بیست و هفتمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران
27th National Iranian Food Science and Technology Congress
۱۴ و ۱۵ بهمن ماه ۱۳۹۹ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

مروری بر آزمون‌های غیر مخرب نوین بر روی تخم‌مرغ

مهدی خجسته‌پور [۱]، محمدرضا بیاتی [۲]، سید مصطفی نقیبی سیستانی [۳]

استاد، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

استادیار، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

نویسنده مسئول: **mkhpour@um.ac.ir**

چکیده

تخم‌مرغ یک ماده مغذی و دارای تمام املاح مورد نیاز بدن انسان بجز ویتامین C است. بسته‌بندی، انبارداری و ماندگاری تخم‌مرغ از مسائل مهم این محصول در ارائه به بازار است. شناسایی تخم‌مرغ‌های دارای ترک که با چشم قابل مشاهده نیستند برای فرایند جوجه‌کشی حائز اهمیت است زیرا تخم‌مرغ دارای ترک در پوسته سبب سقط جنین مرغ و ایجاد آلودگی در محیط دستگاه جوجه‌کشی می‌شود. نطفه‌سنجی تخم‌مرغ در جهت شناسایی تخم‌مرغ‌های بی‌نطفه از نطفه‌دار پیش از شروع فرآیند جوجه‌کشی و حین آن سبب کاهش در اتلاف محصول می‌شود زیرا تخم‌مرغ‌های بی نطفه قرار داده شده در دستگاه دیگر قابل ارائه به بازار نیستند آزمون‌های غیر مخرب بر روی تخم‌مرغ به بهینه‌سازی و سهولت کار صنعتگران صنعت طیور کمک شایانی می‌کند. در این تحقیق به بررسی روش‌های غیرمخرب جدید اندازه‌گیری‌های ابعادی، شناسایی ترک‌های غیرقابل مشاهده پوسته و نطفه‌سنجی تخم‌مرغ پرداخته می‌شود. آزمون‌ها از نوع بازرسی چشمی هستند که امکاناتی از قبیل دوربین تصویربرداری، سطح قرارگیری نمونه، منبع نوری و رایانه‌ی پردازنده اطلاعات در آن‌ها استفاده می‌شود. تحقیقات نشان داد روش‌های اندازه‌گیری ابعادی به روش پردازش تصویر پاسخ‌گوی صنعت تخم‌مرغ است و دقتی بیش از ۹۹ درصد دارد. ارزیابی ترک‌های غیرقابل مشاهده با بینایی ماشین نشان داد که این روش ۹۲/۵ درصد در شناسایی ترک‌های نامرئی دقت دارد. روش نطفه‌سنجی به روش مادون قرمز نشان داد در طول موج مغناطیسی ۵۶۰ نانومتر وضعیت نطفه با کمترین خطا در مقایسه با روش‌هاس سنتی قابل مشاهده است.

کلمات کلیدی: ابعاد، بینایی‌ماشین، تصویربرداری، مادون‌قرمز

مقدمه

امروزه اندازه گیری پارامترهای کمی و کیفی محصولات کشاورزی به گونه ای که محصول مورد بررسی بدون هیچ آسیبی به چرخه مصرف برگردد. جایگاه ویژه ای در فناوری پس از برداشت پیدا کرده است. آزمون های غیرمخرب نباید اثرات مخرب حرارتی، شیمیایی

