



ارزیابی شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی و جوجه‌درآوری در جوجه‌های گوشتی با تزریق داخل تخم مرغی ویتامین C

زهره طارمی^{۱*}

(۱) فارغ‌التحصیل دکتری حرفه‌ای دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران
ایمیل نویسنده مسئول: sahar96taremi@gmail.com

خلاصه

جوجه‌های گوشتی به منظور رشد سریع و بهره‌وری بالا از خوراک، بهینه‌سازی ژنتیکی شده‌اند، اما این پیشرفت‌ها اغلب منجر به افزایش استرس اکسیداتیو می‌شود که کیفیت، سلامت و عملکرد رشد جوجه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. استرس اکسیداتیو ناشی از عدم تعادل بین گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی در بدن است که ممکن است منجر به آسیب سلولی شود. ویتامین C، که به عنوان یک آنتی‌اکسیدان محلول در آب شناخته می‌شود، با اهدا الکترون، رادیکال‌های آزاد را خنثی کرده و از آسیب اکسیداتیو جلوگیری می‌کند. در سال‌های اخیر، تزریق داخل تخم مرغی ویتامین‌ها و دیگر مواد مغذی به منظور بهبود قابلیت بقا و رشد جوجه‌های گوشتی با افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. این مطالعه تأثیرات تزریق داخل تخم مرغی ویتامین C را بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در جوجه‌های گوشتی بررسی می‌کند. تعداد ۷۱ تخم مرغ بارور در سه گروه کنترل (C) بدون تزریق، گروه یک (T1) تزریق با دوز ۳ mg و گروه دو (T2) تزریق با دوز ۶ mg ویتامین C قرار گرفتند. قابلیت جوجه درآ، وزن جوجه‌های هج شده و همچنین فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی شامل گلوکاتایون پراکسیداز (GPx)، سوپراکسید دسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT)، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (TAC) و سطوح مالون‌دی‌آلدهید (MDA) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که درصد جوجه‌درآوری در گروه T1 به طور معناداری بیشتر از گروه کنترل و T2 بود ($P < 0.05$). همچنین فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز (GPx) و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی در گروه T1 به طور معناداری بالاتر از گروه کنترل بود ($P < 0.05$). میزان مالون‌دی‌آلدهید (MDA)، در گروه T1 به طور معناداری پایین‌تر از گروه کنترل و T2 بود ($P < 0.05$). این نتایج نشان می‌دهد که تزریق داخل تخم مرغی می‌تواند اثرات مثبتی بر رشد و سلامت جوجه‌ها با بهبود فعالیت آنتی‌اکسیدانی داشته باشد.

واژگان کلیدی: ویتامین C، تخم مرغ، استرس اکسیداتیو، جوجه‌های گوشتی



مقدمه

برخلاف پستانداران پرندگان یک منبع محدود از مواد مغذی برای رشد جنین دارند که توسط یک سری مکانیسم اختصاصی مادری در تخم مرغ ذخیره شده است [۸]. در شرایط مقرر به خصوص در جوجه های گوشتی مدرن این منبع مواد مغذی ممکن است برای تامین نیازهای جنین کافی نباشد که منجر به رشد ضعیف جنین می شود و در ادامه باعث کاهش جوجه درآوری و کیفیت جوجه می شود [۹]. نرخ مصرف اکسیژن از حدود اواسط دوره ۲۱ روزه، تا حدی به دلیل رشد جنین، به طور قابل توجهی افزایش پیدا می کند. اما در طی چند روز آخر قبل از تخم درآمدن نسبتاً ثابت می شود. این گونه افزایش در تنفس میتوکندریایی و مصرف اکسیژن از جنبه های اجباری برای توسعه جنین، تامین انرژی برای رشد بافت، انتقال مواد مغذی از زرده، حفظ ضربان قلب و سایر عملکردهای ضروری است [۳].

پیروزی رادیکال های آزاد بر دفاع آنتی اکسیدانی بدن و یا به عبارتی به هم خوردن تعادل بین تخریب سلولی توسط رادیکال های آزاد و دفاع آنتی اکسیداتی بدن، استرس اکسیداتیو نامیده می شود. در حقیقت نوعی به حمله های زیستی به ارگانیزم های بدن استرس اکسیداتیو اطلاق می شود. بدن به هر دو نوع گونه اکسیدان و آنتی اکسیدان برای متابولیسم نرمال، انتقالات سیگنالی و نظم فعالیت های سلولی احتیاج دارد. بنابراین هر سلول شرایطی را برای ایجاد حالت هم ایستایی بین گونه های اکسیدان و آنتی اکسیدان ایجاد می کند. استرس اکسیداتیو ممکن است با آسیب زدن به اجزا مهم سلولی مانند پروتئین ها، DNA و لیپیدهای غشایی باعث مرگ سلولی شود [۲].

