Archive of SID
DOI: 10.22059/ijbse.2018.241192.664983

مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۴۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷ (ص ۴۰۸-۳۹۵)

Investigating the Possibility of Using the Wireless Sensor Network (WSN) and Image Processing in an Early Detection and Diagnosis of the Pest of Greenhouse Whitefly

MOHSEN DANESHMAND VAZIRI*, ALI RAJABIPOUR[1], MAHMOUD OMID[2]

1. Ph.D. Student, Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
2. Professor, Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
3. Professor, Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

(Received: Oct. 7, 2017- Revised: Jan. 9, 2018- Accepted: Feb. 3, 2018)

ABSTRACT

Managing the production of greenhouse products requires knowledge of controlling many environmental factors and plant nutrition and fight against pests and plant diseases. Recognition pests and fight against them is one of the most important activities in the process of production of greenhouse products. Pre-knowledge of the demographic density of insect pests is one of the effective methods of pesticides and reduce their levels of use, especially for insect pest control toxins. Wireless Sensor Networking Technologies (WSN) is one of the new technologies used to sense the environment and collect and transmit information to the user or the central station to view and respond appropriately to an occurrence or phenomenon. In this study, the use of WSN in monitoring, timely diagnosis of greenhouse white flies, design and mapping of greenhouse contamination was investigated. For this goal, 3750 images of 15 sticky traps with white flies that attached to Melon greenhouse in Isfahan Agricultural Jihad Research Center were provide and transmitted online using a WSN to a computer located at a distance of 900 meters from the greenhouse. The color images of the sticky traps are acquired by using 15 digital cameras were converted to gray colored images using MATLAB software, then after image classification with Support Vector Machine (SVM) classifier based on their features, are divided into two categories of images: whiteflies affected image and whiteflies unaffected image. After identification of the white flies, number of pests was counted and infection maps of Greenhouse with ArcMap10.2 software was drawn up. Assessment of the system showed that accuracy of SVM algorithm for categorizing images of sticky traps was 97.73%, and the average values of statistic parameters of the Confusion matrix for 15 traps including sensitivity, accuracy, specificity and classification accuracy were 98.46%, 83.31%, 99.08% and 97.72% respectively. The overall accuracy of the system for detection and counting Greenhouse whitefly pests is 97.71%. The average root mean square error (RMSE) in estimating of the number of white flight by image processing and direct counting was between 1 and 5.03. Therefore, the system is suitable for detecting and tracing and counting the number of trapped white flies, and it is possible to design appropriate greenhouse poisoning plans to fight this pest.

Keywords: Wireless Sensor Network (WSN), Greenhouse infection maps, Greenhouse whitefly, sticky traps, Support Vector Machine (SVM), image processing, real-time monitoring, confusion matrix

*Corresponding Author's Email: m.d.vaziri@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی امکان استفاده از شبکه حسگر بیسیم (WSN) و پردازش تصویر در دیده بانی و تشخیص به موقع آفت مگس سفید گلخانه

محسن دانشمند وزیری[۱*]، علی رجبی پور[۲]، محمود امید[۳]

۱ . دانشجوی دکترا، گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲. استاد، گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳ . استاد، گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۵/ ۷/ ۱۳۹۶- تاریخ بازنگری: ۱۹/ ۱۰/ ۱۳۹۶- تاریخ تصویب: ۱۴/ ۱۱/ ۱۳۹۶)

چکیده

مدیریت تولید محصولات گلخانه‌ای نیازمند دانش کنترل بسیاری از عوامل محیطی ، تغذیه گیاهی و مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی است. یکی از مهمترین فعالیت‌ها در فرآیند تولید محصولات گلخانه‌ای شناخت و مبارزه با آفات می-باشد. از جمله روش‌های اثر بخشی سموم و کاهش میزان مصرف آنها خصوصاً در مورد سموم کنترل کننده آفات حشره-ای، پیش آگاهی و اطلاع از تراکم جمعیتی آفات است. فناوری شبکه‌های حسگر بیسیم (WSN) از جمله فناوری‌های نوینی است که به منظور حس کردن محیط و جمع آوری و انتقال اطلاعات به سمت کاربر یا ایستگاه مرکزی برای مشاهده و عکس العمل مناسب با رخداد یا پدیده ای بکار برده می‌شوند.در تحقیق حاضر، امکان استفاده از WSN در دیده بانی و تشخیص به موقع آفت مگس سفید گلخانه و تهیه و ترسیم نقشه آلودگی گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور تعداد ۳۷۵۰ تصویر از ۱۵ تله چسبی نصب شده در گلخانه ای با محصول طالبی در مرکز تحقیقات و آموزش جهاد کشاورزی اصفهان که به مگس سفید آلوده شده بودند تهیه و به صورت خودکار با استفاده از WSN و به صورت بیسیم به رایانه واقع در فاصله ۹۰۰ متری از گلخانه انتقال می یافت. تصاویر رنگی تله های چسبی که به کمک ۱۵ دوربین تصویر برداری تهیه شدند با استفاده از نرم افزار متلب به تصاویر خاکستری تبدیل شده و بعد از بخش بندی توسط الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (SVM) و بر اساس ویژگی های تصاویر، به دو دسته تصاویر دارای آفت مگس سفید و فاقد مگس سفید طبقه بندی شدند. پس از شناسایی آفت مگس سفید، تعداد آفات تصاویر شمارش شده و با توجه به تعداد آنها با استفاده از نرم افزار ArcMap10.2 نقشه آلودگی گلخانه ترسیم گردید. با ارزیابی سامانه نتایج نشان داد که دقت الگوریتم SVM برای طبقه بندی تصاویر تله های چسبی برابر ۹۷/۷۳ درصد است و میانگین مقادیر شاخص های آماری ماتریس اغتشاش برای ۱۵ تله چسبی شامل حساسیت، صحت، اختصاصی بودن و دقت طبقه بندی به ترتیب ۹۸/۴۶، ۸۶/۳۱، ۹۹/۰۸ و ۹۷/۷۲ درصد می باشد. میانگین دقت کلی سامانه در تشخیص و شمارش تعداد مگسهای سفید به دام افتاده در تله های چسبی ۹۷/۷۱ درصد می باشد. محاسبه ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) در برآورد تعداد مگس سفید به روش پردازش تصویر و شمارش مستقیم بین ۱ تا ۵/۰۳ متغیر بود. لذا استفاده از این سامانه برای تشخیص و ردیابی و شمارش تعداد مگس های سفید به دام افتاده مناسب است و می توان با ترسیم نقشه آلودگی گلخانه برنامه ریزی مناسب جهت مبارزه با آفت مذکور انجام داد.

واژه های کلیدی: شبکه حسگر بی سیم، مگس سفید گلخانه، تله چسبی، الگوریتم ماشین بردار پشتیبان، پایش لحظه ای، نقشه آلودگی گلخانه، ماتریس اغتشاش، پردازش تصویر

* ایمیل نویسنده مسئول: m.d.vaziri@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

افزایش تقاضا برای انواع محصولات کشاورزی به دلیل رشد روز افزون جمعیت و محدودیت منابع، متخصصان را به تولید محصولات کشاورزی خارج از فصل و کاشت و پرورش محصولات پر بازده در گلخانه‌ها هدایت نموده است. مدیریت تولید محصولات گلخانه‌ای نیازمند دانش کنترل بسیاری از فاکتورهای محیطی (دما، رطوبت، نور خورشید) و تغذیه و مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی است. یکی از مهمترین فعالیت‌ها در فرآیند تولید محصولات گلخانه‌ای شناخت و مبارزه با آفات می‌باشد. به حداقل رساندن مصرف سموم کشاورزی در کنترل آفات گیاهی به خصوص گلخانه‌ها یکی از آرزوهای انسان بوده و هست. علی رغم این خواسته هر روزه شاهد مصرف روز افزون آن هستیم.

مگس‌سفید گلخانه (سفید بالکها) با نام علمی (Trialeurodes vaporariorum) آفاتی با انتشار جهانی هستند که در اکثر گلخانه‌ها بر روی بسیاری از گیاهان زراعی و زینتی دیده می‌شوند. تا کنون تعداد ۱۲۰۰ گونه مگس سفید در جهان معرفی شده است. با توجه به اینکه این حشرات جزء آفات مکنده محسوب می‌گردند، ناقل انواع ویروس‌های بیماری زا گیاهی هستند. مگس سفید گلخانه بشدت میزان تولید را کاهش داده و عسلک دفع شده از آنها محیط خوبی برای رشد قارچهای ساپروفیت (غیر بیماری زا) می‌باشد که موجب کاهش کیفیت محصول می‌گردد. بدن این حشرات پوشیده از گرد سفید رنگ است و دامنه‌میزبانی وسیعی دارند که در حدود ۲۵۰ گونه‌گیاه‌میزبان برای آن معرفی و شناسایی‌شده است. از جمله روش‌های اثر بخشی سموم و کاهش میزان مصرف آنها خصوصاً در مورد سموم کنترل کننده آفات حشره‌ای نظیر مگس سفید گلخانه، پیش آگاهی و اطلاع از تراکم جمعیتی آفت حشره‌ای است. از شبکه‌های حسگر بیسیم (WSN) در کارهای مختلف کشاورزی منجله پایش آفات می‌توان استفاده کرد. سرعت و دقت عمل این فناوری امروزه موجب گشته علی رغم هزینه اولیه به عنوان جایگزین بسیار مناسبی برای روش سنتی دیده بانی حضوری کشاورزان باشد (Azfar *et al.*, 2015). بکارگیری WSN به منظور راه‌اندازی سامانه شناسایی و پایش آفات، ضمن تعیین زمان صحیح مبارزه با آفات کمک زیادی به تعیین نوع آفت‌کش و تعداد دفعات مبارزه می‌نماید. اهمیت اقتصادی محصولات گلخانه‌ای و سطح خسارت آفات در منطقه، تعیین‌کننده نوع طراحی WSN جهت پیش آگاهی از حضور آفات است (Jongman *et al.* , 2007).

