Cold exposure period in female Chukar (*Alectoris chukar*) partridges: Effect on some reproductive performance and blood parameters

Abstract

This research was conducted to evaluate the effect of the cold period on female Chukar partridges and its impact on reproductive traits and hematological parameters. A total of 104 adult breeding partridges were used in this study. The experimental treatments included a control group (without cold exposure) and a cold-exposed group. The research was carried out over 3 weeks in a completely randomized design with five repetitions in the control group and five repetitions in the cold-exposed group. The evaluation of reproductive parameters was performed at the end of the period, and the evaluation of hematological parameters was conducted once a week in three phases. The results of the analysis of reproductive indices showed that the cold period did not significantly differ in terms of egg production rate, fertility rate, and hatching rate compared to the control group ($P>0.05$). The heterophil-to-lymphocyte ratio significantly increased in different phases of the winter period compared to the control group ($P<0.05$). The total plasma protein, albumin, globulin, and hemoglobin levels after cold exposure in different blood sampling phases showed a significant increase compared to the control group ($P<0.05$). The findings of this study showed that cold exposure had a stimulating effect on the immune response, leading to a decrease in lymphocyte count and an increase in heterophil count. It is suggested that cold exposure may enhance immune responses and reduce egg production rates in Chukar partridges, possibly resulting in reproductive performance disorders.

Keywords: *Chukar partridges, Stress index, Cold, Fertility*

دوره سرمایی در کبک‌های ماده چوکار: تاثیر بر برخی عملکردهای تولیدمثلی و فراسنجه‌های خونی

چکیده فارسی

این پژوهش به منظور ارزیابی اثر دوره سرمایی در کبک‌های ماده چوکار و تاثیر صفات تولیدمثلی و فراسنجه‌های‌خونی انجام شد. در این پژوهش از ۱۰۴ قطعه کبک مولد بالغ استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل تیمار شاهد (بدون اعمال سرما) و تیمارگروه در معرض سرما بودند. این پژوهش طی۳ هفته و در قالب طرح کاملا تصادفی با پنج تکرار در گروه شاهد و پنج تکرار در گروه سرما انجام گرفت. ارزیابی پارامترهای تولید مثلی در پایان دوره و ارزیابی پارامترهای خونی هر هفته یک بار در سه فاز انجام شد. نتایج حاصل از بررسی شاخص‌های تولیدمثلی نشان داد که دوره سرما در میانگین نرخ تولید تخم، میانگین نرخ باروری و نرخ جوجه درآوری کل تفاوت معن داری با گروه شاهد ایجاد نکرد *(P>0.05)*. نسبت هتروفیل به لنفوسیت در فازهای مختلف دوره سرما نسبت به گروه شاهد افزایش معنی داری نشان داد *(P<0.05)*. میزان پروتئین کل پلاسما، آلبومین،گلوبولین و هموگلوبین پس از اعمال سرما در فازهای مختلف خونگیری نسبت به گروه شاهد افزایش معنی‌داری را نشان داد *(P<0.05)*. یافته های حاصل از این پژوهش نشان داد که سرما اثر تحریک‌کننده‌ایی بر پاسخ ایمنی داشت و سبب کاهش تعداد لنفوسیت‌ها و افزایش تعداد هتروفیل‌ها شد. به نظر می‌رسد سرما می‌تواند سبب افزایش پاسخ‌های ایمنی و کاهش نرخ تولید تخم در کبک چوکار شود که احتمالا منجر به اختلال در عملکرد تولیدمثلی می‌شود.

کلمات کلیدی: *کبک چوکار، شاخص تنش، سرما، باروری*

مقدمه

تأثیر عوامل محیطی بر زیست شناسی تولیدمثل پرندگان از دیرباز موضوع مورد توجه علمی بوده است. در میان این عوامل، قرار گرفتن در معرض سرما به عنوان یک عامل استرس زا شناخته شده است که می‌تواند بر عملکرد تولیدمثلی و پارامترهای فیزیولوژیکی در گونه های پرندگان تأثیر بگذارد (Li et al., 2020). قرار گرفتن در معرض سرما، که به قرار گرفتن طولانی مدت در دمای پایین محیط اشاره دارد، می تواند تأثیرات عمیقی بر فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف، از جمله عملکرد تولید مثل و پاسخ های ایمنی داشته باشد (Nord & Nilsson, 2021). مطالعات پیشین اظهار داشتند که سلامت و رفاه پرندگان به طور قابل توجهی تحت تأثیر دمای پایین محیط قرار می‌گیرد (Dhanalakshmi et al., 2007) . گزارش شد که دمای بهینه برای منطقه گرما خنثی بین ۱۹ تا ۲۲ درجه سانتیگراد برای پرندگان است(Pawar et al., 2016) . با این حال، دمای محیط از ۵- تا ۵+ درجه سانتی گراد در بسیاری از مناطق جهان در ماه های زمستان متغیر است(Pawar et al., 2016) . دمای محیطی سرد زیر ۱۶ درجه سانتیگراد اثرات نامطلوب قابل توجهی بر عملکرد تولیدی حیوانات دارد. برای پرندگان، چنین شرایط محیطی سردی می‌تواند منجر به انواع اثرات منفی مانند افزایش مصرف خوراک، کاهش تولید تخم مرغ و کاهش قابلیت هضم مواد مغذی، تاثیر بر وزن بدن و کارایی غذا و غیره شود (Li et al., 2020) . قرار گرفتن در معرض سرما می تواند چرخه های تولید مثل را با تغییر در تنظیم هورمونی و اختلال در عملکرد تخمدان ها مختل کند و در نتیجه عملکرد تولید مثلی کاهش یابد (Li et al., 2020). علاوه بر عملکرد تولید مثلی، مطالعات پیشین نشان دادند که قرار گرفتن در معرض سرما می‌تواند بر پارامترهای خون و پاسخ های ایمنی در گونه‌های پرندگان تأثیر بگذارد (Abo-Al-Ela et al., 2021). متغیرهای خونی مانند تعداد گلبول های قرمز، غلظت هموگلوبین و سطح هماتوکریت می‌تواند با قرار گرفتن در معرض سرما به عنوان سازشی فیزیولوژیک جهت تطابق با دماهای پایین تغییر کند (Nord et al., 2020). علاوه بر این، شاخص‌های ایمنی دیگری نظیر نسبت هتروفیل به لنفوسیت(H:L) به طور گسترده ای به عنوان شاخص استرس و عملکرد ایمنی در پرندگان مورد استفاده می‌گیرد (Nord et al., 2020). نسبت H:L بالا نشان دهنده فعال شدن پاسخ ایمنی ذاتی و استرس فیزیولوژیکی است (Da Silva et al., 2021). درک اینکه چگونه قرار گرفتن در معرض سرما بر پارامترهای خون و نسبت H:L در پرندگان ماده چوکار تأثیر می‌گذارد، می‌تواند بینشی در مورد پاسخ‌های فیزیولوژیکی آن‌ها به استرس سرما و رفاه کلی آنها ارائه دهد.

