The University of Tehran Press

Iranian Journal of Animal Science

Online ISNN: 2008-4773

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

Evaluation the effects of Microencapsulated medicinal plants extracts on growth performance, carcass components and immune response of broilers

Hassan Kihani Yazdi[1], Seyyed Javad Hosseini-Vashan[2]✉, Shadi Balourian[3], Majid Afshari[4]

1. Department of Animal Science, College of Agriculture, University of Birjand, Birjan, Iran. E-mail: hasankyazdi@birjand.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Animal Science, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand. Iran. E-mail: jhosseiniv@birjand.ac.ir
3. Food Industry, Research Institute of Food Science and Technology University of Mashhad, Mashhad. Iran. E-mail: Bolourian@acecr.ac.ir
4. Managing Director of Danesh Banyan Golchin Toos (Mashhad Academic Jihad Breeding Company), Mashhad. Iran. E-mail: golchintoos@gmail.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 6 June 2023

Received in revised form: 13 July 2023

Accepted: 25 August 2023

Published online: 22 September 2024

Keywords:

Antiobody titer,

Broiler,

Feed conversion ratio,

Microencapsulated,

Herbal extract.

ABSTRACT

The aim of this experiment was to investigate and compare the effectiveness of the microencapsulated of medicinal plant extracts and raw extracts of six plants involved thyme, oregano, rosemary, fennel, turmeric and peppermint on growth performance, carcass components and immune response of broilers. In invitro condition, the extracts were microcoated with different ratios of carbohydrate wall (1:10, 1:15 and 1:20). The results showed that the ratio of 1:10 microencapsulated is more efficiency in terms of quality indicators. For this experiment, 650 one-day-old chicks of ROSS 308 were used in a completely randomized design with 13 treatments, 5 replicats and 10 birds for 42 days. The amount of 600 mg/kg of raw extract and 6.6 gr/kg of micro-encapsulated extract of plants was added to the rations in a mixed component. Data on feed intake, weight gain and feed conversion ratio were recorded in periods of 0-10, 11-24 and 25-42 days. On the seventh day of the experiment, Newcastle and influenza vaccines were injected, and at the 35th day, one bird from each replicate were bleeding and the antibody titer was measured. The results showed, as compare to control, treatments containing a microencapsulated extracts increased body weight in the starter and grower periods, and improved the FCR in the starter, grower an d whole period of experiment($P<0.05$). However, the treatments containing raw and microencapsulated extract had no effect on feed intake. The treatments of raw and microencapsulated extracts increased the relative weight of carcass and abdominal fat, but had no effect on the antibody titer against Newcastle disease and influenza. Therefore, the addition of different proportions of microcapsule extract may improve the growth performance of broiler chickens.

Cite this article: Kihani Yazdi, H., Hosseini-vashan, S. J., Balourian, Sh. & Afshari, M. (2024). Evaluation the effects of Microencapsulated medicinal plants extracts on growth performance, carcass components and immune response of broilers. *Iranian Journal of Animal Science*, 55 **(3),** 401-418. DOI: https://doi.org/10.22059/ijas.2023.360254.653950

© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijas.2023.360254.653950

Extended Abstract

Introduction

In recent decades, after banning the use of growth promotors and therapeutic compounds with a negative impact on human health, such as antibiotics, in many countries, including the European Union, there is a tendency to use alternative substances such as herbal bioactive compounds, which are particularly more effective. Medicinal plants and their compounds have long been of interest to traditional and industrial livestock and poultry farmers. One of the most important advantages of effective herbal substances is the lack of

resistance of bacteria and pathogens to these compounds due to their long-term use from the past to the present day. Due to the sensitivity of plant compounds and on the other hand to protect them until the bird consumes them and reaches the desired organs in the body, processes such as microcoating are used. During the microencapsulation process, the active substances of the plant (essence or extract) are trapped inside lipid, protein, or carbohydrate membranes. These valuable compounds are protected from oxidation and degradation until they are consumed and enter the digestive system. On the other hand, it is easier to store, transport and mix plant extracts in the form of microcapsule powder compared to raw extracts that are in liquid form. The purpose of this experiment is to investigate and compare the effect of microcapsulated extract and free extract (without capsules) of six plants: thyme, oregano, rosemary, fennel, turmeric and mint on performance, carcass components and immune response of broiler chickens.

Materials and methods

Medicinal plants including thyme, oregano, rosemary, fennel, turmeric and mint extracts were prepared and then encapsulated in three ratios of 1:10, 1:15, 1:20 plant extract/ carbohydrate wall on a laboratory scale. The microencapsulation efficiency (%) was evaluated with some quality indicators. Capsules with a ratio of 1:10 plant extract/carbohydrate wall showed higher encapsulated quality and lower cost than other ratios. Therefore, this ratio was used for production in industrial scales. The final product of the powdered microencapsule were combined with each other according to each treatment and added to the diet of broiler chickens. To conduct the *in vivo* experiment, 650 one-day-old chicks of ROSS 308 were used in a completely randomized design with 13 treatments and 5 repelicates and 10 birds for 42 days in the battery cage system of Zarin Roshd Kosar Research Farm. The amount of 600 mg/kg of free extract and 6.6 gr/kg of microencapsulated extract of plants was added to the diets based on dietary treatments. The diets were adjusted and used for the 4 periods involved starter 1-10 days), grower (11-24 days), finisher (25-35 and 36-42days). The feed intake, weight gain and feed conversion ratio were recorded in periods of starter, grower and finisher. On the seventh day of the experiment, Newcastle and influenza vaccine (Razi) was injected, and on the thirty-fifth day of the experiment, one bird was selected from each repelication and the antibody titer was measured. At the end of the experiment, one bird was selected and slaughered from each repelication, and the relative weight of the carcass components was determined.

Resuls and Discussion

The results of the experiment showed that the treatments containing the mixture of microencapsulated extracts increased the weight gain in the starter and grower compared to the control treatment, however all the treatments containing raw extract and most of the microencapsulated treatments had no effect on feed intake. Adding of microencapsulated mixed plant extracts to the diet improved the feed conversion ratio compared to the control treatment and some treatments of raw extract were grown in the starter. In the growth period (11-24), chickens fed with the diet containing microencapsulated extracts with the formulas of treatment 7, 9 and 11 and raw extract treatment with formula 8 showed an improvement in feed conversion ratio compared to the control treatment and raw extracts diets. In the whole experiment, the addition of microcapsule extracts with the formula of treatments 3 and 13 and raw extract of treatment 8 improved the feed conversion ratio compared to the control. Treatments contained raw and microencapsulated extract increased relative carcass weight and abdominal fat, but had no effect on antibody titers against Newcastle disease and influenza. Using of different proportions of microencapsulated plant extracts significantly improves the growth performance in the whole period and in the starter. The starter period is one of the most sensitive periods due to the possibility of bacterial infections such as yolk sac infection, lack of development of the digestive system and low secretion of digestive enzymes. According to the results, the use of microencapsulated compounds of plant extracts improved growth performance in starter period. The positive effects of plant extracts can be due to antibacterial effects, improvement of the morphology of the villi of the digestive tract, and an increase in the secretion of digestive enzymes. On the other hand, the use of microencapsulated extracts can be more effective, and the powdered microcapsule can be better mixed with the poultry diet compared to the liquid form of the raw extract. And it does not need to be stored in special temperature and environmental conditions until consumption, and it can easily be used in breeding farms. The treatments contained raw or microcapsule extracts increased the relative weight of carcass and abdominal fat, but had no effect on the antibody titer against Newcastle disease and influenza.

Conclusion:

Therefore, the addition of different proportions of microcapsule extract may improve the growth performance of broiler chickens.

نشریه علوم دامی ایران، دوره ۵۵، شماره ۳

انتشارات دانشگاه تهران

شاپا الکترونیکی: ۷۹۴۹-۲۴۲۳

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

ارزیابی اثرات ریزپوشانی مخلوط عصاره گیاهان دارویی بر عملکرد رشد، اجزا لاشه و پاسخ ایمنی جوجه گوشتی

حسن کیهانی یزدی[۱] | سید جواد حسینی واشان[۲]✉ | شادی بلوریان[۳] | مجید افشاری[۴]

۱. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند. ایران. رایانامه: hasankyazdi@birjand.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند. ایران. رایانامه: jhosseiniv@birjand.ac.ir

۲. گروه صنایع غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد. ایران. رایانامه: Bolourian@acecr.ac.ir

۳. مدیر عامل شرکت دانش بنیان گلچین توس (شرکت زایشی جهاد دانشگاهی مشهد)، مشهد، ایران. رایانامه: golchintoos@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۱۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۴/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۳

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۷/۰۱

کلیدواژه‌ها:

جوجه گوشتی، ریزپوشانی، ضریب تبدیل خوراک، عیار پادتن.

چکیده

هدف از اجرای آزمایش، بررسی و مقایسه اثر بخشی فرآیند ریزپوشانی عصاره‌های گیاهی و عصاره خام شش گیاه آویشن، پونه کوهی، رزماری، رازیانه، زردچوبه و نعناع فلفلی بر عملکرد رشد، اجزای لاشه و پاسخ ایمنی جوجه گوشتی بود. در مرحله آزمایشگاهی، عصاره‌ها با نسبت‌های مختلف دیواره کربوهیدراتی (۱:۱۰؛ ۱:۱۵ و ۱:۲۰) ریزپوشانی شدند که یافته‌ها نشان داد نسبت ۱:۱۰ ریزپوشانی از نظر شاخص‌های کیفی بهتر است. در آزمایش مزرعه‌ای از ۶۵۰ قطعه جوجه‌خروس یک روزه راس ۳۰۸ در طرح کاملاً تصادفی با ۱۳ تیمار، ۵ تکرار و ۱۰ پرنده در تکرار به مدت ۴۲ روز استفاده شد. میزان mg/kg ۶۰۰ عصاره خام و gr/kg ۶/۶ عصاره ریزپوشانی شده گیاهان به صورت ترکیبی به جیره‌ها افزوده شد. داده‌های مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدل خوراک در دوره‌های ۱۰-۰، ۲۴-۱۱ و ۴۲-۲۵ روزگی رکورد برداری گردید. در روز هفتم آزمایش واکسن نیوکاسل و آنفولانزا به پرنده‌ها تزریق و در روز ۳۵ آزمایش از هر تکرار یک پرنده خون‌گیری و عیار پادتن اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد تیمارهای حاوی مخلوط عصاره‌های ریزپوشانی شده موجب افزایش وزن در دوره آغازین و رشد در مقایسه با شاهد به صورت معنی‌دار شدند (P<۰/۰۵) و موجب بهبود ضریب تبدیل خوراک در دوره آغازین، رشد و کل دوره در برخی تیمارها گردید(P<۰/۰۵). تیمارهای حاوی عصاره خام و تیمارهای ریزپوشانی شده تاثیری بر مصرف خوراک نداشتند. تیمارهای عصاره‌های خام و ریزپوشانی شده موجب افزایش وزن نسبی لاشه و چربی بطنی شدند (P<۰/۰۵) اما تأثیری بر عیار پادتن بر ضد نیوکاسل و آنفولانزا نداشتند. در نتیجه نسبت‌های مختلف عصاره گیاهی ریزپوشانی شده موجب بهبود عملکرد رشد جوجه گوشتی در مقایسه با تیمارهای عصاره خام می‌شوند.

