

تأثیر فاکتورهای مقاومت‌زا بر روی جنین جوجه در دوره جنینی و بعد از تولد

تحقیق: دکتر داریوش شکیبایی - دستیار فیزیولوژی
با همکاری: دکتر احمد رستمی و دکتر حجتا... علائی
و با تشکر از: جهاد سازندگی استان اصفهان
محل اجراء: گروه فیزیولوژی دانشکده پزشکی اصفهان

چکیده

تاکنون تلاشهای زیادی در جهت شناسائی روندهایی که منجر به سازگاری موجودات می‌شود، انجام گرفته است. دلایلی مبنی بر اینکه تغییرات شرایط محیطی جنین می‌تواند تأثیرات سازگارکننده‌ای بر روی جنین و در دوران بعد از تولد داشته باشد، وجود دارد (۱۴). در تحقیق انجام شده مشخص گردید، تجویز عوامل مقاومت‌زا در جنین جوجه می‌تواند موجب سازگاری نسبی قبل و بعد از تولد نسبت به استرس گردد. مکانیسم این تأثیرات باعث افزایش متابولیسم کلی سلولی نمی‌شود، بلکه این عوامل تقلیدی از پاسخ بدن مادر به شرایط پرسترس می‌باشند و احتمالاً از طریق تأثیر بر روی روند تمایز جنینی اثر خود را اعمال می‌کنند. در هر صورت هدف این مطالعه در مرحله اول شناسائی روندهای تطابق موجود زنده و عوامل مؤثر در این رابطه و در مرحله بعدی به کارگیری این عوامل به منظور ایجاد تغییرات مطلوب در جنین و جوجه می‌باشند.

مقدمه

با گذشت زمان موجودات زنده به همراه تغییرات محیطی دچار دگرگونی می‌شوند. این تغییرات از طریق انتخاب طبیعی در مقیاس جمعیت‌ها و گونه‌ها در زمانهای طولانی صورت می‌پذیرد و موجب سازگاری گونه یا جمعیت مذکور می‌گردد. زیربنای جنین تغییراتی جایگزینی اطلاعات ژنتیکی جدید در نسلهای بعدی می‌باشد. مکانیسم این تغییر، گزینش ژنهای مناسب از خزانه ژنتیکی جمعیت‌ها به وسیله انتخاب طبیعی است (۴).

علاوه بر آن، امکان ایجاد تغییرات سازشی در مقیاس فردی نیز برای موجود زنده وجود دارد. براساس همین روند تطابق نسبی فرد با شرایط جدید زندگی میسر می‌گردد. به عنوان مثال در مناطق بسیار سردسیر مردم و حتی کودکان در سرمای بیش از ۵۰ درجه زیر صفر به کارهای روزمره و عادی خود مشغول هستند در حالیکه این درجه حرارت برای بسیاری از افراد کشنده است (۳). و یا افرادی که در ارتفاعات بالا زندگی می‌کنند تطابق لازم با شرایط هیپوکسیک را کسب می‌نمایند (۵ و ۹). مثال دیگر در مورد موجوداتی است که در استرس اجتماعی شدید به سر می‌برند (یعنی جمعیت و تعداد زیادی در فضا و محل کوچکتر از حد مورد نیاز زندگی می‌کنند) این موجودات از طریق مکانیسم‌های عصبی - هورمونی دچار کاهش قدرت تولید مثل می‌گردند (۴). نمونه دیگر از روندهای سازگار کننده فرد در برابر شرایط جدید، در رابطه با دوره جنینی است. مشخص شده، مادرانی که در شرایط پرسترس، دوران حاملگی را طی می‌کنند. به دلیل واکنش‌های هورمونی ویژه بدن مادر در این شرایط و