پرورش کبک به دلیل خواص درمانی و کیفیت مطلوب گوشت مورد توجه پرورش دهندگان پرنده و همچنین بازار مصرف قرار گرفته است. کبک گونه‌ای مدرن است که به تازگی علاقه‌مندی به پرورش این پرنده افزایش یافته که هم به‌منظور استفاده از تخم و هم گوشت پرورش داده می‌شود (Alva *et al., 2015*). معروف‌ترین گونه کبک پرورشی در ایران، کبک چوکار با نام علمی (*Alectoris chukar*) از رده گالیفورم‌ها (*Galliformesos*)، خانواده فازیانیده (*Phasianidae*)، است که بومی آسیا، مکزیک و جنوب اروپا است (Del Hoyo, 1994). کبک چوکار از پرندگان پراکنده و با ارزش اقتصادی است که به دلیل توانایی‌های سازگاری خود در محیط‌های سخت شناخته شده است (Huang et al., 2005). موفقیت تولیدمثلی کبک چوکار نقش مهمی در حفظ ثبات و زنده ماندن جمعیت دارد. درک اینکه چگونه عملکرد تولیدمثلی کبک های ماده چوکار تحت تاثیر سرما قرار می‌گیرد هم برای اهداف زیست محیطی و هم برای اهداف حفاظتی مهم است. عملکرد تولیدمثلی در گونه های پرندگان از طریق پارامترهایی مانند تولید تخم، اندازه کلاچ، وزن تخم مرغ و نرخ باروری ارزیابی می‌شود. مطالعات قبلی نشان داده است که قرار گرفتن در معرض سرما بر تولید تخم و باروری در چندین گونه پرندگان از جمله جوجه ها(*Gallus gallus* domesticus) و بلدرچین ها (*Coturnix coturnix*) تأثیر منفی می گذارد (Khalil et al., 2006; Ramnath & Rekha, 2009). با این حال، اطلاعات در مورد تأثیرات خاص قرار گرفتن در معرض سرما بر عملکرد تولیدمثلی کبک‌های چوکار در دسترس نیست که نیاز به بررسی بیشتر دارد. هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثرات یک دوره قرار گرفتن در معرض سرما بر عملکرد تولید مثلی، پارامترهای خونی و نسبت H:Lدر کبک‌های ماده چوکار است. با قرار دادن کبک‌های ماده چوکار در یک رژیم قرار گرفتن در معرض سرما شاهد شده و مقایسه آنها با یک گروه شاهد که تحت شرایط حرارتی بهینه نگهداری

می‌شوند، می‌توان اثرات خاص قرار گرفتن در معرض سرما بر این پارامترها ارزیابی کرد. این تحقیق به درک بهتر فیزیولوژی تولیدمثلی و پاسخ‌های تطبیقی کبک‌های چوکار به شرایط محیطی سرد کمک می‌کند.

مواد و روش‌ها

پرندگان و تغذیه آنها

در این آزمایش، از ۱۰۴ قطعه کبک (۷۸ کبک ماده و ۲۶ کبک نر، نسبت ۲ به ۱) از جمعیت کبک‌های مزرعه دامپروری دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در قالب طرح کاملاً تصادفی در دو گروه (۱: شاهد (با دمای استاندارد پرورشی[OC] ۱۷–۲۲)، ۲: تیمار دمایی [OC]۱۰ (Hangalapura, Nieuwland, Buyse, et al., 2004)، با پنج تکرار در گروه شاهد و پنج تکرار در گروه تیمار دمایی با هشت قطعه کبک در هر تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد. اختصاص قفس‌ها به هر تیمار و اختصاص کبک‌های ماده به هر قفس تصادفی بود. قفس‌ها در اتاق‌هایی تعبیه شد که مجهز به سیستم شاهد دمای مصنوعی بود. آب و جیره غذایی بر پایه گندم و ذرت–سویا بر اساس جداول احتیاجات در حد اشتها در اختیار آنها قرار داده شد (Blake & Hess, 2009) (جدول ۱).

جدول ۱. ترکیب جیره کبک‌های مولد در طی دوره آزمایشی.

اجزای جیره	درصد
ذرت	٦٦/٥
سویا	۲۳
روغن	۸/۱
مکمل ویتامینی[۱]	۰/۳
مکمل معدنی[۲]	۰/۳
پودر صدف	٦
دی کلسیم فسفات	۱/٤
بی‌کربنات سدیم (جوش شیرین)	۰/۰۸
متیونین	۰/۱۷
نمک	۰/۰۳
مایکوآد[۳]	۰/۰۵
اسیدی‌فایر[٤]	۰/۱
آنالیز شیمیایی (گرم بر کیلوگرم)	
ماده خشک	۹۰٤/۳۰
پروتئین خام	۱٦۱/۹۰
خاکستر	۱۰۹/۸۰
عصاره اتری	۳۰/۳۰
فیبر خام	٤٤/۸۰

جزوات فایل استاد

انرژی متابولیسمی (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲۸۲۱
کلسیم	۳٤/٥۰
فسفر قابل دسترس	۷/٤۰
تریپتوفان	۱/۷٥
آرژنین	۹/٦۰
تریونین	٥/۸٤
لایزین	۷/۸۰
لایزین+متیونین	٥/۸۰

[۱] برحسب درصد در ۱۰۰۰ کیلوگرم جیره پایه: مکمل ویتامینی: ۳۵۲۰۰۰۰ واحد بین‌المللی (IU) ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی (IU) ویتامین D3، ۴۴۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۰/۸۸ گرم ویتامین K3، ۰/۶ گرم ویتامین B1، ۱/۶ گرم ویتامین B2، ۳/۲ گرم ویتامین B3، ۱۴ گرم ویتامین B5، ۱ گرم ویتامین B6، ۰/۱۹۲ گرم ویتامین B9، ۰/۰۰۴ گرم ویتامین B12 و ۰/۰۶ گرم ویتامین H2.

[۲] در هر کیلوگرم از مکمل معدنی: ۳۰ گرم آهن، ۲۶ گرم روی، ۳۰ گرم منگنز، ۲/۴ گرم مس، ۰/۳۵ گرم ید، ۰/۰۸ گرم سلنیوم و ۸۰ گرم کولین.

