

Research Article

Vol. 17, No.4, 2026, p. 463-474



The Effect of *Allium Sativum* and *Foeniculum Vulgare* Extracts on Performance and Reproductive System Morphology in Layer Breeder Hens

Zeinab Bardel¹, Ali Asghar Saki^{1*}, Asghar Mirzaie-Asl², Zahra Gholami Mahmoudian³

1- Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran

2- Department of Plant Biotechnology, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

3- Department of Anatomical Sciences, School of Medicine, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

*Corresponding Author's Email: asaki@basu.ac.ir

Received: 07-05-2025

Revised: 20-07-2025

Accepted: 27-07-2025

Available Online: 03-02-2026

How to cite this article:

Bardel, Z., Asghar Saki, A., Mirzaie-Asl, A., & Gholami Mahmoudian Z. (2026). The effect of *Allium sativum* and *Foeniculum vulgare* extracts on performance and reproductive system morphology in layer breeder hens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 17(4), 463-474. (in Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/ijasr.2025.93284.1246>

Introduction: Garlic (*Allium sativum*) is a well-known aromatic herb that has been used for centuries for its therapeutic properties, largely attributed to its bioactive compounds such as allicin. These compounds have been shown to support immune function, mitigate oxidative stress, and improve overall health status in poultry. Similarly, fennel (*Foeniculum vulgare*), an aromatic perennial herb from the Apiaceae family, is valued for its seeds containing antioxidants and phytoestrogens that may positively influence ovarian morphology and reproductive efficiency. The poultry industry is increasingly turning to medicinal plants as natural alternatives to synthetic additives, aiming to boost productivity and promote bird health. Previous studies have demonstrated that supplementation with garlic and fennel extracts can significantly improve productive parameters, including egg production and reproductive performance. However, the specific mechanisms and effects on ovarian histomorphology require more study. The main aim of this study is to evaluate the effects of garlic and fennel extracts administered separately on the performance traits and ovarian morphology of layer breeder hens, with the goal of understanding how these natural supplements can enhance reproductive health and egg production. The findings of this research may support the use of medicinal plants as natural alternatives for improving reproductive functions and productivity in poultry, contributing to more sustainable and welfare-oriented poultry production systems.

Materials and Methods: In this study, sixty-layer breeders of the Hy-Line W80 strain in Sixty-five weeks of age were allocated into three groups, with five replicates and four hens per replicate. The dietary treatments were as follows: (1) control diet based on corn and soybean meals; (2) control diet supplemented with 400 mg/kg of dried fennel extract; and (3) control diet supplemented with 400 mg/kg of dried garlic extract. The experimental groups were managed for 10 weeks, and performance traits such as feed intake, egg mass, feed conversion ratio, egg weight were evaluated weekly. The experimental diets were formulated using UFFDA software. At the end of the experimental period at 75 weeks of age, one hen per replicate, totaling five hens per group were euthanized and the ovarian and magnum tissues were fixed in formalin for histological examination. In this study, large ovarian follicles defined as those with a diameter exceeding 10 mm were counted, the weight and diameter of each follicle were measured individually. The performance data and follicle characteristics were analyzed by SAS software version 8.9



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

 <https://doi.org/10.22067/ijasr.2025.93284.1246>

using the GLM procedure and microscopic data were analyzed by GraphPad Prism software.

Results and Discussion: The results indicated that dietary supplementation with garlic and fennel extracts had no significant effect on the performance of layer breeder hens ($P > 0.05$). These findings are not consistent with multiple prior studies, which have reported positive impacts of these phytogetic additives on poultry performance. This discrepancy may stem from differences in experimental design, supplementation levels, or the specific strains of poultry used in different studies, highlighting the complexity of integrating herbal supplements into poultry nutrition programs. Despite the lack of significant effect on overall performance, noteworthy observations were made regarding the reproductive parameters of the hens. The number of growing ovarian follicles in the fennel group increased compared to the control ($P < 0.05$). This increase in follicular development may be attributed to the bioactive compounds present in fennel, which are known to modulate hormonal activities and ovarian function in poultry. Enhanced follicular growth is crucial for improving egg production potential, suggesting that fennel may play a beneficial role in reproductive health. Additionally, the thickness of the granulosa layer in the ovaries of hens that received garlic and fennel groups was significantly higher compared to the control group ($P < 0.05$), indicating potential enhancements in reproductive health status. The granulosa cell layer is vital for the proper development and maturation of oocytes, as it provides necessary support and nutrients. An increase in granulosa layer thickness may contribute to better egg quality parameters.

Conclusion: The overall findings of the present study suggest for slowing down the process of reducing antioxidant capacity and consequently reducing fertility by using fennel and garlic extracts in the diet of laying hens. Further studies are required to clarify the effects of these extracts on laying hens. Also, a more detailed study of the molecular mechanisms and evaluation of the effects of these compounds on other fertility indicators can provide new insights for increasing reproductive performance in laying hens.

Keywords: Egg production, Fennel, Garlic, Layer hen, Ovary

اثر عصاره‌های *Allium sativum* و *Foeniculum vulgare* بر عملکرد و ریخت‌شناسی دستگاه تولیدمثل در مرغ‌های مادر تخم‌گذار

زینب باردل^۱، علی‌اصغر ساکی^{۲*}، اصغر میرزایی اصل^۲، زهرا غلامی محمودیان^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۰۵

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر عصاره‌های سیر و رازیانه بر عملکرد تولیدی و ریخت‌شناسی تخمدان مرغ‌های مادر تخم‌گذار انجام شد. در این مطالعه از ۶۰ قطعه مرغ مادر تخم‌گذار سویه‌های لاین W80 در سه تیمار، پنج تکرار و چهار قطعه مرغ در هر تکرار در سن ۶۵ هفتگی استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- شاهد (ذرت، کنجاله‌سویا) ۲- شاهد + ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک عصاره خشک رازیانه و ۳- شاهد + ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک عصاره خشک سیر بودند. تیمارهای آزمایشی به مدت ۱۰ هفته در اختیار مرغ‌ها قرار گرفتند و صفات عملکردی شامل خوراک مصرفی، توده تخم‌مرغ تولیدی، ضریب تبدیل غذایی، وزن تخم‌مرغ و توده تخم‌مرغ به صورت هفتگی بررسی شد. در پایان دوره، ریخت‌شناسی بافت تخمدان ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که عصاره سیر و رازیانه تأثیر معنی‌داری بر عملکرد مرغ‌های مادر تخم‌گذار نشان ندادند. تعداد فولیکول‌های در حال رشد در تیمار رازیانه در مقایسه با شاهد افزایش یافت و قطر لایه گرانولوزا در تیمارهای سیر و رازیانه در مقایسه با شاهد به صورت معنی‌داری بیشتر شد. نتایج کلی این آزمایش نشان داد که اگرچه عصاره‌های سیر و رازیانه تأثیر مستقیمی بر عملکرد تخم‌گذاری مرغ‌های مادر نداشتند، اما افزایش قابل توجه در تعداد فولیکول‌های در حال رشد و قطر لایه گرانولوزا می‌تواند نشان‌دهنده پتانسیل این ترکیبات در بهبود سلامت تخمدان، فولیکول و در نتیجه کیفیت و تولید تخم‌مرغ باشد. با توجه به اینکه عصاره‌های استفاده‌شده در آزمایش حاضر تأثیری بر عملکرد تولیدی نداشتند، پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌های بیشتری با نمونه‌های بزرگ‌تر و مقدارهای مختلف انجام شود تا کاربرد این عصاره‌ها در صنعت مرغ مادر بهتر مشخص شود.

