مروری بر روش‌های مبتنی بر پردازش تصویر در مدیریت و کنترل عوامل مؤثر بر پارامترهای کیفی، آفات و بیماری‌های نیشکر

بیژن باباگلی [۱]، غلام‌رضا چگینی [۲*]، ارسلان جمشید نیا [۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان، گروه فنی کشاورزی (bijan.babagoli@ut.ac.ir)
۲. دانشیار، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان، گروه فنی کشاورزی (chegini@ut.ac.ir)
۳. استادیار، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان، گروه فنی کشاورزی (jamshidnia@ut.ac.ir)

چکیده

با توجه به شرایط حساس جهان برای تولید غذا، نیشکر به یکی از محصولات استراتژیک دنیا تبدیل‌شده است که با توجه به تعداد زیاد محصولات اصلی و فراورده‌های جانبی آن، از اهمیت زیادی برخوردار است. همچنین با نظر به اینکه این محصول در ایران و اقصی نقاط دنیا در مزارع وسیعی کشت می‌شود حفاظت و نظارت بر آن برای کنترل آفات و بیماری‌ها به امر مهمی تبدیل‌شده است. در این پژوهش روش‌های آنالیز PCA، آستانه یابی، پردازش تصاویر چند طیفی، تصاویر خوشه‌بندی‌شده، ساختار حرکت ابرهای نقطه‌ای، الگوریتم تقسیم‌بندی تصاویر و ماشین بردار پشتیبان موردبررسی قرارگرفته‌اند و می اوان با تقریب خوبی گفت که همگی در تشخیص عوامر مؤثر بر کیفیت نیشکر مؤثر می‌باشند

کلمات کلیدی: *پردازش تصویر، پهپاد، کشاورزی هوشمند، مادون قرمز، نیشکر*

*نویسنده مسئول: chegini@ut.ac.ir

مروری بر روش‌های مبتنی بر پردازش تصویر در مدیریت و کنترل عوامل مؤثر بر پارامترهای کیفی، آفات و بیماری‌های نیشکر

مقدمه

نیشکر گیاهی بلند و چندساله از گونه *Saccharum* است که برای تولید شکر مورداستفاده قرار می‌گیرد. این گیاه دو تا شش متر (شش تا بیست فوت) بلندی دارد. نیشکر دارای ساقه‌های فیبری ، متصل و فیبر است که سرشار از ساکارز هستند ، قند ساده‌ای که در قسمت‌های متصل به ساقه تجمع می‌یابد. نیشکر متعلق به خانواده چمن پواسه است ، یک خانواده گیاه مهم بذر که شامل ذرت ، گندم ، برنج و سورگوم و بسیاری از محصولات علوفه‌ای است. نیشکر بومی مناطق معتدل گرم مناطق گرمسیری جنوب آسیا ، آسیای جنوب شرقی، گینه نو و آمریکای جنوبی است.

قندهای تولیدشده در سطح جهان از گونه‌ای از نیشکر به نام *Saccharum officinarum* و هیبریدهایی که ازاین‌گونه استفاده می‌کنند حاصل می‌شود. قند تولیدشده توسط نیشکر ۷۹٪ از قند تولیدشده را تشکیل می‌دهد. بیشتر بقیه آن‌ها از چغندرقند تهیه می‌شوند. درحالی‌که نیشکر به‌طور عمده در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری رشد می‌کند ، چغندرقند به‌طورمعمول در مناطق معتدل سردتر رشد می‌کند.

تقاضای جهانی برای قند عامل اصلی کشاورزی نیشکر است. نیشکر بزرگ‌ترین محصول جهان ازنظر میزان تولید است. تولید جهانی نیشکر در سال ۲۰۱۷، ۱,۸۴ میلیارد تن بود ، درحالی‌که برزیل ۴۱٪ از شکر کل جهان را تولید می‌کند ، هند ۱۷٪ از کل و هند و تایلند هرکدام حدود ۶٪ تولید می‌کنند.

