طراحی و ارائه نرم افزار مناسب سنجش تراکم و اندازه قطرات سم (۱۹٤)

محمد امین دانشجو[۱]، محمد حسین عباسپورفرد، محمد حسین آق خانی، مهدی آرین[۲]

چکیده

در ایران یکی از عملیاتی ترین و مقرون به صرفه ترین روشها برای واسنجی سمپاش ها، استفاده از کاغذ های حساس به آب است. در حال حاضر برای سنجش اثر قطرات ثبت شده بر روی این کاغذها از روش های دستی مانند میکروسکوپ که بسیار وقت گیر و کم دقت هستند، استفاده می شود. در این خصوص روش های مبتنی بر پردازش تصاویر می‌تواند ضمن افزایش دقت سبب صرفه جویی در وقت و هزینه نیز گردد. به همین دلیل در این مقاله، نرم افزاری ارائه شده است که به کمک روش های پیشرفته پردازش تصویر، سنجش های لازم را بر روی قطرات پاشیده شده انجام می دهد. این اندازه گیری ها شامل محاسبه سطح هر لکه، قطر واقعی هر قطره، قطر های میانه عددی و حجمی قطرات، انحراف معیار قطرات، چگالی پاشش، درصد پوشش سطح کاغذ توسط قطرات و یکنواختی پاشش هستند. یکی از دستاورد های این طرح ابداع دو الگوریتم جدید در زمینه شمارش لکه های موجود در یک تصویر است. این نرم افزار به زبان ویژوال بیسیک نوشته شده و SIBA نام گذاری گردید. علاوه بر این، محیط برنامه به گونه ای است که با کمترین تغییرات می توان از آن برای اندازه گیری هر نوع لکه ای در تصویر برای مطالعات مختلف بهره جست.

کلیدواژه: کالیبراسیون، کاغذ حساس به آب، پردازش تصویر، برنامه نویسی، الگوریتم

۱- کارشناس ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی، پست الکترونیک: Adaneshjoo@yahoo.com
۲- به ترتیب استادیاران و مربی گروه مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

مقدمه

سالانه میلیونها لیتر محلول سمی برای مبارزه با آفات و بیماریهای گیاهی و علفهای هرز مزارع مورد مصرف قرار می گیـرد. برای بهره گیری بیشتر از این مواد و کاهش مقدار مصرف آنها که برای محیط زیست زیان آور هستند، لازم است، تـدابیری اتخـاذ شود. یکی از اقدامات موثر و عملی در این زمینه واسنجی سمپاشها جهت ایجاد قطرات با اندازه مناسب و پاشـش یکنواخـت اسـت [۱]. اندازه قطرات به این علت حائز اهمیت است که اگر قطرات کوچکتر از حد مطلوب باشند دچار باد بردگی شده و اگـر بزرگتـر از حد مطلوب باشند از روی سطح برگ گیاهان سر خورده و روی زمین می افتند [۵]. هردو این موارد سبب افزایش آلـودگی محـیط، کاهش تاثیر سم، افزایش مصرف سموم و آسیب دیدن گیاهان مفید می شود. بنابر این ایجاد قطرات با انـدازه و پاشـش مناسـب از طریق تنظیم سمپاشها مهمترین روش برای رفع مسائل یاد شده است. در واسنجی سمپاشها و انتخاب نـازل مناسـب بایـد قطـرات پاشیده شده مورد سنجش قرار گیرند. این سنجش شامل تعیین اندازه هر قطره، یکنواختی پاشش و تعـداد قطـرات در واحـد سـطح می باشد. جهت ثبت قطرات پاشیده شده و تعیین اندازه آنها روشها و تئوریهای مختلفی وجـود دارد کـه یکـی از عملیـاتی تـرین و مقرون به صرفه ترین این روشها در ایران استفاده از کاغذ های حساس به آب است [۲]. در حال حاضر، برای سنجش اثر قطـرات ثبت شده بر روی این کاغذ از روش های دستی مانند مقایسه با کارتهای مقیاس استاندارد، میکروسکوپ و پلانـی متـر کـه بـسیار وقت گیر و کم دقت هستند استفاده می شود [۲]. این کاغذها آغشته به محلول برموفنل آبی[1] بوده که به محـض برخـورد قطـرات حاوی آب با سطح کاغذ لکه هایی آبی رنگ در نتیجه یونیزه شدن رنگ اصلی بر سطح کاغذ پدیدار می گردد [۹]. این کاغـذها در حال حاضر در ایران نیز تهیه می شوند [۲].

