The University of Tehran Press

Iranian Journal of Animal Science

Online ISNN: 2008-4773

Homepage: http:// ijas.ut.ac.ir/

Effects of different levels of vitamins and trace minerals in the diet on performance, immune response, hatchability and blood serum indices of broiler breeder hens

Ramin Valizadeh[1], Hossein Janmohammadi[2] ✉, Akbar Taghizadeh [3], Mojtaba Zaghari [4], Ruhollah Kianfar [5], Sadegh Alijani [6], Majid Olyayee [7]

1. Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. Email: raminvalizadeh@tabrizu.ac.ir
2. Corresponding author, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. Email: janmohammadi@tabrizu.ac.ir
3. Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. Email: a_tagizadeh@tabrizu.ac.ir
4. Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Iran. Email: mzaghari@ut.ac.ir
5. Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. Email: rkianfar@tabrizu.ac.ir
6. Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. Email: Sad-ali@tabrizu.ac.ir
7. Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. Email: Majidolyayee@tabrizu.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 9 December 2025

Received in revised form: 10 March 2026

Accepted: 10 March 2026

Published online: Atumn 2026

Keywords:

Vitamin adequacy, mineral adequacy, broiler breeder, immunity, performance, hatchability.

ABSTRACT

The present study was conducted to investigate the effects of using different levels of vitamins and trace minerals in diets on performance, immunity, hatchability, and vitamin and mineral adequacy indices in broiler breeders. For this purpose, 520 broiler breeders aged 50 weeks were used for 12 weeks in a completely randomized design with 13 treatments and 4 replications, and 10 breeders in each replication, and one rooster for every 10 hens. The experimental treatments included two dietary nutrient recommendation based on Ross 308 parent stock and 4th Brazilian tables for poultry, three levels of 100, 80, and 60 percent vitamins and trace minerals based on Ross recommendation, and two levels of 100, 80 vitamins and trace minerals based on Brazilian table recommendations'. Experimental treatments included T1(RM100, RV100), T2(RM80, RV100), T3(RM60, RV100), T4(RM100, RV80), T5(RM80, RV80), T6(RM60, RV80), T7(RM100, RV60), T8(RM80, RV60), T9(RM60, RV60), T10(BM100, BV100), T11(BM80, BV100), T12(BM100, BV80), T13(BM80, BV80). The results showed that the experimental diets had a significant effect on egg mass, egg production percentage, number of chicks per hen in 12 weeks and feed consumption per chick produced (P<0.05). Similarly, the results showed that the percentage of first-grade chicks, the percentage of second-grade chicks and the energy consumed to produce one chick were significantly affected by the experimental diets (P<0.05). The results also showed that the experimental diets had a significant effect on the immunoglobulin M titer (P<0.05). The effects of experimental diets on serum levels of glutathione peroxidase (GPX), alanine amino transferase (ALT), and alkaline phosphatase (ALP) as indicators of vitamin and mineral adequacy had a significant effect (P<0.05). Overall, the results of the present experiment showed that based on hatchability percentage, treatment 4 (RM100, RV80), based on energy consumption for production of each chick, treatment 5 (RM80, RV80), and based on immunity, treatment 6 (RM60, RV80) were the most suitable options. However, considering that the need for hatchability percentage covers most of the needs of broiler breeders, based on hatchability percentage, treatment 4 (RM100, RV80) is the best option for providing vitamin and mineral supplements for broiler breeders.

Cite this article: Valizadeh, R., Janmohammadi, H., Taghizadeh, A., Zaghari, M., Kianfar, R., Alijani, S. & Olyayee, M. (2026). Effects of different levels of vitamins and trace minerals in the diet on performance, immune response, hatchability and blood serum indices of broiler breeder hens. *Iranian Journal of Animal Science*, 57 **(3),** 519-544. DOI: https://doi.org/10.22059/ijas.2026.407894.654112

© The Author(s).
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/ijas.2026.407894.654112

Extended Abstract

Introduction

Since the concentration of vitamins and minerals in common poultry feed items varies and the accessibility of vitamins and minerals to these items is low, all these factors lead to uncertainty about the adequate supply of vitamins and minerals through the diet. In poultry nutrition, the contribution of vitamins and trace minerals of feed ingredients is rarely considered in the formulation of the diet. In fact, the supply of vitamins and trace minerals required by birds is achieved by adding vitamin and mineral supplements, which are generally in the form of premixes. These premixes contain vitamins and trace minerals and sometimes micronutrients and other additives. The question is, which recommended requirements tables should be used as the basis for the formulation of these supplements? On the other hand, these recommended requirements tables are often diverse and sometimes very different from each other, and require continuous and ongoing evaluation. Therefore, the purpose of this study was to investigate the effects of using different levels of vitamins and trace minerals in the diet on performance, immunity, hatchability, and vitamin and mineral adequacy indices in Ross 308 broiler breeder hens at 50 weeks of age.

Materials and Methods

A total of 520 Ross broiler breeder hens were housed in 52 pens, with each pen containing 10 hens and 1 rooster. The birds were maintained from week 50 onwards (the breeder hens and roosters were obtained from Taha Morgh Malekan Company, Iran). From week 50 to week 62, the breeder groups were fed a diet containing a relatively low level of vitamins and trace minerals through a premix (referred to as the "breeder low mix"). Fertilized eggs were collected from the 62-week-old breeder hens and divided into 13 batches, corresponding to 13 different treatments. These eggs were incubated separately. In this experiment, the effects of different levels of vitamins and minerals in the diet of broiler breeder hens on the hatchability and chick quality were evaluated.

Experiment

For this experiment, 520 Ross 308 broiler breeder hens, aged 50 weeks, were utilized in a completely randomized design comprising 13 treatments with 4 replicates, each replicate consisting of 10 broiler breeder hens. Additionally, one young rooster was included for every 10 hens and was fed the experimental diets for 12 weeks. The experimental treatments included two dietary standards based on Ross 308 and Brazilian recommended tables. These treatments involved three levels of vitamins (100%, 80%, and 60%) and three levels of trace minerals (100%, 80%, and 60%) according to Ross recommendations, as well as two levels of vitamins (100% and 80%) and two levels of trace minerals (100% and 80%) based on Brazilian tables. For the purpose of this experiment, an empty hall was divided in to 52 pens of equal size using chicken netting, with each pen equipped with a separate waterer and feeder for both hens and the rooster. A two-week adaptation period was provided to all experimental units prior to the start of the trial. The experimental diets were formulated based on the nutritional requirements of broiler breeders as per the Ross 308 Parent Stock Nutrition guide (2021) throughout the experimental period. Birds had free access to water during the experimental period, and the amount of feed consumed was calculated and allocated based on their energy requirements (Honar Bakhsh *et al*., 2013). Disease control and herd vaccination were carried out according to the plan proposed by the regional veterinary office and the veterinarian of the relevant poultry unit, and the lighting program of the hall was 16 hours of light and 8 hours of darkness per day, with an intensity of 80 lux.

Results

The effects of using different levels of vitamins and minerals in the diet of broiler breeders on the average production performance from the age of 50 to 62 weeks showed that using different levels of vitamins and minerals in the diet had a significant effect on the average number of eggs produced ($P<0.05$). In addition, comparing treatment 5 (RM80, RV80) with treatment 10 (BM100, BV100), it was observed that levels of 80% of vitamins and minerals based on the Ross requirement better than the level of 100 recommended by the Brazilian tables affected the number of eggs produced. Similarly, the results of the present experiment showed that using different levels of vitamins and trace minerals in the diet of broiler breeder hens for 12 weeks had no significant effect on egg weight produced, feed conversion ratio (FCR) ($P>0.05$). The results of the present experiment showed that the use of different levels of vitamins and trace minerals in the diet of broiler breeder hens significantly affected the egg mass produced, so that treatments 1 (RM100, RV100), 2 (RM80, RV100), 4 (RM100, RV80) and 5 (RM80, RV80) had higher egg mass produced than treatments 3 (RM60, RV100), 6 (RM60, RV80), 7 (RM100, RV60), 8 (RM80, RV60), 9 (RM60, RV60), 10 (BM100, BV100), 11 (BM80, BV100), 12 (BM100, BV80) and 13 (BM80, BV80). The results of this experiment also showed that the experimental diets had a significant effect on the amount of feed consumed per chick produced ($P<0.05$), so

that treatments 1 (RM100, RV100), 2 (RM80, RV100), 4 (RM100, RV80) and 5 (RM80, RV80) had less feed per chick produced than treatments 3 (RM60, RV100), 6 (RM60, RV80), 7 (RM100, RV60), 8 (RM80, RV60), 9 (RM60, RV60), 10 (BM100, BV100), 11 (BM80, BV100), 12 (BM100, BV80) and 13 (BM80, BV80) (P<0.05). The results also showed that the number of chicks produced per hen per week did not have a significant effect between the experimental diets (P>0.05), but in the entire experimental period, the effect of the experimental diets on the number of chicks produced per hen in 12 weeks was significant (P<0.05), so that treatments 1 (RM100, RV100), 2 (RM80, RV100), 4 (RM100, RV80) and 5 (RM80, RV80) had a higher number of chicks per hen in 12 weeks than treatments 3 (RM60, RV100), 6 (RM60, RV80), 7 (RM100, RV60), 8 (RM80, RV60), 9 (RM60, RV60), 10 (BM100, BV100), 11 (BM80, BV100), 12 (BM100, BV80) and 13 (BM80, BV80). Also, comparing treatment 1 (RM100, RV100) with treatment 10 (BM100, BV100), the results showed that treatment 1 (RM100, RV100) produced more chicks in 12 weeks than treatment 10 (BM100, BV100). According to the information obtained, it seems that treatment 5 (RM80, RV80) could be a suitable and economical option in order to produce more chicks per hen, which is an important economic parameter in broiler breeder farms. Similarly, the results showed that the hatching percentage of treatment 1 (RM100, RV100) was significantly higher compared to treatment 10 (BM100, BV100) (P<0.05). Also, treatment 4 (RM100, RV80) had a better hatching percentage than treatments 3 (RM60, RV100), 9 (RM60, RV60), 11 (BM80, BV100), 12 (BM100, BV80) and 13 (BM80, BV80) (P<0.05). According to the results obtained from this experiment, it seems that treatment 4 (RM100, RV80) could be a suitable option based on hatchability percentage. The effects of using different levels of vitamins and minerals in the diet for 12 weeks on production traits in broiler breeders showed that the percentage of Settable eggs was significantly different between the experimental diets (P<0.05), so that treatments 1 (RM100, RV100), 2 (RM80, RV100), 3 (RM60, RV100), 4 (RM100, RV80), 5 (RM80, RV80) and 6 (RM60, RV80) had a higher percentage of Unsettable eggs than treatments 7 (RM100, RV60), 8 (RM80, RV60), 9 (RM60, RV60), 10 (BM100, BV100), 11 (BM80, BV100), 12 (BM100, BV80) and 13 (BM80, BV80). Also, a significant difference was observed in the percentage of Settable eggs when comparing treatments 1 (RM100, RV100) with 10 (BM100, BV100) (P<0.05). Also, according to the results obtained from the following experiment, it was observed that the percentage of Unsettable eggs had a significant difference between the experimental diets (P<0.05), so that treatments 7 (RM100, RV60), 8 (RM80, RV60), 9 (RM60, RV60), 11 (BM80, BV100), 12 (BM100, BV80) and 13 (BM80, BV80) had a higher percentage of Unsettable eggs than treatments 1 (RM100, RV100), 4 (RM100, RV80) and 6 (RM60, RV80) (P<0.05). Also, in comparing treatments 1 (RM100, RV100) with 10 (BM100, BV100), the results showed that there was a statistically significant difference between these two treatments in the percentage of Unsettable eggs. According to the information obtained, it seems that the reason for this could be due to the significant increase in the number of edible eggs between treatments 1 (RM100, RV100) and 10 (BM100, BV100). The results also showed that the energy consumed to produce each chick in treatments 1 (RM100, RV100), 2 (RM80, RV100), 4 (RM100, RV80) and 5 (RM80, RV80) was lower than the other treatments (P<0.05). The results showed that the use of experimental diets had no significant effect on influenza and Newcastle disease titers in broiler breeders (P>0.05). The highest level of immunoglobulin M was observed numerically in treatment 6 (RM60, RV80), but the effect of experimental diets on immunoglobulin G and T titers was not significant (P>0.05). The results of vitamin and mineral adequacy indices in poultry showed that the amount of T4 in the serum of broiler breeder hens, as an indicator for examining the iodine status in the diet of broiler breeder hens, was not significantly affected by the experimental diets. The results of the present experiment show that the experimental diets had a significant effect on the amount of glutathione peroxidase (GPX) (P<0.05). Also, treatment 3 showed the highest concentration of glutathione peroxidase (GPX) among the experimental diets in serum. The results showed that the effects of experimental diets on the amount of superoxide dismutase (SOD) in the serum of broiler breeder hens had no significant effects (P>0.05). The results of this experiment showed that the experimental diets caused significant changes in serum alanine amino transferase (ALT) levels, with treatment 3 having the highest ALT (P<0.05). The results also showed that the experimental diets had no significant effect on blood lactate levels in broiler breeders (P<0.05). Similarly, the results showed that the serum iron level, as an indicator of iron adequacy in the diet, was not significantly affected between the different treatments (P>0.05). The results also showed that the concentration of copper in the blood serum of the broiler breeder hens, as an indicator of copper adequacy, was not significantly affected between the experimental diets (P>0.05). The results showed that blood alkaline phosphatase (ALP) levels had significant changes between experimental treatments (P<0.05).

Conclusion

The results showed that, based on the production of more chicks per hen, treatment 5 (RM80, RV80) could be a suitable and economical option for providing vitamin and mineral supplements. Also, based on the hatchability percentage, treatment 4 (RM100, RV80) could be a suitable option. Similarly, based on the energy consumption for producing each chick, treatment 5 (RM80, RV80) could be the most suitable and economical

option possible. Also, based on immunity, treatment 6 (RM60, RV80) is the most suitable option for broiler breeders. In general, considering that the need for hatchability percentage covers most of the needs of broiler breeders, therefore, based on hatchability percentage, treatment 4 (RM100, RV80) is the best option for providing vitamin and mineral supplements for broiler breeders.

Author Contributions

All authors contributed equally to the conceptualization, review, and analysis of the article, and to the writing of initial and subsequent drafts, and approved the final version for submission.

Data Availability Statement

Data will be available upon reasonable request.

Acknowledgements

The authors would like to sincerely thank Taha Morgh Malekan, Mina Toyoor, and Kowsar Hatchery, as well as all those who helped us in conducting this research.

Ethical considerations

The research procedures were conducted in accordance with institutional and national ethical guidelines.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

انتشارات دانشگاه تهران

نشریه علوم دامی ایران، دوره ۵۷، شماره ۳

شاپا الکترونیکی: ۷۹۴۹-۲۴۲۳

Homepage: http://ijas.ut.ac.ir//

اثرات سطوح مختلف ویتامین‌ها و عناصر معدنی کم‌مصرف در جیره بر عملکرد، پاسخ ایمنی، جوجه درآوری و شاخص‌های سِرُم خون مرغان مادر گوشتی

رامین ولی زاده [۱] | حسین جانمحمدی [۲] ✉ | اکبر تقی زاده [۳] | مجتبی زاغری [۴] | روح اله کیان فر [۵] | صادق علیجانی [۶] | مجید علیایی [۷]

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز ایران. رایانامه: raminvalizadeh@tabrizu.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ایران. رایانامه: janmohammadi@tabrizu.ac.ir

۳. استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ایران. رایانامه: a_tagizadeh@tabrizu.ac.ir

۴. استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، ایران. رایانامه: mzaghari@ut.ac.ir

۵. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ایران. رایانامه: rkianfar@tabrizu.ac.ir

۶. استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ایران. رایانامه: Sad-ali@tabrizu.ac.ir

۷. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ایران. رایانامه: Majidolyayee@tabrizu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۱۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۲/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۱۹

تاریخ انتشار: پاییز ۱۴۰۵

کلیدواژه‌ها:

کفایت ویتامینی، کفایت عناصر معدنی، مرغ مادر گوشتی، ایمنی، عملکرد، جوجه درآوری.

