

تشخیص بیماری بلاست گیاه برنج بر اساس فن آوری ماشین بینایی

لاریجانی، محمدرضا^۱، عسکری اصلی ارده، عزت اله^{۲*} و کوزه‌گر، احسان^۳

۱. دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل mlarijani@gmail.com

۲. دانشیار گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل (ezzataaskari@uma.ac.ir)

۳. استادیار گروه مهندسی کامپیوتر دانشکده فنی و مهندسی شرق گیلان دانشگاه گیلان (kozegar@guilan.ac.ir)

چکیده

هدف از این تحقیق ارزیابی تکنیک پردازش تصویر در تشخیص بیماری بلاست گیاه برنج در شرایط مزرعه‌ای و کنترل شده می‌باشد. با استفاده از نرم‌افزار MATLAB، تصاویر تهیه شده از شرایط مزرعه‌ای و کنترل شده، در سه فضای رنگی RGB، HSI و LAB پردازش شدند. سپس توسط پروفایل شدت سطوح خاکستری، خصوصیات رنگی استخراج و مقدار آستانه برای حذف پس‌زمینه تصویر به دست آمد. پس از حذف پس‌زمینه در فضاهای رنگی RGB، HSI و LAB، به تشخیص لکه‌های بیماری روی برگ گیاه برنج پرداخته شد. در فضای رنگی RGB با استفاده از تفریق آرایه‌ها به صورت آزمون و خطا لکه‌های بلاست روی برگ از بقیه پیکسل‌های تصویر تفکیک شد. در فضای رنگی HSI از Hue استفاده شد؛ چون این مؤلفه مستقل از تغییرات شدت نور بود، شناسایی لکه بلاست نسبت به مؤلفه‌های S و I با دقت بالاتری انجام شد. در فضای رنگی LAB از الگوریتم خوشه‌بندی Kmeans برای بخش‌بندی تصاویر در سه خوشه استفاده گردید و پس از برچسب‌گذاری تصویر لکه‌های بیماری بلاست در یک خوشه مستقل نمایش داده شد. در پایان جهت تعیین میزان کارایی الگوریتم‌های طراحی شده در سه فضای رنگی، فاکتور حساسیت، ویژگی و دقت کل بر اساس ماتریس اغتشاش برای ۵۰ نمونه تصویر تست شد. در شرایط مزرعه‌ای و کنترل شده، بالاترین دقت در تشخیص لکه بلاست در فضای رنگی LAB حاصل شد که به ترتیب ۹۴ و ۹۸ درصد بود. به‌طور کلی نتایج به‌دست آمده نشان داد که روش پردازش تصویر می‌تواند برای تشخیص بیماری بلاست گیاه برنج بکار رود.

کلمات کلیدی: برنج، پردازش تصویر، بلاست، فضای رنگی RGB، HSI و LAB

*نویسنده مسئول: ezzataaskari@uma.ac.ir

تشخیص بیماری بلاست گیاه برنج بر اساس فن آوری ماشین بینایی

مقدمه:

برنج با نام علمی اوریزا ستیوا^۱ یکی از مهم‌ترین غلات و از خانواده گرامینه‌ها است که پس از گندم، دومین غله‌ی مهم دنیا به حساب می‌آید. از دیدگاه تأمین غذایی طی سه دهه اخیر، نقش برنج در الگوی غذایی، مرتباً افزایش یافته است [۱]. از طرفی دیگر، روند افزایشی رشد جمعیت و تقاضای روزافزون برای محصول برنج، کشور ایران را در ردیف مهم‌ترین کشورهای واردکننده برنج قرار داده است. با توجه به مراتب فوق، تمرکز برافزایش تولید در واحد سطح مهم‌ترین راهبرد در تولید این محصول می‌باشد. اما زراعت برنج تحت تأثیر آفات و بیماری‌های مختلفی است که از نظر اقتصادی بسیار قابل توجه و حائز اهمیت است. یکی از این بیماری‌ها، بلاست است که مؤثرترین عوامل محدودکننده در عملکرد این گیاه است. علائم بیماری روی برگ گیاه ابتدا به صورت نقاط آب سوخته^۲ ظاهر شده و سپس به صورت لکه‌های لوزی شکل به طول یک الی سه سانتی‌متر تبدیل می‌شود. لکه‌ها در وسط به رنگ خاکستری و در حاشیه قهوه‌ای تیره می‌باشند. در صورت شدت بیماری ممکن است تمام برگ‌های یک بوته خشک شوند. مبارزه زراعی و شیمیایی از راه‌های جلوگیری از این بیماری قارچی در سطح مزارع می‌باشد. اما تشخیص به موقع و دقیق این بیماری بسیار حائز اهمیت است [۲]. به دلیل اهمیت بسیار بالای بیماری بلاست تحقیقات گسترده‌ای برای کنترل آن از جنبه‌های مختلف صورت گرفته است. فن آوری ماشین بینایی و تکنیک پردازش تصویر امروزه به عنوان یک علم مدرن و کارآمد در علوم و صنایع مختلف از جمله شناسایی شکل، رنگ، اندازه و بافت اشیاء درون تصاویر بوده و قادر به استخراج مشخصه‌های عددی و کمیتی از این اشیاء است [۳]. جهت دستیابی به روشی دقیق و سریع، استفاده از علم ماشین بینایی و تکنیک پردازش تصویر که امروزه پتانسیل بالایی در کشاورزی دقیق دارد، در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است. یک تصویر رنگی، تصویر سطح خاکستری را شامل می‌شود که حاوی اطلاعات گسترده‌ای است. تکنیک پردازش تصویر به کمک آن به آنالیز تصاویر می‌پردازد [۴]. عموماً دوربین‌های CCD و CMOS، فضای رنگی RGB^۳ را در دریافت تصاویر پشتیبانی می‌کنند. رنگ‌ها در تصاویر RGB به صورت مستقیم و در قالب مقادیر R، G و B تعیین می‌شوند، روش‌های دیگری نیز برای ارائه تصاویر رنگی وجود دارند که استفاده از آن‌ها در برخی از کاربردها معمول می‌باشند [۵]. البته فضاهای رنگی مختلفی ارائه شده‌اند که از آن‌ها در کاربردهای ماشین بینایی جهت آنالیز تصاویر استفاده می‌شود. با توجه به مطالب ذکر شده فوق، بررسی امکان به کارگیری از ماشین بینایی و پردازش تصویر در استفاده شناسایی به موقع بیماری‌ها و استفاده به موقع از سموم شیمیایی حائز اهمیت است. برای این منظور، توسط محققین، روش‌های مختلف پردازش تصاویر برای شناسایی آفات و بیماری گیاه برنج استفاده شده است. نیکیتا و دور (۲۰۱۵) با استفاده از دو روش بخش‌بندی اتسو و Contour Extraction در فضای رنگی RGB، به محاسبه ناحیه مبتلا به بیماری روی برگ گیاه پرداختند. هدف آن‌ها بررسی دقت محاسبه ناحیه مبتلا به بیماری در دو روش مذکور بود. نتایج حاصل از الگوریتم طراحی شده نشان داد که با استفاده از روش بخش‌بندی اتسو در فضای رنگی RGB با دقت ۹۹/۱ درصد و روش دوم با دقت ۹۹/۷ درصد می‌توان به ناحیه مبتلا به بیماری دست یافت [۶]. پرانیتا و همکاران

1- oryza sativa

2 - Burned Water Points

3 - Red Green Blue Space

(۲۰۱۵) با استفاده از پردازش تصویر در فضای رنگی RGB به بررسی بیماری روی برگ گیاه پنبه پرداختند. آن‌ها از سطح خاکستری تصاویر توانستند به نتیجه مطلوبی در تشخیص بیماری روی برگ گیاه پنبه برسند [۷].

