مروری بر کنترل و درمان جرب قرمز طیور (*Dermanyssus gallinae*)

امیر اصغری باغخیراتی، سید مصطفی پیغمبری*

۶۸

گروه بیماری‌های طیور، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران، ایران.

دریافت مقاله: ۲۶ تیر ۱۳۹۹، بازنگری: ۷ شهریور ۱۳۹۹، پذیرش نهایی: ۲۷ شهریور ۱۳۹۹

چکیده

جرب قرمز طیور، مهم‌ترین انگل خارجی خون‌خوار در گله‌های تخم‌گذار و مادر در بسیاری از کشورها است. آلودگی با این جرب اجباری، بسیار رایج بوده و بر اساس گزارشات اپیدمیولوژیک، ۸۳ درصد از مزارع اروپایی به آن آلوده هستند. همچنین، درمانیسوس گالینه به‌عنوان رایج‌ترین و مهم‌ترین آفت طیور در ایران توصیف شده است. آلودگی با جرب قرمز طیور، می‌تواند منجر به کاهش تولید تخم‌مرغ، استرس، سرکوب سیستم ایمنی، پرکنی، کانی‌بالیسم، آنمی و مرگ شود. به علاوه، اثبات شده است که این جرب، می‌تواند برخی از عوامل بیماری‌زا از جمله سالمونلا را منتقل کند. از این گذشته، آلودگی انسان به جرب درمانیسوس گالینه به صورت فزاینده‌ای از کشورهای مختلف از جمله ایران، گزارش شده است. اگرچه روش‌های گوناگونی برای کنترل این جرب در سالن‌های طیور گزارش شده، اما رویکرد اصلی، متکی بر استفاده از ترکیبات ضد کنه سنتتیک می‌باشد. اهداف این مطالعه‌ی مروری، بررسی جنبه‌های گوناگون آلودگی با جرب درمانیسوس گالینه، توصیف ترکیبات ضد کنه مختلف و ارزیابی اثرات هر کدام از ترکیبات ضد کنه بر روی این جرب می‌باشند.

کلمات کلیدی: *انگل خارجی، درمانیسوس گالینه، جرب قرمز، طیور، ترکیبات ضد کنه*

* پست الکترونیک نویسنده مسئول مکاتبه: mpeigham@ut.ac.ir

مقدمه

جرب قرمز طیور، درمانیسوس گالینه (*Dermanyssus gallinae*) (De Geer, 1778)، (مزواستیگماتا، درمانیسیده)، که به آن جرب ماکیان هم گفته می‌شود، رایج‌ترین و مهم‌ترین انگل خارجی خون‌خوار در گله‌های تخم‌گذار و مادر بسیاری از کشورها از جمله ایران است (۱، ۲). این جرب، یک انگل خون‌خوار اجباری و غیر دائمی است که معمولاً شبانگاه، برای زمان کوتاهی در حدود ۳۰ الی ۶۰ دقیقه، از پرنده تغذیه می‌کند و سایر اوقات، در درز و شکاف‌های سالن مرغداری مخفی می‌شود (۳، ۴). درمانیسوس گالینه، دارای چرخه‌ی زندگی کوتاهی است و تکامل کامل آن از مرحله تخم تا بلوغ، معمولاً در طی ۲ هفته رخ می‌دهد، البته ممکن است این اتفاق در نصف این مدت زمان نیز صورت گیرد. به عبارت دیگر، اگر شرایط مطلوبی برای رشد و تکثیر درمانیسوس گالینه فراهم گردد، جمعیت آن می‌تواند هر هفته در سالن‌های مرغداری دو برابر شود (۵، ۶، ۷). تراکم این جرب می‌تواند در سیستم قفس، به ۵۰ هزار جرب و در موارد شدیدی آلودگی، حتی به ۵۰۰ هزار جرب (به ازای هر پرنده) نیز برسد (۸). گذشته از رشد و تکثیر سریع، درمانیسوس گالینه دارای مقاومت بالایی است. این جرب می‌تواند به مدت ۹ ماه بدون صرف خون، زنده مانده و رطوبت نسبی ۷۰ الی ۹۰ درصد و دمای ۳۷-۱۰ °C را به خوبی تحمل کند. جالب توجه است که جرب مذکور، حتی قادر است در دمای ۲۰°C- نیز زنده بماند (۹). آلودگی با این جرب، باعث وارد آمدن استرس، بر هم خوردن الگوی خواب پرنده، افزایش رفتارهای تهاجمی، پرکنی و حتی کانی‌بالیسم می‌شود. علاوه بر این، افزایش ضریب تبدیل غذایی، وجود لکه خون بر روی تخم‌مرغ، کاهش کیفیت آن و کاهش در میزان تولید تخم‌مرغ از جمله اثرات این انگل است (۱۰، ۱۱). این جرب، می‌تواند هم به صورت ناقل بیولوژیک و هم ناقل مکانیکی عمل کرده و عوامل بیماری‌زایی از قبیل پارامیکسوویروس، ویروس‌های انسفالومیلیت شرقی، غربی و ونزوئلایی اسبی، ویروس انفلوانزای پرندگان، اسپیروکت، اشریشیا کلای، اریزیپلوتریکس، پاستورلا مولتوسیدا، سالمونلا گالیناروم و سالمونلا اینتریتیدیس را منتقل کند. اگرچه که موارد انتقال بیماری‌های انسانی از طریق جرب پرندگان، نادر است، اما باید در نظر داشت که این جرب می‌تواند به صورت یک ناقل بالقوه برای انتقال عوامل بیماری‌زا به انسان عمل کند (۱۰، ۱۲، ۱۳). اولین علامت بالینی در حیوانات آلوده به این جرب، آنمی تحت حاد در اثر گزش‌های مکرر است. یک مرغ تخم‌گذار می‌تواند هر شب ۳ درصد از حجم خون خود را در اثر آلودگی با این جرب از دست بدهد (۱۴). در موارد شدید آلودگی، ممکن است کم‌خونی موجب مرگ پرنده شود. جالب توجه است که در برخی از گزارشات، به افزایش ده برابری در میزان مرگ و میر پرندگان اشاره کرده‌اند (۱۵). یکی دیگر از مسائل مهم در آلودگی با این جرب، وارد آمدن استرس به پرنده است. طبق مطالعه‌ی Kowalski و Sokol(۲۰۰۹)، آلودگی با این جرب سبب افزایش سطح کورتیکوسترون و آدرنالین و کاهش سطح بتا و گاما گلوبولین‌ها در ماکیان آلوده گردید، که این امر نشان دهنده‌ی استرس و سرکوب سیستم ایمنی در آنان است (۱۶). این جرب، یکی از مشکلات اصلی در صنعت طیور تخم‌گذار و مادر به حساب می‌آید و به علت کوتاه بودن دوره پرورش طیور گوشتی، از اهمیت کمتری در آنان برخوردار است. علاوه بر این، محل‌های اختفای جرب مذکور در سیستم تولیدی مرغان تخم‌گذار، بیشتر از مرغان گوشتی است (۱). از لحاظ اقتصادی، آلودگی با جرب درمانیسوس گالینه، یک تهدید مهم برای مرغان تخم‌گذار در بسیاری از کشورهای جهان به

حساب می‌آید. در مورد ایالات متحده آمریکا، اگرچه که بیشتر درگیری‌ها با اورنیتونیسوس سیلویاروم بوده است، اما اخیراً، آلودگی با جرب قرمز طیور در آمریکای شمالی نیز گزارش شده است (۱۷). طبق بررسی صورت گرفته توسط Van Emous در سال ۲۰۰۵، تخمین زده شده است که هزینه‌های اقتصادی مرتبط با کنترل جرب درمانیسوس گالینه و خسارات اقتصادی ناشی از آن در صنعت تخم‌مرغ اتحادیه‌ی اروپا برابر با ۱۳۰ میلیون یورو در سال (برابر با ۰/۴۳ یورو به ازای هر مرغ) بوده است (۱۴). در سال ۲۰۱۷، ایشان تخمین زده‌اند که میزان کل هزینه‌های مربوط به آلودگی با جرب قرمز طیور در هلند، برابر با ۰/۶ یورو به ازای هر مرغ در سال است. این امر نشان می‌دهد که میزان خسارات اقتصادی ناشی از این جرب از سال ۲۰۰۵ تا سال ۲۰۱۷ در حدود ۴۰ درصد افزایش یافته است. در مجموع، ضررهای اقتصادی حاصل از جرب‌ها در اروپا در حدود ۲۳۱ میلیون یورو در سال تخمین زده شده است (۱۸).

شیوع آلودگی با جرب درمانیسوس گالینه در کشورهای مختلف

جرب قرمز طیور، دارای گسترش جهانی بوده و درصد بالایی از پرندگان در کشورهای سوئد (۶)، فرانسه (۱)، دانمارک، صربستان، مونته نگرو، هلند و ژاپن (۱۹) به این جرب آلوده‌اند. طی مطالعه‌ی گسترده‌ای که در زمینه‌ی آلودگی با انگل‌های خارجی در نمونه‌های به دست آمده از مزارع تخم‌گذار تجاری و مادر در ۱۱ استان چین صورت گرفت، مشخص شد که ۸۸/۴ درصد از مزارع، دارای آلودگی با حداقل یک انگل خارجی هستند. در این میان، جرب درمانیسوس گالینه رایج‌ترین انگل خارجی در مزارع تخم‌گذار تجاری (۶۴/۱ درصد) بود (۲۰). در انگلستان، ۶۰ درصد از مرغداران، آلودگی با جرب قرمز را یک مساله‌ی بسیار مهم اقتصادی می‌دانستند و تنها ۷ درصد از آنان، ادعا داشتند که هرگز مشکلی با جرب قرمز نداشته‌اند (۲۱). طی مطالعه‌ی دیگری در شمال انگلستان، مشخص شد که جرب قرمز طیور در ۸۷/۵ درصد از واحدهای تخم‌گذار حضور داشته و رایج‌ترین روش کنترلی مورد استفاده توسط مرغداران، بهره بردن از مواد ترکیبات ضد کنه در حین حضور پرنده در سالن است (۲۲). بررسی صورت گرفته در کشور لهستان، نشان داد که جرب درمانیسوس گالینه در تمامی مزارع تخم‌گذار مورد بررسی (آلودگی ۱۰۰ درصد) حضور دارد. همچنین، مهم‌ترین مشکل مرتبط با جرب مذکور در این مطالعه، کاهش ۲ الی ۱۵ درصدی در تولید تخم‌مرغ و افزایش مرگ و میر عنوان شد (۲۳). در واقع، بررسی‌های اخیر نشان دهنده‌ی شیوع بسیار بالای جرب درمانیسوس گالینه و شیوع فزاینده‌ی آن در اروپا هستند، بدین صورت که میانگین آلودگی با این جرب در مزارع اروپایی برابر با ۸۳ درصد است و میانگین آلودگی با آن در هلند، آلمان و بلژیک به ۹۴ درصد می‌رسد (۲۴). در رابطه با وضعیت جرب درمانیسوس گالینه در ایران، باید گفت که طی بررسی صورت گرفته در مورد آلودگی‌های انگلی ماکیان آزادچر استان گلستان، میزان آلودگی با این جرب در آنان برابر با ۲۰ درصد گزارش شد (۲۵). در بررسی اپیدمیولوژیک صورت گرفته در خصوص آلودگی گله‌های مرغان تخم‌گذار شهرستان مشهد، مشخص شد که ۴۵/۸۳ درصد از مزارع نمونه‌برداری شده، آلوده به جرب قرمز طیور بودند (۲۶). در سال ۲۰۰۹، Rahbari و همکاران، به بررسی حضور جرب‌های خون‌خوار در ۸ مزرعه تخم‌گذار و ۴ مزرعه مادر، در ۷ استان ایران (گیلان، مازندران، زنجان، قزوین، مرکزی، قم و تهران) پرداخته و ضمن ارائه‌ی اولین گزارش از اورنیتونیسوس بورسا (*Ornithonyssus bursa*) در ایران، عنوان داشتند

که درمانیسوس گالینه، شایع‌ترین و مهم‌ترین آفت طیور در ایران است (۲).

