرات رب گوجه‌فرنگی را به خود اختصاص داد که در حدود نیمی از این محصول در استان‌های خراسان رضوی، فارس و بوشهر تولید می‌شود و در بین محصولاتی که در ایران تولید می‌شود گوجه‌فرنگی بعد از گندم و شیر سومین محصول کشاورزی به شمار می‌آید. این محصول یکی از عمده‌ترین سبزی‌های گلخانه‌ای به شمار می‌آید که کشت آن در گلخانه‌ها در بهار و پاییز انجام می‌پذیرد (پیوست و برزگر، ۱۳۸۶). به طور تقریبی سه چهارم گوجه فرنگی برداشت شده به صورت تازه خوری استفاده شده و به همین دلیل کیفیت مناسب، فاکتور مهمی در توزیع این محصول است. ناری و ناهمگنی در رسیدگی گوجه‌فرنگی‌ها عیوب معمول این محصول در بازار است. عیوب و آسیب‌دیدگی‌های گوجه‌فرنگی با استفاده بی‌رویه آفت‌کش‌ها و سموم زراعی و روش‌های غیر اصولی در انبار کردن محصول، افزایش می‌یابد. نیتروژن یکی از مواد غذایی ضروری مورد نیاز برای رشد گیاه می‌باشد و فقط با کود دهی متغیر آن در سطح مزرعه می‌توان به محصول فراوان با کمترین هزینه و نیز کمترین اثرات زیست محیطی دست یافت. تأثیر نیتروژن بر رشد رویشی محصول گوجه‌فرنگی از سایر عناصر غذایی بیشتر بوده و این گیاه در جذب نیتروژن به فرم نترات را به آمونیوم ترجیح می‌دهد. نیتروژن تشکیل گل و میوه را افزایش داده و بلوغ را به تأخیر می‌اندازد. امروزه با گسترش روز افزون روش‌های مختلف اخذ اطلاعات گسسته مانند

---

<sup>1</sup> - Food and Agriculture Organization (FAO)

پویشگرها و دوربین‌های دیجیتالی پردازش تصویر کاربرد فراوانی یافته است. تصاویر حاصله از این اطلاعات همواره کم و بیش همراه مقداری نویز بوده و در مواردی نیز دارای مشکل محو شدگی مرزهای نمونه‌های داخل تصویر می‌باشد که موجب کاهش وضوح تصویر دریافتی می‌گردند. علم بینایی ماشین و تکنیک پردازش تصویر روشی است که پتانسیل بالایی برای تخمین و برآورد درصد نیتروژن گیاهان خواهد داشت. مقادیر شدت رنگ سبز و ظرفیت نیتروژن گیاه شدیداً به همدیگر وابسته‌اند لذا می‌توان از رنگ برگ گیاهان برای بررسی وضعیت نیتروژن استفاده نمود. مجموعه عملیات و روش‌هایی که به منظور کاهش عیوب و افزایش کیفیت ظاهری تصویر مورد استفاده قرار می‌گیرد، پردازش تصویر نامیده می‌شود. پردازش تصاویر شامل دو بخش بهبود تصاویر و بینایی ماشین است بهبود تصاویر شامل روش‌هایی مثل استفاده از فیلتر محو کننده و افزایش تضاد برای بهتر کردن کیفیت دیداری تصاویر و اطمینان از نمایش درست آن‌ها در محیط مقصد است. بینایی ماشین به روش‌هایی می‌پردازد که به کمک آن‌ها می‌توان معنی و محتوای تصاویر را درک کرد تا از آن‌ها در کارهایی چون رباتیک استفاده شود. امروزه پردازش تصویر بهترین ابزار برای استخراج ویژگی‌ها و تحلیل موقعیت و در نهایت تصمیم‌گیری صحیح می‌باشد.

### ۱-۳ اهمیت محصول گوجه‌فرنگی

گوجه‌فرنگی (*Mill Lycopersicon esculentum*) یکی از سبزیجات تجاری می‌باشد که به مقدار زیادی در جهان تولید می‌شود. بیشترین میزان استفاده از گوجه‌فرنگی به صورت تازه می‌باشد، همچنین در برخی فرآورده‌ها نظیر عصاره، پوره، سس و کنسروهای گوناگون مورد استفاده قرار می‌گیرد (آکان بی و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۶). علاوه بر این فرآورده‌های خشک شده‌ی گوجه‌فرنگی به عنوان یک جزء ترکیبی در پیتزا و سبزیجات متنوع و ظروف ادویه مورد استفاده قرار می‌گیرند (دویماز<sup>۲</sup>، ۲۰۰۷).