[۳] برای پیشگیری از شیوع کوکسیدیوز استفاده می‌شود

[۴] ترکیبات: اسید پروپیونیک: ۳۴ درصد وزنی؛ پروپیونات آمونیوم ۵ درصد وزنی؛ اسید فرمیک ۱۵درصد وزنی؛ فرمات آمونیوم ۲۶ درصد وزنی.

طراحی آزمایش

به هر کبک ماده، شماره پای ویژه آن نصب و داده‌های تولید تخم کبک و زمان تخمگذاری، به طور جداگانه برای هر کبک، روزانه ثبت شد. در خلال ۲۸ روز اعمال دوره سرمایی، تخم کبک‌ها هر یک ساعت یک‌بار جمع‌آوری و با مداد در انتهای پهن شماره‌گذاری شدند. در پایان هر روز تخم‌های جمع‌آوری شده، درجه بندی و پس از ضدعفونی با فرمالدهید به اتاق نگهداری تخم کبک در دمای ۱۳-۱۲ درجه سانتی گراد و رطوبت ۵۵ درصد منتقل شدند. همه تخم‌های قابل جوجه‌کشی در پایان روز بیست و یکم به بخش جوجه‌کشی انتقال یافتند (Borsoi et al., 2015)، تا دوره ۲۳ روزه جوجه‌کشی را سپری کنند (Nasrollahi et al., 2023). در روز اول آزمایش، برای گروه آزمایشی دو، دمای اتاق به طور ناگهانی، از ۲۰ ^{oc} به ۱۰ ^{oc} کاهش داده شد. برای کاهش دما از کولرهایی که در سالن تعبیه شده اند استفاده شد. برای گروه شاهد نیز دمای استاندارد پرورشی بدون تغییر ماند. اعمال دوره سرمایی به مدت چهار هفته (۲۸ روز) بود.

اندازه‌گیری شاخص‌ها

به منظور محا سبه نرخ باروری، شمار تخم‌های بارور به شمار کل تخم‌های برده شده برای جوجه‌ک شی محا سبه شد. از نسبت جوجه‌های به دنیا آمده به کل تخم‌های برده شده برای جوجه‌کشی، نرخ جوجه‌درآوری بارورها و باروری کل محاسبه گردید.

سنجش‌ها

طی دوره اعمال سرما، هفته ایی یک بار از یک قطعه کبک ماده از هر تکرار برای اندازه گیری نسبت هتروفیل به لنفوسیت و پارامترهای خونی مورد نظر، خونگیری از ورید بال با استفاده از سرنگ‌های آغشته به هپارین (سرنگ با هپارین پر و خالی شد) انجام شد و نمونه ها به آزمایشگاه انتقال داده شد و با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. پلاسمای جدا شده به میکروتیوب های دربدار یک و نیم میلی لیتر انتقال و در دمایی ۲۰- درجه سانتی گراد منجمد شدند. میزان فراسنجه‌های خونی (پروتین کل پلاسما، هموگلوبین،گلوبولین و آلبومین) توسط کیت های شرکت پارس آزمون

(تهران–ایران) و با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (Mindray BS-120, Mindray Bio-Medical Electronics Co., Shenzhen, P.R. China) اندازه گیری شدند. برای تهیه گسترش های خونی و تعیین نسبت هتروفیل به لنفوسیت یک لام از هر نمونه خونی تهیه و از رنگ آمیزی می گرانوالد–گیمسا استفاده شد. نسبت هتروفیل به لنفوسیت از طریق شمارش ۶۰ لوکوسیت در هر لام محاسبه شد (Campo *et al*., 2008).

آنالیز آماری

نرمال بودن داده‌ها با کمک آزمون شپیروویک بررسی شد. تمامی داده ها برای همگنی واریانس ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتیجه اثرات اصلی دما، سن هفتگی و اثرات ثابت برهمکنش دو طرفه بین آنها و اثر تصادفی تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. مدل در فرمول زیر نشان داده شده است:

$$Yijku = \mu + Ti + WOAk + Ru + T \times WOAik + \varepsilon ijku$$

Yijku = صفات، μ =ثابت مدل،Ti = اثر دما، WOAk = (هفته سن)، Ru =اثر تکرار، T × WOAik= اثر متقابل متقابل دما و سن، عبارت خطای باقی مانده. اثرات عامل زمانی که معنی دار نبودند از مدل اصلی حذف شدند. برای مقایسه پارامترهای نرمال از آزمون T مستقل استفاده شد. ضریب اطمینان ۹۵٪ در نظر گرفته شد و داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار (SD) گزارش شد. برای بررسی ارتباط پارامترهای اندازه‌گیری شده از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. تجزیه تحلیل داده‌ها در نرم افزار SPSS (ورژن ۲۴) انجام شد.

یافته‌ها

عملکرد تولید مثلی

نتایج حاصل از بررسی شاخص‌های تولید مثلی در جدول ۲ آورده شده است. به طور خلاصه، نتایج نشان داد که دوره سرما در میانگین نرخ تولید تخم (پس از پایان دوره جمع‌آوری تخم‌های تولیدی، در مجموع ۲۷۲ عدد تخم به ترتیب۱۳۴ و ۱۳۸ عدد تخم کیک برای هر یک از تیمارهای شاهد و سرما) میانگین نرخ باروری، نرخ جوجه درآوری کل و همچنین نرخ جوجه درآوری بارورها تفاوت معنی داری با گروه شاهد ایجاد نکرد (P>0.05) (جدول ۲).

جدول ۲. عملکرد تولید مثلی در کبک چوکار پس از دوره با دمای پایین (میانگین±SD)

فراسنجه	دوره دمایی		P value
	شاهد	دوره سرما	
باروری (٪)	۷۶/۹±۲۵/۱۱	۷۷/۸±۱۶/۱۳	۰/۱۸۶
تولید تخم (٪)	۳۴/۳±۲۱/۲	۳۴/۲±۱۵/۱۰	۰/۱۰۱
جوجه درآوری			
جوجه‌درآوری تخم بارورها (٪)	۷۳/۱۴±۳۳/۲۱	۷۳/۱۳±۲۰/۱۶	۰/۰۸
جوجه درآوری کل (٪)	۵۴/۱۱±۶۲/۳۱	۵۵/۱۰±۴۸/۳	۰/۱۲

جوجه درآوری کل :نسبت جوجه های به دنیا آمده به کل تخم مرغ‌های چیده شده در دستگاه ستر؛
جوجه درآوری تخم بارور :نسبت جوجه های به دنیا آمده به تخم‌های بارور.