می‌سازد. تخم مرغها تحت شرایط نامناسب از نظر حرارت، رطوبت و چرخش در دستگاه قرار داده شدند (۱ و ۲). در چنین شرایط جوجه درآوری شدیدا کاهش می‌یابد. اگر موجود زنده بالغ تحت چنین شرایط دشوار و پر استرسی قرار گیرد واکنشهای عصبی هورمونی از خود نشان می‌دهد که منجر به سازش نسبی موجود می‌گردد (۳). جنین در مراحل اولیه زندگی خود فاقد این واکنشهاست. آیا وجود واکنشهای مذکور می‌تواند به نفع سازش جنین نیز باشد؟ برای پاسخ به این سؤال، عوامل هورمونی (ترکیبی از Corticosteroid و Catecholamine) به تقلید از واکنش بدن مادر نسبت به استرس (۸)، به یک گروه از تخم مرغها (گروه آزمایش) اضافه گردید و گروه دیگری از تخم مرغهای دست نخورده به عنوان گروه شاهد در نظر گرفته شد. به گروه سوم به عنوان کنترل، برابر حجم عوامل مؤثر در گروه آزمایش، آب مقطر اضافه گردید. آزمایشات در چند نوبت تکرار شده و درصد جوجه درآوری نیز به عنوان یک پارامتر نشان دهنده مقاومت جنین تلقی گردید.

به منظور بررسی مکانیسم اثر عوامل مورد نظر، آزمایش دیگری انجام شد. با توجه به اینکه فاکتورهای مذکور باعث افزایش متابولیسم کلی سلولها می‌گردند (۵)، این سؤال مطرح می‌شود که آیا افزایش متابولیسم کلی سلولهای جنین می‌تواند باعث تغییر در نسبت جوجه درآوری گروه آزمایش نسبت به شاهد باشد. برای حل این مسئله عامل هیپوکسی نیز در یک آزمایش به گروههای آزمایش و شاهد اضافه گردید (۱۱، ۱۲، ۱۳). در چنین شرایطی انتظار می‌رود که افزایش کلی متابولیسم سلولی در گروه آزمایش در مقایسه با شاهد موجب تفاوت جوجه درآوری شده باشد. به این علت است که در شرایط هیپوکسی این افزایش متابولیسم به ضرر جنین است و نتیجه جوجه درآوری گروه آزمایش + هیپوکسی به شکل قابل توجهی کمتر از گروه شاهد + هیپوکسی باشد.

سرانجام در مرحله آخر برای بررسی تأثیر عوامل مذکور بر روی دوران پس از تولد، آزمایشهای رفتاری بر روی جوجه‌های خارج شده از تخم در هر دو گروه انجام شد. در این آزمایش حیوانات هر دو گروه تشنه نگهداشته شده و سپس در محفظه مخصوصی قرار می‌گرفتند. در یک انتهای محفظه ظرف آب و در زیر

تأثیر آن بر روی جنین، واکنش و پاسخ جنین بعد از تولد به استرسها، متفاوت با گروه شاهد می‌باشد (۱۴). البته باید در نظر داشت که تمامی موجودات در رابطه با سازگاری فردی دارای پتانسیل محدودی می‌باشند ولی در محدوده تحمل قابلیت انعطاف پذیری از خود نشان می‌دهند (۶).

سازگاری فردی متکی به تغییرات ژنتیکی نمی‌باشد بلکه تغییرات فیزیولوژیک در محدوده یکسان ژنتیکی موجودات صورت می‌پذیرد. به عبارت دیگر آنچه که موجب بروز توانائیهای جدید در موجود زنده می‌گردد، تغییر میزان فعالیت ژنها می‌باشد و نه تغییر نوع آنها (۷ و ۱۰).