شبکه‌های حسگر بیسیم مجموعه‌ای از تعدادی حسگر (سخت افزار) با قابلیت مخابراتی و محاسباتی محدود است که به منظور حس کردن محیط و جمع آوری و انتقال اطلاعات به سمت کاربر یا ایستگاه مرکزی برای مشاهده و عکس العمل مناسب با رخداد یا پدیده ای بکار برده می‌شوند. هر شبکه حسگر شامل ۵ قسمت اساسی است : ۱ – گره حسگرهای قرارداده شده در محل ۲ – شبکه متصل کننده حسگرها بهم ۳ – گره مرکزی (سرخوشه) جمع آوری کننده اطلاعات از چند حسگر متصل به آن ۴ – واحد انتقال دهنده اطلاعات، و ۵ – ایستگاه مرکزی برای دریافت اطلاعات و کنترل آنها.

همبندی (شیوه ارتباط گره های حسگر) رایج در WSNs را می توان به سه دسته تقسیم نمود: ۱ - شبکه با آرایش توری شکل[1]: گره های حسگر[2] در این نوع از شبکه ها بایکدیگر در ارتباط هستند و شیوه ارسال اطلاعات به صورت چند گامی[3] (شکل‌های۱ و ۲) است. ۲ - شبکه های نقطه به نقطه ای یا ستاره‌ای[4]: در این حالت هر گره حسگر بطور مستقیم به دروازه خروجی اطلاعات[5] متصل است و ارتباطات تک گامی[6] است. ۳- شبکه با آرایش درختی[7] : این شبکه ها برای حالتی که فاصله زیادی بین گره های حسگر و دوزاره خروجی اطلاعات است ایده آل می باشد.

در کنار فناوری WSN ، فناوری پردازش تصویر در شناسایی و ردیابی آفات کاربرد وسیعی پیدا نموده است. محققین زیادی از WSN و فناوری پردازش تصویر در کشاورزی جهت انجام مدیریت در کنترل آفات و بیماریها استفاده کرده‌اند. Jongman *et al.*, (2007) شناسایی خودکار حشرات گلخانه‌ای مگس سفید، شته و تریپس را با استفاده از تصاویر رنگی و باینری حشرات به دام افتاده در تله‌های چسبی و به کمک پردازش تصاویر انجام دادند. آنها حشره تریپس را از دو حشره مگس سفید و شته، با استفاده از پردازش تصاویر رنگی و حشرات مگس سفید و شته را با استفاده از پردازش تصاویر باینری شناسایی و تشخیص دادند. Paul *et al.*, (2008) توانستند با استفاده از تکنیک پردازش تصویر برگهای گیاه گل سرخ آلوده به حشره مگس سفید را به طور خودکار شناسایی و شمارش نمایند و نشان دادند که درمقایسه با روش دستی قابل اعتمادتر است. Ratnesh *et al.*, (2010) طبقه بندی کاربردی آفات مگس

1 - Mesh
2 - Node
3 - Multi-hop
4 - Star
5 - Gateway
6 - Single-hop
7 - Tree

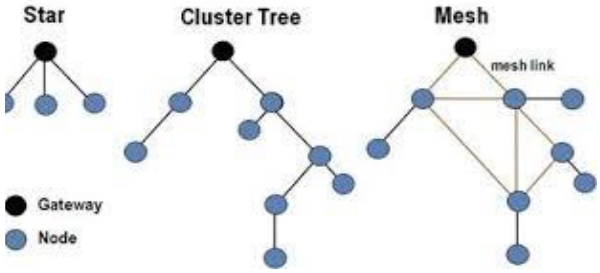
www.SID.ir

Archive of SID

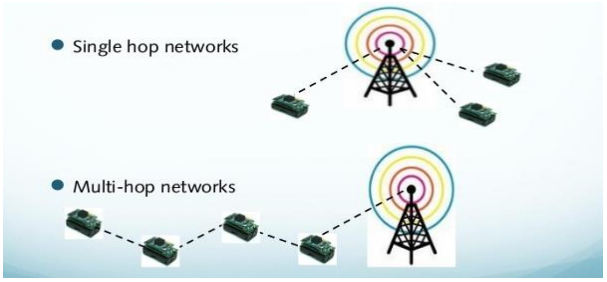
سفید و شته را به منظور پایش لحظه‌ای این آفات در گلخانه با استفاده از طبقه بندی کننده ماشین بردار پشتیبان (SVM) انجام دادند و توانستند با دقت ۹۸/۵ درصد مگس سفید و ۹۱/۸ درصد شته را شناسایی کنند. Pourdarbani *et al.*, (2011) تشخیص خودکار آفت مگس سفید گلخانه را به کمک پردازش تصاویر برگها ی آلوده در نرم افزار متلب انجام دادند و توانستند سرعت پردازش را حدود ۰/۷ ثانیه به ازای هر تصویر کاهش داده و قدرت شناسایی آفت را تا ۹۰٪ افزایش دهند. Pokharkar *et al.*, (2012) به شکل خودکار شناسایی و محاسبه سطح آلوده به آفت مگس سفید روی برگ گیاه رو انجام دادند . Thulasi *et al.*, (2013) سامانه ای را طراحی کردند که به کمک WSN جمعیت آفت را بطور خودکار پایش نموده و با رسیدن به آستانه خسارت آلارم هشدار دهنده تولید می‌کند. Rupesh *et al.*, (2013) تشخیص و طبقه بندی آفات در گلخانه را با استفاده از WSN و پردازش تصویر و به کمک طبقه بندی کننده SVM انجام دادند. Ganesh *et al.*, (2013) بر روی تصاویر برگهای گل سرخ آلوده به مگس سفید با استفاده از نرم افزار متلب و تکنیک بخش بندی پردازش تصویر انجام دادند و توانستند حشره بالغ مگس سفید را بطور اتوماتیک شناسایی و سطح آلوده برگ را محاسبه نمایند. Doddy *et al.*, (2013) نشان دادند که در پردازش تصویر برگ‌های آلوده به مگس سفید برای پیش پردازش و بخش بندی تصویر، استفاده از روش مثلث (triangle method) حد آستانه را با دقت ۷۵/۳۶ درصد تعیین می‌نماید در حالی که عدم استفاده از این روش دقت تعیین حد آستانه به میزان ۶۵/۲۲ درصد کاهش می‌یابد. Sitaram *et al.*, (2013) شناسایی آفت مگس سفید بر روی برگ را با استفاده از پردازش تصویر با تکنیک تعیین حد آستانه حداقل خطای پویسون جهت بخش بندی تصویر و شمارش تعداد آفت انجام دادند و نشان دادند که این روش خودکار شناسایی و شمارش در مقایسه با روش دستی دارای دقت بیشتری است. Liu *et al.*, (2013) از الگوریتم SVM برای طبقه بندی تصاویر استفاده کردند و نتیجه گرفتند که این الگوریتم دارای دقت خیلی زیادی است. Rupesh *et al.*, (2013) تشخیص و طبقه بندی آفات در گلخانه را با استفاده از شبکه حسگر بیسیم و پردازش تصویر و به کمک طبقه بندی کننده SVM انجام دادند. Manoja *et al.*, (2014) نوع جدیدی از سامانه پیش آگاهی آفات را بکار بردند که در آن با پردازش تصاویر برگهای آلوده به مگس سفید و طبقه بندی آنها با الگوریتم SVM به کمک نرم افزار متلب قادر به شناسایی حشره مورد نظر از بین تعداد زیادی حشره شده اند. Akash *et al.*, (2014) با بکارگیری WSN و پردازش تصویر، پایش و شمارش خودکار حشرات به دام افتاده در تله‌های چسبی را انجام دادند و اطلاعات حاصله را به کاربر با استفاده از مودم و به صورت بیسیم ارسال نمودند. Gaurav *et al.*, (2014) با مروری بر روش پردازش تصویر برگ‌های آلوده به آفت توانستند به کمک الگوریتم SVM آفات را طبقه بندی و شناسایی کنند. Jayme *et al.*, (2014) پردازش تصاویر دیجیتال آفت مگس سفید بر روی برگهای گیاه سویا را انجام دادند و توانستند علاوه بر شناسایی حشره بالغ، پوره‌ها و پوسته‌های خالی را به کمک پردازش تصویر شناسایی و آنها را شمارش کنند. Rajeswary *et al.*, (2015) شناسایی و طبقه بندی آفات گلخانه‌ای مگس سفید، شته و تریپس را با استفاده از پردازش تصویر و طبقه بندی کننده SVM بر روی تصاویر برگ گیاهان انجام دادند. Monika *et al.*, (2015) با استخراج ویژگی‌هایی از قبیل میانگین، واریانس، انحراف معیار و آنتروپی از تصاویر تله‌های چسبی و برگ‌های آلوده به آفت‌های مگس سفید و شته به کمک ماتریس اغتشاش توانستند تصاویر آلوده و غیر آلوده و همچنین آفت‌های مگس سفید را با ۷۰ درصد دقت و شته را با ۸۰ درصد دقت طبقه بندی نمایند. همچنین اظهار نمودند که روش پیش آگاهی از حضور آفات تا ۸۰ درصد در کاهش مصرف سموم تاثیرگذار خواهد بود. Danish *et al.*, (2015) پس از پردازش تصویر برگ‌ها توانستند به کمک طبقه بندی کننده SVM با دقت ۹۸ درصد آفت مگس سفید را شناسایی کنند. Sreelakshmi *et al.*, (2015) شناسایی و طبقه بندی آفات مگس سفید، شته و تریپس را با استفاده از نرم افزار متلب و به کمک طبقه بندی کننده ماشین بردار پشتیبان بر روی تصاویر برگ های آلوده انجام دادند. Ghods *et al.*, (2016) با استفاده از بررسی شکل، بافت و رنگ تصویر برگ آلوده به مگس سفید و تخمین خودکار اندازه آفات، مگس سفید را از تصویر متمایز نموده و آنها را شمارش نمودند و نشان دادند که روش آنها در مقایسه با استفاده از الگوریتم‌های adaptive thresholding و K-means توانایی بیشتری داشته است. Ebrahimi *et al.*, (2017) توانستند آفت تریپس را از تصاویر گلهای گیاه توت فرنگی با استفاده از پردازش تصویر در نرم افزار متلب به کمک طبقه بند svm با میانگین درصد خطا کمتر از ۳٪ انجام دهند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱: انواع همبندی شبکه های حسگر



