

بررسی امکان به کارگیری روش پردازش تصاویر دیجیتال جهت تشخیص بیماری‌های سطح برگ برنج

سید حسین پیمان^{۱*} - عادل بخشی پور زیارتگاهی^۲ - عبدالعباس جعفری^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۲۶

چکیده

در مباحث نوین کشاورزی، بررسی روش‌های سریع، خودکار، ارزان و دقیق برای تشخیص بیماری‌های گیاه از اهمیت زیادی برخوردار است. تشخیص به موقع و دقیق بیماری در مزارع، از مهمترین فاکتورهای مقابله با بیماری‌های گیاهی می‌باشد. در این تحقیق توانایی تکنیک پردازش تصویر در تشخیص دو بیماری مهم برنج (لکه قهوه‌ای و بلاست برگ برنج) مورد بررسی قرار گرفت. تصاویر دیجیتال از برگ‌های گیاه برنج آلوده تهیه شدند. تصاویر در جعبه ابزار پردازش تصویر نرم افزار متلب پردازش شدند. از پردازش رنگی به منظور جداسازی لکه‌های ظاهری قسمت‌های آلوده از سطح برگ استفاده شد. نتایج نشان داد که الگوریتم ارائه شده توانست نقاط آلوده را در نمونه تصاویر مورد آزمایش با دقت ۹۷/۴٪ تشخیص دهد. تمایز بین دو نوع بیماری به دلیل شباهت‌های رنگی علائم بیماری‌ها تقریباً غیر ممکن بود. بنابراین به منظور بهبود تشخیص، خصوصیات شکلی از تصاویر سیاه و سفید برگ‌ها آلوده استخراج شدند. ویژگی‌های بدون بعد مانند گردی، نسبت ظاهری، فشردگی و نسبت سطح قسمت‌های آلوده مربوط به بیماری لکه قهوه‌ای و بلاست برگ برنج استخراج شده و مورد بررسی قرار گرفتند. دقتی معادل با ۹۶/۶٪ برای الگوریتم به دست آمد که نشان‌دهنده توانایی در تشخیص دو بیماری لکه قهوه‌ای و بلاست برگ برنج بود.

واژه‌های کلیدی: برنج، بلاست برنج، لکه قهوه‌ای، ماشین بینایی

مقدمه

که سبب کاهش معنی‌داری در میزان محصول تولیدی دارد (Moumeni et al., 2003). این بیماری براساس بخشی از گیاه که تحت تأثیر قرار می‌گیرد به نام‌های بلاست برگ، بلاست خوشه و بلاست پوسیدگی گردن نام‌گذاری می‌شود (Gomathinayagam et al., 2009). در روی برگ علائم بیماری به صورت لکه‌های دوکی با مرکز خاکستری مایل به سفید و حاشیه قهوه‌ای تا قهوه‌ای قرمز ظاهر می‌گردند (شکل ۱- A).

بیماری لکه قهوه‌ای از مهمترین بیماری‌های قارچی برنج است که در کلیه مراحل رشد گیاه از خزانه تا مزرعه، محصول را مورد حمله قرار می‌دهد (Bhattacharry and Mukhopudhyay, 1986). علائم بیماری به صورت لکه‌های قهوه‌ای رنگ، گاهی با هاله‌های زرد، گرد تا بیضوی، منفرد تا به هم پیوسته روی بیشتر اندام‌های هوایی مثل برگ، خوشه، سنبل و سنبلچه ظاهر می‌شوند (Ou, 1985). شکل ۱- B علائم این بیماری را بر روی برگ گیاه برنج نشان می‌دهد.

برنج (*Oryza Sativa L.*) یکی از قدیمی‌ترین و مهمترین محصولات غذایی است که در بسیاری از نقاط جهان کشت می‌شود. برنج غذای اصلی بیش از نیمی از مردم دنیا را تأمین می‌کند و در بخش عظیمی از قاره آسیا تأمین‌کننده بیش از ۸۰ درصد کالری و ۷۵ درصد پروتئین مصرفی مردم است (Agahi et al., 2012). براساس گزارش فائو میزان تولید جهانی برنج از ۵۹۹ میلیون تن در سال ۲۰۰۰ میلادی به بیش از ۶۹۹ میلیون تن در سال ۲۰۱۰ رسیده است. در این مدت میزان تولید برنج در ایران از ۱/۹۷ میلیون تن به ۲/۲۹ میلیون تن رسیده است (FAOSTAT, 2010).

بیماری بلاست یکی از گسترده‌ترین و مخرب‌ترین بیماری‌های قارچی برنج در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری مرطوب می‌باشد

۱- استادیار گروه مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

*- نویسنده مسئول: (Email: payman4747@yahoo.com)

۲- دانشجوی دکتری گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۳- دانشیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران



شکل ۱- (A) بیماری بلاست برگ برنج، (B) بیماری لکه قهوه‌ای برگ برنج
Fig.1. A) Rice blast disease, B) Rice brown spot disease

گیاه دریایی علف مارماهی^۲، تشخیص کپک پودری^۳ گیاه کدو و تخمین خسارت وارده بر برگ ناشی از کرم‌های عنکبوتی^۴ از تکنولوژی ماشین‌بینایی و پردازش تصویر به‌طور موفقیت‌آمیزی استفاده نمودند.

هدف از انجام این تحقیق بررسی توانایی تکنیک پردازش تصویر در تشخیص بیماری‌های بلاست برنج و لکه قهوه‌ای برنج می‌باشد. به‌عبارت دیگر، هدف این پژوهش بررسی امکان استخراج ویژگی‌های رنگی و شکلی از تصاویر و نیز امکان تبیین ویژگی‌های ظاهری به‌صورت الگوریتم‌های شناساگر نوع بیماری سطح برگ برنج است.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه‌ها و تهیه تصاویر

طی بازدیدی از سطح مزارع برنج بخش لشت‌نشاء از توابع شهرستان رشت در اوایل مرداد سال ۱۳۹۱ صورت گرفت، نمونه‌های برگ برنج آلوده به بیماری‌های لکه قهوه‌ای و بلاست برنج جمع‌آوری شده و سپس با استفاده از یک اسکنر، تصاویر نمونه‌ها با وضوح ۸۰۰ dpi و فرمت JPEG تهیه گردید.

