

## تعادل اسید- باز در مرغ‌های تخم‌گذار و رابطه آن با الکترولیت‌های جیره غذایی در شرایط تنش گرمایی دوره‌ای

لطف‌اله برنایی<sup>۱\*</sup>، عبدالحسین سمیع<sup>۲</sup>، حمیدرضا رحمانی<sup>۳</sup> و جواد پوررضا<sup>۴</sup>  
۱، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج  
۲، ۳، ۴، استادیار، دانشیار و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان  
(تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۱۹ - تاریخ تصویب: ۸۹/۳/۲۶)

### چکیده

این آزمایش به منظور مشخص کردن اثرات سطوح مختلف آنیون-کاتیون (۶۷، ۱۱۷، ۱۶۷، ۲۱۷، ۲۶۷، ۳۱۷، ۳۶۷ و ۴۱۷ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم آب و غذا) بر کیفیت پوسته و عملکرد در مرغ‌های تخم‌گذار در شرایط تنش گرمایی دوره‌ای (دمای ۱۹ تا ۳۶ درجه سانتی‌گراد) انجام شد. ۱۶۰ قطعه مرغ لگهورن سفید (سویه‌های لاین ۳۶-w) در سن ۶۳ هفتگی به مدت ۲ ماه در معرض ۸ چیره (که تنها از لحاظ سطوح آنیون-کاتیون متفاوت بودند) قرار گرفتند. تغییر سطوح آنیون-کاتیون  $Na^+ + K^+ - Cl^-$  جیره پایه بوسیله کلرید کلسیم و بی‌کربنات سدیم انجام شد. این آزمایش در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۸ تیمار و ۴ تکرار انجام شد. در هر قفس که یک تکرار بود، ۵ قطعه مرغ وجود داشت. اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات تولیدی (وزن تخم‌مرغ، تولید تخم‌مرغ، ضریب تبدیل خوراک و بازده تخم‌مرغ) معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) بود. سطح ۲۱۷ میلی‌اکی‌والان که با افزودن ۰/۴۲ درصد بی‌کربنات سدیم به جیره پایه (۱۶۷ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم) به وجود آمده بود، سبب بهبود در تمام سطوح تولیدی به غیر از مصرف خوراک شد. اثر دوره‌های آزمایشی (۱۵ روز یکبار) بر صفات تولیدی معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) بود. اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات کیفی پوسته (مقاومت پوسته، ضخامت پوسته و درصد پوسته) و واحد‌ها و معنی‌دار نبود. اثر دوره‌های آزمایشی بر صفات کیفی معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) بود، اما بر واحد‌ها اثری نداشت.

**واژه‌های کلیدی:** مرغ تخم‌گذار، الکترولیت‌های غذایی، تنش گرمایی، کیفیت پوسته، عملکرد.

### مقدمه

(2000). با تغییر شدت آلكالوز از ملایم به شدید، pH خون افزایش می‌یابد. چنین تغییری در pH همراه با اتلاف یون‌های بی‌کربنات ممکن است کیفیت پوسته و سلامت عمومی پرنده را تحت تأثیر قرار دهد. به نظر می‌رسد که در این شرایط، بی‌کربنات عامل اصلی موثر بر صفات پوسته تخم‌مرغ است که خود تحت تأثیر تعادل اسید-باز، فعالیت کلیه‌ها و سرعت تنفس قرار دارد (Leeson et al., 1995). لذا به نظر می‌رسد که افزودن

تنش حرارتی در مرغ‌های تخم‌گذار سبب کاهش مصرف غذا، افزایش سرعت تنفس، کاهش عملکرد و کیفیت پوسته می‌شود. افزایش سرعت تنفس به منظور افزایش دفع حرارت از طریق تبخیر سبب ایجاد آلكالوز تنفسی شده و کاهش فشار جزئی دی‌اکسیدکربن ( $P_{CO_2}$ ) خون را در پی دارد که نتیجه آن کاهش بی‌کربنات لازم برای تشکیل پوسته است (Keshavarz,

متناوب سه ساعت روشنایی و یک ساعت تاریکی در مقابل ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی مصرف ۱ درصد بی‌کربنات سدیم سبب بهبود کیفیت پوسته، افزایش مصرف غذا، افزایش وزن و وزن تخم‌مرغ‌ها شده است (Balnave & Muheeraza, 2003). گزارش شده که سطوح پایین (۸ و ۲۳) و بالای (۳۱۹ و ۴۱۸) میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم جیره از  $Na^+ + k^+ - Cl^-$  سبب کاهش مصرف غذا و میزان تخم‌گذاری شده است، همین سطوح برای مرغ‌های مسن (۸۶ هفتگی) هیچ اثری بر ضخامت پوسته نداشته، در حالی که pH و بی‌کربنات خون افزایش یافته بود (Hughes, 1988). به هر حال رابطه بین تعادل اسید-باز بدن و کیفیت پوسته هنوز به درستی مشخص نشده است.

هدف از اجرای این آزمایش، بررسی امکان ممانعت از بروز آثار سوء ناشی از شرایط تنش گرمایی با کمک تغییر تعادل آنیون-کاتیون جیره و حفظ توانایی مرغ‌های تخم‌گذار جهت حفظ تولید و کیفیت پوسته مناسب بود.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. به منظور مشخص کردن اثر سطوح مختلف آنیون-کاتیون بر مرغ‌های تخم‌گذار در شرایط تنش حرارتی دوره‌ای (دمای ۱۹-۳۶ درجه سانتی‌گراد) از چهارم خرداد تا چهارم مرداد، این آزمایش انجام شد. دما هر دو ساعت یکبار در طول شبانه روز ثبت می‌شد و در هر شبانه روز حداقل آن ۱۹ و حداکثر به ۳۶ درجه می‌رسید. در این طرح از ۱۶۰ قطعه مرغ لگه‌ورن سفید سویه‌های لاین (W-36) از سن ۶۳ تا ۷۱ هفتگی با طرح پایه کاملاً تصادفی در قالب طرح کرت‌های خرد شده در زمان انجام شد. طول دوره آزمایش (دو ماه) به چهار دوره و هر دوره شامل ۱۵ روز بود. جمع آوری مقدماتی داده‌ها به مدت ۳۰ روز انجام گرفت و تعداد ۳۲ قفس در محدوده  $72 \pm 1$  درصد تولید انتخاب گردید. تیمارهای آزمایشی شامل ۸ تیمار و ۴ تکرار بود، در هر قفس که یک تکرار محسوب می‌شد تعداد ۵ قطعه مرغ وجود داشت. تیمارها شامل ۸ جیره پایه یکسان بود، که تنها از نظر آنیون-کاتیون با هم تفاوت داشتند. تعادل آنیون-کاتیون بر اساس فرمول

