طراحی و ارزیابی نرم افزار مناسب سنجش تراکم و اندازه قطرات سم در سمپاش ها

محمد امین دانشجو- محمد حسین عباسپورفرد*- محمد حسین آق خانی - مهدی آرین[1]

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۰/۲۳
تاریخ پذیرش: ۸۷/۹/۲۰

چکیده

در حال حاضر در ایران برای سنجش قطرات سم از روشهای دستی که بسیار وقت گیر و کم دقت هستند، استفاده می شود. در این مقاله، نرم افزاری ارائه و ارزیابی شده است که به کمک روشهای پردازش تصویر، سنجش های لازم شامل محاسبه سطح هر لکه، قطر واقعی هر قطره، قطر های میانه عددی و حجمی، درصد پوشش قطرات و یکنواختی پاشش را انجام می‌دهد. در ارزیابی هایی که از نرم افزار به عمل آمد، مشخص شد که بیشینه خطا مربوط به قطرات کوچک با حدود ۱۰ درصد خطا و کمینه آن مربوط به قطرات بزرگ با کمتر از ۱ درصد است. مهمترین علت بروز خطا مربوط به مشخصه ذاتی نمایش تصاویر دیجیتالی از طریق پیکسل ها و پله ای بودن لبه لکه ها بدلیل شکل مربعی پیکسل ها است. علی رغم این مقدار خطا، این نرم افزار در مقایسه با دیگر روشهای دستی و رایانه ای مقایسه شده، از سرعت و دقت به مراتب بالاتری برخوردار بود. در حال حاضر مهمترین محدودیت این نرم افزار در عدم تشخیص لکه های بهم چسبیده بصورت هوشمنداست که سبب می شود چنین لکه هایی را بعنوان یک لکه منظور کند.

واژه های کلیدی: اندازه گیری لکه، پردازش تصویر، کاغذ حساس به آب، اندازه قطرات

مقدمه

یکی از اقدامات موثر و عملی در زمینه کنترل اثرات سوءزیست محیطی سمپاشها واسنجی آنها جهت ایجاد قطرات با اندازه مناسب و پاشش یکنواخت است (۱). قطرات کوچک بدلیل باد بردگی و قطرات بزرگ بدلیل سر خوردن از روی سطح برگ باعث تشدید آلودگی محیط می‌شوند (۶). در واسنجی سمپاشها و انتخاب نازل مناسب باید قطرات پاشیده شده مورد سنجش و ارزیابی قرار گیرند. جهت ثبت قطرات پاشیده شده و تعیین اندازه آنها روشهای مختلفی وجود دارد که یکی از عملیاتی ترین و مقرون به صرفه ترین این روشها در ایران استفاده از کاغذ های حساس به آب است که برای سنجش اثر قطرات ثبت شده بر روی این کاغذ از روش های دستی مانند مقایسه با کارتهای مقیاس استاندارد، میکروسکوپ و پلانی متر که بسیار وقت گیر و کم دقت هستند استفاده می شود (۲). این کاغذها آغشته به محلول برموفنل آبی[2] بوده که به محض برخورد قطرات حاوی آب با سطح کاغذ لکه هایی آبی رنگ در نتیجه یونیزه شدن رنگ اصلی بر سطح کاغذ پدیدار می گردد (۱۰). به منظور صرفه جویی در وقت و هزینه و نیز بالابردن دقت در سنجش کاغذهای حساس به آب می‌توان

۱- به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیاران و کارشناس ارشد گروه مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
*- نویسنده مسئول Email:abaspour@ferdowsi.um.ac.ir

2- Bromo phenol blue

از فن آوری های مرتبط با پردازش تصاویر به کمک رایانه استفاده نمود. در این روش علی رغم عدم نیاز به تجهیزات خاص به جز رایانه، فرایند انجام کار بسیار سریع، دقیق و البته ساده می باشد. اگر چه سامانه هایی در کشورهای دیگر تهیه و به بازار عرضه شده است(۱۲) ولی تهیه آنها مستلزم خروج ارز بوده بعلاوه از دقت کار آنها نیز اطلاعات دقیقی در دست نیست.

در این مقاله نرم افزاری ارائه شده است که به کمک روشهای پردازش تصویر، سنجش های لازم را بر روی اثر قطرات پاشیده شده بر روی کاغذ های حساس به آب با سرعت و دقت مطلوبی انجام می دهد. این نرم افزار به زبان ویژوال بیسیک نوشته شده و با نام SIBA توسط مجریان طرح قابل ارائه به سازندگان سمپاش، مجامع دانشگاهی و مؤسسات و سازمانهای ذیربط می باشد.

مواد و روش ها

بطور کلی فن آوری پردازش تصویر شامل فرایندهایی است که با ایجاد تصاویر به شکل دیجیتالی و بکارگیری یک زبان برنامه نویسی مناسب اقدام به پردازش و یا اصلاح داده های تصویری می گردد. در این طرح نمونه های کاغذ حساس به آب با استفاده از اسکنر به تصاویر دیجیتالی تبدیل می گردند.

با توجه به این که قطرات پاشیده شده از انواع سمپاش از لحاظ اندازه، طیف وسیعی دارند (7)، رزولوشن تصویر تعیین کننده حد توانایی سامانه جهت تشخیص کوچکترین قطره خواهد بود (یعنی قطره ای کوچکتر از یک پیکسل [1] قابل اندازه گیری نیست). بنابراین بر اساس تعریف رزولوشن، فرمول زیر کمترین dpi [2] تصویر اسکن کردن کارت ها را می دهد:

$$dpi_{min} = \frac{25400}{D} \qquad (۱)$$

در این رابطه dpi_{min} کمترین رزولوشن مورد نیاز برای اسکن کردن کاغذ حساس به آب و D قطر کوچکترین قطره با توجه به ضریب پخش (۸) برحسب میکرون است.

