



بررسی تأثیر برنامه‌های روشنایی بر آسایش و عملکرد تولیدی مرغ‌های گوشتی: مرور روایتی

عبدالجمیل غنی زاده^۱، ایازخان ناصری^۲

^۱دپارتمنت علوم حیوانی، پوهنځی زراعت، پوهنتون کابل

^۲دپارتمنت اقتصاد و توسعه زراعتی، پوهنځی زراعت، پوهنتون کابل

خلاصه

برنامه نوری نقش مهمی در رشد، سلامت، و رفاه زیست طیور گوشتی دارد و بر ترشح هورمون‌های مرتبط با بلوغ و رشد تأثیر می‌گذارد. این مطالعه به بررسی تأثیر مدیریت بهتر درجه حرارت و نور، به ویژه استفاده از نور LED و تنظیم شدت و مدت زمان نوردهی، بر رشد، سلامت، سودمندی اقتصادی، رفاه چوپه‌های گوشتی، مؤثریت استفاده از انرژی و معیاری سازی سالن‌های پرورش برای توسعه پایدار صنعت طیور می‌پردازد. این مطالعه یک مرور روایتی است که بر تحقیقات داخلی و خارجی پرداخته و از کلمات کلیدی مرتبط در منابع معتبر علمی جستجو شده‌اند. نتایج این مطالعه بیان می‌کند که مدیریت خوب در پرورش چوپه‌های گوشتی نقش مهمی در رشد مطلوب مصرف انرژی، کاهش ضریب تبدیل غذایی و پیشگیری از بیماری‌ها دارد. استفاده از نورهای LED، به ویژه رنگ زرد، بیشترین تأثیر مثبت را بر افزایش وزن‌گیری در مرغ‌های گوشتی داشته و به طور اوسط حدود ۲۰٪ بیشتر از نور CCFL و ۱۰٪ بیشتر از CFL موجب بهبود وزن بدن و کاهش پیکال می‌گردد. همچنین نور سبز و آبی LED با تأثیر هم‌افزا بر سیستم ایمنی، عملکرد کلی را تا ۹۰٪ نزدیک به حداکثر سطح رشد تحت نور زرد ارتقاء می‌دهند. تنظیم شدت نور در مراحل مختلف پرورش، همراه با برنامه‌های نوری متناوب، تولید انرژی را افزایش می‌دهد. تطبیق برنامه روشنایی، ۸ ساعت تاریکی و ۱۶ ساعت روشنایی (L8:D16) بسته به شرایط سالن و فصل، توصیه شده‌ترین گزینه است. این اقدامات باعث افزایش بهره‌وری اقتصادی و رفاه طیور می‌شود. در نتیجه، با مدیریت اصولی حرارت و نور می‌توان سلامت، رشد و سودمندی اقتصادی پرورش چوپه‌های گوشتی را بهبود بخشید.

کلمات کلیدی: برنامه نوری، سلامت، رشد، رفاه زیستی، مرغ‌های گوشتی

Examining the Impact of Lighting Programs on Welfare and Productivity in Broiler Chickens

Abdul Jamil Ghanizadeh^{1*}, Ayaz Khan Naseri¹

¹Department of Animal Sciences, Agriculture Faculty, Kabul University

²Department of Agriculture Economics and Extension, Agriculture Faculty, Kabul University

*Corresponding Author Email: a.jamil.gh@gmail.com

Abstract

Lighting programs play a crucial role in the growth, health, and well-being of broiler chickens and affect the secretion of hormones related to maturation and growth. This study scrutinizes the impact of optimal temperature and light management, particularly the use of LED lighting and the regulation of light intensity and duration, on the growth, health, economic productivity, and welfare of broiler chickens. It also focuses on optimizing energy consumption and standardizing poultry farming facilities for the sustainable development of the poultry industry. This study is a narrative review based on domestic and international research, utilizing relevant keywords searched in reputable scientific databases. The findings indicate that proper temperature and light management in broiler farming play a significant role in optimal growth, reducing the feed conversion ratio, and preventing diseases. The use of LED lighting, especially yellow light, leads to increased weight gain and reduced litter production, while green and blue lights contribute to better growth and immunity in poultry. Adjusting light intensity at different

stages of rearing, along with intermittent lighting programs, enhances energy efficiency. Implementing an 8-hour dark and 16-hour light cycle (L8:D16), depending on housing conditions and seasonal factors, is the most recommended option. These measures improve economic efficiency and poultry welfare. In conclusion, proper management of temperature and lighting can enhance the health, growth, and economic efficiency of broiler chicken farming.

Keywords: Lighting Program, Growth, Health, Welfare, Broiler Chickens

مقدمه

مدیریت حرارت و کنترل تولید گاز آمونیاک در اوایل پرورش چوپه گوشتی (ده تا چهارده روز اول) بسیار اهمیت دارد. در صورتی که این دوره به دلیل ضعف در درجه حرارت به مرغ‌ها آسیب رساند، سرعت رشد کاهش یافته و ضریب تبدیل غذایی در طول دوره پرورش افزایش می‌یابد. هدف پرورش دهندگان چوپه گوشتی، تولید گله‌ای یکنواخت و با رشد مناسب با کمترین هزینه ممکن است. در پرورش صنعتی چوپه‌های گوشتی میزان روشنایی و تاریکی سالن به طور جداگانه تنظیم می‌شود. برنامه نوری مناسب باعث بهبود عملکرد، کاهش مرگ و میر و بهبود ضریب تبدیل غذایی می‌شود. همچنین از بروز بیماری‌هایی مثل آسیت (شکم آبی) جلوگیری می‌نماید. قبل از توسعه نژادهای تجارتي گوشتی، مرغهای نر (خروس) به عنوان چوپه گوشتی مورد استفاده قرار می‌گرفت (Yujun Wu et al., 2022). پرورش و اصلاح نژاد چوپه‌های گوشتی از سال ۱۹۱۶ آغاز شد. چوپه‌های گوشتی از یکجا شدن چوپه خروس کورنیش و چوپه مرغ پلیموت سفید تولید شد. این اولین تلاش برای به دست آمدن نسل جدید مرغ‌های گوشتی بود که در دهه ۱۹۳۰ معرفی گردید (رحمانی و همکاران، ۱۳۹۰).

