

تشخیص بیماری بلاست گیاه برنج در شرایط محیطی مختلف با استفاده از تکنیک پردازش تصویر

عزت‌اله عسکری اصلی‌ارده^{1*}، محمد رضا لاریجانی²، ریحانه لونی³

1- دانشیار، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

2- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

3- پژوهشگر پسادکتری، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

(تاریخ دریافت: 98/10/02 تاریخ پذیرش: 98/12/19)

چکیده

هدف از این تحقیق ارزیابی تکنیک پردازش تصویر در تشخیص بیماری بلاست گیاه برنج در شرایط مزرعه‌ای و کنترل‌شده می‌باشد. با استفاده از نرم‌افزار Matlab، تصاویر تهیه شده از شرایط مزرعه‌ای و کنترل‌شده، در سه فضای رنگی RGB، HSI و LAB پردازش شدند. 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 بصورت 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 برجسته‌سازی تصاویر 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 500 نمونه تصویر تست شد. در شرایط مزرعه‌ای و کنترل‌شده، بالاترین دقت در تشخیص لکه بلاست در فضای رنگی LAB حاصل شد که به ترتیب 94 و 98 درصد بود. به‌طورکلی نتایج به‌دست آمده نشان داد که روش پردازش تصویر می‌تواند برای تشخیص بیماری بلاست گیاه برنج بکار رود.

کلید واژگان: برنج، تشخیص بیماری، پردازش تصویر، فضای رنگی.

*مسئول مکاتبات: ezzataskari@uma.ac.ir

1- مقدمه

برنج با نام علمی اوریزا ستیوا¹ یکی از مهم‌ترین غلات و از خانواده گرامینه‌ها است که پس از گندم، دومین غله‌ی مهم دنیا به حساب می‌آید. از دیدگاه تامین غذایی طی سه دهه اخیر نقش برنج در الگوی غذایی، مرتباً افزایش یافته است [1]. از طرفی دیگر، روند افزایشی رشد جمعیت و تقاضای روز افزون برای محصول برنج، کشور ایران را در ردیف مهم‌ترین کشورهای وارد کننده برنج قرار داده است. با توجه به مراتب فوق، تمرکز بر افزایش تولید در واحد سطح مهم‌ترین راهبرد در تولید این محصول می‌باشد. اما زراعت برنج تحت تاثیر 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 محدود کننده در عملکرد این گیاه است. علائم بیماری روی برگ گیاه ابتدا به صورت نقاط آب سوخته² ظاهر شده و سپس بصورت لکه‌های لوزی شکل بطول 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 [2]. به دلیل اهمیت بسیار بالای بیماری بلاست تحقیقات گسترده‌ای برای کنترل آن از جنبه‌های مختلف صورت گرفته است. فن‌آوری ماشین بینایی و تکنیک پردازش تصویر امروزه به‌عنوان 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 [3]. 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 [4، 5 و 6]. عموماً دوربین‌های CCD و CMOS. فضای رنگی RGB 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 [7]. البته فضاهای رنگی مختلفی ارائه شده‌اند که از آن‌ها در کاربردهای ماشین بینایی جهت آنالیز تصاویر استفاده می‌شود. با توجه به مطالب ذکر شده، بررسی امکان بکارگیری از ماشین بینایی و پردازش تصویر در شناسایی به موقع بیماری‌ها و استفاده به موقع از سموم شیمیایی حائز اهمیت است. محققین با استفاده از دو روش بخش‌بندی Otsu 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 آن‌ها نشان داد که با استفاده از روش بخش‌بندی Otsu در فضای رنگی RGB با دقت 99/1 درصد و روش دوم با دقت 99/7 درصد می‌توان به ناحیه مبتلا به بیماری دست یافت [8]. گلو و همکاران با استفاده از پردازش تصویر در فضای رنگی RGB به بررسی بیماری روی برگ گیاه پنبه پرداختند. آن‌ها با استفاده از سطح خاکستری تصاویر توانستند به نتیجه مطلوبی در تشخیص بیماری روی برگ گیاه پنبه برسند [9]. آل بشیش و همکاران (2011) 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 هوشمند بیماری‌های گیاهان بیان شد. آن‌ها از تکنیک خوشه‌بندی K-means در بخش‌بندی تصاویر استفاده کردند. نتایج الگوریتم طراحی شده توسط آن‌ها در تشخیص و طبقه‌بندی بیماری‌ها 93 درصد گزارش شد [10]. روار و همکاران (2017) با استفاده از