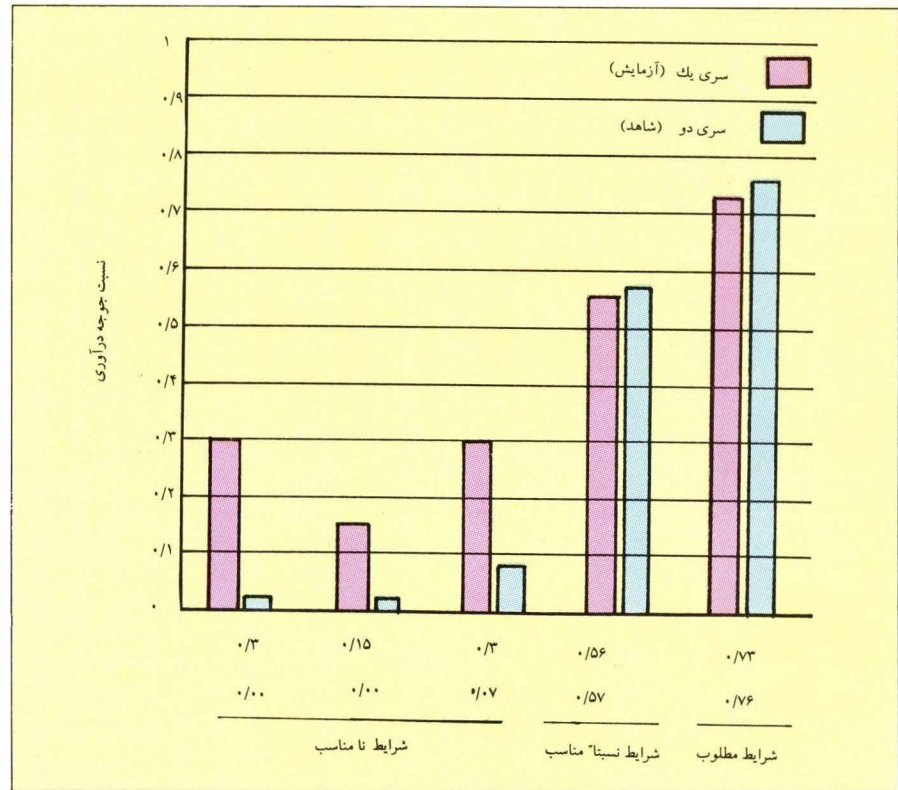
بدون در نظر گرفتن مکانیسم مربوطه، امکان ایجاد تغییرات قابل توجهی در موجودات، به خصوص در دوره حساس جنینی وجود دارد. سئوالی که اینجا مطرح می‌شود این است که آیا می‌توان به این تغییرات جهت داد؟ یا می‌توانیم باعث تغییرات سازشی و از قبل پیش‌بینی شده در نسل آینده در جمعیت خاصی گردیم؟

پاسخ به این سؤال نیاز به آزمایشات متعددی دارد. و تحقیق انجام شده تلاشی مقدماتی در این رابطه می‌باشد.

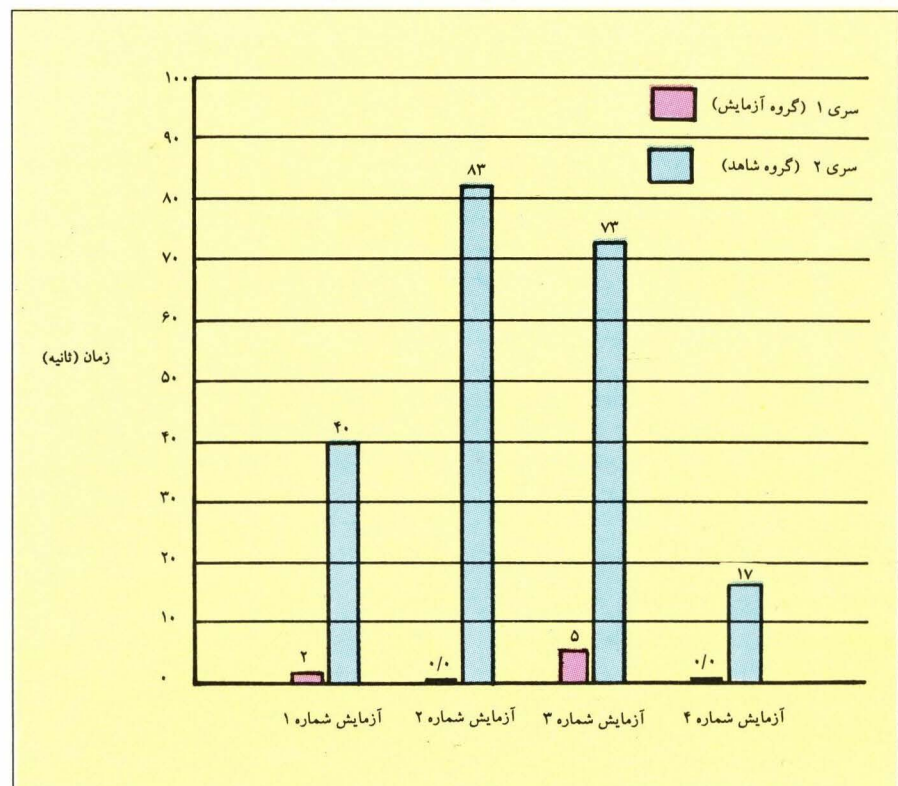
مواد و روش کار

در این آزمایش از تخم مرغهای نطفه‌دار استفاده شده است. علت انتخاب تخم مرغ این است که جدا بودن جنین بعد از تخم‌گذاری از بدن مادر و بسته بودن محیط تخم مرغ، امکان تغییر محیط جنین (فیزیکی - شیمیایی) و کنترل دقیق آنرا بدون دخالت مادر فراهم

