

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده کشاورزی
بخش مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی

پایان نامه تحصیلی جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی
مکانیک ماشین های کشاورزی

اتوماسیون درجه بندی سیب زمینی با سیستم استنتاج فازی

استاد راهنما:

دکتر محسن شمسی

استاد مشاور:

دکتر علی اکبر قره ویسی

مؤلف:

بهزاد عظیمی سقین سرا

اردیبهشت ماه ۱۳۹۰

خدایا آنگونه زنده ام بدار که نشکند دلی از زنده بودنم

و

آنگونه بمیران که کسی به وجد نیاید از نبودنم

تقدیم به:

روان پاک

جد بزرگ مان

میرزا نعمت عظیمی

که نام و خاطره اش همواره موجب عزّت و سربلندی ماست

و

عموی عزیزمان

کربلایی منصور عظیمی

روحشان شاد و یادشان گرامی باد.

تشکر و قدردانی:

درود و سلام خداوند بر بزرگترین معلم بشریت حضرت محمد (ص) و اهل بیت طاهرینش که بشریت را به سوی رستگاری رهنمون شدند.

خداوند بزرگ را شاکرم که مجالی عنایت فرمود تا با وجود مشکلات و موانع فراوان توانستم مراحل نگارش و تدوین پایان نامه را به اتمام برسانم. در این مقال کوتاه لازم می‌دانم مراتب تشکر و قدردانی خویش را تقدیم سرورانی نمایم که پایان نامه حاضر مرهون مساعدت های بی شائبه‌ی آنان می‌باشد. سپاس فراوان دارم از استادان بزرگوار جناب آقای دکتر محسن شمس‌ی به عنوان استاد راهنما و دکتر علی اکبر قره ویسی به عنوان استاد مشاور که بزرگوارانه و دلسوزانه با نظرات ارزشمند و مساعدت های بی دریغ خویش، اینجانب را در انجام این تحقیق یاری رساندند.

از پدر و مادر عزیز و گرانقدرم و همچنین خانواده عزیزم به خاطر تمامی زحمات و تلاش هایشان در تمامی مراحل زندگی و در جهت پیشرفت علمی بنده تشکر می‌کنم و از خداوند مَنان سرافرازی و عزت آنان را خواستارم.

چکیده

سیب زمینی یکی از محصولات مهم زراعی و استراتژیک ایران است که می تواند به یکی از محصولات صادراتی ایران تبدیل شود. درجه بندی اتوماتیک یکی از مهم ترین اقدامات در جهت بالا بردن کیفیت این محصولات است که تأثیری مستقیم بر بازار پسندی این محصول و رضایت مشتری دارد. در درجه بندی سیب زمینی بر اساس استاندارد آمریکایی پارامترهای زیادی دخالت دارند که مهم ترین آنها درصد بیماری های سطحی است که درجه محصول را مشخص می کند. در این تحقیق از سیستم تطبیقی عصبی- فازی (ANFIS) برای تشخیص سیب زمینی های بیمار در فرآیند درجه بندی اتوماتیک استفاده گردید این سیستم که ترکیبی از شبکه های عصبی و سیستم های فازی است برای بیماری های مورد نظر آموزش داده شد و با تشخیص و شناسایی سیب زمینی های بیمار در فرآیند درجه بندی اتوماتیک، آنها را برای استخراج در صد نواحی معیوب و تعیین درجه مربوطه به الگوریتم ترکیبی خوشه بندی تفریقی با خوشه بندی میانگین فازی ارسال نمود و عملیات پردازش و استخراج درصد نواحی معیوب روی آنها انجام گرفت.