1. *Oryza sativa*
2. Burned water points

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

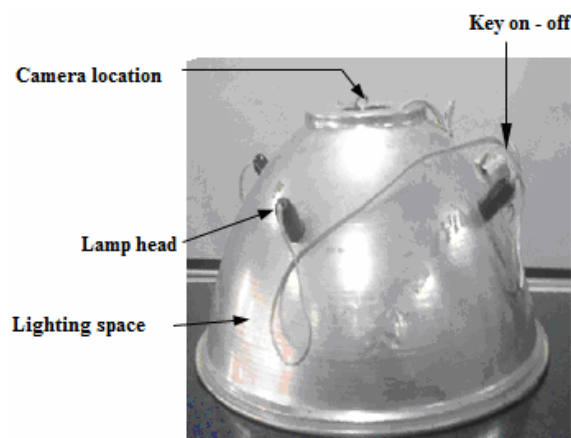


Fig 1 Imaging system in controlled conditions.

2-1- پردازش تصاویر در فضای رنگی RGB

فضای رنگی RGB که بر پایه ترکیبی از سه رنگ اصلی آبی، قرمز و سبز استوار است، فضای بکارگرفته 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 [14]. 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 تشکیل دهنده 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 آستانه‌گیری اتسو، بوته گیاه برنج از پس‌زمینه تفکیک شد. سپس تصاویر باینری شدند و با عملیات تفریق آرایه‌ها بصورت آزمون و خطا به تشخیص لکه‌های بیماری پرداخته شد. مراحل پردازش تصویر برای هر دو حالت در شکل 2 و 3 نشان داده شده است.

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 80 تا 99 درصد بیان شد [11]. برناردز و همکاران (2013) 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 91 درصد بیان شد [12]. کاهار و همکاران (2015) 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 50 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 100 درصد بود [13]. 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.

2- مواد 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 12 مگاپیکسل و حافظه 32 گیگا بایتی و نیز در شرایط کنترل شده توسط دوربین دیجیتالی Canon S3IS 3CCD با رزولوشن 6 مگاپیکسل، درون اتاقکی با ابعاد 50×30×30 سانتی‌متر گرفته شدند. دوربین دارای یک لامپ CFL مدل P.G.T شصت وات با بالاست الکتریکی داخلی نوردهی شده بود، بطوریکه فاصله لنز دوربین از برگ‌ها 2 سانتی‌متر بود (شکل 1).

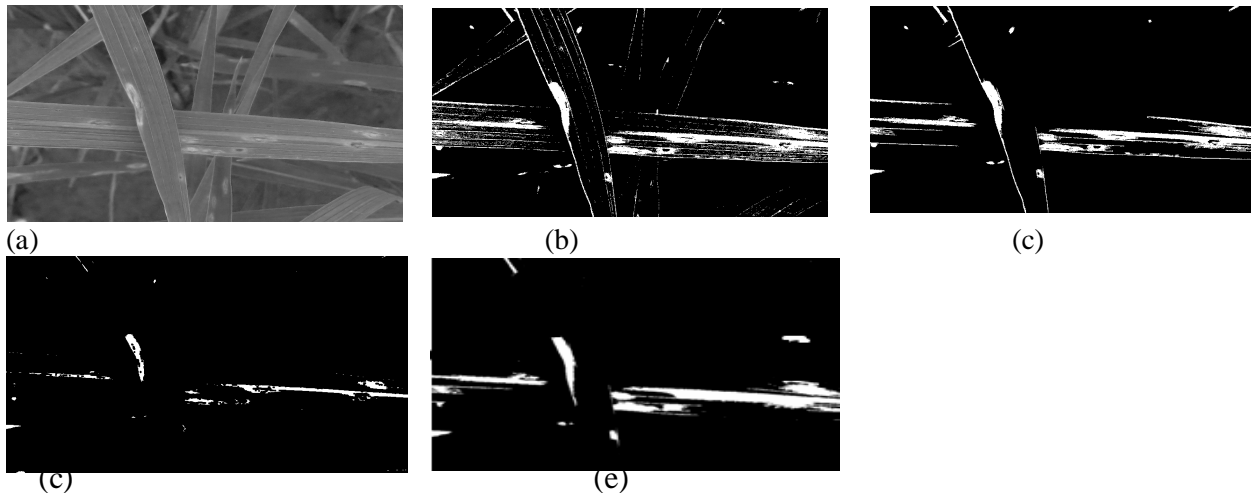


Fig 2 The process of image processing in field conditions; a) The red component of the image; b) Binary representation with noise; c) The flattened image of the first step; d) The flattened image of the second step; e) Binary image with noise elimination.