و فیزیکی بر روی محصول داشته باشند و باید مشتری پسندی محصول را تضمین نمایند. تنوع و فراوانی پارامترها و ویژگی های کیفی محصولات کشاورزی، همراه با رشد جهشی فناوری ابزارهای اندازه گیری دقیق مهم ترین دلیل توسعه روش های غیرمخرب در چهار دهه اخیر بوده است. روش‌های مورد استفاده برای به دست آوردن این ویژگی ها به طور خلاصه به دسته روش های نوری (پردازش تصویر، انواع طیف سنجی، تصویربرداری ابرطیفی، تصویربرداری حرارتی و ...)، مکانیکی (صوتی - فراصوتی، تحلیل ارتعاش، صدای ضربه و...)، الکترومغناطیس (MRI-NIR-MIR-NMR-THZ....)، اشعه ایکس (X ray-CT) و دی الکتریک و بویا سنجی (E-nose) تقسیم بندی می شوند. این روش ها مبتنی بر یافتن ویژگی های متفاوت کیفی در رابطه با شاخص های رسیدگی محصولات متنوع می باشند. استفاده از آزمون های غیرمخرب برای تعیین کیفیت درونی متناسب با نوع محصول باعث ایجاد شرایط مساعد برای ماندگاری بهتر با تلفات محدود و کاهش ضررهای اقتصادی برای تولید کننده می گردد (ابونجمی، ۱۳۹۴). یکی از محصولات پر طرفدار حوزه کشاورزی و دامداری تخم‌مرغ است، یک ماده مغذی و دارای تمام املاح مورد نیاز بدن انسان بجز ویتامین C است (افشاری و همکاران، ۱۳۸۳). تخم‌مرغ پوسته سخت و محکمی دارد. این پوسته از مواد معدنی و آلی ساخته شده است. وظیفه پوسته محافظت از محتویات داخل تخم‌مرغ است و این موضوع ملیون‌ها سال روند تکاملی و تولید مثلی این موجودات بوده است. زرده و سفیده تخم‌مرغ از طریق پوسته با محیط بیرون تبادل اکسیژن و رطوبت دارند. بدیهی است هرگونه تغییراتی بر پوسته تخم‌مرغ بر محتویات داخل تخم‌مرغ اثر زیادی دارد (آتاناسیدو و همکاران، ۲۰۱۸). بنابراین بیشتر آزمایشات و تحقیقات غیر مخرب بطوری هستند که به پوسته تخم‌مرغ آسیب وارد نشود. نتایج آزمون‌های اندازه‌گیری ابعادی در جهت بهینه‌سازی بسته‌بندی بهتر تخم‌مرغ‌ها و ساخت دستگاه‌های جوجه‌کشی مورد استفاده است. روش‌های اولیه و ساده با کولیس صورت می‌گیرد و روش‌های پیشرفته به‌وسیله پردازش تصویر انجام می‌شود (دروگر و همکاران،۱۳۹۰). زرده و سفیده تخم‌مرغ از طریق پوسته با محیط بیرون تبادل اکسیژن و رطوبت دارند. بدیهی است هرگونه تغییراتی در پوسته تخم‌مرغ بر محتویات داخل تخم‌مرغ اثر زیادی می‌گذارد. ترک‌های روی پوسته تخم‌مرغ سبب تشدید تبادل رطوبت و اکسیژن بین محتوای داخل تخم‌مرغ با محیط بیرون می‌شود (یانگ و همکاران، ۲۰۱۸). و این مسئله برای جوجه‌کشی مطلوب نیست و تلفات در جوجه‌کشی را به همراه دارد. ترک هایی ریز به صورت رگه های غیر قابل مشاهده روی پوسته تخم مرغ هستند که به سادگی قابل مشاهده نیستند، روش‌های سنتی پاسخ‌گوی صنعت نیست و دقت لازم را ندارند. در تحقیقی دیگر، تاثیر متغیرهای مرتبط با سامانه آکوستیکی از قبیل جنس گوی ضربه زن، زاویه برخورد ضربه زن و موقعیت میکروفن نسبت به محل ضربه بر پاسخ آکوستیکی پوسته تخم مرغ در تشخیص انواع شکستگی پوسته بررسی شده است. بر این اساس، اثر متغیرها به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی و با سه تکرار روی هر نمونه مطالعه شده است. نتایج بررسی ها نشان داد که سطوح مختلف جنس گوی، زاویی ضربه زن، موقعیت میکروفن و شکستگی پوسته بر سه دامنه و فرکانس اول اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد دارد (لشگری و محمدی گل، ۱۳۹۵). روش جدیدی دیگری از تصویر برداری بینایی ماشین برای شناسایی ترک های ریز ارائه شده است. شناسایی ترک‌های تخم‌مرغ معمولا با روش سنتی شمع‌زنی صورت می‌گرفت. در این روش تخم‌مرغ در برابر یک منبع نوری قرار می‌گیرد و با مشاهده شدن رگه های ترک شکل‌گرفته روی پوسته شناسایی ترک‌ها تحقق می‌پذیرد (یانگ و همکاران، ۲۰۱۸). در تحقیقی، طراحی و ساخت دستگاهی به منظور تعیین کیفیت داخلی تخم مرغ به کمک بینایی ماشین در نظر گرفته شد. بدین منظور بررسی تعداد ۲۱۰عدد تخم مرغ به مدت ۳۰ روز در دما و رطوبت اتاق در قالب طرح کاملا تصادفی مورد استفاده قرار گرفت و پارامترهای کیفی تخم مرغ از قبیل وزن کلی تخم مرغ، وزن زرده، سفیده و پوسته، مقاومت و ضخامت پوسته، واحد هاو به صورت مخرب و مساحت کیسه