فراسنجه‌های خونی

نتایج شمارش هتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها نشان داد که افزایش معنی‌داری در نسبت هتروفیل به لنفوسیت گروه دوره سرما نسبت به گروه شاهد مشاهده شد (P<0.05). درحالی‌که بین فازهای مختلف خونگیری (هر هفته خونگیری یک فاز) تفاوتی در نسبت هتروفیل به لنفوسیت مشاهده نشد (P>0.05) (جدول ۳).

فراسنجه‌های ایمنی

میزان پروتئین کل پلاسما پس از دوره سرما در فازهای مختلف خونگیری نسبت به گروه شاهد افزایش معنی‌داری را نشان داد (P<0.05)(جدول ۳). اما اختلاف معنی‌داری در میزان پروئین کل پلاسما در بین فازهای مختلف در گروه شاهد و در گروه دوره سرما وجود نداشت (P>0.05). میزان آلبومین پلاسما در فازهای سه و چهار و پنج خونگیری، افزایش معنی‌داری را در گروه دوره سرما نسبت به شاهد نشان داد (P<0.05)(جدول ۳). درحالیکه اختلاف معنی‌داری در میزان آلبومین پلاسما در بین فازهای مختلف در گروه شاهد و در گروه دوره سرما مشاهده نشد (P>0.05). میزان هموگلوبین خون در کبک‌هایی که در دوره سرما قرار داشتند در فازهای مختلف خونگیری نسبت به گروه شاهد افزایش معنی‌داری را نشان داد (P<0.05)(جدول ۳). درحالیکه در میزان هموگلوبین خون کبک‌ها در بین فازهای مختلف در گروه شاهد و در گروه دوره سرما اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>0.05).

جدول ۳. تغییرات برخی فراسنجه ایمنی در کبک چوگار پس از دوره با دمای پایین (میانگین±SD)

فراسنجه	گروه	روز صفر	هفته ۱	هفته ۲	هفته۳	هفته ۴
پروتئین کل (mg/dL)	شاهد	۳/۰±۱۱/۲	۳/۰±۱۳/۱	۳/۰±۱۴/۰۸	۳/۰±۱۰/۰۴	۳/۰±۱۲/۰۱
	سرما	۵/۰±۱۶/۱*	۵/۰±۱۱/۱*	۵/۰±۱۷/۳*	۵/۰±۱۱/۱*	۵/۰±۱۵/۲*
آلبومین (mg/dL)	شاهد	۲/۰±۰۱/۰۱	۲/۰±۰۱/۰۲	۲/۰±۰۲/۰۱	۲/۰±۰/۰۳	۲/۰±۰۱/۰۲
	سرما	۲/۰±۰۵/۰۲	۲/۰±۰۱/۰۱	۳/۰±۰۱/۰۲*	۳/۰±۰۳/۰۱*	۳/۰±۰۲/۰۲*
گلوبولین (mg/dL)	شاهد	۰/۰±۲۳/۰۵	۰/۰±۲۳/۰۴	۰/۰±۲۳/۰۵	۰/۰±۲۳/۰۲	۰/۰±۲۳/۰۵
	سرما	۱/۰±۰/۰۱*	۱/۰±۰۱/۰۲*	۱/۰±۰۲/۰۱*	۱/۰±۰۲/۰۱*	۱/۰±۰۲/۰۳*
هموگلوبین (mg/dL)	شاهد	۸/۰±۲۱/۲	۸/۰±۲۳/۱	۸/۰±۲۲/۱	۸/۰±۲۱/۱	۸/۰±۲۳/۱
	سرما	۹/۰±۴۵/۰۱*	۹/۰±۵۵/۰۸*	۹/۰±۴۸/۰۳*	۹/۰±۶۱/۰۶*	۹/۰±۵۶/۰۱*
نسبت هتروفیل به لنفوسیت	شاهد	۰/۰±۳۶/۰۴	۰/۰±۳۸/۰۵	۰/۰±۳۶/۰۸	۰/۰±۳۷/۰۶	۰/۰±۳۶/۰۵
	سرما	۰/۴۲±۰/۰۲*	۰/۴۲±۰/۰۵*	۰/۴۲±۰/۰۴*	۰/۴۳±۰/۰۲۸*	۰/۴۲±۰/۰۵*

*در هر گروه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه شاهد و دوره سرما می‌باشد (P<0.05).

رابطه فراسنجه‌های خونی و ایمنی پس از دوره سرما با عملکرد تولید مثلی

آنالیز همبستگی نشان داد که تنها همبستگی معنی دار و منفی بین تولید تخم و پروتئین کل (r=/۳۶) مشاهده شد(P<0.05). اما سایر فراسنجه‌های خونی و ایمنی رابطه معنی داری را با عملکرد تولید مثلی نشان ندادند (P>0.05) (جدول ۴).

غیر قابل استناد

جدول ٤. ضریب همبستگی (r) بین فراسنجه‌های خونی و ایمنی با فراسنجه‌های تولید مثلی درکبک چوکار پس از دوره با دمای پایین.

فراسنجه‌ها	تولید تخم	باروری	جوجه درآوری تخم بارور	جوجه درآوری کل
هتروفیل	-۰/۲۴	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۱۳
لنفوسیت	-۰/۰۸	۰-/۰۲	-/۱۶	-۰/۱۱
هتروفیل/لنفوسیت	۰-/۰۵	-۰/۰۳	۰/۰۷	-۰/۱۲
پروتئین کل	-۰/۳۶*	-۰/۲۱	-۰/۱۸	-۰/۲۰
آلبومین	۰/۱۱	۰/۰۹	-۰/۰۵	-۰/۰۹
گلوبولین	-۰/۱۱	-۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۵
هموگلوبین	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۱۳	۰/۱۱

*در هر گروه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه شاهد و دوره سرما می‌باشد ($P<0.05$).

