طرح کنترل خودکار دستگاه پوست‌کن شلتوک به منظور حفظ کیفیت برنج خروجی

محمد شاکر[۱] و سعید مینایی[۲]

۱- دانشجوی دکتری مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، m.shaker1348@gmail.com
۲- دانشیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

در این مقاله، به منظور به‌سازی عملکرد دستگاه پوست‌کن شلتوک نوع غلتک لاستیکی، طرح یک سامانه کنترل خودکار بر اساس ماشین بینایی و سنجش رطوبت شلتوک ارائه می‌شود تا بدین وسیله بر اساس اطلاعات دریافتی از تصاویر دانه‌های برنج قهوه‌ای خروجی از دستگاه پوست‌کن و رطوبت شلتوک ورودی، میزان ضایعات دانه‌های برنج را کاهش داده و عملکرد دستگاه را بهبود بخشید. ابتدا شلتوک ورودی به دستگاه پوست‌کن از دستگاه سنجش رطوبت شلتوک عبور داده می‌شود و رطوبت آن اندازه‌گیری و سیگنال خروجی دستگاه به سامانه کنترل ارسال می‌گردد. همزمان مقداری از برنج قهوه‌ای خروجی از دستگاه پوست‌کن با استفاده از یک مسیر انشعابی و به‌وسیله‌ی یک تسمه نقاله به واحد ثبت تصاویر منتقل می‌شود. پس از ثبت تصاویر به کمک دوربین دیجیتال، تصاویر به واحد پردازشگر انتقال یافته و با الگوریتم‌های مناسب پردازش تصویر، اطلاعات مورد نیاز از تصاویر دانه‌های برنج قهوه‌ای استخراج و ثبت می‌شود. درصد شکستگی دانه برنج، یکی از مهم‌ترین شاخص‌های تعیین کننده کیفیت تبدیل شلتوک به برنج قهوه‌ای می‌باشد که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است. اطلاعات بدست آمده از پردازش تصویر به واحد کنترل ارسال و در این واحد، محدوده‌ای برای کیفیت محصول براساس درصد شکستگی برنج و رطوبت شلتوک، تعیین شده و درجاتی بین حدود بالا و پایین این محدوده تعریف می‌شود که با توجه به شرایط محصول خروجی و شلتوک ورودی به دستگاه، یکی از درجات به آن اختصاص می‌یابد. سامانه کنترل مورد استفاده بر اساس منطق فازی به گونه‌ای برنامه‌نویسی شده که چنانچه تشخیص دهد عملکرد دستگاه پوست‌کن نامطلوب است، از طریق ارسال سیگنال‌های فرمان متناسب با اطلاعات بدست آمده از مقدار رطوبت شلتوک و درصد شکستگی برنج، عملکرد دستگاه را با تغییر سرعت دورانی غلتک‌ها یا فاصله بین آنها به‌سازی می‌نماید.

واژه‌های کلیدی : پردازش تصویر، پوست کن شلتوک، کنترل خودکار و ماشین بینایی

مقدمه

برنج از غلات مهمی است که به عنوان ماده غذایی بسیار ارزشمند، نقش حساسی را در تغذیه جهان کنونی به عهده دارد و از دیر باز به عنوان یک کالای استراتژیک و در زمره مهم‌ترین مواد غذایی بشر مورد توجه بوده و هست. برنج غذایی از دسته‌ی کربوهیدرات‌های پیچیده است که نسبت به غذاهای کربوهیدراتی ساده، حاوی ویتامین‌های B1 و B2 ، مواد معدنی و فیبر بیشتری می‌باشد. ترکیب اصلی برنج، نشاسته است که عمدتا در آندوسپرم آن قرار گرفته و همچنین حاوی بسیار ناچیزی چربی می‌باشد. اگر چه برنج منبع غنی‌ای از پروتئین به شمار نمی‌رود، ولی کیفیت پروتئینی آن از سایر غلات بالاتر است.

سطح زیر کشت برنج در کشور ایران، بیش از ۵۳۰ هزار هکتار می‌باشد. بر اساس آمار سال زراعی ۸۸–۸۷ ، میزان تولید انواع ارقام مختلف شلتوک در کشور در حدود ۲/۲۵ میلیون تن بر آورد شده که استان مازندران رتبه اول و گیلان، گلستان، فارس و خوزستان در رتبه‌های بعدی از نظر میزان تولید قرار دارند (آمار نامه جهاد کشاورزی، ۱۳۸۸).