هوایی، و شاخص مساحت (D) به صورت غیرمخرب اندازه گیری شدند. مطابق آنالیز آماری صورت گرفته مشخص گردید صفات وزن کلی تخم مرغ، مقاومت و ضخامت پوسته، وزن زرده و پوسته و رنگ زرده به عنوان پارامترهای کیفی تخم مرغ در سطح احتمال پنج درصد، تحت تأثیر زمان انبارمانی قرار نگرفتند ولی مساحت کیسه هوایی و پارامتر D به عنوان پارامترهای غیرمخرب، در سطح احتمال ۵٪ به طور معنی داری روند افزایشی داشتند (نعمتی نیا و همکاران، ۱۳۹۶). نطفه‌سنجی در جهت شناسایی تخم‌مرغ‌های بی نطفه از نطفه‌دار پیش از شروع فرآیند جوجه‌کشی سبب کاهش خطا در جوجه‌کشی و اتلاف تخم‌مرغ می‌شود زیرا تخم‌های بی نطفه قرار گرفته شده در دستگاه دیگر قابل ارائه به بازار نیستند روند شناسایی تخم‌مرغ‌های نطفه‌دار از بی‌نطفه و خارج نمودن موارد غیر بارو و بارور ضعیف برای عملیات جوجه‌کشی بسیار حیاتی است. ارزیابی باروری تخم‌مرغ معمولا با روش سنتی شمع‌زنی انجام می‌شود. در این روش تخم‌مرغ در برابر یک منبع نوری قرار می‌گیرد و با مشاهده شدن رگه های خونی شکل‌گرفته جنین از داخل پوسته عملیات نطفه سنجی صورت می‌پذیرد اما این روش بسیار تخصصی و توسط افراد ماهر انجام می‌شود و عمومیت ندارد(پارک و همکاران، ۲۰۱۹). هدف این تحقیق ارائه راه‌کارهایی برای بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در زمان، انرژی، اقتصاد و کاهش خطای انسانی است که اتلاف محصول را در پی دارد. و همچنین صنعتگران حوزه مرغ و تخم-مرغ یا سهولت انجام فرآیندهای کاری خود را دنبال کنند.

مواد و روش‌ها

یک تحقیق با محوریت اندازه‌گیرهای ابعادی به روش پردازش تصویر انجام شده است. در این تحقیق نمونه تخم‌مرغ بر روی یک سطح ثابت قرارداده شد و با دوربین تصویر برداری از چهار جهت تصویربرداری انجام شد. تصاویر در رایانه بوسیله نرم افزار متلب و الگوریتم‌های نوشته شده تجزیه تحلیل شدند (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۶).

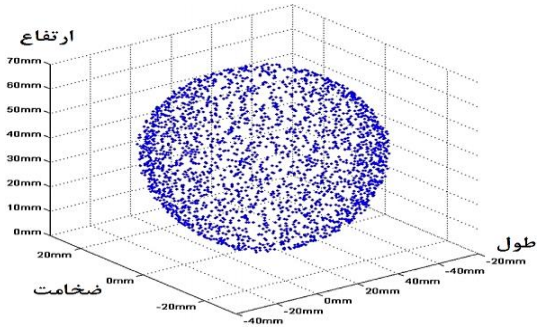
تحقیقی برای شناسایی ترک‌های غیرقابل مشاهده تخم‌مرغ به روش بینایی ماشین صورت گرفت، در این روش تخم‌مرغ‌ها روی یک نوار نقاله از مقابل لامپ‌های مخصوص عبور می‌کردند و همزمان یک دور بین تصویربرداری صنعتی از تخم‌مرغ‌ها تصویربرداری کرد. تصاویر در رایانه ذخیره و به کمک نرم‌افزار متلب و برنامه‌نویسی مورد پردازش تصویر قرار گرفت. در پایان ترک‌ها قابل مشاهده شدند (بائو و همکارن، ۲۰۱۹).