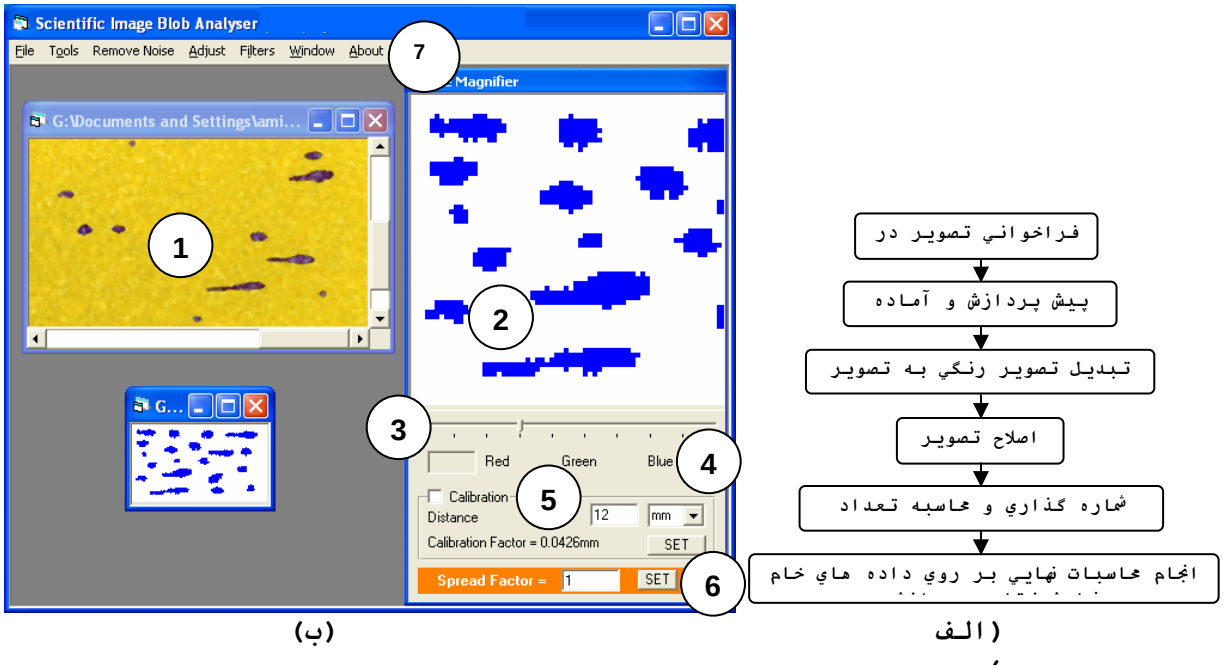
پس از اسکن کردن نمونه ها با توجه به شرایط تصویر از لحاظ میزان نور، شدت رنگ یا داشتن نویز [3] می توان از امکاناتی که در نرم افزار برای آماده سازی و پیش پردازش تصویر قرار داده شده است, استفاده نمود. بعد از این مرحله پردازش های اصلی بر روی تصویر صورت می گیرد که شامل تبدیل تصویر اولیه به یک تصویر باینری [4] یا دورنگ و پردازش آن توسط الگوریتم هایی است که درطی انجام این طرح ابداع و برنامه نویسی شده اند. در شکل (۱الف) روند نمای انجام پردازش ها و در شکل(۱ب) محیط و نمای کلی نرم افزار نمایش داده شده است. همانطور که ملاحظه می شود محیط مزبور شامل بخش ها و منوهای مختلفی شامل پنجره نمایش تصویر(شماره۱)؛ پنجره نمایش تصویر با بزرگنمایی دلخواه (شماره۲)؛ اسلایدر [5] تنظیم بزرگنمایی(شماره۳)؛ نمایش دهنده رنگ (شماره۴)؛ پنجره کالیبراسیون تصویر (شماره۵) جهت تعیین اندازه واقعی قطرات با توجه به بزرگنمایی تصویر؛ ضریب پخش (شماره۶) و خط منوی اصلی نرم افزار (شماره۷) می‌باشد. در منوی فایل، تصاویر فراخوانی و پس از پردازش ذخیره می‌شوند. در این منو با استفاده از دستور Open Data Grid نیز می‌توان نتایج حاصل از پردازش ها را مشاهده نمود.

در منوی فیلتر، فیلترهای مختلف شامل مقیاس خاکستری [6]، فیلتر معکوس کننده رنگ و فیلتر تیز کننده [7]

[1] - Pixel
[2]- Dot per inch

[3]- Noise
[4]- Binary
[5]- Slider
[6]- Gray Scale
[7]- Sharpen

جهت وضوح بیشتر در تصویر در نظر گرفته شده اند. با استفاده از فیلتر مقیاس خاکستری تصاویر رنگی به خاکستری تبدیل می‌شوند. فیلتر معکوس کننده رنگ بیشتر زمانی استفاده می شود که اجزاء مورد نظر تصویر، روشن تر از پس زمینه باشد. هدف اصلی فیلتر تیز کننده تقویت جزئیات ریز تصویر یا ارتقای جزئیاتی است که بر اثر خطا یا در نتیجه یک روش تصویر برداری خاص مات شده اند (۵).