یک منبع بی‌کربناتی مثل بی‌کربنات سدیم در این مورد بتواند مفید واقع شود. در تنش حرارتی کاهش کلسیم یونیزه پلاسما نیز حاصل شده که می‌تواند کیفیت پوسته را کاهش دهد (Yahav et al., 2000). گزارشات متعدد نشان می‌دهند که مصرف آب کربنات دار در مرغ‌های تخم‌گذار در شرایط تنش حرارتی سبب بهبود تولید و کیفیت پوسته شده است که علت آنرا بهبود در تعادل اسید-باز دانسته‌اند (Odom et al., 1985; Bottje & Harrison, 1985 a, b). گزارشاتی هم مبنی بر عدم سودمندی استفاده از بی‌کربنات سدیم در مرغ‌های تخم‌گذار وجود دارد (Davison & Wideman, 1992; Hughes, 1988). پاسخ‌های متفاوت در مورد نتایج تأثیر بی‌کربنات ممکن است نشان دهنده این واقعیت باشد که تحت یک روش نوری، شامل ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی که طی آن معمولاً شکل‌گیری پوسته تخم‌مرغ در دوره تاریکی اتفاق می‌افتد، مصرف بی‌کربنات صورت نمی‌گیرد، بنابراین بهتر است به منظور همزمان کردن تشکیل پوسته تخم‌مرغ از یک برنامه نوری پیوسته همراه با جیره حاوی مکمل بی‌کربنات استفاده شود و در نهایت استفاده از نور پیوسته باعث افزایش دسترسی مرغ‌ها به کلسیم و بی‌کربنات در طول دوره شکل‌گیری پوسته شده و احتمالاً بهبود کیفیت پوسته را در بر دارد. گزارش شده که اگر تعادل الکترولیتی جیره به کمک بی‌کربنات سدیم از ۱۶۸ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم به ۲۴۶ میلی‌اکی‌والان افزایش یابد و نور مداوم ۲۴ ساعته موجود باشد، کیفیت پوسته بهبود می‌یابد، اما تولید تخم‌مرغ و ضریب تبدیل غذایی تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد (Makled & Charles, 1987).

Balnave & Muheeraza (1997) گزارش کردند که افزودن ۱ درصد بی‌کربنات سدیم به جیره مرغ‌های تخم‌گذار که در شرایط تنش حرارتی (دمای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) و نور مداوم ۲۴ ساعت قرار داشتند، در مقایسه با مرغ‌هایی که در دمای ۲۵ درجه بوده‌اند، سبب بهبود پوسته تخم‌مرغ گردیده است و مصرف بی‌کربنات سدیم در این آزمایش تأثیر کاهنده‌ای در تولید نداشته است. در گزارش دیگری این دو محقق بیان داشته که در دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد و نوردهی

در جدول ۳ ترکیب جیره پایه براساس NRC (1994) و مقادیر محاسبه شده از عناصر سدیم، پتاسیم و کلر نشان داده شده است. آب و غذا به صورت آزاد در اختیار مرغ‌ها قرار داشت. نمونه برداری از تخم‌مرغ‌ها هر ۱۵ روز یک بار در سه روز آخر انجام می شد و صفات مربوط به تخم‌مرغ شامل، مقاومت پوسته، ضخامت پوسته، وزن خشک پوسته، وزن تخم‌مرغ، درصد تولید، بازده تخم‌مرغ، مصرف خوراک اندازه‌گیری و ضریب تبدیل غذایی و واحد هاو محاسبه شد.

برای خشک کردن پوسته از آن ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت استفاده شد. با استفاده از داده‌های وزن تخم‌مرغ (W)، ارتفاع سفیده (H) و با توجه به فرمول زیر واحد هاو محاسبه شد:

$$HU = 100 \log (H + 7.57 - 1.7W^{0.37}) \quad (2)$$

صفات تولیدی زیر با استفاده از داده‌های تولید روزانه تخم‌مرغ و میزان مصرف غذا محاسبه گردید. فرمول محاسبه این صفات در زیر آورده شده است.

$$\text{درصد تولید} = \frac{100 \times \text{تعداد تخم مرغ در ۱۴ روز}}{14 \times \text{تعداد مرغ در ۱۴ روز}} \quad (3)$$

$\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$  بر حسب میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم محاسبه شد. سدیم، پتاسیم و کلر خوراک، آب مصرفی و الکترولیت‌های مورد استفاده در این آزمایش در آزمایشگاه تعیین گردید (جدول ۲).

سدیم و پتاسیم براساس روش فلم فتومتری<sup>۱</sup> و کلر براساس روش حجم‌سنجی<sup>۲</sup> تعیین گردد (AOAC, 1990). سپس با استفاده از کلرید کلسیم تعادل به دست آمده که مقدار آن ۱۶۷ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم خوراک و آب بود به ترتیب ۵۰ و ۱۰۰ واحد اکی‌والان در کیلوگرم کاهش داده شد و با استفاده از بی‌کربنات سدیم تعادل به دست آمده به ترتیب ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ اکی‌والان به آن اضافه شد. اضافه کردن این مواد به کمک فرمول ۱ انجام شد:

$$mEq/100gr = \frac{W(\%) \times 1000 \times N}{M} \quad (1)$$

که در رابطه فوق W، درصد عنصر مورد نظر در غذا، N، ظرفیت عنصر و M، وزن اتمی می باشد. در نهایت هشت تیمار مطابق جدول ۱ با طرح کاملاً تصادفی و چهار تکرار در ۳۲ قفس ۵ مرغی استفاده شد.