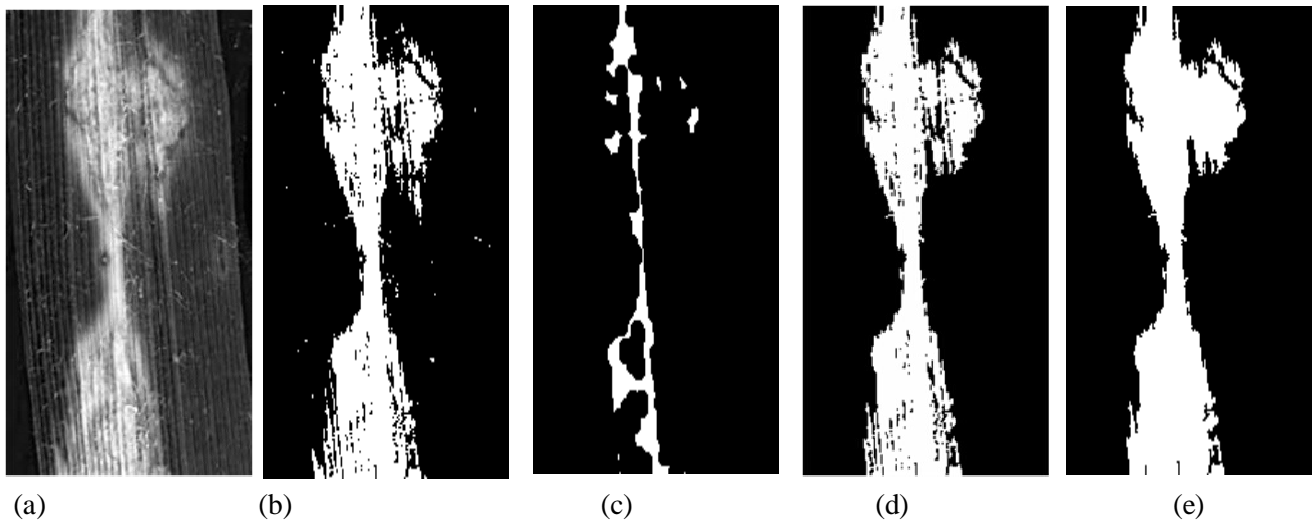


Fig 3 Processes for image processing under controlled conditions; a) The red component of the image; b) binary image with noise; c) Pavement image of the first stage; d) Pavement image of the second stage; e) binary image by removing noise.

محصولات رنگی استفاده می‌شود. در فضای HSI مؤلفه‌های I،

S و H به ترتیب طبق روابط 1 الی 4 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 4 و 5 نشان داده شده است.

2-2- 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 بطوریکه اشباع (خلوص) رنگ به صورت تابعی از فاصله تا محور شدت بیان می‌شود [14]. 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

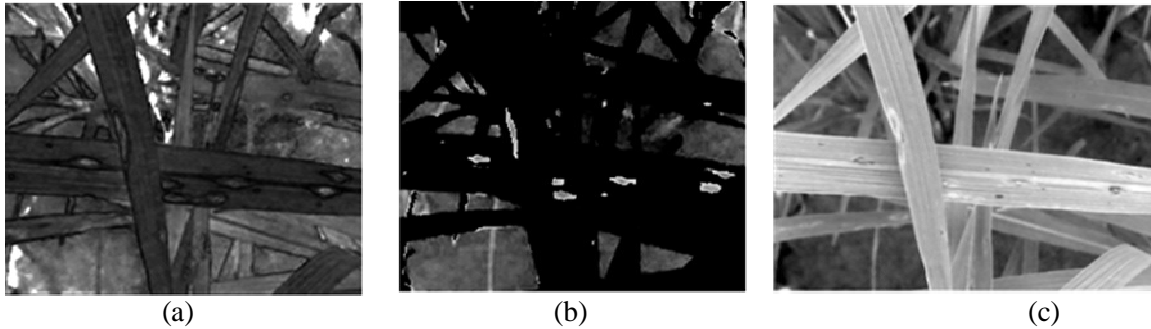


Fig 4 a) S component of HSI model b) H component of HSI model c) Component I of HSI model in field