استناد: کیهانی یزدی، حسن؛ حسینی واشان، سیدجواد؛ بلوریان، شادی و افشاری، مجید (۱۴۰۳). ارزیابی اثرات ریزپوشانی مخلوط عصاره¬ گیاهان دارویی بر عملکرد رشد، اجزا لاشه و پاسخ ایمنی جوجه گوشتی. *نشریه علوم دامی ایران*، ۵۵ (۳)، ۴۱۸-۴۰۱. DOI: https://doi.org/10.22059/ijas.2023.360254.653950

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijas.2023.360254.653950

مقدمه

افزایش عملکرد رشد پرنده، کاهش میزان تلفات در دوره پرورش و ارتقای سامانه ایمنی از جمله اهداف مهم تولیدکنندگان در راستای افزایش بازدهی اقتصادی و کاهش زیان احتمالی هستند. در حال حاضر، ترکیبات مختلف با مکانیسم اثرهای متفاوتی در پرورش دام و طیور به عنوان بهبود دهنده رشد استفاده می‌شوند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به مواد مؤثره گیاهی، اسیدی فایرها، پپتیدهای زیستی و آنزیم‌ها اشاره کرد (Gadde *et al*., 2017). فرآورده‌های گیاهی را می‌توان به صورت جامد، خشک، گیاه اولیه، عصاره و اسانس در پرورش دام‌ها استفاده کرد. اسانس‌ها باعث افزایش گوارش پروتئین‌ها از طریق ترشح اسید هیدروکلریک و پپسین می‌شوند (Gopi *et al*., 2014) اسانس آویشن از ترکیبات فنولیک تیمول و کارواکرول تشکیل شده است و عملکرد ضد التهابی فراتر از ترکیبات ضد التهابی مانند ایندومتاسین رادار است (Witkowska *et al*., 2019). بر اساس تحقیقات، تیمول و کارواکرول موجود در اسانس آویشن، باعث بهبود پاسخ ایمنی در جوجه‌های گوشتی می‌شوند (Hashemipour *et al*., 2013). همچنین، افزودن ترکیب تیمول و کارواکرول با میزان ۱۰۰ mg/kg و ۲۰۰ به جیره‌ها بر پایه گندم، باعث بهبود ۵/۳ و ۶/۲ درصدی وزن روزانه و بهبود ۵/۷ و ۷/۱ درصدی ضریب تبدیل خوراک در کل دوره پرورش شده است (Hashemipour *et al*., 2015). بیش از ۸۵ درصد ترکیبات اسانس پونه کوهی، شامل تیمول و کارواکرول هستند و این ترکیبات باعث افزایش اشتها و بهبود گوارش می‌شوند. افزودن سطوح mg/kg ۳۰۰ و ۶۰۰ اسانس پونه کوهی به جیره جوجه‌های گوشتی باعث افزایش ۸/۳ و ۱۰/۷ وزن بدن درصدی جوجه‌های گوشتی شد (Peng *et al*., 2016). افزایش ۱۵/۹ درصدی وزن روزانه و افزایش ۶/۹ درصدی مصرف خوراک در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با ۰/۵ درصد پونه کوهی گزارش شد (Erhan *et al*., 2011). دانه‌های گیاه دارویی رازیانه، حاوی ۳ درصد اسانس با غالبیت ترانس آنتول (۷۵–۵۰ درصد) و مقادیر قابل توجهی ایزولوسین و هیستیدن هستند (Mir Haidar, 2010). مواد زیست فعال آنتول و استراگول موجود در رازیانه محرک گوارش و اشتها آور هستند (Cabuk *et al*., 2003). همچنین Blumenthal *et al* (2000) اثرات عصاره متانولی بذر رازیانه را بر تقویت سامانه ایمنی گزارش کرده‌اند. افزودن پودر رزماری به جیره جوجه‌های گوشتی موجب بهبود افزایش وزن بدن می‌شود و علت بهبود رشد، افزایش گوارش‌پذیری ظاهری پروتئین و در دسترس بودن مواد مغذی در روده برای جذب و در نهایت رشد سریع‌تر جوجه‌ها بیان شده است (Botsoglou *et al*, 2007; Abdullah *et al*., 2009). افزودن mg/kg ۵۰ اسانس رزماری و پونه کوهی به جیره، باعث بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی گردید (Mathlouthi *et al*, 2012). پژوهش دیگری نشان داد که افزودن mg/kg ۱۲۵ و ۲۵۰ اسانس رزماری به جیره بلدرچین‌های ژاپنی تحت تنش حرارتی، موجب کاهش ضریب تبدیل خوراک شد که ناشی از افزایش فعالیت تریپسین و آمیلاز پانکراس است (Ciftci *et al*., 2013). اسید کارنوسیک و اسید رزماریک از ترکیبات ضد میکروبی مهم موجود گیاه رزماری هستند که در بهبود عملکرد پرنده تأثیر گذارند (Moreno *et al*., 2006). ماده موثره غالب زردچوبه حاوی ترکیبات فنولیک است که از کورکومینوئیدها تشکیل شده و شامل کورکومین، دمتوکسی کورکومین و بیس دمتوکسی کورکومین رنگ‌دانه‌های زرد رنگ زردچوبه می‌باشند که دارای خواص ضد التهابی، پاداکسندگی و ضد سرطانی هستند (Nishiyama *et al*., 2005). استفاده از نیم درصد پودر زردچوبه و زنجبیل باعث افزایش وزن گیری روزانه و مصرف خوراک و کاهش ضریب تبدیل خوراک می‌شود (Sadeghi & Moghaddam *et al*., 2018) نتایج آزمایش Adegoke *et al* (2018) نشان داد کمترین ضریب تبدیل خوراک مربوط به جوجه‌هایی بود که ۲۰۰ گرم فلفل و ۴۰۰ گرم زردچوبه را در ۱۰۰ کیلو خوراک دریافت کردند. کورکومین موجود در زردچوبه باعث بهبود مصرف خوراک از طریق افزایش ساخت پروتئین در سیستم آنزیمی پرندگان می‌شود (Al-Sultan, 2003). همچنین افزودن پودر نعناع فلفلی به جیره باعث افزایش عیار پادتن‌های IgM و IgG و Ig کل و ایجاد ایمنی در برابر SRBS می‌شود(Arabb Ameri *et al* 2016).

اسانس‌های گیاهی که مواد اصلی فعال موجود در عصاره‌های گیاهی هستند، دارای ساختار شیمیایی آب‌گریز و ترکیبات فرار آروماتیک و حساس به اکسیداسیون در برابر نور و حرارت هستند (Palmer *et al*., 2002; Rita *et al*., 2014). نتایج پژوهشی

نشان داد اتصال کارواکرول به مواد تشکیل دهنده جیره، شیره گوارشی و جذب سریع اسانس‌های گیاهی در معده و ابتدای روده باریک باعث کاهش عملکرد ضد میکروبی آن‌ها در دستگاه گوارش می‌شود (Wang *et al*., 2009). این در حالی است که کاربرد مواد فیتوشیمیایی در کپسول‌ها و قرص‌ها فراوان است، اما اثر آن‌ها به مرور کاهش می‌یابد و حتی از بین می‌رود. این امر ناشی از عدم حلالیت آن‌ها در آب، روغن‌های نباتی یا سایر حلال‌های با قابلیت مصرف در مواد خوراکی است. به منظور فائق آمدن بر ناپایداری، حلالیت پایین در آب و قابلیت زیست دسترسی کم مواد فیتوشیمیایی، روش‌های ریزپوشانی مورد استفاده قرارگرفته‌اند تا مقادیر اثرگذاری از ترکیبات فعال بی‌عیب و نقص برای مکان‌های هدف مورد نظر در بدن به کار روند. از نظر تئوری، ترکیبات فعال مانند مواد فیتوشیمیایی باید تحت شرایط اسیدی معده دست نخورده و پایدار باشند، اما در عین حال باید تحت شرایط قلیایی موجود در روده کوچک نیز از نظر زیستی به آسانی قابل دسترس باشند ریزپوشانی، روشی که به وسیله آن یک ماده یا مخلوطی از مواد را به وسیله پوشش دهی و یا محصور شدن درون مواد دیگر محافظت می‌شوند(Lakkis, 2007). فناوری ریزپوشانی در صنایع غذایی، دارویی، لوازم آرایشی و شیمیایی توسعه یافته و مور استفاده است. موادی که برای دیواره میکروکپسول به طور گسترده برای فرآیند ریزپوشانی مورد استفاده قرار می‌گیرند شامل ترکیبات پلی ساکاریدی و پروتئینی مانند مالتودکسترین، سیلکودکسترین، صمغ عربی، آب پنیر و ژلاتین‌ها می‌باشند (Lakkis, 2007). نتایج پژوهش Baranauskiene *et al* (2007) نشان داد که ریزپوشانی ماده مؤثره نعناع فلفلی با استفاده از نشاسته فرآوری شده، می‌تواند به تنهایی به عنوان دیواره ریزپوشان مورد استفاده قرار بگیرد و بیش از ۵۰ درصد مواد مؤثره را حفظ نماید.

هدف از فرآیند ریزپوشانی در این تحقیق، محافظت مواد مؤثره عصاره‌های گیاهی در برابر عوامل محیطی از زمان تولید عصاره تا ورود به دستگاه گوارش پرنده، فعالیت عصاره‌های گیاهی در مسیر دستگاه گوارش و در نتیجه بهبود گوارش و جذب و در نهایت بهبود عملکرد رشد است. به همین منظور عصاره‌های خام و ریزپوشانی به صورت مقایسه مورد بررسی قرار گرفتند.

مواد و روش

آزمایش اول مرحله آزمایشگاهی: ابتدا برگ خشک گیاهان دارویی شامل آویشن (*Thymus vulgaris*)، مرزنجوش (*Origanum vulgare*)، رزماری (*Salvia rosmarinus*)، رازیانه (*Foeniculum vulgare*)، نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) و ریشه گیاه زردچوبه (*Curcuma longa*) با استفاده از آسیاب آزمایشگاهی خرد شدند. سپس با استفاده از الک ۴۰ Mash دانه‌بندی شدند. برای استخراج مواد موثره، با نسبت ۱ به ۱۵، محلول اتانول ۹۶ درصد + آب مقطر با گیاهان مخلوط شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۵–۳۰ درجه سانتی گراد روی همزن صفحه داغ (IKA. RCT basic. USA/Germany) قرار گرفتند. پس از این مرحله، عصاره خالص شده و در دو مرحله با استفاده از پارچه تنظیف و کاغذ صافی تصفیه شد. سپس با روتاری مدل بوچی در دمای کمتر از ۴۵ درجه سانتی‌گراد، آب و الکل از عصاره بازیابی تغلیظ شد (Rialy *et al*., 2017; Gangeh, M. R & Salarmoini, 2016). برای محاسبه میزان ماده خشک، مقدار مشخصی از عصاره داخل پلیت شیشه‌ای با ترازوی دقیق (دقت ۰/۰۰۱) وزن شد و در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد، آون گذاری شد. در روز بعد، میزان ماده خشک محاسبه و عصاره برای ریزپوشانی آماده شد.

