

استفاده از اسانس گل میخک (*Eugenia caryophyllata*) بارگذاری شده بر نانو ذرات آهن برای القا بیهوشی در ماهی قزلآلای رنگین کمان

(*Oncorhynchus mykiss*)

علی خسروانی زاده^(۱); مصطفی غفاری^{*}^(۲); مصطفی خواجه^(۳); بهروز ابطحی^(۴)؛
حسن صالحی^(۵); اسحاق زکی پور رحیم آبادی^(۶) و خلیل احمدی پور نظام آبادی^(۷)

mostafaghaffari1@yahoo.com

۱- ۶ و ۷- دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل، صندوق پستی: ۹۸۶۱۵-۵۳۸

۲- پژوهشکده تالاب بین‌المللی هامون دانشگاه زابل، صندوق پستی: ۹۸۶۱۵-۵۳۸

۳- دانشکده علوم دانشگاه زابل، صندوق پستی: ۹۸۶۱۵-۵۳۸

۴- دانشکده علوم زیستی دانشگاه شهید بهشتی، تهران صندوق پستی: ۱۹۸۲۹۶-۲۱۱۳

۵- موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران صندوق پستی: ۱۴۱۰۵-۶۱۱۶

تاریخ دریافت: دی ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۰

چکیده

در تحقیق حاضر ۵۰ عدد ماهی قزلآلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با میانگین (\pm انحراف معیار) وزن $155/8 \pm 24$ گرم و میانگین (\pm انحراف معیار) طول $23/7 \pm 2$ سانتیمتر در سیستم مدار بسته پژوهشکده تالاب بین‌المللی هامون دانشگاه زابل با غلظت‌های ۱، ۱۰۰، ۵۰، ۷۵، ۲۵ و ۱۰ ppm اسانس گل میخک (*Eugenia caryophyllata*) بارگذاری شده روی نانو ذرات آهن به شیوه حمام بیهوش شدند. زمانهای رسیدن به مراحل تسکین، از دست دادن تعادل، بیهوشی سبک، بازگشت تعادل و احیاء کامل هر یک از ماهیان اندازه گیری و ثبت شد. نتایج نشان دادند که هر چه غلظت ماده بیهوش کننده کمتر شود، ایجاد بیهوشی آهسته‌تر و بازگشت از آن سریع‌تر اتفاق می‌افتد. حداقل مقدار مورد نیاز برای القا بیهوشی در این گونه با استفاده از اسانس گل میخک بار شده بر نانو ذرات آهن ۱۰ ppm تعیین شد که بطور میانگین پس از ۲/۱۶ دقیقه بیهوشی را القا کرد و بازگشت از آن بطور میانگین ۴/۶۵ دقیقه بطول انجامید. مقایسه نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج بدست آمده توسط دیگر محققین در مورد استفاده از اسانس گل میخک روی ماهی قزلآلای رنگین کمان نشان می‌دهد بارگذاری اسانس گل میخک روی نانو ذرات آهن قدرت بیهوش کنندگی آن را تا ۲۵ برابر افزایش می‌دهد.

لغات کلیدی: بیهوشی، قزلآلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*), نانو تکنولوژی

*نویسنده مسئول

مقدمه

جانبی آن می‌گردد و بنحو شایسته‌ای به عضو هدف رسیده و اثر خود را اعمال می‌کند (رفیعی‌تبار، ۱۳۸۴).

با توجه به مزایای برشمرده شده درخصوص اسانس گل میخک و با توجه به نقش نانو ذرات در افزایش قابلیت نفوذ و پخش دارو در پستانداران می‌توان انتظار داشت بارگذاری اسانس گل میخک روی نانو ذرات علاوه بر ارتقاء قدرت عملکرد این بیهوش‌کننده و کاهش اثرات جانبی آن افقی تازه در استفاده از نانو داروها در ماهیان بعنوان حیوانات آزمایشگاهی باشد.