چکیده

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثرات استفاده از سطوح مختلف ویتامین‌ها و مواد معدنی کم‌مصرف در جیره‌های غذایی بر عملکرد، ایمنی، جوجه درآوری و شاخص‌های کفایت ویتامین و معدنی در مرغان مادر گوشتی انجام شد. بدین منظور از ۵۲۰ قطعه مرغ مادر گوشتی با سن ۵۰ هفتگی برای مدت ۱۲ هفته در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۳ تیمار و ۴ تکرار و ۱۰ قطعه مرغ مادر داخل هر تکرار و به ازای هر ۱۰ قطعه مرغ یک خروس استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل دو استاندارد غذایی پایه راس ۳۰۸ و جداول احتیاجات طیور برزیل (۲۰۱۷)، سه سطح ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ درصد ویتامین و مواد معدنی کم‌مصرف بر پایه راس و دو سطح ۱۰۰، ۸۰ ویتامینه و مواد معدنی کم‌مصرف بر پایه جدول برزیلی بود؛ که بدین شکل T1(RM100, RV100), T2(RM80, RV100), T3(RM60, RV100), T4(RM100, RV80), T5(RM80, RV80), T6(RM60, RV80), T7(RM100, RV60), T8(RM80, RV60), T9(RM60, RV60), T10(BM100, BV100), T11(BM80, BV100), T12(BM100, BV80), T13(BM80, BV80) گروه‌بندی شد. نتایج نشان داد که جیره‌های غذایی آزمایشی بر توده تخم‌مرغ تولیدی، درصد تولید تخم‌مرغ، تعداد جوجه به ازای هر مرغ در ۱۲ هفته و خوراک مصرفی به ازای هر جوجه تولیدی تأثیر معنی‌دار داشت ($P<0.05$). همین‌طور نتایج نشان داد که درصد جوجه درجه‌یک، درصد جوجه درجه‌دو و انرژی مصرفی برای تولید یک جوجه به‌صورت معنی‌دار تحت تأثیر جیره‌های غذایی آزمایشی قرار داشتند ($P<0.05$). همچنین نتایج نشان داد که جیره‌های غذایی آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر تیتر ایمونوگلوبولین M داشت ($P<0.05$). اثرات جیره‌های غذایی آزمایشی بر سطوح سِرُمی گلوتاتیون پراکسیداز (GPX)، آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و آلکالین فسفاتاز (ALP) به‌عنوان شاخص‌های کفایت ویتامینی و عناصر معدنی تأثیر معنی‌داری داشت ($P<0.05$). به‌طورکلی نتایج آزمایش حاضر نشان داد که بر مبنای درصد جوجه درآوری، تیمار ۴ (RM100، RV80)، بر اساس انرژی مصرفی برای تولید هر جوجه تیمار ۵ (RM80، RV80) و بر مبنای ایمنی تیمار ۶ (RM60, RV80) مناسب‌ترین گزینه‌ها می‌باشند. اما با توجه به اینکه نیاز برای درصد جوجه درآوری، بیشتر نیازهای مرغ مادر گوشتی را پوشش می‌دهد بنابراین بر مبنای درصد جوجه درآوری تیمار ۴ (RM100، RV80) بهترین گزینه برای تهیه مکمّل‌های ویتامینه و معدنی برای مرغان مادر گوشتی می‌باشد.

استناد: ولی زاده، رامین؛ جانمحمدی، حسین؛ زاغری، مجتبی؛ کیان فر، روح اله؛ علیجانی، صادق و علیایی، مجید (۱۴۰۵). اثرات سطوح مختلف ویتامین‌ها و عناصر معدنی کم‌مصرف در جیره بر عملکرد، پاسخ ایمنی، جوجه درآوری و شاخص‌های سِرُم خون مرغان مادر گوشتی. *نشریه علوم دامی ایران*، ۵۷ (۳)، ۵۴۴-۵۱۹. DOI: https://doi.org/10.22059/ijas.2026.407894.654112

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijas.2026.407894.654112

مقدمه

ازآنجایی‌که تراکم ویتامین‌ها و مواد معدنی کم‌مصرف در اقلام غذایی رایج طیور متغیر و از طرفی قابلیت دسترسی ویتامین‌ها و مواد معدنی به این اقلام ناچیز است بنابراین همه این عوامل منجر به عدم اطمینان به تأمین در سطح کافی ویتامین‌ها و مواد معدنی کم‌مصرف از طریق جیره غذایی می‌شود. در تغذیه طیور به‌ندرت سهم مقادیر ویتامین‌ها و مواد معدنی کم‌مصرف اجزای خوراکی در تنظیم جیره غذایی منظور می‌شود. درواقع، تأمین ویتامین‌ها و مواد معدنی کم‌مصرف موردنیاز پرندگان با افزودن مکمّل‌های ویتامینه و معدنی که عموماً به‌صورت پیش مخلوط می‌باشد صورت می‌گیرد. این پیش مخلوط‌ها حاوی ویتامین‌ها و مواد معدنی کم‌مصرف و گاهی ریزمغذی‌ها و مواد افزودنی دیگر هم می‌باشد مسئله این است که در فرمولاسیون این مکمّل‌ها، از جداول احتیاجات که توسط مراکز مختلف و محققان مختلف توصیه‌شده استفاده می‌شود که این جداول متنوع و گاهی خیلی باهم تفاوت داشته و نیاز به ارزیابی پیوسته و مستمر دارند. اکثر تحقیقات انجام‌شده به‌صورت مطالعه‌ی تک عنصری یا تک ویتامینه می‌باشد؛ و اشکالی که برای این نوع مطالعات اغلب گرفته می‌شود این است که در مطالعات تک عنصره با سطوح مختلف از یک عنصر مشاهده می‌شود که سطوح بالای یک عنصر از جذب یک عنصر دیگر جلوگیری می‌کند. همچنین در رابطه با ویتامین‌ها هم این قضیه صادق است. به‌عنوان‌مثال سطوح بالای ویتامین A در جیره از جذب سایر ویتامین‌ها محلول در چربی جلوگیری می‌کند و یا سطوح بالای ویتامین‌های گروه B مانع جذب بیوتین می‌شود. همین‌طور وجود ارتباط بین ویتامین‌ها با برخی از اسید آمینه‌ها، مانند کولین با متیونین و تریپتوفان با نیکوتنیک را می‌توان نام برد. همچنین در جیره‌های بر پایه کربوهیدرات ها در مقایسه با جیره‌های که چربی در جیره استفاده شده نیاز به بیوتین و تیامین بیشتر می‌شود (Optimum Vitamin Nutrition: In the Production of Quality Animal Foods, 2013: 44). در واقع هرگز نمی‌توان ویتامین‌ها را به‌عنوان مواد مغذی به‌طور مجزا در نظر گرفت زیرا آن‌ها دارای طیف گسترده‌ای از اثرات برهم‌کنشی با یکدیگر و نیز سایر مواد مغذی هستند. تحقیقات نشان داده است که ارزیابی منحنی مقدار- پاسخ ، که از آن به‌طور گسترده‌ای برّای تخمین نیازهای سایر مواد مغذیی استفاده می‌شود روش مناسبی در خصوص ویتامین‌ها نیست و ایجاد روابط ریاضی دقیق در زمینه احتیاجات ویتامین‌ها تا زمانی که همه‌ی اثرات متقابل و جزییات آن مشخص نشده باشد امکان‌پذیر نیست (Optimum Vitamin Nutrition: In the Production of Quality Animal Foods, 2013: 126). لذا به نظر می‌رسد که به‌کارگیری هم‌زمان این عناصر و ویتامین‌ها باهم می‌تواند یکی از راهکارها برای غلبه بر این مشکل باشد. تاکنون مطالعه‌ای در مورد تأثیر سطوح مختلف ویتامین‌ها و عناصر معدنی بر مبنای توصیه‌های جداول راس ۳۰۸ و جداول برزیلی بر عملکرد، ایمنی، جوجه درآوری و شاخص‌های کفایت ویتامینی و مواد معدنی در جیره مرغان مادر گوشتی انجام نشده است. درحالی‌که قیمت تمام‌شده مکمّل‌های ویتامینه و معدنی برای مرغان مادر گوشتی، بر مبنای جداول توصیه برزیلی ۲۰ درصد کمتر از توصیه راس ۳۰۸ نسخه ۲۰۲۱ می‌باشد. بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی اثرات استفاده از سطوح مختلف ویتامین‌ها و عناصر معدنی کم‌مصرف در جیره بر عملکرد، ایمنی، جوجه درآوری و شاخص‌های کفایت ویتامینی و معدنی در مرغان مادر گوشتی سویه راس ۳۰۸ در سن ۵۰ هفتگی انجام شد تا بر مبنای عملکرد، ایمنی، جوجه درآوری و شاخص‌های کفایت ویتامینی و معدنی بررسی شود که کدام سطح از ویتامین‌ها و عناصر معدنی در مرغان مادر گوشتی می‌تواند سطح مناسبی به‌منظور ساخت مکمّل‌های ویتامینه و معدنی در کارخانه‌ها مکمّل سازی باشد.

پیشینه تحقیق

به لحاظ تاریخی، احتیاجات ویتامینی که سازمان‌های علمی بین‌المللی از قبیل: انجمن ملی تحقیقات آمریکا ، انجمن تحقیقات کشاورزی انگلستان ، موسسه تحقیقات کشاورزی فرانسه و غیره توصیه کرده‌اند باهدف جلوگیری از ابتلا به کمبودهای تغذیه‌ای ارائه‌شده است. پیشینه برخی مطالعات استناد شده به بیش از ۱۰، ۲۰ و حتی ۴۰ سال پیش بازمی‌گردد. ویتامین‌ها و عناصر معدنی

1. Vitamin and mineral supplements
2. Premix
3. Dose-response curve
4. NRC
5. ARC
6. INRA

کم‌نیاز مانند ریزمغذی‌ها سهم و بخش بسیار کمی از جیره (حدود ۰/۵ درصد) ولی با اثرات خیلی زیاد را تشکیل می‌دهند. درهرحال حضور نداشتن و یا ناکافی بودن یک ویتامین به تنهای می‌تواند به خطراتی برای سلامتی، رشد و تولیدمثل منجر شود. به هنگام کاهش خوراک مصرفی (به دلایل زیاد ازجمله بیماری در گله، استرس حرارتی و...) بایستی که مقدار مکمّل‌های ویتامینه و عناصر معدنی را برای دستیابی به حداکثر توان تولیدی بیشتر در نظر گرفت و یا غلظت ویتامین‌ها و عناصر معدنی را در مکمّل‌ها بالا برد تا به همان مقدار موردنیاز تحت شرایط مصرف کم‌خوراک برسد (Optimum Vitamin Nutrition: In the Production of Quality Animal Foods, 2013: 2). وضعیت خاص محدودیت خوراک‌دهی در مرغان مادر در دوره رشد احتمال تأمین ناکافی ویتامین‌ها و عناصر معدنی موردنیاز پرنده را بیشتر می‌کند که می‌توان با افزایش ویتامین‌ها و عناصر معدنی در خوراک از این موضوع جلوگیری کرد. به‌علاوه شرایط تنش‌زا مانند درجه حرارت زیاد در تابستان، که به چالش در سیستم ایمنی پرنده منجر می‌شود نیز ممکن است به کاهش مصرف خوراک و درنتیجه کاهش دریافت ویتامین‌ها و عناصر معدنی منجر شود. درنهایت توصیه‌ها بر این است که از یک برنامه متوازن ویتامینی و مواد معدنی بیش از حداقلی استفاده شود که علاوه بر کمترین هزینه، امکان دستیابی به بهترین سود با به‌کارگیری آن وجود داشته باشد (Optimum Vitamin Nutrition: In the Production of Quality Animal Foods, 2013: 29). به‌طورکلی برای مرغان مادر گوشتی جداول توصیه‌ای غذایی مختلفی توسط شرکت‌های اصلاحی و مؤسسات رسمی ارائه‌شده است که از این‌ها می‌توان به جداول توصیه‌ای مؤسسات رسمی مانند ARC، INRA، NRC، FEDNA، Brazilian و شرکت‌های اصلاحی نژادی مانند راس، هوبارد، کاب و DSM و نیز جداول توصیه غذایی که توسط محققان مختلف مانند، (Villamide, 1999)، (Whitehead *et al*., 1993) و (Leeson *et al*., 2005) پیشنهاد شده را می‌توان اشاره کرد. به‌طورکلی وقتی جداول توصیه‌شده توسط مؤسسات رسمی در کنار هم قرار داده و باهم مقایسه شوند مشاهده می‌شود که در رابطه با ویتامین‌ها عمدتاً تفاوت آن‌ها باهم در سطح توصیه‌ای هر یک از ویتامین‌ها هست به عبارتی NRC-1994 مقدار نیاز ویتامین A برای مرغ مادر گوشتی را به مقدار ۳۰۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم گزارش کرده‌اند درحالی‌که جداول برزیلی (۲۰۱۷) مقدار نیاز برای همین ویتامین را ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم گزارش کرده است. همچنین در رابطه با جداول توصیه‌شده توسط شرکت‌های اصلاح نژادی هم باید اشاره کرد که عمده تفاوت بین این جداول در سطوح ویتامین‌های توصیه‌شده است. همین‌طور نوع بعضی از ویتامین‌های و متابولیت می‌توان اشاره کرد. به‌عنوان‌مثال در جداول احتیاجات غذایی توصیه‌ی کاب برای مرغان مادر گوشتی، نیاز به ویتامین C گزارش‌شده است درحالی‌که در جداول DSM علاوه بر ویتامین C یک توصیه هم برای متابولیت‌های ویتامین (D–25–هیدروکسی) گزارش‌شده است. درحالی‌که در هیچ‌کدام از جداول توصیه غذایی چنین چیزی مشاهده نمی‌شود. همچنین گزارش‌ها نشان می‌دهد که امروزه برای تعیین نیاز دسته‌جات طیور شاخص‌های ارزیابی (شاخص‌های کفایت ویتامینی) تفاوت کرده است به‌طوری‌که در NRC–۱۹۹۴ برای ارزشیابی وضعیت ویتامین‌ها از تعداد تخم‌مرغ، وزن تخم‌مرغ و کیفیت پوسته به‌عنوان شاخص ارزشیابی سطح مناسب ویتامین استفاده‌شده است درحالی‌که امروزه این پارامتر جای خود را به ترکیب داخلی تخم‌مرغ، پاسخ ایمنی و پاسخ‌های رفتاری داده است (Leeson, 2007). همچنین اغلب مطالعات انجام‌شده در NRC تحت شرایط مطلوب بود و در اغلب موارد با واقعیت تولید در شرایط عملی فاصله دارد و عوامل تنش‌زا متداول در محیطی پرورش را در برنمی‌گیرد. تنش در پرورش حیوانات امری بدیهی است که ممکن است به‌طور تدریجی نیازهای تغذیه‌ای را تحت تأثیر قرار دهد. باوجوداین، تاکنون اکثر توصیه‌های مراکز تحقیقاتی مختلف در چنین شرایطی احتیاجات ویتامینی گزارش نکرده‌اند. محققان با بررسی سطوح مختلف ویتامین‌ها و مواد معدنی در جیره مرغ مادر گوشتی نشان داده‌اند که سطوح بالای مکمّل‌های ویتامینه و معدنی باعث بهبود وضعیت ایمنی پرندگان می‌شود بدون اینکه اثر منفی بر پتانسیل رشد داشته باشد (Rebel *et al*., 2004). تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهد که سطوح کمتر از ۳۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3 در کیلوگرم جیره مرغان گوشتی، منجر به افزایش تلفات جنینی در صفر تا ۷ روزگی می‌شود و سطوح کافی ویتامین D3 در جیره مرغان مادر منجر به توسعه استخوان‌ها جنین صفر تا ۷ روزگی شده و همچنین تلفات را کاهش می‌دهد ولی اثرات پایدار ویتامین D3 از منشأ مادری کافی نیست و بایستی در جیره جوجه گوشتی به‌اندازه کافی تأمین شود (Saunders *et al*., 2014). مطالعات نشان داده است که عوامل تغذیه‌ای زیادی بر درصد جوجه درآوری در مرغان مادر تأثیرگذار هستند که به‌طورکلی این عوامل شامل، سه دسته هستند، عواملی چون کمبودهای تغذیه‌ای، فزونی و همچنین اثرات متقابل بعضی از ریزمغذی‌ها بر درصد جوجه درآوری هستند (Wilson *et al*.,