اهمیت جرب درمانیسوس گالینه در انسان و حیوانات

درمانیسوس گالینه می‌تواند بیش از ۳۰ گونه از پرندگان وحشی را آلوده کرده و اگرچه که به عنوان یک انگل پرندگان شناخته شده است، اما گزارشات فزاینده‌ای از حمله‌ی آن به میزبانان غیر پرنده وجود دارد (۲۷). طبق گزارشات، این جرب توانسته است از سایر حیوانات از جمله سگ و گربه نیز تغذیه کرده و سبب درماتیت در یک اسب شود (۲۸-۳۰). این جرب از موش‌های مرغداری در ایران جدا شده و برخی از جوندگان به این جرب آلوده شده‌اند (۳۱). در واقع، جرب مذکور، علاوه بر آنکه یک انگل پرندگان است، همچنین می‌تواند از سایر حیوانات نیز تغذیه کند و اگرچه که موارد گزارش شده از آلودگی پستانداران به این جرب، نسبتاً نادر است، اما با توجه به انعطاف پذیری ژنتیکی این گونه و شواهد حضور دائمی آن در برخی از میزبانان غیر پرنده، پتانسیل آن برای افزایش دامنه‌ی میزبانی‌اش، ممکن است وجود داشته باشد (۱۲). گذشته از حیوانات، آلودگی انسان با جرب قرمز طیور، می‌تواند منجر به ایجاد جراحات پوستی، اریتماتوز و جوش‌های پاپولار شود که معمولاً همراه با خارش هستند. امروزه موارد متعددی در خصوص آلودگی انسان به جرب درمانیسوس گالینه از سرتاسر دنیا از جمله آلمان، انگلستان، لهستان، سوئیس، ایتالیا، صربستان، اسپانیا، فرانسه، جمهوری چک، هلند، اتریش (۳۲) و ترکیه (۳۳) گزارش شده‌اند. اولین بار Abdigoudarzi و همکاران (۲۰۱۴) آلودگی انسان به جرب درمانیسوس گالینه را در ایران گزارش کردند. طبق گزارش آنان، سه نفر از اعضای یک خانواده دچار خارش شدید در بدن خود، به خصوص در ناحیه دست‌ها، ساعد، پشت گردن و قفسه سینه شده بودند و در معاینه‌ی فیزیکی آنان، یافته‌هایی از درماتیت خارشی (pruritus dermatitis) و بثورات ماکولوپاپولار اریتماتوز دیده شد (۳۴). باید گفت که پزشکان، معمولاً با درماتیت ایجاد شده به وسیله‌ی انگل‌های خارجی زئونوز، نا آشنا هستند و از آنجایی که تشخیص آلودگی با این جرب دشوار است، بسیاری از موارد به درستی تشخیص داده نشده و یا گزارش نمی‌شوند. بنابراین، به نظر می‌رسد که میزان واقعی بروز جراحات پوستی حاصل از این جرب، که به آن گامازوایدوزیس (Gamasoidosis) گفته می‌شود، بالاتر از آن چیزی باشد که هم اکنون فرض می‌شود (۳۲). به عنوان مثال پیرمردی در ترکیه دچار خارش شده بود که پزشکان در ابتدا آن را خارش پیری (senile pruritus) تشخیص داده و از آنتی‌هیستامین و کورتیکواستروئید موضعی برای درمان استفاده کردند، اما پس از انجام بررسی بیشتر مشخص گردید که فرد مورد نظر آلوده به جرب درمانیسوس گالینه است و از شامپوی پرمترین ۱ درصد برای درمان استفاده شد (۳۳). از سوی دیگر، به علت نقش احتمالی درمانیسوس گالینه به عنوان یک ناقل و یا مخزن برای عوامل بیماری‌زای زئونوز، تشخیص اشتباه آلودگی با آن می‌تواند نگران کننده باشد. در حقیقت درمانیسوس گالینه به یک نگرانی در حال افزایش برای سلامت انسانی بدل شده است و بایستی به عنوان یک خطر شغلی برای کارگران مرغداری تلقی شود (۱۲، ۳۲، ۳۵).

مبارزه با جرب درمانیسوس گالینه

تاکنون مطالعات بسیاری در زمینه کنترل جرب درمانیسوس گالینه از طریق مختلف به انجام رسیده است. از میان آنان می‌توان به کنترل زیستی (به عنوان مثال با بهره‌گیری از *Bacillus thuringiensis*)، استفاده از محصولات گیاهی همچون سیر یا درخت چریش (Neem) اشاره کرد، که برخی از آنان اثرات امیدوار کننده‌ای از خود

نشـان داده‌انـد. بـه عنـوان مثـال، در بررسـی درون‌تـن عصـاره سـیر در مزرعـه مرغـان تخم‌گـذار، اثـر بخشـی مطلـوبی مشـاهده شـده اسـت (۳۶). همچنـین، مشـخص شـده اسـت کـه اثربخشـی عصـاره دانـه‌ی چـریش، قابـل قیـاس و حتـی بـالاتر از فوکسـیم بـوده اسـت (۳۷). همچنـین مطالعـات مختلفـی در خصـوص سـاخت واکسن، اسـتفاده از دشـمنان طبیعـی ایـن جـرب و مـواد بـی اثـر (از قبیـل کـائولین و سـیلیکا) صـورت گرفتـه اسـت. برخـی از مـرغداران نیـز از گازوئیـل بـرای رفـع آلـودگی بـا جـرب مـذکور اسـتفاده می‌کننـد، امـا بایـد اذعان داشـت کـه کنتـرل جـرب قرمـز طیـور، اصـولاً بـر پایـه‌ی اسـتفاده از ترکیبـات ضـد کنـه اسـت. بـه همـین علت، در ادامه بـه معرفـی ترکیبـات ضـد کنـه مختلـف و بررسی اثرات آنـان بـر روی جـرب قرمـز طیـور، پرداختـه می‌شود.

ترکیبـات ارگـانوکلره: سـموم ارگـانوکلره در سـال ۱۹۴۶ معرفـی شـدند و اولـین ترکیبـات ضـد کنـه‌های سـنتتیک تجـاری در دسـترس بودنـد. بنـزن هگزاکلرایـد (BHC) و دی‌کلـرو دی‌فنیـل تری‌کلرواتـان (DDT) اولـین ارکانوکلره‌هـایی بودنـد کـه بـه عنـوان ترکیبـات ضـد کنـه اسـتفاده شـدند. از ایـن ترکیبـات می‌تـوان بـه آلـدرین، دیلـدرین، هپتـاکلر، هپتـاکلر اپوکسـید، توکسـافن و غیـره نیـز اشـاره کـرد. ترکیبـات ارگـانوکلره بـه جایگـاه پیکروتوکسـینین در کمـپلکس یونوفـوره‌ی کلرایـد گامـا آمینـو بوتیریـک اسـید (GABA) متصـل شده و باعـث مهـار ورود کلـر بـه داخـل عصـب می‌شـوند که ایـن قضـیه منجـر بـه مـرگ ارگانیسـم می‌شـود (۳۸، ۳۹). ترکیبـات ارگـانوکلره، دارای انحـلال پـایین در آب و حلالیـت بـالا در چربـی می‌باشـند. ایـن ترکیبـات می‌تواننـد در بافت‌هـا تجمـع یافتـه و از طریـق خـوردن شـیر، گوشـت و تخم‌مـرغ بـه بـدن انسـان راه یابنـد. از سـوی دیگـر، گزارشـات متعـددی در خصـوص سـمیت پایـدار و اثـرات نـامطلوب آنـان، بـه خصـوص DDT بـر سـلامت انسـان وجـود دارد، کـه از میـان آنـان می‌تـوان بـه بـروز انـواع سـرطان‌ها از جملـه سـرطان پسـتان، سـرطان پـانکراس، لنفومـا، اثـرات نـامطلوب بـر سیسـتم تولیـد مثلـی، اثـرات نورولوژیـک، سـرکوب سیسـتم ایمنـی و ... اشـاره کـرد (۴۰، ۴۱). در گذشـته، نگرانـی کمـی در خصـوص اثـرات آفت‌کش‌هـا وجـود داشـت و از سـموم ارگـانوکلره بـه صـورت گسـترده‌ای اسـتفاده می‌شـد، تـا آنکـه ریچـل کارسـون در سـال ۱۹۶۲ کتـاب بهـار خـاموش (Silent Spring) را منتشـر کـرد و بسـیاری از مشـکلات را آشـکار سـاخت. در نهایـت، از اواخـر دهـه ۱۹۷۰ اسـتفاده از ایـن ترکیبـات در اکثـر کشـورهای صـنعتی، متوقـف شـد (۴۲). علی‌ای‌حـال، باقیمانـده‌ی ایـن ترکیبـات در نمونـه‌های گوشـت طیـور در چـین دیـده شـده‌اند (۴۳). همچنـین طـی مطالعـه‌ای در اردن، بـا اسـتفاده از روش کروماتوگرافی گـازی، بـه بررسـی باقیمانـده‌ی آفت‌کش‌هـای ارگـانوکلره در ۱۳۴ نمونـه تخم‌مـرغ و ۱۱۵ نمونـه گوشـت ماکیـان پرداختـه شـد و نتـایج نشـان داد کـه ۲۸درصـد از تخم‌مرغ‌هـا و ۲۰درصـد از گوشـت ماکیـان، آلـوده بـه باقیمانـده‌های ارگـانوکلره هسـتند (۳۹). مطالعـات انـدکی در خصـوص اثرات ایـن ترکیبـات بـر روی جـرب درمانیسـوس گالینـه صـورت گرفتـه اسـت، و برخـی از آنـان، از جملـه مطالعـه‌ی صـورت گرفتـه در چـک اسـلواکی سـابق، بـه سـطوح بـالایی از مقاومـت جـرب درمانیسـوس گالینـه، نسبت به DDT اشاره کرده‌اند (۴۴).

ترکیبـات ارگانوفسـفاته: دسـته دیگـری از آفت‌کش‌هـای محبـوب، ترکیبـات ارگانوفسـفاته هسـتند که از آنـان بـه صـورت گسـترده‌ای اسـتفاده می‌شـود. در چـین، ۳۹/۸ درصـد از واحـدهای تخم‌گـذار تجـاری و ۲۸/۶ درصـد از واحـدهای مـادر، از ترکیبـات ارگانوفسـفاته بـه تنهـایی و یـا همـراه بـا آورمکتین‌هـا اسـتفاده می‌کننـد (۲۰). در ایـن دسـته، می‌تـوان بـه متریفونـات (تـری کلوروفـون)، دیـازینون، کلورپیریفـوس، دی‌کلـوروس، مـالاتیون، فنیتروتیـون و فوکسـیم اشـاره کـرد. ایـن ترکیبـات، باعـث مهـار

استیل‌کولین‌استراز می‌شوند. این آنزیم، یک آنزیم هیدرولیتیک است که برای هیدرولیز استیل‌کولین و خاتمه دادن به پیام عصبی در محل سیناپس لازم می‌باشد. در نتیجه، مهار آن، باعث ترشح پیوسته‌ی پیام عصبی و متعاقباً دیگری بیش از حد گیرنده نورون پس‌سیناپسی با استیل کولین، فلجی و مرگ جرب می‌شود (۴۵، ۴۶). در سه دهه‌ی گذشته، آفت‌کش‌های ارگانوفسفاته جزء رایج‌ترین ترکیبات، با اثر بخشی نسبتاً مطلوب برای کنترل آفات بوده‌اند. به عنوان مثال طی مطالعه‌ای در فرانسه، هیچ‌گونه مقاومتی در جمعیت جرب‌های قرمز طیور نسبت به دی‌کلوروس دیده نشد (۴۷). علی‌ای‌حال، آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده آمریکا در اوایل دهه ۲۰۰۰، شروع به توقف تدریجی استفاده مسکونی از دو ترکیب ارگانوفسفاته اولیه، دیازینون و کلورپریفوس، کرد که این تصمیم به خاطر پتانسیل آنان برای ایجاد سمیت در انسان بود (۴۲). باید گفت که مقاومت نسبت به ترکیبات ارگانوفسفاته از سال‌های گذشته دیده شده است (۴۴).

