کد رهگیری ثبت پروپزال: ۱۱۰۲۰۷۵

کد رهگیری ثبت پایان نامه:

بسم الله الرحمن الرحيم

کلیه امتیازهای این پایان‌نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی سینا یا استاد راهنمای پایان‌نامه و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت. درج آدرس‌های ذیل در کلیه مقالات خارجی و داخلی مستخرج از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها الزامی می‌باشد.

مقالات خارجی

……..……, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

مقالات داخلی

.....، گروه .....، دانشکده .....، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

دانشکده کشاورزی
گروه آموزشی مهندسی بیوسیستم

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی کشاورزی گرایش مکانیک ماشین‌های کشاورزی

عنوان:

طراحی الگوریتمی برای برآورد مساحت سطح رویه ی محصولات کشاورزی با استفاده از پردازش تصاویر دیجیتال

استاد راهنما:

دکتر جعفر امیری پریان

نگارش:

محمد ربانی

۲۸ بهمن ۱۳۹۳

تقدیم به پدر و مادر عزیز و مهربانم

آنان که در تمامی مراحل زندگی ام یار و غم خوارم بودند و برای موفقیت من از هیچ تلاش و کوششی دریغ نورزیدند. آنان که بی قراری کشیدند تا به قرار برسم، سختی ها را تحمل کرده تا در آرامش کامل بتوانم به تحصیل خود ادامه دهم. بی شک بدون آن ها و عشق و محبت بی انتهایشان نمی توانستم به این توفیق اندک دست یابم. امیدوارم که بخش بسیار کوچک و اندکی از زحمات آنان را جبران کرده باشم.

و به برادران و خواهران دلسوزم

آنان که با الطاف بی شائبه شان همیشه شمع فروزانم بوده اند و وجودشان برایم مایه آرامش و نشاط بوده است.

خدای را سپاس که به کمک آن ها و همت و تلاش خود توانسته ام به این مرحله از علم دست یابم.

سپاسگزاری

در پایان خدا را شاکرم که در پناه الطاف ایشان توانستم قدمی کوچک در راستای تکلیف علم آموزی و ایجاد فن آوری که بر دوش دارم، بردارم.

از زحمات فراوان خانواده مهربان و فداکارم که هستی ام به وجود آن هاست و در انجام این پژوهش پا به پای من یاری ام نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

بر خود لازم می دانم که از استاد راهنمای دلسوز و مهربان خود، جناب آقای دکتر جعفر امیری پریان که در انجام این پروژه از هیچ کمکی دریغ نکردند، تشکر کنم.

و نیز صمیمانه تشکر می کنم از اساتید گرامی دکتر امیری چایجان و دکتر صفرزاده که زحمت مطالعه و داوری پایان نامه را بر عهده داشتند.

از تمامی دوستان و همکلاسی های عزیزم که لحظات خوشی را در کنار هم تجربه کردیم قدردان و سپاسگزارم.

فهرست مطالب **صفحه**

مقدمه..... ۱

۱- بررسی منابع..... ۵

۱-۱- اندازه‌گیری دقیق سطح‌رویه میوه..... ۵

۱-۲- روش‌های اندازه‌گیری سطح‌برگ..... ۵

۱-۲-۱- استفاده از سیستم اندازه گیری مساحت (AMS) ۵

۱-۲-۲- استفاده از پلانی‌متر..... ۶

۱-۲-۳- توزین کاغذ هم‌مساحت..... ۷

۱-۲-۴- روش پردازش تصویر دیجیتال..... ۷

۱-۳- روش‌های غیرتخریبی یافتن سطح‌رویه‌ی میوه‌جات..... ۷

۱-۳-۱-روش یافتن رابطه ریاضی بین وزن، ابعاد یا مساحت مقاطع میوه با پارامتر سطح‌رویه ۷