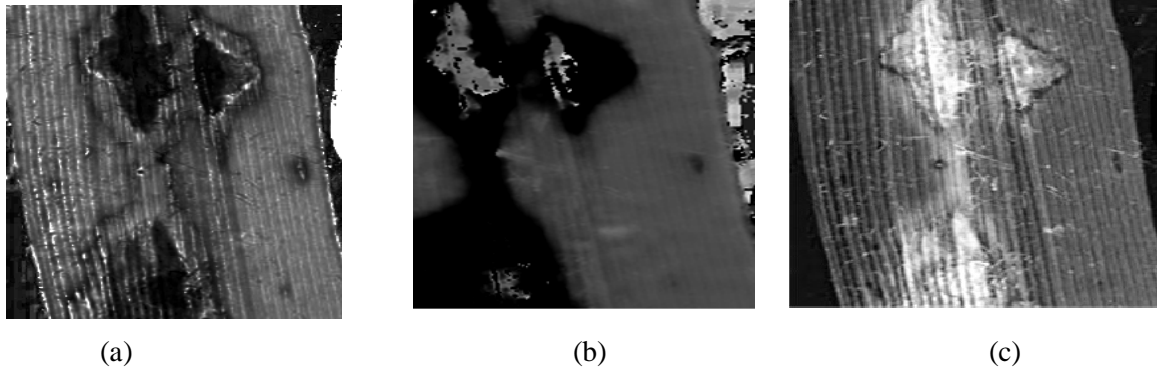


Fig 5 a) S component of HSI model b) H component of HSI model c) Component I of HSI model under controlled conditions.

توصیف کلیه رنگ‌های قابل مشاهده توسط چشم انسان را دارد و به عنوان یک مدل رنگی مستقل بکار می‌رود.

پس از عملیات پیش پردازش و حذف پس زمینه، از خوشه‌بندی³ برای به دست آوردن ارزش پیکسل‌های هر بعد از فضای رنگ استفاده شد. جهت حذف اثر درخشندگی، مولفه L تصاویر نیز حذف و الگوریتم خوشه‌بندی فقط روی مولفه‌های a و b اعمال گردید. رنگ‌های به دست آمده از مرحله‌ی قبل، با استفاده از روش K means خوشه‌بندی شد. مبنای خوشه‌بندی در الگوریتم طراحی شده، مربعات فاصله اقلیدوسی 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 تصویر⁴ انجام شد. برچسب‌گذاری پیکسل‌ها با استفاده از نتایج به دست آمده از روش K means برای هر قسمت از تصویر وارد شده یک شاخص مربوط به

2-3- 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 5 الی 8 انجام می‌گیرد:

$$L = 116 \times f\left(\frac{Y}{V_n}\right) - 16 \quad (5)$$

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

$$b = 200 \times \left[f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) \right] \quad (7)$$

$$f(t) = \begin{cases} t^{1/3} & \text{if } t > \left(\frac{6}{29}\right)^3 \\ \frac{1}{3} \left(\frac{29}{6}\right)^2 t + \frac{4}{29} & \text{o.w.} \end{cases} \quad (8)$$

این فضای رنگی از مولفه L معادل روشنایی تصویر که بین 0 (معادل رنگ سیاه) تا 100 (معادل انعکاس کامل نور) است، تشکیل شده است. مقادیر مولفه a نامحدود است و مقادیر مثبت معادل رنگ قرمز و مقادیر منفی معادل رنگ سبز است. مقادیر b نامحدود است و مقادیر مثبت نشان دهنده رنگ زرد و مقادیر منفی نشان دهنده رنگ آبی است [7 و 14]. این فضای رنگی نیز عملکرد مشابهی با چشم انسان دارد. فضای رنگی LAB توانایی

3. Clustering
4. Labeling of images

بلاست برنج می‌باشد، تصویر قسمت بیمار، قسمت‌های سالم گیاه و پیکسل‌هایی که نیاز به پردازش آن‌ها نیست، به دست آمد. این تصاویر یک خوشه از تصویر اصلی می‌باشد (شکل‌های 6 و 7).