1997). محققان با استفاده از سطوح و فرم‌های مختلف عناصر کم‌مصرف در مکمّل‌های معدنی روی مرغان مادر گوشتی و نِتاج آن‌ها نشان داده‌اند که سطح و منبع مواد معدنی مطالعه شده هیچ تأثیری بر تعداد تخم‌مرغ‌ها نداشته ولی به شکل عددی تعداد تخم‌مرغ‌های قابل هَچ در مکمّل‌های که در آن‌ها از فرم آلی استفاده‌شده بود بیشتر بود. ولی بهترین اثر بر باروری زمانی مشاهده شد که ۵۰ درصد نیاز عناصر معدنی کم‌مصرف طیور از منابع آلی و ۵۰ درصد الباقی هم از منابع غیر آلی تأمین‌شده بود (Saber *et al*., 2020). همچنین نتایج تحقیقات نشان داد که افزودن ویتامین D تا سطح ۵۵۰۰ واحد بین‌المللی به همراه ۱۵۰ میلی‌گرم ویتامین C در جیره گله مادر گوشتی از سن ۴۹ تا ۶۱ هفتگی منجر به افزایش تعداد جوجه تولیدی به ازای هر مرغ در هفته، کاهش تعداد تخم‌مرغ شکسته، کاهش مقدار خوراک به ازای تخم‌مرغ تولیدی، کاهش مقدار خوراک مصرفی به ازای جوجه تولیدی و افزایش تعداد تخم‌مرغ قابل هچ شد (Kanani, Kianfar *et al*., 2023). علاوه بر این، گزارش‌ها نشان می‌دهد که آلفا توکوفرول خوراک مرغ مادر، با کارآیی زیادی به زرده تخم‌مرغ منتقل می‌شود درواقع مقدار انتقال ویتامین‌ها از خوراک به تخم‌مرغ به ایزومرهای فضایی مختلف یک ویتامین و همچنین به سطح ویتامین در خوراک نیز بستگی دارد (Surai *et al*., 2003). همچنین گزارش‌ها نشان می‌دهد که استفاده هم‌زمان ویتامین E و عنصر Se باهم در جیره مرغان مادر گوشتی به مدت ۶ هفته، باعث افزایش گلوتاتیون پراکسیداز کبدی و همچنین باعث بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی سِرُم در جوجه حاصل می‌شود (Surai *et al*., 2000). تحقیقات نشان داده است که سطوح ۴ میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین B2 در جیره مرغان مادر گوشتی باعث بهبود عملکرد مرغان مادر و نِتاج حاصل بدون بروز علائم کمبود می‌گردد (Leiber, 2022). همچنین تحقیقات نشان داد که تغذیه مرغان مادر گوشتی با سطوح مختلف عناصر معدنی کم‌مصرف و ویتامین‌ها می‌تواند باعث تغییرات معنی‌دار در کیفیت جوجه و درصد جوجه درآوری شود (Chang *et al*., 2016). علاوه بر این نتایج نشان می‌دهد که تغذیه مرغان مادر با عناصر معدنی کم‌مصرف و ویتامین‌ها می‌توانند کیفیت جوجه، عملکرد مرغان مادر و همچنین عملکرد جوجه حاصل را تحت تأثیر قرار دهد (Hocking *et al*., 2007). همچنین تحقیقات صورت گرفته نشان می‌دهد که یک همبستگی مثبت بین سطح ویتامین D3 و ۲۵-هیدروکسی کوله کلسیفرول موجود در جیره با سطح D3 و ۲۵-هیدروکسی کوله کلسیفرول موجود در زرده تخم‌مرغ وجود دارد به‌طوری‌که با افزایش سطح ویتامین D در جیره بعد از سه هفته سطح ویتامین D زرده تخم‌مرغ افزایش یافت (Yao *et al*., 2013). بعلاوه گروهی از محققان با استفاده از سطوح برابر با توصیه NRC-1994 و سطح OVN[1] در جیره مرغ تخم‌گذار بر پایه ذرت و سویا نشان دادند که با افزایش سطح ویتامین D ، B9، B12 و A در جیره سطح این ویتامین‌ها در زرده تخم‌مرغ به‌صورت معنی‌دار افزایش می‌یابد (Zang *et al*., 2011). همچنین نتایج نشان داد که افزایش مقدار غلظت ویتامین‌های E,B_1 در زرده تخم‌مرغ نسبت به سایر ویتامین‌ها بیشتر اتفاق افتاد (Rebel *et al*., 2004). گروهی از محققان با تحقیق روی مرغ مادر گوشتی با استفاده از سطوح مختلف ویتامین‌های A, B2, B12 سعی کرده‌اند یک ارتباطی بین سطح این ویتامین‌ها در جیره با سطح این ویتامین‌ها در زرده تخم‌مرغ پیدا کنند. نتایج نشان می‌دهد که در سطوح یک و دو برابر نیاز این ویتامین در جیره، بازده انتقال این ویتامین‌ها به زرده به ترتیب برای ویتامین A ۷۸ درصد و برای B2 ۴۵ درصد و برای B12 ۴۳ درصد شد؛ اما در سطوح چهار برابری احتیاجات (۱۹۹۴) NRC بازده انتقال برای ویتامین A و B2 کاهش یافت. بااین‌وجود برای ویتامین B12 بازده انتقال ثابت ماند. همین‌طور نتایج این گزارش نشان می‌دهد که یک رابطه منفی بین بازده انتقال ویتامین B2 به تخم‌مرغ با سطح B2 موجود در جیره وجود داشت. به‌طوری‌که با افزایش سطح ویتامین B2 در جیره بازده انتقال این ویتامین از جیره به زرده تخم‌مرغ از ۵۴ درصد به ۲۴ درصد کاهش یافت. همچنین نتایج این محققان نشان می‌دهد که یک رابطه منفی در بازده انتقال ویتامین A از جیره به داخل تخم‌مرغ وجود دارد به‌طوری‌که با افزایش سطح ویتامین A در جیره، بازده انتقال از ۹۸ درصد برای سطوح پایین ویتامین A به ۳۹ درصد برای سطوح بالای ویتامین A در جیره تنزل پیدا می‌کند (Zurak *et al*., 2025). همچنین نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که در حضور عناصر معدنی آلی بازده انتقال و رسوب ویتامین A به‌صورت در زرده تخم‌مرغ افزایش می‌یابد (Zurak *et al*., 2025). همین‌طور مطالعات نشان داد که وقتی‌که سطح ویتامین B2 در جیره مرغ تخم‌گذار کاهش می‌یابد غلظت ویتامین B2 در زرده تخم‌مرغ به‌صورت معنی‌دار کاهش یافت (Choi *et al*., 2025). پژوهش‌ها نشان دادند که کیسه زرده در تخم‌مرغ محل ذخیره موقت مواد معدنی کم‌مصرف است بعلاوه کیسه زرده محل ساخت پروتئین‌های پلاسما جَنین هست. کیسه زرده این

1. optimum vitamin nutrition level

توانایی را دارد که مواد معدنی که از زرده به کبد جَنین فرستاده می‌شود را در طول دوره توسعه جَنین تنظیم کند یعنی کیسه زرده یک نقش تنظیمی در ارسال عناصر معدنی کم‌مصرف از زرده به کبد جَنین در حال رشد را دارد (Richards, 1997). محققان ثابت کرده‌اند که مواد معدنی ضروری برای رشد و توسعه جَنین پرندگان شامل (مس، آهن، روی، منگنز، ید، سلنیوم) است. بعلاوه این مواد معدنی ضروری نه‌تنها به‌عنوان کوآنزیم یا کوفاکتور برای آنزیم‌ها موردنیاز هست بلکه در ساختار پروتئین‌های سلول‌های جَنینی و همچنین غشاهای جَنینی حضور دارند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که کمبود این مواد معدنی ضروری در جَنین پرندگان، باعث تخریب رشد، توسعه غیرطبیعی جَنین و مرگ‌ومیر جَنین می‌شود. همین‌طور متعاقباً سطوح اضافه این عناصر ضروری سمی هستند و برای رشد و توسعه جَنین مضر می‌باشند (Richards *et al*., 1997). همچنین نتایج نشان می‌دهد که استفاده از سطح ۱۵ میکروگرم در کیلوگرم ویتامین B12 در جیره مرغان مادر گوشتی باعث بهبود عملکرد تولید و عملکرد نِتاج حاصل می‌شود (El-Husseiny *et al*., 2018). درحالی‌که ۳۰ سال قبل بهترین عملکرد مرغان مادر گوشتی در سطح ۸ میکروگرم در کیلوگرم گزارش‌شده بود (Squires *et al*., 1993). بررسی‌ها نشان می‌دهد با توجه به اینکه متخصصین اصلاح نژاد دائماً در حال انتخاب سویه‌های بهتر هستند بایستی که برآورد نیاز پرندگان صنعتی هم به‌صورت مُستمر انجام گیرد. نتایج مطالعات نشان می‌دهد زمانی که غلظت ویتامین A جیره از iu/kg ۱۵۰۰۰ به iu/ kg ۳۰۰۰۰ افزایش یابد مقدار ویتامین A زرده تخم‌مرغ از ۲۴/۶ واحد بین‌المللی به ۳۷/۷۱ واحد بین‌المللی افزایش پیدا می‌کند (Mori *et al*., 2003).

مواد و روش‌ها

بدین منظور از ۵۲۰ قطعه مرغ مادر گوشتی سویه راس ۳۰۸ با سن ۵۰ هفتگی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۳ تیمار، ۴ تکرار و ۱۰ قطعه مرغ مادر در هر تکرار و همچنین ۱ قطعه خروس جوان به ازای ۱۰ مرغ، به مدت ۱۲ هفته با جیره‌های غذایی آزمایشی تغذیه شد. تیمارهای آزمایشی شامل دو استاندارد غذایی پایه راس ۳۰۸ و جداول توصیه‌شده برزیلی، سه سطح ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ درصد ویتامین و سه سطح ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد مواد معدنی کم‌مصرف بر پایه راس و همچنین دو سطح ۱۰۰، ۸۰ درصد ویتامینه و دو سطح ۱۰۰، ۸۰ درصد مواد معدنی کم‌مصرف بر پایه جدول برزیلی بود که در جدول ۱ آورده شده است. برای این آزمایش، یک سالن خالی به ۵۲ پن هم‌اندازه تقسیم شد و برای هر پن و همین‌طور خروس‌ها، آبخوری و وانخوری جداگانه اختصاص داده شد. پیش از شروع آزمایش، ۲ هفته دوره عادت دهی برای همه واحدهای آزمایشی مدنظر قرار گرفت. جیره‌های آزمایشی در طول دوره آزمایش، طبق جداول احتیاجات مرغ مادر گوشتی بود (ROSS 308 Parent Stock Nutrition, 2021).

جدول ۱. سطح ویتامین‌ها و عناصر معدنی در جیره مرغان مادر گوشتی

Table 1. vitamins and minerals in broiler breeder diets

Minerals level	Vitamins level	Experimental diets
RM100	RV100	T1
RM80	RV100	T2
RM60	RV100	T3
RM100	RV80	T4
RM80	RV80	T5
RM60	RV80	T6
RM100	RV60	T7
RM80	RV60	T8
RM60	RV60	T9
BM100	BV100	T10
BM80	BV100	T11
BM100	BV80	T12
BM80	BV80	T13

R; ROSS; B; Brazilian; V; Vitamin; M; Mineral.

کنترل بیماری و واکسیناسیون گله طبق برنامه پیشنهادی اداره دامپزشکی منطقه و دامپزشک واحد مرغداری مربوطه انجام گرفت و برنامه نوری سالن روزانه ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و با شدّت ۸۰ لوکس بود. برای اندازه‌گیری پاسخ ایمنی در مرغ‌های مادر علیه SRBC (گلبول‌های قرمز گوسفندی) در هفته ۱۰ ام دوره آزمایشی محلول ۷ درصد SRBC به مقدار ۱

سی‌سی به‌صورت عضلانی تزریق شد و بعد از طی ۱ هفته یعنی در هفته ۱۱ ام دوره آزمایشی از طریق ورید بالی خون‌گیری شد و بعد برای بررسی کارهای آزمایشگاهی در دمای منهای ۲۰ درجه سلسیوس نگهداری شد (Maghsoudi *et al*., 2020) سپس در زمان مناسب برای تعیین تیتر کل، IgM و IgG به آزمایشگاه تغذیه و هضم پیشرفته دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز منتقل شد و بعد به روش HI[1] تیتر ایمنوگلوبولین آن‌ها اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی کیفیت جوجه‌ها از روش استاندارد استفاده شد (Tona *et al*., 2003). به‌منظور اندازه‌گیری پارامترهای بیوشیمیایی از تجهیزات و دستگاه‌های مرکز تحقیقات دارویی دانشگاه علوم پزشکی تبریز استفاده شد. به‌منظور تعیین تیتر آنتی‌بادی علیه ویروس بیماری نیوکاسل، خون‌گیری از طریق ورید بال انجام گرفت. بعد از واکسیناسیون گله با واکسن نیوکاسل به روش آشامیدنی در هفته ۸ ام، خون‌گیری مجدد از ورید بال در هفته ۱۰ ام انجام گرفت. نمونه‌های خون برای جداسازی سِرُم به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. برای اندازه‌گیری میزان تیتر آنتی‌بادی علیه نیوکاسل، نمونه سِرُم ها درون مخزن یخ به آزمایشگاه انتقال داده شد و سپس به روش ممانعت از هماگلوتیناسیون انجام شد. به‌منظور اندازه‌گیری شاخص‌های کفایت ویتامینی و معدنی در هفته ۱۲ ام ابتدا با استفاده از سرنگ‌های یک‌بار مصرف پلاستیکی ۵ میلی‌لیتری با سرسوزن صورتی، از ورید بال مرغ‌های مادر خونگیری شد. پس از جمع‌آوری خون از مرغ‌ها (۲ مرغ از هر تکرار)، سرنگ‌ها به حالت مورب به مدت یک ساعت در دمای معمولی اتاق نگهداری شده، سِرُم ابتدایی جمع‌آوری و در میکرو تیوپ‌های ۱/۵ میلی‌لیتر انتقال داده شد، سپس به مدت ۵ دقیقه و با سرعت ۳۶۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گشته تا سِرُم جدا شود و سپس سِرُم حاصل تا زمان ارسال به آزمایشگاه به یخچال فریزر تحت دمای ۲۰- درجه انتقال داده شد. همچنین به‌منظور جمع‌آوری خون تام از نمونه‌های آزمایشگاهی از ورید بالی خون‌گیری شد و بعد سریع به لوله‌آزمایشی حاوی ماده ضد انعقاد EDTA K2 انتقال داد شد و به‌صورت آرام حدود ۱۰ ثانیه لوله‌آزمایشی تکان داده شد تا ماده ضد انعقاد داخل لوله‌آزمایشی با نمونه خون حل شود و لخته ایجاد نشود و سپس نمونه‌ها تا زمان ارسال به آزمایشگاه داخل یخچال نگهداری شدند. همین‌طور برای اندازه‌گیری وضعیت ویتامین‌ها و کفایت ویتامینی، در هفته ۱۲ ام دوره‌ی آزمایشی بعد از نمونه‌گیری، از معیارهای توصیه‌شده سنتز مکمّل‌ها و پریمیکس‌های درمانی استفاده شد (Honar Bakhsh, Zaghari., 2013) و (McDowell., 2008). به‌منظور بررسی وضعیت ویتامین D، میزان آلکالین فسفاتاز خون (ALP[2]) مورداندازه‌گیری قرار گرفت. برای بررسی وضعیت ویتامین E، آسپارتات آمینوترانسفراز (AST[3]) سِرُم اندازه‌گیری شد. همچنین در منابع علمی شاخص اندازه‌گیری وضعیت ویتامین E و عنصر سلنیوم مقدار AST خون است (McDowell., 2000) و (زاغری، هنر بخش. ۱۳۹۹. راهنمای جامع ساخت مکمّل و پریمیکس‌های درمانی طیور. چاپ اول. انتشارات مینا طیور). به‌منظور اندازه‌گیری وضعیت ویتامین B1، میزان لاکتات خون اندازه‌گیری شد. همچنین بررسی وضعیت آهن بدن میزان آهن پلاسما اندازه‌گیری شد. علاوه بر این، برای بررسی وضعیت مس، میزان مس در سِرُم خون اندازه‌گیری شد. همین‌طور، برای تعیین وضعیت عنصرید در بدن، تیروکسین یا T4 سِرُم خون اندازه‌گیری شد (McDowell., 2000). همچنین برای بررسی وضعیت عنصر منگنز در طیور، میزان آنزیم وابسته به منگنز سوپر اکسید دِسموتاز (SOD[4])، اندازه‌گیری شد. علاوه بر این، به‌منظور بررسی وضعیت عنصر سلنیوم و همچنین وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن، آنزیم پراکسیداز خون (GPX[5]) اندازه‌گیری شد. همچنین در ابتدای آزمایش، شماره جیره آزمایشی توسط برچسبی روی نرده و کیسه حاوی دان مشخص گردید و جهت جلوگیری از بروز اشتباه در اختصاص دان در روی هر پن آزمایشی جیره غذایی متعلق به آن قرار گرفت. دان در یک نوبت، صبح ساعت ۷ توسط پیمانه به میزان برآورده شده توسط فرمول پیشنهادی زاغری و هنر بخش محاسبه شد و (۱۶۳ گرم در روز برای هر مرغ معادل ۴۴۶ کالری انرژی و ۱۲۹ گرم برای هر خروس معادل ۳۴۸ کالری انرژی) داده شد. برای محاسبه میانگین خوراک مصرفی از روش روز مرغ طبق فرمول ذیل استفاده گردید. اشاره می‌گردد که در طول دوره آزمایش تلفاتی وجود نداشت. لذا از رابطه زیر جهت محاسبه میانگین خوراک مصرفی استفاده گردید.