رادیکال های آزاد در خارجی ترین لایه خود دارای الکترون جفت نشده و شدیداً واکنشگر هستند که می توانند واکنش های زنجیره ای را با برداشت یک الکترون از مولکول دیگر به منظور تکمیل لایه خارجی خود آغاز کنند و با مولکول ها و اتم های مجاور برای رسیدن به حالت پایدار واکنش دهند. آن ها تنها زمان کوتاهی پایدار هستند [۱].

ویتامین C به عنوان مهمترین آنتی اکسیدان محلول در آب، در سیتوزول و مایع خارج سلولی قرار دارد. این ویتامین تشخیص دهنده قوی برای پراکسید هیدروژن، گونه های فعال اکسیژن و هیدروژن پراکسید تشکیل شده در محیط های آبی است و به عنوان یک ماده احیا کننده عمل کرده، به دهیدرو آسکوربیک اسید تبدیل می شود. اسید آسکوربیک به عنوان دهنده معادل های احیاء کننده اکسید می شود. در بسیاری از روندهای مشارکتی اسید آسکوربیک به طور مستقیم مشارکت ندارد بلکه برای حفظ یک کوفاکتور فلزی در حالت احیا شده لازم است. این کوفاکتور فلزی در مونو اکسیژنازها مس و در دی اکسیژنازها آهن است [۱۳].

با توجه به بروز استرس اکسیداتیو در خلال رشد جنین جوجه در داخل تخم مرغ، تحقیقات بیشتر در زمینه به کارگیری تدابیر مدیریتی و تغذیه ای به منظور کاهش بروز استرس اکسیداتیو ضروری به نظر می رسد. همچنین نقش ویتامین C به عنوان آنتی اکسیدان به اثبات رسیده است اما تا کنون مطالعات جامعی در مورد تاثیر آن بر تمامی فاکتورهای آنتی اکسیدانی در جوجه ها انجام نگرفته است، لذا هدف از این مطالعه، ارزیابی تاثیر ویتامین C بر میزان فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی در جوجه های گوشتی می باشد.

مواد و روش کار



تهیه تخم مرغ

در این مطالعه که در سال ۱۴۰۱ انجام شد، تعداد ۱۰۰ عدد تخم مرغ نطفه دار از نژاد راس ۳۰۸ با میانگین وزنی $2/5 \pm 63$ g از مرکز جوجه کشی ماهان در استان تهران تهیه گردید. تخم مرغ ها به مدت ۱۸ روز در دستگاه جوجه کشی خودکار با دما 37°C و رطوبت نسبی ۶۰٪ نگهداری شدند. در سه روز پایانی دوره انکوباسیون، شرایط به دما $36/5^{\circ}\text{C}$ و رطوبت نسبی ۶۵٪ تغییر یافت.

گروه بندی تخم مرغ ها

در روز پانزدهم انکوباسیون، عمل کندلینگ در محیطی تاریک انجام شد و تخم مرغ هایی که فاقد نطفه یا دارای جنین مرده بودند، حذف شدند. در نهایت، تعداد ۷۱ تخم مرغ سالم باقی ماند که در سه گروه تقسیم شدند: گروه کنترل (۱۱ عدد)، گروه تیمار اول (T1) با تزریق ۳ mg ویتامین C (۳۰ عدد)، و گروه تیمار دوم (T2) با تزریق ۶ mg ویتامین C (۳۰ عدد).

تهیه پودر ویتامین C و رقت سازی آن

برای تهیه محلول ویتامین C، مقدار ۳ gr از پودر ویتامین C محلول در آب (تهیه شده از شرکت شیمی سنتر) با استفاده از ترازو آزمایشگاهی دقیق (مدل GR-۲۰۲، شرکت AND، ژاپن) وزن شد. سپس این مقدار پودر در ۱۰۰ ml آب مقطر کاملاً حل گردید تا محلول مادر تهیه شود.

برای آماده سازی رقت های مورد نیاز، از محلول مادر به میزان های ۰/۱ ml و ۰/۲ ml به ترتیب برای دوزهای ۳ mg و ۶ mg ویتامین C استفاده شد. این مقادیر با دقت و با استفاده از سرنگ های انسولین برداشت گردید. محلول نهایی، پیش از تزریق، از طریق فیلترهای استریل سلولز استات با اندازه $0/45 \mu\text{m}$ (شرکت طب آزما) عبور داده شد تا از هرگونه آلودگی میکروبی جلوگیری شود.

