



تنش گرمایی در سالن‌های پرورش طیور و راهکارهای مقابله با آن

حسنا حاجاتی^{۱*}

۱- بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.

* نویسنده مسئول: h.hajati@areeo.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۶

چکیده

حاجاتی، ح. ۱۴۰۱. تنش گرمایی در سالن‌های پرورش طیور و راهکارهای مقابله با آن. مجله ترویجی علوفه و خوراک دام. ۳(۱): ۷۴-۶۴.

تنش گرمایی، یکی از پُر چالش‌ترین شرایط در مناطق گرمسیر و در روزهای گرم و طولانی تابستان در بسیاری از کشورها می‌باشد. از طرف دیگر، به علت تغییر پوشش زمین، قطع درختان جنگل‌ها و انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی‌اکسیدکربن، اکسید دی‌نیتروژن و متان)، جهان در حال گرم شدن است. داده‌ها نشان می‌دهند که دما با نرخ ۰/۲ درجه سانتی‌گراد در هر دهه، در حال افزایش است و احتمال افزایش آن در آینده، وجود دارد. تنش گرمایی در طیور، شرایطی است که پرندگان در رسیدن به تعادل بین تولید حرارت در بدن و از دست دادن حرارت، مشکل دارند. ضرر تنش گرمایی بر انواع طیور، شامل: کاهش نرخ رشد، کاهش اشتها، افزایش ضریب تبدیل غذایی، کاهش تولید تخم‌مرغ، افت کیفیت گوشت و تخم‌مرغ می‌باشد. از جمله توصیه‌های ترویجی به پرورش‌دهندگان طیور جهت کاهش ضرر تنش گرمایی بر پرند، استفاده از چربی، افزودنی‌های خوراکی مناسب و مدیریت صحیح آب و خوراک در سالن پرورش می‌باشد که باید با مشورت متخصص تغذیه طیور در سالن، اجرا شود.

واژه‌های کلیدی: تنش گرمایی، راهکارهای تغذیه، عملکرد، مرغداری

مقدمه

از آنجا که پرندگان خونگرم هستند، می‌توانند دمای بدن خود را در طول سال حفظ کنند اما مکانیسم‌های تنظیم حرارتی تنها در مناطق خنثی حرارتی، یعنی ۲۷/۵ تا ۳۷/۷ درجه سانتی‌گراد موثر هستند (۲۲). بطور کلی، مکانیسم‌های تنظیم حرارت در پرندگان شبیه به سایر حیوانات است. با این حال، مشخص شده که پرندگان از پوشش پر، پوشش عایقی چربی و غدد نمکی استفاده می‌کنند. بعلاوه، پرندگان به عنوان موجودات خونگرم و آندوترم، می‌توانند دمای بدن را با استفاده از گرمای تولید شده در بدنشان، تنظیم کنند. گرما در بدن پرندگان در نتیجه متابولیسم (گلیکولیز، چرخه کربس، مسیر شانت فسفات پنتوز) و فعالیت عضلانی تولید می‌شود. غلظت آنزیم‌ها، ویتامین‌ها و هورمون‌ها، فعالیت بدنی، مصرف اکسیژن، دمای محیط و ریتم‌های شبانه‌روزی بر میزان تولید گرما در بدن جوجه‌ها، تأثیر دارد.

برای حفظ دمای بدن و جلوگیری از گرمای بیش از حد، گرمای اضافی از طریق هدایت سلولی و عروق خونی به محیط اطراف منتقل می‌شود. مرغداران باید نسبت به کنترل دمای محیط با توجه به نیاز پرندگان خصوصاً در طول تابستان هوشیار و آگاه باشند (۲۲). دمای بدن پرندگان نسبت به پستانداران بسیار متغیر است و بدن پرندگان دمای مطلق ندارد. دمای بدن مرغ بالغ حدود ۴۰/۵ درجه سانتی‌گراد متغیر است، درحالی‌که درجه حرارت بدن جوجه‌ای که تازه متولد شده تقریباً ۱۰۳/۵ درجه فارنهایت (۳۹/۷ درجه سانتی‌گراد) است، و این دما به مدت تقریباً سه هفته، روزانه افزایش می‌یابد تا به سطح پایداری برسد. برای رسیدن به حداکثر عملکرد تولید در طیور، دمای بدن پرنده باید تقریباً در ۱۰۶ درجه فارنهایت (۴۱/۱۱ درجه سانتی‌گراد) باقی بماند. تغییرات دمایی پایین‌تر یا فراتر از این محدوده دمایی، ممکن است به دلیل شرایط فیزیولوژیکی خاصی از جمله جنس (پرندگان نر در مقایسه با پرندگان ماده، به دلیل نرخ متابولیسمی و فعالیت عضلانی بیشتر دارای درجه حرارت بدنی بالاتر هستند)، فعالیت فیزیولوژیکی (افزایش تحرک و جابجایی بیشتر باعث افزایش دمای بدن می‌شود)، نژاد (نژادهای کوچکتر در مقایسه با نژادهای بزرگتر، دارای درجه حرارت بدنی بالاتر هستند)، سن، وزن بدن، دوره پرریزی (پرندگانی که پرهایشان ریخته نسبت به پرندگان کاملاً پر دار دمای بدنی بالاتری دارند)، تخمگذاری (مرغهای تخمگذار دمای بدنی بالاتری دارند)، وضعیت تغذیه‌ای (دمای بدن هنگام هضم غذا افزایش می‌یابد) و محیط خارجی (نور بیشتر باعث افزایش دمای بدن می‌شود) باشد (۵).

در مورد جوجه‌ها، منطقه خنثی حرارتی به وزن بدن، پوشش بدن، مقدار، شکل و آرایش پراکنش پرها روی بدن، سازگاری آب و هوایی و وضعیت کم‌آبی بدن، بستگی دارد. هنگامی که تعادل بین گرمای تولید شده در بدن و گرما از دست رفته از بدن، مختل شود اتلاف گرمایی بدن کاهش می‌یابد و تولید گرما در بدن پرنده افزایش می‌یابد که موجب شروع تنش گرمایی می‌شود. دمای مرکز بدن هنگامی افزایش یا کاهش می‌یابد که دمای محیط به ترتیب بالاتر یا پایین‌تر از منطقه خنثی حرارتی باشد (۲۲). هنگامی که تولید حرارت توسط پرندگان بیشتر از گرمای از دست رفته باشد، دمای مرکز بدن، افزایش می‌یابد. هنگامی که دمای مرکز بدن به نقطه بحرانی (۱۱۶/۸ درجه فارنهایت یا ۴۷ درجه سانتی‌گراد) که به آن دمای کشنده بالایی گفته می‌شود، برسد پرندگان در اثر گرمزدگی می‌میرند (۲۲). از طرف دیگر، هنگامی که درجه حرارت به زیر ۱۶ درجه سانتی‌گراد کاهش یابد، تولید گرما در داخل بدن در ابتدا توسط اعمال فیزیکی (لرزیدن، ازدحام، پوشش چربی و پوشش پر) افزایش می‌یابد، سپس غده تیروئید فعال می‌شود و با مصرف کل کربوهیدرات‌ها (CH_2O) و چربی‌های بدن به تولید انرژی کمک می‌کند تا جاییکه ذخایر کربوهیدرات و چربی بدن به شدت کاهش می‌یابد. هنگامی که دمای بدن کمتر از حد طبیعی باشد، کاهش می‌یابد که این امر نیز باعث مرگ و میر در گله می‌شود (۲).