یک تحقیق بمنظور نطفه سنجی با روش طیف سنجی فروسرخ انجام شد. در این تحقیق دو منبع نوری از دو جهت مختلف به نمونه تخم‌مرغ نور می‌تاباندند هم‌زمان به‌وسیله یک دوربین از نمونه‌ها تصویر برداری انجام شد. تصاویر در رایانه ذخیره و پردازش شد. در پایان محتویات و وضعیت جنینی تخم‌مرغ‌های مشخص شد. با این روش تخم‌مرغ‌های بارور از غیر بارور به‌راحتی و به سرعت شناسایی می-شوند (پارک و همکاران، ۲۰۱۸).

بحث و نتایج

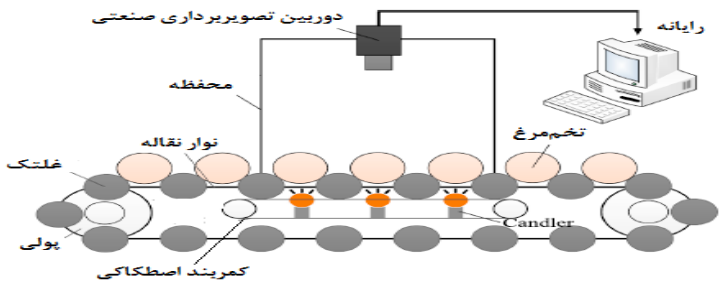
در روش فتومتریک، اندازه گیری سطح و حجم نمونه در مختصات مکانی مناسبی از دوربین قرار می‌گیرد سپس دوربین متناسب با محل قرار گیری نمونه و سطح آن تنظیم و تصویربرداری انجام می‌شود. از یک نرم افزار شبیه ساز در تصویر برداری استفاده می-

شود که به کمک آن می‌توان مختصات سه بعدی نمونه (طول، عرض، ضخامت) را بسیار دقیق با آن بدست آورد. در شکل_۱ نمونه تصویر برداری شده از یک تخم مرغ است که در آن شبیه سازی سه بعدی به همراه ارائه مختصات (طول، عرض، ضخامت) آن نشان داده شده است (ژانگ و همکارن، ۲۰۱۶).



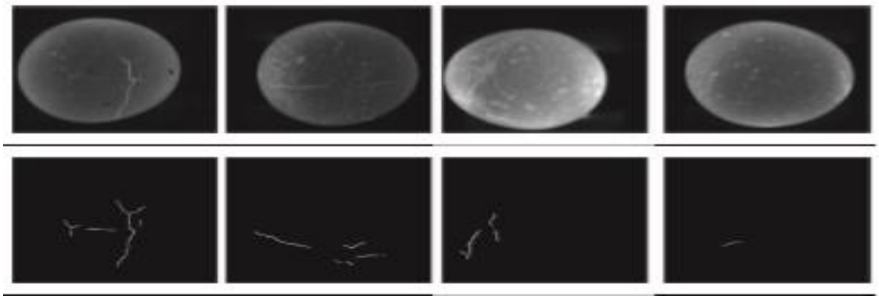
شکل۱_ پردازش رایانه ای سه بعدی تصاویر تهیه شده است (ژانگ و همکارن، ۲۰۱۶)

