Archive of SID

ارائه برخی روش‌های پیشرفته در تشخیص بیماری ماهیان

مصلحی س.[۱،*]؛ عمرانی فرد، ح.[۱]

[۱]مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[*]Email: mack.mr3@gmail.com

در سال‌های اخیر با افزایش فناوری‌های پیشرفته، بسیاری از عملیات‌های مرتبط با صنعت کشاورزی به‌خصوص مواردی که احتیاج به اقدام سریع دارد، به سمت مکانیزه شدن پیش رفته است. برخی از این عملیات به قدری مهم و چالش‌برانگیز هستند که حتی پیشرفت‌های اندک موجب سود چشم‌گیری خواهد شد. یکی از این موارد، تشخیص بیماری در ماهیان است که توجه بسیاری از محققین در حوزه‌ی بیماری‌شناسی، بوم‌شناسی، ایمنی‌شناسی، کشاورزی، محیط زیست و اقتصاد را به خود معطوف ساخته است. برای غلبه بر مشکلاتی از این دست، لازم است با نگاهی بین رشته‌ای و از طریق همکاری چندین متخصص در علوم مختلف، اقدام شود تا چشم‌اندازهای مختلف در جهت رسیدن به راه حلی جامع در نظر گرفته شود. در این مطالعه در کنار روش‌های مولکولی، برخی روش‌های پیشرفته برای تشخیص بیماری در ماهیان نظیر سیستم‌های خبره، روش‌های تصویربرداری و طیف‌سنجی مورد بررسی قرار گرفته است. کاربردهای آینده‌ی این روش‌ها می‌تواند به صورت تلفیقی از روش‌ها باشد که ابزارهای مؤثرتری را برای تشخیص و اعمال درمان مناسب بوجود خواهد آورد.

کلمات کلیدی: تشخیص بیماری، پردازش تصویر، سیستم‌های خبره، طیف‌سنجی، ماهیان.

مقدمه:

تلاش برای ماشینی کردن صنعت کشاورزی موضوع تازه‌ای نیست و از دیرباز مورد توجه محققین مختلف بوده است. هرچند برای برخی مسائل ساده مانند آبیاری خودکار گیاهان راه حل‌هایی در نظر گرفته شده اما برخی دیگر که نسبتاً پیچیده هستند، هنوز هم در دست بررسی هستند. یکی از این موارد، تشخیص مکانیزه‌ی بیماری و به‌طور خاص بیماری در ماهیان است.

تشخیص سریع و بااطمینان بیماری، موضوعی حیاتی است و تفاوتی نمی‌کند که بیماری مورد مطالعه در مورد انسان، حیوان و یا گیاه باشد. شاید ابتدایی‌ترین راه حل برای تشخیص بیماری وجود مستمر یک متخصص باتجربه است که در مواقع ضروری به سرعت بیماری را تشخیص داده و راه حل‌هایی برای درمان پیشنهاد کند. اما در حالت معمول این راه حل همیشه و برای تمام سیستم‌های پرورش ماهیان امکان‌پذیر نیست؛ زیرا در بیشتر موارد حوضچه‌ها و مزارع پرورش ماهی دور از مناطق شهری قرار دارند (۱).

بسیاری از این بیماری‌ها با گذشت زمان به صورت تصادفی و یا از طریق مواد آلوده در محیط زندگی ماهیان گسترش می‌یابند. راه دیگر گسترش بیماری‌ها، انتقال از طریق ماهیان غیربومی و یا زینتی است که از نقاط مختلف بدون قرنطینه به زیستگاه‌های جدید منتقل می‌شوند. این ماهیان معمولاً قبل از تشخیص هر نوع بیماری به صورت غیر اصولی به زیستگاه جدید منتقل می‌شوند. یک سیستم ابتدایی که قادر باشد نشانه‌های اولیه بیماری را تشخیص دهد؛ می‌تواند از گسترش بیماری در داخل محیط پرورش ماهیان جلوگیری کرده و منجر به کم شدن خسارات شود.

www.SID.ir

Archive of SID

پس از بروز علائم بیماری، در مرحله‌ی اول، وجود بیماری در نمونه‌های مشکوک مورد بررسی قرار می‌گیرد. از مهم‌ترین عوامل محدودیت در تشخیص بیماری ماهیان عدم همراهی و نظارت پیوسته ماهیان در زیر آب است و در بیشتر موارد پس از شروع اولین تلفات، شک به بیماری بوجود می‌آید.