واژه‌های کلیدی: تخمدان، تولید تخم‌مرغ، رازیانه، سیر، مرغ تخم‌گذار

مقدمه

سیر و رازیانه دو گیاه با خاصیت‌های تغذیه‌ای و درمانی منحصربه‌فرد هستند که در تحقیقات مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. سیر با نام علمی *Allium sativum* L، یک گیاه علفی معطر و یک‌ساله است که از دیرباز به عنوان یکی از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین گیاهان دارویی مورد استفاده قرار گرفته است. تحقیقات نشان می‌دهد که انواع مختلف سیر و ترکیبات فعال موجود در آن می‌توانند خطر ابتلا به دیابت و بیماری‌های قلبی-عروقی را کاهش دهند، همچنین با تقویت سیستم ایمنی، بدن را در برابر عفونت‌ها محافظت کرده و دارای خواص ضد میکروبی، ضد قارچی، ضد پیری و همچنین ضد سرطان هستند؛ این ادعاها از طریق داده‌های همه‌گیرشناسی بالینی انسانی تأیید شده‌اند (Rahman, 2001). گزارش شده است که سیر حاوی ویتامین‌های E و C، مواد معدنی مثل سلنیوم، پلی‌فنل‌ها و ترکیبات سولفوردار با قدرت آنتی‌اکسیدانی است (Filomeni, 2003). سیر حاوی چندین ترکیب ارگانوسولفور، S-آلیل سیستئین، آلیسین و آلیین به عنوان مواد شیمیایی گیاهی است، سیر تازه حاوی

صنعت پرورش مرغ‌های مادر تخم‌گذار یکی از مهم‌ترین صنایع طیور است که سرمایه‌گذاری قابل توجهی در سراسر جهان را به خود اختصاص می‌دهد و در نتیجه، نیاز شدید وجود دارد تا با راهکارهای طبیعی مانند افزودنی‌های گیاهی به جیره غذایی، میزان تولید و سلامت این پرندگان بهبود یابد (Lim et al., 2023). در صنعت مرغداری، استفاده از گیاهان دارویی جهت افزایش عملکرد و سلامت طیور مورد توجه قرار گرفته است.

۱- گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

۲- گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان،

ایران

۳- گروه علوم تشریحی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان،

ایران

(Email: asaki@basu.ac.ir)

(*) نویسنده مسئول:

<https://doi.org/10.22067/ijasr.2025.93284.1246>

طیور باعث بهبود شاخص‌های تولید، کیفیت لاشه و یکپارچگی روده و تعدیل پاسخ ایمنی در برابر برخی از بیماری‌های مهم ویروسی شد، علاوه بر این، سیر از طریق فعالیت‌های ضدباکتریایی و ضدانگلی، سلامت روده را بهبود می‌بخشد. استفاده از سیر همچنین می‌تواند تنش اکسیداتیو و تولید رادیکال‌های آزاد را کاهش دهد. کاهش سطح کلسترول و بهبود برخی از شاخص‌های کبدی و خونی نیز توسط جیره حاوی سیر گزارش شده است (Abd El-Ghany, 2024). همچنین استفاده از پودر سیر تخمیرشده به میزان دو گرم در کیلوگرم خوراک مرغ‌های مادر تخم‌گذار، عملکرد تولیدی را بهبود بخشید (Lim et al., 2023). یافته‌های متا-آنالیز، تأثیر مثبت سیر در مرغ‌های تخم‌گذار را نشان داده است؛ مرغ‌هایی که جیره حاوی سیر مصرف کردند نسبت به گروه شاهد، تولید تخم‌مرغ و معیارهای کیفی تخم‌مرغ بهتری داشتند، اگرچه مقادیر مشاهده‌شده در محدوده داده‌های مربوط به نژاد، سویه و لاین‌های مورد استفاده در این متا-آنالیز بود. این محققین گزارش کردند که تولید و کیفیت تخم‌مرغ در جوجه‌ها به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر عواملی مانند نژاد، سن، روش‌نایی و دما قرار دارد، این محققین پیشنهاد کردند که تحقیقات آینده باید بر تأثیر بلندمدت تغذیه با سیر بر تولید و کیفیت تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار متمرکز شود، زیرا بیشتر مرغ‌های تخم‌گذار مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل در اولین چرخه تولید خود بودند (Ogbuewu et al., 2021).

از طرفی بسیاری از تحقیقات نشان داده‌اند که عملکرد تولیدمثل به‌طور قابل توجهی به رشد مؤثر فولیکول‌های تخمدان وابسته است. این فرآیند تحت تأثیر هورمون‌های جنسی است که توسط محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-تخمدان برای تنظیم تخم‌گذاری ترشح می‌شوند (Brady et al., 2020; Tan et al., 2021). اثر گیاهان دارویی همانند سیر و رازیانه بر هورمون‌های جنسی (استروژن) نشان داده شده است (Kazemi Fard et al., 2013; Taherkhani et al., 2018; Pourjafari et al., 2020).

تحقیقات زیادی درباره اثر سیر و رازیانه بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار انجام شده است که اکثر آن‌ها به اثر مثبت این گیاهان دارویی بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار اشاره کرده‌اند، اما جهت بررسی بیشتر لازم است که اثر آن‌ها بر ریخت‌شناسی تخمدان و همچنین در سنین مختلف مورد توجه قرار گیرد. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر عصاره‌های سیر و رازیانه بر عملکرد تخم‌گذاری و ریخت-شناسی تخمدان در مرغ‌های مادر تخم‌گذار در آخر دوره تولید طراحی شد.

مواد و روش‌ها

پرندگان و تیمارهای آزمایشی: در این مطالعه از ۶۰ قطعه مرغ مادر تخم‌گذار سویه‌های لاین W80 در سن ۶۵ هفتگی به‌صورت

آلین، یک سولفوکسید است که از سیستم‌تین تولید می‌شود. سیر همچنین حاوی بخش‌های مجزایی است که حاوی آنزیم آلیناز هستند که هنگام خرد شدن، آلین را به آلیسین تبدیل می‌کند و بوی خاص سیر و همچنین تعدادی از خواص دارویی را به آن می‌دهد (Hidayatik et al., 2024). همچنین حاوی ترکیبات شیمیایی آنتی‌بیوتیکی از جمله فلاونوئیدها، ساپونین‌ها، آلکالوئیدها و فنل‌ها است (Nandhini et al., 2024).