باشیش و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، بیماری‌های روی برگ و ساقه گیاهان مختلف را طبقه‌بندی کردند. هدف از مطالعه آن‌ها طراحی و ارزیابی سیستم پردازش تصویر و آنالیز تصاویر در فضای رنگی RGB برای تشخیص اتومات بیماری‌های گیاهان بیان شد. آن‌ها از تکنیک خوشه‌بندی Kmeans در بخش‌بندی تصاویر RGB استفاده کردند. نتایج الگوریتم طراحی شده توسط آن‌ها در تشخیص و طبقه‌بندی بیماری‌ها ۹۳ درصد گزارش شد [۸].

اکتا و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از تکنیک‌های مختلف تشخیص لبه‌یابی در فضای سطح خاکستری تصاویر به شناسایی بیماری گیاهان پرداختند. دقت الگوریتم طراحی شده در تعیین بیماری گیاه برای فیلتر کانی بین ۸۰ تا ۹۹ درصد بیان شد [۹]. سانجای و شریکانت (۲۰۱۱) با استفاده از تصاویر رنگی دریافت شده توسط دوربین دیجیتالی ۱۲ مگاپیکسلی به بررسی بیماری قارچی روی برگ گیاه نیشکر پرداختند. آن‌ها ابتدا تصاویر دریافت شده (شرایط آزمایشگاهی) را از مدل رنگی RGB به مدل HSI تبدیل کردند و سپس الگوریتم طراحی شده توسط آن‌ها به طور میانگین با دقت ۹۸/۶ درصد توانست بیماری قارچی لکه قهوه‌ای را تشخیص دهد [۱۰].

پدی‌پات و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از تکنیک پردازش تصویر به تشخیص بیماری مرکبات در فضای رنگی HSI پرداختند. آن‌ها پس از پردازش اولیه تصاویر، از ماتریس رنگی هم‌رویداد برای استخراج خواص ساختاری رنگ برگ مرکبات استفاده کردند. دقت الگوریتم طراحی شده در تشخیص بیماری ۹۸/۷۵ درصد بیان شد [۱۱].

الهیاری و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی Kmeans و شبکه عصبی مصنوعی، پنج نوع بیماری مختلف گیاه را در فضای رنگی HSI طبقه‌بندی کردند. دقت جداسازی الگوریتم طراحی شده توسط آن‌ها ۸۴ الی ۹۳ درصد بیان شد. برناردس و همکاران (۲۰۱۳) الگوریتمی برای تشخیص بیماری گیاه پنبه طراحی کردند که از تبدیل موجک برای استخراج ویژگی و از شبکه عصبی مصنوعی برای دسته‌بندی تصاویر استفاده می‌شد. دقت الگوریتم طراحی شده ۹۱ درصد بیان شد [۱۲]. آریواژاگان و همکاران (۲۰۱۳) الگوریتمی طراحی کردند تا بتواند به‌طور خودکار بیماری گیاهان (موز، گواوا، مرکبات) را تشخیص دهد (شرایط آزمایشگاهی). آن‌ها ابتدا تصاویر رنگی RGB را به مدل HSI تبدیل و سپس مؤلفه سبز تصویر را حذف کردند (زیرا هدف آن‌ها تشخیص ناحیه تغییر رنگ برگ گیاه از رنگ سبز به رنگ‌های دیگر بود). در مرحله بعدی مؤلفه‌های I، H و S از تصاویر استخراج شدند و با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی طبقه‌بندی تصاویر انجام شد. دقت الگوریتم طراحی شده توسط آن‌ها ۹۴ درصد بیان شد [۱۳]. گوپال (۲۰۱۶) با استفاده از تصاویر رنگی دیجیتال به بررسی جمعیت حشرات در مزارع برنج پرداخت. وی از تصاویر 3D ماهواره‌ای که دارای رزولوشن ۱۰۲۴×۱۲۸۰ پیکسل بود استفاده نمود. وی پس از پردازش مقدماتی تصاویر، از سطح خاکستری تصاویر برای طراحی الگوریتم استفاده نمود. نتایج الگوریتم وی نشان داد که توانایی خوبی در شناسایی حشرات مزارع برنج دارد [۱۴].

کانش و امیرسالینگام (۲۰۱۴) به بررسی جمعیت حشرات مختلف با استفاده از تکنیک پردازش تصویر پرداخت. وی قبل از تصویربرداری به بررسی حشرات منطقه پرداخت و ۲۰ نوع مختلف از آن‌ها را شناسایی نمود. سپس با استفاده از تصاویر رنگی دیجیتال و پردازش آن‌ها الگوریتمی بر پایه HOG^۱ طراحی نمود. نتایج آزمایش الگوریتم وی قادر بود با دقت ۹۰ درصد به