عکس برداری تخم مرغ از چند زاویه صورت می‌گیرد و مختصات سه بعدی نمونه (طول، عرض، ضخامت) بوسیله نرم افزارشبیه ساز سه بعدی از نمونه بدست می‌آید که بوسیله اطلاعات بدست آمده سطح و حجم قابل محاسبه است و از طریق روش های مثلثاتی یا سایر روش ها و از طریق برنامه نویسی با نرم افزار مطلب نیز صورت می‌پذیرد. در این روش برخلاف روش‌های سنتی اندازه‌گیری ابعادی خطای انسانی وجود ندارد و صرفه جویی مناسبی در زمان و انرژی و مسائل اقتصادی را درپی دارد (ژانگ و همکارن، ۲۰۱۶). شناسایی ترک‌های روی پوسته تخم‌مرغ برای فرآیندهای جوجه‌کشی و انبارش تخم‌مرغ به جهت تغییرات شدید تبادل رطوبت و اکسیژن محتویات داخل تخم‌مرغ با محیط بیرون حائز اهمیت است. ترک هایی ریز به صورت رگه‌های تاریک روی پوسته تخم مرغ هستند که به سادگی قابل مشاهده نیستند، به همین علت روش جدیدی از تصویر برداری بینایی ماشین برای شناسایی ترک‌های ریز ارائه شده است. مطابق تخم‌مرغ ها بر روی نوار نقاله قرار می‌گیرند از محیطی که در آن لامپ‌های مخصوص تعبیه شده عبور می‌کنند و همرمان تصویربرداری با دوربین انجام می‌شود و سپس در رایانه ذخیره و تحلیل می‌شود (شکل_۲).



شکل۲_ نحوه عملکرد دستگاه (بائو و همکاران، ۲۰۱۹)

بعد از قرارگیری نمونه در این شرایط برای واضحتر شدن ترک ها از یک لگاریتم منفی لاپلاسی استفاده می‌شود. تصویر در رایانه با استفاده از الگوریتم آستانه هیسترزیس نقاط تاریک غیر تکراری از تصویر سطح تخم مرغ حذف می شوند و ترک ها آشکارتر می شوند. در مرحله آخر از شاخص آشکارساز (LFI)[1] استفاده می‌شود و ترکها کاملا از نقاط اطرافشان تفکیک شده و به‌طور آشکار قابل مشاهده هستند. روند تصویر برداری جهت تشخیص ترک های پوسته تخم مرغ در شکل_۳ نمایش داده شده است، (بائو و همکاران ۲۰۱۹).



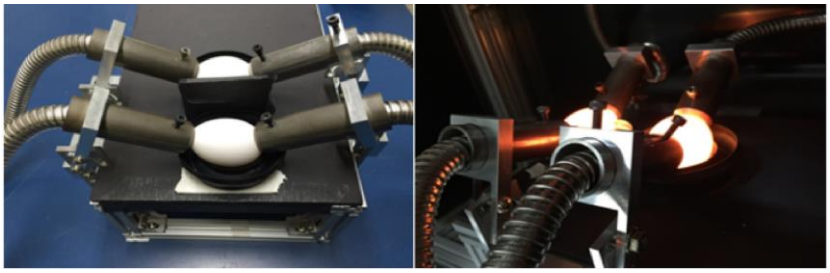
شکل۳_ روند تصویر برداری جهت تشخیص ترک های پوسته تخم مرغ (بائو و همکاران، ۲۰۱۹).

مقایسه نتایج تحقیق‌های شناسایی ترک‌های تخم‌مرغ به روش گوی ضربه‌زن و پردازش تصویر نشان داد که سطوح مختلف، جنس گوی، زاویی ضربه زن، موقعیت میکروفن و شکستگی پوسته بر سه دامنه و فرکانس اول اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد دارد (لشگری و محمدی گل، ۱۳۹۵)، آزمایش شناسایی ترک‌های پوسته تخم‌مرغ به روش بینایی ماشین نشان داد که با این روش می‌توان به سرعت ترک‌ها را شناسایی کرد. دقت این روش ۹۲/۵ درصد ارزیابی شد (بائو و همکاران، ۲۰۱۹). سهولت و سرعت روش‌پردازش تصویر بیشتر از روش گوی ضربه زن بود.