با توجه به روند روبه رشد افزایش جمعیت، محدودیت‌های موجود در افزایش سطح زیر کشت محصولات کشاورزی و بحران کم آبی، کاهش ضایعات محصول برنج از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از جمله مراحلی که در روند تولید برنج نقش داشته و در بحث تلفات اهمیت دارد فرآیند تبدیل شلتوک به برنج سفید می‌باشد که شامل چهار مرحله‌ی کلی تمیزکردن، پوست‌کندن، سفیدکردن و درجه‌بندی برنج است. در هر یک از مراحل فوق آسیب‌هایی بر برنج وارد می‌گردد، که البته بیشتر از جنبه کیفی دارای اهمیت می‌باشد. کیفیت برنج با استفاده از شاخص‌هایی نظیر برنج‌های سالم، شکسته، ترک‌دار، گچی، نارس، خشکیده و آسیب‌دیده بیان می‌شود. با توجه به اینکه قیمت برنج شکسته، حدود نصف قیمت برنج سالم می‌باشد، این موضوع از لحاظ اقتصادی نیز از اهمیت زیادی برخوردار است.

با توجه به ماهیت عملیات پوست‌کنی شلتوک در فرآیند تبدیل، بخشی از ضایعات کیفی در این مرحله ظاهر می‌گردد زیرا این عملیات (پوست‌کنی) مکانیکی بوده و از شدت و پیچیدگی خاصی برخوردار است. پوست‌کن غلتک لاستیکی یکی از انواع پوست‌کن‌ها می‌باشد که دارای مزیت‌های بیشتری نسبت به سایر انواع آن بوده و در بسیاری از کارخانه‌های برنجکوبی کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این پوست‌کن، شلتوک از بین دو غلتک با روکش لاستیکی که در جهت مخالف یکدیگر و با سرعت‌های مختلف می‌چرخند عبورکرده و فشرده و پوست‌کنده خواهد شد. عواملی مانند قطر غلتک‌ها، سرعت دورانی آنها، فاصله بین غلتک‌ها، رقم و رطوبت شلتوک می‌توانند بر کیفیت پوست‌کنی شلتوک موثر باشند (پیمان و همکاران، ۱۳۷۸).

از آنجا که بکارگیری روش دستی به‌منظور بررسی شاخص‌های کیفی تعیین‌کننده ضایعات برنج (درصد شکستگی) در حین عملیات پوست‌کنی، کاری زمان‌بر می‌باشد، در چنین شرایطی به‌کارگیری فناوری‌های نوین همچون ماشین بینایی و سامانه‌های کنترل خودکار بر اساس پردازش تصویر دیجیتال، می‌تواند راه‌کاری سریع و مؤثر در کنترل و به‌سازی عملکرد دستگاه‌های پوست‌کن باشد. هدف از انجام پژوهش حاضر، طراحی، ساخت و ارزیابی یک سامانه کنترل خودکار بر اساس پردازش تصویر دیجیتال می‌باشد که بوسیله آن بتوان درصد شکستکی دانه‌های برنج قهوه‌ای خروجی

دستگاه پوست‌کن نوع غلتک لاستیکی را تشخیص داده و با استفاده از اطلاعات بدست آمده و رطوبت شلتوک ورودی به دستگاه، عملکرد دستگاه پوست‌کن را به‌سازی نمود.

علی‌رغم پژوهش‌های متعددی که در زمینه کیفیت سنجی برنج در مراحل شالیکوبی اجرا شده است، در باره کنترل خودکار فرآیند بر اساس متغیرهای کیفی به منظور کاهش ضایعات و افزایش کیفیت شالیکوبی کاری انجام نشده است.

تاکنون تحقیقات زیادی در زمینه تشخیص فاکتورهای کیفی و ابعادی دانه‌های برنج قهوه ای و سفید شده با استفاده از ماشین بینایی یا سامانه کنترلی که با علم پردازش تصویر دیجیتال ارتباط دارد، توسط پژوهشگران انجام شده است. مطالعات انجام شده بیشتر به منظور اندازه‌گیری درصد شکستگی دانه‌های برنج، عملکرد برنج سالم و درجه تبدیل برنج و همچنین تنظیم درجه سفیدی با استفاده از رایانه مجهز به نرم افزار مناسب برای روش پردازش تصویر بوده است. نمونه‌هایی از پژوهش‌های انجام شده در این زمینه به شرح زیر می‌باشد.

در تحقیقی به منظور تحلیل شکل‌های برنج قهوه‌ای و سفید شده، اندازه‌گیری‌هایی بوسیله پردازش تصویر بر روی چهار رقم برنج با سه روش سفیدکردن انجام گردید. فاکتورهای سطح، محیط، بیشینه طول، بیشینه پهنا، سفتی و مقاومت کششی اندازه‌گیری شد. همچنین جداسازی ارقام برنج بوسیله اختلاف شکل یک دانه برنج مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج این تحقیق بر روی برنج قهوه‌ای و سفید شده نشان داد که جداسازی ارقام برنج بوسیله پردازش تصویر در سطح احتمال ۹۵/۴٪ با استفاده از فاکتورهای ابعاد و شکل امکان‌پذیر می‌باشد (Sakai *et al.*, 1996).

