

تشخیص زود هنگام و برخط بیماری سفیدک نهان خیار به کمک پردازش تصویر

نعیمه توکلی¹، عباس همت² بهزاد نظری³

1- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی

اصفهان، کد پستی 84156-83111

2- استاد گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان کد

پستی 84156-83111

3- استادیو دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان کد پستی 84156-83111

naieme.tavakoli@gmail.com

Formatted: Space Before: 3 pt

چکیده

بیماری سفیدک نهان، که در تمام مناطق دنیا مخصوصاً در اقلیم های گرم و مرطوب و گرم و خشک بیشترین خسارات را در مورد خیار و طالبی وارد آورده و در زمان کمتر از 24 ساعت سبب نابودی کل محصولات گلخانه می شود. علاج این بهار ی، در مراحل اولی، ظهور لکه های زرد رنگ و منقطع در روی برگ می باشد. در این مقاله روشی جهت آشکارسازی برخط بیماری سفیدک نهان بوته های خیار، ارائه شده است. هدف از انجام این پژوهش، تشخیص زود هنگام این بیماری در مراحل اولیه جهت جلوگیری از شیوع آن در گلخانه است. این امر موجب جلوگیری از کاهش عملکرد محصول و بروز ضررهای اقتصادی قابل توجه شده و همچنین باعث افزایش دقت و سرعت بازرسی و کاهش هزینه نیروی انسانی می باشد. این مهم با پردازش برخط تصاویر در لحظه از دوربین Canon a70 در نرم افزار متلب صورت می گیرد. در برنامه تهیه شده ابتدا برگ از پس زمینه جدا شده و سپس با استفاده از دو فاکتور شکل و رنگ، لکه های بهار تشخیص داده می شوند. در نهایت وجود یا عدم وجود بهار ی در گلخانه به مسئول هشدار داده می شود. در این پژوهش تعداد 250 تصویر از بوته های خیار گلخانه ای واقع در منطقه شهر ابریشم اصفهان تهیه و برای تشخیص بیماری سفیدک نهان خیار مورد بررسی قرار گرفت نتایج نشان داد که نرم افزار تهیه شده با در صد خطای پایین 3/2، می تواند جهت تشخیص زود هنگام این بیماری در گلخانه ها استفاده شود.

Formatted: Font: 11 pt, Complex Script Font: 11 pt, Not Bold, Check spelling and grammar

کلمات کلیدی: آشکارسازی، پردازش تصویر، سفیدک نهان.

مقدمه

رشد روز افزون جمعیت بشری، تأکید و توجه بر تأمین احتیاجات اولیه انسان نظیر خوراک و تغذیه سالم را ضروری می نماید. از آنجا که تولیدات گیاهی یکی از مهمترین منابع تغذیه می باشند، سعی در افزایش بازدهی و کاهش تلفات محصولات در واحدهای کشاورزی از جمله گلخانه ها، از اهداف مهم مسئولین می باشد. بهار ی های گیاهی، همواره خسارات اقتصادی زیادی در تولید محصولات کشاورزی را موجب می شوند [5]. طبق برآوردهای به عمل آمده، تلفات محصول ناشی از بهار ی ها و ویروس های گیاهی سالانه در آمریکا منجر به سری و سه میلیون دلار ضرر اقتصادی می شود [6].

یکی از این بیمار ی های مهلک، بیماری سفیدک نهان گیاهان جالیزی با نام علمی *Pseudoperonospora cubensis* است که در تمام مناطق دنیا مخصوصاً در اقلیم های گرم و مرطوب و گرم و خشک، خسارات قابل توجهی را متوجه گلخانه داران می کند. این بیماری بیشترین خسارات را در مورد خیار و طالبی وارد آورده و در

Formatted: Font: Italic, Complex Script Font: Italic

Formatted: Font: Italic, Complex Script Font: Italic

مدت زمان کوتاهی (کمتر از 24 ساعت) موجبات نابودی کل محصولات گلخانه را فراهم می آورد. هاگ این بیماری توسط آب، باد و همچنین لوازمی مانند بیلچه و دست آلوده کارگر و غیره قابلیت انتقال دارد. چنانچه تشخیص بیماری در مراحل اولیه صورت گیرد، کنترل آن به سهولت انجام می گیرد. از علائم این بیماری، در مراحل اولیه، ظهور لکه های زرد رنگ و منقطع در روی برگ می باشد [2].