از سوی دیگر، رازیانه با نام علمی *Foeniculum vulgare*، گیاهی دو یا چندساله از خانواده چتریان است، دانه این گیاه به‌عنوان یک ترکیب معطر و دارویی از گذشته مورد استفاده قرار گرفته است. گزارش شده است که رازیانه دارای اثرات دارویی متعدد از جمله خاصیت آنتی‌اکسیدانی است (Kooti et al., 2015; Al-Amoudi, 2017). همچنین گزارش شده است که مصرف عصاره دانه رازیانه موجب کاهش قند خون، کاهش چربی و کاهش فعالیت‌های اکسیداتیو در موش‌های دیابتی‌شده با استرپتوزوسین گردید و مشکلات کبدی ناشی از دیابت نیز برطرف شد (Parsaeyan, 2016). اثرات مثبتی از این گیاه بر کبد و کلیه نیز گزارش شده است (Al-Amoudi, 2017). ترکیبات اصلی رازیانه شامل ترانس آنتول، لیمونن و فنچون است، آنتول خواص استروژنی را فعال می‌کند، همچنین رازیانه به‌عنوان منبع غنی از فیتواستروژن‌ها به‌خصوص ایزوفالون می‌باشد (Krychman, 2011). در بررسی اثر رازیانه به‌عنوان یک گیاه فیتواستروژن بر رت‌های نر بیان شد که فلاونوئیدها و آنتول از ترکیبات استروژنی موجود در رازیانه هستند (Helal et al., 2019).

در گزارش‌های مختلف، اثرات مثبت این دو گیاه بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار نشان داده شده است. گزارش شده است که مکمل کردن جیره با ۵۰ یا ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک، رازیانه باعث افزایش تولید تخم، افزایش جوجه‌های قابل فروش و حفظ تیترا آنتی‌بادی نیوکاسل شد، با این حال تنها افزودن ۵۰ میلی‌گرم به‌ازای هر کیلوگرم به جیره باعث کاهش تخم‌مرغ‌های دو زرده، افزایش ضخامت پوسته، تعداد تخم‌های متوسط، بهبود عملکرد، بهبود جوجه‌کشی و پاسخ ایمنی در مرغ‌های مادر گوشتی پس از تولد‌گیری شد. با این حال تحقیقات بیشتری برای درک سازوکارهایی که توسط آن رازیانه عملکرد کلی طیور را بهبود می‌بخشد، پیشنهاد شده است (Kazemi Fard et al., 2013). دانه رازیانه دارای اثرات بیولوژیکی مختلفی از جمله بهبود عملکرد، تکثیر سلول‌های ایمنی، کاهش تنش اکسیداتیو و افزایش تیترا آنتی‌بادی در برابر بیماری‌های عفونی در پرندگان است. گزارش شده است که اثر بخشی این گیاه بر اساس سن، فرآیند استخراج، موقعیت جغرافیایی، گونه‌های مرغ، شیوه‌های مدیریتی و غلظت‌های استفاده‌شده تعیین می‌شود (Khan et al., 2022).

بررسی‌ها نشان داده است که استفاده از سیر و مشتقات آن در

تخمندان جدا گردید. فولیکول‌های زرد بزرگ تخمدان شمارش شدند و وزن آن‌ها توسط ترازوی دیجیتالی گرمی (UNIWEIGH، ساخت کشور چین) با دقت ۰/۰۱ گرم و قطر آن‌ها به وسیله کولیس دیجیتالی (INSIZE ساخت کشور تایوان) اندازه‌گیری گردید. فولیکول‌های با قطر بزرگ‌تر از ۱۰ میلی‌متر به عنوان فولیکول زرد بزرگ در نظر گرفته شدند (Rahman, 2001; Hloko et al., 2023).

بررسی بافت تخمدان: بافت تخمدان مرغ‌های کشتار شده

توسط آب مقطر شست‌وشو داده شد و درون فرمالین ۱۰ درصد (یک حجم فرمالین ۳۷ درصد + ۹ حجم آب) تا زمان بررسی ریخت‌شناسی تثبیت شد.

آب‌گیری (با الکل)، شفاف کردن (با گزپلول) و آغشتگی با پارافین توسط دستگاه تیشو پروسور (مدل Leica ساخت کشور ایتالیا) انجام شدند، سپس بافت‌ها توسط پارافین مذاب بلوک‌بندی گردید. بلوک‌ها بعد از سرد شدن توسط دستگاه میکروتوم (مدل Leica ساخت کشور ایتالیا) به قطر چهار میکرون برش داده شدند، از برش‌ها لام تهیه شد و لام‌های تهیه‌شده در دمای ۶۰ تا ۷۰ درجه به مدت یک ساعت انکوبه شدند و در نهایت رنگ‌آمیزی هماتوکسین اتوژین انجام گردید (Eslami et al., 2019). لام‌های مورد نظر توسط میکروسکوپ نوری با لنز ۴، ۱۰ و ۴۰ بررسی شدند. تصاویر حاصل از بررسی میکروسکوپی ریخت‌شناسی اندام‌های تولیدمثلی (شکل ۱) توسط نرم‌افزار Image J ثبت شدند.

آنالیز آماری: این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی

به صورت سه تیمار، پنج تکرار و چهار قطعه مرغ در هر تکرار انجام شد.

داده‌های عملکرد و ویژگی‌های فولیکول‌ها توسط نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۸ رویه GLM آنالیز گردید. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح خطای ۰/۰۵ انجام شد.

مدل آماری استفاده‌شده جهت آنالیز داده‌های حاصل از بررسی فولیکول‌های زرد بزرگ به صورت معادله ۲ بود:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij} \quad \text{معادله (۲)}$$

که در آن، Y_{ij} : مشاهده j از تیمار i ; μ : میانگین مشاهدات، T_i : اثر تیمار و E_{ij} : اشتباه آزمایشی است.

مدل استفاده‌شده جهت مقایسه داده‌های عملکرد هفته‌های مختلف به صورت معادله ۳ بود:

$$Y_j + E_{a_{jk}} + E_{b_{ijk}} \times Y_{ijk} = \mu + T_i + W_j + T_i \quad \text{معادله (۳)}$$

که در آن، Y_{ijk} : مشاهده مربوط به تیمار i در زمان اندازه‌گیری j در تکرار k ; μ : اثر میانگین، T_i : تیمار، W_j : هفته، $T_i \times W_j$: تیمار $\times$ هفته، $E_{a_{jk}}$: اشتباه اصلی و $E_{b_{ijk}}$: اشتباه فرعی است.

