دانشکده مهندسی نقشه‌برداری (ژئودزی و ژئوماتیک)
گروه مهندسی فتوگرامتری و سنجش از دور

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد
گرایش سنجش از دور

پیاده سازی و ارزیابی روش‌های مناسب جهت تفکیک محصولات کشاورزی کلیدی از تصاویر سنجش از دور

اساتید راهنما:

دکتر مهدی مختارزاده دکتر محمود رضا صاحبی

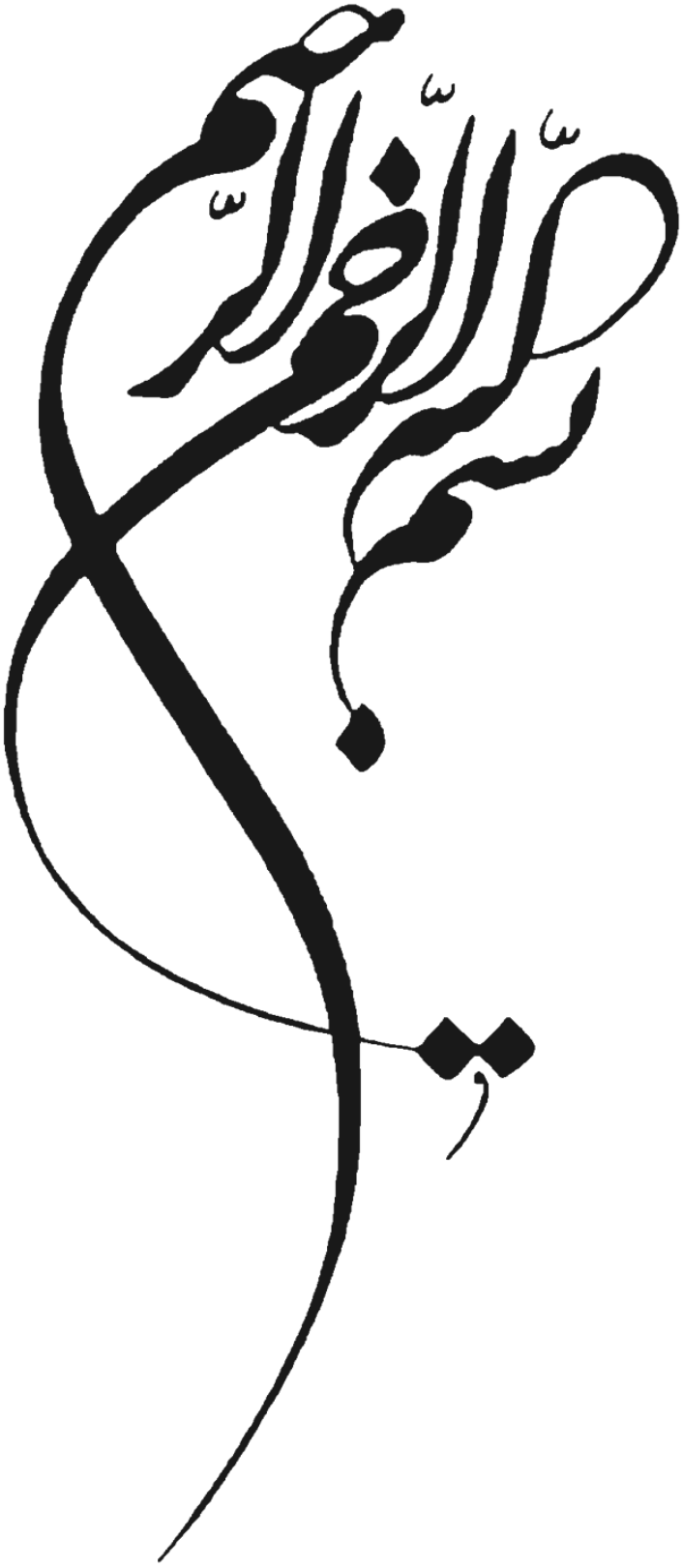
استاد مشاور:

مهندس هیرش فتاحی

نگارنده:

سعید رمضان‌خانی

شهریور ماه ۱۳۹۰



بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی تاسیس ۱۳۰۷	**تأییدیه هیأت داوران**	شماره: تاریخ:

هیأت داوران پس از مطالعه پایان‌نامه و شرکت در جلسه دفاع از پایان‌نامه تهیه شده تحت عنوان :

" پیاده سازی و ارزیابی روش های مناسب جهت تفکیک محصولات کشاورزی کلیدی از تصاویر سنجش از دور"

توسط آقای **سعید رمضان خانی** صحت و کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته گرایش **سنجش از دور** در تاریخ **۹۰/۶/۲۱** مورد تأیید قرار می‌دهند.