شکل ۲: شبکه های تک گامی و چندگامی

از آنجایی که اکثر آفات گلخانه ای از قبیل مگس سفید ، شته و تریپس از نوع آفات مکنده می باشند به دلیل نازک بودن اپیدرم، سطح زیرین برگ محل تجمع این آفات است. لذا استفاده از تصاویر برگ و گل گیاهان در پردازش تصویر آفات در عمل برای سامانه های دیده بانی و شناسایی این نوع از آفات،کاربردی نبوده و تنها روش دیده بانی، استفاده از تله های چسبی است. برای کاربردی نمودن استفاده از نتایج آنالیز تصاویر آلوده به آفت، باید از آن اطلاعات برای ترسیم نقشه آلودگی استفاده کرد که به خوبی برای کشاورزان قابل فهم و کاربردی است. لذا در تحقیق حاضر، امکان استفاده از شبکه حسگر بیسیم (WSN) همراه با فناوری پردازش تصویر و الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (SVM) برای طبقه بندی تصاویر در دیده بانی و تشخیص بموقع آفت مگس سفید گلخانه و تهیه و ترسیم نقشه آلودگی گلخانه مورد بررسی قرار داده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در یکی از گلخانه‌های مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان به وسعت ۲۵۰ مترمربع واقع در شهر اصفهان در طول جغرافیایی E368729 و عرض جغرافیایی N557455 در ارتفاع ۱۶۱۵ متری از سطح دریا انجام شد. گلخانه مورد نظر به کشت محصول طالبی اختصاص داده شده بود که در زمان انجام تحقیق ۱۲ برگی و دارای ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر ارتفاع بودند. گلخانه مورد نظر مجهز به سامانه کنترل دما و گرمایش بوسیله فن دمنده و مشعل بود و دمای گلخانه مرتباً توسط ترموستات کنترل و در حد ۲۵ درجه سانتیگراد ثابت نگهداشته می‌شد. آبیاری گیاهان توسط سامانه آبیاری قطره‌ای (نوار تیپ) با دور آبیاری ۵ روز یکبار انجام می‌گردید. فاصله ردیف‌های کشت گیاهان ۴۰ سانتی‌متر و فاصله آنها بر روی ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر بود. هیچ‌گونه مبارزه شیمیایی با آفات گلخانه در زمان اجرای تحقیق انجام نگردید. انجام تحقیق در طی مراحل زیر صورت گرفت:

به دام انداختن حشرات و تهیه تصویر از آنها

به منظور جلب آفت مگس سفید و با توجه به جذابیت رنگ زرد برای این حشره، از ۱۵ تله زرد رنگ چسبی استفاده شد. عمل تصویر برداری با استفاده از ۱۵ دوربین شبکه با مارک اکسس (Access) ساخت کشور چین با رزولوشن ۱۰۸۰ پیکسل در فاصله هر ۲۰ دقیقه یکبار انجام می‌گرفت. در مجموع تعداد ۲۵۰ عدد تصویر از هر تله برداشت شد (شکل ۳). به دلیل کوچکی محیط انجام کار در این تحقیق (گلخانه) از شبکه حسگر بیسیم نقطه به نقطه (ستاره ای) با ارتباط تک گامی استفاده شده است. در این نوع ارتباط خرابی هر حسگر تاثیری بر انتقال اطلاعات سایر حسگر ها نداشته و سامانه با اطمینان بیشتری به کار خود ادامه می دهد. این نوع همبندی شبکه برای برقراری ارتباط کوتاه و برد کم و برای شبکه سازی در محیط های کوچک مثل گلخانه مناسب میباشد. لذا شبکه ستاره ای بکار رفته در این تحقیق به خوبی با دروازه خروجی در ارتباط بوده و انتقال اطلاعات انجام می گرفت.

– انتقال تصویر تله‌های چسبی از گلخانه به ایستگاه مرکزی:

در این مرحله برای انتقال تصاویر از گلخانه به ایستگاه مرکزی از ارتباط بیسیم در باند فرکانسی ۲/۴ مگا هرتز استفاده شد. بدین صورت که تصاویر از دوربین شبکه به اکسس پوینت و سپس به روتر (مارک D-Link مدل DIR-600) به صورت وای فای و از روتر توسط کابل به آنتن مدل Nanostation Loco M5 (ساخت کشور چین) نصب شده بر روی گلخانه و از آنجا توسط وای فای به آنتن گیرنده در فاصله ۹۰۰ متری که در ایستگاه مرکزی نصب شده بود انتقال می‌یافت. سپس تصاویر توسط کابل و با استفاده از نرم افزار شبکه در لپ‌تاپ(Acer مدل E1-572G) ارسال و در آن ذخیره می‌گردید (شکل ۴).

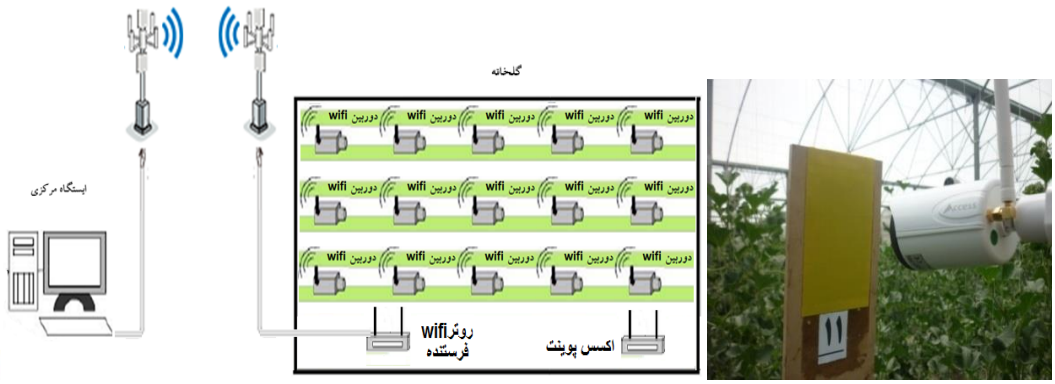
– پردازش تصویر:

تصاویر تله‌های چسبی زرد رنگ ارسالی از گلخانه ضمن ذخیره شدن بصورت خودکار در لپ تاپ توسط نرم افزار متلب فراخوانی شده و براساس الگوریتم و برنامه رایانه ای تهیه شده،

www.SID.ir

Archive of SID

مطابق فلوچارت (شکل ۵) مورد پردازش قرار می گرفتند. به منظور رسیدن به یک برنامه مطلوب جهت پردازش صحیح تصاویر مگس سفید در تله‌های چسبی برنامه نویسی در دو نوبت انجام گرفت. در نوبت اول الگوریتم قادر به پردازش تصویر یک عکس است. انجام این مرحله به منظور رفع ایرادات احتمالی و رسیدن به یک الگوریتم توانمند و با دقت بالا است. در مرحله دوم به برنامه توانمندی پردازش پیوسته چندین تصویر اضافه گردید.