تأثیر برنامه نوری بر سلامت و رشد چوپه‌های گوشتی

برنامه نوری تأثیر مهمی در افزایش تولید و صنعتی شدن تولید طیور دارد، زیرا نوردهی نه تنها ارتباط نزدیکی با فیزیولوژی همزمان طیور گوشتی دارد بلکه بر ترشح هورمون‌های مرتبط با بلوغ طیور گوشتی و رشد تأثیر گذار است. در سال‌های اخیر، توجه به تأثیرات برنامه نوری بر عملکرد رشد، وضعیت ایمنی و رفاه زیستی طیور گوشتی بیشتر شد. برنامه نوری مناسب، شامل منبع نور، شدت نور، مدت زمان و طول موج (رنگ) نور، برای بهبود رشد و رفاه زیستی طیور گوشتی الزامی می‌باشد (Gržinić et al., 2023; Zahoor et al., 2022). به علت افزایش سریع جمعیت، صنعت طیور گوشتی منبع حیاتی پروتئین حیوانی محسوب می‌شود. تقاضا برای گوشت در سراسر جهان تا سال ۲۰۳۰ به ۴۰ فیصد که برابر به ۴۰۰ میلیون تن میشود پیش بینی شده است (Moneim et al., 2023). از آن جاییکه در دهه‌های اخیر عوامل محیطی سالن مرغداری بر ضریب تبدیل غذایی و رشد تأثیر گسترده دارند، به همین لحاظ در بهبود تولید طیور گوشتی تأکید شده است. جدا از حرارت مناسب، رطوبت، سرعت هوا و تابش، برنامه نوری معقول به عنوان یک فاکتور محیطی ضروری برای پرورش مرغ‌های گوشتی در مرغداری‌های مدرن شناخته می‌شود (Lewis, 2010).

استفاده از برنامه نوری مناسب برای طیور گوشتی می‌تواند به تحریک دریافت غذا، تنظیم پاسخ معافیت عمومی و کاهش رفتار پرخاشگرانه فیزیولوژیکی کمک کند که در نهایت منجر به بهبود سلامت و بهداشت آن‌ها می‌شود. در نتیجه، برنامه نوری منطقی جهت افزایش رشد برای طیور گوشتی و مفاد اقتصادی لازم است (Akyüz and Onbaşilar, 2018; Xie et al., 2011).

برنامه نوری طیور گوشتی شامل پنج فکتور اساسی: منبع، شدت، مدت زمان، یکنواختی و رنگ نور است. مطالعات نشان داده‌اند که این عوامل بر رشد، ایمنی و رفتار طیور تأثیر دارند. برنامه نوری یکنواخت با تنظیم مناسب این فکتورها، عملکرد و رفاه زیستی طیور را بهبود می‌بخشد در سال‌های اخیر، تحقیقات متعددی روی اثرات این فکتورها انجام شده است که نتایج مختلف در پی داشت. بنابراین، این مطالعه به بررسی سیستم بینایی طیور و تأثیر برنامه‌های نوری مختلف بر سلامت و رشد آن‌ها، از جمله منبع، شدت، رنگ و مدت زمان نور، می‌پردازد (Rozenboim et al., 2004).

در طیور، نور نه تنها از طریق چشم بلکه از غده Pineal gland و Hypophysis در نزدیکی Hypothalamus وارد می‌شود. این واسطه‌های پایه می‌توانند بر سیستم بینایی طیور گوشتی تأثیرگذار باشند که شامل تشخیص و انتقال نور است. زمانی که تشخیص داده شد، مشخصات نور می‌تواند به سیگنال‌های بیولوژیکی تبدیل شده و بر سیستم نور و اندوکراین، بخصوص محور هیپوتالاموس-هیپوفیزو سایر فعالیت‌های مختلف اثر بگذارد (kuenzel et al., 2015). طیور گوشتی دارای سیستم بینایی حساس تر و با توانایی بینایی بیشتر از انسان هستند. این تفاوت به دلیل طیف وسیع تر، زمینه بینایی وسیع تر و حساسیت بیشتر چشم آنها است. در شبکه آنها، دو نوع گیرنده نوری میله‌ای و مخروطی وجود دارد. مخروط‌ها قادر به تشخیص نورهای مختلف مانند آبی،

سبز، سرخ و مآرای بنفش هستند و میله‌ها حساسیت بیشتر در تاریکی دارند اما رنگ‌ها را تشخیص نمی‌دهند. نور می‌تواند از مجموعه طیور عبور کرده و توسط گیرنده‌های خارج شبکه‌ای شناسایی شود (Egbuniwe and Ayo, 2016; Xie et al., 2008).

اثرات برنامه های نوری بر سلامت و رشد طیور گوشتی

منبع نوری ICD¹⁸ به طور گسترده‌ای به عنوان لامپ نوری استاندارد در مرغداری‌های بسیاری از کشورها استفاده شده است (Lewis and Morris, 1998). هرچند که بر اساس قانون استقلال و امنیت انرژی، لامپ ICD به طور تدریجی از بازار و مرغداری‌ها به علت مصرف بالای انرژی حذف شد. بنابراین، در سال‌های اخیر، با ضرورت روش‌های ذخیره انرژی در سراسر جهان، بسیاری از تکنولوژی‌های نوری جدید به عنوان منابع نوری ICD جایگزین مطرح شدند مانند (CCFL)¹⁹، (CFL)²⁰، (LED)²¹ و غیره. مزایای اصلی این لامپ‌ها بهره‌برداری بالای انرژی، عمر طولانی‌تر، مقاومت به رطوبت و مختلف بودن طول موج آن‌ها می‌باشد. در دهه اخیر، مزایای جزئی‌تر و محدودیت‌های منابع نوری مختلف در تولید مرغ‌های گوشتی در ابعاد مختلف اندازه‌گیری شده است (Olanrewaju et al., 2018).

جدول ۱: مقایسه فواید و نواقص نورهای CCFL، CFL و LED

شماره	نوع نور	فواید	نواقص
۱	CCFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp)	۱- عمر نسبتاً طولانی (۱۵,۰۰۰ تا ۲۰,۰۰۰ ساعت)	۱- مصرف برق بیشتر نسبت به LED
		۲- روشنایی یکنواخت	۲- محتوای جیوه، خطرناک برای محیط زیست
		۳- مناسب برای مانیفولدها و تلویزیون‌ها	۳- زمان گرم شدن طولانی‌تر
۲	CFL (Compact Fluorescent Lamp)	۱- مصرف انرژی کمتر از لامپ‌های رشته‌ای	۱- سایز بزرگ‌تر نسبت به LED
		۲- عمر متوسط (۸,۰۰۰ تا ۱۵,۰۰۰ ساعت)	۱- دارای جیوه، مضر برای محیط زیست
		۳- قیمت مناسب‌تر از LED	۲- حساس به خاموش و روشن شدن مکرر
۳	LED (Light Emitting Diode)	۱- مصرف انرژی بسیار کم	۳- روشن شدن تدریجی
		۲- عمر بسیار طولانی (۲۵,۰۰۰ تا ۵۰,۰۰۰ ساعت)	۳- تولید گرمای بیشتر نسبت به LED
		۳- بدون مواد سمی مانند جیوه	
		۴- روشن شدن فوری	
		۵- مقاوم در برابر خاموش و روشن شدن مکرر	
		۶- اندازه کوچک و انعطاف پذیری در طراحی	