بحث

در مطالعه حاضر دوره سرما اثر معنی داری بر شاخص های تولید مثلی کبک چوگار نظیر میانگین نرخ جوجه درآوری کل و همچنین نرخ جوجه‌درآوری تخم بارورها نداشت. مشابه نتایج مطالعه حاضر، در مطالعه (Nyuiadzi و همکاران، ۲۰۲۰) مشاهده شد که دوره کوتاه مدت سرما (۰ تا ۲۱ درجه پس از ۲۱ روز) در مرغ‌های مادر سبب ایجاد تغییر معنی داری در پارامترهای تولید مثلی نظیر نرخ تولید تخم، نرخ مرگ میر در دوران جوجه‌کشی و نرخ جوجه آوری تخم بارورها در گروه دوره سرما نسبت به گروه شاهد نشد (Nyuiadzi *et al*., 2020). Pipoly و همکاران (۲۰۱۳) نیز گزارش دادند تغییرات دمایی و کاهش دما در کوتاه مدت در گنجشک خانگی اثری میانگین نرخ باروری و نرخ جوجه آوری تخم بارورها نداشت (Pipoly *et al*., 2013). برخی شواهد در مطالعات پیشین نشان دادند که جوجه‌های گوشتی که در طول پرورش در معرض چالش سرما قرار گرفتند، صرف نظر از اینکه تیمار جوجه‌کشی در نظر گرفته شود، از نظر کارایی های تولید مثلی کارآمدتر از آنهایی بودند که در شرایط استاندارد پرورش داده شدند. این نتیجه از این فرضیه پشتیبانی می‌کند که جوجه‌هایی که در طول ۳ هفته اول پس از بیرون آمدن از تخم در شرایط کمی سردتر قرار می‌گیرند، می‌توانند با حفظ انرژی و بافت بیشتر وقتی در شرایط حرارتی استاندارد قرار گیرند، کارایی تولیدمثلی بالایی را به دست آورند (Nyuiadzi *et al*., 2020). این مشاهدات این احتمال را قوت می‌بخشد که سازگاری متابولیک ممکن است پس از دوره های سرما در سنین جوانی رخ داده باشد. از جمله شواهدی که می‌توان در پشتیبانی از این احتمال بیان کرد تغییرات بیان آنزیم های متابولیکی است که قبلاً توسط Loyau و همکاران (2014) در مواجهه جنینی با دمای انکوباسیون ۱۵ درجه سانتی گراد گزارش شده بود (Loyau *et al*., 2014).

قرار گرفتن طولانی مدت در معرض عوامل استرس‌زا می‌تواند سیستم ایمنی را تضعیف کند و منجر به سرکوب سیستم ایمنی شود. در مطالعات پرندگان، استرس سرماخوردگی حاد و مزمن به حالت سرکوب کننده سیستم ایمنی منجر می‌شود (Hu & Cheng, 2021). در پرندگان تعداد هتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها در شرایط تنش افزایش پیدا می‌کند و نسبت هتروفیل به لنفوسیت شاخص کارآمدی برای نشان دادن تنش و بررسی فیزیولوژیک تنش در پرندگان به حساب می‌آید (Nikoofard *et al*., 2018). بر اساس نتایج به دست آمده، مواجهه کبک‌ها با دوره سرما سبب افزایش معنی‌داری در درصد هتروفیل ها، نسبت هتروفیل به لنفوسیت‌ها و کاهش درصد لنفوسیت‌ها نسبت به گروه شاهد شد. نسبت هتروفیل‌ها لنفوسیت‌ها وراث پذیری بالایی دارد و به عنوان معیاری برای اندازه گیری سطوح استرس، رفاه و ترس در پرندگان استفاده می‌شود (Campo *et al*., 2008). نظیر نتایج مطالعه حاضر، در مرغ‌های مادر، استرس سرما سبب کاهش تعداد لنفوسیت ها شده که افزایش نسبت هتروفیل به لنفوسیت را به دنبال داشت (Marchiori *et al*., 2019). اثرات ایمنی تجربه استرس سرما در پرندگان هنوز به خوبی شناخته

شده نیست، برخی مطالعات نشان دادند که استرس سرما باعث افزایش تعداد کل لکوسیت‌ها در پرندگان می‌شود (Alagawany *et al*., 2020; da Rosa *et al*., 2020). افزایش تعداد لکوسیت ها ممکن است به دلیل افزایش غلظت لنفوسیت ها در طول استرس سرما باشد (Alagawany *et al*., 2020). در مطالعه Aarif و Mahapatra (۲۰۱۳) نشان داده شد که پس از استرس سرما تعداد لنفوسیت‌ها نسبت به گروه شاهد در پرندگان نر و ماده بوقلمون‌های سفید سینه پهن افزایش یافت. آنها نتیجه گرفتند که استرس سرما در پرندگان اثر تعدیل کننده ایمنی دارد (Aarif & Mahapatra, 2013). در مطالعه دیگری که توسط Hanglapura و همکاران، (2004) انجام شد، مشخص شد که استرس سرما هم ایمنی ذاتی و هم بخش‌هایی از سیستم ایمنی سلولی را تحریک می‌کند (Hangalapura, Nieuwland, de Vries Reilingh, et al., 2004). کاهش تکثیر تعداد لنفوسیت‌ها و افزایش هتروفیل‌ها در طول استرس سرما نیز توسط مطالعه Sinclaire و همکاران (۲۰۰۰) نیز پشتیبانی می‌شود که افزایش پاسخگویی ایمنی پرندگان را در مواجهه با سرما پیشنهاد می‌کنند (Sinclair & Lochmiller, 2000). در مطالعه Hangalapura و همکاران(۲۰۰۴) نشان داده شد که در طول فصل زمستان، تنظیم حرارت در پرندگان یک فرآیند مهم انرژی خواه است و ممکن است محدودیتی برای عملکرد سیستم ایمنی باشد. آنها به این نتیجه رسیدند که فاگوسیت های سیستم ایمنی بدن بلافاصله به استرس سرما واکنش نشان می‌دهند (Hangalapura, Nieuwland, de Vries Reilingh, et al., 2004). علاوه بر این، Campderrich و همکاران(۲۰۱۹) نشان داد که مرغ های تخمگذار در یک محیط پیچیده پاسخ التهابی بهتر و تکثیر لنفوسیت کمترو هتروفیل بیشتر در مواجهه با استرس سرما دارند (Campderrich *et al*., 2019). برخلاف مطالعه آنها ، Hangalapura و همکاران(۲۰۰۳) دریافتند که پاسخ آنتی بادی‌ها و تکثیر لنفوسیت‌های جوجه‌ها به طور قابل توجهی تحت تاثیر استرس سرما قرار نمی‌گیرد (Hangalapura *et al*., 2003). در مطالعه دیگری Campo و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که تنش سرما به طور قابل توجهی در پرندگان سبب افزایش تعداد هتروفیل (هتروفیلی) و کاهش تعداد لنفوسیت‌ها (لنفوپنی) در ۶ نژاد مختلف شد (Campo *et al*., 2008). آنها بیان کردند که اعمال استرس سرما منجر به افزایش قابل توجهی در سطوح کورتیکوسترون و کورتیزول پلاسما در جوجه‌ها شد. با توجه به نتایج متناقض مطالعات پیشین، به نظر می‌رسد اثر استرس سرما بر هتروفیل و لنفوسیت بسته به ژنوتیپ پرنده و نوع گونه واکنش‌های متفاوتی را نشان دهد.