به منظور صرفه جویی در وقت و هزینه و نیز بالابردن دقت در سنجش کاغذهای حساس به آب می توان از فن آوری های مرتبط با پردازش تصاویر به کمک رایانه استفاده نمود. در این روش علی رغم عدم نیاز به تجهیزات خاص بـه جـز رایانـه، فراینـد انجام کار بسیار سریع، دقیق و البته ساده می باشد. اگر چه سامانه هایی در کشورهای دیگر تهیه و به بازار عرضه شده اسـت[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 پیشرفته پردازش تصویر، سنجش های لازم را بر روی اثر قطرات پاشیده شده بر روی کاغذ های حساس به آب انجام می دهد. این اندازه گیری ها شامل محاسبه سطح هر لکه، قطر واقعی هر قطره، قطر میانه عددی(NMD)[2] و قطر میانه حجمی (VMD)[3] قطرات، انحراف معیار قطرات، چگالی پاشش، درصد پوشش سطح کاغذ توسط قطرات و یکنواختی پاشش هستند. 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 روشها

بطور کلی فن آوری پردازش تصویر شامل فرایندهایی است که با ایجاد تصاویر به شکل دیجیتالی و بکارگیری روشهای رایانه ای به کمک یک زبان برنامه نویسی مناسب اقدام به پردازش و یا اصلاح داده های تصویری می گردد. پس از آن با انجام محاسبات مشخص بر روی داده های حاصل از پردازش تصاویر به ارائه نتایج نهایی مناسب و دلخواه مبادرت می شود. 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، (بطور مثال در مه پاشها مقدارVMD قطرات بین ۲۰ تا ۴۰ میکرون بوده یا در نازلهای سوزنی هواپیما ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرون است [۶]) رزولوشن تصویر تعیین کننده حد توانایی سامانه جهت تشخیص کوچکترین قطره خواهد بود (یعنی قطره ای کوچکتر از یک پیکسل[4] قابل اندازه گیری نیست). به منظور تعیین کمترین رزولوشن برای اسکن کردن کارتهای حساس به آب باید به این نکته توجه کرد که کوچکترین قطرات نیز اسکن شوند. با توجه به این که رزولوشن تصویر مشخص کننده تعداد نقاط (پیکسل در هر اینچ از تصویر

1- Bromo phenol blue
2- Number Median Diameter
3- Volume Median Diameter
4 - Pixel

بوده و واحد آن dpi[1] می باشد و کوچکترین لکه روی کارتها باید حداقل به اندازه یک پیکسل از تصویر بوده و نیز هر اینچ برابر ۲۵۴۰۰ میکرون است، فرمولی خواهیم یافت که بر اساس کوچکترین قطر قطرات پاشیده شده، کمت ین dpi اسکن کردن را می دهد:

