(مقاله پژوهشی)

طراحی سیستمی اتوماتیک جهت درجه‌بندی کشمش و تعیین درصد دم داربودن آن با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر

مسعود خزاعی فدافن[1*]، سیدحسین استیری[2]

۱- گروه مهندسی برق و کامپیوتر ، دانشکده امام خمینی(ره) سبزوار، واحد خراسان رضوی ، دانشگاه فنی و حرفه ای، تهران، ایران.
۲- گروه علوم و صنایع غذائی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی ، سبزوار، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۸ تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۰۲/۲۶

چکیده

کشمش یکی از محصولات مهم کشاورزی است که از خشک‌کردن انگور بدست می آید. در حال حاضر درجه بندی کشمش و تعیین درصد انواع مختلف کشمش در یک نمونه و همچنین تشخیص دم دار بودن و یا نبودن آن به صورت دستی انجام می‌گیرد وبنابراین مستلزم صرف زمان زیادی می باشد. در این مطالعه ، هدف ارائه الگوریتمهایی مؤثر و توانمند با استفاده از تکنیک های پردازش تصویر در حوزه بینایی ماشین برای درجه بندی کشمش و همچنین تشخیص و تعیین درصد کشمشهای دم دار و بی دم می باشد. جهت تجزیه و تحلیل الگوریتم ارائه شده ، با تهیه عکس از نمونه های مختلفی از انواع کشمش و اجرای الگوریتمهای پیشنهادی بر روی این نمونه ها در نرم افزار MATLAB و مقایسه نتایج به دست آمده با روشهای دستی ، عملکرد الگوریتم مورد ارزیابی قرار می گیرد. جهت ارزیابی عملکرد روشهای پیشنهادی معیارهای دقت کل ، حساسیت و دقت خروجی مثبت محاسبه گردید که یافته های حاصل شده از ارزیابی روش پیشنهادی جهت درجه بندی کشمش دقت کل ۹۸/۶۵٪ ، حساسیت ۹۸/۴۷٪ و دقت خروجی مثبت ۹۷/۸۳٪ و همچنین یافته های روش پیشنهادی جهت تعیین درصد دم دار بودن کشمش نیز دقت کل ۹۸٪ ، حساسیت ۹۲/۳۲٪ و دقت خروجی مثبت ۹۸/۶۹٪ را نشان داد که بیانگر عملکرد مطلوب و قابل اعتماد این روش‌ها همراه با صرف هزینه کم (محاسبات نرم افزاری کم) در مقایسه با روش‌های سنتی می باشد.

واژه های کلیدی : درجه بندی کشمش ، پردازش تصویر ، دم داربودن کشمش ، استخراج ویژگی.