مواد و روش کار

تعداد ۵۰ ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) ۲ ساله نر و ماده با میانگین (\pm انحراف معیار) وزنی ۱۵۵/۸ \pm ۲۴ و میانگین (\pm انحراف معیار) طول ۲۳/۷ \pm ۲ بصورت تصادفی از مزرعه‌ای در شهر بنجار واقع در ۶/۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان زابل با مختصات جغرافیایی ۳۱ درجه طولی و ۶۱ درجه عرضی صید و به سالن مدار بسته پژوهشکده تالاب بین‌المللی هامون دانشگاه زابل منتقل گردید. ماهیان به منظور سازگاری با شرایط محیطی جدید به مدت یک هفته در تانکهای ۳۰۰ لیتری حاوی ۲۵۰ لیتر آب نگهداری شدند. نور سالن نور طبیعی شباه روز بود. در طول مدت سازگاری و انجام آزمایش فاکتورهای فیزیکی و شمیایی آب شامل درجه حرارت، pH، نیتریت، آمونیاک و دی‌اکسید کربن اندازه‌گیری و ثبت گردید. به منظور تامین اکسیژن در حد اشباع هوادهی توسط پمپ هواده و سنگ هوا صورت گرفت. در مدت سازگاری و انجام آزمایش ماهیان تغذیه نمی‌شدند، همچنین تانکها روزانه سیفون می‌شدند و ۲۰ درصد آب آنها با آب تانک ذخیره تعویض می‌گردید.

اسانس گل میخک (حاوی حداقل ۸۰ درصد یوگنول) از غنچه‌های خشک شده درخت میخک (*Eugenia cairyophyllata*) توسط پژوهشکده گیاهان دارویی تهیه و به منظور جلوگیری از تنزل نوری (Photodegradation) در ظرف تیره و در بسته و در دمای ۱۹ درجه سانتیگراد به آزمایشگاه شیمی تجزیه دانشگاه زابل منتقل گردید. نانو ذرات آهن با استفاده از فرآیند تهشینی شمیایی تهیه شدند برای این منظور مخلوطی از کلرید آهن سه ظرفیتی، کلرید آهن دو ظرفیتی و

یکی از روش‌های مهم ایجاد بیهوشی و آرام بخشی در ماهیان غوطه‌وری است. تاکنون از داروهای گوناگونی بعنوان بیهوش *Oncorhynchus mykiss* در صنعت آبزی‌پروری استفاده شده که از آن جمله می‌توان تری کائین متان سولفونات (Tricaine methane sulphonate)، (Cammano Tubio *et al.*, 2010) MS_{۲۲} (sulphonate)، (Cotter & Rodnick, 2006) Benzocaine، (Meinertz *et al.*, 2006) AQUI-S (Isoeugenol) یا Velisek & Kazun (2-Phenoxyethanol)، (Etomidate)، (Svobodova, 2004 Kikuchi *et al.*, Piscaine)، (Siwicki, 2001)، پیسکائین (Propanidid)، (Tertiary amyl alcohol (TAA))، (Hilton & Hilton, 1982)، اسانس آویشن شیرازی (شريف روحاني و همکاران، ۱۳۸۶) اشاره کرد.

در سالهای اخیر اسانس گل میخک (Clove oil) بدليل ایجاد بیهوشی در غلظت‌های پایین، ایجاد و بازگشت از بیهوشی بصورت آرام و بدون هیجان، عدم تلفات و رفتارهای غیرطبیعی پس از بازگشت از بیهوشی در آبیان، قیمت ارزان نسبت به بیهوش کننده‌هایی نظری MS_{۲۲}، دسترسی آسان، دفع سریع از بدنه، عدم سمتی مقادیر مصرفی، سازگاری با محیط زیست، عدم تحرک و شلی عضلات، عدم سمتی برای مصرف کننده انسانی و مورد توجه قرار گرفته (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۳)، شريف پور و همکاران، ۱۳۸۱ و در مطالعات گوناگون از آن برای بیهوشی قزل‌آلای رنگین کمان استفاده شده است (چیتساز، ۱۳۷۹؛ سلطانی و همکاران، ۱۳۸۰؛ ابطحی و همکاران، Guenette *et al.*, 2007؛ Cotter & Rodnick, 2006؛ Velisek *et al.*, 2005؛ Woolsey *et al.*, 2004؛ Prihonen & Schreck, 2003؛ Wagner *et al.*, 2002؛ Prince & Powell, 2000؛ Keene *et al.*, 1998 Anderson *et al.*, 1997).