شکل ۳. دوربین وای فای شبکه با مارک اکسس (Access) و طرز قرارگیری در گلخانه

شکل ۴. شیوه ارتباط آنتن‌ها و روتر در گلخانه و ایستگاه مرکزی

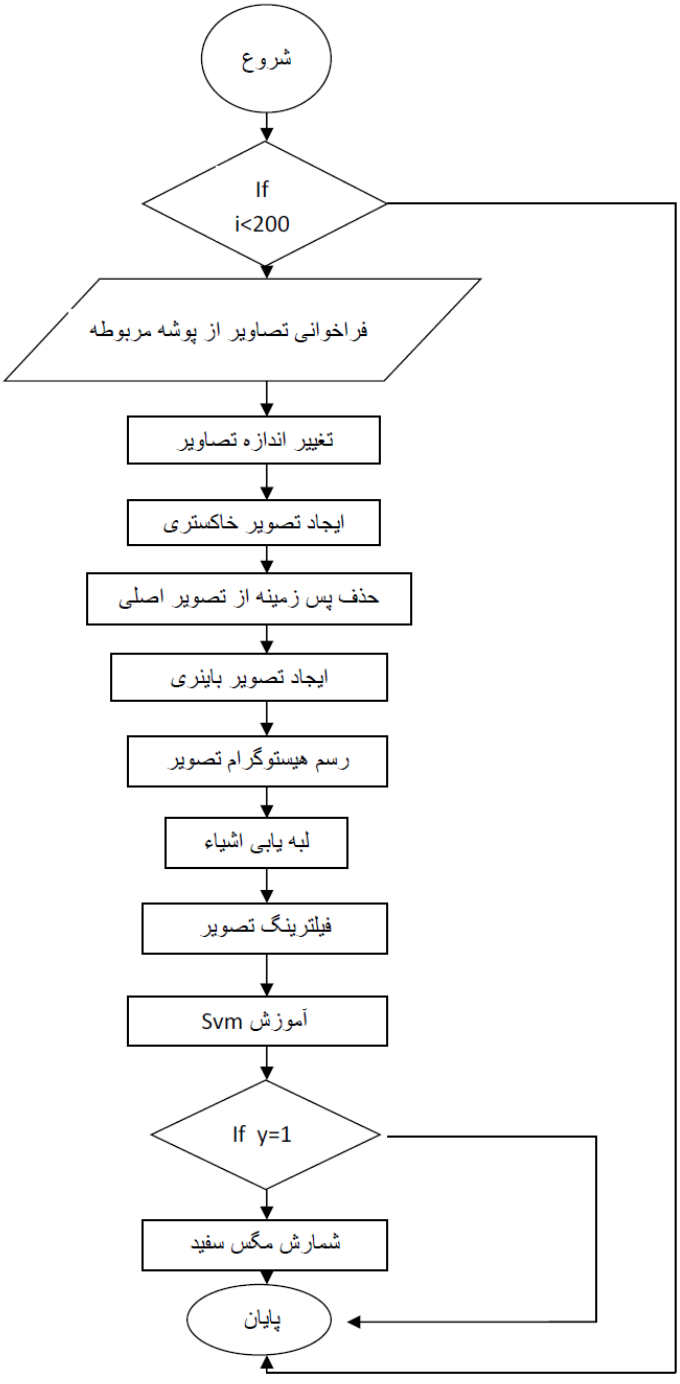
پردازش تصاویر تله های چسبی:

۱ - فراخوانی تصویر مورد نظر به برنامه: با قرار دادن آدرس محل قرارگیری تصویر در برنامه متلب (اسم درایو، اسم پوشه و اسم تصویر)، تصویر مورد نظر فراخوانی و نمایش داده می‌شود (شکل ۶). ۲- تبدیل تصویر رنگی به تصویر خاکستری: ایجاد تصاویر خاکستری حجم عکس‌ها را از ۳/۳ مگا بایت به ۴ تا ۵ کیلو بایت کاهش داد و این امر نشان دهنده کاهش چشمگیر حجم اشغال شونده توسط هر عکس خاکستری است (شکل ۷). ۳- اجرای دستور imopen (Morphological Opening): با اجرای این دستور موفق به حذف پس زمینه و حشرات غیر سفیدرنگ مثل شته ها می شویم (شکل ۸). ۴- ایجاد تصویر باینری و حذف پیکسل‌هایی که مقدار روشنایی آنها کمتر از روشنایی پیکسل‌های مگس سفید است: تصویر باینری خروجی به ازاء تمام پیکسل‌هایی که مقدار روشنایی آنها کمتر از مقدار level باشد (حدآستانه level از اجرای تابع graythresh در متلب بر روی تصویر ورودی بدست می‌آید) مقدار صفر (یا سیاه) و برای بقیه پیکسل‌ها مقدار یک (یا سفید) اختیار خواهد کرد (شکل ۹). ۵- ترسیم هیستوگرام تصویر: در هیستوگرام میزان رنگ‌های مختلف بکار رفته در تصویر مشخص می‌گردد و با اجرای دستور ترسیم هیستوگرام می‌توان تغییرات تصاویر متوالی مربوط به یک تله چسبی را بررسی نمود (شکل ۱۰). ۶ - ترسیم هیستوگرام تصویر: با اجرای دستور ترسیم هیستوگرام می توان تغییرات تصاویر متوالی مربوط به یک تله چسبی را بررسی نمود (شکل ۱۱). ۷- فیلتراسیون تصویر: این دستور به منظور حذف نویز و تغییرات شدت نور در تصویر اعمال گردیده است. با اجرای دستور افزایش کنتراست و فیلتراسیون دقیقاً تعداد لکه‌ها با تعداد مگسهای سفید برابر شد (شکل ۱۲). ۸- تعیین لبه‌های لکه‌های موجود بر روی تصویر : تشخیص لبه‌ها فرآیند شناسایی و برجسته کردن مکان هدف مورد نظر از طریق تغییر شدت (تراکم) پیکسل خطوط مرزی آنها انجام می‌گیرد. با تعیین لبه‌ها، لکه‌های هدف برای طبقه بندی آماده می‌گردند (شکل ۱۳). ۹- اجرای الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و دستور

www.SID.ir

Archive of SID

فرسایش: از الگوریتم SVM برای انجام طبقه‌بندی و جداسازی مگس‌های سفید از سایر آفات که قبلاً لبه‌های آنها تعیین شده استفاده می‌گردد (شکل۱۲). ۱۰ از دستور imerode برای فرسایش نقاط ناخواسته تصویر باینری استفاده می‌گردد (شکل۱۴). ۱۱- شمارش تعداد مگس سفید موجود در تصویر: پس از اجرای مراحل فوق بر روی هر تصویر، سرانجام نرم افزار متلب تعداد مگس‌های سفید را شمارش می‌نماید (شکل۱۵).



شکل ۵. فلوچارت برنامه پردازش تصویر

تحلیل آماری و ارزیابی طبقه بند

استخراج ویژگیهای تصویر: از مهمترین ویژگیهای تصویر می توان به موارد زیر اشاره نمود که با ایجاد ماتریس هم اتفاقی سطح خاکستری[1] می توان ویژگیهای تصویر را محاسبه نمود.

کنتراست: اندازه گیری شدت یک پیکسل و سایر همسایه های آن در کل تصویر را کنتراست نامند.

1-Gray Level Co-occurrence Matrix=GLCM

www.SID.ir

Archive of SID

$$p(i.j) = \sum|i-j|^2$$ (رابطه۱)

همبستگی: این اندازه گیری نشان می دهد که چگونه یک پیکسل با پیکسل های همسایه در ارتباط است.

$$p(i.j) = \frac{\sum(i-\mu_i)(j-\mu_j)}{\delta_i\delta_j}$$ (رابطه۲)

هم جنسی: اندازه گیری نزدیکی توزیع عناصر ماتریس را هم جنسی نامند

$$p(i.j) = \sum_i\sum_j(1+|i-j|)$$ (رابطه۳)

میانگین: اندازه گیری متوسط پیکسل های تصویر را گویند

$$\bar{p}(i.j) = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{M} g_i(i,j)$$ (رابطه ۴)

انحراف معیار: پراکندگی مقدار پیکسل ها اطراف میانگین را نشان می دهد.

$$p(i.j) = \sqrt{\frac{\sum(i-\mu_i)^2(j-\mu_j)^2}{n-1}}$$ (رابطه۵)

ارزیابی دقت آموزش الگوریتم ماشین بردار پشتیبان :

آموزش الگوریتم SVM توسط تعداد ۲۰۰ تصویر بدست آمده از هر تله چسبی انجام شد و برای تعیین دقت آموزش از شاخص‌های آماری مستخرج از ماتریس اغتشاش[1] (رابطه های ۱ و ۳) استفاده گردید. تصاویر به دو دسته تصویر تله چسبی حاوی مگس‌های سفید به دام افتاده و تله چسبی فاقد مگس سفید به دام افتاده با توجه به ویژگیهای استخراج شده از آنها تقسیم بندی شده اند. از این رو برای استخراج شاخصهای آماری ماتریس اغتشاش از ۵۰ تصویر که به صورت تصادفی از بین ۲۵۰ تصویر بدست آمده از هر تله چسبی انتخاب گردیدند مورد استفاده قرار گرفتند.