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

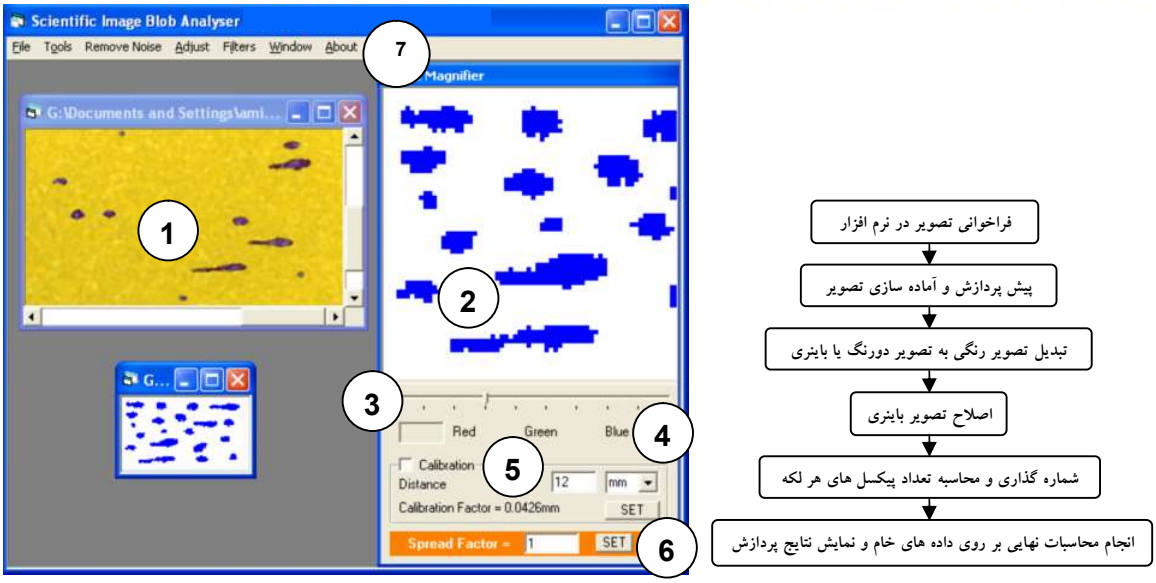
dpi_{min} : کمترین رزولوشن مورد نیاز برای اسکن کردن کاغذ حساس به آب

D: قطر کوچکترین قطره کروی شکل پاشیده شده برحسب میکرون

البته لازم است در هنگام تعیین dpi_{min} به ضریب پخش قطرات روی کارتها نیز توجه شود. ضریب پخش قطره، نسبت بین قطر اثر قطره روی کارت به قطر قطره کروی شکل اولیه است. این ضریب به رطوبت محیط، نوع ماده و قطر ذرات سم بستگی دارد که توسط شرکت تولید کننده کاغذهای حساس به آب تعیین می شود [۷]. به عنوان مثال dpi_{min} برای اسکن کردن کارت حساس به آب با قطرات ۲۰ میکرون و ضریب پخش ۱/۸، رابر ۷۰۰ است. با توجه به اینکه رزولوشن برروی دقت اندازه گیری مؤثر است (به بخش نتایج مراجعه شود) توصیه می شود برای قطرات کوچکتر از رزولوشن های بالاتری استفاده شود. پس از اسکن کردن نمونه ها با رزولوشن مناسب و در اختیار داشتن فایل های دیجیتالی در کامپیوتر، این تصاویر در نرم افزار فراخوانی شده و با توجه به شرایط تصویر از لحاظ میزان نور، شدت رنگ یا داشتن نویز[2] می توان از امکاناتی که در نرم افزار برای آماده سازی تصویر قرار داده شده است، استفاده نمود. به مرحله آماده سازی تصویر مرحله پیش پردازش نیز گفته می شود. بعد از این مرحله پردازش های اصلی بر روی تصویر صورت می گیرد که شامل تبدیل تصویر اولیه به یک تصویر باینری[3] یا دورنگ و پردازش آن توسط الگوریتم هایی است که در طی انجام این طرح ابداع و برنامه نویسی شده اند. در نهایت پس از انجام محاسبات، نتایج پردازش ها نمایش داده می شوند. در شکل (۱ الف) 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 است که کاربر را قادر می سازد با توجه به تصویر اولیه تهیه شده از نمونه ها، پیش پردازشها و پردازشهای نهایی را انجام دهد. در ادامه به تشریح بخش های مهم و امکانات ویژه ارائه شده توسط آن پرداخته می شود.

پنجره نمایش تصویر : فایل های تصویری تهیه شده با اسکنر از روی کاغذ های حساس به آب موجود در کامپیوتر پس از فراخوانی توسط نرم افزار در این پنجره ها نمایش داده می شوند. طراحی نرم افزار به گونه ای انجام شده است که بتوان در آن واحد چندین تصویر را نمایش داده و به صورت جداگانه پردازش های لازم را بر روی هر تصویر انجام داد. این موضوع باعث افزایش قابلیت کاری نرم افزار، سهولت کار توسط کاربر و امکان مقایسه تصاویر مختلف با یکدیگر می شود (شماره ۱ در شکل۱).

