



مجله علمی کاربردی و پرورش آبزیان

مجله بهره‌برداری و پرورش آبزیان  
جلد اول، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۱

<http://japu.gau.ac.ir>

## تأثیر استفاده از زئولیت (Clinoptilolite) و اسانس گل میخک (*Eugenia caryophyllata*) در زمان حمل و نقل ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بر روی بازماندگی و فاکتورهای کیفی آب

\*مجیدهاشمی<sup>۱</sup>، میرمسعود سجادی<sup>۲</sup>، احسان کامرانی<sup>۳</sup> و بهزاد امدادی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup>کارشناس ارشد شیلات، دانشگاه هرمزگان، <sup>۲</sup>استادیار گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه هرمزگان

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۴/۷

### چکیده

تأثیر استفاده از زئولیت (Clinoptilolite) و اسانس گل میخک (*Eugenia caryophyllata*) در مدت زمان حمل و نقل ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با ارزیابی بازماندگی، فاکتورهای کیفی آب حمل و نقل در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. تراکم ۱۳۰ گرم در لیتر ماهی با میانگین وزنی  $4/4 \pm 80$  گرم در مخازن ۱۰ لیتری حمل و نقل با حجم آبیگری ۸ لیتر به صورت کاملاً تصادفی ذخیره سازی شد. این مطالعه در چهار تیمار و سه تکرار برای هر تیمار شامل تیمار شاهد، اسانس گل میخک (۲۵ قسمت در میلیون)، زئولیت (غلظت ۱۴ گرم بر لیتر) و اسانس گل میخک (۴۰ قسمت در میلیون) + زئولیت (۱۴ گرم بر لیتر) انجام شد و بازماندگی نهایی ماهی و فاکتورهای کیفی آب مخازن حمل و نقل (آمونیاک غیر یونیزه (NH<sub>3</sub>)، آمونیاک یونیزه (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)، درجه اسیدیته (pH)، دی‌اکسید کربن (CO<sub>2</sub>) و دمای آب) در فاصله‌های زمانی ۰/۰۰، ۶/۰۰، ۱۲/۰۰، ۱۸/۰۰ ساعت سنجش شد. بازماندگی در پایان آزمایش در تیمار شاهد ۹۷/۴۴ درصد و در بقیه تیمارها ۱۰۰ درصد بود. میزان آب در تیمارهای مختلف در فاصله‌های زمانی مشابه دارای اختلاف معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ )، به طوری که در زمان‌های ۱۲/۰۰ و ۱۸/۰۰ ساعت در تیمارهای زئولیت و اسانس گل میخک+ زئولیت کمتر و دارای اختلاف معنی‌دار با تیمار شاهد بود ( $P < 0/05$ ). میزان یونیزه در

\* مسئول مکاتبه: [hashemi\\_majeed@yahoo.com](mailto:hashemi_majeed@yahoo.com)

تیمارهای حاوی زئولیت در طول مدت آزمایش کمتر و در زمان‌های ۱۲/۰۰ و ۱۸/۰۰ ساعت با تیمار اسانس گل میخک و شاهد اختلاف معنی‌دار آماری داشت ( $P < 0/05$ ). دی‌اکسید کربن آب در تیمار اسانس گل میخک در زمانهای ۱۲/۰۰ و ۱۸/۰۰ ساعت نسبت به دیگر تیمارها بیشتر بود و اختلاف معنی‌داری را نشان داد ( $P < 0/05$ ). تفاوت معنی‌داری از نظر میزان pH آب بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد ( $P < 0/05$ ). نتایج آزمایش حاضر نشان داد که ماده زئولیت می‌تواند باعث بهبود کیفیت آب حمل و نقل و ماهیان و در نتیجه تسهیل حمل و نقل ماهیان گردد، در حالی که اسانس گل میخک تاثیر زیادی بر روی کیفیت آب نشان نداد.

*Oncorhynchus mykiss*، قزل‌آلا، حمل و نقل، قزل‌آلا، اسانس گل میخک، حمل و نقل، قزل‌آلا، *Oncorhynchus mykiss*

#### مقدمه

انواع ماهیان در مراحل مختلف زندگی یعنی مراحل تخم، لارو، بچه ماهی نارس، انگشت قد، پرورای و بازاری به مکان‌ها با فاصله‌های متفاوت و شرایط محیطی مختلف جابجا می‌شوند و هر گروه از ماهیان در واکنش به این شرایط، حساسیت‌های متفاوت و متنوعی از خود نشان می‌دهند (داداش پور، ۱۳۷۸). حفظ کیفیت خوب آب در زمان حمل و نقل ماهیان جزء فاکتور اصلی و نیاز اولیه برای موفقیت این عملیات می‌باشد (تیلور و سالومون، ۱۹۷۹) در زمان حمل و نقل، از یک طرف کیفیت آب پایین می‌آید و فیزیولوژی ماهی را تحت تاثیر قرار می‌دهد و از طرف دیگر فیزیولوژی مورد نیاز ماهی در زمان حمل و نقل نباید اختلاف معنی‌داری با زمان کل پرورش داشته باشد، بنابراین باید از روش‌هایی استفاده شود که تنش وارده به ماهی را کنترل کند و کیفیت آب را حفظ کند (بون و مارشال، ۱۹۸۲). فاکتورهای کیفی آب در زمان حمل و نقل ماهی از جمله: pH، دی‌اکسید کربن و آمونیاک غیر یونیزه ( $\text{NH}_3$ ) تغییر می‌کنند و باعث کاهش کیفیت آب مخازن می‌شود (برگر و همکاران، ۱۹۹۴؛ پایپر و همکاران، ۱۹۸۲). در این خصوص استفاده از زئولیت به عنوان ماده جاذب آب و نهایتاً بهبود کیفیت آب مخازن حمل پیشنهاد گردیده است (بون، ۱۹۸۲). غلظت‌های پایین مواد بیهوشی جهت کاهش میزان متابولیسم آبزیان در زمان حمل و نقل نیز استفاده می‌شود؛ در این صورت می‌توان تنش فیزیولوژیکی، مصرف اکسیژن، تولید  $\text{CO}_2$  و آمونیاک غیر یونیزه کل را کاهش داد (ودمییر، ۱۹۹۶؛ روسس و روسس، ۱۹۹۹). یکی از مواد بیهوشی که در سال‌های اخیر به طور گسترده

استفاده می‌شود، اسانس گل میخک می‌باشد. اسانس میخک از نظر خاصیت آرام‌کنندگی در مقایسه با دیگر مواد بیهوشی مانند تریکائین متانوسولفونات (MS222) یا هیدروکسی کینالدین، مطلوبتر می‌باشد (اندرسون، ۱۹۹۷). این ماده به عنوان یک ماده موثر در مدیریت آبی پروری و تحقیقات تولیدی شناخته شده است (پرینس و پاول، ۲۰۰۰؛ سریواستاوا و همکاران، ۲۰۰۳). استفاده از ژئولیت و اسانس گل میخک باعث حفظ کیفیت آب و بهبود شرایط حمل برای آبی و در نتیجه کاهش تنش و تلفات در مدت زمان حمل و نقل ماهی می‌شود (آیورسن و همکاران، ۲۰۰۳؛ پیرهونن و اشکرک، ۲۰۰۳). بر طبق جدول زیر ماهی قزل‌آلای رنگین کمان از خانواده آزاد ماهیان با نام علمی *Onchorhynchus mykiss* است (برومیچ، ۱۹۹۲).