۱- استاد راهنمای اول	جناب آقای دکتر مهدی مختارزاده	امضاء
۲- استاد راهنمای دوم	جناب آقای دکتر محمودرضا صاحبی	امضاء
۳- استاد مشاور	مهندس هیرش فتاحی	امضاء
۴- ممتحن داخلی	جناب آقای دکتر محمدجواد ولدان زوج	امضاء
۵- ممتحن خارجی	سرکار خانم دکتر روشنک درویش زاده	امضاء
۶- نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده	جناب آقای دکتر محمدرضا ملک	امضاء

۴۲۱۶-۱۳۸۷/۱۰/۲۹

بسمه تعالی

تاسیس ۱۳۰۷ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	**اظهارنامه دانشجو**	شماره: تاریخ:

اینجانب سعید رمضان خانی دانشجوی کارشناسی‌ارشد رشته عمران نقشه برداری گرایش سنجش از دور دانشکده مهندسی نقشه برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گواهی می‌نمایم که تحقیقات ارائه شده در پایان‌نامه با عنوان

پیاده سازی و ارزیابی روش های مناسب جهت تفکیک محصولات کشاورزی کلیدی از تصاویر سنجش از دور

با راهنمایی استاد محترم جناب آقای / سرکار خانم دکتر مهدی مختارزاده، محمدرضا صاحبی توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت واصالت مطالب نگارش شده در این پایان‌نامه مورد تأیید می‌باشد، و در مورد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. بعلاوه گواهی می‌نمایم که مطالب مندرج در پایان نامه تا کنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ جا ارائه نشده است و در تدوین متن پایان‌نامه چارچوب (فرمت) مصوب دانشگاه را بطور کامل رعایت کرده‌ام.

امضاء دانشجو:

تاریخ: ۹۰/۷/۳

به نام خداوند جان و خرد کزین برتر اندیشه برنگذرد

خداوند روزی ده رهنمای خداوند نام و خداوند جای

بنام خداوند علیم و قدیر آغاز می‌کنم خداوندی که وجود برون را با هستی و وجود درون را با حیات خویش بی نیاز کرد ، تا بعد از زندگی در دنیای فانی و رسیدن به اوج قله‌های انسانیت ، باز هم به اصل وجودمان و جایگاه ابدی مان بازگردیم ، همه از خداییم و به سوی خدا می رویم.

تقدیم به

پدر عزیزم و مادر مهربانم

اینکه پس از گذشت سالیان دراز در خود این جسارت را دیده ام که بتوانم تنها بخشی کوچکی از زحمات شما را با زبانی قصار ادا کنم شما که همواره در تمامی مراحل زندگی ام مشوق و راهنمای من بودید و همواره تمام سختی ها و مشکلات را برای خود و راحتی و آسایش را برای من فراهم نموده اید. لذا خدا را بسی شاکرم که از روی کرم خانواده ای فداکار نصیبم ساخت تا در سایه ی درخت پر بار وجودشان بیاسایم و از ریشه آنها شاخ و برگ گیرم و از سایه وجودشان در راه کسب علم و دانش تلاش نمایم. خانواده ای که بودنشان تاج افتخاری است بر سرم و نامشان دلیلی است بر بودنم.

چکیده

شناسایی و تفکیک محصولات کشاورزی بعنوان یکی از پایه‌ای ترین فعالیت‌های حوزه کشاورزی مطرح می-باشد. این امر بعنوان مقدمه اصلی در تخمین سطح زیر کشت و میزان محصولات بوده که بعنوان اطلاعات اصلی مورد نیاز در مدیریت منابع کشاورزی مطرح می‌باشند. در این تحقیق از تصاویر چند زمانی سنجنده LISS III ماهواره IRS-P6 جهت تفکیک محصولات در قالب چهار حالت کلی، بصورت روش های مبتنی بر ورودی های تک زمانی، روش های مبتنی بر ورودی های چند زمانی، روش های مبتنی بر ورودی های بهینه چند زمانی و روش های سلسله مراتبی استفاده شده است. همچنین در این تحقیق از چهار طبقه بندی کننده کمترین فاصله، بیشترین شباهت، فازی ساده و شبکه های عصبی بعنوان ابزارهای هر روش مورد استفاده قرار گرفته شده است. در روش های تک زمانی، بر اساس نتایج بدست آمده در این تحقیق، طبقه بندی کننده بیشترین شباهت نسبت به سایر طبقه بندی کننده ها از دقت بهتری (کاپای ۰.۶۶) برخوردار است. با این وجود از دقت مناسبی جهت شناسایی و تفکیک محصولات برخوردار نمی باشد. از طرفی بدلیل تغییرات طیفی محصولات در طول دوره رشد(مطابق با تغییرات بیولوژیکی محصول) بکارگیری تصاویر چند زمانی مطابق با تقویم زراعی محصولات، نقش مهمی را در تفکیک محصولات ایفا می نماید. بطوری که میزان دقت طبقه بندی به روش بیشترین شباهت و شبکه های عصبی با ورودی های چند زمانی به ۰.۸۰ می رسد. با این وجود مشکل اصلی روش های چند زمانی آماری، افزایش وابستگی بین ویژگی های مقاطع مختلف زمانی و برای شبکه های عصبی همگرایی ناقص است. در مورد شبکه های عصبی می توان با بهینه سازی پارمترهای شبکه عصبی به دقت بهتری دست پیدا کرد. براساس نتایج حاصله در این تحقیق، تعداد نرون های لایه میانی و ترتیب معرفی نمونه های آموزشی بیشترین اثر را در همگرایی دارند که با بهینه سازی این پارمترها دقت طبقه بندی شبکه عصبی به ۰.۸۴ می رسد. برای بکارگیری از قابلیت دادهای چند زمانی در روش های آماری و فازی، می بایست برای هر طبقه بندی کننده ورودی های بهینه انتخاب شوند. براساس نتایج حاصله در این تحقیق، الگوریتم ژنتیک با معیار شایستگی کاپا بهترین عملکرد را در انتخاب ورودی های بهینه نسبت به روش های ترتیبی داراست. بهترین دقت با ورودی های بهینه طیفی مربوط به طبقه بندی کننده بیشترین شباهت (۰۸۱) است که همچنان از دقت مناسبی جهت تفکیک محصولات برخوردار نمی باشد. لذا می توان از توانایی شاخص های گیاهی، مولفه های اصلی بهمراه دادهای طیفی جهت تفکیک محصولات استفاده کرد. در این صورت بهترین دقت مربوط به طبقه بندی کننده فازی ساده (کاپای ۰.۸۸) با ورودی های بهینه شده از تمامی ویژگی ها است. با این وجود در تمامی روش ها، ورودی های بهینه برای تمامی کلاس ها بطور یکسان در نظر گرفته شده است که این برخلاف واقعیت است. بنابراین در روش فازی ساده به منظور بهره گیری از دقت بهتر، بجای بهینه سازی ورودی های برای تمامی کلاس ها از بهینه سازی ویژگی های کلاسی استفاده شده است. که در نتیجه دقت ۰.۹۲ حاصل شد. یکی دیگر از روش های تفکیک محصولات استفاده از روش های سلسله مراتبی است که امکان بکارگیری از چندین طبقه بندی کننده و ویژگی های مختلف را در سطوح مختلف فراهم می نماید. به این منظور میتوان از روش های درختی و ماسکینگ استفاده کرد. در روش های درختی می توان به دو صورت آستانه گذاری یا طبقه بندی کننده در هر گره بهره برد که دراین میان روش طبقه بندی کننده کمترین فاصله درهر گره نسبت به فازی ساده و آستانه گذاری از دقت (۰.۹۱) بهتری در این تحقیق برخوردار شده است. بر اساس نتایج حاصله در این تحقیق بهترین تفکیک پذیری بین محصولات کشاورزی در میان تمامی روش های ذکر شده مربوط به روش ماسکینگ با طبقه بندی کننده فازی ساده (کاپای ۰.۹۳) است که اکثر جفت کلاس های مشابه از یکدیگر بخوبی تفکیک شده اند.