* مسئول مکاتبات : mkhazaie@tvu.ac.ir

۱- مقدمه

کشمش یکی از محصولات مهم کشاورزی است که از خشک کردن انگور بدست می آید. محصولات جانبی که از انگور بدست می آید شامل آبغوره، سرکه ، شیره انگور، شربت و کشمش‌است. طعم، مزه ومواد مغذی موجود در انگور از عوامل مهم مقبولیت این محصول هم به صورت تازه‌خوری و هم به‌صورت فرآوری‌شده آن است(۶) .شیندل و همکاران (۱۴) از روشهای بینایی ماشین برای مرتب کردن کشمش استفاده نمودند. الگوریتم این مقاله تقسیم بندی پس زمینه ، انتخاب کشمش و استخراج ویژگی را شامل می‌شد. دراین روش ابتدا با حذف پس زمینه از تصاویر گرفته شده ، کشمش را استخراج می کند. سپس کشمش را براساس‌رنگ آنها طبقه بندی می کند. مرحله آخر الگوریتم روشن و خاموش کردن مکانیزم مرتب سازی است که برای مرتب سازی خودکار استفاده می شد. نقطه ضعف الگوریتم پیشنهادی این مقاله در این است که در صورتی که کشمش دارای دم باشد و یا اینکه رنگ کشمش ها یکسان باشد ولی اندازه متفاوتی داشته باشند قابلیت تفکیک را نخواهد داشت .وینای کومار و همکاران (۱۷) از تکنیکهای پردازش تصویر برای‌درجه‌بندی کشمش‌استفاده‌نمودند.درالگوریتم پیشنهادی در ابتدا برای ساخت‌دیتاهای آموزشی با استفاده از استخراج ویژگی، نوزده ویژگی مربوط به هرنمونه آزمایشی استخراج می‌شوند . بنابراین در تصویر اخذ شده پس از قطعه‌بندی، ویژگی‌های نمونه استخراج شده و به عنوان ورودی طبقه بند مورد استفاده قرار می‌گیرد نهایتا پس از مقایسه ، به کلاس مورد نظر اختصاص داده می‌شود . نقطه ضعف این الگوریتم در این است که با توجه به این‌که دم دار بودن و یا دم نداشتن کشمش‌برروی برخی از ویژگی‌های هندسی کشمش تاثیرگذار است بنا براین طبقه بند در درجه‌بندی کشمش به درستی عمل نکرده و نتایج نادرستی را در پی دارد. عباسقلی پور و همکاران (۱و۲) ماشین هایی را برای مرتب سازی توسعه داده اند اما ماشین آلات هزینه بالایی داشتند و الگوریتم مورد استفاده نیز بسیار پیچیده است .خجسته نژاد و رمضانی (۶) از ماتریس هم-رخدادی سطح خاکستری برای طبقه بندی کشمش تودهای استفاده نمودند. در این روش با استفاده از قابلیت ماتریس هم خدادی سطح خاکستری اقدام به ایجاد ماتریسهای جدید جهت استخراج ویژگیهای بافت تصویری نمودند. نتایج به دست آمده نشان می داد زمانی که از این روش برای تشخیص طبقه‌های تشکیل شده از کشمش خوب استفاده می شد، نتایج قابل قبول و اطمینانی حاصل می شد. اما زمانیکه طبقه های مورد نظر شامل ترکیبی از کشمش های خوب و بد و ..... بود، نتایج ضعیف‌تری نسبت به حالت اولیه حاصل می شد و در تشخیص برخی از طبقه ها کاملا ناتوان عمل می کرد.پاوار و سرکار(۹)الگوریتمی‌برای‌درجه‌بندی کشمش ارائه نمودند ، در این الگوریتم از استخراج ویژگی های رنگ در فضای HSI و نهایتا استفاده از منطق منطق فازی برای درجه بندی کشمش استفاده شد ، ولی از آنجائیکه در این روش به ویژگی‌های هندسی کشمش توجهی نشده است نتایج قابل قبولی‌نخواهدداشت. پراجاپاتی و همکاران (۱۰) الگوریتمی را برای تحلیل کیفیت دانه های برنج با استفاده از تکنیک های پردازش تصویر پیشنهاد نمودند. آن ها ادعا داشتند که به کمک این الگوریتم می توان سیستم نرم‌افزاری اتوماتی ساخت که بتواند خطای انسانی و مشکلات مربوط به آن را مرتفع سازد . تکنیکهای پردازش تصویر می تواند دانه های برنج را با سرعت و دقت طبقه بندی کند . در این روش تصاویر گرفته شده برای تعیین ابعاد و همچنین نسبت طول به عرض دانه های برنج استفاده می شدند. ساردینا و همکاران (۱۱) شکل میوه هندوانه را با استفاده از پردازش تصویر مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و آن را طبقه بندی نمودند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که نسبت طول به عرض و همچنین نسبت مساحت میوه به مساحت پس زمینه می تواند پارامتری برای تشخیص بدشکل بودن میوه مورد استفاده قرار گیرد . مگ ها و همکاران (۱۵) روشی را برای طبقه بندی و تحلیل کیفیت دانه‌های برنج پیشنهاد دادند . مهم‌ترین ویژگی کارآن‌ها در توسعه الگوریتمی بهنگام برای تشخیص و طبقه‌بندی دانه های برنج و سپس درجه بندی آن در سه سطح بود. درجه‌بندی دانه‌های برنج بر اساس ناخالصی های موجود در آن و سایز دانه ها انجام می شد . در این الگوریتم از خصوصیات هندسی شامل طول ، عرض

و شکل دانه‌های برنج و همچنین ویژگی‌های رنگ استفاده شد . امید و همکاران (۸) سیستمی الکترونیکی با استفاده از میکروکنترلر برای درجه‌بندی کشمش بر اساس رنگ و سایز پیشنهاد نمودند ولی الگوریتمهای که آن ها برای این کاراستفاده نمودند دارای‌بارمحاسباتی بالایی بود. ماهشواری و همکاران (۷) با استفاده از تکنیک های پردازش تصویر روشی را برای تشخیص دو نوع برنج بر اساس شکل و سایز آن‌ها پیشنهاد کردند . دراین روش تصاویری از یک نمونه که بر روی یک کاغذ سیاه پراکنده شده بودند توسط یک دوربین گرفته‌وسپس‌باآشکارسازی‌لبه‌های تصویر پارامترهای مختلف برنج مخاسبه می شود ، بر اساس این پارامترها دانه های برنج را به سه قسمت نرمال ، کوچک و بلند طبقه بندی و سپس تعداد آن ها را بر روی صفحه نمایش دادند .ماشین بینایی‌ابزارقدرتمندی‌است‌که در حوزهٔ کشاورزی کاربردهای فراوانی‌دارد که از میان آن‌ها می‌توان به تجهیزماشین آلات برش‌علف‌هرز به سیستم پردازش تصویر برای شناسایی و تمایز علف هرز از گیاه زراعی، استفاده از سنسورهای نوری برای‌سورتینگ‌ودرجه‌بندی میوه ها براساس درصد رسیدگی و رنگ، پیش بینی عمر ماندگاری محصولات کشاورزی و دامی، انتخاب زمین های حاصلخیز، شناسایی ارقام و واریته ها، و بسیاری موارد دیگر اشاره کرد. مزایای استفاده ازفناوری تصویربرداری، دقیق، غیرمخرب، و عملکرد بهتر آن است(۳،۴،۱۲،۱۳،۱۶،۱۸). در این مقاله ، هدف ارائه الگوریتمی مؤثر و توانمند با استفاده از تکنیکهای پردازش تصویر در حوزه بینایی ماشین برای درجه بندی کشمش و همچنین تشخیص و تعیین درصد کشمش‌های دم دار در انواع درجه بندی مشخص شده می باشد . جهت تجزیه و تحلیل الگوریتم‌ارائه شده با تهیه عکس از نمونه‌های مختلفی از انواع کشمش و اجرای الگوریتم پیشنهادی بر روی این نمونه ها و مقایسه نتایج با روشهای دستی عملکرد الگوریتم مورد ارزیابی قرار می‌گیرد .