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

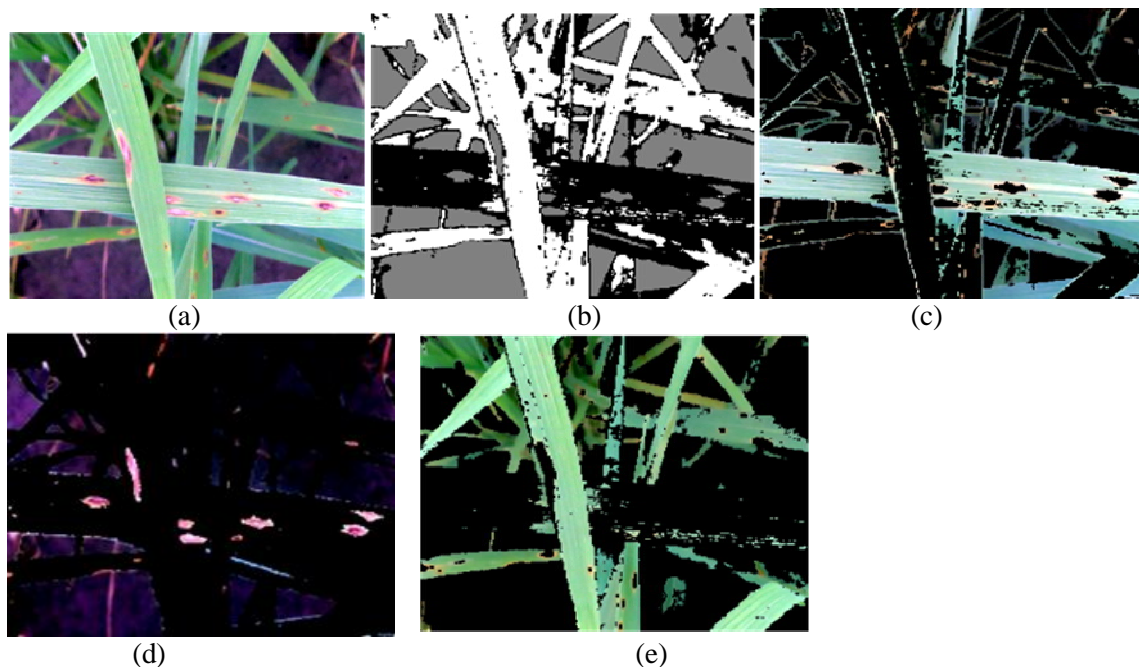


Fig 6 Output images of the LAB model in field conditions (a), High contrast image (b), Labeled image (c), cluster 1 (d), cluster 2, detection of disease points on the rice plant and specifying it (e) cluster 3.

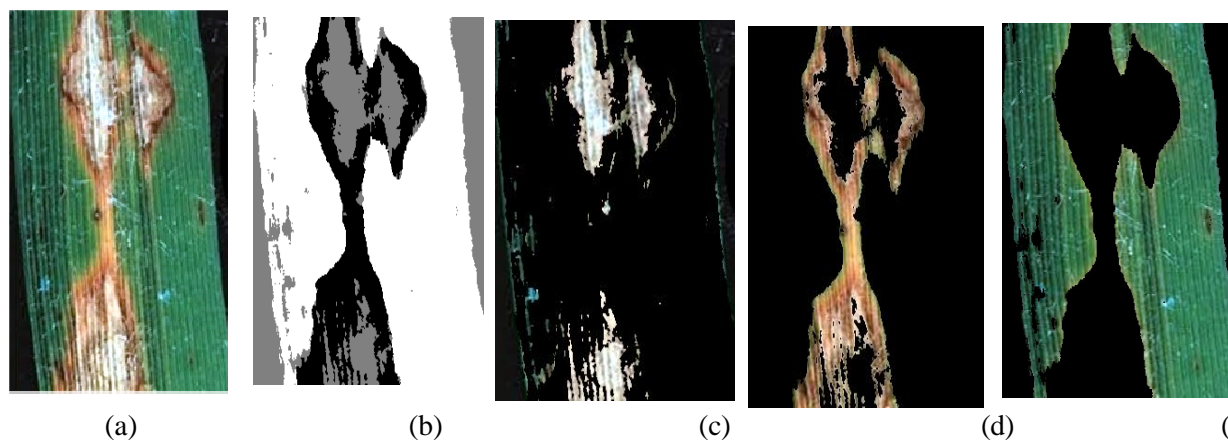


Fig 7 Output images of the LAB model under controlled conditions (a), High contrast image. (b), Tagged image (c), cluster 1 (d), cluster 2, detection of disease points on the rice leaf and identification of those points with a different color (e) cluster 3.

3- نتایج و بحث

مجزا با هم 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 مولفه‌ها مورد

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

در شرایط مزرعه‌ای مخصوصاً زمانی که شدت نور خورشید زیاد بود، نتایج ضعیف‌تری نسبت به حالت کنترل شده به دست آمد. بطوریکه میزان حساسیت الگوریتم در تعیین تعداد لکه‌های بیماری 82 درصد بود. کیفیت تعیین لکه بیماری 78 درصد به دست آمد. در این الگوریتم دقت کل 80 درصد بود. گلو و همکاران [9] از سطح خاکستری در فضای رنگی RGB به نتیجه مطلوبی در تشخیص بیماری روی برگ گیاه پنبه رسیدند. همچنین مونگولچارت و کچام [16] نیز از سطوح خاکستری تصویر در فضای رنگی RGB برای تشخیص ملخ قهوه‌ای استفاده کردند و دقت الگوریتم طراحی شده 69/76 درصد گزارش شد.