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

فرم حق طبع، نشر و مالکیت نتایج

۱- حق چاپ و تکثیر این پایان‌نامه متعلق به نویسنده آن می‌باشد. هرگونه کپی‌برداری بصورت کل پایان‌نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز می‌باشد.

ضمنا متن این صفحه نیز باید در چند نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد.

۲- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می‌باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نیست.

همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

تقدیر و تشکر

اکنون که به فضل الهی موفق به انجام این پژوهش گردیده‌ام بر خود لازم می‌دانم از اساتید بزرگوار و ارجمندم جناب آقای دکتر مختارزاده و جناب آقای دکتر صاحبی که اساتید راهنمای اینجانب در این تحقیق بوده‌اند به خاطر راهنمایی‌های ارزنده و بی دریغشان تشکر نمایم که همواره در تمام دوران تحصیل مرا یاری نموده و با دقت و حوصله اینجانب را در تهیه و تدوین این پژوهش یاری کرده و افق های جدیدی در برابر دیدگانم گشودند.

از استاد مشاور محترم جناب آقای مهندس فتاحی به خاطر برخورداری از نظرات و مساعدت‌های ایشان و دکتر ولدان زوج، دکتردرویش زاده و تمامی اساتید گرامی که در طول دوران تحصیل راهنمای بنده بوده تشکر و قدرانی می‌نمایم.

از جناب آقای مهندس عبداله زاده و موسسه پژوهشهای برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی بخاطر در اختیار قرار دادن تصاویر مورد نیاز و دادهای زمینی صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم.

در خاتمه از دوستان عزیزم جناب آقایان صادقی، قلوبی، سرمدی، هاشمی، زلفی گل، حیدری، حق پرست، شریفی و تمام کسانی که به نوعی مرا در تدوین این پژوهش یاری نمودند صمیمانه تشکر می‌نمایم.

فهرست مطالب

فصل اول ۱

مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- مروری بر تحقیقات صورت گرفته ۳
۱-۳- ضرورت و اهداف تحقیق ۷
۱-۴- روش تحقیق ۸
۱-۵- ساختار پایان نامه ۹

فصل دوم ۱۰

منطقه مورد مطالعه و داده های مورد استفاده ۱۰

۲-۱- مقدمه ۱۱
۲-۲- معرفی منطقه مورد مطالعه ۱۱
۲-۳- معرفی داده های ماهواره ای ۱۴
۲-۴- پیش پردازش ۱۷
۲-۴-۱- تصحیح هندسی ۱۷
۲-۴-۲- تصحیح رادیومتریکی ۱۹
۲-۴-۳- حذف عوارض غیر گیاهی ۲۰
۲-۵- روش تهیه داده های کنترلی ۲۱