منبع: (Olanrewaju et al., 2018)

بخش عظیمی از آزمایش‌ها به بررسی اثرات شدت نوری مختلف در رشد، سلامت و ایمنی به خصوص رفاه زیستی طیور گوشتی می‌پردازند. با توجه به حداقل استاندارد تولید و رفاه زیستی و پرورش با شدت نور زیاد در مرغداری گوشتی، نظر کلی این است که باید حداقل شدت نور ۵ lx نگهداری شود تا از بهره‌برداری و رفاه زیستی طیور گوشتی اطمینان حاصل شود. شدت نور بیشتر رشد بهتر را تسهیل می‌کند، اما نور بیش از حد ممکن است مشکلاتی مانند خودخوری ایجاد کند. در آمریکا، شدت نور ۲۰ lx در هفته اول دوره ابتدایی بعد از هچ (۷-۱۰ روزگی) و ۳-۵ lx در دوره میانی رایج است. در اروپا، حداقل شدت نور قبل از هفت روزگی، ۲۰ lx است و به تدریج در سن ۷ تا ۲۱ روزگی، تا ۱۰ lx کاهش یافته و ۱۰ lx می‌ماند. به طور جایگزین، شدت نور می‌تواند بین ۱۵ lx تا ۲۰ lx در دوره رشد بماند. مواجهه با برنامه نوری مداوم با شدت نور ۲۰ lx در مراحل اولیه زندگی، این اطمینان را می‌دهد که چوپه به خوبی با محیط، دریافت دانه و آب تطابق پیدا می‌کند و شدت کم نور در باقی دوره رشد می‌تواند تحریک و تحرک چوپه گوشتی را کم کند که در نهایت، با وزن بیشتری رشد می‌کند (Buyse et al., 1996; Li et al., 1995).

¹⁸ Intermittent Cold Light Device

¹⁹ Cold Cathode Fluorescent Lamps

²⁰ Compact Fluorescent Lamps

²¹ Light Emitting Diode

جدول ۲- شدت نور در دوره‌های مختلف پرورش مرغ‌های گوشتی

دوره پرورش	سن تقریبی	شدت نور	توضیحات
آغازین (Starter)	1 تا ۷ روزگی	20 لکس (lx)	نور شدیدتر برای تحریک مصرف دانه، آب و تطابق بهتر با محیط پس از هج؛ بهبود رشد اولیه
رشد (Grower)	8 تا 22 روزگی	10 لکس (lx)	کاهش تدریجی شدت نور برای کاهش استرس، مصرف انرژی و بهبود رفتار حرکتی
پایانی (Finisher)	22 روزگی تا زمان گشتار	5 لکس (lx)	شدت نور کم برای کاهش فعالیت بیش از حد، بهبود تبدیل غذایی، آرامش و رفاه مرغ

منبع: (Buyse et al., 1996; Li et al., 1995)

رنگ نور توسط طول موج نور تشخیص داده می‌شود که طول موج نور قابل دید از 380 تا 740 نانومتر است. از طریق سیستم بینایی مختص گونه ای، پرندگان می‌توانند رنگ نور در طیف nm 315 تا nm 750 را با بیشترین حساسیت طول موج nm 562 را دریافت کنند. به علاوه، توزیع بینایی و حساسیت به رنگ نور، با توجه به سن مرغ گوشتی، متفاوت است. در مراحل ابتدایی پرورش، طول موج های کوتاه (آبی، سبز)، تأثیرات محرک بر رشد سریع دارند. در زمانی که به بلوغ میرسد، طول موج های بلند (نارنجی، سرخ) اثر تسریع کننده بر بلوغ جنسی و جسمی دارند. همچنین، نورهای سرخ و سرخ-زرد، منجر به افزایش تحرک و پاسخ های ترس در مرغ گوشتی می‌شود. این در حالی است که نورهای آبی و سبز-آبی، از فعالیت طیور گوشتی می‌کاهد (Olanrewaju et al., 2006).

مدت زمان نوری میتواند بر عملکرد و رفاه طیور گوشتی از مرحله ی جنینی تا کشتار، تأثیر دارد. مواجهه با ۱۲ ساعت نور در دوره جنینی، ترس را کاهش داده و سلامت پا را بهبود می‌بخشد، درحال که ۲۴ ساعت نور تأثیر منفی بر استخوان پا دارد. تحریک نوری مناسب در انکوباسیون (incubation) برای سلامت طیور ضروری است. پس از هج (hatch)، برنامه نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی باعث بهبود رفاه طیور می‌شود (Olanrewaju et al., 2006).

با توجه به مفاهیم فوق، مطلوب سازی شرایط محیطی در پرورش چوچه های گوشتی، به ویژه مدیریت حرارت و نور، نه تنها موجب بهبود رشد و سلامت طیور و کاهش ضریب تبدیل غذایی می‌شود، بلکه از طریق استفاده از فناوری های نوین مانند نور LED و تنظیم دقیق شدت و مدت زمان نوردهی، بهره وری اقتصادی را افزایش داده و با کاهش مصرف انرژی، رفاه چوچه های گوشتی را تضمین میکند.

مواد و روش کار

مطالعه حاضر مرور روایتی بر مقالات نویسندگان داخلی و خارجی که در قسمت بررسی تأثیر برنامه ی روشنایی بالای آسایش و تولید در مرغ های گوشتی تحقیق نموده، صورت گرفته است. جستجوی مقالات با استفاده از واژه های کلیدی شامل (برنامه ی روشنایی، آسایش و سلامتی، تولید و مرغ های گوشتی) به صورت مجزا و ترکیبی در پایگاه های اطلاعاتی PubMed, Magiran, Google Scholar, Iranmedex, Scopus, و Web of Science انجام شده است. جستجو با کلید واژه های فوق به صورت اولیه ۴۸ مقاله مرتبط به موضوع را بازیابی کرد، مقالات پژوهشی با متغیرهای مشابه انتخاب شدند که پس از مطالعه عناوین، خلاصه مقالات و حذف مقالات تکراری بررسی شد. پس از انتخاب اولیه مقالات مرتبط به موضوع بر اساس خلاصه متن کامل آنها مطالعه شد و در نهایت ۳۳ مقاله در مورد بررسی تأثیر برنامه ی روشنایی بالای آسایش و تولید در مرغ های گوشتی وارد مطالعه شدند.