نحوه تزریق محلول ویتامین C به تخم مرغ ها

تخم مرغ ها پیش از تزریق با استفاده از تنتورید ضد عفونی شدند و محلول ویتامین C با دوزهای مشخص در گروه های تیمار در روز پانزدهم انکوباسیون با سرنگ انسولین (سوزن گیج ۲۸) در بخش قدامی تخم مرغ و در مایع آمنیوتیک تزریق گردید. بعد از تزریق هم محل سوراخ ایجاد شده برای جلوگیری از بروز آلودگی احتمالی به وسیله موم استریل مهر و موم شد. تخم مرغ های گروه کنترل بدون تزریق در دستگاه باقی ماندند.

ارزیابی قابلیت جوجه درآ و وزن جوجه های هچ شده

در روز بیست و یکم انکوباسیون، پس از خروج جوجه ها از تخم، تعداد جوجه های هچ شده شمارش شد و وزن آن ها با استفاده از ترازو آزمایشگاهی دقیق (مدل GR-۲۰۲، شرکت AND ژاپن) اندازه گیری گردید.



تهیه نمونه برای ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی

به منظور رعایت اصول اخلاقی، جوجه‌ها با استفاده از گاز CO_2 درون محفظه بی‌هوش شدند. جوجه‌ها با آرامش به داخل محفظه منتقل شدند تا از استرس آن‌ها کاسته شود. سپس رگلاتور به گونه‌ای تنظیم شد که گاز CO_2 با سرعتی حدود ۳۰-۱۰٪ حجم محفظه در دقیقه وارد شود. براساس استانداردهای انسانی و علمی، معمولاً فرآیند مرگ جوجه‌ها با CO_2 در چند مرحله انجام می‌شود تا از استرس و درد جلوگیری شود. زمان تقریبی برای بی‌هوشی اولیه با غلظت ۴۰-۳۰٪ از CO_2 ، ۲-۱ دقیقه است و پس از بی‌هوشی غلظت گاز CO_2 به تدریج به ۷۰-۱۰۰٪ افزایش می‌یابد که در این حالت مرگ معمولاً طی ۷-۵ دقیقه رخ می‌دهد. پس از این فرآیند، جوجه‌ها کالبدگشایی شدند و کبد آن‌ها برای نمونه برداری استخراج شد. در مورد جوجه‌های مرده که از تخم خارج نشده بودند، ابتدا قسمت بالایی تخم‌مرغ شکسته شد و جنین مرده از محتویات تخم‌مرغ جدا گردید. وزن این جوجه‌ها نیز اندازه‌گیری شد و سپس کبد آن‌ها مشابه جوجه‌های زنده استخراج گردید.

به ازای هر ۱۰۰ mg از بافت کبد، ۱ ml فسفات بافر ($PH = 7.4$) اضافه شد و با استفاده از دست عمل هموژن انجام شد و در ادامه به مدت ۲۰ دقیقه با ۶۰۰۰ RPM سانتریفیوژ (High Speed Refrigerated Centrifuge، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج) شد. سپس از مایع رویی برداشته شد و درون میکروتیوب (۱/۵ v) قرار گرفت. سپس میزان فعالیت آنزیم‌های گلوکاتایون پراکسیداز (در طول موج ۴۱۲ nm، با استفاده از رنگ سنجی)، سوپر اکسید دیسموتاز (در طول موج ۴۲۰ nm، با استفاده از رنگ سنجی)، کاتالاز (در طول موج ۴۰۵ nm، با استفاده از رنگ سنجی)، ظرفیت کل آنتی‌اکسیدانی (بر اساس منحنی استاندارد رسم شده با استفاده از ΔOD استاندارد جذب در مقابل غلظت‌های استاندارد)، و مالون‌دی‌آلدئید (از طریق رنگ سنجی و در طول موج ۵۳۲ nm) و با استفاده از کیت‌های اختصاصی ۹۶ تایی برند ZellBio (محصول کشور آلمان) بر طبق دستورالعمل شرکت سازنده اندازه‌گیری شدند.