Nordenfors و Hoeglund (۲۰۰۰)، گله‌ی تخم‌گذار را با محلول ۰/۱۵ درصد متریفونات به شکل اسپری مورد درمان قرار دادند. پس از دوبار اسپری کردن، تنها یک کاهش اولیه در تعداد جرب‌های به دام افتاده در تله‌ها مشاهده شد، اما طی ۲ ماه پس از آن، تعداد جرب‌ها مجدداً افزایش یافت و حتی مقدار آن، از تعداد جرب‌های پیش از درمان نیز بیشتر شد (۴۸). متریفونات، که برای استفاده به صورت اسپری برای مرغان تخم‌گذار در اروپا به ثبت رسیده بود، دارای باقیمانده زیادی در تخم مرغ و گوشت بود و سرانجام در سال ۲۰۰۲ از بازارهای مصرف خارج شد. در بررسی دیگری، اکثر مرغداران انگلیسی اظهار داشتند که از فنیتروتیون استفاده کرده‌اند. اما از آن‌جایی که استفاده از آن ممنوع شده بود، Fiddes و همکاران(۲۰۰۵)، در مطالعه خود، از مالاتیون به جای آن در تست استفاده کردند و مشخص شد که اگرچه کمتر از ۵۰ درصد از مدیران مزارع، به مقاومت نسبت به فنیتروتیون در مزرعه خود اشاره کرده بودند. اما در آزمون‌های برون‌تن، مقاومت نسبت به مالاتیون (یک ارگانوفسفاته‌ی مشابه آن) در تمامی مزارع مورد بررسی، وجود داشت (۲۱).

یکی از محصولات بسیار مؤثر ارگانوفسفاته در سال‌های اخیر، فوکسیم بوده است. دوره منع مصرف تخم‌مرغ آن برابر با صفر روز و دوره منع مصرف گوشت در آن برابر با ۲۵ روز است. Meyer-Kuhling و همکاران (۲۰۰۷) سالن مرغداری تخم‌گذار را دوبار با محلول ۲۰۰۰ ppm فوکسیم، اسپری نمودند و با بهره‌گیری از فرمول اصلاح شده‌ی ابوت (Abbott's formula)، به بررسی میزان اثربخشی آن در کنترل جرب درمانیسوس گالینه پرداختند. اثربخشی این محصول پس از اسپری دوم، تا انتهای آزمایش، بیش از ۹۹ درصد بود. از سوی دیگر، هیچ‌گونه عارضه جانبی در استفاده از این محصول دیده نشد. مطالعه‌ی ایشان، نشان دهنده‌ی اثربخشی مطلوب فوکسیم در زمان انجام مطالعه است (۴۶).

اما، اخیرا طی مطالعه‌ی صورت گرفته بر روی ۱۱ جدایه‌ی به‌دست آمده از مزارع تخم‌گذار و مادر در فرانسه، اسپانیا و آلمان؛ مشخص شد که LC90 شش جدایه، در مورد فوکسیم، بیش از غلظت‌های توصیه شده برای مصارف تجاری است. این نتایج نشان می‌دهند که حساسیت جدایه‌های فیلدی نسبت به فوکسیم در حال کاهش است (۴۹). در بررسی انجام شده بر روی حساسیت جرب‌های جدا شده در ایتالیا از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۵، مشخص شد که فوکسیم (با میانگین اثربخشی ۸۰/۳۵ درصد) و آمیتراز، مؤثرترین ترکیبات ضد کنه بودند. فوکسیم توانست اثربخشی بالای خود را تا سال ۲۰۱۵ حفظ کند. بدین صورت که در سال ۲۰۱۴، هیچ جمعیت

نسبتاً مقاوم یا مقاومی نسبت به آن وجود نداشت، اما در سال ۲۰۱۵، میزان اثربخشی آن به شکل قابل توجهی افت کرد و تنها ۴۰ درصد از جمعیت جرب‌های تست شده، نسبت به این ترکیبات ضد کنه، حساس یا کاملاً حساس بودند. از سوی دیگر، در سال ۲۰۱۵، با دو برابر و یا چهار برابر کردن غلظت فوکسیم، هیچ‌گونه بهبود معنی‌داری در میزان اثربخشی آن دیده نشد (۵۰). این امر، به صورت واضحی نشان دهنده‌ی بروز سریع مقاومت است. امروزه عدم حساسیت استیل‌کولین‌استراز، به‌عنوان یکی از مکانیسم‌های اصلی برای مقاومت در برابر ترکیبات ارگانوفسفاته در نظر گرفته شده است (۳۸).

پایرتروئیدها: پایرتروئیدها، یک دسته بزرگ از ترکیبات نوروتوکسیک بوده و آنالوگ‌های سنتتیک یکسری استرهای اسید کریسانتمیک (پایرترین I) و اسید پایرتریک (پایرترین II) هستند که در اصل، در گل‌های *Chrysanthemum cinerafolis* یافت می‌شوند. به عبارت دیگر، پایرترین‌ها، ترکیبات طبیعی به دست آمده از اعضای خانواده گل داوودی هستند و پایرتروئیدها، فرم‌های سنتتیک این ترکیبات‌اند که به منظور افزایش پایداری آنان تولید شده‌اند (۳۸، ۵۱). مدت‌ها پیش در چین باستان، از گل‌های خشک شده‌ی این گیاه، به عنوان یک حشره‌کش استفاده شده و این ترکیب در قرون وسطی در ایران یافت می‌شد. در حدود ۲۰۰ سال پیش، محصولی در اروپا (از طریق تجّار ارمنی) به‌عنوان پودر پارسی شناخته می‌شد که از گل‌های خشک شده‌ی *Chrysanthemum roseum* به دست آمده بود. تولید تجاری پایرترین‌ها از اواسط قرن ۱۹ ام میلادی آغاز گردید و ترکیبات اصلی آنان، پایرترین I و II بودند. علی‌ای‌حال، به علت پایداری کم آنان در هوا و نور و هزینه‌های تولیدشان، استفاده عمومی از آنان محدود شد (۵۱). اما ترکیبات پایدار در برابر نور، با قابلیت حشره کشی بالا و مسمومیت اندک برای پستانداران تولید شدند که اولین ترکیب از این دسته، پرمترین بود. پرمترین در سال ۱۹۷۳ سنتز شد و در ۱۹۷۷ وارد بازار شد. در همان سال‌ها، دلتامترین و سایپرمترین نیز تولید شدند و دارای اثرات فوق‌العاده بالایی بر علیه آفات بودند. به گونه‌ای که دلتامترین فعال‌ترین حشره‌کش شناخته شده در آن زمان به حساب می‌آمد. پایرتروئیدهایی از جمله بایفنترین، سیفلوترین و لامبدا سایهالوترین، در دهه ۱۹۸۰ در دسترس قرار گرفتند (۴۲، ۵۱).

پایرتروئیدها، اساساً به عنوان نوروتوکسین عمل کرده و با اثر بر روی کانال‌های سدیمی حساس به ولتاژ، سبب فلجی و مرگ جرب می‌شوند (۴۲). از پایرتروئیدها به صورت گسترده در سرتاسر جهان استفاده شده و هنوز هم استفاده می‌شود. به‌عنوان مثال در چین، ۴۱/۲ درصد از واحدهای تخم‌گذار تجاری و ۳۵/۷ درصد از واحدهای مادر، از پایرتروئیدها به تنهایی و یا در ترکیب با آورمکتین‌ها استفاده می‌کنند (۲۰). امروزه موارد فزاینده‌ای از مقاومت درمانیسوس گالینه نسبت به این دسته از ترکیبات ضد کنه گزارش شده است. در فرانسه، اولین گزارش مربوط به Beugnet و همکارانش (۱۹۹۷) است، که با تحقیق بر روی ۵ مزرعه طیور، متوجه شدند که تمامی جمعیت‌های درمانیسوس گالینه‌ی این مزارع، نسبت به پرمترین مقاوم هستند. به گونه‌ای که غلظت پرمترین مورد نیاز برای کشتن ۵۰ درصد از جرب‌های موجود در این مزارع، ۸ تا ۴۰ برابر غلظت مورد نیاز برای مزرعه کنترل منفی بود. به عبارتی، مصرف بی رویه و مداوم از پایرتروئیدها توسط برخی مرغداران، سبب وارد آوردن فشار انتخابی شدید و متعاقباً شکل‌گیری جمعیت‌های مقاوم شده بود (۴۷). در ایتالیا نیز، با جداسازی جمعیت جرب قرمز از مزارع طیور

تخم‌گذار و بررسی حساسیت آنان (با استفاده از کاغذ صافی آغشته به ترکیبات ضد کنه)، مشخص شد که در ۴۲ درصد از مزارع مورد بررسی، جمعیت جرب‌های قرمز حتی نسبت به غلظت‌های بالای پرمترین مقاوم شده‌اند (۵۲). همچنین طی بررسی ۸ ساله‌ای که بر روی حساسیت جرب‌های قرمز جدا شده از ۸۶ مزرعه در ایتالیا صورت گرفت، لامبدا سایهالوترین دارای کمترین اثربخشی (در مقایسه با فوکسیم و آمیتراز) بود. ۸۳/۳۳ درصد از جرب‌های تست شده در سال ۲۰۱۲، دارای مقاومت نسبی تا زیادی نسبت به لامبدا سایهالوترین بودند و میانگین اثربخشی این ترکیبات ضد کنه در طی دوره ۸ ساله، تنها برابر با ۵۸/۳۳ درصد بود (۵۰). در انگلستان، مرغداران مقاومت نسبت به پایرتروئیدها را بسیار رایج دانسته و با انجام آزمون برون‌تن، مشخص شد که مقاومت نسبت به سایپرمترین در تمامی مزارع مورد مطالعه، وجود دارد (۲۱). در ایران، با بررسی میزان حساسیت جرب‌های درمانیسوس گالینه جدا شده از مزارع تخم‌گذار در شهرهای مختلف آذربایجان غربی و شرقی، مشخص شد که سایپرمترین با متوسط اثر ۳۶/۳۸ درصد ضعیف‌ترین عملکرد را در بین سموم آزمایش شده دارد و مرغداری‌های واقع در اطراف شهرهای مراغه و بناب، بیشترین میزان تحمل در مقابل این سم را از خود نشان دادند (۵۳). در مطالعه‌ی دیگری، حداد زاده و همکاران (۱۳۸۰) پس از سم‌پاشی دلتامترین در یک واحد مرغداری تخم‌گذار آلوده به درمانیسوس گالینه، مشاهده نمودند که دلتامترین نتوانست آلودگی را کنترل کند؛ و اگرچه سم‌پاشی سبب کاهش نسبی تعداد جرب در سالن شد، اما این کاهش در مقایسه با میزان آلودگی قبل از سم‌پاشی از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (۵۴). مثال‌های زده شده در این بخش، نشان دهنده‌ی گستردگی مقاومت جرب‌های قرمز طیور، چه در کشورهای خارجه و چه در ایران، نسبت به پایرتروئیدها می‌باشند.

لاکتون‌های ماکروسیکلیک: آورمکتین‌ها، لاکتون‌های ماکروسیکلیکی هستند که از یک اکتینومیست به نام استرپتومایسس آورمایتیلیس (*Streptomyces avermitilis*) به دست آمده‌اند. ایجاد آورمکتین‌ها برمی‌گردد به جداسازی یک باکتری خاکزی جدید در آزمایشگاه‌های انستیتو کیتاساتو. در سال ۱۹۷۵، مشخص شد که این باکتری جدید، می‌تواند یک ماده ضد کرم قوی تولید کند، که این ماده شناسایی شده و در نهایت منجر به ساخت داروی ضد انگل شد (۵۵). دکتر ویلیام کمپبل و ساتوشی آمورا به خاطر اکتشافاتشان در این خصوص، در سال ۲۰۱۵ به صورت مشترک برنده جایزه نوبل فیزیولوژی و پزشکی شدند.