روش های مختلف پردازش تصویر اعم از روش های بخش بندی نظارت شده همچون روش های بخش بندی ناحیه گرا و روش های نظارت نشده همچون روش های خوشه بندی میانگین دقیق (K-MEANS) و میانگین فازی (FUZZY C-MEANS) برای پردازش تصاویر مربوط به ۶ نوع بیماری سیب زمینی مورد بررسی قرار گرفت. از روش های ناحیه گرا، بخش بندی به روش فاصله ماهالانویس در فضای رنگی HSI دقت بالاتری نسبت به روش های ناحیه گرای دیگر دارد و از آن برای کارهای آزمایشگاهی که استخراج ناحیه خاصی از تصویر مورد نظر باشد می تواند مورد استفاده قرار گیرد. روش خوشه بندی دقیق برای استخراج نواحی معیوب که دقیقاً بیمار هستند مناسب می باشد اما با استفاده از روش خوشه بندی فازی علاوه بر نواحی معیوب، نواحی ای که مستعد بیماری بوده و رنگی متفاوت از نواحی سالم دارند را نیز می توان استخراج نمود که برای اهداف انبارداری محصول مناسب می باشد. با تلفیق روش خوشه بندی تفریقی با خوشه بندی فازی روشی کاملاً نظارت نشده به دست آمد که برای پردازش تصاویر سیب زمینی در فرآیند درجه بندی اتوماتیک مورد استفاده قرار گرفت. از الگوریتم های دیگر پردازش تصویر برای استخراج ویژگی های مربوط به اقطار سیب زمینی و استخراج ۲۲ ویژگی مربوط به تصویر سیب زمینی استفاده گردید.

کلمات کلیدی: بیماری های سطحی سیب زمینی، پردازش تصویر، خوشه بندی به روش میانگین دقیق، خوشه بندی به روش میانگین فازی، ANFIS، K-MEANS، FUZZY C-MEANS

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه و هدف	۱
۱-۱- تعریف و اهمیت مسأله	۲
۲-۱- اهداف	۴
۳-۱- طرح کلی پایان نامه	۵
فصل دوم: مفاهیم کلی	۷
۱-۲- پردازش تصویر	۸
۱-۱-۲- تصاویر دیجیتال	۸
۲-۱-۲- مراحل اساسی پردازش تصاویر	۹
۱-۲-۳- فضاهاى رنگی	۱۰
مدل رنگ RGB	۱۰
مدل رنگی HSI	۱۳
مدل رنگی $L^*a^*b^*$	۱۷
۱-۲-۴- بخش بندی تصویر	۱۷
بخش بندی نظارت شده	۱۸
بخش بندی نظارت نشده	۱۹
۱-۲-۵- آشکارسازی ناپیوستگی ها	۱۹
آشکارسازی نقطه	۲۰
آشکارسازی خط	۲۰
آشکارسازی لبه ها	۲۱
۱-۲-۶- آستانه گیری	۲۸
۱-۲-۷- بخش بندی تصویر بر مبنای ناحیه	۲۹
قواعد روش	۲۹

۳۰	.....	نمویک ناحیه
۳۰	.....	تقسیم و ادغام نواحی
۳۱	.....	۸-۱-۲- بخش بندی تصاویر رنگی
۳۲	.....	بخش بندی تصویر رنگی به روش ناحیه ای
۳۳	.....	۹-۱-۲- بخش بندی تصویر رنگی بر اساس خوشه بندی
۳۳	.....	خوشه بندی
۳۴	.....	C-افراز سخت
۳۵	.....	C-افراز فازی
۳۵	.....	تابع هدف خوشه سازی
۳۹	.....	۲-۲- سیستم های منطق فازی
۴۰	.....	۱-۲-۲- چرا سیستم های فازی
۴۰	.....	۲-۲-۲- مزیت های منطق فازی
۴۰	.....	۳-۲-۲- اجزاء تشکیل دهنده سیستم فازی
۴۱	.....	۴-۲-۲- انواع سیستم های فازی
۴۲	.....	۵-۲-۲- مجموعه های فازی
۴۳	.....	۶-۲-۲- توابع تعلق فازی
۴۳	.....	۷-۲-۲- متغیر های زبان شناختی
۴۴	.....	۸-۲-۲- رابط گرافیکی منطق فازی
۴۶	.....	۹-۲-۲- خوشه بندی به روش C- میانگین فازی
		۳-۲- خوشه بندی به روش تفریقی- روشی برای بهینه سازی
۴۷	.....	روش های خوشه بندی K-MEANS و FCM
۴۷	.....	۴-۲- شبکه های عصبی