ارزیابی داده‌ها

هیچ شدن تخم‌مرغ‌ها با استفاده از آزمون مربع کای و برای تجزیه و تحلیل سایر داده‌ها از آزمون ANOVA و نرم افزار SPSS نسخه ۲۶، استفاده شد. جهت تعیین سطح معنی‌داری اختلافات مشاهده شده هم $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

اندازه‌گیری درصد قابلیت جوجه درآوری، وزن جوجه‌ها

درصد جوجه درآوری در جدول ۱ ارائه شده است. در گروه کنترل C، ۸۱٪/۸۱، در گروه T1، ۹۳٪/۳۳ و در گروه T2، ۸۳٪/۸۳ بود که درصد جوجه درآوری در گروه T1 از گروه T2 و گروه کنترل به طور معنی‌داری بیشتر بود ($P < 0.05$). همچنین میانگین وزن جوجه‌های گوشتی در زمان از تخم در آمدن در جدول ۲ ارائه شده است. میانگین وزن در گروه کنترل (C)، در جوجه‌های زنده ۴۳/۲۱ gr و در جوجه‌های مرده ۱۸/۲۶ gr، در گروه T1 در جوجه‌های زنده ۴۵/۳۳ gr و در جوجه‌های مرده ۱۹/۷۸ gr و در گروه T2 در جوجه‌های زنده ۴۲/۲۹ gr و در جوجه‌های مرده ۱۷/۵۰ gr اندازه‌گیری شد که از نظر آماری تفاوت معناداری نداشتند ولی در گروه T1 میانگین وزن جوجه‌ها نسبت به دو گروه دیگر بالاتر بود ($P > 0.05$).



جدول ۱- درصد و مقایسه جوجه درآوری در ۳ گروه مورد آزمایش

پارامتر	C	T1	T2
قابلیت جوجه درآوری (%)	۸۱/۸۱ ^a	۹۳/۳۳ ^b	۸۳/۸۳ ^a

حروف انگلیسی نامتشابه در هر ردیف، تفاوت آماری معنی دار را نشان می دهد.

جدول ۲- میانگین وزن جوجه های گوشتی در زمان از تخم در آمدن در ۳ گروه مورد آزمایش

پارامتر	C		T1		T2	
	مرده	زنده	مرده	زنده	مرده	زنده
میانگین وزن جوجه ها (gr)	۱۸/۲۶	۴۳/۲۱	۴۵/۳۳	۱۹/۷۸	۱۷/۵۰	۴۲/۲۹

ارزیابی آنزیم های آنتی اکسیدانی در کبد جوجه های گوشتی

نتایج مربوط به میزان فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی در جدول ۳ ارائه شده است. میزان فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز (GPX)، در گروه کنترل $71/11 \pm 197/11$ mg/ml بوده و در گروه T1 و T2 به ترتیب $44/1 \pm 246/61$ و $37/53 \pm 211/33$ mg/ml که به طور معنی داری بیشتر از گروه کنترل بوده است ($P < 0.05$).

مقادیر مربوط به آنزیم آنتی اکسیدانی سوپر اکسید دیسموتاز (SOD) بین ۳ گروه اندازه گیری شد. میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز در گروه کنترل $2/02 \pm 26/20$ mg/ml، در گروه T1 و T2 به ترتیب $2/63 \pm 31/19$ و $2/70 \pm 25/30$ mg/ml به دست آمد. میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز از نظر آماری بین ۳ گروه مورد آزمایش اختلاف معنی داری نداشت ولی در گروه T1 میزان فعالیت این آنزیم نسبت به دو گروه دیگر بالاتر بود ($P > 0.05$).

مقادیر مربوط به آنزیم آنتی اکسیدانی کاتالاز (CAT) بین ۳ گروه اندازه گیری شد. میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در گروه کنترل $0/93 \pm 37/87$ mg/ml، در گروه T1 $1/1 \pm 40/24$ و در گروه T2 $0/53 \pm 36/16$ mg/ml به دست آمد و میزان فعالیت این آنزیم نیز از نظر آماری اختلاف معنی داری در بین ۳ گروه وجود نداشت ولی در گروه T1 میزان فعالیت این آنزیم نسبت به دو گروه دیگر بالاتر بود ($P > 0.05$).

مقادیر مربوط به ظرفیت تام آنتی اکسیدانی بین ۳ گروه کنترل، T1 و T2 اندازه گیری شد که در گروه کنترل $0/058 \pm 0/26$ mmol، در گروه T1 $0/15 \pm 0/40$ و در گروه T2 $0/16 \pm 0/33$ mmol به دست آمد که بین گروه کنترل و گروه T1 بالا اختلاف معنی داری وجود داشت ($P < 0.05$).