شکل(۱) الف) روند نمای پردازش تصویر در برنامه و ب) نمای کلی از محیط نرم افزار

در منوی تنظیمات، فرمان های لازم برای تنظیم رنگ تصویر و شدت نور وجود دارد. تنظیم مقدار رنگ زمانی به کار می رود که تفاوت رنگ اشیاء مورد نظر تصویر و سایر قسمت های آن در حد مطلوبی نباشد و یا اینکه با تنظیم رنگ تصویر می توان به پردازش های بهتر و دقیق تری دست پیدا کرد. در منوی از بین بردن نویز [1] از دو فیلتر میانگین و میانه استفاده شده است (۱۱). اگر هدف، کاهش نویز بدون مات کردن تصویر باشد (که برای تصاویر با لکه های کوچک مد نظر است) استفاده از فیلتر میانه مناسب تر است (۹).

در منوی ابزار امکانات مربوط به پردازش های اصلی و نهایی نرم افزار شامل نمایش هیستوگرام، و منوهای ایجاد تصاویر باینری به روش های مختلف وجود دارند. با استفاده از منوی نمایش هیستوگرام فراوانی هر سطح از رنگ های اصلی قرمز، سبز و آبی (از صفر تا ۲۵۵) ایجاد می شود. هیستوگرام را می توان از روی تصویر مقیاس خاکستری نیز تهیه نمود.

پس از انجام پردازش های اولیه، تصویر رنگی به یک تصویر باینری تبدیل می‌شود. در این تبدیل همه لکه ها (اهداف مورد نظر) در تصویر به یک رنگ و پس زمینه به رنگ دیگری که اغلب سفید است، در می آیند تا لکه ها از پس زمینه متمایز شوند. در این نرم افزار سه روش برای ایجاد تصویر باینری (با پس زمینه سفید و لکه های قرمز) ارائه شده است که به ترتیب عبارتند از:

[1]- Noise Removal

الف) الگوریتم مخصوص کارت های حساس به آب (دستور Sensitive Paper Binary**) :** در این روش بر اساس بررسی های انجام شده در این طرح بر روی کارت های حساس به آب حد آستانه تفکیک بین لکه ها و پس زمینه سطح ۲۰۰ برای رنگ قرمز هر پیکسل تعیین شد و بر این اساس تصویر باینری می‌شود.

ب) ایجاد تصویر دورنگ به کمک هیستوگرام (دستور Histogram binary**) :** در این روش از هیستوگرام تصویر برای تعیین حدآستانه استفاده می شود. این هیستوگرام بر اساس مقیاس خاکستری تصویر ساخته شده و پس از نمایش آن، کاربر با حرکت موس بر روی نمودار میله ای، نقطه ای بین صفر و ۲۵۵ را انتخاب می کند. این نقطه در واقع حد آستانه برای تبدیل تصویر رنگی به باینری است. پس از عمل تبدیل چنانچه تصویر دورنگ مورد پذیرش کاربر نبود می توان نقطه جدیدی به عنوان حد آستانه انتخاب کرده و عملیات را تکرار نمود.

ج) دستور الگوریتم سوبل[1] **:** در این روش از عملگر لبه یاب سوبل استفاده شده است. این عملگر یک محاسبه غیر خطی از مقدار لبه در یک نقطه است، اما مقدار خود نقطه در محاسبه نقشی ندارد (۴).

سنجش تصویر باینری[2] : پس از انجام پردازش های اولیه و ایجاد تصویر باینری، نوبت به مرحله پردازش نهایی می رسد که شامل شمارش دقیق تعداد لکه ها، مشخص نمودن سطح هریک، بدست آوردن قطر واقعی قطرات و سایر محاسبات می گردد. در پایان نیز اطلاعات بدست آمده نمایش داده می شود. در این نرم افزار برای شمارش لکه ها دو الگوریتم جدید ابداع شده که محاسن زیادی نسبت به روش های متداول دارند. این الگوریتم ها، تزریق رنگ وتزریق برچسب نامگذاری شده اند.

الف) الگوریتم تزریق رنگ[3] **:** روش کار در این الگوریتم، اعمال کد رنگ با شماره های متوالی در لکه های قرمز رنگ تصویر است. به این ترتیب که نرم افزار، هر یک از لکه ها یا اهداف موجود در تصویر را به رنگهایی با مقادیر عددی پشت سر هم تبدیل می کند. شمارش لکه یا اهداف قرمز رنگ موجود در یک تصویر باینری به این شکل است که نرم افزار از اولین پیکسل تصویر شروع به حرکت کرده و پس از رسیدن به اولین پیکسل قرمز رنگ از هر لکه رنگ کل لکه را تغییر می دهد. پس از تبدیل لکه های قرمز رنگ موجود در تصویر به لکه هایی با مقادیر رنگ متوالی پیکسل های تصویر که رنگ یکسانی دارند، شمارش و دسته بندی می شوند. سرعت بالا، دقت بالا، عدم وابستگی به شکل اشیاء درون تصویر و عدم وجود خطا در سنجش اشیاء با اندازه خیلی بزرگ از مزایای الگوریتم تزریق رنگ است.

د) الگوریتم تزریق برچسب[4] **:** در این روش هر لکه به طور مستقل برچسب گذاری می شود. به عبارتی هر زمان که نرم افزار به پیکسل قرمز رنگی برسد که برچسب نداشته باشد به تمام پیکسل های متصل به آن برچسب یکسانی می دهد یعنی با ورود به اولین پیکسل از یک لکه به تمام پیکسل های آن لکه برچسب واحدی می دهد. دقت بالا، عدم وابستگی نسبت به شکل اشیاء موجود در تصویر و مناسب بودن برای اشیاء کوچک از مزایای این الگوریتم است.