نمودار شماره ۱- مقایسه درصد جوجه‌درآوری در شرایط مختلف، بین گروه‌های آزمایش و شاهد مربوط به جداول شماره ۱ تا ۵



نمودار شماره ۲- مقایسه میانگین زمان دریافت شوک الکتریکی در دو گروه آزمایش و شاهد مربوط به جدول شماره ۶



پای حیوان در این محل الکترودهای شوک الکتریکی قرار داشت. ابتدا حیوان محل آبخوری را می‌آموخت و در دفعات بعدی آزمایش هنگام مراجعه به آبخوری، حیوان شوک الکتریکی دریافت کرده و به علت دردناک بودن شوک از آبخوری دور می‌شد. تعداد دفعات مراجعه حیوان به آبخوری و مدت تحمل شوک الکتریکی در زمان ۵ دقیقه ثبت می‌شد. به این طریق میزان ستیز حیوانات در دو گروه مورد سنجش قرار می‌گرفت. حیواناتی که با تعداد و یا مدت بیشتری شوک الکتریکی مواجه می‌شدند دارای میزان ستیز بیشتری نسبت به گروه دیگر بودند.

نتایج

نتایج جوجه‌درآوری در جداول تهیه شده خلاصه گردیده است. همانطوری که مشاهده می‌شود در شرایط پرسترس جوجه‌درآوری به کمتر از ۳۰٪ تقلیل می‌یابد، حضور عوامل مقاومت‌زا موجب افزایش معنی‌داری در جوجه‌درآوری گروه آزمایش نسبت به شاهد گردیده است (جدول ۳-۱). در حالی که در شرایط نسبتاً مناسب (جدول ۴)، که نسبت جوجه‌درآوری بالاتر از ۵۰ درصد می‌باشد، این تفاوت دیده نمی‌شود. علاوه بر این تجویز فاکتور از خارج به داخل تخم مرغ خود برای جنین استرس محسوب می‌گردد. دلیل واضحی برای این موضوع افت درصد جوجه‌درآوری در گروه شاهدی است که آب مقطر دریافت داشته است (جدول ۴ و ۵). همین امر می‌تواند موجب کاهش درصد جوجه‌درآوری در شرایط مطلوب در گروه آزمایش نسبت به گروه شاهد باشد (جدول ۵).

نتیجه مرحله دوم آزمایش به این نحو بود که جوجه‌درآوری گروه‌های آزمایش + هیپوکسی و شاهد + هیپوکسی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. اگر این فرض درست می‌بود که افزایش متابولیسم کلی تحت تأثیر عوامل مذکور موجب افزایش حرارت داخلی تخم مرغ و افزایش مقاومت آن در برابر هیپوترمی و در نتیجه افزایش جوجه‌درآوری گروه آزمایش نسبت به شاهد می‌باشد، می‌بایستی در این آزمایش به علت شرایط هیپوکسیک کاهش شدید و قابل توجه جوجه‌درآوری گروه آزمایش (دارای متابولیسم بالا و آسیب‌پذیرتر نسبت به هیپوکسی) در مقایسه با شاهد به وجود آید. حال آنکه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). نتیجه مرحله سوم آزمایش به این صورت بود که در گروه شاهد تعداد دفعات مراجعه به آبخوری و مدت تحمل شوک الکتریکی در مقایسه با گروه آزمایش، افزایش معنی‌داری را نشان داد (جدول ۶). به عبارت دیگر گروه آزمایشی که تحت تأثیر عوامل مقاوم‌کننده قرار گرفته (تقلیدی از مواجهه با استرس در دوره جنینی) در زمان بعد از تولد، انگیزه کمتری برای مقابله از خود نشان داد. این پاسخ می‌تواند بیانگر درجه‌ای از سازگاری موجود به منظور تطابق با شرایط جدید باشد. لازم به توضیح است که در تمامی مراحل رشد (از دوره جنینی تا بلوغ) هیچگونه ناهنجاری در حیوانات مورد آزمایش مشاهده نگردید.