1- Dot Per Inch
2- Noise
3- Binary



(ب) (الف)

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

پنجره نمایش تصویر با بزرگنمایی دلخواه : با کلیک کردن موس بر روی یک ناحیه دلخواه از تصویر نمونه ها، آن قسمت در پنجره بزرگنمایی، با میزان دلخواه بزرگنمایی می شود. کاربرد این پنجره در تعیین ضریب کالیبراسیون و نیز مشخص کردن رنگ هر پیکسل از تصویر است (شماره ۲ در شکل۱).

اسلایدر[1] تنظیم بزرگنمایی : به کمک این قسمت می توان به راحتی میزان بزرگنمایی تصویر را در پنجره بزرگنمایی از یک تا ده برابر تعیین نمود (شماره ۳ در شکل۱).

نمایش دهنده رنگ : با کلیک کردن بر روی پنجره بزرگنمایی رنگ پیکسلی که روی آن کلیک شده است به سه رنگ قرمز، سبز و آبی تشکیل دهنده آن تبدیل شده و سطح هر رنگ نمایش داده می شود (شماره ۴ در شکل۱).

پنجره کالیبراسیون[2] : این قسمت وظیفه کالیبراسیون نرم افزار را برعهده داشته و به این نحو عمل می کند که کاربر با انتخاب دو نقطه بر روی تصویری که در پنجره بزرگنمایی در حال نمایش است و دادن فاصله واقعی دو نقطه به نرم افزار و تعیین واحد طول مورد نظر، برای نرم افزار مشخص می کند که هر پیکسل از تصویر معادل چه مقدار از واحد طول تعیین شده است. به عنوان مثال اگر فاصله دو نقطه تعیین شده روی تصویر در واقعیت ۱۰ میلی متر بوده و در تصویر کامپیوتری، توسط نرم افزار ۱۰ پیکسل تشخیص داده شود، هر پیکسل از تصویر یا به اصطلاح ضریب کالیبراسیون نرم افزار ۱ میلی متر خواهد بود (شماره ۵ در شکل۱).

ضریب پخش[3] : عددی که نرم افزار به عنوان ضریب پخش قطرات بر روی کاغذ حساس به آب برای محاسبه قطر واقعی قطره نیاز دارد توسط این قسمت، از کاربر دریافت می شود (شماره ۶ در شکل۱).

منوی[4] اصلی نرم افزار : این بخش شامل زیرمنوها[5] و امکانات مختلفی است (شماره ۷ در شکل۱) که به ترتیب کاربردشان عبارتند از :

1- Slider
2- Calibration Factor
3- Spread Factor
4- Menu
5- Sub Menu

الف) منوی فایل[1] : توسط فرمان های موجود در این منو می توان تصاویر مورد نظر را در نرم افزار فراخوانی کرد (دستور Open Picture). کلیه فایل های تصویری با فورمت BMP, JPG, GIF توسط نرم افزار قابل خواندن و پردازش است. همچنین بخش مربوط به نمایش نتایج حاصل از پردازش های صورت گرفته بر روی تصاویر از طریق دستور Open Data Grid قابل انجام است. تصاویری که در نرم افزار در حال نمایش بوده، به همراه تغییرات احتمالی که بر روی آن انجام گرفته را نیز می توان با فرمت BMP بر روی کامپیوتر ذخیره نمود (دستور Save Picture).

ب) منوی فیلتر[2] : فرمان های موجود در این منو عبارتند از :

۱) فیلتر مقیاس خاکستری[3] : این فیلتر به منظور تبدیل تصاویر رنگی به تصاویر مقیاس خاکستری بکار می رود. روش تبدیل تصویر رنگی به مقیاس خاکستری به این شرح است که از اولین پیکسل تصویر شروع به حرکت کرده و مقادیر قرمز، سبز و آبی تشکیل دهنده آن را بدست می آوریم، سپس حاصل جمع مقادیر بدست آمده را تقسیم بر سه کرده و عدد بدست آمده را بجای مقادیر قرمز، سبز و آبی جدید در پیکسل اعمال می کنیم [۱۰].

