

تخمین فراسنجه‌های رشد جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با پودر برگ زیتون و آلفا-توکوفریل استات با استفاده از مدل گومپرتز

احمد علی ثابتان شیرازی^۱ و احمد حسن آبادی^{۲*}

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۸/۲/۱۸

^۱ استادیار گروه کشاورزی، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، ایران

^۲ استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

* مسئول مکاتبه: Email: hassanabadi@um.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: افزایش توده بدن حیوان در واحد زمان به‌عنوان شاخص رشد می‌باشد. چنانچه نرخ رشد را بتوان در مراحل مختلف پرورش پیش‌بینی نمود، تعیین مقدار مواد مغذی مورد نیاز و ارائه اقتصادی‌ترین برنامه مدیریت تغذیه ممکن خواهد شد. هدف: این پژوهش با هدف تخمین فراسنجه‌های رشد جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره غذایی حاوی پودر برگ زیتون و آلفا-توکوفریل استات با استفاده از مدل گومپرتز انجام گردید. روش کار: داده‌های مربوط به وزن تعداد ۳۰۰ قطعه جوجه‌گوشتی یک‌روزه سویه کاب ۵۰۰ در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار، سه تکرار و ۲۰ قطعه جوجه در هر تکرار به مدت ۴۲ روز مورد استفاده قرار گرفته و منحنی رشد با استفاده از مدل گومپرتز برای آنها برازش گردید. جیره‌های آزمایشی شامل: جیره ذرت-سویا(شاهد منفی)، جیره پایه به‌همراه ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آلفا-توکوفریل استات (شاهد مثبت) و سه جیره به‌صورت جیره پایه با ۲، ۲/۵ و ۳ درصد پودر برگ زیتون بودند. نتایج: بیشترین مقدار میانگین وزن پیش‌بینی شده در هفته اول و دوم مربوط به تیمار شاهد منفی بود. پیش‌بینی زمان تغییر نرخ رشد برای تیمارهای پودر برگ زیتون نسبت به شاهد مثبت با تفاوت‌های اندک همراه بود. نرخ رشد در گروه‌های تغذیه شده با پودر برگ زیتون تا هفته سوم به یکدیگر نزدیک بود. تفاوت در مقدار عددی نرخ رشد پس از پشت سر گذاشتن هفته سوم در گروه ۲/۵ درصد پودر برگ زیتون و گروه شاهد مثبت بر میانگین وزن پیش‌بینی شده، بهبود فراسنجه‌های نرخ رشد، زمان رسیدن به نقطه عطف منحنی رشد و افزایش وزن نهایی در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی موثرتر بودند.

واژگان کلیدی: پودر برگ زیتون، مدل گومپرتز، منحنی رشد، نرخ رشد

مقدمه

آنتی‌بیوتیک‌های موجود در لاشه‌ی طیور، منجر به ایجاد سویه‌های مقاوم در بدن انسان شده و مانع از درمان بسیاری از بیماری‌ها می‌شود. به همین منظور تاکنون پری‌بیوتیک‌ها، پروبیوتیک‌ها، اسیدهای آلی، گیاهان دارویی، ادویه‌جات، عصاره‌ها و اسانس‌های حاصل از آن‌ها به‌عنوان جایگزین‌های آنتی‌بیوتیک در تغذیه طیور

استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در تغذیه دام، به‌عنوان محرک رشد ضد میکروبی، بدون شک برای بهبود بخشیدن به فراسنجه‌های عملکردی پرورش دام و جلوگیری از بیماری‌ها سودمند است (بارتون ۲۰۰۰). با وجود اثرات مثبت آنتی‌بیوتیک‌ها تحقیقات نشان داده که بقایای

به‌طوریکه در سال ۱۹۷۶ حدود ۶۳ روز طول می‌کشید که جوجه به وزن دو کیلوگرم برسد ولی در سال ۲۰۰۱ این مدت به ۳۵ روز کاهش یافته است (هانیکوا و همکاران ۲۰۰۱). در بررسی روند رشد مدل‌های ریاضی به دلیل خلاصه نمودن تعداد زیادی داده از وزن بدن در طول زمان در تعداد کمی از فراسنجه‌های منحنی که دارای تفسیر بیولوژیکی نیز می‌باشند، کاربرد زیادی دارند. در این بررسی‌ها، بیشترین تفاوت بین گونه‌های مختلف در فاصله بین تولد تا نقطه عطف گزارش شده است (آنتونی و همکاران ۱۹۹۱).

افزایش توده بدن حیوان در واحد زمان به‌عنوان شاخص رشد می‌باشد. چنانچه نرخ رشد را بتوان در مراحل مختلف پرورش پیش‌بینی نمود، شناخت مواد مغذی مورد نیاز و ارائه اقتصادی‌ترین برنامه مدیریت تغذیه ممکن خواهد شد (نیکخواه و همکاران ۱۳۸۸). در یک تحقیق نشان داده شد که بررسی‌های غیر خطی نه تنها از نظر ریاضی توصیف‌کننده روند رشد هستند بلکه تخمینی از رابطه بین احتیاجات غذایی و وزن زنده را نشان می‌دهند (سنگول و کی راز ۲۰۰۵).

یک روش پیش‌بینی رشد استفاده از مدل‌های رشد است. این مدل‌ها توابع ریاضی هستند و الگوی رشد وزن بدن را توصیف می‌کنند (گلیو متیس و همکاران ۲۰۰۳). مدل‌های رشدی در طیور از نوع توابع رگرسیون غیر خطی مانند گومپرتز، ریچاردز و لجستیک می‌باشند (چاجی و همکاران ۱۳۹۳). ریکلف (۱۹۸۵) روند رشد بلدرچین‌های ژاپنی را با استفاده از یک مدل رشد غیر خطی بررسی کرد و گزارش نمود که رشد اولیه ممکن است پاسخ کلیدی برای تعیین وزن نهایی باشد. آن دری و همکاران (۲۰۰۶) بیان داشتند که می‌توان از فراسنجه‌های منحنی رشد به‌عنوان معیار انتخاب استفاده کرد. کاهش سن کشتار در جوجه‌های گوشتی منجر به ایجاد محدودیت‌های فیزیولوژیکی از قبیل افزایش چربی محوطه بطنی، افزایش مرگ ناگهانی، سندرم آسیت و کاهش فعالیت‌های تولیدمثلی شده‌است. جهت افزایش دقت مدل‌ها و ارایه