نطفه سنجی به روش طیف سنجی فرو سرخ خطی

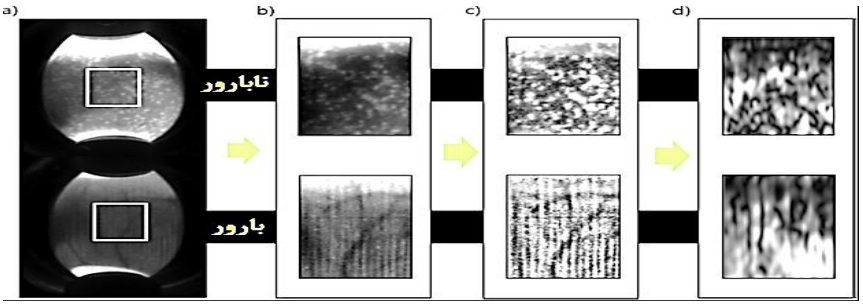
در این روش یک سامانه تخصصی طیف‌سنجی فروسرخ خطی همراه با دور بین طراحی و ساخته شده است. چهار منبع نور استاندارد برای این سامانه تعبیه شده است هر دو منبع نور برای یک تخم‌مرغ استفاده می‌شود که در شکل_ ۳ قابل مشاهده است.. این سامانه جهت فرآیند نطفه‌سنجی در مراحل پس از قرارگیری تخم‌مرغ‌ها در دستگاه در اواسط دوره جوجه‌کشی است (شکل ۳).

۱- Local Fitting Image به معنی شاخص آشکارساز موقعیت در تصویر که مکان ترک ها را در تصویر گرفته شده آشکار و واضح می‌نماید :



شکل۳ـ منابع نوری و محل قرارگیری تخم‌مرغ‌ها (پارک و همکاران، ۲۰۱۹).

۸۸ عدد تخم‌مرغ با این سامانه با روش تجزیه تحلیل جز از کل[۲](PCA) ارزیابی شدند. این روش که ترکیبی از روش طیف سنجی و پردازش تصویر است تفاوت قابل توجهی بین تخم‌مرغ‌های نطفه‌دار و بی نطفه نشان داد. رگ‌های خونی تخم‌مرغ‌های نطفه‌دار بسیار مشهود و واضح بودند که در شکل ـ ۴ قابل مشاهده است.



شکل۴ـ مقایسه تصویر استخراج شده از تخم‌مرغ بارور و نابارور (پارک و همکاران، ۲۰۱۹).

در این سامانه مسئله خطای انسانی در عملیات نطفه سنجی تا ۹۹ درصد کاهش می‌یابد. باند فروسرخ استفاده شده در این روش ۵۶۰ نانومتر بود (پارک و همکاران، ۲۰۱۹). گزارش ارزیابی محتوای داخل تخم‌مرغ (نعمتی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۶) دقتی ۹۵ درصدی داشت، دقت گزارش فروسرخ (پارک و همکاران، ۲۰۱۹) از گزارش (نعمتی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۶) بیشتر بود.

نتیجه‌گیری

نتایج محاسبه ابعادی با روش پردازش تصویر نشان داد که این روش ۹۹ درصد دقت دارد و پاسخ‌گوی تولیدات گسترده صنعت مرغ و تخم-مرغ در قرن حاضر می‌باشد. در این روش برخلاف روش‌های سنتی اندازه‌گیری ابعادی خطای انسانی وجود ندارد و صرفه جویی مناسبی در زمان و انرژی و مسائل اقتصادی را درپی دارد (ژانگ و همکارن، ۲۰۱۶). آزمایش شناسایی ترک‌های پوسته تخم‌مرغ به روش بینایی ماشین نشان داد که با این روش می‌توان به سرعت ترک‌ها را شناسایی کرد. دقت این روش ۹۲/۵ درصد ارزیابی شد (بائو و همکاران، ۲۰۱۹). سهولت و سرعت روش‌پردازش تصویر بیشتر از روش گوی ضربه زن بود. تجزیه و تحلیل نطفه‌سنجی با روش طیف سنجی فروسرخ خطی

[2] -Principal Component Analysis: به معنی جز از کل

نشان داد که با استفاده از یک باند طیفی (۵۶۰ نانومتر) تصویری حاصل می‌شود که با روش های ساده پردازش تصویر می‌توان با دقت تقریبی ۹۹ درصدتخم‌مرغ‌های بارور را از غیر بارور شناسایی نمود. این روش کم هزینه است و قابلیت هوشمندسازی و خودکار شدن را نیز دارد (پارک و همکاران، ۲۰۱۹).