---

<sup>1</sup> - Akanbi et al

<sup>2</sup> - Doymaz

از دیدگاه اقتصادی گوجه‌فرنگی پس از سیب‌زمینی دومین محصول پر ارزش کشاورزی محسوب می‌شود که از لحاظ میزان مصرف سرانه در جهان نیز پس از آن قرار دارد، مصرف سرانه آن در کشور آمریکا در طول ۲۰ سال گذشته حدود ۳۰ درصد افزایش نشان داده است و به رقمی فراتر از ۴۱/۷۳ کیلوگرم در سال ۲۰۰۰ رسیده است ایتالیا کشور برتر صادرکننده محصول گوجه‌فرنگی در سال ۲۰۰۷ به میزان ۲۹ درصد از کل تجارت جهانی این محصول را به خود، اختصاص داده است، بعد از آن چین با ۲۸ درصد در رتبه دوم، سپس اسپانیا ۱۰ درصد، آمریکا ۷ درصد، پرتغال ۶ درصد، یونان، ایران، هلند، شیلی هرکدام حدود ۳ درصد، آلمان، کانادا و ترکیه هرکدام حدود ۱ درصد و کشورهای مکزیک، بلژیک، مجارستان، کاستاریکا، لهستان، روسیه، آرژانتین و فرانسه در رتبه‌های بعدی قرار داشته‌اند (عاشکواری<sup>۱</sup>، ۲۰۰۹). سطح زیر کشت گیاه گوجه‌فرنگی در ایران سال ۱۳۸۷ معادل ۱۶۳۵۳۹ هکتار و تولید آن ۵۸۸۷۷۱۵ تن و میانگین استان‌ها به ترتیب ۴۳۵۲ هکتار با تولید ۱۱۷۸۸۷ تن بوده است که با ۳۳/۰۱ درصد سهم از برداشت محصولات سبزی، رتبه دوم را بعد از سیب‌زمینی در ایران دارد (بی‌نام<sup>۲</sup>، ۲۰۰۹).

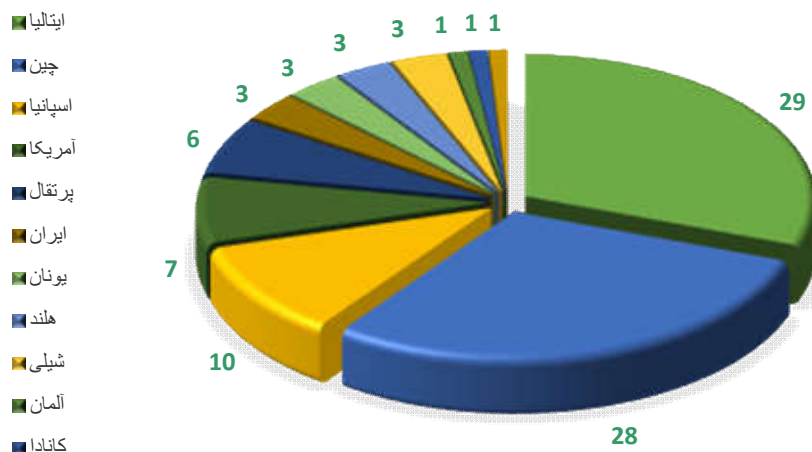


شکل ۱-۱ گوجه فرنگی

---

<sup>1</sup> - Ashkvary

<sup>2</sup> - Anonymous



شکل ۱-۲ سهم کشورهای برتر صادرکننده محصول گوجه فرنگی در سال ۲۰۰۷

#### ۱-۴ اهمیت غذایی سبزی‌ها

تحقیقاتی که توسط متخصصان و کارشناسان علم تغذیه انجام گرفته، بیانگر آن است که وجود سبزی‌ها در غذای روزانه انسان الزامی است (ری موند<sup>۱</sup>، ۱۳۷۴). به طوری که باید ۸۰ درصد حجم کل غذا را محصولات باغبانی (میوه و سبزی) و ۲۰ درصد بقیه را مواد پروتئینی (گوشت، تخم مرغ، پنیر) و مواد قندی (نشاسته و نظایر آنها) تشکیل دهد (جورج و همکاران<sup>۲</sup>، ۱۳۷۳). همچنین، متخصصان علوم تغذیه معتقدند که به منظور تأمین انرژی و کالری لازم بدن، باید بین موادی که به وسیله بدن دریافت می‌گردد، تعادل برقرار باشد؛ در غیر این صورت عواقبی در پیش دارد که منجر به بروز بیماری‌های مختلف می‌گردد (پیوست، ۱۳۷۷). به همین دلیل امروزه مردم کشورهای پیشرفته دنیا به مصرف سبزی و میوه اهمیت می‌دهند و خود را ملزم به مصرف روزانه آنها می‌کنند (ری موند، ۱۳۷۴. سینگ و همکاران<sup>۳</sup>، ۱۹۹۶).