مطرح شده‌اند که دلیل عمده استفاده از آن‌ها، تأثیرشان بر فلور میکروبی روده و سلامت دستگاه گوارش می‌باشد (ازکه و اکیو ۲۰۰۹). پژوهش‌ها بر این امر تأکید دارند که میکروب‌های مختلف و ترکیبات زیست‌فعال در افزایش سلامتی و عملکرد دام‌ها پتانسیل بالایی دارند (ویندیش و همکاران ۲۰۰۸ و رولف ۲۰۰۰). ترکیبات شیمیایی برگ گیاه زیتون (*Olea europaea*) مانند اولئوروپین، هیدروکسی تیروزول، تیروزول و کاتچین دارای اثرات مهم دارویی هستند. اولئوروپین و مشتقات حاصل از آن مخصوصاً اسیدالئولیک دارای خاصیت قوی آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌بیوتیکی بوده و از لحاظ کمی نیز بیشترین ترکیب فنولی موجود در برگ زیتون را تشکیل می‌دهد (گویندا ۲۰۰۶ و بوتسوگلو و همکاران ۲۰۱۰).

آلفا-توکوفرول یا ویتامین E آنتی‌اکسیدانی است که به‌طور گسترده در جیره طیور استفاده می‌شود. این ویتامین از اکسیداسیون اسیدهای چرب بلند زنجیره در غشای سلولی جلوگیری می‌کند و به‌عنوان یک ماده مغذی برای رشد و سلامت حیوانات شناخته شده‌است (بریگلويس و همکاران ۱۹۹۱). گنجاندن آنتی‌اکسیدان‌ها در مواد خوراکی یکی از مؤثرترین شیوه‌های به تأخیر انداختن اکسیداسیون چربی‌ها، افزایش مدت زمان مصرف و ماندگاری چربی‌ها و مواد خوراکی حاوی چربی و ممانعت برای از دست دادن کیفیت حسی و تغذیه‌ای چربی‌ها می‌باشد (ایتو و همکاران ۱۹۸۵). به دلیل امکان ایجاد اثرات سمی و سرطانی آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی، در مورد سلامت مصرف‌کننده، آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی نظیر توکوفرول‌ها و اسید اسکوربیک به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های سالم به‌کارگرفته شدند (موری و همکاران ۲۰۰۱).

در جوجه‌های گوشتی انتخاب برای وزن بدن به‌عنوان یک صفت توارث پذیر با موفقیت انجام شده است. انتخاب برای سرعت رشد منجر به افزایش بازدهی و همزمان کاهش سن کشتار در طیور گوشتی شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سالن مرغداری مرکز آموزش و تحقیقات علی آباد کمین متعلق به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس اجرا گردید. تعداد ۳۰۰ قطعه جوجه گوشتی یكروزه (نر و ماده) سویه کاب ۵۰۰ در قالب طرح کاملاً تصادفی با میانگین وزن مشابه به پنج تیمار، سه تکرار و ۲۰ قطعه جوجه در هر تکرار اختصاص یافتند. طول دوره آزمایش به مدت ۴۲ روز بود. برنامه نوری به صورت ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت تاریکی اجرا شد. درجه حرارت سالن پرورش در روز اول ۳۲ درجه سانتی‌گراد بود که هر روز نیم درجه کاسته شد تا در سن سه هفتگی به دمای ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد برسد و این دما تا پایان آزمایش حفظ گردید. برگ‌های زیتون رقم زرد خشک شده در سایه با استفاده از آسیاب مکانیکی با قطر نیم میلی‌متر آسیاب شدند و در تهیه جیره‌های آزمایشی مورد استفاده قرار گرفتند. ترکیب شیمیایی برگ زیتون، شامل: ماده خشک (۹۵/۳۳ درصد)، پروتئین خام (۹/۴۰ درصد)، فیبر خام (۱۸/۶ درصد)، چربی خام (۲/۶۰ درصد) و انرژی قابل سوخت و ساز (۱۸۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم) بود که با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری گردید (AOAC ۲۰۰۵). جیره پایه بر اساس ذرت و کنجاله سویا با توجه به نیازمندی‌های توصیه شده در دفترچه راهنمای پرورش سویه کاب ۵۰۰ برای دوره‌های مختلف شامل آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ تا ۲۱ روزگی) و پایانی (۲۲ تا ۴۲ روزگی) با استفاده از نرم افزار UFFDA تنظیم شد (جدول ۱، ۲ و ۳) (پستی و همکاران ۱۹۹۲). برای محاسبه ترکیبات شیمیایی خوراک نیز از جداول انجمن ملی تحقیقات آمریکا استفاده شد (NRC ۱۹۹۴). آلفا-توکوفریل استات ابتدا با مکمل ویتامینی مخلوط و سپس به جیره پایه افزوده شد. پودر برگ زیتون جایگزین بخشی از ذرت جیره‌ها شد و در صورت نیاز، با افزایش اندکی که در درصد روغن آفتابگردان، کنجاله سویا و اسیدهای آمینه مصنوعی

مدل‌های جدید کوشش‌هایی صورت گرفته است (لوپز و همکاران ۲۰۰۸). برخی از پژوهش‌های صورت گرفته نشان داده است که برای بیان ریاضی تغییرات روند رشد پرنده و ویژگی‌های لاشه، معادلات گومپرتز بهترین انتخاب است (هروبی و همکاران ۱۹۹۶، اوویدو-راندون و همکاران ۲۰۰۲ و دریکوندی و همکاران ۲۰۱۷). زمانی که از مدل گومپرتز برای داده‌ها استفاده می‌شود انتظار می‌رود که جوجه‌های با نرخ رشد اولیه کمتر، زودتر به سن حداکثر رشد برسند و در مقایسه با آنهایی که نرخ رشد بالاتری دارند، کاهش وزن نمایی بیشتری را نشان دهند (نواک و همکاران ۲۰۰۴). شکل منحنی گومپرتز نشان می‌دهد حداکثر رشد در هر نقطه از زمان با شرایط تغذیه‌ای و محیطی ایجاد شده، همراه خواهد بود و این مدل تجربی یک رابطه ریاضی را بدون در نظر گرفتن روند بیولوژیکی مرتبط با آن بین متغیر وابسته و متغیر مستقل بر پایه فرضیات تئوری رشد توصیف می‌کند (زونز و همکاران ۱۹۹۱).