بحث

در مطالعات گذشته مشخص شده که سازگاری فردی همراه با دو دسته تغییرات می‌باشد. در مرحله

شاهد مشاهده گردیده که به محض انجام آزمایشات تکمیلی، نتایج ارائه خواهد شد.

پاورقی

1-Zone of Tolerance

2-Anomali

منابع مورد استفاده

- ۱- پوررضا - جواد، اصول علمی و عملی پرورش طیور، چاپ اول ۱۳۷۰ انتشارات جهاد دانشگاهی - دانشگاه صنعتی اصفهان - صفحه ۱۲۹ تا صفحه ۱۳۵.
- ۲- زهری - مرادعلی، اصول پرورش طیور، دی ماه ۱۳۶۳ موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران - صفحه ۳۶۲ تا ۳۷۷.
- ۳- میرسون فلیکسی - ز، تطبیق یافتن با شرایط دشوار، پیام یونسکو مرداد ماه ۱۳۶۷ صفحه ۴ تا ۷.
- ۴- وایز پل - ب و دیچاردکف، دانش زیست شناسی، ترجمه حمیده علمی غروی و حسین دانشفر، چاپ اول ۱۳۶۷، شرکت چاپ و نشر ایران - جلد دوم صفحه ۴۶۴، جلد سوم صفحه ۶۰۹ تا ۶۱۷.

مطالعات می‌باشد و هر چند که پتانسیلهای موجود در این رابطه نهایتاً محدودیت دارند اما در صورت صحت این فرض، این مسیر مطالعاتی به مراتب آسانتر و ارزاتر می‌باشد و علاوه بر آن با شناسایی روندهای مذکور امکان ایجاد تغییرات مطلوب در روند تمایز موجود نیز وجود دارد. قابلیت تغییرپذیری موجود دوره حساس جنینی که روند رشد و تمایز در آن صورت می‌پذیرد، بیشتر از هر زمان دیگری می‌باشد. انتخاب این دوره زمانی به همین خاطر صورت گرفته است، اما برای دست یافتن به هدف مذکور نیاز به شناسایی عوامل و شرایط مؤثر در تغییر موجود وجود دارد که مطالعه حاضر، تلاشی در این جهت می‌باشد.

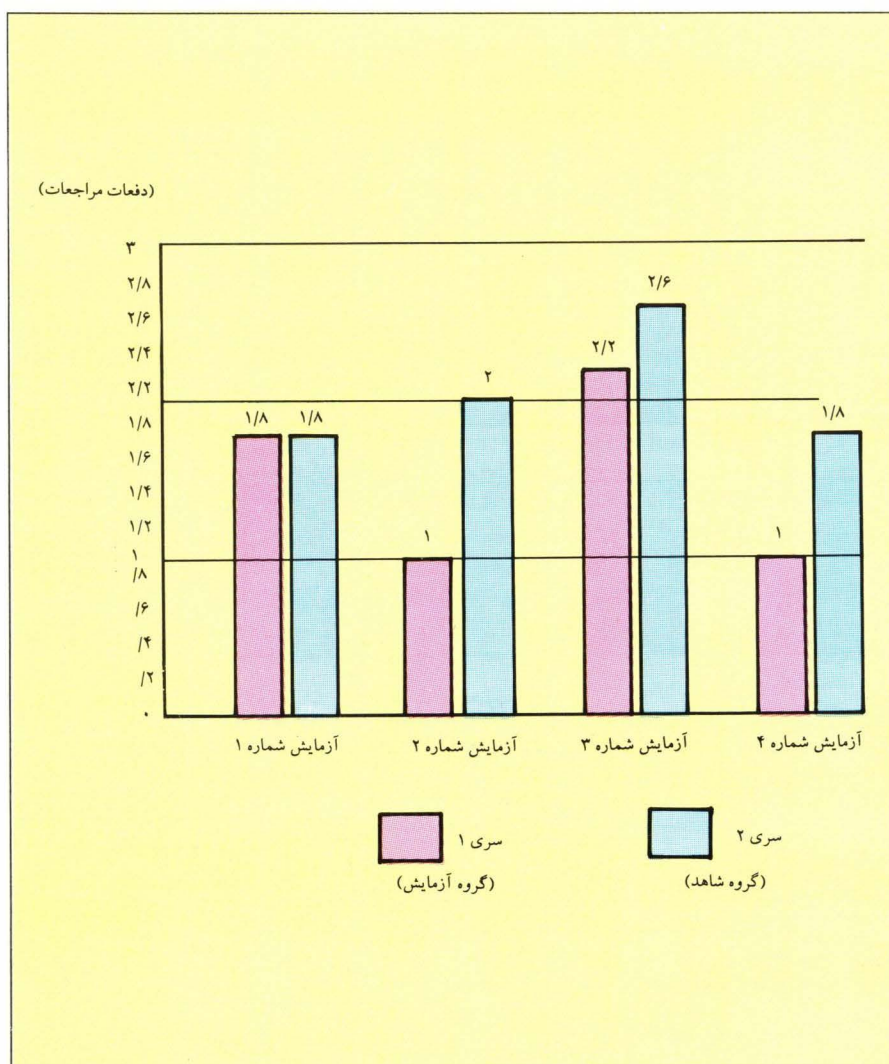
نکته قابل ذکر اینکه در آزمایشات انجام گرفته در رابطه با مقاومت جوجه‌های خارج شده از تخم مرغ، مقاومت معنی داری در برابر ابتلا و مرگ بر اثر برخی بیماریهای عفونی در گروههای آزمایش و