1. Flamephotometric method
2. Volumetric method

جدول ۱- تیمارهای استفاده شده در آزمایش

تیمار	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم	۶۷	۱۱۷	۱۶۷	۲۱۷	۲۶۷	۳۱۷	۳۶۷	۴۱۷
درصد الکترولیت اضافه شده	۰/۷۷۲	۰/۳۸۶	---	۰/۴۲	۰/۸۴	۱/۲۶	۱/۶۸	۲/۱
	CaCl <sub>2</sub>	CaCl <sub>2</sub>	شاهد	NaHCO <sub>3</sub>				

جدول ۲- مقادیر به دست آمده از عناصر مورد نظر در آزمایشگاه برحسب درصد

ماده غذایی	کلر (Cl)	پتاسیم (K)	سدیم (Na)
بی‌کربنات سدیم	---	---	۲۷/۵
کلرید کلسیم	۴۶	---	---
جیره پایه	۰/۲۸	۰/۶۳	۰/۱۵
آب مصرفی	۰/۰۷۴	۰/۰۰۳	۰/۰۵
جمع (جیره پایه+آب)	۰/۲۸۷	۰/۶۳	۰/۲
میلی‌اکی‌والان در هر کیلوگرم آب و غذا	۸۰/۸۴	۱۶۱/۱۲	۸۶/۹۵

$$\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^- = ۸۶/۹۵ + ۱۶۱/۱۲ - ۸۰/۸۴ = ۱۶۷/۲۲ \approx ۱۶۷$$

## نتایج و بحث

## صفات کیفی

سطوح مختلف آنیون- کاتیون بر هیچ یک از صفات کیفی شامل مقاومت پوسته تخم مرغ، ضخامت پوسته، درصد پوسته و واحد هاو اثر معنی داری نداشت. این اثرات در جدول ۴ آمده است. بیشترین میانگین مقاومت پوسته از نظر عددی مربوط به سطح ۳۶۷ میلی‌اکی‌والان با میانگین ۳/۴۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و کمترین آن مربوط به سطح ۲۱۷ میلی‌اکی‌والان با میانگین ۳/۰۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بود. هم چنین بیشترین میانگین ضخامت پوسته مربوط به سطح ۳۱۷، ۳۶۷ و ۴۱۷ میلی‌اکی‌والان با میانگین ۰/۳۹ میلی‌متر بود. از لحاظ درصد پوسته سطح ۳۶۷ میلی‌اکی‌والان دارای بیشترین مقدار با میانگین ۸/۸۷ درصد و سطح ۲۱۷ میلی‌اکی‌والان با میانگین ۸/۵ درصد کمترین مقدار را به خود اختصاص داد. بالاترین واحد هاو مربوط به سطح ۴۱۷ میلی‌اکی‌والان با میانگین ۶۱/۲۵ و کمترین آن مربوط به سطوح ۶۷ و ۱۶۷ میلی‌اکی‌والان بود. بین دوره‌های مختلف آزمایشی از لحاظ میزان مقاومت پوسته، ضخامت پوسته و درصد پوسته اختلاف معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) وجود داشت. درحالی که دوره‌های مختلف آزمایشی بر واحد هاو اثر معنی‌داری نداشت.

نتایج به دست آمده در مورد صفات کیفی با یافته‌های برخی از محققین مطابقت دارد (Hughes, 1988; Keshavarz, 1994). اما گزارشات مخالف هم وجود دارد (Balnave & Muheeraza, 1997; Makled & Charles, 1987; Austic & Keshavarz, 1988; Odom et al., 1985).

Balnave & Muheeraza (1997, 2003) و Makled & Charles (1987) از نور مدام ۲۴ ساعته و تنش حرارتی ثابت (دمای ۳۵ و ۳۲ درجه سانتی‌گراد) استفاده نموده، اما در این آزمایش برنامه نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و تنش حرارتی بصورت دوره‌ای بود. این محققان بیان داشتند که نور مداوم ۲۴ ساعته و یا متناوب (۳ ساعت روشنایی و ۱ ساعت تاریکی) سبب افزایش مصرف خوراک، دریافت بیشتر بی‌کربنات و کلسیم خواهد شد و در نتیجه یون کلسیم و بی‌کربنات به اندازه کافی جهت تشکیل پوسته در اختیار

(۴) میانگین وزن تخم مرغ (گرم) × درصد تولید = بازده تخم مرغ (گرم / مرغ / روز)

(۵) 
$$\text{مصرف غذا در ۱۴ روز (گرم)} = \frac{\text{مصرف غذا در ۱۴ روز}}{\text{تعداد مرغ در ۱۴ روز}} \times ۱۴$$
 (گرم/مرغ/رو)

(۶) 
$$\text{ضریب تبدیل غذا} = \frac{\text{مصرف غذا در ۱۴ روز (گرم)}}{\text{میانگین وزن تخم مرغ (گرم)} \times \text{تعداد تخم مرغ در ۱۴ روز}}$$
 (گرم/گرم)

داده‌های حاصل از این آزمایش توسط نرم‌افزار (SAS, 1993) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