در تحقیق دیگری از روش پردازش تصویر دیجیتال برای اندازه‌گیری سریع و دقیق درجه تبدیل برنج[1] استفاده شد. این فاکتور به معنی مقدار سبوس باقیمانده روی دانه‌های برنج سفیدشده می‌باشد. در این پژوهش روش پردازش تصویر دیجیتال با روش تحلیل شیمیایی برای ارزیابی درجه تبدیل برنج، از لحاظ آماری مقایسه گردید. در روش شیمیایی غلظت چربی‌های سطحی و در روش پردازش تصویر، درصد مساحت چربی‌های سطحی دانه برنج اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که هر دو روش برای اندازه‌گیری درجه تبدیل برنج دقیق بودند اما در روش پردازش تصویر، مقدار درصد مساحت چربی‌های سطحی سریع‌تر بدست آمد (Liu *et al.*, 1998).

در پژوهشی (Yadav and Jindal, 2001) عنوان نمودند که به منظور کاهش تلفات اقتصادی در تبدیل شلتوک به برنج سفید، کنترل درجه سفیدی و درصد شکستگی دانه‌های برنج ضروری می‌باشد به همین منظور آنان پردازش تصویر دیجیتال را برای تعیین عملکرد برنج سالم و سفیدی برنج به‌کار بردند و دانه‌های با اندازه سه چهارم یک دانه کامل یا بیشتر را به عنوان دانه سالم در نظر گرفتند. از تصویر هر دانه برنج، ویژگی‌های ابعادی نظیر طول، محیط و سطح دانه اندازه‌گیری و برای محاسبه نسبت ابعاد ویژه[2] استفاده گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که تصویر دو بعدی دانه‌های برنج می‌تواند برای ارزیابی کمی عملکرد برنج سالم و درجه سفیدی برنج و کنترل بهتر عملیات تبدیل شلتوک به برنج سفید به‌کار برده شود.

1. degree of milling.
2. characteristic dimension ratio.

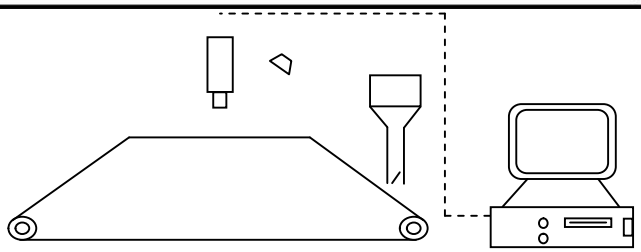
استفاده از فناوری ماشین بینایی و روش پردازش تصویر دیجیتال، در سایر محصولات کشاورزی از جمله کلزا، ذرت، گندم، جو و چاودار نیز کاربرد دارد. به عنوان نمونه، (Zayas *et al.*, 1990) از تحلیل تصویر بهمراه الگوی آماری برای تشخیص دانه‌های ذرت سالم از شکسته بهره‌گیری کردند. از دوازده پارامتر که شکل و اندازه دانه‌های ذرت را توصیف می‌نمود، برای تشخیص فوق استفاده گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که با به‌کارگیری این روش، همه دانه‌های شکسته و ۹۸٪ دانه‌های سالم در نمونه‌های مورد آزمایش به طور صحیح شناسایی شدند.

بررسی تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که استفاده از فناوری پردازش تصویر دیجیتال به منظور تشخیص و اندازه‌گیری فاکتورهای کیفی و ظاهری دانه‌های برنج و سایر محصولات کشاورزی، روشی کارآمد و دقیق می‌باشد. همچنین بیشتر تحقیقات انجام شده برای اندازه‌گیری ویژگی‌های برنج سفید شده (خروجی دستگاه سفیدکن) با به‌کارگیری پردازش تصویر بوده و در زمینه دستگاه پوست‌کن و خروجی آن مطالعه‌ای انجام نشده است. بنابراین هدف از انجام پژوهش حاضر، طراحی یک سامانه کنترل خودکار بر اساس پردازش تصویر دیجیتال می‌باشد که بوسیله آن بتوان درصد شکستکی دانه‌های برنج قهوه‌ای خروجی دستگاه پوست‌کن نوع غلتک لاستیکی را تشخیص داده و با بهره‌گیری از اطلاعات بدست آمده و رطوبت شلتوک ورودی، عملکرد دستگاه را به‌سازی نمود.