دوره سرما سبب افزایش معنی‌داری در میزان پروتئین پلاسما، هموگلوبین، آلبومین و گلوبولین در گروه دوره سرما نسبت به گروه شاهد شد. نظیر همین مشاهدات، در مطالعه Aarif و Mahapatra (۲۰۱۳) که بررسی تأثیر استرس سرما بر پارامترهای بیوشیمیایی و هماتولوژیک در بوقلمون های سفید سینه پهن پرداختند، افزایش معنی داری در میزان پروتئین پلاسما، هموگلوبین، آلبومین و گلوبولین پس از استرس سرمایی نسبت به گروه شاهد مشاهده شد (Aarif & Mahapatra, 2013). همچنین یافته‌های مطالعه حاضر با یافته های گزارش شده توسط Blahova و همکاران (۲۰۰۷) در جوجه‌های گوشتی پس از مواجهه با سرما مطابقت دارد (Blahova *et al*., 2007)، اما با یافته های دانشیار و همکاران (۲۰۰۹) که گزارش کردند استرس سرمایی سبب کاهش سطح آلبومین، گلوبولین و پروتئین پلاسما و همچنین تکثیر لنفوسیت‌ها درجوجه‌های گوشتی می‌شود، در تضاد است (Daneshyar *et al*., 2009). به نظر می‌رسد افزایش غلظت پروتئین در خون تا حدی به دلیل افزایش غلظت آلبومین است، اما عمدتاً به دلیل افزایش غلظت گلوبولین در طول استرس سرما است. افزایش غلظت آلبومین ممکن است به دلیل اثر فعالیت هورمون‌های استرس نظیر کورتیزول باشد زیرا افزایش سطح کورتیزول اثر کاتابولیک بر روی عضلات، پوست، بافت لنفاوی و استخوان دارد (Jönsson, 2021). کورتیزول بر عملکرد سلول های T تأثیر می‌گذارد و توانایی ماکروفاژها را تغییر می‌دهد، بنابراین ممکن است هیچ تأثیری بر لنفوسیت‌های B نداشته باشد، زیرا تعداد کل لنفوسیت ها در طول استرس سرما افزایش می یابد (Jönsson, 2021). با این وجود به نظر می‌رسد تأثیر استرس دمایی بر ایجاد پاسخ ایمنی به عوامل متعددی بستگی داشته باشد. از جمله این عوامل می‌توان به ماهیت استرس (مانند نوع رژیم حرارتی، رژیم غذایی، آلاینده‌ها)، تعدیل‌کننده‌های استرس (مثلاً ساختار ژنتیکی، مدت یا شدت عامل استرس‌زا) اشاره کرد. علاوه بر این، بخشی از نتایج متفاوت مطالعات را می‌توان به پارامترهای ایمونولوژیک روش اندازه گیری (ایمنی خونی، ایمنی سلولی) و همچنین نوع گونه و نژاد پرنده نسبت داد (Rajabi & Torki, 2021).

در مطالعه حاضر نتایج نشان داد که همبستگی معنی دار و منفی بین نرخ تولید تخم و پروتئین کل در پرندگان گروه دوره سرما وجود داشت. پروتئین‌های کل سرم مجموعه ایی از گلوبولین‌ها و آلبومین و سایر پروتئین‌های ایمنی هستند که در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک شرکت می‌کنند. به نظر می‌رسد افزایش پروتئین‌های پلاسما در نتیجه از دست دادن آب، افزایش باندهای مختلف ناحیه گلوبولین ها در اثر استرس شک سرمایی باشد (AGHILI et al., 2010). برخی مطالعات تایید کردند که افزایش پروتئین‌های پلاسما می‌تواند سبب کاهش تولید پروتئین‌های کبدی ضروری برای زرده‌سازی و کاهش نرخ تخم گذاری شود (Hocking et al., 2002). از سوی دیگر استرس دمایی ممکن است سبب افزایش تولید پروتئین‌های ایمنی از جمله گلوبولین و انواع آنتی بادی‌ها شود که به سرکوب تولید مثلی و کاهش فرآیند زرده سازی و تولید تخم منجر گردد (Sahin *et al*., 2003). به منظور مقابله با اتلاف گرما در هوای سرد، به نظر می‌رسد پرندگان بیشتر انرژی خود را از دریافت غذا به دست می‌آورند. پرندگان به طور خود به خود غذای بیش از حد مصرف می کنند (در حدود ۱٫۵ گرم به ازای هر یک درجه سانتیگراد کاهش دما در هر پرنده) تا انرژی مورد نیاز خود را حفظ کنند (Ferket & Gernat, 2006). از سوی دیگر نرخ تولید و کیفیت تخم پرنده ارتباط نزدیکی با در دسترس بودن کلسیم (Ca) در گردش دارد. علاوه بر این، استرس سرمایی باعث انقباض عروق شده که منجر به افزایش فعالیت سمپاتیک وابران و کاهش فعالیت پاراسمپاتیک در پرندگان می‌شود که به طور خاص، فشار خون را به دلیل انقباض عروق، بالا برده و جریان خون کافی به روده و رحم را کاهش می دهد (Greaney *et al*., 2017)، که موجب می‌شود جذب مواد مغذی و رسوب کلسیم پوسته تخم مرغ بیشتر مختل شود و نرخ تخم‌گذاری و کیفیت تخم تولید شده کاهش یابد. بنابراین به نظر می‌رسد تاثیر منفی تنش سرما، ممکن است سبب افزایش هزینه های خوراک و کاهش تولید تخم در فصول زمستان در پرندگانی نظیر کبک چوگار شود که منجر به خسارات اقتصادی قابل توجهی می‌گردد.

نتیجه گیری

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد دوره سرما در کبک چوگار ماده سبب کاهش تعداد لنفوسیت‌ها و افزایش تعداد هتروفیل ها و نسبت هتروسیل به لنفوسیت شد. همچنین سطوح هموگلوبین، پروتئین ، آلبومین و گلوبولین پلاسما نسبت به گروه شاهد افزایش نشان داد. به نظر می‌رسد این تغییرات در پاسخ به استرس سرما به پرندگان کمک کند تا بر شرایط استرس زا غلبه کنند.
اگر چه نتایج مطالعه حاضر بیانگر این است که کبک ماده چوگار می‌تواند در شرایط آب و هوایی سرد به خوبی رشد کند و متحمل اثر منفی بر مورفولوژی تولید مثلی پس از مواجهه با استرس سرما نشود. اما به نظر می‌رسد استرس دوره سرما بتواند در عملکرد ایمنی و نرخ تولید تخم در کبک چوگار ایجاد اختلال کند که احتمالا در دراز مدت مشکلاتی را به همراه دارد و می‌تواند نرخ تولید مثل و مقاومت پرنده در برابر بیماری‌ها را کاهش دهد. هرچند برای اظهار نظر دقیق تر نیاز به مطالعات جامع تری در این خصوص است.