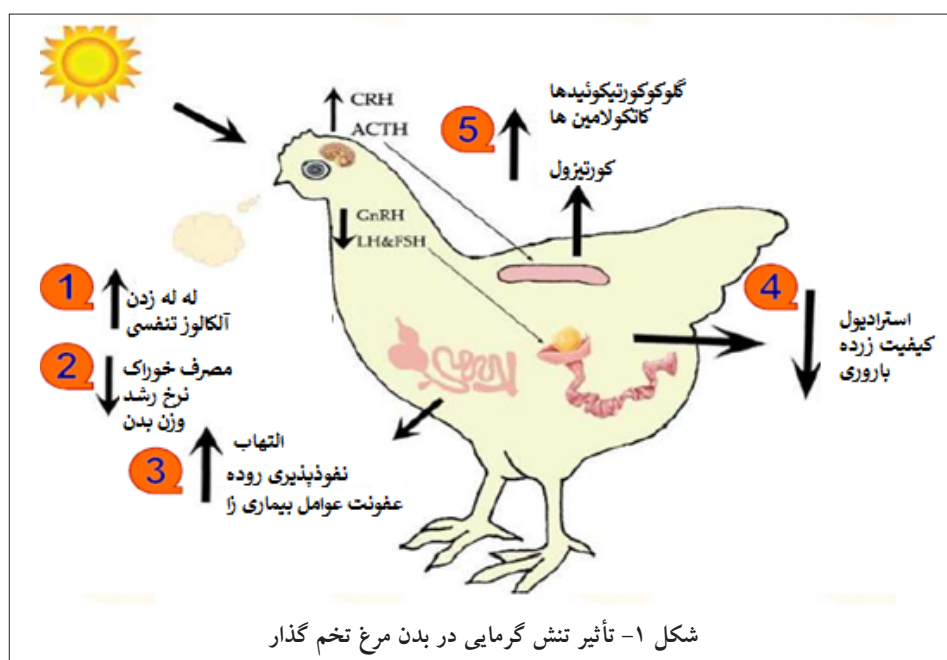
تنش گرمایی و تأثیر آن بر عملکرد پرندگان

دمای بالا، ممکن است از طریق سه مسیر آبخاری اصلی محور هیپوتالاموس - هیپوفیز - غده فوق کلیوی، محور سمپاتیک - مدولای فوق کلیه، و محور هیپوتالاموس - هیپوفیز - تیروئید، سبب تغییر در فعالیت برخی آنزیم‌ها و هورمون‌های پلازما شود. هنگامیکه دما و رطوبت نسبی، از سطح آسایش پرنده بالاتر می‌رود، حیوان توانایی دفع حرارت را به مقدار زیادی از دست می‌دهد. همچنین دفع حرارت در پرندگان به وسیله پرها و نیز عدم وجود غدد عرقی محدود است. این امر سبب تغییرات فیزیولوژیکی شامل کاهش مصرف خوراک به منظور کاهش تولید حرارت متابولیسمی، نرخ رشد آهسته‌تر و کاهش کارایی خوراک می‌شود. در دمای بالاتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد، با افزایش هر یک درجه سانتی‌گراد درجه حرارت محیط، کاهش ۱/۵ درصدی در مصرف خوراک مشاهده می‌شود، اما مصرف آب همچنان طبیعی است. در دمای بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد نیاز به آب، افزایش می‌یابد و به دلیل کاهش مصرف

تنش گرمایی بر کارایی تولید، بازده تولیدمثلی، صفات اقتصادی و رفاه مرغ‌ها تأثیر منفی دارد. افزایش ۱۰-۲۰ برابری در میزان تنفس پرندگان باعث افزایش دفع CO_2 از طریق ریه‌ها می‌شود. دفع CO_2 منجر به افزایش pH خون می‌شود و در نهایت تعادل اسید-باز را مختل می‌کند و موجب تهدید سلامت و عملکرد پرندگان می‌شود. تنش گرمایی ممکن است مزمن یا حاد باشد. دما و رطوبت بالای محیطی در دوره‌های زمانی کوتاه مدت و ناگهانی، می‌تواند منجر به تنش گرمایی حاد شود، درحالی‌که افزایش دما و رطوبت محیط طی یک دوره زمانی طولانی، منجر به تنش گرمایی مزمن می‌شود. حرارت به همراه رطوبت بالا از جمله عواملی هستند که باعث ایجاد تنش گرمایی در گله‌های طیور می‌شود. چنانچه پرندگان نتوانند بین تولید و دفع حرارت از بدن تعادل برقرار کنند، "گرم‌زده" می‌شوند. در طول فصل تابستان، جایگاه مرغ‌ها باید طوری باشد تا بتواند محیطی راحت (منطقه حرارتی خنثی) را برای مرغ‌ها فراهم کند تا پرندگان بتوانند به اندازه کافی گرمای بدن خود را به محیط اطراف انتقال دهند و تعادل حرارتی را حفظ کنند. افزایش وزن بدن، تولید تخم مرغ، اندازه تخم مرغ، کیفیت تخم مرغ، قابلیت جوجه درآوری و باروری در گله‌های مادری که دچار تنش گرمایی شده‌اند، کاهش می‌یابد (۲ و ۱۶).

خوراک، اسهال ایجاد می‌شود. با افزایش هر یک درجه سانتی‌گراد دمای بدن، نرخ متابولیک ۲۰٪ تا ۳۰٪ افزایش می‌یابد. بنابراین، تولید گرما هم افزایش می‌یابد و دمای بدن پرندگان به بالاتر از حد نرمال می‌رسد. در این مرحله، میزان مصرف آب و میزان متابولیسم بدن به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد، اما کاهش مصرف خوراک منجر به اسهال می‌شود که در نتیجه، کاهش معنی‌داری در وزن بدن ایجاد می‌شود.