1- Histograms Of Oriented Gradient

شناسایی و طبقه‌بندی حشرات پردازد [۱۵]. زاینون (۲۰۱۲) به بررسی تشخیص و شناسایی بیماری بلاست با استفاده از سیستم پردازش تصویر پرداخت. وی پس از تهیه تصاویر رنگی، آن‌ها را با فرمت BMP ذخیره کرد و برای بالا بردن میزان صحت داده‌های تصاویر از روش اتسو برای حذف نویز استفاده نمود. سپس خصوصیات رنگ و شکل تصاویر را استخراج نمود و در مرحله بعد به بخش‌بندی تصاویر و بیماری‌ها پرداخت و در نهایت با استفاده از استخراج داده‌ها، الگوریتم تشخیص بیماری را طراحی نمود. میزان دقت این الگوریتم ۹۲/۵ درصد بیان شد [۱۶]. مفلح (۲۰۱۲) با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در تشخیص آفت پنبه (شپشک) درخت گردوی گرمسیری برای تهیه الگوریتم از ۲۵۰ عکس ورودی شبکه استفاده نمود. نتایج آزمایش وی روی الگوریتم شناسایی شپشک نشان داد که با دقت ۱۰۰ درصد عملیات تشخیص را می‌تواند انجام دهد، همچنین زمان آنالیز و تشخیص شپشک توسط الگوریتم ۰/۱۶ ثانیه بیان شد [۱۷]. ساماتا و ایندراجیت (۲۰۰۲) با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در تشخیص آفت درختچه چای از مدل مک کولاچ پیتز^۱ بر پایه CFS^۲ برای طراحی الگوریتم شناسایی بیماری استفاده نمود. نتایج آزمایش وی روی الگوریتم طراحی شده دارای دقت ۱۰۰ درصدی در شناسایی آفت بود [۱۸]. مودادزار و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و منطق فازی به طبقه‌بندی سه نوع بیماری بلاست، زنگ غلاف و زنگ برگ برنج پرداختند. آن‌ها در تحقیقات خود از ۵۰ نمونه تصویر (در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی) استفاده کردند. برای تهیه الگوریتم، ابتدا تصاویر را دیجیتال، سپس بخش‌بندی و پس از آن به استخراج صفات رنگ در فضای LAB و استخراج داده‌های باینری پرداختند. دقت الگوریتم آن‌ها در تشخیص بیماری گیاه برنج ۱۰۰ درصد بود [۱۹]. جانی و همکاران (۲۰۱۴) استخراج و شناسایی حشرات و آفات از مزارع برنج با استفاده از تکنیک پردازش تصویر پرداختند [۲۰]. نمونه‌های آزمایشی روی تله‌های چسبناک جمع‌آوری شدند و سپس تصاویر آن‌ها توسط چهار دوربین که در مزرعه نصب شده بود دریافت شد. آن‌ها در پردازش تصاویر پس از حذف پس‌زمینه از فیلتر مدین جهت حذف نور اضافی استفاده کردند. نتایج آزمایشات و تست الگوریتم طراحی شده توسط آن‌ها امیدبخش اعلام شد. نوچودا و ماهازاک (۲۰۱۴) استفاده از پردازش تصویر مانیتورینگ به بررسی جمعیت ملخ قهوه‌ای^۳ پرداختند [۲۱]. آن‌ها از فضای رنگی RGB در پردازش تصاویر استفاده کردند، سپس تصاویر را خاکستری و برای استخراج داده‌ها و صفات موردنظر تصاویر را باینری کردند. تمرکز آزمایش آن‌ها روی شناسایی تکنیک پردازش تصویر در تشخیص ملخ قهوه‌ای بود. تست الگوریتم آن‌ها با ۲۰ تصویر از ملخ‌ها صورت گرفت و دقت آن ۶۹/۷۶ درصد گزارش شد. هدف از تحقیق حاضر تشخیص بیماری بلاست گیاه برنج در دو حالت مزرعه‌ای و کنترل شده در سه فضای رنگی RGB، HSI و LAB با استفاده از سیستم ماشین بینایی و پردازش تصویر می‌باشد.

مواد و روش‌ها:

تصاویر رنگی از مزارع برنج واقع در ایستگاه تحقیقات برنج تنکابن (غرب استان مازندران) به دو صورت کانوپی توسط یک کوادکوپتر (هلی‌شات) مجهز به دوربین دیجیتال با رزولوشن ۱۲ مگاپیکسلی، ۳۰ فریم در ثانیه و حافظه ۳۲ گیگابایتی (شکل الف-) و نیز در شرایط کنترل شده توسط دوربین دیجیتالی Canon S3IS 3CCD با رزولوشن ۶ مگاپیکسل درون اتاقکی با ابعاد ۳۰×۳۰×۵۰ سانتی‌متر گرفته شدند. دوربین دارای یک لامپ CFL مدل P.G.T شصت وات با ولتاژ الکتریکی داخلی نوردی شده بود، به طوری که فاصله لنز دوربین از برگ‌ها ۲ سانتی‌متر بود (شکل ب-۱).

1 - Mc Culloch Pitts

2 - Correlation-Based Feature Selection

3 - Brown planthopper



ب



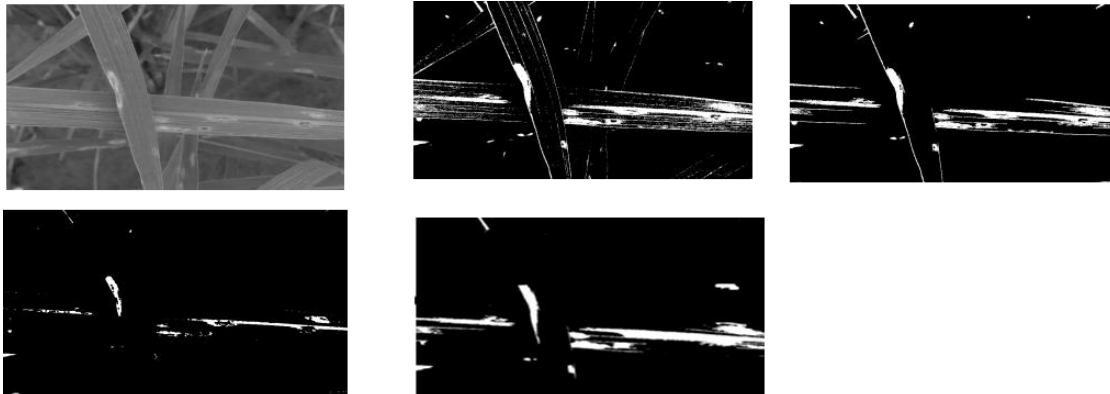
الف

شکل ۱- الف: تصویر کانوپی از بوته برنج مبتلابه بیماری بلاست ب: تصویر برگ گیاه برنج مبتلابه بیماری بلاست در شرایط کنترل شده

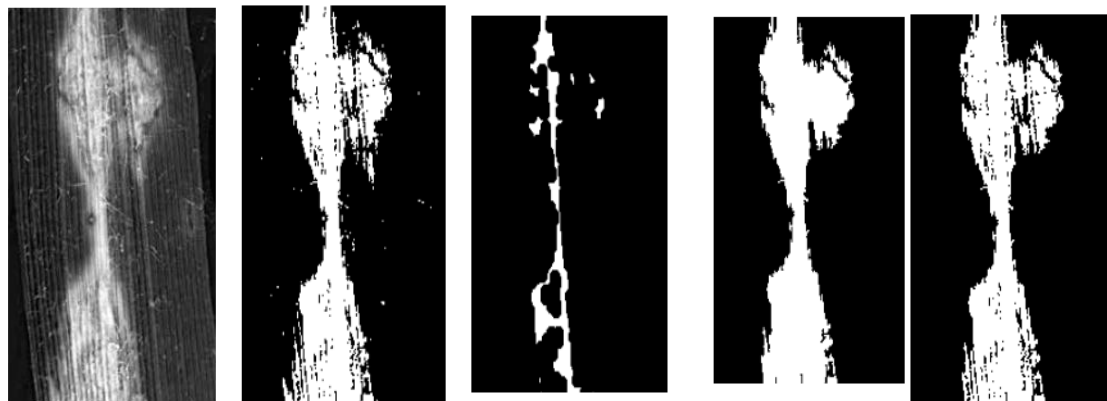
پس از دریافت تصاویر برای پردازش تصاویر از نرم‌افزار متلب R2013b استفاده گردید. در این تحقیق، الگوریتم تعیین بیماری گیاه برنج در سه فضای رنگی RGB، HSI و LAB طراحی شد.