جهت بصری‌سازی و تحلیل داده‌های میکروسکوپی از نرم‌افزار

سه تیمار، پنج تکرار و چهار قطعه مرغ در هر تکرار استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- تیمار شاهد (دانه ذرت و کنجاله سویا)، ۲- شاهد + عصاره خشک رازیانه (۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک) و ۳- شاهد + عصاره خشک سیر (۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک) بودند. جیره‌های آزمایشی به مدت ۱۰ هفته در اختیار مرغ‌ها قرار گرفت. عصاره خشک سیر و عصاره خشک رازیانه از شرکت توسعه شیمیایی جهاد دانشگاهی کرج خریداری شدند. در کل دوره آزمایش، دمای محیط توسط سه عدد دماسنج در قسمت‌های مختلف سالن، ۲۰-۱۸ درجه ثابت نگه‌داشته شد و رطوبت سالن بین ۳۰ تا ۴۰ درصد با رطوبت‌سنج کنترل شد. برنامه نوردهی سالن در دوره تخم‌گذاری مرغ‌ها شامل ۱۵ ساعت روشنایی و نه ساعت تاریکی بود که توسط تایمر کنترل شد.

جیره‌های آزمایشی: مواد خوراکی استفاده‌شده در این آزمایش

طبق توصیه شرکت مرغک استفاده شدند و جیره‌های آزمایشی مورد استفاده با استفاده از نرم‌افزار جیره‌نویسی UFFDA، طبق توصیه جداول راهنمای هایلین W80 (۲۰۱۶) براساس اسید آمینه قابل‌هضم فرموله شدند. عصاره‌ها به صورت سرک به جیره‌ها اضافه گردید. آماده‌سازی جیره‌ها به صورت دستی انجام گرفت.

صفات عملکردی: روزانه به ازای هر مرغ ۱۱۵ گرم خوراک

وزن شد و با شروع روشنایی در اختیار مرغ‌ها قرار گرفت. در پایان هر هفته، غذای باقی‌مانده هر قفس توزین شده و خوراک جدید در اختیار مرغ‌ها قرار گرفت و میزان خوراک مصرفی براساس روز مرغ محاسبه شد. تخم‌های تولیدشده در هر روز جمع‌آوری و توزین شدند و در نهایت صفات عملکردی شامل مصرف خوراک، توده تخم‌مرغ، درصد تولید و میانگین وزن تخم‌مرغ با در نظر گرفتن روز مرغ محاسبه گردید (Yigrem et al., 2024). جهت تعیین هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم تخم‌مرغ تولیدی، هزینه هر کیلوگرم خوراک در ضریب تبدیل غذایی آن ضرب شد و مورد آنالیز قرار گرفت (Nobakht, 2016)، قیمت هر کیلوگرم خوراک با قیمت بازار آزاد نهاده‌ها در سال ۱۴۰۱ محاسبه شد. شاخص تولید تخم‌مرغ نیز مطابق معادله ۱ به دست آمد (Lukanov et al., 2023).

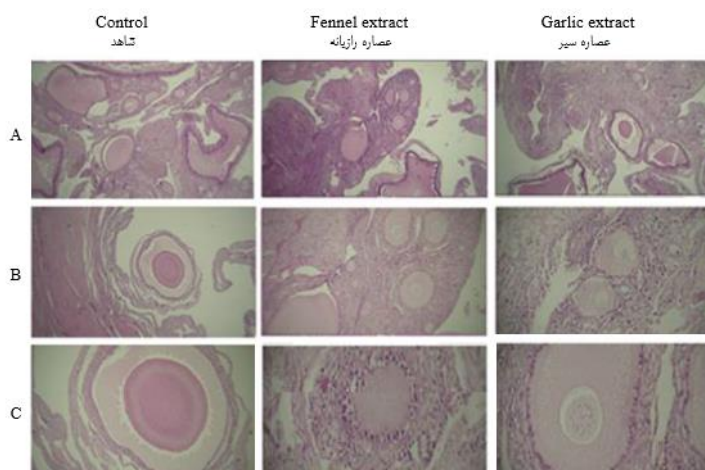
$$\text{EPEI} = [(L \times \text{DEMP}) / \text{FCR}] \times 100 \quad \text{معادله (۱)}$$

که در آن، EPEI: شاخص بهره‌وری تولید تخم‌مرغ، L: زنده‌مانی، DEMP: توده تخم‌مرغ تولیدی روزانه برحسب کیلوگرم و FCR: ضریب تبدیل خوراک است.

کشتار و بررسی فولیکول‌های زرد بزرگ: در پایان هفته

دهم (سن ۷۵ هفتگی) یک عدد مرغ از هر تکرار (پنج قطعه از هر تیمار)، به صورت تصادفی انتخاب و کشتار شد. حفره شکمی باز شده و

Graph Pad Prism، نسخه ۸ توسط روش آماری تجزیه واریانس یک طرفه (One- Way ANOVA) استفاده گردید. $P < 0.05$ به عنوان سطح معنی داری در نظر گرفته شد.



شکل ۱- بررسی میکروسکوپی بافت تخمدان تیمارهای شاهد، عصاره رازیانه و عصاره سیر با بزرگ نمایی ۴ (A)، ۱۰ (B) و ۴۰ (C)

Figure 1- Histological analysis of ovarian tissue from the control group and treatments with fennel and garlic extracts, observed at magnifications of 4× (A), 10× (B) and 40× (C)

جدول ۱- اثر استفاده از عصاره رازیانه و عصاره سیر در جیره بر عملکرد مرغ های مادر تخم گذار

Table 1- The effect of fennel and garlic extracts in the diet on the performance of layer breeders

تیمارهای آزمایشی Experimental treatments	متغیر Variable						شاخص بهره وری تولید تخم مرغ Egg production efficiency index
	خوراک مصرفی (گرم/روز/پرنده) Feed intake (g/day/hen)	توده تخم مرغ (گرم/پرنده/روز) Egg mass (g/day/hen)	ضریب تبدیل Feed conversion ratio	تولید تخم مرغ (درصد) Egg production (%)	میانگین وزن تخم مرغ (گرم) Egg weight average (g)	هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم تولید تخم مرغ (تومان) Feed cost per kg of egg production (Toman)	
شاهد Control	110.40	43.05	2.69	75.83	58.47	31848	164.14
عصاره رازیانه Fennel extract	112.49	45.56	2.55	78.17	60.27	29433	190.70
عصاره سیر Garlic extract	110.18	41.49	2.74	71.35	59.58	31656	161.68
خطای استاندارد میانگین ها SEM ¹	1.145	2.906	0.149	5.059	1.258	2238.71	21.947
سطح معنی داری value-P							
تیمار Treatment	0.3242	0.8385	0.7732	0.6373	0.6056	0.9385	0.8517
هفته Week	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
تیمار × هفته Treatment × week	0.9875	0.6197	0.4237	0.4822	0.6916	0.2891	0.6417

SEM¹: خطای استاندارد میانگین ها

¹SEM: standard error of means

نتایج

عملکرد: نتایج نشان داد که صفات عملکردی در کل دوره (خوراک مصرفی، توده تخم‌مرغ تولیدی، میانگین وزن تخم‌مرغ، ضریب تبدیل و تولید تخم‌مرغ) و همچنین شاخص بهره‌وری تولید تخم‌مرغ و هزینه خوراک به‌ازای هر کیلوگرم تولید تخم‌مرغ توسط عصاره سیر و رازیانه تحت تأثیر قرار نگرفت ($P > 0.05$) (جدول ۱).