برای ریزپوشانی عصاره‌های گیاهی از دیواره کربوهیدراتی استفاده شد. برای این کار، نسبت دیواره به عصاره در سه سطح ۱:۱۰، ۱:۱۵، ۱:۲۰ تنظیم شد (Lakkis, 2007). فرآیند ریزپوشانی به روش Nikjoo *et al* (2020) انجام شد. ابتدا با استفاده از همزن صفحه داغ و با اضافه کردن تدریجی عصاره به محلول حاوی دیواره کربوهیدراتی در مدت زمان ۱۵ دقیقه ریزپوشانی انجام شد. سپس درب ارلن با استفاده از فویل آلومینیومی بسته شد و به مدت ۵ دقیقه روی همزن باقی ماندند. در مرحله بعد، برای بهبود فرآیند ریزپوشانی، نمونه‌ها را در یخچال قرار داده و روز بعد با دستگاه اسپری درایر مدل بوچی در دمای ۱۶۰

درجه‌ی سانتی‌گراد تزریق و اسپری شدند. سپس با توجه به شاخص‌های کمی و کیفی، روش بهینه ریزپوشانی برای هریک از عصاره‌ها انتخاب شد و برای تولید انبوه عصاره ریزپوشانی و افزودن به جیره در آزمایش دوم مورد استفاده قرار گرفت.

مهم‌ترین شاخصه‌ی کمی و کیفی فرآیندهای ریزپوشانی میزان عصاره ریزپوشانی شده در داخل میکروکپسول‌ها است. طی این آزمایش میزان عصاره داخل هسته ماده ریزپوشان اندازه‌گیری شد (رابطه ۱) و بهترین نسبت دیواره به هسته از لحاظ کمی، کیفی و اقتصادی برای تولید انبوه انتخاب شد (Shahidi Noghabi & Molaveisi., 2019).

(رابطه ۱) میزان عصاره سطح − میزان کل عصاره = محاسبه عصاره هسته کپسول ها

برای محاسبه بازده ریزپوشانی، مقدار عصاره گیاهی ریزپوشانی شده در سطح و داخل (هسته) میکروکپسول‌ها مورد سنجش قرار گرفت. بازده ریزپوشانی با تقسیم مقدار عصاره ریزپوشانی شده در داخل میکروکپسول‌ها بر مقدار کل عصاره در سطح، محاسبه می‌شود. این محاسبه با استفاده از رابطه ۲ انجام می‌شود (Shahidi Noghabi & Molaveisi., 2019).

(رابطه ۲)

$$\text{بازده ریز پوشانی} = \frac{\text{مقدار عصاره داخل(هسته) میکرو کپسول ها}}{\text{مقدار کل عصاره (سطح + هسته)}} \times 100$$

برای اندازه‌گیری مقدار کل عصاره در داخل و روی سطح میکروکپسول‌ها، ۰/۱ گرم از ماده ریزپوشانی شده با ۱۰ میلی‌لیتر محلول متانول / آب مقطر / اسید استیک (۸:۴۲:۵۰) در فالکوم مخلوط شد. سپس محلول به مدت ۱ دقیقه تکان داده شد تا محلول یکنواختی ایجاد شود و در مرحله بعد فالکوم ها به مدت ۲۰ دقیقه و در دمای ۲۵–۲۰ درجه سانتی‌گراد، داخل دستگاه اولتراسونیک (Elmasonic P. Germany) قرار گرفت. سپس نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه با دور ۴۰۰۰ دور سانتریفیوژ گردیدند و محلول رویین فالکوم با کاغذ صافی جدا شد. در مرحله بعد، با استفاده از روش اندازه‌گیری فنول با استفاده از فولین سیلیکاتو و خوانش اسپکتوفتومتر، مقدار عصاره داخل میکروکپسول‌ها محاسبه شد (Navarro-Flores *et al*., 2020). به منظور محاسبه میزان عصاره روی سطح میکروکپسول‌ها، ۰/۱ گرم ماده ریزپوشانی شده به همراه ۱۰ میلی‌لیتر محلول اتانول/ متانول (۱:۱) داخل فالکوم ریخته شد و سپس ۱ دقیقه تکان داده شد تا محلول یکنواختی ایجاد شود در مرحله بعد ذرات نامحلول با استفاده از سانتریفیوژ به مدت ۵ دقیقه با دور ۴۰۰۰ دور ته‌نشین گردید و محلول یکنواخت از فالکوم خارج و مجدد با استفاده از کاغذ صافی خالص گردید در مرحله بعد طبق روش اندازه‌گیری فنول با استفاده از فولین سیلیکاتو و خوانش اسپکتوفتومتر (UV-Visible Shimadzu 160 A. Japan) مقدار عصاره باقی‌مانده روی سطح (خارج) میکروکپسول‌ها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (Navarro-Flores *et al*., 2020).

برای محاسبه میزان فنول، ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول صاف شده که در مرحله قبل به دست آمده است با ۲/۵ میلی‌لیتر فولین سیلیکاتو ۱۰ درصد داخل لوله آزمایش مخلوط و به آرامی تکان داده شد. پس از گذشت ۵ دقیقه، ۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد به لوله‌ها اضافه شد و مجدد به آرامی تکان داده شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۰/۵ ساعت در محیط تاریک قرار گرفتند و با استفاده از اسپکتوفتومتر، میزان فنول قرائت شد (Navarro-Flores *et al*., 2020).

تولید صنعتی عصاره‌های گیاهی و ریزپوشانی شده: برای تولید عصاره‌های گیاهی و فرآیند ریزپوشانی آن‌ها، ابتدا گیاهان با آسیاب ادویه خرد شدند و سپس در پایلوت علمی تولیدی جهاد دانشگاهی واقع در دانشگاه فردوسی، عصاره گیری انجام شد سپس میزان ماده‌ی خشک هر عصاره محاسبه شد و برای ریزپوشانی آماده شدند. با توجه به نتایج آزمایش اول و بر اساس بازدهی ریزپوشانی، نسبت عصاره گیاه به دیواره در مقیاس صنعتی انتخاب شد. ریزپوشانی با استفاده از دستگاه صنعتی اسپری

درایر صنعتی صنایع غذایی انجام شد و نمونه نهایی خروجی دستگاه به شکل پودر از سیکلون جمع‌آوری شد. در مرحله بعد، عصاره‌های ریزپوشانی طبق فرمول تیمارها با یکدیگر مخلوط شدند و در آزمایش مزرعه‌ای مورد استفاده قرار گرفتند.

آزمایش مزرعه‌ای

برای انجام این آزمایش، از ۶۵۰ قطعه جوجه خروس یک‌روزه سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۳ تیمار آزمایشی، ۵ تکرار و ۱۰ قطعه جوجه در هر واحد آزمایش استفاده شد. عصاره‌های گیاهی ریزپوشانی شده طبق فرمول هر تیمار به میزان مجموع ۶/۶ gr/kg اضافه شدند و عصاره‌های خام (آزاد) به میزان ۶۰۰ mg/kg با یکدیگر ترکیب و از سن یک‌روزگی به جیره‌ی جوجه‌های گوشتی افزوده شدند.

تیمارهای آزمایشی شامل ۱. تیمار شاهد؛ ۲. تیمار شاهد+ مخلوط عصاره گیاهان رازیانه، آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، رزماری؛ ۳. تیمار شاهد+ مخلوط عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، رزماری؛ ۴. تیمار شاهد+ مخلوط عصاره گیاهان رازیانه، آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۵. تیمار شاهد+ مخلوط عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۶. تیمار شاهد+ مخلوط عصاره گیاهان رازیانه، رزماری، مرزنجوش، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۷. تیمار شاهد+ مخلوط عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، رزماری، مرزنجوش، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۸. تیمار شاهد+ مخلوط عصاره گیاهان رازیانه، آویشن، رزماری، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۹. تیمار شاهد+ مخلوط عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، آویشن، رزماری، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۱۰. تیمار شاهد+ مخلوط عصاره گیاهان رازیانه، آویشن، مرزنجوش، رزماری، زردچوبه؛ ۱۱. تیمار شاهد+ مخلوط عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، آویشن، مرزنجوش، رزماری، زردچوبه؛ ۱۲. تیمار شاهد+ مخلوط عصاره گیاهان آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، رزماری، زردچوبه؛ ۱۳. تیمار شاهد+ مخلوط عصاره گیاهان ریزپوشانی آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، رزماری، زردچوبه

آزمایش به مدت ۴۲ روز در سیستم قفس طبقاتی باتری و با ابعاد ۹۰*۷۵ سانتی‌متر هر سلول، در مزرعه تحقیقاتی زرین رشد کوثر واقع در شهرستان شاندیز انجام شد. جیره‌ها برای ۴ دوره‌ی آغازین (۱۰-۱ روزگی)، رشد (۲۴ – ۱۱ روزگی)، پایانی یک (۳۵-۲۵ روزگی) و پایانی دو (۴۲-۳۵ روزگی) با استفاده از نرم‌افزار UFFFDA تهیه و تنظیم شد (جدول ۱). به دلیل استفاده از دیواره کربوهیدراتی در فرآیند ریزپوشانی، میزان انرژی عصاره ریزپوشانی شده دو نمونه عصاره گیاهی با استفاده از بمب کالری متر (PARR 1266. USA) محاسبه شد که برابر با ۳۱۸۴/۹۶ Kcal/kg بود و در بالانس جیره‌ها لحاظ شد. در بدو ورود جوجه یک روزه به سالن وزن زنده هر واحد آزمایشی ثبت گردید و در طی دوره پرورش به منظور ثبت شاخصه‌های عملکردی در روزهای ۱۰، ۲۴ و۴۲ آزمایش با اعمال سه ساعت منع مصرف خوراک ، باقیمانده خوراک به منظور محاسبه مصرف خوراک حقیقی، محاسبه وزن خالص زنده هر واحد آزمایشی و ضریب تبدیل خوراک اندازه‌گیری و ثبت گردید سپس به صورت دوره‌های ۰-۱۰، ۱۱-۲۴ و ۴۲-۲۵ مورد آنالیز آماری قرار گرفت.

برای بررسی شاخصه‌های ایمنی، در روز هفتم از واکسن تزریقی دوگانه نیوکاسل+ آنفولانزا ساخت شرکت سرم سازی رازی ایران به روش زیر جلدی و واکسن قطره چشمی نیوکاسل B_1 + برونشیت برای واکسیناسیون پرنده‌های مورد آزمایش استفاده شد. در روز ۳۵ آزمایش، از هر تکرار (قفس) یک قطعه پرنده انتخاب و از ورید بال خون‌گیری شد. سپس، سرم خون جداسازی شد و با استفاده از روش مهار هماگلوتیناسیون (HI)، میزان عیار پادتن بر ضد نیوکاسل و آنفولانزا اندازه‌گیری و ثبت شد (علیزاده ارسی و همکاران، ۱۳۹۷).

برای اندازه‌گیری اجزاء لاشه، در روز پایان آزمایش و در سن ۴۲ روزگی، اجزای لاشه پرنده شامل سینه، ران، کبد، قلب، طحال و چربی بطنی در مقایسه با وزن زنده‌ی پرنده با استفاده از روش ذبح اسلامی کشتار و وزن نسبی محاسبه شدند.

روش تجزیه و تحلیل آماری

تمامی داده‌های آزمایشات دوم بعد از رکورد برداری و ثبت به نرم‌افزار Excel وارد و دسته‌بندی شدند. سپس داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS، رویه مدل خطی عمومی (GLM) در قالب مدل زیر مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفتند.