اولین لاکتون‌های ماکروسیکلیک به‌دست آمده برای کنترل انگل‌ها، آورمکتین (۸ مولکول مرتبط به هم، از جمله آبامکتین) و آیورمکتین بودند (۵۵). لاکتون‌های ماکروسیکلیک به طور کلی شامل دو نوع ترکیبات هستند: آورمکتین‌ها (شامل: آبامکتین، آیورمکتین، دورامکتین، اپرینومکتین، سلامکتین) و میلبمایسین‌ها (شامل موکسی‌دکتین، میلبمایسین و اوکسیم) که داروهای ضد انگل وسیع‌الطیفی هستند، و از آنان به صورت گسترده چه در مورد حیوانات خانگی و چه انسان به منظور کنترل انگل‌های داخلی و خارجی استفاده شده است (۵۶). آیورمکتین به‌عنوان یک آگونیست گابا عمل می‌کند. به عبارت روشن‌تر، انتقال دهنده‌ی عصبی گابا (برخلاف استیل کولین) از طریق مهار سیگنال‌های تحریکی، عمل کرده و این خاصیت مهاری، با استفاده از آیورمکتین و آبامکتین بیشتر می‌شود؛ زیرا این داروها باعث تحریک آزاد سازی گابا از نورون پیش‌سیناپسی شده و اتصال آن به گیرنده‌های پس‌سیناپسی گابا را افزایش می‌دهند.

این موضوع، از طریق افزایش جریان یون‌های کلراید، باعث القای هایپرپولاریزاسیون در غشای نورون پس‌سیناپسی شده و بر قابلیت پیام‌رسانی نورون اثر می‌گذارد (۴۵). همچنین مشخص شده است که این ترکیبات، از طریق اتصال به یک تحت واحد از گیرنده گلوتامات، باعث ایجاد فلجی شلی در انگل می‌شوند (۵۵). طبق بررسی‌ها در چین، ۶۳/۲ درصد از مزارع مرغ مادر و ۴/۹ درصد از مزارع تخم‌گذار تجاری، از آورمکتین‌ها (آیورمکتین یا آبامکتین) به تنهایی و یا در ترکیب با سایر ترکیبات ضد کنه، استفاده می‌کردند (۲۰). اکثر آنان، آبامکتین و یا آیورمکتین را به صورت پیوسته به مدت ۷ روز (به میزان ppm ۲-۱) به غذای پرنده اضافه می‌نمودند. این در حالی است که حتی تزریق داخل شکمی آیورمکتین در دوز mg/kg ۰/۶، برای کنترل جرب درمانیسوس گالینه ناکافی است و این دارو تنها در دوزهای بالا (بین mg/kg ۵/۴ -۱/۸) بر جرب درمانیسوس گالینه مؤثر است. گذشته از این، دوزهای مؤثر آیورمکتین، بسیار نزدیک به دوزهای توکسیک آن هستند (۵۷، ۵۸). اکثر افراد باور داشتند که چون آورمکتین‌ها دارای قدرت بالایی بر علیه انگل‌های خارجی در سایر حیوانات هستند، پس باید دارای قدرت بالایی برای از بین بردن جرب‌های طیور نیز باشند. باید در نظر داشت که استفاده‌ی غیر قانونی مرغداران از آورمکتین‌ها در پرندگان، می‌تواند باعث بروز مشکلات جدی از قبیل وجود باقیمانده دارویی و حتی مسمومیت شود (۲۰).

xu و همکاران (۲۰۱۹) سه عدد از لاکتون‌های ماکروسیکلیک به نام‌های اپرینومکتین، موکسی‌دکتین و آیورمکتین را به صورت خوراکی (با دوز mg/kg ۵) به جوجه‌ها تجویز کرده و به بررسی اثر این ترکیبات ضد کنه پرداختند. میزان اثربخشی در مورد موکسی‌دکتین برابر با ۴۵/۶۰ درصد، در مورد آیورمکتین برابر با ۷۱/۳۲ درصد و در مورد اپرینومکتین برابر با ۱۰۰ درصد بود. این داروها توانستند سبب کاهش معنی‌دار در قابلیت تولید مثلی جرب‌ها (تخم‌گذاری، باروری و تفریخ تخم‌ها) و آهسته‌تر شدن هضم غذا در آنان شوند (۵۶). به طور کلی، لاکتون‌های ماکروسیکلیک حتی با دوزهای کم (mg/kg ۰/۵-۰/۲) دارای اثر بخشی مطلوب در پستانداران هستند؛ اما دوز استفاده شده در مطالعه‌ی ایشان، بسیار بیشتر (۲۵-۱۰ برابر) از دوزهای استفاده شده برای کنترل جرب در پستانداران بود. طبق مطالعات، میزان اثر بخشی لاکتون‌های ماکروسیکلیک بر علیه جرب قرمز طیور، در مقایسه با جرب‌های پستانداران، پایین‌تر است (۵۷، ۵۸). این اختلاف می‌تواند به خاطر تفاوت در فارماکوکینتیک آنان (در پرندگان و پستانداران) و یا اختلاف در میزان حساسیت جرب‌ها نسبت به آنان باشد. هنوز مکانیسم دقیق مقاومت در برابر این ترکیبات مشخص نشده است. اما احتمالاً مکانیسم مقاومت جرب‌ها، مربوط به عدم حساسیت کانال‌های یون کلر GABA یا گلوتامات می‌باشد.

کاربامات‌ها: دسته‌ی دیگری از ترکیبات ضد کنه‌های پرمصرف، کاربامات‌ها هستند که از میان آنان می‌توان به کاربارل، متومیل، پروپوکسور، بندیوکارب اشاره کرد. این ترکیبات همانند سموم ارگانوفسفاته، از طریق مهار استیل‌کولین‌استراز، سبب فلجی و مرگ جرب می‌شوند. برخی از مطالعات به اثربخشی مناسب این ترکیبات اشاره کرده‌اند. در مطالعه‌ی صورت گرفته بر روی ۳۲ مزرعه‌ی تخم‌گذار در لهستان، مشخص شد که مؤثرترین ترکیبات برای مبارزه با جرب قرمز طیور، فوکسیم و بندیوکارب هستند (۵۹). همچنین به نظر می رسد که کاربارل با میانگین اثر ۷۰/۷۷ درصد، محصولی مؤثر بر علیه جرب قرمز طیور در ایران است (۵۳). اما مقاومت درمانیسوس گالینه

نسبت به کاربامات‌ها و پایرتروئیدها، به صورت گسترده‌ای از کشورهای انگلستان، سوئد، فرانسه و ایتالیا گزارش شده است (۱۰). همچنین مشخص شده است که حساسیت جدایه‌های فیلدی جرب قرمز طیور در اروپا و برزیل نسبت به پروپوکسور کاهش یافته است (۴۹) و در ایتالیا، جمعیت‌های جرب قرمز، در ۸۶ درصد از مزارع مورد بررسی، حتی نسبت به غلظت‌های بالای کاربارل مقاوم بوده‌اند (۵۲). طی مطالعه دیگری که بر روی میزان باقیمانده‌ی کاربارل در ۴۵ مرغ تخم‌گذار (۲۲۵ نمونه بافتی) از سه مزرعه ایتالیا صورت گرفت، مشخص شد که ۸۲/۲ درصد از مرغان مورد بررسی دارای باقیمانده‌ی کاربارل بودند و از ۲۲۵ نمونه بافتی، ۹۱ نمونه از از لحاظ وجود باقیمانده‌ی کاربارل، مثبت بودند. این در حالی است که استفاده از کاربارل در اتحادیه اروپا از سال ۲۰۰۷ ممنوع شده است. وجود این باقیمانده‌ها، زنگ خطری برای سلامت عمومی جامعه است و نشان می‌دهد که هنوز برخی از مرغداران، از این ترکیبات استفاده می‌کنند. لازم به ذکر است که به علت ساختار لیپوفیلیک و پایداری برخی از ترکیبات ضد کنه، پوست و چربی مرغان، پرخطرترین بافت‌ها برای تجمع این ترکیبات هستند (۶۰).

آمیتراز: آمیتراز یک ترکیب فورامیدینی با خواص ضد کنه‌ای است که برای بیش از ۳۰ سال مورد استفاده قرار گرفته و جزء مؤثرترین ترکیبات در میان ترکیبات ضد کنه‌های مختلف به حساب می‌آید (۳۸، ۵۲). در مطالعه صورت گرفته بر روی میزان حساسیت جرب‌های قرمز طیور (نسبت به آمیتراز، کاربارل و پرمترین) در ایتالیا، میزان اثربخشی آن در تمامی غلظت‌ها و در تمامی مزارع مورد بررسی (به جز یک مزرعه)، برابر با ۱۰۰ درصد بود، که این امر، نشان دهنده‌ی اثر بخشی بالای آن است (۵۲). همچنین در ایران، آمیتراز با میانگین اثر ۶۷/۸۶ درصد، عملکردی متوسط در از بین بردن جرب‌های جدا شده از مزارع تخم‌گذار داشت (۵۳). آمیتراز از طریق اثر بر گیرنده اوکتاپامین عمل می‌کند. بنابراین بروز تغییرات در این گیرنده، می‌تواند منجر به مقاومت جرب‌ها نسبت به آمیتراز شود (۳۸). همچون سایر ترکیبات ضد کنه، مقاومت نسبت به این ترکیب نیز دیده شده است. طی یک بررسی ۸ ساله در خصوص اثربخشی آمیتراز، فوکسیم و لامبدا سایهالوترین بر روی جرب قرمز طیور در ایتالیا، مشخص شد که آمیتراز (با میانگین اثربخشی ۸۰/۸۳ درصد) و فوکسیم، مؤثرترین ترکیبات ضد کنه بودند؛ اما میزان اثربخشی آمیتراز به صورت معنی‌داری در طی سال‌های ۲۰۱۲ الی ۲۰۱۵ کاهش یافت. در سال ۲۰۰۸، تمام جرب‌ها به آمیتراز کاملا حساس بودند و هیچ‌گونه جمعیت مقاومی نسبت به آن وجود نداشت اما در سال ۲۰۱۲، هیچ جمعیت کاملا حساسی نسبت به آمیتراز وجود نداشت و ۴۲/۸۶ درصد از جمعیت جرب‌ها، نسبت به آن مقاومت داشتند. باید گفت که آمیتراز، مجوز استفاده در مورد طیور را ندارد، بنابراین وجود مقاومت، می‌تواند نشان دهنده‌ی استفاده غیر قانونی و مکرر از آن در ایتالیا باشد. به علاوه، لازم به ذکر است که افزایش غلظت آمیتراز در سال ۲۰۱۲، سبب افزایش در میزان مرگ و میر جرب‌ها نشد (۵۰).

اسپینوساد: این ترکیبات ضد کنه، یک محصول به دست آمده از میکروارگانیسمی به نام *Saccharopolyspora spinosa* می‌باشد که در سال ۲۰۱۰ در بازارها عرضه شد (۱۰، ۶۱). اسپینوساد، مخلوطی از اسپینوسین A و D است. اسپینوسین A به گیرنده‌های استیل کولین در نورون پس‌سیناپسی متصل می‌شود و محل هدف اسپینوسین D، گیرنده‌های گابا (گاما آمینوبوتیریک اسید) است. بنابراین با تمرکز این ترکیبات ضد کنه بر دو گیرنده

مختلف، احتمال ایجاد مقاومت طبیعی بر علیه آن کاهش می‌یابد (۴۵). اثر ترکیبات ضد کنه‌ی این محصول بر جرب درمانیسوس گالینه، چه در شرایط برون‌تن و چه درون‌تن، به اثبات رسیده است (۶۲). Liebisch و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی اثربخشی اسپینوساد بر جرب قرمز طیور پرداختند. در سالن دریافت کننده‌ی اسپینوساد با غلظت ppm ۲۰۰۰، تقریباً ۱۰۰درصد کاهش در تعداد جرب‌ها (در طی ۲۸ روز پس از درمان) دیده شد و در سالن دریافت کننده‌ی این ترکیب با غلظت ppm۴۰۰۰، میزان کاهش در تعداد جرب‌ها (تا روز ۷۷) بالای ۹۰ درصد بود (۶۳). البته در مطالعه‌ی اخیر که به مقایسه‌ی اثر اسپینوساد با برخی از ترکیبات ضد کنه (از جمله فلورالانر) پرداخت، مشخص گردید که اگرچه جدایه‌های فیلدی نسبت به غلظت‌های ۲۰۰۰ الی ۴۰۰۰ ppm از اسپینوساد حساس بودند اما LC90 اسپینوساد در مورد جدایه‌ی آزمایشگاهی و جدایه‌های فیلدی اروپایی، تا ppm۴۰۰۰ رسید؛ این قضیه نشان می‌دهد که این ترکیب دارای قدرت کمتری نسبت به فلورالانر است (۴۹).