پردازش تصاویر

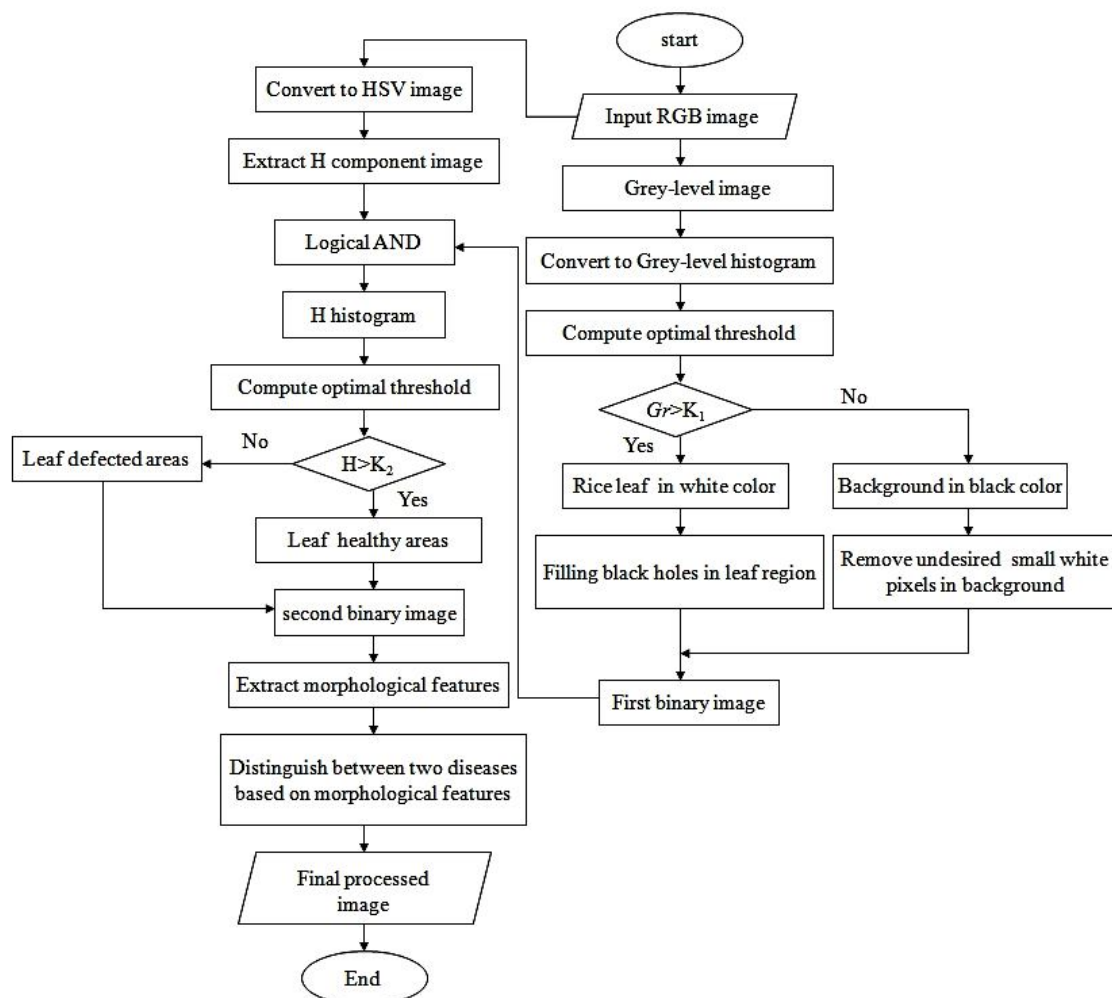
تصاویر تهیه شده جهت پردازش تصویر به جعبه ابزار پردازش تصویر نرم افزار متلب منتقل داده شدند. با توجه به تأثیر زیاد بیماری بر روی رنگ سطح برگ گیاه برنج و با مشاهده تفاوت آشکار رنگ بین قسمت‌های سالم و آسیب‌دیده برگ، ابتدا قابلیت پردازش رنگی تصاویر جهت تشخیص قسمت‌های سالم و بیمار سطح برگ مورد بررسی قرار گرفت. عملیات پردازش رنگی تصاویر شامل مراحل زیر بود:

با توجه به هزینه‌های بالا و اثرات زیست محیطی زیان‌آور سموم، استفاده از یک روش نظارتی دقیق و صرفه‌جوکننده در زمان ضروری است (Bock *et al.*, 2010; Steddom *et al.*, 2005). عموماً روش مشاهده با چشم غیر مسلح برای تعیین بیماری استفاده می‌شود اما نتایج به‌دست آمده وابسته به ذهن شخص انجام‌دهنده کار بوده و اندازه‌گیری دقیق میزان گسترش بیماری امکان‌پذیر نمی‌باشد (Sanjay *et al.*, 2011). از سوی دیگر نیاز به نظارت مداوم کارشناسان امر است که در مزارع بزرگ وقت‌گیر و پر هزینه خواهد بود. بنابراین بررسی روش‌های سریع، خودکار، ارزان و دقیق برای تشخیص بیماری‌های گیاه از اهمیت زیادی برخوردار است (Camargo and Smith, 2009). نتایج چینی تحقیقی می‌تواند برای پایش مزارع بزرگ به‌منظور تشخیص سریع و خودکار تشخیص علائم و نشانه‌های بیماری به محض اینکه بر روی برگ ظاهر می‌شوند به‌کار رود (Al-Bashish *et al.*, 2011).