پرندگان ذاتاً در محیط‌های گرم برای کاهش تولید گرمای حاصل از متابولیسم، میزان مصرف خوراک خود را کاهش می‌دهند. کاهش مصرف خوراک منجر به کاهش تولید تخم مرغ و تولید تخم مرغ‌های پوسته نازک، ترک خورده و با کیفیت پایین می‌شود. از دیگر عوامل موثر در تولید تخم مرغ‌های پوسته نازک، کاهش دریافت کلسیم و افزایش از دست دادن فسفر می‌باشد. محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-فوق کلیه، یکی از مهم‌ترین سیستم‌ها برای حفظ یکپارچگی بدن است و در پاسخ به محرک‌های تنش‌زا یا مختل‌کننده‌های هموستازی بدن فعال می‌شود و غلظت هورمون کورتیکوسترون در پلاسما افزایش می‌یابد؛ در نتیجه تأثیر بدی بر وضعیت سلامت پرنده خواهد داشت. واضح است که تنش گرمایی سبب افزایش هزینه‌های انرژی نگهداری در گله‌های طیور می‌شود (۴).



شکل ۱- تأثیر تنش گرمایی در بدن مرغ تخم‌گذار

تأثیر تنش گرمایی بر صفات فیزیولوژیکی پرندگان

تنش گرمایی اثر قابل توجهی بر پتانسیل فیزیولوژیکی پرندگان دارد. زمانیکه تنش شدید می‌شود، هزینه‌های انرژی نگهداری افزایش قابل توجه دارد. به عنوان مثال، له‌له زدن در پرندگان به فعالیت عضلانی نیاز دارد که در نتیجه منجر به تولید بیش از حد گرما در بدن پرنده می‌شود. له‌له زدن سرعت تنفس را تا ۱۰ برابر افزایش می‌دهد (۳) و باعث از دست رفتن CO_2 از بدن می‌شود و در نتیجه باعث افزایش pH در پلاسما می‌شود. علاوه بر این، pH درون سلولی هم افزایش می‌یابد و منجر به آلکالوز تنفسی می‌شود. افزایش عمل له له زدن، باعث افزایش از دست دادن بی‌کربنات (HCO_3^-) و همچنین افزایش خروج ادرار و در نهایت باعث از بین رفتن الکترولیت‌های بدن می‌شود.

علاوه بر این، به دلیل کاهش مصرف خوراک، دریافت الکترولیت از طریق خوراک نیز کاهش می‌یابد. بعلاوه، غلظت هورمونهای تنش، در خون افزایش و پروتئین‌های شوک حرارتی فعال می‌شوند (۱۳). ممکن است عملکرد زنی مختل شود و پرندگان در برابر بیماری‌های مختلف آسیب‌پذیر شوند. تنش گرمایی موجب افزایش غلظت یون‌های سدیم (Na^+) و کلرید (Cl^-) در خون می‌شود، در حالی که غلظت پتاسیم (K^+) و فسفات (PO_4^{++}) کاهش می‌یابد. تنش گرمایی بر غلظت سرمی تری‌یدوتیرونین (T_3) و تیروکسین (T_4) که از هورمون‌های مهم رشد هستند، تأثیر منفی می‌گذارد، در مقابل سطح کورتیزول سرم افزایش می‌یابد. هم چنین، سیستم آنزیمی

آنتی‌اکسیداتیو (شامل سوپراکسیددسموتاز، گلوکاتایون پراکسیداز و کاتالاز) که به عنوان اولین خط دفاع آنتی‌اکسیدانی عمل می‌کند، تغییر فعالیت این آنزیم‌ها می‌تواند تعادل بین تولید گونه‌های فعال اکسیژن و سیستم آنتی‌اکسیدانی را تغییر دهد. تحقیقات نشان می‌دهند که با افزایش دمای محیط، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیداتیو اصلی در سرم و کبد افزایش می‌یابد و این افزایش در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی به عنوان پاسخ حفاظتی در برابر تنش اکسیداتیو در نظر گرفته می‌شود. رادیکال‌های آزاد اکسیژن، محصولات متابولیکی زنجیره تنفسی هستند (۲ و ۱۶).

تأثیر تنش گرمایی بر سلامت طیور

در مرحله تولید، سرعت تنفس، له‌له زدن و سطح CO_2 افزایش می‌یابد و در نهایت با تأثیر بر سیستم عصبی مرکزی (CNS)، منجر به تشنج و مرگ می‌شود. در پرندگان دچار تنش گرمایی نسبت هتروفیل به لنفوسیت (۲) و آنزیم‌های کبدی سرم خون افزایش می‌یابد که با افزایش سطح مرگ و میر، همبستگی بالایی دارد. تنش گرمایی باعث کاهش وزن اندام لنفوئیدی و کاهش غلظت آنتی‌بادی در سرم می‌شود (۲). تنش گرمایی روی سلامت دستگاه گوارش تأثیر منفی می‌گذارد و ممکن است قابلیت هضم کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌ها را کاهش دهد. تنش گرمایی تأثیری منفی بر رشد و گسترش روده دارد که ممکن است منجر به اسهال یا مدفوع