جدول ۱. اجزاء تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره پایه در طی دوره‌های آغازین، رشد و پایانی

دوره‌های پرورش	جیره آغازین		جیره رشد		جیره پایانی ۱		جیره پایانی ۲	
اجزاء جیره	شاهد و عصاره خام	عصاره ریزپوشانی	شاهد و عصاره خام	عصاره ریزپوشانی	شاهد و عصاره خام	عصاره ریزپوشانی	شاهد و عصاره خام	عصاره ریزپوشانی
ذرت	۵۳/۷۲	۵۲/۹۸	۵۶/۲۱	۵۵/۴۷	۶۰/۵۶	۵۹/۶۹	۶۳/۶۶	۶۲/۴۲
کنجاله‌سویا (۴۴ ٪)	۳۶/۱۱	۳۶/۰۷	۳۳/۸۹	۳۳/۸۴	۳۱/۳۸	۳۱/۵۴	۲۷/۵۸	۲۸/۲۳
گلوتن ذرت (۶۷ ٪)	۲/۴۷	۲/۵۹	۱/۷۷	۱/۸۸	–	–	–	–
روغن سویا	۳/۳۰	۳/۳۰	۴/۰۰	۴/۰۰	۴/۵۵	۴/۵۹	۵/۰۰	۵/۱۴
کربنات‌کلسیم	۱/۱۰	۱/۱۰	۱/۱۰	۱/۱۰	۱/۰۲	۱/۰۲	۱/۱۳	۱/۱۳
دی‌کلسیم‌فسفات	۱/۹۶	۱/۹۶	۱/۹۸	۱/۹۹	۱/۵۲	۱/۵۲	۱/۳۸	۱/۳۸
مکمل ویتامینی و معدنی[۱]	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
نمک	۰/۲۰	/۲۰	/۲۰	/۲۰	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۰	۰/۲۱
جوش شیرین	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۵
کولین کلراید	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰
دی ال متیونین	۰/۱۹	۰/۲۴	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۱	۰/۰۸
لیزین هیدروکلرید	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۰۱	۰/۰۱	–	–	۰/۱۸	۰/۱۰
عصاره ریزپوشانی شده	–	۰/۶۶	–	۰/۶۶	–	۰/۶۶	–	۰/۶۶
ترکیب شیمیایی (٪)								
انرژی متابولیسمی (kcal/kg)	۲۹۹۲	۲۹۹۲	۳۰۴۵	۳۰۴۵	۳۱۰۶	۳۱۰۶	۳۱۶۸	۳۱۶۸
پروتئین خام	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۱	۲۱	۱۹	۱۹	۱۷/۸	۱۷/۸
لیزین کل	۱/۲۹	۱/۲۹	۱/۰۸	۱/۰۸	۱	۱	۰/۹۲	۰/۹۲
متیونین + سیستین کل	۰/۹	۰/۹	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۵	۰/۶۵
کلسیم	۱	۱	۱	۱	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵
فسفر قابل‌دسترس	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۵	۰/۳۵

۱. هر کیلوگرم مکمل ویتامینی کانی تأمین‌کننده موارد زیر است: ۳۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۷۲۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۸۰۰ میلی‌گرم ویتامین K3، ۷۲۰ میلی‌گرم ویتامین B1، ۲۶۴۰ میلی‌گرم ویتامین B2، ۱۲۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B3، ۴۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B5، ۱۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین B6، ۴۰ میلی‌گرم ویتامین B7، ۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین B9، ۶ میلی‌گرم ویتامین B12، ۲۰۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین، ۱۰۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان، ۴۰۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۳۳۸۸۰ میلی‌گرم روی، ۴۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۴۰۰ میلی‌گرم ید، ۸۰ میلی‌گرم سلنیوم.

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

Y_{ij}= متغیر وابسته؛ μ= میانگین مشاهدات؛ T_i=اثر تیمار؛ e_{ij} =اثرخطا

به منظور مقایسات آماری میانگین‌ها از آزمونه توکی در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج و بحث

جدول شماره ۲ نتایج آزمایشات و بررسی‌ها پژوهش اول را شرح می‌دهد با توجه به نتایج آزمایش اول، ریزپوشانی عصاره‌ها با نسبت ۱:۱۰ عصاره گیاه به دیواره کربوهیدراتی، بهترین نتیجه را از نظر عملکرد و قیمت تمام شده نشان داد و برای تولید در مقیاس صنعتی انتخاب شد.

جدول ۲. بازدهی ریزپوشانی نسبت‌های مختلف عصاره گیاهان دارویی / دیواره کربوهیدراتی

عصاره ریزپوشانی	آویشن			رزماری			رازیانه			نعناع فلفلی			مرزنجوش			زردچوبه
نسبت عصاره به دیواره (w/w)	۱/۱۰	۱/۱۵	۱/۲۰	۱/۱۰	۱/۱۵	۱/۲۰	۱/۱۰	۱/۱۵	۱/۲۰	۱/۱۰	۱/۱۵	۱/۲۰	۱/۱۰	۱/۱۵	۱/۲۰	۱/۱۰
فنول کل (mg gallic acid g-1)	۱/۳۸	۰/۹۹۹	۰/۸۴۲	۱/۲۸	۰/۸۵۶	۰/۷۰۲	۰/۴۱۶	۰/۲۸۶	۰/۲۴۲	۰/۹۵۷	۱/۲۲	۱/۶۹	۱/۹۳	۱/۴۵	۱/۰۹	۰/۴۳۶
فنول سطح کپسول (mg gallic acid g-1)	۰/۴۵۴	۰/۲۶۰	۰/۱۸۱	۰/۴۵	۰/۲۹۷	۰/۲۱۵	۰/۰۹۳	۰/۰۵۸	۰/۰۴۸	۰/۲۳۵	۰/۱۶۹	۰/۱۲۲	۰/۴۶۰	۰/۲۸۴	۰/۲۳۱	۰/۲۳۳
بازدهی ریزپوشانی (%)	۶۷/۰۴	۷۳/۸۹	۷۸/۳۹	۴۶/۹۰	۶۵/۲۶	۶۹/۳۰	۷۷/۶۹	۷۹/۵۱	۸۰/۲۶	۷۵/۴۲	۸۶/۲۲	۹۲/۸۱	۷۶/۲۳	۸۰/۳۷	۷۸/۷۶	۴۶/۴۵

جدول شماره ۳ در مورد مقایسه تأثیر ترکیب عصاره‌های گیاهی ریزپوشانی شده با عصاره خام (آزاد) و تیمار شاهد بر افزایش وزن و مصرف خوراک دوره‌ای جوجه‌های گوشتی است. نتایج نشان داد افزودن عصاره‌های خام و محافظت شده تاثیری بر افزایش وزن کل دوره ندارد اما افزودن مخلوط عصاره‌های ریزپوشانی شده مرزنجوش، نعناع فلفلی، آویشن، رزماری، رازیانه و زردچوبه که شامل ترکیبات تیمارهای ۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ می‌باشد موجب بهبود وزن جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین و رشد پرورش در مقایسه با تیمار شاهد گردید ($P<۰/۰۵$) تیمارهای فوق ریزپوشانی در مقایسه با تیمار ۳ ریزپوشانی شده در ماده موثره های زردچوبه و رازیانه با یکدیگر متفاوت می‌باشد که می‌تواند دلیل بهبود وزن در دوره‌های آغازین و رشد آزمایش باشد. بررسی‌های نشان داد تیمار فرمول ۱۱ (عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، آویشن، مرزنجوش، رزماری، زردچوبه) موجب افزایش مصرف خوراک در مقایسه با تیمار شاهد در دوره‌ی رشد (۲۴-۱۱) گردید ($P<۰/۰۵$). اما سایر تیمارهای حاوی عصاره خام و مابقی تیمارهای ریزپوشانی شده تاثیری بر مصرف خوراک نداشتند. بررسی پژوهش‌های مشابه نشان داد که افزودن سطوح ۲۰۰ ppm و ۱۰۰ اسانس ریزپوشانی شده آویشن به جیره موجب افزایش وزن جوجه‌های گوشتی از سن ۲۴-۰ روزگی می‌شود (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۶). همچنین مرصادی و همکاران (۱۳۹۸) بهبود افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی را با تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره‌ی حاوی ماده‌ی مؤثره ریزپوشانی شده زنیان با دیواره آلژینات سدیم در دوره ۲۱-۰ و کل دوره پرورش مشاهده کردند، اما سطوح مختلف زنیان تأثیری بر مصرف خوراک در بازه‌های مختلف نداشته‌اند. نتایج پژوهشی دیگر نشان داد که افزودن مخلوط عصاره‌ی گیاهان پونه کوهی + فلفل+ دارچین تأثیری بر مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی ندارد (Tahami *et al*., 2018). در این پژوهش، افزودن مخلوط عصاره‌های گیاهی خام و ریزپوشانی شده نیز تأثیری بر افزایش وزن و مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی در کل دوره نداشت. در پژوهش‌های مشابه گذشته نیز، پژوهشگران گزارش کرده‌اند که افزودن عصاره خام و ریزپوشانی شده آویشن باغی و دارچین به صورت مخلوط و جداگانه تأثیری بر مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف و کل دوره پرورش ندارد (روزمهر و همکاران، ۱۳۹۶). پژوهشگران مختلف بیان کرده‌اند که افزودن سطوح مختلف ماده مؤثره نعناع فلفلی، آویشن، لیمو و زنیان به صورت مجزا (Samadian *et al*., 2015) و افزودن ۳۰۰ mg/kg

مخلوط اسانس آویشن+رزماری+ مرزه+رازیانه به جیره تأثیری بر وزن و مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی نداشته‌اند (Mohiti-Asli *et al*., 2019). همچنین، افزودن ۱۰۰ mg/kg ترکیب تجاری آمریکایی رپاکسول (RepaXol) که حاوی ماده موثره ریزپوشانی شده مرزنجوش، آویشن، دارچین و فلفل تأثیری بر افزایش وزن جوجه‌های نداشت (Zhang *et al*., 2005). در پژوهش مشابهی دیگر که با استفاده از محصول شرکت بایومین (BIOMIN) اتریش حاوی مواد موثره منتول و آنتول انجام شد، تأثیری بر افزایش وزن جوجه‌های گوشتی مشاهده نشد. عدم تأثیر ترکیبات گیاهی بر مصرف خوراک ممکن است برای حس بویایی و چشایی طیور باشد. همچنین، نتایج پژوهش‌های انجام شده روی محصولات مشابه دو شرکت بایومین با مواد موثره منتول و آنتول با غلظت ۱۵۰ mg/kg جیره و محصول شرکت جی ام بی اچ (GmbH) استرالیا با ترکیب مواد موثره ریزپوشانی شده تیمول، کارواکرول و لیمونن با غلظت ۱۰۰ mg/kg جیره نشان داد که این ترکیبات تأثیری بر مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی نداشتند (Hafeez *et al*., 2016).