<sup>۱</sup> - Ray Mond

<sup>۲</sup> - George et al

<sup>۳</sup> - Singh et al

سبزی‌ها از نظر دارا بودن انواع ویتامین‌ها، مواد معدنی، مواد پروتئینی، ترکیبات قندی و به لحاظ داشتن مقدار قابل توجهی سلولز که باعث سهولت هضم غذا می‌شود، نقش بسیار مهمی را در تغذیه انسان ایفا می‌کنند (کاتسبرگ و همکاران<sup>۱</sup>، ۱۹۹۰. هالفایر و همکاران<sup>۲</sup>، ۱۹۷۹). لازم به ذکر است که بسیاری از مواد مورد احتیاج بدن، که وجود آن‌ها حتی به مقدار بسیار کم برای ادامه حیات ضروری است (ویتامین‌ها)، در غذاهای حیوانی یافت نمی‌شود و یا مقدار آن‌ها بسیار کم است (هورفری، ۱۳۶۰) در صورتی که سبزی‌ها به حد وفور وجود دارد (کاتسبرگ و همکاران، ۱۹۹۰. هالفایر و همکاران، ۱۹۷۹).

### ۱-۵ اهمیت اقتصادی سبزی‌ها

سبزی‌ها، علاوه بر نقش مهمی که در برنامه غذایی و در نتیجه سلامتی مردم دنیا دارند، به عنوان قسمت مهمی از بخش کشاورزی به حساب می‌آیند. پر واضح هست که هر پیشرفتی در جهت افزایش تولید محصولات کشاورزی، به خصوص سبزی‌ها و فروش آن‌ها در بازارهای داخلی و خارجی کشور، کمک به وضع اقتصادی تولید کشور است. تولید سبزی به نحو مطلوب و بازار پسند و مطابق با بازارهای بین‌المللی و عرضه آن‌ها در بازارهای جهانی، سبب می‌شود که درآمد ارز کشور بالا رود و می‌تواند بخشی از صادرات غیر نفتی کشور را تشکیل دهد (دانشور، ۱۳۸۷).

نظر به تنوع آب و هوایی کشور که ما در تمام فصول سال قادر به تولید انواع مختلف سبزی هستیم و با توجه به موقعیت جغرافیایی کشور ایران در بین سایر کشورهای منطقه، به خصوص کشورهای حوزه خلیج فارس که علاقه‌مند به خرید سبزی‌های مختلف هستند، سبب می‌گردد که ما برای تولید سبزی و عرضه آن‌ها در بازارهای دنیا، برنامه دقیق و منظمی داشته باشیم (دانشور، ۱۳۸۷).

---

1 - Katsbrg et al

2 - Halfayr et al

در حال حاضر سالیانه مقدار زیادی از زمین‌های زراعی کشورهای پیشرفته به زیر کشت انواع مختلف سبزی می‌رود و سبزی‌های تولید شده به صورت‌های مختلف تازه، یخ زده، کنسرو شده، پخته شده و تغییر شکل یافته در تمام طول سال مورد استفاده مصرف کنندگان قرار می‌گیرد (کاتسبرگ و همکاران، ۱۹۹۰) و بخش مهمی از آن‌ها به کشورهای دیگر صادر می‌گردد. بعضی از کشورهای پیشرفته دنیا، مانند آمریکا، فرانسه، انگلستان و هلند با احداث گلخانه‌های عظیم و بزرگ و مدرن که مساحت بعضی از آن‌ها به هکتارها می‌رسد و مجهز به سیستم‌های رایانه‌ای برای کنترل رطوبت، دما، نور و سایر عوامل لازم مناسب رشد، می‌باشند به کشت و پرورش و تولید انواع مختلف سبزی همت گماشته‌اند و قادر خواهند بود در هر موقع از سال هر نوع سبزی را تولید و به بازار عرضه کنند. سبزی‌های تولید شده یا به مصرف داخلی می‌رسند و یا با بهترین و مدرن‌ترین نوع بسته بندی به کشورهای دیگر صادر می‌گردند و سالیانه از این طریق میلیاردها دلار ارز به کشورهای صادر کننده بر می‌گردد (هالفائر و همکاران، ۱۹۷۹. دانشور، ۱۳۸۷).

با توجه به دوره رشد سبزی‌ها، که اکثراً دوره زندگی کوتاهی دارند و با مقایسه با سایر محصولات کشاورزی مثلاً میوه‌ها که دوره رشد طولانی دارند. جایگاه مخصوص سبزی‌ها مشخص می‌شود. بنابراین با کاشت سبزی‌ها و فروش آن‌ها در بازارهای جهانی، سالیانه میلیون‌ها دلار ارز به کشور خود وارد نمایم، تا بدین وسیله هم موقعیت مالی تولید کنندگان بهبود یابد و هم وضع اقتصادی کشور تثبیت شود (دانشور، ۱۳۸۷).

