ارزیابی و کاربرد نرم افزار مناسب سنجش تراکم و اندازه قطرات سم (۱۹۵)

محمد امین دانشجو[۱] ، محمد حسین عباسپورفرد[۲] ، محمد حسین آق خانی[۳] ، مهدی آرین[۴]

چکیده

در این مقاله به ارزیابی عملکرد نرم افزار SIBA ، از جنبه های مختلف سرعت، دقت عمل و کاربرد عملی آن پرداخته شده است. در ارزیابی های مختلفی که از نرم افزار به عمل آمد، مشخص شد که بیشینه خطا مربوط به قطرات کوچک با خطای حدود ۱۰ درصد است و کمینه خطا در اندازه گیری سطح لکه ها مربوط به قطرات بزرگ با کمتر از ۱ درصد. این مقدار خطا در مورد سطوح نسبتاً بزرگ (مثل سطح برگ) باز هم کمتر بوده و به حدود ۰/۹ درصد کاهش می یابد. مهم ترین علت بروز خطا از بین رفتن نقاطی از لکه‌ها در حین اسکن تصویر و نیز 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 رایانه‌ای مقایسه شده، از سرعت و دقت به مراتب بالاتری برخوردار بود. در حال حاضر مهم ترین محدودیت این نرم افزار در عدم تشخیص لکه های بهم چسبیده بصورت هوشمند است که سبب می شود چنین لکه هایی را بعنوان یک لکه منظور کند.

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

۱- کارشناس ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، پست الکترونیک: Adaneshjoo@yahoo.com
۲- استادیار گروه مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استادیار گروه مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۴- کارشناس ارشد گروه مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

مقدمه

امروزه توجه به مسائل ایمنی و زیست محیطی در تمام بخشهای کشاورزی، صنعتی و خدماتی کشور های مختلف از اهمیت بالایی برخوردار است. در بخش کشاورزی علی رغم تلاش های فراوان برای یافتن روش های جایگزین [۸،۷،۶،۵]، روشهای شیمیایی هنوز سالانه میلیونها لیتر محلول سمی را برای مبارزه با آفات و بیماریهای گیاهی و علفهای هرز مزارع مورد مصرف قرار می دهند [۳]. برای کاهش هرچه بیشتر اثرات سوء زیست محیطی این سموم لازم است روشهای سمپاشی تصحیح شود که یکی از اقدامات موثر و عملی در این زمینه واسنجی سمپاشها جهت ایجاد قطرات با اندازه مناسب و پاشش یکنواخت است [۱]. جهت ثبت قطرات پاشیده شده و تعیین اندازه آنها روشها و تئوریهای 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 [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 رابطه در قسمت اول نرم افزاری معرفی گردید که در آن با ابداع دو الگوریتم، اندازه گیری های مورد نظر در واسنجی سمپاش ها را به سهولت و سرعت انجام می دهد. این نرم افزار به زبان ویژوال بیسیک نوشته شده و با نام SIBA توسط مجریان طرح قابل ارائه به محققین دانشگاهی و دیگر مؤسسات و سازمانهای تحقیقاتی ذیربط می باشد [۴].

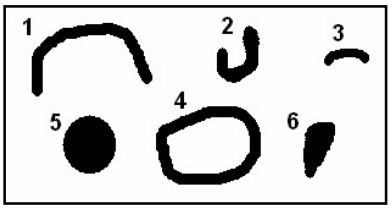
برای اطمینان از دقت و کارایی هر سامانه ای جدید باید آنرا در محدوده کاربرد هایی که برای آن در نظر گرفته شده است، مورد بررسی و ارزیابی های لازم قرار داد تا درجه اعتبار و اطمینان به آن مشخص گردد. در این مقاله نیز نرم افزار SIBA از جنبه های مختلف نظری و عملی مورد ارزیابی و برآورد عملکرد قرار گرفته است.