منابع

Aarif, O., & Mahapatra, P. (2013). The effect of cold stress on biochemical and hematological parameters in broad breasted white turkeys. *Wyno Journal of Biological Sciences*, *1*(4), 20-23 .

Abo-Al-Ela, H. G., El-Kassas, S., El-Naggar, K., Abdo, S. E., Jahejo, A. R., & Al Wakeel, R. A. (2021). Stress and immunity in poultry: light management and nanotechnology as effective immune enhancers to fight stress. *Cell Stress and Chaperones*, *26*, 457-472 .

AGHILI, S., AMOU, O. T. B., & FEYZI, Z. A. (2010). *EVALUATION OF THE SERUM CALCIUM, PHOSPHORUS, PROTEIN, GLOBULIN, ALBUMIN AND ALKALINE PHOSPHATES'IN 18TH, 30TH AND 60TH WEEK OF EGG PRODUCTION IN WHITE LEGHORN BREED POULTRY* .

Alagawany, M., Nasr, M., Al-Abdullatif, A., Alhotan, R. A., Azzam, M. M., & Reda, F. M .(٢٠٢٠) .Impact of dietary cold-pressed chia oil on growth, blood chemistry, haematology, immunity and antioxidant status of growing Japanese quail. *Italian Journal of Animal Science*, *19*(1), 896-904 .

Blahova, J., Dobšíková, R., Strakova, E., & Suchý, P. (2 .(٠٠٧Effect of low environmental temperature on performance and blood system in broiler chickens (Gallus domesticus). *Acta Veterinaria Brno*, *76*(8), 17-23 .

Blake, J. P., & Hess, J. (2009). *Feeding game birds: Pheasant, quail, and partridge*. Alabama Cooperative Extension System .

Borsoi, A., Quinteiro-Filho, W. M., Calefi, A. S., Piantino Ferreira, A. J., Astolfi-Ferreira, C. S., Florio, J. C., & Palermo-Neto, J. (2015). Effects of cold stress and Salmonella Heidelberg infection on bacterial load and immunity of chickens. *Avian Pathology*, *44*(6), 490-497 .

Campderrich, I., Nazar, F. N., Wichman, A., Marin, R. H., Estevez, I., & Keeling, L. J. (2019). Environmental complexity: A buffer against stress in the domestic chick. *PLoS One*, *14*(1), e0210270 .

Campo ,J., Prieto, M., & Davila, S. (2008). Effects of housing system and cold stress on heterophil-to-lymphocyte ratio, fluctuating asymmetry, and tonic immobility duration of chickens. *Poultry Science*, *87*(4), 621-626 .

da Rosa, G., Dazuk, V., Alba, D. F., Galli, G. M., Molosse, V., Boiago, M. M., Souza, C. F., Abbad, L. B., Baldissera, M. D., & Stefani, L. M. (2020). Curcumin addition in diet of laying hens under cold stress has antioxidant and antimicrobial effects and improves bird health and egg quality. *Journal of thermal biology*, *91*, 102618 .

Da Silva, L. S., Rafael, R. M., Rodrigues, G. G., & De Araujo, H. P. (2021). Heterophile/lymphocyte profiles are associated with mass increase and moulting in the Semipalmated Sandpiper Calidris pusilla at wintering sites in NE South America. *Acta Ornithologica*, *56*(1), 127-132 .

Daneshyar, M., Kermanshahi, H., & Golian, A. (2009). Changes of biochemical parameters and enzyme activities in broiler chickens with cold-induced ascites. *Poultry Science*, *88*(1), 106-110 .

Del Hoyo, J. (1994). *Handbook of the birds of the world. 2. New world vultures to guineafowl*. Lynx Ed .

Dhanalakshmi, S., Devi, R. S., Srikumar, R., Manikandan, S., & Thangaraj, R. (2007). Protective effect of Triphala on cold stress-induced behavioral and biochemical abnormalities in rats. *Yakugaku Zasshi*, *127*(11), 1863-1867 .

Ferket, P. R., & Gernat, A. G. (2006). Factors that affect feed intake of meat birds: A review. *Int. J. Poult. Sci*, *5*(10), 905-911 .

Greaney, J. L., Kenney, W. L., & Alexander, L .M. (2017). Neurovascular mechanisms underlying augmented cold- induced reflex cutaneous vasoconstriction in human hypertension. *The Journal of Physiology*, *595*(5), 1687-1698 .

Hangalapura, B., Nieuwland, M., Buyse, J., Kemp, B., & Parmentier, H. (2004). Effect of duration of cold stress on plasma adrenal and thyroid hormone levels and immune responses in chicken lines divergently selected for antibody responses. *Poultry Science*, *83*(10), 1644-1649 .

Hangalapura, B., Nieuwland, M., de Vries Reilingh, G., Heetkamp, M., Van den Brand, H., Kemp, B., & Parmentier, H. (2003). Effects of cold stress on immune responses and body weight of chicken lines divergently selected for antibody responses to sheep red blood cells. *Poultry Science*, *82*(11), 1692-1700 .

Hangalapura, B., Nieuwland, M., de Vries Reilingh, G., Van Den Brand, H., Kemp, B., & Parmentier, H. (2004). Durations of cold stress modulates overall immunity of chicken lines divergently selected for antibody responses. *Poultry Science*, *83*(5), 765-775 .

Hocking, P., Bernard, R., & Robertson, G. (2002). Effects of low dietary protein and different allocations of food during rearing and restricted feeding after peak rate of lay on egg production, fertility and hatchability in female broiler breeders. *British Poultry Science*, *43*(1), 94-103 .

Hu, J., & Cheng, H. W. (2021). Warm perches: a novel approach for reducing cold stress effect on production, plasma hormones, and immunity in laying hens. *Poultry Science*, *100*(8), 101294 .

Huang, Z., Liu, N., Zhou, T., & Ju ,B. (2005). Effects of environmental factors on the population genetic structure in chukar partridge (Alectoris chukar). *Journal of arid environments*, *62*(3), 427-434 .

Jönsson, A.-C. (2021). Glands. In *Comparative Physiology and Evolution of the Autonomic Nervous System* (pp. 169-192). Routledge .

Khalil, H., Hassanein, A., Mady, M., & Gerken, M. (2006). Effect of housing conditions on performance of Japanese quail (Coturnix coturnix japonica) under cold stress in winter. *Egyptian Journal of Animal Production*, *43*(1), 71-82 .