۱-۳-۲-روش تخمین سطح رویه محصول با استفاده از پردازش تصویردیجیتال..... ۹

۱-۳-۳-تخمین سطح‌رویه با استفاده از روش‌های مبتنی بر سه بعدی سازی..... ۱۲

۱-۴-نورپردازی ساختاریافته ۱۶

۱-۵-نتیجه‌گیری..... ۱۶

۲ - مواد و روش‌ها..... ۱۹

۲-۱- نظر اجمالی بر الگوریتم طراحی شده و برآورد سطح رویه..... ۱۹

۲-۲- نحوه تخمین سطح رویه محصول..... ۲۱

۲-۳- بررسی اجزای دستگاه..... ۲۴

۲-۳-۱- بخش مکانیکی دستگاه..... ۲۴

۲-۳-۱-۱- سیستم نورپردازی..... ۲۴

۲-۳-۱-۲- سیستم تصویر برداری..... ۲۵

۲-۳-۲- بخش الکترونیک دستگاه..... ۲۶

۲-۳-۲-۱- مدار ایجاد ارتباط سریال با پروتکل USB2 بین دستگاه و رایانه..... ۲۶

۲-۳-۲-۲- مدار تشخیص موقعیت دیسک..... ۲۶

۲-۳-۳- بخش نرم‌افزار دستگاه..... ۲۶

۲-۳-۳-۱- برنامه رایانه..... ۲۷

۱. کالیبراسیون تصاویر دوربین..... ۲۷

۲. دریافت تصاویر نمونه و پردازش اولیه آنها به صورت بلادرنگ.....۳۸
۳. پردازش نهایی تصاویرنمونه ۳۹
الف) حذف قسمت‌های اضافی ۳۹
ب) حذف نویز ٤۰
ج) اصلاح ضخامت پرتو لیزر در تصویر ٤۱
د) یافتن مرز پرتو لیزر ٤۲
ه) تفکیک مرز یافت شده به دو قسمت مسیر رفت و مسیر برگشت ٤۳
و) ایجاد تصویر منحنی پیوسته با ابعاد کالیبره شده از مقطع نمونه..... ٤٦
۴. نمایش مدل سه‌بعدی نمونه.....٤۸
۵. محاسبه سطح رویه ۵۰
۲-۴- معرفی نرم‌افزار تهیه‌شده ۵۰
۲-۵- انتخاب نمونه‌ی آزمایشی از میوه‌جات ۵۳
۲-۶-روش ارزیابی دقت مدل..... ۵۳
۲-۷- طرح آزمایش..... ٥٤
۲-۷-۱- آزمایش اول: اندازه‌گیری دقت کالیبراسیون تصویر.....٥٤
۲-۷-۲- آزمایش دوم.....۵۵
۲-۷-۲-۱- ارزیابی دقت اندازه‌گیری سطح‌رویه..... ۵۵
۲-۷-۲-۲- مقایسه‌ی زمان لازم برای اندازه‌گیری سطح‌رویه.....٥٦
۲-۷-۳-آزمایش سوم: اندازه‌گیری بارمحاسباتی مراحل مختلف پردازش هر تصویر.....٥٦
۳- نتایج و بحث ۵۹
۳-۱- نتایج کالیبراسیون و پردازش تصاویر ۵۹
۳-۱-۱-کالیبراسیون تصاویر.....۵۹
۳-۱-۲- الگوریتم حذف قسمت‌های اضافی.....٦۰
۳-۱-۳- الگوریتم حذف نویز.....٦۰
۳-۱-۴- الگوریتم اصلاح ضخامت پرتو لیزر..... ٦۰
۳-۱-۵- الگوریتم شناسایی مرز پرتو لیزر ٦۱
۳-۱-۶- ایجاد تصویر منحنی پیوسته با ابعاد کالیبره شده از مقطع نمونه..... ٦۲

فهرست مطالب **صفحه**

۳-۱-۷-نمایش مدل سه‌بعدی و محاسبه‌ی سطح رویه..... ۶۲

۳-۲-نتایج آزمایش اول: اندازه‌گیری دقت کالیبراسیون تصویر ٦٤

۳-۳-نتایج آزمایش دوم ٦٥

۳-۳-۱-الف: ارزیابی دقت اندازه‌گیری سطح‌رویه..... ٦٥

۳-۳-۲-ب: مقایسه‌ی زمان لازم برای اندازه‌گیری سطح‌رویه به روش پوست‌کندن با روش این پژوهش.....٦٧