فلورالانر: روش مرسوم برای مقابله با جرب قرمز، استفاده از ترکیبات ضد کنه‌های مختلف به صورت اسپری یا پودر است. اما محدودیت‌هایی در این خصوص وجود دارد، از جمله آنکه ممکن است ترکیبات ضد کنه مورد نظر، نتواند در محل‌های اختفای جرب، به غلظت‌های کشنده‌ی خود دست یابد، استفاده از آن استرس‌آور می‌باشد، خطر ایجاد مقاومت و باقیمانده دارویی وجود داشته باشد و در نهایت کارگر مرغداری با ترکیبات ضد کنه مورد نظر مواجه شود (۶۴). بنابراین روش ارجح برای تجویز داروها، تجویز آنان به صورت خوراکی است. این روش، بسیار مؤثر و راحت بوده و جرب‌های موجود در سالن، در نهایت از طیور درمان شده، تغذیه کرده و بدین شکل دارو را دریافت می‌نمایند (۶۵). فلورالانر، یک ترکیب ایزوکسازولین و اولین محصول مجاز تولید شده به منظور استفاده در آب آشامیدنی با هدف مبارزه با جرب قرمز طیور است. از سال ۲۰۱۴ مشخص شد که این ترکیب دارای اثربخشی بسیار بالایی به منظور کنترل کنه و کک در حیوانات است. پس از تجویز، فلورالانر به سرعت جذب شده و حداقل تا ۱۵روز در پلاسما باقی می‌ماند (۶۶). فلورالانر توانست در سال ۲۰۱۷، برای کنترل جرب درمانیسوس گالینه در اتحادیه‌ی اروپا مجوز لازم را دریافت کند (۶۷). این ترکیب دارای فعالیتی دوگانه است که متمایز از عمل سایر ترکیبات ضد کنه‌ها است، بدین شکل که به صورت انتخابی، به محل‌های اتصالی مجزایی بر روی کانال‌های کلراید وابسته به لیگاند ال-گلوتامات و گابا (که به صورت گسترده‌ای در سیستم عصبی-عضلانی محیطی و اعصاب مرکزی کنه‌ها و حشرات وجود دارند) متصل شده و سبب فلجی و مرگ جرب می‌شود. (۶۸). علاوه بر این، حاشیه امنیت این محصول بالا بوده و دوره منع مصرف تخم‌مرغ آن برابر با صفر روز است (۶۶، ۶۹). Thomas و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی اثربخشی فیلدی فلورالانر در ۱۲ مزرعه‌ی تجاری در فرانسه، آلمان و اسپانیا پرداختند. این ترکیب به صورت خوراکی با دوز ۰/۵ mg/kg (دو بار به فاصله ۷ روز) از طریق آب آشامیدنی تجویز شد. سپس، میزان اثربخشی آن بر حسب تعداد جرب‌های به دست آمده (از تله‌های کار گذاشته شده) و استفاده از فرمول هندرسون-تیلتون (Henderson-Tilton formula) مشخص گردید. مطالعه ایشان نشان داد که میزان اثربخشی این ترکیب در روز ۳ برابر با ۹۵/۳ تا ۹۹/۸ درصد و میزان اثربخشی آن در روز ۹ برابر با ۹۷/۸ تا ۱۰۰ درصد بود. پس از آن، میزان اثر بخشی این ترکیب به مدت ۵۶ تا ۲۳۸ روز پس از قطع درمان، بالای ۹۰ درصد باقی ماند (۶۴). در

مطالعه دیگری، به مقایسه‌ی فعالیت فلورالانر و سایر ترکیبات ضد کنه‌های رایج (سایپرمترین، دلتامترین، فوکسیم، پروپوکسور و اسپینوساد) بر علیه ۱۳ جدایه‌ی به‌دست آمده از آلمان، فرانسه، اسپانیا و برزیل پرداخته شد و نتایج تست حساسیت تماسی نشان دادند که ظاهراً، حداقل یک مورد مقاومت نسبت به یکی از محصولات فوکسیم، دلتامترین، سایپرمترین و پروپوکسور در ۱۳ جدایه‌ی فیلدی وجود دارد، اما تمامی جدایه‌ها نسبت به فلورالانر به شدت حساس بودند. فلورالانر در تست خوراکی، تقریباً ۱۰۰۰ برابر فعال‌تر از تست تماسی است. قوی‌تر بودن فعالیت سیستمیک فلورالانر نسبت به فعالیت تماسی آن، از جهت نحوه تجویز نوآورانه‌ی این ترکیب (در آب آشامیدنی)، ارزشمند است (۴۹).

ترکیبات ضد کنه با منشاء گیاهی: استفاده مکرر و بی رویه از ترکیبات ضد کنه‌ی شیمیایی، مقاوم شدن جمعیت جرب‌های قرمز نسبت به آنان و وجود باقیمانده این محصولات در مواد غذایی دامی و محیط، از جمله نگرانی‌های موجود هستند. به همین علت، محققان همواره به دنبال یافتن ترکیبات ضد کنه‌ی طبیعی، جدید و ایمن، مخصوصاً با منشاء گیاهی بوده‌اند. به‌عنوان مثال، طی بررسی اثر اسانس ۱۱ گیاه بر روی جرب قرمز، مشخص شد که ریحان (*Ocimum basilicum*)، گشنیز (*Coriandrum sativum*)، نعنا فلفلی (*Mentha x piperita*) و مرزه (*Satureja hortensis*) مؤثرترین گیاهان هستند (۷۰).

تیمول و کارواکرول از جمله ترکیبات اصلی موجود در آویشن هستند که اثرات ضد کنه‌ای آنان به اثبات رسیده و به خصوص از کارواکرول به‌عنوان یک ضد کنه‌ی قوی بر علیه درمانیسوس گالینه یاد شده است (۷۱). به همین جهت، اثر سمیت ترکیبی کارواکرول و تیمول نیز مورد مطالعه قرار گرفت و مشخص شد که ترکیب کارواکرول و تیمول در نسبت ۴ به ۱، خاصیت سینرژیستیک داشته و دارای بالاترین اثربخشی بر علیه جرب قرمز طیور، در مقایسه با سایر نسبت‌ها می‌باشد (۷۲). در مطالعه دیگری، Rajabpour و همکاران (۲۰۱۸) اثر ضد کنه‌ای عصاره‌های کنوکارپوس (*Conocarpus erectus*)، خرفه پرپهن (*Portulaca oleracea*) و پسته کوهی (*Pistacia atlantica*) را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دادند که اگرچه سمیت تمام عصاره‌ها از آبامکتین کمتر است، اما عصاره‌ی کنوکارپوس، دارای اثر دور کنندگی بر جرب درمانیسوس گالینه بوده و می‌توان از آن به عنوان یک ترکیب ضد کنه‌ی ایمن در مرغداری‌ها استفاده نمود (۷۳). طی مطالعه‌ی Tabari و همکاران (۲۰۲۰) بر روی اسانس ۷ گیاه، مشخص شد که اسانس میخک صدپر با LC90 برابر با 19.7 µg/mL، قوی‌ترین ترکیب ضد کنه بر علیه جرب قرمز در آزمون سمیت تماسی است. این درحالی است که LC90 پرمترین برابر با 210.2 µg/mL بود. از طرفی، اسانس سرخالو (*Litchi chinensis*) توانست سبب مرگ و میر ۸۰ درصد از جرب‌ها شده و به‌عنوان قوی‌ترین عامل در سمیت فاز بخار شناخته شود. میخک صدپر و سرخالو دارای فعالیت ماندگارتری نسبت به سایر گیاهان بودند و خواص آنان را می‌توان به ترتیب، به وجود اوژنول و سزکویی‌ترپن‌های موجود در آنان نسبت داد (۷۴). در مطالعه‌ی دیگری، Amer و همکاران (۲۰۲۰) به ارزیابی اثر یک مخلوط از روغن‌های گیاهی شامل: سیر، میوه گل رز، کلزا و پلی‌سوربات، بر روی جرب قرمز طیور پرداختند. در بررسی برون‌تن این ترکیب، مرگ و میر ۱۰۰ درصد در جرب‌ها مشاهده شد. همچنین با استفاده آشامیدنی از این ترکیب، تعداد جرب‌های بدن پرنده در روزهای ۴، ۷ و ۱۲، به ترتیب به ۰، ۱۰ و ۶۰ درصد کاهش یافتند. بر اساس این نتایج، می‌توان این مخلوط گیاهی بسیار

مـؤثر را بـه‌عنوان جـایگزینی ایمـن بـرای ترکیبـات شـیمیایی در نظـر گرفـت (۷۵). یکـی از منـابع مـورد توجـه بـرای تولیـد محصـولات ضـد کنـه بـا منشـاء گیـاهی، درخـت چـریش (*Azadirachta indica*) اسـت. محصـولات مبتنـی بـر چـریش، حـاوی ترکیبـاتی از جملـه آزادیـراختین (azadirachtin) و سـالانین (salanin) هسـتند کـه دارای اثـرات فعـال بـر علیـه جرب‌هـا و حشـرات می‌باشـند. در ایـن راسـتا، Camarda و همکـاران (۲۰۱۸) بـه بررسـی اثـر یـک محصـول جدیـد مبتنـی بـر روغـن چـریش در یـک مزرعه مرغ تخم‌گـذار پرداختنـد. پـس از سـه بـار تجـویز ایـن محصـول بـه صـورت نبـولایز، جمعیـت جرب‌هـای قرمـز بـه میـزان ۹۹/۸۰ درصـد کـاهش یافـت و اثـرات آن بـه مـدت بـیش از ۲ مـاه ادامـه داشـت (۷۶). در مجمـوع، آفت‌کش‌هـای گیـاهی می‌تواننـد جـایگزینی مناسـب و ایمـن بـرای ترکیبـات شـیمیایی باشـند، امـا لازم اسـت تـا مطالعـات بیشـتری در خصـوص روش مناسـب اسـتفاده، دوز صـحیح و کـارایی آنـان در شـرایط بـالینی صـورت گیـرد. در جـدول ۱، بـه سـایر مطالعـات صـورت گرفتـه در خصـوص ترکیبـات ضـدکنه اشـاره شده است.