پردازش تصویر دیجیتال^۱، روشی غیر مخرب است که با به‌کارگیری تجهیزات موجود برای جمع‌آوری تصویر مانند دوربین، کامپیوتر، اسکنر و برنامه‌های تجزیه و تحلیل تصاویر می‌تواند تصاویر را ضبط و پردازش نموده و به تجزیه و تحلیل اطلاعات مستخرج از تصاویر بپردازد (Aglave *et al.*, 2012). بررسی امکان استفاده از تکنولوژی پردازش تصویر در کشاورزی در زمینه‌های مختلفی چون نظارت بر رشد مطلوب محصولات، تخمین زمان رسیدگی محصول، ماشین‌های وجین علف هرز و آفت‌کش‌ها از موضوعات مورد علاقه محققان در سال‌های اخیر بوده است (Hemming and Rath, 2001; Chen *et al.*, 2002; Wang *et al.*, 2002; Onyango, 2003). مطالعات نشان می‌دهد که می‌توان از تکنیک پردازش تصویر در تشخیص بیماری به‌طور موفقیت‌آمیزی استفاده نمود (El-Hally *et al.*, 2008). بوئیز و ریونز، مویا، اسکلدوا و همکارانشان (Boese and Robbins, 2008; Moya *et al.*, 2005; Skaloudova *et al.*, 2006) به‌ترتیب در زمینه‌های تشخیص صدمات وارده در برگ

2- Eelgrass
 3- Powdery mildew
 4- Spider mites

1- Digital image processing



شکل ۲- فلوجارت مراحل مختلف پردازش تصویر
 Fig.2. Flowchart for several steps of image processing

بخش بندی تصاویر

فلوجارت مراحل مختلف پردازش تصویر در شکل ۲ نشان داده شده است.

در ابتدا سطح برگ از زمینه تصویر توسط تبدیل تصویر اولیه به تصویر خاکستری و اعمالی حد آستانه مناسب جداسازی شد. از طرفی با بررسی مؤلفه های مختلف رنگی در دو فضای RGB و HSV مشخص شد که تفاوت آشکاری بین قسمت های سالم و آلوده سطح برگ در مؤلفه رنگی H وجود دارد. بنابراین از مؤلفه رنگی فوق برای بخش بندی تصویر استفاده شد. با اعمال AND منطقی بین تصویر سیاه و سفید قسمت قبل و تصویر مؤلفه H، تصویر مورد نظر جهت پردازش رنگی به دست آمد که در آن مقادیر زمینه تصویر برابر با صفر بودند و تنها سطح برگ دارای مقدار رنگی بود. پیش از افزایش و بهبود روشنایی تصویر حاصل (به منظور بیشتر کردن تمایز بین نقاط

تبدیل فضای رنگی

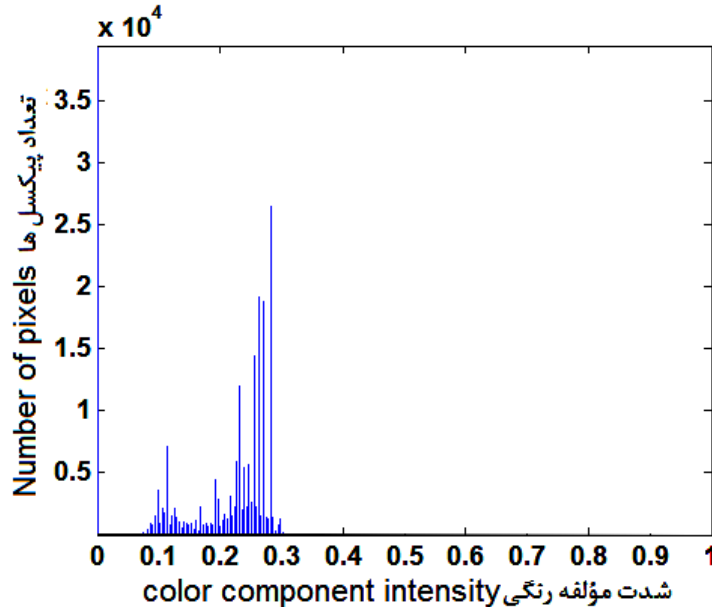
هدف از تبدیل فضای رنگی دستیابی به الگوریتمی است که علائم بیماری را در تصاویر با دقت بالایی تقویت کند. دقت نهایی الگوریتم در تشخیص و طبقه بندی بیماری تا حد زیادی به فضای رنگی انتخاب شده بستگی دارد. در این تحقیق علاوه بر فضای رنگی RGB (که تصاویر اولیه تهیه شده از سطح برگ در این فضای رنگی بودند)، مؤلفه های رنگی در فضای رنگی HSI¹ نیز برای تعیین بهترین مؤلفه رنگی که بتواند به بهترین وجه قسمت های بیمار را برجسته نماید مورد بررسی قرار گرفت.

مؤلفه های H، S و I در کلاس رنگی HSI به ترتیب نشانگر مقادیر تفاضل رنگ، اشباع و شدت هستند.

1- Hue, Saturation and Intensity

و با به کارگیری روش اوتسو (Otsu, 1979) نقاط آسیب‌دیده سطح برگ از نقاط سالم جدا شد.