پردازش تصاویر در فضای رنگی RGB

فضای رنگی RGB که بر پایه ترکیبی از سه رنگ اصلی آبی، قرمز و سبز استوار است، فضای بکار گرفته شده در تکنولوژی کامپیوتر است. الگوریتم طراحی شده در این فضای رنگی بر اساس عملیات روی مؤلفه‌های رنگی R، G، B و عملیات روی آرایه‌ها بنیان نهاده شده است و شامل تکنیک‌های پردازشی در سه بخش استخراج خصوصیات رنگی، پیش‌پردازش و پردازش نهایی می‌باشد [۳]. در این الگوریتم شناسایی لکه‌های بیماری در دو مرحله اصلی شامل حذف پس‌زمینه و مرحله تشخیص انجام شد. برای حذف پس‌زمینه، خصوصیات رنگی مربوط به هر کدام از اجزای تشکیل‌دهنده تصویر با استفاده از پروفایل شدت سطوح خاکستری آن‌ها استخراج؛ و به منظور تعیین مقدار آستانه، هیستوگرام مربوط به تصویر حاصل از تفریق آرایه‌ها بررسی شد و با استفاده از مقدار آستانه گیری اتسوز، بوته گیاه برنج از پس‌زمینه تفکیک شد. سپس تصاویر باینری شدند و با عملیات تفریق آرایه‌ها به صورت آزمون و خطا به تشخیص لکه‌های بیماری پرداخته شد. مراحل پردازش تصویر برای هر دو حالت در شکل ۲ و ۳ نشان داده شده است.



شکل ۲- مراحل پردازش تصویر در شرایط مزرعه‌ای به ترتیب از چپ به راست. الف) مؤلفه قرمز تصویر. ب) تصویر باینری شده همراه با نویز. ج) تصویر هموارشده مرحله اول. د) تصویر هموارشده مرحله دوم. ی) تصویر باینری شده با حذف نویز.



شکل ۴- مراحل پردازش تصویر در شرایط کنترل شده. الف) مؤلفه قرمز تصویر. ب) تصویر باینری شده همراه با نویز. ج) تصویر هموارشده مرحله اول. د) تصویر هموارشده مرحله دوم. ی) تصویر باینری شده با حذف نویز.

پردازش تصویر در فضای رنگی HSI

اساس فضای رنگی HSI بر مشاهده و ادراک می‌باشد و از سه مؤلفه پرده رنگ، اشباع و شدت تشکیل شده است که دو مؤلفه اول رابطه نزدیکی با روش دریافت رنگ توسط سیستم بینایی انسان دارند. مؤلفه شدت از اطلاعات رنگ تصویر مجزا است به طوری که اشباع (خلوص) رنگ به صورت تابعی از فاصله تا محور شدت بیان می‌شود [۳]. مدل رنگی HSI در طراحی سیستم‌های تصویربرداری برخی از سیستم‌های خودکار تعیین رسیدگی میوه‌ها و سبزیجات بکار می‌رود. همچنین از این مدل در سیستم‌های تصویربرداری بازرسی نهایی کنترل کیفیت محصولات رنگی استفاده می‌شود. در فضای HSI مؤلفه‌های I، S و H به ترتیب طبق روابط ۱ الی ۴ تعیین می‌شوند:

$$I = \frac{1}{3} (R + G + B) \quad (1)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R, G, B)] \quad (2)$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G) + (R-B)]}{[(R-G)^2 + (R-B)(G-B)]^{1/2}} \right\} \quad (3)$$

$$H = \begin{cases} \theta & \text{if } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{if } B > G \end{cases} \quad (4)$$

نتایج حاصل از پردازش تصاویر در فضای HSI در شکل ۴ و ۵ نشان داده شده است.

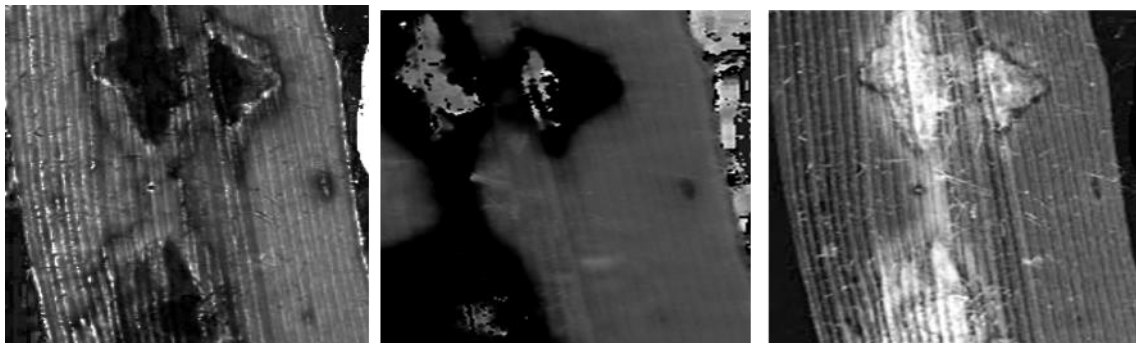


الف

ب

ج

شکل ۵- الف) مؤلفه S از مدل HSI. ب) مؤلفه H از مدل HSI. ج) مؤلفه I از مدل HSI در شرایط مزرعه‌ای.



ج

ب

الف

شکل ۶- الف) مؤلفه S از مدل HSI. ب) مؤلفه H از مدل HSI. ج) مؤلفه I از مدل HSI در شرایط کنترل شده.

پردازش در فضای رنگی LAB

فضای رنگ LAB به دلیل مقاوم بودن در برابر تغییرات رنگ، به یک فضای رنگ مطلوب برای بینایی ماشین تبدیل شده

است. تبدیل از فضای رنگ RGB به LAB به صورت رابطه ۵ الی ۸ انجام می‌گیرد:

$$L = 116 \times f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - 1 \quad (5)$$

$$a = 500 \times \left[f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) \right] \quad (6)$$

(۷)

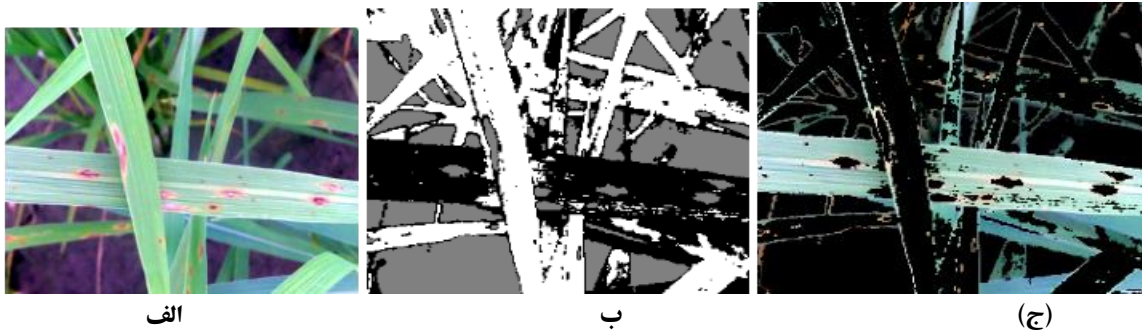
$$b = 200 \times \left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) \right] \quad (8)$$

$$f(t) = \begin{cases} t^{1/3} & \text{if: } t > (\frac{6}{29})^3 \\ \frac{1}{3} (\frac{29}{6})^2 t + \frac{4}{29}, & \text{O.W.} \end{cases}$$

این فضای رنگی از مؤلفه L معادل روشنایی تصویر که بین ۰ (معادل رنگ سیاه) تا ۱۰۰ (معادل انعکاس کامل نور) است، تشکیل شده است. مقادیر مؤلفه a نامحدود است و مقادیر مثبت معادل رنگ قرمز و مقادیر منفی معادل رنگ سبز است. مقادیر b نامحدود است و مقادیر مثبت نشان‌دهنده رنگ زرد و مقادیر منفی نشان‌دهنده رنگ آبی است [۴]. این فضای رنگی نیز عملکرد مشابهی با چشم انسان دارد. فضای رنگی LAB توانایی توصیف کلیه رنگ‌های قابل مشاهده توسط چشم انسان را دارد و به‌عنوان یک مدل رنگی مستقل بکار می‌رود.