جدول ۳- اجزاء و ترکیبات جیره پایه

ماده خوراکی	درصد
ذرت	۵۵
کنجاله سویا	۲۳/۲
جو	۲
یونجه	۲
اسید چرب	۵/۵
صدف	۴/۸
کربنات کلسیم	۵
دی کلسیم فسفات	۱/۲
نمک	۰/۳
مکمل معدنی*	۰/۳
مکمل ویتامینی**	۰/۳
ویتامین A	۰/۱
ویتامین D3	۰/۲
ویتامین E	۰/۰۲
دی - ال - متیونین	۰/۰۷
جمع	۹۹/۹۹
ترکیبات محاسبه شده	
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۸۲۲
پروتئین خام (درصد)	۱۵
کلسیم (درصد)	۳/۴۸
فسفر فراهم (درصد)	۰/۳
سدیم (درصد)	۰/۱۳
پتاسیم (درصد)	۰/۶۸
کلر (درصد)	۰/۲۳

\* استفاده از این مقدار مکمل معدنی عناصر زیر را در هر کیلوگرم جیره تامین کرده است: ۸۰ میلی‌گرم منگنز، ۶۰ میلی‌گرم روی، ۵۰ میلی‌گرم آهن، ۵ میلی‌گرم مس، ۰/۱ میلی‌گرم کبالت، ۱ میلی‌گرم ید، ۰/۱ میلی‌گرم سلنیوم و ۲۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید.

\*\* استفاده از این مقدار مکمل ویتامین، ویتامین‌های زیر را در هر کیلوگرم جیره تامین نموده است: ۱۰۰۰۰ واحد ویتامین A، ۲۵۰۰ واحد D3، ۱۰ واحد E، ۲/۲ میلی‌گرم B1، ۴ میلی‌گرم B2، ۸ میلی‌گرم B3، ۲ میلی‌گرم B6، ۰/۵۶ میلی‌گرم B9، ۱۵ میکروگرم B12، ۰/۱۵ میلی‌گرم H2 و ۲۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید.

جدول ۴- تاثیر سطوح مختلف آنیون- کاتیون و دوره‌های مختلف آزمایشی بر صفات پوسته تخم‌مرغ (میانگین ± خطای استاندارد)

منبع تغییر	مقاومت پوسته (kg/cm <sup>2</sup> )	ضخامت پوسته (mm)	پوسته (%)	واحد هاو
آنیون - کاتیون (mEq/kg)				
۶۷	۳/۳۳ ± ۰/۱۵	۰/۳۸ ± ۰/۰۰۴۳	۸/۶ ± ۰/۱	۶۱/۰۱ ± ۰/۴۶
۱۱۷	۳/۲۵ ± ۰/۱۳	۰/۳۸ ± ۰/۰۰۴۳	۸/۶۴ ± ۰/۱۶	۶۱/۱۱ ± ۰/۵۹
۱۶۷	۳/۱۸ ± ۰/۰۷	۰/۳۸ ± ۰/۰۰۴۳	۸/۷۲ ± ۰/۱۱	۶۱/۰۱ ± ۰/۹۴
۲۱۷	۳/۰۵ ± ۰/۰۷	۰/۳۸ ± ۰/۰۰۴۳	۸/۵ ± ۰/۰۹	۶۱/۰۸ ± ۰/۵۴
۲۶۷	۳/۳۸ ± ۰/۰۹	۰/۳۸ ± ۰/۰۰۴۳	۸/۶۱ ± ۰/۱۱	۶۱/۲۱ ± ۰/۳
۳۱۷	۳/۰۸ ± ۰/۱۱	۰/۳۹ ± ۰/۰۰۴۳	۸/۷۶ ± ۰/۱۲	۶۱/۰۹ ± ۰/۴۱
۳۶۷	۳/۴۳ ± ۰/۱۳	۰/۳۹ ± ۰/۰۰۴۳	۸/۸۷ ± ۰/۱	۶۱/۰۸ ± ۰/۶۱
۴۱۷	۳/۳۵ ± ۰/۰۵	۰/۳۹ ± ۰/۰۰۴۳	۸/۸ ± ۰/۰۹	۶۱/۲۵ ± ۰/۵۵
دوره				
دوره ۱	۳/۴۵ ± ۰/۰۸ a	۰/۳۹ ± ۰/۰۰۲ a	۸/۸۰ ± ۰/۰۸ a	۶۱/۱۳ ± ۰/۲۸
دوره ۲	۳/۲۷ ± ۰/۰۸ b	۰/۳۹ ± ۰/۰۰۲ a	۸/۸۹ ± ۰/۰۸ a	۶۱/۱۱ ± ۰/۴۶
دوره ۳	۳/۲۲ ± ۰/۰۶ bc	۰/۳۸ ± ۰/۰۰۲ b	۸/۵۶ ± ۰/۰۷ b	۶۱/۰۸ ± ۰/۳۳
دوره ۴	۳/۰۹ ± ۰/۰۷ c	۰/۳۷ ± ۰/۰۰۲ c	۸/۴۹ ± ۰/۰۷ b	۶۱/۱۰ ± ۰/۴۹

اعداد با حداقل یک حرف مشابه در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند (p < ۰/۰۵).

در این آزمایش اثر معنی‌داری از دوره‌های مختلف بر واحد هاو مشاهده نشد. این نتیجه با گزارشات سایر محققین همخوانی دارد (Xin et al., 2002; Rossi et al., 1990)، که بیان می‌کنند با افزایش سن کیفیت داخلی و محتویات داخلی تخم‌مرغ تغییر نمی‌کند. HUS et al. (1998) گزارش کردند که دمای ۳۴ درجه سانتی‌گراد موجب کاهش وزن تخم‌مرغ اما افزایش واحد هاو می‌شود که با نتیجه این آزمایش مخالف است.

#### صفات کمی

جدول ۵ تاثیر سطوح مختلف آنیون-کاتیون و دوره‌های آزمایشی مختلف بر صفات کمی را نشان می‌دهد. طبق اعداد مندرج در این جدول سطوح مختلف آنیون-کاتیون بر صفات کمی شامل وزن تخم‌مرغ، تولید تخم‌مرغ، ضریب تبدیل غذایی و بازده تخم‌مرغ اثر معنی‌داری (p < ۰/۰۵) داشت، اما بر مصرف خوراک تاثیر معنی‌داری نشان نداد.