انتظار می‌رود ترکیبات موجود در برگ زیتون با اثرات آنتی‌کسیدانی و آنتی‌بیوتیکی و ویتامین E به‌عنوان آنتی-اکسیدان طبیعی، توان تغییر فراسنجه‌های رشدی را داشته باشد. از طرفی چنانچه نرخ رشد را بتوان در مراحل مختلف پرورش پیش‌بینی نمود، شناخت مواد مغذی مورد نیاز و ارائه اقتصادی‌ترین برنامه مدیریت تغذیه ممکن خواهد شد. توابع زیادی برای بررسی منحنی رشد وجود دارد. مانند تابع گومپرتز که براساس نتایج پژوهش‌ها می‌تواند به‌خوبی تفاوت‌های رشد موجود بین نژادها و سویه‌ها را مشخص نماید (ناقوس و همکاران ۱۳۹۱).

هدف از انجام این پژوهش استفاده از مدل گومپرتز در تخمین فراسنجه‌های رشد جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با پودر برگ زیتون و آلفا-توکوفریل استات در سطوح مختلف ۲، ۳/۵ و ۳ درصد بود.

با دقت یک گرم اندازه‌گیری گردید. تعداد تلفات، وزن تلفات و وزن جوجه‌های حذفی در کل دوره برای هر واحد آزمایشی به صورت جداگانه ثبت شد. ۱۲ ساعت قبل و بعد از توزین جوجه‌ها به منظور کاهش تنش، محلول مولتی ویتامین در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت. ۴ ساعت قبل از توزین نیز جهت یکنواختی دستگاه گوارش غذا از دسترس پرندگان خارج گردید و افزایش وزن تصحیح شده و روز جوجه برای هر واحد آزمایشی محاسبه گردید.

جیره‌ها داده شد، تمام جیره‌ها از نظر انرژی قابل متابولیسم، پروتئین خام و سایر مواد مغذی یکسان‌سازی شدند. بنابراین، جیره‌های آزمایشی شامل: جیره غذایی بر پایه ذرت و کنجاله سویا بدون هر گونه افزودنی (تیمار شاهد منفی)، تیمار شاهد منفی + ۲۵۰ میلی گرم در کیلوگرم آلفا-توکوفرل استات (تیمار شاهد مثبت)، تیمار شاهد منفی + ۲ درصد پودر برگ زیتون، تیمار شاهد منفی + ۲/۵ درصد پودر برگ زیتون و تیمار شاهد منفی + ۳ درصد پودر برگ زیتون بود. در پایان هر دوره (آغازین، رشد و پایانی) وزن تمام جوجه‌ها در هر واحد آزمایش توسط ترازوی دیجیتالی

جدول ۱- درصد اجزا و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی در دوره آغازین (۱۰-۱ روزگی)

Table 1- Percentage of the ingredients and nutrients of the experimental diets during the starter period (1-10 day)

Feed ingredients (%)	Negative control	Positive control	2 % olive leaf	2.5 % olive leaf	3 % olive leaf
Corn	56.61	56.61	54.00	53.41	52.77
Olive leaf powder	0	0	2.000	2.50	3.00
Soybean meal (44%)	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
Sunflower oil	3.00	3.00	3.61	3.70	3.84
Dicalcium phosphate	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89
Oyster shell	1.20	1.20	1.19	1.19	1.19
Salt	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
L-Lysine hydrochloride	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09
DL-Methionine	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
Sodium bicarbonate	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Mineral and vitamin supplement	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Total	100	100	100	100	100
Chemical composition (calculated)					
ME (Kcal/kg)	2974	2974	2977	2974	2974
Crude protein (%)	20.92	20.92	20.90	20.89	20.89
Crude fiber (%)	3.76	3.76	4.08	4.16	4.24
Calcium (%)	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Sodium (%)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Available phosphorus (%)	0.50	0.50	0.50	0.49	0.49
Methionine (%)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.49
Methionine + Cystine (%)	0.84	0.84	0.83	0.83	0.83
Lysine (%)	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

* Mineral - Vitamin supplement for each kilogram of diet including: 10,000 IU vitamin A, 9790 units of vitamin D, 121 units of vitamin E, 20 micrograms of cyanocobalamin, 41.4 mg of riboflavin, 22 mg of niacin, 840 mg of Choline, 30 mg Bioquin, 4 mg thiamine, 60 mg Zinc sulfate, 60 mg manganese oxide, 20 mg ferrous sulfate, 2 mg copper oxides, 40 mg calcium pentotenate

جدول ۲- درصد ترکیب و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی در دوره رشد (۱۱- ۲۱ روزگی)

Table 2- Percentage of the ingredients and nutrients of the experimental diets of the growing period (11-21 day)

Feed ingredients (%)	Negative control	Positive control	2 % olive leaf	2.5 % olive leaf	3 % olive leaf
Corn	62.33	62.33	59.41	58.72	58.02
Olive leaf powder	0	0	2.00	2.500	3.00
Soybean meal (44%)	30.15	30.15	30.25	30.25	30.25
Sunflower oil	3.22	3.22	4.04	4.22	4.42
Dicalcium phosphate	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85
Oyster shell	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
Salt	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
L-Lysine hydrochloride	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
DL-Methionine	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
Sodium bicarbonate	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Mineral and vitamin supplement *	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Total	100	100	100	100	100
Chemical composition (calculated)					
ME (Kcal/kg)	3057	3057	3057	3056	3056
Crude protein (%)	18.89	18.89	18.87	18.86	18.86
Crude fiber (%)	3.76	3.76	4.08	4.16	4.24
Calcium (%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Sodium (%)	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Available phosphorus (%)	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
Methionine (%)	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
Methionine + Cystine (%)	0.84	0.84	0.83	0.83	0.83
Lysine (%)	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10

*Mineral – Vitamin supplement for each kilogram of diet including: 10,000 IU vitamin A, 9790 units of vitamin D, 121 units of vitamin E, 20 micrograms of cyanocobalamin, 41.4 mg of riboflavin, 22 mg of niacin, 840 mg of Choline, 30 mg Bioquin, 4 mg thiamine, 60 mg Zinc sulfate, 60 mg manganese oxide, 20 mg ferrous sulfate, 2 mg copper oxides, 40 mg calcium pantothenate

زمان نقطه عطف منحنی رشد (t^*) و وزن جوجه در زمان مورد نظر (W^*) را نیز با کمک روابط زیر برای هر جوجه محاسبه کرد:

$$t^* = \frac{1}{b} \left[\ln \left(\ln \left(\frac{W_f}{W_0} \right) \right) \right]$$

$$W^* = 0.368W_f$$

به نقطه‌ای که تغییر نرخ رشد (افزایشی به کاهش) در آن حاصل می‌شود نقطه عطف و به سنی که در آن حداکثر نرخ رشد حاصل می‌شود سن در نقطه عطف می‌گویند. در واقع می‌توان گفت که نقطه عطف، منحنی رشد را به دو دوره افزایش سرعت رشد و دوره کاهش سرعت رشد تقسیم می‌کند (مارکاتو و همکاران ۲۰۰۸).