۲- مواد و روشها

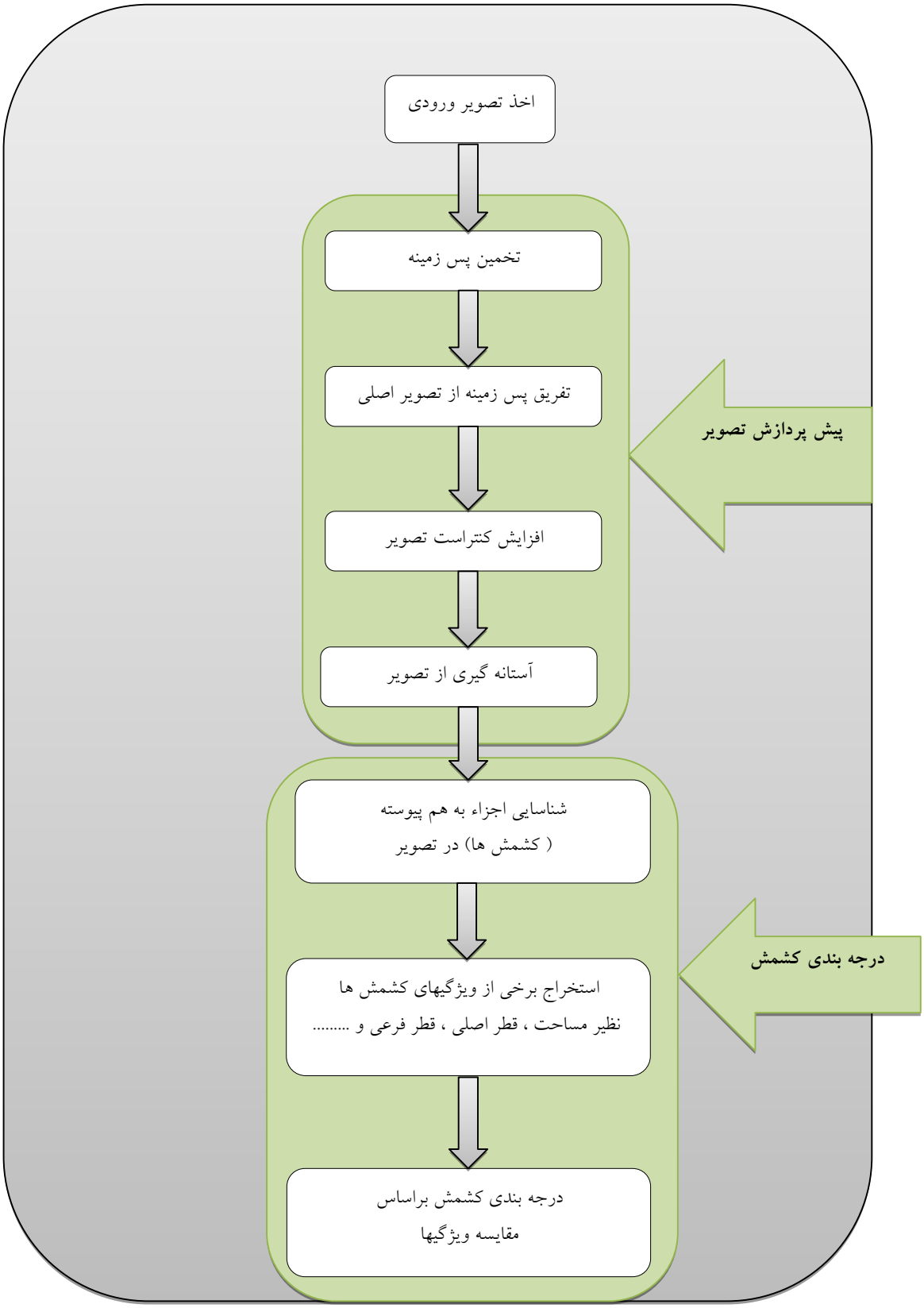
۲-۱- تصویر برداری

در این تحقیق تصاویرمربوط به کشمش با استفاده از یک دوربین وب‌کم‌مدل TSCO TW 1600K (شکل-۱) که در یک محفظه تصویربرداری قرار داده شده است تهیه شده است و همچنین از نرم افزار MATLAB R2013a برای پردازش‌تصاویراخذشده براساس الگوریتم پیشنهادی استفاده شده است.

شکل ۱- دوربین وبکم مدل TSCO TW 1500K

۲-۲-استخراج و مقایسه ویژگیهای تصویر

پس ازاخذ تصویر، با استفاده‌ازالگوریتم پیشنهادی(شکل۲) که به کمک توابع موجود در نرم افزار متلب پیاده سازی شده است برخی از ویژگی‌های مورد نیاز در درجه بندی کشمش محاسبه و با یکدیگر مقایسه می شوند .