بیشترین مقدار وزن تخم‌مرغ مربوط به سطح ۲۱۷ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم با میانگین ۶۳/۵۲ گرم و کمترین آن مربوط به سطح ۶۷ میلی‌اکی‌والان با میانگین ۵۹/۶۴ گرم بود. بیشترین درصد تولید تخم‌مرغ مربوط به سطح ۲۱۷ میلی‌اکی‌والان با میانگین ۷۳/۷۵ درصد و کمترین آن مربوط به سطح ۱۱۷ میلی‌اکی‌والان با میانگین ۶۴/۸۶ درصد بود. هم چنین بهترین ضریب

مرغ‌ها قرار می‌گیرد و سبب بهبود صفات کیفی پوسته تخم‌مرغ خواهد شد. نتایج به دست آمده از مطالعات دیگران نشان داد که سطوح مختلف آنیون-کاتیون بر واحد هاو اثر معنی‌داری نداشت، که با نتیجه این آزمایش همخوانی دارد (Damron, 1998; Makled & Charles, 1987).

نتایج حاصله از اثر دوره‌های آزمایشی بر صفات کیفی (به جزء واحد هاو) با گزارشات برخی از محققین همسو بود (Sheila & Jerry, 1989; Peterson, 1995; Keshavarz, 1986; Said & Sullivan, 1985). در این گزارش‌ها آمده است که با افزایش سن به علت کاهش قدرت مرغ‌ها برای جذب کلسیم، ابقاء کلسیم، برداشت کلسیم از استخوان‌ها و کاهش پروتئین ناقل کلسیم در سرم خون جهت تشکیل پوسته، کیفیت آن کاهش می‌یابد. هم چنین این آزمایش در شرایط تنش گرمایی انجام شد که خود می‌تواند عامل مهمی برای کاهش کیفیت پوسته باشد (Odom et al., 1985; Keshavarz, 2000). از آنجایی که ۹۴ درصد پوسته تخم‌مرغ را کربنات کلسیم تشکیل می‌دهد، در شرایط تنش گرمایی علاوه بر کاهش یون بی‌کربنات لازم برای تشکیل پوسته، یون کلسیم یونیزه پلاسما نیز کاهش یافته که خود می‌تواند علت کاهش کیفیت پوسته تخم‌مرغ باشد (Mahmoud et al., 1996; Yahav et al., 2000).

جدول ۵- تأثیر سطوح مختلف آنیون-کاتیون و دوره‌های مختلف آزمایشی بر صفات تولیدی (میانگین  $\pm$  خطای استاندارد)

منبع تغییر	وزن تخم‌مرغ (گرم)	تولید تخم‌مرغ (درصد)	مصرف خوراک (گرم/مرغ/روز)	ضریب تبدیل (گرم/گرم)	بازده تخم‌مرغ (گرم/مرغ/روز)
آن‌یون-کاتیون (mEq/kg)					
۶۷	۵۹/۶۴ $\pm$ ۰/۷۳ <sup>b</sup>	۶۴/۹۱ $\pm$ ۲/۷۴ <sup>b</sup>	۸۹/۸۶ $\pm$ ۲/۵۹	۲/۳۹ $\pm$ ۰/۱۴ <sup>a</sup>	۳۸/۷۶ $\pm$ ۱/۸۱ <sup>b</sup>
۱۱۷	۵۹/۹۱ $\pm$ ۰/۴۷ <sup>b</sup>	۶۴/۸۶ $\pm$ ۱/۹۷ <sup>b</sup>	۹۰/۹۹ $\pm$ ۲/۷۶	۲/۳۱ $\pm$ ۰/۰۹ <sup>ab</sup>	۳۹/۷۴ $\pm$ ۱/۲۱ <sup>ab</sup>
۱۶۷	۶۱/۳۱ $\pm$ ۰/۴۵ <sup>ab</sup>	۷۳/۰۳ $\pm$ ۲/۲۰ <sup>ab</sup>	۹۱/۳۹ $\pm$ ۲/۶۹	۲/۱۱ $\pm$ ۰/۰۸ <sup>ab</sup>	۴۳/۷۵ $\pm$ ۱/۳۴ <sup>ab</sup>
۲۱۷	۶۳/۵۲ $\pm$ ۰/۷۸ <sup>a</sup>	۷۳/۷۵ $\pm$ ۱/۵۳ <sup>a</sup>	۹۱/۲۹ $\pm$ ۲/۵۹	۲/۰۵ $\pm$ ۰/۰۷ <sup>b</sup>	۴۴/۸۶ $\pm$ ۱/۰۸ <sup>a</sup>
۲۶۷	۶۰/۷۸ $\pm$ ۰/۶۳ <sup>ab</sup>	۷۲/۳۲ $\pm$ ۱/۳۵ <sup>ab</sup>	۹۰/۶۹ $\pm$ ۲/۴۵	۲/۰۹ $\pm$ ۰/۰۷ <sup>ab</sup>	۴۳/۷۵ $\pm$ ۱/۱۱ <sup>ab</sup>
۳۱۷	۶۱/۸۸ $\pm$ ۰/۵۲ <sup>ab</sup>	۶۷/۹۴ $\pm$ ۱/۹۵ <sup>ab</sup>	۹۱/۵۲ $\pm$ ۲/۲۹	۲/۲۲ $\pm$ ۰/۱۰ <sup>ab</sup>	۴۲/۰۷ $\pm$ ۱/۳۲ <sup>ab</sup>
۳۶۷	۶۰/۴۲ $\pm$ ۰/۵۳ <sup>ab</sup>	۶۸/۴۸ $\pm$ ۱/۷۵ <sup>ab</sup>	۹۱/۴۵ $\pm$ ۲/۵۰	۲/۲۸ $\pm$ ۰/۱۰ <sup>ab</sup>	۴۱/۲۲ $\pm$ ۱/۱۱ <sup>ab</sup>
۴۱۷	۶۰/۴۰ $\pm$ ۰/۵۷ <sup>ab</sup>	۶۸/۲۱ $\pm$ ۱/۸۷ <sup>ab</sup>	۸۹/۷۴ $\pm$ ۲/۹۹	۲/۲۲ $\pm$ ۰/۱۰ <sup>ab</sup>	۴۴/۱۱ $\pm$ ۱/۳۶ <sup>ab</sup>
دوره					
دوره ۱	۶۱/۲۱ $\pm$ ۰/۵۱ <sup>ab</sup>	۷۲/۰۶ $\pm$ ۱/۳۹ <sup>a</sup>	۱۰۳/۴۹ $\pm$ ۰/۴۲۶ <sup>a</sup>	۲/۴۰ $\pm$ ۰/۰۵ <sup>a</sup>	۴۴/۱۱ $\pm$ ۰/۹۳ <sup>a</sup>
دوره ۲	۵۹/۶۵ $\pm$ ۰/۳۹ <sup>b</sup>	۶۷/۱۲ $\pm$ ۱/۰۸ <sup>b</sup>	۷۷/۴۱ $\pm$ ۰/۶۰۳ <sup>d</sup>	۱/۹۶ $\pm$ ۰/۰۴ <sup>b</sup>	۳۹/۹۵ $\pm$ ۰/۶۸ <sup>b</sup>
دوره ۳	۶۰/۴۹ $\pm$ ۰/۳۸ <sup>b</sup>	۶۳/۷۹ $\pm$ ۱/۴۶ <sup>c</sup>	۹۴/۱۳ $\pm$ ۰/۳۸۱ <sup>b</sup>	۲/۴۹ $\pm$ ۰/۰۷ <sup>a</sup>	۳۸/۵۸ $\pm$ ۰/۹۱ <sup>b</sup>
دوره ۴	۶۲/۵۷ $\pm$ ۰/۳۵ <sup>a</sup>	۷۳/۷۹ $\pm$ ۱/۲۴ <sup>a</sup>	۸۸/۴۴ $\pm$ ۱/۰۴ <sup>c</sup>	۲/۰ $\pm$ ۰/۰۵ <sup>b</sup>	۴۵/۴۹ $\pm$ ۰/۸۱ <sup>a</sup>