۳-۴- نتایج آزمایش سوم: بار محاسباتی پردازش تصاویر..... ٦٧

۳-۵- منابع ایجاد خطا در تخمین سطح رویه ٦٨

۳-۶-مقایسه‌ی نتایج و بحث..... ٦٩

۳-۷- نتیجه‌گیری..... ۷۰

۳-۸- پیشنهادات ۷۱

منابع ۷۵

جدول ۲-۱- مشخصات دوربین..... ۲۵
جدول ۳-۱- نتایج حاصل از مقایسه‌ی سطح‌رویه‌ی واقعی با سطح رویه‌ی تخمینی استوانه‌های ترسیمی.....٦٤
جدول ۳-۲- نتایج حاصل از مقایسه‌ی سطح‌رویه‌ی واقعی با سطح رویه‌ی تخمینی..... ۶۵

شکل ۱-۱- سیستم اندازه‌گیری مساحت ٦
شکل ۱-۲- پلانی‌متر مکانیکی (سمت راست) و پلانی‌متر دیجیتال (سمت چپ) ٦
شکل ۱-۳- مراحل استخراج مرز ژامبون ۱۰
شکل ۱-٤- حذف برآمدگی های کناری و نویزهای تشخیص مرز تصویر ژامبون ۱۱
شکل ۱-۵- المان در نظر گرفته شده برای ژامبون ۱۱
شکل ۱-٦- سخت‌افزار مورد استفاده در روش لی و همکاران ۱۲
شکل ۱-۷- مزیّت منبع نور از پشت نمونه ۱۳
شکل ۱-۸- نرم افزار Omnisurface و کالیبراسیون محور دوران ۱٤
شکل ۱-۹- الف: نام‌گذاری پیکسل‌های همسایه‌ی پیکسل X ، ب: مسیر حرکت در تشخیص مرز شیء ۱٤
شکل ۱-۱۰-کالیبراسیون خطای ایجادشده در ترسیم مرز و تغییرات روشنایی ۱۵
شکل ۱-۱۱- نورپردازی ساختاریافته ۱٦
شکل ۲-۱- نمای کلی از نحوه‌ی نورپردازی و تصویربرداری ۱۹
شکل ۲-۲- منحنی کالیبره‌شده از مقطع یک سیب ۲۰
شکل ۲-۳- نمای المان درنظر گرفته شده برای تخمین سطح‌رویه ۲۱
شکل ۲-٤- نمای سطح یک مخروط‌ناقص ۲۲
شکل ۲-۵- نمای المان i ام در مقطع n ام ۲۳
شکل ۲-٦- نمای جعبه‌ی تاریک ۲٤
شکل ۲-۷- سیستم تنظیم زاویه تابش و ضخامت پرتو لیزر ۲۵
شکل ۲-۸- سیستم‌تصویر برداری ۲٦
شکل ۲-۹- کالیبراسیون تصویر در صورتی که دوربین عمود بر صفحه‌ی شیء باشد. ۲۸
شکل ۲-۱۰- نمای دوربین. ۲۸
شکل ۲-۱۱- محور X و Y با مختصات دونقطه‌گریزی. ۲۹
شکل ۲-۱۲- یک نمونه داده‌برداری از تصویر دونقطه‌گریزی کاغذ میلی‌متری ۲۹
شکل ۲-۱۳- مشخص نمودن مختصات چهار نقطه از تصویر با دو نقطه‌ی گریز ۳۰
شکل ۲-۱٤- مشخص نمودن مختصات شش نقطه از تصویر دونقطه گریزی ۳۲
شکل ۲-۱۵- جملات سری هندسی ۳۲
شکل ۲-۱٦- صفحه‌ی کالیبره‌ی ساخته‌شده ۳۵
شکل ۲-۱۷- مشخص کردن مرکز دوران دیسک روی آینه ۳٦
شکل ۲-۱۸- قرارگیری نمونه روی استوانه‌ی کوچک ۳۷
شکل ۲-۱۹- قرارگرفتن رینگ صفحه‌ی کالیبره حول استوانه‌ی کوچک ۳۷
شکل ۲-۲۰- سمت چپ: تصویر خام دوربین، سمت راست: گردش ۹۰ – درجه‌ی آن ۳۸
شکل ۲-۲۱- قسمت‌های اضافی از تصاویر دوربین ۳۹
شکل ۲-۲۲- ترتیب نام‌گذاری پیکسل‌های همسایه‌ی یک پیکسل هدف نمونه ٤۰
شکل ۲-۲۳- مقداردهی پیکسل هدف براساس مقادیر شدت نور پیکسل‌های همسایه ٤۱
شکل ۲-۲٤- یک نمونه تصویر دارای نویز بزرگ‌نمایی شده ٤۱
شکل ۲-۲۵- نمونه تصویر بزرگ‌نمایی شده از پرتو لیزر که ضخامت قسمتی از آن یک پیکسل است ٤۲