(تعداد روزهای آزمایش × تعداد مرغ‌های زنده) = روز مرغ

1. Haemagglutination Inhibition
2. Alkaline Phosphatase
3. Aspartate Aminotransferase
4. Superoxide Dismutase
5. Glutathione Peroxidase

(مصرفی خوراک مقدار) ÷ (مرغ روز) = میانگین مصرف خوراک هر قطعه در هرروز در یک دوره

(وزن تخم‌مرغ) × (درصد تولید تخم‌مرغ) = توده تخم‌مرغ تولیدی

(توده تخم‌مرغ تولیدی) ÷ (مقدار خوراک مصرفی) = ضریب تبدیل غذایی

(مقدار خوراک مصرفی برای تولید یک جوجه) × (انرژی جیره) = انرژی مصرفی برای تولید یک جوجه

ترکیب شیمیایی و اجزای تشکیل‌دهنده جیره‌های غذایی برای مرغان مادر گوشتی ۵۰ الی ۶۲ هفته در جدول ۲ آورده شده است.

The chemical composition and ingredients of diets for broiler breeder hens are given in table 2 from 50 to 62 weeks.

Table 2 .composition and nutrients of broiler and rooster diets

Rooster diet: 25 - 37 weeks (%)	Broiler Breeder diet (%)	Ingredients of the diet
65	65	Corn
8.3	18	Soybean meal, 44٪
20	4	Wheat bran
2.5	2.2	Wheat
0.4	0.5	Soybean oil
1.5	3.55	Calcium carbonate
0.8	1.3	Dicalcium phosphate
–	4	Oyster shell
0.22	0.27	Sodium chloride
0.2	0.16	Sodium bicarbonate
0.1	0.1	A- Cid [1]
0.1	0.1	Fermin Gold Rooyan [2]
0.1	0.1	A- Pro[3]
–	0.11	L-Lysine-HCl
0.15	0.1	DL-Methionine
0.03	0.01	L-Threonine
0.25 *	0.25	Vitamin premix
0.25 **	0.25	Mineral premix
100	100	SUM
	Calculated composition	
2704	2750	ME (Kcal/kg)
11.9	14	CP (%)
0.8	3.2	Ca (%)
0.37	0.39	Available phosphorus (%)
210	200	DCAD (Meq)
3.8	3.57	CF (%)
0.35	0.71	Lys (%)
0.34	0.4	Met (%)
0.58	0.66	Met + Cys (%)
0.43	0.49	Thr (%)
0.47	0.82	Val (%)

۱-ای سید: یک نوع اسید یفایر هست که بر پایه اسیدهای آلی کوتاه زنجیر ساخته می‌شود که توسط شرکت سپهر سامان فر تاک تولید می‌شود..

۲-ترمین گلد: یک نوع ضدعفونی‌کننده به شکل پودری در خوراک طیور هست که بر پایه فرمال ین است. ۳-ای پرو: یک نوع پروبیوتیک هست که توسط شرکت رویان دارو تولید می‌شود..

*Provided per 2.5 kg of vitamin premix: vitamin A, 13000 IU; vitamin D3, 4000 ICU; vitamin E, 100 IU; vitamin B12, 0.05 mg; vitamin K, 6 mg; vitamin B2, 15 mg; vitamin B5, 20 mg; vitamin B3, 50 mg; vitamin B1; 5 mg; vitamin B6; 5 mg; vitamin B7; 0.3 mg; vitamin B9; 3 mg;

** Provided per 2.5 kg of minral premix: choline, 400 mg; Cu, 16 mg; I, 2 mg; Fe, 40 mg; Mn, 120 mg; Zn, 120 mg; Se, 0.3 mg

جدول ۳. مقادیر ویتامین‌ها و عناصر معدنی برای مرغان مادر گوشتی

Table 3. vitamins and minerals for broiler breeder hens

Brazilian table recommended for broiler breeder	The recommendations of Ross 's tables for broiler breeder	Unit	vitamin and mineral elements
11000	15000	IU/kg	A
3000	5000	IU/kg	D3
50	130	IU/kg	E
3	9	mg/kg	K
2.8	6	mg/kg	B1
8	20	mg/kg	B2
35	70	mg/kg	B3
15	25	mg/kg	B5
3	8	mg/kg	B6
0.11	0.6	mg/kg	B7
1.1	5	mg/kg	B9
0.025	0.07	mg/kg	B12
9.97	16	mg/kg	Cu
1	3	mg/kg	I
50	50	mg/kg	Fe
70.04	120	mg/kg	Mn
0.3	0.3	mg/kg	Se
65.05	120	mg/kg	Zn
450	1600	mg/kg	choline

بعد از جمع‌آوری داده‌ها، ابتدا با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و رویه UNIVARIATE نرمال بودن باقیمانده‌ها مورد آزمون قرار گرفت. سپس با استفاده از رویه GLM مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفت و بررسی معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین داده‌ها از LSMEANS با استفاده از آزمون توکی – کرامر در سطح احتمال اشتباه ۰/۰۵ درصد صورت گرفت. مدل ریاضی طرح آماری مورداستفاده به‌صورت رابطه (۱) بود:

رابطه ۱)

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

که در این رابطه: Y_{ij} مقدار هر مشاهده: μ میانگین کل: T_i اثر هر تیمار: e_{ij} اثر خطای آزمایشی: ۱ الی۱۳= I: ۱ الی ۴ = j می‌باشد.

نتایج

اثرات استفاده از سطوح مختلف ویتامین‌ها و عناصر معدنی در جیره مرغان مادر گوشتی بر میانگین عملکرد تولیدی از سن ۵۰ تا ۶۲ هفته در جدول ۴ آورده شده است. نتایج نشان داد که جیره‌های غذایی آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر متوسط تعداد تخم‌مرغ تولیدی داشت (P<0.05) به طوری که تیمارهای ۱(RM100، RV100)، ۲ (RM80، RV100)، ۴ (RM100، RV80) و ۵ (RM80، RV80) تعداد تخم‌مرغ بیشتری نسبت به تیمارها ۳ (RM60، RV100)، ۶ (RM60، RV80)، ۷(RM100، RV60)، ۸ (RM80، RV60)، ۹ (RM60، RV60)، ۱۰ (BM100، BV100)، ۱۱(BM80، BV100)، ۱۲ (BM100، BV80) و ۱۳(BM80، BV80) داشتند. همچنین در مقایسه‌ی تیمار ۲ (RM80، RV100) با تیمار ۳ (RM60، RV100) مشاهده شد که سطوح ۶۰ درصدی عناصر معدنی نسبت به سطوح ۸۰ درصد، باعث کاهش تعداد تخم‌مرغ تولیدی شد. همین‌طور در مقایسه تیمار ۳ (RM60، RV100) با تیمار ۷ (RM100، RV60) مشاهده شد که کاهش عناصر معدنی کم‌مصرف تا سطح ۶۰ درصد همانند کاهش ویتامین‌ها تا سطح ۶۰ درصد باعث کاهش متوسط تعداد تخم‌مرغ تولیدی در کل دوره می‌شود (P<0.05). علاوه بر این، در مقایسه تیمار ۵ (RM80، RV80) با تیمار ۱۰ (BM100، BV100) مشاهده شد که سطوح ۸۰ درصدی ویتامین‌ها و عناصر معدنی بر مبنای نیاز راس بهتر از سطح ۱۰۰ توصیه جداول برزیلی، تعداد تخم‌مرغ تولیدی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین

نتایج نشان داد که در سطوح پایین ویتامین‌ها در جیره‌های آزمایشی ۷ (RM100، RV60)، ۸ (RM80، RV60) و ۹ (RM60، RV60) با کاهش سطح عناصر معدنی در جیره‌های غذای آزمایشی، تعداد تخم‌مرغ تولیدی ثابت می‌ماند اما در سطوح بالای ویتامین‌ها در جیره‌های غذایی آزمایشی (۲ و ۳) با کاهش سطح عناصر معدنی کم‌مصرف در جیره‌های غذایی آزمایشی، از تعداد تخم‌مرغ تولیدی به‌صورت معنی‌داری کاسته می‌شود (P<0.05). همین‌طور نتایج آزمایش حاضر نشان داد که جیره‌های غذایی آزمایشی، هیچ تأثیر معنی‌داری در وزن تخم تولیدی نداشت (P>0.05). علاوه بر این، نتایج نشان داد که میانگین درصد تولید تخم‌مرغ بین تیمارهای مختلف به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار گرفت (P<0.05). به‌طوری‌که تیمارهای ۱(RM100، RV100)، ۲ (RM80، RV100)، ۴ (RM100، RV80) و ۵ (RM80، RV80) درصد تولید تخم‌مرغ بالاتری نسبت به تیمارهای ۳ (RM60، RV100)، ۶ (RM60، RV80)، ۷(RM100، RV60)، ۸ (RM80، RV60)، ۹ (RM60، RV60)، ۱۰ (BM100، BV100)، ۱۱(BM80، BV100)، ۱۲ (BM100، BV80) و ۱۳(BM80، BV80) داشت. همچنین در مقایسه تیمار ۱(RM100، RV100) با تیمار ۵ (RM80، RV80) مشاهده شد که بین این دو تیمار اختلاف آماری وجود نداشت. سطوح ۸۰ درصد ویتامینه و ۸۰ معدنی برمبنای توصیه راس ۲۰۲۱ هیچ تفاوت معنی‌داری در میانگین تولید تخم‌مرغ نداشت. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که جیره‌های غذایی آزمایشی، تاثیر معنی‌داری بر توده تخم‌مرغ تولیدی داشت (P<0.05). به‌طوری‌که تیمارهای ۱(RM100، RV100)، ۲ (RM80، RV100)، ۴ (RM100، RV80) و ۵ (RM80، RV80) توده تخم‌مرغ تولیدی بالاتری نسبت به تیمارهای ۳ (RM60، RV100)، ۶ (RM60، RV80)، ۷ (RM100، RV60)، ۸ (RM80، RV60)، ۹ (RM60، RV60)، ۱۰ (BM100، BV100)، ۱۱(BM80، BV100)، ۱۲ (BM100، BV80) و ۱۳(BM80، BV80) داشت. همین‌طور نتایج آنالیز داده‌های طرح حاضر نشان داد که سطوح مختلف ویتامین‌ها و عناصر معدنی کم‌مصرف هیچ تأثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل خوراکی نداشت (P>0.05).

جدول ٤. اثرات استفاده از سطوح مختلف ویتامین‌ها و مواد معدنی در جیره‌های غذایی مرغان مادر گوشتی بر متوسط عملکرد تولیدی

Table 4. effects of different levels of vitamins and minerals in diets of broiler breeder hens on average productive performance

FCR	Egg masses	Egg production (%)	Egg weight (gr)	Average number of eggs per day	Minerals level	Vitamins level	Experimental diets
3.75	45.5[a]	70[a]	66	7[a]	RM100	RV100	T1
3.75	45.5[a]	70[a]	66	7[a]	RM80	RV100	T2
4.50	37.5[b]	57[b]	65	5.75[b]	RM60	RV100	T3
3.75	43.7[a]	67[a]	67	6.75[a]	RM100	RV80	T4
3.75	46.7[a]	72[a]	66	7.25[a]	RM80	RV80	T5
4.25	38.7[b]	60[b]	66	6[b]	RM60	RV80	T6
4.25	38.5[b]	60[b]	66	6[b]	RM100	RV60	T7
4.25	39[b]	60[b]	66	6[b]	RM80	RV60	T8
4.25	37.2[b]	57[b]	66	5.75[b]	RM60	RV60	T9
4.25	38.7[b]	60[b]	67	6[b]	BM100	BV100	T10
4.25	38.5[b]	57[b]	66	5.75[b]	BM80	BV100	T11
4.25	39[b]	60[b]	67	6[b]	BM100	BV80	T12
4.25	38.5[b]	62[b]	66	6.25[b]	BM80	BV80	T13
0.253	2.3	3.46	0.603	0.344			اشتباه معیار میانگین (SEM)
0.40	0.032	0.024	0.798	0.019			سطح احتمال معنی‌داری (p-value)

[a-b] میانگین‌های داخل هر ستون حداقل با یک حرف مشابه در سطح آماری ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند.

[a-b] Means within same column with at least one same letter have not significant difference (P<0.05). R; ROSS; B; Brazilin; V; Vitamin; M; Mineral

اثرات استفاده از سطوح مختلف ویتامین‌ها و مواد معدنی در جیره‌های غذایی مرغان مادر گوشتی بر جوجه درآوری و تعداد جوجه تولیدی در جدول ۵ آورده شده است. نتایج نشان داد که جیره‌های غذایی آزمایشی، تأثیر معنی‌داری بر مقدار خوراک مصرفی به ازای هر تخم‌مرغ تولیدی داشت (P<0.05). به‌طوری‌که تیمارهای ۲ (RM80، RV100)، ۴ (RM100، RV80) و ۵ (RM80،

RV80) خوراک کمتری به ازای هر تخم‌مرغ تولیدی، نسبت به تیمارهای ۳ (RV100 ،RM60)، ۶ (RV80 ،RM60)، ۷ (RV60 ،RM100)، ۸ (RV60 ،RM80)، ۹ (RV60 ،RM60)، ۱۰ (BV100 ،BM100)، ۱۱ (BV100 ،BM80)، ۱۲ (BV80 ،BM100) و ۱۳ (BV80 ،BM80) داشتند. همچنین نتایج این طرح نشان داد که تأثیر جیره‌های غذایی آزمایشی، بر مقدار خوراک مصرفی به ازای هر جوجه تولیدی، معنی‌دار بود (P<0.05)؛ به‌طوری‌که تیمارهای ۱ (RV100 ،RM100)، ۲ (RV100 ،RM80)، ۴ (RV80 ،RM100) و ۵ (RV80 ،RM80) نسبت به سایر تیمارها، مصرف خوراک کمتری به ازای هر جوجه تولیدی داشتند (P<0.05). در مقایسه‌ی تیمار ۱ (RV100 ،RM100) با تیمار ۱۰ (BV100 ،BM100) نتایج نشان داد که تیمار ۱ (RV100 ،RM100) نسبت به تیمار ۱۰(BV100 ،BM100) مصرف خوراک کمتری به ازای هر جوجه تولیدی، داشت (P<0.05). همین‌طور نتایج جدول ۵ نشان داد که تعداد جوجه تولیدی به ازای هر مرغ در هفته، بین جیره‌های غذایی آزمایشی تأثیر معنی‌دار نداشت (P>0.05)؛ اما در کل دوره آزمایشی، تأثیر جیره‌های غذایی آزمایشی بر تعداد جوجه تولیدی به ازای هر مرغ در ۱۲ هفته معنی‌دار بود (P<0.05). به‌طوری‌که تیمارهای ۱ (RV100 ،RM100)، ۲ (RV100 ،RM80)، ۴ (RM100، RV80) و ۵ (RV80 ،RM80) تعداد جوجه بیشتری به ازای هر مرغ در ۱۲ هفته، نسبت به سایر تیمارها داشتند. علاوه بر این، در مقایسه تیمار ۱ (RV100 ،RM100) با تیمار ۱۰ (BV100 ،BM100) نتایج نشان داد که تیمار ۱ (RV100 ،RM100) نسبت به تیمار ۱۰ (BV100 ،BM100) تعداد جوجه بیشتری در ۱۲ هفته، تولید می‌کند. همچنین نتایج نشان داد که تیمارهای ۱ (RV100 ،RM100)، ۲ (RV100 ،RM80) و ۴ (RV80 ،RM100) درصد جوجه درآوری بالاتری نسبت به بقیه تیمارها داشتند (P<0.05). علاوه بر این، نتایج نشان داد درصد جوجه درآوری تیمار ۱ (RV100 ،RM100) در مقایسه با تیمار ۱۰(BV100 ،BM100) به‌صورت معنی‌دار بالاتر بود (P<0.05). همین‌طور تیمار ۴ (RV80 ،RM100) درصد جوجه درآوری بهتری نسبت به تیمارهای ۳ (RV100 ،RM60)، ۹ (RV60 ،RM60)، ۱۱(BV100 ،BM80)، ۱۲ (BV80 ،BM100) و ۱۳ (BV80 ،BM80) داشت (P<0.05).