## ۱-۶ اهمیت غذایی و دارویی گوجه‌فرنگی

گوجه‌فرنگی را به صورت‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌دهند. آن را به صورت خام با سایر سبزی‌ها در تهیه سالاد به کار می‌برند. ممکن است به حالت پخته در تهیه غذاهای مختلف و سوپ مورد استفاده قرار دهند. می‌توان از عصاره آن رب گوجه‌فرنگی، سس و آب گوجه‌فرنگی تهیه کرد. بعضی گوجه‌فرنگی را خشک

کرده، در موقع مناسب از آن استفاده می‌کنند. عده‌ای ترجیح می‌دهند آن را به صورت پودر درآورده، برای خوش طعم کردن و رنگین کردن غذا به مصرف برسانند.

در خارج ایران بیشتر آن را به صورت خام، در تهیه سالاد و یا همراه با دیگر غذاها مورد استفاده قرار می‌دهند. از آن انواع مختلف سس تهیه می‌کنند. میوه گوجه‌فرنگی نارس دارای مقدار زیادی سولانین می‌باشد که ماده‌ای سمی است (جانیک، ۱۹۸۹). به تدریج که گوجه‌فرنگی می‌رسد، این ماده از بین می‌رود، بنابراین، در خوردن گوجه‌فرنگی خیلی نارس، مخصوصاً به صورت خام باید احتیاط کرد. در گوجه‌فرنگی ترکیباتی همچون آب ۹۳ درصد، پروتئین ۱/۹ درصد، مواد چرب ۰/۱ درصد، ترکیبات هیدروکربنه ۳/۶ درصد، مقدار زیادی مواد کانی مانند فسفر، کلسیم، سدیم، پتاسیم و آهن به میزان ۰/۶ درصد و فیبر ۰/۶ درصد وجود دارد. همچنین منبع خوبی برای ویتامین‌های  $B_1, B_2, C, A$  و نیاسین می‌باشد (نونکه، ۱۹۸۹. هالفائر، ۱۹۷۹). گوجه‌فرنگی املاح اسیدی زیادی دارد (وزیرالهی، ۱۳۶۰. سینک، ۱۹۷۷). این اسیدها عبارتند از: «اسید سیتریک»، «اسید مالیک» و «اسید تارتریک». همچنین گوجه‌فرنگی دارای مقدار کمی «اسید سالیسیلیک» می‌باشد. ارزش غذایی گوجه‌فرنگی سبب گردیده است که در بین تمام سبزی‌ها از نظر سطح زیر کشت و مصرف مقام دوم یا سوم را بعد از سیب-زمینی دارا باشد.

از بذر گوجه‌فرنگی نوعی روغن به دست می‌آورند که در تهیه «روغن‌های نباتی» و صابون به کار می‌رود. کنجاله بذور آن برای دام به کار می‌رود. همچنین به خاطر بالا بودن میزان مواد آلی کنجاله بذر گوجه‌فرنگی، به عنوان کود آلی به خاک اضافه می‌شود (سینک، ۱۹۷۷).

## ۷-۱ سطوح تولید و برداشت سبزیجات

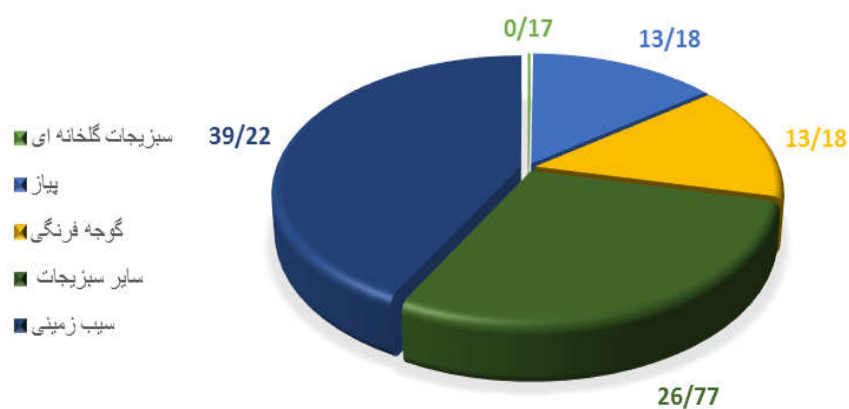
با بررسی روند نسبت سطح برداشت هر یک از سبزیجات به سطح برداشت کل سبزیجات کشور طی سال‌های ۵۷ لغایت ۹۲ ملاحظه می‌شود که به طور متوسط سهم سطح برداشت سیب‌زمینی ۳۹/۲۲ درصد پیاز

۱۳/۱۸ درصد، گوجه‌فرنگی ۲۵/۲۳ درصد و سبزیجات گلخانه‌ای در سال‌های کاشته شده ۰/۱۷ درصد و سایر سبزیجات ۲۶/۷۷ درصد از کل سطح برداشت سبزیجات می‌باشد (بررسی آمار سطح برداشت و میزان تولید ۳۶ سال محصولات زراعی. سال ۱۳۵۷ لغایت ۱۳۹۲).