پس از انجام پردازش های نهایی بر روی لکه ها، با داشتن تعداد پیکسل های سطح هر لکه و ضریب کالیبراسیون، اندازه واقعی سطح هر لکه از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 1/128\sqrt{A} \qquad (۲)$$

[1]- Sobel
[2]- Blob Analysis
[3]- Color Injection
[4]- Label Injection

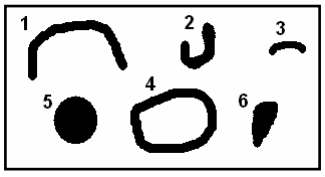
با محاسبه قطر لکه روی کارت، به کمک ضریب پخش قطر واقعی قطره محاسبه شده و پس از آن قطر میانه؛ قطر میانه حجمی؛ چگالی سطحی قطرات؛ یکنواختی پاشش قطرات؛ انحراف معیار قطرات و درصد پوشش سطح کارت توسط قطرات تعیین می‌شود. جهت اطلاع از جزئیات الگوریتم ها و روش پیاده سازی آنها در نرم افزار به منبع (۳) مراجعه شود.

ارزیابی نرم افزار

به منظور ارزیابی عملکرد نرم افزار از نقطه نظر دقت و سرعت عمل در شمارش اشیاء (قطرات) موجود در تصویر و محاسبه سطح آنها از سه روش ارزیابی نظری، آزمایشگاهی و اندازه گیری سطوح مختلف (مثل سطح برگ)، استفاده شد. در پایان نمونه ای از کاربرد عملی نرم افزار در اندازه گیری و سنجش قطرات بر اساس کارتهای حساس به آب ارائه می گردد.

الف) ارزیابی نظری

هدف اصلی در این ارزیابی بررسی عملکرد الگوریتم های تزریق رنگ و برچسب در دقت تشخیص و شمارش اشیاء موجود در تصاویر است. از این نظر ارزیابی نظری اتلاق می گردد زیرا تصویر بصورت دیجیتالی در محیط نرم افزار Paint مطابق شکل(۲) ایجاد گردید و بدلیل نداشتن نویز نیاز به هیچگونه پیش پردازش ندارد. در نتیجه هیچ خطایی از نقطه نظر حذف و یا تغییر رنگ پیکسل ها رخ نمی دهد.

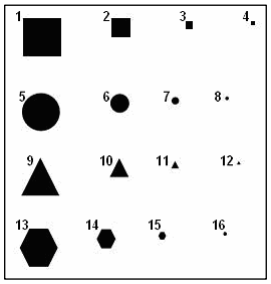


شکل (۲) تصویر تهیه شده در نرم افزار Paint که توسط الگوریتم تزریق رنگ و برچسب پردازش و شمارش شده و نتیجه توسط نرم افزار بصورت عدد در کنار هر لکه نمایش داده شده است.

عملکرد نرم افزار (در تشخیص و شمارش اشیاء) بر روی تصویر نشان داده شده در شکل (۲) توسط یک رایانه با پردازنده ۷۵۰ MHz ساخت شرکت AMD انجام شد.

ب) ارزیابی آزمایشگاهی

با توجه به اینکه در این سامانه الزاما بایستی تمام نمونه های بدست آمده از کاغذهای حساس به آب اسکن شده و سپس پردازش های لازم توسط نرم افزار بر روی تصویر اسکن شده آنها صورت گیرد، لازم است دقت نرم افزار در انجام پردازش تصاویر تحت شرایط واقعی نیز صورت گیرد.



شکل (۳) یک تصویر اسکن شده واقعی که نتیجه پردازش نرم افزار و شمارش اشیاء موجود در آن مشخص می‌باشد.

بدین منظور اشکال هندسی مختلف با اندازه های متفاوت مطابق شکل (۳) در نرم افزار Microsoft Word با ابعاد کاملا دقیق ایجاد گردید. همه این اشکال به ترتیب از کوچک به بزرگ در مربع هایی به ضلع ۱، ۲، ۵ و ۱۰ میلیمتر محاط و ایجاد گردیده اند. برای ایجاد تصویر واقعی[1] بر روی کاغذ از یک پرینتر HP Laser Jet مدل ۱۵۰۰ استفاده گردید. برای اسکن این نمونه نیز از یک اسکنر Canon مدل CanoScan 8400F با رزولوشن های ۷۵ dpi و ۴۰۰ dpi استفاده شد و سپس این تصویر به محیط نرم افزار فراخوانده شده و مورد پردازش قرار گرفت.

[1]- Hard Copy

ج) بررسی عملکرد نرم افزار در اندازه گیری سطوح

در علوم و فنون مختلف، اندازه گیری مساحت اشیاء کاربردهای وسیعی دارد. برای مثال در کشاورزی اندازه گیری سطح برگ و لکه های ناشی از خسارات بیماریها و آفات از این جمله هستند. جهت نشان دادن میزان توانایی نرم افزار در اندازه گیری سطوح مختلف و کاربردهای جانبی آن، تصویر دو نوع برگ (شکل۴) به سه روش مختلف مورد سنجش قرار گرفت: نرم افزار SIBA ، پلانی متر و دستگاه سطح سنج برگ[1] ساخت شرکت Delta-T Device کشور انگلستان. مقایسه نتایج بدست آمده از این سه روش می تواند بخوبی گویای عملکرد نرم افزار باشد.