به منظور برآورد خصوصیات رشد، تابع رشد گومپرتز مورد استفاده واقع شد. تابع فوق به صورت زیر است:

$W_t = W_0 \times \text{Exp}((1 - \exp(-b \times t)) \times (\log(W_f/W_0)))$
 که در آن W_t وزن واقعی جوجه در زمان t (بر حسب روز)، W_0 فراسنج مرتبط با وزن اولیه جوجه (بر حسب گرم)، W_f فراسنج مرتبط با وزن نهایی (بر حسب گرم) و b فراسنج مرتبط با سرعت رشد است. در این تابع سه فراسنج (W_f ، W_0 و b) وجود دارد و Exp به عنوان نماد نشان‌دهنده عدد نپری (۲/۷۱۷۲۸) است. از نرم افزار آماری R برای برازش تابع مزبور و برآورد فراسنجه‌های آن، استفاده گردید. تابع مزبور با استفاده از داده‌های وزن جوجه‌ها از سن یک تا ۴۲ روزگی، برازش شد. در تابع فوق، براساس فراسنجه‌های برآورد شده، می‌توان

²Final weight¹ Primary weight

جدول ۳- درصد ترکیب و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی در دوره پایانی (۲۲-۴۲ روزگی)

Table 3- Percentage of the ingredients and nutrients of the experimental diets of the finishing period (22-42 day)

Feed ingredients (%)	Negative control	Positive control	2 % olive leaf	2.5 % olive leaf	3 % olive leaf
Corn	65.15	65.15	62.81	62.11	61.41
Olive leaf powder	0	0	2.00	2.50	3.00
Soybean meal (44%)	27.20	27.20	26.80	26.80	26.80
Sunflower oil	3.51	3.51	4.23	4.33	4.63
Dicalcium phosphate	1.74	1.74	1.75	1.75	1.75
Oyster shell	1.11	1.11	1.10	1.10	1.10
Salt	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
L-Lysine hydrochloride	0.15	0.15	0.17	0.17	0.17
DL-Methionine	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
Sodium bicarbonate	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Mineral and vitamin supplement *	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Total	100	100	100	100	100
Chemical composition (calculated)					
ME (Kcal/kg)	3111	3111	3112	3112	3112
Crude protein (%)	17.86	17.86	17.69	17.68	17.66
Crude fiber (%)	3.48	3.48	3.80	3.87	3.95
Calcium (%)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Sodium (%)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Available phosphorus (%)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Methionine (%)	0.48	0.48	0.47	0.47	0.47
Methionine + Cystine (%)	0.79	0.79	0.79	0.78	0.78
Lysine (%)	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05

*Mineral - Vitamin supplement for each kilogram of diet including: 10,000 IU vitamin A, 9790 units of vitamin D₃, 121 units of vitamin E, 20 µg of cyanocobalamin, 41.4 mg of riboflavin, 22 mg of niacin, 840 mg of Choline, 30 mg Bioquin, 4 mg thiamine, 60 mg Zinc sulfate, 60 mg manganese oxide, 20 mg ferrous sulfate, 2 mg copper oxides, 40 mg calcium pantothenate

وزن پیش بینی شده مربوط به تیمارهای ۲/۵ و سپس ۳ درصد پودر برگ زیتون بود. در هفته‌های پنجم و ششم تیمار شاهد مثبت و تیمار ۲/۵ درصد پودر برگ زیتون نسبت به بقیه تیمارها بیشترین مقدار میانگین وزن پیش بینی شده را نشان دادند. این تغییرات میانگین وزن در هفته‌های مختلف احتمالاً در نتیجه عوامل مختلفی از جمله تحمل مقدار فیبر جیره، رشد، سازگاری و سلامت دستگاه گوارش با تیمارهای به کار برده شده می‌باشد.

نتایج و بحث

در این آزمایش از مدل غیرخطی گومپرتز برای برآزش داده‌های رشد جوجه‌ها استفاده شد. این مدل یکی از مدل‌های رشد است که از آن به عنوان ابزاری مهم برای تعیین شاخص‌های بیولوژی مانند وزن بدن در سن خاص، ماکزیم پاسخ رشد و نرخ رشد جوجه‌های گوشتی استفاده می‌شود (راش و همکاران ۲۰۰۵). بر اساس جدول ۴ بیشترین مقدار میانگین وزن پیش بینی شده در هفته‌های اول و دوم مربوط به تیمار شاهد منفی و پس از آن مربوط به تیمار ۲/۵ درصد پودر برگ زیتون بود. اما از هفته سوم این روند تغییر کرد. بیشترین مقدار میانگین وزن پیش بینی شده در این هفته مربوط به تیمار شاهد مثبت و پس از آن مربوط به تیمار ۲/۵ درصد پودر برگ زیتون بود. در هفته چهارم بیشترین مقدار میانگین

جدول ۴- مقدار میانگین وزن پیش بینی شده توسط مدل گومپرتز در هر هفته (برحسب گرم)

Table 4- Predicted average weight by Gompertz model per week (in grams)

Treatments	Negative control	Positive control	2 % olive leaf	2.5 % olive leaf	3 % olive leaf
Weeks					
1	144.6	141.0	138.3	142.1	133.4
2	362.3	357.4	343.3	357.9	325.6
3	707.1	720.2	677.9	711.0	639.5
4	1151.0	1220.4	1127.9	1729.7	1567.2
5	1641.5	1817.0	1650.7	1729.7	1567.2
6	2125.5	2451.4	2145.0	2292.4	2098.5

جدول ۵- اثر سطوح مختلف پودر برگ زیتون و آلفا-توکوفریل استات بر فراسنجه‌های رشد جوجه‌های گوشتی با استفاده از

مدل گومپرتز

Table 5- Effect of different levels of olive leaf powder and α -tocopheryl acetate on growth parameters of broiler chickens using Gompertz model