یافته ها

تأثیر برنامه نوری بر سلامت و رشد مرغ های گوشتی

زمانی که دوره نوری در حالت ثابت حفظ شود، در طول چرخه رشد چوچه های گوشتی تأثیر مثبت دارد ولی چرخه نوری کمتر یا غیر نورمال در رشد و سلامتی مرغ های گوشتی تأثیر منفی دارد، سرعت رشد ضعیف نشان دهنده کاهش مصرف خوراک است که معمولاً در روشنی کوتاه تر اتفاق می افتد، در نتیجه باعث ناهنجاری های پاها می شود (Li et al., 1995). طول روشنی غیر نورمال در جریان شب و روز نه تنها باعث کاهش در وزن گیری مرغ ها شده بلکه باعث به وجود آوردن مشکلات در اسکلت و پاهای مرغ های گوشتی نیز می شود، علاوه بر این، باعث به وجود آوردن استرس و افزایش مرگ و میر نیز می شود (Sanotra et al., 2001). (2002) بنابراین، روشنی بالای صحت، آرامش، رشد، وزن گیری، تبدیل مواد خوراکه به محصول، افزایش سیستم معافیتی بدن، کاهش

در امراض و مرگ و میر چوپه مرغ‌های گوشتی نقش عمده و اساسی دارد (Rozenboim et al., 1999; Bayraktar et al., 2012)

منبع نوری برای مرغ‌های گوشتی

نور CFL و LED در تجهیزات مرغ‌داری، صرفه جویی بیشتری در مصرف انرژی در مقایسه با نور ICD داشتند (Olanrewaju et al., 2021; Bennato et al., 2018; al., 2018). نور CCFL صرفه جویی بیشتری در مصرف انرژی و طول عمر بیشتری در مقایسه با نور ICD داشت اما به خوبی نور LED نبود (Ozkan and Simsek., 2022). علاوه بر وزن بدن، ضریب تبدیل غذا و میزان مرگ و میر در طیور گوشتی تحت پرورش نور LED و ICD، تفاوت چندانی نداشت اما طیور گوشتی که با نور CCFL پرورش یافتند، وزن بدن کمتر و نسبت هتروفیل به لنفوسیت بیشتری (H: L) داشتند که بیانگر وقوع استرس مزمن بود (Rogers et al., 2015a, b). اخیراً، لامپ LED به عنوان منبع جدیدی از نور مونوکرومی شناخته می‌شود که سلامت و رشد را در طیور گوشتی بهبود می‌بخشد. استفاده از نور LED در انکوبیشن می‌تواند میزان هیچ و کیفیت چوپه گوشتی را بهبود دهد و منجر به کاهش حساسیت به استرس بعد از هیچ شود. تکثیر بیشتر لنفوسیت‌ها و فعالیت ماکروفاژها نشان داد که نور LED عملکرد ایمنی را در طیور گوشتی بهبود می‌دهد. در مقایسه، نور LED زرد که منبع نور انسان دوست است، می‌تواند به علت وزن گیری بیشتر و میزان کود کمتر، جایگزین مناسبی برای نور LED سبز، LED آبی و نور ICD در تولید طیور گوشتی باشد. به طور خلاصه، نور LED می‌تواند جایگزینی جهت مزایای بیشتر از لحاظ رشد و بازده طیور گوشتی در مقابل منابع نوری رایج در تولید مرغ گوشتی باشد و هزینه انرژی کمتری داشته باشد (Archer, 2017; Parvin et al., 2014).

شدت نور

شدت نور یکی از عوامل دیگر تاثیر گذار بالای سلامتی و رشد در مرغ‌های گوشتی می‌باشد. تحقیقات نشان داده است که اندازه نورمال شدت نور بین ۵-۲۰ لکس می‌باشد. این اندازه نظر به سن چوپه مرغ‌ها از روز اول تا سن رسیدن به وزن کشتار عیار می‌گردد یعنی شدت نور در دوره ابتدایی بعد از هیچ (۷-۱۰ روزگی) ۲۰ lx و ۳-۵ lx در دوره میانی است. هرچند که در تولید طیور گوشتی تجارتي در کشورهای اروپایی، حداقل شدت نور قبل از ۷ روزگی، ۲۰ lx است و به تدریج در سن ۷ تا ۲۱ روزگی، تا ۱۰ lx کاهش یافته و بعد تا سن رسیدن به کشتار به ۵ lx باقی می‌ماند (Charles et al., ۱۹۹۲). به هر اندازه‌ی که شدت نور از حد نورمال نظر به سن چوپه مرغ‌ها افزایش یابد بالای وزن گیری، سلامتی و رفاه آنها تاثیر سوء دارد. چنانچه کاهش در مصرف دانه، استرس بیشتر، بی‌اشتهایی و شکم آبی بیشتر می‌شود و برعکس به هر اندازه‌ی که شدت روشنایی از حد نورمال کم باشد تغییرات چون کاهش در حرکت، کاهش در گرفتن غذا و آب، خودخوری و پرخاشکری در آنها می‌شود. با افزایش شدت نور، بهبود عملکرد، رانحارتن گوشت سینه و شرایط رفاه زیستی طیور گوشتی دیده شد. در مقایسه با ۵ lx، طیور گوشتی پرورش یافته با شدت نوری ۲۰ lx، فعال‌تر با سرعت رشد کمتر و وزن چشمی سبک‌تر بودند. این در حالی است که عوامل رفاه زیستی یا سلامت پا تحت تاثیر قرار نگرفت. طیور در مواجهه با شدت نور ۱ lx، استراحت بیشتری داشته و رشد کمتری با ضایعات زخمی کف پا و چشم بزرگتر داشتند که مرتبط با کاهش سطح رفاه زیستی بود. علاوه بر این، ترجیح بر شدت نورهای مختلف بر اساس افزایش سن، تغییر موقت روز و چندین رفتار (عمدتاً راه رفتن و دراز کشیدن) طیور گوشتی است. طیور مسن تر تحت تاثیر نور کم (۵ lx)، فعالیت کمتر و استراحت بیشتری دارند. با در نظر گرفتن رشد و رفاه زیستی، ۵ lx حداقل شدت نور پیشنهادی برای تولید مرغ گوشتی است. همچنین، تنوع عوامل دیگر مانند نژاد طیور، تراکم گله و نوع مرغداری نیز باید جزء موارد مورد ملاحظه برای تعیین شدت نور مناسب است (Cummings et al., 1986; ۱۹۷۵).