۲) فیلتر معکوس کننده رنگ[4] : این فیلتر بیشتر زمانی استفاده می شود که اجزاء مورد نظر تصویر، روشن تر از پس زمینه باشد. بوسیله این فیلتر زمانی که نرم افزار در انتخاب اجزاء مورد نظر در تصویر اشتباه کرده و زمینه را به عنوان هدف انتخاب کند، می توانیم مشکل را رفع نماییم.

نحوه برعکس کردن رنگ یک تصویر به این ترتیب است که نرم افزار از مختصات $(0,0)$ در ماتریس تصویر شروع به حرکت کرده و مقدار رنگ پیکسل مورد نظر را بدست می آورد، سپس عدد رنگ را به مقادیر قرمز، سبز و آبی تشکیل دهنده آن تبدیل می کند، پس از این مرحله تفاضل مقادیر رنگ قرمز، سبز و آبی از عدد ۲۵۵ محاسبه شده و نتیجه به عنوان رنگ جدید در پیکسل مورد نظر اعمال می شود.

۳) فیلتر تیز کننده[5] : 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.

ماتریس پایه ضرایب در این فیلتر عبارتست از :

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{9} \qquad (۲)$$

نحوه بکارگیری این ماتریس به این شرح است که نرم افزار برای هر پیکسل مقدار رنگ آن پیکسل و رنگ پیکسل های همسایه هشت گانه آن را در ماتریس بالا ضرب کرده و حاصل جمع مقادیر بدست آمده را به عنوان رنگ جدید در پیکسل مورد نظر اعمال می کند [۴].

ج) منوی تنظیمات[6] : این منو فرمان های لازم برای تنظیم شدت نور و رنگ تصویر را دارا می باشد.

۱) تنظیم شدت نور[7] : زمانی که شدت نور تصویر مناسب نباشد، به عبارتی خیلی روشن یا خیلی تاریک بوده به طوری که این موارد باعث ایجاد مشکل در انجام پردازش های بعدی نرم افزار شود، می توان از زیرمنوی تنظیم شدت نور استفاده نمود.

۲) تنظیم مقدار رنگ[1] : این تنظیم 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.

1- File
2- Filter
3- Gray Scale
4- Invert Color
5- Sharpen
6- Adjust
7- Brightness

د) منوی از بین بردن نویز[2] : در بسیاری از موارد تصویر نمونه ای که اسکن شده است دارای عوارض و لکه های ناخواسته ای هستند که نویز نامیده می شوند. این نویزها در هنگام اسکن کردن تصویر بوجود آمده و یا منشاء آن نوع و کیفیت کاغذ حساس به آب است. برای حذف این نویزها از دو فیلتر میانگین و مقدار میانه استفاده شده است که عبارتند از:

۱) فیلتر پایین گذر [3] یا میانگین[4] : در این نرم افزار برای فیلتر میانگین گیری از یک ماتریس ۳×۳ شامل ۹ المان مطابق شکل (۲) استفاده می شود:

$$\begin{bmatrix} f_{1,1} & f_{1,2} & f_{1,3} \\ f_{2,1} & f_{2,2} & f_{2,3} \\ f_{3,1} & f_{3,2} & f_{3,3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \end{bmatrix}$$

شکل (۲) : ماتریس ضرایب فیلتر میانگین

مقادیر پیکسل های ماتریس خروجی از حاصل ضرب پیکسل های $P_{i,j}$ تصویر اولیه در المان های متناظر ماتریس ضرایب $f_{i,j}$ بدست می آید. سپس حاصل جمع مقادیر المان های جدید بجای پیکسل میانی (پیکسل مورد نظر) گذاشته می شود [۸]. این عملیات را می توان بصورت زیر بیان نمود :

$$q_{2,2} = P_{3,3} \cdot f_{3,3} + ... + P_{2,1} \cdot f_{2,1} + P_{1,1} \cdot f_{1,1} \qquad (۳)$$