Parameter	W_f	SEM	b	SEM	W_t	SEM	T*	W*
Treatment								
Negative control	4252.8	176.6	0.045	0.0008	2125.5	91.7	33.9	1432.0
Positive control	6115.8	186.3	0.040	0.0005	2451.4	73.9	39.8	2059.8
2 % olive leaf	5118.0	772.2	0.041	0.0025	2145.0	361.1	38.0	1723.7
2.5 % olive leaf	5176.7	911.9	0.042	0.0030	2292.4	384.9	37.2	1743.5
3 % olive leaf	5192.7	1031	0.040	0.0033	2098.5	340.2	39.5	1748.9

در تحقیقی که به مدت ۲۸ روز جیره‌های حاوی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد دانه خلر خام یا حرارت داده شده جایگزین کنجاله سویا گردید، نتایج نشان داد که زمان تغییر نرخ رشد (افزایشی به کاهش) برای جیره حاوی ۳۰ درصد خلر خام به نسبت سایر تیمارها دیرتر پیش‌بینی گردید (۴۷ روزگی) و علت آن را احتمالاً وجود ترکیبات ضد مغذی بیشتر در این تیمار عنوان شد (امیرآبادی و همکاران ۱۳۹۰)

در پژوهش دیگری سطوح ۰، ۰/۷۵، ۱/۵، ۲/۲۵، ۳ و ۳/۷۵ درصد بنتونیت سدیم به صورت سرک به جیره اضافه گردید. زمان تغییر نرخ رشد برای تیمارهای بنتونیت سدیم نسبت به شاهد افزایش یافت و نتیجه گرفته شد برای رسیدن این تیمارها به وزن مطلوب نیاز به زمان بیشتری باشد (چاجی و همکاران ۱۳۹۳). ثابت رشد (b) در جیره شاهد منفی بالاترین مقدار عددی (۰/۰۴۵) را نسبت به تیمار شاهد مثبت و تیمارهای پودر برگ زیتون نشان داد. با توجه به فرمول مربوطه هر چه این ثابت از

بر اساس جدول ۵ زمان تغییر نرخ رشد (افزایشی به کاهش) برای تیمار شاهد منفی در ۳۳/۹ روزگی بود. وزن در این زمان به ۱۴۳۲ گرم رسید که نسبت به تیمار شاهد مثبت و تیمارهای پودر برگ زیتون کمتر است. این بدین معنی است که جوجه‌ها برای رسیدن به وزن مطلوب نیاز به زمان بیشتری دارند. بنابراین با توجه به اینکه زمان تغییر نرخ رشد در تیمار شاهد منفی زودتر فرا رسید، وزن نهایی کمتری نیز داشت (۴۲۵۱/۸ گرم). از طرفی زمان تغییر نرخ رشد (افزایشی به کاهش) برای تیمار شاهد مثبت در ۳۹/۸ روزگی بود که دیرترین زمان در بین تیمارهای آزمایشی و شاهد منفی بود. در این حالت بیشترین وزن نهایی پیش‌بینی شده در همین گروه پیش‌بینی گردید (۶۱۱۵/۸ گرم). زمان تغییر نرخ رشد برای تیمارهای پودر برگ زیتون با تفاوت‌های اندک نسبت به تیمار شاهد مثبت پیش‌بینی گردید و بدین ترتیب تفاوت در وزن نهایی پیش‌بینی شده این تیمارها هم ناچیز بودند.

گراستو و همکاران (۱۹۹۹) وزن بدن در نقطه عطف نرها (۱۱۹۱ گرم) بالاتر از وزن بدن در نقطه عطف ماده (۸۶۲ گرم) برآورد گردید. این روند در مطالعه دیگر نیز مشاهده شده است (ریکیلیف ۱۹۸۵). انتخاب برای افزایش تولیدات در جوجه‌های گوشتی باعث تغییر منحنی رشد و فراسنجه‌های آن شده است. مشخص گردیده است که در جنس نر شاخص بلوغ از ۰/۱۷، به ۰/۴۱۸، و سن رسیدن به نقطه عطف از ۷۰ روزگی به ۳۹/۳ روزگی رسیده است و سن کشتار طی این مدت کاهش محسوسی داشته است و کاهش سن کشتار در جوجه‌های گوشتی به ایجاد محدودیت‌های فیزیولوژیکی از قبیل افزایش چربی محوطه بطنی، افزایش مرگ ناگهانی، سندرم آسیت و کاهش فعالیت‌های تولیدمثلی منجر شده است (ناقوس و همکاران، ۱۳۹۱).

لحاظ عددی بالاتر باشد سرعت رشد کمتری پیش بینی می‌گردد. بالاتر بودن ثابت رشد نمایی در تیمار شاهد منفی با کمترین وزن نهایی پیش بینی شده در این گروه مطابقت دارد. کمترین مقدار عددی ثابت رشد نمایی در تیمارهای شاهد مثبت و تیمار ۳ درصد پودر برگ زیتون بود (۰/۰۴۰). مارکاتو و همکاران (۲۰۰۸) ثابت رشد در سویه کاپ را ۰/۰۴۱۶ گزارش کردند که با یافته‌های این تحقیق نزدیکی زیادی دارد. در پژوهش دیگری هم ثابت رشد بین ۰/۰۱ تا ۰/۰۳۸۲ گزارش شده است (ناقوس و همکاران ۱۳۹۱)

با افزایش سن پرنده، سرعت رشد افزایش می‌یابد ولی این افزایش محدود بوده و پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود، کاهش یافته، موجب می‌شود منحنی رشد تغییر یابد. نقطه عطف در معادله گومپرتز ثابت است و تقریباً ۳۷ درصد وزن بلوغ می‌باشد. در بررسی می‌کنون-