فولیکول‌های زرد بزرگ: در این آزمایش، تعداد، میانگین وزن و قطر فولیکول‌های زرد بزرگ و همچنین وزن و قطر بزرگ‌ترین فولیکول در تیمارهای مختلف در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($P > 0.05$) (جدول ۲).

جدول ۲- اثر استفاده از عصاره رازیانه و عصاره سیر در جیره بر فولیکول‌های زرد بزرگ در مرغ‌های مادر تخم‌گذار
Table 2- The effect of fennel and garlic extracts in the diet on large yellow follicles in layer breeders

تیمارهای آزمایشی Experimental treatments	متغیر Variable				
	تعداد فولیکول‌های زرد بزرگ Number of large yellow follicles	میانگین وزن فولیکول‌های زرد بزرگ (گرم) Average weight of large yellow follicles (g)	میانگین قطر فولیکول‌های زرد بزرگ (میلی‌متر) Average diameter of large yellow follicles (mm)	وزن بزرگ‌ترین فولیکول (گرم) Weight of the largest follicle (g)	قطر بزرگ‌ترین فولیکول (میلی‌متر) Diameter of the largest follicle (mm)
شاهد Control	5.50	40.118	23.982	14.870	32.255
عصاره رازیانه Fennel extract	4.60	34.096	25.755	13.314	31.878
عصاره سیر Garlic extract	5.00	39.102	24.470	14.842	33.246
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM ¹	0.401	4.210	1.413	1.214	1.189
سطح معنی‌داری value-P					
تیمار Treatment	0.3357	0.5672	0.6695	0.5870	0.6538

SEM¹: خطای استاندارد میانگین‌ها

¹SEM: Standard error of means

ویژگی‌های تخمدان: تعداد فولیکول‌های در حال رشد (شکل

۲) در تیمار عصاره رازیانه به‌صورت معنی‌داری بیشتر بود.

تعداد فولیکول‌های آتروفیه‌شده (شکل ۳) در تیمارهای عصاره سیر و عصاره رازیانه در مقایسه با شاهد تحت تأثیر قرار نگرفتند. قطر لایه گرانولوزا (شکل ۴) در تیمارهای رازیانه و سیر به‌ترتیب بیشترین مقدار بود.

بحث:

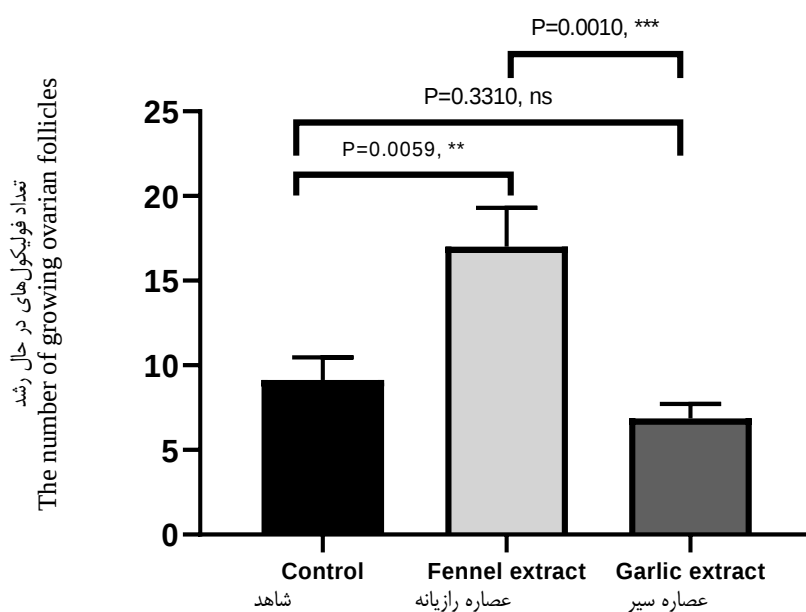
در این مطالعه، تأثیر عصاره‌های سیر و رازیانه بر عملکرد تولیدی و ریخت‌شناسی دستگاه تولیدمثل در مرغ‌های مادر تخم‌گذار در پایان دوره تولید ارزیابی شد. نتایج نشان داد که عصاره‌های استفاده‌شده

تأثیری بر عملکرد تخم‌گذاری نداشتند، درحالی‌که بسیاری از تحقیقات پیشین، اثرات مثبت این گیاهان را بر شاخص‌های تولیدی طیور گزارش کردند. تحقیقات نشان دادند که عصاره رازیانه دارای ترکیبات استروژن‌مانندی است که می‌تواند در افزایش تولید تخم‌مرغ نقش داشته باشد. اثرات مثبت عصاره رازیانه بر بهبود عملکرد، جوجه‌ریزی و پاسخ ایمنی در مادران گوستی نشان داده شده است (Kazemi Fard et al., 2013)، همچنین استفاده از ۰/۵ درصد رازیانه در جیره مرغ‌های تخم‌گذار بهبود عملکرد را به همراه داشت (Samantaray & Nayak, 2022).

از طرف دیگر، برخی پژوهش‌ها نتیجه‌گیری متفاوتی داشتند، به‌عنوان مثال اثر غلظت‌های مختلف اسانس رازیانه بر صفات عملکردی در مرغ‌های تخم‌گذار بدون تأثیر گزارش شد (Taki et al.,

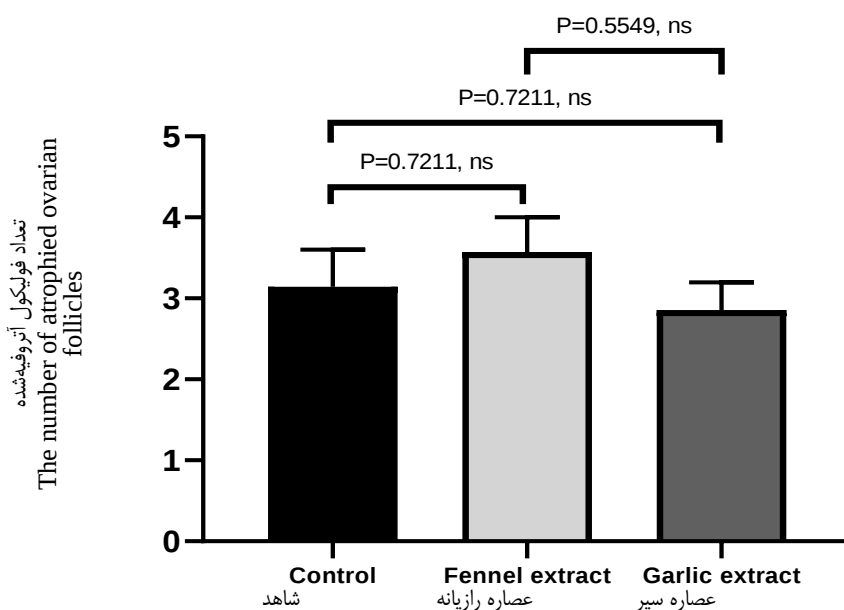
سلامت طیور دارد، اما باید عواملی که در اثرگذاری آن دخالت دارند بیش‌تر مورد بررسی قرار گیرند. در مطالعاتی که اثر سیر در مرغ‌های تخم‌گذار بررسی شده است، نیز تعدادی از مطالعات تأثیر مثبت آن بر عملکرد را گزارش کرده‌اند (Abd El-Ghany, 2024) و در برخی دیگر نیز اثری بر عملکرد مشاهده نشده است.