اعداد با حداقل یک حرف مشابه در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند ( $p < 0.05$ ).

تا ۴۱۷ میلی‌اکی‌والان) اثر معنی‌داری بر این صفات نداشتند، اما از نظر عددی سبب بهبود در این صفات شده و بهترین نتیجه در سطح ۲۱۷ میلی‌اکی‌والان به دست آمده که با گزارشات مبنی بر اینکه تعادل آنیون-کاتیون را ۲۰۰-۳۰۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم غذا دانسته‌اند، مطابقت دارد (LoPez & Austic, 1993; Adesina & Kelly, 1987; Leeson et al., 1995).

اثر سطوح مختلف آنیون-کاتیون بر وزن تخم‌مرغ با نتایج برخی محققین مطابقت ندارد (Keshavarz, 1994; Balnave & Charles, 1987). اما با گزارش Balnave & Muheeraza (1997) همسو است. نتایج به دست آمده در مورد درصد تولید تخم‌مرغ، با گزارشات برخی محققین هماهنگی دارد (Austic & Keshavarz, 1988; Balnave & Muheeraz, 1997; Odom et al., 1985). در گزارش Makled & Charles (1987) و Balnave & Muheeraz (1997) نور مداوم ۲۴ ساعته سبب افزایش مصرف خوراک شد، در حالی که استفاده از بی‌کربنات سدیم تاثیری در مصرف خوراک نشان نداد، اما نتیجه این آزمایش در مورد مصرف خوراک گزارش Austic & Keshavarz (1988) را تأیید نمی‌کند. اعداد جدول ۵ نشان می‌دهد که استفاده از کلرید کلسیم مناسب نبوده زیرا باعث بالا بردن ضریب تبدیل غذایی شد، اما مکمل

تبدیل غذایی در سطح ۲۱۷ میلی‌اکی‌والان به دست آمد، بطوری که سطح ۲۱۷ میلی‌اکی‌والان دارای ضریب تبدیل ۲/۰۵ گرم غذا به ازای هر گرم تولید تخم‌مرغ بود که در بین سطوح مختلف آنیون-کاتیون کمترین مقدار را به خود اختصاص داد. بالاترین ضریب تبدیل مربوط به سطح ۶۷ میلی‌اکی‌والان بود. بالاترین بازده تخم‌مرغ هم در سطح ۲۱۷ میلی‌اکی‌والان با میانگین ۴۴/۸۶ گرم به ازای هر مرغ در روز و کمترین آن مربوط به سطح ۶۷ میلی‌اکی‌والان با میانگین ۳۸/۷۶ گرم بود. بیشترین مصرف خوراک از نظر عددی مربوط به سطح ۳۱۷ میلی‌اکی‌والان با میانگین ۹۱/۵۲ گرم در روز برای هر مرغ و کمترین آن مربوط به سطح ۴۱۷ میلی‌اکی‌والان با میانگین ۸۹/۷۴ گرم بود.

اعداد جدول ۵ نشان می‌دهد که با کاهش تعادل آنیون-کاتیون جیره پایه (۱۶۷ میلی‌اکی‌والان) بوسیله کلرید کلسیم و رساندن آن به ۱۱۷ و ۶۷ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم غذا از نظر عددی موجب کاهش در صفات کمی شده است. این نتیجه نشان می‌دهد که استفاده از کلرید کلسیم در شرایط تنش حرارتی به منظور کاهش آلکالوز تنفسی ایجاد شده احتمالی در مرغ‌ها موثر نبوده است. این در حالی است که افزودن بی‌کربنات سدیم به جیره پایه و افزایش سطح تعادل آنیون-کاتیون (از ۱۶۷

Xin et al. (2002) و Bottje & Harrison (1985a) را تایید می‌کند، اما با گزارشات HUS et al. (1998) و Chen & Balnave (2001) موافق نیست. علت کاهش ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های دوم و چهارم نسبت به دوره‌های اول و سوم را می‌توان به کاهش مصرف خوراک در این دوره‌ها نسبت داد.