مواد و روش ها

در این پژوهش، سامانه کنترل بر اساس ماشین بینایی و سنجش رطوبت شلتوک، طراحی و برنامه‌ریزی می‌شود تا بدین وسیله بر اساس اطلاعات دریافتی از تصاویر دانه‌های برنج قهوه‌ای خروجی از دستگاه پوست‌کن و رطوبت شلتوک ورودی، عملکرد دستگاه را با تغییر سرعت دورانی غلتک‌ها یا فاصله بین آنها به‌سازی نماید.

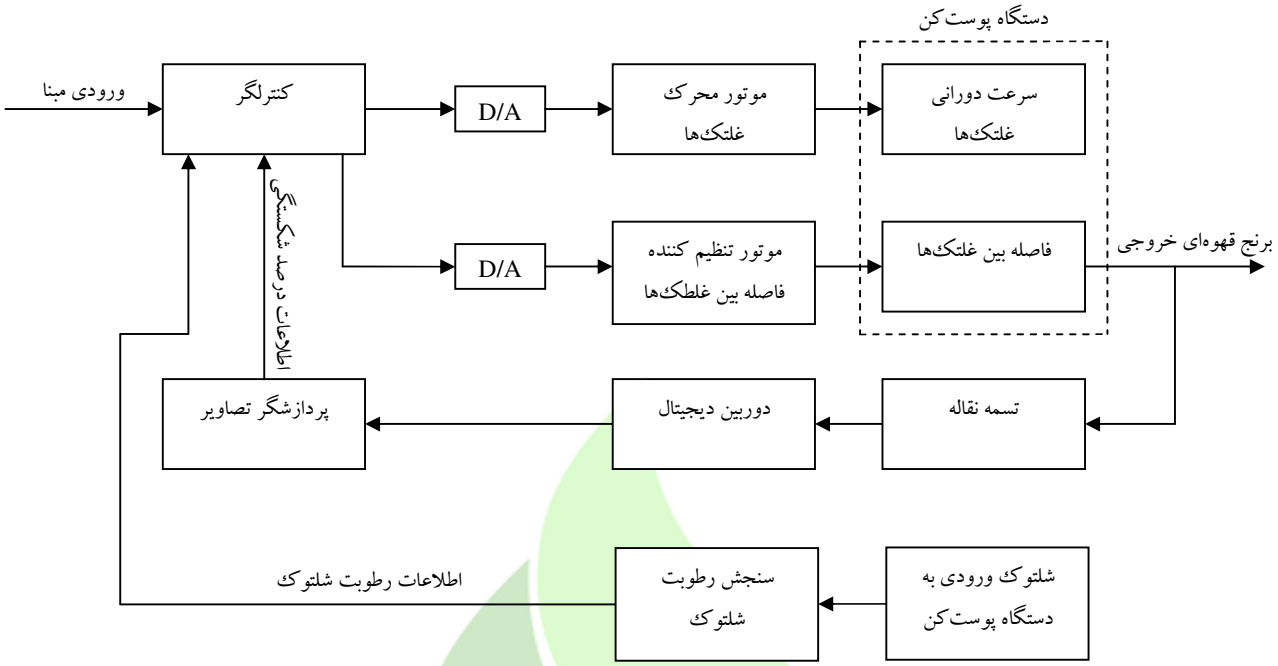
فرآیند کار بدین ترتیب است که مقداری از برنج قهوه‌ای خروجی از دستگاه پوست‌کن، از یک مسیر انشعابی و به‌وسیله‌ی یک تسمه نقاله به واحد ثبت تصاویر انتقال می‌یابد (شکل ۱) . در این واحد تصاویر دانه‌های برنج قهوه‌ای به کمک یک دوربین دیجیتال، برداشت و به یک کارت تصویرگیر منتقل میگردد. پس از آن تصاویر دیجیتال به واحد پردازشگر تصویر انتقال می‌یابند. در واحد پردازشگر، با استفاده از الگوریتم‌های پردازش تصویر، اطلاعات مورد نیاز از تصاویر دانه‌های برنج قهوه‌ای پردازش و ثبت می‌شود. ابتدا طرح اولیه الگوریتم بصورت پیش‌نویسی از کدهای برنامه تهیه شده و تعدادی از تصاویر بطور آزمایشی توسط آن پردازش می‌شوند. در مواردی که نتایج آزمایش‌های اولیه قابل قبول باشد، الگوریتم بصورت یک برنامه کامل تدوین می‌شود. در مرحله بعد، به‌منظور ارزیابی الگوریتم، تعدادی از تصاویر نمونه که شامل تمامی حالت‌های ممکن برای تشخیص ویژگی‌های مورد نظر هستند، به الگوریتم ارائه می‌شوند. در این مرحله، مقادیر مناسب در الگوریتم بدست می‌آید. پس از آن، برای ارزیابی و سنجش الگوریتم، تصاویر باقیمانده مورد استفاده قرار گرفته و در صورت نیاز اصلاحات و تغییرات لازم بر روی الگوریتم انجام می‌پذیرد.