جدول ۵. اثرات استفاده از سطوح مختلف ویتامین‌ها و مواد معدنی در جیره‌های غذایی مرغان مادر گوشتی بر جوجه درآوری و تعداد جوجه تولیدی

Table 5. effects of different levels of vitamins and minerals in broiler breeder on hatchability and number of chicks produced

Hatchability (%)	Chicken per hen per 12 week	Chicken per hen per week	Feed intake per chicken (gr)	Feed intake per egg (gr)	Minerals level	Vitamins level	Experimental diets
70.5[a]	41.50[a]	3.25	346[b]	238.25[b]	RM100	RV100	T1
69.05[a]	40.50[a]	3.25	352.75[b]	238.25[b]	RM80	RV100	T2
63.05[c]	29.50[b]	2.50	492.25[a]	292.75[a]	RM60	RV100	T3
68.15[ab]	38.50[a]	3.25	372.50[b]	248[b]	RM100	RV80	T4
64.75[bc]	39.50[a]	3.25	359.50[b]	228.50[b]	RM80	RV80	T5
65[bc]	31.75[b]	2.75	454.75[a]	279[a]	RM60	RV80	T6
66.75[bc]	33.75[b]	2.75	435[a]	279[a]	RM100	RV60	T7
64.5[bc]	32[b]	2.75	456[a]	279[a]	RM80	RV60	T8
63.50[c]	29.25[b]	2.50	489.25[a]	288.75[a]	RM60	RV60	T9
65.75[bc]	32[b]	2.75	449[a]	276.50[a]	BM100	BV100	T10
63.25[c]	30.50[b]	2.75	467.50[a]	277[a]	BM80	BV100	T11
63.25[c]	30.50[b]	2.75	469.25[a]	276[a]	BM100	BV80	T12
62.5[c]	29.75[b]	2.50	480.25[a]	277.25[a]	BM80	BV80	T13
1.038	1.96	0.259	25.31	14.86	اشتباه معیار میانگین (SEM)		
0.0001	0.0001	0.246	0.0001	0.045	سطح احتمال معنی‌داری (p-value)		

[a-c] میانگین‌های داخل هر ستون حداقل با یک حرف مشابه در سطح آماری ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند.

[a-c] Means within same column with at least one same letter have not significant differences (P<0.05). R; ROSS; B; Brazilin; V; Vitamin; M; Mineral

اثرات استفاده از سطوح مختلف ویتامین‌ها و عناصر معدنی در جیره غذایی به مدت ۱۲ هفته بر صفات تولیدی در مرغان مادر گوشتی در جدول ۶ آورده شده است. نتایج نشان داد که درصد تخم‌مرغ قابل جوجه‌کشی بین جیره‌های غذایی آزمایشی، اختلاف معنی‌داری داشت (P<0.05). به‌طوری‌که تیمارهای ۱ (RM100، RV100)، ۲ (RM80، RV100)، ۳ (RM60، RV100)، ۴ (RM100، RV80)، ۵ (RM80، RV80) و ۶ (RM60، RV80) درصد تخم‌مرغ قابل جوجه‌کشی بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشتند. به‌طوری‌که تیمار ۱ (RM100، RV100) درصد تخم‌مرغ قابل جوجه‌کشی بیشتری نسبت به تیمار ۱۰ (BM100، BV100) داشت (P<0.05). علاوه بر این، نتایج بدست آمده از آزمایش حاضر نشان داد که درصد تخم‌مرغ‌های غیرقابل جوجه‌کشی، بین جیره‌های غذایی آزمایشی اختلاف معنی‌داری داشت (P<0.05). همچنین تیمارهای ۷ (RM100، RV60)، ۸ (RM80، RV60)، ۹ (RM60، RV60)، ۱۱(BM80، BV100)، ۱۲ (BM100، BV80) و ۱۳ (BM80، BV80) درصد تخم‌مرغ‌های غیرقابل جوجه‌کشی بیشتری نسبت به تیمارهای ۱ (RM100، RV100)، ۴ (RM100، RV80) و ۶ (RM60، RV80) داشتند (P<0.05)؛ اما به‌صورت عددی تیمارهای ۹ (RM60، RV60) و ۱۳ (BM80، BV80) بیشترین درصد تخم‌مرغ غیرقابل جوجه‌کشی را داشتند. همچنین در مقایسه بین تیمارهای ۱ (RM100، RV100) با ۱۰ (BM100، BV100) نتایج نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری بین این دو تیمار در مقدار درصد تخم‌مرغ‌های غیرقابل جوجه‌کشی وجود داشت (P<0.05). علاوه بر این، نتایج آزمایش حاضر نشان داد که درصد تخم‌مرغ‌های شکسته بین جیره‌های غذایی آزمایشی ازلحاظ آماری اختلاف معنی‌دار داشت به‌طوری‌که تیمارهای ۷ (RM100، RV60)، ۸ (RM80، RV60)، ۹ (RM60، RV60)، ۱۲ (BM100، BV80) و ۱۳ (BM80، BV80) درصد تخم‌مرغ‌های شکسته‌ی بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشتند (P<0.05). همچنین اختلاف معنی‌داری در مقدار درصد تخم‌مرغ دوزرده بین جیره‌های غذایی آزمایشی مشاهده نشد (P>0.05).

جدول ٦. اثرات استفاده از سطوح مختلف ویتامین‌ها و مواد معدنی در جیره‌های غذایی مرغان مادر گوشتی بر درصد صفات تولیدی

Table 6. effects of different levels of vitamins and minerals in diets of broiler breeder hens on percentage of productive traits.

Two yolk eggs (%)	Broken eggs (%)	Unsettable eggs (%)	Settable eggs (%)	Minerals level	Vitamins level	Experimental diets
0.067	0.97^{cd}	2^{c}	98^{a}	RM100	RV100	T1
0.072	1.03^{cd}	2.25^{bc}	97.75^{a}	RM80	RV100	T2
0.067	1.11^{cd}	2.50^{bc}	97.50^{a}	RM60	RV100	T3
0.067	0.98^{cd}	2^{c}	98^{a}	RM100	RV80	T4
0.062	1.18^{c}	2.50^{bc}	97.50^{a}	RM80	RV80	T5
0.072	1.07^{cd}	2^{c}	98^{a}	RM60	RV80	T6
0.575	1.67^{ab}	3.75^{ab}	96.25^{bc}	RM100	RV60	T7
0.062	1.70^{ab}	3.25^{ab}	96.75^{bc}	RM80	RV60	T8
0.07	1.84^{a}	4^{a}	96^{c}	RM60	RV60	T9
0.08	1.36^{bc}	3^{b}	97^{b}	BM100	BV100	T10
0.067	1.48^{b}	3.25^{ab}	96.75^{bc}	BM80	BV100	T11
0.062	1.65^{ab}	3.25^{ab}	96.75^{bc}	BM100	BV80	T12
0.072	1.76^{a}	4^{a}	96^{c}	BM80	BV80	T13
0.142	0.078	0.274	0.274			اشتباه معیار میانگین (SEM)
0.49	0.0001	0.0001	0.0001			سطح احتمال معنی‌داری (p-value)

$^{a-c}$ میانگین‌های داخل هر ستون حداقل با یک حرف مشابه در سطح آماری ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند.

$^{a-c}$ Means within same column with at least one same letter have not significant difference (P<0.05). R; ROSS; B; Brazilin; V; Vitamin; M; Mineral

اثرات استفاده از سطوح مختلف ویتامین‌ها و عناصر معدنی در جیره مرغان مادر گوشتی بر کیفیت جوجه‌ها در جدول ۷ آورده شده است. نتایج نشان داد که تأثیر جیره‌های غذایی آزمایشی، بر کیفیت نِتاج ازلحاظ آماری معنی‌دار است (P<0.05) به‌طوری‌که تیمارهای ۱ (RM100، RV100)، ۲ (RM80، RV100)، ۳ (RM60، RV100)، ۴ (RM100، RV80)، ۵ (RM80، RV80)، ۷ (RM100، RV60)، ۱۰ (BM100، BV100)، ۱۲ (BM100، BV80) و ۱۳ (BM80، BV80) درصد جوجه‌های درجه ۱ بیشتری نسبت به تیمارهای ۶ (RM60، RV80)، ۸ (RM80، RV60)، ۹ (RM60، RV60) و ۱۱ (BM80، BV100) داشتند (P<0.05). همین‌طور در مقایسه‌ی تیمارهای ۱ (RM100، RV100) با ۱۰ (BM100، BV100) هیچ اختلاف معنی‌داری در

درصد جوجه درجه ۱ تولیدی مشاهده نشد. همچنین نتایج حاصل نشان داد که تأثیر جیره‌های غذایی آزمایشی بر درصد جوجه درجه ۲ ازلحاظ آماری معنی‌دار بود. به‌طوری‌که تیمار ۹ (RM60، RV60) بیشترین جوجه با کیفیت درجه ۲ را داشت. همچنین نتایج نشان داد که انرژی مصرفی برای تولید هر جوجه در تیمارهای ۱ (RM100، RV100)، ۲ (RM80، RV100)، ۴ (RM100، RV80) و ۵ (RM80، RV80) نسبت به بقیه تیمارها کمتر بود (P<0.05).

جدول ۷. اثرات سطوح مختلف ویتامین‌ها و مواد معدنی در جیره‌های غذایی مرغان مادر گوشتی بر کیفیت جوجه

Table 7. effects of different levels of vitamins and minerals in diets of broiler breeder hens on chick quality

Energy used to produce a chicken (Kcal)	Second-grade chicks (%)	First-grade chicks (%)	Minerals level	Vitamins level	Experimental diets
951[b]	4.75[c]	95.25[a]	RM100	RV100	T1
970[b]	5[c]	95[a]	RM80	RV100	T2
1352[a]	6[bc]	94[ab]	RM60	RV100	T3
1024[b]	5.50[c]	94.50[ab]	RM100	RV80	T4
988[b]	4.75[c]	95.25[a]	RM80	RV80	T5
1251[a]	7.25[b]	92.75[b]	RM60	RV80	T6
1196[a]	6.25[bc]	93.75[ab]	RM100	RV60	T7
1254[a]	6.75[bc]	93.25[b]	RM80	RV60	T8
1345[a]	9[a]	91[c]	RM60	RV60	T9
1235[a]	6[bc]	94[ab]	BM100	BV100	T10
1285[a]	7.50[b]	92.50[bc]	BM80	BV100	T11
1290[a]	5[c]	95[a]	BM100	BV80	T12
1321[a]	5[c]	95[a]	BM80	BV80	T13
69.69	0.575	0.575			اشتباه معیار میانگین (SEM)
0.0001	0.0001	0.0001			سطح احتمال معنی‌داری (p-value)

[a-c] میانگین‌های داخل هر ستون حداقل با یک حرف مشابه در سطح آماری ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند.

[a-c]Means within same column with at least one same letter have not significant difference (P<0.05). R; ROSS; B; Brazilin; V; Vitamin; M; Mineral

اثرات استفاده از سطوح مختلف ویتامین‌ها و مواد معدنی در جیره‌های غذایی مرغان مادر گوشتی بر تیتر آنتی‌بادی علیه آنفولانزا و نیوکاسل در جدول ۸ آورده شده است. نتایج نشان داد که جیره‌های غذایی آزمایشی، هیچ تأثیر معنی‌داری بر تیتر آنفولانزا و نیوکاسل در مرغان مادر گوشتی نداشت (P>0.05).

جدول ۸. اثرات استفاده از سطوح مختلف ویتامین‌ها و مواد معدنی در جیره‌های غذایی مرغان مادر گوشتی بر تیتر آنتی‌بادی علیه آنفولانزا و نیوکاسل در مرغان مادر

Table 8. effects of different levels of vitamins and minerals in diets of broiler breeder hens on antibody titers against influenza and newcastle in breeder hens.

Newcastle titer	Influenza titer	Minerals level	Vitamins level	Experimental diets
3.66	8.66	RM100	RV100	T1
4.66	8.33	RM80	RV100	T2
4.33	8.33	RM60	RV100	T3
3	9	RM100	RV80	T4
2.66	8	RM80	RV80	T5
3.33	5.33	RM60	RV80	T6
3	7.66	RM100	RV60	T7
4	8.66	RM80	RV60	T8
4.33	6.66	RM60	RV60	T9
4	7.33	BM100	BV100	T10
3	8.33	BM80	BV100	T11
2	8.33	BM100	BV80	T12
3	7.66	BM80	BV80	T13
0.620	0.7734			اشتباه معیار میانگین (SEM)
0.163	0.1085			سطح احتمال معنی‌داری (p-value)

میانگین‌های داخل هر ستون حداقل با یک حرف مشابه در سطح آماری ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means within same column with at least one same letter have not significant difference (P<0.05). R; ROSS; B; Brazilin; V; Vitamin; M; Mineral

نتایج تیتر ایمنی در مرغان مادر گوشتی در جدول ۹ آورده شده است. نتایج نشان داد که استفاده از سطوح مختلف ویتامین‌ها و عناصر معدنی در جیره مرغان مادر گوشتی به مدت ۱۲ هفته تأثیر معنی‌داری بر تیتر ایمونوگلوبولین M داشت (P<0.05) اما تأثیر جیره‌های غذایی آزمایشی بر تیتر G و T معنی‌دار نبود (P>0.05). همین‌طور تیمار ۶ سطح ایمونوگلوبولین M بالاتری نسبت به تیمارهای ۵ (RM80، RV80)، ۹ (RM60، RV60)، ۱۰ (BM100، BV100)، ۱۱ (BM80، BV100) و ۱۳ (BM80، BV80) داشت (P<0.05). همچنین به‌صورت عددی بیشترین (۷/۶۶) و کمترین (۳/۶۶) M به ترتیب در تیمارهای ۶ (RM60، RV80) و ۱۳ (BM80، BV80) مشاهده شد.

جدول ۹. اثرات استفاده از سطوح مختلف ویتامین‌ها و مواد معدنی در جیره‌های غذایی بر تیتر ایمنی در مرغان مادر گوشتی (Log)

Table 9. effects of different levels of vitamins and minerals in diets on immune responses in broiler breeder hens (log)

IgT	IgG	IgM	Minerals level	Vitamins level	Experimental diets
8.66	1.33	7.33[ab]	RM100	RV100	T1
8	1.66	6.33[ab]	RM80	RV100	T2
8.33	2	6.33[ab]	RM60	RV100	T3
7.66	1.33	6.33[ab]	RM100	RV80	T4
7.33	2	5.33[b]	RM80	RV80	T5
8.66	1	7.66[a]	RM60	RV80	T6
8	1.33	6.66[ab]	RM100	RV60	T7
8.66	1.33	7.33[ab]	RM80	RV60	T8
6.66	2	4.66[b]	RM60	RV60	T9
7	1.66	5.33[b]	BM100	BV100	T10
6.66	2.33	4.33[b]	BM80	BV100	T11
8.66	2.33	6.33[ab]	BM100	BV80	T12
5.66	2	3.66[b]	BM80	BV80	T13
0.685	0.471	0.789			اشتباه معیار میانگین (SEM)
0.069	0.629	0.028			سطح احتمال معنی‌داری (p-value)

[a-b] میانگین‌های داخل هر ستون حداقل با یک حرف مشابه در سطح آماری ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند.