پس از عملیات پیش‌پردازش و حذف پس‌زمینه، از خوشه‌بندی^۱ برای به دست آوردن ارزش پیکسل‌های هر بعد از فضای رنگ استفاده شد. جهت حذف اثر درخشندگی، مؤلفه L تصاویر نیز حذف و الگوریتم خوشه‌بندی فقط روی مؤلفه‌های a و b اعمال گردید.

رنگ‌های به‌دست آمده از مرحله قبل، با استفاده از روش Kmeans خوشه‌بندی شد. مبنای خوشه‌بندی در الگوریتم طراحی شده، مربعات فاصله اقلیدسی بود. در این الگوریتم از روش اتسو برای انجام خودکار هیستوگرام آستانه تصاویر مبتنی بر شکل و کاهش سطح خاکستری در تصاویر باینری استفاده گردید. رنگ‌های شبیه به هم در تصویر، در تعداد معینی خوشه قرار گرفت. پس از مشخص کردن خوشه‌بندی و تعیین فاصله، عملیات برچسب‌گذاری تصویر^۲ انجام شد. برچسب‌گذاری پیکسل‌ها با استفاده از نتایج به‌دست آمده از روش Kmeans برای هر قسمت از تصویر وارد شده یک شاخص مربوط به خوشه را نتیجه می‌داد. بعد از اجرای الگوریتم برچسب‌گذاری تصاویر، مرحله به دست آوردن تصاویر خوشه‌بندی می‌باشد. در این مرحله که مرحله اصلی در انجام الگوریتم تشخیص بیماری بلاست برنج می‌باشد، تصویر قسمت بیماری، قسمت‌های سالم گیاه و پیکسل‌هایی که نیاز به پردازش آن‌ها نیست، به دست آمد. این تصاویر یک خوشه از تصویر اصلی می‌باشد (شکل ۷).



الف

ب

ج

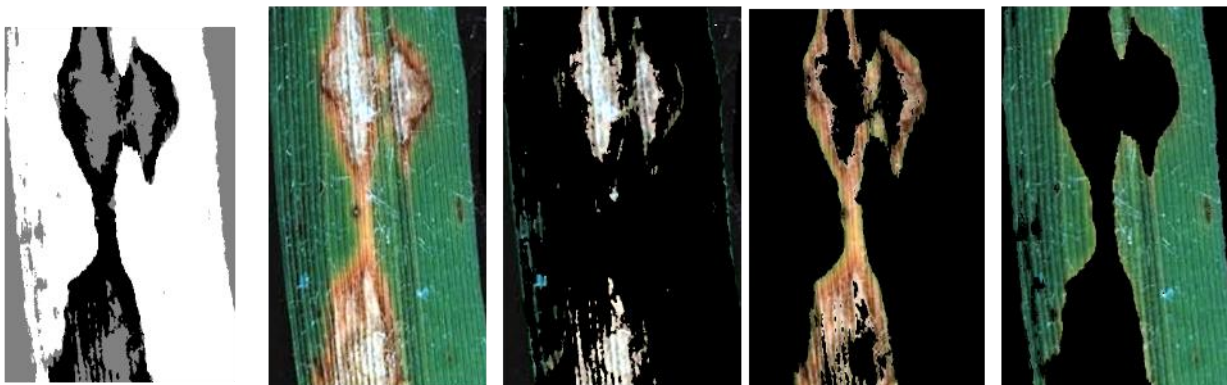
1 _ clustering
2 _ Labeling of images



د

ه

شکل ۷- تصاویر خروجی مدل LAB در شرایط مزرعه‌ای - (الف): تصویر با کنتراست بالا (ب): تصویر برچسب‌گذاری شده. (ج): خوشه ۱ (د): خوشه ۲ تشخیص نقاط بیماری روی برگ گیاه برنج و مشخص کردن آن (ه): خوشه ۳.



الف

ب

ج

د

ه

شکل ۸- تصاویر خروجی مدل LAB در شرایط کنترل شده - (الف): تصویر با کنتراست بالا. (ب): تصویر برچسب‌گذاری شده. (ج): خوشه ۱ (د): خوشه ۲ تشخیص نقاط بیماری روی برگ گیاه برنج و مشخص کردن آن نقاط با یک رنگ متفاوت). (ه): خوشه ۳.

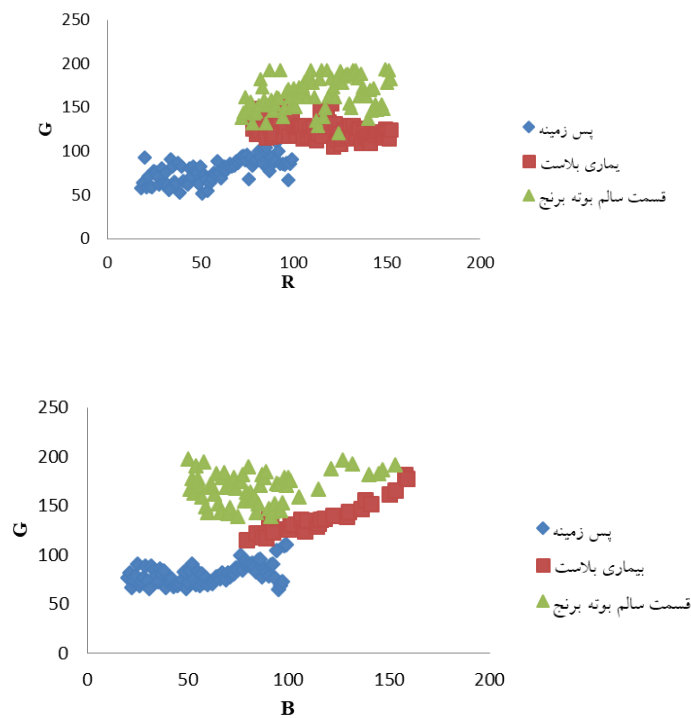
نتایج و بحث

در این تحقیق از سه فضای مختلف RGB، HSI و LAB برای پردازش تصاویر رنگی در دو حالت کنترل شده و شرایط مزرعه‌ای جهت تشخیص لکه‌های بیماری بلاست روی برگ گیاه برنج استفاده شد و در پایان دقت هر کدام از فضاها در دو حالت مجزا باهم مقایسه شد. سپس از دو معیار ارزیابی یعنی توانایی و دقت الگوریتم برای تعیین تعداد لکه‌های شناسایی شده و کیفیت لکه‌های بیماری بلاست، استفاده گردید.

در فضای رنگی RGB میانگین سطوح خاکستری مربوط به هر کدام از مؤلفه‌ها مورد بررسی قرار گرفت و با تعریف یک مقدار عددی آستانه، عملیات شناسایی لکه‌های بیماری فراهم شد. اما چون این فضای رنگی نسبت به تغییرات نور حساس بود، دقت الگوریتم در تعیین لکه بیماری بلاست پایین آمد. در نتیجه، تعیین کیفیت شناسایی با مشکل مواجه شد. البته در مواردی که شدت نور کمتر (هوای ابری) بود، دقت تشخیص لکه‌های بیماری بالاتر و عملیات شناسایی بهتر انجام شد.