روش‌های پایه برای شناسایی بیماری معمولاً مولکولی بوده و عبارتند از روش سنجش آنزیمی (*ELISA*) که بر اساس سنجش میزان پروتئین تولید شده به وسیله‌ی عوامل بیماری‌زا است و روش واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (*PCR*) که بر اساس توالی‌های *DNA* منحصر بفرد می‌باشد (۲). با وجود این روش‌ها، هنوز نیاز به یک روش سریع، دقیق و مناسب برای شناسایی بیماری ماهیان احساس می‌شود. به غیر از روش‌های مولکولی به‌طور کلی سه روش برای تشخیص بیماری ماهیان گزارش شده است. این روش‌ها عبارتند از: سامانه‌های تشخیص کنترل از راه دور، سیستم‌های خبره، سیستم‌های خودکار مبتنی بر تصویربرداری و طیف‌سنجی. در ادامه در مورد هرکدام توضیح مختصری ارائه خواهد شد.

روش‌های مولکولی تشخیص بیماری‌های ماهیان: در سال‌های گذشته از یک سری روش‌های مولکولی برای تشخیص بیماری‌ها استفاده شده است. حساسیت روش‌های مولکولی به حداقل میزان میکروارگانیسم‌هایی که در یک نمونه قابل شناسایی هستند اشاره دارد. لوپز و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که حساسیت روش‌های مولکولی برای تشخیص باکتری‌ها، رنجی بین ۱۰ تا 10^6 واحد کلونی بر میلی‌لیتر می‌باشد (۲). روش‌های *ELISA* و *PCR* دو روش معمول مولکولی برای تشخیص بیماری هستند. سایر روش‌های مولکولی که استفاده می‌شوند می‌توان به ایمونوفلورسنس(*IF*)، فلوسایتومتری، فلورسنس اینسایتو هیبریدیزیشن (*FISH*)، *PCR* زمان حقیقی و میکرو آرایه‌های *DNA* اشاره کرد (۳).

از محدودیت‌های روش مولکولی می‌توان به وقت‌گیر بودن، سختی کار و لزوم استفاده از یک روش صحیح و منحصربه‌فرد در مرحله آماده‌سازی نمونه‌ها (جمع‌آوری و استخراج) برای دستیابی به نتایج واقعی و دقیق اشاره کرد. به علاوه این روش‌ها نیاز به معرف‌هایی دارد که باید برای تشخیص یک پاتوژن منحصربه‌فرد استفاده شود. اما با این وجود روش‌های مولکولی می‌توانند به عنوان ابزاری نیرومند برای اطمینان از وجود بیماری استفاده شوند و در استفاده از روش‌های پیشرفته‌تر به عنوان مرجع استفاده شده و باعث ایجاد پشتوانه‌ی علمی قدرتمند شوند؛ اما در شرایطی که تعداد نمونه‌های ماهیان زیاد است، به دلیل وقت‌گیر بودن بسیار محدودکننده هستند.

سامانه‌های تشخیص کنترل از راه دور: در این روش فردی که با ماهیان سروکار دارد، اطلاعات بالینی را به وسیله‌ی برخی درگاه‌های ارتباطی نظیر اینترنت و تلفن همراه به مراکز تخصصی می‌فرستد و این اطلاعات پس از بررسی توسط یک فرد یا گروه متخصص و یا سامانه‌های دیگری نظیر پردازش تصویر، بیماری یا سلامت ماهیان را تشخیص داده و یا برای تشخیص بهتر، اطلاعات بیشتری را با تشریح موضوع از فرد پرورش‌دهنده درخواست می‌کنند. درجه مکانیزاسیون در این روش بسیار پایین است و در نتیجه روشی وقت‌گیر محسوب می‌شود. اما با این حال در بسیاری از مواردی که متخصص در سطح مزرعه وجود ندارد، از این روش برای تشخیص بیماری ماهیان استفاده می‌شود (۴).

سیستم‌های خبره: از آنجا که بسیاری از بیماری‌ها دارای نشانه‌های مشابهی هستند، مقایسه‌ی تمام علائم بروز کرده در یک ماهی با علائم بیماری‌های شناخته شده، منجر به تشخیص بیماری می‌شود. این راه حل به افراد غیر متخصص کمک می‌کند تا بتوانند نوع بیماری مزرعه‌ی خود را تشخیص دهند. متأسفانه در حال حاضر تکنیک تشخیص نوع بیماری در اختیار متخصصین مختلف قرار دارد و افراد عادی اطلاعات کمی در این موضوع دارند. دانش افراد خبره در زمینه تشخیص بیماری‌ها گاهی با هم همپوشانی داشته و گاهی مکمل هم هستند. بنابراین تهیه یک سیستم متشکل از شبکه‌ای از اطلاعات کلیدی که بیماری‌های مختلف را از لحاظ علائم بررسی می‌کند بسیار مفید بوده و افراد عادی را نیز قادر می‌سازد تصمیم صحیح را در زمان کوتاه بگیرند (۵).