فصل سوم ۲۴

تفکیک محصولات کشاورزی به کمک داده های طیفی تک زمانی و چند زمانی ۲۴

۳-۱- مقدمه ۲۵
۳-۲- مروری بر روش های مختلف طبقه بندی تصاویر ماهواره ای ۲۵
۳-۲-۱- طبقه بندی کمترین فاصله MIN ۲۶
۳-۲-۲- طبقه بندی بیشترین شباهت MXL ۲۶
۳-۲-۳- شبکه عصبی چند لایه انتشار به جلو ۲۸
۳-۲-۳-۱- مدل نرون مصنوعی ۲۹
۳-۲-۳-۲- توپولوژی شبکه عصبی ۳۲
۳-۲-۳-۳- آموزش شبکههای عصبی انتشار به جلو ۳۳
۳-۲-۴- منطق فازی ساده EF ۳۵
۳-۲-۴-۱- فرایند فازی سازی ۳۷
۳-۲-۴-۲- قوانین تصمیم گیری فازی ۳۹
۳-۲-۴-۳- غیر فازی ساز ۴۰
۳-۲-۵- معیارهای ارزیابی دقت طبقه بندی ۴۱
۳-۳- ارزیابی روش های رایج طبقه بندی تک زمانی و چند زمانی جهت تفکیک محصولات کشاورزی ۴۴
۳-۴- بهینه سازی شبکه های عصبی جهت تفکیک محصولات کشاورزی در طبقه بندی چند زمانی(GNN) ۴۹

۳-۴-۱- *الگوریتم ژنتیک (GA)* ۴۹
۳-۴-۲- *بهینه سازی معماری شبکه های عصبی به کمک الگوریتم ژنتیک* ۵۱
۳-۴-۲-۱- ساختاردهی الگوریتم ژنتیک ۵۲
۳-۴-۲-۲- پیاده سازی و ارزیابی نتایج حاصل ۵۴
۳-۴-۳- *بهینه سازی معماری و ترتیب معرفی نمونه های آموزشی NN به کمک GA* ۵۶
۳-۴-۳-۱- ساختاردهی الگوریتم ژنتیک ۵۶
۳-۴-۳-۲- پیاده سازی و ارزیابی نتایج ۵۷
۳-۵- جمع بندی و نتیجه گیری ۶۰
فصل چهارم ۶۳
تولید و انتخاب ویژگی های بهینه به منظور تفکیک محصولات کشاورزی ۶۳
۴-۱- مقدمه ۶۴
۴-۲- مروری بر روش های انتخاب ویژگی ۶۴
۴-۲-۱- *معیارهای تفکیک پذیری* ۶۵
۴-۲-۲- *انتخاب ویژگی بر اساس روش های ترتیبی Sequential* ۶۷
۴-۲-۲-۱- روش ترتیبی پسرو SBS ۶۸
۴-۲-۲-۲- روش ترتیبی پیشرو SFS ۶۹
۴-۲-۳- *انتخاب ویژگی به کمک الگوریتم ژنتیک* ۷۰
۴-۳- بررسی و ارزیابی روش های مختلف انتخاب باندهای طیفی بهینه ۷۱
۴-۳-۱- *نتایج انتخاب ویژگی به روش های ترتیبی* ۷۲
۴-۳-۲- *نتایج انتخاب ویژگی براساس الگوریتم ژنتیک* ۷۳
۴-۳-۳- *مقایسه و ارزیابی روش های انتخاب ویژگی* ۷۵
۴-۴- انتخاب ویژگی های بهینه به کمک الگوریتم ژنتیک ۷۶
۴-۴-۱- *انتخاب باندهای طیفی بهینه به کمک GA* ۷۶
۴-۴-۲- *استخراج و انتخاب ویژگی های بهینه به کمک GA* ۷۷
۴-۴-۲-۱- تولید ویژگی ۷۸
۴-۴-۲-۲- انتخاب ویژگی های بهینه به کمک GA ۸۲
۴-۵- انتخاب ویژگی های بهینه کلاسی در طبقه بندی کننده ی EF به کمک GA ۸۴
۴-۶- جمع بندی و نتیجه گیری ۸۵
فصل پنجم ۸۷
بررسی و ارزیابی روش های مختلف طبقه بندی سلسله مراتبی جهت تفکیک محصولات کشاورزی ۸۷
۵-۱- مقدمه ۸۸
۵-۲- مروری بر روش های طبقه بندی سلسله مراتبی ۸۸
۵-۲-۱- *روش طبقه بندی درختی* ۸۹
۵-۲-۱-۱- طراحی ساختار درختی ۹۰
۵-۲-۱-۲- انتخاب قانون تصمیم گیری و ویژگی های بهینه در هر گره ۹۱
۵-۲-۲- *روش طبقه بندی ماسکینگ* ۹۲

۵-۳- پیاده سازی و ارزیابی نتایج روش طبقه بندی درختی ۹۳
۵-۳-۱- طبقه بندی درختی به روش آستانه گذاری ۹۴
۵-۳-۲- طبقه بندی درختی به روش طبقه بندی در هر گره تصمیم گیری ۹۶
۵-۴- پیاده سازی و ارزیابی نتایج روش طبقه بندی ماسکینگ ۹۸
۵-۵- جمع بندی و نتیجه گیری ۱۰۲
فصل ششم ۱۰۳
۶-۱- مقدمه ۱۰۴
۶-۲- نتیجه گیری ۱۰۴
۶-۳- پیشنهادات ۱۱۰
منابع ۱۱۱