(Ashton et al., 1973; Buyse et al., 1996; Chiu et al

رنگ نور

تأثیر رنگ نور بر رفتار مرغ گوشتی، رفاه زیستی، رشد و عملکرد مطالعه شد. با دادن نور مونوکروم، مشاهده شد که پرندگان ترجیح به نور سبز و آبی را در چند دوره پرورش را نشان دادند. تحریک با نور سبز مونوکروم موجب افزایش فعالیت محور Somatotropin می‌شود و میزان Prolactin پلازما را در طی مرحله جنینی، به خصوص ۱۵ روز پس از هیچ، افزایش می‌دهد. همچنین تحریک نور سبز در طی شکل گیری جنین، منجر به بهبود وزن بدن پس از هیچ، رشد عضلات سینه و ضریب تبدیل غذایی مرغ گوشتی می‌شود. به طرز جالبی، جنین‌های طیور گوشتی که از روز ۱۸ جنینی تا هیچ در مواجهه با نور سبز قرار گرفتند، عملکرد مشابهی با طیوری که تحریک

نوری از روز اول در انکوباسیون قرار داشتند، نشان دادند. تحریک نوری قرمز، سفید و آبی در انکوباسیون می‌تواند بر ایمنی و متابولیسم انرژی جنین‌ها اثرگذار باشد. به علاوه، استفاده از نور آبی در دوره انکوباسیون، فاکتورهای تولید را در هفته اول بعد از هچ چوچه‌های گوشتی بهبود می‌دهد. در دوره پرورش بعد از هچ، نور سبز تکثیر لنفوسیت‌های T را ارتقاء داده و اثرات بهبودی بر سیستم ایمنی دارد. به طور جالبی، جایگزینی نور سفید با نور آبی مارکرهای شوک حرارتی را بهبود داد و مقاومت بیشتری را در مرغ گوشتی نسبت به استرس گرمایی ایجاد نمود (Darre and Rock., 1995).

همچنین مطالعاتی بر اثرات سینرجیسم (تأثیر ترکیبی مثبت چندین نوع نور) ترکیبات مختلف نور مونوکروم صورت گرفت. ایجاد ترکیب نور سفید و سرخ در انکوبیشن می‌تواند منجر به بهبود کارآیی هجری، حساسیت کمتر به ترس و استرس در دوره بعد از هچ و رفاه زیستی بهتر طیور شود. ترکیب نور مونوکروم سبز و آبی می‌تواند به طور مؤثری تکثیر لنفوسیت‌ها را بهبود دهد، لذا از پاسخ استرسی کاسته و عملکرد ایمنی را در مرغ گوشتی بهبود می‌دهد. همچنین طیور گوشتی که تحت ترکیب نور سبز و آبی پرورش یافتند، وزن بدن، رشد عضلانی و کیفیت گوشت بیشتری داشتند. بهترین نسبت ترکیب نور سبز-آبی می‌تواند منجر به عملکرد بهینه شود. این در حالی است که بهترین نسبت ترکیب نور سبز-زرد می‌تواند منجر به کیفیت بهینه گوشت شود. بر اساس مطالعات منتشرشده، از مرحله جنینی تا دوره بعد از هچ، ترکیب هم‌افزای نور سبز و آبی می‌تواند رنگ نور مناسبی برای رشد طیور گوشتی، عملکرد ایمنی و رفاه زیستی حیوان باشد (Darre and Rock., 1995; Halevy et al., 1998).

بر اساس مقالات منتشرشده، اثر هم‌افزای نور سبز و آبی از فاز جنینی تا دوره بعد از هچ، می‌تواند نور مناسبی برای رشد طیور گوشتی، عملکرد ایمنی و رفاه زیستی حیوان باشد. همچنین، مواجهه با FIR (Far Infrared)، متابولیسم پروتئین را بهبود داده و انتشار آمونیاک طیور گوشتی را کاهش می‌دهد. درنهایت، نایتروجن ترشحی به محیط کاهش می‌یابد. به همین ترتیب، طیور گوشتی که تحت نور UV پرورش یافته‌اند، ظرفیت استرسی و پاسخ‌های ترس کمتری داشتند که می‌تواند برای بهینه‌سازی رفاه زیستی و عملکرد رشد در طیور گوشتی حیاتی باشد (Lewis and Morris, 2000).

مدت زمان نوری

روشنایی متوالی با شدت نورهای مختلف در طیور گوشتی، اثر جزئی بر متغیرهای فیزیولوژیکی خون داشت. این در حالی است که برنامه‌نوری کوتاه مدت در طیور گوشتی به طور شاخصی بر اکثر متغیرهای خونی، تأثیرگذار بود. در مقابل، برنامه‌نوری متناوب ران و رانحرارتن (حاصل) آن را بهبود داد. در مقایسه با برنامه‌نوری متناوب در طیور گوشتی، زمانی که ساعات نوری تا ۳L:1D بود، به بهبود ضریب تبدیل غذا، ایمنی اولیه و وضعیت Oxidative بیشتر کمک نمود. به هر حال، اثر منفی بر بازده طیور گوشتی مرتبط با طول روز و دفعات نوردهی، بخصوص در سنین بارگیری می‌باشد (Classen et al., 1991). دوره نوری از ۱۶ تا ۲۴ ساعت، از لحاظ فاکتورهای Biochemistry و Morphometric، تأثیری بر رشد غده تیروئید یا عملکرد در طیور گوشتی نداشت که نشانگر آن است که دوره نوری می‌تواند به طور خفیفی در تولید مرغ گوشتی کاهش یابد. به علاوه، برنامه‌نوری متناوب مانع از عملکرد مرغ گوشتی نشده و مزایای اقتصادی انرژی را بهبود داد. اگرچه برنامه با نوردهی طولانی مدت می‌تواند از مرگ و میر بکاهد و ضریب تبدیل را بهبود بخشد، اما نمی‌توان از اثرات منفی بر وزن بدن در سنین اولیه چشم‌پوشی نمود. بر این اساس، ۱۶L:8D دوره روشنایی برای تولید در طیور گوشتی توصیه شده است. هر چند که این مورد بنا بر تغییرات فصلی و نوع سالن مرغداری با ورودی‌های مختلف و درجات روشنایی، تطابق می‌یابد (Classen et al., 1991; Classen, 2004a).