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 (8) ارائه شده است. در شرایط کنترل شده، میزان حساسیت الگوریتم در تعیین تعداد لکه‌های بیماری 94 درصد و در کیفیت تعیین لکه بیماری 96 درصد به دست آمد. چون شدت نور ثابت بود، همچنین دقت کل در این الگوریتم 95 درصد به دست آمد.

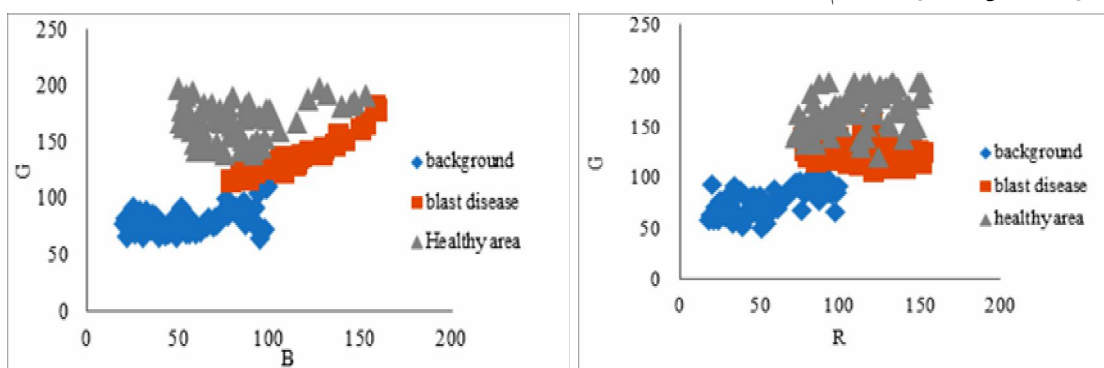


Fig 8 The dispersion diagram of different color components for the background area, blast disease, and the healthy portion of the rice bush in the RGB color space.

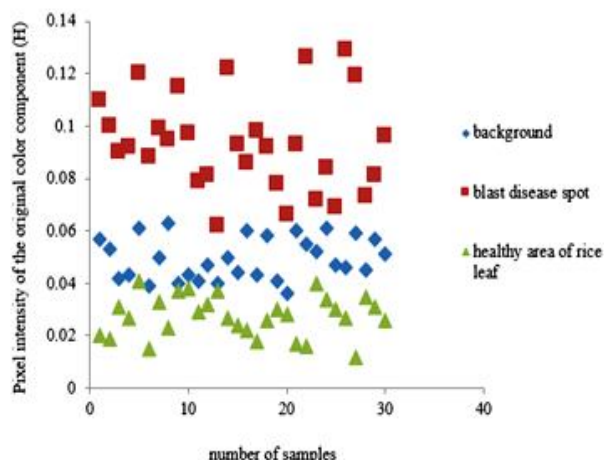


Fig 9 Pixel intensity chart of the color component (H) for background, blast disease and healthy leaf area in HSI color space in field conditions

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 اصلی رنگ برای 30 نمونه تصویر در شکل (9) 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، 79 درصد به دست آمد. پاتیل و بودی [17]، پدی پاتی و همکاران [18]، آریواژگان و همکاران [19] در تشخیص بیماری گیاهان در شرایط کنترل‌شده از فضای رنگی HSI استفاده کردند که دقت الگوریتم طراحی شده توسط آن‌ها به ترتیب 98/6 و 98/75 درصد بیان شد.

(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 آسیب دیده 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 94 درصد به دست آمد که نسبت به دو فضای رنگی دیگر قابلیت تشخیص بهتری داشت. روار و همکاران [11]، نیکیتا و دثوره [8]، مونگولچارت و کچام [16]، گلو و همکاران [9] و آل بشیش و همکاران [10] نیز که از تصاویر double برای تشخیص بیماری گیاهان مختلف در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی استفاده کردند، تصاویر ورودی آن‌ها RGB بود.

در فضای LAB از الگوریتم خوشه‌بندی Kmeans برای تشخیص بیماری بلاست برنج استفاده شد. این فضای رنگ 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 داده شده 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 جدا از این دو نوع پیکسل محاسبه می‌شود، به طوری که ترکیب داخل کلاس واریانس حداقل باشد. نیکیتا و دثوره [8] 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 99/1 درصد گزارش شد.