(2014). در مطالعه حاضر نیز عصاره رازیانه بر عملکرد مرغ‌های مادر تخم‌گذار تأثیر معنی‌داری نداشت. از جمله علت این تفاوت‌ها ممکن است مرحله و سن گیاهان، فرآیند استخراج، موقعیت جغرافیایی، گونه‌های مرغ، تکنیک‌های مدیریت، غلظت اجزای فعال رازیانه و مقدار آن‌ها در هر وعده خوراکی باشد (Khan et al., 2022)، این محققین گزارش کردند که دانه رازیانه اثرات مثبت متعددی بر رشد و



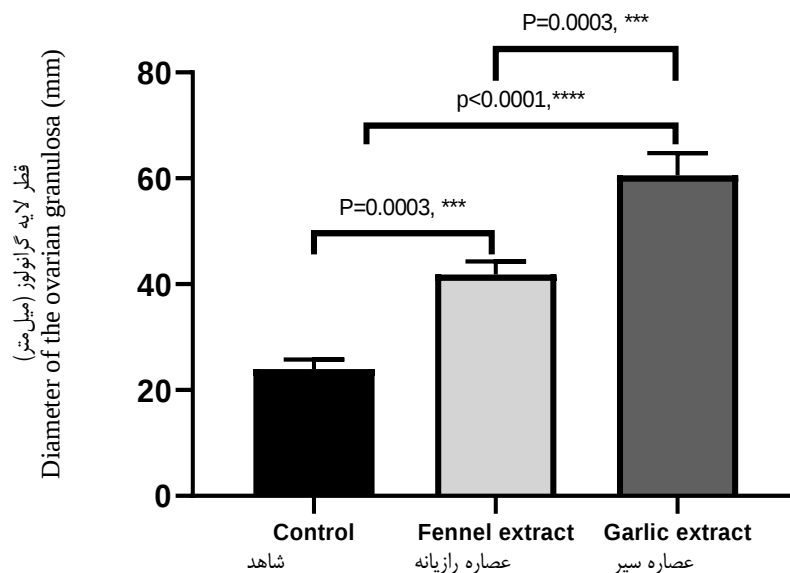
شکل ۲- اثر عصاره‌های سیر و رازیانه بر تعداد فولیکول‌های در حال رشد تخمدان

Figure 2- The effect of garlic and fennel extracts on the number of growing ovarian follicles



شکل ۳- اثر عصاره‌های سیر و رازیانه بر تعداد فولیکول‌های آتروفیه شده تخمدان

Figure 3- The effect of garlic and fennel extracts on the number of atrophied ovarian follicles



شکل ۴- اثر عصاره‌های سیر و رازیانه بر قطر لایه گرانولوزای تخمدان

Figure 4- The effect of garlic and fennel extracts on the diameter of the ovarian granulosa

اسانس رازیانه، به‌ویژه به‌صورت تزریقی، تأثیر مثبتی بر شاخص‌های هورمونی و ساختاری تخمدان دارد. در پژوهش دیگر، تزریق ۱۰ میلی گرم اسانس رازیانه به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن در مرغ‌های تخم‌گذار موجب بهبود تولید تخم‌مرغ، وزن تخم‌مرغ، وزن زرده، استروژن و فولیکول‌های سفید بزرگ شد، اما بر فولیکول‌های زرد بزرگ تأثیر نداشت (Taherkhani et al., 2018).

بررسی‌های بافت‌شناسی در این مطالعه نشان داد که تعداد فولیکول‌های تخمدان با تیمارهای استفاده‌شده تحت تأثیر قرار نگرفت، اما تیمار رازیانه باعث افزایش تعداد فولیکول‌های در حال رشد گردید. از سوی دیگر، تعداد فولیکول‌های آتروفیه‌شده نیز در این مطالعه تحت تأثیر قرار نگرفتند.

مطالعات پیشین نشان دادند که در روند طبیعی پیری، وضعیت آنتی‌اکسیدانی تخمدان‌ها در مرغ‌ها کاهش یافت. این کاهش به‌دلیل افت فعالیت آنتی‌اکسیدازها و سطوح رونویسی ژن‌های آنتی‌اکسیدان و همچنین افزایش سطح اکسیدان‌ها است (Liu et al., 2018). بنابراین استفاده از آنتی‌اکسیدان‌هایی مثل عصاره گیاهان دارویی می‌تواند به بهبود عملکرد تخمدان کمک کند. در مطالعه حاضر نیز رازیانه اثر مثبتی بر رشد فولیکول داشت.

یافته‌ها نشان داده‌اند که استفاده از ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم عصاره هیدروالکلی رازیانه در خوراک موش اثرات بهتری نسبت به دانه آن داشت. احتمالاً این اثر به‌دلیل افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و وجود عوامل محافظتی و ضدآپوپتوزی مانند استروژن

گزارش شده است که پودر سیر تخمیرشده در جیره مرغ‌های مادر تخم‌گذار تأثیر معنی‌داری بر تولید تخم‌مرغ یا وزن تخم‌مرغ داشت (Lim et al., 2023)، از طرفی، استفاده از پودر سیر در جیره مرغ‌های تخم‌گذار اثر معنی‌داری بر عملکرد نشان نداد (Yigrem et al., 2024). که علت آن می‌تواند منطقه مورد مطالعه، نژاد، سن مرغ، شکل آماده‌سازی سیر، مقدار سیر مورد استفاده، تعداد مرغ‌های مورد مطالعه و مدت زمان استفاده از آن باشد، همان‌طور که در مطالعه متاگرسین (Ogbuewu et al., 2021) بررسی شده است. علاوه بر موارد گفته شد از دلایل احتمالی عدم تأثیرگذاری عصاره‌های استفاده‌شده بر عملکرد می‌تواند نوع پرند (که در مطالعه حاضر مادر تخم‌گذار، اما در مطالعه محققین دیگر مرغ تخم‌گذار تجاری بوده است)، نحوه پرورش (که در مطالعه حاضر بستر بوده است) و تراکم پرندگان (Esenbuga & Ekinci, 2023) باشد.