www.SID.ir

Archive of SID

ویژگی این سیستم‌ها این است که مجموعه‌ای جامع از سیستم‌های تشخیص دهنده و تصمیم‌گیر به صورت شبکه‌ای از اطلاعات مفید در قالب نرم‌افزارهای ساده در اختیار کاربران قرار داده می‌شود. در این سیستم‌ها سعی می‌شود تا از طریق سیستم‌های رایانه‌ای بر اساس اطلاعات و شواهد موجود و با تقلید از افراد خبره و متخصص در زمینه تشخیص بیماری ماهیان، تصمیماتی گرفته شود. در این سیستم‌ها یک سری دستورات در قالب جمله‌های منطقی "اگر- آنگاه" استفاده می‌شود تا تشخیص درست بیماری ممکن گردد. هرچند در هنگام توسعه و ایجاد سامانه‌های تصمیم‌یار، لازم است افراد متخصص وجود داشته باشند؛ اما پس از ساخت سیستم دیگر نیازی به افراد خبره نیست و این سیستم‌ها در اختیار پرورش دهندگان قرار می‌گیرد. در این سیستم‌ها کاربر به سؤالاتی ساده در مورد نشانه‌های بیماری جواب می‌دهد تا سیستم بتواند اطلاعات کافی را در تشخیص بیماری داشته باشد (۶).

سیستم‌های خودکار مبتنی بر تصویربرداری: در این سیستم‌ها، مشخصه‌های رنگی و مورفولوژیکی یک تصویر حاوی علائم بیماری مورد بررسی قرار می‌گیرد تا نوع بیماری تشخیص داده شود. از آنجا که در این روش دخالت انسانی وجود ندارد، با سرعت بیشتری تشخیص انجام می‌شود. به علاوه درجه‌ی بالای مکانیزاسیون در این روش بدون اینکه لازم باشد افراد به مزارع پرورش ماهی بروند، امکان نظارت گسترده را در یک سطح وسیع فراهم می‌آورد.

این موضوع نشان می‌دهد در صورتی که در سیستم‌های مبتنی بر تصویربرداری از تصاویر واقعی و موثق استفاده شود، این سیستم‌ها در مقایسه با دو سیستم دیگر کارایی بهتری دارند. اما مشکل بزرگ در این سیستم‌ها این است که دستیابی به چنین تصاویری جزء چالش‌های اساسی در پایگاه اطلاعات این سیستم‌ها محسوب می‌شود. اما با وجود این چالش، سیستم‌های تشخیص بر اساس این سیستم در حوزه‌های مختلف کشاورزی و دارویی استفاده می‌شود اما در حوزه‌ی ماهیان به دلیل عمق این مشکلات هنوز مطالعات عمیقی در تشخیص بیماری انجام نشده و از معدود مطالعات انجام شده می‌توان به مطالعه‌ی پارک و همکاران (۲۰۰۷) اشاره کرد که با استفاده از تصاویر میکروسکوپی عوامل بیماری‌زا را شناسایی کردند (۷).

برخی از مسائل تشخیص بیماری در حال حاضر با درجه‌ی بالایی مکانیزه شده‌اند. اما در مورد بیماری‌های موجود در ماهی برخی از مشکلات در ترکیب با سیستم‌های خبره برطرف شده است. بیشتر این سیستم‌ها معمولاً بر اساس کار با یک نمونه طراحی شده و محدود به دسته‌ای از بیماری‌ها می‌شود. این موضوع بخاطر دلایلی از قبیل وجود محدوده‌ی وسیعی از گونه‌ها، علائم غیر یکنواخت بیماری، مشکلات جمع‌آوری داده‌ها در سطح میدانی و این واقعیت که ماهی‌ها زیر آب زندگی می‌کنند، بوجود می‌آید. در هنگام استفاده از تکنیک‌های تصویربرداری بایستی به مشکلاتی از قبیل محدودیت دید، تغییرات روشنایی، تغییرات محیطی و زمانی، تغییرات فواصل و جهت‌گیری نسبی بین دوربین و اشیاء، حرکت و تراکم ماهیان و حتی عدم پایداری فیزیکی غلبه شود (۱).