در سال ۲۰۱۸ ، تولید نیشکر برای ایران ۱،۰۲۰ کیلوتن بود. تولید نیشکر ایران از ۴۰ کیلوتن در سال ۱۹۶۹ به ۱,۰۲۰ کیلوتن در سال ۲۰۱۸ افزایش یافت و با میانگین سالانه ۱۳,۱۹٪ افزایش رشد داشت.

بااین‌وجود می‌دانیم نیشکر گیاه ارزشمندی است و با توجه به اینکه در ایران و به‌خصوص در استان خوزستان در سطح وسیعی کشت می‌شود می‌تواند نقش مهمی در اقتصاد کشور داشته باشد.

عوامل مختلفی از قبیل شوری، بالا آمدن سطح ایستایی آب، کمبود عناصر غذایی، علف‌های هرز و غیره سبب کاهش محصول نیشکر می‌شود، آفات و بیماری‌ها نیز، یکی از عوامل کاهش محصول است که به علت تک کشتی و چندساله بودن زراعت نیشکر، تکثیر غیر رویشی آن، سرعت کند تغییر ارقام در ترکیب کشت و متعاقباً کلونیزه شدنشان می‌توانند خسارات اقتصادی زیادی ایجاد نمایند[۹].

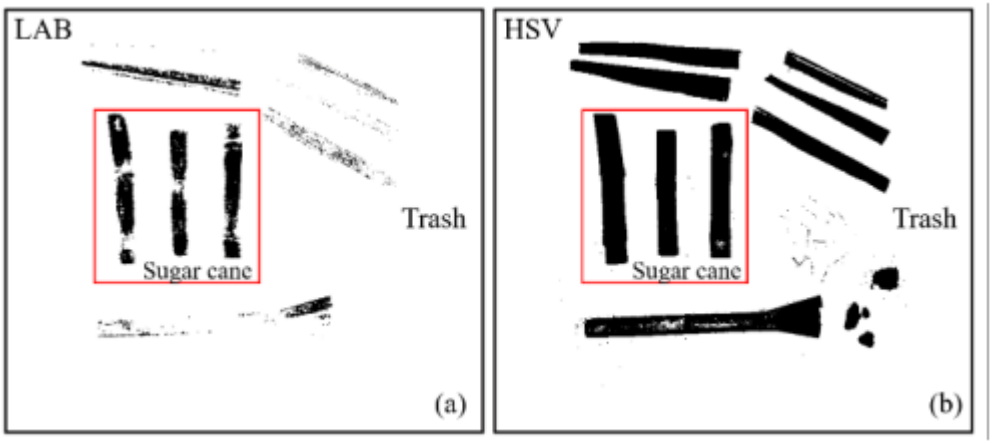
تابه‌حال بیش از ۲۰۰ گونه از حشرات و بیش از ۸۰ گونه از جانوران زیان‌آور که در مزارع نیشکر فعالیت می‌کنند شناسایی‌شده‌اند. علاوه بر حشرات زیان‌آور، کنه‌ها و مهره‌دارانی چون موش‌ها و گراز نیز در گیاه خسارت به بار می‌آورند ولی در مقایسه با سایر عوامل بیماری‌زا خسارتشان کمتر می‌باشد[۱].

ازاین‌رو تشخیص به‌موقع آفات، بیماری‌ها و به‌طورکلی عوامل آسیب‌رسان و همچنین بررسی پارامترهای مؤثر در کیفیت محصول می‌تواند کشاورزان و مزرعه‌داران را در مدیریت بهینه مزارع نیشکر و همچنین مصرف بهینه سموم دفع آفات نباتی، علف‌کش‌ها و کودهای شیمیایی یاری بخشد [۱].