مناقشه

در این تحقیق با اعمال برنامه‌های متفاوت نوردی به خصوص شدت نور (Ix) تفاوت معنی‌دار در ضریب تبدیل خوراک به واحد وزن و سلامتی بدن از سن 1-42 روزه‌گی در طی هفته‌های اول و پنجم دریافت گردیده، که با یافته‌های تحقیق (Li et al., 1995) در تناقض قرار دارد، که مینوسد هرچند که در تولید طیور گوشتی تجارتي در کشورهای اروپایی، حداقل شدت نور قبل از ۷ روزه‌گی، 20 lx است و به تدریج در سن ۷ تا ۲۱ روزه‌گی، تا 10 lx کاهش یافته و 10 lx می‌ماند. علاوه بر این، ترجیح بر شدت نورهای مختلف بر اساس افزایش سن، تغییر موقت روز و چندین رفتار (عمدتاً راه رفتن و دراز کشیدن) طیور گوشتی است، طیور مسن‌تر تحت تأثیر نور کم، (5 lx)، فعالیت کمتر و استراحت بیشتری دارند. ولی با یافته‌های (Ashton et al., ۱۹۷۵; Cummings et al., 1986). Buyse et al., 1996; Chiu et al., 1973 در مطابقت قرار دارد چنانچه مینوسد، با در نظر گرفتن رشد و رفاه زیستی، 5 lx حداقل شدت نور پیشنهادی برای تولید مرغ گوشتی است. به علاوه، تنوع عوامل دیگر مانند نژاد طیور، تراکم گله و نوع مرغداری نیز باید جزء موارد

مورد ملاحظه برای تعیین شدت نور در نظر گرفته شود. برنامه نوری مناسب در جریان شب و روز در طول چرخه ی رشد چوپه های گوشتی نه تنها بالایی صحت، رفاه و وزن گیری تاثیر داشته بلکه در تبدیل مواد خوراکی به محصول و جلوگیری از ناهنجاری پاها نیز تاثیر مثبت دارد (Li et al., 1995). این یافته ها با یافته های (Chiu, et al 1975; Darre et al., 1995; Rozenboim et al., 1999) و (Sanotra et al., 2001, 2002) مطابقت قرار دارد که چنین می افزاید، طول روشنی غیر نورمال در جریان شب و روز نه تنها باعث کاهش در وزن گیری مرغ ها شده بلکه باعث به وجود آوردن مشکلات در اسکلت و پاهای مرغ ها گوشتی نیز می شود، علاوه از این روشنی غیرنورمال، باعث به وجود آوردن استرس و افزایش مرگ و میر نیز می شود. پس طول روشنی بالایی صحت، آرامش، رشد، وزن گیری، تبدیل مواد خوراکی به محصول، افزایش سیستم معافیتی بدن، کاهش در امراض و مرگ و میر چوپه مرغ های گوشتی نقش عمده و اساسی دارد. یافته های (Lewis and Morris, 1998) نشان می دهد که منبع نوری مهتابی (ICD) به طور گسترده ای به عنوان لامپ نوری استاندارد در مرغداری های بسیاری از کشورها استفاده شده است. ولی این یافته ها با یافته های (Olanrewaju et al., 2018; Bennato et al., 2021) در مغایرت قرار دارد، که چنین بیان می کند، با ضرورت روش های ذخیره انرژی در سراسر جهان، بسیاری از تکنولوژی های نوری جدید به عنوان منابع نوری ICD جایگزین مطرح شدند مانند لامپ های CCFL, CFL, LED و غیره، مزایای اصلی این لامپ ها بهره برداری بالایی انرژی، طول عمر زیاد، مقاومت به رطوبت و مختلف بودن طول موج آن ها می باشد.

نور CFL و LED در تجهیزات مرغداری، دارای فواید بیشتر و صرفه جویی بیشتری در مصرف انرژی در مقایسه با نور داشتند چون نور یکسان را در تمام قسمت های سالون پخش نموده و مرغ ها بدون استرس دارای رفاه و آسایش خوب داشتند (Olanrewaju et al., 2018; Bennato et al., 2021). این یافته ها با نتایج (Ozkan and Simsek., 2022) صرف در یک مورد (صرفه جویی بیشتری در مصرف انرژی) مطابقت قرار دارد ولی با یافته های که نور CCFL دارای دوام و مقاومت بیشتر نظر به CFL و ICD دارد در تناقض قرار دارد ولی به خوبی نور LED نه میرسد. بینایی و حساسیت به رنگ نور و ترکیب سینرجستی نور با توجه به سن مرغ گوشتی متفاوت است. در مراحل ابتدایی پرورش، طول موج های کوتاه (آبی، سبز)، تأثیرات محرک بر رشد سریع دارند. در زمانی که به بلوغ میرسد، طول موج های بلند (نارنجی، سرخ) اثر تسریع کننده بر بلوغ جنسی و جسمی دارند. همچنین، نورهای سرخ و سرخ - زرد، منجر به افزایش تحرک و پاسخ های ترس در مرغ گوشتی می شود. این در حالی است که نورهای آبی و سبز - آبی، از فعالیت طيور گوشتی می کاهد (Olanrewaju et al., 2006). این یافته ها با خروجی (Darre and Rock., 1995) و (Lewis and Morris, 2000; Halevy et al., 1998) همخوانی دارد، که چنین بیان دارد، تأثیر رنگ نور (طول موج) بر رفتار مرغ گوشتی، رفاه زیستی، رشد تاثیر مثبت داشته، چنانچه تحریک با نور سبز مونوکروم موجب افزایش فعالیت محور Somatotropin می شود و میزان Prolactin پلازما را در طی مرحله جنینی، بخصوص ۱۵ روز پس از هچ، افزایش می دهد. همچنین تحریک نورسبز در طی شکل گیری جنین، منجر به بهبود وزن بدن پس از هچ، رشد عضلات سینه و ضریب تبدیل غذایی مرغ گوشتی می شود. ایجاد ترکیب نور سفید و سرخ در انکوبیشن می تواند منجر به بهبود کارایی هجری، حساسیت کمتر به ترس و استرس در دوره بعد از هچ و رفاه زیستی بهتر حیوان شود. ترکیب نور مونوکروم سبز و آبی می تواند به طور مؤثری تکثیر لنفوسیت ها را بهبود دهد، لذا از پاسخ استرسی کاسته و عملکرد ایمنی را در مرغ گوشتی بهبود می دهد. همچنین طيور گوشتی که تحت ترکیب نور سبز و آبی پرورش یافتند، وزن بدن، رشد عضلانی و کیفیت گوشت بیشتری داشتند. بهترین نسبت ترکیب نور سبز - آبی می تواند منجر به عملکرد بهینه شود. این در حالی است که بهترین نسبت ترکیب نور سبز - زرد می تواند منجر به کیفیت بهینه گوشت شود. به اساس یافته های (Olanrewaju et al., 2006) مدت زمان نوری می تواند بر عملکرد طيور گوشتی از مرحله ی جنینی تا زمان کشتار، تأثیرگذار باشد.