مقادیر مربوط به میزان مالون دی آلدئید بین ۳ گروه کنترل، T1 و T2 اندازه گیری شد که در گروه کنترل $2/17 \pm 14/70$ μ mol، در گروه T1 $1/04 \pm 4/01$ و در گروه T2 $7/25 \pm 0/38$ μ mol به دست آمد که به این ترتیب میزان آن در گروه کنترل با گروه T1 اختلاف معنی داری دارد که میزان آن در گروه T1 پایین تر بود و همچنین بین گروه T1 و T2 نیز اختلاف وجود داشت که میزان آن در گروه T1 کمتر از گروه T2 بود ($P < 0.05$).



جدول ۳- میزان فعالیت میزان فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی و مقایسه آن در ۳ گروه مورد آزمایشی

T2	T1	C	پارامتر
$211/33 \pm 37/53^b$	$246/61 \pm 44/1^b$	$197/11 \pm 71/11^a$	آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز (mg/ml)
$25/30 \pm 2/70^a$	$31/19 \pm 2/63^a$	$26/20 \pm 2/02^a$	آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز (mg/ml)
$36/16 \pm 0/53^a$	$38/24 \pm 1/1^a$	$37/87 \pm 0/93^a$	آنزیم کاتالاز (mg/ml)
$0/33 \pm 0/016^a$	$0/40 \pm 0/015^b$	$0/26 \pm 0/058^a$	ظرفیت تام آنتی اکسیدانی (mmol)
$7/25 \pm 0/38^b$	$4/01 \pm 1/04^{bc}$	$14/70 \pm 2/17^a$	مالون دی آلدئید (μmol)

حروف انگلیسی نامتشابه در هر ردیف، تفاوت آماری معنی دار را نشان می دهد.

بحث

تغذیه داخل تخم مرغی (تزریق مستقیم به داخل تخم مرغ) راه حل نویدبخشی جهت فراهم کردن مواد مغذی ضروری برای جنین های در حال رشد است و می تواند به طور تجاری به منظور دستیابی به بازگشت بهتر سرمایه استفاده شود. توانایی تامین مستقیم ترکیبات مغذی خاص برای جنین های در حال رشد با استفاده از تکنولوژی تزریق داخل تخم مرغی ممکن است نیاز تنظیم طولانی مدت جیره های غنی شده مادری برای رسیدن به اثرات مشابه را کاهش دهد. همچنین تزریق داخل تخم مرغی می تواند دوز دقیق تری را در زمان خاص جهت حداکثر جذب مواد مغذی خاص و کوفاکتورها توسط جنین فراهم کند [۴].

مشخص شده که دما، رطوبت، تهویه و گردش تخم مرغ طی دوران انکوباسیون تاثیر زیادی بر قابلیت جوجه درآوری و کیفیت جوجه دارد و گرما در بین این عوامل بیشترین تاثیر را دارد. دمایی که جنین در حال توسعه با آن مواجه می شود به سه عامل دما انکوباتور، توانایی انتقال گرما بین انکوباتور و جنین و گرما متابولیکی تولید شده توسط جنین بستگی دارد. تغذیه داخل تخم مرغی مواد مغذی تکمیلی ممکن است به جنین ها در مراحل آخر انکوباسیون کمک کند تا بتوانند بر محدودیت های مواد مغذی درون تخم مرغ غلبه کنند. گزارش شده که جنین جوجه ها به علت تولید حرارت متابولیکی زیاد در مرحله پایانی انکوباسیون در معرض تنش قرار می گیرند و اسید آسکوربیک ممکن است با تعدیل متابولیسم آدرنال و بازداری از سنتز آنزیم های ۲۱-هیدروکسیلاز و ۱۱-بتا هیدروکسیلاز سبب کاهش تولید کورتیکوسترون و افزایش مینرالوکورتیکوئیدها شود. همچنین اسید آسکوربیک برای حفظ توسعه طبیعی فرایندهای ایمنی طی تنش فیزیولوژیکی در جوجه ضروری می باشد. ویتامین C یک آنتی اکسیدان طبیعی است که با کاهش سنتز و ترشح کورتیکوستروئیدها می تواند اثرات منفی تنش های اواخر دوران انکوباسیون را کاهش دهد. این ویتامین در تخم مرغ تازه وجود ندارد و طی روزهای ۳-۴ انکوباسیون و در نتیجه بیوسنتز درون زاد در جنین در حال رشد تولید می شود. اما مقدار ویتامین C ساخته شده در بدن جنین ممکن است در شرایط مصنوعی انکوباسیون، به ویژه در پایان دوره انکوباسیون که جنین در معرض گرما زیادی قرار می گیرد، کافی نباشد [۱۲].