شکل ۲- گله‌های مرغ گوشتی و بوقلمون گوشتی تحت شرایط تنش گرمایی

باید با حداکثر عایق کاری طراحی شوند تا دمای داخلی آنها حفظ شود. در مناطق گرم، جهت طولی سالن مرغداری‌ها، باید از شرق به غرب و جهت عرض سالن، باید از شمال به جنوب باشد. توصیه می‌شود برای اینکه پرندگان از حداکثر نورخورشید در طول روز محافظت شوند، جریان طبیعی هوا از سمت شمالی و جنوبی تقویت شود، بنابراین طول سالن باید از جهت شرق به سمت غرب (شرقی-غربی) باشد. عایق‌بندی سقف بسیار مهم است، زیرا ۶۰٪ از گرمای خارجی از طریق سقف به داخل سالن نفوذ می‌کند. سقف سالن مرغداری باید شیب‌دار و شیب آن زیاد باشد. علاوه بر این، در دماهای بالا، آب پاشی سقف می‌تواند آنرا خنک نگه دارد. همچنین، طراحی ساختمان، سیستم تهویه، رنگ سقف، بازتاب نور، شیب، جهت و مکان سالن، تأثیر معنی‌داری در اتلاف و جذب گرمایی ساختمان مرغداری دارد. نوع و ضریب مقاومت (R-value) مصالح ساختمانی بکار رفته و اینکه آیا ساختمان در سایه قرار دارد یا خیر نیز، باید در نظر گرفته شود. علاوه بر این، بازتاب‌پذیری سقف را می‌توان با نصب سقف آلومینیومی یا با رنگ آمیزی مناسب، افزایش داد. سیستم‌های خنک‌کننده تبخیری می‌توانند به همراه پدهای خنک‌کننده، در داخل سالن استفاده شوند و از آبیاش‌ها زمانی که دما بالا و رطوبت پایین است، استفاده کرد. گرمای اضافی در هنگام تبخیر آب از بین می‌رود و هوای خنکی در داخل سالن تولید می‌شود اما رطوبت تولید شده بایستی با دقت کنترل شود. به ازای هر یک درجه سانتی‌گراد کاهش دما از طریق سیستم خنک‌کننده تبخیری، رطوبت نسبی (RH) تقریباً ۴/۵٪ افزایش می‌یابد. وجود جریان هوای شدید برای کاهش تنش گرمایی ضروری است. با افزایش سرعت هوا، اتلاف حرارتی از طریق تابش و همرفت می‌تواند به میزان قابل توجهی افزایش یابد. در شرایط دمایی و رطوبتی بسیار بالا، استفاده از سیستم‌های خنک‌کننده ممکن است مضر یا ناکارآمد باشد. هوای داخل سالن باید در گردش باشد تا دفع حرارت از طریق همرفت به حداکثر میزان خود برسد.

فاصله بین سالن‌ها باید طوری تنظیم شود که جریان باد بین سالن‌ها قطع نشود و هوای تازه در دسترس گله‌ها قرار گیرد. برای دستیابی به حداکثر جریان هوا، هوای داخل سالن باید با فن‌های داخلی با آرایش تهویه تونلی بازگردش شود. تراکم بالا باعث نقص در تهویه خواهد شد. در طول تابستان، افزایش نرخ متابولیسمی پرندگان، باعث افزایش تولید گرما در داخل سالن پرورش و کاهش دفع حرارتی در هوای گرم و مرطوب باعث افزایش درجه حرارت کلی سالن می‌شود. تراکم در سالن باید مطابق با شرایط دمایی و رطوبتی منطقه تنظیم شود (۲۱).

آبکی شود. کاهش کیفیت لاشه و دیسکندروپلازیای استخوان درشت نی نیز می‌تواند رخ دهد. همچنین افزایش مرگ و میر به همراه تغییرات پس از مرگ در لاشه، مانند: عضلات خشک و چسبیده با ظاهری پخته شده، خون غلیظ و پاهای چروکیده و خشک نیز در داخل سالن مرغداری، دیده می‌شود. انواع خونریزی ممکن است در سطح خلفی عضلات سینه مرغ دیده شود. همچنین خونریزی‌ها ممکن است در چربی‌های شکمی، کبد، قلب، پوست و غشاهای مخاطی نیز مشاهده شود. پرخونی و احتقان دستگاه تنفسی به همراه میوپاتی عضلانی و احتقان در ریه‌ها، رگ‌های خونی و مغزی دیده می‌شود. محتویات چسب مانند در روده دیده می‌شود و چینه دان و سنگدان ممکن است خالی باشد. اتساع در سمت راست قلب نیز مشاهده می‌شود. آسیب باعث افزایش جمود نعشی زودهنگام و فساد سریعتر لاشه پرندگان مرده می‌شود. گزارش‌ها نشان داده که سطح آنتی بادی در گردش خون جوجه‌های مواجه شده با تنش گرمایی کمتر می‌شود، همچنان که سطوح IgY و IgM نیز در پاسخ‌های ایمنی همورال اولیه و ثانویه نیز کمتر می‌شود. علاوه بر این، مشاهده شده که وزن تیموس، بورس، طحال و کبد جوجه‌های گوستی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (۲).

راهکارهای مبارزه با تنش گرمایی در گله‌های طیور

تنش گرمایی در طول فصل تابستان به طرز چشمگیری سودآوری پرورش طیور را کاهش می‌دهد. رسیدن به راه حل برای محافظت پرندوها در برابر تنش گرمایی نیاز به استراتژی‌های مختلف دارد که می‌تواند شامل مسائل مربوط به سالن مرغداری، ژنتیک، تهویه حرارتی و خوراک‌دهی و تغذیه باشد. محققان روش‌های مختلفی را برای مقابله با دمای زیاد محیط، از جمله انواع تهویه و تهیه برخی ریز مغذی‌ها مانند مواد معدنی و ویتامین‌ها را مورد بررسی قرار دادند. علاوه بر این، افزایش مقاومت پرند در برابر آب و هوای گرم از طریق قرار گرفتن زودهنگام جوجه‌ها در برابر گرما به منظور سازگاری حرارتی روش نسبتاً جدیدی در زمینه کاهش اثرات سوء تنش گرمایی است (۲۰).

طراحی سالن

سالن مرغداری باید طوری طراحی شود که از نفوذ گرما از محیط خارج از سالن به داخل، جلوگیری کند. همچنین سالن‌های مرغداری

مدیریت آب

باکتری‌های اندوژنوس روده می‌شود. مکمل پروبیوتیک ممکن است تنوع میکروبی موجود در ژرونوم و سکوم پرندگان را تقویت کند، تعادل میکروبی را بازگرداند و ثبات طبیعی آنها را حفظ کند. تشخیص بیماری‌ها و درمان پرندگان بیمار باید به موقع و سریع انجام شود. گله‌های تخمگذار و مادر باید به طور منظم از طریق آزمایش‌های سرولوژیک از نظر آلودگی به مایکوپلاسموز، سالمونلوز، آنفلوانزای طیور و بیماری نیوکاسل بررسی شوند (۷ و ۱۵).

ملاحظات تغذیه‌ای

برنامه‌های تغذیه‌ای متناوب در برخی از گله‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفته است. تغذیه باید در ساعات خنک روز، یعنی در ساعات اولیه صبح و در ساعات پایانی عصر انجام شود (۹). مزیت قطع خوراک‌دهی، کاهش تولید گرمای متابولیکی است. مصرف خوراک اضافی در ساعات گرم روز، باعث افزایش بار گرمایی و احتمالاً منجر به مرگ و میر بیشتر خواهد شد. گرسنگی، تولید گرمای حاصل از هضم، جذب و متابولیسم مواد مغذی را کاهش می‌دهد. برای کاهش بار حرارتی، جوجه‌های گوشتی را باید تا حد امکان آرام نگه داشت. این امر، به ویژه در گرمترین ساعات روز مهم است. پس از پایان گرمترین ساعات و شروع کاهش دمای محیط، معمولاً جوجه‌های گوشتی مصرف خوراک را دوباره آغاز می‌کنند. کاهش مصرف خوراک منجر به کاهش مصرف روزانه مواد مغذی‌ای می‌شود که مسئول رشد پرنده هستند؛ بنابراین، حتی اگر رشد کند شده باشد، مشخص شده که تغذیه مرطوب در مناطق گرمسیری برای مقابله با تنش گرمایی، مفید است (۱). تغذیه مرطوب در سویه‌های گوشتی موجب بهبود مصرف خوراک و منجر به FCR بهتر می‌شود. علاوه بر این، تغذیه مرطوب، سرعت عبور ماده هضمی را در دستگاه گوارش افزایش می‌دهد (۸).