پیشینه تحقیق

آنالیز PCA

یکی از معیارهای اصلی تعیین کیفیت محصول در نیشکر، آنالیز و بررسی درصد ضایعات آن است زیرا این امر بر راندمان تولید قند تأثیر می‌گذارد به این معنی که هرچه درصد ضایعات بیشتر باشد میزان قند دریافتی از نیشکر کمتر می‌شود. در حال حاضر این مهم به‌صورت دستی و توسط کارگران انجام می‌شود که زمان، نیروی و کار و صرف هزینه بالایی را به دنبال خواهد داشت. پاندوانگانت و همکاران [۵] با استفاده از آنالیز PCA ۵ فضای رنگی (RGB,HSV,LAB,XYZ,YIQ) مؤلفه‌های ساقه نیشکر و ضایعات را به دست آوردند و معادله آستانه هر فضا برای شناسایی پیکسل‌های ساقه نیشکر تعیین شد. نتایج نشان داد که درصد کیفیت تشخیص و ردیابی هر ۵ فضای رنگی در بازه زمانی مشخص از ۱۹,۱۹٪ تا ۸۲,۲۷ متغیر بود درحالی‌که درصد کیفیت LAB و RGB در بهترین حالت به ترتیب ۹۶,۰۶ و ۹۴,۹۰ بود.

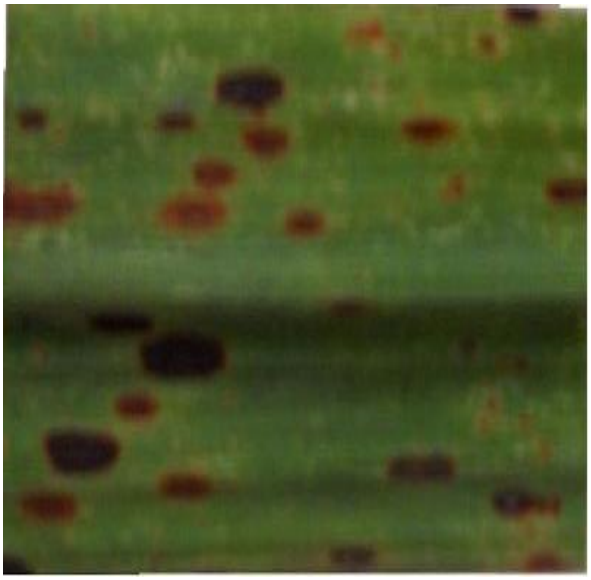


شکل. ۵. نمونه تصویر باینری با استفاده از روش PCA و آستانه فضای HSV (a) و LAB (b) از فضای رنگی.

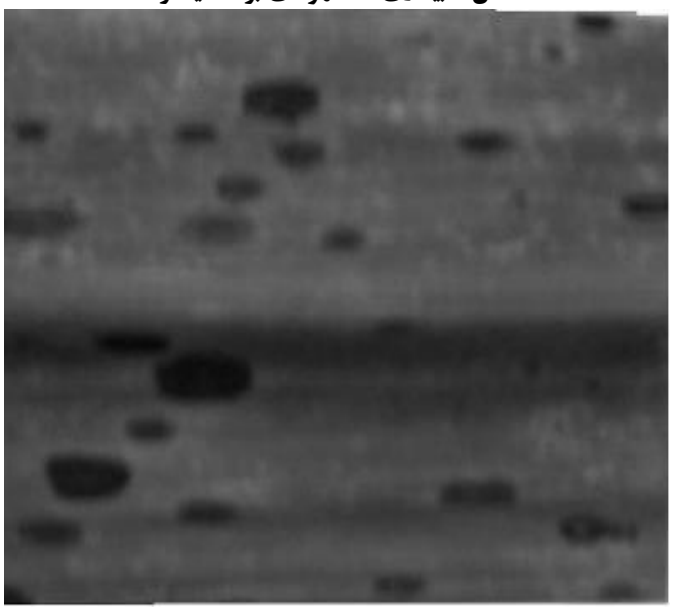
آستانه یابی[1]