استفاده از سیستم های هوشمند در تشخیص بیماری های گیاهی رویکردی است که اخیراً مورد توجه محققان قرار گرفته است. چرا که علاوه بر حذف عامل انسان و در نتیجه کاهش هزینه، در این روش عمل پیش با دقت و سرعت عمل بالاتری، که در تشخیص زودهنگام بیماری مورد نیاز است، صورت می گیرد. فعالیت های زغدی در راستای تشخیص بیماری ها، آسیب ها و کمبود های تغذیه ای در گیاهان توسط روش های هوشمند صورت گرفته است. روش های متداول در این زمینه را می توان به صورت زیر خلاصه کرد [3]:

- طیف سنجی (سنجش میزان انعکاس ی جذب موج در طیف های گوناگون)،
- اندازه گیری میزان انعکاس نور فلوروسنت،
- پردازش تصوی در طیف مرئی و مادون قرمز،
- پردازش تصوی در طیف مادون قرمز نزدیک (NIR) و مرئی (MIR) و
- استفاده از سامانه ماشین بوئی.

در تشخیص بیماری های گیاهی که علائم آن ها بر روی برگ گیاه ظاهر می شود، راه حل رایج، استفاده از امواج الکترومغناطیسی است. این روش بر پایه ی فرضیه استوار است که گیاهان سالم به گونه ای کاملاً متفاوت از گیاهان بیمار، با تشعشعات الکترومغناطیسی در تعاملند، یعنی جذب امواج، انعکاس امواج از سطح رویین برگ، نشر و عبور دادن امواج نور از بافت برگ. در این موارد گیاهان گوناگون خصوصیات نوری متفاوتی از خود نشان می دهند که برخی با چشم غی مسلح قابل تشخیص می باشند. طبق تحقیقات به عمل آمده خصوصیات برگ سالم در برابر امواج الکترومغناطیسی به شرح زیر است [8]:

○ انعکاس پایین نور در طول موج مرئی به دلیل جذب قوی نور توسط رنگدانه های فعال (کلروفیل ها، رنگدانه های قرمز و شبه کارتن ها).

○ انعکاس بالای امواج در طیف NIR، به دلیل پراکنش چندگانه در سطح مشترک هوا- سلول در بافت داخلی برگ،

○ انعکاس پایین امواج در باند پهن SWIR (Short wave Infrared) به دلیل جذب امواج توسط آب، پروتئین و دیگر ترکیبات کربنی،

از آنجا که محتوای آب برگ های سالم بالاست (قابلیت نشر (emissivity) بین 97 تا 99 درصد)، برگ های سالم بیشتر شیخ اجسام سرخه رنگ رفتار می کنند و در باند مادون قرمز گرما بی، مطابق با دما عشان، امواج را منتشر می کنند.

بیماری ها می توانند در طیف های گسترده ای از امواج الکترومغناطیسی، بر خصوصیات نوری برگ، تأثیر گذار باشند. بنابراین، برگ های سالم تا زمانی سبز به نظر می آید که باند موج زور سبز به طور نسبی در مقایسه با باند موج زرد، آبی و قرمز (که توسط رنگدانه ها جذب می شوند) بیشتر انعکاس داده شود.

○ برگ گیاهان بیمار، به طور معمول دارای لکه های مجزا (نواحی آسیب دیده)، مطابق با نواحی دارای نسج مرده (نکروزی) یا نواحی رنگ پریده می باشند. این نواحی باعث افزایش بازتابش نور در بازه طیف مرئی، خصوصاً در باند جذب کلروفیل می شوند [8].