لکه از باقی نقاط)، هیستوگرام شدت‌های مقادیر رنگی تصویر مؤلفه رنگی فوق رسم شد (شکل ۳) و با استفاده از مقدار حد آستانه مناسب



شکل ۳- هیستوگرام شدت رنگی مؤلفه رنگی H

Fig.3. Histogram of H color component intensities

$$R = \frac{A}{\pi(D_{Max}/2)^2} \quad (۱)$$

نسبت ظاهری $(A_{CR})^2$: که برابر با نسبت قطر بیشینه به قطر کمینه شیء است (Liu et al., 2005).

$$A_R = \frac{D_{Max}}{D_{Min}} \quad (۲)$$

فشرده‌گی $(S_F)^3$: معیاری است از فشردگی شکل و از رابطه (۳) محاسبه شد (Shouche et al., 2001):

$$S_F = \frac{4\pi A}{p^2} \quad (۳)$$

نسبت سطح $(A_R)^4$: که نسبت مساحت سطح به حاصلضرب قطر بیشینه و کمینه است.

$$A_r = \frac{A}{D_{Max} \times D_{Min}} \quad (۴)$$

که در روابط فوق: A مساحت سطح تصویر (نقاط سفید مربوط به شیء مورد نظر در تصویر باینری)، D_{Max} و D_{Min} به ترتیب مقادیر قطر بیشینه و کمینه شیء در تصویر و P محیط شیء مورد نظر در تصویر باینری می‌باشند.

در نهایت بهترین خصوصیات شکلی جهت جداسازی دو نوع بیماری انتخاب و تشخیص نوع بیماری براساس خصوصیات شکلی

عملیات مورفولوژیکی برای تشخیص نوع بیماری

با توجه به شباهت رنگی دو بیماری لکه قهوه‌ای و بلاست، به‌منظور تمایز این دو نوع بیماری از پردازش شکلی استفاده شد. به‌طور کلی اندازه لکه‌های حاصل از بلاست بزرگتر از علائم بیماری لکه قهوه‌ای است اما با توجه به تفاوت سن بیماری، این روش نمی‌تواند معیار مناسبی باشد زیرا اندازه لکه‌های حاصل از بلاست در مراحل اولیه بروز این بیماری می‌توانند با لکه‌های حاصله از بیماری لکه قهوه‌ای با مرحله پیشرفت بالاتر هم اندازه باشند. اما تفاوت عمده در شکل این دو بیماری این است که علائم حاصل از بیماری بلاست برگ برنج به‌صورت دوکی‌شکل بوده (در وسط پهن و گوشه‌های نوک تیز) اما علائم حاصل از بیماری لکه قهوه‌ای عموماً به‌صورت دایروی و گاهی بیضی شکل بر روی برگ گیاه پدیدار می‌شود (Nithya and Sundaram, 2011).

ویژگی‌های شکلی را می‌توان به‌صورت مستقل یا ترکیبی از اندازه ابعاد مشخص نمود. در این تحقیق چهار خصوصیت شکلی بدون بعد زیر از لکه‌های دو نوع بیماری استخراج شدند:

گردی $(R)^1$: مقدار گردی تصاویر لکه‌ها با توجه به فرمول اندازه‌گیری گردی در اشکال غیر دایره‌ای، از رابطه (۱) تعیین شد (Liu et al., 2005).

- 2- Aspect ratio
- 3- Compactness
- 4- Area ratio

- 1- Roundness

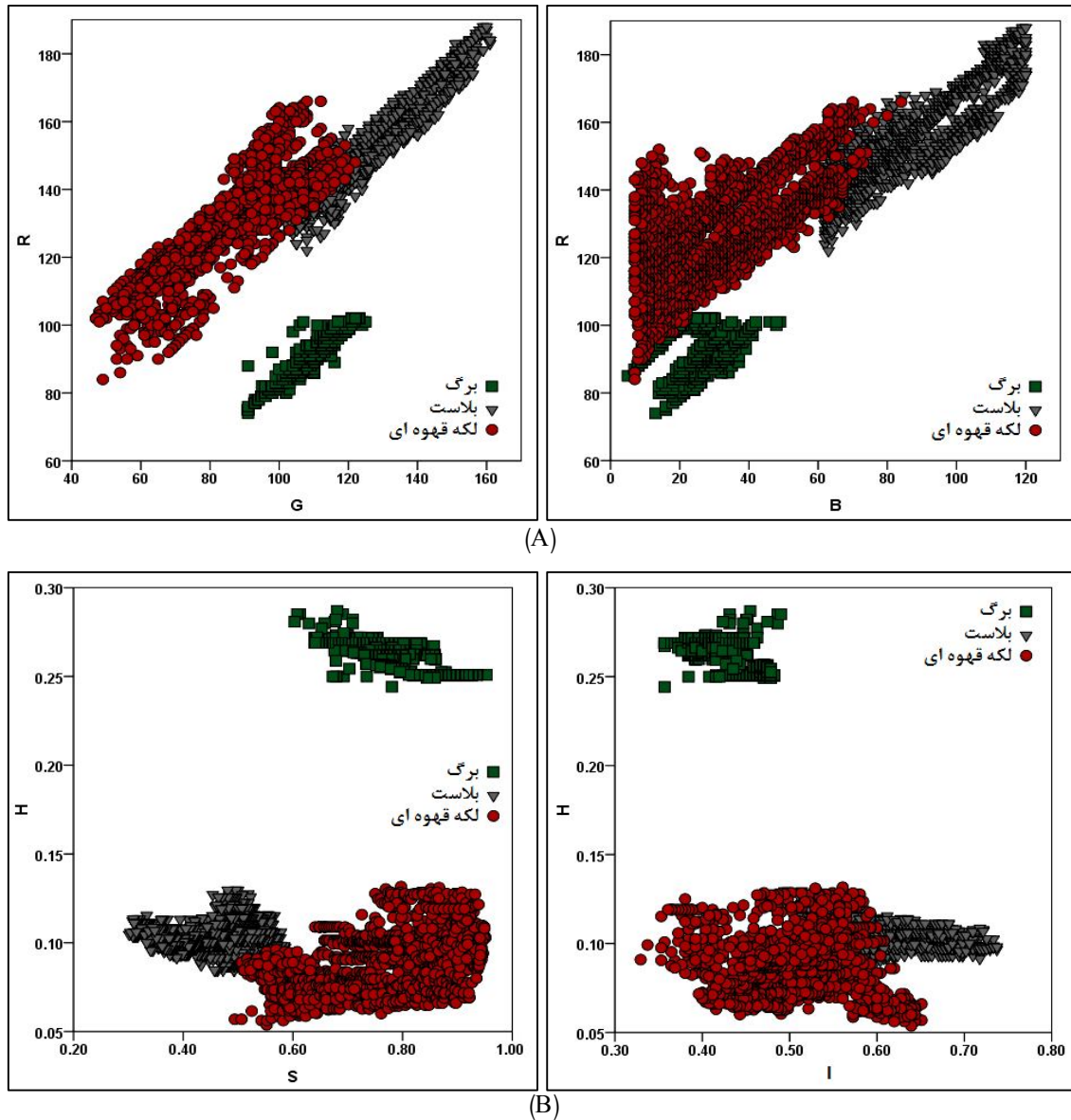
فوق انجام شد.