- ۴۷ شبکه عصبی بیولوژیکی ۱-۴-۲
- ۴۸ آشنایی با مدل نورون و معماری شبکه های عصبی ۲-۴-۲
- ۴۹ توابع انتقال ۳-۴-۲
- ۵۰ ساختار شبکه های عصبی ۴-۴-۲
- ۵۱ شبکه های چند لایه ۵-۴-۲
- ۵۲ ورودی ها ۶-۴-۲
- ۵۲ روش های آموزش ۷-۴-۲
- ۵۳ الگوریتم پس انتشار BP ۸-۴-۲
- ۵۴ سیستم های تطبیقی عصبی - فازی ۵-۲-۲
- ۵۴ ترکیب شبکه های عصبی با منطق فازی ۱-۵-۲
- ۵۵ سیستم استنتاج فازی - عصبی تطبیقی ۲-۵-۲
- ۵۵ ساختار ANFIS ۳-۵-۲
- ۵۶ الگوریتم یادگیری ANFIS ۴-۵-۲
- ۵۷ رابط گرافیکی ANFIS ۵-۵-۲
- ۵۸ سیب زمینی ۶-۲-۲
- ۵۸ کلیات، شناخت و اهمیت سیب زمینی ۱-۶-۲
- ۵۸ مشخصات گیاه شناسی ۲-۶-۲
- ۵۹ اهمیت اقتصادی و ارزش غذایی ۳-۶-۲
- ۶۱ شرایط آب و هوایی ۴-۶-۲
- ۶۱ برداشت و انبار کردن سیب زمینی ۵-۶-۲
- ۶۲ بیماری های سیب زمینی ۷-۲-۲

- ۶۲ ۱-۷-۲- بیماری نقطه سیاه
- ۶۳ ۲-۷-۲- پوست زخم (جرب) پودری
- ۶۴ ۳-۷-۲- بیماری لکه نقره ای
- ۶۶ ۴-۷-۲- بیماری ریزوکتونیا یا سیاه دانه
- ۶۷ ۵-۷-۲- جوش پوستی
- ۶۸ ۶-۷-۲- سبزیگی
- ۶۸ ۷-۷-۲- ترک خوردگی غده
- ۶۹ ۸-۲- اندازه
- ۷۰ ۹-۲- شکل
- ۷۱ ۱۰-۲- درجه بندی
- ۷۱ ۱-۱۰-۲- درجه بندی بر اساس استاندارد آمریکایی
- ۷۲ **فصل سوم: پیشینه تحقیق**
- ۷۳ ۱-۳- روش های غیر مخرب در تعیین کیفیت میوه ها
- ۷۴ ۱-۱-۳- استفاده از پردازش تصویر و بینایی ماشین در درجه بندی میوه ها
- ۷۵ ۲-۱-۳- روش های مورد استفاده در درجه بندی سیب زمینی
- ۷۶ ۳-۱-۳- استفاده از سیستم های فازی در درجه بندی محصولات و میوه ها
- ۷۷ ۲-۳- پردازش تصویر
- ۷۷ ۱-۲-۳- مدل های رنگی
- ۷۸ ۲-۲-۳- بخش بندی تصویر رنگی با جداسازی لبه های رنگی
- ۷۸ ۳-۲-۳- بخش بندی تصویر رنگی بر مبنای پیکسل و ناحیه
- ۷۹ ۴-۲-۳- بخش بندی تصویر رنگی به روش خوشه بندی
- ۷۹ ۵-۲-۳- بخش بندی تصویر رنگی به روش خوشه بندی K- میانگین دقیق