Formatted: Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 0.25" + Indent at: 0.5"

Formatted: Indent: Before: 0", Hanging: 0.38"

[Spinelli et al.,2006] از استفاده از طیف نزدیک مادون قرمز جهت تشخیص بیماری زنگ قرمز (fire blight) در گلادی استفاده نمودند. اما این روش کمک چندانی در راستای تشخیص و طبقه بندی میوه های سالم از بیمار نکرد، در حالی که با استفاده از سامانه ماشین بویلی دسته بندی بهتری در این آزمایش بدست آمد. پژوهشگران دلیلی این ضعف در روش اول را کوچک بودن اسکن شده برگ (2متری مربع) دانستند. آنها پیشنهاد نمودند که با تحلیل تصوی چند بعدی نسبت یا زاویه دید کوچک، می توان اطلاعات بیشتری از گیاهان بیمار را تأمین کند [7]. [Huang et al.,2007] با استفاده از روش پردازش تصوی در طیف مرئی و بکارگیری شبکه عصبی، روشی جهت تشخیص و طبقه بندی بیماری های گونه ای از گل ارکیده را ارائه دادند. این بیماری ها شامل پوسیدگی نرم باکتریایی، لکه قهوه ای باکتریایی، و پوسیدگی سرخ بود. در این روش جهت تفکیک نواحی سالم از بیمار، در الگوریتم پردازش تصوی از شکل بافت و متوسط سطح آستانه خاکستری در مناطق بیمار حاصل از تبدیلی تصوی RGB، جهت طبقه بندی بیماری ها استفاده شد. یک برنامه شبکه عصبی پیشنهاد جهت تشخیص نواحی آلوده به هر سه نوع بیماری و نواحی سالم به کار گرفته شد. روش ارائه شده به خوبی عمل تشخیص و دسته بندی نواحی بیمار را با دقت 86/9 درصد انجام داد. توانایی تشخیص این سامانه بدون دسته بندی نوع بیماری، بالاتر از 97/2 درصد بود [4].

علی رغم انجام مطالعات فراوان در تشخیص خودکار بیماری ها و آسیب های محصولات کشاورزی، تا کنون فعالیتی جهت تشخیص خودکار بیماری سفیدک نهان، صورت نگرفته است. از آنجا که در بیماری سفیدک نهان، ظهور علائم اولیه بیماری در برگ ها به صورت لکه های قابل رؤیت است، هدف از انجام این پروژه، تصویر برداری امواج الکترومغناطیس در طیف مرئی، جهت تشخیص این بیماری، می باشد.

مواد و روشها

جهت تهیه تصویر از دوربین کانن مدل a70 استفاده شد. این دوربین با استفاده از بسته نرم افزاری همراه امکان پردازش برخط تصاویر را فراهم می آورد. این نرم افزار امکان تنظیم و کنترل کامل دوربین شامل وضوح تصویر، تنظیمات رنگ، نور و سرعت تصویر برداری را فراهم می آورد. در این پژوهش تعداد 250 تصویر از بوته های خیار گلخانه ای واقع در منطقه شهر ابریشم اصفهان تهیه و برای تشخیص بیماری سفیدک نهان خیار مورد بررسی قرار گرفت. تصاویر دریافتی در نرم افزار متلب 2011 مورد پردازش قرار گرفت.

عملیات پیش پردازش

در پروژه حاضر عملیات پیش پردازش با اهداف زیر انجام شد:

- حذف نویز
- ارتقای تمایز ارزش بکسل ها و
- کاهش حجم تصاویر جهت افزایش سرعت پردازش.

جدا سازی برگ از پس زمینه:

نقاطی در پس زمینه مانند لبه های علف های هرز، انعکاس های سطح خاک و غیره وجود دارند که با اجرای برنامه تشخیص، به اشتباه به عنوان لکه بیماری انتخاب می شوند. بنابراین به منظور کاهش این خطاها و همچنین جهت کاهش زمان اجرای برنامه، ابتدا باید این اطلاعات اضافی در تصاویر حذف شوند. به عبارت دیگر، ضروری است در ابتدا برگ ها از زمینه جدا سازی شوند.

[1AT]Comment: اسم لاتین بیماری ها تکلیف شود

Formatted: Not Highlight

Formatted: Font: Not Bold, Complex Script
Font: Not Bold

Formatted: Justify Low

Formatted: Font: Not Bold, Complex Script
Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold, Complex Script
Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold, Complex Script
Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold, Complex Script
Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold, Complex Script
Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold, Complex Script
Font: Not Bold