سیستم‌های مبتنی بر طیف‌سنجی: با پیشرفت‌های اخیر در صنعت کشاورزی، مطالعاتی برای دستیابی به روشی خودکار و غیر مخرب برای تشخیص بیماری‌ها انجام شده است. بهترین حالت در تشخیص بیماری این است که ابزارهای تشخیص بیماری سریع بوده و نسبت به تشخیص بیماری در مراحل اولیه ظهور علائم بیماری حساس باشند (۸). روش‌های طیف‌سنجی، تکنیک‌های منحصربه‌فرد وارسی بیماری هستند که برای تشخیص بیماری یا تنش‌های ناشی از فاکتورهای مختلف در ماهیان می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین لازم است مطالعاتی به منظور توسعه و بهبود این روش‌ها برای استفاده از این ابزار در تشخیص آنی یک بیماری در مقیاس وسیع و میدانی صورت گیرد.

اساس کار در روش‌های طیف‌سنجی، امضای طیفی منحصربفرد برای هر علامت بیماری است. در حال حاضر فناوری‌های مختلف طیف‌سنجی و تصویربرداری برای تشخیص بیماری‌های دارای علائم و بدون علائم مورد مطالعه قرار گرفته است و می‌تواند به صورت بالقوه در تشخیص بیماری ماهیان نیز استفاده شود. برخی از این روش‌ها عبارتند از: تصویربرداری فلورسنس، تصویربرداری

www.SID.ir

Archive of SID

چندطیفی و فراطیفی، طیف‌سنجی مادون قرمز، طیف‌سنجی فلورسنس، طیف‌سنجی چندباندی مرئی و طیف‌سنجی رزونانس مغناطیسی هسته‌ای.

نتیجه‌گیری:

بر اساس مطالعات انجام شده هر سیستمی که برای تشخیص بیماری در ماهیان استفاده می‌شود صرف نظر از درجه‌ی مکانیزاسیون آن، می‌تواند یک سری اطلاعات تشخیصی را فراهم کند که منجر به پیشرفت در تشخیص مکانیزه‌ی بیماری‌ها خواهد شد. در حالت عملی در بهترین حالت از صحت اطلاعات ورودی به سیستم‌ها و اطمینان از موثق بودن آن‌ها باز هم درجه‌ی اطمینان در تشخیص بیماری به ۱۰۰٪ نخواهد رسید. اما خروجی این سیستم‌ها بایستی به عنوان تخمینی علمی و قابل تأمل در نظر گرفته شود. در واقع حتی تشخیص نهایی صورت گرفته بوسیله‌ی متخصصین حوزه‌ی بیماری‌شناسی در ماهیان، پس از آزمایش‌های بالینی دقیق و فشرده موثق خواهد بود اما با این حال نتایج حاصل از این سیستم‌ها به نوبه‌ی خود بسیار مفید خواهد بود، زیرا سیستم‌های تشخیص بیماری مکانیزه چنانچه به‌خوبی طراحی شده باشند، در بیشتر موارد تشخیص درستی دارند.

منابع:

1. *Barbedo, J.G.A. 2014. Computer-aided disease diagnosis in aquaculture: current state and perspectives for the future. Revista Innover, 1, 19-32.*
2. *Lopez, M.M., et al. 2003. Innovative tools for detection of plant pathogenic viruses and bacteria. International Microbiology 6, 233–243.*
3. *Yvon, M., Thébaud, G., Alary, R., Labonne, G., 2009. Specific detection and quantification of the phytopathogenic agent 'Candidatus Phytoplasma prunorum. Molecular and Cellular Probes 23 (5), 227–234.*
4. *Li, D. et al. 2006. Toward developing a tele-diagnosis system on fish disease. Artificial Intelligence in Theory and Practice, 217, 445–454.*
5. *Alagappan, M., Kumaran, M. 2013. Application of expert systems in fisheries sector – A review. Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences, 1, 19–30.*
6. *Nan, L. et al. 2009. Developing a knowledge-based early warning system for fish disease/health via water quality management. Expert Systems with Applications, 36, 3, 6500–6511.*
7. *Park, J.S., Oh, M.J., Han, S. 2007. Fish disease diagnosis system based on image processing of pathogens' microscopic images. Frontiers in the Convergence of Bioscience and Information Technologies, 1, 878–883.*
8. *Zion, B. 2012. The use of computer vision technologies in aquaculture – a review. Computers and Electronics in Agriculture, 80, 125–132.*

www.SID.ir