تهییه نانو ذرات بعنوان حاملین دارو، یکی از زمینه‌های پژوهشی مورد توجه در سامانه‌های دارورسانی می‌باشد (دوستگانی و همکاران، ۱۳۸۶). استفاده از نانو تکنولوژی در امر دارورسانی باعث افزایش قدرت عملکرد دارو و کاهش اثرات

پس از انتقال هر یک از ماهیان به آکواریوم حاوی ماده بیهوشی زمانهای رسیدن به مراحل تسكین، از دست رفتن تعادل و بیهوشی سبک با دقت صدم ثانیه توسط کرنومتر ثبت شد (جدول ۱).

با رسیدن ماهی به مرحله بیهوشی سبک ماهیان بیهوش شده برای بازگشت از بیهوشی با استفاده از ساچوک به آکواریومی دیگر حاوی ۵۰ لیتر آب فاقد ماده بیهوشی که به خوبی هواده می‌شد منتقل شدند و زمانهای مربوط به مراحل مختلف بازگشت از بیهوشی شامل مراحل بازگشت تعادل و احیاء کامل به دقت ثبت گردید. ماهیان احیاء شده به مدت ۹۶ ساعت برای رویت هر نوع اثر سوء ناشی از بیهوشی مانند شنای غیرطبیعی و مرگ و میر به دقت تحت نظر قرار گرفتند.

برای انجام محاسبات، آنالیزهای آماری و ترسیم نمودارها از نرمافزارهای Excell 2003 و SPSS14 استفاده شد.

اسید هیدروکلریک در آب مقطر حل شدند. سپس مخلوط حاصل بصورت قطره قطره به محلول NaOH اضافه و به شدت هم زده شد. پس از انجام واکنش، نانو ذرات تنهشین شده بوسیله میدان مغناطیسی از مخلوط جدا شدند و پس از شستشو با آب مقطر در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد به کمک آون خشک شدند. نانو ذرات بدست آمده به نسبت یک به ۳ با اسانس گل میخک مخلوط شد و به مدت ۵ دقیقه در حمام اولتراسونیک هم زده شدند.

تعداد ۵۰ ماهی بصورت تصادفی در ۵ گروه ۱۰ تایی تقسیم شدند و به تانکهای جداگانه منتقل شدند و با غلظت‌های ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ ppm اسانس گل میخک باز شده بر نانو ذرات آهن به شیوه حمام بیهوش شدند. بیهوشی در آکواریوم ۶۰ لیتری محتوی ۳۰ لیتر محلول بیهوشی که از ترکیب آب و ماده بیهوشی در غلظت‌های ذکر شده بدست آمده بود، صورت گرفت.

جدول ۱: خلاصه طبقه‌بندی مراحل مختلف بیهوشی در ماهیان (Keene *et al.*, 1998)

مرحله	رفتار ماهی
تسکین	کاهش تعداد تنفس، تعادل عادی، عدم پاسخ به محرك های خارجی دیداری و شنیداری
از دست رفتن تعادل	فقدان کامل تعادل، افزایش موقتی تعداد تنفس، واکنش پذیر نسبت به محرك های لمسی قوی
بیهوشی سبک	از دست رفتن کامل توئیسیته عضلات، عدم پاسخ گویی به محرك های خارجی، ضربان قلب آهسته
بیهوشی جراحی	از دست رفتن کامل پاسخگویی به محرك ها، تعداد تنفس بسیار کم، ضربان قلب بسیار آهسته
مرگ	توقف کامل حرکت سریوش آبشنی، ایست قلبی بعد از چند دقیقه
بازگشت تعادل	بازگشت کامل تعادل، افزایش تعداد تنفس
احیا کامل	شنا عادی، واکنش پذیر نسبت به انواع محرك های خارجی