[a-b]Means within same column with at least one same letter have not significant difference (P<0.05). R; ROSS; B; Brazilin; V; Vitamin; M; Mineral

به‌طورکلی چندین ایزو آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در بدن طیور وجود دارد که هرکدام این‌ها توسط ژن‌های مختلفی کدگذاری می‌شوند. علاوه بر این، هرکدام از ایزو آنزیم‌ها جایگاه و ویژه‌ای برای فعالیت خوددارند. برای نمونه می‌توان به گلوتاتیون پراکسیداز نوع ۱ در سیتوپلاسم سلولی اشاره کرد که در تمام بافت‌های پستانداران وجود دارد و سوبسترای ترجیحی آن پراکسید هیدروژن است. گلوتاتیون پراکسید نوع ۲ در لومن روده یافت می‌شود و یک آنزیم خارج سلولی محسوب می‌شود و سوبسترای آن پراکسید هیدروژن می‌باشد. گلوتاتیون پراکسیداز نوع ۳ در پلاسما خون وجود دارد و به‌عنوان آنزیم خارج سلولی محسوب می‌شود و سوبسترای آن پراکسید هیدروژن است. گلوتاتیون پراکسیداز نوع ۴ در تمام بافت‌های پستانداران یافت می‌شود و سوبسترای آن هیدرو پراکسیدهای لیپیدی است به‌طورکلی پراکسیدازها از لحاظ ساختاری داری ۴ مولکول عنصر سلنیوم هستند و مقدار هم گوگرد دارند و همچنین تترامر هستند ازآنجای که ترکیبات لیپیدی سلول نسبت به رادیکال‌های آزاد حساس هستند و در اثر واکنش رادیکال‌های آزاد با غشایی لیپیدی سلولی منجر به آسیب سلولی و همچنین تولید لیپید پراکسیدی می‌شوند بنابراین وظیفه آنزیم گلوتاتیون پراکسداز در حقیقت حفاظت سلول‌ها و بافت‌ها از تأثیر رادیکال‌های آزاد است که بدین‌صورت عمل می‌کنند اول آنزیم پراکسیداز با آب اکسیژنه (H_2O_2) و طیف گسترده‌ای از پراکسیدهای آلی حاصل از متابولیسم ترکیب می‌شود و آن را تبدیل به ۲ مولکول آب (H_2O) و سپس برای آنکه از حالت اکسید شده به حالت احیا تبدیل شود آنزیم گلوتاتیون ردوکتاز (GRX) با NADPH ترکیب‌شده و آنزیم پراکسیداز را از فرم اکسیدی به حالت اول خود یعنی حالت احیاء تبدیل می‌کند و با این واکنش‌ها عملاً هم تاثیر سمیت ترکیبات پراکسیدی را خنثی کرده و آن‌ها را تبدیل به آب می‌کند و همچنین منجر به ایمنی سلول‌ها و غشاهای سلول از تأثیر رادیکال‌های آزد می‌شود همین‌طور در آخر واکنش به حالت اول خود برمی‌گردد. آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) به‌عنوان شاخص وضعیت عنصر سلنیوم و همچنین وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن در نظر گرفته می‌شود. نتایج آزمایش حاضر نشان می‌دهد که جیره‌های غذایی آزمایشی بر مقدار گلوتاتیون تأثیر معنی‌دار داشت (P<0.05). همچنین تیمار ۳ (RM60، RV100) بیشترین

غلظت گلوتاتیون پراکسیداز را بین جیره‌های غذایی آزمایشی در سِرُم خون نشان داد. همین طور نتایج نشان داد که در حضور سطوح پایین ویتامین‌ها در جیره‌های آزمایشی ۷ (RM100، RV60)، ۸ (RM80، RV60) و ۹ (RM60، RV60) با کاهش سطح عناصر معدنی کم‌مصرف در جیره، سطح پراکسیداز سِرُمی در مرغان مادر گوشتی تغییر نمی‌کند. همچنین در سطوح بالای عناصر معدنی در جیره‌های (۱ (RM100، RV100)، ۴ (RM100، RV80)، ۷ (RM100، RV60) و ۱۰ (BM100، BV100)) با کاهش سطح ویتامین‌ها در جیره‌های غذایی آزمایشی، سطح گلوتاتیون پراکسداز در سِرُم خون تغییرات معنی‌دار نداشت (P>0.05). اثرات استفاده از جیره‌های غذایی آزمایشی، بر شاخص کفایت عنصر ید سِرُم خون و فعالیت برخی آنزیم‌ها در مرغان مادر گوشتی در جدول ۱۰ آورده شده است. نتایج نشان داد که تأثیر جیره‌های غذایی آزمایشی، بر مقدار پیروکسین یا T4 معنی‌دار نبود (P>0.05). همچنین نتایج نشان داد که جیره‌های غذایی آزمایشی، هیچ تأثیر معنی‌داری بر مقدار سوپراکسید دسموتاز (SOD) سِرُم خون مرغان مادر نداشت (P>0.05).

جدول ۱۰. اثرات استفاده از سطوح مختلف ویتامین‌ها و مواد معدنی در جیره‌های غذایی، بر شاخص کفایت ید و فعالیت برخی آنزیم‌ها در مرغان مادر گوشتی

Table 10. effects of different levels of vitamins and minerals in diets on iodine sufficiency and some enzymes activities in broiler breeder hens.

SOD (ui/ml)	GPX (ui/ml)	T4 (µg/dl)	Minerals level	Vitamins level	Experimental diets
46.20	14[c]	0.747	RM100	RV100	T1
34.90	18[bc]	1.34	RM80	RV100	T2
52.96	29[a]	2.082	RM60	RV100	T3
46.70	16.66[c]	0.955	RM100	RV80	T4
48.86	16.33[c]	1.016	RM80	RV80	T5
53.23	20.66[bc]	1.123	RM60	RV80	T6
31.30	16.33[c]	1.200	RM100	RV60	T7
55.43	18.33[bc]	0.492	RM80	RV60	T8
36.73	16[c]	0.982	RM60	RV60	T9
65.36	19[bc]	1.464	BM100	BV100	T10
60.06	20[bc]	1.295	BM80	BV100	T11
29.93	22[b]	1.219	BM100	BV80	T12
46.80	19[bc]	1.697	BM80	BV80	T13
8.275	1.846	0.481			اشتباه معیار میانگین (SEM)
0.1104	0.001	0.726			سطح احتمال معنی‌داری (p-value)

[a-c] میانگین‌های داخل هر ستون حداقل با یک حرف مشابه در سطح آماری ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند.

[a-c]Means within same column with at least one same letter have not significant difference (P<0.05). R; ROSS; B; Brazilin; V; Vitamin; M; Mineral

اثرات استفاده از سطوح مختلف ویتامین‌ها و عناصر معدنی در جیره‌های غذایی آزمایشی، بر معیارهای تعیین وضعیت ویتامینی و معدنی در مرغان مادر گوشتی در جدول ۱۱ آورده شده است. AST یا SGOT در آزمایش خون مخفف آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) است. همچنین در منابع علمی شاخص اندازه‌گیری وضعیت ویتامین E و عنصر سلنیوم مقدار AST خون است (McDowell., 2000) و (زاغری، هنر بخش. ۱۳۹۹). نتایج نشان داد که تأثیر تیمارهای مختلف بر مقدار AST خون مرغان مادر گوشتی معنی‌دار نبود (P>0.05). نتایج این آزمایش نشان داد که جیره‌های غذایی آزمایشی، باعث ایجاد تغییرات معنی‌داری در مقدار آلانین آمینوترانسفراز (ALT[۲]) سِرُم خون شد. به‌طوری‌که تیمار ۳ بالاترین ALT را داشت (P<0.05). همچنین نتایج نشان داد که جیره‌های غذایی آزمایشی، تأثیری معنی‌داری بر مقدار لاکتات خون مرغان مادر گوشتی نداشت (P<0.05). علاوه بر این، نتایج نشان داد که جیره‌های غذایی آزمایشی نتوانست تغییرات معنی‌داری در مقدار آهن سرم خون ایجاد (P>0.05). همچنین نتایج نشان داد که تأثیر جیره‌های غذایی آزمایشی، بر غلظت مس سِرُم خون، معنی‌دار نبود (P>0.05) نتایج نشان داد که تیمارهای ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۱۱ و ۱۲ سطح آلکالین فسفاتاز خون بالاتری نسبت به تیمارهای ۷، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۳ داشتند (P<0.05). همین طور در مقایسه تیمار ۱ (RM100، RV100) با تیمار ۱۰ (BM100، BV100) نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین سطح آلکالین فسفاتاز خون بین این دو تیمار وجود داشت (P<0.05).

1. Superoxide Dismutase
2. Alanine Amino Transferase

جدول ۱۱. اثرات استفاده از سطوح مختلف ویتامین‌ها و عناصر معدنی در جیره‌های غذایی بر معیارهای تعیین وضعیت ویتامینی و معدنی در مرغان مادر گوشتی

Table 11. effects of different levels of vitamins and minerals in diets on the indicators of vitamin and mineral status in broiler breeder hens.

ALP (UI/L)	Cu (µg/dl)	Fe (µg/dl[1])	Lactate (Mmol/L[2])	ALT (UI/L)	AST (UI/L[3])	Minerals level	Vitamins level	Experimental diets
680[a]	45.66	304	26.43	14[c]	189.3	RM100	RV100	T1
563.3[a]	51.66	390.66	32.87	18[bc]	207	RM80	RV100	T2
586.6[a]	67.66	479	40.80	29[a]	249.6	RM60	RV100	T3
700[a]	62.66	450.66	47.62	16.6[c]	165.6	RM100	RV80	T4
640[a]	46	398.33	32.86	16.3[c]	187.6	RM80	RV80	T5
583.3[a]	105.33	478.33	42.71	20.6[c]	197.6	RM60	RV80	T6
443.3[b]	64.66	420.33	37.64	16.3[c]	206.6	RM100	RV60	T7
436.6[b]	84	378	42.29	18.3[bc]	212.6	RM80	RV60	T8
393.3[b]	79.66	427.33	41.19	16[c]	217.3	RM60	RV60	T9
523.3[b]	46	373.66	38.73	19[bc]	198.3	BM100	BV100	T10
553.3[a]	94	299.33	36.56	20.6[bc]	210	BM80	BV100	T11
643.3[a]	97.33	232.33	19.75	22.6[b]	197	BM100	BV80	T12
456..6[b]	25	353.33	24.84	22.3[bc]	189	BM80	BV80	T13
57.27	24.76	57.80	7.83	1.857	18.88			اشتباه معیار میانگین (SEM)
0.0098	0.610	0.1584	0.430	0.001	0.414			سطح احتمال معنی‌داری (p-value)

[a-c] میانگین‌های داخل هر ستون حداقل با یک حرف مشابه در سطح آماری ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند.

[a-c]Means within same column with at least one same letter have not significant difference (P<0.05). R; ROSS; B; Brazilin; V; Vitamin; M; Mineral

بحث

اثرات استفاده از سطوح مختلف ویتامین‌ها و عناصر معدنی در جیره مرغان مادر گوشتی بر میانگین عملکرد تولیدی از سن ۵۰ تا ۶۲ هفته نشان داد که جیره‌های غذایی آزمایشی، تأثیر معنی‌داری بر متوسط تعداد تخم‌مرغ تولیدی داشت (P<0.05). این نتایج با گزارش‌ها محققان دیگر همسو بود (Choi *et al*., 2025). همین‌طور نتایج آزمایش حاضر نشان داد که جیره‌های غذایی آزمایشی، هیچ تأثیر معنی‌داری در وزن تخم تولیدی نداشت (P>0.05)؛ اما توده تخم‌مرغ تولیدی را به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر قرارداد به‌طوری‌که تیمارهای ۱(RV100 ،RM100)، ۲ (RV100 ،RM80)، ۴ (RV80 ،RM100) و ۵ (RV80 ،RM80) توده تخم‌مرغ تولیدی بالاتری نسبت به سایر تیمارها داشتند (P<0.05). این نتایج با گزارش‌ها محققان دیگر همسو بود (Choi *et al*., 2025) به نظر می‌رسد این می‌تواند به دلیل مدت زیاد دوره آزمایش باشد به این دلیل که در مطالعه مشابه در کوتاه‌مدت (۴ هفته آزمایش) این اثرات دیده نشده است (Choi *et al*., 2025). همین‌طور نتایج آنالیز داده‌های طرح حاضر نشان داد که جیره‌های غذایی آزمایشی، هیچ تأثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل خوراکی نداشت (P>0.05). این نتایج همسو با گزارش‌ها سایر محققان دیگر بود (Rebel *et al*., 2004). علاوه بر این، نتایج این آزمایش نشان داد که جیره‌های غذایی آزمایشی بر مقدار خوراک مصرفی به ازای هر جوجه تولیدی، تأثیر معنی‌دار داشت (P<0.05). به‌طوری‌که تیمارهای ۱ (RV100 ،RM100)، ۲ (RV100 ،RM80)، ۴ (RV80 ،RM100) و ۵ (RV80 ،RM80) نسبت به تیمارهای ۳ (RV100 ،RM60)، ۶ (RV80 ،RM60)، ۷ (RM100، RV60)، ۸ (RV60 ،RM80)، ۹ (RV60 ،RM60)، ۱۰(BV100 ،BM100)، ۱۱(BV100 ،BM80)، ۱۲ (BV80 ،BM100) و ۱۳(BV80 ،BM80) خوراک کمتری به ازای هر جوجه تولیدی داشتند (P<0.05). همین‌طور در مقایسه‌ی تیمار ۱ (RM100، RV100) با تیمار ۱۰ (BV100 ،BM100) نتایج نشان داد که تیمار ۱ (RV100 ،RM100) نسبت به تیمار ۱۰(BM100،