بیماری‌های ناشی از قارچ در نیشکر غالب‌ترین بیماری است که علائم آن به‌صورت ایجاد لکه‌هایی بر روی برگ است. با توجه به اینکه استفاده بی‌رویه از سموم و آفت‌کش‌ها باعث افزایش هزینه‌ها و آلودگی محیط‌زیست می‌شود، بنابراین باید استفاده از آن‌ها به حداقل برسد. این امر می‌تواند با اندازه‌گیری شدت بیماری توسط پردازش تصویر انجام شود. این روند با تشخیص و محاسبه فاکتورهای ناحیه آسیب‌دیده انجام می‌شود سانجای و همکاران [۶] با استفاده از روش آستانه یابی معمولی و آستانه یابی مثلثی توانستند با دقت ۹۸,۶۰ ٪ شدت بیماری را تشخیص دهند.

1 Thresholding



شکل۲. بیماری لکه قهوه‌ای برگ نیشکر

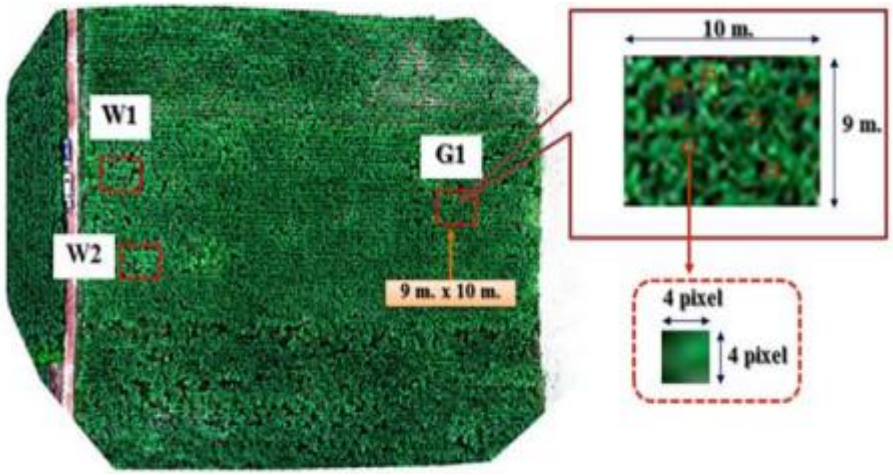


شکل ۳. تصویر در مقیاس خاکستری

شکل ٤.تصویر باینری منطقه آسیب‌دیده

پردازش تصاویر چند طیفی[۲]

در حال حاضر کنترل یا شناسایی آلودگی به بیماری برگ سفید نیشکر امکان‌پذیر نیست زیرا شناسایی علائم آن به‌وسیله بازدید میدانی میسر می‌شود، اما می‌توان با شناسایی این بیماری با استفاده از هواپیماهای بدون سرنشین یا همان پهپادها امکان‌پذیر است. سانسیچان و همکاران [۷] با استفاده از دوربین چند طیفی متصل شده به پهپاد VESPA HEX 650 (شکل ۶) سه تصویر اصلی و سه تصویر زیرمجموعه از برگ‌های سالم و برگ‌های آلوده نیشکر به دست آوردند. برای محاسبه ۱۸ شاخص پوشش گیاهی از بازتاب ۶ تصویر مذکور استفاده کردند و سپس از این شاخص‌ها برای محاسبه درصد اختلاف پوشش گیاهی (سبز در مقابل سفید) استفاده می‌شود. آن‌ها از این شاخص‌ها نتیجه گرفتند که می‌توان از این شاخص‌ها برای شناسایی برگ سفید نیشکر استفاده کرد اما تنها شاخص‌های پوشش گیاهی محاسبه‌شده از باندهای NRI،GI و RGB در تشخیص علائم بیماری برگ سفید نیشکر کیفیت قابل‌قبول و هزینه کمی دارند.