در مرحله جنینی، مدت زمان مواجهه با نور، پیامدهای مهمی در فنوتیپ های رفتاری و رفاه زیستی در دوره بعد از هچ دارد. اجرای فعالیت روشن - خاموش روزانه L12:D ۱۲ در دوره جنینی، منجر به کاهش طولانی مدت ترس و اثر محرک بر سلامت پا می شود. این در حالی است که L ۲۴ اثر مخرب بر توسعه استخوان پا جنین و استحکام استخوان پا در ادامه زندگی دارد. این یافته ها با یافته های (Classen et al., 1991; Classen, 2004a) مطابقت قرار دارد که مینوسد، روشنایی متوالی با شدت نورهای مختلف در طيور گوشتی، اثر جزئی بر متغیرهای فیزیولوژیکی خون دارد. این در حالی است که برنامه نوری کوتاه مدت در طيور گوشتی به طور شاخصی بر اکثر متغیرهای خونی، تأثیرگذار است. در مقابل، برنامه نوری متناوب ران و رانحرارتن (حاصل) آن را بهبود می بخشد. در مقایسه با برنامه

نوری متناوب در طیور گوشتی، زمانی که ساعات نوری تا ۳L:1D بود، به بهبود ضریب تبدیل غذا، ایمنی اولیه و وضعیت Oxidative بیشتر کمک می نماید. به هر حال، اثر منفی بر بازده طیور گوشتی مرتبط با طول روز و دفعات نوردهی، بخصوص در سنین بارگیری دارد. دوره نوری از ۱۶ تا ۲۴ ساعت، از لحاظ فاکتورهای Biochemistry و Morphometric، تأثیری بر رشد غده تیروئید یا عملکرد در طیور گوشتی نه دارد، که نشانگر آن است که دوره نوری می تواند به طور خفیفی در تولید مرغ گوشتی کاهش یابد. برعلاوه، برنامه نوری متناوب مانع از عملکرد مرغ گوشتی نه شده و مزایای اقتصادی انرژی را می بخشد. اگرچه برنامه نوری با نوردهی طولانی مدت می تواند از مرگ و میر بکاهد و ضریب تبدیل غذا را بهبود بخشد، اما نمی توان از اثرات منفی بر وزن بدن در سنین اولیه چشم پوشی نمود. بر این اساس، ۱۶L:8D دوره روشنایی برای تولید در طیور گوشتی توصیه شده است. هر چند که این مورد بنا به تغییرات فصلی و نوع سالن مرغداری با ورودی های مختلف و درجات روشنایی، تنظیم میشود.

نتیجه گیری

مدیریت حرارت و کنترل تولید آمونیاک در ۱۰ تا ۱۴ روز نخست پرورش چوپه های گوشتی برای رشد بهینه، کاهش ضریب تبدیل غذایی و پیشگیری از بیماری هایی مانند آسیت ضروری است. علاوه بر حرارت، برنامه نوری مناسب نیز نقش مهمی در بهبود رشد، کاهش مرگ و میر و افزایش رفاه طیور دارد. استفاده از نور LED به ویژه LED زرد، به دلیل افزایش وزن گیری و کاهش تولید کود، گزینه ای مناسب محسوب می شود، در حالی که نور سبز و آبی از مراحل جنینی تا پس از هچ به بهبود رشد و عملکرد ایمنی کمک می کنند. شدت نور در مراحل مختلف پرورش تنظیم می شود؛ در هفته اول حدود ۲۰ لکس، در دوره میانی ۳ تا ۱۰ لکس و در سیستم های تجاری اروپایی از ۲۰ لکس در هفته اول به ۵ لکس در زمان کشتار کاهش می یابد. برنامه های نوری متناوب باعث حفظ عملکرد رشد و افزایش بازده انرژی می شوند، و دوره نوری ۸ ساعت تاریکی و ۱۶ ساعت روشنایی (L8:D16) بسته به شرایط سالن و فصل، توصیه شده ترین گزینه است. در نهایت، با مدیریت صحیح نور و حرارت، به ویژه استفاده از نور LED و تنظیم شدت و مدت زمان نوردهی، می توان عملکرد رشد، ایمنی و بهره وری اقتصادی چوپه های گوشتی را بهبود بخشید و سلامت آنها را تضمین کرد. با توجه به نتیجه گیری فوق محورهای کلیدی تحقیقات آینده شامل موارد ذیل است:

- ۱- بررسی تاثیر ترکیب رنگ های مختلف نور LED بر عملکرد رشد سلامت چوپه های گوشتی
- ۲- ارزیابی سیستم های هوشمند کنترل حرارت و تهویه برای کاهش تولید آمونیاک در سالن های پرورش چوپه های گوشتی

منابع

۱. رحمانی، م.، کریمی ترشیزی، م.ا. و واعظ ترشیزی، (۱۳۹۰). تأثیر برنامه های نوری متفاوت بر شاخصهای عملکرد، ویژگیهای لاشه و هزینه تولید در جوجه های گوشتی سویه. نشریه آرسین. پژوهشهای علوم دامی ایران، جلد ۳، شماره ۳، صص ۲۸-۲۲.
۲. میرزایی، ح.آ. (۱۳۹۷). مطالعه تاثیر طول روشنی/تاریکی بالای وزن و خوراک گیری چوپه مرغهای گوشتی. تیزس ماستری. دیپارتمنت علوم حیوانی. پوهنتون کابل. صص ۱۷، ۱۰ و ۲۳.
3. Abdel-Moneim Eid Abdel-Moneim, Shahida Anusha Siddiqui, Abdelrazeq, M. Shehata. (2023). Impact of light wavelength on growth and welfare of broiler chickens. Overview and future perspective. Department of Animal Production and Breeding, 24(3), 731-745. <https://doi.org/10.2478/aoas-2023-0090>
4. Akyüz H.Ç., Onbaşilar E. (2018). Light wavelength on different poultry species. Worlds Poult. Sci. J, 74(1), 79-88.
5. Archer, G. (2017). Exposing broiler eggs to green, red and white light during incubation. Animal, 11(7), 1203-1209.
6. Ashton, W.L.G. Pattison, M. and Barnett, K.C. (1973). Light-induced eye abnormalities in turkeys and the turkey blindness syndrome. Res. Vet. Sci., 14(1), 42-46.
7. Bayraktar, H. Altan, A and Sermet, C. (2012). The effect of spot lighting on Broiler performance and welfare. Journal of Animal and veterinary advances, 11(8), 1139-1142
8. Bennato F., Ianni A., Martino C., Grotta L., Martino G. (2021). Evaluation of chemical composition and meat quality of breast muscle in broilers reared under light-emitting diode. Animals, 11(6), 1505.
9. Buyse, J. Simons, F.M.G. (1996). Effect of intermittent lighting, light intensity and source on the performance and welfare of broilers. World's Poult. Sci. J, 52(2), 121-130.
10. Charles, R.G., Robinson, F.E., Hardin, R.T., Feddes, J. and Classen, H.L. (1992). Growth, body composition, and plasma androgen concentration of male broiler-chickens subjected to different regimens of photoperiod and light-intensity. Poult. Sci., 71(10), 1595-1605. <https://doi.org/10.3382/ps.0711595>
11. Chiu, P.S., J.K. Lauber and A. Kinnear, 1975. Dimensional and physiological lesions in the chick eye as influenced by the light environment. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 148(4), 1223-1228. <https://doi.org/10.3181/00379727-148-38721>
12. Classen, H.L., 2004a. Day length affects performance, health and condemnations in broiler chickens. Proc. of the Australian Poult. Sci. Society, University of Sydney, Sydney, NSW. 112-114