1. Microgram per deciliter
2. Millimol per liter
3. International unit per liter

BV100) خوراک به ازای هر جوجه تولیدی کمتری، نسبت به تیمار ۱۰ (BM100، BV100) داشت (P<0.05). این نتایج با نتایج (Kanani, Kianfar *et al*., 2023) همسو بود. همچنین نتایج نشان داد که تعداد جوجه تولیدی به ازای هر مرغ در هفته، بین جیره‌های غذایی آزمایشی تأثیر معنی‌دار نداشت (P>0.05) اما در کل دوره آزمایشی، تأثیر جیره‌های غذایی آزمایشی بر تعداد جوجه تولیدی به ازای هر مرغ در ۱۲ هفته معنی‌دار بود (P<0.05). به‌طوری‌که تیمارهای ۱ (RM100، RV100)، ۲ (RM80، RV100)، ۴ (RM100، RV80) و ۵ (RM80، RV80) تعداد جوجه به ازای هر مرغ در ۱۲ هفته بیشتری، نسبت به تیمارهای ۳ (RM60، RV100)، ۶ (RM60، RV80)، ۷ (RM100، RV60)، ۸ (RM80، RV60)، ۹ (RM60، RV60)، ۱۰(BM100، BV100)، ۱۱(BM80، BV100)، ۱۲ (BM100، BV80) و ۱۳(BM80، BV80) داشتند. همچنین در مقایسه تیمار ۱ (RM100، RV100) با تیمار ۱۰ (BM100، BV100) نتایج نشان داد که تیمار ۱ (RM100، RV100) نسبت به تیمار ۱۰ (BM100، BV100) تعداد جوجه بیشتری در ۱۲ هفته، تولید می‌کند؛ بنابراین، با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده از این آزمایش، به نظر می‌رسد که به‌منظور تولید تعداد جوجه بیشتر به ازای هر مرغ که یک پارامتر اقتصادی مهم در مزارع مرغان مادر گوشتی است تیمار ۵ (RM80، RV80) می‌تواند گزینه مناسب و اقتصادی باشد. همین‌طور نتایج نشان داد درصد جوجه درآوری تیمار ۱ (RM100، RV100) در مقایسه با تیمار ۱۰(BM100، BV100) به‌صورت معنی‌دار بالاتر بود (P<0.05). همچنین تیمارِ ۴ (RM100، RV80) درصد جوجه درآوری بهتری نسبت به تیمارهای ۳ (RM60، RV100)، ۹ (RM60، RV60)، ۱۱(BM80، BV100)، ۱۲ (BM100، BV80) و ۱۳(BM80، BV80) داشتند (P<0.05). با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد بر مبنای درصد جوجه درآوری، تیمار ۴ (RM100، RV80) می‌تواند یک گزینه مناسب و اقتصادی باشد. اثرات استفاده از سطوح مختلف ویتامین‌ها و عناصر معدنی در جیره غذایی به مدت ۱۲ هفته بر صفات تولیدی در مرغان مادر گوشتی نشان داد که درصد تخم‌مرغ قابل جوجه‌کشی بین جیره‌های غذایی آزمایشی اختلاف معنی‌داری داشت (P<0.05) به‌طوری‌که تیمارهای ۱ (RM100، RV100)، ۲ (RM80، RV100)، ۳ (RM60، RV100)، ۴ (RM100، RV80)، ۵ (RM80، RV80) و ۶ (RM60، RV80) درصد تخم‌مرغ قابل جوجه‌کشی بیشتری نسبت به تیمارهای ۷ (RM100، RV60)، ۸ (RM80، RV60)، ۹ (RM60، RV60)، ۱۰(BM100، BV100)، ۱۱(BM80، BV100)، ۱۲ (BM100، BV80) و ۱۳ (BM80، BV80) داشتند. همچنین در مقایسه بین تیمارهای ۱ (RM100، RV100) با ۱۰(BM100، BV100) اختلاف معنی‌داری در مقدار درصد تخم‌مرغ قابل جوجه‌کشی مشاهده شد (P<0.05). این نتایج همسو با نتایج (Chang *et al*., 2016) بود. همین‌طور نتایج نشان داد که درصد تخم‌مرغ‌های غیرقابل جوجه‌کشی، بین جیره‌های غذایی آزمایشی اختلاف معنی‌داری داشت (P<0.05). این نتایج همسو با نتایج سایر محققان دیگر بود (Rebel *et al*., 2004). همچنین در مقایسه بین تیمارهای ۱ (RM100، RV100) با ۱۰ (BM100، BV100) نتایج نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری بین این دو تیمار در مقدار درصد تخم‌مرغ‌های غیرقابل جوجه‌کشی وجود داشت با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده به نظر می‌رسد دلیل این اختلاف می‌تواند به خاطر افزایش معنی‌داری تعداد تخم‌مرغ خوراکی بین تیمارهای ۱ (RM100، RV100) با ۱۰ (BM100، BV100) باشد. نتایج نشان داد که تأثیر جیره‌های غذایی آزمایشی بر کیفیت نِتاج ازلحاظ آماری معنی‌دار است (P<0.05). همچنین کمترین درصد جوجه، باکیفیت درجه ۱ در جیره‌های غذایی آزمایشی ۹ (RM60، RV60) و ۱۱ (BM80، BV100) مشاهده شد. همچنین نتایج حاصل نشان داد که تأثیر جیره‌های غذایی آزمایشی بر درصد جوجه درجه ۲، ازلحاظ آماری معنی‌دار بود به‌طوری‌که تیمار ۹ (RM60، RV60) بیشترین جوجه با کیفیت درجه ۲ را داشت. این نتایج با گزارش‌های (Kenny *et al*., 2005) همسو است. علاوه بر این، نتایج آزمایش حاضر نشان داد که انرژی مصرفی برای تولید هر جوجه در تیمارهای ۱ (RM100، RV100)، ۲ (RM80، RV100)، ۴ (RM100، RV80) و ۵ (RM80، RV80) نسبت به بقیه تیمارها کمتر بود (P<0.05). با توجه به اینکه اکثر ویتامین‌ها و عناصر معدنی به‌عنوان کوفاکتور برای فعال‌سازی آنزیم‌های درگیر در چرخه‌های متابولیسمی نقش دارند. به‌عنوان‌مثال گلیکولیز وابسته به عنصر منیزیم و منگنزاست، گلوکونئوژنز وابسته به بیوتین است، تبدیل پروپیونیل کوآ به سوکسنیل کوا وابسته به ویتامین‌های بیوتین و سیانوکوبالامین است. کمپلکس پیروات دهیدروژناز که در تبدیل پیروات به استیل کوآ نقش دارد وابسته به ویتامین‌های تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین و اسید پانتوتنیک است. چرخه کربس وابسته به ویتامین‌های ریبوفلاوین به‌عنوان پیش ساز FAD و نیاسین به‌عنوان پیش‌ساز NAD است. همچنین تیامین در تبدیل آلفا کتوگلوتارات به سوکسنیل کوآو در چرخه کربس نقش دارد، زنجیره انتقال الکترون وابسته به

ویتامین‌های ریبوفلاوین به‌عنوان پیش ساز FAD و نیاسین به‌عنوان پیش ساز NAD است. علاوه بر این، عناصر آهن در کمپلکس ۱، ۳ و مس در کمپلکس ۴ به‌عنوان کوآنزیم است. از طرفی با توجه به اینکه ازنظر بیوانرژتیک ویتامین‌ها و عناصر معدنی کم‌مصرف در بازده انرژی تأثیرگذار هستند و همچنین با توجه به نتایج بدست آمده از این آزمایش به نظر می‌رسد تیمار ۵ (RM80، RV80) مناسب‌ترین و اقتصادی‌ترین گزینه ممکن می‌تواند باشد. علاوه بر این، نتایج نشان داد که جیره‌های غذایی آزمایشی، هیچ تأثیر معنی‌داری بر تیتر آنفولانزا و نیوکاسل در مرغان مادر گوشتی نداشت (P>0.05). همچنین نتایج نشان داد که تأثیر جیره‌های غذایی آزمایشی، بر تیتر ایمونوگلوبولین M معنی‌دار بود (P<0.05). این نتایج با گزارش‌های سایر محققان دیگر همسو بود (Rebel *et al*., 2004). با توجه به اینکه مقدار لاکتان خون شاخص وضعیت ویتامین B1 در خون است می‌توان نتیجه گرفت که تأثیر جیره‌های غذایی با مقدار دوز مورداستفاده در این آزمایش نمی‌تواند سطح لاکتان خون را به‌صورت معنی‌دار تحت تأثیر قرار دهد و در حقیقت نمی‌تواند موجب بروز تغییرات معنی‌دار در غلظت ویتامین B1 خون مرغان مادر گوشتی شود. مقدار تیروکسین یا T4 در سِرُم مرغان مادر به‌عنوان شاخصی برای بررسی وضعیت عنصر ید در جیره مرغان مادر گوشتی در نظر گرفته می‌شود (McDowell., 2000). نتایج آزمایش حاضر نشان داد که تیروکسین یا T4 به‌صورت معنی‌داری تحت تأثیر جیره‌های غذایی آزمایشی قرار نگرفت به عبارتی سطوح تیروکسین یا T4 سِرُم خون به‌صورت آماری تحت تأثیر جیره‌های با سطوح مختلف عنصر ید قرار نگرفت. این نشان می‌دهد که برای ایجاد تغییرات اساسی در مقدار T4 سِرُم خون به‌عنوان شاخص کفایت عنصر ید، به غلظت‌های بسیار زیادی از عنصر ید در جیره نیاز است یا شاید سیستم هموستازی بدن طیور می‌توانند تغییرات ایجادشده را در مدت کوتاه خنثی کند و برای بررسی دقیق‌تر نیاز به طول دوره آزمایشی طولانی‌تر باشد؛ اما ازآنجای که یدات کلسیم به‌عنوان منبع رایج ید در جیره طیور جز منابع گران‌قیمت محسوب می‌شود و از طرفی اختلاف زیادی هم در مقدار توصیه نیاز بین جداول مختلف دیده می‌شود بایستی با حساسیت زیادی تغییرات این عنصر در سِرُم طیور رصد شود. آنزیم پراکسیداز (GPX) به‌عنوان معیار تعیین وضعیت عنصر سلنیوم و همچنین وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن در نظر گرفته می‌شود (Jianhua *et al*., 2000). نتایج آزمایش حاضر نشان داد که جیره‌های غذایی آزمایشی، تأثیر معنی‌داری بر مقدار گلوتاتیون پراکسیداز خون مرغان مادر گوشتی داشت (P<0.05). همچنین تیمار ۳ بیشترین غلظت گلوتاتیون پراکسیداز را بین جیره‌های غذایی آزمایشی در سِرُم خون نشان داد. علاوه بر این، نتایج آزمایش حاضر نشان داد که در حضور سطوح پایین ویتامین‌ها در جیره‌های آزمایشی (تیمارهای ۷، ۸ و ۹) با کاهش سطح عناصر معدنی کم‌مصرف در جیره، سطح گلوتاتیون پراکسیداز سِرُم، تغییرات معنی‌داری نداشت. همچنین در سطوح بالای عناصر معدنی در جیره (۱، ۴، ۷ و ۱۰) با کاهش سطح ویتامین‌ها در جیره‌های غذایی آزمایشی، سطح گلوتاتیون پراکسداز در سِرُم خون تغییرات معنی‌دار نداشت (P>0.05). با توجه به اطلاعات بدست آمده به نظر می‌رسد که در سطوح پایین ویتامین‌ها در جیره، سطح گلوتاتیون پراکسیداز در سِرُم خون تابع سطح عناصر معدنی کم‌مصرف است. شاید دلیل‌اش وجود عناصر معدنی ضروری مانند سلنیوم در ساختار گلوتاتیون پراکسیداز باشد و یا حضور عناصر معدنی به عنوان کوفاکتور برای فعالیت گلوتاتیون اکسیداز ضروری باشد؛ بنابراین، بر مبنای سطح گلوتاتیون پراکسیداز سِرُم خونی، جیره غذایی آزمایشی ۳ (RM60، RV100)، مناسب‌ترین سطح ویتامین‌ها و عناصر معدنی کم‌مصرف برای مرغان مادر گوشتی توصیه می‌شود. این نتایج همسو با نتایج محققان دیگر بود (Surai *et al*., 2000). علاوه بر این، نتایج نشان داد که اثرات جیره‌های غذایی آزمایشی، بر مقدار سوپر اکسید دسموتاز (SOD[2]) سِرُم خون، معنی‌داری نبود (P>0.05). با عنایت به این موضوع که شاخص کفایت منگنز، مقدار غلظت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) سِرُم خون است و از طرفی با توجه به اینکه در جیره‌های آزمایشی تهیه‌شده سطوح منگنز متغیر بود بااین‌وجود تغییرات ایجادشده در مقدار غلظت آنزیم سوپر اکسید به‌عنوان شاخص وضعیت منگنز در سِرُم مرغان مادر معنی‌دار نبود (P>0.05). شاید یکی از دلایل این باشد که فاصله مقدار منگنز بین جیره‌های غذایی آزمایشی به‌اندازه کافی زیاد نبود تا بتواند تغییرات معنی‌داری در مقدار فعالیت آنزیم‌های شاخص بین تیمارهای مختلف ایجاد کند. نتایج نشان داد که تأثیر تیمارهای مختلف بر مقدار AST خون مرغان مادر گوشتی معنی‌دار نبود (P>0.05). آلان ین آمینوترانسفراز (ALT) که با نام SGPT (ترانس‌آمیناز گلوتامیک–پیروویک سِرُم) نیز شناخته می‌شود، آنزیمی است که توسط سلول‌های کبدی ساخته و ذخیره می‌شود و اندازه‌گیری آن

1. Glutathione Peroxidase
2. Superoxide Dismutase

در آزمایش خون می‌تواند آسیب سلول‌های کبدی را به ما نشان دهد. کبد یکی از ارگان‌های بسیار مهم بدن است که وظیفه اصلی آن تولید و ترشح پروتئین‌های خون و حذف مواد سمی از خون است. به سلول‌های اصلی کبد که وظیفه‌ی تولید و ترشح پروتئین‌های مختلف را برعهده دارند، هپاتوسیت (Hepatocyte) گفته می‌شود. این سلول‌ها با داشتن آنزیم‌های مختلف، می‌توانند در روند تولید پروتئین‌ها و سم‌زدایی از خون دخالت کنند. نتایج این آزمایش نشان داد که جیره‌های غذایی آزمایشی باعث بروز تغییرات معنی‌داری در مقدار ALT سِرُم خون می‌شود به‌طوری‌که تیمار ۳ بالاترین ALT را داشت ($P<0.05$). همچنین نتایج نشان داد که جیره‌های غذایی آزمایشی تأثیری معنی‌داری بر مقدار لاکتان خون مرغان مادر گوشتی نداشت ($P<0.05$). با توجه بااینکه مقدار لاکتات خون شاخص وضعیت ویتامین B1 در خون است (McDowell., 2000) می‌توان نتیجه گرفت که تأثیر جیره‌های غذایی با مقدار دوز مورداستفاده در این آزمایش نمی‌تواند سطح لاکتان خون را به‌صورت معنی‌دار تحت تأثیر قرار دهد و در حقیقت نمی‌تواند موجب بروز تغییرات معنی‌داری در غلظت ویتامین B1 خون مرغان مادر گوشتی شود. علاوه بر این، نتایج نشان داد که سطح آهن سِرُم خون به‌عنوان شاخص کفایت عنصر آهن در جیره، بین تیمارهای مختلف به‌صورت معنی‌دار تحت تأثیر قرار نگرفت ($P>0.05$). همچنین نتایج نشان داد که غلظت عنصر مس در سِرُم خون مرغان مادر به‌عنوان شاخص کفایت مقدار عنصر مس، بین جیره‌های غذایی آزمایشی به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر قرار نگرفت ($P>0.05$). به نظر می‌رسد شاید یکی از دلایل این باشد که تغییرات سطوح استفاده‌شده از عنصر آهن و مس در جیره به آن میزان نیست که موجب بروز تغییرات معنی‌دار در غلظت سر می عناصر شود و احتمالاً تغییرات سطوح عناصر آهن و مس در جیره در دامنه‌های استفاده‌شده نمی‌تواند تغییرات معنی‌داری در غلظت سر می آهن و مس به وجود بیاورد و برای بروز تغییرات معنی‌دار در غلظت سِرُمی عناصر شاید به مدت‌زمان بیشتری و یا غلظت‌های بیشتری از عناصر در جیره لازم باشد. ALP یا آلکالین فسفاتاز یکی از آنزیم‌هایی است که در خون یافت می‌شود. این آنزیم دارای اشکال متعددی است و به تجزیه پروتئین‌ها کمک می‌کند. شکل این آنزیم به محل ایجاد آن بستگی دارد. کبد یکی از اصلی‌ترین منابع ALP است. البته این آنزیم در استخوان‌ها، روده‌ها، پانکراس و کلیه نیز یافت می‌شود. به‌طورکلی ALP خون در آزمایش‌های طیور به‌عنوان شاخص اندازه‌گیری وضعیت ویتامین D3 و عنصر روی است (McDowell., 2000). همین‌طور به هر میزان که شاخص ALP خون کمتر باشد طیور مستعد نرمی استخوان و کمبود ویتامین D3 و روی است. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تأثیر جیره‌های غذایی آزمایشی بر مقدار ALP معنی‌دار بود. علاوه بر این به‌صورت عددی بیشترین و کمترین مقدار ALP به ترتیب در جیره‌های غذایی ۹ (RM60، RV60) و ۴ (RM100، RV80) مشاهده شد. به‌طورکلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در تیمارهای که سطح آلکالین فسفاتاز خون در سطح پایین قرار داشت مقدار ویتامین D3 و عنصر روی در سطح پایین‌تری از نیاز پرنده قرار دارد و احتمال بروز لنگش و مشکلات مفصلی در گله وجود دارد.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که بر مبنای تولید تعداد جوجه بیشتر به ازای هر مرغ، تیمار ۵ (RM80، RV80) می‌تواند گزینه مناسب و اقتصادی به‌منظور تهیه مکمّل‌های ویتامینه و معدنی باشد. همچنین بر مبنای درصد جوجه درآوری، تیمار ۴ (RM100، RV80) می‌تواند یک گزینه مناسب باشد. همین‌طور بر مبنای انرژی مصرفی برای تولید هر جوجه، تیمار ۵ (RM80، RV80) مناسب‌ترین و اقتصادی‌ترین گزینه ممکن می‌تواند باشد. همچنین بر مبنای ایمنی تیمار ۶ (RM60، RV80) مناسب‌ترین گزینه برای مرغان مادر گوشتی می‌باشد. به‌طورکلی با توجه به اینکه نیاز برای درصد جوجه درآوری، بیشتر نیازهای مرغ مادر گوشتی را پوشش می‌دهد بنابراین بر مبنای درصد جوجه درآوری تیمار ۴ (RM100، RV80) بهترین گزینه برای تهیه مکمّل‌های ویتامینه و معدنی برای مرغان مادر گوشتی است.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مدیریت شرکت مرغ مادر گوشتی طاها مرغ ملکان (فرمان شمشیری) به دلیل تأمین امکانات و ملزومات اجرای طرح بر روی مرغ مادر گوشتی، همین‌طور از مجموعه مینا طیور به دلیل تامین هزینه مالی منابع مواد معدنی و ویتامینه‌ها همچنین کمک در ساخت پریمیکس‌های ویتامینه و معدنی تیمارهای آزمایشی، همین‌طور از مجتمع جوجه‌کشی کوثر (واقع در استان البرز – شهرستان ساوجبلاغ – چهارباغ) همچنین از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تبریز به خاطر حمایت‌های مالی، معنوی و همکاری در اجرای پژوهش حاضر سپاسگزاری می‌شود.