۸۰	۶-۲-۳- بخش بندی تصویر رنگی به روش خوشه بندی C- میانگین فازی
۸۰	۳-۳- کاربردهای ANFIS
۸۲	فصل ۴: مواد و روش ها
۸۳	۱-۴- مواد
۸۳	۱-۱-۴- سیستم بینایی ماشین
۸۴	۲-۱-۴- گردآوری نمونه ها
۸۴	۳-۱-۴- نرم افزار
۸۴	۲-۴- پردازش تصویر
۸۵	۱-۲-۴- بخش بندی در فضای رنگی RGB
۸۶	۲-۲-۴- بخش بندی در فضای HSI
۸۶	۳-۲-۴- بخش بندی به روش لبه یابی رنگی با گرادیان
۸۶	۴-۲-۴- بخش بندی به روش خوشه بندی K-MEANS
۸۷	۵-۲-۴- بخش بندی به روش خوشه بندی C- میانگین فازی (FCM)
	۶-۲-۴- بخش بندی به روش خوشه بندی تفریقی - روشی برای بهینه سازی روش های خوشه
۸۸	بندی K-MEANS و FCM
۸۹	۳-۴- استخراج ویژگی ها
۸۹	۱-۳-۴- اندازه
۹۰	۲-۳-۴- توصیف گرهای ناحیه
۹۱	۴-۴- استفاده از ANFIS برای اهداف طبقه بندی و الگوشناسی
۹۱	۱-۴-۴- فرآیند کلی تشخیص الگو و طبقه بندی
۹۳	پیاده سازی الگوریتم تشخیص الگو با استفاده از خط فرمان مطلب

۹۴	..... پیاده سازی الگوریتم تشخیص الگو با استفاده از رابط گرافیکی ANFIS
۹۵	..... فصل پنجم: نتایج و بحث
۹۶	..... ۱-۵- طرح کلی نتایج
۹۶	..... ۲-۵- طبقه بندی و تشخیص الگو با استفاده از ANFIS
۹۷	..... ۱-۲-۵- پیاده سازی ANFIS با رابط گرافیکی ANFIS
۱۰۰	..... ۲-۲-۵- ارزیابی ANFIS با تصاویری مشابه با بیماری ریزوکتونیا
	..... ۳-۲-۵- ارزیابی ANFIS با تصاویری که دارای ترک هستند (تصاویری متفاوت از بیماری ریزوکتونیا)
۱۰۱	.....
۱۰۲	..... ۴-۲-۵- پیاده سازی ANFIS با استفاده از خط فرمان مطلب
۱۰۲	..... نتایج ANFIS برای تصاویر آزمایشی مشابه تصاویر آموزشی
۱۰۳	..... نتایج ANFIS برای داده های آزمایشی متفاوت از داده های آموزشی
۱۰۴	..... بحث پیرامون نتایج ANFIS
۱۰۴	..... ۳-۵- بخش بندی تصویر
۱۰۴	..... ۱-۳-۵- پیش پردازش
۱۰۵	..... ۲-۳-۵- بخش بندی در فضای رنگی RGB
۱۰۷	..... ۳-۳-۵- بخش بندی در فضای رنگی HSI
۱۰۹	..... ۴-۳-۵- بحث پیرامون نتایج به دست آمده از بخش بندی در فضاهای RGB و HSI
۱۱۰	..... ۵-۳-۵- بحث پیرامون روش های بخش بندی بر اساس ناحیه
۱۱۱	..... ۶-۳-۵- بخش بندی به روش لبه یابی رنگی با گرادیان
۱۱۳	..... بحث پیرامون بخش بندی بر اساس لبه یابی (آشکار سازی لبه ها)
۱۱۳	..... ۷-۳-۵- بخش بندی به روش خوشه بندی K-MEANS