(ب)

شکل (۴) نمونه برگ های مورد استفاده جهت ارزیابی عملکرد نرم افزار در اندازه گیری سطوح مختلف از جمله سطح برگ؛ الف) نمونه برگ شماره ۱ و ب) نمونه برگ شماره ۲

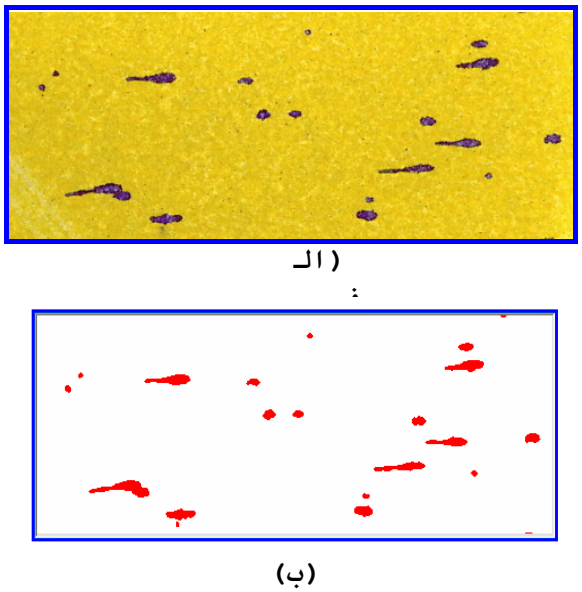
د) کاربرد عملی نرم افزار برروی کارتهای حساس به آب

به منظور نشان دادن عملکرد نرم افزار در اندازه گیری قطرات پاشیده شده از سمپاش, نمونه ای از کارتهای حساس به آب تهیه و توسط نرم افزار مورد پردازش قرار گرفت. این نمونه از پاشش یک سمپاش گریز از مرکز با دیسک دوار به قطر ۲۰ سانتیمتر، تعداد شیار ۲۰ عدد و سرعت دورانی ۳۰۰۰ دور بر دقیقه بر روی کاغذ حساس به آب (شکل ۵الف) تهیه و از روی کارتی با ابعاد واقعی ۳۰×۶۹ میلیمتر و با رزولوشن ۴۰۰dpi اسکن شده است. در شکل (۵ ب) تصویر اولیه اسکن شده پس از حذف نویزها و پردازش اولیه با استفاده از الگوریتم مخصوص کاغذهای حساس به آب بصورت دورنگ[2] تبدیل گردیده است. در شکل ۶ نتیجه پردازش نهایی نرم افزار SIBA که شامل شماره لکه ها می باشد نشان داده شده است.

شماره لکه ها توسط نرم افزار (با اعمال الگوریتم تزریق برچسب) بر روی تصویر بزرگ نمایی شده، حک و شمارش شده است. علاوه بر این اعمال الگوریتم تزریق رنگ سبب شده است هر لکه رنگ منحصر بفردی بخود بگیرد (شکل۶).

نتایج و بحث

نتایج بدست آمده از پردازش تصویر دیجیتالی توسط نرم افزار، در بخش ارزیابی نظری، در جدول (۱) نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می شود علی رغم وجود اشکال هندسی و غیر هندسی مختلف در تصویر مورد نظر (شکل۲)، هر دو الگوریتم تزریق رنگ و تزریق برچسب توانسته اند اشیاء (اشکال) موجود در تصویر را به درستی مشخص و شمارش نمایند. در این ارزیابی زمان مصرفی برای الگوریتم تزریق رنگ ۰/۴۲ ثانیه و الگوریتم تزریق برچسب ۰/۵۷ ثانیه بود.



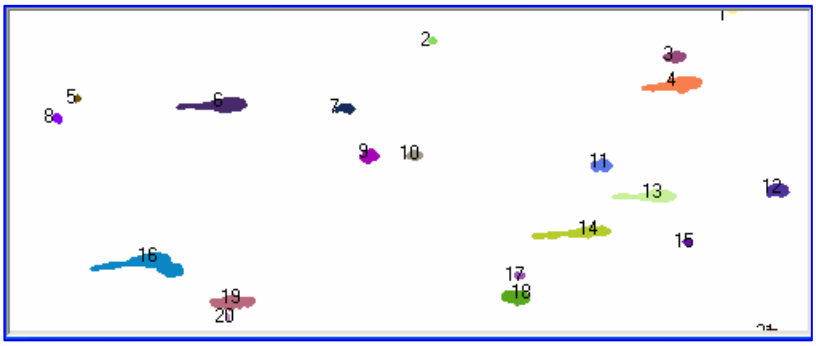
(ب)

[1] - Leaf area meter

[2] -Binary

شده واقعی، ب) تصویر دورنگ

شکل (۵) اثرات بجا مانده از قطرات سمپاش گریز از مرکز با دیسک دوار بر روی کارت حساس به آب؛ الف) تصویر اسکن



شکل (۶) تصویر کارت حساس به آب (بزرگ نمایی شده) پس از پردازش نهایی توسط نرم افزار SIBA و با استفاده از الگوریتم تزریق برچسب و رنگ.