Li, D., Tong, Q., Shi, Z., Zheng, W., Wang, Y., Li, B., & Yan, G. (2020). Effects of cold stress and ammonia concentration on productive performance and egg quality traits of laying hens. *Animals*, *10*(12), 2252 .

Loyau, T., Collin, A., Yenisey, Ç., Crochet, S., Siegel, P., Akşit, M., & Yalçin, S. (2014). Exposure of embryos to cyclically cold incubation temperatures durably affects energy metabolism and antioxidant pathways in broiler chickens. *Poultry Science*, *93*(8), 2078-2086 .

Marchiori, M. S., Oliveira, R. C., Souza, C. F., Baldissera, M. D., Ribeiro, Q. M., Wagner, R., Gündel, S. S., Ourique, A. F., Kirinus, J. K., & Stefani, L. M. (2019). Curcumin in the diet of quail in cold stress improves performance and egg quality. *Animal Feed Science and Technology*, *254*, 114192 .

Nasrollahi, B., Akhlaghi, A., Rezvani, M. R., Jafarzadeh Shirazi, M. R., Abdollahi, A., Taghipour, M., Babaei, S., & Peebles, E. D. (2023). Reproductive performance and progeny sex ratio of female Chukar (Alectoris chukar) breeder partridges reared on restricted feeding regimens. *Reproduction in Domestic Animals*, *58*(4), 537-547 .

Nikoofard, V., Yaghobfar, A., Ghazi Harsini, S., & Saki, A. A. (2018). Effect of using crystalline amino acids in diets with different protein quality on performance, immune response, enzymatic activity and litter characteristics of broiler chickens. *Animal Production*, *20*(3), 463-476 .

Nord, A., Hegemann, A., & Folkow, L. P. (2020). Reduced immune responsiveness contributes to winter energy conservation in an Arctic bird. *Journal of Experimental Biology*, *223*(8), jeb219287 .

Nord, A., & Nilsson, J.-Å. (2021). Low incubation temperature slows the development of cold tolerance in a precocial bird. *Journal of Experimental Biology*, *224*(1), jeb237 .٧٤٣

Nyuiadzi, D., Berri, C., Dusart, L., Travel, A., Méda, B., Bouvarel, I., Guilloteau, L., Chartrin, P., Coustham, V., & Praud, C. (2020). Short cold exposures during incubation and postnatal cold temperature affect performance, breast meat quality, and welfare parameters in broiler chickens. *Poultry Science*, *99*(2), 857-868 .

Pawar, S., Sajjanar, B., Lonkar, V., Kurade, N., Kadam, A., Nirmal, A., Brahmane, M., & Bal, S. (2016). Assessing and mitigating the impact of heat stress in poultry. *Adv. Anim .Vet. Sci*, *4*(6), 332-341 .

Pipoly, I., Bókony, V., Seress, G., Szabó, K., & Liker, A. (2013). Effects of extreme weather on reproductive success in a temperate-breeding songbird. *PLoS One*, *8*(11), e80033 .

Rajabi, M., & Torki, M. (2021). Effect of dietary supplemental vitamin C and zinc sulfate on productive performance, egg quality traits and blood parameters of laying hens reared under cold stress condition. *Journal of Applied Animal Research*, *49*(1), 309-317 .

Ramnath, V., & Rekha, P. (2009). Brahma Rasayana enhances in vivo antioxidant status in cold-stressed chickens (Gallus gallus domesticus). *Indian journal of pharmacology*, *41*(3), 115 .

Sahin, N., Sahin, K., Onderci, M., Ozcelik, M., & Smith, M. (2003). In vivo antioxidant properties of vitamin E and chromium in cold-stressed Japanese quails. *Archives of Animal Nutrition*, *57*(3), 207-215 .

Sinclair, J., & Lochmiller, R. (2000). The winter immunoenhancement hypothesis: associations among immunity, density, and survival in prairie vole (Microtus ochrogaster) populations. *Canadian Journal of Zoology*, *78*(2), 254-264 .

Extended abstract:

Exposure to cold is widely recognized as a significant stressor for avian species, affecting both reproductive performance and physiological parameters. Prolonged exposure to low ambient temperatures, commonly referred to as cold exposure, has profound effects on various physiological processes, particularly reproductive performance and immune responses. Therefore, the present study aims to investigate the impact of cold exposure on reproductive performance, hematological parameters, and the heterophil to lymphocyte ratio in female Chukar partridges. By subjecting female Chukar partridges to a controlled cold exposure regimen and comparing them with a control group reared under optimal thermal conditions, the specific effects of cold exposure on these parameters can be carefully evaluated. This research endeavor contributes to an enhanced understanding of the reproductive physiology and adaptive responses exhibited by Chukar partridges in cold environmental conditions. The study was conducted over a three-week duration, utilizing a total of 104 partridges (78 females and 26 males, ratio 2:1) randomly selected from the partridge population at the Faculty of Agriculture's animal husbandry farm in Shiraz University. The partridges were assigned to two groups using a completely random design: 1) a control group reared at a standard temperature range of 22-17°C, and 2) a temperature treatment group exposed to 10°C. Both groups underwent five repetitions, each consisting of eight partridges. The assignment of partridges to individual cages was also randomized, ensuring unbiased allocation. Reproductive parameters were evaluated upon completion of the study. Fertility rates were determined by assessing the number of suitable eggs for incubation, serving as a measure of fertile eggs. Ratios of hatched chicks to total incubated eggs were employed to calculate chick fertility rates and total fertility rates. Blood parameter evaluations were conducted weekly across three distinct phases. Statistical analysis revealed no significant differences ($P>0.05$) between the mean fertility rate, total chicken fertility rate, and individual chicken fertility rate of the experimental group and the control group. However, the findings elucidate that exposure to cold conditions leads to a reduction in lymphocyte count, an elevation in heterophil count, and an increased heterophil to lymphocyte ratio in female Chukar partridges. Furthermore, levels of hemoglobin, protein, albumin, and plasma globulin were observed to exceed those of the control group ($P>0.05$). These observed alterations likely serve as adaptive mechanisms that enable birds to endure the challenging conditions posed by prolonged cold stress. While the results suggest that female Chukar partridges can thrive in cold weather without impairments to reproductive morphology following exposure to cold stress, it is evident that the prolonged duration of cold stress may negatively affect immune function and egg production rates, thereby potentially hindering long-term reproductive success and disease resistance. As such, it is imperative that future studies in this field adopt a more comprehensive approach to gain a precise understanding of these phenomena.