شکل ۲-۲۶- نحوه‌ی یافتن مرز پرتو لیزر ٤٣
شکل ۲-۲۷- الف: سیمای مرز یافت شده، ب: اجزاء مرز، ج: نحوه‌ی یافتن نقطه‌ی مقابل ٤٤
شکل ۲-۲۸- تعداد حالات ممکن برای حرکت از یک پیکسل به پیکسل بعدی ٤٥
شکل ۲-۲۹- الف: اولین مشکل بوجود آمده در تشخیص پیکسل مقابل ب: حرکت پلّه‌ایی به جای حرکت مورب. ٤٥
شکل ۲-۳۰- دومین مشکل در تشخیص پیکسل مقابل ٤٦
شکل ۲-۳۱- تصویر پرتو لیزر در بیرون و داخل آینه ٤٧
شکل ۲-۳۲- نحوه‌ی استخراج ابر نقاط از تصاویر مقاطع کالیبره‌شده ٤٩
شکل ۲-۳۳- دوران نقطه‌ی A حول محور Y ٥٠
شکل ۲-۳٤- زبانه‌ی اول از نرم‌افزار تهیه‌شده ٥١
شکل ۲-۳٥- زبانه‌ی دوم از نرم‌افزار ٥٢
شکل ۲-۳٦- زبانه‌ی سوم از نرم‌افزار ٥٢
شکل ۲-۳۷- زبانه‌ی چهارم از نرم‌افزار ٥٣
شکل ۲-۳۸- الف: مقطع استوانه‌ی ایجادشده برای اندازه‌گیری دقت کالیبراسیون ، ب: جداکردن مقطع از زمینه..... ٥٤
شکل ۲-۳۹- سمت چپ: تصویر اسکن‌شده از پوست لیموشیرین، سمت راست: تصویر باینری آن..... ٥٥
شکل ۳-۱- نمایش مقادیر کالیبره شده برای ۳۷ پیکسل اول تصویر کالیبره نشده ٥٩
شکل ۳-۲- الگوریتم حذف قسمتهای اضافی، سمت چپ: قبل از اجرا ، سمت راست: بعد از اجرا ٦٠
شکل ۳-۳- اجرای الگوریتم حذف‌نویز، سمت چپ: قبل از اجرا ، سمت راست: بعد از اجرا..... ٦٠
شکل ۳-٤- اجرای الگوریتم اصلاح ضخامت پرتو لیزر، سمت چپ: قبل از اجرا ، سمت راست: بعد از اجرا..... ٦١
شکل ۳-٥- اجرای الگوریتم شناسایی و تفکیک مرز پرتو لیزر..... ٦٢
شکل ۳-٦- اجرای شش مرحله‌ی پردازش نهایی تصویر روی یک نمونه از مقطع سیب..... ٦٣
شکل ۳-۷- نمایش مدل سه‌بعدی یک نمونه‌ی سیب‌زمینی..... ٦٣
شکل ۳-۸- نمودارسطح‌رویه‌ی واقعی استوانه‌های ترسیمی درمقابل سطح رویه‌ی تخمینی آنها..... ٦٤
شکل ۳-۹- نمودار سطح‌رویه‌ی واقعی نمونه‌های سیب‌زمینی درمقابل سطح رویه‌ی تخمینی آنها ٦٥
شکل ۳-۱۰- نمودار سطح‌رویه‌ی واقعی نمونه‌های لیموشیرین درمقابل سطح رویه‌ی تخمینی آنها ٦٦
شکل ۳-۱۱-الف: تصویر پرتو لیزر روی سطح سیب‌زمینی، ب: تصویر پرتو لیزر روی سطح لیموشیرین ٦٦
شکل ۳-۱۲-نمودار بارمحاسباتی مراحل مختلف پردازش تصویر برحسب میلی‌ثانیه ٦٧

دانشگاه بوعلی سینا

مشخصات پایان‌نامه تحصیلی

عنوان:

طراحی الگوریتمی برای برآورد مساحت سطح رویه‌ی محصولات کشاورزی با استفاده از پردازش تصاویر دیجیتال