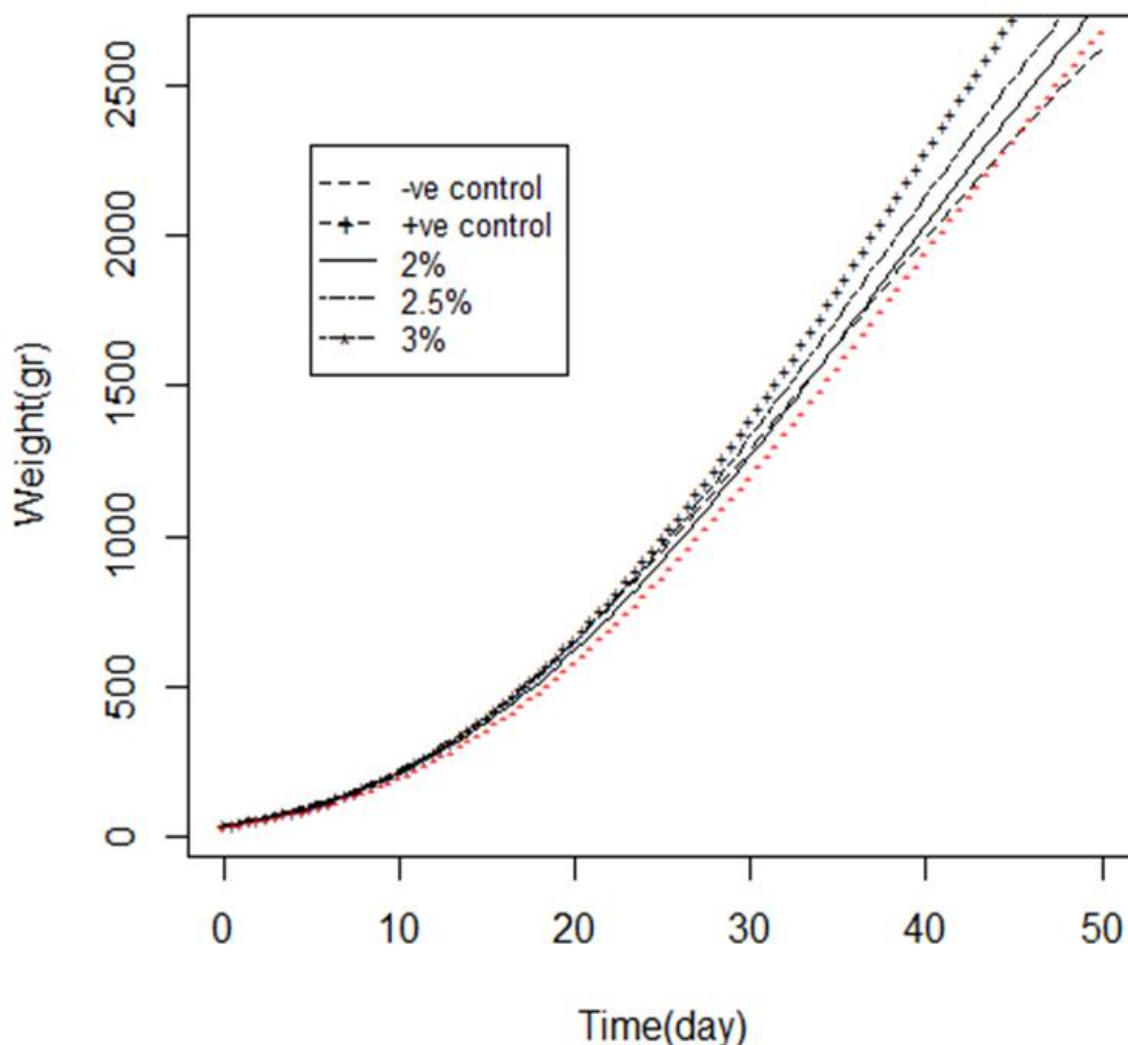
جدول ۶- اثر سطوح مختلف پودر برگ زیتون و آلفا-توکوفرل استات بر نرخ رشد در انتهای هر هفته در جوجه‌های گوشتی با استفاده از مدل گومپرتز

Table 6- Effect of different levels of olive leaf powder and α -tocopheryl acetate on growth rate at the end of each week in broiler chickens using Gompert model

Treatments	Negative control	Positive control	2 % olive leaf	2.5 % olive leaf	3 % olive leaf
Weeks					
1	22.1	21.5	20.7	21.7	19.5
2	40.4	41.1	38.4	40.6	36.0
3	57.4	62.4	56.8	59.9	53.4
4	68.1	79.6	70.7	74.1	67.3
5	70.7	89.3	77.4	80.4	74.9
6	66.7	90.7	77.0	79.2	75.9

پایه فرضیات تئوری رشد بدون در نظر گرفتن روند بیولوژیکی مرتبط با آن توصیف می‌کند (زونز و همکاران ۱۹۹۱). در منحنی رشد زیر نیز این روند مطابق نرخ رشد است. تفاوت‌ها در ابتدا به‌نحوی است که کلیه تیمارها دارای روندی یکسان و حتی منطبق بر یکدیگر می‌باشند و از هفته سوم منحنی‌ها از یکدیگر به آرامی فاصله می‌گیرند که در این میان شاهد مثبت و تیمار ۲/۵ درصد پودر برگ زیتون نسبت به بقیه تیمارها در جهت افزایشی و سایر تیمارها هم با اختلاف کم از هم مشاهده شدند.

براساس نتایج حاصل در جدول شماره ۶ نرخ رشد تا هفته سوم در گروه‌های تغذیه شده با پودر برگ زیتون از لحاظ عددی به یکدیگر نزدیک بود. تفاوت در مقدار عددی نرخ رشد تیمار ۲/۵ درصد پودر برگ زیتون و گروه شاهد مثبت پس از عبور از هفته سوم افزایش می‌یابد. شکل ۱ منحنی گومپرتز نشان می‌دهد که ماکزیمم رشد در هر نقطه از زمان همراه با شرایط تغذیه‌ای و محیطی ایجاد شده خواهد بود و این مدل تجربی یک رابطه ریاضی را بین متغیر وابسته و متغیر مستقل بر



شکل ۱- منحنی رشد در جوجه‌های گوشتی با استفاده از مدل گومپرتز در مدت ۵۰ روز
Figure 1- Growth curve in broiler chickens using Gompertz model for 50 days

نتیجه‌گیری

تابع رشد گومپرتز می‌تواند به عنوان بخشی از مدل اصلی آماری برای برآزش داده‌های صفت وزن در جوجه گوشتی، به کار برده شود. کلیه تیمارهای پودر برگ زیتون و شاهد مثبت، سن رسیدن به نقطه عطف منحنی رشد را به نسبت شاهد منفی افزایش دادند. تأثیر تیمارهای ۲/۵ درصد پودر برگ زیتون و شاهد مثبت بر

میانگین وزن پیش‌بینی شده و بهبود فراسنجه‌های نرخ رشد در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی موثرتر بودند. همچنین تأثیر تیمارهای ۳ درصد پودر برگ زیتون، ۲/۵ درصد پودر برگ زیتون و شاهد مثبت، در زمان رسیدن به نقطه عطف منحنی رشد و افزایش وزن نهایی در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی موثرتر بودند. با توجه به بهبود یا افزایش تعداد بیشتری

مشاهده شده در اثر کاربرد این تیمارها را می‌توان، از یک طرف به ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریال موجود در پودر برگ زیتون و همچنین نقش آنتی-اکسیدانی ویتامین E نسبت داد.