نتایج

زمان لازم برای بازگشت تعادل ماهی و مدت زمان لازم برای احیاء کامل ماهی در جدول ۲ آمده است. با توجه به نتایج بدست آمده (جدول ۲) کمترین غلظت برای ایجاد بیهوشی در قفل آلای رنگین کمان 10 ppm بود که بطور میانگین طی مدت زمان $129/8$ ثانیه موجبات بیهوشی ماهی را فراهم کرد و همچین زمان لازم برای بازگشت واکنش پذیری ماهی نسبت به محرك های خارجی در این مقدار $279/1$ ثانیه بود.

اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شمیایی آب در طول مدت سازگاری و انجام آزمایش تغییرات بسیار ناچیزی را نشان داد و فاکتورهای مذکور در حد توصیه شده بودند. نتایج بدست آمده از بیهوشی ماهی قفل آلای رنگین کمان در غلظت‌های مختلف اسانس گل میخک بازگذاری شده نانو ذرات آهن و پارامترهای زمانی مختلف شامل: مدت زمان لازم برای ایجاد تسکین در ماهی، مدت زمان لازم برای از دست رفتن تعادل ماهی، مدت زمان لازم برای ایجاد بیهوشی سبک در ماهی، مدت

تغییرات ظاهری، تغییر رنگ، تغییرات رفتاری مشکلات شنا و تنفسی مشاهده نشد. همچنین در طول مدت مذکور هیچ گونه تلفاتی در ماهیان رخ نداد.

مشاهده رفتار ماهیان بیهوش شده تا ۹۶ ساعت پس از بیهوشی مovid بی خطر بودن اسانس میخک بارگذاری شده روی نانو ذرات آهن در غلظت بدست آمده از این تحقیق برای ماهی قزل‌آلای رنگین کمان می‌باشد. هیچ‌گونه اثر جانبی شامل

جدول ۲: میانگین (\pm انحراف معیار) زمانهای رسیدن به مراحل مختلف بیهوشی و بازگشت از آن در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان تحت تاثیر اسانس گل میخک بارگذاری شده روی نانو ذرات آهن

مراحل	گروه‌ها				
	بیهوش شده با ۱۰ ppm	بیهوش شده با ۲۵ ppm	بیهوش شده با ۵۰ ppm	بیهوش شده با ۷۵ ppm	بیهوش شده با ۱۰۰ ppm
زمان ایجاد تسکین (ثانیه)	$۵۹/۲ \pm ۷/۲ (10)^a$	$۴۸/۰ \pm ۸/۹ (10)^b$	$۳۴/۴ \pm ۱۸/۰ (10)^c$	$۲۶/۸ \pm ۶/۰ (10)^d$	$۲۳/۱ \pm ۱۵/۰ (10)^{**e}$
زمان از دست رفتن تعادل (ثانیه)	$۸۱/۷ \pm ۱۰/۲ (10)^a$	$۶۵/۸ \pm ۵/۴ (10)^b$	$۵۶/۰ \pm ۱۶/۴ (10)^b$	$۳۶/۳ \pm ۲/۸ (10)^c$	$۲۹/۲ \pm ۱/۹ (10)^c$
زمان القا بیهوشی سبک (ثانیه)	$۱۲۹/۸ \pm ۷/۷ (10)^a$	$۱۰۳/۴ \pm ۱۲/۶ (10)^b$	$۸۸/۵ \pm ۲۲/۰ (10)^c$	$۵۳/۹ \pm ۳/۷ (10)^d$	$۴۲/۷ \pm ۴/۱ (10)^d$
زمان بازگشت تعادل (ثانیه)	$۹۹/۶ \pm ۳/۱ (10)^b$	$۹۹/۵ \pm ۱۲/۰ (10)^b$	$۱۰۴/۲ \pm ۲۳/۸ (10)^b$	$۱۱۸/۹ \pm ۱۱/۴ (10)^{ab}$	$۱۳۶/۸ \pm ۱۷/۴ (10)^a$
زمان احیا کامل (ثانیه)	$۲۷۹/۱ \pm ۴۵/۷ (10)^b$	$۳۲۳/۸ \pm ۳۰/۰ (10)^{ab}$	$۳۲۶/۶ \pm ۶۳/۴ (10)^{ab}$	$۳۳۷/۴ \pm ۲۱/۵ (10)^a$	$۳۳۹/۱ \pm ۲۳/۰ (10)^a$

* اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده تعداد ماهی مورد بررسی قرار گرفته است.