فهرست اشکال

شکل ۱-۱- فلوچارت کلی ساختار پایان نامه جهت تفکیک محصولات کشاورزی ۹
شکل۲-۱- موقعیت شهرستان بروجن در استان چهار محال بختیاری ۱۲
شکل ۲-۲- محصولات کلیدی کشاورزی مورد ارزیابی: یونجه – گندم – سیب زمینی – چغندر قند – جو – شبدر – باغات ۱۳
شکل ۲-۳- ماهواره IRS P6 ۱۵
شکل۲-۴- تصویر رنگی باندهای (۳،۲،۱) خرداد ماه، شهرستان بروجن ۱۷
شکل ۲-۵- نحوه ثبت تصویر تیر ماه به تصویر شهریور ماه ۱۸
شکل ۲-۶- تصحیح رادیومتریک برای باند اول تصویر خرداد ماه بر اساس روشsubtraction dark pixel ۲۰
شکل ۲-۷- هیستوگرام پیکسلهای نمونه های آموزشی در باند Max NDVI ۲۰
شکل ۲-۸- تصویر باینری تولید شده جهت ماسک عوارض غیر کشاورزی ۲۱
شکل۲-۹- منحنی طیفی- زمانی محصولات کشاورزی برای چهار مقطع زمانی ۲۲
شکل ۳-۱- مثالی ازشبکه عصبی انتشاربه جلو ۳ لایه ای ۲۹
شکل ۳-۲- مدلی از یک نرون مصنوعی درلایه J [۴۹] ۳۰
شکل۳-۳- گراف تابع فعالیتlogistic [۴۹] ۳۱
شکل ۳-۴- تاثیرتعداد نرون های لایه پنهانA) ۵ نرون و B) ۲۰ نرون برای ۱۲ نمونه آموزشی[۴۹] ۳۲
شکل ۳-۵- میانگین خطای نرخ یادگیری داده آموزشی وتست به عنوان تابعی از تعداد نرون های لایه پنهان ۳۳
شکل ۳-۶- دیاگرام طبقه بندی فازی ساده[۳۴] ۳۶
شکل ۳-۷- مثالی از یک معماری طبقه بندی فازی ساده که برای دو باند و سه کلاس طراحی شده است[۳۴] ۳۷
شکل ۳-۸- نمودارتابع عضویت گوسی شکل ۳۹
شکل ۳-۹-غیرفازی‌ساز. الف: غیرفازی‌ساز مرکزثقل، ب: غیرفازی‌سازماکزیمم ۴۱
شکل ۳-۱۰- مراحل اجرای الگوریتم ژنتیک [۳۶] ۵۰
شکل ۳-۱۱- ساختار الگوریتم ژنتیک جهت بهینه سازی شبکه عصبی ۵۱
شکل ۳-۱۲- ساختار کرومزومی و نحوه نمایش پارمترهای آن؛ الف- ژنهای مرتبط با تعداد نرون لایه میانی، نرخ آموزش و ضریب مامنتوم. ب- ژنهای مرتبط با تعداد ورودی های چند زمانی بعنوان نرون های تشکیل دهنده لایه اول شبکه عصبی ۵۲
شکل ۳-۱۳- تلفیق کرومزومها براساس روش single point ؛ یک نقطه برش در بخش الف و یک نقطه برش دیگر در بخش ب کرومزوم بطور تصادفی انتخاب می شود ۵۳
شکل ۳-۱۴- روند مربوط به همگرایی الگوریتم ژنتیک در ۶۰ تکرار ۵۵
شکل ۳-۱۵- ساختار شبکه عصبی بهینه جهت طبقه بندی چند زمانی با چهار تصویر ۵۶
شکل ۳-۱۶- ساختار کرومزومی و نحوه نمایش پارمترها ی آن ؛ الف- ژنهای مرتبط با تعداد نرون لایه میانی، نرخ آموزش و ضریب مامنتوم . ب- ژنهای مرتبط با ترتیب معرفی نمونه های آموزشی ۵۷
شکل ۳-۱۷- روند مربوط به همگرایی الگوریتم ژنتیک در ۶۰ تکرار ۵۸
شکل ۳-۱۸- ساختار شبکه عصبی بهینه جهت طبقه بندی چند زمانی با چهار تصویر ۵۹
شکل ۳-۱۹- میزان تداخل بین هر جفت کلاس بر اساس شبکه عصبی بهینه (سمت راست) و شبکه عصبی استاندارد(سمت چپ) با ورودی های تمامی مقاطع زمانی.۱-گندم ۲-سیب زمینی ۳-چغندرقند ۴-باغ ۵-یونجه ۶-جو ۷-شبدر ۶۰
شکل ۴-۱- پدیده هاف ۶۵