در مطالعه حاضر، تعداد فولیکول‌های زرد بزرگ و قطر و وزن فولیکول‌ها تحت تأثیر قرار نگرفت. گزارش‌های پیشین نشان داده‌اند که استفاده از ۲۰۰ میلی گرم اسانس رازیانه در مقایسه با شاهد و سطوح ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خوراک، وزن فولیکول‌های زرد بزرگ را به‌صورت معنی‌داری افزایش داد، درحالی‌که وزن بزرگ‌ترین فولیکول تحت تأثیر قرار نگرفت (Taki et al., 2014). اختلاف این نتایج با یافته‌های مطالعه حاضر می‌تواند سن پرند، نحوه استفاده از رازیانه که در مطالعه این محققین اسانس بوده و یا نوع پرند باشد. همچنین پژوهش‌های دیگر نشان دادند که مصرف

داده‌اند که فعالیت استروئیدزایی سلول‌های گرانولوزا در نواحی پروکسیمال و دیستال نسبت به دیسک جنینی بیش‌تر است (Wojtysiak et al., 2011).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که هرچند تیمارهای عصاره رازیانه و سیر تأثیر معنی‌داری بر صفات عملکردی مرغ‌های مادر تخم‌گذار نداشتند، اما تغییرات مثبتی بر بعضی از شاخص‌های تخمدان مشاهده شد. افزایش معنی‌دار تعداد فولیکول‌های در حال رشد و ضخامت لایه گرانولوزا در تیمارهای رازیانه و سیر نشان‌دهنده اثرات بالقوه این عصاره‌ها بر حفظ سلامت تخمدان است. از آنجا که کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تخمدان در طی فرآیند پیری می‌تواند به کاهش باروری منجر شود، نتایج پژوهش حاضر می‌تواند پیشنهادی برای کند کردن روند کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و در نتیجه کاهش باروری با استفاده از عصاره‌های رازیانه و سیر در ترکیب جیره غذایی مرغ‌ان مادر تخم‌گذار باشد. در پژوهش‌های آینده، لازم است که تحقیقات بیشتری جهت روشن‌تر شدن اثر عصاره‌ها در مرغ‌های مادر تخم‌گذار انجام شود. همچنین بررسی دقیق‌تر سازوکارهای مولکولی و ارزیابی تأثیرات این ترکیبات بر سایر شاخص‌های باروری، می‌تواند مسیرهای جدیدی برای افزایش عملکرد تولیدمثلی در مرغ‌های مادر تخم‌گذار فراهم کند.

در تخمدان‌ها باشد (Pourjafari et al., 2020). همچنین تزریق عصاره رازیانه به‌میزان ۵۰۰ میلی‌گرم به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن موش‌ها به‌مدت ۱۴ روز موجب افزایش تعداد فولیکول‌های سالم و کاهش تعداد فولیکول‌های کیستیک شد (Seif Amirhoseiny et al., 2020). مطالعات نشان دادند که در مرغ‌هایی که به‌صورت آزاد تغذیه شدند، برخی از ژن‌هایی که در انتخاب فولیکول نقش دارند، بیشتر بیان شده‌اند که احتمالاً نشان‌دهنده نقش تغذیه در توسعه زودهنگام فولیکول‌ها می‌باشد (Francoeur et al., 2021).

تحقیقات نشان داده‌اند که ریخت‌شناسی بافت و عملکرد سلول‌های گرانولوزا با رشد فولیکول تغییر کرد، به‌طوری‌که ضخامت لایه گرانولوزا با رشد فولیکول کاهش یافت. این فرآیند تحت تأثیر هورمون‌های استروئیدی قرار دارد (Du et al., 2023)، این محققین گزارش کردند که ضخامت لایه گرانولوزا با افزایش سن پرنده کاهش یافت. در مطالعه حاضر، قطر لایه گرانولوزا در تیمارهای رازیانه و سیر به‌صورت معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت که نشان‌دهنده اثر مثبت این عصاره‌ها می‌باشد.

سلول‌های گرانولوزا نقش مهمی در انتقال مواد مغذی به تخمک و تولید هورمون‌هایی مانند استروژن و پروژسترون دارند که برای رشد فولیکول و فرآیند تخمک‌گذاری ضروری هستند. این ویژگی استروئیدزایی در بخش‌های مختلف فولیکول متفاوت است، به‌گونه‌ای که سطح استروئیدزایی در ناحیه دیسک جنینی کمتر از سایر بخش‌ها است. ساختار سلول‌های گرانولوزا در ناحیه دیسک جنینی به‌صورت چندلایه و در نواحی دیگر به‌صورت تک‌لایه است. مطالعات نشان

References

1. Abd El-Ghany, W. A. (2024). Potential effects of garlic (*Allium sativum* L.) on the performance, immunity, gut health, anti-oxidant status, blood parameters, and intestinal microbiota of poultry: An updated comprehensive review. *Animals*, 14(3), 498. <https://doi.org/10.3390/ani14030498>
2. Al-Amoudi, W. M. (2017). Protective effects of fennel oil extract against sodium valproate-induced hepatorenal damage in albino rats. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(4), 915-924. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.10.021>
3. Brady, K., Long, J. A., Liu, H. C., & Porter, T. E. (2020). Differences in *in vitro* responses of the hypothalamo-pituitary-gonadal hormonal axis between low-and high-egg-producing turkey hens. *Poultry Science*, 99(11), 6221-6232. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.048>
4. Du, X., Zhu, Q., Pian, H., Yang, X., Zhao, D., Wu, X., He, j., & Yu, D. (2023). Transcriptome analysis of granulosa cells reveals regulatory mechanisms related to chicken follicle development. *Animals*, 14(1), 20. <https://doi.org/10.3390/ani14010020>
5. Esenbuga, N., & Ekinici, O. (2023). Dietary effects of some plant extracts on laying performance, egg quality, and some blood parameters in laying hens at different cage densities. *Animals*, 13(24), 3866. <https://doi.org/10.3390/ani13243866>
6. Eslami Farsani, M., dakhili, M., Ababzadeh, S., Yeganehparast, M., & Heidari, F. (2019). Histomorphological and histochemical effects of diet with qom zeolite on the tissue structure of the small intestine of broiler chickens compared with commercial zeolite. *Journal of Veterinary Research*, 74(2), 261-71. <https://doi.org/10.22059/jvr.2019.245916.2736>. (In Persian)
7. Filomeni, G., Aquilano, K., Rotilio, G., & Ciriolo, M. R. (2003). Reactive oxygen species-dependent c-Jun NH₂-terminal kinase/c-Jun signaling cascade mediates neuroblastoma cell death induced by diallyl disulfide. *Cancer Research*, 63(18), 5940-5949.