جدول ۱-۱ متوسط و دامنه تغییرات سهم سطح برداشت محصولی سبزیجات به کل سبزیجات بین سال‌های ۵۷ تا ۹۲

( واحد هزار هکتار-درصد )

محصول	متوسط		حداکثر		حداقل	
	سطح برداشت	سهم	سال	سهم	سال	سهم
سیب‌زمینی	۱۴۶,۷۱	۳۹,۲۲	۵۹	۶۹,۱۷	۸۹	۲۷,۱۴
پیاز	۴۷,۱	۱۳,۱۸	۵۷	۳۷,۳۶	۶۸	۸,۶۹
گوجه‌فرنگی	۱۰۸,۴۱	۱۳,۱۸	۵۷	۳۷,۲۴	۶۰	۸,۹۹
سبزیجات گلخانه‌ای	۰,۸۷	۰,۱۷	۹۲	۰,۱۸	۹۰	۰,۱۵
سایر سبزیجات	۱۰۹,۶۳	۲۶,۷۷	۶۸	۵۰,۱۹	۷۴	۱۴,۷۲
کل سبزیجات	۳۹۳,۲۷	۱۰۰				



شکل ۱-۳ متوسط سهم برداشت هر یک از سبزیجات طی سال‌های ۱۳۵۷ لغایت ۱۳۹۲

۸-۱ میزان تولید سبزیجات

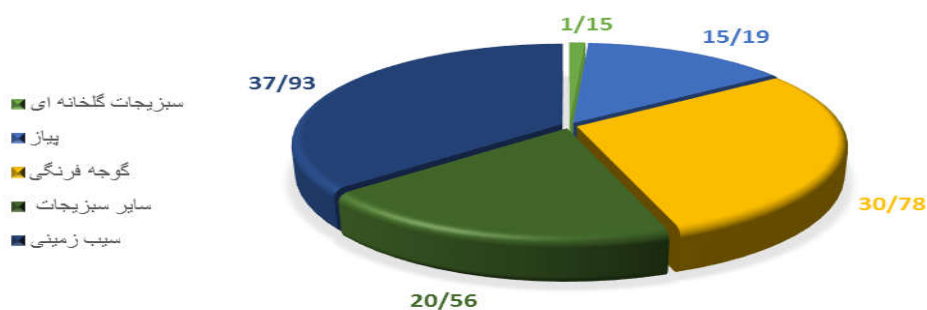


با بررسی روند میزان تولید هر یک از سبزیجات به میزان تولید کل سبزیجات کشور طی سال‌های ۵۷ تا ۹۲ ملاحظه می‌شود که به طور متوسط سهم میزان تولید سیب زمینی ۳۷/۹۳ درصد، پیاز ۱۵/۹۱ درصد، گوجه‌فرنگی ۳۰/۷۸ درصد و سبزیجات گلخانه ای در سال‌هایی که آمارشان موجود است ۱/۱۵ درصد و سایر سبزیجات ۲۰/۵۶ درصد از کل میزان تولید سبزیجات می‌باشد.

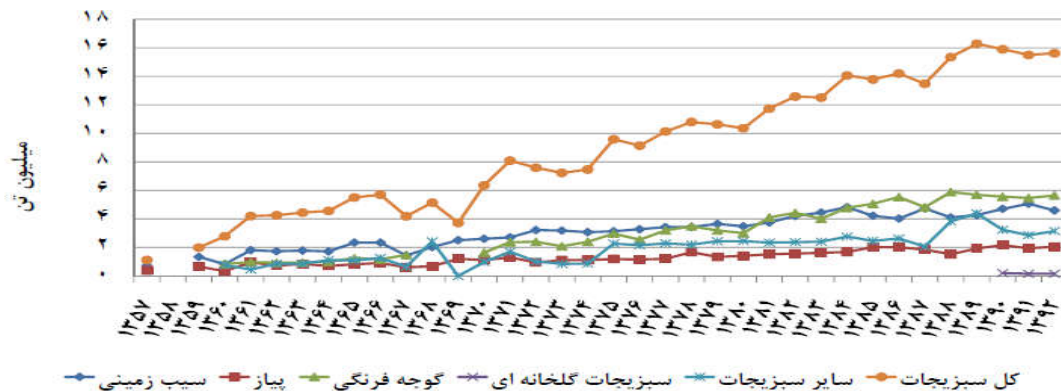
جدول ۱-۲ متوسط و دامنه تغییرات سهم میزان تولید محصولی سبزیجات به کل سبزیجات

( واحد هزار هکتار-درصد)