Formatted: Font: 11 pt, Bold, Complex Script
Font: 11 pt, Bold

Formatted: Space Before: 0 pt, After: 0 pt

Formatted: Font: 11 pt, Bold, Complex Script
Font: 11 pt, Bold

به همین منظور با بررسی تصاویر در فضاهای رنگی (RGB(Red-Green-Blue و HSV(Hue-Saturation- Value) و استخراج ارزش پیکسل ها در تصاویر تک رنگ، جهت حذف تأثیر نور محیطی، پیکسل های مربوط به برگ فراخوانی و با اعمال فیلتر حذف نویز و پر کردن حفره ها، ماتریس دودویی الگوی برگ، تهیه شد. با تبدیل کلاس این ماتریس به کلاس double و ضرب آرایه های آن در تک تک لایه های تصویر رنگی اصلی (شکل 1) و ترکیب آن ها، نواحی مربوط به برگ دارای ارزش اصلی و بقیه نقاط دارای ارزش صفر شدند (شکل 2). این امر علاوه بر کاهش خطای تشخیص بیماری، با حذف اطلاعات اضافی تصویر به کاهش حجم تصویر و افزایش سرعت پردازش منجر می شود.



شکل 1. تصویر اصلی



شکل 2. برگ-های جداسازی شده از پس زمینه

تشخیص بیماری

این امر با استفاده از دو فاکتور رنگ و شکل لکه های روی سطح برگ ها، صورت می گیرد. در ابتدا توسط برنامه ابتدایی تصویر هر برگ به مولفه های رنگی آن تفکیک شد. پس از بررسی های انجام شده بر روی نواحی بیمار، این نتیجه حاصل شد که بهترین لایه برای تشخیص لکه های بیمار هم در مراحل اولیه و هم در مراحل پیشرفته، لایه

Formatted: Caption, Centered, Space Before: 0 pt, After: 0 pt

Formatted: Font: 11 pt, Complex Script Font: 11 pt

Formatted: Space Before: 0 pt, After: 0 pt

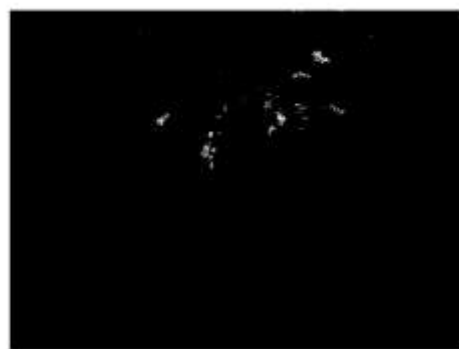
Formatted: Font: Not Bold, Complex Script Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold, Complex Script Font: Not Bold

hue می باشد. حال با تشکیل ماتریس سه بعدی الگوی بیمار و استخراج مقادیر بیشینه و کمینه آن توسط نرم افزار، طیف رنگی بیمار آشکار و با اعمال الگوی تشخیص روی تصویر مرحله قبل، بیماری هم در مراحل اولیه (شکل 3) و هم در حالت پیشرفته (شکل 4) قابل تشخیص می باشد.



شکل 3. نواحی تشخیص داده شده به عنوان نواحی بیمار در مراحل اولیه.



شکل 4. نواحی تشخیص داده شده به عنوان نواحی بیمار در مراحل پیشرفته.

یکی از ویژگی های منحصر به فرد این بیماری، زاویه دار بودن لکه ها (نواحی بیمار) و محدود شدن آن به رگبرگ ها حتی در مراحل پیشرفته بیماری می باشد. لذا مرحله بعدی بررسی مورفولوژیک لکه ها (نواحی بیمار) می باشد. در این مرحله، با قطعه بندی تصویر و برجسب گذاری، هر لکه بصورت جداگانه، بر مبنای خصوصیات خارجی (مرز)، مورد بررسی قرار می گیرد. از آنجا که مشخصه مورفولوژیک لکه های بیمار زاویه دار بودن آن ها، پایین بودن ضریب گردی و نزدیک بودن شکل آن ها به چند ضلعی است، پس از پر کردن حفره ها، از روش تخمین چند ضلعی استفاده شد.

Formatted: Font: Not Bold, Complex Script
Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold, Complex Script
Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold, Complex Script
Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold, Complex Script
Font: Not Bold

Formatted: Caption, Centered, Space Before:
0 pt, After: 0 pt

Formatted: Caption, Centered, Space Before:
0 pt, After: 0 pt

Formatted: Font: Not Bold, Complex Script
Font: Not Bold

Formatted: Comment, Background Color: #FFC0CB
[2AT]Comment
هم شکل تامین شود؟

Formatted: Font: Not Bold, Complex Script
Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold, Complex Script
Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold, Complex Script
Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold, Complex Script
Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold, Complex Script
Font: Not Bold

در این روش، با یافتن حداقل محیط چند ضلعی (MPP (Minimum Perimeter Polygon) امکان پذیر است که به همین منظور ابتدا با فراهم آوردن مجموعه سلولی و نواحی داخل آن، مرز نواحی بصورت 4-متصل (4-connected) در جهت ساعتگرد، با استفاده از تابع boundaries مشخص شد. سپس از این توالی 4-متصل (4-connected) کد زنجیری فریمین با استفاده از تابع fchcode مشخص و بوسیله آن نقاط محدب و مقعر محیط، استخراج شد.

حال با استفاده از نقاط محدب به عنوان رئوس، چند ضلعی اولیه ایجاد شد و همه نقاط مقعر خارج از چند ضلعی اولیه حذف شدند. سپس همه نقاط محدب که به صورت راس مقعر در آمده اند، حذف شدند. تکرار دو عمل اخیر تا توقف تغییرات ادامه یافت و با حذف رئوس با زاویه 180 درجه، نقاط باقیمانده رئوس MPP می باشند. در مرحله بعد با بررسی زوایای داخلی این چند ضلعی تخمینی با استفاده از دستور polyangle و مقایسه آن با محدوده استخراج شده از تصاویر بررسی دستی، لکه بیمار از لحاظ مورفولوژیکی آشکار سازی می شود.

نتایج و بحث

در این مقاله با استفاده از پردازش تصویر به آشکار سازی زود هنگام یکی از بیماری های مهلك گلخانه های خیار به نام سفیدک نهان پرداخته شد. بدین منظور ابتدا تصاویر گرفته شده توسط دوربین مدل کانن a70 با نرم افزار متلب فراخوانی شده و در مرحله اول برگ ها از پس زمینه جدا شدند. سپس با استفاده از دو عامل رنگ و شکل هندسی لکه ها، وجود یا عدم لکه بیماری بر روی برگ بررسی شد. با انجام آزمایش بر روی 250 تصویر، خطای عدم تشخیص 3.2٪ بود که مربوط به برگ های دور و یا وجود برگ هایی با مرحله پیشرفته بیمار است که کاهش سطح کلروفیل رنگ برگ را از محدوده تشخیص خارج می سازد. زمان مورد نیاز جهت آشکار سازی برای هر تصویر 7.2 ثانیه است. با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش همچنین سرعت عمل تشخیص و کاهش هزینه های اقتصادی، روش پیشنهادی می تواند جهت آشکار سازی این بیماری کارآمد باشد.

قدردانی

بدینوسیله از جناب آقای دکتر مساح که با همکاری های لازم، ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

منابع

- [1] خاقان، ب، 1383. کشت گیاهان گلخانه ای، انتشارات بهتا.
- [2] عبد الکریم زاده، م، 1385. مدیریت تغذیه و آبیاری در سیستم های مختلف کشت گلخانه ای سبزی و صیفی جات، نشر مرسل، کاشان.

[3] Sankaran, S., Mishra, A., Ehsani, R. and Davis, C. 2010. A review of advanced techniques for detecting plant diseases. *Comput. Electr. Eng.* 72: 1-13.

[4] Huang, K., 2007. Application of artificial neural network for detecting *Phalaenopsis* seedling diseases using color and texture features. *Comput. Electr. Eng.* 57: 3-11.

- [5] Roberts, M.J., Schimmelpfennig, D., Ashley, E., Livingston, M., Ash, M. and Vasavada, U., 2006. The value of plant disease early-warning systems. *Economic Research Service* No. 18, United States Department of Agriculture.
- [6] Pimentel, D., Zuniga, R. and Morrison, D., 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecol. Econ.* 52 (3): 273–288.
- [7] Spinelli, F., Noferini, M., Costa, G., 2006. Near infrared spectroscopy (NIRs): Perspective of fire blight detection in asymptomatic plant material. *Proceeding of 10th International Workshop on Fire Blight. Acta Horticulturae* 704: 87–90.
- [8] Lee, W.S., Alchanatis, V., Yangc, C., Hirafuji, M., Moshoue, D., and Li, C., 2010. Sensing technologies for precision specialty crop production. *Comput. Electr. Eng.* 74:2-33.

Formatted: Superscript