اثر دوره‌های متفاوت بر بازده تخم‌مرغ نشان داد که بازده تخم‌مرغ تحت تاثیر قرار گرفته که با گزارش محققین دیگر همخوانی دارد (Balnave & Muheeraza, 1997, 2003). علت کاهش بازده تخم‌مرغ در دوره‌های دوم و سوم را می‌توان به کاهش درصد تولید و وزن تخم‌مرغ در اثر تنش حرارتی نسبت داد، زیرا بازده تخم‌مرغ به درصد تولید و وزن تخم‌مرغ وابسته است.

#### نتیجه‌گیری

نتایج کلی این آزمایش نشان داد که، تیمارهای آزمایشی بر صفات کیفی موثر نبوده‌اند و در این رابطه دو احتمال را می‌توان مطرح کرد:

۱. تنش حرارتی اعمال شده نتوانسته مرغ‌های تخمگذار را در زمان تشکیل پوسته تحت تاثیر قرار دهد، زیرا تشکیل پوسته عمدتاً در شب و زمانی انجام می‌شود که دمای هوا کاهش یافته و این دما برای مرغ‌ها قابل تحمل است.

۲. چون در هنگام شب و در زمان تشکیل پوسته، مرغ‌ها از غذا خوردن محروم بوده‌اند، لذا بی‌کربنات سدیم اضافه شده به جیره در زمان تشکیل پوسته در اختیار مرغ‌ها قرار نگرفته و لذا اثر معنی‌داری از آن به دست نیامده است. اثر سطوح مختلف آنیون-کاتیون بر صفات تولیدی نشان داد که کاهش تعادل آنیون-کاتیون بوسیله کلرید کلسیم اثر کاهنده‌ای بر این صفات داشت، اما افزودن بی‌کربنات سدیم سبب بهبود در این صفات شد، بطوری که سطح ۲۱۷ میلی‌اکی‌والان که با افزودن ۰/۴۲ درصد بی‌کربنات سدیم به جیره پایه به وجود آمد، سبب بهبود در تمام صفات تولیدی به جز مصرف خوراک شد. اثر دوره‌های متفاوت آزمایشی بر صفات تولیدی نشان داد که این صفات روند طبیعی خود را سپری نکردند، اما هرچه به پایان آزمایش نزدیک‌تر شدیم اثر تنش حرارتی کاهش یافته بود، که احتمالاً به دلیل سازگار شدن بیشتر مرغ‌ها به تنش حرارتی بوده است.

بی‌کربنات سدیم ضریب تبدیل را از نظر عددی بهبود داده و در سطح ۲۱۷ میلی‌اکی‌والان بهترین ضریب تبدیل به دست آمده است. این نتیجه با گزارشات Makled & Charles (1987) همخوانی دارد. Hayat et al. (2000) و Fuentes et al. (1998) نشان دادند که سطوح مختلف بی‌کربنات تاثیری بر ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های گوشتی ندارد. نتیجه به دست آمده در مورد اثر سطوح مختلف آنیون-کاتیون بر بازده تخم‌مرغ نشان داد که اضافه کردن کلرید کلسیم اثر منفی بر بازده تخم‌مرغ داشته که نشان می‌دهد استفاده از این الکترولیت برای مقابله با شرایط تنش گرمایی مناسب نبوده و این روند کاهش در مورد سایر صفات تولیدی هم دیده شد. بی‌کربنات سدیم از نظر عددی بازده تخم‌مرغ را بهبود داد که این نتیجه با گزارشات سایر محققین همسو است (Makled & Charles, 1987; Balnave & Muheeraz, 1997).

اثر دوره‌های متفاوت آزمایشی بر وزن تخم‌مرغ، درصد تولید تخم‌مرغ، مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک و بازده تخم‌مرغ معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) شد. نتایج به دست آمده در مورد اثر دوره بر صفات کمی از جمله وزن تخم‌مرغ نشان داد که با گذشت زمان وزن تخم‌مرغ کاهش یافت، اما در دوره چهارم احتمالاً به دلیل سازگار شدن بیشتر با تنش حرارتی، مرغ‌ها توانسته‌اند وزن تخم‌مرغ از دست رفته خود را به دست آورند، که با نتایج سایر محققین همخوانی دارد (Chen & Balnave, 2001; HUS et al., 1998; Bollengier et al., 1999).

اثر زمان بر درصد تولید تخم‌مرغ هم روندی مثل وزن تخم‌مرغ داشته است، که در دوره دوم و سوم روند کاهش نشان داد، اما در دوره چهارم افزایش یافت. این نتیجه با گزارشات Balnave & Muheeraza (1997, 2003) موافق است. اما با گزارشات Yahav et al. (2000) مخالف است. اثر دوره‌های متفاوت آزمایشی بر مصرف خوراک نشان داد که با پیشرفت زمان مرغ‌ها تنش حرارتی را بهتر تحمل کرده‌اند و مصرف خوراک روند افزایشی نشان داد، که با گزارشات سایر محققین همخوانی دارد (Chen & Balnave, 2001; Yahav et al., 2000; Xin et al., 2002; Hus et al., 1998). در مورد اثر زمان بر ضریب تبدیل خوراک، نتایج این آزمایش گزارشات

### سپاسگزاری

می‌شود. همچنین از پرسنل محترم آزمایشگاه و همکارانی‌های عزیزم که به هر نحو مرا در انجام این تحقیق یاری دادند کمال تقدیر و تشکر را دارم.