منابع

افشاری، ج. قدوسی، ح. کرمانشاهی، ح. هاشمی تبار، غ. شهیدی، ف. ۱۳۸۳.تغذیه و بیوتکنولوژی تخم مرغ. ناکایی، اچ. گونتر، دبلیو. جونگ، اس. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

دروگر، ح. خجسته‌پور، م. عمادی، ب. سعیدی‌راد، م، ح. ۱۳۹۰. بررسی خواص فیزیکی خربزه و رفتار مکانیکی آن تحت بارگذاری استاتیکی با روش المان محدود. گروه بیوسیستم دانشگاه فردوسی مشهد.

نعمتی نیا، الف. آبدانان‌مهدی‌زاده، س. قربانی، م. ر.، ۱۳۹۶. طبقه بندی تخم مرغ براساس کیفیت درونی به کمک بینایی کامپیوتر. فصلنامه فناوری های نوین غذایی. ۴(۱۶): ۱۰۹ تا ۱۲۲.

ابونجمی، م. ۱۳۹۴. آزمون های غیرمخرب و کاربرد آن در صنایع غذائی و کشاورزی. نشریه علمی - ترویجی انجمن بازرسی غیرمخرب ایران. ۱(۱): ۴۱ تا ۴۴.

لشگری، م. محمدی گل، ر. ۱۳۹۵. بررسی متغیرهای مؤثر بر پاسخ آکوستیک در تشخیص شکستگی پوسته تخم مرغ. مجله تحقیقات مهندسی سامانه ها و مکانیزاسیون کشاورزی. ۱۷(۶۶): ۱ تا ۱۴.

Athanasiadou, D., Jiang, W., Goldbaum, D., Saleem, A., Basu, K., Pacella, S. M., Corinna, F., Richard, B.R., Maxwell, C. T., Hincks, A. B., Navarro, R., Hojatollah, V., Wolf, S.E., Gray, J.J., HuyBui, G.K., McKee, M.D. (2018). Nanostructure, osteopontin and mechanical properties of calcitic avian eggshell. Science Advances :89: 131_142.

Bao, G., Mimi, J., Yi, X., Shibo, C., Qinghua, Y. (2019). Cracked egg recognition based on machine vision. Computers and Electronics in Agriculture :158: 159_166.

Park, E., Santosh, L., Cho, B. K. (2019). Line-scan imaging analysis for rapid viability evaluation of white-fertilizedegg embryos. Sensors & Actuators: B. Chemical 281: 204–211

Yang, Y,. Zhao, Y., Xu, M., Wu, N., Yao, Y,. Du, H., Liu, H., Tu, Y. (2018). Changes in physico-chemical properties, microstructure and intermolecular force of preserved egg yolk gels during pickling. Food Hydrocolloids.

Zhang, W., Wu, X., Qiu, Z., He, Y. (2016). A novel method for measuring the volume and surface area of egg. Food Engineering 170:160-169.

Tittle: A review of modern non-destructive tests on eggs

Mehdi Khojastehpour[1], Mohammad Reza Bayati[2], Seyed Mostafa Naghibi Sistani[3]
Professor, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. Iran
Assistant Professor, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. Iran

Masters student, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. Iran.

Responsible author: mkhpour@um.ac.ir

Abstract

Eggs are a nutrient that contains all the minerals needed by the human body except vitamin C. Egg packing, storage and shelf life are important issues in presenting this product to the market. Identifying cracked eggs that are not visible to the naked eye is important for the incubation process because cracked eggs in the shell cause abortion of chickens and contamination of the incubator environment. Egg fertilization to identify infertile eggs from the fertilizer before and during the incubation process reduces crop loss because the fertilized eggs are placed They can no longer be marketed in the machine. Non-destructive tests on eggs help to optimize and facilitate the work of poultry industry craftsmen. In this research, new non-destructive methods of dimensional measurements, identification of invisible shell cracks and egg fertilization are investigated. . The tests are of the visual inspection type, which use features such as a video camera, sample placement level, light source and computer information processor. Research has shown that dimensional measurement methods are responsive to the egg industry and have an accuracy of more than 99%. Evaluation of invisible cracks with machine vision showed that this method is 92.5% accurate in identifying invisible cracks. The infrared method of spermatometry showed that at a magnetic wavelength of 560 nm, the condition of the sperm with the lowest error compared to traditional methods is visible.

Keywords: Dimensions, Machine vision, Imaging, Infrared