شکل ۵ .نمونه‌ای از نیشکر مورداستفاده

شکل ٦. پهپاد مورداستفاده

پردازش تصاویر خوشه‌بندی‌شده

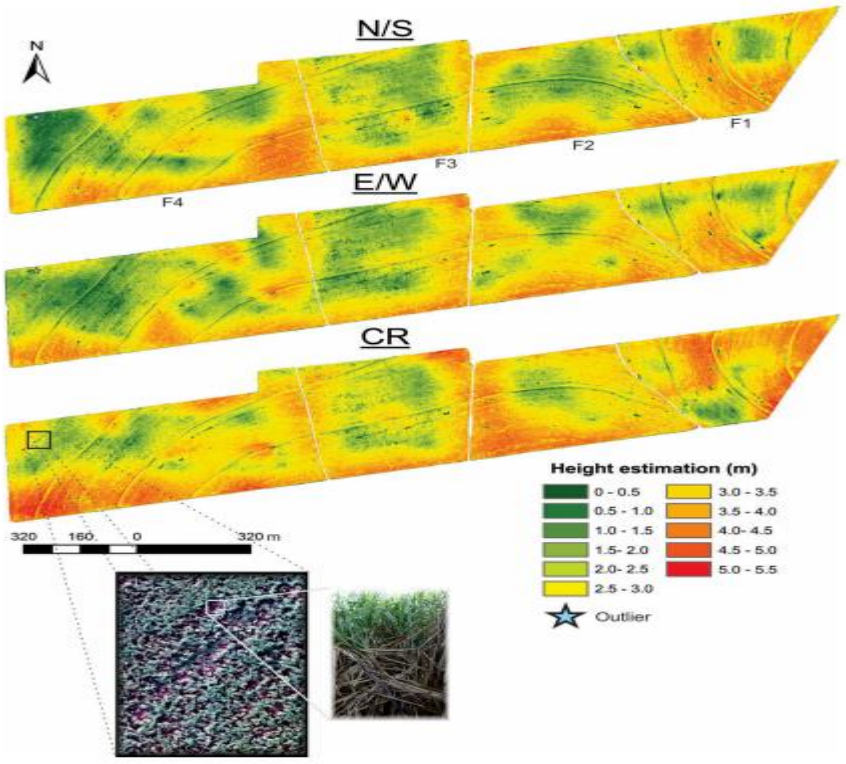
گیاه نیشکر در سراسر دنیا مستعد ابتلا به تعدادی از بیماری‌های ناشی از پاتوژن‌ها، قارچ‌ها، باکتری‌ها، ویروس‌ها و غیره است. تشخیص به‌موقع این عوامل می‌تواند باعث افزایش بازدهی مزرعه و مدیریت بهینه آن شود. آریفاخان و همکاران [۳] باهدف اثربخشی تکنیک‌های

2 Hyperspectral

پردازش تصویر و تکنیک‌های بینایی رایانه در تشخیص بیماری‌های نیشکر، بیماری‌های پوسیدگی قرمز نیشکر، موزاییک نیشکر و سوختگی برگ نیشکر را مورد ارزیابی قراردادند و دریافتند که الگوریتم تشخیص و خوشه‌بندی تصاویر برای استخراج ویژگی‌هایی مانند رنگ، اندازه و شکل برای تشخیص بیماری‌های نیشکر می‌تواند مؤثر باشد.