محصول	متوسط		حداکثر		حداقل	
	سطح برداشت	سهم	سال	سهم	سال	سهم
سیب زمینی	۳,۱۱	۳۷,۹۳	۶۹	۶۷,۴۸	۸۹	۲۶,۲۵
پیاز	۱,۲۷	۱۵,۹۱	۵۷	۳۴,۷۸	۸۸	۹,۹۶
گوجه فرنگی	۳,۱۹	۳۰,۷۸	۸۶	۳۸,۹۷	۶۶	۲۰,۵۵
سبزیجات گلخانه ای	۰,۱۸	۱,۱۵	۹۰	۱,۳۲	۹۱	۱,۰۲
سایر سبزیجات	۱,۹۸	۲۰,۵۶	۶۸	۴۷,۱۱	۶۱	۱۰,۷۵
کل سبزیجات	۹,۰۳	۱۰۰				



شکل ۱-۴ متوسط سهم میزان تولید هر یک از سبزیجات طی سال‌های ۱۳۵۷ لغایت ۱۳۹۲



شکل ۱-۵ میزان تولید سبزیجات کشور به تفکیک نوع محصول طی سال‌های ۱۳۵۷ لغایت ۱۳۹۲

## ۱-۹ تاریخچه

گوجه‌فرنگی یکی از مهم‌ترین سبزی‌های میوه‌ای مشهور دنیا می‌باشد. مکان اولیه گوجه‌فرنگی به درستی معلوم نیست، ولی نام آن از یک کلمه مکزیکی به نام *Tomati* گرفته شده است (نونکه<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۸۹). روداله<sup>۲</sup> و همکاران، (۱۹۷۷). البته در بعضی از کتاب‌های سبزی کاری این طور آمده است که کلمه *Tomato* از کلماتی همچون *Xitomato* یا *Zitotamate* مشتق شده است که این کلمات مربوط به آمریکای جنوبی است (روداله و همکاران، ۱۹۷۷) در ابتدا گوجه فرنگی به عنوان یک گیاه زینتی کاشته می‌شده است. در آن موقع چنین تصور می‌شد که آن یک گیاه سمی است و باعث بسیاری از بیماری‌ها می‌شود (روداله و همکاران، ۱۹۷۷). گوجه‌فرنگی ممکن است بومی آمریکای مرکزی باشد، زیرا برای اولین بار در مکزیک دیده شده است (هالفائتر و همکاران، ۱۹۷۹). ولی نوشته‌های زیادی موطن آن را آمریکای جنوبی می‌دانند (قادری، ۱۳۵۳). هالفائتر و همکاران، ۱۹۷۹. جانیک<sup>۳</sup>، ۱۹۸۹. اسپلیتوسر<sup>۴</sup>، ۱۹۹۰). این گیاه در سال ۱۵۹۶ از آمریکای جنوبی به اروپا آورده شده است (شیبانی، ۱۳۶۷. اورت<sup>۵</sup>، ۱۹۸۴). حدود ۲۰۰ سال قبل از آنکه گوجه‌فرنگی به صورت یک

1 - Nonnecke

2 - Rodale

3 - Janick

4 - Splittstoesser

5 - Everett

محصول خوراکی مورد استفاده قرار گیرد، شناخته شده بود ولی به صورت یک گیاه زیتنی (نونکه، ۱۹۸۹). در آن زمان گوجه‌فرنگی را «لاوایل» می‌نامیدند و چنین می‌پنداشتند که میوه آن سمی است چون بعضی از گیاهان تیره بادمجانیان سمی بودند (اُورت و همکاران، ۱۹۸۴). گوجه‌فرنگی در سال ۱۷۸۱ در آمریکای شمالی به عنوان یک غذای خوراکی شناخته شد (اُورت و همکاران، ۱۹۸۴. و جورج<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۳۷۳). اولین بار محصول آن در سال ۱۸۱۲ در لوئیزیانای آمریکا به بازار عرضه گردید (اُورت و همکاران، ۱۹۸۴). البته بعضی را عقیده بر این است که گوجه‌فرنگی از کشور پرو در آمریکای جنوبی به اروپا آورده شده، سپس از اروپا به آمریکا انتقال یافته است ( و جورج و همکاران، ۱۳۷۳. نونکه، ۱۹۸۹). گوجه‌فرنگی در ایران یک سابقه ۱۵۰ ساله دارد (دانشور، ۱۳۸۷).