اول تغییرات سلولی در اندامهایی که مستقیماً تحت فشار قرار دارند، ایجاد می‌شود. مانند افزایش اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌ها و افزایش تعداد میتوکندریها. در مرحله بعدی کل اندامها نسبت به شرایط دشوار واکنش نشان می‌دهند. این حالت که معروف به "سندرم تطبیق عمومی" است با دخالت سیستم عصبی و هورمونی موجود زنده انجام گرفته و نهایتاً منجر به واکنش موجود در برابر شرایط دشوار شده و مانع از آسیب در اثر فشارهای محیطی می‌گردد. پس از تطابق موجود با شرایط جدید و گذر از روندهای فیزیولوژیک مربوطه، واکنشهای عصبی - هورمونی مذکور، دیگر انجام نمی‌گیرد. از آنجایی که این واکنشها در دراز مدت موجب آسیب رساندن به خود موجود زنده می‌گردند، توقف آنها پس از دست یافتن به سازش، موجب جلوگیری از واکنش شدید موجود شده و نهایتاً منجر به حفظ زندگی و واکنشهای عادی در برابر شرایط جدید می‌گردد (۳). نکته قابل ذکر دیگر این است که در جریان تطبیق، واکنشهای چندگانه‌ای که در برابر یک نوع تغییر صورت می‌گیرد، اغلب فرد را در برابر عوامل دیگر نیز مقاومتر می‌کند (۳).

با توجه به حساس بودن دوره جنینی و انجام روند تمایز در این دوره، انتظار می‌رود که واکنشهای ذکر شده در محدوده فیزیولوژیکی وسیعتری قابل ایجاد و تثبیت باشد. به دنبال این فرض آزمایشات ارائه شده در این مطالعه صورت گرفته است. نتایج حاصل نشان می‌دهند که موجوداتی که در دوره جنینی تقلیدی از شرایط پرفشار و واکنشهای مربوط به آن را گذرانده‌اند، افزایش مقاومت معنی داری در تحمل شرایط دشوار از خود نشان داده‌اند (افزایش جوجه درآوری در گروه آزمایش نسبت به شاهد، دیاگرام ۱). در صورت پذیرفتن این فرض که متابولیسم کلی سلولهای جنینی گروه آزمایش تحت تأثیر عوامل دریافتی افزایش یافته باشد، بر خلاف انتظار، این موجودات، آسیب پذیری افزایش یافته‌ای نسبت به شرایط هیپوکسی نداشته‌اند، که خود دلیلی دیگر برای افزایش تحمل شرایط دشوار در رابطه با گروه آزمایش می‌باشد. علاوه بر آن در آزمایشهای رفتاری صورت گرفته، جوجه‌های گروه آزمایش به شکل معنی داری واکنش کمتری در مقایسه با گروه شاهد از خود نشان می‌دهند. این نکته بیانگر سطح بالاتری از تطابق با شرایط دشوار و افزایش تحمل موجود می‌باشد (دیاگرام ۲ و ۳).