شکل **۱**- طرحواره سامانه پردازش تصویر

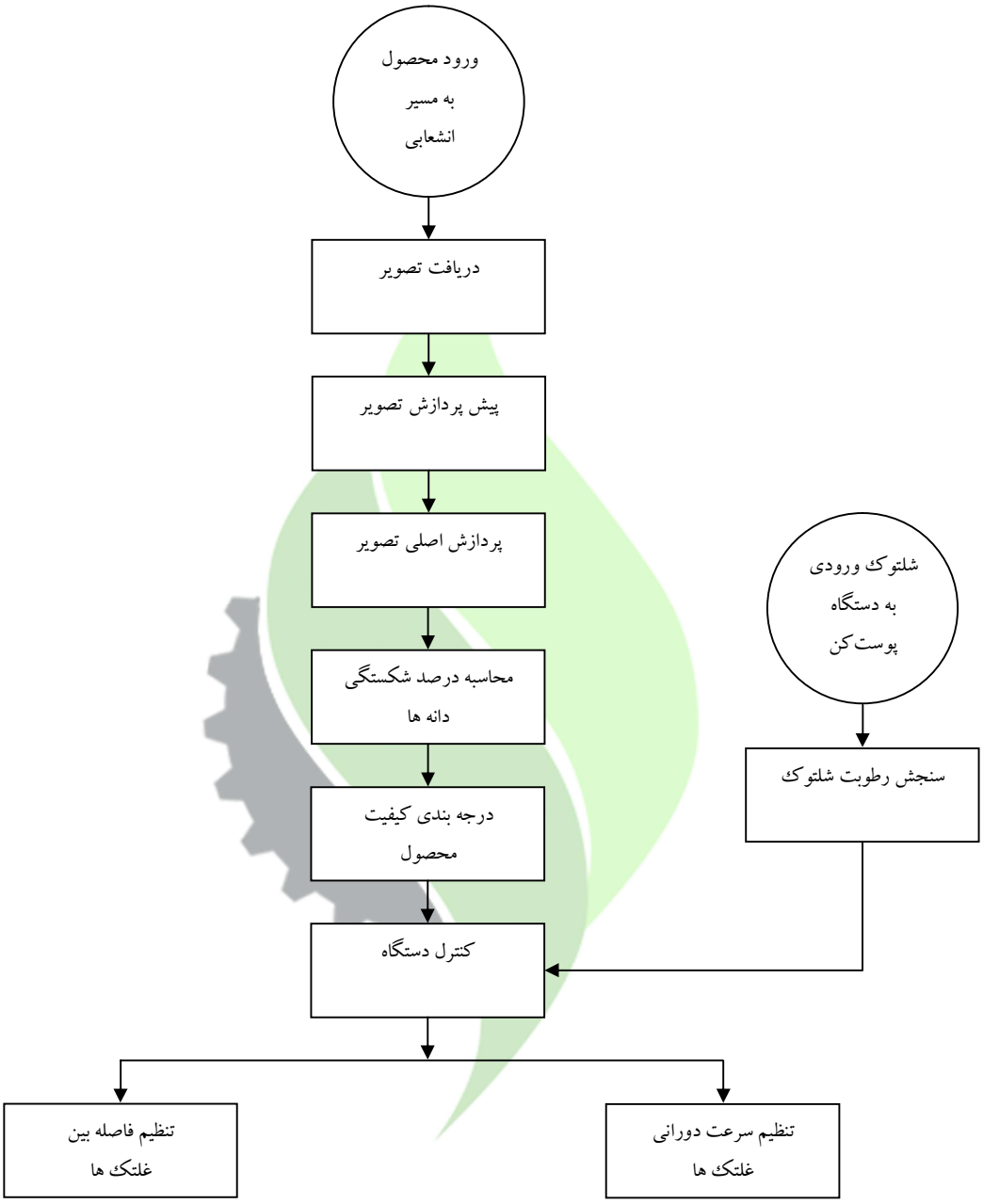
هدف از طراحی این الگوریتم، تشخیص شاخص تعیین کننده کیفیت برنج (شکستگی برنج) با استفاده از تصاویر ثبت شده از دانه‌های برنج قهوه‌ای می‌باشد. در این تحقیق، برای تهیه الگوریتم‌های پردازش تصویر از جعبه‌ابزار مربوطه در نرم‌افزار MATLAB استفاده می‌گردد. الگوریتم مورد نظر، با تشخیص ویژگی‌های دانه‌های برنج قهوه‌ای و تمایز آنها از پس‌زمینه، دانه‌ها را تشخیص داده و آنها را از پس‌زمینه جدا می‌نماید. با استفاده از این الگوریتم، تصویر اصلی به سه بخش مجزا یعنی پس‌زمینه، مواد خارجی و دانه‌ها تفکیک می‌گردد. در پایان بر اساس ویژگی‌های استخراج شده از تصاویر دانه‌ها، الگوریتم بین دانه‌های سالم و شکسته تفاوت معنی‌داری را تشخیص می‌دهد.