از کلیه اساتید محترم گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، تشکر و قدردانی

### REFERENCES

1. Adesina, A. A. & Kelly, R. R. (1987). Effects of dietary crude protein, electrolyte balance on growing chick. *Poultry Science*, 66, 299-305.
2. Association of Official Analytical Chemists. (1990). *Official Method of Analysis*. Washington DC.
3. Austic, R. E. & Keshavarz, K. (1988). Interaction of dietary calcium and chloride and influence of monovalent minerals on egg shell quality. *Poultry Science*, 67, 750-759.
4. Balnave, D. & Muheeraza, S. K. (1997). Improving egg shell quality at high temperatures with dietary sodium bicarbonate. *Poultry Science*, 76, 588-593.
5. Balnave, D. & Muheeraza, S. K. (2003). Intermittent lighting and dietary sodium bicarbonate supplementation for laying hens at high temperatures. *Australian Journal of Agricultural Research*, 49, 279-284.
6. Bollengier-lee, S., Williams, P. E. V. & Whitehead, C. C. (1999). Optimal dietary concentration of vitamin E for alleviating the effect of heat stress on egg production in laying hens. *British Poultry Science*, 40, 102-107.
7. Bottje, W. G. & Harrison, P. C. (1985a). The effect of tap water carbonate water, sodium bicarbonate and calcium chloride on blood acid-base balance in cockerels subjected to heat stress. *Poultry Science*, 64, 107-113.
8. Bottje, W. G. & Harrison, P. C. (1985b). Effect of carbonate water on growth performance of cockerels subjected to constant and cyclic heat stress temperature. *Poultry Science*, 64, 1285-1292.
9. Chen, J. & Balnave, D. (2001). The influence of drinking water containing sodium chloride on performance and egg shell quality of a modern, colored layer strain. *Poultry Science*, 80, 91-94.
10. Damron, B. L. (1998). Sodium chloride concentration in drinking water and egg shell quality. *Poultry Science*, 77, 1488-1491.
11. Davison, S. & Wideman, R. F. (1992). Excess sodium bicarbonate in the diet and its effect on leghorn chicken. *British Poultry Science*, 33, 859-870.
12. Fuentes, M. F., Zapata, J. F., Espindola, G. B., Freitas, E. R., Santos, M. G. & Sousa, F. M. (1998). Sodium bicarbonate supplementation in diets for guine fowl raised at high environmental temperature. *Poultry Science*, 77, 714-717.
13. Hayat, J., Balnave, D. & Brake, J. (1999). Sodium bicarbonate and potassium bicarbonate supplements For broilers can cause poor performance at high temperature. *British Poultry Science*, 40, 411-418.
14. Hus, J. C., Lin, C. Y. & Choius, P.W.S. (1998). Effect of ambient temperature and methionine supplementation of a low protein diet on the performance of laying hens. *Animal Feed Science and Technology*, 74, 289-299.
15. Hughes, R. J. (1988). Interrelationship between egg shell quality, acid-base balance and dietary electrolytes. *World's Poultry Science*, 44, 30-40.
16. Keshavarz, K. (1986). The effect of dietary levels of calcium and phosphorus on performance and retention of these nutrients by laying hens. *Poultry Science*, 65, 114-121.
17. Keshavarz, K. (1994). Laying hens respond differently to high dietary levels of phosphorus in monobasic and dibasic calcium phosphate. *Poultry Science*, 73, 687-703.
18. Keshavarz, K. (2000). A reminder the 2000 cornell poultry conference. *Poultry Point*, 50, 1-14.
19. Leeson, S., Gonzalo, J. D. G. & Summer, J. D. (1995). *Poultry Metabolic Disorder and Mycotoxins*, GelpH, Ontario, Canada.
20. LoPez, B. R. & Austic, R. E. (1993). The effect of selected minerals on the acid-base balance of growing chicks. *Poultry Science*, 72, 1054-1062.
21. Mahmoud, K. Z., Beck, M. M., Scheideler, S. E., Forman, M. F., Anderson, K. P. & Kachman, S. D. (1996). Acute high environmental temperature and calcium- strogen relationship in the hen. *Poultry Science*, 75, 1555-1562.
22. Makled, M. N. & Charles, O. W. (1987). Egg shell quality as influenced by sodium bicarbonate, calcium source and photoperiod. *Poultry Science*, 66, 705-712.
23. Odom, T. W., Harrison, P. C. & Parre, M. J. (1985). The effect of drinking carbonate water on the egg shell quality of single comb white leghorn hens exposed to high environmental temperature. *Poultry Science*, 64, 594-596.
24. Peterson, C. F. (1995). Factors influencing egg shell quality. *World's Poultry Science*, 21, 118-138.



25. Rossi, A. F., Miles, R. D. & Harms, R. H. (1990). Research note: influence of aluminum on phosphorus availability in laying hen diets. *Poultry Science*, 69, 2237-2240.
26. SAS Institute. (1993). SAS/STAT User Guide. Version 6.03 *SAS Institute Inc.* Cary, NC.
27. Said, N. W. & Sullivan, T. W. (1985). A comparison of continuous and phased level of dietary phosphorus for commercial laying hens. *Poultry Science*, 64, 1763-1771.
28. Sheila, E. & Jerry, L. S. (1989). Effect of calcium and phase-feeding phosphorus on production trait and phosphorus retention in two strains of laying hens. *Poultry Science*, 65, 210-2119.
29. Xin, H., Gates, R. S., Puma, M. C. & Ahn D. U. (2002). Drinking water temperature effect on laying hens subjected to warm cyclic environments. *Poultry Science*, 81, 608-617.
30. Yahav, S., Shinder, D., Razpakovski, V., Rusal, M. & Bar, A. (2000). Lack of response of laying hens to relative humidity at high ambient temperature. *British Poultry Science*, 41, 660-663

Archive of SID