رنگی RGB و HSV در شکل ۴ نشان داده شده است، با توجه به شکل مشخص است که قسمت‌های سالم و آلوده برگ در مؤلفه رنگی H بیشترین تمایز را از همدیگر دارند که مؤید این مطلب است که از این مؤلفه، بهترین نتایج برای تشخیص بیماری‌ها منتج خواهند شد.

نتایج و بحث

پتانسیل مؤلفه‌های رنگ در قطعه‌بندی تصاویر

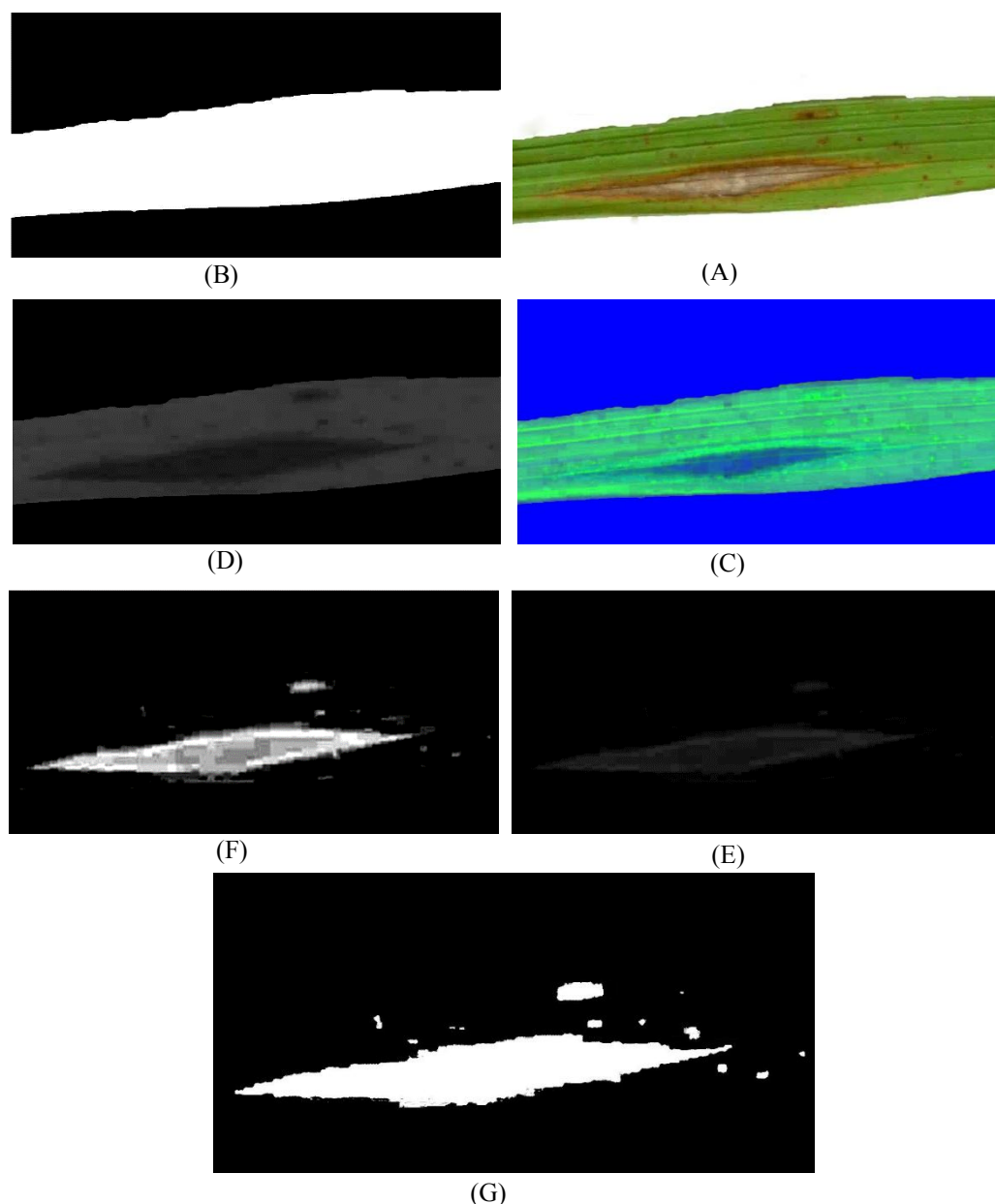
نمودارهای پراکنندگی شدت‌های مؤلفه‌های رنگی در فضاهای



شکل ۴ - نمودار پراکنندگی مقادیر رنگی مؤلفه‌های رنگی مختلف برای قسمت‌های سالم برگ و لکه‌های حاصل از بیماری، فضای رنگی RGB