REFERENCES

زاغری، هنر بخش. ۱۳۹۹. راهنمای جامع ساخت مکمّل و پریمیکس‌های درمانی طیور. چاپ اول. انتشارات مینا طیور.

Atencio, A., Pesti, G.M. and Edwards Jr, H.M., 2005. Twenty-five hydroxycholecalciferol as a cholecalciferol substitute in broiler breeder hen diets and its effect on the performance and general health of the progeny. *Poultry Science*, *84*(8), pp.1277-1285. https://doi.org/10.1093/ps/84.8.1277

Atencio, A., Edwards Jr, H.M. and Pesti, G., 2005. Effects of vitamin D3 dietary supplementation of broiler breeder hens on the performance and bone abnormalities of the progeny. *Poultry Science*, *84*(7), pp.1058-1068. https://doi.org/10.1093/ps/84.7.1058

Burns, R.B., 1983. Antibody production suppressed in the domestic fowl (Gallus domesticus) by zinc deficiency. *Avian Pathology*, *12*(1), pp.141-146. https://doi.org/10.1080/03079458308436156

Calini, F. and Sirri, F., 2007. Breeder nutrition and offspring performance. *Brazilian Journal of Poultry Science*, *9*, pp.77-83. https://doi.org/10.1590/S1516-635X2007000200001

Bains, B.S., 1999. A Guide to the Application of Vitamins in Commercial Poultry Feed. Rath Design Communications.

Barroeta, A.C. and various others. (2013). Optimum Vitamin Nutrition: In the Production of Quality Animal Foods. Germain: 5m Publishing.

Squires, MW, Naber, EC. 1993. Vitamin profiles of eggs as indicators of nutritional status in the laying hen: vitamin A study. *Poultry Science*. 1;72(1):154-64. https://doi.org/10.3382/ps.0720154

Squires, M.W. and NABER, E.C., 1993. Vitamin profiles of eggs as indicators of nutritional status in the laying hen: riboflavin study. *Poultry science*, 72(3), pp.483-494. https://doi.org/10.3382/ps.0720483

Surai, P.F., 2000. Effect of selenium and vitamin E content of the maternal diet on the antioxidant system of the yolk and the developing chick. *British poultry science*, *41*(2), pp.235-243. https://doi.org/10.1080/713654909

Surai, A.P., Surai, P.F., Steinberg, W., Wakeman, W.G., Speake, B.K. and Sparks, N.H.C., 2003. Effect of canthaxanthin content of the maternal diet on the antioxidant system of the developing chick. *British poultry science*, 44(4), pp.612-619. https://doi.org/10.1080/00071660310001616200

Surai, P.F., 2000. Effect of selenium and vitamin E content of the maternal diet on the antioxidant system of the yolk and the developing chick. *British poultry science*, 41(2), pp.235-243. https://doi.org/10.1080/713654909

Saunders-Blades, J.L. and Korver, D.R., 2014. The effect of maternal vitamin D source on broiler hatching egg quality, hatchability, and progeny bone mineral density and performance. *Journal of Applied Poultry Research*, 23(4), pp.773-783. https://doi.org/10.3382/japr.2014-01006

Davis, C.Y. and Sell, J.L., 1983. Effect of all-trans retinol and retinoic acid nutriture on the immune system of chicks. *The Journal of nutrition*, *113*(10),pp.1914-1919. https://doi.org/10.1093/jn/113.10.1914

Chang, A., Halley, J. and Silva, M., 2016. Can feeding the broiler breeder improve chick quality and offspring performance. *Animal Production Science*, *56*(8),pp.1254-1262. ttps://doi.org/10.1071/AN15381

Eusebio-Balcazar, P., Oviedo-Rondón, E.O., Wineland, M.J., Pérez Serrano, M. and Brake, J., 2014. Effects of broiler breeder-feeding programme and feeder space change at photostimulation using maize-or wheat-based diets on eggshell properties and progeny bone development. *British poultry science*, *55*(3), pp.380-390. https://doi.org/10.1080/00071668.2014.921665

Edwards, H.J., 1992. Nutritional factors and leg disorders.

El-Husseiny, O.M., Soliman, A.Z.M. and Elsherif, H.M.R., 2018. Influence of dietary methionine, folic acid and cyanocobalamin and their interactions on the performance of broiler breeder. *International Journal of Poultry Science*, 17(4), pp.189-196. https://doi.org/10.3923/ijps.2018.189.196

El-Husseiny, O.M., Hashish, S.M., Ali, R.A., Arafa, S.A., Abd El-Samee, L.D. and Olemy, A.A., 2012. Effects of feeding organic zinc, manganese and copper on broiler growth, carcass characteristics, bone quality and mineral content in bone, liver and excreta. *International Journal of Poultry Science*, 11(6), p.368. https://doi.org/10.3923/IJPS.2012.368.377

Chen, F., Jiang, Z., Jiang, S., Li, L., Lin, X., Gou, Z. and Fan, Q., 2016. Dietary vitamin A

supplementation improved reproductive performance by regulating ovarian expression of hormone receptors, caspase-3 and Fas in broiler breeders. *Poultry science*, *95*(1), pp.30-40. https://doi.org/10.3382/ps/pev305

Choi, Y.J., Kim, Y.R., Kim, E.J., Kim, K.E. and An, B.K., 2025. Feeding of reduced vitamin premix negatively affects laying performance and vitamin contents in chicken eggs. *Journal of Animal Science and Technology*, 67(4), p.797. https://doi.org/10.5187/jast.2024.e44

Honar Bakhsh, Zaghari and Haqdoost, 2013. An Estimation of the model of energy requirement for broiler breeder hens in Iran. *Iranian Animal Sciences*, 44(3), pp.225-233. (In Persian)

Hocking, P.M., 2007. Optimum feed composition of broiler breeder diets to maximise progeny performance.

Jianhua, H., Ohtsuka, A. and Hayashi, K., 2000. Selenium influences growth via thyroid hormone status in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*, 84(5), pp.727-732. https://doi.org/10.1017/S0007114500002087

Kwiecień M, Winiarska-Mieczan A, Zawiślak K, Sroka S. Effect of copper glycinate chelate on biomechanical, morphometric and chemical properties of chicken femur. *Annals of Animal Science*. 2014 Mar 1;14(1):127-39. https://doi.org/10.2478/aoas-2013-0085

Kleyn, R., 2013. Chicken nutrition: a guide for nutritionists and poultry professionals. Context.

Kidd, M.T., Anthony, N.B. and Lee, S.R., 1992. Progeny performance when dams and chicks are fed supplemental zinc. *Poultry science*, *71*(7), pp.1201-1206. https://doi.org/10.3382/ps.0711201

Kidd, M.T., 2003. A treatise on chicken dam nutrition that impacts on progeny1, 2. *World's Poultry Science Journal*, *59*(4), pp.475-494. https://doi.org/10.1079/WPS20030030

Kenny, M. and Kemp, C., 2005. Breeder nutrition and chick quality. Int. Hatchery Pract, 19, pp.7-11.

Lepage, K.T., Bloom, S.E. and Taylor Jr, R.L., 1996. Antibody response to sheep red blood cells in a major histocompatibility (B) complex aneuploid line of chickens. *Poultry Science*, 75(3), pp.346-350. https://doi.org/10.3382/ps.0750346

Kouwenhoven, B., Davelaar, F.G. and Van Walsum, J., 1978. Infectious proventriculitis causing runting in broilers. *Avian Pathology*, *7*(1), pp.183-187. https://doi.org/10.1080/03079457808418269

Khajali, F., Khoshoei, E.A. and Moghaddam, A.Z., 2006. Effect of vitamin and trace mineral withdrawal from finisher diets on growth performance and immunocompetence of broiler chickens. *British poultry science*, 47(2), pp.159-162. https://doi.org/10.1080/00071660600610732

Leeson, S., 2007. Vitamin requirements: is there basis for re-evaluating dietary specifications?. *World's Poultry Science Journal*, 63(2), pp.255-266. https://doi.org/10.1017/S0043933907001444

Leeson, S. and Summers, J.D., 2005. Comercial Poultry Nutrition 3rd Edition. Publ.

Leiber, F., Amsler, Z., Bieber, A., Quander-Stoll, N., Maurer, V., Lambertz, C., Früh, B. and Ayrle, H., 2022. Effects of riboflavin supplementation level on health, performance, and fertility of organic broiler parent stock and their chicks. Animal, 16(1), p.100433. https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100433

McDowell LR, Ward NE,2008. Optimum vitamin nutrition for poultry. *International Poultry Production*.;16:27-34.

McDowell, L.R., 2000. Vitamins in animal and human nutrition. John Wiley & Sons.

Naber, EC, Squires,. MW. 1993. Vitamin profiles of eggs as indicators of nutritional status in the laying hen: diet to egg transfer and commercial flock survey. *Poultry Science*. 1;72(6):1046-53. https://doi.org/10.3382/ps.0721046

Mills, C.F., 1987. Biochemical and physiological indicators of mineral status in animals: copper, cobalt and zinc. *Journal of Animal Science*, *65*(6), pp.1702-1711. https://doi.org/10.2527/jas1987.6561702x

McNulty, M.S., Allan, G.M., Connor, T.J., McFerran, J.B. and McCracken, R.M., 1984. An entero-like virus associated with the runting syndrome in broiler chickens. *Avian Pathology*, *13*(3), pp.429-439. https://doi.org/10.1080/03079458408418545

Mattila, P., Lehikoinen, K., Kiiskinen, T. and Piironen, V., 1999. Cholecalciferol and 25-hydroxycholecalciferol content of chicken egg yolk as affected by the cholecalciferol content of feed. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(10), pp.4089-4092. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf990183c

Marsh, J.A., Combs Jr, G.F., Whitacre, M.E. and Dietert, R.R., 1986. Effect of selenium and vitamin E dietary deficiencies on chick lymphoid organ development. *Proceedings of the Society for*

Experimental Biology and Medicine, *182*(4), pp.425-436. https://doi.org/10.3181/00379727-182-42361

Maghsoudi, A., Vaziri, E., Feizabadi, M. and Mehri, M., 2020. Fifty years of sheep red blood cells to monitor humoral immunity in poultry: a scientometric evaluation. *Poultry Science*, 99(10), pp.4758-4768. https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.058

Mori, A.V., Mendonca Jr, C.X., Almeida, C.R.M. and Pita, M.C.G., 2003. Supplementing hen diets with vitamins A and E affects egg yolk retinol and α-tocopherol levels. *Journal of Applied Poultry Research*, 12(2), pp.106-114. https://doi.org/10.1093/japr/12.2.106

Moravej, H., Alahyari, S.M. and Shivazad, M., 2012. Effects of the reduction or withdrawal of the vitamin premix from the diet on chicken performance and meat quality. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 14, pp.239-244. https://doi.org/10.1590/S1516-635X2012000400002

Reece, R.L. and Frazier, J.A., 1990. Infectious stunting syndrome of chickens in Great Britain: field and experimental studies. *Avian Pathology*, *19*(4), pp.723-758. https://doi.org/10.1080/03079459008418727

Rebel, J.M.J., Van Dam, J.T.P., Zekarias, B., Balk, F.R.M., Post, J., Flores Minambres, A. and Ter Huurne, A.A.H.M., 2004. Vitamin and trace mineral content in feed of breeders and their progeny: effects of growth, feed conversion and severity of malabsorption syndrome of broilers. *British Poultry Science*, *45*(2), pp.201-209. https://doi.org/10.1080/00071660410001715803

Richards, M.P., 1997. Trace mineral metabolism in the avian embryo. *Poultry science*, *76*(1), pp.152-164. https://doi.org/10.1093/ps/76.1.152

Reza Kanani, Ruhollah Kianfar, Hossein Janmohammadi, Wookyun Kim and Majid Aliayee, 2023. The effect of vitamin D3 and vitamin C on performance, egg quality and hatchability in broiler breeders. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 15(2), pp.271. (In Persian).

Songserm, T., Pol, J.M.A., Van Roozelaar, D., Kok, G.L., Wagenaar, F. and Ter Huurne, A.A.H.M., 2000. A comparative study of the pathogenesis of malabsorption syndrome in broilers. *Avian Diseases*, pp.556-567. https://doi.org/10.2307/1593095

Saber, S., Kutlu, H.A.S.A.N., Uzun, Y., Celik, L.Ü.T.F.İ., Yucelt, O. and Baylan, M.İ.K.A.İ.L., 2020. Effects of form of dietary trace mineral premix on fertility and hatchability of broiler breeder hens and post-hatch performance and carcass parameters of their progenies. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi*

Dergisi, *26*. http://doi.org/10.9775/kvfd.2019.22647

Tona, K., Bamelis, F.B.V.V.M.J.O.E., De Ketelaere, B., Bruggeman, V., Moraes, V.M., Buyse, J., Onagbesan, O. and Decuypere, E., 2003. Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality, and chick juvenile growth. *Poultry science*, 82(5), pp.736-741. https://doi.org/10.1093/ps/82.5.736

Uni, Z., Zaiger, G. and Reifen, R., 1998. Vitamin A deficiency induces morphometric changes and decreased functionality in chicken small intestine. *British Journal of Nutrition*, *80*(4), pp.401-407. https://doi.org/10.1017/S0007114500070008

Virden, W.S., Yeatman, J.B., Barber, S.J., Zumwalt, C.D., Ward, T.L., Johnson, A.B. and Kidd, M.T., 2003. Hen mineral nutrition impacts progeny livability. *Journal of applied poultry research*, *12*(4), pp.411-416. https://doi.org/10.1093/japr/12.4.411

Villamide, M.J. and Fraga, M.J., 1999. Composition of vitamin supplements in Spanish poultry diets. *British Poultry Science*, *40*(5), pp.644-652. https://doi.org/10.1080/00071669987034

Ward, N.E., 1993. Vitamin supplementation rates for US commercial broilers, turkeys, and layers. *Journal of Applied Poultry Research*, *2*(3), pp.286-296. https://doi.org/10.1093/japr/2.3.286

Wilson, P.B., 2017. Recent advances in avian egg science: A review. *Poultry science*, *96*(10), pp.3747-3754. https://doi.org/10.3382/ps/pex187

Wilson, H.R., 1997. Effects of maternal nutrition on hatchability. *Poultry Science*, 76(1), pp.134-143. https://doi.org/10.1093/ps/76.1.134

Waldenstedt, L., 2006. Nutritional factors of importance for optimal leg health in broilers: A review. Animal feed science and technology, 126(3-4), pp.291-307. https: //doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.08.008

Whitehead, C.C., Rennie, J.S., McCormack, H.A. and Hocking, P.M., 1993. Defective down syndrome in chicks is not caused by riboflavin deficiency in breeders. *British Poultry Science*, 34(3), pp.619-

623. https://doi.org/10.1080/00071669308417618

Yao, L., Wang, T., Persia, M., Horst, R.L. and Higgins, M., 2013. Effects of vitamin D3-Enriched diet on egg yolk vitamin D3 content and yolk quality. *Journal of food science*, 78(2), pp.C178-C183. https://doi.org/10.1111/1750-3841.12032

Zhang, L., Wang, Y.X., Xiao, X., Wang, J.S., Wang, Q., Li, K.X., Guo, T.Y. and Zhan, X.A., 2017. Effects of zinc glycinate on productive and reproductive performance, zinc concentration and antioxidant status in broiler breeders. *Biological Trace Element Research*, *178*, pp.320-326. https://doi.org/10.1007/s12011-016-0928-4

Zang, H., Zhang, K., Ding, X., Bai, S., Hernandez, J.M. and Yao, B., 2011. Effects of different dietary vitamin combinations on the egg quality and vitamin deposition in the whole egg of laying hens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 13, pp.189-196. https://doi.org/10.1590/S1516-635X2011000300005

Zekarias, B., Songserm, T., Post, J., Kok, G.L., Pol, J.M. and Engel, B., 2002. Development of organs and intestinal mucosa leukocytes in four broiler lines that differ in susceptibility to malabsorption syndrome. *Poultry science*, *81*(9), pp.1283-1288. https://doi.org/10.1093/ps/81.9.1283

Zurak, D., Svečnjak, Z., Kiš, G., Pirgozliev, V., Grbeša, D. and Kljak, K., 2025. Effect of supplementing corn diet for laying hens with vitamin A and trace minerals on carotenoid content and deposition efficiency in egg yolk. *Poultry science*, 104(3), p.104843. https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.104843