مواد و روشها

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 روش از ارزیابی بررسی عملکرد الگوریتم های تزریق رنگ و برچسب از طریق تعیین دقت تشخیص و شمارش اشیاء موجود در تصاویر است. در این روش از تصویری دیجیتالی استفاده گردید که در محیط نرم افزار Paint مطابق شکل(۱) ایجاد گردید. از این نظر به این روش ارزیابی نظری اتلاق می گردد زیرا تصاویر بصورت دیجیتالی ایجاد شده اند و نیاز به هیچگونه پیش پردازش از قبیل حذف نویز، تغییر رنگ و تیز کردن تصویر ندارند. در نتیجه هیچ خطایی از نقطه نظر حذف و یا تغییر رنگ پیکسل ها رخ نمی دهد. عملکرد نرم افزار بر روی تصویر نشان داده شده در شکل (۱) توسط یک رایانه با پردازنده ۷۵۰MHz ساخت شرکت AMD انجام شد.

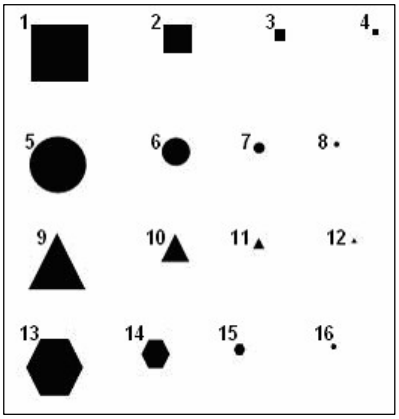


شکل (۱) : تصویر تهیه شده در نرم افزار Paint که توسط الگوریتم تزریق رنگ و برچسب دازش و شمارش شده و نتیجه توسط نرم افزار بصورت عدد در کنار هر لکه نمایش داده شده است.

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 صورت گیرد. طبیعتا در تحت چنین شرایطی خصوصیات اسکنر و نیز خصوصیات وسیله ای که تصاویر اولیه را خلق نموده اند (برای مثال پرینتر) برروی عملکرد نرم افزار تاثیر خواهند گذاشت.

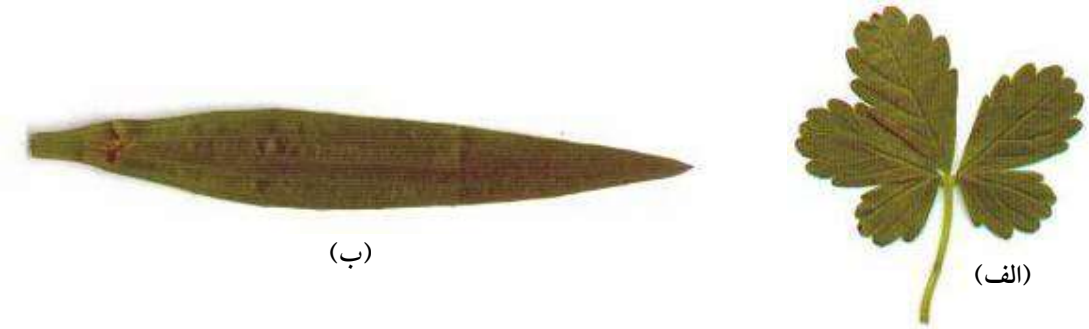


شکل (۲) : یک تصویر اسکن شده واقعی که نتیجه پردازش نرم افزار و شمارش اشیاء موجود در

بدین منظور اشکال هندسی مختلف با اندازه های متفاوت مطابق شکل (۲) 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 و۱۰ میلیمتر محاط و ایجاد گردیده اند. برای ایجاد تصویر واقعی 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 dpi ۷۵ و dpi ۴۰۰ استفاده شد و سپس این تصویر به محیط نرم افزار فراخوانده شده و مورد پردازش قرار گرفت.

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 برای کارهای تحقیقاتی, در گیاه پزشکی جهت اندازه گیری 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 (شکل ۳) از نقطه نظر سطح برگ به سه روش مورد سنجش قرار گرفت. این سه روش عبارتند از : نرم افزار SIBA ، پلانی متر و دستگاه سطح سنج برگ[1] ساخت شرکت Delta-T Device کشور انگلستان که در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد از آن برای کارهای تحقیقاتی استفاده می شود. مقایسه نتایج بدست آمده از این سه روش می تواند بخوبی گویای عملکرد نرم افزار باشد.