۱۱۶.....	بحث پیرامون روش خوشه بندی K-MEANS
۱۱۶.....	۸-۳-۵- بخش بندی به روش خوشه بندی C- میانگین فازی
۱۱۸.....	بحث پیرامون روش خوشه بندی FUZZY C-MEANS
۱۱۹.....	۹-۳-۵- خوشه بندی به روش تفریقی- روشی برای بهینه سازی روش های خوشه بندی K-MEANS و FCM
۱۲۰.....	۱۰-۳-۵- استخراج ویژگی ها
۱۲۰.....	محاسبه پارامترهای مربوط به اندازه
۱۲۱.....	توصیف گرهای ناحیه
۱۲۲.....	۱۱-۳-۵- ارزیابی عملکرد روش های بخش بندی تصویر
۱۲۵.....	۱۲-۳-۵- نتیجه گیری از روش های بخش بندی تصویر
۱۲۸.....	فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۲۹.....	۱-۶- نتیجه گیری
۱۳۲.....	۲-۶- پیشنهادات
۱۳۳.....	ضمیمه
۱۳۸.....	منابع

فهرست شکل ها

فصل اول

- شکل ۱-۱: مراحل طی شده برای پروژه های ماشین بینایی..... ۳
- شکل ۱-۲: استفاده از ANFIS برای اهداف تشخیص..... ۵
- شکل ۱-۳: انواع روش های بخش بندی تصویر..... ۶

فصل دوم

- شکل ۲-۱: مکعب رنگی RGB..... ۱۱
- شکل ۲-۲: مکعب رنگی RGB..... ۱۲
- شکل ۲-۳: تولید تصویر RGB..... ۱۲
- شکل ۲-۴: روابط ادراکی بین مدل های رنگ RGB و HSI..... ۱۴
- شکل ۲-۵: پرده رنگ و اشباع در مدل رنگ HSI..... ۱۵
- شکل ۲-۶: مدل رنگ HSI مبتنی بر صفحات (الف) مثلثی، (ب) دایره ای..... ۱۶
- شکل ۲-۷: یک ماسک برای تشخیص نقطه..... ۱۹
- شکل ۲-۸: ماسک های تشخیص خط..... ۲۰
- شکل ۲-۹: ماسک هایی برای تشخیص لبه..... ۲۴
- شکل ۲-۱۰: یک همسایگی و ماسک های سابل برای یافتن لبه های افقی و عمودی..... ۲۶
- شکل ۲-۱۱: روش های متداول بخش بندی تصاویر رنگی..... ۳۲
- شکل ۲-۱۲: دو روش برای ارایه داده ها در فضای رنگی RGB..... ۳۳
- شکل ۲-۱۳: فرآیند تصمیم گیری خوشه بندی K-Means..... ۳۸
- شکل ۲-۱۴: شکل کلی آرایش داده ها بعد از خوشه بندی K-Means..... ۳۹
- شکل ۲-۱۵: ساختار اصلی یک سیستم فازی..... ۴۱
- شکل ۲-۱۶: تابع تعلق مجموعه فازی (الف) و تابع تعلق مجموعه دقیق (ب)..... ۴۳
- شکل ۲-۱۷: رابط گرافیکی منطق فازی..... ۴۵
- شکل ۲-۱۸: نقاط با درجات نسبی تعلق نسبت به خوشه ها..... ۴۶
- شکل ۲-۱۹: مدل شبکه عصبی بیولوژیکی..... ۴۸
- شکل ۲-۲۰: مدل یک نرون با یک ورودی عددی..... ۴۸
- شکل ۲-۲۱: تابع انتقال Hard Limit..... ۴۹

- شکل ۲-۲۲: تابع انتقال خطی..... ۵۰
- شکل ۲-۲۳: تابع انتقال Log sigmoid..... ۵۰
- شکل ۲-۲۴: یک نمونه از شبکه عصبی مصنوعی..... ۵۰
- شکل ۲-۲۵: شبکه عصبی چند لایه..... ۵۱
- شکل ۲-۲۶: ساختار ANFIS..... ۵۶
- شکل ۲-۲۷: رابط گرافیکی ANFIS..... ۵۷
- شکل ۲-۲۸: بیماری نقطه سیاه..... ۶۲
- شکل ۲-۲۹: بیماری جرب پودری..... ۶۳
- شکل ۲-۳۰: بیماری لکه نقره ای..... ۶۵
- شکل ۲-۳۱: بیماری ریزوکتونیا..... ۶۶
- شکل ۲-۳۲: بیماری جوش پوستی..... ۶۷
- شکل ۲-۳۳: ترک ها..... ۶۹