13. Classen, H.L., C. Riddell and F.E. Robinson, 1991. Effects of increasing photoperiod length on performance and health of broiler chickens. *Br. Poult. Sci.*, 32(1), 21-29. <https://doi.org/10.1080/00071669108417324>
14. Cummings, T.S., J.D. French and O.J. Fletcher, 1986. Ophthalmopathy in a broiler breeder flock reared in dark-out housing. *Avian Dis.*, 30(3), 609-612.
15. Darre, M.J. and J.S. Rock, 1995. Compact fluorescent lamps under commercial poultry house conditions, *poultry research*, 4(1), 105-108
16. Egbuniwe I., Ayo J. (2016). Physiological roles of avian eyes in light perception and their responses to photoperiodicity. *Worlds Poult. Sci. J.*, 72(3), 605–614. <https://doi.org/10.1017/S0043933916000416>
17. Gržinić G., Piotrowicz-Cieślak A., Klimkowicz-Pawlas A., Górny R.L., Ławniczek-Wałczyk A., Piechowicz L., Olkowska E., Potrykus M., Tankiewicz M., Krupka M. (2023). Intensive poultry farming: A review of the impact on the environment and human health. *Sci. Total Environ.* 858(3), 160014. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160014>
18. H.A. Olanrewaju, J.P. Thaxton, W.A. Dozier III. (2006). A Review of Lighting Programs for Broiler Production. *International Journal of Poultry Science*, 5(4), 301-308.
19. Halevy, O., I. Biran and I. Rozenboim, 1998. Various Light source skeletal muscle growth by affecting satellite cell proliferation in broilers. *Comp. Physiol. Biochem.* 120(2), 317-323.
20. Kuenzel W.J., Kang S.W., Zhou Z.J. (2015). Exploring avian deep brain photoreceptors and their role in activating the neuroendocrine regulation of gonadal development. *Poultry Sci.*, 94(4), 786–798.
21. Lewis P. (2010). Lighting, ventilation and temperature. *Brit. Poult. Sci.*, 51(1), 35–43
22. Lewis, P.D. and T.R. Morris, 2000. Poultry and colored lights. *World Poult. Sci. J.*, 56(3), 189-207.
23. Li, T., D. Troilo, A. Glasser and H.C. Howland, 1995. Constant light produces severe corneal flattening and hyperopia in chickens. *Vision Res.*, 35(9), 1203- 1209. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(94\)00231-A](https://doi.org/10.1016/0042-6989(94)00231-A)
24. Olanrewaju H., Miller W., Maslin W., Collier S., Purswell J., Branton S. (2018). Influence of light sources and photoperiod on growth performance, carcass characteristics, and health indices of broilers grown to heavy weights. *Poultry Sci.*, 97(4), 1109–1116. <https://doi.org/10.3382/ps/pex426>
25. Ozkan M., Simsek U.G. (2022). The effect of light/dark cycles on performance and welfare in broiler. *Ann. Anim. Sci.*, 22(2), 795–802.
26. Parvin R., Mushtaq M., Kim M., Choi H. (2014). Light emitting diode (LED) as a source of monochromatic light: a novel lighting approach for behaviour, physiology and welfare of poultry. *Worlds Poult. Sci. J.*, 70(3), 543–556.
27. Rogers A.G., Pritchett E.M., Alphin R.L., Brannick E.M., Benson E.R. (2015). I. Evaluation of the impact of alternative light technology on male broiler chicken growth, feed conversion, and allometric characteristics. *Poultry Sci.*, 94(3), 408–414. <https://doi.org/10.3382/ps/peu045>
28. Rozenboim I., Biran I., Chaiseha Y., Yahav S., Rosenstrauch A., Sklan D., Halevy O. (2004). The effect of a green and blue monochromatic light combination on broiler growth and development. *Poultry Sci.*, 83(5), 842–845.
29. Sanotra, G.S., J. Damkjer Lund and K.S. Vestergaard. (۲۰۰۲), 2002). Influence of light-dark schedules and stocking density on behavior, risk of leg problems and occurrence of chronic fear in broilers. *Br. Poult. Sci.*, 43(3), 55-69, 344-354.
30. Xie D., Li J., Wang Z., Cao J., Li T., Chen J., Chen Y. (2011). Effects of monochromatic light on mucosal mechanical and immunological barriers in the small intestine of broilers. *Poultry Sci.*, 90(12), 2697–2704.
31. Xie D., Wang Z., Dong Y., Cao J., Wang J., Chen J., Chen Y. (2008). Effects of monochromatic light on immune response of broilers. *Poultry Sci.*, 87(8), 1535–1539. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00317>
32. Yujun Wu, Jingxi Huang, Shuli Quan, and Ying Yang. (2022). MANAGEMENT AND PRODUCTION Light regimen on health and growth of broilers: an update review. *Poultry Science*, 101(1), 2-4.
33. Zahoor M.S., Ahmad S., Usman M., Dawood M., El-Sabrou K., Hashmi S.G.M.D., Khan E.U., Hussain M., Maqsood M.A., Latif H.R.A. (2022). Effects of mirror and coloured balls as environmental enrichment tools on performance, welfare and meat quality traits of commercial broiler. *Trop. Anim. Health Prod.*, 54(1), 151.