ارزیابی دقت آزمون الگوریتم SVM: با توجه به اینکه در این تحقیق از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (SVM) برای طبقه بندی تصاویر تله‌های چسبی در هر بار به دام افتادن حشره جدید به دو دسته تصویر تله چسبی حاوی مگس‌های سفید به دام افتاده و تله چسبی فاقد مگس سفید به دام افتاده استفاده گردید لذا برای ارزیابی دقت این الگوریتم و شناسایی عملکرد سامانه ترسیم نقشه آلودگی گلخانه به مگس سفید از شاخص‌های آماری مستخرج از ماتریس اغتشاش (رابطه های ۶ تا ۹) استفاده شده است. (Liu Zemin *et al*., 2013).

$$\text{دقت} = \frac{n_{TP}+n_{TN}}{n_{TP}+n_{TN}+n_{FN}+n_{FN}}$$ (رابطه ٦)

$$\text{صحت} = \frac{n_{TP}}{n_{TP}+n_{FP}}$$ (رابطه ۷)

$$\text{حساسیت} = \frac{n_{TP}}{n_{TP}+n_{FN}}$$ (رابطه ۸)

$$\text{اختصاصی بودن} = \frac{n_{TN}}{n_{TN}+n_{FP}}$$ (رابطه ۹)

دراین رابطه ها TP = تعداد نمونه هایی که به درستی مثبت تشخیص داده شده اند،FP= تعداد نمونه هایی که به اشتباه مثبت تشخیص داده شده اند (خطای نوع ۱) = TN، تعداد نمونه هایی که به درستی منفی تشخیص داده شده اند،FN = تعداد نمونه هایی که به اشتباه منفی تشخیص داده شده اند (خطای نوع ۲)

-ارزیابی دقت نقشه آلودگی گلخانه : در این پژوهش برای تعیین دقت شمارش تعداد مگس‌هاس سفید به دام افتاده توسط سامانه از پارامتر آماری RMSE[2] استفاده شد.کوچکترین مقدار RMSE نشان دهنده بیشترین دقت در شمارش تعداد مگس سفید توسط سامانه برای هر تله خواهد بود . این پارامترآماری به صورت زیر محاسبه می‌گردد (Doddy *et al*., 2013).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(Obs-Sim)^2}{n}}$$ (رابطه ۱۰)

در این رابطه y_{Obs} تعداد مگس سفید شمارش شده در هر تصویر تله چسبی به روش چشمی، y_{Sim} تعدادمگس سفید شمارش شده در هر تصویر تله چسبی به کمک سامانه و n تعداد تله‌های چسبی است.

محاسبه خطا و دقت سامانه برای شمارش تعداد مگس سفید در هر تله چسبی: سامانه در شمارش آفت مگس سفید به دلایل مختلف دچار خطا می گردد و شمارش را بالاتر و یا پایین تر از تعداد واقعی انجام می گردد لذا از رابطه زیر میتوان این خطا را محاسبه نمود.

$$\text{Error\%} = \frac{n}{N} \times 100$$ (رابطه۱۱)

$$\text{Accuracy\%} = 100 - \text{Error\%}$$ (رابطه ۱۲)

Error% = درصد خطای سامانه برای هر تله چسبی، n = مجموع تعداد آفت اشتباه شمارش شده (کمتر یا بیشتر از مقدار واقعی) در کل آزمایش، N = تعداد کل تصویر بکار گرفته شده در آزمایش ، Accuracy%= درصد دقت سامانه برای هر تله چسبی **محاسبه درصد خطا و دقت سامانه برای شمارش تعداد مگس سفید:** برای رسیدن به مقدار درصد خطا و دقت کلی سامانه از میانگین هندسی استفاده می شود. لذا :

$$\text{System Error\%} = \sqrt[p]{(e_1 \times e_2 \times \dots \times e_p)}$$ (رابطه ۱۳)

$$\text{System Accuracy\%} = 100 - \text{System Error\%}$$ (رابطه ۱۴)

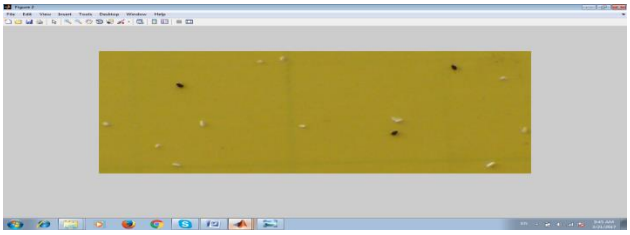
1. Confusing Matrix (CM)

2.Root Mean Square Error

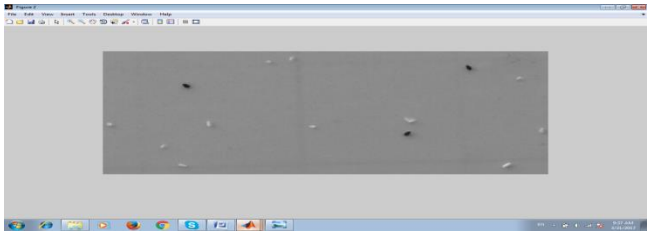
www.SID.ir

Archive of SID

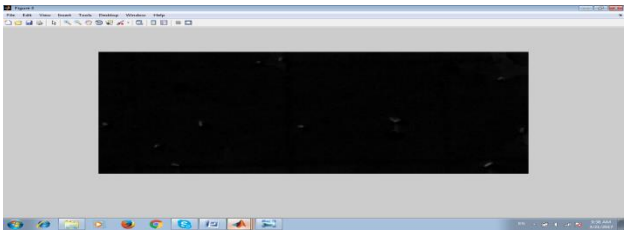
System Error = میزان خطای کلی سامانه بر حسب درصد، P = تعداد تله چسبی به کار رفته در سامانه، e = میزان خطای محاسبه شده برای هر تله چسبی بر حسب درصد، System Accuracy = میزان دقت کلی سامانه بر حسب درصد



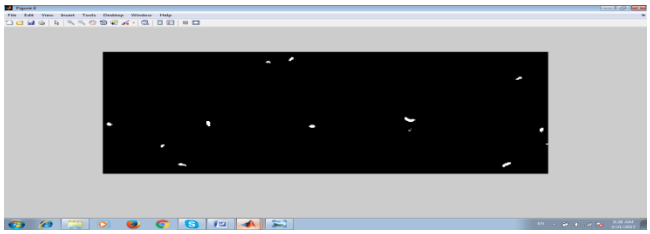
شکل ۶. تصویر فراخوانی شده به نرم افزار متلب



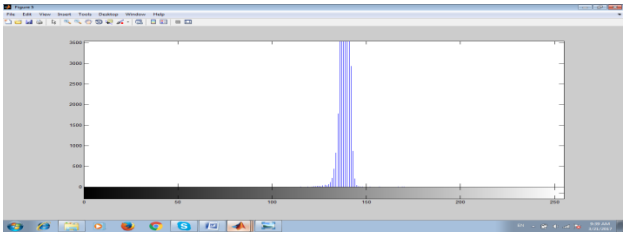
شکل ۷. تصویر خاکستری ایجاد شده



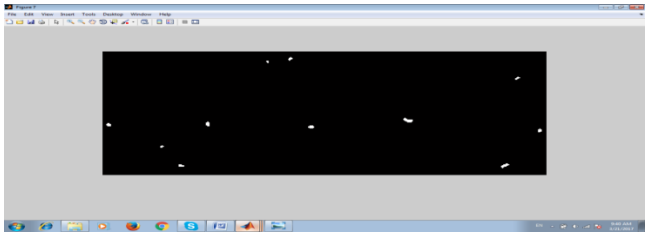
شکل ۸. تصویری که سایر حشرات در آن حذف شده



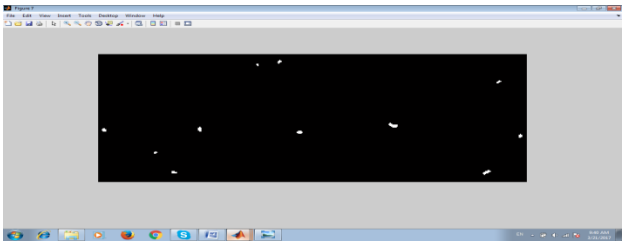
شکل ۹. تصویر باینری



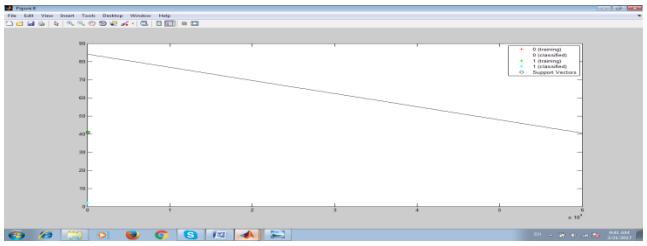
شکل۱۰. هیستوگرام تصویر



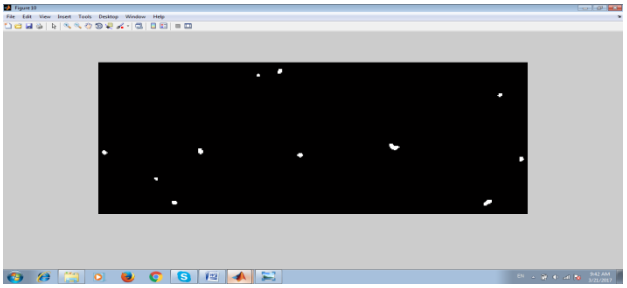
شکل۱۱. تصویر پالایش شده



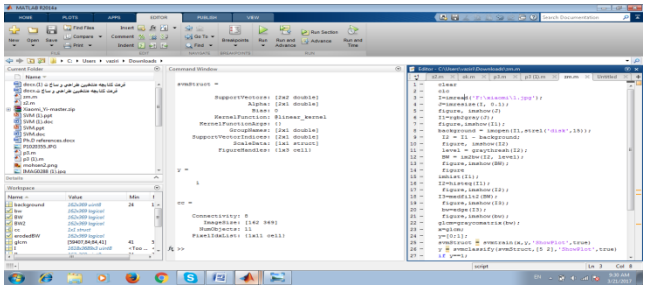
شکل ۱۲. تصویر برجسته کردن لبه های لکه ها