درصد شکستگی دانه برنج، مهم‌ترین شاخص تعیین کننده کیفیت تبدیل شلتوک به برنج قهوه‌ای می‌باشد که در این پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد. همان‌گونه که در شکل ۲ نشان داده شده است، اطلاعات بدست آمده از پردازش تصویر به واحد کنترل ارسال میشود. در واحد کنترل، محدوده‌ای برای کیفیت محصول براساس درصد شکستگی برنج و رطوبت شلتوک تعیین شده و درجاتی بین حدود بالا و پایین این محدوده تعریف می‌شود که با توجه به شرایط محصول خروجی و شلتوک ورودی به دستگاه، یکی از درجات به آن اختصاص می‌یابد. این عملیات از نظر نرم‌افزاری توسط واحد درجه‌بندی انجام می‌گیرد. با توجه به خصوصیات کیفی مورد مطالعه در این تحقیق، دو ویژگی مهم شامل تعداد کل دانه‌ها و تعداد دانه‌های شکسته، در تصاویر دریافت و مورد پردازش و اندازه‌گیری قرار می‌گیرند. به منظور تعیین تعداد کل دانه‌های موجود در تصویر، ابتدا با استفاده از الگوریتم پردازش تصویر، تعداد کل دانه‌های موجود در هر تصویر بدست می‌آید. سپس به‌منظور تعیین درصد دانه‌های شکسته، ابتدا مشخصات فیزیکی و ابعادی دانه‌ها از جمله طول محور اصلی، طول محور فرعی و مساحت برای هر دانه شناسایی شده در هر تصویر، با استفاده از اطلاعات پیکسلی مربوط به هر دانه اندازه‌گیری می‌گردد. پس از آن، به منظور تعیین درصد عددی نسبت دانه‌های شکسته به کل دانه‌ها، یک شاخص استاندارد برای الگوریتم پردازش تصویر مورد نظر، تعریف و تعداد دانه‌های شکسته و سالم موجود در هر تصویر محاسبه می‌شوند. این شاخص بر اساس استانداردهای بین‌المللی که طول دانه شکسته را کمتر از ۳/۴ طول دانه سالم عنوان نموده‌اند (USDA, 1995) انتخاب می‌شود. خروجی الگوریتم پردازش تصویر، به عنوان ورودی واحد درجه‌بندی استفاده می‌گردد تا به این وسیله درجه‌بندی نهایی کیفیت محصول انجام پذیرد.



شکل **۲**- نمودار روندنمای سامانه کنترل خودکار دستگاه پوست‌کن.

شلتوک ورودی به دستگاه پوست‌کن از دستگاه سنجش رطوبت شلتوک عبور داده می‌شود و رطوبت آن اندازه‌گیری و سیگنال خروجی دستگاه به سامانه کنترل ارسال می‌گردد. از یک حسگر نوع خازنی برای سنجش رطوبت دانه استفاده می‌شود. خازن شارژ الکتریکی را بر روی صفحاتی فلزی که به وسیله یک غیر هادی از هم مجزا شده‌اند ذخیره و نگهداری می‌نماید. این حسگر خواص دی‌الکتریک مواد دانه‌ای که بین صفحات فلزی جریان می‌یابد را اندازه‌گیری می‌نماید. هر چه رطوبت دانه بیشتر باشد، ضریب غیر هادی آن نیز بزرگتر است. از این‌رو این کمیت مشخص کننده میزان رطوبت دانه می‌باشد. مراحل درجه‌بندی کیفیت محصول، سنجش رطوبت شلتوک و کنترل عملکرد دستگاه از ابتدای ورود محصول تا انتها در شکل ۳ نشان داده شده است. سامانه کنترل مورد استفاده برای دستگاه پوست‌کن شلتوک، به‌صورت یک سامانه کنترل حلقه بسته خواهد بود. به‌عبارت دیگر، در این سامانه با بهره‌گیری از اندازه‌گیری اطلاعات خروجی و مقایسه سیگنال‌های بازخوردی با سیگنال ورودی مبنا، عملکرد دستگاه با ارسال سیگنال‌های فرمان توسط کنترل‌گر، و با تغییر سرعت دورانی غلتک‌ها یا فاصله بین آنها اصلاح و کنترل می‌گردد. نمودار روندنمای این سامانه کنترل در شکل ۲ نشان داده شده است. برای نصب چنین سامانه کنترلی بر روی دستگاه پوست‌کن شلتوک، لازم است یک سری آزمایش‌های اولیه قبل از نصب سامانه کنترل بر دستگاه پوست‌کن انجام شود تا درصد دانه‌های شکسته برنج قهوه‌ای در وضعیت‌های مختلف کاری دستگاه پوست‌کن بدست آید. این وضعیت‌ها با ترکیب تیمارهای عملکردی مختلف دستگاه و تعیین محدوده‌های کاری حاصل می‌شود.