## ۱-۱۰ مشخصات گیاه شناسی گوجه فرنگی

نام علمی گوجه‌فرنگی *Lycopersicon esculentum Mill* می‌باشد که متعلق به تیره بادمجانیان است. این گیاه ممکن است یک ساله و یا چند ساله باشد (بیلی<sup>۲</sup> و همکاران، ۱۹۷۵. نونکه، ۱۹۸۹. جانیک، ۱۹۸۹. گولان<sup>۳</sup>، ۱۹۹۲). البته در مناطق سردسیری بیشتر یک ساله است، ولی اگر در مناطق گرمسیری به صورت دائمی در آید، طول دوره زندگی آن چندان طولانی نیست. در انواع پا بلند آن ساقه آن ابتدا ایستاده، بعد به صورت خزانده در می‌آید و بر اثر تماس با خاک تولید ریشه‌های نابجا می‌کند. برگ‌های مرکب و ساقه نوجوان آن پوشیده از کرک‌های ریز و سفید می‌باشد. ساقه آن در ابتدا که گیاه جوان است سبز رنگ، کرک دار، گرد و خیلی شکننده است و به علت داشتن کیسه‌های ترش‌حی بوی گوجه‌فرنگی به خوبی استشمام می‌شود. ولی با افزایش عمر آن رنگ آن تغییر کرده، بدون کرک می‌شود و ساقه آن نیز زاویه دار و خشن می‌گردد. برگ گوجه‌فرنگی مرکب

---

1 - Var George

2 - Bailey

3 - Gollan

است که به صورت متناوب روی ساقه قرار دارد. گل‌های آن کامل است و به صورت خوشه‌ای روی ساقه، بین دو گره قرار می‌گیرند. هر خوشه گل بین ۴ تا ۸ عدد گل دارد (هالفائتر، ۱۹۷۹).

تعداد خوشه‌های گل آن نسبت به رقم گوجه‌فرنگی بین ۴ تا ۱۰۰ متغیر است (ادموند<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۷۵). گوجه‌فرنگی یک گیاه خود گشن است (ویلیس<sup>۲</sup>، ۱۹۸۵). در بعضی شرایط ممکن است میوه به طریق بکرزایی به وجود آید (نونکه، ۱۹۸۹). اگر گوجه فرنگی مستقیماً در زمین اصلی کشت شود، تولید ریشه عمیق و اصلی می‌کند، ولی اگر نشا شود، چون ریشه اصلی آن قطع می‌گردد، بنابراین تولید ریشه‌های افشان می‌نماید (ادموند و همکاران، ۱۹۷۵). میوه گوجه‌فرنگی «سته» مرکب است، که شکل، اندازه و رنگ آن در ارقام مختلف با یکدیگر کاملاً متفاوت است. در داخل میوه حجره‌های فراوانی وجود دارد که تعداد آن‌ها بین ۲ تا ۱۵ عدد متغیر می‌باشد و در داخل آن‌ها بذر وجود دارد (ویلیس، ۱۹۸۵. بایلی، ۱۹۷۵).

## ۱۱-۱ ضرورت پژوهش

امروزه بشر برای تأمین نیتروژن گیاهان زراعی ناچار به استفاده از کودهای شیمیایی است. زیرا که مصرف آن موجب افزایش تولید محصولات کشاورزی می‌شود، اما شیوه سنتی مورد استفاده کشاورزان دارای راندمان کمی است که موجب افزایش هزینه تولید می‌گردد. از طرف دیگر، عدم رعایت مصرف بهینه کودهای شیمیایی، عدم توجه به مسائل زیست محیطی و تداوم مصرف نامتعادل کودها اثرات تخریبی برجای گذاشته است که از جمله این اثرات سوء تجمع نیترات و نیتريت در آب‌های زیرزمینی می‌باشد. با وجود اهمیت بسیار زیادی که غلظت بیش از حد استاندارد نیترات بر سلامتی انسان دارد، مطالعات در این زمینه در کشور ما بسیار محدود است. در سایر کشورها در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی در این زمینه صورت گرفته که چند مورد از آن‌ها

---

1 - Edmond

2 - Willis

تحقیقاتی است که توسط (دلگادو<sup>۱</sup> و فویل<sup>۲</sup>، ۱۹۸۸، سوا<sup>۳</sup> و همکاران، ۱۹۹۸، آرتیولا<sup>۴</sup>، ۱۹۹۸، و سکوت<sup>۵</sup> و همکاران، ۱۹۹۸، دورچ<sup>۶</sup> و همکاران، ۱۹۸۴، مف<sup>۷</sup>، ۱۹۹۷) انجام شده است.