8. Francoeur, L., Stephens, C. S., & Johnson, P. A. (2021). Ad libitum feeding in broiler breeder hens alters the transcriptome of granulosa cells of pre-hierarchical follicles. *Animals*, 11(9), 2706. <https://doi.org/10.3390/ani11092706>
9. Helal, E. G., AL Jalaud, N. A. A., El-Aleem, M. A., & Ahmed, S. S. (2019). Effect of phytoestrogen (fennel) on some sex hormones and other physiological parameters in male albino rats. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*, 74(7), 1616-1620. <https://doi.org/10.21608/ejhm.2019.28268>
10. Hidayatik, N., Yuliani, G. A., Agustono, B., Kristianingtyas, L., Novianti, A. N., & Khairullah, A. R. (2024). Effect of garlic extract (*Allium sativum*) on hematological and clinical chemistry parameters of laying quail. *Asian Journal of Dairy & Food Research*, 43(4), 790-795. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.DRF-408>
11. Hloko, V. R., Tyasi, T. L., Mbazima, V., & Gunya, B. (2023). Investigation of egg weight, ovarian follicles morphology and growth differentiation factor 9 mRNA expression in potchefstroom koekoek chicken breed. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 25, eRBCA-2022. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2022-1723>
12. Kazemi fard M., Kermanshahi, H., Rezaei, M., & Golian, A. (2013). Effect of different levels of fennel extract and vitamin D₃ on performance, hatchability and immunity in post molted broiler breeders. *Iranian Journal of Applied Animal Sciences*, 3(4), 733-45.
13. Krychman, M. L. (2011). Vaginal estrogens for the treatment of dyspareunia. *The Journal of Sexual Medicine*, 8(3), 666-674. <https://doi.org/10.1111/j.1743-6109.2010.02114.x>
14. Khan, R. U., Fatima, A., Naz, S., Ragni, M., Tarricone, S., & Tufarelli, V. (2022). Perspective, opportunities and challenges in using fennel (*Foeniculum vulgare*) in poultry health and production as an eco-friendly alternative to antibiotics: A review. *Antibiotics*, 11(2), 278. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11020278>
15. Kooti, W., Moradi, M., Ali-Akbari, S., Sharafi-Ahvazi, N., Asadi-Samani, M., & Ashtary-Larky, D. (2015). Therapeutic and pharmacological potential of *Foeniculum vulgare* Mill: A review. *Journal of HerbMed Pharmacology*, 4(1), 1-9.
16. Lim, C. I., Kim, H. K., Heo, K. N., You, A. S., & Choo, H. J. (2023). Effects of dietary supplementation of fermented garlic powder on productive performance, hatchability, and biochemical blood parameters of layer breeders. *Journal of Animal Health and Production*, 11(1), 50-55. <https://doi.org/10.17582/jahp/2023/11.1.50>
17. Liu, X., Lin, X., Mi, Y., Li, J., & Zhang, C. (2018). Grape seed proanthocyanidin extract prevents ovarian aging by inhibiting oxidative stress in the hens. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018(1), 9390810. <https://doi.org/10.1155/2018/9390810>
18. Lukanov, H., Genchev, A., & Petrov, T. (2023). The egg production efficiency index (EPEI) as an economic indicator for measuring poultry egg production. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 29, 747-751.
19. Nandhini, V., Kaarunya, E., & CM, A. (2024). In-vitro antibacterial activity of Kodai hill garlic (*Allium sativum*) aqueous extract against wound infection pathogens including MRSA. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 13(1), 322-326. <https://doi.org/10.22271/phyto.2024.v13.i1d.14847>
20. Nobakht, A. (2016). The effects of different levels of diet metabolizable energy on performance, egg traits and blood parameters of aged laying hens. *Livestock Research*, 5(1), 59-67. <https://doi.org/10.22077/jlr.2016.448>
21. Ogbuewu, I. P., Okoro, V. M., & Mbajiorgu, C. A. (2021). Meta-analysis of the responses of laying hens to garlic (*Allium sativum*) supplementation. *Animal Feed Science and Technology*, 275, 114866. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114866>
22. Parsaeyan, N. (2016). The effect of *Foeniculum vulgare* (fennel) extract on lipid profile, lipid peroxidation and liver enzymes of diabetic rat. *Iranian Journal of Diabetes and Obesity*, 8(1), 24-29. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(80\)81015-4](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(80)81015-4)
23. Pourjafari, F., Haghpanah, T., Nematollahi-Mahani, S. N., Pourjafari, F., & Ezzatabadipour, M. (2020). Hydroalcoholic extract and seed of *Foeniculum vulgare* improve folliculogenesis and total antioxidant capacity level in F1 female mice offspring. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 20, 1-8. <https://doi.org/10.1186/s12906-020-03083-3>
24. Rahman, K. (2001). Historical perspective on garlic and cardiovascular disease. *The Journal of Nutrition*, 131(3), 977S-979S. <https://doi.org/10.1093/jn/131.3.977S>
25. Samantaray, L., & Nayak, Y. (2022). The influences of black pepper, turmeric and fennel essential oils supplementation in feed on egg quality characteristics of layers. *Journal of Animal Health and Production*, 10(4), 522-528. <https://doi.org/10.17582/jahp/2022/10.4.522.528>
26. Seif Amirhoseiny, E., Ganji, A., Mosayebi, G., & Ghazavi, A. (2020). Immunomodulatory effect of fennel in

- animal model of polycystic ovarian syndrome. *Journal of Arak University of Medical Sciences*, 23(1), 22-33. <https://doi.org/10.32598/JAMS.23.1.51.4>
27. Taherkhani, R., Ghiasi, H., & Ebrahimi, M. (2018). The effect of using fennel on plasma estrogen and performance of laying hens. *Journal of Biochemical Technology*, 2, 115-122.
28. Taki, A., Salari, S., Bojarpour, M., Sari, M., & Taghizadeh, M. (2014). The effect of *foeniculum vulgare* essence on production performance, egg quality and reproductive parameters of laying hens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 6(2), 140-9. <https://doi.org/10.22067/ijasr.v6i2.21963>
29. Tan, Y. G., Xu, X. L., Cao, H. Y., Zhou, W., & Yin, Z. Z. (2021). Effect of age at first egg on reproduction performance and characterization of the hypothalamo–pituitary–gonadal axis in chickens. *Poultry Science*, 100(9), 101325. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101325>
30. Wojtysiak, D., Okólski, A., & Sechman, A. (2011). Structure and steroidogenic activity of the granulosa layer of F1 preovulatory ovarian follicles of the hen (*Gallus domesticus*). *Folia biologica (Kraków)*, 59(1-2), 59-64. https://doi.org/10.3409/fb59_1-2.59-64
31. Yigrem, M., Animut, G., & Mekuriaw, Y. (2024). Effect of neem (*Azadirachta indica*), girawa (*Vernonia amygdalina*) leaves meal and garlic (*Allium sativum*) on performance and egg qualities of layer chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 33(4), 100469. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2024.100469>