توجه به پروتئین و اسید آمینه های ضروری در جیره

به‌طور معمول با افزایش سطح پروتئین‌ها در بدن، تولید گرما افزایش می‌یابد. متابولیسم بیش از حد پروتئین، باعث افزایش بار گرمایی در طیور می‌شود و تعادل یونی را شدیداً برهم می‌زند. تحت شرایط تنش گرمایی، جیره‌های کم پروتئین مکمل شده با برخی از اسید آمینه‌های ضروری مانند: متیونین، لیزین، ترئونین و تریپتوفان نسبت به جیره‌هایی با نسبت پروتئین بالاتر، نتیجه بهتری می‌دهند.

تنش گرمایی موجب کاهش مصرف خوراک و افزایش مصرف آب بیشتر می‌شود. این افزایش مصرف آب به کاهش دمای بدن پرندگان کمک می‌کند. نسبت مصرف آب به خوراک در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد برابر نسبت ۱/۸۲ به ۱ است. هنگامی که درجه حرارت به ۳۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد، این نسبت به ۴/۹ به ۱ افزایش می‌یابد. به طور متوسط، به ازای مصرف هر ۱ گرم خوراک، پرندگان در طول زمستان ۲-۳ میلی‌لیتر و در طول تابستان ۵-۸ میلی‌لیتر، آب آشامیدنی مصرف می‌کنند. برای ثابت نگه داشتن دمای بدن پرندگان، آب تمیز و خنک به همراه تکه‌های یخ با دمای کمتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد باید به صورت آزاد و با یخ در دسترس پرنده باشد. تعداد و فضای آب‌خوری‌ها را باید افزایش داد و برای جلوگیری از دهیدراتاسیون پرندگان باید از میزان آب مطمئن بود. استفاده از ترف‌های آب‌خوری به جای نیپل و یا آب‌خوری زنگوله‌ای می‌تواند باعث افزایش مصرف آب در پرندگان شود. مخازن آب باید عایق بندی شده و در سایه قرار داده شوند. آب‌خوری‌ها باید از جریان آب کافی (< 70 میلی‌لیتر/دقیقه/نیپل) برخوردار باشند و کلرزنی در روزهای بسیار گرم، قطع شود. برای شستشوی خطوط آب باید از آب اکسیژنه استفاده کرد (۲ و ۲۱).

مدیریت بستر

دمای بستر در هوای گرم افزایش می‌یابد که برای کاهش آن باید نسبتاً مرطوب نگه داشته شود. توجه شود که رطوبت زیاد بستر ایجاد کیک بستر می‌کند و بستر را به کف سالن می‌چسباند. بستر مرطوب، موجب ایجاد بوی آمونیاک و بد در داخل سالن می‌شود که می‌تواند سبب کاهش سرعت رشد پرنده‌ها، جذب مگس‌ها و افزایش تنش در پرندگان شود. جهت بهبود وضعیت بستر می‌توان با مشورت متخصص تغذیه از پروبیوتیک، زئولیت، کربن فعال، برخی افزودنی‌های گیاهی، ترکیبات لیگنوسولولزی، آنزیم‌های هیدرولیزکننده پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای، منابع آلی عناصر کم مصرف (روی)، بیوتین، بنتونیت و ... در جیره استفاده نمود (۷).

مدیریت سلامت پرنده

دمای محیطی بالا، باعث ایجاد تغییرات نامطلوب در جمعیت

به ترکیبی از پری بیوتیک‌ها و پروبیوتیک‌ها به دلیل اثر هم‌افزایی (سینرژیک)، سین بیوتیک گفته می‌شود. افزودن سین بیوتیک‌ها به رژیم غذایی برای کاهش اثرات منفی تنش گرمایی و بهبود عملکرد و رفاه پرندگان در معرض تنش گرمایی، توصیه شده است (۱۸). در مناطق گرمسیری، افزودن پروبیوتیک، اثرات مثبت زیادی بر سلامت و تولید طیور نشان داده است. همچنین اثر مثبت افزودن ترکیبی از مانان الیگوساریدها، پری بیوتیک‌ها و نوعی پروبیوتیک به جیره غذایی طیور تحت تنش گرمایی را بر ترکیب میکروبی‌های روده و پاسخ ایمنی گزارش کردند (۲۱).

مکمل سازی ویتامین‌ها

نیاز طیور به ویتامین‌ها در هوای گرم، افزایش می‌یابد. ویتامین C را می‌توان برای تنظیم دمای بدن پرندگان، به خوراک یا آب آنها اضافه کرد. افزودن ویتامین C به آب آشامیدنی یا خوراک، به کاهش سطح کورتیکواسترون‌ها در هنگام تنش گرمایی، کمک می‌کند. ویتامین C یک ترکیب بلوری سفیدرنگ است که به‌طور عمده توسط کلیه‌های مرغ، ساخته می‌شود اما در فصل گرم و مرطوب، ویتامین C اندوژن برای تامین نیاز پرندگانه کافی نیست. ویتامین C با تنش گرمایی مبارزه می‌کند و پاسخ ایمنی، مصرف خوراک، افزایش وزن بدن، دمای بدن و دمای مقعد، باروری، قابلیت جوجه درآوری، تنش اکسیداتیو، کیفیت لاشه، راندامان لاشه و وزن پرندگان را بهبود می‌بخشد (۲۳).

ویتامین E محافظ سلولی است و رادیکال‌های آزاد را از بین می‌برد. افزودن ویتامین E به جیره غذایی، اثرات سوء هورمون‌های تنش را کاهش می‌دهد. ویتامین E از لنفوسیت‌ها، ماکروفاژها و سلول‌های پلاسمایی در برابر آسیب اکسیداتیو محافظت می‌کند و پاسخ ایمنی را بهبود می‌بخشد. افزودن ویتامین C و ویتامین E به جیره غذایی، می‌تواند عملکرد تولید، قابلیت هضم مواد مغذی، کیفیت تخم مرغ، عملکرد فیزیولوژیکی و وزن اندام‌ها را در شرایط تنش گرمایی بهبود بخشد (۲).