از صفات توسط تیمارهای ۲/۵ درصد پودر برگ زیتون و شاهد مثبت، کاربرد این دو تیمار توصیه می‌گردد. بدین ترتیب با درصد کمتری پودر برگ زیتون (۲ درصد در مقایسه با ۳ درصد) نتیجه مورد نظر حاصل شد و حیوان متحمل درصد بالاتری فیبر نمی‌گردد. تأثیرات مثبت

منابع مورد استفاده

- Amirabadi Z, Farhangfar H, Riasi A and Janmohammadi H, 2011. Evaluation of growth parameters of Ross broiler chickens fed with different levels of raw or heated grass pea using gompertz model. *Animal Science Research* 21(1):106-115.
- Anthony NB, Emmerson DA, Nestor KE, Bacon WL, Siegel PB and Dunnington EA, 1991. Comparison of growth curves of weight selected populations of turkeys, quail, and chickens. *Poultry Science* 70(1):13-19.
- AOAC. 2005. Official methods of analysis. 18th ed. Association of Analytical Chemists, AOAC International, Arlington VA.
- Azeke, MA and Ekpo KE, 2008. Egg yolk cholesterol lowering effects of garlic and tea. *Journal of biological Science* 8: 456-460.
- Barton, MD, 2000. Antibiotic use in animal feed and its impact on human health. *Nutrition Research Reviews Journals* 13: 1-22.
- Botsoglou, E, Govaris A, Christaki E and Botsoglou N, 2010. Effect of dietary olive leaves and/or a-tocopheryl acetate supplementation on microbial growth and lipid oxidation of turkey breast fillets during refrigerated storage. *Food Chemistry* 121: 17-22.
- Brigelius-flohe, R and Traber MG, 1991. Vitamin E: function and metabolism. *The FASEB Journal* 13: 1145-1155.
- Chaji M, Masoudi A, Damiri H, Boojarpour M and Azarfar A, 2015. Using gompertz model in comparison with artificial neural network to estimate the growth parameters of the broiler chickens fed with sodium bentonite. *Journal of Animal and Poultry Research* 3(4):12-21.
- Derikvandy M, Masoodi M, Azarfar A and Kiani A, 2016. Comparison of gompertz mathematical model and artificial neural network for estimating growth parameters of broiler chickens receiving artichoke extract through drinking water. *Iranian Journal of Animal Science* 46 (1): 9-16.
- Goliomytis M, Panopoulou E and Rogdakis E, 2003. Growth curves for body weight and major component parts, feed consumption, and mortality of male broiler chickens raised to maturity. *Poultry Science* 81: 932-938.
- Guinda A, 2006. Use of solid residue from the olive industry. *Grasas y Aceites* 57: 107-115.
- Hruby M, Hamere ML and Coon C, 1996. Non-linear and linear functions in body protein growth. *Journal Applied Poultry Research* 5: 109-115.
- Hyankova L, Knizetova H, Dedkova L, and Hort J, 2001. Divergent selection for shape of growth curve in Japanese quail. 1. Responses in growth parameters and food conversion. *British Poultry Science* 42 (5): 583-589.
- Ito N, Fukushima S and Tsuda H, 1985. Carcinogenicity and modification of the carcinogenic response by BHA, BHT, and other antioxidants. *Critical Reviews Toxicology* 15: 109-150.
- Lopez S, France J, Dhanoa MS, Mould F and Dijkstra J, 2000. A generalized Michaelis-Menten equation for the analysis of growth. *Journal Animal Science* 78: 1816-1828.
- Marcato SM, Sakomura Nk, Munari DP, Fernandes JB, Kawauchi KÍ and Bonato MA, 2008. Growth and body nutrient composition of two broiler commercial genetic lines. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 10: 117-123.

- Mignon-Grasteau S, Beaumont CE, Bihan-Duval L, Poivey JP, Rochambeau HD and Ricard FH, 1999. Genetic parameters of growth curve parameters in male and female chickens. *British Poultry Science* 40(1): 44-51.
- Moure A, Cruz JM, Franco D, Dominquez JM, Sinerio J, Dominquez H and Numez MJ, 2001. Natural antioxidants from residual sources- a review. *Food Chemistry* 72: 145-171.
- Naghos M, Pakdel A and Vaeztorshize R, 2013. Growth pattern in breeding lines in Arian broiler chickens. *Iranian Journal of Animal Science Research* 4(1): 78-84.
- National Research Council, 1994. Nutrient requirements of poultry. 9th review edition. National Academy Press. Washington D.C.
- N'Dri AL, Mignon-Grasteau SN, Sellier M, Tixier-Boichard and Beaumont C, 2006. Genetic relationships between feed conversion ratio, growth curve and body composition in slow-growing chickens. *British Poultry Science* 47(3): 273-280.
- Nikkhah M, Motaghitalab MV and Zavareh M, 2010. Comparison of hyperbolic growth models with classic growth models in describing the growth curve of male Ross broiler chicks. *Iranian Journal of Animal Science* 40(4): 71-78.
- Novak K, Zeman PL and Novak L, 2004. Modeling of body mass increase and feed conversion ratio in chickens Ross 208. *Acta veterinaria Brno* 73: 17-22.
- Oviedo-Rondon EO and Waldroup PW, 2002. Models to estimate Amino acid requirements for broiler chickens. *International Journal Poultry Science* 1 (5): 106-113.
- Pesti GM, Miller BR and Hargrave J, 1992. User-Friendly Feed Formulation, Done Again (UFFDA). Programed by J. Hargrave. University of Georgia, USA.
- Ricklefs RE, 1985. Modification of growth and development of muscles in poultry. *Poultry Science* 64: 1563-1576.
- Rolfe RD, 2000. The role of probiotic cultures in the control of gastrointestinal health. *Journal of Nutrition* 130: 396-402.
- Roush WB and Branton SL, 2005. A comparison of fitting growth models with a genetic algorithm and nonlinear regression. *Poultry Science* 84: 494-502.
- Sengul T and Kiraz S, 2005. Non-linear models for growth curves in large white turkeys. *Turkish Journal Veterinary Animal Science* 29: 331-337.
- Windisch W, Schedle K, Plitzner C and Kroismayr A, 2008. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science* 86: 140-148
- Zoons J, Buyse G, and Decuypere E, 1991. Mathematical models in broiler raising. *Journal of World's Poultry Science* 47: 243-255.