(A) و فضای رنگی HSV (B)

Fig.4. Scatter plots of color components for leaf healthy and defected parts, RGB color space (A) and HSI color space (B)



شکل ۵- مراحل مختلف تشخیص لکه از سطح برگ؛ (A) تصویر اولیه سطح برگ، (B) تصویر سیاه و سفید برای جداسازی برگ از زمینه تصویر، (C) تصویر HSV حاصل از تصویر اولیه، (D) تصویر مؤلفه H، (E) تصویر حاصل از عملیات AND منطقی بین تصویر مکمل H و تصویر باینری قسمت (B)، (F) تصویر حاصل از عملیات افزایش و بهبود روشنایی تصویر (E)، (G) تصویر سیاه و سفید نهایی

Fig.5. Several steps of stain recognition: A) Original color image of rice leaf, B) Binary image to segment leaf from background, C) HSI image, D) H color component image, E) The resulting image after performing a logical AND between complement of H and binary image of step (B), F) Adjusted image resulted from image of step (E), G) Final segmented image

کاملی بین بیماری لکه قهوه‌ای بیماری بلاست برگ برنج را به دست نمی‌دهند.

همانطور که از نمودارهای فوق مشخص است، مؤلفه رنگی H مربوط به قسمت‌های سالم برگ، کاملاً از قسمت‌های بیمار آن متمایز است، از طرف دیگر هیچ کدام از مؤلفه‌های رنگی امتحان شده متمایز

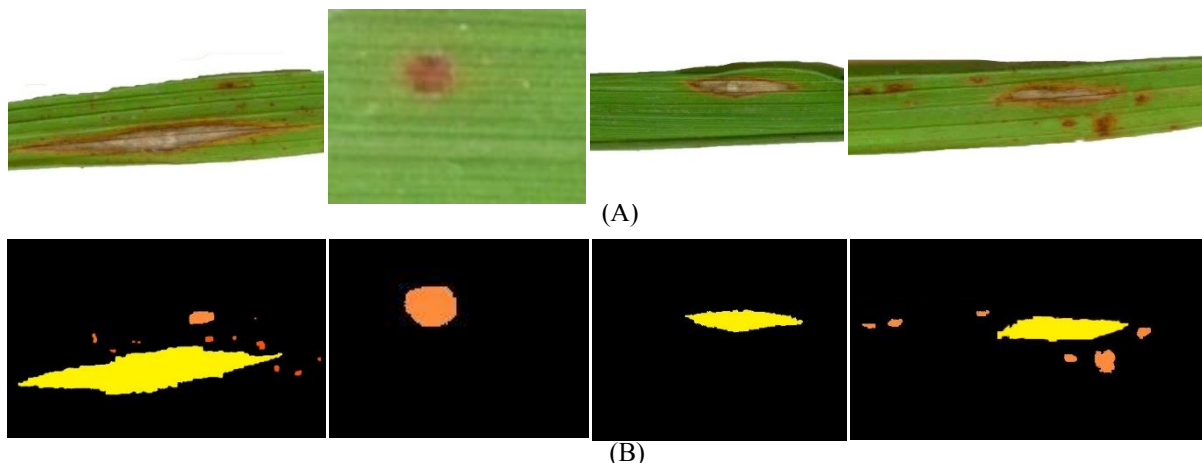
جدول ۱- مقادیر خصوصیات شکلی

Table 1- Values of shape characteristics

	فشرده‌گی** Compactness**	نسبت سطح ^{ns} Area ratio ^{ns}	گردی** Roundness**	نسبت ظاهری** Aspect ratio**
بلاست Blast	0.42±0.027	0.75±0.029	0.28±0.019	0.29±0.022
لکه قهوه‌ای Brown spot	0.89±0.026	0.78±0.027	0.71±0.023	0.71±0.024

ns: عدم تفاوت معنی‌دار، **: تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

ns: Corresponding to no significant difference, **: Corresponding to 1% probability



شکل ۶- A) تصاویر رنگی اولیه از سطح برگ برنج، B) تصویر نهایی به دست آمده جهت تشخیص بیماری بلاست برنج (قسمت زرد رنگ) از بیماری لکه قهوه‌ای (قسمت قهوه‌ای رنگ)

Fig.6. A) Original RGB images from rice leaf surface, B) Final image resulted to distinguish the rice blast disease (yellow parts) from brown spot disease (brown parts)

یک از قسمت‌های سالم و آلوده سطح برگ از روی تصویر نتیجه، به‌طور دستی با استفاده از نرم افزار Adobe Photoshop CS6 جدا شد. به همین ترتیب پیکسل‌های مربوط به قسمت‌های سالم و آلوده سطح برگ و پیکسل‌های مربوط به آن شمارش گردید سپس با تقسیم مقادیر به دست آمده از تصاویر دودویی نتیجه بر مقادیر به دست آمده از تصویر اصلی، CCR و MCR محاسبه شد. در بین ۳۰ تصویری که به این صورت آزمایش شدند مقادیر CCR و MCR به ترتیب برابر با $96/3 \pm 1/8$ درصد و $3/2 \pm 0/9$ درصد به دست آمد. دقت جداسازی برابر با $97/4 \pm 1/4$ به دست آمد که میزان بسیار بالایی می‌باشد و با توجه به نمودارهای پراکنندگی ارائه شده در بخش سوم قابل پیش‌بینی بود.

تشخیص نوع بیماری بر اساس خصوصیات شکلی

به منظور بررسی معنی‌دار بودن تفاوت شکلی بین دو نوع بیماری از آزمون t انجام شد. از تعداد ۳۰ نمونه از هر نوع بیماری برای تست استفاده گردید که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج

نتایج بخش بندی تصاویر

تصاویر مربوط به مراحل مختلف بخش بندی تصویر در شکل ۵ نشان داده شده است. همانطوری که از تصویر مربوط به چگونگی جداسازی لکه از سطح برگ با استفاده از مؤلفه H در شکل ۵ نشان داده شده است، الگوریتم ارائه شده در تشخیص بیماری‌های لکه قهوه‌ای و بلاست برنج از سطح برگ برنج موفق بوده است.