جدول ۳. اثر مخلوط عصاره گیاهی خام و ریزپوشانی شده بر افزایش وزن و مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی (گرم)

	افزایش وزن				مصرف خوراک			
تیمار	**۱۰-۰**	**۲۴-۱۱**	**۴۲-۲۵**	**۴۲-۰**	**۱۰-۰**	**۲۴-۱۱**	**۴۲-۲۵**	**۴۲-۰**
۱ (شاهد)	۱۶۱/۱۰^{d}	۴۸۹/۶۰^{cd}	۱۲۲۰/۸۰	۱۸۷۱/۵۰	۲۳۴/۱۰	۸۶۷/۴۶^{bcde}	۲۳۰۷/۰۶	۳۴۰۸/۶۲
۲ (عصاره خام)	۱۷۰/۱۰^{abcd}	۴۸۷/۴۰^{cd}	۱۲۵۹/۹۲	۱۹۱۷/۴۲	۲۳۸/۵۰	۸۸۴/۲۴^{abcd}	۲۲۹۸/۶۸	۳۴۲۱/۴۲
۳ (ریزپوشانی)	۱۷۸/۶۰^{a}	۵۳۱/۶۰^{a}	۱۲۲۳/۶۲	۱۹۳۳/۸۳	۲۳۶/۰۰	۹۰۶/۲۸^{ab}	۲۱۷۶/۲۶	۳۳۱۶/۵۴
۴ (عصاره خام)	۱۶۷/۶۰^{bcd}	۴۶۴/۷۴^{d}	۱۲۵۲/۸۶	۱۸۸۵/۲۰	۲۳۳/۵۰	۸۵۳/۵۴^{de}	۲۲۰۴/۹۶	۳۲۹۲
۵ (ریزپوشانی)	۱۷۶/۳۰^{ab}	۵۴۰/۴۰^{a}	۱۲۳۲/۰۸	۱۹۴۸/۷۸	۲۳۴/۶۰	۹۰۳/۶۴^{ab}	۲۲۶۷/۹۴	۳۴۰۶/۱۸
۶ (عصاره خام)	۱۶۵/۹۰^{cd}	۴۹۱/۶۰^{bcd}	۱۲۵۳/۰۸	۱۹۱۰/۵۸	۲۳۶/۹۰	۸۶۲/۷۴^{bcde}	۲۲۵۱/۵۰	۳۳۵۱/۱۴
۷ (ریزپوشانی)	۱۷۲/۶۰^{abc}	۵۴۲/۶۰^{a}	۱۲۱۹/۸۴	۱۹۳۵/۰۴	۲۲۶/۸۰	۷۹۹/۷۶^{abc}	۲۲۶۸/۵۲	۳۳۹۵/۰۸
۸ (عصاره خام)	۱۶۷/۸۰^{bcd}	۴۸۷/۲۰^{d}	۱۲۵۷/۶۲	۱۹۱۲/۶۲	۲۳۵/۷۰	۸۳۵/۸۲^{e}	۲۱۱۹/۸۴	۳۱۹۱/۳۶
۹ (ریزپوشانی)	۱۷۵/۷۰^{ab}	۵۴۲/۵۶^{a}	۱۲۱۷/۲۰	۱۹۳۵/۴۶	۲۳۱/۷۰	۸۵۵/۹۴^{abcd}	۲۳۰۹/۵۴	۳۴۲۷/۱۸
۱۰ (عصاره خام)	۱۷۰/۵۰^{abcd}	۴۸۸/۹۰^{cd}	۱۲۶۳/۰۶	۱۹۲۲/۴۶	۲۴۰/۰۰	۸۷۵/۹۶^{abcd}	۲۳۶۹/۲۶	۳۴۸۵/۲۲
۱۱ (ریزپوشانی)	۱۷۵/۶۰^{ab}	۵۴۷/۶۰^{a}	۱۲۲۱/۵۴	۱۹۴۴/۷۴	۲۳۴/۱۰	۹۱۳/۴۸^{a}	۲۲۷۸/۷۲	۳۴۲۶/۳۰
۱۲ (عصاره خام)	۱۶۱/۶۰^{d}	۵۱۷/۲۰^{abc}	۱۲۱۹/۸۸	۱۸۹۸/۶۸	۲۳۱/۱۰	۸۶۵/۶۶^{bcde}	۲۲۶۹/۸۲	۳۳۶۷/۵۸
۱۳ (ریزپوشانی)	۱۶۸/۵۰^{bcd}	۵۲۸/۶۲^{ab}	۱۲۲۹	۱۹۲۶/۱۲	۲۲۶/۸۰	۸۵۸/۳۸^{cde}	۲۲۵۵/۵۸	۳۳۴۰/۷۶
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۷۰	۰/۰۰۰۱	۰/۳۸۲۷	۰/۵۶۷۸	۰/۰۸۱۲	۰/۰۲۷۲	۰/۰۸۱۷	۰/۰۹۶۶
اثر متقابل عصاره خام×ریزپوشانی	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۸۳	۰/۰۴۰۶	۰/۰۱۲۰	۰/۰۰۱۱	۰/۸۰۹۱	۰/۳۱۵۱
انحراف معیار میانگین	۳/۳۶۱	۱۳/۱۶۵	۱۷/۱۷۰	۲۴/۳۳	۲/۹۵۹	۱۵/۸۴۹	۴۸/۱۴	۵۷/۸۵۸

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار ($P<0/05$) است.

تیمارهای آزمایشی شامل ۱. تیمار شاهد؛ ۲. تیمار شاهد+عصاره گیاهان رازیانه، آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، رزماری؛ ۳. تیمار شاهد+عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، رزماری؛ ۴. تیمار شاهد+عصاره گیاهان رازیانه، آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۵. تیمار شاهد+عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۶. تیمار شاهد+عصاره گیاهان رازیانه، رزماری، مرزنجوش، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۷. تیمار شاهد+عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، رزماری، مرزنجوش، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۸. تیمار شاهد+عصاره گیاهان رازیانه، آویشن، رزماری، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۹. تیمار شاهد+عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، آویشن، رزماری، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۱۰. تیمار شاهد+عصاره گیاهان رازیانه، آویشن، مرزنجوش، رزماری، زردچوبه؛ ۱۱. تیمار شاهد+عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، آویشن، مرزنجوش، رزماری، زردچوبه؛ ۱۲. تیمار شاهد+عصاره گیاهان آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، رزماری، زردچوبه؛ ۱۳. تیمار شاهد+عصاره گیاهان ریزپوشانی آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، رزماری، زردچوبه

داده‌های مرتبط با مقایسه اثر ترکیب عصاره‌های گیاهی ریزپوشانی شده با عصاره خام (آزاد) و تیمار شاهد بر ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی در جدول ۴ ارائه شده است. افزودن ترکیبات عصاره‌های گیاهی ریزپوشانی شده به جیره جوجه‌های

گوشتی موجب بهبود ضریب تبدیل خوراک در مقایسه با تیمار شاهد و برخی تیمارهای ترکیبی عصاره خام در دوره اول (آغازین) پرورش گردید (P<۰/۰۵). دوره آغازین پرورش جوجه گوشتی به دلیل احتمال بروز عفونت‌های باکتریایی همچون عفونت کیسه زرده، عدم تکامل مجرای گوارشی و ترشح کم آنزیم‌های گوارشی یکی از حساس‌ترین دوره‌های پرورش محسوب می‌شود. استفاده از ترکیبات ریزپوشانی باعث بهبود عملکرد در این دوره گردید و استفاده از این ترکیبات ریزپوشانی شده می‌تواند این مشکلات را تا حدی مرتفع سازد. در تایید یافته‌های این تحقیق، گزارش شده است افزودن اسانس ریزپوشانی زنیان ضریب تبدیل خوراک را در جوجه گوشتی کاهش داد (مرصادی و همکاران، ۱۳۹۸). نتایج نشان داد افزودن عصاره‌های ریزپوشانی در قالب تیمارهای ۷، ۹ و ۱۳ موجب بهبود معنی‌دار ضریب تبدیل غذایی دوره رشد (۲۴-۱۱) در مقایسه با تیمار شاهد و تیمارهای حاوی عصاره خام گردید (P<۰/۰۵). در دوره پایانی نیز تیمارهای ۴و ۸ حاوی عصاره خام و ۴ ریزپوشانی شده باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری شدند (P<۰/۰۵). همچنین اثرات متقابل ضریب تبدیل غذایی در سه دوره پرورش تیمارهای حاوی ماده ریزپوشانی و عصاره خام نسبت به یکدیگر معنی‌دار مشاهده گردید(P<۰/۰۵). در نتیجه افزودن ترکیب عصاره‌های ریزپوشانی باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با ترکیب عصاره‌های خام شده است.

جدول ۴. اثر مخلوط عصاره گیاهی خام و ریزپوشانی شده بر ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی

تیمار	۱۰-۰	۲۴-۱۱	۴۲-۲۵	۴۲-۰
۱ (شاهد)	۱/۴۵^{a}	۱/۷۷^{abc}	۱/۸۹^{a}	۱/۸۲^{a}
۲ (عصاره خام)	۱/۴۰^{ab}	۱/۸۱^{ab}	۱/۸۲^{abc}	۱/۷۸^{abc}
۳ (ریزپوشانی)	۱/۳۲^{d}	۱/۷۰^{bcde}	۱/۷۷^{bcd}	۱/۷۱^{cd}
۴ (عصاره خام)	۱/۳۹^{abc}	۱/۸۳^{ab}	۱/۷۵^{cd}	۱/۷۴^{abcd}
۵ (ریزپوشانی)	۱/۳۳^{cd}	۱/۶۷^{cde}	۱/۸۴^{abc}	۱/۷۴^{abc}
۶ (عصاره خام)	۱/۴۱^{a}	۱/۷۵^{abcd}	۱/۷۹^{abcd}	۱/۷۵^{abc}
۷ (ریزپوشانی)	۱/۳۱^{d}	۱/۶۵^{de}	۱/۸۲^{abc}	۱/۷۵^{abc}
۸ (عصاره خام)	۱/۴۰^{ab}	۱/۷۱^{bcde}	۱/۶۸^{d}	۱/۶۶^{d}
۹ (ریزپوشانی)	۱/۳۲^{d}	۱/۶۳^{e}	۱/۸۹^{a}	۱/۷۷^{abc}
۱۰ (عصاره خام)	۱/۴۰^{ab}	۱/۸۰^{ab}	۱/۸۷^{ab}	۱/۸۱^{ab}
۱۱ (ریزپوشانی)	۱/۳۳^{cd}	۱/۶۷^{cde}	۱/۸۶^{ab}	۱/۷۶^{abc}
۱۲ (عصاره خام)	۱/۴۳^{a}	۱/۶۸^{cde}	۱/۸۶^{abc}	۱/۷۷^{abc}
۱۳ (ریزپوشانی)	۱/۳۴^{bcd}	۱/۶۲^{e}	۱/۸۳^{abc}	۱/۷۳^{bcd}
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۳۰	۰/۰۱۶۲	۰/۰۳۸۱
اثر متقابل عصاره خام×ریزپوشانی	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۴۵۵	۰/۵۸۳۲
انحراف معیار میانگین	۰/۰۲۴۸	۰/۰۴۰۷	۰/۰۳۹۳	۰/۰۲۷۹

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) است.