رده‌بندی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (Nelson, 1994)

Kingdom	Animalia
Phylum	Chordata
Class	Actinopterygii
Subclass	Neopterygii
Infraclass	teleostei
Order	Salmoniformes
Family	Salmonidae
Genus	<i>Oncorhynchus</i>
Species	<i>Oncorhynchus mykiss</i>

مطالعات مربوط به بررسی تاثیر اسانس گل میخک و ژئولیت (کلینوپتیلولیت) در زمان حمل و نقل ماهیان محدود می‌باشد. در مطالعه بوور و تورنر (۱۹۸۲) از غلظت بین ۱۰ تا ۴۰ گرم کلینوپتیلولیت در زمان حمل و نقل استفاده شد، نتایج نشان داد که حد بیشینه غلظت آمونیاک غیر یونیزه ۰/۰۱۷ میلی‌گرم بر لیتر بود و در مقابل در مخازن بدون کلینوپتیلولیت، غلظت این ماده از ۰/۰۷۴ میلی‌گرم در لیتر نیز فراتر رفت. ساینگ و همکاران (۲۰۰۴) از ژئولیت، در زمان حمل و نقل کپور ماهیان هندی، برای بهبود کیفیت آب و افزایش بازماندگی استفاده کردند. غلظت ۲۰ تا ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر اسانس گل میخک برای ایجاد آرام‌کنندگی در ماهی قزل‌آلا توسط اندرسون و همکاران (۱۹۹۷) توصیه شده است. گواو و همکاران (۱۹۹۵) اثرات مواد آرام‌کننده را بر روی پارامترهای آب در حمل و نقل ماهی پلاتی

(*Xiphophorus aculatus*) مطالعه کردند. استفاده از ماده مذکور بر روی فاکتورهای pH و CO<sub>2</sub> در زمان ۴، ۸ و ۴۸ ساعت اثری نداشت، در حالی که مواد زائد ماهی و آمونیاک را کاهش داد با توجه به این که فرآیند حمل و نقل یکی از مراحل بحرانی در طی مراحل مختلف پرورش ماهی می باشد و از اهداف مهم حمل و نقل، افزایش بازماندگی و سلامتی ماهیان و در صورت امکان افزایش تراکم، در مقابل کاهش حجم آب، هزینه و امکانات مورد نیاز در زمان حمل و نقل زنده ماهی، می باشد. در مطالعه کنونی، میزان کارایی استفاده از ژئولیت و اسانس گل میخک در طی مراحل حمل و نقل ماهی، با توجه به اهداف حمل و نقل، شناسایی می شود.

### مواد و روش‌ها

این مطالعه در کارگاه پرورش ماهی قزل‌آلای در استان فارس واقع در شهرستان شیراز، بخش دشت ارژن، روستای ده سرو انجام گرفت. تعداد ۱۲ مخزن پلاستیکی استوانه‌ای شکل با حجم آبگیری ۱۰ لیتر آماده‌سازی شد. مخازن پس از شستشو و ضدعفونی به میزان ۸ لیتر آب گیری شدند. تعداد ۱۵۶ عدد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با وزن متوسط  $4/4 \pm 80$  گرم از شهرستان سپیدان خریداری شد. غذا دهی به ماهیان به مدت ۴۸ ساعت قبل از شروع آزمایش متوقف شد.

**تهیه مواد:** اسانس گل میخک طی مراحل با اجرای فرآیند تقطیر توسط دستگاه کلونجر و با روش فارماکوپه مجارستان (Hungarian Pharmacopoeia Gnot Planta Medicina Budapest) از غنچه گل میخک گردید (ماندای و ویلسون، ۱۹۹۷). به جهت خاصیت آب‌گریزی اسانس گل میخک در دمای پایین آب، محلول اسانس گل میخک با افزودن ۱ قسمت در ۲۰ قسمت اتانول ۱۰۰ درصد تهیه گردید (برنامه سم‌شناسی ملی، ۲۰۰۲). ژئولیت با نام تجاری آنزیمیت از جنس سیلیکات آلومنیوم با ساختار چهار وجهی (چهار اتم اکسیژن حول یک اتم سیلیسیم) و درجه خلوص ۸۵ درصد و دانه بندی ۱ تا ۳ میلی متر از شرکت تعاونی مرغداران فارس به نمایندگی از شرکت افرند توسکا - ایران (شرکت سهامی خاص تولید کننده آنزیمیت ایران) تهیه گردید.

**طراحی و اجرای آزمایش:** ماهیان با تراکم ۱۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب به صورت کاملاً تصادفی در ۴ تیمار و هر تیمار شامل ۳ تکرار جمعا در ۱۲ مخزن ذخیره‌سازی شدند و طی مدت ۱۸ ساعت عملیات شبیه سازی حمل و نقل اصولی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان صورت گرفت. تیمارها به ترتیب شامل تیمار:

مشخصات (غلظت)	تیمارها
بدون افزودن اسانس گل میخک و یا زئولیت	تیمار شاهد
۲۵ میلی گرم در لیتر (ppm)	تیمار اسانس گل میخک
۱۴ گرم بر لیتر	تیمار زئولیت
اسانس گل میخک با غلظت ۴۰ میلی گرم بر لیتر و زئولیت با غلظت ۱۴ گرم بر لیتر	تیمار اسانس گل میخک+زئولیت

فاکتورهای فیزیکی شیمیایی آب شامل کل، آمونیاک غیر یونیزه ( $\text{NH}_3$ )، یونیزه ( $\text{NH}_4^+$ )، دی اکسید کربن ( $\text{CO}_2$ )، درجه اسیدیته (pH) و دمای آب در زمانهای ۰/۰۰، ۶/۰۰، ۱۲/۰۰ و ۱۸/۰۰ ساعت اندازه گیری شدند. با دمای آب مخازن در طول دوره آزمایش با هدف نگهداری دمای مخازن به پایین تر از ۱۰ درجه سانتی گراد در کل مدت آزمایش از یخ (درون پوشش دوجداره نایلون) استفاده شد. میزان تلفات و بازماندگی بچه ماهیان در طول آزمایش ثبت شد. فاکتورهای مورد سنجش در طول آزمایش از جمله فاکتورهای فیزیکی شیمیایی آب، شاخصهای استرس خون از طریق روشهای زیر انجام گرفت:

#### فاکتورهای کیفی آب

آمونیاک یونیزه ( $\text{NH}_4^+$ ) و غیر یونیزه ( $\text{NH}_3$ ): تعیین میزان آمونیاک با روش رنگ سنجی و نسلریزاسیون صورت پذیرفت (گنتزو و ماسن، ۱۹۴۲؛ مرک، ۱۹۷۴). به این ترتیب با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر با طول موج ۴۵۰ نانومتر (وردو و همکاران، ۱۹۷۸)، تعیین گردید. با تعیین مقدار کل محلول در آب و اندازه گیری pH و دمای آب می توان آمونیاک غیر یونیزه و یونیزه را با استفاده از جداول و فرمولهای مربوطه، بدست آمد (امرسون و همکاران، ۱۹۷۵؛ تیمونس و لیسوردو، ۱۹۹۴).

دی اکسید کربن ( $\text{CO}_2$ ): اندازه گیری دی اکسید کربن بلافاصله پس از نمونه برداری و در شرایط کارگاه با استفاده از روش تیتراسیون (APHA، ۱۹۸۵) انجام گرفت.

درجه اسیدیته آب (pH): میزان دما و pH در ساعت‌های مختلف آزمایش توسط pH سنج دیجیتال با نام تجاری Winlab اندازه گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از روش فاکتوریل (زمان × تیمار) مقایسه تیمارهای آزمایش از نظر پارامترهای مورد نظر در

زمانهای مختلف با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) مقایسه گردید. سپس جهت مقایسه اختلاف میانگین پارامترهای بدست آمده، از آزمون دانکن در سطح آماری ۹۵ درصد استفاده شد. نتایج به صورت میانگین و انحراف از معیار نشان داده شدند.

### نتایج

بازماندگی: بر اساس نتایج بدست آمده اختلاف معنی دار آماری در درصد بازماندگی ماهی قزل آلا رنکین کمان در تیمارهای مختلف مشاهده نشد ( $P < 0/05$ ). تلفات ماهی در پایان آزمایش در تیمار شاهد به میزان ۲/۵۶ درصد مشاهده شد و در سایر تیمارها صفر بود.

### فاکتورهای کیفی آب:

آمونیاک غیر یونیزه ( $\text{NH}_3$ ): میانگین میزان آمونیاک غیر یونیزه ( $\text{NH}_3$ ) موجود در مخازن حمل و نقل ماهی قزل آلا در تیمارهای مختلف در زمانهای مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- میزان آمونیاک غیر یونیزه ( $\text{NH}_3$ ) آب موجود در مخازن حمل و نقل ماهی قزل آلا بر حسب میلی گرم بر لیتر (ppm) در تیمارهای مختلف در زمانهای مختلف (۰/۰۰-۶/۰۰-۱۲/۰۰ و ۱۸/۰۰ ساعت)

تیمار	شاهد (تیمار ۱)	اسانس گل میخک (تیمار ۲)	زنولیت (تیمار ۳)	اسانس گل میخک + زنولیت (تیمار ۴)
زمان				
۰/۰۰	۰/۰۰۳۸ ± ۰/۰۰۳۴ <sup>A</sup>	۰/۰۰۳۸ ± ۰/۰۰۳۴ <sup>A</sup>	۰/۰۰۲۹ ± ۰/۰۰۵۸ <sup>A</sup>	۰/۰۰۲۹ ± ۰/۰۰۵۸ <sup>A</sup>
۶/۰۰	۰/۰۱۹۷ ± ۰/۰۰۲۱ <sup>Ba</sup>	۰/۰۳۰۲ ± ۰/۰۰۳۴ <sup>Cb</sup>	۰/۰۲۲۲ ± ۰/۰۰۲۴ <sup>Ca</sup>	۰/۰۱۶۵ ± ۰/۰۰۹۱ <sup>Aa</sup>
۱۲/۰۰	۰/۰۳۰۵ ± ۰/۰۱۵۰ <sup>Bb</sup>	۰/۰۲۲۶ ± ۰/۰۰۳۸ <sup>Bab</sup>	۰/۰۱۴۴ ± ۰/۰۰۲۲ <sup>Aa</sup>	۰/۰۱۳۹ ± ۰/۰۰۲۲ <sup>Aa</sup>
۱۸/۰۰	۰/۱۲۰۵۳ ± ۰/۰۰۴۲۱ <sup>Cb</sup>	۰/۰۷۵۰ ± ۰/۰۰۲۳۱ <sup>Dab</sup>	۰/۰۲۵۴ ± ۰/۰۰۴۲ <sup>Ca</sup>	۰/۰۴۹۱ ± ۰/۰۱۴۷ <sup>Ba</sup>

میانگین و انحراف از معیار با حروف متفاوت در ردیف‌های یکسان نشان دهنده اختلاف معنی دار در تیمارها می‌باشند ( $P < 0/05$ ) و حروف بزرگ در ستون‌های یکسان اختلاف معنی دار در هر تیمار را نشان می‌دهد ( $P < 0/05$ )

بر اساس جدول فوق حداکثر مقدار برابر با  $0/12053 \pm 0/00421$  میلی گرم در لیتر در تیمار شاهد در زمان ۱۸/۰۰ ساعت نمونه برداری اندازه گیری شد. نتایج اختلاف معنی داری را در آب در بین تیمارها در زمانهای مختلف نشان داد ( $P < 0/05$ ). در زمان ۶/۰۰ ساعت تیمار اسانس گل میخک اختلاف معنی داری با تیمارهای دیگر نشان داد ( $P < 0/05$ ) و تیمار شاهد با تیمارهای زنولیت و

اسانس گل میخک+زئولیت اختلاف معنی داری نداشت ( $P>0/05$ ). در زمان ۱۲/۰۰ ساعت تیمار شاهد اختلاف معنی داری با تیمارهای زئولیت و اسانس گل میخک+ زئولیت داشت ( $P<0/05$ ) ولی با تیمار اسانس گل میخک اختلاف معنی دار نداشت ( $P>0/05$ ). در زمان ۱۸/۰۰ ساعت، تیمار شاهد بیشترین میزان را داشت و اختلاف معنی داری با تیمارهای زئولیت و اسانس گل میخک+ زئولیت داشت ( $P<0/05$ ) اما با تیمار اسانس گل میخک تفاوت معنی دار نبود ( $P>0/05$ ). میزان آمونیاک در تیمار شاهد با گذر زمان افزایش یافت درحالی که در زمان ۱۸/۰۰ ساعت حداکثر بود و با زمانهای قبل تفاوت معنی دار داشت ( $P<0/05$ ). در تیمار اسانس گل میخک این افزایش تا زمان ۶/۰۰ ساعت مشاهده شد ولی در زمان ۱۲/۰۰ ساعت کاهش یافت و در زمان ۱۸/۰۰ ساعت حداکثر بود، بطوری که همه زمانها یا هم تفاوت معنی دار داشتند ( $P<0/05$ ). این روند در تیمار زئولیت نیز مشاهده شد ولی میزان آمونیاک در زمان ۱۸/۰۰ ساعت با زمان ۱۲/۰۰ ساعت تفاوت معنی دار نداشت ( $P>0/05$ ).

در تیمار اسانس گل میخک+ زئولیت تا زمان ۱۲/۰۰ ساعت تفاوت معنی داری مشاهده نشد ولی در زمان ۱۸/۰۰ ساعت نسبت به سایر زمانها اختلاف معنی دار مشاهده شد ( $P<0/05$ ).  
**آمونیاک یونیزه ( $\text{NH}_4^+$ ):** میانگین میزان یونیزه ( $\text{NH}_4^+$ ) آب مخازن حمل و نقل ماهی قزل آلا در تیمارهای مختلف در زمانهای مختلف در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- میزان آمونیاک یونیزه ( $\text{NH}_4^+$ ) آب مخازن حمل و نقل ماهی قزل آلا بر حسب میلی گرم بر لیتر (ppm) در تیمارهای مختلف در زمانهای مختلف (۰/۰۰-۶/۰۰-۱۲/۰۰ و ۱۸/۰۰) ساعت

تیمار	شاهد (تیمار ۱)	اسانس گل میخک (تیمار ۲)	زئولیت (تیمار ۳)	اسانس گل میخک+ زئولیت (تیمار ۴)
زمان				
۰/۰۰	۰/۱۶۱ ± ۰/۲۲ <sup>A</sup>	۰/۱۶۱ ± ۰/۲۲ <sup>A</sup>	۰/۱۸۶ ± ۰/۱۱ <sup>A</sup>	۰/۱۸۶ ± ۰/۱۱ <sup>A</sup>
۶/۰۰	۳/۴۳ ± ۰/۵۱ <sup>Bb</sup>	۴/۰۳ ± ۰/۲۸ <sup>Bb</sup>	۳/۴۶ ± ۰/۴۸ <sup>Bb</sup>	۲/۵۰ ± ۰/۱۹ <sup>Ba</sup>
۱۲/۰۰	۷/۰۵ ± ۱/۴۵ <sup>Cb</sup>	۷/۰۷ ± ۱/۴۱ <sup>Cb</sup>	۴/۹۸ ± ۰/۶۰ <sup>BCa</sup>	۴/۵۰ ± ۰/۱۰۸ <sup>Ca</sup>
۱۸/۰۰	۷/۲۵ ± ۱/۲۹ <sup>Cbc</sup>	۸/۶۷ ± ۰/۵۷ <sup>Cc</sup>	۵/۵۰ ± ۰/۱۵ <sup>Ca</sup>	۶/۲۲ ± ۰/۳۲ <sup>Db</sup>

میانگین و انحراف از معیار با حروف کوچک متفاوت در ردیفهای یکسان نشان دهنده اختلاف معنی دار در تیمارها می باشند ( $P<0/05$ ) و حروف بزرگ در ستونهای یکسان اختلاف معنی دار در هر تیمار را نشان می دهد ( $P<0/05$ ).

بر اساس جدول فوق حداکثر مقدار یونیزه به میزان  $8/67 \pm 0/57$  میلی‌گرم در لیتر در زمان ۱۸/۰۰ نمونه‌برداری در تیمار اسانس گل میخک مشاهده شد. یونیزه در بین تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنی‌داری بود ( $P < 0/05$ ). تیمار اسانس گل میخک+ زئولیت در زمان ۶/۰۰ ساعت دارای کمترین میزان یونیزه بود و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. در زمان ۱۲/۰۰ ساعت تیمار شاهد و اسانس گل میخک با تیمار اسانس گل میخک+ زئولیت و زئولیت اختلاف معنی‌دار داشت ولی اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و اسانس گل میخک از لحاظ میزان یونیزه مشاهده نشد. در زمان ۱۸/۰۰ ساعت تیمار شاهد با میزان  $1/29 \pm 7/25$  میلی‌گرم در لیتر یونیزه دارای اختلاف معنی‌دار با تیمار زئولیت و اسانس گل میخک+ زئولیت بود ( $P < 0/05$ ). تیمار زئولیت دارای کمترین میزان یونیزه بود و با تیمار اسانس گل میخک+ زئولیت اختلاف معنی‌دار نداشت ( $P > 0/05$ ). اما تیمار شاهد در زمان ۰/۰۰ ساعت نسبت سایر زمانها کمتر بود و اختلاف معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ) و در حالی که در زمان ۱۸/۰۰ ساعت بیشترین میزان آمونیاک مشاهده شد. تیمار اسانس گل میخک بیشترین میزان مربوط به زمان ۱۸/۰۰ ساعت بود و اختلاف معنی‌دار با سایر زمانها داشت ( $P < 0/05$ ). تیمار زئولیت، افزایش آمونیاک تا زمان ۶/۰۰ ساعت مشاهده شد اما در ادامه کاهش یافت و تفاوت معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ). تیمار اسانس گل میخک+ زئولیت، تا زمان ۱۲/۰۰ ساعت تفاوت معنی‌دار نبود ( $P > 0/05$ ) ولی در زمان ۱۸/۰۰ ساعت افزایش یافت و با زمان‌های قبل اختلاف معنی‌دار داشت ( $P < 0/05$ ).

**دی اکسید کربن ( $CO_2$ ):** میانگین میزان دی اکسید کربن ( $CO_2$ ) موجود در مخازن حمل و نقل ماهی قزل‌آلا در تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- میزان دی اکسید کربن ( $CO_2$ ) موجود در آب مخازن حمل و نقل ماهی قزل‌آلا بر حسب میلی‌گرم بر لیتر

(ppm) در تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف (۰/۰۰-۶/۰۰-۱۲/۰۰ و ۱۸/۰۰) ساعت

تیمار	شاهد (تیمار ۱)	اسانس گل میخک (تیمار ۲)	زئولیت (تیمار ۳)	اسانس گل میخک+زئولیت (تیمار ۴)	زمان
	$17/14 \pm 0/87^A$	$19/43 \pm 1/46^A$	$19/81 \pm 1/20^A$	$18/15 \pm 0/65^A$	۰/۰۰
	$38/90 \pm 1/70^B$	$35/70 \pm 1/96^B$	$35/20 \pm 3/66^B$	$37/60 \pm 2/46^B$	۶/۰۰
	$39/36 \pm 7/39^{Ba}$	$48/46 \pm 1/74^{Cb}$	$36/73 \pm 1/81^{Ba}$	$38/20 \pm 2/42^{Ba}$	۱۲/۰۰
	$38/26 \pm 9/60^{Ba}$	$47/00 \pm 1/73^{Cb}$	$38/93 \pm 4/88^{Ba}$	$34/86 \pm 1/20^{Ba}$	۱۸/۰۰

با حروف متفاوت در ردیف‌های یکسان نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در تیمارها می‌باشند ( $P < 0/05$ ) باشند ( $P < 0/05$ ) و حروف بزرگ در ستون‌های یکسان اختلاف معنی‌دار در هر تیمار را نشان می‌دهد ( $P < 0/05$ )



بر اساس جدول فوق حداکثر مقدار دی اکسید کربن برابر با  $48/46 \pm 1/74$  میلی گرم در لیتر در تیمار اسانس گل میخک در زمان ۱۲/۰۰ ساعت نمونه برداری اندازه گیری شد. نتایج اختلاف معنی داری را در دی اکسید کربن ( $CO_2$ ) آب در تیمار اسانس گل میخک نسبت به شاهد در زمان های ۱۲/۰۰ و ۱۸/۰۰ ساعت نشان داد ( $P < 0/05$ ). در زمان ۶/۰۰ ساعت اختلاف معنی داری در میزان دی اکسید کربن آب بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ). بیشترین میزان  $CO_2$  برابر با  $47/00 \pm 1/73$  میلی گرم در لیتر در زمان ۱۸/۰۰ ساعت مربوط به تیمار اسانس گل میخک بود و دارای اختلاف معنی دار با تیمارهای دیگر بود ( $P < 0/05$ ), در صورتی که تیمارهای شاهد، زئولیت و اسانس گل میخک+زئولیت به ترتیب با میزان  $9/60 \pm 38/26$ ,  $4/88 \pm 38/93$  و  $34/86 \pm 1/20$  میلی گرم در لیتر گاز  $CO_2$ , اختلاف معنی داری با هم نداشتند و کمترین مقدار مربوط به تیمار اسانس گل میخک+زئولیت بود. در تیمارهای شاهد و زئولیت، اسانس گل میخک+زئولیت، افزایش  $CO_2$  از زمان ۰/۰۰ به بعد صورت گرفت و تفاوت معنی دار داشت ( $P < 0/05$ ) ولی در زمان ۶/۰۰ ساعت به بعد این افزایش مشاهده نشد. در تیمار اسانس گل میخک این افزایش تا زمان ۱۲/۰۰ ساعت مشاهده شد بطوریکه زمان ۰/۰۰ ساعت نسبت به زمانهای دیگر تفاوت معنی دار داشت ( $P < 0/05$ ) ولی زمانهای ۱۲/۰۰ و ۱۸/۰۰ ساعت تفاوت معنی دار نبود ( $P < 0/05$ ).

درجه اسیدیته (pH): میانگین میزان درجه اسیدیته (pH) آب مخازن حمل و نقل ماهی قزل آلا در تیمارهای مختلف در زمانهای مختلف در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴- میزان درجه اسیدیته (pH) آب مخازن حمل و نقل ماهی قزل آلا در تیمارهای مختلف در زمانهای مختلف (۰/۰۰-۶/۰۰-۱۲/۰۰ و ۱۸/۰۰) ساعت .

تیمار	شاهد (تیمار ۱)	اسانس گل میخک (تیمار ۲)	زئولیت (تیمار ۳)	اسانس گل میخک+زئولیت (تیمار ۴)
زمان				
۰/۰۰	$7/68 \pm 0/32^B$	$0/158 \pm 7/70^B$	$7/62 \pm 0/221^{AB}$	$7/58 \pm 0/266^{AB}$
۶/۰۰	$7/50 \pm 0/38^A$	$7/72 \pm 0/323^{AB}$	$7/62 \pm 0/357^{AB}$	$7/58 \pm 0/205^{AB}$
۱۲/۰۰	$7/46 \pm 0/301^{AB}$	$7/32 \pm 0/157^A$	$7/34 \pm 0/055^A$	$7/32 \pm 0/151^A$
۱۸/۰۰	$8/03 \pm 0/415^B$	$7/73 \pm 0/100^B$	$7/67 \pm 0/052^B$	$7/80 \pm 0/120^B$

میانگین و انحراف از معیار بدون حروف در ردیفهای یکسان نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در تیمارها می باشند ( $P > 0/05$ ) و باشند ( $P < 0/05$ ) و حروف بزرگ در ستونهای یکسان اختلاف معنی دار در هر تیمار را نشان می دهد ( $P < 0/05$ ).

بر اساس جدول فوق حداکثر مقدار pH برابر  $9/60 \pm 8/03$  میلی‌گرم در لیتر در تیمار شاهد در زمان ۱۸/۰۰ ساعت نمونه‌برداری اندازه‌گیری شد. میزان pH اختلاف معنی‌داری را در بین تیمارهای مختلف غذایی نشان نداد ( $P > 0/05$ ). میزان pH تیمار شاهد در زمان ۶/۰۰ ساعت کمتر بود و تفاوت معنی‌دار با سایر زمان‌ها داشت ( $P < 0/05$ )، در حالی که در تیمار اسانس گل میخک میزان کمتر مربوط به زمان ۱۲/۰۰ ساعت بود و با زمان ۰/۰۰ و ۱۸/۰۰ ساعت تفاوت معنی‌دار داشت ( $P < 0/05$ ). در تیمارهای زئولیت و اسانس گل میخک+ زئولیت نیز این رویه تکرار شد با این تفاوت که فقط نسبت به زمان ۱۸/۰۰ ساعت تفاوت معنی‌دار داشتند.

### بحث

در مطالعه حاضر، اختلاف معنی‌دار آماری در میزان بازماندگی ماهیان در تیمارهای مختلف مشاهده نشد. تردیدی نیست که حمل و نقل می‌تواند باعث تنش زیادی در ماهی شود و بازماندگی را تحت تأثیر قرار دهد (چاندرو و همکاران، ۲۰۰۴) و سلامت نهایی ماهیان مرتبط با شدت تحریکات و تنش در زمان حمل و نقل و دست کاری می‌باشد (کویتزا، ۲۰۰۳). مطالعات صورت گرفته روی اثرات استفاده از اسانس گل میخک و کلینوپتیلولیت (زئولیت) در زمان حمل و نقل آبزیان نتایج متفاوتی را نشان می‌دهد. نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های اینیو و همکاران (۲۰۰۵) مطابقت دارد. آن‌ها در مطالعه خود نشان دادند که هیچ‌گونه تلفات ماهی در تیمار شاهد و تیمارهای اسانس گل میخک با غلظت‌های ۱، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر در زمان حمل و نقل ماهی ماترنیکسا<sup>۱</sup> *Brycon cephalus* (گائو و همکاران، ۱۹۹۵) نداشته است. ساینگ و همکاران (۲۰۰۴) از زئولیت، در زمان حمل و نقل کپور ماهیان هندی برای افزایش بازماندگی استفاده کردند. ماهیان در کیسه‌های پلاستیکی به مدت ۴۸ ساعت حمل شدند. نتایج نشان داد که زئولیت با غلظت ۷ گرم بر لیتر می‌تواند تلفات را به صفر برساند.

آمونیاک غیر یونیزه ( $\text{NH}_3$ ): مطالعه حاضر نشان داد که تیمارهای حاوی زئولیت (تیمارهای ۳ و ۴) در زمان‌های ۱۲/۰۰ و ۱۸/۰۰ ساعت باعث کاهش میزان می‌شوند، به طوری که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار دارد. در آزمایش کنونی مشخص شد که زئولیت می‌تواند باعث کاهش  $\text{NH}_3$  در مخازن حمل

و نقل ماهیان گردد، در حالی که استفاده از اسانس گل میخک تأثیری بر کاهش  $\text{NH}_3$  آب ندارد. این نتایج با یافته‌های بوید و همکاران (۱۹۸۲) مطابقت دارد. آن‌ها در مطالعه خود نشان دادند که استفاده از ژئولیت در زمان حمل و نقل ماهی باعث کاهش میزان آب می شود. همچنین ساینگ و همکاران (۲۰۰۴) گزارش دادند که استفاده از ژئولیت با غلظت ۷ گرم بر لیتر در دوره ۴۸ ساعته حمل و نقل ماهی کپور هندی، باعث کاهش معنی دار آب شده است. مطالعات اندکی در خصوص تأثیر مواد بیهوشی در زمان حمل و نقل آبزیان بر روی کیفیت آب انجام گرفته است. همچنین کایزر و همکاران (۲۰۰۶) گزارش دادند که استفاده از اسانس گل میخک در مدت زمان ۴۸ ساعت حمل و نقل ماهی سیکلیده دریاچه ویکتوریا *Haplochromis obliquidens* میزان آب را کاهش نداده است، در حالی که استفاده همزمان از اسانس گل میخک و ژئولیت، باعث کاهش میزان آب نسبت به شاهد تا ۸۲ درصد می شود که نتایج حاصل از این تحقیق با یافته‌های مطالعه حاضر مطابقت دارد.

ژئولیت باعث تبادل موازنه به سمت آمونیاک یونیزه می شود، بنابراین از افزایش تعداد جلوگیری می کند (باور و تورنر، ۱۹۸۲؛ امند و همکاران، ۱۹۸۲؛ تئو و همکاران ۱۹۸۹). به همین دلیل در آزمایش حاضر ژئولیت از نوع کلینوپتیلولیت باعث کاهش آب مخازن حمل و نقل شد. بنا به گزارش روس و روس (۱۹۹۹) و ودمیر و همکاران (۱۹۹۶)، استفاده از غلظت‌های پایین مواد بیهوشی باعث کاهش کل تولیدی شد و به همین دلیل استفاده از ماده بیهوشی اسانس گل میخک در زمان حمل و نقل ماهی در سیستم بسته، باعث کیفیت بهتر آب از جمله آمونیاک آب شده است (کویتزا، ۲۰۰۳). بنابراین در آزمایش حاضر، احتمالاً به دلیل اینکه از سیستم حمل و نقل باز استفاده شده است و فاکتورهای کیفی آب از جمله آمونیاک در تبادل با اتمسفر می باشند، نتیجه ای متفاوت بدست آمده است.

**آمونیاک یونیزه ( $\text{NH}_3^+$ ):** بر اساس نتایج حاصل از آزمایش کنونی، میزان یونیزه در تیمار ژئولیت در زمان‌های ۱۲/۰۰ و ۱۸/۰۰ ساعت دارای کمتری نسبت به تیمار شاهد بود. در این مطالعه مشخص شد، استفاده از اسانس گل میخک تأثیری بر روی یونیزه ندارد. از طرفی تیمارهای حاوی اسانس گل میخک در تمام طول آزمایش افزایش معنی دار یونیزه مشاهده شد، در حالی که این افزایش در تیمار ژئولیت از زمان ۱۲/۰۰ ساعت به بعد مشاهده نشد. این نتایج مطابق با مطالعه امند و همکاران (۱۹۸۲) می باشد، آن‌ها گزارش دادند که استفاده از ژئولیت می تواند میزان یونیزه آب را کنترل کند.

مطالعات کمی در خصوص تأثیر استفاده از اسانس گل میخک بر روی یونیزه آب مخازن حمل و نقل ماهی صورت گرفته است. در طی مطالعه‌ای مشخص شد که استفاده از اسانس گل میخک و

زئولیت به طور هم زمان باعث کاهش یونیزه آب مخازن می‌شود (کایزر و همکاران، ۲۰۰۶)، که این نتایج مطابق با مطالعه حاضر در زمان‌های ۶/۰۰ و ۱۲/۰۰ ساعت در تیمار اسانس گل میخک + زئولیت می‌باشد. مطابق با نتایج مطالعه حاضر کایزر و واین (۱۹۹۸) گزارش دادند که استفاده از ماده بیهوشی ۲- فنوکسی اتانول در زمان حمل و نقل ماهی گلدفیش *Crassius auratus* تأثیری بر میزان تولیدی ندارد. نتیجه مشابه در مطالعه بر روی ماهی سیکلیده دریاچه ویکتوریا با استفاده از اسانس گل میخک بدست آمد (کایزر و همکاران، ۲۰۰۶). گواو و همکاران (۱۹۹۵) گزارش دادند که ماده بیهوشی MS222 در زمان حمل و نقل ماهی پلاتی باعث کاهش آب می‌شود و با نتایج مطالعه کنونی همسو نمی‌باشد. با توجه به گزارش کایزر و همکاران (۲۰۰۶) می‌توان گفت که علت افزایش در مخازن حاوی اسانس گل میخک ممکن است در نتیجه دفع بیشتر به صورت مدفوع از ماهی باشد و یا اثر بازدارندگی اسانس گل میخک بر روی برخی باکتریهای تجزیه کننده باشد که اثر اوژنول بر روی برخی از گونه‌های باکتری شناسایی شده است. برخی از این باکتری‌ها باعث کاهش  $\text{NH}_4^+$  آب در زمان حمل و نقل ماهی قزل آلا می‌شود (بوراکستالر، ۱۹۶۸). زئولیت از نوع کلینوپتیلولیت تمایل بالایی در جذب یون دارد (واتن و انگلیش، ۱۹۸۵؛ کورکویک، ۱۹۹۵؛ لی، ۱۹۹۷؛ برگرو، ۱۹۹۴).

بنابراین می‌توان گفت تأثیر کلینوپتیلولیت در مطالعه حاضر به دلیل فوق می‌باشد. اسانس گل میخک باعث کاهش فعالیت بدن می‌شود و در نتیجه باعث کاهش میزان دفعی می‌شود (روس و روس، ۱۹۹۹). بنابراین به طور غیرمستقیم بر روی کیفیت آب تاثیر گذار می‌باشد (کویتزا، ۲۰۰۳). اما استفاده از اسانس گل میخک در تانک‌های حامل ماهی می‌تواند باعث کاهش کیفیت آب به دلایلی همچون افزایش خروج مواد دفعی و تاثیر بازدارندگی مواد بیهوشی بر باکتریهای تجزیه کننده، گردد (کایزر و همکاران، ۲۰۰۶).

**دی اکسید کربن ( $\text{CO}_2$ ):** میزان بالای غلظت دی اکسید کربن، یکی از فاکتورهای محدود کننده حمل و نقل می‌باشد (تیج، ۱۹۸۲؛ اسوان، ۲۰۰۵). طی مطالعه هانگونو و اریکان (۲۰۰۴) بر روی استفاده از اسانس گل میخک در زمان حمل و نقل باس دریایی *Lates calcarifer* مشاهده شد که میزان  $\text{CO}_2$  در تیمار اسانس گل میخک با غلظت ۱۸ میلی گرم بر لیتر، افزایش یافته است. بر خلاف نتایج فوق و آزمایش کنونی مشاهده شد که استفاده از ماده بیهوشی MS222 در زمان حمل و نقل ماهی پلاتی، تأثیری بر میزان  $\text{CO}_2$  آب ندارد، در حالی که استفاده از ۲- فنوکسی اتانول و کینالدین سولفات باعث کاهش دفع  $\text{CO}_2$  می‌شود (گواو و همکاران، ۱۹۹۵).

درجه اسیدیته (pH): بر اساس نتایج کنونی زئولیت و اسانس گل میخک در مدت زمان حمل و نقل ماهی قزل آلاهی رنگین کمان تأثیری بر pH آب مخازن نداشت. گواو و همکاران (۱۹۹۵) با مطالعه اثر مواد آرام کننده بر pH آب در زمان حمل و نقل ماهی پلاتی، نشان دادند که فاکتور pH در زمانهای ۴/۰۰، ۸/۰۰ و ۴۸/۰۰ ساعت اختلاف زیادی ندارند. در تقابل این گزارشات، نتایج مطالعه اثر اسانس گل میخک بر روی ماهی باس دریایی نشان داد که میزان pH پس از ۴ ساعت از زمان حمل و نقل کاهش اندک یافته و در زمان ۸ ساعت نسبت به شاهد کاهش معنی داری داشت (هانگونو و اریکان، ۲۰۰۴).

نتایج حاصل از مطالعه کنونی، تاثیر مناسب استفاده از زئولیت در زمان حمل و نقل ماهی قزل آلاهی رنگین کمان و سایر آبزیان با شرایط مختلف به مکانهای مختلف در کاهش آب مخازن حمل، تایید می نمایند. در حالی اسانس گل میخک تأثیری بر کیفیت آب نداشت. از طرفی مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از زئولیت و اسانس گل میخک در مدت زمان ۱۸ ساعت حمل و نقل زنده ماهی قزل آلا تأثیری بر بازماندگی ماهی قزل آلاهی رنگین کمان نداشته است.

#### منابع

1. Amend, D., Croy, T., Goven, B.A., Johnson, K.A. and Mccarthy, D. 1982. Transportation of fish in closed systems: methods to control ammonia, carbon dioxide, pH, and bacterial growth. Transactions of the American Fisheries Society. 111: 603-611.
2. Anderson, W.G., McKinley, R.S. and Colavecchia M. 1997. The use of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout and its effects on swimming performance North American Journal of Fisheries Management. 17: 301-307.
3. APHA, 1985. Standard methods for the examination of water and waste water, 16<sup>th</sup> ed. American Public Health Association, Washington, 1268 p.
4. Bergero, D.M., Boccignone, G. and Palmegiano, B. 1994. Ammonia removal capacity of European natural zeolite tuffs: Application to aquaculture waste water. Aquaculture and fish Management. 25: 813-82.
5. Bone, Q. and Marshall, NB. 1982. Osmoregulation and ion balance. In: Bone, Q. Marshall, N.B. (eds.), Biology of fishes. Chapman and Hall, New York. Pp: 107-129
6. Bower, C.E. and Turner, D.T. 1982. Ammonia removal by Clinoptilolite in the transport of ornamental freshwater fishes. Program Fish-Culture 44: 19 – 23.
7. Boyd, C.E., 1982. Water Quality Management for Pond Fish Culture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science 9. Elsevier Science Publishers, Amesterdam. 456 p.

8. Bromage, N. 1992. Broodstock management, fecundity, egg quality and the timing of egg production in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 100: 141- 166.
9. Curkovic, L. 1995. Natural Zeolites as Ion Exchangers. M.Sc. Thesis, Faculty of Chemical Engineering and Technology, University of Zagreb. Pp: 20-50.
10. Dadashpoor, A.A. 1378. Transport fry. Office of Rural Education. Technical and Vocational Education official Department. 42 p. (In Persian)
11. Emerson, K., Russo, R.C., Lund, R.E. and Thurston, R.V. 1975. Aqueous ammonia equilibrium calculations: Effect of pH and temperature. *Journal Fisheries Research Board of Canada*. 32: 2379-2383.
12. Gentzkow, C.J. and Masen, J.M. 1942. An accurate method for the determination of blood urea nitrogen by direct nesslerization. *Journal of Biologic Chemical* 143: 531-544.
13. Guo, F.C., Teo, L.H. and Chen, T.W. 1995. Effects of anaesthetics on the water parameters in a simulated transport experiment of platyfish, *Xiphophorus aculatus* (Günther). *Aquaculture Research*. 26: 265-271.
14. Hanggono, B. and Areechon, N. 2004. Application of clove oil as anesthetic for sea bass (*Lates calcarifer* Bloch). *Situbondo Brackishwater Aquaculture Development Center*. Pp: 1-14.
15. Iversen, M., Finstad, B. and McKinley, E.R. 2003. The efficacy of metomidate, clove oil, aqius and benzoak anesthetics in atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts, and their potential stress-reducing capacity. *Aquaculture*. 221: 549-566.
16. Kaiser, H. and Vine, N. 1998. The effect of 2- phenoxyethanol and transport packing density on the post-transport survival rate and metabolic activity in the goldfish (*Carassius auratus*). *Aquarium Sci. Cons*. 2: 1-7.
17. Kaiser, H., Brill, G., Cahill, J., Collett, P., Czypionka, K., Green, A., Orr, K., Patrick, P., Scheepers, R., Stonier, T., Whitehead, M.A. and Yearsley, R. 2006. Testing clove oil as an anaesthetic for long-distance transport of live fish. the case of Lake Victoria cichlid (*Haplochromis obliquidens*). *Journal of Applied Ichthyology*. 22: 510-514.
18. Kubitzka, F. 2003. Amenizando as perdas de alevinos após o manejo e transporte. *Panorama da Aqüicultura*. 13: 15-25.
19. Lee, J.H. 1997. Treatment of Municipal Landfill Leakages Using Artificial Zeolite. *Journal of Fuel Energize*. 36: 6, 445.
20. Merck, E. 1974. *The Testing of Water*. Darmstadt: E. Merck. Pp: 231.
21. Munday, P.L. and Wilson, S.K. 1997. Comparative efficacy of clove oil and other chemicals in anaesthetization of *Pomacentrus amboinensis*, a coral reef fish. *Journal of Fish Biology*. 51: 931– 938.
22. National Toxicology Program. 2002. Clove oil. Captured on May 23. Online. Available on the Internet, <http://ntpserver.niehs.nih.gov/>
23. Pirhonen, J. and Schreck, C.B. 2003. Effects of anesthesia with MS222, clove oil and CO<sub>2</sub> on feed intake and plasma cortisol in steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 220: (1-4), 507-514.

24. Prince, A. and Powell, C. 2000. Clove oil as an anesthetic for invasive field procedures on adult rainbow trout. *North Am. J. Fish. Manage.* 20: 1029–1032.
25. Piper, R.G. 1982. *Fish hatchery management*. Washington, D.C., U.S. Department of the Interior, Fish and Wildl. 71–348.
26. Ross., L.G. and Ross., B. 1999. *Anaesthetic and Sedative Tech-niques for Aquatic Animals*. 2<sup>nd</sup> ed. Blackwell Science Ltd., Oxford, 159p.
27. Srivastava, S.K., Nagpure, N.S., Kushwaha, B. and Ponniah, A.G. 2003. Efficacy of clove oil as an anaesthetic agent in fishes. *Indian Journal of Animal Sciences*. 73: 466–467.
28. Singh, R.K., Vartak, V., Balange, A. and Ghughuskar, M. 2004. Water quality management during transportation of fry of Indian major carps, *Catla catla*, *Labeo rohito* and *Cirrhinus mrigala*. *Aquaculture*. 232: 297-302.
29. Swann, L., 2005. Transportation of fish in bags. Southern Regional Aquaculture Center, Scientific Research Aquaculture Center Publication 272, 1- 4.
30. Taege M. 1982. Brutfruhsterben bei karpfer (*Cyprinus carpio*) nach industriemassiger Erbrutung and inhre ursavhen. 10-20.
31. Taylor, A.L. and Solomon. 1979. Critical factor in transport of living freshwater fish-1, General considerations and atmospheric gases *Fish Management* 10: 27-32.
32. Teo, L.H., Chen, T.W. and Lee, B.H. 1989. Packaging of the guppy, *Poecilia reticulata*, for air transport in a closed system. *Aquaculture*. 78: 321–332.
33. Timmons, M.B. and Losordo, T.M., 1994. *Aquaculture water reuses systems; Engineering design and management*, Elsevier Science. Section 2: 9-60 p.
34. Verdow, H., Vanected, C.J.A. and Dekkers, E.M.J. 1978. Ammonia determination based on indophenols with sodium salicylate. *Water Resource Research*. 12: 399-402
35. Watten, T. and English. M.J. 1985. Effects of Organic Matter in Aquaculture Waste on the Ammonium Exchange Capacity of Clinoptilolite. *Aquaculture*. 46: 221–235.
36. Wedemeyer, G.A. 1996. Transportation and handling. In: Pennell, W and Barton, B.A. (Eds.), *Principles of Salmonid Culture*, Elsevier, Amsterdam, and the Netherlands 727- 758.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Utilization and Cultivation of Aquatics, Vol. 1(2), 2012*  
<http://japu.gau.ac.ir>

## **The effect of zeolite (Clinoptilolite) and clove oil (*Eugenia caryophyllata*) on survival and water quality factors in term of transportation on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)**

**M. Hashemi<sup>1</sup>, M.M. Sajjadi<sup>2</sup>, E. Kamrani<sup>2</sup> and B. emdadi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>MS Fisheries, Dept. of Natural Resources, University of Hormozgan, <sup>2</sup>Assistant Prof., Dept. of Fisheries and Environmental Sciences Group, Faculty of Natural Resources, University of Hormozgan

Received: 2011-12-24 ; Accepted: 2012-6-27

### **Abstract**

The effect of zeolite (Clinoptilolite) and clove oil (*Eugenia caryophyllata*) has assessed in this study to investigate survival, physicochemical water factors transportation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). 13 fish with an average weight about  $80 \pm 4.4$  in 10 liters reservoir with a dewatering volume equal to eight liters was stored randomly. In this study, it was performed, four treatments and three replications for each treatment including control, clove oil (25 parts per million), zeolite (concentration 14 g per liter) and clove oil (40 parts per million) +zeolite (14 g per liter) treatment and survival factors of the final fish and quality of transportation water reservoirs including (ammonia (NH<sub>3</sub>), ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), the degree of acidity (pH), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and water temperature in the interval of 0.00, 6.00, 12.00, 18.00 hours was measured. Survival rate in the control treatment experiment was 97.44 percent at last and 100 percent in the rest of the treatments. Ammonia value in treatments during the interval had significant difference ( $P < 0.05$ ), so that at the times of 12.00 and 18.00 hours, ammonia in zeolites and clove oil + zeolite treatments was less and it had significant differences with control treatment ( $P < 0.05$ ). Zeolites and clove oil + zeolite treatments had the lowest ionized ammonium and it did have a significant difference with other treatments ( $P < 0.05$ ). Carbon dioxide value of water in clove oil treatments at the time 12.00 and 18.00 hours was more than other treatments and it showed a significant difference ( $P < 0.05$ ). PH levels were lower in the zeolite treatment but it didn't have a significant difference among treatments ( $P > 0.05$ ). in this study, the usage of zeolite material to improve transportation water quality but clove oil was not effective.

**Keywords:** Zeolite; Clove oil; Transportation; trout; *Oncorhynchus mykiss*; Water factors.

---

\* Corresponding author; Email: Hashemi\_majeed@yahoo.com