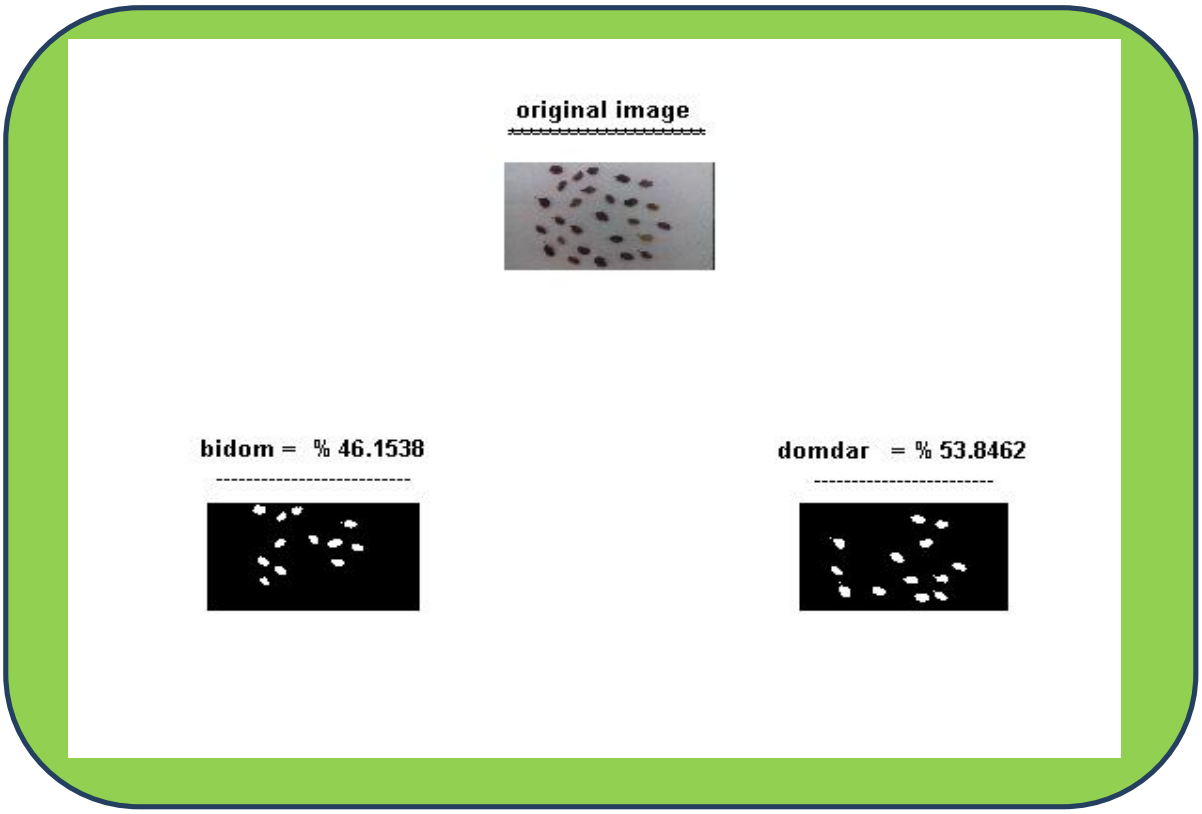
شکل ۲- الگوریتم روش پیشنهادی

در الگوریتم پیشنهادی، عدم یکنواختی پس زمینه تصویر، سبب دشوار نمودن‌جداکردن کشمش‌ها از تصویر می‌شود لذا ازعملگرهای‌مورفولوژی (در اینجا از عملگر مورفولوژی باز کردن که شامل اعمال کاهش و سپس گسترش هر دو به کمک یک ماسک مشترک می‌باشد) جهت تخمین پس زمینه استفاده شده و در نهایت با تفریق آن از تصویر اصلی ، تصویر یکنواختی ایجاد خواهد شد . درادامه پس ازبهبود ویژگیهای تصویر (به وسیله آستانه گیری و افزایش کنتراست) ، استخراج کشمش های موجود در تصویر به کمک توابع پیدا کردن اجزای متصل در تصویر دودویی[1]وبرچسب گذاری مولفه‌های متصل در تصویر[2] انجام می گیرد ، که البته استفاده از تابع پیدا کردن اجزای متصل در تصویر دودویی به دلیل اینکه حافظه کمتری را اشغال نموده و دارای سرعت اجرای بالاتری نیز می باشد معمولا بیشتر استفاده می گردد. پس از جدانمودن اجزاء به هم پیوسته تصویر که همان کشمش ها می باشند ، به کمک تابع اندازه‌گیری ویژگی‌های مناطق تصویر[3] برخی از ویژگیهای کشمش ها نظیر مساحت ، قطر اصلی ، قطر فرعی، دانسیته و ..... را محاسبه می‌نماییم. در نهایت با مقایسه برخی از ویژگی‌های محاسبه شده نظیر نسبت قطر اصلی‌به‌قطرفرعی که‌درکشمش‌های درجه یک مقداربیشتری داشته و در کشمش‌های درجه دو مقدار کمتری را دارا می‌باشد و همچنین مقایسه مساحت داننه‌های کشمش با یکدیگر، کشمش‌های درجه یک و دو جدا و همچنین درصد آن‌ها در یک نمونه مشخص می‌گردد. نمونه هایی از خروجی این الگوریتم در جدول-۱ نشان داده شده است.در ادامه روش پیشنهادی جهت تشخیص دم دار بودن و یا دم دار نبودن کشمش مشابه الگوریتم فوق اجرا می‌گردد ، با این تفاوت که جهت تشخیص این امر از موارد زیر که به صورت تجربی حاصل شده است کمک می گیریم : حداقل قطر اصلی ۶۶ ، نسبت قطر اصلی به فرعی کوچک‌تر/ بزرگ تر از ۱/۷۵ و همچنین حداقل مساحت ۲۰ پیکسل در نظر گرفته شده است. نمو نه‌ای از خروجی این روش در شکل۳ نشان داده شده است .