فصل چهارم

- شکل ۴-۱: ساختار کلی سیستم بینایی ماشین..... ۸۳
- شکل ۴-۲: تصاویر مربوط به ده نمونه سیب زمینی دارای بیماری ریزوکتونیا..... ۸۴
- شکل ۴-۳: چند ضلعی (ناحیه مورد نظر)..... ۸۵
- شکل ۴-۴: الگوریتم تشخیص الگو..... ۹۱
- شکل ۴-۵: الگوریتم پیاده سازی ANFIS..... ۹۳

فصل پنجم

- شکل ۵-۱: بارگذاری تصاویر آموزشی (تصاویر بیماری ریزوکتونیا)..... ۹۷
- شکل ۵-۲: توابع تعلق ورودی ها و خروجی داده های آموزشی قبل از آموزش سیستم..... ۹۸
- شکل ۵-۳: ANFIS آموزش یافته برای بیماری ریزوکتونیا..... ۹۸
- شکل ۵-۴: ساختار مدل ANFIS..... ۹۹
- شکل ۵-۵: توابع تعلق بعد از آموزش سیستم ANFIS..... ۹۹
- شکل ۵-۶: قوانین ANFIS..... ۱۰۰
- شکل ۵-۷: آموزش ANFIS برای ایجاد FIS اولیه برای تصاویر آزمایشی..... ۱۰۰
- شکل ۵-۸: آزمایش ANFIS و خروجی آن در برابر تصاویر آزمایشی..... ۱۰۱

- شکل ۵-۹: آزمایش ANFIS و خروجی آن در برابر تصاویر آزمایشی..... ۱۰۱
- شکل ۵-۱۰: نتایج ANFIS برای تصاویر آزمایشی مشابه تصاویر آموزشی..... ۱۰۲
- شکل ۵-۱۱: نتایج ANFIS برای تصاویر آزمایشی متفاوت با تصاویر آموزشی..... ۱۰۳
- شکل ۵-۱۲: تصویر بیماری جرب پودری و جوش پوستی بعد از کاهش ضریب همبستگی..... ۱۰۵
- شکل ۵-۱۳: بخش بندی تصویر مربوط به بیماری جرب پودری به روش فاصله اقلیدسی..... ۱۰۶
- شکل ۵-۱۴: بخش بندی تصویر مربوط به بیماری جرب پودری به روش فاصله ماهالانویس..... ۱۰۶
- شکل ۵-۱۵: بخش بندی تصویر مربوط به بیماری جوش های پوستی به روش فاصله اقلیدسی..... ۱۰۷
- شکل ۵-۱۶: بخش بندی تصویر مربوط به بیماری جوش های پوستی به روش فاصله ماهالانویس..... ۱۰۷
- شکل ۵-۱۷: بخش بندی تصویر مربوط به بیماری جرب پودری به روش فاصله اقلیدسی..... ۱۰۸
- شکل ۵-۱۸: بخش بندی تصویر مربوط به بیماری جرب پودری به روش فاصله ماهالانویس..... ۱۰۸
- شکل ۵-۱۹: بخش بندی تصویر مربوط به بیماری جوش های پوستی به روش فاصله اقلیدسی..... ۱۰۹
- شکل ۵-۲۰: بخش بندی تصویر مربوط به بیماری جوش های پوستی به روش فاصله ماهالانویس..... ۱۰۹
- شکل ۵-۲۱ (الف) گرادیان هر یک از اجزای صفحات رنگی و (ب) گرادیان تصویر رنگی به صورت مستقیم..... ۱۱۱
- شکل ۵-۲۲: آستانه گیری از گرادیان تصویر رنگی به صورت مستقیم..... ۱۱۲
- شکل ۵-۲۳: آستانه گیری از گرادیان هر یک از اجزای صفحات رنگی..... ۱۱۲
- شکل ۵-۲۴: بخش بندی تصویر مربوط به بیماری جرب پودری با خوشه بندی به روش K-MEANS..... ۱۱۴
- شکل ۵-۲۵: بخش بندی تصویر مربوط به ترک ها با خوشه بندی به روش K-MEANS (با ۳ خوشه)..... ۱۱۵
- شکل ۵-۲۶: بخش بندی تصویر مربوط به ترک ها با خوشه بندی به روش K-MEANS (با ۴ خوشه)..... ۱۱۵
- شکل ۵-۲۷: بخش بندی تصاویر مربوط به بیماری جرب پودری با روش خوشه بندی FCM..... ۱۱۷
- شکل ۵-۲۸: مراکز خوشه ها و شعاع مؤثر خوشه بندی در خوشه بندی تفریقی..... ۱۱۹
- شکل ۵-۲۹ (الف) تصویر لبه یابی شده و (ب) تصویر استفاده شده برای..... ۱۲۰