شکل ۴-۲- ساختار کرومزومی الگوریتم ژنتیک جهت انتخاب ویژگی های بهینه برای طبقه بندی کننده های مختلف.. ۷۰
شکل ۴-۳- تلفیق کرومزومها براساس روش single point ؛ یک نقطه برش در کرومزوم بطور تصادفی انتخاب می شود. ۷۱
شکل ۴-۴- ساختار کرومزومی یک عضو از جامعه اولیه ژنتیک ۷۳
شکل ۴-۵- روند همگرایی الگوریتم ژنتیک ۷۴
شکل ۴-۶- بهترین کرومزوم با بیشترین میزان شایستگی در جامعه نهایی ۷۵
شکل ۴-۷- میزان تداخل بین هر جفت کلاس بر اساس الگوریتم بیشترین شباهت باورودی های بهینه بهینه (سمت راست) و ورودی های تمام مقاطع زمانی(سمت چپ).۱-گندم ۲-سیب زمینی ۳-چغندرقند ۴-باغ ۵-یونجه ۶-جو ۷-شبدر ۷۷
شکل ۴-۸- میزان تداخل بین هر جفت کلاس بر اساس الگوریتم فازی ساده با ورودی های بهینه کلی (سمت راست) و ورودی های بهینه طیفی(سمت چپ).۱-گندم ۲-سیب زمینی ۳-چغندرقند ۴-باغ ۵-یونجه ۶-جو ۷-شبدر ۸۳
شکل ۵-۱- ساختار کلی طبقه بندی کننده های درختی ۸۹
شکل ۵-۲- روند تشکیل ساختار یک درخت به روش bottom to up [۲۸] ۹۱
شکل۵-۳- فرایند ادغام کلاس ها جهت تشکیل ساختار درختی ۹۳
شکل ۵-۴- طبقه بندی درختی به روش آستانه گذاری ۹۵
شکل ۵-۵- طبقه بندی درختی به روش تلفیق آستانه گذاری و طبقه بندی کننده ۹۷
شکل ۵-۶- میزان تداخل بین هر جفت کلاس بر اساس طبقه بندی درختی به روش فازی ساده (سمت راست) و روش کمترین فاصله(سمت چپ).۱-گندم ۲-سیب زمینی ۳-چغندرقند ۴-باغ ۵-یونجه ۶-جو ۷-شبدر ۹۸
شکل ۵-۷- ترتیب طبقه بندی و ماسک کلاسی ۱۰۰
شکل ۵-۸- میزان تداخل بین هر جفت کلاس بر اساس طبقه بندی ماسکینگ به روش فازی ساده (سمت راست) و روش کمترین فاصله(سمت چپ).۱-گندم ۲-سیب زمینی ۳-چغندرقند ۴-باغ ۵-یونجه ۶-جو ۷-شبدر ۱۰۱
شکل ۶-۱- نتایج طبقه بندی به روش های مختلف با کاپای نرمال ۱۰۸
شکل ۶-۲- میزان تداخل بین هر جفت کلاس بر اساس طبقه بندی ماسکینگ به روش فازی ساده (سمت راست) و روش کمترین فاصله(سمت چپ).۱-گندم ۲-سیب زمینی ۳-چغندرقند ۴-باغ ۵-یونجه ۶-جو ۷-شبدر ۱۰۹
شکل۶-۳- نتایج بخشی از طبقه بندی ماسکینگ بصورت فازی ساده ۱۰۹

فهرست جداول

جدول۲-۱- تقویم زراعی محصولات کلیدی منطقه بروجن در نیمه اول سال ۱۴
جدول۲-۲- مشخصات ماهواره IRS-P6 ۱۵
جدول ۲-۳- مشخصات سنجنده LISS-III ماهواره IRS P6 [۵۰] ۱۵
جدول ۲-۴- تاریخ اخذ تصاویر LISS III شهرستان بروجن ۱۶
جدول۲-۵- داده های آموزشی و کنترلی مورد استفاده ۲۳
جدول ۳-۱- انواعی از توابع عضویت رایج در منطق فازی[۴۸] ۳۸
جدول ۳-۲- قوانین تصمیم گیری رایج در منطق فازی ۴۰
جدول ۳-۳- دقت طبقه بندی (کاپای نرمال) برا ی حالات مختلف طبقه بندی کننده فازی ساده ۴۵
جدول ۳-۴- نتایج طبقه بندی براساس روش های رایج برروی ورودی های طیفی- زمانی ۴۶
جدول ۴-۱- معیارهای تفکیک پذیری متداول [۲۸] ۶۶
جدول۴-۲- نتایج انتخاب ویژگی های طیفی به روش SBS ۷۲
جدول۴-۳- نتایج انتخاب ویژگی های طیفی به روش SFS ۷۳
جدول ۴-۴- بررسی و ارزیابی روش های انتخاب باند های بهینه برای طبقه بندی کننده کمترین فاصله ۷۵
جدول ۴-۵- نتایج طبقه بندی براساس ورودی های بهینه شده توسط الگوریتم ژنتیک ۷۶
جدول ۴-۶- شاخص های گیاهی متداول [۴۰] ۸۰
جدول ۴-۷- ویژگی های استخراج شده ۸۲
جدول ۴-۸- نتایج طبقه بندی براساس ورودی های بهینه شده توسط الگوریتم ژنتیک ۸۳
جدول ۵-۱- ویژگی های بهینه برای گره های سطح پایین روش درختی با طبقه بندی کمترین فاصله ۹۶
جدول ۵-۲- ویژگی های بهینه برای گره های سطح پایین روش درختی با طبقه بندی فازی ساده ۹۶
جدول ۵-۳- ویژگی های بهینه کلاسی با طبقه بندی فازی ساده ۹۹
جدول ۵-۴- ویژگی های بهینه کلاسی با طبقه بندی کمترین فاصله ۹۹
جدول ۵-۵- نتایج طبقه بندی ها با ویژگی های بهینه کلاسی ۱۰۰
جدول ۶-۱- ماتریس ابهام روش ماسکینگ با طبقه بندی فازی ساده ۱۰۸