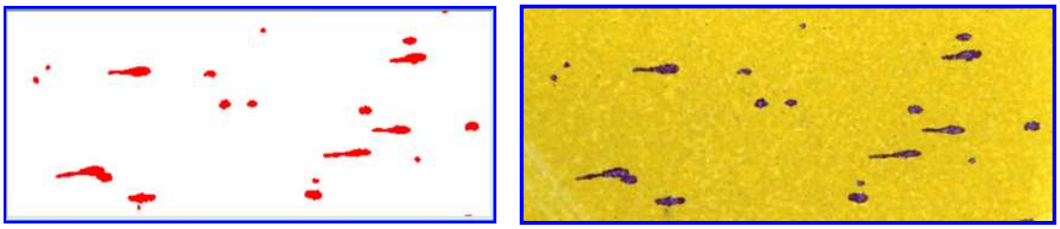
(ب) (الف)

شکل (۳) : 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

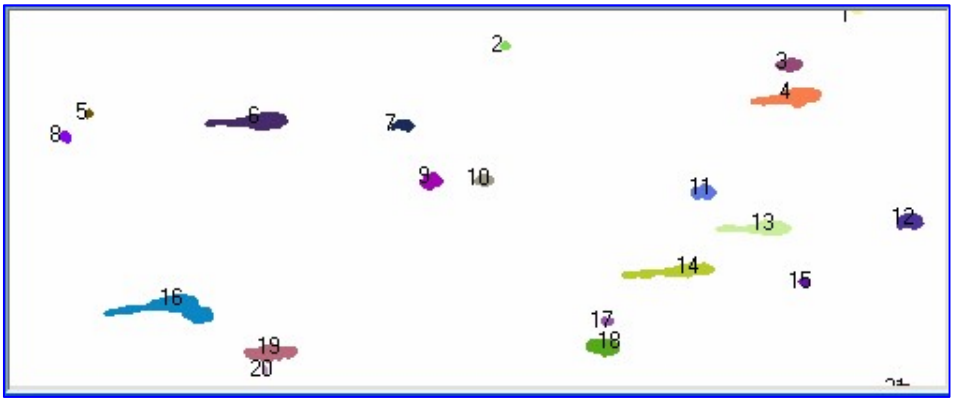
د) کاربرد عملی نرم افزار برروی کارتهای حساس ه آب

[1] - Leaf area meter

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 قطر۲۰ سانتیمتر، تعداد شیار ۲۰ عدد و سرعت دورانی ۳۰۰۰ دور بر دقیقه بر روی کاغذ حساس به آب ساخت آلمان تهیه شد (شکل۴ الف). این تصویر از روی کارتی با ابعاد واقعی ۳۰×۶۹ میلیمتر و با رزولوشن ۴۰۰dpi اسکن شده است. در شکل (۴ ب) تصویر اولیه اسکن شده پس از حذف نویزها و پردازش اولیه با استفاده از الگوریتم مخصوص کاغذهای حساس به آب بصورت دورنگ[1] تبدیل گردیده است (با پس زمینه سفید و لکه های قرمز). در شکل ۵ نتیجه پردازش نهایی نرم افزار SIBA که شامل شماره لکه ها می باشد نشان داده شده است. به منظور مشاهده شماره لکه ها که توسط نرم افزار (با اعمال الگوریتم تزریق برچسب) بر روی تصویر حک و شمارش شده است، این تصویر با بزرگ نمایی دو برابر نشان داده شده است. علاوه بر این اعمال الگوریتم تزریق رنگ سبب شده است هر لکه رنگ منحصر بفردی بخود بگیرد.



شکل (٤) : اثرات بجا مانده قطرات سمپاش گریز از مرکز با دیسک دوار بر روی کارت حساس به آب؛ الف) تصویر اسکن شده واقعی، ب) تصویر دورنگ که توسط نرم افزار و با استفاده از الگوریتم مخصوص کاغذهای حساس به آب تهیه شده است.



شکل (٥) : تصویر کارت حساس (با بزرگ نمایی دو برابر) پس از پردازش نهایی توسط نرم افزار SIBA و با استفاده از الگوریتم تزریق برچسب. همانطور که مشاهده می شود لکه ها از بالا به پایین شماره گذاری و با رنگ های مختلف نیز از هم تفکیک شده اند.

