تشخیص تخم‌مرغ‌های نابارور در فرآیند جوجه‌کشی با استفاده از پردازش تصاویر حرارتی

حسین روشن قیاسی [۱]، علی حاجی‌احمد [۲*]، پارسا حیدری [۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران (hossein.roshan.g@ut.ac.ir)
۲. استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران ، کرج، ایران (hajiahmad@ut.ac.ir)
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران (parsa.haidary@ut.ac.ir)

چکیده

طیور و فراورده‌های آن‌ها بخش مهمی از نیازهای غذایی انسان را مرتفع می‌سازد. اولین مرحله در پرورش مرغ، افزایش تولید جوجه می‌باشد. هدف از انجام این پژوهش آن است که با استفاده از پردازش تصاویر حرارتی ، با توجه به زمان‌بر بودن فرایند کندلینگ، روش جایگزینی به‌منظور جداسازی تخم‌مرغ‌های بارور از نابارور در روز چهاردهم دوره جوجه‌کشی ارائه شود تا با حذف تخم‌مرغ‌های نابارور از ایجاد آلودگی در محیط جوجه‌کشی به دلیل فساد تخم‌مرغ‌های دارای جنین تلف‌شده جلوگیری به عمل آید. در این تحقیق در طی یک دوره جوجه‌کشی تعداد ۴۲ عدد تخم‌مرغ نطفه‌دار در دستگاه جوجه‌کشی قرار داده شد و در طی دوره ۱۸ روزه ستر از تخم‌مرغ‌ها تصویر حرارتی تهیه شد. تصاویر به کمک نرم‌افزار پایتون پردازش و نتایج حاصل در نرم‌افزار متلب به کمک شبکه‌های دسته‌بند، دسته‌بندی‌شده است. نتایج طبقه نشان می‌دهد در روز چهاردهم تخم‌مرغ‌های بارور از تخم‌مرغ‌های نابارور با دقت ۱۰۰٪ قابل‌تشخیص و جداسازی می‌باشند.

کلمات کلیدی: *گرمانگاری، ماشین جوجه‌کشی، دسته‌بندی.*

*نویسنده مسئول: hajiahmad@ut.ac.ir

تشخیص تخم‌مرغ‌های نابارور در فرآیند جوجه‌کشی با استفاده از پردازش تصاویر حرارتی

مقدمه

طیور و فراورده‌های آن‌ها بخش مهمی از نیازهای غذایی انسان را مرتفع می‌سازد. اولین مرحله در پرورش مرغ، تولید جوجه می‌باشد. فرآیند جوجه‌کشی مستلزم صرف هزینه و انرژی زیادی است. به‌منظور دستیابی به بازده بالاتر در جوجه‌کشی لازم است تخم‌مرغ‌ها در طی دوره جوجه‌کشی مورد بازرسی قرار بگیرند تا بدین‌وسیله تخم‌مرغ‌های نابارور از ماشین جوجه‌کشی حذف شوند، در جوجه‌کشی‌های صنعتی این فرآیند در طی دو دوره در روزهای ۷ و ۱۴ صورت می‌گیرد و پس از بررسی تخم‌مرغ‌های نابارور از فرآیند جوجه‌کشی حذف می‌شوند.

امروزه برای جداسازی تخم‌مرغ‌های بارور از تخم‌مرغ‌های نابارور از روش کندلینگ[1] استفاده می‌شود، به این صورت که تخم‌مرغ‌ها در مقابل روزنه باریک از نور قرار می‌گیرند و سپس توسط فرد خبره بارور بودن و یا بارور نبودن تخم‌مرغ‌ها تشخیص داده می‌شود[۱]. فرآیند کندلینگ در عمل فرآیندی بسیار زمان‌بر می‌باشد و با توجه به حساسیت تخم‌مرغ‌ها به شرایط دمایی غالباً از این فرآیند در جوجه‌کشی‌های صنعتی صرف‌نظر می‌شود. در هنگام کندلینگ تخم‌مرغ‌های نابارور کاملاً شفاف به نظر می‌رسند درحالی‌که جنین در تخم‌مرغ‌های نطفه‌دار به‌صورت یک لکه تیره به همراه رگ‌های خونی دیده می‌شود و با حرکت دادن تخم‌مرغ جنین نیز حرکت می‌کند. اگر جنین تلف‌شده باشد رگ خونی ندارد و یک حلقه صورتی به نام حلقه خونی پیرامون آن را فرامی‌گیرد[۳].

در پژوهشی با استفاده از پرتوی مادون‌قرمز و دستگاه NIRS[2] که بیشتر کاربرد پزشکی دارند روشی را برای تشخیص تخم‌مرغ‌های با لکه خونی و غیر نرمال ایجاد کردند که قدرت شناسایی و تشخیص تخم‌مرغ‌های سالم ۱۰۰ درصد و با نقطه خونی ۹۶/۸ درصد برآورد شد[۵].