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

در هر کشور به منظور مدیریت منابع، برنامه ریزی اقتصادی و تصمیم گیری‌ها در سطح کلان، نیازمند دسترسی به یکسری اطلاعات جهت تحقق این موارد است. از مهمترین این نوع اطلاعات، می توان به نوع پوشش زمین[۱] و کاربری اراضی[۲] اشاره کرد. مدیران و مسولین اجرایی بدون داشتن اطلاعات دقیق و کافی از سطوح مختلف قادر به تصمیم گیری‌های درست و مناسب در مورد مسائل گوناگون نمی باشند. بنابراین اغلب تصمیمات با شکست مواجه شده و منجر به نتایج نامطلوب می گردد. از طرفی پیشرفت‌های روزافزون بشر در زمینه تکنولوژی اطلاعات و مهندسی ژئوماتیک، بویژه پیشرفت‌های چشمگیر اخیر در زمینه تکنولوژی سنجش از دور[۳] و ظهور تصاویر ماهواره ای با حدود تفکیک مکانی و طیفی متنوع امکان تولید اطلاعات از عوارض و پدیده‌های مختلف جغرافیایی در زمانهای کوتاه و با دقت-های بالا را فراهم آورده است. این اطلاعات با دقت مکانی و محتوای اطلاعاتی بالا، ابزاری ارزشمند جهت انجام مطالعه بر روی پدیده‌های مختلف جغرافیایی به حساب می‌آیند.

کشاورزی یکی از منابع کلیدی در تامین نیاز غذایی و همچنین از ارکان اقتصاد هر کشور می باشد. بنابراین دسترسی به اطلاعات مختلف کشاورزی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. یکی از کاربردهای مهم تصاویر سنجش از دوری در حوزه فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد. در این زمینه، مطالعه بر روی وضعیت بهنگام پوشش اراضی، سطوح زیر کشت، تخمین میزان محصول، شناسایی استرس‌های گیاهی، پیش‌بینی و مدیریت بحران کشاورزی و ... از جمله موارد و موضوعات تحقیقاتی می‌باشند. شناسایی و تفکیک محصولات کشاورزی اعم از زراعی و باغی بعنوان یکی از پایه‌ای ترین فعالیت‌های این حوزه مطرح می-باشد. این امر بعنوان مقدمه اصلی در تخمین سطح زیر کشت و میزان قابل برداشت محصولات بوده که بعنوان اطلاعات اصلی مورد نیاز در مدیریت منابع کشاورزی مطرح می‌باشد.

[1] Land cover
[2] Land use
[3] Remote sensing

۱-۲- مروری بر تحقیقات صورت گرفته

ازجمله تحقیقات صورت گرفته در زمینه بهره گیری از داده های طیفی چند زمانی[1] جهت تفکیک محصولات کشاورزی می توان به مقالات[۱-۶] اشاره نمود. در این تحقیقات با استفاده از منحنی طیفی[2]- زمانی محصولات کشاورزی، اقدام به طبقه بندی با روش های سنتی کرده سپس بر اساس دقت طبقه بندی میزان تفکیک پذیری بین محصولات کشاورزی مشخص می شود. از مزایای این روش، امکان بهره گیری از اطلاعات ناشی از تغییرات رفتارهای گیاهی در طول دوره رشد خود می‌باشد که در تفکیک پذیری بین محصولات کشاورزی بسیار موثر است. با این وجود در مورد این روش‌ها افزایش وابستگی بین باندهای طیفی- زمانی بعنوان عامل کاهش دقت معرفی شده است.

استفاده از شاخص های گیاهی بهمراه دادهای طیفی چند زمانی در [۷, ۸] از دیگر راهکارهای معرفی شده برای بهره گیری از منابع داده چند زمانی می باشد. با این وجود بدلیل مشابه بودن اکثر شاخص های گیاهی بهم، امکان بکارگیری چندین شاخص گیاهی بطور همزمان میسر نمی باشد. بنابراین در بکار گیری این شاخص ها با محدودیت های مواجه می باشند.

در [۹] تفکیک محصولات کشاورزی از روی تصاویر چند زمانی به روش ماسکینگ[3] انجام شده است. در این روش هر محصول از تصویر مقطع زمانی که بالاترین دقت ممکن را حاصل کند شناسایی و در نهایت نتایج طبقه بندی تصاویر مختلف با یکدیگر تلفیق می گردد. اگر چه در این روش وابستگی بین باندهای مختلف تصاویر چند زمانی مطرح نمی باشد ولیکن ضرورت استفاده از تصاویر چند زمانی بیش از تعداد کلاس های مورد نظر بعنوان یک عامل محدود کننده مطرح می باشد.