ساختار حرکت ابرهای نقطه‌ای

استفاده از سیستم‌های هوایی بدون سرنشین به‌عنوان سیستم‌های سنجش از راه دور دارای پتانسیل فوق‌العاده برای به دست آوردن توضیحات دقیق و اختصاصی از ویژگی‌های محصول است که برای کشاورزی دقیق مفید خواهد بود به‌عنوان‌مثال در مزارع نیشکر، ارتفاع نیشکر می‌تواند نشان‌دهنده میزان عملکرد و سایر پارامترها باشد زیرا تحت تأثیر میزان کل قند، محتوای نیتروژن برگ، دما و شدت نور است. مدل سطوح زراعی مختلف با استفاده از یک سیستم هوایی بدون سرنشین با وضوح‌بالا برای تخمین ارتفاع نیشکر، استفاده می‌شود. سوزا [۲]و همکاران با استفاده از ساختار حرکت ابرهای نقطه‌ای ارتفاع نیشکر را تخمین زدند و دریافتند که بدون در نظر گرفتن سایه‌های ناشی از ابر، بهترین نتایج در همپوشانی خطوط پرواز شمالی-جنوبی و شرقی-غربی(شکل ۷) به دست می‌آید.نقشه‌های حاصل از این خطوط پروازی نشان می‌دهد که تفاوت ارتفاع نیشکر قابل‌تشخیص است و این روش برای برآورد ارتفاع محصول در مقایسه با روش اندازه‌گیری زمین نقطه‌ای مفید به نظر می‌رسد.



شکل۷. نقشه‌های ارتفاع تولیدشده از هر روش (N / S ،E / W ، و CR) برای هر زمینه مطالعه (۱F ، ۲F ، ۳F ، ٤F) و موقعیت‌های مسیرهای دوردست

همچنان که گفته شد این روش به خاطر هزینه کم نسبت به بازدید میدانی و استفاده از نیروی کار کمتر می‌تواند برای تخمین ارتفاع کارآمد باشد و مقایسه آن با داده‌های زمینی می‌تواند همبستگی خوبی را در جهت تخمین بهتر ارتفاع در جهت به دست آوردن اهداف

یادشده نشان دهد، هائو و همکاران [۱۲]. با استفاده از روش مذکور توانستند ارتفاع نیشکر را با دقت بالایی به دست آورند و در طی تحقیقات خود دریافتند استفاده از مدل سطوح مختلف زراعی برای تخمین مساحت سطح برگ نیشکر در دوره رشد می‌تواند مؤثر باشد و به‌کارگیری داده‌های به‌دست‌آمده از بازدیدهای میدانی می‌تواند این روش را به ابزاری قدرتمند برای تخمین ارتفاع نیشکر تبدیل کند.