در شکل ۶ جزئیات نتایج مربوط به محاسبات نهایی نرم افزار که شامل قطر میانه عددی, قطر میانه حجمی, قطر واقعی هر لکه, چگالی سطحی قطرات, یکنواختی پاشش قطرات, انحراف معیار قطر واقعی هر لکه و درصد پوشش سطح کارت توسط قطرات می باشد نشان داده شده است.

[1] -Binary

Data Table from prc1.txt

File Sort

Fields = 6 Records = 28

1	2	3	4	5	6
Objects No.	Size(Pixel)	Size(mm^2)	Area Center(x)	Area Center(y)	Droplet Diameter(mm)
1	10	0.017	452	0	0.08
2	22	0.039	264	18	0.12
3	87	0.156	416	28	0.24
4	252	0.453	417	46	0.42
5	19	0.034	42	55	0.11
6	267	0.48	130	59	0.43
7	64	0.115	210	61	0.21
8	33	0.059	30	67	0.15
9	85	0.152	225	91	0.24
10	58	0.104	253	90	0.2
11	92	0.165	370	96	0.25
12	106	0.19	481	112	0.27
13	212	0.381	400	116	0.38
14	251	0.451	354	139	0.42
15	27	0.048	424	144	0.13
16	411	0.738	86	158	0.53
17	28	0.05	319	165	0.14
18	139	0.249	317	179	0.31
19	199	0.357	139	182	0.37
20	14	0.025	136	191	0.09
21	7	0.012	477	199	0.07
-	-	-	-	-	-
Droplets NMD =	0.24mm				
Droplets VMD =	0.42mm				
Density =	11.7 (Droplet/cm^2)				
BlobsArea/Sample Area=	2(				
StandardDeviation=	0.135				
VMD/NMD=	1.75				

شکل (٦) : نتایج پردازش نهایی نرم افزار برای نم نه گرفته شده از سمپاش گریز از مرکز با دیسک دوار

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 (شکل۱)، 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.

جدول (۱) : نتایج پردازش تصویر 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

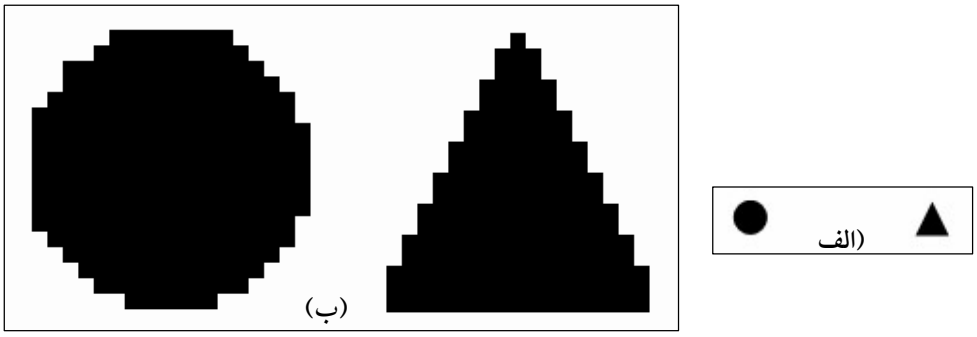
نتیجه شمارش اشیاء در ارزیابی آزمایشگاهی نرم افزار بر روی یک تصویر واقعی اسکن شده در شکل (۲) بصورت اعداد حک شده بر روی تصویر نشان داده شده است. شمارش اشیاء موجود در تصویر توسط نرم افزار با اعداد متناظر با شماره هر شئ، در این شکل از بالا به پایین مشخص شده است. در این روش ارزیابی نیز، علی رغم متنوع بودن 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 (۲) 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.

جدول (۲) : نتیجه پردازش نرم افزار و مقایسه آن با مقدار واقعی برای تصویر شکل (۶) با رزولوشن dpi ۷۵ وdpi۴۰۰ 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

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.