شکل **۳**- نمودار مراحل کاری سامانه کنترل دستگاه پوست‌کن شلتوک.

آزمایش‌ها بر روی دو رقم شلتوک (دانه بلند و دانه متوسط) اجرا خواهد شد. به منظور تعیین مناسب‌ترین شرائط پوست‌کنی دو رقم شلتوک، اثر عوامل رطوبت شلتوک، سرعت دورانی غلتک‌های پوست‌کن و فاصله بین غلتک‌ها بر میزان شکستگی برنج و شاخص پوست‌کنی در ماشین پوست‌کن غلتک لاستیکی آزمایشگاهی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. برای انجام آزمایش‌ها، طرح آماری فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به‌کار برده خواهد شد. رطوبت شلتوک در دو سطح ۸ تا ۱۰ درصد و ۱۰ تا ۱۲ درصد بر اساس وزن تر (شاکر، ۱۳۸۵) و پارامترهای دستگاه به شرح زیر خواهند بود : سرعت دورانی موتور محرک غلتک‌های دستگاه پوست‌کن در سه سطح با اختلاف ۵۰ دور بر دقیقه نسبت به یکدیگر، با توجه به اینکه اختلاف سرعت خطی غلتک‌های تندگرد و کندگرد برابر با ۲۴۱/۸ متر بر دقیقه ثابت نگه داشته می‌شود و فاصله بین غلتک‌ها در چهار سطح در محدوده فاصله ۰/۲۵ تا ۰/۸۵ میلی‌متر بین دو غلتک با اختلاف ۰/۲ میلی‌متر نسبت به یکدیگر (پیمان و همکاران، ۱۳۷۸). از آزمون دانکن نیز برای مقایسه میانگین ها استفاده می‌شود. در هر تیمار پس از تنظیم سرعت و فاصله بین غلتک‌ها، آزمایش بر روی دو رقم شلتوک با رطوبت های مختلف انجام و فاکتورهای درصد شکستگی برنج قهوه ای و شاخص پوست‌کنی به عنوان عامل تعیین‌کننده کیفیت پوست‌کن، اندازه‌گیری و محاسبه خواهد شد. رابطه زیر برای محاسبه شاخص پوست‌کنی استفاده می‌گردد و درصد شکستگی برنج قهوه‌ای نیز عبارت است از نسبت وزنی دانه‌های شکسته به مجموع دانه‌های سالم و شکسته (Anonymous, 1981).

$$HI = 100(1-\frac{W_2}{W_1})(\frac{W_3}{W_1-W_2-W_4})$$

HI= شاخص پوست‌کنی (٪)

W_1= وزن شلتوک وارد شده به پوست‌کن (g)

W_2= وزن شلتوک خارج شده از پوست‌کن (g)

W_3= وزن برنج قهوه‌ای سالم (g)

W_4= وزن پوست (g)

مقادیری که از طریق این پیش آزمون‌ها بدست می‌آیند، در حقیقت همان مقادیر شاخص ورودی برای سامانه کنترل می‌باشند. در چنین حالتی سامانه کنترل قادر خواهد بود از طریق اندازه‌گیری شاخص‌های تبدیل و مقایسه آنها با مقادیری که از طریق پیش‌آزمون بدست آمده است، در صورت نامطلوب بودن نتایج، با ارسال سیگنال‌های فرمان به عملگرهای کنترلی، عملکرد دستگاه پوست‌کن را اصلاح نماید (شکل ۳). عملگرهای کنترلی که در سامانه کنترل خودکار عملکرد دستگاه پوست‌کن شلتوک مورد استفاده قرار می‌گیرند، شامل مبدل سرعت دورانی غلتک‌ها و موتور تنظیم کننده فاصله بین غلطک‌های لاستیکی خواهد بود. با توجه به اینکه لازم است در مقابل درصدهای شکستگی برنج و رطوبت شلتوک، متغیرهای ورودی سامانه کنترل در محدوده معینی کم یا زیاد شوند، لذا سامانه کنترل مورد استفاده بر اساس نظریه منطق فازی طراحی شده است. بدین ترتیب که در تمام ترکیب‌های تیماری دستگاه پوست‌کن، مقادیر شاخص‌های تبدیل شلتوک به برنج قهوه‌ای