با توجه به یافته‌های فوق می‌توان این فرض را مطرح کرد، همان گونه که با جمع‌آوری ژنهای مناسب در یک موجود (اصلاح نژاد و مهندسی ژنتیک) به دنبال دستیابی به موجود مطلوب هستیم، این امکان نیز وجود دارد که با بهره‌گیری از روندهای تطابقی ذکر شده، بتوانیم با تغییر میزان فعالیت ژنها در یک جمعیت، موجب بروز تواناییهای فیزیولوژیکی موجودات شویم. به بیان دیگر می‌توان گفت که در این روش با تکیه بر بروز پتانسیلهای فیزیولوژیک نهفته در موجود، امکان دستیابی به موجودی با تواناییهای مطلوب‌تر، بدون اینکه به سرمایه‌گذارهای کلان در رابطه با مطالعات و تغییرات ژنتیکی نیاز داشته باشیم، وجود دارد. البته منظور از این فرض، رد مطالعات بسیار مفید ژنتیکی نیست بلکه هدف ارائه راهی به موازات همان

نمودار شماره ۳- مقایسه میانگین تعداد مراجعه به آبخوری در دو گروه آزمایش شاهد مربوط به جدول شماره ۶



بالاترین حد دمای بحرانی برای محیط پیرامون جوجه‌های نوزاد

مترجم:

مهندس مهدی شبندی‌زاده

کارشناس ارشد مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام خوزستان

چکیده

تولید گرما، ماده خشک و از دست دادن آب بدن و کیسه زرده در خلال ۲۴ ساعت در معرض درجه حرارت ثابت ۳۰/۸ تا ۳۸/۸ درجه سانتیگراد در جوجه‌های نوزاد گوشتی اندازه‌گیری شد. متوسط وزن اولیه بدن و کیسه زرده ۴۱/۶ و ۴/۴ گرم بود. جوجه‌هایی که در درجه حرارت ۳۰/۸ نگهداری می‌شدند روزانه ۳/۵ گرم و جوجه‌های نگهداری شده در درجه حرارت ۳۸/۸ روزانه ۵/۷ گرم از وزن بدن خود را از دست می‌دادند. بین ۳۰/۸ و ۳۵/۱ درجه سانتیگراد، کاهش وزن کیسه زرده روزانه ۱/۹ گرم بود، و در ۳۸/۸ درجه این کاهش به ۱/۴ گرم در روز رسید. از دست دادن وزن کیسه زرده شامل مقادیر برابر ماده خشک و آب بود. از دست دادن آب باقیمانده بدن جوجه (کل وزن بدن به جز کیسه زرده) همگام با افزایش درجه حرارت محیطی از ۳۰/۸ به ۳۸/۸، از ۱/۸ تا ۴/۴ گرم افزایش را نشان می‌داد. این افزایش عمدتاً در بالای ۳۵ درجه سانتیگراد رخ می‌دهد. تولید گرما در جوجه‌ها با درجه حرارت محیط افزایش می‌یابد. تولید گرما در دوره‌های ۳ ساعته متوالی همگام با افزایش درجه حرارت، از ۳۴/۶ به ۲۸/۲ کیلو ژول بر کیلوگرم در ساعت (۱ کیلو ژول = ۰/۲۳۹ کیلو کالری) در ۳۰/۸ درجه سانتیگراد و از ۴۴/۱ تا ۳۵/۵ کیلو ژول بر کیلوگرم در ساعت در ۳۸/۸ درجه سانتیگراد کاهش می‌یابد. بالاترین حد دمای بحرانی از برگشت تولید گرما مشتق می‌شود. نتایج بیانگر این نکته است که دمای بحرانی برای جوجه‌ها بین ۳۶ و ۳۷ درجه سانتیگراد می‌باشد.

11. Adair, Guyton, Montani, Lindsay and Stanek 1987 Whole body structural vascular adaptation to prolonged hypoxia in chick embryos.

Am. J. physio. 252 (Heart Circ. Physio. 21): H 1228 - 1234

12. Adair, Montani, Guyton 1988 Effect of intermittent hypoxia on structural vascular adaptation in chick embryos Am. J. physio. 254 (heart Circ. physio. 23) H 1194- H 1199,

13. Monge C. and leon- Velarde F. 1991 physiological adaptation to high altitude: oxygen transport in mammals and birds Physiological reviews vol. 71 , No.4

14. Naumenko E. V. 1991 Modification in early ontogenesis of the stress response of adult. Int. Union physiol. Sci./Am physiol. soc. 0886- 1714/ 6