براساس نتایج مطالعه ما، مشخص شد که درصد جوجه درآوری در گروه T1 به طور معناداری بیشتر از گروه های کنترل و T2 بود. این نتایج مشابه با مطالعه [۴] است که نشان دادند تزریق ویتامین C به داخل تخم مرغ می تواند درصد جوجه درآوری را به ویژه در شرایطی که جنین تحت استرس اکسیداتیو قرار دارد، بهبود بخشد. همچنین براساس مطالعه [۱۲] مشخص شد که تزریق ویتامین C به میزان ۳ mg سبب افزایش میزان جوجه درآوری (۹۳٪) نسبت به گروه کنترل (۷۴٪) شده است که با نتایج مطالعه



ما نیز همخوانی دارد. استرس اکسیداتیو به دلیل تولید رادیکال‌های آزاد و آسیب به سلول‌ها می‌تواند تأثیرات منفی بر روند رشد جنین داشته باشد.

گزارش‌های زیادی نشان داده‌اند که تزریق ویتامین C به تخم‌مرغ، به عنوان یک ماده ضد تنش، تأثیر مطلوبی بر قابلیت جوجه درآوری، وزن جنین در روزهای مختلف انکوباسیون و وزن بدن جوجه بعد از تفریخ داشته است [۱۱]. ژو و همکاران در سال ۲۰۲۱ گزارش کردند که تزریق داخل تخم‌مرغی ویتامین C سبب افزایش میزان جوجه درآوری (۹۳/۳٪) نسبت به گروه کنترل (۹۱٪) می‌شود که با نتایج مطالعه ما نیز مطابقت دارد.

تزریق ویتامین C به داخل تخم‌مرغ در مراحل پایانی جنینی، به‌ویژه در روزهای ۱۵ یا ۱۷، می‌تواند تأثیرات مثبتی بر جوجه درآوری داشته باشد. این تزریق می‌تواند باعث کاهش مرگ و میر جنین، بهبود فعالیت آنتی‌اکسیدانی، و تقویت سیستم ایمنی شود. به‌طور خاص، ویتامین C با کاهش استرس اکسیداتیو و هیپوکسی (کمبود اکسیژن)، محیط مناسبی برای رشد جنین فراهم می‌کند که در نهایت به بهبود نرخ جوجه درآوری منجر می‌شود [۱۳].

Khalig و همکاران در سال ۲۰۱۸ با ارزیابی تأثیر تزریق داخل تخم‌مرغی اسکوربیک اسید بر قابلیت جوجه درآوری بعد از تخم درآمدن جوجه‌ها، نشان دادند که تزریق داخل تخم‌مرغی اسکوربیک اسید تأثیر قابل توجهی بر قابلیت جوجه درآوری در تخم‌مرغ‌هایی که در آن‌ها تزریق صورت گرفته بود نسبت به تخم‌مرغ‌های که تزریق نداشتند، دارد [۵].

نواکزیسکی و همکاران [۶] گزارش کردند که تغذیه داخل تخم‌مرغی ۳ mg و ۶ mg ویتامین C به کیسه هوایی تخم‌مرغ‌های گوشتی در روزهای ۱۳، ۱۵ و ۱۷ انکوباسیون تأثیر معنی‌داری بر قابلیت جوجه درآوری نداشت، اما تغذیه داخل تخم‌مرغی ۴ mg و ۸ mg ویتامین C به کیسه هوایی تخم‌اردک‌های پکین در روز ۲۰ انکوباسیون سبب بهبود قابلیت جوجه درآوری شد که با نتایج مطالعه ما نیز مطابقت دارد.

براساس مطالعه ژو و همکاران در سال ۲۰۱۹ مشخص گردید که تزریق داخل تخم‌مرغی ویتامین C سبب افزایش وزن جوجه‌ها در زمان از تخم درآمدن نمی‌شود که با نتایج مطالعه ما نیز همخوانی دارد [۱۳]. همچنین سلیم و همکاران [۷] تأثیر تزریق داخل تخم‌مرغی ویتامین E و اسید اسکوربیک در روز ۱۲ انکوباسیون را بر عملکرد اردک‌های موسکوی مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها گزارش دادند که تزریق ویتامین E یا ویتامین C سبب افزایش وزن تولد جوجه اردک‌ها نسبت به گروه کنترل بدون تزریق شد که با نتایج مطالعه ما مطابقت ندارد.