جدول ۱- ترکیبات ضد کنه‌ی مختلف، نحوه اثر و سایر مطالعات صورت گرفته در خصوص آنها

گروه ترکیب ضد کنه	مکانیسم عمل	ترکیبات	اثر بر جرب درمانیسوس گالینه	منابع
ترکیبات ارگانوکلره	اتصال به جایگاه پیکروتوکسینین در کمپلکس گابا	DDT	در بررسی برون‌تن،DDT با LC50 برابر با ۱۵۱۴ $\mu g/m^2$، بر جرب قرمز بی‌اثر بود.	(۴۴)
		HCH	در بررسی برون‌تن، HCH با LC50 برابر با ۲۸۵۷۰ $\mu g/m^2$، بر جرب قرمز بی‌اثر بود.	
ترکیبات ارگانوفسفاته	مهار استیل‌کولین-استراز	دی‌کلوروس	در بررسی برون‌تن، دی کلوروس با LC50 برابر با ۰/۰۲ w/v بر روی جرب‌ها فعال بود و هیچ‌گونه مقاومتی نسبت به آن دیده نشد.	(۴۷)
			طی بررسی برون‌تن ۱۱ ترکیب ضد کنه بر روی جرب‌های قرمز به دست آمده از ۵ منطقه در کره جنوبی، مشخص شد که دی‌کلوروس، به جز در یک منطقه، دارای اثر بخشی ۱۰۰ درصدی بر جرب قرمز است.	(۷۷)
		متریفونات	تله‌های آغشته به ۲ درصد متریفونات در خارج از دسترس مرغ‌های تخم‌گذار و در محل تجمع جرب درمانیسوس گالینه قرار گرفته و هر دو روز درمیان به مدت دو هفته تعویض شدند. مشخص شد که این استراتژی بسیار مؤثر بوده و توانست سبب ۹۹ درصد کاهش در تعداد جرب‌های قرمز شود.	(۷۸)
		فنیتروتیون	در بررسی برون‌تن ، LC50 فنیتروتیون برابر با ۶۷۲/۱ $\mu g/m^2$ بوده و نسبت به آن مقاومت وجود داشت.	(۴۴)
		فوکسیم	سالن مرغداری ۲ بار (به فاصله ۷ روز) با محلول ۲۰۰۰ ppm فوکسیم، اسپری شد. ۳ روز پس از اولین اسپری، اثر بخشی فوکسیم برابر با ۹۶،۱ درصد و در روز ۷ (پس از اسپری دوم) تا آخر آزمایش (در روز ۴۹)، اثر بخشی این محصول بیش از ۹۹درصد بود. در سالن درمان نشده، جمعیت جرب‌ها به میزان ۴۰۰درصد افزایش یافت.	(۴۶)
پایرتروئیدها	اثر بر روی کانال‌های سدیمی حساس به ولتاژ	دلتامترین	در بررسی برون‌تن، دلتامترین با LC50 برابر با ۷/۸ $\mu g/m^2$، سمی‌ترین پایرتروئید تست شده بر جرب قرمز بود.	(۴۴)
		پرمترین	در بررسی برون‌تن، LC50 پرمترین برابر با ۰/۰۶ - ۰/۲۸ w/v بود و تمامی جرب‌های قرمز مورد مطالعه، نسبت به آن مقاوم بودند.	(۴۷)
		بایفنترین	طی بررسی برون‌تن صورت گرفته در کره جنوبی، حتی زمانی که بایفنترین ۱۰۰ بار رقیق شد، فعالیت ضد کنه‌ای بالایی (۱۰۰ درصد) بر جرب قرمز طیور داشت.	(۷۷)
		سایپرمترین ، فلووالینات و سیفلوترین	طی مطالعه برون‌تن Katsavou و همکاران (۲۰۲۰) که بر روی ۵۳ جمعیت جرب قرمز طیور (از ۱۵ کشور اروپایی) صورت گرفت. مشخص شد که LC50 هر سه ترکیب، بیش از ۱۰۰۰ mg a.i./L است و مقاومت بسیار شدیدی در جرب‌های قرمز یونان نسبت به این ترکیبات، مشاهده شد. (مقاومتی که بیش از ۱۰ هزار برابر، بیشتر از سویه آزمایشگاهی حساس بود).	(۷۹)
لاکتون‌های ماکروسیکلیک	آگونیست گابا، اتصال به گیرنده گلوتامات.	آیورمکتین	طی مطالعه Arisova (۲۰۲۰)، یک داروی مبتنی بر آیورمکتین با دوز ۰/۴ ml/L در آب آشامیدنی ماکیان، ۲ بار به فاصله ۲۴ ساعت تجویز گردید. این دارو، یکبار دیگر در روز ۱۴ آزمایش نیز تجویز شد و میزان اثربخشی آن برابر با ۹۵/۶ ٪ بود.	(۸۰)

		آیورمکتین، سلامکتین و موکسی-دکتین	سه گروه قناری آلوده به درمانیسوس گالینه، با این سه دارو تحت درمان قرار گرفتند. بدین صورت که از داروها به صورت موضعی در زیر کتف قناری‌ها استفاده شد. اما هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری بین سه گروه درمانی مشاهده نشد. در نهایت، نویسنده معتقد است که می‌توان این ترکیبات را به‌عنوان داروهایی مؤثر بر جرب قرمز در قناری در نظر گرفت.	(۸۱)
کاربامات‌ها	مهار استیل‌کولین-استراز	کاربارایل	در این مطالعه برون‌تن، کاربارایل با LC90 برابر با ۰/۸۳ ppm، دومین ترکیب سمی و مؤثر بر جرب قرمز طیور (به‌دست آمده از لانه کبوتران) بود.	(۸۲)
			طی بررسی برون‌تن در کره جنوبی، مشخص شد که کاربارایل در اکثر نواحی (به جز شهر گیونگجو) فعالیت ضد کنه‌ای ۱۰۰ درصدی بر جرب قرمز طیور دارد.	(۷۷)
		پروپوکسور	در این مطالعه برون‌تن (تست تماسی) LC90 سه جدایه‌ی فیلدی جرب قرمز از ۱۰۰۰ ppm فراتر رفته بود که بیانگر کاهش حساسیت آنان به پروپوکسور می‌باشد.	(۴۹)
		بندیوکارب	با بررسی برون‌تن صورت گرفته، بندیوکارب با LC90 برابر با ۰/۱۸ ppm، مؤثرترین ترکیب بر جرب قرمز (به‌دست آمده از لانه کبوتران) بود.	(۸۲)
آمیتراز	اثر بر گیرنده اوکتاپامین	آمیتراز	طی این مطالعه برون‌تن، آمیتراز با LC50 برابر با ۴۰/۸ $\mu g/m^2$، بر جرب قرمز نسبتاً مؤثر بود.	(۴۴)
اسپینوساد	اسپینوسین A: گیرنده استیل‌کولین. اسپینوسین D: گیرنده گابا.	اسپینوساد	اسپینوساد در آزمایش برون‌تن بسیار مؤثر بوده و در دوز ۳/۸۸ g/L ، اثر آن تا ۲۱ روز باقی ماند. طی آزمایش درون‌تن، تنها با یک‌بار استفاده از اسپینوساد (چه به میزان ۱/۹۴ g/L و چه ۳/۸۸ g/L)، اثرات آن بر جرب، در طول آزمایش (۲۸ روز) باقی ماند. و بیشترین اثربخشی آن در روز ۱۴ پس از اسپری بود. استفاده از این محصول اثری بر تولید تخم‌مرغ و یا وزن مرغان نداشت و میتوان از آن به صورت مؤثری حتی در هنگام حضور مرغان نیز استفاده نمود.	(۶۲)
فلورالانر	اتصال به کانال-های کلراید وابسته به ال-گلوتامات و گابا.	فلورالانر	فلورالانر پس از تجویز در دوز ۰/۵ mg/kg (دو بار به فاصله ۷ روز به صورت آشامیدنی)، به سرعت جذب شده و حداقل تا ۱۵ روز در پلاسما باقی می‌ماند که این مدت زمان، مطابق با ۲ چرخه زندگی جرب است. این مدت زمان، آنقدر کافی است که بتواند سبب شکسته شدن چرخه زندگی جرب و کاهش جمعیت آن به میزان بیش از ۹۹٪ شود.	(۶۶)
ترکیبات ضد کنه با منشاء گیاهی	مکانیسم‌های متفاوت (بسته به گونه‌ی گیاه و مواد موجود در آن).	چریش (*Azadira chta indica*)	اثر محصولی مبتنی بر عصاره دانه چریش بر روی جرب‌های قرمز، مورد بررسی برون‌تن قرار گرفت. بدین منظور کاغذ صافی با ۴۰۰ µl از محلول (دوز ۷ $\mu l/cm^2$) مرطوب شد. تماس دائمی با این ترکیب، دارای اثربخشی ۱۰۰ درصد بر جرب‌ها بود. ظاهراً هیچ‌گونه مقاومتی نسبت به این ترکیب مشاهده نشد و دوزهای پایین آن هم دارای اثربخشی بالایی بودند.	(۳۷)
		اجوان (*Trachys permum ammi*)	در ارزیابی برون‌تن صورت گرفته توسط Baran و همکاران (۲۰۲۰)، سایپرمترین، اسانس گیاه اجوان و تیمول توانستند در غلظت ۵۰ $\mu g/cm^2$ سبب مرگ و میر بیش از ۹۰ ٪ در جرب‌ها شوند. اما عصاره الکلی گیاه در غلظت ۱۵۰ $\mu g/cm^2$ توانست به این میزان دست یابد. طبق این مطالعه، اجوان دارای اثرات ضدکنه‌ای رضایت بخشی است.	(۸۳)
		سیر (*Allium sativum*)	طی این مطالعه درون‌تن، عصاره سیر ۲ بار (در روزهای ۱ و ۸) در مزرعه مرغان تخم‌گذار اسپری شده و برای سنجش میزان اثربخشی آن، از تله‌های مقوایی استفاده شد. این عصاره موفق عمل کرده و اثربخشی آن در از بین بردن جرب درمانیسوس گالینه (پس از ۲ بار اسپری) برابر با ۹۶/۴۷ درصد بود.	(۳۶)

بحث و نتیجه‌گیری

علی‌رغم وجود راهکار جدید در سال‌های اخیر، هنوز پر مصرف‌ترین ترکیبات برای کنترل آلودگی با جرب قرمز طیور، ترکیبات ضد کنه‌های سنتتیک هستند. با این وجود، محصولات بسیار کمی برای تجویز در مزارع طیور، مجوز گرفته‌اند. به‌عنوان مثال استفاده از ترکیباتی از قبیل کاربارایل، فنیتروتیون، دی کلوروس و پروپوکسور از سال ۲۰۰۷ در اتحادیه‌ی اروپا ممنوع شده است (۱۰) و در حال حاضر، اسپینوساد، فوکسیم و فلورالانر، تنها محصولاتی هستند که برای مصرف در حضور حیوان، در اکثر کشورهای اروپایی، مجوز گرفته‌اند (۵۰). امروزه ایجاد مقاومت نسبت به ترکیبات ضد کنه، به یک چالش بزرگ تبدیل شده و با توجه به اثرات اقتصادی عظیم درمانیسوس گالینه، تلاش‌های بسیاری برای مرتفع ساختن آلودگی با آن صورت گرفته است. عوامل مؤثر بر میزان حساسیت آفات را می‌توان به طور کلی در سه دسته‌ی عوامل

بیولوژیک (از جمله پتانسیل تولید مثلی، توزیع، دامنه‌ی میزبانی)، عوامل ژنتیکی (ازجمله حضور ژن‌های مقاومت) و عوامل عملیاتی (از جمله طیف فعالیت ترکیبات ضد کنه، میزان استفاده، میزان پوشش و دفعات درمان با آن) قرار داد. در این میان، درمانیسوس گالینه دارای پتانسیل بالایی برای مقاوم شدن به ترکیبات ضد کنه‌های مختلف است، چراکه اندازه‌ی جمعیت آن بسیار بالاست، پتانسیل تولید مثلی بالایی دارد، قابلیت پخش زیادی دارد و نسبتاً دارای دامنه‌ی میزبانی بالقوه‌ی وسیعی است. از سوی دیگر، اکثر ترکیبات ضد کنه بر روی یک محل هدف خاص، فعال هستند که این امر، به صورت بالقوه، یک فاکتور مهم در پدیدار شدن جرب‌های مقاوم نسبت به آنان می‌باشد (۵۰). به همین جهت توصیه شده است تا از ترکیبات ضد کنه‌ای با مکانیسم عمل متفاوت به صورت چرخشی استفاده شود (۳۸). مبرهن است که در صورت استفاده نادرست، بی رویه و غیر قانونی از برخی ترکیبات ضد کنه، جمعیت‌های مقاوم جرب درمانیسوس گالینه در یک منطقه شکل می‌گیرند. در این حالت، علی‌رغم صرف هزینه، آلودگی از بین نرفته و همچنان در مزرعه باقی می‌ماند. از سوی دیگر، برخی از مرغداران، به گمان افزایش اثربخشی یک ترکیب ضد کنه، غلظت آن را بالا می‌برند که این امر، می‌تواند منجر به حضور باقیمانده‌ی آن ترکیبات در محصولات طیور و متعاقباً انتقال آنان به انسان شود (۳۹، ۶۰).