5. Cuyton A. C 1991 Textbook of Medical Physiology 8th Edithion W. B. Saunders Company P: 465, P: 803

6. Hoar W. S. General and Comparative Physiology 3 th Edition Prentice- Hall, INC P: 4,5

7. Meerson F. G. 1984 Adaptation, Stress and Prophylaxis Springer- Werlag ISBN O- 389- 12363-6 P: 10, 11, 12

8. Paton, Fuchs, Hille, Scher 1989 Textbook of Physiology Vol. 21 st Edition W. B. Saunders Company PP: 1501 -1502, 1231

9. West J. B. 1990 Physiological Basis of Medical Practice 12th Edition William and Wilkins P:590

10. Anokin- Mileusnic- Shamakin- Rose 1991 Effects of early exprience on C- fos gen expression in the chick forebrain.

جدول ۱: مقایسه جوجه درآوری گروه آزمایش و شاهد در شرایط نامناسب $P < 0.05$

گروه آزمایش	تعداد کل	رسیده به هفته سوم	خارج شده از تخم مرغ	درصد جوجه درآوری
گروه شاهد (آب مقطر)	۱۰ عدد	۱۰ عدد	۳ عدد	۳۰٪
گروه شاهد (آب مقطر)	۱۰ عدد	۳ عدد	۳ عدد	صفر

جدول ۲: مقایسه جوجه درآوری گروه آزمایش و شاهد در شرایط نامناسب $P < 0.1$

گروه آزمایش	تعداد کل	خروج از تخم مرغ	درصد جوجه درآوری
گروه آزمایش	۲۰	۳ عدد	۱۵٪
گروه شاهد آب مقطر	۱۵	صفر	صفر
گروه شاهد دست نخورده	۱۳	صفر	صفر

جدول ۳: مقایسه جوجه درآوری گروه آزمایش و شاهد در شرایط نامناسب $P < 0.05$

گروه آزمایش	تعداد کل	خروج از تخم مرغ	درصد جوجه درآوری
گروه آزمایش	۲۰ عدد	۶ عدد	۳۰٪
گروه شاهد آب مقطر	۱۵ عدد	۱ عدد	۶/۶٪
گروه شاهد دست نخورده	۱۵ عدد	۱ عدد	۶/۶٪

جدول ۴: مقایسه درصد جوجه درآوری در گروه آزمایش و شاهد در شرایط نسبتاً مناسب

گروه آزمایش	تعداد کل	خروج از تخم مرغ	درصد جوجه در آوری
گروه آزمایش	۱۶ عدد	۹ عدد	۵۶٪
گروه شاهد آب مقطر	۱۵ عدد	۸ عدد	۵۳٪
گروه شاهد دست نخورده	۱۹ عدد	۱۱ عدد	۵۷٪
گروه آزمایش + هیپوکسی	۱۶ عدد	۳ عدد	۱۸٪
گروه شاهد + هیپوکسی	۱۶ عدد	۳ عدد	۱۸٪

جدول ۵: مقایسه جوجه درآوری گروه آزمایش و شاهد در شرایط مطلوب

گروه آزمایش	تعداد کل	خروج از تخم	جوجه در آوری
گروه آزمایش	۲۳ عدد	۱۷ عدد	۷۳٪
گروه شاهد آب مقطر	۱۰ عدد	۶ عدد	۶۰٪
گروه شاهد دست نخورده	۳۰ عدد	۲۳ عدد	۷۶٪

جدول ۶: مقایسه تعداد مراجعه به آبخوری و مدت تحمل شوک الکتریکی در دو گروه آزمایش، شاهد در آزمایشهای رفتاری $P < 0.05$

تعداد جوجه	تعداد جوجه مورد آزمایش	میانگین مدت دریافت شوک	میانگین تعداد دریافت شوک	میانگین تعداد مراجعه گروه شاهد	میانگین تعداد مراجعه گروه شاهد	میانگین وزن جوجه‌ها
۵	۵	۲ ثانیه	۴۰ ثانیه	۱/۸ بار	۱/۸ بار	-
۵	۵	صفر	۸۳ ثانیه	۱ بار	۲ بار	۲/۶ گرم
۵	۵	۵ ثانیه	۷۳ ثانیه	۲/۲ بار	۲/۶ بار	۳ گرم
۵	۵	صفر	۱۷ ثانیه	۱ بار	۱/۸ بار	-