تیمارهای آزمایشی شامل ۱. تیمار شاهد؛ ۲. تیمار شاهد+عصاره گیاهان رازیانه، آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، رزماری؛ ۳. تیمار شاهد+عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، رزماری؛ ۴. تیمار شاهد+عصاره گیاهان رازیانه، آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۵. تیمار شاهد+عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۶. تیمار شاهد+عصاره گیاهان رازیانه، رزماری، مرزنجوش، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۷. تیمار شاهد+عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، رزماری، مرزنجوش، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۸. تیمار شاهد+عصاره گیاهان رازیانه، آویشن، رزماری، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۹. تیمار شاهد+عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، آویشن، رزماری، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۱۰. تیمار شاهد+عصاره گیاهان رازیانه، آویشن، مرزنجوش، رزماری، زردچوبه؛ ۱۱. تیمار شاهد+عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، آویشن، مرزنجوش، رزماری، زردچوبه؛ ۱۲. تیمار شاهد+عصاره گیاهان آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، رزماری، زردچوبه؛ ۱۳. تیمار شاهد+عصاره گیاهان ریزپوشانی آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، رزماری، زردچوبه

در کل دوره پرورش، افزودن ترکیبات عصاره‌های گیاهی ریزپوشانی شده با فرمول تیمارهای ۳ و ۱۳ و عصاره‌های خام تیمار ۸، بهبود ضریب تبدیل خوراک را در مقایسه با تیمار شاهد را نشان دادند (P<۰/۰۵). در تایید یافته‌های این پژوهش، نتایج تحقیق بهرامی و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد که افزودن سطوح مختلف اسانس ریزپوشانی شده آویشن، باعث بهبود ضریب تبدیل خوراک در دوره آغازین و پایانی شد. محققان گزارش کردند که متصل شدن کارواکرول (ماده موثره موجود در آویشن و مرزنجوش) به مواد تشکیل‌دهنده جیره، شیره گوارشی و جذب سریع اسانس‌های گیاهی در معده و ابتدای روده باریک، باعث کاهش عملکرد ضد میکروبی آن‌ها در دستگاه گوارش می‌گردد (Wang *et al*., 2009). در نتیجه، طبق یافته‌های این پژوهش، با استفاده از فرآیند ریزپوشانی می‌توان مواد موثره گیاهی را محافظت کرد و عملکرد آن‌ها را در بدن حیوان بهبود بخشید.

جدول ۵. اثر مخلوط عصاره گیاهی خام و ریزپوشانی شده بر وزن نسبی اجزای لاشه (درصدی از وزن زنده)

تیمار	لاشه	سینه	گردن و بال	ران	چربی بطنی	قلب	کبد	طحال
۱ (شاهد)	۶۵/۶۶^{c}	۱۹/۹۹	۹/۸۹	۲۸/۷۷	۱/۳۰^{bcd}	۰/۴۹۹^{bcd}	۱/۴۱^{dc}	۰/۰۷۶
۲ (عصاره خام)	۶۷/۷۴^{ab}	۲۰/۸۰	۱۰/۷۰	۲۹/۲۳	۱/۸۲^{a}	۰/۴۴۲^{cd}	۱/۶۵^{a}	۰/۰۸۱
۳ (ریزپوشانی)	۶۵/۶۹^{c}	۱۹/۸۶	۱۰/۸۷	۲۷/۹۶	۱/۳۸^{abcd}	۰/۴۷۲^{abc}	۱/۴۸^{abcd}	۰/۰۹۷
۴ (عصاره خام)	۶۶/۰۴^{bc}	۲۰/۰۸	۱۰/۷۷	۲۸/۱۸	۱/۳۷^{abcd}	۰/۴۷۲^{abc}	۱/۵۰^{abcd}	۰/۰۹۴
۵ (ریزپوشانی)	۶۵/۶۸^{c}	۲۱/۰۶	۱۰/۲۳	۲۷/۳۸	۱/۶۳^{ab}	۰/۴۵۴^{abcd}	۱/۳۴^{d}	۰/۰۶۶
۶ (عصاره خام)	۶۷/۱۴^{abc}	۲۱/۲۹	۱۰/۰۳	۲۸/۸۰	۱/۶۳^{ab}	۰/۴۳۶^{cd}	۱/۴۴^{bcd}	۰/۰۷۲
۷ (ریزپوشانی)	۶۷/۶۱^{abc}	۲۰/۹۱	۱۲/۰۸	۲۷/۶۱	۱/۵۸^{ab}	۰/۴۰۶^{d}	۱/۵۳^{abc}	۰/۰۹۴
۸ (عصاره خام)	۶۸/۴۳^{a}	۲۱/۰۳	۱۳/۲۰	۲۸/۱۸	۱/۰۵^{d}	۰/۵۰۹^{ab}	۱/۶۵^{a}	۰/۱۱۸
۹ (ریزپوشانی)	۶۸/۴۰^{a}	۲۱/۹۱	۱۱/۲۵	۲۹/۲۳	۱/۳۹^{abcd}	۰/۴۷۳^{abc}	۱/۵۴^{abc}	۰/۰۸۵
۱۰ (عصاره خام)	۶۸/۳۶^{a}	۲۱/۳۲	۱۲/۴۰	۲۷/۶۳	۱/۵۵^{abc}	۰/۳۹۷^{d}	۱/۵۹^{ab}	۰/۰۹۳
۱۱ (ریزپوشانی)	۶۷/۴۴^{abc}	۲۰/۳۲	۱۱/۷۶	۲۸/۳۴	۱/۷۳^{ab}	۰/۵۱۱^{a}	۱/۵۵^{abc}	۰/۰۸۹
۱۲ (عصاره خام)	۶۶/۱۷^{bc}	۲۰/۲۷	۱۰/۷۲	۲۸/۱۸	۱/۵۴^{abc}	۰/۴۳۲^{cd}	۱/۶۰^{ab}	۰/۰۹۴
۱۳ (ریزپوشانی)	۶۷/۳۷^{abc}	۲۰/۷۶	۱۱/۵۸	۲۸/۰۱	۱/۱۰^{cd}	۰/۴۷۰^{abc}	۱/۵۰^{abcd}	۰/۱۰۲
سطح معنی‌داری	۰/۰۲۱۶	۰/۷۴۰۵	۰/۲۰۲۹	۰/۶۹۱۲	۰/۰۳۶۸	۰/۰۱۰۸	۰/۰۴۴۰	۰/۰۸۷۰
اثر متقابل عصاره خام×ریزپوشانی	۰/۴۹۴۷	۰/۹۹۳۸	۰/۹۸۵۷	۰/۴۸۰۸	۰/۷۹۸۱	۰/۱۸۸۹	۰/۰۲۹۰	۰/۶۰۵۱
انحراف معیار میانگین	۰/۷۱۶۳	۰/۶۱۲۴	۰/۸۳۰۷	۰/۶۷۹۶	۰/۱۵۸۹	۰/۰۲۱۵	۰/۰۶۴۹	۰/۰۱۰۳

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) است.

تیمارهای آزمایشی شامل ۱. تیمار شاهد؛ ۲. تیمار شاهد+عصاره گیاهان رازیانه، آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، رزماری؛ ۳. تیمار شاهد+عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، رزماری؛ ۴. تیمار شاهد+عصاره گیاهان رازیانه، آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۵. تیمار شاهد+عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۶. تیمار شاهد+عصاره گیاهان رازیانه، رزماری، مرزنجوش، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۷. تیمار شاهد+عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، رزماری، مرزنجوش، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۸. تیمار شاهد+عصاره گیاهان رازیانه، آویشن، رزماری، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۹. تیمار شاهد+عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، آویشن، رزماری، نعناع فلفلی، زردچوبه؛ ۱۰. تیمار شاهد+عصاره گیاهان رازیانه، آویشن، مرزنجوش، رزماری، زردچوبه؛ ۱۱. تیمار شاهد+عصاره گیاهان ریزپوشانی رازیانه، آویشن، مرزنجوش، رزماری، زردچوبه؛ ۱۲. تیمار شاهد+عصاره گیاهان آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، رزماری، زردچوبه؛ ۱۳. تیمار شاهد+عصاره گیاهان ریزپوشانی آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، رزماری، زردچوبه

یافته های مرتبط با مقایسه اثر ترکیب عصاره‌های گیاهی ریزپوشانی شده با عصاره خام (آزاد) و تیمار شاهد بر وزن نسبی اجزا لاشه جوجه‌های گوشتی در جدول ۵ ارائه شده است. افزودن ترکیب عصاره‌های خام با فرمول تیمارهای ۲، ۸ و ۱۰ و تیمار ۹ ریزپوشانی شده موجب افزایش درصد کل لاشه در مقایسه با تیمار شاهد شدند (P<۰/۰۵). نتایج آزمایش مزرعه‌ای نشان داد که افزودن عصاره‌های کپسوله شده و عصاره‌های خام تأثیری بر وزن نسبی سینه، ران، گردن و بال، قلب و طحال

نداشتند. مطابق یافته‌های این پژوهش، آزمایشات مشابه نشان دادند که افزودن ماده موثره خام یا ریزپوشانی شده آویشن به جیره تأثیری بر وزن نسبی ران، سینه، پشت، سنگدان، بورس، تیموس و طحال نداشتند (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۶). نتایج پژوهش Tahami *et al* (2018) نشان داد که افزودن مخلوط عصاره‌های گیاهی به میزان ۲۰۰ و ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم تأثیری بر وزن نسبی سینه، ران و بال نداشت. همچنین، پژوهشگران مشاهده کردند که افزودن ترکیب اسانس ریزپوشانی شده و خام آویشن+ دارچین تأثیری بر وزن نسبی سینه و ران نداشتند (روزمهر و همکاران، ۱۳۹۶).

همچنین، نتایج آزمایش نشان داد افزودن فرمول عصاره خام گیاهان رازیانه، آویشن، مرزنجوش، نعناع فلفلی، رزماری (تیمار ۲)، موجب افزایش درصد چربی بطنی در مقایسه با تیمار شاهد شد، اما با افزودن عصاره گیاهان رازیانه، آویشن، رزماری، نعناع فلفلی، زردچوبه (تیمار ۸)، کاهش چربی محوطه بطنی در جوجه‌های گوشتی مشاهده شد، (P<۰/۰۵). یکی از مزایای استفاده از ترکیبات گیاهی، اصلاح جمعیت میکروبی و کاهش جمعیت مضر دستگاه گوارش و درنتیجه کاهش تبدیل پروتئین‌ها به چربی‌ها و بهبود کیفیت لاشه و کاهش چربی لاشه می‌باشد (Lee *et al*., 2004). دلیل کاهش چربی بطنی می‌تواند ناشی از وجود ماده مؤثره زردچوبه، کورکومین موجود در تیمار ۸ در مقایسه با تیمارهای شاهد و ۲ باشد بررسی‌ها نشان می‌دهد کورکومین، از چرب شدن کبد جلوگیری می‌کند و همچنین باعث افزایش سلامت عروق می‌شود (Kang *et al*., 2010). همچنین Nouzarian *et al* (2011) گزارش کردند که افزودن سطوح ۱۰ ، ۶٫۶ و ۳٫۳ گرم بر کیلوگرم زردچوبه، باعث کاهش چربی محوطه‌ی شکمی شد. نتایج پژوهش مشابه دیگری نیز نشان داد که تغذیه جوجه‌های گوشتی با ۲۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم، باعث کاهش درصد چربی محوطه بطنی در مقایسه با تیمار شاهد گردید (Rajput *et al*., 2013) کاهش چربی محوطه بطنی ممکن است به علت آپوپتوزیس در بافت چربی یا بازپس‌گیری گلوکز از خون باشد (Sugiharto *et al*., 2011). مطابق یافته‌های این پژوهش، روزمهر و همکاران (۱۳۹۶)گزارش کردند که افزودن ترکیبی ماده مؤثره ریزپوشانی شده آویشن و دارچین به جیره جوجه گوشتی تأثیری بر چربی بطنی ندارد. نتایج آزمایش مزرعه‌ای نشان داد تیمارهای آزمایشی ۲، ۸، ۱۰ و ۱۲ حاوی عصاره خام موجب افزایش معنی‌دار وزن نسبی کبد شدند (P<۰/۰۵). اما تیمارهای حاوی عصاره‌های ریزپوشانی شده، در مقایسه با تیمار شاهد، تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. برخی پژوهشگران گزارش کردند که افزودن اسانس آویشن و دارچین به صورت جداگانه و مخلوط به جیره جوجه‌های گوشتی، تأثیر معنی‌داری بر وزن کبد در مقایسه با تیمار شاهد نداشته است (روزمهر و همکاران، ۱۳۹۶). همچنین بهرامی و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند که افزودن ماده مؤثره آویشن به صورت ریزپوشانی شده در دو سطح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، تأثیری بر افزایش وزن کبد جوجه‌های گوشتی ندارد.