بر اساس [۱۰, ۱۱] یکی از شاخص‌های معروف و پرکاربرد در مسائل شناسایی، تفکیک محصولات کشاورزی شاخص گیاهی NDVI[4] است که بیشترین همبستگی را با پارامتراهای پوشش گیاهی از قبیل

[1] multitemporal
[2] Spectral signature
[3] Image masking
[4] Normalize difference vegetation index

شاخص پوشش سطح برگ[1] و زیست توده[2] دارد. در این تحقیقات شاخص گیاهی NDVI برای هر مقطع زمانی استخراج می شود. سپس ماکزیمم مقدار NDVI از بین تمامی مقاطع زمانی برای هر پیکسل مشخص شده و همراه با دادهای طیفی چند زمانی وارد طبقه بندی می گردند. این روش از تغییرات زمانی شاخص گیاهی در طول دوره رشد محصولات استفاده نکرده است که می تواند میزان تفکیک پذیری بین محصولات را بالا ببرد. شاخص ماکزییم NDVI بیشتر در تفکیک محصولات کشاورزی از دیگر عوارض موثرتر است.

در [۱۲, ۱۳] شناسایی و تفکیک محصولات کشاورزی مبتنی بر استفاده از شاخص پوشش سطح برگ (LAI) می باشد. ابتدا برای تصویر شاخص گیاهی NDVI محاسبه شده سپس از طریق روابط تجربی برای هر محصول LAI را از روی شاخص گیاهی NDVI بدست می آورند. در ادامه براساس میزان LAI محاسبه شده و LAI اندازه گیری شده از مشاهدات زمینی برای هر محصول بوسیله آنالیز رگراسیون یک مدل برازش می دهند. در نهایت براساس مدل برازش شده برای هر محصول اقدام به شناسایی و تفکیک آن می نمایند. این روش بیشتر در مورد تصاویر فرا طیفی[3] صادق می باشد بدلیل اینکه می توان چندین NDVI از باندهای گوناگون آن استخراج کرد در نتیجه میزان دقت برآورد LAI افزایش می یابد. از طرفی نیازمند به عملیات زیاد صحرایی می باشد که زمان بر و وقت گیر است.

یکی دیگر از روش‌های شناسایی و تفکیک محصولات کشاورزی بهره گیری از قابلیت و توانایی تصاویر فراطیفی از قبیل HYPERION , PROBE1 می باشد.[۱۴, ۱۵] برای شناسایی و تفکیک محصولات کشاورزی پس از پیش پردازش های اولیه که شامل تصحیحات هندسی، تصحیحات رادیومتریک، تصحیحات جوی، کاهش ابعاد فضا و انتخاب ویژگی می باشد با استفاده از نمونه های آموزشی و منحنی طیفی هر کلاس اقدام به طبقه بندی می شود. در مورد تصاویر فرا طیفی، طبقه بندی کننده درختی[4] دارای انعطاف پذیری مناسبی می باشد که می توان در هر گره تصمیم گیری از الگوریتم خاص با

[1] Leaf area index (LAI)
[2] biomass
[3] hyperspectral
[4] Decision tree

ویژگیهای گوناگون استفاده نمود. از مزایای این روش تعیین منحنی طیفی دقیق هر محصول است که در شناسایی محصولات کشاورزی نقش مهمی دارد بخصوص در مورد تفکیک محصولاتی که بیشترین شباهت را از نظر طیفی و تقویم رشد دارند. با این حال مشکل اصلی در مورد تصاویر فراطیفی حجم زیاد داده می باشد که امکان وابستگی بین باندهای مختلف را افزایش می دهد. بنابراین می بایست ابعاد داده ها را جهت پردازش های طبقه بندی کاهش داد. همچنین بدلیل پهنای کم باندها نسبت سیگنال به نویز SNR[1] در این تصاویر پایین و تاثیر اتمسفر برروی تصویر زیاد می باشد. بنابراین تصحیح اثرات اتمسفریک در این نوع تصاویر از اهمیت بالایی برخوردار است. که کاری دشوار بوده و نیازمند به اندازه گیری پارمترهای مختلف محیطی می باشد. از دیگر مشکلات این روش عدم پوشش تصاویر از مناطق مختلف و گران بودن این نوع تصاویر است.

بر طبق [۱۶] هرگاه تصاویر مورد استفاده جهت شناسایی و تفکیک محصولات کشاورزی دارای قدرت تفکیک مکانی پایینی باشند. پدیده تداخل در هر پیکسل رخ می دهد. بنابراین در داخل هر پیکسل بیش از یک ماده وجود خواهد داشت. در نتیجه جهت شناسایی و تفکیک هر محصول می بایست ابتدا درصد هر محصول را در هر پیکسل محاسبه کرد. برای این منظور می بایست از تعداد و نوع هر محصول در داخل پیکسل آگاه بود. در [۱۷] دو روش جهت تشخیص درصد هر محصول در هر پیکسل بیان شده است. روش اول آنالیزخطی اختلاط طیفی(LSMA[2]) بر این اصل استوار است که تابش (رادیانس[3]) هر پیکسل در هر باند ترکیب خطی از رادیانس های مواد موجود در آن پیکسل می باشد که در نتیجه بازای هر باند یک معادله خواهیم داشت و تعداد مجهولات برابر با تعداد محصولات موجود در منطقه مورد مطالعه می باشد. هدف پیدا کردن وزن هر محصول در داخل پیکسل بوده که در این روش می بایست همواره تعداد باندها از تعداد محصولات بیشتر باشد. روش دوم استفاده از شبکه های عصبی[4] می باشد به این صورت که تعداد نرون های لایه ورودی برابر با باندهای طیفی تصویر و تعداد نرون های لایه خروجی

[1] Signal to noise ratio
[2] Linear spectral mixture analysis
[3] radiance
[4] Neural nnetwork