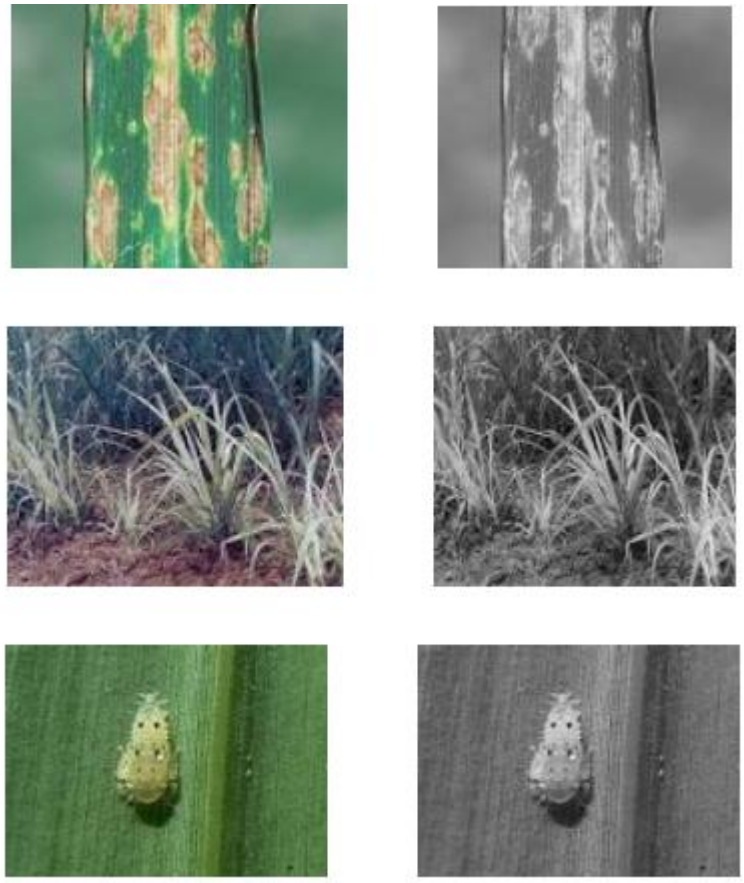
الگوریتم تقسیم‌بندی تصویر

این روش می‌تواند برای تشخیص بیماری نیشکر با توجه به ویژگی‌های بیماری‌های پوسیدگی قرمز نیشکر و لکه حلقوی نیشکر، مفید باشد. ژائو جیان و همکاران [۱۳]. با استفاده از این روش لکه‌های پوسیدگی قرمز و لکه‌های آلوده به نقاط حلقه را استخراج کردند. دقت تقسیم‌بندی تصویر برای بیماری لکه حلقوی ۹۳٪ ، و برای بیماری‌های پوسیدگی قرمز را ۹۵٪ به دست آوردند

الگوریتم ماشین بردار پشتیبان[3]

همان‌طور که ذکر شد بیماری‌های بسیاری وجود دارد که می‌تواند باعث آسیب‌رسانی به برگ و ساقه نیشکر شود که این امر می‌تواند باعث کاهش عملکرد آن شود، اگر بیماری در مرحله اول تشخیص داده نشود باعث آسیب‌رسانی به نیشکر می‌شود متکال و همکاران [۴] با استفاده از پردازش تصویر دیجیتال ، به یافتن بیماری و پیشگیری از بیماری خاص که انواع سموم دفع آفات برای جلوگیری از بیماری نیاز دارند ، پرداختند. در این روش ابتدا تصویر ورودی را به شکل رنگی گرفته و سپس پیکسل‌های سبز اخذ می‌شوند ، سپس تصویر قطعه قطعه شده مفید مورداستفاده برای استخراج قرار می‌گیرد و درنهایت آمار بافت تکمیل می‌شود و مطابق تحلیل آن راه‌حل پیشگیری از بیماری ارائه می‌شود. آن‌ها دریافتند الگوریتم SVM نتیجه بهتری را در مقایسه با سایر الگوریتم‌ها می‌دهد. این روش همچنین می‌تواند با استفاده از تکنیک‌های عادی مانند جاوا توسعه یابد ، اما استفاده از نرم‌افزار متلب نتیجه کارآمد و کارآمد می‌دهد. ازآنجاکه تمرکز اصلی این برنامه کاربرپسند است ، این شناسه برنامه به‌گونه‌ای طراحی‌شده است که از مفهوم چندزبانه پشتیبانی می‌کند. این نرم‌افزار برای کشاورز و آزمایشگاه که در آن هستند می‌توانند به‌راحتی از محصولات زراعی خود محافظت کنند و رشد تولید نیز افزایش یابد ، مفید است.

3 Support Vector Machine(SVM)



شکل ۸. سمت راست تصاویر خاکستری و سمت چپ تصاویر رنگی از برگ‌های نیشکر آلوده

نتیجه‌گیری

با توجه به روش‌های مطرح‌شده در این پژوهش، دستاوردها و نتایج حاصل از آن‌ها می‌توان دریافت که این روش‌ها برای تشخیص عوامل مؤثر بر کیفیت محصول تولیدی از نیشکر و مدیریت بهینه مزارع نیشکر و همچنین بهبود فراورده‌های حاصل از گیاه نیشکر فوق‌العاده مؤثر بوده و با همپوشانی آن‌ها با بازدید میدانی و داده‌های زمینی می‌توان به نتایج خوبی دست‌یافت. همچنین توسعه و گسترش این روش‌ها در جهت توسعه و بروز رسانی علوم نوین امروز می‌توان در آینده‌ای نزدیک هزینه‌های اضافی ناشی از مصرف بی‌رویه سموم دفع آفات نباتی، علف‌کش‌ها و کودهای شیمیایی را کاهش دهد و از هزینه‌های ناشی از استفاده از نیروهای انسانی بکاهد.