جدول شماره ۶ تأثیر ترکیب عصاره‌های گیاهی ریزپوشانی شده و عصاره خام (آزاد) و تیمار شاهد بر عیار پادتن جوجه‌های گوشتی را نشان می‌دهد. نتایج آزمایشات مزرعه‌ای و آزمایشگاهی نشان داد که افزودن عصاره‌های گیاهی خام و ریزپوشانی شده تأثیری بر عیار پادتن بر ضد نیوکاسل و آنفولانزا در مقایسه با تیمار شاهد نداشتند. در تایید این موضوع حسینیان بیلندی و همکاران (۱۳۹۷) گزارش کردند که افزودن سطوح مختلف ماده مؤثره آویشن و کاکوتی تأثیری بر پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی ندارد. نتایج پژوهش دیگری نشان داد که افزودن پنج عصاره گیاهی آویشن، سیر، کاکوتی و نعناع به صورت جداگانه و مخلوط دو عصاره آویشن و نعناع تأثیری بر هتروفیل، لنفوسیت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت جوجه‌های گوشتی نداشت (عالم پور و همکاران، ۱۳۹۲).

جدول ۶. اثر مخلوط عصاره گیاهی خام و ریزپوشانی شده بر عیار پادتن نیوکاسل و آنفولانزا جوجه‌های گوشتی

تیمار	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	سطح معنی‌داری	اثر متقابل عصاره خام×ریزپوشانی	انحراف معیار میانگین
آنفولانزاAI	۴/۴۰	۴/۲۰	۴/۴۰	۵/۰۰	۴/۶۰	۴/۴۰	۴/۴۰	۴/۲۰	۴/۸۰	۴/۲۰	۴/۴۰	۴/۴۰	۴/۴۰	۰/۳۷۷	۰/۴۳۸۶	۰/۲۲۱
نیوکاسلND	۴/۰۰	۳/۸۰	۳/۶۰	۳/۲۰	۳/۸۰	۴/۰۰	۴/۸۰	۳/۶۰	۳/۰۰	۳/۶۰	۳/۰۰	۳/۸۰	۳/۸۰	۰/۸۲۸	۱/۰۰	۰/۶۰۸

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) است.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

از یافته‌های این پژوهش می‌توان دریافت که افزودن ترکیب عصاره‌های ریزپوشانی شده گیاهان آویشن، مرزنجوش، رازیانه، رزماری، زردچوبه و نعناع فلفلی طبق فرمول‌های مختلف و به صورت ویژه تیمارهای حاوی عصاره ریزپوشانی شده زردچوبه و رازیانه، موجب بهبود عملکرد در کل دوره و به طور قابل توجهی در سنین اولیه می‌شود. همچنین دیواره کربوهیدراتی مورد استفاده در این تحقیق، تأثیر منفی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی نداشت. با توجه به اینکه ضریب تبدیل خوراک، که مهم‌ترین شاخص اقتصادی برای پرورش‌دهندگان صنعتی محسوب می‌شود، ریزپوشانی این ترکیبات تأثیر منفی بر عملکرد عصاره‌ها ندارد و باعث ماندگاری و نگهداری راحت‌تر مواد مؤثره در مقایسه با شکل مایع (خام) می‌گردد. تولید عصاره‌های ریزپوشانی شده با دیواره کربوهیدراتی در مقیاس نیمه صنعتی در این آزمایش و استفاده آسان این ترکیبات به دلیل پودر قابل اختلاط با دان، می‌تواند راهکار مناسب و عملی جهت بهبود ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن جوجه‌های گوشتی در مزارع تجاری و صنعتی باشد. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده محققان دیواره‌های پروتئینی مورد استفاده در فرآیند ریزپوشانی را بررسی کرده و اثرات آن‌ها بر طیور را مورد مطالعه قرار دهند.

تشکر و سپاس‌گزاری

از دامپزشک مزرعه، دکتر ایمان سلامتیان، مسئول آزمایشگاه دامپزشکی خراسان رضوی مهندس علی عمارلو و معاونت پژوهشی دانشگاه بیرجند بابت همکاری در اجرای مراحل مزرعه‌ای و آزمایشگاهی و حمایت مالی این پژوهش تشکر و قدردانی می‌نماییم.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافعی بین نویسندگان وجود ندارد.

منابع

بهرامی، محمد رضا، حاج خدادادی، ایمان، قاسمی، حسین و خدایی مطلق، مهدی (۱۳۹۶). بررسی تأثیر اسانس آویشن خالص و ریزپوشانی‌شده با آلژینات بر عملکرد، اندام‌های داخلی، آنزیم‌های پاداکسندگی و برخی متابولیت‌های خونی در جوجه‌های گوشتی .علوم دامی ایران. ۴۸(۴)، ۵۳۱-۵۲۳.

تهامی، زهرا، شلایی، مصیب و حسینی, سید محمد. (۱۳۹۷). اثر استفاده از مخلوط عصاره گیاهان دارویی بر عملکرد، خصوصیات لاشه، متابولیت‌های سرم خون و فعالیت آنزیمی در جوجه‌های گوشتی .پژوهشهای علوم دامی ایران. ۹(۴) ۴۶۰-۴۴۶.

حسینیان بیلندی، سیدحسن، حسینی، سیدمحمد، مجتهدی، محسن و باشتنی، مسلم (۱۳۹۷). اثر اسانس گیاهان آویشن و کاکوتی بر عملکرد، جمعیت میکروبی و پاسخ ایمنی جوجه های گوشتی. نشریه :تحقیقات تولیدات دامی. ۷ (۳)، ۵۳-۶۵.

روزمهر، فرنگ، چاشنی دل، یداله، رضایی، منصور، محیطی اصلی، مازیار و متقی طلب، مجید (۱۳۹۶). تاثیر اسانس ریزپوشانی شده آویشن و دارچین بر عملکرد، برخی فراسنجه های خونی و خصوصیات لاشه در جوجه های گوشتی . پژوهشهای تولیدات دامی. ۸ (۱۷) ۴۲-۳۴:

ریالی، افسانه، سریر، هادی، مجتهدی، محسن و ابطحی، حسین (۱۳۹۶). اثرعصاره زردچوبه و بنتونیت سدیم بر برخی از فراسنجه های بیوشیمیایی در موش‌های صحرایی آلوده شده با آفلاتوکسین B1. مجله تحقیقات دامپزشکی ۷۲(۳)، ۳۶۳-۳۵۵.

صمدیان، فرهاد، کریمی ترشیزی، محمد امیر، انصاری پیرسرائی، زربخت، واثقی، حسین، محمد نژاد، فهیمه و واحدی، وحید (۱۳۹۴). اثر سطوح مختلف اسانس نعناع، لیمو، آویشن و زنیان بر عملکرد، فراسنجه های خونی و بیان ژن‌های لیپوژنیک کبدی در جوجه های گوشتی. ۷، ۳.ص۳۳۹-۳۲۹.

عالم پور، مریم، رحیمی، شعبان و کریمی ترشیزی، محمدامیر (۱۳۹۲). مقایسه اثر افزودن پنج عصاره گیاهی و آنتی بیوتیک ویرجینیامایسین بر لیپیدهای سرم، درصد هتروفیل و لنفوسیت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت در جوجه های گوشتی نشریه :تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۹(۱): ۱-۱۰

علیزاده ارسی، لیلا، هوشیاری، عارف، آمقی رودسری، علی، غنی ئی، ابوالفضل، جعفری، بهبود و جعفری ثالث، ابوالفضل (۱۳۹۷). بررسی تغییرات تیتر آنتیبادی بر علیه بیماری نیوکاسل و آنفلوانزا در زرده تخم مرغ در دوره انکوباسیون و تاثیر آن بر تکثیر داخل تخم مرغی ویروس‌ها. نشریه تازه ها در میکروب شناسی دامپزشکی. ۱(۱).

گنجه، محمد رضا و سالارمعینی، محمد (۱۳۹۵). مقایسه اثر پودر و عصاره هیدروالکلی مرزنجوش با ویرجینامایسین بر عملکرد، متابولیت های خونی، جمعیت میکروبی ایلئوم، مرفولوژی ژژونوم و کیفیت گوشت جوجه های گوشتی .پژوهش های علوم دامی ایران ۸ (۱) ۱۲۱- ۱۰۸.

مرصادی ثابت کردمحله، طاهره، محیطی اصلی، مازیار و درمانی کوهی، حسن (۱۳۹۸). اثرات اسانس گیاهی ریزپوشانی شده زنیان بر عملکرد رشد و جمعیت میکروبی روده جوجه های گوشتی .تولیدات دامی.۲۱(۴)، ۵۳۱-۵۲۱.

نائینی، علیرضا، خسروی، علیرضا، تاجبخش، حسن، غضنفری، طوبی و یارایی، رویا (۱۳۸۸). بررسی اثرات ضد کاندیدایی و ایمونومدولاتوری اسانس و عصاره های گیاه رازیانه *(Foeniculum) Vulgare Mill* در شرایط آزمایشگاهی (*In vitro*). *ماهنامه علمی پژوهشی دانشور پزشکی. دانشگاه شاهد*. ۸۲: ۲-۱۵.

نیک جو، راضیه، پیغمبردوست، سیدهادی و اولادغفاری، عارف (۱۳۹۸). تأثیر فرایند خشک کردن پاششی بر خواص فیزیکوشیمیایی پودر نعناع فلفلی نشریه :علوم و صنایع غذایی ایران.۱۶(۹۵) :۹۹-۱۰۹.

REFERENCES

Abdullah, A.M., & Rabia, J.A. (2009). The Effect of Using Fennel Seeds (*Foeniculum vulgare L.)* on Productive Performance of Broiler Chickens. *Poultry Science*. 8 (7): 642-644.

Adegoke, A.V., Abimbola, M.A., Sanwo, K.A., Egbeyale, L.T., Abiona, J.A., Oso, A.O., & Iposu, S.O. (2018). Performance and blood biochemistry profile of broiler chickens fed dietary turmeric *(Curcuma longa)* powder and cayenne pepper (*Capsicum frutescens*) powders as antioxidants. *Veterinary and Animal Science* 6. 95–102.

Al-Sultan, S.I. (2003). The effect of Curcuma long on overall performance of broiler chickens. International *Journal of Poultry Science*. 2(5), 351–353.

Arab Ameri, S., Samadi, F., Dastar, B., & Zerehdaran, S. (2016). Effect of peppermint (*Mentha piperita*) powder on immune response of broiler chickens in heat stress. Iran. *Journal of Applied Animal Science*. 6, 435-445.

Baranauskiene, R., Bylaite, E., Zukauskaite, J., & Venskutonis, P. (2007). Flavour Retention of Peppermint Essential Oil Spray-Dried in Modified Starches during Encapsulation and Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (8): 3027-3036.