۲) فیلتر مقدار میانه[5] : یکی از مشکلات اصلی اغلب روش های کاهش نویز (به عنوان مثال فیلتر میانگین) مات شدن لبه ها و سایر جزئیات تصویر است. اگر هدف، کاهش نویز بدون مات کردن باشد یک راهکار استفاده از فیلتر میانه است [۴]. این فیلتر که اولین بار توسط تاکی[6] ارائه شد [۱۱]، برای از بین بردن نقاطی از تصویر که بصورت منفرد و اتفاقی بوجود آمده اند (نویز)، بکار می رود. این فیلتر برای از بین بردن نویزهایی که بصورت پیکسل های تکی هستند عملکرد بهتری دارد [۱۰]. این فیلتر در هر ماتریس ۳×۳ از تصویر، مقدار میانه المان های ماتریس را یافته و مقدار المان پنجم ماتریس که همان پیکسل مورد نظر است (المان موجود در سطر و ستون دوم) را برابر با این مقدار میانه قرار می دهد.

ه) منوی ابزار[7] : در این منو امکانات مربوط به پردازش های اصلی و نهایی نرم افزار وجود دارند.

۱) منوی نمایش هیستوگرام : هیستوگ امی که توسط نرم افزار نمایش داده می شود براساس رنگ های قرمز، سبز و آبی است. به طور مثال هیستوگرام مربوط به رنگ قرمز به این شکل ایجاد می شود که مقدار عددی رنگ قرمز تمام پیکسل های تصویر تعیین شده و سپس نموداری براساس تعداد فراوانی هر سطح از رنگ قرمز (صفر تا ۲۵۵) ایجاد می شود. برای رنگ های سبز و آبی نیز به همین شکل عمل می شود. هیستوگرام را می توان از روی تصویر مقیاس خاکستری نیز تهیه نمود.

۲) منوهای ایجاد تصویر باینری : پس از انجام پردازش های اولیه، می بایست تصویر رنگی به یک تصویر دورنگ یا اصطلاحا باینری تبدیل شود. 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. در این نرم افزار سه روش برای ایجاد تصویر باینری (با پس زوینه سفید و لکه های قرمز) ارائه شده است که به ترتیب عبارتند از:

1- Color Balance
2- Noise Removal
3- Low Pass Filter
4- Mean
5- Median
6- Tukey
7- Tools

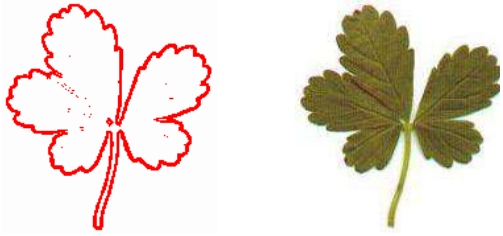
الف) الگوریتم مخصوص کارت های حساس به آب (دستور Sensitive Paper Binary**) :**

با سنجش بر روی تصاویر کارت های حساس به آب مشخص شد که رنگ پس زمینه کارت ها، شامل درجات مختلفی از رنگ زرد است که با تفکیک آنها به سه رنگ قرمز، سبز و آبی تشکیل دهنده آن به این نتیجه می رسیم که در تمام پیکسل های مربوط به رنگ پس زمینه مقدار عددی رنگ قرمز همیشه بزرگتر از ۲۰۰، رنگ سبز بیشتر از ۱۷۰ و رنگ آبی کمتر از ۱۴۰ است. با انجام این کار بر روی لکه ها نیز مشخص شد که رنگ قرمز تشکیل دهنده آنها بین ۱۶۵و۴۰، رنگ سبز کمتر از ۱۶۰، و رنگ آبی کمتر از ۲۱۰ است. جمع بندی نتایج نشان می دهد که می توان تمام پیکسل هایی با رنگ قرمز بزرگتر از ۲۰۰ را به عنوان زمینه و بقیه پیکسل ها را به عنوان لکه در نظر گرفت. به عبارتی حد آستانه این تفکیک سطح ۲۰۰ برای رنگ قرمز هر پیکسل است.

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 دی 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 [۳].

با استفاده از این عملگر لبه ه ی اهداف یا لکه های موجود در تصویر پیدا شده و تصویر خروجی تنها شامل لبه اهداف مورد نظر می اشد (شکل۳).