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

در ارزیابی عملکرد نرم افزار در سنجش سطوح مختلف از جمله سطح برگ های نشان داده شده در شکل (۳) و مقایسه آن با دستگاه سطح سنج تحقیقاتی و پلانیمتر مشخص گردید که عملکرد نرم افزار در حد مطلوبی می باشد. نتایج بدست آمده از اندازه گیری سطح به سه روش فوق الذکر در جدول ۳ و زمان صرف شده در هر روش در جدول ۴ 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 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 ۵ 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 برای دو نمونه برگ با سه روش مختلف بر حسب میلیمتر مربع

	نرم افزار SIBA	پلانی متر	سطح سنج
نمونه برگ شماره ۱	۱۸/۱۰۲۳	۱۰۳۱	۹۹۶/۳۸
نمونه برگ شماره ۲	۶۴/۱۰۰۸	۱۰۱۷	۹۸۲/۱۴

جدول (۴) : زمان صرف شده برای اندازه گیری مساحت دو نمونه برگ با سه روش

	نرم افزار SIBA	پلانی متر	سطح سنج
نمونه برگ شماره ۱	کمتر از ۱۰ ثانیه	حدود ۵ دقیقه	حدود ۱ دقیقه
نمونه برگ شماره ۲	کمتر از ۱۰ ثانیه	حدود ۵ دقیقه	حدود ۱ دقیقه

در بخش کاربرد عملی نرم افزار برای سنجش قطرات پاشیده شده بر روی یک کارت حساس به آب (شکل های ۴ تا 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 و لی با این وجود با نگاه دقیق به شکل ۵ 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

با توجه به ارزیابی نرم افزار و سنجش نمونه های مختلف، فرض رسیدن به سرعت و دقت بالا مورد تایید قرار گرفت. همچنین 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. نتایج ارزیابی های مختلف نرم افزار نشان داد دو الگوریتم ارائه شده مزایای زیادی از نقطه نظر دقت و سرعت نسبت به الگوریتم های متداول دارند. تمامی موارد ذکر شده بر این موضوع دلالت دارند که استفاده از این نرم افزار در همه موارد کاربرد آن از لحاظ صرف زمان بسیار مناسب بوده و دقت بالایی دارد. با این وجود نرم افزار از نقطه نظر دقت برای لکه های نسبتاً بزرگ کمترین خطا را داشته، بنابراین می توان در چنین مواردی از رزلوشن های پایین تر نیز استفاده نمود. در مورد لکه های کوچک مثل لکه های بجا مانده از مه پاش ها انتخاب رزولوشن های بالا جهت حصول به دقت قابل قبول ضروری می باشد. در حال حاضر یکی از محدودیت های مهم این نرم افزار عدم توانایی در تشخیص دو یا چند لکه به هم چسبیده بر روی کارت های حساس به آب است که سبب می شود چنین لکه هایی و در نتیجه قطرات متناظر با آنها را بصورت یک قطره در نظر بگیرد. بنابرین لازم است با مطالعات و تحقیقات بیشتر الگوریتم هایی را به این نرم افزار اضافه نمود که بصورت هوشمند قادر باشند چنین وضعیت هایی را بر روی تصویر تشخیص و آنها را بصورت لکه های مجزا از هم شمارش نمایند. این نرم افزار در حال حاضر توسط نویسندگان مقاله آماده ارائه به علاقه مندان, موسسات تحقیقاتی و سازندگان سمپاش 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 سدی، ه. ۱۳۶۸. کاغذهای حساس به آب و کاربرد آنها در کالیبراسیون محلول پاشها در ایران. مجلهٔآفات وبیماریهای گیاهی، ۵۷ : ۷۵-۷۱.

۳- بی نام. ۱۳۸۶. اتلاف سرمایه ملی در تهیه و مصرف بی‌رویه سموم کشاورزی .سایت سازمان بازرسی کل کشور ، www.gio.ir، تاریخ مشاهده ۲۱ آذر ۱۳۸۶.

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

5- Cook, R.J. 1988. Biological control and holistic plant-health care in agriculture. American journal of alternative agriculture. 3 (2/3), 51-62.

6- Ortelli, D. Edder, P. Corvi, C. 2005. Pesticide residues survey in citrus fruits. Food additives and contaminants. 22 (5), 423-428.

7- Pussemier, L. Larondelle, Y Peteghem, C. van Huyghebaert. 2006. Chemical safety of conventionally and organically produced foodstuffs: a tentative comparison under Belgian conditions, Agricultural Food control. 17 (1), 14-21.

8- Wheeler, W.B. 2002. Role of research and regulation in 50 years of pest management in agriculture. Journal of agricultural and food chemistry. 50 (15), 4151-4155.