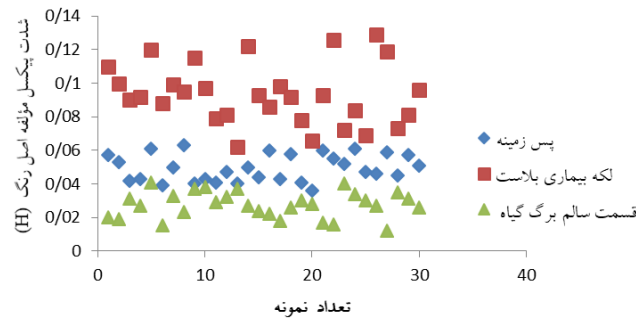
نمودار پراکندگی شدت‌های مؤلفه‌های رنگی در این فضا در شکل ۹ ارائه شده است. در شرایط کنترل شده، میزان حساسیت الگوریتم در تعیین تعداد لکه‌های بیماری ۹۴ درصد و در کیفیت تعیین لکه بیماری ۹۶ درصد به دست آمد. چون شدت نور ثابت

بود. همچنین دقت کل در این الگوریتم ۹۵ درصد به دست آمد. در شرایط مزرعه‌ای مخصوصاً زمانی که شدت نور خورشید زیاد بود، نتایج ضعیف‌تری نسبت به حالت کنترل‌شده به دست آمد. به طوری که میزان حساسیت الگوریتم در تعیین تعداد لکه‌های بیماری ۸۲ درصد بود. کیفیت تعیین لکه بیماری ۷۸ درصد به دست آمد. در این الگوریتم دقت کل ۸۰ درصد بود. پرانیتا و همکاران (۲۰۱۵) از سطح خاکستری در فضای رنگی RGB به نتیجه مطلوبی در تشخیص بیماری روی برگ گیاه پنبه رسیدند. همچنین نوچودا و ماهازاک (۲۰۱۴) نیز از سطوح خاکستری تصویر در فضای رنگی RGB برای تشخیص ملخ قهوه‌ای استفاده کردند و دقت الگوریتم طراحی شده ۶۹/۷۶ درصد گزارش شد.



شکل (۹) - نمودار پراکندگی مقادیر رنگی مؤلفه‌های رنگی مختلف برای قسمت‌های پس‌زمینه، بیماری بلاست و قسمت سالم بوته برنج در فضای رنگی RGB

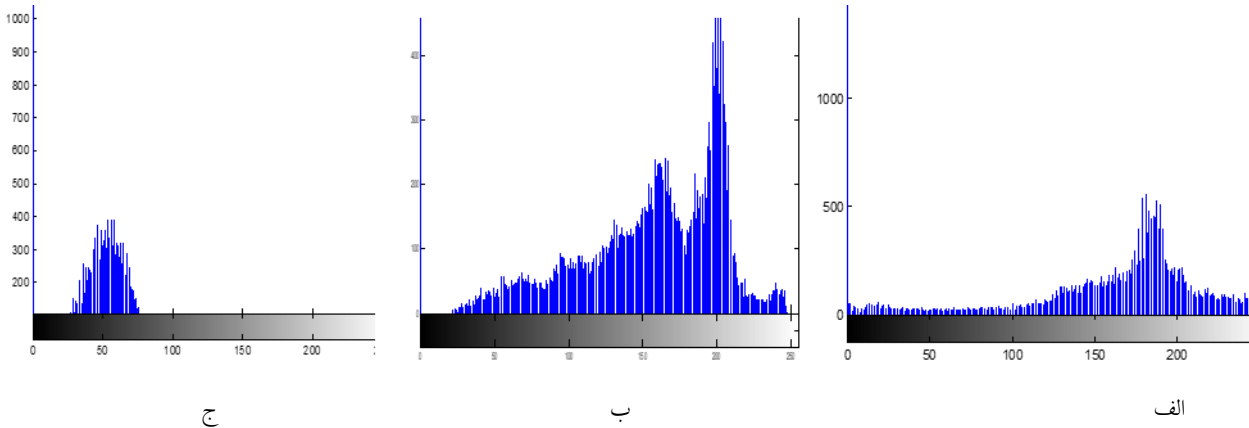
در فضای رنگی HSI، میانگین مؤلفه اصلی رنگ (H) چون مستقل از تغییر شدت نور بود، دقت شناسایی در این مؤلفه رنگی بالاتر از بقیه بود. نمودار شدت پیکسل مؤلفه اصل رنگ برای ۳۰ نمونه تصویر در شکل ۱۰ نشان داده شده است. در این شکل مرز مشخصی بین پس‌زمینه، لکه بیماری بلاست و قسمت سالم برگ گیاه وجود دارد؛ به همین دلیل دقت شناسایی در این مؤلفه رنگی، ۷۹ درصد به دست آمد. سانجای و شریکانت (۲۰۱۱)، پدی‌پات و همکاران (۲۰۰۶)، آریواژاگان و همکاران (۲۰۱۳) در تشخیص بیماری گیاهان در شرایط کنترل‌شده از فضای رنگی HSI استفاده کردند که دقت الگوریتم طراحی شده توسط آن‌ها به ترتیب ۹۸/۶، ۹۸/۷۵ و ۹۴ درصد بیان شد.



شکل ۱۰- نمودار شدت پیکسل مؤلفه اصل رنگ (H) برای قسمت‌های پس‌زمینه، لکه بیماری بلاست و قسمت سالم برگ گیاه در فضای رنگی HSI در شرایط مزرعه‌ای

در فضای LAB از الگوریتم خوشه‌بندی Kmeans برای تشخیص بیماری بلاست استفاده شد. این فضای رنگی ما را قادر ساخت تا رنگ‌های موجود در تصویر را از همدیگر تفکیک کنیم و با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی Kmeans نقاط بیماری و لکه‌های تغییر رنگ داده‌شده روی برگ گیاه برنج را مشخص کنیم. در بینایی ماشین، روش kmeans از تکنیک‌های داده کاوی می‌باشد. محل‌های بیماری روی برگ‌ها با استفاده از طبقه‌بند Otsu تقسیم‌بندی شد که مبنای کار کاهش سطح خاکستری در تصاویر باینری بود. در این الگوریتم فرض بر این بود که تصویر آستانه شامل دو نوع پیکسل است و تصویر آستانه جدای از این دو نوع پیکسل محاسبه می‌شود، به طوری که ترکیب داخل کلاس واریانس حداقل باشد. سانتانو و جایا (۲۰۰۸) نیز از روش طبقه‌بندی Otsu محل‌های آفت‌زده برگ در گیاه برنج را طبقه‌بندی کردند، نتایج الگوریتم شناسایی مناطق آفت‌زده گیاه برنج را مطلوب و قابل قبول گزارش کردند. همچنین نیکیتا و دور (۲۰۱۵) از روش بخش‌بندی Otsu در فضای رنگی RGB به بررسی ناحیه مبتلا به بیماری روی برگ گیاهان مختلف پرداختند که نتیجه الگوریتم شناسایی ناحیه مبتلا به بیماری ۹۹/۱ درصد گزارش شد.