بدست آمده در محدوده‌های مختلف کم، متوسط و زیاد، دسته‌بندی و تعریف شده‌اند. سامانه کنترل به گونه‌ای برنامه‌نویسی گردیده که چنانچه بر اساس اطلاعات بدست آمده از مقدار رطوبت شلتوک و تصاویر درصد شکستگی برنج، تشخیص دهد که عملکرد دستگاه پوست‌کن نامطلوب است، از طریق ارسال سیگنال‌های فرمان متناسب با اطلاعات دریافتی به موتورهای شکل (۲)، عملکرد دستگاه را به‌سازی می‌نماید.

منابع

۱- افضلی‌نیا، ص. و م. شاکر. ۱۳۸۳. مقایسه ترکیبات مختلف دستگاه های تبدیل برنج و انتخاب بهترین آنها. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، شماره ثبت ۸۳/۸۰۵ .
۲- آمارنامه جهاد کشاورزی. ۱۳۸۸. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی.
۳- پیمان، م. ح. ، توکلی هشتجین، ت. و س. مینایی. ۱۳۷۸. تعیین فاصله مناسب بین غلطک‌ها در پوست‌کن غلطک لاستیکی برای تبدیل سه رقم برنج متداول در استان گیلان. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی، سال پنجم شماره ۲۰، صفحه: ۴۸-۳۷.
۴- شاکر، م. ۱۳۸۵. تعیین مناسب‌ترین محدوده رطوبتی ارقام غالب شلتوک در زمان تبدیل به برنج در استان فارس. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، شماره ثبت ۸۵/۱۳۴۵ .
5- Anonymous. 1981. Development and evaluation of processing equipment, Tech. Bulletin No. CIAE/PHTS/81/24, CIAE, Nabi Bagh, Berasia Road, Bhopal, 10 pp.
6- Courtois, F., Faessel, M. and C. Bonazzi. 2010. Assessing breakage and cracks of parboiled rice kernels by image analysis techniques. Food Control 21: 567–572.
7- Liu, W., Tao, Y., Siebenmorgen, T. J. and H. Chen. 1998. Digital Image Analysis Method for Rapid Measurement of Rice Degree of Milling. Cereal Chemistry, 75(3): 380-385.
8- Sakai, N., Yonekawa, S. and A. Matsuzaki. 1996. Two-dimensional image analysis of the shape of rice and its application to separating varieties. Journal of Food Engineering, 27: 397-407.
9- USDA. 1995. United States standards for rice, 868—definition of terms. United States Department of Agriculture, Washington, DC.
10- Yadav, B. K. and V. Jindal. 2001. Monitoring milling quality of rice by image analysis. Computers and Electronics in Agriculture, 33: 19-33.
11- Zayas, I., Converse, H., and J. Steele. 1990. Discrimination of whole from broken corn kernels with image analysis. Transactions of the ASAE, 33(5): 1642–1646.

Automatic Control of Paddy Husker for rice quality protection

Mohammad Shaker[1] and Saeed Minaee[2]

1. PhD Student, Mechanic of Farm Machinery, Tarbiat Modares University
m.shaker1348@gmail.com
2. Associate Professor, Department of Mechanic of Farm Machinery Tarbiat Modares University

Abstract

In this paper, in order to improve the performance of laboratory-scale rubber- roll paddy husker, an automatic control system based on machine vision and paddy moisture measurement, will be presented. This system, is intended to reduce rice grain damage and improve husker performance, based on information obtained from the images of brown rice grains being discharged from the husker and paddy moisture content input. First, paddy input to the husker is put through paddy moisture measurement and the output signal sent to the control system. Concurrently, samples of brown rice grains discharging from the husker output are transferred to the image capturing system by a conveyor belt. Then, the images captured by the camera are transmitted to the image processing system, where the desired information from the images of brown rice grains are extracted using image processing algorithms and recorded. Degree of rice breakage is the most important qualitative characteristic of the paddy to brown rice milling which is studied in this research. Information obtained from the image processing system is sent to the control system and a range for the qualitative characteritic is defined and graduated to various degrees of quality using a scoring syetem. Considering the condition of the output brown rice and input paddy, one of the scores is assigned to the product. The control system is programed based on fuzzy logic such that if the performance of the husker is not acceptable according to the information obtained from paddy moisture content and rice breakage percentage, the control system will be able to adjust and improve the performance of the husker by sending appropriate command signals.

Keywords : Image processing, Paddy husker, Automatic control and Machine vision.