غلظت، یکی از مسائل مهم در استفاده از ترکیبات ضد کنه‌ها است و باید در نظر داشت که استفاده از غلظت‌های کم و یا زیاد ترکیبات ضد کنه، می‌تواند سبب شکل‌گیری جمعیت‌های مقاوم شود. به همین علت توصیه می‌شود تا مرغداران، همواره از غلظت توصیه شده توسط شرکت سازنده استفاده نمایند. برخی گمان دارند که لزوماً با افزایش غلظت یک ترکیب ضد کنه، میزان فعالیت جرب‌کشی آن افزایش می‌یابد. اما مشخص شده است جمعیت‌های مقاوم جرب قرمز طیور، حتی در غلظت‌های بالای ترکیبات ضد کنه نیز متأثر نمی‌شوند (۵۰). بنابراین، باید مرغداران را در ارتباط با این موضوع آگاه ساخت تا از مصرف بی‌رویه و نادرست ترکیبات ضد کنه‌ها اجتناب شود.

از سوی دیگر اسپری کردن ترکیبات ضد کنه در بین دو دوره‌ی تولید، یک امر ضروری و بسیار مؤثر در کاهش و یا حتی حذف انگل‌های خارجی می‌باشد. اما در چین، تنها ۲۴٫۸ درصد از مزارع تخم‌گذار تجاری و ۳۶٫۱ درصد از مزارع مادر، در بین دو دوره، اقدام به استفاده از ترکیبات ضد کنه می‌کنند (۲۰). از سوی دیگر، به دلایل مختلفی از جمله عدم تأثیر اکثر ترکیبات ضد کنه‌ها بر تخم جرب‌ها، امکان عدم مواجه کافی جرب با ترکیبات ضد کنه در نوبت اول درمان و مخفی شدن جرب در درز و شکاف‌های سالن مرغداری، احتمال عود آلودگی پس از نوبت اول درمان وجود دارد. در نتیجه لازم است تا یک الی دو هفته پس از درمان اول، درمان دوم صورت گیرد. اما در چین ۳۴٫۶ درصد از مزارع تخم‌گذار و ۲۵٫۷ درصد از مزارع مادر، پرندگان خود را در طی دو هفته پس از درمان اول، مورد درمان ثانویه قرار نمی‌دهند، که این امر می‌تواند یکی از دلایل اصلی عدم موفقیت آنان در کنترل انگل‌های خارجی باشد (۲۰). بنابراین، آموزش مرغداران را باید به‌عنوان یک اصل مهم در کنترل جرب درمانیسوس گالینه در نظر گرفت. در حال حاضر، مدیریت یکپارچه‌ی آفات، رعایت اصول امنیت زیستی و نظارت بر آلودگی، به‌عنوان بهترین روش‌های موجود برای کنترل جرب قرمز طیور در نظر گرفته شده و می‌توان با مدیریت صحیح، استفاده از ترکیبات ضد کنه‌های مؤثر در غلظت مناسب، نظارت منظم بر استفاده از ترکیبات ضد

کنـه، انجـام مطالعـات متعـدد و مسـتمر بـه منظـور شناسـایی زود هنگـام مقاومـت و چـرخش در اسـتفاده از ترکیبـات ضـد کنـه، میـزان بـروز مقاومـت نسـبت بـه ترکیبـات ضـد کنـه‌ها را کـاهش داد (۳۸). پیشـنهاد می‌شـود مطالعـات بیشـتری در خصـوص اثـرات جـرب قرمـز طیـور در ایـران صـورت گیـرد تـا میـزان خسـارات حاصـله و الگـوی مقاومـت آن نسـبت بـه ترکیبـات ضـد کنـه‌هـای مختلـف در منـاطق مختلـف ایـران مشـخص گـردد و بتـوان بـا مـدیریت یکپارچـه‌ی آفـات، میـزان آلودگی با جرب مذکور را تا حد امکان کاهش داد.

References

1- Chauve C. The poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778): current situation and future prospects for control. *Vet Parasitol.*1998; 79(3): 239–45.

2- Rahbari S, Nabian S, Ronaghi H. Haematophagus Mites in Poultry Farms of Iran. *Iran J Arthropod Borne Dis*. 2009; 3(2): 18–21.

3- Maurer V, Bieri M, Folsch DW. Das Suchverhalten von *Dermanyssus gallinae* in Huhnerstallen. Host-finding of *Dermanyssus gallinae* in poultry houses. *Arch Geflugelk*. 1988; 52: 209-15.

4- Nakamae H, Fujisaki K, Kishi S, Yashiro M, Oshiro S, Furuta K. The new parasitic ecology of chicken mites *Dermanyssus gallinae*, parasitizing and propagating on chickens even in the daytime. *Jpn Poult Sci*. 1997; 34(2): 110-16.

5- Maurer V, Baumgartner J. Temperature influence on life table statistics of the chicken mite *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). Exp Appl Acarol. 1992; 15(1): 27–40.

6- Hoglund J, Nordenfors H, Uggla A. Prevalence of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*, in different types of production systems for egg layers in Sweden. Poult Sci. 1995; 74(11): 1793-98.

7- Axtell RC. Poultry integrated pest management; status and future. *Integr Pest Manag Rev*.1999; 4: 53–73.

8- Kilpinen O, Roepstorff A, Permin A, Norgaard-Nielsen G, Lawson LG, Simonsen HB. Influence of *Dermanyssus gallinae* and *Ascaridia galli* infections on behaviour and health of laying hens (*Gallus gallus domesticus*). Br Poult Sci. 2005; 46(1): 26-34.

9- Nordenfors H, Hoglund J, Uggla A. Effects of temperature and humidity on oviposition, molting, and longevity of *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *J Med Entomol*. 1999; 36(1): 68-72.

10- Sparagano OAE, George DR, Harrington DW, Giangaspero A. Significance and control of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. Annu Rev Entomol. 2014; 59: 447-66.

11- Mul MF. Advancing Integrated Pest Management for *Dermanyssus gallinae* in laying hen facilities. Wageningen University; 2017.

12- George DR, Finn RD, Graham KM, Mul MF, Maurer V, Moro CV, Sparagano OAE. Should the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* be of wider concern for veterinary and medical science? Parasit Vectors. 2015; 25; 8:178.

13- De Luna CJ, Arkle S, Harrington D, George DR, Guy JH, Sparagano OAE. The poultry red mite *Dermanyssus gallinae* as a potential carrier of vector-borne diseases. Ann NY Acad Sci. 2008; 1149: 255–8.

14- Van Emous R. Wage war against the red mite. Poult Int. 2005; 44: 26-33.

15- Cosoroaba I. Massive *Dermanyssus gallinae* invasion in battery-husbandry raised fowls. Rev Med Vet. 2001; 152: 89-96.

16- Kowalski A, Sokół R. Influence of *Dermanyssus gallinae* (poultry red mite) invasion on the plasma levels of corticosterone, catecholamines and proteins in layer hens. Pol J Vet Sci. 2009; 12(2):231-5.

17- Tomley FM, Sparagano O. Spotlight on avian pathology: red mite, a serious emergent problem in layer hens. Avian Pathol. 2018; 47 (6); 533–535.

18- Van Emous R. Verwachtte schade bloedluis 21 miljoen euro. [Internet]. Netherlands; Available from: https://www.pluimveeweb.nl/artikel/163578-verwachtte-schade-bloedluis-21-miljoen-euro/. Updated 2017 januari 17.

19- Sparagano O, Pavlicevic A, Murano T, Camarda A, Sahibi H, Kilpinen O, *et al.* Prevalence and key figures for the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* infections in poultry farm systems. Exp Appl Acarol. 2009; 48(1-2): 3-10.

20- Wang FF, Wang M, Xu FR, Liang DM, Pan BL. Survey of prevalence and control of ectoparasites in caged poultry in China. Vet Rec. 2010; 167(24): 934–7.

21- Fiddes MD, Le Gresley S, Parsons DG, Epe C, Coles GC, Stafford KA. Prevalence of the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) in England. Vet Rec. 2005; 157(8): 233-5.

22- Guy JH, Khajavi M, Hlalel MM, Sparagano O. Red mite (*Dermanyssus gallinae*) prevalence in laying units in northern England. Br Poult Sci. 2004; 45 (Suppl.): 15-6.

23- Cencek T. Prevalence of *Dermanyssus gallinae* in poultry farms in Silesia Region in Poland. Bull Vet Inst Pulawy. 2003; 47: 465–469.

24- Mul M. Fact sheet: The Poultry Red Mite, *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) A small pest that packs a big punch [Internet]. Wageningen UR Livestock Research; Available from: https://www.researchgate.net/publication/258553789_Fact_sheet_Poultry_Red_Mite_in_Europe, uploaded on 2014 May 21.

25- Eslami A, Ghaemi P, Rahbari S. Parasitic Infections of Free –Range Chickens from Golestan Province, Iran. Iranian J Parasitol. 2009; 4(3): 10-14.

26- Razmi GR, Moaveni M, Kalidari GA. Epidemiological study of *Dermanyssus gallinae* infestation in egg laying flocks of Mashhad area, Iran. 4th National Symposium of Poultry Health and Diseases, Iran. 2008; P: 329-331 [In Persian].

27- Roy L ,Chauve CM. Historical review of the genus Dermanyssus Duges, 1834 (Acari: Mesostigmata: *Dermanyssidae*). Parasite. 2007; 14(2): 87-100.

28- Declerq J, Nachtegaele L. *Dermanyssus gallinae* infestation in a dog. Canine Pract. 1993; 18(4): 34-6.

29- Grant DI. Parasitic skin diseases in cats. J Small Anim Pract. 1989; 30(4): 250–4.

30- Mignon B, Losson B. Dermatitis in a horse associated with the poultrymite (*Dermanyssus gallinae*). Vet Dermatol. 2008; 19(1): 38-43.

31- Allymehr M, Tavassoli M, Manoochehri MH, Ardavan D. Ectoparasites and gastrointestinal helminths of house mice (*Mus musculus*) from poultry houses in northwest Iran. Comp Parasitol. 2012; 79(2): 283–7.

32- Cafiero MA, Barlaam A, Camarda A, Radeski M, Mul M, Sparagano O, *et al.* *Dermanysuss gallinae* attacks humans. Mind the gap. Avian Pathol. 2019; 48(sup1): S22-S34.

33- Dogramaci AC, Culha G, Ozçelik S. *Dermanyssus gallinae* infestation: an unusual cause of scalp pruritus treated with permethrin shampoo. J Dermatolog Treat. 2010; 21(5): 319-21.

34- Abdigoudarzi M, Mirafzali MS, Belgheiszadeh H. Human Infestation with *Dermanyssus gallinae* (Acari: *Dermanyssidae*) in a Family Referred with Pruritus and Skin Lesions. J Arthropod-Borne Dis. 2014; 8(1): 119-123.

35- Cafiero MA, Galante D, Camarda A, Giangaspero A, Sparagano O. Why dermanyssosis should be listed as an occupational hazard. Occup Environ Med. 2011; 68(8): 628.

36- Faghihzadeh Gorji S, Faghihzadeh Gorji S, Rajabloo M. The field efficacy of garlic extract against *Dermanyssus gallinae* in layer farms of Babol, Iran. Parasitol Res. 2014; 113(3): 1209-13

37- Abdel-Ghaffar F, Semmler M, Al-Rasheid K, Mehlhorn H. In vitro efficacy of ByeMite and MiteStop on developmental stages of the red chicken mite *Dermanyssus gallinae*. Parasitol Res. 2009; 105(5): 1469-71.

38- Abbas RZ, Colwell DD, Iqbal Z, Khan A. Acaricidal drug resistance in poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) and approaches to its management. World's Poult Sci J. 2014; 70(1): 113-124.