نیتروژن یکی از مواد غذایی ضروری مورد نیاز برای رشد گیاه می‌باشد و فقط با کوددهی متغیر آن در سطح مزرعه می‌توان به محصول فراوان با کمترین هزینه و نیز کمترین اثرات زیست محیطی دست یافت (آرنهامر و همکاران ۱۹۹۹). در سال‌های اخیر افزایش نگرانی درباره مصرف کودهای کشاورزی و آلوده شدن آب‌های زیرزمینی، محققین کشاورزی را تشویق کرده تا درباره بهبود مدیریت مصرف کود، راه کارهایی را پیشنهاد کنند. افزایش تحقیقات علمی در این زمینه نشان می‌دهد که مصرف بیش از اندازه کود نیتروژن اثرات منفی در کیفیت آب، هوا و اکوسیستم موجودات زنده دارد (اوفر<sup>۸</sup> و همکاران ۲۰۰۵). آب شویی نیتروژن به آب‌های زیرزمینی، مشکلات زیست محیطی جدی را به وجود می‌آورد که پی آمد آن کمبود اکسیژن در بافت بدن موجودات زنده می‌باشد (کیم<sup>۹</sup> و همکاران ۲۰۰۰). که نتایج آن سبب افزایش انواع سرطان‌ها، بیماری‌های مزمن نظیر متهموگلوبینی<sup>۱۰</sup> که بیشتر در کودکان شایع است و باعث مرگ و میر آن‌ها می‌شود، اختلالات کبدی و بیماری‌های تنفسی در بشر شده است. بعضی مطالعات نیز خطر ناهنجاری‌های مادرزادی در کودکانی را که غلظت نترات آب آشامیدنی مصرفی مادرانشان در دوران بارداری بیش از پنج میلی گرم در لیتر بوده است نشان داده است (دورچ و همکاران، ۱۹۸۴).

.)

- 
- 1 - Delgado
  - 2 - Foilet
  - 3 - Sow
  - 4 - Artiola
  - 5 - Westcott
  - 6 - Dorsch
  - 7 - MAFF
  - 8 - Ofer
  - 9 - Kim
  - 10 - Methemoglobinemia

Family name: <b>Kisalaei</b>	Name: <b>Asma</b>
Title of Thesis : <b>Using Image Processing for Nitrogen Content Detection in Tomato Leaves</b>	
Supervisors: <b>Dr. Vali Rasooli sharabiani and Dr. Abdollah Gholmohammadi</b>	
Advisors: <b>Prof. Yousef Abbaspour Gilandeh and Dr. Behrouz Esmailpour</b>	
Graduate Degree: <b>M.Sc.</b>	
Major: <b>Mechanics of Biosystem Engineering</b>	Specialty: <b>Agricultural Machine Design and Construction</b>
University: <b>Mohaghegh Ardabili</b>	Faculty: <b>Agriculture and Natural Resources</b>
Graduation date: <b>2016</b>	Number of pages: <b>176</b>
<p><b>Abstract:</b></p> <p>Application of variable rate technology (VRT) of fertilizer on the farm is a major pillar of production accurate management that increases fertilization efficiency and reduces environmental pollution. The main purpose of this study is to investigate the possibility of determining of tomato nitrogen deficiency during the growing season using a digital camera and digital image processing. Using these methods causes less damage to the plant. Though, using this technology requires accurate and continuous determination of plant nitrogen status on the farm during of growth stages. Therefore 18 plots of Spring tomato by six different levels of fertilization (0, 60, 120, 180, 240, 300 Kg/ha) with three repetition in completely randomized designs were sown in plastic pots with a diameter of 25 cm. It was attempted to be fertilized after the growing wheat in generative step of plant. The nitrogen content of leaves was measured by two methods; 1-using chlorophyll meter (SPAD) and 2- doing Kjeldahl test, in two stages, once before fertilization and the other time one week after fertilization. In addition, with cutting the samples of plant leaves, it was attempted to take pictures using a digital camera in the chamber that was controlled in terms of light, simultaneously measuring the nitrogen content. All pictures were transferred to the space on MATLAB R2013 software and average color of R, G, B and 13 color models were extracted from RGB images. To evaluate the processed results of color parameters and models with two measuring methods; SPAD Index and Kjeldahl test, the statistical analysis (the correlations, variance analysis (ANOVA) and compared means) were considered. The results showed that the G-band have the best correlation with the results of chlorophyll content (SPAD) and nitrogen content (Kjeldahl test) in both stages of measurements. The highest coefficient of determination was related to the chlorophyll content (SPAD) and G-band in the second stage of measurement (<math>R^2=0.96</math>). The same amount for G-band was correlated by present nitrogen content (<math>R^2=0.97</math>).</p>	
<p><b>Keywords:</b> Variable Rate Technology, Nitrogen content, SPAD index, image processing, Tomato</p>	



**Faculty of Agricultur and Natural Resources**

**Department of Biosystem Engineering**

**Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of M.Sc. in  
Mechnic of Biosystem Engineering, Agricultural Machine Design and Construction**

**Title:**

**Using Image Processing for Nitrogen Content Detection in Tomato Leaves**

**Supervisor(s):**

**V.Rasooli Sharabiani (Ph.D)**

**A.Golmohammadi (Ph.D)**

**Advisor(s):**

**Y.Abbaspour Gilandeh (Prof.)**

**B. Esmailpour (Ph.D)**

**By:**

**Asma Kisalaei**

**August– 2016**