Estimation of growth parameters of broiler chickens fed with olive leaf powder and α -tocopheryl acetate using Gompertz model

AA Sabetan Shiraze¹ and A Hassanabadi^{2*}

Received: January 15, 2017

Accepted: May 8, 2019

¹Assistant Professor, Department of Agriculture, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa, Iran

²Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

*Corresponding author: hassanabadi@um.ac.ir

Introduction: An increase in body mass per unit time is considered as a growth index (Nikkhah et al., 2010). If the growth rate can be predicted at different stages of development, it will be possible to determine the amount of nutrients needed and provide the most economical nutrition management plan (Naghos et al., 2013). A growth prediction method is based on the use of growth models. These models are mathematical functions and describe the pattern of body weight growth (Goliomytis et al., 2003). Poultry growth models are non-linear regression functions such as Gompertz, Richards, and logistic (Chaji et al., 2015). When the Gompertz model is used for data, it is expected that the chicks with lower initial growth rate, reach to maximum growth age sooner and exhibit greater exponential weight loss than those with higher growth rates (Novak et al., 2004). The point at which the growth rate changes (from increase to decrease) is called the turning point, and the age at which the maximum growth rate is achieved is called the age at the turning point. In fact, it can be said that the turning point divides the growth curve into two phases of increasing growth rate and decreasing growth rate (Marcato et al., 2008). The use of antibiotics in poultry nutrition as an antimicrobial growth promoter is undoubtedly beneficial for improving broilers growth performance and preventing diseases (Barton 2000). Despite the positive effects of antibiotics, researches have shown that the remains of antibiotics in poultry carcasses lead to the development of resistant bacteria strains in the human body and may prevent treatment of many diseases. So, prebiotics, probiotics, organic acids, medicinal herbs, spices, extracts and essential oils have been suggested as antibiotic substitutes in poultry nutrition (Azeke and Ekpo 2009). Antioxidant compounds in olive leaf as bioactive compounds, have high potential for enhancing animal health and performance. Adding natural antioxidants to feed is one of the most effective ways to delay lipid oxidation and improve growth performance parameters (Botsoglou et al., 2010). The aim of this study was to estimate the growth parameters of broiler chickens fed diets containing olive leaf powder and α -tocopheryl acetate using Gompertz model.

Materials and methods: A total of 300 one-day-old broiler chicks (mixed sex) of Cobb 500 strain with similar mean body weight were assigned to a completely randomized design with five treatments, three replicates and 20 chicks per replicate. The experiment lasted up to 42 days of age. The dried olive leaves in the shade, were milled using a mechanical mill with a diameter of 0.5 mm and were added to the experimental diets. The experimental diets consisted of: corn-soybean basal diet (negative control), basal diet supplemented with 250 mg/kg of α -tocopheryl acetate (positive control) and basal diet containing three levels of olive powder (2, 2.5 and 3%). All diets were homogenized in terms of metabolizable energy, crude protein, and other nutrients. Feed and water were supplied for *ad libitum* consumption throughout the experiment. House temperature was initially set at 32°C on day one and was decreased linearly by 0.5°C per day to a temperature of 21°C. During the experiment, the lighting program consisted of 23L: 1D. At the end of each rearing period (starter, grower and finisher), the weight of all chicks in each unit of experiment was measured by digital scale at an accuracy of one gram. The number of mortality and weight of dead and culled chicks were recorded separately to adjust feed conversion ratio. Four hours prior to weighing, the birds were deprived from the feed for uniformity of digestive tract. Growth curves were plotted and fitted using the Gompertz model.

Results and discussion: The highest predicted mean body weight (BW) of the chicks during the first and second weeks of life were observed in negative control followed by 2.5% olive leaf powder treatment. But, this trend was changed from the third week; so that the highest predicted mean weight at this week was related to the positive control treatment and then in the 2.5% olive leaf powder treatment. In the fourth week, the highest predicted BW was related to 2.5 and then 3% of olive leaf powder treatments. In the 5th and 6th weeks of the age, positive control and 2.5% olive leaf powder showed the highest predicted BW in compare with other treatments. These changes in BW at different weeks of age are probably due to various factors such as tolerance of dietary fiber, growth, health and adaptation of the digestive tract with the applied treatments. The time of growth rate change (increase to decrease) for negative control treatment was at 33.9 days of age. At this time, the BW reached to 1432 g which was lower than the positive control and olive leaf powder treatments. This means that chicks need more time to reach their desired weight. Therefore, as the time of growth rate change in the negative control treatment arrived sooner, it had a lower final weight (4251.8 g). On the other hand, the time of growth rate change (increase to decrease) in positive control treatment was at 39.8 days, which was the longest time between the negative control and other treatments. In this case, the highest final BW was predicted in this group (6115.8 g). The time of change of growth rate for olive leaf powder treatments was predicted with slight differences compared to the positive control treatment and thus the differences in final predicted BW of these treatments were negligible. In a study which soybean meal was replaced with 10, 20, and 30% of raw or heated chickpeas, the results showed that the time of change of growth rate (increase to decrease) in the diet containing 30% crude chickpeas was predicted to be in later ages (47 day) than the other treatments and this was probably due to the presence of more anti-nutrients in this treatment (Amirabadi et al., 2011). In another study, levels of 0, 0.75, 1.5, 2.25, 3 and 3.75% sodium bentonite were supplemented to the diet. The time of growth rate change for the sodium bentonite treatments was increased compared to the control and it was concluded that more time is needed to reach the broilers to desired weight (Chaji et al., 2014). As the age of the bird increases, the growth rate increases, but this increase is limited and, after reaching to its maximum value, decreases, causing the growth curve to change. The turning point in the Gompertz equation is constant and is approximately 37% of maturity weight. In the study of Mignon-Grasteau et al. (1999), body weight of male birds at the turning point (1191 g) was estimated to be higher than body weight of female birds at this point (862 g). This trend has been observed in another study (Ricklefs 1985). It seems that, selection for growth performance in broilers has changed their growth curve.

Conclusion: The Gompertz growth function can be used as a part of the main statistical models to fit weight trait data in broilers. All olive leaf powder and positive control treatments increased the age to reach the turning point in compare with negative control. The effect of 2.5% olive leaf powder and positive control treatments on predicted mean body weight and improvement of growth rate parameters were more effective than other treatments. Also, 2.5 and 3% olive leaf powder and positive control treatments were more effective at reaching the turning point of growth curve and final body weight compared to other treatments. Due to the improvement or increase of more broilers traits by 2.5% olive leaf powder and positive control treatments, application of these two treatments is recommended.

Keywords: Gompertz model, Growth model, Growth rate, Olive leaf powder