برای تست الگوریتم نیز مقادیر CCR و MCR محاسبه شدند: CCR: عبارتست از تعداد پیکسل‌های لکه بیماری که به درستی به عنوان لکه در نظر گرفته شده‌اند به تعداد کل پیکسل‌های لکه‌ها. MCR: عبارتست از تعداد پیکسل‌های قسمت‌های سالم برگ که در هنگام تبدیل تصویر به حالت سیاه و سفید به اشتباه به عنوان لکه‌های بیماری در نظر گرفته شده‌اند به تعداد کل پیکسل‌های سبز (سالم).

روش کار به این صورت بود که ابتدا قسمت‌های مربوط به هر

- 1- Correct classification rate
- 2- Misclassification rate

نتیجه‌گیری

در این تحقیق توانایی روش پردازش تصویر در تشخیص و تعیین نوع دو بیماری بلاست و لکه قهوه‌ای در سطح برگ برنج مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که روش پردازش تصویر می‌تواند با دقت بالایی برگ‌های سالم را از برگ‌های آلوده جدا نموده و نوع بیماری را نیز با دقت بالایی تشخیص دهد.

به نظر می‌رسد با توجه به اینکه بیماری‌های گیاهی به‌صورت منطقه‌ای در مزرعه شیوع می‌یابد می‌توان از تکنیک پردازش تصویر و تکنولوژی ماشین بینایی به‌منظور تعیین دقیق و به موقع این بیماری‌ها در سطح مزرعه استفاده نمود که میزان تلفات محصول را به حداقل رسانده و از طرفی با به‌کارگیری مدیریت منطقه‌ای مزرعه به این روش می‌توان میزان نیاز به مواد شیمیایی را به حداقل رساند.

حاکمی از این است که از بین چهار ویژگی استخراج شده تنها نسبت سطح دو نوع بیماری با هم تفاوتی نداشت و در سه ویژگی دیگر اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بین بیماری بلاست و بیماری لکه قهوه‌ای مشاهده شد.

در نهایت با انتخاب شرط‌های مناسب و اعمال حدود آستانه مناسب بین مقادیر ویژگی‌های شکلی با توجه به جدول فوق، الگوریتم ارائه شده توانست نوع بیماری را در در تصاویر حاصل از قسمت قطعه‌بندی، با دقت بیش از ۹۶/۶٪ تشخیص دهد. به این صورت که از بین ۶۰ نمونه بیماری (۳۰ نمونه مربوط به بلاست و ۳۰ نمونه مربوط به لکه قهوه‌ای) تنها دو مورد در گروه غلط قرار گرفت. شکل ۶ تصویر نهایی حاصله پس از آنالیز شکلی و اعمال حدود آستانه بر روی ویژگی‌های شکلی را نشان می‌دهد.

References

1. Agahi, K., M. H. Fotokian, and Z. Younesi. 2012. Study of genetic diversity and important correlations of agronomic traits in rice genotypes (*Oryza sativa* L.). Iranian Journal of Biology 25 (1): 97-110. (In Farsi).
2. Aglave, V. A., S. B. Patil, and N. B. Sambre. 2012. Imaging technique to measure leaf area, disease severity and chlorophyll content: a survey paper. Computing Technologies 1 (3).
3. Al-Bashish, D., 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: 267-275.
4. Bock, C. H., G. H. Poole, P. E. Parker, and T. R. Gottwald. 2010. Plant disease severity estimated visually, by digital photography and image analysis, and by hyperspectral imaging. Critical Reviews in Plant Science 29: 59-107.
5. Boese, B. L., and B. D. Robbins. 2008. Effects of erosion and macroalgae on intertidal eelgrass (*Zostera marina*) in a northeastern Pacific estuary (USA). Botanica Marina 51: 247-257.
6. Camargo, A., and J. S. Smith. 2009. An image-processing based algorithm to automatically identify plant disease visual symptoms. Biosystems Engineering 102 (1): 9-21.
7. Chen, Y. R., K. Chao, and S. K. Moon. 2002. Machine vision technology for agricultural applications. Computers and Electronics in Agriculture 36 (2-3): 173-191.
8. El-Hally, M., A. Refea, S. Al-Gamal, and R. A. Al-Whab. 2004. Integrating diagnostic expert system with image processing via loosely coupled technique. 2nd International conference on information and systems 1-15.
9. FAOSTAT, 2010. Rice production. Available from: <http://faostat.fao.org>. Accessed: 20-11-2012.
10. Gomathinayagam, S., M. Rekha, S. Sakthivel Murugan, and R. C. Jagessar. 2009. Biological control of rice disease (blast) by using *Trichoerma viride* in laboratory conditions. Proceedings of the Caribbean Food Crops Society 45: 79-86.
11. Hemming, J., and T. Rath. 2001. Computer-vision-based weed identification under field conditions using controlled lighting. Journal of Agricultural Engineering 78 (3): 233-243.
12. Liu, Z., C. Fang, Y. Yi-bin, and R. Xiu-qin. 2005. Identification of rice seed varieties using neural network. Journal of Zhejiang University Science 6 (11): 1095-1100.
13. Moumeni, A., B. Yazdi-samadi, and H. Leung. 2003. An assessment of partial resistance to *Pyricularia grisea* in rice cultivars. Iranian Journal of Agricultural Science 34 (2): 483-493. (In Farsi).
14. Moya, E. A., L. R. Barrales, and G. E. Apablaza. 2005. Assessment of the disease severity of squash powdery mildew through visual analysis, digital image analysis and validation of these methodologies. Crop Protection 24 (9): 785-789.
15. Nithya, A., and V. Sundaram. 2011. Identifying the rice diseases using classification and biosensor techniques. International Journal of Advanced Research in Technology 1 (1): 76-81.