جدول (۱) نتایج پردازش تصویر شکل ۱ توسط الگوریتم تزریق رنگ و برچسب

شماره شئ	سطح بدست آمده توسط الگوریتم ها (پیکسل)
۱	۱۴۴۳
۲	۷۷۶
۳	۲۹۳
۴	۲۰۲۱
۵	۱۶۰۷
۶	۸۰۵

نتیجه شمارش اشیاء در ارزیابی آزمایشگاهی نرم افزار بر روی یک تصویر واقعی اسکن شده در شکل (۳) بصورت اعداد حک شده بر روی تصویر نشان داده شده است. شمارش اشیاء موجود در تصویر توسط نرم افزار با اعداد متناظر با شماره هر شئ، در این شکل از بالا به پایین مشخص شده است. در این روش ارزیابی نیز، علی رغم متنوع بودن اشیاء از نقطه نظر اندازه و شکل، نرم افزار توانسته است به درستی اشیاء موجود در تصویر را تشخیص و شمارش نماید. به منظور بررسی اثر رزولوشن تصویر بر روی عملکرد و دقت نرم افزار، نتیجه پردازش نهایی تصویر نشان داده شده در شکل (۳) با دو رزولوشن ۷۵ dpi و ۴۰۰ dpi در جدول ۲ ملاحظه می شود. در این جدول مساحت واقعی بر اساس معادلات ریاضی هر شکل محاسبه شده است (مثلا برای دایره πr^2 و برای مثلث $\frac{bh}{2}$) و مساحت تعیین شده توسط نرم افزار از روی شمارش تعداد پیکسل در هر شئ بدست آمده است.

مقایسه نتایج جدول ۲ نشان می دهد که اگر اسکن تصویر با رزولوشن بالاتری انجام گیرد درصد خطا پایین خواهد آمد. همچنین بیشترین درصد خطا مربوط به کوچکترین اشکال می باشد زیرا از بین رفتن حتی یک نقطه کوچک از اشکال کوچک در هنگام اسکن کردن تصویر و از بین بردن نویز، درصد بیشتری از کل آن شکل را حذف

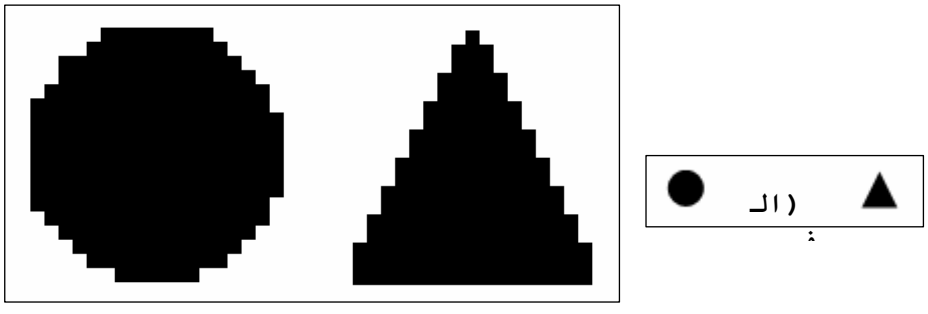
می کند. نتیجه دیگر این است که هرچه اشیاء موجود در تصویر به مربع، مستطیل و یا دایره نزدیکتر باشند کمترین میزان خطا رخ می دهد و هرچه اضلاع زاویه دار در اشیاء بیشتر شود درصد خطا افزایش خواهد یافت. بروز خطا در محاسبه اضلاع زاویه دار به این دلیل است که این اضلاع از کنار هم قرار گرفتن پیکسل های مربع شکل بوجود می آیند که در نهایت شکلی پله ای را بوجود می آورد. برای نشان دادن بهتر این موضوع، تصویر یک دایره و مثلث در شکل (۷) با بزرگنمایی بترتیب ۱ و ۱۰ برابر نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود در تصویر با بزرگنمایی ۱۰ برابر، اثر پله ای پیکسل ها در تصویر کاملاً مشخص است.

جدول (۲) نتیجه پردازش نرم افزار و مقایسه آن با مقدار واقعی برای تصویر شکل (۶) با رزولوشن ۷۵ dpi و۴۰۰dpi در ارزیابی آزمایشگاهی نرم افزار