شکل (۱۱) هیستوگرام خوشه‌بندی تصاویر در سه کلاس را نشان می‌دهد. محدوده سطح خاکستری در خوشه‌بندی کلاس یک (ج)، مقدار آستانه جداسازی میان لکه‌های بیماری روی برگ گیاه برنج و سایر نقاط تصویر را نشان می‌دهد. در این شکل محور افقی میزان سطح خاکستری و محور عمودی تعداد پیکسل‌های تصویر است. با بررسی‌های صورت گرفته در این فضای رنگی، این نتیجه حاصل شد که برای مشخص کردن نقاط آسیب‌دیده برگ گیاه برنج بایستی محدوده دینامیکی سطوح خاکستری افزایش یابد و همچنین نوع داده عددی تصاویر از نوع uint8 به نوع داده‌ای double تغییر پیدا کند. دقت الگوریتم طراحی شده در این فضای رنگی ۹۴ درصد به دست آمد که نسبت به دو فضای رنگی دیگر قابلیت تشخیص بهتری داشت. اکتا و همکاران (۲۰۱۷)، نیکیتا و دور (۲۰۱۵)، نوچودا و ماهازاک (۲۰۱۴)، پرائیتا و همکاران (۲۰۱۵) و دهب و همکاران (۲۰۱۱) نیز از تصاویر double برای تشخیص بیماری گیاهان مختلف در شرایط کنترل‌شده آزمایشگاهی استفاده کردند، تصاویر ورودی آن‌ها RGB بود.



شکل ۱۱- هیستوگرام خوشه‌بندی تصاویر در سه کلاس خوشه‌بندی شده از فضای رنگی LAB

در پایان جهت ارزیابی توانایی و دقت الگوریتم از ماتریس اغتشاش^۱ استفاده شد. ابتدا دو شاخص یعنی تعداد شناسایی لکه و کیفیت تعیین لکه‌های بیماری بلاست، برای ۵۰ نمونه تصویر بررسی شد. سپس لکه‌های بیماری در تصویر اصلی، در نرم‌افزار Adobe Photoshop رنگ‌آمیزی شد و مابقی پیکسل‌ها حذف شدند. تصویر به دست آمده از این روش با تصویر خروجی الگوریتم مقایسه شد. با استفاده از دو شاخص به دست آمده، سه فاکتور حساسیت، ویژگی و میزان دقت کل محاسبه شد (جدول ۱).

نتیجه‌گیری

در این تحقیق از سه فضای رنگی RGB، HSI و LAB، در دو حالت کنترل شده و شرایط مزرعه‌ای برای آنالیز تصاویر رنگی استفاده شد و سپس توانایی روش پردازش تصویر در تشخیص بیماری بلاست گیاه برنج ارزیابی گردید. نتایج حاصل نشان داد که روش پردازش تصویر می‌تواند با دقت بالایی لکه‌های بیماری روی برگ گیاه را مشخص کند. فضای رنگی LAB نسبت به دو فضای رنگی دیگر قابلیت بالاتری در تشخیص بیماری داشت و الگوریتم Kmeans قابلیت تشخیص مطلوبی با دقت ۹۴ درصد در شرایط مزرعه‌ای و ۹۸ درصد در شرایط کنترل شده ارائه داد. به این ترتیب می‌توان از تکنیک پردازش تصویر و تکنولوژی ماشین بینایی به منظور تعیین دقیق و به موقع بیماری بلاست در سطح مزرعه‌ای استفاده نمود که نتیجه آن کنترل به موقع بیماری و جلوگیری از شیوع آن در سطح وسیع‌تری می‌باشد.



جدول ۱- نتایج حاصل از آزمایش ۵۰ نمونه تصویر برای تعیین تعداد و کیفیت لکه‌های بیماری بلاست

فضای رنگی	خروجی	تعداد لکه‌های بیماری	کیفیت تعیین لکه بیماری	پیکسل‌های غیر از نقاط بیماری
RGB کنترل شده	تعداد لکه‌های بیماری	۴۷	۲	۰
	کیفیت تعیین لکه بیماری	۳	۴۸	۰
	پیکسل‌های غیر از نقاط بیماری	۰	۰	۵۰
RGB شرایط مزرعه‌ای	تعداد لکه‌های بیماری	۴۱	۱۱	۰
	کیفیت تعیین لکه بیماری	۹	۳۹	۰
	پیکسل‌های غیر از نقاط بیماری	۰	۰	۵۰
HSI کنترل شده	تعداد لکه‌های بیماری	۳۶	۱۶	۰
	کیفیت تعیین لکه بیماری	۱۴	۳۴	۰
	پیکسل‌های غیر از نقاط بیماری	۰	۰	۵۰
HSI شرایط مزرعه‌ای	تعداد لکه‌های بیماری	۳۹	۱۰	۰
	کیفیت تعیین لکه بیماری	۱۱	۴۰	۰
	پیکسل‌های غیر از نقاط بیماری	۰	۰	۵۰
LAB کنترل شده	تعداد لکه‌های بیماری	۵۰	۲	۰
	کیفیت تعیین لکه بیماری	۰	۴۸	۰
	پیکسل‌های غیر از نقاط بیماری	۰	۰	۵۰
LAB شرایط مزرعه‌ای	تعداد لکه‌های بیماری	۴۶	۲	۰
	کیفیت تعیین لکه بیماری	۴	۴۸	۰
	پیکسل‌های غیر از نقاط بیماری	۰	۰	۵۰

جدول ۲- نتایج سه فاکتور حساسیت، ویژگی و دقت کل از الگوریتم طراحی شده در سه فضای رنگی RGB، HSI و LAB

فضای رنگی	کلاس‌های تصویر	فاکتورهای آماری (برحسب درصد)		
		حساسیت	ویژگی	دقت کل
RGB کنترل شده	تعداد لکه‌های بیماری	۹۴	۹۳/۷۵	۹۵
	کیفیت تعیین لکه بیماری	۹۶	۹۵/۷۴	
RGB شرایط مزرعه‌ای	تعداد لکه‌های بیماری	۸۲	۷۶/۹۲	۸۰
	کیفیت تعیین لکه بیماری	۷۸	۷۳/۱۷	
HSI کنترل شده	تعداد لکه‌های بیماری	۷۲	۵۸/۸۲	۷۰
	کیفیت تعیین لکه بیماری	۶۸	۵۵/۵۵	
HSI شرایط مزرعه‌ای	تعداد لکه‌های بیماری	۷۸	۷۲/۵۰	۷۹
	کیفیت تعیین لکه بیماری	۸۰	۷۴/۳۵	
LAB کنترل شده	تعداد لکه‌های بیماری	۱۰۰	۹۵/۸۳	۹۸
	کیفیت تعیین لکه بیماری	۹۶	۱۰۰	
LAB شرایط مزرعه‌ای	تعداد لکه‌های بیماری	۹۲	۹۱/۷۰	۹۴
	کیفیت تعیین لکه بیماری	۹۶	۹۵/۶۵	