39- Ahmad R, Salem NM, Estaitieh H. Occurrence of organochlorine pesticide residues in eggs, chicken and meat in Jordan. Chemosphere. 2010; 78(6): 667-71.

40- Cohn BA, Wolff MS, Cirillo PM, Sholtz RI. DDT and breast cancer in young women: new data on the significance of age at exposure. Environ Health Perspect. 2007; 115(10):1406-14.

41- Longnecker MP, Rogan WJ, Lucier G. The human health effects of DDT (dichlorodiphenyl trichloroethane) and PCBS (polychlorinated biphenyls) and an overview of organochlorines in public health. Annu Rev Public Health. 1997; 18: 211-44.

42- Perveen F. Insecticides- Advances in Integrated Pest Management. Rijeka: InTech; 2011, P: 251-254.

43- Tao S, Liu WX, Li XQ, Zhou DX, Li X, Yang YF, *et al.* Organochlorine pesticide residuals in chickens and eggs at a poultry farm in Beijing, China. Environ Pollut. 2009; 157(2): 497-502.

44- Zeman P, Zelezný J. The susceptibility of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778), to some acaricides under laboratory conditions. Exp Appl Acarol. 1985; 1(1):17-22.

45- Pritchard J, Kuster T, Sparagano O, Tomley F. Understanding the biology and control of

the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*: a review. Avian Pathol. 2015; 44(3): 143-53.

46- Meyer-Kühling B, Pfister K, Müller-Lindloff J, Heine J. Field efficacy of phoxim 50% (ByeMite) against the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* in battery cages stocked with laying hens. Vet Parasitol. 2007; 147(3-4): 289-96.

47- Beugnet F, Chauve C, Gauthey M, Beert L. Resistance of the red poultry mite to pyrethroids in france. Vet Rec. 1997; 140(22): 577-9.

48- Nordenfors H, Hoeglund J. Long-term dynamics of *Dermanyssus gallinae* in relation to control measures in aviary systems for layers. Br Poult Sci. 2000; 41(5): 533-40.

49- Thomas E, Zoller H, Liebisch G, Alves LFA, Vettorato L, Chiummo RM, *et al.* In vitro activity of fluralaner and commonly used acaricides against *Dermanyssus gallinae* isolates from Europe and Brazil. Parasit Vectors. 2018; 11(1): 361.

50- Pugliese N, Circella E, Cocciolo G, Giangaspero A, Horvatek Tomic D, Kika TS, *et al.* Efficacy of λ-cyhalothrin, amitraz, and phoxim against the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* De Geer, 1778 (Mesostigmata: Dermanyssidae): an eight-year survey. Avian Pathol. 2019; 48(sup1): S35-S43.

51- Davies TG, Field LM, Usherwood PN, Williamson MS. DDT, pyrethrins, pyrethroids and insect sodium channels. IUBMB Life. 2007; 59(3): 151-62.

52- Marangi M, Cafiero MA, Capelli G, Camarda A, Sparagano OAE, Giangaspero A. Evaluation of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae* (Acari: *Dermanyssidae*) susceptibility to some acaricides in field populations from Italy. Exp Appl Acarol. 2009; 48(1-2): 11-8.

53- Alimehr M, Tavassoli M, Yousefian E. Susceptibility of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae* (Acari: *Dermanyssidae*) isolated from the layer farms to some acaricides. Iranian Journal of Veterinary Clinical Sciences. 2018; 11(2): 121-129 [In Persian].

54- Hadadzadeh HR, Torabi Goudarzi M, Rezaeian M. Evaluation of the effect of deltamethrin on dermanysus gallinae in an egg layer house in qom province in iran. Scientific-research Iranian veterinary journal. 2001; 4 (7): 29-35 [In Persian].

55- Campbell WC. History of avermectin and ivermectin, with notes on the history of other macrocyclic lactone antiparasitic agents. Curr Pharm Biotechnol. 2012; 13(6): 853-65.

56- Xu X, Wang C, Zhang S, Huang Y, Pan T, Wang B, *et al.* Acaricidal efficacy of orally administered macrocyclic lactones against poultry red mites (*Dermanyssus gallinae*) on chicks and their impacts on mite reproduction and blood-meal digestion. Parasit Vectors. 2019; 12(1): 345.

57- Zeman P. Systemic efficacy of ivermectin against *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) in fowls. Vet Parasitol. 1987; 23(1-2): 141-6.

58- Ash LS, Oliver JH Jr. Susceptibility of *Ornithodoros parkeri* (Cooley) (Acari: *Argasidae*) and *Dermanyssus gallinae* (DeGeer) (Acari: *Dermanyssidae*) to ivermectin. J Med Entomol. 1989; 26(3): 133-9.

59- Cencek T, Zdybel J, Włodarczyk-Ramus M, Karamon J, Dempkowska-Kutrzepa M, Roczeń-Karczmarz, M. In vitro evaluation of the effectiveness of commercially available acaricides against the populations of red mites (*dermanyssus gallinae*) occurring in poland. 3rd COST conference, Portugal, 2017. P: 44.

60- Marangi M, Morelli V, Pati S, Camarda A, Cafiero MA, Giangaspero A. Acaricide Residues in Laying Hens Naturally Infested by Red Mite *Dermanyssus gallinae*. PLoS ONE. 2012; 7(2): e31795.

61- Kirst HA. The spinosyn family of insecticides: realizing the potential of natural products research. J Antibiot. 2010; 63(3): 101–11.

62- George DR, Shiel RS, Appleby WG, Knox A, Guy JH. In vitro and in vivo acaricidal activity and residual toxicity of spinosad to the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. Vet Parasitol. 2010; 173(3-4): 307-16.

63- Liebisch G, Hack R, Smid GA. Efficacy of spinosad against the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae* (Mesostigmata: *Dermanyssidae*), in laboratory and field trials. Zoosymposia. 2011; 6: 282-7.

64- Thomas E, Chiquet M, Sander B, Zschiesche E, Flochlay AS. Field efficacy and safety of fluralaner solution for administration in drinking water for the treatment of poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) infestations in commercial flocks in Europe. Parasit Vectors. 2017; 10(1): 457.

65- Brauneis MD, Zoller H, Williams H, Zschiesche E, Heckeroth AR. The acaricidal speed of kill of orally administered fluralaner against poultry red mites (*Dermanyssus gallinae*) on laying hens and its impact on mite reproduction. Parasit Vectors. 2017; 10(1): 594.

66- Dolz, R. Introduction of exzolt (fluralaner 10 mg/ml solution) a new product for treatment of poul-

try red mite infestation in chickens. 3rd COST conference, Portugal. 2017. P: 26.

67- European Medicines Agency. Committee for Medicinal Products for Veterinary Use [Internet]. United Kingdom ;Available from: http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/EPAR_-_Public_ assessment_report/veterinary/004344/WC500236953.pdf. Accessed 12 June 2018.

68- Gassel M, Wolf C, Noack S, Williams H, Ilg T. The novel isoxazoline ectoparasiticide fluralaner: selective inhibition of arthropod γ-aminobutyric acid and L glutamate gated chloride channels and insecticidal/acaricidal activity. Insect Biochem Mol Biol. 2014; 45: 111–24.

69- Prohaczik A, Menge M, Huyghe B, Flochlay-Sigognault A, Le Traon G. Safety of fluralaner oral solution, a novel systemic antiparasitic treatment for chickens, in laying hens after oral administration via drinking water. Parasit Vectors. 2017; 10(1): 363.

70- Magdaş C, Cernea M, Baciu H, Şuteu E. Acaricidal effect of eleven essential oils against the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (Acari: *Dermanyssidae*). Sci Parasitol. 2010; 11(2): 71-75.

71- Tabari MA, Youssefi MR, Barimani A, Araghi A. Carvacrol as a potent natural acaricide against *Dermanyssus gallinae*. Parasitol Res. 2015; 114(10): 3801-3806.

72- Masoumi F, Youssefi MR, Tabari MA. Combination of carvacrol and thymol against the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*). Parasitol Res. 2016; 115(11): 4239-4243.

73- Rajabpour A, Mashhadi ARA, Ghorbani MR. Acaricidal and repellent properties of some plant extracts against poultry red mite, *Dermanyssus gallinae* (Mesostigmata: *Dermanyssidae*). Persian J Acarol. 2018; 7(1): 85–91.

74- Tabari MA, Rostami A, Khodashenas A, Maggi F, Petrelli R, Giordani C, *et al.* Acaricidal activity, mode of action, and persistent efficacy of selected essential oils on the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*). Food Chem Toxicol. 2020; 138: 111207.

75- Amer AM, Amer MM, Mekky HM, Fedawy HS. Effect of Combined Plant Essential Oils on *Dermanyssus gallinae*: In vitro and in vivo study. World Vet J. 2020; 10(2): 199-206.

76- Camarda A, Pugliese N, Bevilacqua A, Circella E, Gradoni L, George D, *et al.* Efficacy of a novel neem oil formulation (RP03™) to control the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*. Med Vet Entomol. 2018; 32(3): 290-297.

77- Lee SJ, Yoon JU, Park GH, Kim HK, Kim GH. Evaluation of susceptibility of red poultry mite, *Dermanyssus gallinae* (Acari: *Dermanyssidae*) in Five regions to 11 acaricides. Korean J Appl Entomol. 2017; 56(4): 427-434.

78- Chirico J, Tauson R. Traps containing acaricides for the control of *Dermanyssus gallinae*. Vet Parasitol. 2002; 110(1-2): 109-116.

79- Katsavou E, Vlogiannitis S, Karp-Tatham E, Blake DP, Ilias A, Strube C, *et al.* Identification and geographical distribution of pyrethroid resistance mutations in the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*. Pest Manag Sci. 2020; 76(1): 125-133.

80- Arisova GB. Efficacy of Ivermectin-Based Drugs against Ectoparasites in Broiler Chickens. World Vet J. 2020; 10(2): 160-164.

81- Todisco G, Paoletti B, Giammarino A, Manera M, Sparagano OA, Iorio R, *et al.* Comparing therapeutic efficacy between ivermectin, selamectin, and moxidectin in canaries during natural infection with *Dermanyssus gallinae*. Ann N Y Acad Sci. 2008; 1149(1): 365-367.

82- Fletcher MG, Axtell RC. Susceptibilities of northern fowl mite, *Ornithonyssus sylviarum* (Acarina: *Macronyssidae*), and chicken mite, *Dermanyssus gallinae* (Acarina: *Dermanyssidae*), to selected acaricides. Exp Appl Acarol. 1991; 13(2): 137-142.

83- Baran AI, Jahanghiri F, Hajipour N, Sparagano OAE, Norouzi R, Moharramnejad S. In vitro acaricidal activity of essential oil and alcoholic extract of *Trachyspermum ammi* against *Dermanyssus gallinae*. Vet Parasitol. 2020; 278: 109030.

A review on control and treatment of poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*)

Amir Asghari Baghkheirati, Seyed Mostafa Peighambari*

Department of Avian Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.

Receive: July 16, 2020; Revise: August 28, 2020; Accept: September 17, 2020

Summary

Poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*, is the most important haematophagus ectoparasite in layer and breeder flocks in many countries. Infestation with this obligate parasite is very common and according to the epidemiological reports, 83 percent of the European farms are infested with this parasite. Also, *D. gallinae* has been described as the most prevalent and important pest of poultry in Iran. Infestation with red mite can lead to reduced egg production, stress, immunosuppression, feather pecking, cannibalism, anaemia and death. Besides, it has been proved that this mite can transmit some pathogens like *Salmonella*. Furthermore, infestation of human with *D. gallinae* has been increasingly reported from different countries, including Iran. Although diverse methods have been reported for control of this mite in poultry houses, the main approach has been relied on the use of synthetic acaricides. The objectives of this review study were to investigate the various aspects of the *D. gallinae* infestation, describe different acaricides, and evaluate the effects of each acaricide on this parasite.

Key words: *Acaricides, Dermanyssus gallinae, Ectoparasite, Poultry, Red mite.*