1- Bwconncomp
2- Bwlabeln
3- Regionprops

جدول ۱-نمونه هایی از خروجی الگوریتم پیشنهادی

نمونه	خروجی برنامه		
۱	original image	grade2 = % 0	grade1 = % 100
۲	original image	grade2 = % 56	grade1 = % 44
۳	original image	grade2 = % 57.5	grade1 = % 42.5
٤	original image	grade2 = % 58.5366	grade1 = % 41.4634
٥	original image	grade2 = % 100	grade1 = % 0



شکل۳- خروجی الگوریتم تشخیص دم دار بودن و یا نبودن کشمش

۳- نتایج و بحث

در حال حاضر درجه بندی کشمش به صورت دستی انجام می گیرد و تعیین درصد انواع مختلف کشمش در یک نمونه مستلزم صرف زمان زیادی می باشد ، در الگوریتم پیشنهادی درجه بندی کشمش و تشخیص دم دار بودن و یا نبودن آن به صورت اتوماتیک انجام می‌گیرد. جهت ارزیابی روش پیشنهادی از محاسبه ماتریس در هم ریختگی استفاده می‌شود. مساله درجه بندی کشمش دارای دو دسته می باشد: مثبت (+ ، درجه یک) و منفی (- ، درجه ۲) ، بنابراین ماتریس درهم ریختگی دارای چهار حالت خواهد شد : مثبت حقیقی[۱] ، منفی حقیقی[۲] ، مثبت کاذب[۳] و منفی کاذب[۴] (۵). این حالت ها در جدول-۲ نشان داده شده اند.

1 -True positive (TP)
2 - True Negative (TN)
3 - False Positive (FP)
4 - False Negative (FN)

جدول۲- ماتریس در هم ریختگی

		روش پیشنهادی	
		+	−
روش دستی (واقعی)	+	TP	FN
	−	FP	TN

TP : شامل مواردی است که درجه یک بوده و در الگوریتم پیشنهادی نیز درجه یک شناخته شده اند.

TN : شامل مواردی است که درجه دو بوده و در الگوریتم پیشنهادی نیز درجه دو شناخته شده اند.

FP : شامل مواردی است که درجه دو بوده ولی در الگوریتم پیشنهادی درجه یک شناخته شده اند.

FN : شامل مواردی است که درجه یک بوده ولی در الگوریتم پیشنهادی درجه دو شناخته شده اند.

چندین‌معیاربرای‌ارزیابی‌الگوریتم‌دراین مطالعه در نظر گرفته شده اند که در ادامه بررسی خواهند شد:

دقت کل که با استفاده از فرمول یک محاسبه می گردد:

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (۱)$$

خطا که با استفاده از فرمول دو محاسبه می گردد:

$$Error = \frac{FP+FN}{TP+TN+FP+FN} \quad (۲)$$

حساسیت که با استفاده از فرمول سه محاسبه می گردد:

$$Sensitivity = \frac{TP}{TP+FN} \quad (۳)$$

دقت خروجی مثبت که با استفاده از فرمول چهار محاسبه می گردد:

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (۴)$$

معیار F1 نیز که ترکیب متعادلی از معیارهای حساسیت و دقت خروجی مثبت می‌باشد به صورت معادله (۵) بیان می گردد:

$$F1 \quad Score = 2\,\frac{Sensitivity*Precision}{Sensitivity+Precision} \quad (۵)$$

جهت‌ارزیابی عملکرد الگوریتم پیشنهادی این‌الگوریتم بر روی تعداد ۲۰ نمونه کشمش جهت درجه بندی و تعداد ۲۰ نمونه جهت تعیین درصد دم دار بودن و یا دم دار نبودن اجرا و نتایج حاصل از آن با نتایج تشخیص دستی(واقعی) مقایسه شده وجداول ۳ و ۴ یافته های حاصل از روش پیشنهادی‌رابرای‌هریک‌ازمعیارهای‌فوق‌مشخص‌می کند:

جدول ۳- نتایج ارزیابی الگوریتم پیشنهادی جهت درجه بندی کشمش

		الگوریتم پیشنهادی			معیارهای ارزیابی الگوریتم				
	نمونه		درجه ۱	درجه ۲	دقت کل	خطا	حساسیت	دقت خروجی مثبت	معیار F1
روش دستی(واقعی)	۱	درجه ۱ ۲۵	۲۳	۲	٪۹۸	٪۲	٪۹۲	٪۱۰۰	٪۹۵/۸۳
		درجه ۲ ۷۵	۰	۷۵					
	۲	درجه ۱ ٤۲	٤۱	۱	٪۹۹	٪۱	٪۹۷/٦	٪۱۰۰	٪۹۸//٤۷
		درجه ۲ ۵۸	۰	۵۸					
	۳	درجه ۱ ۳۵	۳۵	۰	٪۱۰۰	۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰
		درجه ۲ ٦۵	۰	٦۵					
	٤	درجه ۱ ۵۷	۵۵	۲	٪۹۸	٪۲	٪۹٦/٤	٪۱۰۰	٪۹۸/۱٦
		درجه ۲ ٤۳	۰	٤۳					
	۵	درجه ۱ ۱۲	۱۲	۰	٪۱۰۰	۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰
		درجه ۲ ۸۸	۰	۸۸					
	٦	درجه ۱ ۷۲	۷۱	۱	٪۹۹	٪۱	٪۹۸/٦۱	٪۱۰۰	٪۹۸/۹۸
		درجه ۲ ۲۸	۰	۲۸					
	۷	درجه ۱ ٦۳	٦۳	۰	٪۱۰۰	۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰
		درجه ۲ ۳۷	۰	۳۷					
	۸	درجه ۱ ۱۷	۱۷	۰	٪۹۹	٪۱	٪۱۰۰	٪۹٤/٤۵	٪۹٦/۹
		درجه ۲ ۸۳	۱	۸۲					
	۹	درجه ۱ ۳۲	۳۲	۰	٪۹۸	٪۲	٪۱۰۰	٪۹٤/۱۱	٪۹٦/۹٦
		درجه ۲ ٦۸	۲	٦٦					
	۱۰	درجه ۱ ٤۰	٤۰	۰	٪۹۹	٪۱	٪۱۰۰	٪۹۷/۵٦	٪۹۸/۱۹
		درجه ۲ ٦۰	۱	۵۹					
	۱۱	درجه ۱ ۲۲	۲۲	۰	٪۹۸	٪۲	٪۱۰۰	٪۹۱/٦۷	٪۹۵/٦۵
		درجه ۲ ۷۸	۲	۷٦					
	۱۲	درجه ۱ ٦۸	٦۵	۳	٪۹۷	٪۳	٪۹۵/۵۸	٪۱۰۰	٪۹۷/۷٤
		درجه ۲ ۳۲	۰	۳۲					
	۱۳	درجه ۱ ۵۹	۵۹	۰	٪۹۹	٪۱	٪۱۰۰	٪۹۸/۳٤	٪۹۹/۱٦
		درجه ۲ ٤۱	۱	٤۰					
	۱٤	درجه ۱ ۱۱	۱۱	۰	٪۹۸	٪۲	٪۱۰۰	٪۸٤/٦۱	٪۹۱/٦٦
		درجه ۲ ۸۹	۲	۸۷					
	۱۵	درجه ۱ ۸۰	۷۸	۲	٪۹۸	٪۲	٪۹۷/۵	٪۱۰۰	٪۹۸/۷۳
		درجه ۲ ۲۰	۰	۲۰					
	۱٦	درجه ۱ ۲٦	۲۵	۱	٪۹۹	٪۱	٪۹٦/۱۵	٪۱۰۰	٪۹۸/۰۳
		درجه ۲ ۷٤	۰	۷٤					
	۱۷	درجه ۱ ۵۵	۵۵	۰	٪۱۰۰	۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰
		درجه ۲ ٤۵	۰	٤۵					
	۱۸	درجه ۱ ۷۰	۷۰	۰	٪۹۷	٪۳	٪۱۰۰	٪۹۵/۸۹	٪۹۷/۹۹
		درجه ۲ ۳۰	۳	۲۷					
	۱۹	درجه ۱ ۳۷	۳۷	۰	٪۱۰۰	۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰
		درجه ۲ ٦۳	۰	٦۳					
	۲۰	درجه ۱ ٦۷	٦٤	۳	٪۹۷	٪۳	٪۹۵/٦۵	٪۱۰۰	٪۹۷/۷۸
		درجه ۲ ۳۳	۰	۳۳					