منابع

- 1- Al-Hiary, H., S. Bani-Ahmad, M. Reyalat, M. Braik and Z. ALRahamneh. 2011. Fast and Accurate Detection and Classification of Plant Diseases. International Journal of Computer Applications 17(1): 31 -38.
- 2- Arivazhagan. S., R. Newlin Shebiah, S. Ananthi, S. Vishnu Varthini. 2013. Detection of unhealthy region of plant leaves and classification of plant leaf diseases using texture features. Agric Eng Int: CIGR Journal, Vol. 15, No.1 211 Open access at <http://www.cigrjournal. Org>.
- 3- Bashish, D. A., M. Braik and S. Bani-Ahmad (2011). Detection and Classification of Leaf Diseases using K-means-based Segmentation and Neural-networks-based Classification. Information technology journal 10(2): 257-266.
- 4- Bernardes, A., J. Rogeri, R. Oliveira, N. Marranghello, A. Pereira, A. Araujo and J. S. Tavares .2013. Identification of Foliar Diseases in Cotton Crop. Topics in Medical Image Processing and Computational Vision. 8: 67-85.
- 5- Camargo, A. and J. Smith. 2009. An image-processing based algorithm to automatically identify plant disease visual symptoms. Biosystems Engineering 102(1). PP: 9-21.
- 6- Dheeb, B., Malik, B. and Sulieman, B. 2011. Detection and Classification of Leaf Diseases Using K-means-based Segmentation and Neural-networks-based Classification. Journal of Information Technology. 267- 275.
- 7- Ekta, R., Singh, B.P., Mayur, K., Sharma, O.P., Manju, k. 2017. Detection of Infected and Healthy Part of Leaf Using Image Processing Techniques. Journal of Advanced Research in Dynamical & Control Systems, Vol. 9, No. 1. PP: 13-19.
- 8- Gonzalez, C. R., and Woods, E. R. 2008. Digital Image Processing. Prentice – Hall.
- 9- Gopal, N. 2016. Micro-controller based auto irrigation and pest detection using image processing. Journal of Advances in Agricultural Science and Technology. 3 (1): 37-42.
- 10- Johnny, M. Bobby, D. and Bartolome, T. 2014. Pest Detection and Extraction Using Image Processing Techniques. International Journal of Computer and Communication Engineering. 3(3): 189 – 192.
- 11- Kanesh, V. and Amirthalingam, R. 2014. Image Classification of Paddy Field Insect Pests Using Gradient-Based Features. International Journal of Machine Learning and Computing. 4(1): 1-5.
- 12- Khodabandeh, N. 1999. Cereals Agriculture. Tehran University Press.
- 13- Khosravi, V. 2006. The Relationship between the Amount of Silica in the Flag Leaf and the Percentage of Cluster Blast Contamination in Different Rice Cultivars. Research report. Department of Mazandaran. 25 pages.
- 14- Kia, S. M. 2008. Digital Image Processing in MATLAB. Nashr Kian Publication. 641pp.
- 15- Koschan, A., and Abidi, M. 2008. Digital Color Image Processing. by john wiley & sons, INC., PUBLICATION. 373 pp.
- 16- Kumar, K.K. Poovannan, K. Nanadakumar, R. Thamilarasi, K. Geetha, C. Jayashree, N. Kokiladevi, E. Raja, J.A.J. Samiyappan, R. Sudhakar, D. and Balasubramanian, P. 2003. A high throughput functional expression assay system for a defense gene conferring transgenic resistance on rice against the sheath blight pathogen, Rhizoctonia solani. Plant Sci., 165:969-976.



- 17- Mohd Adzhar, A. Sofianita, M. and Shuzlina, A. 2015. Early Detection and Classification of Paddy Diseases with Neural Networks and Fuzzy Logic. Recent Advances in Mathematical and Computational Methods.
- 18- Mufleh, S. 2012. A Robust Recognition System for Pecan Weevil Using Artificial Neural Networks, American Journal of Applied Sciences 9 (9): 1347- 1353.
- 19- Nasiri, M. and Niknezhad, Y. 2007. Factors Causing Damage in Rice Fields Along With Technical Recommendations. Varesh Va Press.
- 20- Nikita, K., Deore, P. J. 2015. Leaf Analysis for Precision Agriculture. International journal of advances in science engineering and technology, ISSN: 2321-9009. Volume-3. Issue-4. 144-147.
- 21- Nutchuda, M. and Mahasak, K. 2014. The Measurement of Brown Plant hopper by Image Processing. International Conference on Advanced Computational Technologies & Creative Media (ICACTM). Aug. 14 – 15, 2014 Pattaya (Thailand).
- 22- Pranita, P., Gulve, 1., Sharayu, S., Tambe, Madhu A.Pandey. 2015. Leaf Disease Detection of Cotton Plant Using Image Processing Techniques. IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE) e-ISSN: 2278-2834,p-ISSN: 2278-8735. PP: 50-54.
- 23- Pydipati, R., T. F. Burks and W. S. Lee .2006. Identification of citrus disease using color texture features and discriminate analysis. Computers and Electronics in Agriculture 52(1-2): 49-59.
- 24- Samanta, R. and Indrajit, G. 2002. Tea Insect Pests Classification Based on Artificial Neural Networks. International Journal of Computer Engineering Science (IJCES). 2(6): 1-13.
- 25- Sanjay, B, Shrikant, K. 2011. Leaf Disease Severity Measurment Using Image Processing. International Journal of Engineering and Technology Vol.3 (5), PP: 297-301.
- 26- Santano, Ph. and Jaya, S. 2008. Rice Identification Using Pattern Recognition Techniques. Proceedings of 11th International Conference on Computer and Information Technology.
- 27- Zainon, B. 2012. Paddy Disease Detection System Using Image Processing. Thesis Submitted in Fulfillment of The Degree of Computer Science. Faculty of Computer System and Software Engineering. PP. 120.



Diagnosis of Rice Blast Disease Based on Machine Vision

Mohammad Reza Iarjani¹, Askari Asli-Ardeh Ezzatollah*², Kozegar Ehsan³

1. Department of Biosystems Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil
2. Biosystems Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
3. Department of Computer Engineering and Engineering Engineering Faculty of Engineering East Guilan

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the image processing technique in the diagnosis of rice blast disease in field-controlled conditions. Using MATLAB software, images captured from field and controlled conditions were processed in three RGB, HSI and LAB color spaces. Then extracted by gray area intensity profiles, color properties and threshold values for background image removal. After removing background in RGB, HSI and LAB color spaces, disease spots were detected on rice leaf. In RGB color space, by subtracting arrays by test and error, the blast spots on the leaf were separated from the rest of the image pixels. Hue was used in the HSI color space because this component was independent of light intensity variations, so blast blot identification was performed more accurately than the S and I components. In the LAB color space, the Kmeans clustering algorithm was used to segment the images into three clusters and was displayed in an independent cluster after labeling the image of blast disease spots. Finally, in order to determine the performance of the algorithms designed in three color spaces, the sensitivity, specificity, and total accuracy were tested for 50 image samples based on the perturbation matrix. In field and controlled conditions, the highest accuracy in detecting blast blots in the LAB color space was 94% and 98%, respectively. Overall, the results showed that the image processing method can be used to detect rice blast disease.

Keywords: Rice, Image Processing, Blast, RGB, HSI and LAB Color Space

Corresponding Author
ezzataaskari@uma.ac.ir