شماره شیئ	مساحت واقعی* mm^2	رزولوشن(dpi) ۷۵				رزولوشن(dpi) ۴۰۰			
		مساحت تعیین شده توسط نرم افزار		اختلاف نرم افزار با مقدار واقعی		مساحت تعیین شده توسط نرم افزار		اختلاف نرم افزار با مقدار واقعی	
		پیکسل	mm^2	mm^2	درصد	پیکسل	mm^2	mm^2	درصد
۱	۱۰۰	۹۰۰	۹۹/۸	-۰/۲	۰/۲	۸۲۵۶	۱۰۰/۲	۰/۲	۰/۲
۲	۲۵	۲۲۵	۲۴/۹۵	-۰/۰۵	۰/۲	۲۰۲۵	۲۴/۹۵	-۰/۰۵	۰/۲
۳	۴	۳۶	۳/۹۹	-۰/۰۰۸	۰/۲	۳۲۴	۳/۹۹	-۰/۰۰۸	۰/۲
۴	۱	۱۱	۱/۲	۰/۲	۲۰	۸۱	۰/۹۹	-۰/۰۰۲	۰/۲
۵	۷۸/۵	۷۱۰	۷۸/۱	-۰/۴	۰/۵	۶۵۷۵	۷۸/۹	۰/۴	۰/۵
۶	۱۹/۶۲۵	۱۷۵	۱۹/۳۲	-۰/۳۰۵	۱/۵۵	۱۶۲۴	۱۹/۸۲	۰/۱۹۵	۰/۹۹
۷	۳/۱۴	۳۰	۳/۳۲	۰/۱۸۶	۵/۹	۲۶۱	۳/۲۱	۰/۰۷۵	۲/۳
۸	۰/۷۸۵	۹	۰/۹۹	۰/۲۱۳	۲۷/۱۳	۶۶	۰/۸۱	۰/۰۲۸	۳/۵
۹	۵۰	۴۴۷	۴۹/۵۶	-۰/۴۳۳	۰/۸۶	۴۲۰۱	۵۰/۴	۰/۴	۰/۸
۱۰	۱۲/۵	۱۱۹	۱۳/۱	۰/۶	۴/۸	۱۰۳۴	۱۲/۷۳	۰/۲۳۹	۱/۹
۱۱	۲	۱۹	۲/۱	۰/۱۰۶	۵/۳	۱۷۲	۲/۰۶	۰/۰۶	۳
۱۲	۰/۵	۶	۰/۶۶	۰/۱۶۵	۳۳	۴۵	۰/۵۴	۰/۰۴	۷/۸
۱۳	۷۵	۶۶۹	۷۴/۱۸	-۰/۸۱۶	۱/۰۸	۶۱۹۳	۷۵/۸	۰/۸	۱
۱۴	۱۸/۷۵	۱۷۴	۱۹/۲۹	۰/۵۴۴	۲/۹	۱۵۵۲	۱۹/۱۲	۰/۳۷۲	۱/۹
۱۵	۳	۲۶	۲/۸	-۰/۲	۶/۶۶	۲۵۸	۳/۱	۰/۱	۳/۳۳
۱۶	۰/۷۵	۹	۰/۹۹	۰/۲۴۸	۳۳	۶۸	۰/۸۱	۰/۰۶	۸

*مساحت واقعی با استفاده از فرمول ریاضی محاسبه سطوح مختلف هندسی محاسبه شده است.

در ارزیابی عملکرد نرم افزار در سنجش سطوح مختلف از جمله سطح برگ های نشان داده شده در شکل (۴) و مقایسه آن با دستگاه سطح سنج تحقیقاتی و پلانیمتر مشخص گردید که عملکرد نرم افزار در حد مطلوبی می باشد.



(ب)

شکل (۷) اثر پله ای نمایش اشکال در تصاویر از طریق پیکسل؛ الف) تصویر با بزرگنمایی ۱ و ب) تصویر با بزرگنمایی ۱۰

نتایج بدست آمده از اندازه گیری سطح و زمان صرف شده به سه روش فوق الذکر در جدول ۳ نشان داده شده است. اگر چه اطلاعات دقیقی از دقت نسبی دو روش پلانیمتر و دستگاه سطح سنج برگ موجود نیست که بتوان دقت نرم افزار را نسبت به آن سنجید ولی با مشاهده جدول ۳ ملاحظه می شود که اعداد بدست آمده برای سطح از نرم افزار به نحو جالب و قابل توجهی در حد فاصل بین دو روش دیگر است. به عبارتی دستگاه سطح سنج حد پایین را نشان داده و پلانیمتر حد بالا را اندازه گیری می کند. می توان چنین نتیجه گیری نمود که اگر مقدار دقیق و صحیح اندازه گیری، متوسط مقادیر سطح سنج برگ و پلانیمتر باشد، در این صورت دقت اندازه گیری نرم افزار را می توان بر اساس اختلاف بین متوسط دو اندازه گیری در نظر گرفت. با این فرض مشاهده می شود که درصد خطای نرم افزار برای نمونه برگ شماره ۱و۲ حدود ۰/۹ درصد است. جدول ۳ همچنین راندمان کار نرم افزار را از نقطه نظر زمان صرف شده برای هر اندازه گیری نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود متوسط زمان مصرفی توسط پلانی متر حدود ۳۰ برابر و برای سطح سنج برگ ۶ برابر نرم افزار SIBA می باشد که بسیار حائز اهمیت است.

جدول (۳) مساحت بدست آمده حسب میلیمتر مربع و زمان صرف شده برای دو نمونه برگ با سه روش مختلف

	نرم افزار SIBA		پلانی متر		سطح سنج	
	مساحت	زمان صرف شده	مساحت	زمان صرف شده	مساحت	زمان صرف شده
نمونه برگ شماره ۱	۱۰۲۳/۱۸	کمتر از۱۰ ثانیه	۱۰۳۱	حدود ۵ دقیقه	۹۹۶/۳۸	حدود ۱ دقیقه
نمونه برگ شماره ۲	۱۰۰۸/۶۴	کمتر از۱۰ ثانیه	۱۰۱۷	حدود ۵ دقیقه	۹۸۲/۱۴	حدود ۱ دقیقه

در بخش کاربرد عملی نرم افزار برای سنجش قطرات پاشیده شده بر روی یک کارت حساس به آب (شکل های ۵ و ۶) ملاحظه می شود که اگر چه نرم افزار توانسته است بخوبی با پیش پردازش و پردازش های نهایی لکه ها را تشخیص و شمارش نماید ولی با این وجود با نگاه دقیق به شکل ۶ ملاحظه می شود که لکه شماره ۱۶ در واقع دو قطره بوده اند ولی بدلیل اینکه با هم تماس حاصل کرده اند، اثر به جا مانده از آنها به صورت دولکه بهم چسبیده بر روی کارت ظاهر شده است در نتیجه نرم افزار آنها را بصورت یک لکه واحد در نظر گرفته است.