منابع

1. David, H., & Nandagopal, V. (1986). Pests of sugarcane-distribution, symptomatology of attack and identification. Sugarcane entomology in India, 1-29.
2. De Souza, C. H. W., Lamparelli, R. A. C., Rocha, J. V., & Magalhães, P. S. G. (2017). Height estimation of sugarcane using an unmanned aerial system (UAS) based on structure from motion (SfM) point clouds. International journal of remote sensing, 38(8-10), 2218-2230.
3. Khan, A., Yadav, M. S., & Ahmad, S. (2017). Image Processing Based Disease Detection for Sugarcane Leaves.

4. Mitkal, P., Pawar, P., Nagane, M., Bhosale, P., Padwal, M., & Nagane, P. (2016). Leaf disease detection and prevention using image processing using MATLAB. International Journal of Recent Trends in Engineering & Research, 2, 2455-2457.
5. Panduangnate, L., Saengprachathanarug, K., Posom, J., Phuphaphud, A., Chea, C., & Taira, E. (2019, August). Feasibility study of sugarcane stalks separation from trash using PCA based on color space of digital photos. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 301, No. 1, p. 012050). IOP Publishing.
6. Patil, S. B., & Bodhe, S. K. (2011). Leaf disease severity measurement using image processing. International Journal of Engineering and Technology, 3(5), 297-301.
7. Sanseechan, P., Saengprachathanarug, K., Posom, J., Wongpichet, S., Chea, C., & Wongphati, M. (2019, August). Use of vegetation indices in monitoring sugarcane white leaf disease symptoms in sugarcane field using multispectral UAV aerial imagery. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 301, No. 1, p. 012025). IOP Publishing.
8. Shrivastava, A. K., Srivastava, D. C., Solomon, S., Srivastava, M. K., & Singh, I. (2003). Physiological characters imparting resistance to biotic and abiotic stresses in sugarcane. Sugar Tech, 5(3), 105-120.
9. Snyman, S. J., Meyer, G. M., Koch, A. C., Banasiak, M., & Watt, M. P. (2011). Applications of in vitro culture systems for commercial sugarcane production and improvement. In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant, 47(2), 234-249.
10. Taherkhani, k. (2016). sugarcane pests and diseases and their management in Iran. Ahwaz,Iran, Kerdgar Publication
11. Tian, Y. W., & LI, C. H. (2004). Color image segmentation method based on statistical pattern recognition for plant disease diagnose [J]. Journal of Jilin University of Technology (Natural Science Edition), 2, 028.
12. Yang, Q., Ye, H., Huang, K., Zha, Y., & Shi, L. (2017). Estimation of leaf area index of sugarcane using crop surface model based on uav image. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 33(8), 104-111.
13. Zhiyan, Z. J. L. X. Z. (2008). "Image Segmentation Method for Sugarcane Diseases Based on Color and Shape Features [J]." Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery 9.

An Overview of Image-Based Methods in the Management and Control of Factors Affecting Qualitative Parameters, Pests and Cane Diseases

Gholam Reza Chegini[1*], Bijan Babagoli[2], Arsalan Jamshidnia[3]

Department of Biosystems Engineering, University of Tehran
Department of Biosystems Engineering, University of Tehran
3Department of Entomology Science, University of Tehran

Abstract

Due to the critical conditions of the world for food production, sugarcane has become one of the strategic products of the world which is of great importance due to the large number of its main products and by-products. Also, as this crop is cultivated in large farms in Iran and around the world, its protection and control has become an important issue for pest and disease control. In this paper PCA analysis methods, thresholding, multispectral image processing, clustered images, point cloud motion structure, image segmentation algorithm and back-vector machine are investigated and can be said to be a good approximation. In determining the factors affecting the quality of sugar cane.

Key words: Image processing, Precision Agriculture,RGB,NIR,UAV

*Gholamreza Chegini
E-mail: chegini@ut.ac.ir