مکمل سازی مواد معدنی

بسیاری از مطالعات، تأثیر مثبت مکمل‌سازی مواد معدنی (مانند سلنیوم، کروم، روی و غیره) را در صنعت پرورش مرغ در مناطق گرمسیری نشان داده‌اند. مطالعات حاکی از اثرات معنی‌دار مواد معدنی در بهبود پارامترهای عملکردی و کاهش پروتئین‌های شوک

در طول فصل تابستان علاوه بر انرژی، باید به تعادل بین اسید آمینه‌های موجود در جیره نیز توجه شود. حفظ مقدار کافی اسیدهای آمینه ضروری، به‌ویژه لیزین یا آرژنین و لیزین یا افزودن ۲-هیدروکسی ۴- (متیل تیو) اسید بوتانوئیک (HMB) به جیره غذایی می‌تواند مفید باشد (۲۱).

استفاده از چربی در جیره

در طول تابستان، افزودن چربی به رژیم غذایی به‌منظور افزایش مقدار انرژی قابل سوخت‌وساز بدن، رایج است. اضافه کردن چربی باعث افزایش مصرف انرژی و کاهش عملکرد دینامیکی، خوراک می‌شود و به پرندگان این امکان را می‌دهد تا به‌طرز موثری با درجه حرارت بالا مقابله کنند. از آنجائیکه چربی حرارت افزایشی کمتری نسبت به کربوهیدرات‌ها و یا پروتئین دارد، وجود چربی بیشتر در جیره غذایی مرغ‌هایی که در دمای محیطی بالاتر رشد کرده‌اند، به کاهش اثرات منفی تنش گرمایی کمک می‌کند. همچنین گنجاندن چربی در جیره غذایی سرعت عبور مواد هضمی را در طول دستگاه گوارش کاهش می‌دهد و به‌این‌ترتیب میزان جذب و حفظ مواد مغذی افزایش می‌یابد. بنابراین استفاده از مکمل چربی در جیره، به افزایش میزان انرژی سایر اجزای خوراکی جیره کمک می‌کند. متابولیسم پروتئین در مقایسه با متابولیسم چربی و کربوهیدرات، گرمای بیشتری تولید می‌کند. مزیت دیگر افزودن روغن به جیره، وجود اسید لینوئیک است که باعث بهبود تولید و افزایش وزن تخم مرغ‌ها می‌شود (۱۰).

استفاده از افزودنی‌های خوراکی

استفاده از بتائین در جیره غذایی طیور می‌تواند به‌طور معنی‌داری برای عملکرد تولیدی طیور نگهداری شده در شرایط تنش گرمایی، سودآور باشد. بتائین نقش خاصی در حفظ فرآیندهای بیولوژیکی طیور مانند: تنظیم اسمزی تعادل آبی و تعادل یون سلولی، حفظ متیونین، توزیع چربی و ایمنی دارد و ظرفیت پرندگانه را برای مقاومت در برابر تنش گرمایی بهبود می‌دهد. همچنین بتائین به‌عنوان دهنده متیل عمل می‌کند و به دلیل جایگزین شدن به‌جای متیونین و کولین افزودنی در جیره غذایی، باعث صرفه جویی می‌شود. آزمایش‌های انجام‌شده تحت شرایط تنش گرمایی کنترل شده، تأثیر مثبت بتائین بر عملکرد جوجه‌های گوشتی و مرغ‌های تخمگذار را نشان داد.

حرارتی و پراکسیداسیون لیپیدها در پرندگان پرورش یافته در آب‌وهوای گرمسیری است (۱۹). در زمان تنش گرمایی نیاز به فسفر افزایش می‌یابد و نیاز به کلسیم در هوای گرم، به دلیل کاهش مصرف خوراک، افزایش می‌یابد. استفاده از مکمل کروم در جیره غذایی جوجه بلدرچین‌های ژاپنی تحت تنش گرمایی، تأثیرات سودمندی بر لاشه و سرعت رشد می‌گذارد و شاخص‌های بیوشیمیایی خون را تعدیل می‌کند.

در پرندگان تحت تأثیر تنش گرمایی، عدم توازن در تعادل اسید-باز رخ می‌دهد. بنابراین، گنجاندن ترکیبات مختلف در جیره غذایی یا آب مصرفی، روشی معمول برای کاهش اثرات منفی تنش گرمایی است. افزودن کلرید پتاسیم به میزان ۰/۵٪-۰/۲٪ برای حفظ تعادل اسمزی و تعادل اسید-باز و افزایش مصرف آب، مفید است اما با افزایش دما (۰/۷٪-۰/۶٪) نیاز به پتاسیم نیز افزایش می‌یابد. نیاز غذایی سدیم ۰/۲۵٪-۰/۲۰٪ و کلرید ۰/۳۰٪ است. مکمل‌سازی جیره با نمک‌هایی از جمله بی‌کربنات پتاسیم، کلرید سدیم، کلرید پتاسیم و کلرید آمونیوم، باعث افزایش مصرف آب در پرندگان تحت تنش گرمایی می‌شود (۲ و ۱۹).

استفاده از مکمل‌های گیاهی و فیتوشیمیایی

مکمل‌سازی جیره با افزودنی‌هایی مانند فیتوبیوتیک‌ها نیز، می‌تواند به کاهش تنش گرمایی کمک کند (۱۱ و ۱۷). پلی فنول‌های گیاهی مانند آنتوسیانین‌ها، رنگدانه‌های گیاهی هستند که تأثیرات مثبتی بر سلامت طیور دارند. آنتوسیانین‌ها ممکن است به‌عنوان عوامل بیوشیمیایی آنتی‌اکسیدان، ضدالتهاب، تنظیم‌کننده سیستم ایمنی بدن، ضد دیابت، ضد چاقی، محافظت‌کننده عصبی و ضد سرطان عمل کنند، بنابراین افزودن آنتوسیانین‌ها به جیره غذایی می‌تواند مزایای زیادی برای حفظ سلامتی پرندگان تحت تنش گرمایی، ایجاد کند (۱۲). تأثیر مثبت استفاده از عصاره هسته انگور (منبع آنتوسیانین) در تغذیه جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی و نیز تغذیه داخل تخم مرغی جنین در شرایط تنش گرمایی، گزارش شده است (۲). تنش گرمایی از نظر اقتصادی چالش‌های جدی مانند: کاهش عملکرد تولید، افزایش شیوع بیماری‌ها و مرگ‌ومیر و کاهش کیفیت را به‌دنبال دارد. برای کاهش تنش گرمایی در سالن مرغداری، استفاده از مشتقات گیاهی به دلیل فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی بالقوه‌ای که دارند، محبوبیت پیدا کرده است.