نتیجه گیری

هدف اصلی از این مقاله معرفی دو الگوریتم ابداعی برای تشخیص و شمارش لکه ها در تصاویر بود که در قالب نرم افزاری به نام SIBA طراحی و برنامه نویسی گردید تا در عین سرعت عمل بالا، دقت مورد قبول برای اندازه گیری اندازه قطرات پاشیده شده از انواع سمپاش ها را داشته باشد. در طراحی نرم افزار حاضر توجه بسیاری به جامع بودن آن شد تا تنها محدود به سنجش نمونه های کاغذ حساس به آب برای کالیبراسیون سمپاشها و نازلها نباشد. به همین دلیل از جمله کاربردهای دیگر نرم افزار بدون انجام تغییر کلی در برنامه نویسی آن می توان به سنجش سطح برگ گیاهان،

میوه ها، قطعات صنعتی، سنجش نمونه های آزمایشگاههای تشخیص طبی مانند شمارش تعداد گلبول ها در تصاویر میکروسکوپی و سایر کاربردهای مشابه اشاره نمود.. همچنین هزینه استفاده از این نرم افزار نسبت به نمونه های مشابه خارجی آن بسیار کمتر بوده زیرا برای انجام این طرح هزینه مالی خاصی صورت نگرفته است و تنها منابع مورد استفاده, توانایی های فکری و نرم افزاری مجریان طرح می باشد. این نرم افزار در حال حاضر توسط نویسندگان این مقاله آماده ارائه به علاقه مندان, موسسات تحقیقاتی و سازندگان سمپاش جهت انجام امور پژوهشی مرتبط که در آنها اندازه گیری لکه (مثل اثرات ناشی از لهیدگی میوه ها، اثرات ناشی از صدمه آفات به میوه ها و برگ ها و غیره) مد نظر است می باشد.

منابع

۱- افشاری، م. (۱۳۷۱). روشهای کاربردآفت کشها. (تألیف جی.ا.ماتیوس). چاپ اول. انتشارات مؤسسه تحقیقات آفات وبیماریهای گیاهی، ۴۶۳ ص.

۲- افشاری، م. وبیات اسدی، ه. (۱۳۶۸). کاغذهای حساس به آب و کاربرد آنها در کالیبراسیون محلول پاشها در ایران. مجلهٔ آفات وبیماریهای گیاهی، ۵۷ : ۷۵-۷۱.

۳- دانشجو، الف. ۱۳۸۶ . طراحی نرم افزار مناسب سنجش قطرات سم در سم پاش ها. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد.

۴- خلیلی، خ. (۱۳۸۰). ماشین بینایی و اصول پردازش دیجیتالی تصویر. (تالیف ال.گالبیاتی). چاپ اول. انتشارات جهان نو، ۱۷۳ ص.

۵- خادمی، م. (۱۳۸۳). پردازش تصویر رقمی. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۸۳۰ ص.

۶- شفیعی، ا. (۱۳۷۱). اصول ماشینهای کشاورزی. (تألیف کپنر، بینر و بارکر). چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۶۸ ص.

۷- نوابی، ا. (۱۳۵۱). نحوهٔ پخش قطرات در سمپاشها. انتشارات دانشگاه جندی شاپور، ۷۰ ص.

8. Bindra, O.S. and Singh, H.(1980).Pesticide-Application Equipment.1st ed. New Delhi: Oxford & IBH. Pub. Co., India.
9. Gonzales, R. and R. Woods. (1992). Digital Image Processing, Prentice Hall.
10. Matthews, G. A. (2000) .Changes in application technique used by the small scale cotton farmer in Africa. Tropical pest management. 36, 166-172.
11. Pratt, W. K. (2001). Digital Image Processing, John Wiley & Sons.
12. Wolf, R. E., Gardisser, D. R. and Williams, W. L. (1999). Spray droplet analysis of air induction nozzles using WRK Droplet Scan Technology. ASAE paper 99-1026.

Introducing and evaluating a suitable software for sprayers calibration and other similar purposes

A. Daneshjoo- M.H. Abbaspour-Fard*- M.H. Aghkhani- M. Arian[1]

Abstract

Currently in IRAN, some manual methods are used for measuring spray droplet size which is very laborious and time consuming. In this paper, a software is presented based on image processing techniques, which is suitable for small object detection purpose that can be used in blob analysis of sprayer calibration and other similar applications. The algorithms have been implemented and adapted in a program called Scientific Image Blob Analysis (SIBA). The program can read the scanned image of water sensitive cards, obtained from nozzle's spray. Some threshold techniques are also used for noise removal and converting the original image to a binary one (e.g. red for blob and white for background). The blob features calculated in the program are area, actual diameter, Number Median Diameter (NMD), Volume Median Diameter (VMD), blob density (blob/unit area), and percentage of blob's area coverage, blob count and finally the uniformity of spray. The algorithms were evaluated analytically and experimentally, comparing with the results of a leaf area meter and a planimeter. Although the results showed more accurate and faster performance for this software, a direct correlation was also found between their accuracy and the image's resolution. In other words, the higher the resolution of the image, the more accurate of the results particularly for the smaller blobs. This was mainly due to the stepwise inherent of the pixels showing a blob's boundary. However, by choosing an appropriate resolution the error of measurement may reduce to %1. The program can also easily be used for any area detection and calculation of the images such as leaf, fruits etc. It is a good package especially for the researchers in the developing countries with a limit access to similar resources. Moreover there might be some uncertainty about the accuracy of such commercial products.

Key words: Blob Analysis, Image processing, water sensitive paper, droplet size

*- Corresponding author Email: abaspour@ferdowsi.um.ac.ir
1- College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad