

بررسی اثر اسانس مرزنجوش (*Origanum vulgare* L.) بر شاخص‌های رشد و کیفیت فیله‌ی ماهی قزل آلا‌ی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در زمان نگهداری در دمای یخچال ($4 \pm 1^\circ\text{C}$)

الهه عزیزی^۱، سکینه یگانه^{۱*}، فرید فیروزبخش^۱، خسرو جانی خلیلی^۱

*skyeganeh@gmail.com

۱- دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۵

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۵

چکیده

در این مطالعه اثر جیره‌های غذایی حاوی مقادیر مختلف اسانس مرزنجوش بر شاخص‌های رشد و کیفیت فیله ماهی قزل آلا‌ی رنگین-کمان در دمای یخچال ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) مورد پژوهش قرار گرفت. بدین منظور، ماهیان قزل آلا‌ی رنگین کمان با میانگین وزنی $69/38 \pm 0/44$ گرم با جیره‌های غذایی حاوی اسانس مرزنجوش (صفر، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی گرم اسانس در هر کیلوگرم جیره‌ی غذایی) مورد تغذیه قرار گرفتند. بعد از پایان ۴۸ روز دوره آزمایش، میزان شاخص‌های رشد مورد نظر تعیین و نیز از تعدادی از ماهیان گروه‌های آزمایشی فیله تهیه شد و فیله‌ها جهت بررسی کیفیت به مدت ۲۱ روز در دمای یخچال ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و باکتری‌های سرماگرا، تیوباریتوریک‌اسید (TBA) و مجموع بازهای از ته فرار (TVB-N) در فواصل زمانی ۷ روزه (روزهای صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در برخی از شاخص‌های رشد شامل وزن نهایی، افزایش وزن، درصد افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی تفاوت معنی‌داری در تیمارهای آزمایشی وجود دارد ($p < 0/05$). همچنین نتایج این بررسی نشان داد که فیله ماهیان تحت تیمار با سطوح مختلف اسانس مرزنجوش نسبت به گروه شاهد در طی نگهداری در یخچال، باکتری‌های سرماگرا و تیوباریتوریک‌اسید (TBA) کمتری داشتند ($p < 0/05$). به‌طوری‌که در روز ۲۱، بیش‌ترین شاخص PTC در گروه شاهد ($14/39 \pm 0/12 \log \text{cfu/g}$) و کم‌ترین آن در تیمار ۷۵۰ میلی گرم اسانس مرزنجوش ($12/38 \pm 0/09 \log \text{cfu/g}$) مشاهده گردید. همچنین بیش‌ترین مقدار تیوباریتوریک‌اسید در تیمار شاهد ($1/57 \pm 0/05 \text{ mgMDA/kg}$) و کم‌ترین آن در تیمار ۲۵۰ میلی گرم اسانس مرزنجوش ($1/20 \pm 0/08 \text{ MDA/kg}$) به دست آمد ($p < 0/05$). تیمارهای حاوی مقادیر مختلف اسانس تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند ($p > 0/05$). به طور کلی می‌توان گفت استفاده از ۵۰۰ میلی گرم اسانس مرزنجوش در جیره می‌تواند موجب بهبود شاخص‌های رشد و کیفیت فیله ماهی قزل آلا‌ی رنگین کمان در زمان نگهداری دمای یخچال ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) گردد.

کلمات کلیدی: اسانس مرزنجوش، شاخص‌های رشد، قزل آلا‌ی رنگین کمان، کیفیت فیله

* نویسنده مسئول

مقدمه

براساس گزارش‌های به دست آمده در سال ۲۰۱۲، میزان تولیدات تمامی انواع آبزیان که برای مصارف انسانی پرورش داده شدند، رقمی معادل با ۶۶/۶ میلیون تن می‌باشد که قزل‌آلای رنگین‌کمان سهمی در حدود ۱۱ درصد این تولیدات را در بخش آبزی‌پروری به خود اختصاص داده است، همچنین، تولیدات آبزی‌پروری در ایران از ۳۲۱۹ تن در سال ۱۹۷۸ به سرعت به مرز ۴۶۷۸۲۵۳ تن در سال ۲۰۱۲ افزایش پیدا کرد (FAO, 2014). ایران همراه با شیلی، نروژ و فرانسه، جزو کشورهای برتر تولیدکننده قزل‌آلای رنگین‌کمان است و در تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان در آب‌شیرین، رتبه اول جهانی را در اختیار دارد (Kalbassi et al., 2015; Dekamin et al., 2013). ماهی به‌عنوان یک منبع ارزشمند از پروتئین و چربی با کیفیت بالا در رژیم غذایی انسان جایگاه ویژه‌ای دارد و صنعت آبزی‌پروری در تأمین این غذای با ارزش برای جمعیت روزافزون بشری نقش مهمی را ایفا می‌کند. در راستای افزایش تولید ماهی، استفاده از جیره‌های غذایی سالم که علاوه بر حفظ سلامتی و بهبود عملکرد رشد ماهی در طول پرورش، ضامن سلامتی مصرف‌کننده نیز باشد، ضرورت بیشتری می‌یابد. یکی از رویکردهای جدید در صنایع پرورش دام، طیور و آبزیان جهت حفظ و افزایش تولید، استفاده از اسانس‌های گیاهی در جیره‌های غذایی می‌باشد. مطالعات اخیر نشان داده است که استفاده از اسانس‌های گیاهی موجب تقویت رشد، تحریک سیستم ایمنی و تغییر برخی پارامترهای خون‌شناسی ماهی می‌گردد (قاسمی پیربلوطی و همکاران، ۱۳۹۰؛ Zheng et al., 2009; Varel, 2002). گیاهان دارویی و مشتقات آن‌ها (اسانس‌ها و عصاره‌ها) دارای طیف گسترده‌ای از عملکردهای ضد میکروبی (Aleksic & Knezevic, 2014; Celikel & Kavas, 2008) و ضد اکسیدانی (Noorolah et al., 2013) می‌باشند. به طوری‌که با وجود اثرگذاری کند، به‌دلیل عواملی چون پایداری بودن اثر آن‌ها، عدم ایجاد مقاومت عوامل بیماری‌زا نسبت به آن‌ها، نداشتن اثرات سوء بر موجودات زنده و محیط زیست، و تولید کم‌هزینه و کاربرد مقرون‌به‌صرفه آن‌ها از لحاظ اقتصادی در کشور، در مقایسه با سایر ترکیبات شیمیایی - دارویی (مانند آنتی‌بیوتیک‌های رایج که اخیراً به دلیل افزایش تولید زیاد ماهی مورد استفاده می‌باشند)، بیش از پیش مورد توجه

قرار گرفته‌اند (قاسمی پیربلوطی و همکاران، ۱۳۹۰). از سوی دیگر امروزه با افزایش روزافزون تقاضای مصرف‌کنندگان برای استفاده از تولیدات و فرآورده‌های شیلاتی به خصوص ماهی زنده‌ی پرورشی، عرضه و مصرف آن‌ها نیز افزایش یافته است (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۸۹؛ Barat et al., 2006). مقادیر زیاد اسیدهای چرب چند غیراشباع بلندزنجیره (Highly Unsaturated Fatty Acids: HUFA) و (Poly Unsaturated Fatty Acids: PUFA) موجود در ماهیان چرب و پرچرب، آن‌ها را به شدت مستعد فساد اکسیداسیونی و میکروبی نموده است. به‌طوری‌که سالیانه نزدیک به ۲۵ درصد تولیدات اولیه‌ی آبزیان بیشتر بخاطر تخریب شیمیایی - اکسیداسیونی و فساد میکروبی از دست می‌رود (Gram & Dalgaard, 2002; Mahmoud et al., 2006).

به منظور کنترل یا کاهش فساد اکسیداسیونی و میکروبی از روش‌های نگهداری سرد (در دمای پایین) و انجماد استفاده می‌شود، ولی این روش‌ها به طور کامل نمی‌تواند محافظت - کننده باشد، لذا جهت به حداقل رساندن تغییرات مذکور، حفظ کیفیت مطلوب و افزایش مدت زمان ماندگاری آن‌ها در طول مدت نگهداری از نگهدارنده‌های ضد میکروبی و ضد اکسیداسیونی از قبیل: آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی از جمله تری‌بوتیل‌هیدروکسوئینون (TBHQ)، هیدروکسی‌آنیسول‌بوتیله (BHA)، هیدروکسی‌تولون‌بوتیله (BHT) و اتوکسی‌کوئین (EQ) استفاده می‌شود (Ortiz et al., 2013). استفاده از ترکیبات شیمیایی و مصنوعی در تولید و فرآوری مواد غذایی دارای عوارض جانبی بر سلامتی انسان همچون بروز اثرات بد تغذیه‌ای و مسمومیت، احتمال خطرات قلبی، جهش‌زایی و سرطان می‌باشد (Sakanaka et al., 2005). لذا در راستای توجه به ایمنی بیشتر مواد غذایی، سلامتی مصرف‌کنندگان و کاهش نگرانی‌های عمومی در خصوص مضرات استفاده از ترکیبات شیمیایی مصنوعی رایج، بررسی جایگزینی این گونه افزودنی‌های دارای ترکیبات ضد میکروبی و ضد اکسیدانی طبیعی گیاهی همچون عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهان دارویی، هم در صنایع غذایی و هم در صنعت آبزی - پروری ضرورت می‌یابد.

گیاه مرزنجوش (*Origanum vulgare* L.)، گیاهی معطر از خانواده‌ی نعنائیان (Labiatae) می‌باشد، از

مشخصات این گیاه دائمی این است که ساقه راست منشعب، پوشیده از کرک و به رنگ سبز مایل به قرمز دارد (مظفریان، ۱۳۷۷). در طب سنتی، این گیاه به عنوان آرام‌بخش، مفرح و گرم‌کننده بدن، ضد تنگی نفس، داروی میگرن و درد شقیقه، ضد عفونی‌کننده و التیام‌دهنده زخم‌ها استفاده می‌شود (ممبینی و همکاران، ۱۳۸۶). از اسانس رقیق‌شده آن می‌توان به عنوان داروی دندان‌درد یا درد مفاصل، ناراحتی‌های تنفسی، ضد نفخ، محرک صفرا، ضد عفونی‌کننده، ضد چربی خون استفاده کرد. هم‌چنین از بخش‌های مختلف گیاه مرزنجوش شامل گیاه کامل، برگ‌ها، اسانس‌ها و عصاره‌های بیوشیمیایی آن در صنایع غذایی به عنوان ادویه، در صنعت صابون‌سازی جهت معطر کردن و در فرآورده‌های آرایشی به دلیل مهار اکسیداسیون لیپید استفاده می‌شود (زرگری، ۱۳۷۰). این گیاه شامل ترکیبات مهمی نظیر اسانس فرار (۵/۰ تا ۱۵/۵ درصد)، مشتقات کافئیک اسید بویژه رزمارینیک اسید و فلاونوئیدها از جمله نارینژین می‌باشد. عناصر اصلی اسانس به عنوان بخش مؤثره گیاه عبارتست از: کارواکرول (۴۰ تا ۷۰ درصد)، گاماترپین (۱ تا ۸ درصد)، ارتوسایمن (۵ تا ۱۰ درصد) و تیمول (بصورت ترکیب با سایرین) می‌باشد (LaGow, 2004). تحقیقات انجام‌شده بر روی گیاه مرزنجوش نشان داده است که این گیاه اثر بازدارندگی بر میکروب‌ها و هم‌چنین با مهار اکسیداسیون لیپیدها موجب حفظ کیفیت و مواد مغذی موجود در محصول غذایی می‌شود. لذا هم اثر ضد اکسیدان و هم اثر ضد میکروبی آن به عنوان ماده نگهدارنده غذا اهمیت دارند (ممبینی و همکاران، ۱۳۸۶؛ Nurmi et al., 2006). محققان بیشترین عملکرد ضد باکتریایی و ضد اکسیدانی اسانس مرزنجوش را به ترکیبات فنلی مثل تیمول و کارواکرول نسبت داده‌اند (Nedyalka et al., 1999). اثر ضد میکروبی اسانس این گیاه بر تعداد زیادی از باکتری‌ها به ویژه باکتری‌های بیماری‌زا و مولد فساد در مواد غذایی به اثبات رسیده است (Burt, 2004؛ Mejlhom & Dalgaard, 2002؛ Oussalah et al., 2007؛ Lopez et al., 2007). مطالعاتی در ارتباط با استفاده از اسانس‌های گیاهی بر رشد و نیز استفاده از ترکیبات ضد اکسیدانی در جیره جهت افزایش کیفیت فیله ماهیان و ماندگاری آن در زمان نگهداری در یخچال و فریزر انجام شده است که از آن جمله می‌توان به مطالعه‌ی Kim و همکاران (۱۹۹۸) در بررسی تأثیر جیره -

مکمل‌شده با Obosan بر رشد، ضریب تبدیل غذایی و ترکیب بدن ماهی تیلپیا (*Oreochromis niloticus*)، Dügenci و همکاران (۲۰۰۳)، با افزودن عصاره‌های گیاهی دارویش (*Viscum album*)، گزنه (*Urtica dioica*) و زنجبیل (*Zingiber officinale*) به جیره‌های غذایی و بررسی اثر آن بر عملکرد رشد قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncohynchus mykiss*)، Yildiz و همکاران (۲۰۰۶)، در بررسی اثر جیره‌های حاوی سطوح مختلف دی-آل‌آلفا-توکوفرول استات را بر کیفیت چربی فیله ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncohynchus mykiss*) و ماندگاری آن در یخچال، Zheng و همکاران (۲۰۰۹)، با تحقیق بر روی اثر اسانس مرزنجوش یونانی (*Origanum heracleoticum*) L. بر رشد و اثر آنتی‌اکسیدانی و مقاومت گربه‌ماهی کانالی (*Aeromonas punctatus*) در برابر باکتری *Ortiz. hydrophila* و همکاران (۲۰۰۹)، با بررسی ارزیابی پیشرفت ترشیدگی ماهی آزاد پرورشی کوهوی (*Onchorhynchus kisutch*) تغذیه‌شده با جیره‌های مکمل با ضد اکسیدان‌های طبیعی (توکوفرول و مخلوط توکوفرول- عصاره رزماری) و ضد اکسیدان‌های مصنوعی (مخلوط BHT و EQ) در فریزر اشاره نمود. هم‌چنین Pratheepa و همکاران (۲۰۱۰) به مطالعه‌ی اثر عصاره‌ی برگ گیاه *Aegle marmelos* بر ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) آلوده به باکتری *Aeromonas hydrophila* پرداختند. Nargis و همکاران (۲۰۱۱)، تأثیر دو گیاه *Vitex negundo* و سیر *Allium sativum* در رژیم غذایی ماهیان انگشت‌قد روهو (*Labeo rohita*) بر رشد ماهی را مورد بررسی قرار دادند. Álvarez و همکاران (۲۰۱۲)، تأثیر جیره‌های حاوی اسانس‌های دو گونه آویشن حاوی کارواکرول (*Thymbra capitata*) و حاوی تیمول (*Thymus zygis*) را بر فساد ماهی سیم دریایی سر طلایی (*Sparus aurata*) پرورشی در هنگام نگهداری در یخ، Giannenas و همکاران (۲۰۱۲)، اثر افزودنی‌های غذایی تیمول و کارواکرول در جیره‌ی غذایی را بر وضعیت اکسیداسیونی فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncohynchus mykiss*) در یخچال، علیشاهی و همکاران (۱۳۹۱)، اثر لوامیزول، ارگوسان و سه عصاره گیاهی آویشن شیرازی (*Zataria multiflora*)، کندر

جدول ۱: مقادیر (میانگین $\pm$ انحراف معیار) فاکتورهای کیفی آب
Table 1: The measurements of water quality factors
 (Mean $\pm$ STD)

درجه- حرارت (°C)	اکسیژن- محلول (mg/l)	pH	TDS (mg/l)	شوری (g/l)
۱۲ $\pm$ ۲	۷/۳۰ $\pm$ ۰/۱	۸ $\pm$ ۰/۲	۶۳۰	۰/۶

به منظور جلوگیری از تجمع و ایجاد آلودگی، فضولات ماهیان به صورت روزانه از طریق سیفون کردن حذف گردید. تعویض آب نیز بصورت روزانه به میزان دو سوم آب درون تانک‌ها بوده است.

تهیه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان از یک مرکز معتبر پرورش ماهی واقع در شهرستان ساری خریداری شد و توسط کامیونت مخصوص حمل بار ماهی و مجهز به سیستم هواده به سالن ونیروی گروه شیلات دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل گردید. در این آزمایش ۱۵۶ قطعه ماهی در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در گروه‌های آزمایشی مورد نظر در ۱۲ عدد تانک پرورش ماهی با تراکم ۱۳ قطعه در هر تانک با میانگین وزنی ۶۹/۳۸ $\pm$ ۰/۴۴ (با سن شش ماه) قرار گرفتند. مدت زمان سازگاری ماهیان با آب و شرایط محیط پرورش جدید دو هفته بود.

آماده‌سازی جیره‌های غذایی آزمایش

جیره‌ی غذایی مورد استفاده در این تحقیق جیره EXT_{F2} بود که متناسب با وزن ماهی (با اندازه ۳/۵ میلی‌متر)، از کارخانه تولید خوراک دام و آبزیان مازندران (کابلی-ساری) خریداری گردید. در این آزمایش از اسانس مرزنجوش وحشی (*Origanum vulgare* L.) تهیه‌شده توسط شرکت داروسازی گیاه اسانس (گرگان) استفاده شد. این اسانس‌ها به صورت جداگانه در ۳ سطح ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره به کار رفت (Zheng et al., 2009). هر یک از این سطوح مختلف اسانس، ابتدا در مقدار کمی روغن مایع (۱۰ گرم) حل و همگن شده و سپس به هر کیلوگرم جیره‌ی غذایی اضافه گردید. جیره فاقد اسانس (فقط حاوی ۱۰ گرم روغن مایع) برای تغذیه گروه شاهد بکار رفت (et Álvarez

Boswellia thurifera) و سرخارگل (*Echinacea purpurea*) را بر میزان رشد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و مهدوی و همکاران (۱۳۹۳) تأثیر اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare*) را بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*) مطالعه نمودند.

با توجه به اثرات احتمالی اسانس مرزنجوش بر رشد ماهی و احتمال تأثیر آن در ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین-کمان در دمای یخچال (۴ $\pm$ ۱°C) به دلیل خواص ضد میکروبی و ضد اکسیداسیونی این اسانس و عدم وجود مطالعه‌ی مشابه در ارتباط با اثر استفاده از اسانس مرزنجوش در جیره‌ی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر عملکرد رشد و کیفیت فیله در زمان نگهداری در دمای یخچال، این تحقیق مد نظر قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

زمان و مکان اجرای آزمایش

این آزمایش از اواخر اسفند ۱۳۹۱ تا اواسط اردیبهشت ۱۳۹۲ در سالن ونیروی گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام گردید.

آماده‌سازی تانک‌های پرورش ماهی

جهت پرورش ماهی از ۱۲ عدد تانک ۳۰۰ لیتری گرد از جنس فایبرگلاس استفاده شد. سپس تانک‌ها به میزان ۷۵ درصد از آب چاه آبگیری شدند و آب درون تانک‌ها قبل از ورود ماهی به‌طور کامل هواده‌ی شد. با توجه به طرح آزمایش، تیمار بندی ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان جوان در قالب ۴ گروه آزمایشی با ۳ تکرار صورت گرفت.

اندازه‌گیری فاکتورهای کیفی آب

اندازه‌گیری درجه‌حرارت آب به صورت روزانه بود و به منظور کنترل کیفیت آب؛ اکسیژن محلول (توسط اکسیژن‌متر، مدل CMD200)، pH (توسط pH متر، مدل PB11، Sartorius)، TDS (Senciun5- Hach)، ساخت کشور آمریکا) و شوری (Senciun5- Hach، ساخت کشور آمریکا) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. میزان این فاکتورها در جدول ۱ آورده شده است.

(WG)، درصد افزایش وزن (WG) و درصد بقا (SR) بر اساس رابطه‌های زیر محاسبه شد (Teimouri et al., 2013).

$$WG = W2 - W1$$

$$\%WG = (W2 - W1 / W1) \times 100$$

$$SGR = (\ln w2 - \ln w1 / t) \times 100$$

$$FCR = F / WG$$

$$SR = (N2 / N1) \times 100$$

W1= وزن اولیه، W2= وزن ثانویه، t= طول دوره آزمایش، F= غذای داده شده، N1= تعداد ماهیان ابتدای دوره، N2= تعداد ماهیان انتهای دوره

آماده‌سازی ماهیان و تهیه تیمارهای مورد نیاز

بعد از پایان دوره ۴۸ روزه آزمایش، از هر تیمار ۱۲ قطعه ماهی (۴ قطعه از هر تکرار) با میانگین وزنی 155 ± 5 گرم جهت انجام مرحله نگهداری در یخچال، آماده شدند. ماهیان با استفاده از ساچوک، از درون تانک‌ها خارج و درون یونولیت-های حاوی مخلوط آب و یخ با نسبت ۱ به ۳، از طریق کاهش دما کشته شدند. ماهیان بعد از شستشو، سر و دم‌زنی، تخلیه امعاء و احشاء، مورد شستشوی مجدد قرار گرفتند. فیله کردن آن‌ها با روش دستی (بر روی یخ)، به دقت انجام شد. سپس فیله‌ها درون کیسه‌های نایلونی زیپ‌دار به‌گونه‌ای قرار داده شد که تمام هوای درون کیسه تخلیه شده تا فیله‌ها در معرض کمترین هوای ممکن قرار گیرند. در نهایت این کیسه‌های حاوی فیله که بر مبنای تیمار بندی این تحقیق برچسب‌گذاری شدند، درون یخچال در دمای $(4 \pm 1^\circ C)$ ، به مدت ۲۱ روز نگهداری و در بازه‌های زمانی ۷ روزه (روزهای صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱) مورد آزمایش‌های میکروبی و شیمیایی قرار گرفتند (Álvarez et al., 2012).

شمارش باکتری‌های سرماگرا (PTC)

۵ گرم از قسمت‌های مختلف گوشت ماهی (در شرایط استریل) جدا شده و با ۴۵ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی (محلول نمک طعام ۰/۸۵) همگن گردید. تعداد باکتری‌های سرماگرا با روش Gram & Huss (۱۹۹۶) با قرار گرفتن در رابطه زیر محاسبه و به صورت cfu/glog بیان شد.

$$Cfu = \text{عکس ضریب رقت} \times \text{تعداد کلونی}$$

al., 2012). جیره‌های غذایی به صورت هفتگی آماده‌سازی و تا زمان استفاده درون کیسه‌های نایلونی تیره‌رنگ در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) در شرایط تاریکی نگهداری گردید. جیره‌های آزمایشی جهت اندازه‌گیری درصد ماده‌ی خشک، پروتئین، چربی و خاکستر بر اساس روش AOAC (۱۹۹۷)، مورد آنالیز تقریبی قرار گرفت و مقادیر بدست آمده در جدول ۲ آورده شده است. در این پژوهش اثر ۴ جیره شامل جیره شاهد (فاقد اسانس: C)، جیره‌های حاوی اسانس مرزنجوش به مقادیر ۲۵۰ (O₁)، ۵۰۰ (O₂) و ۷۵۰ mg/kg (O₃) مورد بررسی قرار گرفت (Zheng et al., 2009). عملیات غذادهی بر اساس جدول استاندارد (با توجه به درجه حرارت و وزن ماهی) صورت گرفت (نفیسی‌بهابادی، ۱۳۸۹).

جدول ۲: آنالیز تقریبی جیره‌های آزمایشی محتوی مقادیر متفاوت اسانس مرزنجوش (صفر، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ mg/kg) در دوره‌ی

پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

Table 2: Approximate analysis of experimental diet supplemented with different concentrations of oregano essential oil (0, 250, 500 and 750 mg/kg) during Rainbow trout farming

گروه (درصد)	شاهد (C) (صفر)	مرزنجوش (O ₁) (۲۵۰ mg/kg)	مرزنجوش (O ₂) (۵۰۰ mg/kg)	مرزنجوش (O ₃) (۷۵۰ mg/kg)
پروتئین خام	۴۰/۸۰	۴۰/۰۹	۴۰/۱۴	۳۹/۲۹
چربی	۱۷/۰۵	۱۷/۲۲	۱۷/۶۴	۱۷/۳۵
خاکستر	۱۲/۰۰	۱۲/۰۰	۱۲/۶۵	۱۲/۵۴
رطوبت	۱۲/۰۴	۱۱/۸۷	۱۱/۷۹	۱۱/۳۱

شاخص‌های رشد

در دوره پرورش هر سه هفته یکبار، تعداد ۵ قطعه ماهی از هر تانک بصورت تصادفی صید و پس از بیهوشی با اسانس گل میخک (۵۰ میلی‌گرم در لیتر، Velíšek et al., 2005)، وزن آنها ثبت گردید و بر اساس آن میزان غذادهی تنظیم گردید. در ابتدا و پایان آزمایش وزن ماهیان مورد پرورش اندازه‌گیری و ثبت شد تا پارامترهای رشد از قبیل ضریب رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، افزایش وزن

اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید (TBA)

میزان TBA (بر حسب میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید در هر کیلوگرم از بافت ماهی) با روش Egan و همکاران (۱۹۹۷) تعیین شد. برای این منظور، مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم از گوشت چرخ شده‌ی ماهی، با ۱-بوتانول به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس به ۵ میلی‌لیتر از این محلول، ۵ میلی‌لیتر معرف تیوباربیتوریک اسید (۲۰۰ میلی‌گرم پودر تیوباربیتوریک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر حلال ۱-بوتانول) افزوده شد. پس از قراردادن نمونه‌ها در بن‌ماری (۹۵ °C) به مدت ۲ ساعت و سرد شدن در دمای محیط، میزان جذب آن‌ها (As) در ۵۳۰ نانومتر در مقابل شاهد آب مقطر (Ab) خوانده شد. در نهایت میزان TBA بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید:

$$TBA = (As - Ab) \times 50 / 200$$

اندازه‌گیری بازهای از ته فرار (TVB-N)

بازهای از ته فرار با روش Pearson (۱۹۷۶) اندازه‌گیری شد. بالن محتوی ۱۰ گرم از گوشت چرخ شده‌ی ماهی، ۲ گرم اکسید منیزیم و ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در سیستم کدال نصب شده و در زیر لوله خروجی سیستم، ارلنی حاوی ۲۵ میلی‌لیتر اسیدبوریک ۲ درصد و ۳-۲ قطره معرف متیل‌رد قرار گرفت. گازهای متصاعد شده که معرف بازهای از ته فرار هستند در محلول درون ارلن جمع‌آوری و با اسید سولفوریک ۰/۰۱ نرمال تیتروژن شد. از رابطه زیر، بازهای از ته فرار بر حسب میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه ماهی محاسبه شد:

$$TVB - N = \text{حجم اسید سولفوریک مصرفی}$$

تجزیه و تحلیل آماری

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها با استفاده از One

Sample Kolmogorov-Smirnov Test، آنالیز داده‌ها

با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ۱۷ و رسم نمودارها نیز با نرم‌افزار Excel ۲۰۰۷ صورت گرفت و داده‌ها به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار گزارش شد. برای مقایسه‌ی میانگین‌ها نیز از آزمون چنددامنه‌ای دانکن و با درصد خطای ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج

شاخص‌های رشد

نتایج حاصل از شاخص‌های رشد در جدول ۳ نشان داده شده است. از نظر میزان وزن نهایی اختلاف معنی‌داری در گروه‌های تحت تیماردهی دیده شد. بیشترین وزن نهایی به ترتیب در تیمار ۷۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم اسانس مرزنجوش مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد و تیمار ۲۵۰ میلی‌گرم اسانس داشت ($p < 0/05$). بیشترین میزان و درصد افزایش وزن در ۷۵۰ میلی‌گرم اسانس مرزنجوش گزارش شد که با تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم از این اسانس اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($p > 0/05$)، ولی میزان و درصد افزایش وزن این دو تیمار دارای اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد و تیمار ۲۵۰ میلی‌گرم اسانس مرزنجوش بود ($p < 0/05$). کمترین میزان FCR در تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم اسانس مرزنجوش دیده شد که دارای اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد و تیمار ۲۵۰ میلی‌گرم اسانس مرزنجوش بود ($p < 0/05$). اما بین تیمار ۷۵۰ میلی‌گرم و ۵۰۰ میلی‌گرم اسانس مرزنجوش اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p > 0/05$). نرخ رشد ویژه (SGR) بین گروه‌های تغذیه‌شده با اسانس مرزنجوش و گروه شاهد، اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($p > 0/05$). درصد بازماندگی در تمامی گروه‌های آزمایشی ۱۰۰ درصد بود و هیچ‌گونه تلفاتی در گروه‌ها مشاهده نگردید.

جدول ۳: مقایسه میانگین ($\pm$ انحراف معیار) شاخص‌های رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تغذیه‌شده با جیره‌ی حاوی مقادیر مختلف اسانس مرزنجوش پس از ۴۸ روز غذایی

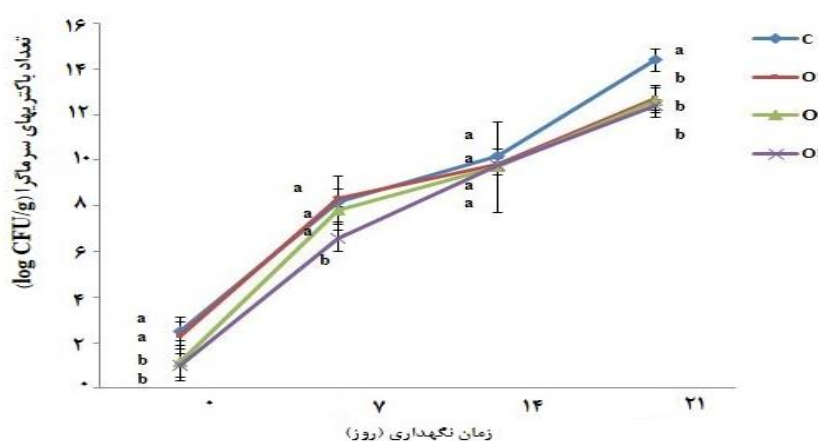
Table 3: Growth factor mean ($\pm$ STD) of Rainbow trout fed with diet supplemented with different concentrations of oregano essential oil after 48 days feeding

شاخص	صفر (شاهد)	مرزنجوش (۲۵۰ mg/kg)	مرزنجوش (۵۰۰ mg/kg)	مرزنجوش (۷۵۰ mg/kg)
میانگین وزن ابتدایی (گرم)	۶۹/۳۳ $\pm$ ۰/۴	۶۹/۳۱ $\pm$ ۰/۵ ^۳	۶۹/۵۱ $\pm$ ۰/۲ ^۷	۶۹/۶۲ $\pm$ ۰/۴ ^۳
میانگین وزن نهایی (گرم)	۱۵۶/۵ $\pm$ ۰/۵ ^{۳b}	۱۵۶/۴۷ $\pm$ ۱/۰ ^{۵b}	۱۵۸/۰۸ $\pm$ ۰/۳ ^{۵a}	۱۵۷/۷۶ $\pm$ ۰/۲ ^{۱a}
افزایش وزن (گرم)	۸۷/۱۵ $\pm$ ۰/۵ ^{۱b}	۸۷/۱۷ $\pm$ ۰/۵ ^{۹b}	۸۸/۵۶ $\pm$ ۰/۲ ^{۷a}	۸۸/۱۵ $\pm$ ۰/۲ ^{۹a}
درصد افزایش وزن	۱۲۵/۷ $\pm$ ۱/۴ ^{۷b}	۱۲۵/۷۷ $\pm$ ۰/۶ ^{۷b}	۱۲۷/۴۱ $\pm$ ۰/۶ ^{۸a}	۱۲۶/۶۳ $\pm$ ۱/۱ ^{۷a}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۰۹ $\pm$ ۰/۰ ^{۰a}	۱/۰۹ $\pm$ ۰/۰ ^{۱a}	۱/۰۷ $\pm$ ۰/۰ ^{۰b}	۱/۰۸ $\pm$ ۰/۰ ^{۵ab}
نرخ رشد ویژه (درصد/روز)	۱/۷۰ $\pm$ ۰/۰ ^۲	۱/۷۰ $\pm$ ۰/۰ ^۱	۱/۷۱ $\pm$ ۰/۰ ^۱	۱/۷۰ $\pm$ ۰/۰ ^۱

*حروف غیرهمنام در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($p < 0.05$).

*Different superscripts showed significant difference in each row ($p < 0.05$).

شاخص تعداد باکتری‌های سرماگرا (PTC) در فیله‌های گروه‌های شاهد و مرزنجوش:

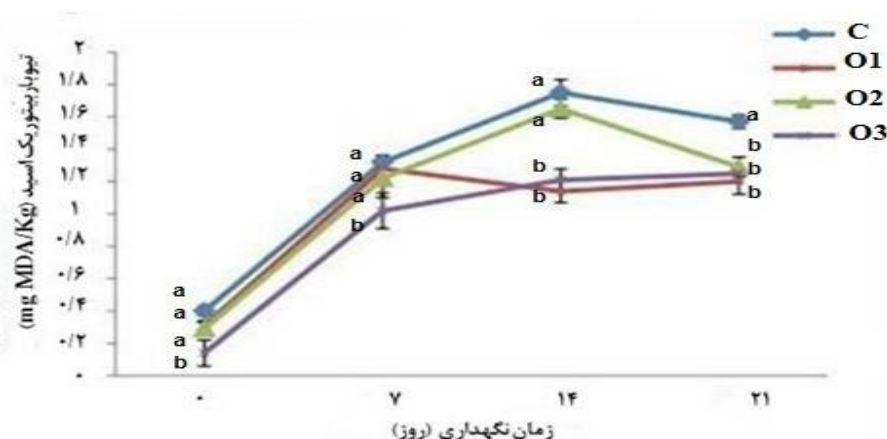


نمودار ۱: تعداد باکتری‌های سرماگرا (PTC) در فیله‌ی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه‌شده با جیره‌ی حاوی مقادیر مختلف اسانس مرزنجوش در زمان نگهداری در یخچال 4 ± 1 °C؛ شاهد (C) و گروه‌های مرزنجوش (O₁: ۲۵۰، O₂: ۵۰۰، O₃: ۷۵۰ میلی‌گرم اسانس در کیلوگرم جیره غذایی). حروف غیرهمنام نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($p < 0.05$).

Figure 1: Psychrotrophic count (PTC) in fillet of Rainbow trout fed with diet supplemented with different concentrations of oregano essential oil during refrigerated storage 4 ± 1 °C; control (C) and oregano groups (O₁: 250, O₂: 500, O₃: 750 mg oregano/kg diet). *Different letters showed significant difference ($p < 0.05$).

تیمارهای تحت اسانس مرزنجوش در روز ۲۱ اختلاف معنی-داری با یکدیگر نشان نداد ($p > 0.05$). در این روز بیشترین شاخص PTC در گروه شاهد مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌داری با گروه‌های تیماری بود ($p < 0.05$). در روز ۲۱ کمترین شاخص PTC در تیمار ۷۵۰ میلی گرم مرزنجوش مشاهده گردید، که جز با گروه شاهد با دو تیمار دیگر اختلاف معنی‌داری نداشت ($p > 0.05$).

بررسی میزان تیوباربیتوریک اسید (TBA) گروه‌های شاهد و مرزنجوش



نمودار ۲: مقادیر تیوباربیتوریک اسید فیله‌ی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه‌شده با جیره‌ی حاوی مقادیر مختلف اسانس مرزنجوش در زمان نگهداری در یخچال 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد؛ شاهد (C) و گروه‌های مرزنجوش (O_1 : ۲۵۰، O_2 : ۵۰۰، O_3 : ۷۵۰ میلی گرم اسانس مرزنجوش در کیلوگرم جیره غذایی). حروف غیرهمنام نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($p < 0.05$).

Figure 2: Thiobarbituric acid (TBA) measurements in fillet of Rainbow trout fed with diet supplemented with different concentrations of oregano essential oil during refrigerated storage 4 ± 1 °C; control (C) and oregano groups (O_1 : 250, O_2 : 500, O_3 : 750 mg oregano/kg diet).

*Different letters showed significant difference ($p < 0.05$).

TBA در تیمار ۷۵۰ میلی گرم مرزنجوش بدست آمد و دارای اختلاف معنی‌داری با سه گروه دیگر بود ($p < 0.05$). در همین روز بیشترین میزان TBA در گروه شاهد مشاهده شد که با میزان TBA تیمارهای ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم مرزنجوش اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($p > 0.05$). در روز ۱۴ کمترین میزان TBA در تیمار ۲۵۰ و ۷۵۰ میلی گرم مرزنجوش

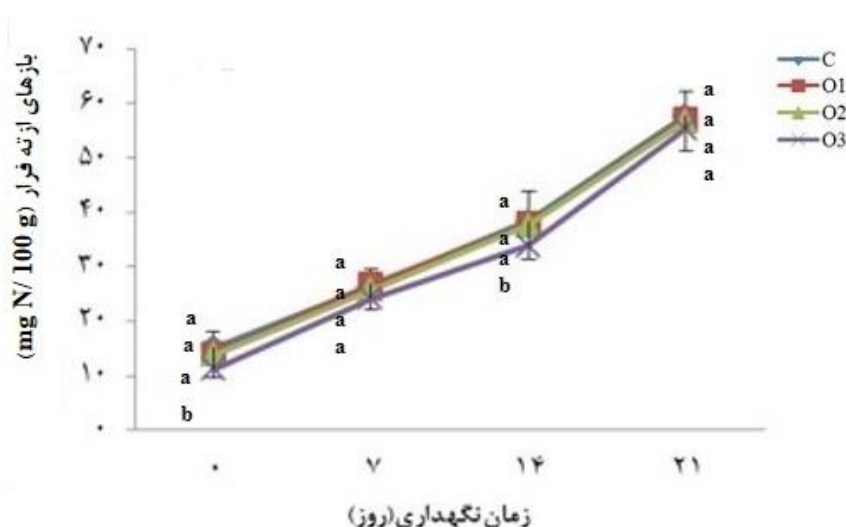
در روز صفر تعداد باکتری‌های سرماگرا (PTC) در فیله گروه شاهد و تیمار ۲۵۰ میلی گرم مرزنجوش، بیشتر از دو تیمار ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی گرم مرزنجوش مشاهده گردید (نمودار ۱؛ $p < 0.05$). شاخص PTC در روز ۷ بین گروه شاهد و دو تیمار ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم اسانس مرزنجوش، اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($p > 0.05$). در این روز کمترین شاخص PTC در تیمار ۷۵۰ میلی گرم مرزنجوش مشاهده شد که با سایر گروه‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بود ($p < 0.05$). در روز ۱۴ در بین گروه‌های آزمایش اختلاف معنی‌داری از لحاظ میزان شاخص PTC، مشاهده نشد ($p > 0.05$). در این روز گروه شاهد دارای بیشترین شاخص PTC بوده است. میزان شاخص PTC در

کمترین میزان TBA در روز صفر متعلق به تیمار ۷۵۰ میلی گرم مرزنجوش است که دارای اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد و دو تیمار دیگر تحت این اسانس بود (نمودار ۲، $p < 0.05$). در این روز بیشترین میزان TBA در گروه شاهد بود که با دو تیمار ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم اسانس مرزنجوش فاقد اختلاف معنی‌دار بود ($p > 0.05$). در روز ۷ کمترین میزان

میزان TBA در تیمارهای مختلف حاوی اسانس تفاوت معنی داری با هم نشان نداد ($p > 0.05$).

بررسی میزان بازهای ازته فرار (TVB-N) گروه‌های شاهد و مرزنجوش:

مشاهده شد ($p > 0.05$). مقادیر بالاتر TBA به ترتیب در گروه شاهد و تیمار ۵۰۰ میلی گرم اسانس مرزنجوش مشاهده شد ($p > 0.05$) که با تیمار ۲۵۰ و ۷۵۰ میلی گرم مرزنجوش تفاوت معنی داری داشت ($p < 0.05$). در روز ۲۱ بیشترین میزان TBA در گروه شاهد مشاهده شد که با سه گروه تیمار اسانس دارای اختلاف معنی دار بود ($p < 0.05$). در این روز



نمودار ۳: مقادیر بازهای ازته فرار (TVB-N) فیله‌ی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه‌شده با جیره‌ی حاوی مقادیر مختلف اسانس مرزنجوش در زمان نگهداری در یخچال 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد؛ شاهد (C) و گروه‌های مرزنجوش (O_1 : ۲۵۰، O_2 : ۵۰۰، O_3 : ۷۵۰ میلی گرم اسانس مرزنجوش در کیلوگرم جیره غذایی). حروف غیرهمنام نشان‌دهنده اختلاف معنی دار می‌باشد ($p < 0.05$).

Figure 3: Total volatile basic nitrogen (TVB-N) measurements in fillet of Rainbow trout fed with diet supplemented with different concentrations of oregano essential oil during refrigerated storage 4 ± 1 °C; control (C) and oregano groups (O_1 : 250, O_2 : 500, O_3 : 750 mg oregano/kg diet).

*Different letters showed significant difference ($p < 0.05$).

N در تیمار ۷۵۰ میلی گرم اسانس مرزنجوش مشاهده گردید، اگرچه در این روز گروه‌ها اختلاف معنی داری با یکدیگر نشان ندادند ($p > 0.05$).

بحث

با توجه به خواص بالقوه برخی گیاهان دارویی، احتمال آنکه بتوان از آنها در صنایع تولیدی همچون آبزی‌پروری بهره‌ای چند منظوره برد وجود دارد، تا حدی که احتمال افزایش رشد و کیفیت فیله ماهیان تغذیه‌شده با جیره‌های غذایی حاوی آنها چندان بعید نیست (Álvarez et al., 2012).

در این تحقیق اسانس مرزنجوش با سطوح ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی گرم در کیلوگرم جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، ۱۰۱

در روز صفر در تیمار ۷۵۰ میلی گرم مرزنجوش کمترین میزان TVB-N مشاهده شد (نمودار ۳) که با سه گروه دیگر آزمایش دارای اختلاف معنی داری بود ($p < 0.05$). گروه شاهد و دو تیمار ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم اسانس مرزنجوش اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند ($p > 0.05$). بیشترین میزان TVB-N در این روز در گروه شاهد مشاهده گردید. در روز ۷ اختلاف معنی داری در بین گروه‌ها مشاهده نشد ($p > 0.05$). در روز ۱۴ اختلاف معنی داری بین تیمار ۷۵۰ میلی گرم اسانس مرزنجوش با سه گروه دیگر آزمایش مشاهده شد ($p < 0.05$), به گونه‌ای که این تیمار کمترین میزان TVB-N را نشان داد. در سه گروه دیگر میزان TVB-N فاقد اختلاف معنی داری با یکدیگر بودند ($p > 0.05$). در روز ۲۱ کمترین میزان TVB-

تفاوت معنی‌داری در برخی از شاخص‌های رشد شامل وزن نهایی، افزایش وزن، درصد افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی با تیمار شاهد و تیمار ۲۵۰ میلی گرم اسانس مرزنجوش نشان داد ($p < 0.05$). احمدی‌فر و همکاران (۱۳۸۸)، روی ترکیب تجاری تیمول و کارواکرول (NEXT Enhance 150) بر کارایی رشد و شاخص‌های خونی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مطالعه کرده و نشان دادند که این ترکیب به مقدار ۳ گرم در کیلوگرم جیره سبب تغییرات مثبت و معنی‌داری بر شاخص‌های رشد (افزایش وزن، وزن نهایی و ضریب تبدیل غذایی) گردید ($p < 0.05$).

قاسمی پیربلوطی و همکاران (۱۳۹۰)، در بررسی اثر اسانس چند گیاه دارویی شامل آویشن دنبایی (*Thymus daenensis*)، پونه کوهی (*Mentha longifolia* L.)، مرزه بختیاری (*Satureja bachtiarica*)، زرین گیاه (*Dracocephalum multicaule* Bunge)، مرزه خوزستانی (*Satureja khuzestanica* Benth) و مرزه Jamzad. بر قزل‌آلای رنگین‌کمان نیز افزایش معنی‌دار ضریب رشد ویژه را در تیمارها نشان دادند ($p < 0.05$). در مطالعه Giannenas و همکاران (۲۰۱۲)، که اثر جیره‌های غذایی حاوی اسانس مرزنجوش یونانی (*Origanum heracleoticum* L.) را روی گربه‌ماهی کانال (*Ictalurus punctatus*) مورد بررسی قرار دادند گزارش شد که تیمارهای تحت اسانس مرزنجوش ۰/۵ درصد، میزان افزایش وزن بیشتر و ضریب تبدیل غذایی کمتری نسبت به گروه شاهد نشان دادند ($p < 0.05$). در بررسی علیشاهی و همکاران (۱۳۹۰)، روی اثر لوامیزول، ارگوسانوسه عصاره گیاهی آویشن شیرازی (*Zataria multiflora*)، کندر (*Boswellia thurifera*) و سرخارگل (*Echinacea purpurea*) بر میزان رشد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، مشخص شد که میزان نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی به جز در تیمار آزمایشی تحت اسانس آویشن، در بقیه تفاوت معنی‌داری نشان داد ($p < 0.05$). در مطالعه Nargis و همکاران (۲۰۱۱)، افزودن ۲ گیاه *Vitex negundo* و *Allium sativum* در رژیم غذایی ماهیان انگشت‌قد روهمو (*Labeo rohita*) سبب افزایش نرخ رشد ویژه در گروه‌های تغذیه‌شده با این عصاره‌های گیاهی در مقایسه با شاهد گردید ($p < 0.05$). در ارزیابی اثر استفاده از افزودنی‌های غذایی حاوی

تیمول و کارواکرول روی عملکرد رشد و فلور باکتریایی روده ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان دریافتند که تغذیه با دو جیره فوق موجب افزایش وزن بیشتر و ضریب تبدیل غذایی پایین‌تر در ماهیان شده و کارایی تغذیه را بهبود می‌بخشد ($P < 0.05$). این اثر به خواص ضدباکتریایی قوی کارواکرول و تیمول در بازدارندگی شدید جمعیت‌های بی‌هوازی فلور زیستی روده ماهی نسبت داده شد (Giannenas et al., 2012). بنا بر نتایج مطالعات اخیر شاید بتوان دلیل تأثیر مثبت اسانس مرزنجوش در تحقیق حاضر را به ترکیب تیمول و کارواکرول موجود در اسانس مرتبط دانست. Putra و همکاران (۲۰۱۳) دریافتند که افزودن مقدار ۱ درصد عصاره برگ گیاه katuk (*Sauropus androgynous*) به جیره غذایی ماهی گروپر (*Epinephelus coioides*) موجب افزایش وزن و نرخ رشد ویژه و کاهش ضریب تبدیل غذایی می‌شود ($p < 0.05$) و علت این امر را در وجود مواد مغذی و محتوای ویتامینی بالا از قبیل بتاکاروتن، ویتامین C، روغن‌های گیاهی، کربوهیدراتها و مواد معدنی موجود در عصاره دانستند. Cho و همکاران (۲۰۰۷)، کاهش وزن، فاکتور وضعیت و نرخ رشد ویژه را در کفشک‌های جوان (*Paralichthys olivaceus*) تغذیه‌شده با جیره آزمایشی شامل برگ خام و برگ خشک چای سبز مشاهده کردند ($p < 0.05$)، که وجود فیبر زیاد در برگ چای را عاملی برای این تأثیر دانستند. در برخی از مطالعات انجام‌شده نظیر مطالعه Dügenci و همکاران (۲۰۰۳)، که از عصاره‌های گیاهی دارویش (*Viscum album*)، گزنه (*Urtica dioica*) و زنجبیل (*Zingiber officinale*) در جیره قزل‌آلای رنگین‌کمان استفاده کردند نیز تغییر معنی‌داری در عملکرد رشد مشاهده نشد ($p > 0.05$). مهدوی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ی تأثیر سطوح مختلف اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare*) بر شاخص‌های رشد، بازماندگی بچه‌ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*) دریافتند که استفاده از ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم اسانس رازیانه بر کیلوگرم جیره، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد رشد نشان نداد ($p > 0.05$). طول مدت زمان آزمایش نیز می‌تواند تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر شاخص‌های مورد بررسی داشته باشد. همانگونه که Aly و همکاران (۲۰۰۸) تفاوت قابل ملاحظه‌ای در شاخص‌های رشد بچه‌ماهیان تیلپای نیل تغذیه‌شده با سیر در مدت دو ماه مشاهده نکردند، در صورتیکه

با طولانی کردن دوره آزمایش تا هشت ماه افزایش معنی داری در پارامترهای رشد مشاهده نمودند.

جیره غذایی حاوی اسانس مرزنجوش تأثیر معنی داری بر میزان بقاء ماهی قزل آلا رنگین کمان ایجاد نکرد ($p > 0.05$). Prasad و Priyanka (۲۰۱۱) دریافتند که عصاره میوه *Garcinia gummi-gutta* تفاوت آماری معنی داری بر بازماندگی گربه ماهی (*Pangasianodon hypophthalmus*) نداشت ($p > 0.05$). تحقیق حاضر با مطالعه Pratheepa و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت ندارد به طوریکه در آن مطالعه، مقدار ۵ و ۱۰ گرم عصاره برگ گیاه *Aegle marmelos* بر کیلوگرم جیره موجب افزایش بازماندگی ماهی کپور معمولی در مقایسه با گروه کنترل شد. برخی ترکیبات ناشناخته در گیاهان دارویی مختلف موجب ایجاد تغییرات قابل ملاحظه در پژوهش های شیلاتی می گردند (Kim et al., 1998). در پژوهش حاضر نیز عدم وجود تفاوت معنی دار در میزان بازماندگی بین تیمارهای مختلف می تواند نشان دهد که اسانس مرزنجوش فاقد ترکیبات مضر برای ماهی قزل آلا رنگین کمان می باشد.

فساد سریع ماهی ناشی از فعالیت باکتری های موجود در آبشش و دستگاه گوارش در ماهی است. در مورد ماهیان نگهداری شده در شرایط سرد، گروه اصلی میکروارگانیسم های عامل فساد، باکتری های سرماگرا و گرم منفی می باشند (Gram & Huss, 1996). در روز صفر (آغاز نگهداری) کمترین مقادیر PTC با اختلاف معنی دار نسبت به گروه شاهد در تیمارهای تحت اسانس با سطوح بالاتر (۵۰۰ و ۷۵۰ میلی گرم)، مشاهده شد. نتایج حاصل از بررسی میزان شاخص PTC در این تحقیق، نشان داد که میزان این شاخص در روز هفتم نگهداری، در فیله ماهیان گروه شاهد ($\log_{10} \text{cfu/g}$) از حد مجاز تعیین شده برای ماهیان خام که به میزان $10^8 \log_{10} \text{cfu/g}$ (Ibrahim Sallam, 2007) می باشد، بیشتر بود، روند کلی تغییرات تعداد باکتری های سرماگرا (PTC) در این آزمایش یک روند افزایشی بوده است. بررسی کلی تغییرات میزان این شاخص در فیله ماهیان گروه شاهد و تیمارهای اسانس مرزنجوش نشان داد که بهترین وضعیت فیله از نظر این شاخص طی زمان بررسی در فیله ماهیان تحت تیمار ۷۵۰ میلی گرم اسانس مرزنجوش مشاهده گردید. مطالعات اندکی در زمینه اثر افزودن ترکیبات پلی فنلی در جیره ماهیان بر

ماندگاری فیله در طول نگهداری در یخچال صورت گرفته است. Álvarez و همکاران (۲۰۱۲)، با بررسی تأثیر جیره های غذایی مکمل با اسانس آویشن (محتوی تیمول و کاراکرول) و عصاره رزماری بر فساد ماهی دریافتند که در گروه های تحت تیمار اسانس آویشن (با ماده غالب تیمول) میزان شاخص PTC کمتر از سایر گروه های آزمایش بوده است. نتیجه این بررسی با تحقیق حاضر روی اسانس مرزنجوش مطابقت دارد. مطالعات محققان مختلف نشان داده است که بیشترین عملکرد ضدباکتریایی و ضداکسیدانی اسانس مرزنجوش با ترکیبات فنلی آن یعنی تیمول و کاراکرول مرتبط است (Nedyalka et al., 1999). اثر ضد میکروبی اسانس های این دو گیاه بر تعداد زیادی از باکتری ها بویژه باکتری های بیماری زا و مولد فساد در مواد غذایی به اثبات رسیده است (Mejlhom et al., 2002; Burt, 2004, 2007; Oussalah et al., 2007; Lopez et al., ۲۰۰۱). همکاران (۲۰۰۱)، مکانیسم اثر ضد باکتریایی تیمول و کاراکرول را بر مبنای قابلیت این دو ماده مؤثره در فروپاشی غشای خارجی باکتری های گرم منفی و اختلال در عملکردشان گزارش نمودند. Helander و همکاران (۱۹۹۸)، نشان دادند که تیمول اسانس آویشن و کاراکرول اسانس پونه کوهی با تداخل در غشای سلولی باکتری، نفوذپذیری کاتیونی H^+ و K^+ را تغییر داده و موجب تخریب غشای سلولی آن و کاهش ATP ذخیره ای داخل سلول و افزایش ATP ذخیره ای خارج سلولی می شود. بررسی های صورت گرفته توسط محققین مذکور می تواند تا حدی تأثیر خواص ضد میکروبی اسانس مورد استفاده در این آزمایش را توضیح دهد.

تیوباربیتوریک اسید (TBA) شاخصی برای اکسیداسیون چربی می باشد که محصولات ثانویه اکسیداسیون به ویژه آلدییدها را که از شکست هیدروپراکسیدها ایجاد می شوند، نشان می دهد. اکسیداسیون چربی ها و اسیدهای چرب چند غیراشباع عضلات ماهی، منجر به ایجاد بو و طعم نامطلوب در ماهی و در نتیجه کوتاه شدن زمان ماندگاری می گردد (Ramanathan & Das, 1992). در تحقیق حاضر در روز صفر در گروه های تحت تیمار اسانس مرزنجوش با گروه شاهد اختلاف معنی داری دیده شد به گونه ای که میزان TBA در تیمار ۷۵۰ میلی گرم مرزنجوش ($\pm 0.1 \text{ mg MDA/kg}$)

۰/۱۲) نسبت به گروه شاهد (با میزان 0.41 ± 0.02 mgMDA/kg) کمتر بود. میزان ۱ تا ۲ میلی گرم مالون-دی‌آلدید بر کیلوگرم نمونه، حد قابل قبول پیشنهادی برای این شاخص بیان شده است (Connell, 1990; Goulas & Kontominas, 2007). در این تحقیق در طول دوره آزمایش میزان TBA در همین محدوده استاندارد یعنی بین ۱ تا ۲ بوده و به بیش از این مقدار نرسیده است. میزان TBA در تیمارهای تحت اسانس مرزنجوش نسبت به گروه شاهد کمتر بود. در مطالعات قبلی مشخص شده است که میزان TBA طی دوره نگهداری پس از مدتی کاهش می‌یابد، این امر به خاطر واکنش بین مالون‌دی‌آلدید و اسیدهای آمینه ماهی و تشکیل گروه‌های کربونیل و یا واکنش با پروتئین میوزین می‌باشد (Fernandez et al., 1997; Goulas & Kontominas, 2007). بررسی تغییرات TBA در تحقیق حاضر نشان داد که کمترین مقدار TBA در ۴ بازه زمانی مورد آزمایش، در تیمار ۷۵۰ میلی گرم اسانس مرزنجوش مشاهده گردید. Giannenas و همکاران (۲۰۱۲)، به ارزیابی استفاده از افزودنی‌های غذایی تجاری حاوی تیمول و کارواکرول در جیره‌ی غذایی بر وضعیت اکسیداسیونی فیله طی نگهداری در یخچال (از روز صفر تا روز پنجم بعد از کشتار) پرداختند، نتایج نشان داد که شاخص TBA در فیله‌ی ماهیان تحت این تیمارها نسبت به فیله‌های گروه شاهد (تغذیه‌شده با جیره پایه)، در روز پنجم نگهداری در یخچال کاهش معنی‌داری داشته است. در مطالعه‌ی Álvarez و همکاران (۲۰۱۲)، که به بررسی تأثیر جیره‌های حاوی اسانس‌های روغنی دو گونه آویشن (محتوی کارواکرول و محتوی تیمول) و عصاره‌ی رزماری بر فساد ماهی سیم دریایی سرطلایی پرورشی (*Sparus aurata*) طی نگهداری در یخچال پرداختند، مشخص شد که جیره‌های فوق موجب کاهش معنی‌دار شاخص آنتی‌اکسیدانی تیوباربیتوریک‌اسید ماهی کامل در روز پنجم نگهداری در یخچال شده و فرآیند فساد بعد از کشتار را به تأخیر انداخت. در مطالعه Ortiz و همکاران (۲۰۰۹)، ارزیابی پیشرفت ترشیدگی^۱، در ماهی آزاد پرورشی کوهو (*Onchorhynchus kisutch*) تغذیه‌شده با جیره‌های مکمل با آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی (توکوفرول و مخلوط

توکوفرول- عصاره رزماری) و آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی (مخلوط BHT و EQ)، افزایش پایداری در برابر اکسیداسیون چربی را در ماهی کوهوی منجمدشده در دمای 18°C -، بعد از تغذیه آن با جیره‌های حاوی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی نسبت به جیره‌های حاوی آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی نشان داد. مقادیر تیوباربیتوریک اسید در فیله تیمارهای مذکور به طور معنی‌داری در بیشتر دوره‌های آزمایشی کمتر از نمونه‌های فیله گروه شاهد بود. مقادیر کمتر تیوباربیتوریک‌اسید در تیمارهای تحت اسانس را می‌توان به خصوصیات آنتی-اکسیدانی اسانس مرزنجوش نسبت داد (Álvarez et al., 2012; Helander et al., 1998).

مجموع بازهای ازته یا نیتروژنی فرار یک اصطلاح عمومی است که شامل تری‌متیل‌آمین، دی‌متیل‌آمین، آمونیاک و دیگر ترکیبات بازی نیتروژنی می‌باشد، که اندازه‌گیری آن‌ها نمایان-گر میزان فساد در ماهی می‌باشد (Arashisar et al., 2004). بررسی میزان TVB-N در گروه‌های آزمایش در روز صفر نشان داد که تیمارهای تحت بالاترین سطح اسانس مرزنجوش (۷۵۰ میلی گرم در کیلوگرم جیره) کمترین میزان TVB-N را نسبت به سایر گروه‌ها نشان دادند، این مورد را می‌توان به خاصیت ضد میکروبی این اسانس نسبت داد. تغییرات میزان TVB-N طی نگهداری فیله‌های قزل‌آلای رنگین‌کمان در این تحقیق روندی افزایشی داشت. به طوری که افزایش میزان شاخص در روزهای ابتدایی روندی کند و از روز هفتم نگهداری به بعد به طور شدیدی افزایش یافت. این نتایج با نتایج سایر محققین در این زمینه هم‌خوانی دارد. این امر می‌تواند به خاطر عامل تولیدکننده TVB-N یعنی باکتری‌ها باشد. در روزهای اولیه جمعیت باکتری‌های مختلف در فاز پایه قرار دارند و با سرعت کمی افزایش می‌یابند (Gram & Huss, 1996). در این آزمایش در روز هفتم نگهداری میزان این شاخص در تیمار ۷۵۰ میلی گرم مرزنجوش کمتر از حد مجاز ۲۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم نمونه بود که اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد و سایر تیمارها داشت. ایجاد TVB-N در ماده غذایی سبب ایجاد بوی نامطبوع فساد می‌گردد. بنابراین افزایش آن همراه با کاهش میزان قابلیت پذیرش آن توسط مصرف‌کننده می‌باشد. حداکثر مقدار قابل قبول TVB-N برای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تا حدود ۲۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم فیله گزارش شده است

mykiss). جهت تعیین مدت زمان ماندگاری آن طی نگهداری در دمای یخچال (4°C). نشریه شیلات، دوره شصت و چهارم، شماره دوم، صفحات ۱۱۹-۱۰۷.

زرگری، ع. ۱۳۷۰. گیاهان دارویی. انتشارات دانشگاه تهران، جلد ۱-۵. ۴۸۵۰ صفحه.

علیشاهی، م.، سلطانی، م.، مصباح، م. و زرگر، ا. ۱۳۹۱. اثرات تحریک ایمنی و رشد لوامیزول، ارگوسان و سه عصاره گیاهی در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله تحقیقات دامپزشکی، دور ۶۷، شماره ۲، ۱۴۲-۱۳۵.

قاسمی پیربلوطی، ع.، پیرعلی، ا.، پیشکار، غ. ر.، جلالی، س. م. ع.، رئیسی، م.، جعفریان دهکردی، م. و حامدی، ب. ۱۳۹۰. اثر اسانس چند گیاه دارویی بر سیستم ایمنی ماهی قزل آلا رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). فصلنامه داروهای گیاهی، سال دوم، شماره دوم، صفحات ۱۵۵-۱۴۹.

مظفریان، و. آ. ۱۳۷۷. فرهنگ نامهای گیاهان ایران. انتشارات فرهنگ، تهران. نوبت چاپ ۷، ۳۸۱ صفحه.

ممبینی، ت.، ممبینی، ت. و آقایی، م. ۱۳۸۶. بررسی آثار فارماکولوژیک جنس مرزنجوش. فصلنامه گیاهان دارویی. ۸(۲۹): ۱۸-۳۵.

مهدوی، س.، یگانه، س.، فیروزبخش، ف. و جانی خلیلی، خ. ۱۳۹۳. تأثیر مکمل اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare*) جیره بر شاخصهای رشد، بازماندگی، ترکیب لاشه و فراسنجههای خونی بچه ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisiikutum*). علوم و فنون شیلات، دوره سوم، شماره سوم، صفحات ۹۰-۷۹.

Aleksic, V. and Knezevic, P., 2014. Antimicrobial and antioxidative activity of extracts and essential oils of *Myrtus communis* L. Microbiological Research, 169 (4): 240-254.
doi: org/10.1016/j.micres.2013.10.003

Álvarez, A., Garcia Garcia, B., Jordan, M.J., Martinez-Conesa, C. and Hernandez, M.D., 2012. The effect of diets

(Arashisar et al., 2004; Gimenez et al., 2002). در مطالعه ذوالفقاری و همکاران (۱۳۸۹)، در بررسی تغییرات شیمیایی نمونههای ماهی قزل آلا رنگین کمان در دمای یخچال، بر اساس میزان TVB-N (۲۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم) تا روز ششم نگهداری قابلیت مصرف داشتند و در این روز میزان TVB-N به ۲۳/۳ میلی گرم در ۱۰۰ گرم فیله رسید. بنابر یافتههای مطالعات پیشین، روند کند فساد فیله ماهی قزل آلا رنگین کمان تغذیه شده با اسانس مرزنجوش (۷۵۰ میلی گرم در کیلوگرم جیره غذایی) نسبت به گروه شاهد را می توان به ترکیبات فنلی موجود در این گیاه نسبت داد.

با توجه به نتایج این تحقیق می توان اظهار داشت که مقادیر ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی گرم اسانس مرزنجوش در جیره غذایی ماهی قزل آلا رنگین کمان می تواند تأثیرات مثبتی بر رشد داشته باشد. همچنین مقادیر ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی گرم اسانس مرزنجوش نسبت به تیمار شاهد تأثیر بهتری بر کیفیت فیله ماهی (از نظر تعداد باکتریهای سرماگرا و شاخص تیوباریتوریک اسید) در طی دوره نگهداری در دمای 4 ± 1 درجه سانتی گراد یخچال داشتند. بنابراین می توان مقدار ۵۰۰ میلی گرم اسانس مرزنجوش در کیلوگرم جیره را برای بهبود رشد و کیفیت فیله ماهی قزل آلا رنگین کمان پیشنهاد کرد. همچنین اثر این اسانس بر سایر فراسنجههای مربوط به پرورش ماهی، از جمله فراسنجههای خونی و ایمنی دارای اهمیت بوده و نیز تأثیر استفاده از این اسانس در جیره غذایی ماهی به مدت طولانی تر ممکن است که در میزان استفاده بهینه از این اسانس در جیره مؤثر باشد.

منابع

احمدی فر، ا.، جلالی، م. ع.، سوداگر، م.، آذری تاکامی، ق. و محمدی، ا. ۱۳۸۸. اثر اکواک آرگوسان (Aqua Vac Ergosan) بر میزان رشد، بازماندگی و شاخصهای مربوط به خون در فیل ماهی جوان (*Huso huso*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد شانزدهم، ویژه نامه ۱: ۸۰-۷۲.

ذوالفقاری، م.، شعبانپور، ب. و فلاحزاده، س. ۱۳۸۹. بررسی روند تغییرات شیمیایی، میکروبی و حسی فیله ماهی قزل آلا رنگین کمان (*Oncorhynchus*)

- supplemented with thyme essential oils and rosemary extract on the deterioration of farmed gilthead seabream (*Sparus aurata*) during storage on ice, Food Chemistry, 132: 1395-1405.
doi: org/10.1016/j.foodchem.2011.11.127.
- Aly, S.M., Atti, N.M.A. and Mohamed, M.F., 2008.** Effect of garlic on the survival, growth resistance and quality of *Oreochromis niloticus*. 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Egypt, pp. 277-296.
- AOAC., 1997.** Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington.
- Arashisar, S., Hisara, O., Kaya, M. and Yanik, T., 2004.** Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout – fillets. International Journal of Food Microbiology, 97:209-214. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2004.05.024.
- Barat, J.M., Gallart-Jornet, L., Andres, A., Akse, L., Carlehog, M. and Skjerdal, O.T., 2006.** Influence of cod freshness on the salting, drying and desalting stages. Food Engineering, 73: 9-19.
doi: org/10.1016/j.jfoodeng.2004.12.023.
- Burt, S., 2004.** Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. International Journal of Food Microbiology, 94: 223-253.
doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022.
- Cho, S.H., Lee, S.M., Park, B.H., Ji, S.C., Lee, J., Bae, J. and Oh, S.Y., 2007.** Effect of dietary inclusion of various sources of green tea on growth, body composition and blood chemistry of the juvenile olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). Fish Physiology and Biochemistry, 33: 49-57. doi: 10.1007/s10695-006-9116-3.
- Celikel, N. and Kavas, G., 2008.** Antimicrobial Properties of Some Essential Oils against Some Pathogenic Microorganisms. Czech Journal Food Science, 26(3): 174-181.
- Connell, J.J., 1990.** Methods of assessing and selecting for quality. In: Control of Fish Quality (3rd Ed.). Berlin, Springer.
- Dekamin, M., Veisi, H., Safari, E., Liaghati, H., Khoshbakht, K. and Dekamin, M.G., 2015.** Life cycle assessment for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) production systems: a case study for Iran. Journal of Cleaner Production, 91: 43-55.
doi: org/10.1016/j.jclepro.2014.12.006.
- Dügenci, S.K., Arda, N. and Candan, A., 2003.** Some medicinal plants as immunostimulant for fish. Journal of Ethnopharmacology, 88(1): 99-106.
doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00182-X.
- Egan, H., Kirk, R.S. and Sawyer, R., 1997.** Pearson's chemical Analysis of Foods. 9th .edition. Churchill Livingstone, Edingburgh, Scotland, UK. pp. 609-643.
- FAO., 2014.** Fisheries Department, Fishery Information, Data and statistics unit. Fish stat plus version 2.1.1 2002, Database aquaculture production 1950-2012. FAO, Rome.
- Fernández, J., Pérez-Álvarez, I.A. and Fernández-López, J.A., 1997.** Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. Food Chemistry, 59: 345–353. doi: 10.1016/S0308-8146(96)00114-8.

- Giannenas, I., Triantafillou, El., Stavrakakis, S., Margaroni, M., Mavridis, S., Steiner, T. and Karagouni, E., 2012.** Assessment of dietary supplementation with carvacrol or thymol containing feed additives on performance, intestinal microbiota and antioxidant status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 350-353: 26-32.
doi: org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.027.
- Giménez, B., Roncalés, P. and Beltrán, J.A., 2002.** Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout. *Journal of Science & Food Agricultural*, 84: 1154-1159.
doi: 10.1002/jsfa.1136.
- Goulas, A.E. and Kontominas, M.G., 2007.** Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of seabream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry*, 100: 287-296.
doi: org/10.1016/j.foodchem.2005.09.045.
- Gram, L. and Dalgaard, P., 2002.** Fish spoilage bacteria-problems and solutions. *Current Opinion in Biotechnology*, 13: 262-266.
doi: org/10.1016/S0958-1669(02)00309-9.
- Gram, L. and Huss, H.H., 1996.** Microbiological spoilage of fish and fish products. *Food Microbiology*, 33: 121-137.
doi: org/10.1016/0168-1605(96)01134-8.
- Helander, I.M., Alakomi, H.-L., Latva-Kala, K., Mattila-Sandholm, T., Pol, L., Smid, E.J., Gorris, L.G.M. and von Wright, A., 1998.** Characterization of the action of selected essential oil components on Gram negative bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 3590-3595. doi: 10.1021/jf980154m.
- Ibrahim Sallam, K., 2007.** Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon, *Food Control*, 18: 566-575.
doi: org/10.1016/j.foodcont.2006.02.002.
- Kalbassi, M.R., Abdollahzadeh, and Salari-Joo, H., 2013.** A Review on Aquaculture Development in Iran. *Ecopersia*, 1(2): 159-178.
- Kim, D.S., Noah, C.H., Jung, S.W. and Jo, J.Y., 1998.** Effect of Obosan supplemented diet on growth, feed conversion ratio and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 11: 83-90.
- LaGow, B., 2004.** PDR for herbal Medicine. Third edition Thomson PDR, USA, pp: 808-9, 609 - 10.
- Lambert, R. J. W., Skandamis, P. N., Coote, P. J. and Nychas, G. J. E., 2001.** A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of Applied Microbiology*, 91: 453-462. doi: 10.1046/j.1365-2672.2001.01428.x.
- Lopez, P., Sanchez, C., Batlle, R. and Nerin, C., 2007.** Vapor-Phase Activities of Cinnamon, Thyme, and Oregano Essential Oil and Key Constituents against food borne Microorganisms. *Food Chemistry*, 55(11): 4348-56. doi: 10.1021/jf063295u.
- Mahmoud, B.S.M., Yamazaki, K., Miyashita, K., Shin, I.S. and Suzuki, T., 2006.** A new technology for fish preservation by

- combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds. Food Chemistry, 99: 656-662. doi: org/10.1016/j.foodchem.2005.08.037.
- Mejlhom, O. and Dalgaard, P., 2002.** Antimicrobial effect of essential oils on the seafood spoilage micro-organism *Photobacterium phosphoreum* in liquid media and fish products. Applied Microbiology, 16: 337-342. doi: 10.1046/j.1472-765x.2002.01033.x.
- Nargis, A., Khatun, M. and Talukder, D., 2011.** Use of medicinal plants in the remedy of fish diseases. Bangladesh Research Publications Journal, 5 (3): 192-195.
- Nedyalka, V., Yanishlieva, N.V., Marinova, E.M., Gordon, M.H. and Raneva, V.G., 1999.** Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. Food Chemistry, 64: 59 -66. doi: org/10.1016/S0308-8146(98)00086-7.
- Noorolahi, Z., Sahari, M.A., Barzegar, M., Doraki, N. and Naghdi Badi, H., 2013.** Evaluation Antioxidant and Antimicrobial Effects of Cinnamon Essential Oil and Echinacea Extract in Kolompe. Journal of Medicinal Plants, 12(45): 14-28.
- Nurmi, A., Mursu, J., Nurmi, T., Nyyssonen, K., Alfthan, G., Hiltunen, R., Kaikkonen, J., Salonen, J.T. and Voutilainen, S., 2006.** Consumption of juice fortified with oregano extract markedly increases excretion of phenolic acids but lacks short and long term effects on lipid peroxidation in healthy nonsmoking men. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54: 5790-5796. doi: 10.1021/jf0608928.
- Ortiz, J., Larraín, M.A., Vivanco, J.P. and Aubourg, S.P., 2009.** Rancidity development during the frozen storage of farmed Coho salmon (*Onchorhynchus kisutch*): Effect of antioxidant composition supplied in the diet. Food Chemistry, 115: 143-148. doi: org/10.1016/j.foodchem.2008.11.076.
- Ortiz, J., Larraín, M.A., Pacheco, N., Vivanco, J.P., and Aubourg, S.P., 2013.** Effect of the antioxidant profile in the diet of farmed Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) on the nutritional value retention during frozen storage. Grasas y Aceites, 64(3): 311-319. doi: org/10.3989/gya.107612.
- Oussalah, M., Caillet, S., Saucier, L. and Lacorix, M., 2007.** Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of pathogenic bacteria: *E-coli*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. Food Control, 18:1414-1420. doi: org/10.1016/j.foodcont.2005.11.009.
- Pearson, D., 1976.** The chemical analysis of foods (7th Ed.). Livingston Churchil. 575p.
- Prasad, G. and Pryianka, G.L., 2011.** Effect of Fruit Rind Extract of *Garcinia gummi-gutta* on Haematology and Plasma Biochemistry of Catfish *Pangasianodon hypophthalmus*. Asian Journal of Biotechnology, 6: 240-251. doi: 10.3923/ajb.2011.240.251.
- Pratheepa, V., Ramesh, S. and Sukumaran, N., 2010.** Immunomodulatory effect of *Aegle marmelos* leaf extract on freshwater fish *Cyprinus carpio* infected by bacterial

- pathogen *Aeromonas hydrophila*. Pharmaceutical Biology, pp. 1–16. doi: 10.3109/13880201003713598.
- Putra, A., Santoso, U., Lee, M.C. and Nan, F.H., 2013.** Effects of dietary Katuk leaf extract on growth performance, feeding behavior and water quality of grouper *Epinephelus coioides*. Aceh International Journal of Science and Technology, 2(1): 17-25. doi: org/10.13170/aijst.2.1.488.
- Ramanathan, L. and Das, N.P., 1992.** Studies on the control of lipid oxidation in ground fish by some polyphenolic natural products. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40: 17–21. doi: 10.1021/jf00013a004.
- Sakanaka, S., Tachibana, Y. and Okada, Y., 2005.** Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (Kakinoha-cha). Food Chemistry, 89(4): 569-75. doi: org/10.1016/j.foodchem.2004.03.013.
- Teimouri, M., Amir Kolaie, A.S. and Yeganeh, S., 2013.** The effects of *Spirulina platensis* meal as a feed supplement on growth performance and pigmentation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 14-19: 396-399. doi: org/10.1016/j.aquaculture.2013.02.009.
- Varel, V. H., 2002.** Livestock manure odor abatement with plant-derived oils and nitrogen conservation with urease inhibitors: A review. Animal Science, 80(2): E1 -E7. doi:10.2527/animalsci2002.80E-Suppl_2E1x.
- Velíšek, J., Svobodová, Z. and Piačková, V., 2005.** Effects of clove oil anaesthesia on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Acta veterinaria. Brno, 74(1): 139-146. doi: org/10.2754/avb200574010139.
- Yildiz, M., Sener, E. and Gun, H., 2006.** Effect of refrigerated storage on fillet lipid quality of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed a diet containing different levels of α -tocopherol acetate. Turk Journal of Veterinary Animal Science, 30: 143-150.
- Zheng, Z.L., Tan, J.Y.W., Liu, H.Y., Zhou, X.H., Xiang, X. and Wang, K.Y., 2009.** Evaluation of oregano essential oil (*Origanum heracleoticum* L.) on growth, antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophila* in channel catfish (*Ictalurus punctuatus*). Aquaculture, 229: 214–218. doi: org/10.1016/j.

Evaluation of oregano (*Origanum vulgare* L.) essential oil effect on growth indices and fillet quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during refrigerated storage ($4\pm 1^\circ\text{C}$)

Azizi E.¹; Yeganeh S.^{1*}; Firouzbakhsh F.¹; Janikhalili K.¹

* skyeganeh@gmail.com

1- Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Abstract

This study evaluated the effects of diets including different levels of oregano (*Origanum vulgare* L.) essential oil on growth indices and fillet quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during refrigerated storage ($4\pm 1^\circ\text{C}$). For this purpose, rainbow trout with an average weight of 69.38 ± 0.44 g were fed with diets containing 0, 250, 500 and 750 mg kg^{-1} oregano essential oil for 48 days. After the end of 48 days, growth parameters were measured and also some fishes of experimental groups were filleted and stored at refrigerator ($4\pm 1^\circ\text{C}$) for 21 days due to quality investigation. Total psychrophilic counts, TBA and TVB-N analyses were done every 7 days (day 0, 7, 14 and 21). The results showed significant differences in some growth parameters including final weight, weight gain, weight gain percent and feed conversion ratio among experimental groups ($p<0.05$). The results also showed lower amount of total psychrophilic counts and TBA in rainbow trout fillet from oregano groups than control group, during refrigerated storage ($p<0.05$). As on day 21, the highest amount of PTC was obtained in control (14.39 ± 0.12 log cfu/g) and the least amount of that was obtained in 250 mg kg^{-1} (12.38 ± 0.09 log cfu/g). The highest amount of TBA was also observed in control (1.57 ± 0.05 log cfu/g) and the least amount of that was observed in 750 mg kg^{-1} (1.20 ± 0.08 log cfu/g) ($p<0.05$). No significant differences were observed among essential oil treatments. Overall, it could be said using 500 mg oregano essential oil can cause improvement of growth and rainbow trout fillet quality during refrigerated storage ($4\pm 1^\circ\text{C}$).

Keywords: *Origanum vulgare* essential oils, Growth parameters, Rainbow trout, Fillet quality

*Corresponding author