نام نویسنده: محمد ربانی

نام استاد راهنما: دکتر جعفر امیری پریان

نام استاد مشاور: -

دانشکده : کشاورزی	گروه آموزشی: مهندسی بیوسیستم	
رشته تحصیلی: مهندسی کشاورزی	گرایش تحصیلی: مکانیک ماشین‌های کشاورزی	مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد
تاریخ تصویب پروپزال: ۱۳۹۲/۰۹/۱۲	تاریخ دفاع: ۱۳۹۳/۱۱/۲۸	تعداد صفحات: ۷۶

چکیده:

تخمین سطح رویه‌ی محصولات کشاورزی در مطالعاتی که به پوشش اسپری، حذف بقایای اسپری، نرخ تنفس، جذب و دفع رطوبت، برآورد زمان لایه برداری، تعیین غلظت میکروبی، انعکاس نور و ارزیابی رنگ می پردازند و نیز مطالعات مربوط به انتقال حرارت درفرآیند های گرم و سرد کردن محصول، بسته‌بندی، درجه‌بندی، فضای ذخیره‌سازی، تعیین سطوح آسیب‌دیده و بازارپسندی محصول مهم است. بـه دلیـل شـکل هندسی ناهمگون اغلب محصولات کشاورزی، محاسبه‌ی سطح‌رویه‌ی آنها به روش‌های ساده‌ی هندسی چندان دقیق نیست و روش‌های دقیـق برآورد سطح‌رویه نیز روش‌هایی مخرب و طاقت فرسایی هستند. هدف از این تحقیق طراحی الگوریتمی برای بـرآورد مسـاحت سـطح رویـه‌ی محصولات کشاورزی با استفاده از پردازش تصاویر دیجیتال است که بتواند با سرعت و دقت بالا سطح‌رویه‌ی آنها را اندازه‌گیری کند. براین اساس دستگاهی طراحی شد و الگوریتمی با استفاده از زبان برنامه‌نویسی C# برای آن کدنویسی گردید. این دستگاه به همـراه الگـوریتم موجـود در برنامه‌ی آن با استفاده از یک دوربین و سیستم نورپردازی ساختاریافته، می‌تواند، یک اسکن ۳۶۰ درجه از نمونه تهیه‌کرده و مدل سه‌بعدی آن را شبیه‌سازی کند. الگوریتم به این ترتیب بود که: نمونه‌ها در جعبه‌ی تاریک دستگاه در مرکز یک آینه‌ی تخت گرد قرار داده شدند و پرتو لیزر به صورت خطی و مماس بر محور عمود بر آینه به نمونه تابانده شد. در ادامه درحالیکه آینه با سرعت ثابت پنج rpm ، یک دور حـول محـور خود گردش می‌کرد، حدود ۱۷۰ عدد تصویر از پرتو لیزر بیرون و داخل آینه تهیه شد سپس به کمک الگوریتم طراحی شده طی چند مرحلـه پردازش و به‌کارگرفتن قوانین پرسپکتیو دونقطه‌گریزی، از هر تصویر، منحنی کالیبره‌شده‌ی سطح مقطع نمونه استخراج شد. ابرنقاط نمونـه بـا استفاده از منحنی‌های کالیبره‌شده‌ی مقاطع آن و به‌کارگیری معادله‌ی دوران یک نقطه حول یک محور محاسبه شد و مدل سه‌بعدی نمونه با استفاده از ابر نقاط استخراج شده و المان‌هایی به شکل قسمتی از مخروط ناقص بدست آمد. سپس سطح‌رویه‌ی تخمینی نمونه از مجموع سطح المان‌ها محاسبه‌شد. برای ارزیابی دقت سطح‌رویه‌ی تخمینی، ۳۰ نمونه سیب‌زمینی به عنوان یک محصول با شکل هندسی نامنظم و ۲۲ نمونه لیموشیرین، به‌عنوان یک محصول با شکل هندسی منظم انتخاب شد. سطح‌رویه‌ی تخمینی با استفاده از دستگاه ساخته‌شده و سـطح رویـه‌ی واقعی از روش پوست‌کندن بدست آمد. نتایج مقایسه‌ی سطح‌رویه‌ی تخمینی و واقعی نشان داد که: دقت این الگوریتم برای محصولات با شکل منظم و نامنظم تقریباً یکسان بوده و برابر با ۹۳/۱ درصد است. در این آزمون مدت زمان لازم برای اندازه‌گیری سطح‌رویه‌ی تخمینی و واقعی هر نمونه نیز ثبت شد که میانگین آن برای روش تخمینی (روش پیشنهادی) ۲۰ ثانیه و برای روش واقعی (روش پوست‌کندن) ۱۰ دقیقه بدسـت آمد. درآزمون بعدی بار محاسباتی پردازش تصاویر ۱۰نمونه از محصول سیب‌زمینی اندازه‌گیری و میانگین آن ۵/۴ ثانیه محاسبه‌شد.

واژه‌های کلیدی: سطح‌رویه، ابرنقاط، شبیه‌سازی سه‌بعدی، نورپردازی ساختار یافته، پرسپکتیو دونقطه گریزی، لیزر

مقدمه

مقدمه

تعیین سطح رویه‌ی محصولات کشاورزی در مطالعاتی که به پوشش اسپری، حذف بقایای اسپری، نرخ تنفس، جذب و دفع رطوبت، برآورد زمان لایه برداری، تعیین غلظت میکروبی، انعکاس نور و ارزیابی رنگ می پردازند و نیز مطالعات مربوط به انتقال حرارت درفرآیند های گرم و سرد کردن محصول، بسته‌بندی، درجه‌بندی، فضای ذخیره‌سازی، تعیین سطوح آسیب‌دیده و بازارپسندی محصول مهم است (محسنین[1]، ۱۹۸٦). روش‌های قدیمی ومعمول اندازه‌گیری سطح رویه میوه‌جات روش پوست‌کندن و یا روش پوشش‌دادن است. این روش‌ها دقت بالایی دارند و معیار ارزیابی دقت برای دیگر روش‌ها هستند (محسنین، ۱۹۸٦). اما مشکلاتی چون مخرب‌بودن و زمان‌بر بودن باعث شده تا محققان به دنبال روش‌های غیرتخریبی باشند که بتوانند با سرعت و دقت مطلوب این اندازه‌گیری را انجام دهند. به همین منظور روش‌های غیرتخریبی متعددی مبتنی بر ارتباط مساحت سطح رویه محصول با وزن، ابعاد یا مساحت مقاطع استفاده شده است. اساس این روش‌ها بر یافتن رابطه‌ای ریاضی بین پارامترهای سهل الوصول از یک سو و مساحت سطح از سوی دیگر استوار است (منصوری وهمکاران، ۱۳۸۵). اما این روش‌ها نمی‌توانند جایگزین مناسبی باشند چرا که روابط ریاضی باید برای هر محصول و هر رقم از آن محاسبه شود، همچنین واکنش-های شیمیایی مانند تنفس و واکنش‌های فیزیکی مانند تعرق که در طول زمان پس از برداشت در محصول صورت می‌گیرند باعث می‌شوند دقت این روش‌ها ثابت و پایدار نباشد. روشی دیگر با عنوان روش شباهت به اجسام هندسی نیز وجود داردکه در آن ابتدا سه بعد اصلی نمونه با کولیس اندازه گرفته سپس از روابط مربوط به سطح استفاده می‌شود (محسنین، ۱۹۸٦) که مطمئناً برای محصولات با شکل نامنظم از دقت بالایی برخوردار نیست. امروزه روش‌های مبتنی بر پردازش تصویر نیز ارائه شده، که اغلب آنها همان روش شباهت به اجسام هندسی است با این تفاوت که در آن به جای استفاده از کولیس از پردازش تصویر برای اندازه‌گیری ابعاد هندسی نمونه استفاده می-شود. درنتیجه سرعت کار بالا می‌رود اما مشکل دقت اندازه‌گیری در محصولات با شکل نامنظم همچنان باقی است.

در این پژوهش الگوریتم جدیدی برای اندازه‌گیری سطح رویه‌ی محصولات کشاورزی ارائه شده که در حقیقت روش پوشش را با استفاده از پردازش تصویر شبیه‌سازی می‌کند. در نتیجه علاوه بر اینکه از دقت بالای روش پوشش بهره می‌برد، معایب آن را ندارد؛ یعنی، روش اندازه-گیری غیرمخرب با سرعت بالا است. لازمه‌ی رسیدن به هدف فوق، طراحی و ساخت سامانه‌ای

[1] Mohsenin

است که تمام مراحل الگوریتم را به طور خودکار و هوشمند انجام دهد. بنابراین اهداف این تحقیق به صورت زیر خلاصه می‌شوند:

۱) طراحی و ساخت سامانه‌ای مخصوص برای اندازه‌گیری سطح رویه محصولات کشاورزی
۲) طراحی الگوریتم مناسب به منظور برآورد سطح رویه به کمک پردازش تصاویر دیجیتال
۳) مقایسه نتایج حاصل از الگوریتم ارائه شده و روشی مرسوم به منظور محاسبه دقت سامانه

فصل اول: بررسی منابع

۱- بررسی منابع

در ابتدا لازم به ذکر است که در این پژوهش منظور از محصولات کشاورزی انواع محصولات کشاورزی به غیر از دانه‌ها، محصولات برگی و میوه‌های بسیار کشیده در راستای محور طولی مانند خیار، موز و ... است.

۱-۱- اندازه‌گیری دقیق سطح‌رویه میوه

معمولاً دقیق‌ترین و قدیمی‌ترین روش‌های اندازه‌گیری سطح‌رویه میوه‌جات که از آن‌ها برای محاسبه دقت دیگر روش‌ها استفاده می‌شود روش پوست‌کندن و روش پوشش دادن با نوار چسب است. در روش پوشش دادن با نوارچسب کل سطح محصول را با نوارچسب‌های باریکی می‌پوشانند سپس طول نوارچسب مصرف شده را اندازه می‌گیرند حال با داشتن سطح واحد طول نوارچسب می‌توان سطح‌رویه میوه را حساب کرد. در روش پوست کندن ابتدا پوست نازکی از میوه را جدا کرده سپس مساحت پوست‌های گرفته شده را با استفاده از یکی از روش‌های اندازه‌گیری سطح برگ بدست می‌آورند (محسنین، ۱۹۸۶).

۱-۲- روش‌های اندازه‌گیری سطح‌برگ

سطح‌برگ شاخصی از ظرفیت فتوسنتزی و سرعت رشد یک گیاه است. اندازه‌گیری آن در مطالعات مربوط به رقابت برای نور و مواد غذایی، تعیین میزان پاشش حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها و رابطه‌ی آب و خاک و گیاه اهمیت دارد. در محصولات برگی، سطح‌برگ شاخصی از پتانسیل تولید است (محسنین، ۱۹۸۶). همانطور که گفته شد در روش پوست کندن برای اندازه‌گیری سطح رویه بعد از گرفتن پوست محصول با استفاده از روش‌های اندازه‌گیری سطح‌برگ، مساحت پوست‌های کنده‌شده را اندازه می‌گیرند به همین دلیل در ادامه به معمولترین این روش‌ها اشاره می‌شود.

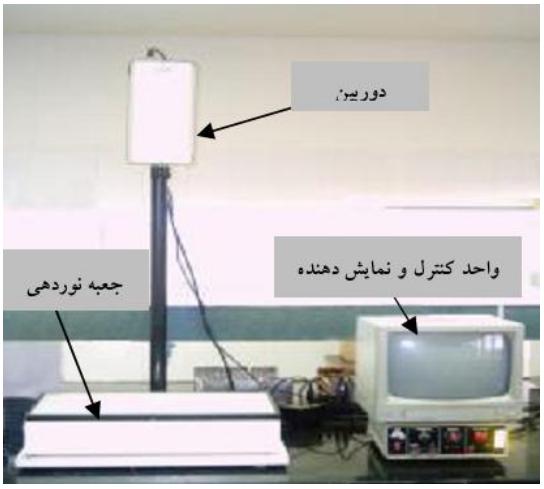
۱-۲-۱- استفاده از سیستم اندازه گیری مساحت[1]

این سیستم دستگاهی است که از اصول پردازش‌تصویر بهره‌می‌برد و در حال حاضر عمدتاً برای اندازه‌گیری سطح برگ استفاده می‌شود. این دستگاه شامل جعبه نوردهی، یک دوربین برای تصویر برداری، واحد کنترل و یک نمایش‌دهنده است (شکل ۱-۱).