- شکل ۵-۳۰: پارامترهای مربوط به اندازه محصول سیب زمینی..... ۱۲۱
- شکل ۵-۳۱: پارامترهای مربوط به تابع regionprops برای سیب زمینی با بیماری جرب
پودری..... ۱۲۲

ضمیمه

- شکل ۱- تصاویر مربوط به ده نمونه سیب زمینی دارای بیماری ریزوکتونیا..... ۱۳۴
- شکل ۲- تصاویر بخش بندی شده ده نمونه سیب زمینی دارای بیماری ریزوکتونیا به روش
خوشه بندی K-MEANS ۱۳۴
- شکل ۳- تصاویر دودویی مربوط به ده نمونه سیب زمینی دارای بیماری ریزوکتونیا..... ۱۳۵
- شکل ۴- تصاویر مربوط به ده نمونه سیب زمینی دارای بیماری ریزوکتونیا استخراجی
از شکل ۲..... ۱۳۶
- شکل ۵- تصاویر بخش بندی شده ده نمونه سیب زمینی دارای بیماری ریزوکتونیا به روش
خوشه بندی FCM ۱۳۶
- شکل ۶- تصاویر دودویی مربوط به ده نمونه سیب زمینی دارای بیماری ریزوکتونیا
استخراجی از شکل ۵..... ۱۳۷

فهرست جداول

فصل اول

- جدول ۱-۱: مواد غذایی موجود در سیب زمینی..... ۶۰
- جدول ۱-۲: املاح معدنی و ویتامین های موجود در سیب زمینی..... ۶۰
- جدول ۱-۳: تولید جهانی سیب زمینی..... ۶۰

فصل پنجم

- جدول ۱-۵: مساحت کل (تعداد کل پیکسل های) سیب زمینی ها(مجموع پیکسل های سالم و معیوب)..... ۱۲۲
- جدول ۲-۵: مساحت (تعداد پیکسل ها) نواحی معیوب سیب زمینی های بیمار با توجه به روش های مختلف بخش بندی..... ۱۲۲
- جدول ۳-۵: نسبت مساحت نواحی معیوب سیب زمینی های بیمار به مساحت کل سیب زمینی با توجه به روش های مختلف بخش بندی..... ۱۲۳
- جدول ۴-۵: دقت روش های بخش بندی برای بخش بندی سیب زمینی های بیمار..... ۱۲۳
- جدول ۵-۵: نتیجه گیری از روش های بخش بندی تصویر..... ۱۲۴

ضمیمه

- جدول ۱: درصد نواحی معیوب سیب زمینی هایی با بیماری ریزوکتونیا که به روش خوشه بندی K-MEANS بخش بندی شده است..... ۱۳۴
- جدول ۲: درصد نواحی معیوب سیب زمینی هایی با ریزوکتونیا که به روش خوشه بندی FCM بخش بندی شده است..... ۱۳۶

فصل اول

مقدمه و هدف