شکل (10) هیستوگرام خوشه‌بندی تصاویر در سه کلاس را نشان می‌دهد. محدوده سطح خاکستری در خوشه‌بندی کلاس یک

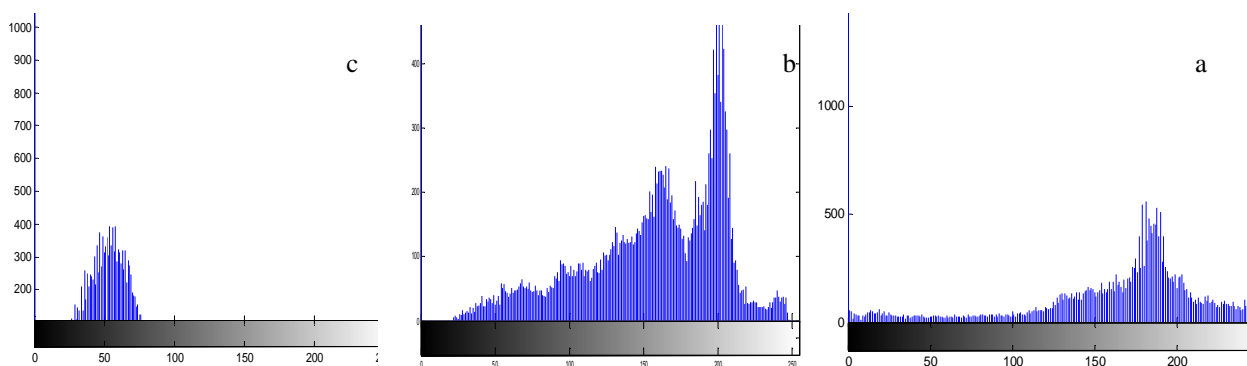


Fig 10 Image clustering histogram in three clustered classes in the color space LAB.

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 های 1 و 2).

در پایان جهت ارزیابی توانایی و دقت الگوریتم از ماتریس اغتشاش⁵ استفاده شد. ابتدا دو شاخص یعنی تعداد شناسایی لکه و کیفیت تعیین لکه‌های بیماری بلاست، برای 500 نمونه تصویر بررسی شد. سپس لکه‌های بیماری در تصویر اصلی، در نرم افزار Adobe Photoshop رنگ آمیزی شد و مابقی پیکسل‌ها حذف

1. Confusion Matrix

Table 1 Results obtained from the experiment of 500 image samples to determine the number and quality of blast disease.

Color space	Output number of disease spots	Determination quality of disease spot	Determination quality of disease spot
Controlled RGB	470	20	0
	30	480	0
	0	0	500
Farm conditions RGB	410	110	0
	90	390	0
	0	0	500
Controlled HSI	360	160	0
	140	340	0
	0	0	50
Farm conditions HSI	390	100	0
	110	400	0
	0	0	500
Controlled LAB	500	20	0
	0	480	0
	0	0	500
Farm conditions LAB	460	20	0
	40	480	0
	0	0	500

Table 2 Results of three factors of sensitivity, specificity and accuracy of the algorithm designed in three color space RGB, HSI and LAB

Color space	Image class	Statistical factors (%)		
		sensitivity	property	Total accuracy
Controlled RGB	Number of disease spot	94	93.75	95
	Quality of disease spot determination	96	95.74	
Farm conditions RGB	Number of disease spot	82	76.92	80
	Quality of disease spot determination	78	73.17	
Controlled HSI	Number of disease spot	72	58.82	70
	Quality of disease spot determination	68	55.55	
Farm conditions HSI	Number of disease spot	78	72.50	79
	Quality of disease spot determination	80	74.35	
Controlled LAB	Number of disease spot	100	95.83	98
	Quality of disease spot determination	96	100	
Farm condition LAB	Number of disease spot	92	91.70	94
	Quality of disease spot determination	96	95.65	

4- نتیجه گیری

استفاده شد و سپس توانایی روش پردازش تصویر در تشخیص بیماری بلاست گیاه برنج ارزیابی گردید. نتایج حاصل نشان داد که روش پردازش تصویر می تواند با دقت بالایی لکه های بیماری

در این تحقیق از سه فضای رنگی RGB, HSI و LAB در دو حالت کنترل شده و شرایط مزرعه ای برای آنالیز تصاویر رنگی