الف) تصویر اصلی **ب) تصویر پس از اجرای عملگر سوبل**

شکل (۳) : اجرای عملگر سوبل بر روی تصویر

۳) زیر منوی پرکردن حفره ها[2] : پس از ایجاد تصویر دورنگ، ممکن است نقاطی همرنگ پس زمینه (سفید رنگ) در داخل لکه ها و اشیاء قرمز رنگ موجود در تصویر، دیده شود که در واقع جزو لکه یا شکل مورد نظر است. برای تبدیل این نقاط سفید به رنگ قرمز از دستور پرکردن حفره استفاده می شود. روش کار به این شکل است که تمام پس زمینه تصویر را که به رنگ سفید است به رنگی مثل آبی مطلق تبدیل می کنیم. در مرحله بعد تمام نقاط سفید موجود در داخل لکه ها به رنگ قرمز درآمده و در مرحله نهایی پس زمینه آبی نیز دوباره به رنگ سفید بازگردانده می شود.

٤) سنجش تصویر باینری[3] : 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 وتزر ق برچسب نامگذاری شده اند.

1- Sobel
2- Fill Hole
3- Blob Analysis

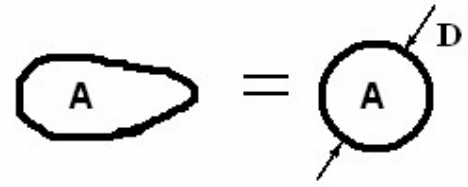
الف) الگوریتم تزریق رنگ[1] : روش کار در این الگوریتم، اعمال کد رنگ با شماره های متوالی در لکه های قرمز رنگ تصویر است. به این ترتیب که نرم افزار، هر یک از لکه ها یا اهداف موجود در تصویر را به رنگهایی با مقادیر عددی پشت سر هم تبدیل می کند. شمارش لکه یا اهداف قرمز رنگ موجود در یک تصویر باینری به این شکل 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[2] : 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، محاسبات زیر انجام می شود :

۱) سطح واقعی هر لکه : با داشتن تعداد پیکسل های سطح هر لکه و ضریب کالیبراسیون، نرم افزار سطح لکه ها را به اندازه واقعی بر حسب واحد ضریب کالیبراسیون تبدیل می کند. پس از بدست آوردن مساحت لکه و با توجه به اینکه سطح لکه روی کارت را که غیر دایره ای است می توان برابر سطح لکه دایره ای فرض کرد که پخش شده است (شکل۴)، می توان قطر لکه (قطره) روی کارت را محاسبه نمود.

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 1/128\sqrt{A} \qquad (۴)$$



شکل (۴) : معادل قرار دادن سطح لکه روی کارت

پس از بدست آوردن قطر لکه روی کارت، به کمک ضریب پخش قطر واقعی قطره محاسبه می شود.

۲) قطر میانه عددی؛ ۳) قطر میانه حجمی؛ ۴) چگالی سطحی قطرات؛ ۵) یکنواختی پاشش قطرات؛ ۶) انحراف معیار[3] قطرات، ۷) درصد پوشش سطح کارت توسط قطرات.

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.

1- Color Injection
2- Label Injection
3- Standard Deviation

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 افات به میوه ها و برگ ها و غیره) مد نظر است می باشد. در قسمت دوم به ارزیابی عملکرد نرم افزار از جنبه های مختلف پرداخته می شود.

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، مجلهٔآفات و بیماریهای گیاهی، شماره ۵۷، ۷۵-۷۱.

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

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

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

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

7- Bindra, O.S. and Singh, H. 1980.Pesticide-application equipment.1st ed. New Delhi: Oxford & IBH. Pub. Co., India.

8- Gonzales, R. and R. Woods. 1992. Digital Image Processing, Prentice Hall.

9- Matthews, G. A. 2000.Changes in application technique used by the small scale cotton farmer in Africa. Tropical pest management. 36, 166-172.

10- Pratt, W. K. 2001. Digital Image Processing, John Wiley & Sons.

11- Tukey, J. W. 1971. Exploratory Data Analysis. Addison-Wesley.

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.