شکل ۱۳. نمودار طبقه بندی کننده ماشین بردار پشتیبان



شکل ۱۴. تصویری که دستور **imerod** انجام شده است



شکل ۱۵. نمایش تعداد مگس سفید شمارش شده

نتایج و بحث

-ویژگی‌های تصویر استخراج شده برای آموزش الگوریتم ماشین بردار پشتیبان[1]:

تعدادی از ویژگیهای مهم تصویر که شامل آنتروپی، میانگین، انحراف معیار و کنتراست است از ۱۰ تصویر تله چسبی فاقد مگس سفید و ۱۰ تصویر دارای مگس سفید استخراج شد (جدول ۱). با بدست آوردن ویژگیهای تصویر و با استفاده از ماتریس هم اتفاقی سطح خاکستری(GLCM) توسط الگوریتم SVM طبقه بندی تصاویر تله چسبی انجام گرفت. به علت اینکه تصاویر باینری هستند برای تشخیص تصاویر تله چسبی مقدار پیکسل عدد صفر به معنی عدم وجود مگس سفید و عدد یک به معنی وجود مگس سفید در تصویر در نظر گرفته شد. لذا به

1.Support Vector Machine (SVM)

www.SID.ir

Archive of SID

تصاویر فاقد مگس سفید عدد یک و به تصاویر دارای مگس سفید عدد صفر اختصاص پیدا کرد. بدینوسیله تصاویر به دو دسته دارای مگس سفید و فاقد مگس سفید طبقه بندی شدند. با آموزش این طبقه بندی می‌توان به تشخیص دو دسته تصاویر دارای مگس سفید و فاقد مگس سفید رسید. از بین شاخص‌های محاسبه شده دو شاخص انحراف معیار و کنتراست به خوبی در دو تصویر دارای مگس سفید و فاقد مگس سفید متفاوت بوده و به عنوان معیار مناسب جهت آموزش الگوریتم SVM استفاده شده اند.

جدول ۱. ویژگیهای استخراج شده از تصاویر تله چسبی

نام ویژگی / نوع تصویر	آنتروپی	میانگین	انحراف معیار	کنتراست
تصویر فاقد مگس سفید	**٤/٩٠١٧٤٦**	١١٢/٤٠٨١	١٣/٢٥٦١٨	٠/٠٩٨٩٧٢
	٥/٥٠٠١١٤	١٠٠/١٥٨٤	٩/١٩٢٨٠	٠/٠٤٨٨٢٦
	٤/٩٩٠١١٤	١٠٨/٣٢١٢	٧/٣٥٣٥٩	٠/٠٥٣٥٦٩
	٤/٩١١٢١٣	١٢٨/٧٦١٤	١١/٣٨٧٧٥	٠/٠٦٩٤٨١
	٥/٧٠٤٠٤١	١٢٥/٦١٣٠	١٣/١٦٦١٩	٠/٠٤٥٨١٠
	٤/٧٨٣٦٩٤	١٢٣/٢١٤١	٦/٦٨٩١٦	٠/٠٧٢٧٠٤
	٥/٤٨٩٣٥٢	١٢١/١٩٤٥	١٢/٤٧٠٢٥	٠/٠٩٣٤٠٩
	٤/٧٠٦٣٢٧	١١٨/٨٠٣٥	١١/٤٢١٢٠	٠/٠٤٤٧٩٧
	٥/١٤٧٦٣١	٩٩/٩٤٣٥	٦/٩١١٧٢	٠/٠٨٧٦٦٠
	٥/٣٦٢٨٤٧	١٠٤/٣٢٢٩	٨/١٠٩٣٦	٠/٩٨٥٢١
تصویر دارای مگس سفید	٥/٣٤٧٢١٠٢	٩٩/٦٥٨٠	١٦/٤٩٩٨١	٠/١٣٢٣٥
	٥/٩٠٠٩٨	١١٠/٣٠٢٦	١٩/١٢٢٧٦	٠/١٠٦١٨
	٥/١٠٠٩٦٣	١٢٤/٨٦٢٢	١٣/٢٨١٤٧	٠/١٠٩٩٣
	٦/٠٥٤٣٩١	١٣٦/٩٥٨٥	١٥/٦٢٨٥١	٠/١٥٥٨٢
	٥/٦١٥٣٠٩	١١٨/٦٩٣٥	١٦/٤٣٤٦٧	٠/١٧٥٢٤
	٦/٠٨٣٧٤١	٩٧/١٢٧٣	٢١/١٠٠٦٢	٠/١٨٩٥٤
	٥/٧١٠١٧٢	١٢٤/٣١٦٥	١٣/٦٣٢٧٣	٠/١٣٨٩٠
	٥/٢٩١٦٥٢	٩٣/١٢٧٥	١٧/٩٥٩٠٧	٠/١٤٦٥٨
	٦/٠٧٩٨٨٧	١٣٠/٦٠٧٧	٢٠/٥٨١٧٤	٠/١٨٣٩٥
	٥/٤٣٦٢٥٧	١٣٥/٣٤٩٤	١٨/٣٤١٢٦	٠/١١٢٧٣

ارزیابی دقت الگوریتم ماشین بردار پشتیبان: ماتریس اغتشاش آموزش برای داده های آموزشی طبقه بند برای هر ۱۵ تله چسبی که در اندازه گیری دقت آموزش SVM محاسبه شده است در جدول (۲) آورده شده است. این ماتریس حاوی اطلاعات واقعی و اطلاعات پیش بینی شده است.

ماتریس اغتشاش برای داده های آزمون طبقه بند SVM برای تمام ۱۵ تله چسبی در جدول (۳) آورده شده است. با توجه به نتایج جدول ۳، دقت الگوریتم SVM برای طبقه بندی تصاویر تله های چسبی برابر ۹۷/۷۳ درصد است. میانگین مقادیر شاخص های آماری ماتریس اغتشاش برای ۱۵ تله چسبی شامل حساسیت، صحت، اختصاصی بودن و دقت طبقه بندی به ترتیب ۹۸/۴۶، ۸۶/۳۱، ۹۹/۰۸ و ۹۷/۷۲ درصد می باشد (جدول ۴).

میانگین دقت کلی سامانه برای تشخیص و شمارش تعداد مگسهای سفید به دام افتاده در تله های چسبی: با استفاده از رابطه های ۷،۸،۹ و ۱۰ میزان دقت کلی سامانه محاسبه گردید که مقدار عددی آن ۹۷/۷۱ درصد می باشد. (جدول ۵).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. نمونه ماتریس اغتشاش آموزش برای طبقه بند SVM برای تمام تله های چسبی

دقت (٪)	نرخ طبقه بندی (٪)	عدم وجود مگس سفید	وجود مگس سفید	پیش بینی / واقعیت
۹۷	۹۸	۶۶	۲۷۹۷	وجود مگس سفید
۹۷	۸۳	۱۱۳	۲۴	عدم وجود مگس سفید

جدول ۳. ماتریس اغتشاش داده های آزمون برای طبقه بند SVM برای تمام تله های چسبی

عدم وجود مگس سفید	وجود مگس سفید	پیش بینی / واقعیت
۱۱	**۷۰۲**	وجود مگس سفید
۳۱	۶	عدم وجود مگس سفید
٪۹۹/۱۵ = صحت طبقه بندی	٪۹۷/۷۳ = دقت طبقه بندی	
٪۸۳/۷۸ = اختصاصی بودن	٪۹۸/۴ = حساسیت	

جدول ۴. مقادیرشاخص های آماری مربوط به ماتریس اغتشاش آزمون SVM برای تمام تله های چسبی

شماره تله	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	سامانه
دقت طبقه بندی (٪)	۱۰۰	۹۸	۹۸	۹۸	۹۶	۹۶	۹۸	۹۶	۱۰۰	۹۶	۹۶	۹۸	۹۸	۹۸	۱۰۰	۹۷/۷۳
صحت طبقه بندی (٪)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۵	۱۰۰	۹۷/۸	۱۰۰	۹۷/۹	۹۷/۷	۱۰۰	۹۷/۹	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۱۵
اختصاصی بودن (٪)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۶۰	۱۰۰	۶۶	۱۰۰	۵۰	۸۳/۳	۱۰۰	۶۶/۶	۱۰۰	۱۰۰	۸۳/۷۸
حساسیت (٪)	۱۰۰	۹۸	۹۸	۹۸	۹۶	۱۰۰	۹۷/۸	۹۷/۸	۱۰۰	۹۷/۹	۹۷/۷	۹۷/۹	۱۰۰	۹۷/۹	۱۰۰	۹۸/۴

جدول ۵. میزان خطا و دقت در تشخیص و ردیابی آفت مگس سفید برای هر کدام از تله های چسبی و کل سامانه

شماره تله	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	سامانه
تعداد اشتباه *	۵	۴	۸	۳	۱۰	۷	۳	۱۰	۳	۲	۱۰	۵	۹	۱۱	۴	۹۴
دقت (٪)	۹۸	۹۸/۴	۹۶/۸	۹۸/۸	۹۶	۹۷/۲	۹۸/۸	۹۶	۹۷/۶	۹۹/۲	۹۶	۹۸	۹۶/۴	۹۵/۶	۹۸/۴	۹۷/۷۱
خطا (٪)	۲	۱/۶	۳/۲	۱/۲	۴	۲/۸	۱/۲	۴	۲/۴	۰/۸	۴	۲	۳/۶	۴/۴	۱/۶	۲/۲۹

*** تعداد آفت اشتباه شمارش شده در ۲۵۰ تصویر**

ترسیم نقشه آلودگی گلخانه

در این تحقیق مراحل تولید نقشه‌های آلودگی گلخانه به مگس سفید به صورت زیر اجرا شد:

۱- ورود داده‌های مربوط به آلودگی تله‌ها به مگس سفید با تشکیل یک جدول اطلاعاتی یا پایگاه داده ۲- تهیه داده‌های میان یابی شده یا هموار شده برای نقاطی که در آنها نمونه گیری انجام نشده است با استفاده از روش میان یابی کریجینگ در کشاورزی دقیق۳-انتخاب رنگ و علائم نقشه۴- چاپ نقشه‌های دیجیتال با استفاده داده‌های حاصل از محاسبات فوق عملیات مذکور با استفاده از مجموعه نرم افزارهای آرک جی آی اس[1] ۱۰/۲ و نرم افزار اکسل[2] ۲۰۱۳ انجام گردید.

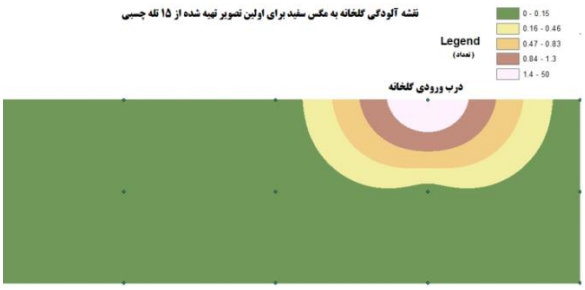
از آنجایی که ترسیم نقشه با توجه به دردسترس بودن لحظه‌ای آمار حشرات مگس سفید به دام افتاده در تله‌ها براحتی امکان پذیر است لذا کشاورزان در هر زمان که خواسته باشند قادر به ترسیم نقشه آلودگی گلخانه خود خواهند بود. در این تحقیق همانطور که گفته شد تعداد ۲۵۰ تصویر از هر تله چسبی تهیه گردید که به طور دلخواه نقشه آلودگی گلخانه به فاصله هر ۲۰ تصویر یک بار برای ۲۰۰ تصویر ترسیم گردید تا بتوان درباره شرایط گسترش آلودگی گلخانه نظر داد و تصمیم گیری کرد(شکل های ۱۶ تا ۲۱).

تشخیص سرعت و جهت شیوع آفت مگس سفید : با بررسی نقشه‌ها مشخص می‌گردد که آلودگی از سمت درب گلخانه رو به پیشرفت بوده و با گذشت زمان این آلودگی بتدریج به سمت انتهای گلخانه رسیده است. با توجه به اینکه تصاویر با فاصله زمانی تقریبی ۱۵ تا ۲۰ دقیقه یکبار از گلخانه تهیه شده اند و زمان تصویر برداری از تله‌های چسبی از ساعت ۸ صبح لغایت ۴ بعد از ظهر بوده و تقریباً روزانه بطور متوسط ۴۲۰ تصویر (۲۴ نوبت از ۱۵ تله چسبی) تهیه شد. لذا حدود ۹ روز زمان داده برداری از گلخانه به طول انجامید. از آنجایی که درب ورودی گلخانه به دلیل باز و بسته شدن مکرر امکان حضور بیشتر آفات را میسر می‌ساخت.

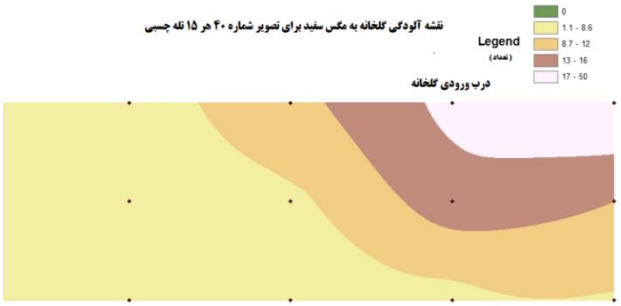
1. ArcGIS 10.2
2. Excel 2013

www.SID.ir

Archive of SID

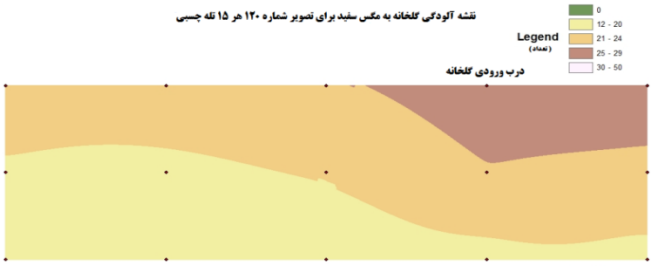


شکل ۱۶. اولین نقشه آلودگی گلخانه به مگس سفید

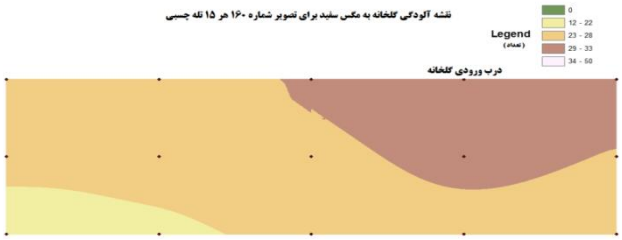


شکل ۱۷. نقشه آلودگی گلخانه به مگس سفید در تصویر ۴۰

شکل ۱۸. نقشه آلودگی گلخانه به مگس سفید در تصویر ۸۰



شکل ۱۹. نقشه آلودگی گلخانه به مگس سفید در تصویر۱۲۰

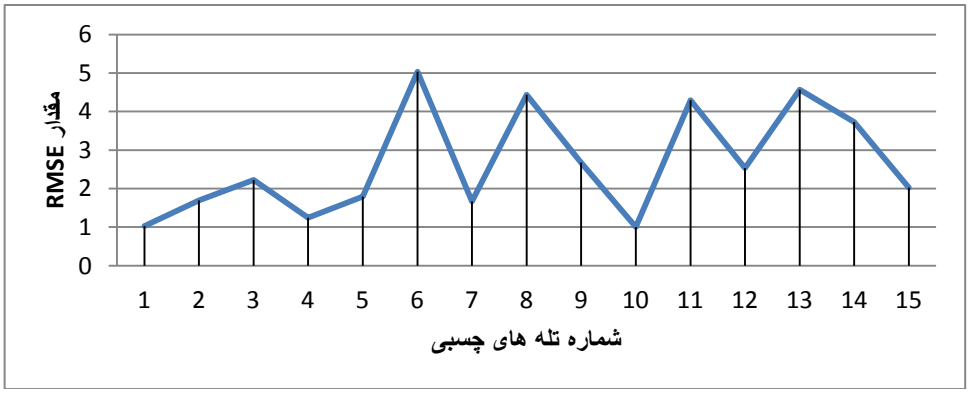


شکل ۲۰. نقشه آلودگی گلخانه به مگس سفید در تصویر ۱۶۰

شکل ۲۱. نقشه آلودگی گلخانه به مگس سفید در تصویر ۲۰۰

از تصویر اول تا تصویر ۲۰ که زمانی حدود ۲ روز فاصله زمانی تصویربرداری دارند مشاهده می‌گردد که به دلیل قابلیت پرواز این آفت کل گلخانه آلوده شده است.

-راستی آزمایی سامانه ترسیم نقشه آلودگی گلخانه به آفت مگس سفید: دقت سامانه طراحی شده در اعتماد کاربران نقش کلیدی دارد. لذا جهت بررسی میزان دقت سامانه، تعداد آفت مگس سفید در هر تصویر، به روش چشمی و به کمک سامانه شمارش و مقدار RMSE محاسبه گردید(شکل ۲۲). نتایج نشان می‌دهد که بیشترین دقت مربوط به تله شماره ۱۰ و کمترین دقت مربوط به تله شماره ۶ بوده ولی در کل تقریباً با دقت نزدیک به هم شمارش گردیده اند.



شکل ۲۲. مقایسه مقادیر RMSE برای ۱۵ تله چسبی

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیقی که Jongman *et al.*, (2007) انجام دادند از طریق تعیین سطح آستانه برای شدت پیکسل های لکه های موجود بر روی تصاویر خاکستری تله های چسبی اقدام به شناسایی آفات نمودند درصورتی که هر حشره ای دارای اندازه خارج از دامنه از پیش تعیین شده باشد آنالیز تصویر آن با اشکال مواجه می گردد.

Paul *et al.*, (2008) و Pokharkar *et al.*, (2012) و Rupesh *et al.*, (2013) و Ganesh al., (2013) و Sitaram *et al.*, (2013) و Gaurav *et al.*, (2014) و Manoja *et al.*, (2014) و Jayme *et al.*, (2014) و Rajeswary *et al.*, (2015) و Monika *et al.*, (2015) و Sreelakshmi *et al.*, (2015) و Danish *et al.*, (2015) و Ebrahimi *et al.*, (2017) پردازش تصویر برگهای گیاه آلوده به حشره جهت شناسایی و شمارش آفت را انجام دادند. در چنین شرایطی ردیابی و دیدبانی آفت به دلیل زیر برگ قرار گرفتن جنبه عملی نداشته و تحقیقات مذکور صرفا آزمایشگاهی می باشند. اما تحقیق حاضر بدلیل استفاده از تله چسبی کاربردی بوده و قابل ارائه به کشاورزان است. پژوهش های انجام شده توسط Gaurav *et al.*, (2014) و Johnny *et al.*, (2014) و Manoja *et al.*, (2014) و Rajeswary *et al.*, (2015) و Sreelakshmi *et al.*, (2015) و Danish *et al.*, (2015) و Ratnesh *et al.*, (2010) پس از بخش بندی تصاویر آلوده به آفت، طبقه بندی با ماشین بردارپشتیبان انجام دادند و توانستند آفات را طبقه بندی کنند. و همانند تحقیق حاضر نشان دادند که امروزه روش طبقه بندی ماشین بردار پشتیبان بهترین طبقه بندی کننده برای شناسایی آفات شناخته شده است. Azfar *et al.*, (2015) مروری بر روش‌های کنترل آفات و طبقه بندی مکانیزم های کنترل انجام دادند و با آنالیز آن روش ها نتیجه گرفتند که استفاده از شبکه حسگر بیسیم برای رسیدن به یک روش موثر در کنترل آفات از اهمیت خاصی برخوردار است. این پژوهش تاثیرگذار بودن استفاده از شبکه حسگر بیسیم در سرعت انتقال اطلاعات را نشان می دهد.

نتیجه‌گیری

یکی از مدیریت‌های مهم تولید محصولات گلخانه‌ای شناخت و مبارزه با آفات می‌باشد. از جمله روش‌های اثر بخشی سموم کنترل کننده آفات حشره‌ای و کاهش میزان مصرف آنها پیش آگاهی و اطلاع از تراکم جمعیتی آفت حشره‌ای است. با توجه به کاربرد شبکه‌های حسگر بیسیم به عنوان فناوری‌های مورد استفاده در حس کردن محیط و جمع آوری و انتقال اطلاعات، در این تحقیق امکان استفاده از شبکه حسگر بیسیم در دیده بانی و تشخیص بموقع آفت مگس سفید گلخانه و تهیه و ترسیم نقشه آلودگی گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که می توان با تلفیق مناسب از تکنیک های تصویر برداری، انتقال تصاویر از طریق شبکه بی سیم، پردازش تصویر و شمارش تعداد مگس سفید در این تصاویر با دقت مناسبی میزان آلودگی محیط مورد بررسی را به آفت تخمین زده و نقشه های آلودگی گلخانه به آفت را ترسیم نمود. با ارزیابی سامانه نتایج نشان داد که دقت الگوریتم SVM برای طبقه بندی تصاویر تله های چسبی برابر ۹۷/۷۳ درصد است و میانگین مقادیر شاخص های آماری ماتریس اغتشاش برای ۱۵ تله چسبی شامل حساسیت، صحت، اختصاصی بودن و دقت طبقه بندی به ترتیب ۹۸/۴۶، ۸۶/۳۱، ۹۹/۰۸ و ۹۷/۷۲ درصد می باشد.

با توجه به جدول شماره ۵ مشخص گردید که میانگین دقت کلی سامانه در تشخیص و شمارش تعداد مگسهای سفید به دام افتاده در تله های چسبی ۹۷/۷۱ درصد می باشد. محاسبه ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) در برآورد تعداد مگس سفید به روش پردازش تصویر و شمارش مستقیم نشان داد که این آمار بین ۱ تا ۵/۰۳ متغیر است.

REFERENCES

Akash, J. U., Ingole, P. V. (2014). Automatic Monitoring of Pest Insects Traps Using Image Processing . *Telkomnika Indonesian Journal of Electrical Engineering* . 12(8) : 5779 – 5783.

Azfar, S., Nadeem,A. &Basit, A. (2015). Pest detection and control techniques using wireless sensor network: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 3 (2), 92-99.

Danish, G. M., Niaz Kh., Y.(2015). Early Pest Detection from Crop usingImage Processing and Computational Intelligence , *FAST-NU Research Journal (FRJ)*, 2015 . 1(1) :59 – 68.

Doddy, T. H., Yeni, H., MSi, M., Aunu, R. (2013). Whitefly (Bemisiatabaci) Calculation Based onImage Processing using Triangle Method .*International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Application*.2013

Ebrahimi, M.A., Khoshtaghaza, M.H., Minaei, s., Jamshidi, B.(2017). Vision-based pest detection based on SVM classification method. *Computers and Electronics in Agriculture* 137 : 52–58

Ganesh, B., Sapana, Sh., Vijay, B. N. (2013). Early Pest Identification in Agricultural Crops using Image Processing Techniques .*International Journal of Electrical, Electronics and Computer Engineering*. 2(2): 77-82.

www.SID.ir

Archive of SID

Gaurav, K. A.V., Deorankar, P.N.Ch. (2014). Classification of Agricultural Pests Using DWTand Back Propagation Neural Networks. *International Journal of Computer Science and Information Technologies (IJCSIT)* .5 (3):4034-4037.

Gaurav, Y. K., Deorankar,A.V., Chatur, Dr.P.N. (2014). A Review of Literature on Application of Image Processing for Identification of Agricultural Pests on Various Crops .*International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT)*. 2 (6) :601 – 606.

Gods, S. ,Vahhab, S. (2016). A novel automated image analysis method for counting thepopulation of white flies on leaves of crops . *Journal of Crop Protection*. 5 (1): 59-73.

Jayme, G., Arnal, B. (2014). Using digital image processing for counting whiteflies on soybean leaves .*Journal of Asia-Pacific Entomology*.17 : 685 – 694.

Jongman, Ch., Junghyeon, Ch.,Mu, Q., Chang-woo, J., Hwang-young K., Ki-baik U. & Tae-soo, Ch.(2007). Automatic identification of whiteflies, aphids and thrips in greenhouse based on image analysis . *International Journal of Mathematics and Computers in Simulation* . 2007. 1 (1) : 46 – 53

Liu, Z., Wei, Z. (2013).Image Classification Optimization Algorithm based on SVM. *Journal of Multimedia*.8(5): 496 – 502.

Manoja M. , RajalakshmiJ. , Early Detection of Pests on Leaves Using Support Vector Machine . ISSN 2348-6988 . *International Journal of Electrical and Electronics Research* . 2014 . 2 (4) : 187 – 194.

Monika, W., Gohokar,V.V., Arti, Kh. (2015). Agriculture Pest Control Using Computer Vision Technique . *International Journal of Advanced Research*.3(8): 309-314.

Paul, B., Vincent, M., Sabine, M. (2008).A Cognitive Vision Approach to Early Pest Detection inGreenhouseCrops .*Computers and Electronics in Agriculture, Elsevier*.62 (2), pp.81-93.

Pokharkar. S. R. , ThoolV. R. b., (2012) . Early Pest Identification in Greenhouse Crops using Image Processing Techniques . ISSN 2277-5420. *International Journal of Computer Science and Network (IJCSN)* . 1 (3) : 154 – 159.

Pourdarbani, R., Rezaei, B. (2011).Automatic Detection of Greenhouse Plants Pests by Image Analysis . *Journal of Agricultural Machinery Science* . 7 (2) : 171 – 174.

Rajeswary, B., Divya, S. (2015). Identification and Classification of Pests in Greenhouse Using Advanced SVM in Image Processing .*International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER)*. 3(5) : 118 – 122

Ratnesh, K., Vincent, M., Sabine, M. (2010).Robust Insect Classification Applied to Real Time Greenhouse Infestation Monitoring . Proceedings of the 20th International Conference on Pattern Recognition on Visual Observation and Analysis of Animal and Insect Behavior Workshop : 1-4.

Rupesh, G. M., Gohokar, V. V. (2013). Detection and Classification of Pests in Greenhouse Using Image Processing . *Journal of Electronics and Communication Engineering* (IOSR-JECE).5(6) : 57-63.

Sitaram, L., Dixit, V. (2013).Pest Detection on Leaves Using Poission'sThresholding Techniques. *The International Journal Of Engineering And Science* (IJES).2 (10): 39-42.

Sreelakshmi M. , Padmanayana , Early Detection and Classification of Pests Using Image Processing . *International Journal of Innovative Research in Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering* . 2015 , 3(1): 239 – 242.

Thulasi, P. C., Praveen, K., Srividya, A. (2013) .Monitoring Of Pest Insect Traps Using Image Sensors &Dspic. *International Journal Of Engineering Trends And Technology*. 4(9): 4088-4093.

www.SID.ir