Bento, M.H.L., Ouwehand, A.C., Tiihonen, K., Lahtinen, S., Nurminen, P., Saarinen, M.T., Schulze, H., Mygind, T & Fischer, J. (2013). Essential oils and their use in animal feeds for monogastric animals – Effects on feed quality, gut microbiota, growth performance and food safety: a review. *Veterinary Medicine*. (Praha). 58, 449-458.

Blumenthal, M., Goldberg, A., Brinckmann, J, eds. (2000). Herbal Medicine: Expanded Commission E Monographs. Newton, MA: Integrative Medicine Communications.

Botsoglou, N.A., Govaris, A., Giannenas, I., Botsoglou, E and Papageorgiou, G. (2007). The incorporation of dehydrated rosemary leaves in the rations of turkeys and their impact on the oxidative stability of the produced raw and cooked meat. *International Journal Food Science and Nutrition*. 58: 312-320.

Cabuk, M., Alicicex, A., Bozhutr, M & Lmre, N. (2003). Antibacterial properties of the essential oils isolated from aromatic plants and using possibility as alternative feed additives 11. National Animal Nutrition Congress 18-20, September, pp: 184-187.

Castanon, J.I.R (2007). History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds. *Poultry Science* 86: 2466–2471.

Choct, M. (2001). Alternatives to in-feed antibiotics in monogastric animal industry. American Soybean Association Technical Bulletin 30: 1–6.

Ciftci, M., Gülcihan, U., Mehmet, S., Ali, İbrahim, A., Çerci, H. & Tonbak, F. (2013) The effects of dietary rosemary (Rosmarinus officinalis L.) oil supplementation on performance, carcass traits and some blood parameters of Japanese quail under heat stressed condition. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi. In press.

Dahiya, J.P., Wilkie, D.C., Van Kessel, A.G. & Drew, M.D. (2006). Potential strategies for controlling necrotic enteritis in broiler chickens in post-antibiotic era. *Animal Feed Science and Technology* 129: 60–88.

Erhan, M.K., olukbas, B & Urusan, S.C. (2011). Biological activities of pennyroyal (Mentha pulegium L.) in broilers. *Livestock Science*189-192.

Florou-Paneri, P., Giannenas, I., Christaki, E., Govaris, A., & Botsoglou, N. (2006). Performance of chickens and oxidative stability of the produced meat asaffected by feed supplementation with oregano vitamin C, vitamin E and their combinations. Archiv fur Geflugelkunde. 70: 232–240.

Gadde, G.W., Kim, H., Oh, S.T & Lillehoj, H.S. (2017). Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. *Animal Health Research Reviews*, Page 1 of 20.

Gangeh, M. R & Salarmoini, M. (2016). Effect of Powder and Hydroalcoholic Extract of Origanum vulgare and Virginiamycin on Performance, Blood Metabolites, Ileal Microflora, Jejunal Morphology and Meat Quality of Broilers. Iranian Journal of Animal Science Research. 8(1). 108-121. (In Persian).

Ghazalah, A.A & Ali, A.M. (2008). Rosemary leaves as a dietary supplement for growth in broiler chickens. *International Journal of Poultry Science* 7: 234-239.

Gopi, M., Karthik, K., Manjunathachar, H.V., Tamilmahan, P., Kesavan, M., Dashprakash, M., Balaraju, B.L., & Purushothaman, M.R. (2014). Essential oils as a feed additive in poultry nutrition. Adv. *Animal Veterinary Science*. 1: 1–7.

Hafeez, A., K. M¨anner, K., Schieder, C., & Zentek, J. (2017). Effect of supplementation of phytogenic feed additives (powdered vs. encapsulated) on performance and nutrient digestibility in broiler chickens. Poultry Science. 95 (3): 622-629

Hashemipour, H., Kermanshahi, H., Golian, A., & Veldkamp, T. (2013). Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poultry Science*. 92, 2059-2069.

Hashemipour, H., Khaksar, V., Rubio, L.A., Veldkamp, T., & Krimpen, M.M. (2015). Effect of feed supplementation with a thymol plus carvacrol mixture, in combination or not with an NSP degrading enzyme, on productive and physiological parameters of broilers fed on wheat-based diets. *Animal Feed Science and Technology*.09.023.

Kang, J.H., Goto, T., Han, I.S., Kawada, T., Kim, Y.M & Yu, R. (2010). Dietary capsaicin reduces obesity-induced insulin resistance and hepatic steatosis in obese mice fed a high-fat diet. Obesity Silver Spring, 4, 780–787.

Lakkis, J. (2007). Encapsulation and controlled released technologies in food system. Translated by: Morttazavi, S. A., Askari, B., Askari Nasab, M & Askari Nasab, N. (In Persian).

Lee, K.W., Everts, H. & Beynen, A.C. (2004). Essential oils in broiler nutrition. International *Journal of Poultry Science*, 3:738–752.

Mir Haidar, H. (2010). Herbal education and the use of plants in the prevention and treatment of diseases. Volume 5, University Press, third edition, page 527.

Mohiti-Asli, M., Khedmatgozar, M., Darmani-Kuhi, H., & Farzaneh, M. (2019).Efficacy of Different Blends of Essential Oils on Growth Performance, Blood Metabolites, Gut Microflora, and Meat Quality of Broilers. Iranian Journal of Veterinary Medicine, 13(2), 199-215.

Moore, P.R., Evenson, A., Luckey, T.D., McCoy, E., Elvehjem, C.A & Hart, E.B. (1946). Use of sulfasuxidine, streptothricin and streptomycin in nutritional studies with the chick. *Journal of*

Biological Chemistry 165: 437–441.

Moreno, S., Scheyer, S., Romano, C.S & Vojnov, A.A. (2006). Antioxidant and antimicrobial activities of rosemary extracts linked to their polyphenol compositrion. *Free Radical Research*. 40: 223-231.

Navarro-Flores, M.G., Lucı´a Marı´a C. Ventura-Canseco, L. M., Meza-Gordillo, R., Ayora-Talavera, T.R., & Abud-Archila, M. (2020). Spray drying encapsulation of a native plant extract rich in phenolic compounds with combinations of maltodextrin and non-conventional wall materials. *Food Scientists and Technologists.*

Nikjoo, R., Peighambardoust, S. H & Olad Ghaffari, A. (2020). Effect of spray drying on physicochemical characteristics and quality of peppermint powder. Journal of food science and technology (Iran). 16(95): 99-109. (In Persian).

Nishiyama, T., Mae, T., Kishida, H., Tsukagawa, M., Mimaki, Y., Kuroda, M., Sashida, Y., Takahashi, K., Kawada, T., Nakagawa, K & Kitahara, M. (2005). Curcuminoids and sesquiterpenoids in Turmeric (Curcuma longa L.) suppress an increase in blood glucose level in type 2 diabetic KK-Ay mice. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 53, 959–963.

Nouzarian, R., Tabeidian, SA., Toghyani, M., Ghalamkari, G & Toghyani, M. (2011). Effect of turmeric powder on performance, carcass traits, humoral immune responses, and serum metabolites in broiler chickens. *Journal Animal Feed Science*. 20:389-400.

Palmer, A., Stewart, J & Fyfel, F. (2002). The potential application of plant essential oils as natural fool preservation in soft cheese. *Journal of Microbiology*, 1: 463-470.

Peng, Q.Y., Li, J.D., Li, Z., Duan, Z.Y & Wu, Y.P. (2016). Effects of dietary supplementation with oregano essential oil on growth performance, carcass traits and jejunal morphology in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*. http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.02.010.

Rajput, N., Muhammad, N., Yan, R., Zhong, X & Wang, T. (2013). Effect of dietary supplementation of curcumin on growth performance. *Japan Poultry Science Association.* 50: 44-52.

Rialy, A., Sarir, H., Mojtahedi, M & Abtahi, H. (2017). The effect of turmeric extract and sodium bentonite on some biochemical parameters in rats contaminated with Aflatoxin B1. Journal of Veterinary Research. 72, 3: 355-363. (In Persian).

Rita Bilia, A., Guccione, C., Isacchi, B., Righeschi, C., Firenzuoli, F & Camilla, B. (2014). Essential oils loaded in nanosystems: A developing strategy for a successful therapeutic apprach. *Evidenc-Based Complementary and Alternative Medicine*. 20(14): 1-14.

Rosen, G.D. (1995). Antibacterials in poultry and pig nutrition. In: Wallace RJ &Chesson A (Eds) Biotechnology inAnimal Feeds andAnimal Feeding. Weinheim, Germany, pp. 143–172.

Sadeghi, A.A & Moghaddam, M. (2018). The Effects of Turmeric, Cinnamon, Ginger and Garlic Powder Nutrition on Antioxidant Enzymes' Status and Hormones Involved in Energy Metabolism of Broilers during Heat Stress. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 8(1), 125-130.

Sadeghi, A.A and Moghaddam, M. (2018). The Effects of Turmeric, Cinnamon, Ginger and Garlic Powder Nutrition on Antioxidant Enzymes' Status & Hormones Involved in Energy Metabolism of Broilers during Heat Stress. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 8(1), 125-130.

Samadian, F., Karimi Tarshizi, M. A., Ansari Piersarai, Z., Vathghi, H., Mohammad Nejad, F & Wahidi, V. (2015). The effect of different levels of mint, lemon, thyme and Ajowan essential oils on performance, blood parameters and expression of liver lipogenic genes in broiler chickens. Iranian Journal of Animal Science Research. 7 (3): 329-339. (In Persian).

Shahidi Noghabi, M & Molaveisi, M. (2019). Using Arabic Gum, Maltodextrin and Inulin for Wall Compounds Microencapsulation and Rapid Release of the Bioactive Compounds from Cardamom Essential Oil in Saliva. Journal of research and innovation in food science and industry. 9 (1): 57-72.

Sugiharto, I., Widiastuti, E & Prabowo, N.S. (2011). Effect of turmeric extract on blood parameters,

feed efficiency and abdominal fat content in broilers. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture.* 36:21-26.

Tahami, Z., Shalaei, M & Hosseini, S. M. (2018). Effect of Use of Mixture of Herbal Extracts on Performance, Carcass Characteristics, Blood Serum Metabolites and Enzyme Activity of Broiler Chickens. Iranian Journal of Animal Science Research. 9 (4): 446-460. (In Persian).

Wang, Q., Gong, J., Huang, X., Yu, H & Xue, F. (2009). In vitro evaluation of the activity of microencapsulated carvacrol against Escherichia coli with K88 pili. *Journal of Applied Microbiology*, ISSN 1364-5072.

Witkowska, D., Sowińska, J., Murawska, D., Matusevičius, P., Kwiatkowska-Stenzel1, A., Mituniewicz1, T & Wójcik1, A. (2019). Effect of peppermint and thyme essential oil mist on performance and physiological parameters in broiler chickens South African. *Journal of Animal Science*, 49 (No. 1)

Zhang, K.Y., Yan, F., Keen, C.A., & Waldroup, P.W. (2005). Evaluation of Microencapsulated Essential Oils and Organic Acids in Diets for Broiler Chickens International Journal of Poultry Science 4 (9): 612-619.

Mathlouthi, N., Bouzaienne, T., Oueslati, I., Recoquillay, F., Hamdi, M., Urdaci, M and Bergaoui, R. (2012). Use of rosemary, oregano, and a commercial blend of essential oils in broiler chickens: In vitro antimicrobial activities and effects on growth performance. *Journal of Animal Science*. 90: 813–823.