16. Onyango, C. M. 2003. Segmentation of row crop plants from weeds using colour and morphology. *Computers and Electronics in Agriculture* 39: 141-155.
17. Otsu, N. 1979. A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE transactions on systems, man and cybernetics* 9: 62-66.
18. Ou, S. H. 1985. Rice diseases. Common Wealth Mycological Institute. Second Edition. 380p.
19. Sanjay, B., S. B. Patil, and S. K. Bodhe. 2011. Leaf disease severity measurement using image processing. *International Journal of Engineering and Technology* 3 (5): 297-301.
20. Shouche S. P., R. Rastogi, S. G. Bhagwat, and J. K. Sainis. 2001. Shape analysis of grains of Indian wheat varieties. *Computers and Electronics in Agriculture* 33: 55-76.
21. Skaloudova, B., V. Krivan, and R. Zemek. 2006. Computer-assisted estimation of leaf damage caused by spider mites. *Computer and Electronics in Agriculture* 53 (2): 81-91.
22. Steddom, K., W. M. Bredehoeft, M. Khan, and M. C. Rush. 2005. Comparison of visual and multispectral radiometric disease evaluations of *Cercospora* leaf spot of sugar beet. *Plant Disease* 89: 153-158.
23. Wang, D., M. S. Ramandm, and F. E. Dowell. 2002. Classification of damaged soybean seeds using near-infrared spectroscopy. *American Society of Agricultural Engineers* 4 (6): 1943-1948.

Exploring the possibility of using digital image processing technique to detect diseases of rice leaf

S. H. Payman^{1*} - A. Bakhshipour Ziaratgahi² - A. Jafari³

Received: 07-02-2014

Accepted: 17-09-2014

Introduction: Rice is a very important staple food crop provides more than half of the world caloric supply. Rice diseases lead to significant annual crop losses, have negative impacts on quality of the final product and destroy plant variety. Rice Blast is one of the most widespread and most destructive fungal diseases in tropical and subtropical humid areas, which causes significant decrease in the amount of paddy yield and quality of milled rice.

Brown spot disease is another important fungal disease in rice which infects the plant during the rice growing season from the nursery period up to farm growth stage and productivity phase. The later the disease is diagnosed the higher the amount of chemicals is needed for treatment. Due to high costs and harmful environmental impacts of chemical toxins, the accurate early detection and treatment of plant disease is seemed to be necessary.

In general, observation with the naked eye is used for disease detection. However, the results are indeed depend on the intelligence of the person performing the operation. So usually the accurate determination of the severity and progression of the disease can't be achieved. On the other side, the use of experts for continuous monitoring of large farms might be prohibitively expensive and time consuming. Thus, investigating the new approaches for rapid, automated, inexpensive and accurate plant disease diagnosis is very important.

Machine vision and image processing is a new technique which can capture images from a scene of interest, analyze the images and accurately extract the desired information. Studies show that image processing techniques have been successfully used for plant disease detection.

The aim of this study was to investigate the ability of image processing techniques for diagnosing the rice blast and rice brown spot.

Materials and Methods: The samples of rice leaf infected by brown spot and rice blast diseases were collected from rice fields and the required images were obtained from each sample. The images of infected leaves were then introduced to image processing toolbox of MATLAB software. The RGB images were converted to gray-scale. Using a suitable threshold, the leaf surface was segmented from image background and the first binary image was achieved. Leaf image with zero background pixels was obtained after multiplying the black-and-white image to original color image. The resulting image was transformed to HSV color space and the Hue color component was extracted. The final binary image was created by applying an appropriate threshold on the image that obtained from Hue color component.

As there was a high color similarity between the symptoms of two diseases, it was not possible to use Hue color component to distinguish between them. Therefore the shape processing was applied.

Four dimensionless morphological features such as Roundness, Aspect Ratio, Compactness and Area Ratio were extracted from stain areas and based on these features, disease type diagnosis was performed.

Results and Discussion: Results showed that the proposed algorithm successfully diagnosed the diseases stains on the rice leaves. A detection accuracy of 97.4 ± 1.4 % was achieved.

Regarding the results of t-test, among the extracted shape characteristics, only in the case of Area Ratio, there was no significant difference between two disease symptoms. While in the case of Roundness, Aspect Ratio and Compactness, a highly significant difference ($P < 0.01$) was discovered and revealed between rice blast and rice brown spot stains. The developed algorithm was capable of distinguishing between disease symptoms with an exactness of over 96.6%. This means that of the 60 samples (30 samples rice blast and 30 samples of rice brown spot); only two were placed in the wrong category.

Conclusions: It was concluded from this study that image processing technique can not only accurately

1- Assistant Professor, Department of Agricultural Mechanization Engineering, University of Guilan, Rasht, Iran

2- PhD Scholar, Biosystems Engineering Department, Shiraz University, Shiraz, Iran

3- Aassociat Professor, Biosystems Engineering Department, Shiraz University, Shiraz, Iran

(*- Corresponding Author Email: payman4747@yahoo.com)

determine whether the rice is healthy or infected but also can determine the type of plant disease with reliable precision.

Considering the fact that plant diseases spread area by area through the field, early and accurate diagnosis of plant diseases in a part of a farm - which is provided by image processing techniques and machine vision systems – is very useful for timely and effective disease treatment which in turn leads to lower crop losses. Also, by using the site-specific chemical application technologies, the need for chemicals can be minimized, an important factor that can considerably reduce the costs.

Keywords: Brown spot, Machine vision, Rice, Rice blast