لیکوپن یک آنتی‌اکسیدان قدرتمند است که می‌تواند توسط حیوانات متابولیزه شود (۶). لیکوپن رشد سلولی و پاسخ ایمنی و رونویسی ژن را ارتقا می‌دهد. این ترکیب فیتوشیمیایی مفید، در سبزیجات و میوه‌ها از جمله پاپایا، گواوا، زردآلو، گریپ‌فروت صورتی، هندوانه و گوجه‌فرنگی فراوان یافت می‌شود. اخیراً تحقیقات نشان داده است که لیکوپن یکی از ضدتنش‌های طبیعی و آنتی‌اکسیدانی است که می‌تواند تأثیرات منفی تنش گرما را کاهش دهد. مکمل‌سازی جیره پرندگان در شرایط تنش گرمایی با *Solanum lycopersicum* (گوجه فرنگی)، اثر ضد اکسیدانی، اثر ضد التهابی، اثر تقویت‌کننده سیستم ایمنی و چندین اثر مفید دیگر مانند عملکرد بهتر و بهبود پارامترهای کیفیت گوشت و خصوصیات کیفیت تخم‌مرغ را سبب شده است (۶). گاما-گلوتامیل اتیل آمید (L-theanine) ترکیبی غیرپروتئینی، محلول در آب و فراوان‌ترین آمینواسید موجود در برگ‌های چای سبز (۵۰٪ کل اسیدهای آمینه چای سبز) است. L-theanine مزایای بی‌ظنیری مانند: تقویت ایمنی بدن، اثر ضد اکسیدانی، ضد افسردگی و اثرات تسکین دهنده تنش/خستگی، برای سلامتی دارد. همچنین L-theanine به افزایش تولید سیتوکین‌های ضدالتهابی کمک می‌کند. دیگر محققان، اثرات مفید مکمل‌سازی جیره با ترکیبات رسوراترول *resveratrol* (۲۰۰، ۴۰۰، یا ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) را بر شاخص رشد اندام ایمنی، پارامترهای عملکردی، نشانگرهای اکسیداتیو و سطح بیان پروتئین‌های شوک حرارتی در جوجه‌های سیاه‌رنگ ماده ۴۲ روزه تحت تنش گرمایی، گزارش کردند. این نتایج، پتانسیل آنتی‌اکسیدانی ترکیبات رسوراترول را از طریق افزایش سطح هورمون رشد در سرم خون و هشدار نسبت به ژن‌های شوک حرارتی در سیستم ایمنی بدن را نشان می‌دهند (۱۴).

افزودن بی‌کربنات سدیم در جیره غذایی

برای مقابله با تنش گرما در صنعت خوراک طیور، بی‌کربنات سدیم نیز بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد. بی‌کربنات سدیم یک آنتی‌اسید (عامل بافری) است و منبع CO₂ برای حیوانات تحت تنش گرمایی است. عباس و همکاران (۳) برای مقابله با تنش گرمایی در گله‌های تخمگذار تجاری، از جیره‌هایی حاوی سطوح مختلف بی‌کربنات سدیم استفاده کردند. مرغ‌های تخمگذاری که از جیره‌های حاوی ۱٪ بی‌کربنات سدیم استفاده کردند نسبت به گروه کنترل، عملکرد بهتری داشتند. همچنین گنجاندن ۱٪ بی‌کربنات سدیم در جیره غذایی مرغ‌های تخمگذار در طول تابستان، برای بهبود کارایی

می‌شود. همینطور بررسی‌ها نشان می‌دهند که القای شرایط تنش گرمایی در پرند‌های کم‌سن، یکی از روش‌های افزایش سازگاری در شرایط تنش گرمایی است که می‌تواند مورد توجه پرورش‌دهندگان محترم قرار گیرد.

تولید تخم مرغ، پاسخ ایمنی در برابر بیماری نیوکاسل و قابلیت هضم مواد مغذی، توصیه می‌شود. جایگزینی ۵۰٪-۴۰٪ از هر نمکی از جیره غذایی با بی‌کربنات سدیم، به حفظ کیفیت پوسته تخم مرغ کمک می‌کند. همچنین استفاده از زئولیت سدیم و آسپیرین برای کاهش تنش گرمایی ثابت شده است (۲۱).

نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر، مسئله آسایش حیوانات در دوران پرورش، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در حال حاضر بسیاری از کشورها برای حفاظت از حیوانات مزرعه از جمله طیور در برابر پریشانی و ترس، قوانین و نظام‌نامه آسایش دارند. اگرچه پرندگان در دامنه دمایی نسبتاً وسیعی (بین ۱۰ و ۲۷ درجه سانتی‌گراد) به خوبی فعالیت می‌کنند ولی دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد، سبب ایجاد تنش گرمایی در دوره پایانی پرورش جوجه‌های گوشتی و مرغ‌های بالغ می‌شود که تأثیر منفی بر مصرف خوراک، قابلیت هضم مواد مغذی، کیفیت و کمیت تولید، سیستم ایمنی و سلامت پرند دارد. به منظور کاهش اثرات مضر دمای بالای محیط پرورش پرند، اعمال تغییرات در جیره، دارای ارجحیت بیشتری بوده و کاربردی‌تر نیز می‌باشد. لذا توجه به راهکارهای تغذیه‌ای نظیر: استفاده از چربی، افزایش سطح مواد معدنی و ویتامین‌های دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی، افزودن پروبیوتیک، پری‌بیوتیک، سین‌بیوتیک و فیتوبیوتیک‌های مناسب و استفاده از جوش شیرین با توجه به تعادل الکترولیتی جیره در شرایط تنش گرمایی مفید می‌باشد که باید با مشورت با متخصص تغذیه طیور در جیره پرندگان تحت تنش گرمایی، در نظر گرفته شود.