جدول٤-نتایج ارزیابی الگوریتم پیشنهادی جهت تعیین درصد دم دار بودن کشمش

			الگوریتم پیشنهادی				معیارهای ارزیابی الگوریتم			
	نمونه			دم دار	بی دم	دقت کل	خطا	حساسیت	دقت خروجی مثبت	معیار F1
روش دستی (واقعی)	۱	دم دار	۱۵	۱٤	۱	٪۹۹	٪۱	٪۹۳/۳٤	٪۱۰۰	٪۹٦/۵۵
		بی دم	۸۵	۰	۸۵					
	۲	دم دار	۱۰	۱۰	۲	٪۹۸	٪۲	٪۸۳/۳٤	٪۱۰۰	٪۹۰/۹۱
		بی دم	۹۰	۰	۸۸					
	۳	دم دار	۱۳	۱۳	۰	٪۱۰۰	۰	٪۸٦/۹۵	٪۱۰۰	٪۹۳/۰۱
		بی دم	۸۷	۰	۸۷					
	٤	دم دار	۲۰	۲۰	۳	٪۹۷	٪۳	٪۸٦/۹۵	٪۱۰۰	٪۹۳/۰۵
		بی دم	۸۰	۰	۷۷					
	۵	دم دار	۳۵	۳۵	۰	٪۱۰۰	۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰
		بی دم	٦۵	۰	٦۵					
	٦	دم دار	۱۷	۱۷	۳	٪۹۷	٪۳	٪۸۵	٪۱۰۰	٪۹۱/۸۹
		بی دم	۸۳	۰	۸۰					
	۷	دم دار	۱٤	۱٤	۱	٪۹۹	٪۱	٪۹۳/۳٤	٪۱۰۰	٪۹٦/۵۵
		بی دم	۸٦	۰	۸۵					
	۸	دم دار	۲۸	۲۸	۳	٪۹۷	٪۳	٪۹۰/۳۲	٪۱۰۰	٪۹٤/۹۱
		بی دم	۷۲	۰	٦۹					
	۹	دم دار	۲۲	۲۲	۰	٪۱۰۰	۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰
		بی دم	۷۸	۰	۷۸					
	۱۰	دم دار	۲۵	۲٤	۰	٪۹۹	٪۱	٪۱۰۰	٪۹٦	٪۹۷/۹٦
		بی دم	۷۵	۱	۷۵					
	۱۱	دم دار	۱۲	۱۲	٤	٪۹٦	٪٤	٪۷۵	٪۱۰۰	٪۸۵/۷۱
		بی دم	۸۸	۰	۸٤					
	۱۲	دم دار	۳۵	۳۵	۰	٪۱۰۰	۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰
		بی دم	٦۵	۰	٦۵					
	۱۳	دم دار	۱۸	۱۸	۲	٪۹۸	٪۲	٪۹۰	٪۱۰۰	٪۹٤/۷٤
		بی دم	۸۲	۰	۸۰					
	۱٤	دم دار	۲۷	۲۷	۳	٪۹۷	٪۳	٪۹۰	٪۱۰۰	٪۹٤/۷٤
		بی دم	۷۳	۰	۷۰					
	۱۵	دم دار	۳۲	۳۰	۲	٪۹۸	٪۲	٪۹۳/۷۵	٪۱۰۰	٪۹٦/۷۷
		بی دم	٦۸	۰	٦۸					
	۱٦	دم دار	۲۳	۲۳	۰	٪۱۰۰	۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰
		بی دم	۷۷	۰	۷۷					
	۱۷	دم دار	۲٦	۲٦	۰	٪۹۸	٪۲	٪۱۰۰	٪۹۲/۸۵	٪۹٦/۲۹
		بی دم	۷٤	۲	۷۲					
	۱۸	دم دار	٤۰	۳۸	۵	٪۹۳	٪۷	٪۸۸/۳۷	٪۹۵	٪۹۱/۵٦
		بی دم	٦۰	۲	۵۵					
	۱۹	دم دار	۳۰	۲۷	۳	٪۹٤	٪٦	٪۹۰	٪۹۰	٪۹۰
		بی دم	۷۰	۳	٦۷					
	۲۰	دم دار	٤۲	٤۲	۰	٪۱۰۰	۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰
		بی دم	۵۸	۰	۵۸					

*جداول ٤و۵ میانگین یافته های حاصل از روش پیشنهادی را برای هر یک از معیارهای ارزیابی مشخص می‌کنند.

جدول ٤- میانگین معیارهای ارزیابی روش پیشنهادی درجه بندی کشمش

معیارها	دقت کل	خطا	حساسیت	دقت خروجی مثبت	معیار F1
یافته ها	٪۹۸/٦٥	٪۱/۳٥	٪۹۸/٤۷	٪۹۷/۸۳	٪۹۸

جدول۵- میانگین معیارهای ارزیابی روش پیشنهادی تشخیص دم دار بودن کشمش

معیارها	دقت کل	خطا	حساسیت	دقت خروجی مثبت	معیار F1
یافته ها	٪۹۸	٪۲	٪۹۲/۳۲	٪۹۸/٦۹	٪۹٥/۲۳

یافته های حاصل شده در جدول۴- بیانگر این مطلب است که روش پیشنهادی در خصوص درجه بندی کشمش با دقت کل ۹۸/۶۵٪ ، حساسیت ۹۸/۴۷٪ و دقت خروجی مثبت ۹۷/۸۳٪ انجام شده و همچنین یافته های جدول ۵- نیز بیانگر این مطلب است که روش پیشنهادی در خصوص تعیین درصد دم‌دار بودن کشمش نیز با دقت کل ۹۸٪ ، حساسیت۹۲/۳۲٪ و دقت خروجی مثبت ۹۸/۶۹٪ به انجام رسیده است و بنابراین روشهای پیشنهادی برای هر دو حالت دارای عملکرد مناسبی در با مقایسه روش‌های سنتی همراه با صرف هزینه (محاسبات نرم افزاری) کم می باشند .

٤- نتیجه گیری

درجه‌بندی کشمش و تعیین درصد انواع مختلف کشمش در یک نمونه و همچنین تشخیص دم دار بودن و یا نبودن آن‌در حال حاضر به صورت دستی انجام می گیرد وبنابراین مستلزم‌صرف‌زمان‌زیادی‌می‌باشد. دراین مطالعه الگوریتمهای پیشنهادی جهت درجه بندی کشمش و همچنین تشخیص دم دار بودن و یا نبودن آن ارائه شدندکه باعث می شوند این کار به صورت کاملا اتوماتیک و با سرعت بالا انجام می‌گیرد. نتایج ارزیابی‌روش‌های پیشنهادی با یافته‌هایی بالاتر از ۹۸٪ در معیارهای دقت کل، حساسیت و دقت خروجی مثبت در هردو روش بیانگر عملکرد مطلوب و قابل اعتماد این روش‌ها می باشد .