مطالعات مختلفی در مورد تزریق داخل تخم‌مرغی ویتامین C و تأثیر آن بر قابلیت جوجه درآوری و عملکرد آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی انجام شده است. روز مناسب برای تزریق به شدت به اهداف تحقیق وابسته است. برخی تحقیقات تزریق را در روز ۱۵ جنینی، به‌ویژه برای بررسی تأثیرات بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و محافظت در برابر استرس‌های اکسیداتیو، انجام داده‌اند. این زمان برای تکامل سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی و رشد مناسب پیشنهاد شده است، زیرا در این مرحله فعالیت‌های متابولیکی جنین افزایش می‌یابد. تحقیقات دیگری نشان داده‌اند که تزریق ویتامین C در روز ۱۱ می‌تواند بهبود عملکرد آنتی‌اکسیدانی و کیفیت جوجه‌های پس از هچ را تقویت کند. این روز معمولاً برای تأثیرات گسترده‌تر در نظر گرفته می‌شود، چرا که جنین در این مرحله حساس به جذب مواد مغذی است و سیستم‌های زیستی در حال شکل‌گیری هستند. انتخاب روز ۱۵



جنینی (در صورت تمرکز بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و تغییرات متابولیکی) و استناد به تحقیقات مربوط به این بازه زمانی می‌تواند مؤثر باشد [۱۱].

تغذیه داخل تخم‌مرغی ویتامین C تاثیر معنی‌دار بر غلظت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز جوجه‌ها داشت. به طوری که تزریق mg ۳ ویتامین C به هر تخم‌مرغ سبب افزایش غلظت آنزیم آنتی‌اکسیدانی گلوکاتایون پراکسیداز شد. آنتی‌اکسیدان‌های غیر آنزیمی نظیر ویتامین C و محصولات گیاهی برای حفاظت بافت‌ها از رادیکال‌های سوپراکسید به کار برده شده‌اند و بقا سلولی را به وسیله تحریک سیستم‌های آنزیمی آنتی‌اکسیداتیو بهبود بخشیده‌اند [۴].

آنتی‌اکسیدان‌هایی نظیر ویتامین C، ویتامین E، اسید فولیک، روی و کروم به طور طبیعی در بدن در دسترس هستند. به علاوه، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نظیر کاتالاز، سوپراکسید دسموتاز و گلوکاتایون پراکسیداز نقش حیاتی در حفاظت از تخریب سلولی در برابر اثرات مضر گونه‌های فعال اکسیژن دارند. گونه‌های فعال اکسیژن طی کارکردهای طبیعی بدن در سطح سلولی تولید می‌شوند، اما نشان داده شده که دما بالا محیط، سبب افزایش رادیکال‌های آزاد و گونه‌های اکسیژن در مایعات و بافت‌های بدن می‌شود. اگرچه سطوح پائین گونه‌های فعال اکسیژن برای بسیاری از فرایندهای بیوشیمیایی ضروری هستند، تجمع آن‌ها به علت تولید بیش از حد یا کاهش دفاع آنتی‌اکسیدانی سبب تخریب ماکرومولکول‌های بیولوژیکی و اختلال در متابولیسم طبیعی سلول می‌شود. بدن دارای مکانیسم‌های دفاعی است که سلول را در برابر اکسیدانت‌های سلولی حفظ می‌کند و از تجمع آن‌ها جلوگیری می‌کند. مواد مغذی آنتی‌اکسیدانی و دفاع آنزیم‌ها، محافظ‌های اصلی در برابر تمامی انواع تنش هستند [۴].

نتایج مطالعه ما با نتایج مطالعه [۱۰] که نشان دادند تزریق ویتامین C موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های SOD و CAT می‌شود همخوانی ندارد. نتایج ما نشان می‌دهند که ویتامین C ممکن است با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند GPX و TAC، نقش مهمی در مقابله با استرس اکسیداتیو ایفا کند. این یافته‌ها نشان داده‌اند ویتامین C می‌تواند فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را تقویت کند. تزریق ویتامین C می‌تواند در کاهش استرس اکسیداتیو و بهبود کیفیت تولید جوجه‌ها در صنعت پرورش طیور مؤثر باشد. براساس مطالعه ژو و همکاران در سال ۲۰۱۹ مشخص گردید که، فعالیت TAC به طور قابل توجهی در جوجه‌های گوشتی گروه دریافت کننده ویتامین C افزایش یافته است که با یافته‌های ما نیز مطابقت دارد، اما فعالیت‌های GSH-PX و SOD و محتوای MDA تفاوت معنی‌داری نداشتند [۱۳].

سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی، به‌طور مستقیم توسط GPx، SOD، CAT، TAC و MDA اندازه‌گیری می‌شود و جزئی مهم از سیستم دفاع آنتی‌اکسیدان بدن هستند. با توجه به نتایج، ما دریافتیم که TAC در گروه T1 و GPX در هر دو گروه تیمار نسبت به گروه کنترل تفاوت معنی‌داری داشتند. در رابطه با MDA هم مشخص شد که سطح آن در گروه T1 و T2 نسبت به گروه کنترل اختلاف معنی‌داری دارد.

نتیجه‌گیری کلی

مطالعه حاضر نشان داد که تزریق داخل تخم‌مرغی (T1 و T2) تاثیرات مثبتی بر قابلیت جوجه درآوری و عملکرد آنتی‌اکسیدانی در جوجه‌های گوشتی دارد. درصد جوجه‌درآوری در گروه T1 به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل و T2 بود. همچنین فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز (GPX) و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی در گروه T1 به‌طور معنی‌داری بالاتر از گروه کنترل بود. میزان مالون‌دی‌آلدئید (MDA) که نشانگر آسیب اکسیداتیو است، در گروه T1 به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از گروه کنترل و T2 بود. این



نتایج نشان می دهد که تزریق داخل تخم مرغی می تواند اثرات مثبتی بر رشد و سلامت جوجه ها با بهبود فعالیت آنتی اکسیدانی داشته باشد.

منابع

- 1.Aghadavod, E., & Nasri, H. (2016). What are the molecular mechanisms of oxidant and antioxidant compounds? *Annals of Research in Antioxidants*, 1 (1) .
- 2.El-Senousey, H., Chen, B., Wang, J., Atta, A., Mohamed, F., & Nie, Q. (2018). In ovo injection of ascorbic acid modulates antioxidant defense system and immune gene expression in newly hatched local Chinese yellow broiler chicks. *Poultry Science*, 97(2), 425-429 .
- 3.Givisiez, P. E., Moreira Filho, A. L., Santos, M. R., Oliveira, H. B., Ferket, P. R., Oliveira, C. J., & Malheiros, R. D. (2020). Chicken embryo development: metabolic and morphological basis for in ovo feeding technology. *Poultry Science*, 99(12), 6774-6782 .
- 4.Hajati, H., & Hasanabadi, A. (2021). The effect of in ovo injection of grape seed extract and vitamin C on hatchability, performance, and intestinal microbial count of broiler chickens .
- 5.Khaligh, F., Hassanabadi, A., Nassiri-Moghaddam, H., Golian, A., & Kalidari, G. A. (2018). Effects of in ovo injection of chrysin, quercetin and ascorbic acid on hatchability, somatic attributes, hepatic oxidative status and early post-hatch performance of broiler chicks. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 102(1), e413-e420 .
- 6.Nowaczewski, S., Kontecka, H., & Krystianiak, S. (2012). Effect of in ovo injection of vitamin C during incubation on hatchability of chickens and ducks. *Folia Biologica (Kraków)*, 60(1-2), 93-97 .
- 7.Selim, S. A., Gaafar, K. M., & El-ballal, S. S. (2012). Influence of in-ovo administration with vitamin E and ascorbic acid on the performance of Muscovy ducks. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 24(3), 264-272 .
- 8.Uni, Z., Yadgary, L., & Yair, R. (2012). Nutritional limitations during poultry embryonic development. *Journal of Applied Poultry Research*, 21(1), 17-184.5
- 9.Urso, U., Dahlke, F., Maiorka, A., Bueno, I., Schneider, A., Surek, D., & Rocha, C. (2015). Vitamin E and selenium in broiler breeder diets: Effect on live performance, hatching process, and chick quality. *Poultry Science*, 94(5), 976-983 .
- 10.Zheng, M., Liu, Y., Zhang, G., Yang, Z., Xu, W., & Chen, Q. (2023). The applications and mechanisms of superoxide dismutase in medicine, food, and cosmetics. *Antioxidants*, 12(9), 1675.
- 11.Zhu, L., Wang, J., Li, Z., Ma, H., Zhu, Y., Yang, X., & Yang, X. (2021). (In ovo feeding of vitamin C regulates splenic development through purine nucleotide metabolism and induction of apoptosis in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*, 126(5), 652-662 .
- 12.Zhu, Y., Li, S., Duan, Y., Ren, Z., Yang, X., & Yang, X. (2020). Effects of in ovo feeding of vitamin C on post-hatch performance, immune status and DNA methylation-related gene expression in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*, 124(9), 903-911 .
- 13.Zhu, Y., Li, S., Sun, Q., & Yang, X. (2019). Effect of in ovo feeding of vitamin C on antioxidation and immune function of broiler chickens. *Animal*, 13(9), 1927-1933 .