در تحقیقی با پردازش تصاویر مرئی بر روی یک تسمه‌نقاله مخصوص به کمک عملگرهای خطی موفق شدند ۱۰۰۰ عدد تخم‌مرغ بارور را با دقت ۹۵ درصد جداسازی بکنند[۷].

از روش‌های دیگر تشخیص باروری تخم‌مرغ می‌توان به پردازش تصاویر مرئی از تخم‌مرغ‌های کندل شده اشاره کرد. در پژوهشی ۳۰۰ تخم‌مرغ قبل از شروع دوره جوجه‌کشی تحت ارزیابی با دو روش اتوکندلینگ و تشخیص فرد خبره قرار گرفت. در مورد تشخیص تخم‌مرغ‌های نطفه‌دار (دارای جنین زنده یا جنین مرده) تفاوت بین انسان و ماشین در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد؛ ولی در مورد تشخیص تخم‌مرغ‌های نابارور (بدون نطفه) هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد [۲].

ازجمله روش‌های دیگر برای نطفه سنجی استفاده از یک سیستم تصویربرداری حرارتی برای شناسایی تخم‌مرغ‌های نطفه‌دار می‌باشد. در پژوهشی از تصویربرداری مادون‌قرمز و تئوری فازی در روز۱۴ استفاده شد که توانست با دقت ۹۶ درصد و در زمان ۲ تا ۳ ثانیه تخم‌مرغ‌های نطفه‌دار و بدون نطفه را از یکدیگر تشخیص دهد [۴].

در تحقیق دیگری با استفاده از پردازش تصاویر حرارتی تخم‌های نطفه‌دار در عرض ۵ دقیقه و بعد از ۴ روز قرارگیری در دستگاه جوجه‌کشی با دقت ۸۹/۶ درصد شناسایی شدند. تخم‌مرغ‌های با جنین مرده در عرض ۴ دقیقه و بعد از ۱۶ روز قرارگیری در دستگاه جوجه‌کشی با دقت ۹۶/۳ درصد شناسایی شدند [۶].

مواد و روش‌ها:

[1] candling
[2] Near-infrared spectroscopy

به‌منظور ارزیابی بارور بودن تخم‌مرغ‌ها در طی دوره جوجه‌کشی ۴۲ عدد تخم‌مرغ نطفه‌دار تهیه و در دستگاه جوجه‌کشی قرار داده شد و به‌منظور تصویربرداری حرارتی از تخم‌مرغ‌ها یک شاسی عکس‌برداری ساخته و دوربین در محل مدنظر نصب گردید (شکل ۱).
در طی دوره جوجه‌کشی در ۱۸ روز اول به‌وسیله دوربین حرارتی Flire one pro با رزولوشن دمایی ۰/۱°C و وضوح تصویر ۶۴۰×۴۸۰ پیکسل انجام شد(شکل ۲). تخم‌مرغ‌های باقی‌مانده در درون دستگاه جوجه‌کشی پس از گذراندن دوره ۲۱ روزه موردبررسی قرار داده شد و نتایج حاصله به‌عنوان ورودی شبکه دسته‌بندی[1] در برنامه متلب مورداستفاده قرار گرفت.

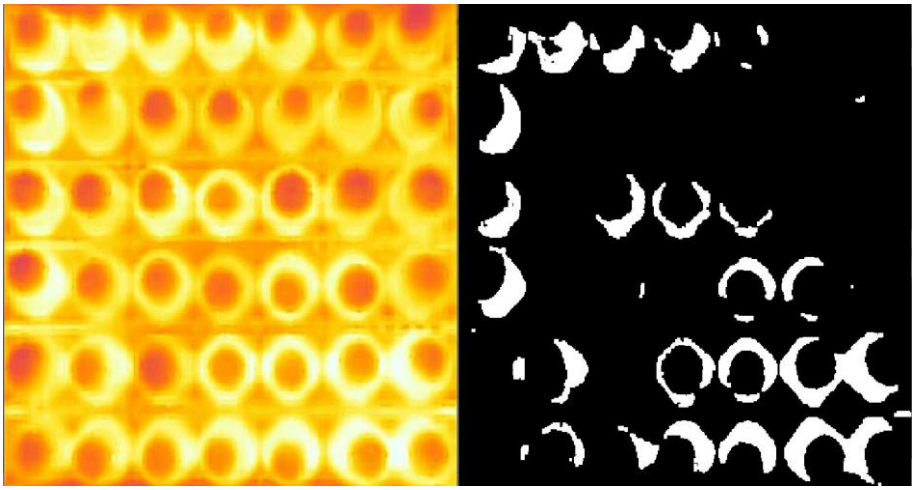
شکل ۱- دستگاه جوجه‌کشی و محل نصب دوربین حرارتی.