۵- منابع

1. Abbasgolipour, M., Omid, M., Keyhani, A., Mohtasebi, SS. 2010. Sorting raisins by machine vision system. *Modern Applied Science*, 4(2): 49-56.
2. Abbasgholipour, M., Omid, M., Keyhani, A., Mohtasebi. SS. 2011. Color image segmentation with genetic algorithm in a raisin sorting system based on machine vision in variable conditions. Expert
3. Chen, Y-R., Chao, K., Kim, MS. 2002. Machine vision technology for agricultural applications.*Computers and electronics in Agriculture*, 36(2):73-91.
4. Gohil, A., Pipalia, D. 2016. Review on small size object detect and count using digital image processing. *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)*, 5(5): 1423-1426.
5. Jazayeriy, H., Nosrati, A., FayyazZadeh, F. 2017. Detecting and Counting Non-Mitotic Cells of Immunohistochemical Stained Breast Tissue. *Iranian Quarterly Journal of Breast Disease*, 9(4) : 26-36.
6. Khojastehnazhand, M., Ramezani, H. 2019. Bulk Raisin Classification using Gray Level Co-occurrenc Matrix. *Iranian Biochemical Engineering*, 50(4): 951-961.
7. Maheshwari, CV. 2013. Machine Vision Technology for Oryza Sativa L.(RICE). *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, 2(7): 2893-2900.

8. Omid, M., Sharouzi, M., Keyhani, A. 2010. Development of an Automated Machine for Grading Raisins based on Color and Size. *Journal of Modelling and Simulation of System*, 1(3): 62-75.
9. Pawar SP, Sarkar A.2013 . Cost Effective Grading Process for Grape Raisins based on HSI and Fuzzy Logic Algorithms. *International Journal of Computer Applications*, 67: 22-28.
10. Prajapati, BB., Patel, S. 2013. Algorithmic approach to quality analysis of Indian Basmati rice using digital image processing. *Int J Emerg Technol Adv Eng*, 4:503-509.
11. Sadrnia, H., Rajabipour, A., Jafary, A., Javadi, A., Mostofi, Y. 2007. Classification and analysis of fruit shapes in long type watermelon using image processing. I*nt J Agric Biol*, 70: 61-69.
12. Saglam, Ö., Velioglu, HM. 2012. Evaluation of Insect Damage on Wheat using Image Processing Technology. *International Conference of Agricultural Engineering*, 8-12 .
13. Shantaiya, S., Ansari, U. 2012. Identification of food grains and its quality using pattern classification. *international journal of computer and communication technology*, 3(1): 15-19.
14. Shinde, KG., Patil, B. 2017. Sorting of raisins using computer vision approach. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 4: 643-648.
15. Siddagangappa, MR., Kulkarni, APA. 2014. Classification and Quality Analysis of Food Grains. *IOSR Journals (IOSR Journal of Computer Engineering)*, 16: 10-15
16. Symons, S., Van Schepdael, L., Dexter, J. 2003. Measurement of Hard Vitreous Kernels in Durum Wheat by Machine Vision. *Cereal Chemistry*, 80(5): 504-511.
17. vinay, k., veerappa, BN. 2017. Raisins Grade Detection Using Image Processing Technology. *International Journal of Science and Research*, 6(5): 601- 605.
18. Zayas, I., Pomeranz, Y., Lai, F. 1989. Discrimination of wheat and nonwheat components in grain samples by image analysis. *Cereal Chemistry*, 66(3): 226-233.

(Original Research Paper)

Designing an Automatic System for Grading Raisins and Determining its Tailing Percentage Using Image Processing Techniques

Masoud khazaee Fadafen[1*], Seyyed Hossein Estiri[2]

1- Department of Electrical and Computer Engineering, Faculty of Imam Khomeini Sabzevar, Khorasan Razavi Branch, Technical and Vocational University(TVU), Tehran, Iran.
2- Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

Received:08/03/2021 Accepted:16/05/2021

Abstract

Raisins are one of the most important agricultural products obtained from drying grapes. At present, grading raisins and determining the percentage of different types of raisins in a sample, as well as identifying or not having a tail in it is done manually, and therefore requires a lot of time. In this study, the aim is to provide effective and powerful algorithms using image processing techniques in the field of machine vision for grading raisins as well as detecting and determining the percentage of tailed and tailless raisins. In order to analyze the proposed algorithm, the performance of the algorithm is evaluated by preparing photos of different samples of raisins and implementing the proposed algorithms on these samples in MATLAB software and comparing the results obtained with manual methods. To evaluate the performance of the proposed methods, the criteria of total accuracy, sensitivity and accuracy of positive output were calculated that the findings obtained from the evaluation of the proposed method for rating raisins total accuracy 98/65%, sensitivity 98/47% and positive output accuracy 97/83% as well as the findings of the proposed method for Determination of raisin tailing percentage showed total accuracy of 98%, sensitivity of 92/32% and positive output accuracy of 98/69%, indicating the optimal and reliable performance of these methods with low cost (low software calculations) compared to traditional methods.

Keywords: Raisin Grading, Image Processing, Raisin Tail, Feature Extraction

*Corresponding Author: mkhazaie@tvu.ac.ir