نمونه روی صفحه‌ی مات جعبه‌ی نوردهی قرار داده می‌شود و تصویر آن از طریق دوربین که دقیقاً در بالای صفحه مات نصب شده است به واحد کنترل ارسال می‌شود. واحد کنترل مساحت

[1] AMS

نمونه را بر اساس اختلاف کنتراست نمونه از زمینه نورانی آن تعیین کرده بـه همـراه تصـویر نمونـه روی صفحه‌ی نمایش نشان می‌دهد (منصوری و همکاران، ۱۳۸۵).



شکل ۱-۱- سیستم اندازه‌گیری مساحت (منصوری و همکاران ۱۳۸۵)

۱-۲-۲- استفاده از پلانی‌متر

پلانی‌متر دستگاهی است که بیشـتر در نقشـه‌هـا و بـرای انـدازه‌گیـری سـطح نـواحی جغرافیـایی استفاده می‌شود. پلانی‌متر در انواع مکانیکی و دیجیتالی ساخته می‌شود (شکل ۲-۱).

شکل ۱-۲- پلانی‌متر مکانیکی (سمت راست) و پلانی‌متر دیجیتال (سمت چپ)

در این روش ابتدا طرح لبه‌ی نمونه روی یک صفحه‌ی کاغذی کشیده شده، سپس با استفاده از پلانی‌متر مساحت محدود به آن طرح اندازه‌گیری می‌شود(کلایتون[1] و همکاران، ۱۹۹۵).

۱-۲-۳- توزین کاغذ هم‌مساحت

در این روش ساده ابتدا طرح لبه‌ی نمونه روی یک صفحه‌ی کاغذی ضخیم کشیده شده سپس مسیر منحنی طرح به دقت برش داده می‌شود و بعد با توزین آن توسط یک ترازوی دقیق و با استفاده از وزن واحد سطح آن کاغذ، سطح نمونه تخمین زده می‌شود (محسنین، ۱۹۸۶).

۱-۲-۴- روش پردازش تصویر دیجیتال

در این روش ابتدا تصویر رنگی دیجیتال نمونه‌ها تهیه شده و سپس این تصویر به‌یک تصویر تک‌رنگ تبدیل می‌شود. معمولا بعد از این تبدیل یک فیلتر حذف نویز (مانند فیلتر میانگین‌گیری) روی آن اعمال می‌شود. حال با استفاده از تکنیک‌های قطعه‌بندی (مانند آستانه‌گیری سراسری) تصویر به یک تصویر باینری تبدیل می‌شودکه در آن برای مثال پیکسل‌های زمینه حاوی مقادیر یک و پیکسل‌های شیء حاوی مقادیر صفر هستند، در ادامه با استفاده از تعداد پیکسل‌های شیء و تعداد پیکسل‌های یک اینچ مربع در تصویر تهیه شده، می‌توان مساحت نمونه را تخمین زد (گنزالس[2] و همکاران، ۲۰۰۲ ، کیا، ۱۳۹۱).

روش‌های پوست‌کندن و پوشش‌دادن برای اندازه‌گیری سطح‌رویه میوه اگرچه روش‌هایی به نسبت دقیق هستند اما به دلیل اینکه روش‌هایی مخرب و زمان‌بر بوده‌که احتمال رخداد خطای انسانی در آن‌ها بالا است و نیز برای محصولاتی با محتوای آب زیاد مانند گوجه‌فرنگی بسیار دشوار هستند، محققان سعی دارند، روش‌هایی غیرتخریبی را ابداع کنند که سرعت بالا و دقت قابل قبولی داشته و برای طیف وسیعی از محصولات کشاورزی قابل استفاده باشند. به همین منظور در ادامه به بررسی اغلب روش‌هایی که تاکنون ارائه شده می‌پردازیم.

۱-۳- روش‌های غیرتخریبی یافتن سطح‌رویه‌ی میوه‌جات

۱-۳-۱- روش یافتن رابطه ریاضی بین وزن، ابعاد یا مساحت مقاطع میوه با پارامتر سطح رویه

ایفرت[3] و همکاران (۲۰۰۶) ارتباط وزن با سطح‌رویه‌ی چند محصول را با استفاده از رگرسیون خطی‌ساده بدست‌آوردند. آنان ضریب همبستگی این ارتباط را برای سیب، طالبی، توت‌فرنگی و گوجه‌فرنگی به ترتیب ۴۷ درصد، ۷۵ درصد، ۹۶ درصد و۸۷ درصد گزارش کرده و اعلام

[1] Clayton
[2] Gonzalez
[3] Eifert