به‌منظور جداسازی تخم‌مرغ‌های بارور از تخم‌مرغ‌های نابارور ویژگی‌های چولگی، واریانس، میانگین، دامنه بین چارکی[2] و تی‌واریانس[3] در محیط‌های RGB و HSV بر روی باندهای R و S استخراج‌شده و به‌منظور جداسازی تخم‌مرغ‌های بارور و نابارور از دسته‌بندی KNN[4] نرم‌افزار متلب با ۱۰ همسایگی استفاده شد.

شکل۲- دوربین حرارتی مورد استفاده در عکس‌برداری.

1classification
2Interquartile range
3T variance
4K nearest neighbor

در شکل(۳) ، عکس حرارتی در روز ۱۴ به همراه آستانه گذاری اعمال‌شده بر روی تخم‌مرغ‌ها نمایش داده‌شده است، همان‌طور که در شکل پیداست تخم‌مرغ‌های نابارور به دلیل دمای پایین‌تر در آستانه‌گذاری حذف‌شده و تخم‌مرغ‌های بارور به‌صورت لکه سفید در تصویر مشاهده می‌شوند.



شکل۳- الف) تصویر حرارتی ب) تصویر آستانه‌گذاری شده.

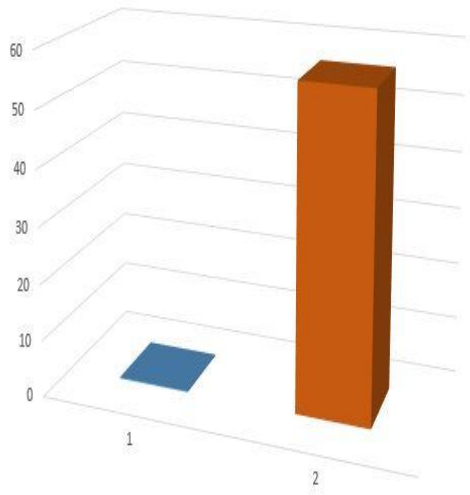
نتایج و بحث:

با بررسی تصاویر حرارتی تخم‌مرغ‌ها، و به کمک نرم‌افزار متلب با استفاده از دسته‌بندی نتایج نشان داد می‌توان با دقت ۱۰۰٪ تخم‌مرغ‌های بارور را از تخم‌مرغ‌های نابارور تشخیص داده شود. در تشخیص تخم‌مرغ‌ها به‌وسیله نور مرئی فقط می‌توان تشکیل نطفه را تشخیص بدهیم و اگر جنین در طی دوره جوجه‌کشی به هر نحوی تلف بشود (شکل ۴)، با استفاده از کندلیگ قابل‌تشخیص نیست و لذا جنین مرده شده تا آخر دوره جوجه‌کشی در دستگاه باقی می‌ماند و سبب بروز عوامل سوء بر روی سایر جنین‌ها شده، درحالی‌که با استفاده از تصاویر حرارتی اگر جنین در هر مرحله‌ای از رشد تلف بشود سوخت‌وساز جنین متوقف‌شده و درنتیجه جنین گرمایی تولید نمی‌کند و دمای تخم‌مرغ‌های نابارور همان‌طور که در شکل(۳) مشاهده می‌شود نسبت به تخم‌مرغ‌های بارور دارای میانگین دمایی پایین‌تری هستند، لذا در تصویر به رنگ تیره‌تر مشاهده می‌شوند.

شکل٤- جنین تلف‌شده در فرآیند جوجه‌کشی.

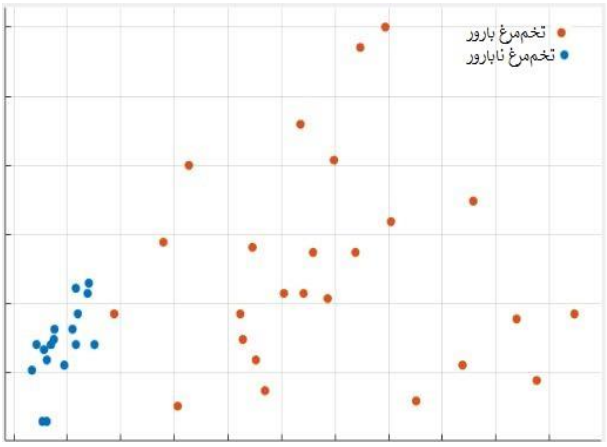
تعداد پیکسل‌های روشن در تصویر آستانه گذاری شده در شکل(۳) نمایانگر دمای تخم‌مرغ‌ها می‌باشد،همان‌طور که در شکل(۳) مشاهده می‌شود انتقال دما از تخم‌مرغ‌های بارور به تخم‌مرغ‌های نابارور به‌صورت همرفت صورت می‌گیرد و در برخی نواحی موجب گرم شدن تخم‌مرغ‌های نابارور شده و در صورت تماس تخم‌مرغ‌ها با همدیگر ممکن است سبب آسیب رساندن به تخم‌مرغ‌های بارور شود.