توصیه ترویجی

مرغداران محترم توجه داشته باشند که در هنگام تنش گرمایی از مصرف داروهای ضد کوکسیدیوز به‌ویژه نیکاربازین، خودداری فرمایند. پرورش‌دهندگان طیور می‌توانند با مشاوره متخصصین تغذیه از جیره‌های مناسب دوران تنش و تقویت‌کننده ژن‌های افزایش‌دهنده مقاومت در برابر تنش گرمایی مانند: HSP70، استفاده کنند. استفاده از چربی، اسیدآمینه‌های ضروری به‌همراه کاهش سطح پروتئین خام، افزودنی‌های خوراکی مناسب نظیر: پری‌بیوتیک‌ها، پروبیوتیک‌ها و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی طبیعی با دوز مناسب توصیه

منابع:

- ۱- حاجاتی، ح. و سیاح‌زاده، ه. ۱۳۸۹. تاثیر تغذیه جیره مرطوب بر عملکرد مرغ بومی مازندران. چهارمین کنگره علوم دامی کشور. مشهد. شهریور ۱۳۸۹. ۷۱۱-۷۱۳.
- ۲- حاجاتی، ح.، حسن آبادی، ا.، گلپان، ا.، نصیری مقدم، ح. و نصیری، م. ر. ۱۳۹۳. تاثیر عصاره هسته انگور و ویتامین C به صورت تزریق داخل تخم مرغی و مکمل با جیره غذایی بر عملکرد، پاسخ ایمنی، وضعیت آنتی‌اکسیدانی، مورفولوژی روده و بیان ژن HSP 70 در جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی. رساله دکتری. دانشکده علوم دامی دانشگاه فردوسی مشهد.
- 3- Abbas, G., Mahmood, S., & Nawaz, H. (2017). Effect of dietary inclusion of sodium bicarbonate on blood profile of caged layers during summer. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 54(2).
- 4- Abdelnour, S. A., Abd El-Hack, M. E., Khafaga, A. F., Arif, M., Taha, A. E., & Noreldin, A. E. (2019). Stress biomarkers and proteomics alteration to thermal stress in ruminants: A review. *Journal of thermal biology*, 79, 120-134.
- 5- Alagawany, M., Farag, M. R., Abd El-Hack, M. E., & Patra, A. (2017). Heat stress: effects on productive and reproductive performance of quail. *World's Poultry Science Journal*, 73(4), 747-756.
- 6- Arain, M. A., Mei, Z., Hassan, F. U., Saeed, M., Alagawany, M., Shar, A. H., & Rajput, I. R. (2018). Lycopene: a natural antioxidant for prevention of heat-induced oxidative stress in poultry. *World's Poultry Science Journal*, 74(1), 89-100.
- 7- Donald, D.B., & William, D.W. (2002). Commercial Chicken Meat and Egg Production, sixth ed. Kluwer Academic Publishers 978-1-4615-0811-3 Online.
- 8- Farghly, M. F. A., Abd El-Hack, M. E., Alagawany, M., Saadeldin, I. M., & Swelum, A. A. (2018b). Wet feed and cold water as heat stress modulators in growing Muscovy ducklings. *Poultry science*, 97(5), 1588-1594.
- 9- Farghly, M. F. A., Alagawany, M., & Abd El-Hack, M. E. (2018a). Feeding time can alleviate negative effects of heat stress on performance, meat quality and health status of turkey. *British poultry science*, 59(2), 205-210.
- 10- Ghazalah, A. A., Abd-Elsamee, M. O., & Ali, A. M. (2008). Influence of dietary energy and poultry fat on the response of broiler chicks to heat therm. *Int. J. Poult. Sci*, 7(4), 355-359.
- 11- Hajati, H., Hassanabadi, A., Golian, A., Nassiri-Moghaddam, H., & Nassiri, M. R. (2015). The effect of grape seed extract and vitamin C feed supplementation on some blood parameters and HSP^v gene expression of broiler chickens suffering from chronic heat stress. *Italian Journal of Animal Science*, 14(3), 3273.
- 12- Hu, R., He, Y., Arowolo, M. A., Wu, S., & He, J. (2019). Polyphenols as potential attenuators of heat stress in poultry production. *Antioxidants*, 8(3), 67.
- 13- Kang, D., & Shim, K. (2021). Early heat exposure effect on the heat shock proteins in broilers under acute heat stress. *Poultry Science*, 100(3), 100964.
- 14- Khafaga, A. F., Noreldin, A. E., & Taha, A. E. (2019). The adaptogenic anti-ageing potential of resveratrol against heat stress-mediated liver injury in aged rats: Role of HSP70 and NF-kB signalling. *Journal of thermal biology*, 83, 8-21.
- 15- Lan, P. T. N., Sakamoto, M., & Benno, Y. (2004). Effects of two probiotic Lactobacillus strains on jejunal and cecal microbiota of broiler chicken under acute heat stress condition as revealed by molecular analysis of 16 S rRNA genes. *Microbiology and immunology*, 48(12), 917-929.
- 16- Li, C., Tong, H., Yan, Q., Tang, S., Han, X., Xiao, W., & Tan, Z. (2016). L-Theanine improves immunity by altering TH2/TH1 cytokine balance, brain neurotransmitters, and expression of phospholipase C in rat hearts. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 22, 662-669.

- 17- Liu, W. C., & Kim, I. H. (2017). Influence of extract mixture from *Scutellaria baicalensis* and *Lonicera japonica* on egg production, nutrient digestibility, blood profiles and egg quality in laying hens Reared in Hot Humid Season. *Anim. Nutr. Feed Technol*, 17(1), 37-146.
- 18- Mohammed, A. A., Jacobs, J. A., Murugesan, G. R., & Cheng, H. W. (2018). Effect of dietary synbiotic supplement on behavioral patterns and growth performance of broiler chickens reared under heat stress. *Poultry science*, 97(4), 1101-1108.
- 19- Rajkumar, U., Vinoth, A., Reddy, E. P. K., Shanmugam, M., & Rao, S. R. (2018). Effect of supplemental trace minerals on Hsp- γ mRNA expression in commercial broiler chicken. *Animal biotechnology*, 29(1), 20-25.
- 20- Rizk, A.M., El-Sayed, O.A., Abdallah, E.A., & Alm-Edeen, A.K. (2018). Effect of mitigation of heat stress by early heat acclimation and glutamine injection on some physiological measurements, immune responses and semen quality of Sinia male chickens. *Egyptian Poultry Science Journal*, 38(1), 127-155.
- 21- Saeed, M., Abbas, G., Alagawany, M., Kamboh, A. A., Abd El-Hack, M. E., Khafaga, A. F., & Chao, S. (2019). Heat stress management in poultry farms: A comprehensive overview. *Journal of thermal biology*, 84, 414-425
- 22- Scanes, C.G. (2015). *Sturkie's Avian Physiology* (Sixth Edition). Chapter 37 – Regulation of Body Temperature: Strategies and Mechanisms. Academic Press USA. 869–905.
- 23- Shakeri, M., Oskoueian, E., Le, H. H., & Shakeri, M. (2020). Strategies to combat heat stress in broiler chickens: unveiling the roles of selenium, vitamin E and vitamin C. *Veterinary Sciences*, 7(2), 71.