- support vector machine. *Journal of Agricultural Machinery*, 9, 2: 295-307. (In Persian).
- [7] Umbaugh S E. 2017. *Digital Image Processing and Analysis: Applications with MATLAB and CVIPtools*. CRC Press.
- [8] Nikita K, Deore P J. 2015. Leaf Analysis for Precision Agriculture. *International Journal of Advances in Science Engineering and Technology*, 3, 4: 144-147.
- [9] Gulve P P, Tambe S S, Pandey M A, Kanse M S. 2015. Leaf Disease Detection of Cotton Plant Using Image Processing Techniques. *IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE)*, 50-54.
- [10] Al Bashish D, Braik M, Bani-Ahmad S. 2011. Detection and classification of leaf diseases using K-means-based segmentation and. *Information Technology Journal*, 10, 2: 267-275.
- [11] Rewar E, Singh B P, Chhipa M K, Sharma O P, Kumari M. 2017. Detection of infected and healthy part of leaf using image processing techniques. *Journal of Advanced Research in Dynamical & Control System*, 9, 1: 13-19.
- [12] Bernardes A A, Rogeri J G, Oliveira R B, Marranghello N, Pereira A S, Araujo A F, Tavares J M R. 2013. Identification of foliar diseases in cotton crop. In *Topics in Medical Image Processing and Computational Vision* (pp. 67-85). Springer, Dordrecht.
- [13] Kahar M A, Mutalib S O F I A N I T A, Rahman A. 2015. Early detection and classification of paddy diseases with neural networks and fuzzy logic. In *Proceedings of the 17th International Conference on Mathematical and Computational Methods in Science and Engineering, MACMESE* (pp. 248-257).
- [14] Koschan A, Abidi M. 2008. *Digital color image processing*. John Wiley & Sons.
- [15] Solomon C, Breckon T. 2011. *Fundamentals of Digital Image Processing: A practical approach with examples in Matlab*. John Wiley & Sons.
- [16] Mongkolchart N, Ketcham M. 2014. The measurement of brown planthopper by image processing. In *International Conference on Advanced Computational Technologies & 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 94 درصد در شرایط مزرعه‌ای و 98 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.*

5- منابع

- [1] Mahdavi H, Allahyari M S, Damalas C A, Dunn E S. 2019. Drivers and barriers for organic rice (*Oryza sativa* L.) production in northern Iran: experts' consensus using the Delphi method. *Biological Agriculture & Horticulture*, 1-11.
- [2] Kumar K K, Poovannan K, Nandakumar R, Thamilarasi K, Geetha C, Jayashree N, Balasubramanian P. 2003. A high throughput functional expression assay system for a defence gene conferring transgenic resistance on rice against the sheath blight pathogen, *Rhizoctonia solani*. *Plant Science*, 165, 5: 969-976.
- [3] Larijani M R, Asli Ardeh E A, Kozegar E, Loni R. 2019. Evaluation of image processing technique in identifying rice blast disease in field conditions based on KNN algorithm improvement by K means. *Food Science & Nutrition*, 7, 12: 3922-3930.
- [4] Jahanbakhshi A, Momeny M, Mahmoudi M, Zhang Y D. 2020. Classification of sour lemons based on apparent defects using stochastic pooling mechanism in deep convolutional neural networks. *Scientia Horticulturae*, 263, 109133. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109133>.
- [5] Azarmdel H, Mohtasebi S S, Jafari A, Muñoz A R. 2019. Developing an orientation and cutting point determination algorithm for a trout fish processing system using machine vision. *Computers and Electronics in Agriculture*, 162, 613-629.
- [6] Jahanbakhshi A, Kheiralipour K. 2019. Carrot sorting based on shape using image processing, artificial neural network, and

- analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 52, 2: 49-59.
- [19] Arivazhagan S, Shebiah R N, Ananthi S, Varthini S V. 2013. Detection of unhealthy region of plant leaves and classification of plant leaf diseases using texture features. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 15, 1: 211-217.
- Creative Media (ICACTCM 2014)*. August 14 – 15, Pattaya, Thailand.
- [17] Patil S B, Bodhe S K. 2011. Leaf disease severity measurement using image processing. *International Journal of Engineering and Technology*, 3, 5: 297-301.
- [18] Pydipati R, Burks T F, Lee W S. 2006. Identification of citrus disease using color texture features and discriminant

Diagnosis of Rice Blast Disease in Different Environmental Conditions using Image Processing Technique

Askari Asli-Ardeh, E. ^{1*}, Larijani, M. R. ², Loni, R. ³

1. Associate professor, Department of Biosystems Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
2. Ph.D. student, Department of Biosystems Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
3. Postdoc Researcher, Department of Biosystems Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

(Received: 2019/12/23 Accepted:2020/03/09)

The purpose of this study was to evaluate the image processing technique in rice blast disease detection in field and controlled conditions. Using MATLAB software, images taken from field and controlled conditions were processed in three RGB, HSI and LAB color spaces. Then it was extracted by the gray area intensity profile, color properties, and threshold value for background image removal. After removing background in RGB, HSI and LAB color spaces, disease spots on rice leaf were determined. In RGB color space, by subtracting arrays by test and error, the blast patches 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 factor, specificity and total accuracy were tested on the basis of the perturbation matrix for 500 image samples. 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.

Keyword: Rice, Disease detection, Image processing, Color space.

* Corresponding Author E-Mail Address: ezzataskari@uma.ac.ir