در شکل(۵) میانگین تعداد پیکسل دمایی در دودسته تخم‌مرغ‌های بارور و نابارور نمایش داده‌شده است همان‌طور که مشاهده می‌شود در ستون شماره یک که نمایش‌دهنده تعداد پیکسل‌های تخم‌مرغ‌های نابارور است میانگین ۰/۲ و در ستون شماره دوم که نمایش‌دهنده تخم‌مرغ‌های بارور است میانگین پیکسل‌های تصویر برابر ۵۶/۴۲ می‌باشد، درنتیجه با حذف تخم‌مرغ‌های نابارور می‌توان به‌صورت فراوانی در مصرف انرژی صرفه‌جویی کرد.



شکل٥- میانگین تعداد پیکسل دمایی در دودسته ۱: تخم‌مرغ‌های نابارور و ۲: تخم‌مرغ‌های بارور

در شکل (۶) ماتریس اغتشاشات تخم‌مرغ‌های بارور و نابارور نمایش داده شده است.



شکل٦- ماتریس اغتشاش داده‌ها

نتیجه‌گیری:

با استفاده از پردازش تصاویر حرارتی و دسته‌بندی داده‌ها به کمک نرم‌افزار متلب می‌توان در روز ۱۴ با دقت ٪۱۰۰ و در طی مدت ۱ الی ۲ ثانیه تخم‌مرغ‌های بارور و نابارور را تشخیص داده شود، که نشان‌دهنده سرعت و دقت بالای سامانه تشخیص تخم‌مرغ‌های نابارور به کمک تصاویر حرارتی می‌باشد. تعیین تخم‌مرغ‌های نابارور به کمک تصاویر حرارتی علاوه بر صرفه‌جویی در وقت و هزینه به دلیل سرعت چشمگیر در پردارش و تشخیص داده‌ها از هرگونه شوک حرارتی به تخم‌مرغ‌ها جلوگیری می‌کند که درنهایت سبب بهبود شرایط جسمانی جنین‌ها و همچنین بالا بردن درصد جوجه زایی می‌شود.

منابع:

۱. پوررضا، ج. ۱۳۷۹، اصول علمی و عملی پرورش طیور، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲. فروزان مهر، ا. حبیب‌اللهی، م. علوی، ن. و فروران مهر، ا. ۱۳۸۷، بررسی و انتخاب تخم‌مرغ‌های نابارور در مراحل جوجه‌کشی با استفاده از دید ماشین به منظور افزایش بازده در تولید جوجه‌های یک روزه، پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد.

۳. مشیری، م. ۱۳۶۱، مرغداری، انتشارات اشرافی.

4. Lin, C. S. Yeh, P. T. Chen, D. C. Chiou, Y. C. and Lee, C. H. 2013. The entification and Filtering of Fertilized Eggs with a Thermal Imaging System. Computers and lectronics in Agriculture, 91: 94-105.
5. Usui, Y., Nakano, K., & Motonaga, Y. (2003). A study of the development of non-destructive detection system for abnormal eggs. In EFITA Conference. Debrecen. Hungary.
6. Hai-ling, L., Jian-rong, C., Li, S., Lei-ming, Y., & Meng-lei, L. (2016). Research on the Discrimination of Hatching Eggs Activity Based on Thermal Imaging: A Food Nondestructive Testing Practice. International Journal of Smart Home, 10(2), 175-186.
7. Vargas C. Ramiro S, Ruiz S. Lourdes C, Navas L. María C.(2017). Egg Candling Analysis Equipment Design: A Safety Solution.

Unfertilized egg detection in breeding process using thermal image processing

Hossein Roshanghyasi[1*], Ali Hajiahmad[2], Parsa Haidary

1. Department of Biosystems Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz
2. Department of Biosystems Engineering, University of Tehran

Abstract

Poultry and their products meet an important part of human nutritional needs. The first step in poultry farming is to increase the production of chickens. The purpose of this study is to investigate the alternative method of separating fertilized eggs, in 14th day of hatching period using thermal image processing, considering the time of condensation to eliminate contaminated eggs from contamination in the environment. Incubation is prevented due to the spoilage of eggs with dead embryos. In the current study, during the hatching period, 42 embryos were placed in the hatchery and a thermal image was obtained from the eggs during the18-day period. The images were processed using Python and the results were categorized in MATLAB with the help of clustering networks. Classification results show that on 14th day fertile eggs can be diagnosed from infertile eggs with a precision of 100%.

Key words: Thermography, Incubator, Classification.

*Corresponding author
E-mail: m.ghadiryan@scu.ac.ir