** حروف متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) بین گروه‌های است.

بحث

توسط محققین مختلف آورده شده است. کمترین غلظت بکار گرفته شده داروهای مبتنی بر یوگنول در تحقیقات صورت گرفته روی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مربوط به ماده ایزویوگنول و به میزان ۱۴ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. این ماده برای اولین بار توسط محققین نیوزلندی تهیه شد و به شکل گستردۀ توسط محققین آمریکایی بکار گرفته شده است و تقریباً حالتی انحصاری دارد (Ross & Ross, 2008) (Meinertz *et al.*, 2006). از سوی دیگر مقایسه غلظت‌های بکار گرفته شده اسانس گل میخک توسط سایر محققین با نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد بارگذاری اسانس گل میخک روی نانو ذرات می‌تواند بین ۲ تا ۲۵ برابر قدرت بیهوش‌کنندگی اسانس گل میخک را

دارورسانی کنترل شده در بدن از مقوله‌های بسیار مهم در صنعت دارو سازی بشمار می‌رود. با روش‌های معمول مصرف دارو، دارو در سراسر بدن توزیع خواهد شد و تمام بدن تحت اثرات آن قرار خواهد گرفت و عوارض جانبی احتمالی دارو بروز خواهد کرد. بنابراین در روش‌های معمول مصرف دارو برای دستیابی به یک اثر خاص نیاز به مصرف مقادیر بیشتری از دارو است. اما با فناوری نانو می‌توان به دارورسانی هدفمند دست یافت و زمان، مکان و سرعت آزادسازی دارو را کنترل نمود. سیستمهای دارورسانی جدید عوارض جانبی کمتر و کارایی بیشتر را به دنبال خواهند داشت (معتكف کاظمی، ۱۳۸۸).

در جدول ۳ بترتیب مقادیر بکار گرفته شده داروهای بیهوشی مبتنی بر یوگنول و سایر داروهای بیهوش کننده ماهی

مشکل نماید و عملیات تکثیر یا پرورش را دچار وقفه نماید که ممکن است خسارات اقتصادی بدنیال داشته باشد (Woody *et al.*, 2002) .

با توجه به این نکته که اطلاعات درباره اثرات انسانس گل میخک روی فیزیولوژی ماهیان هنوز خیلی محدود است و ممکن است برای برخی مطالعات مفید نباشد (Anderson *et al.*, 1997) ، لذا منطقی بنظر می رسد حتی الامکان از غلظت های کمتر این ماده استفاده کرد.

با توجه به موثر بودن بارگذاری انسانس گل میخک روی نانوذرات آهن، یکی از راه های کاستن از غلظت مورد نیاز این ماده می تواند کمک گرفتن از فناوری نانو باشد. از سوی دیگر با توجه به گران بودن داروهایی مانند MS₂₂₂ ۱/۵ برابر گرانتر از انسانس گل میخک (Erdmann, 1999) و واردانی بودن آنها تولید دارویی که بتواند ماهی را به صورت کارا، قابل پیش بینی و ایمن بیهوش نماید (Sladky *et al.*, 2001) و در عین حال قیمت مناسبی داشته باشد ضروری به نظر می رسد. دستیابی به چنین هدفی علاوه بر تأمین نیازهای داخلی کشور می تواند برای کشور ارزآوری داشته باشد. لازمه این کار تحقیقات مستمر در زمینه بکارگیری فناوری های نوین در امر دارو رسانی در آبزیان و بومی سازی این فناوری ها می باشد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از مدیریت و پرسنل پژوهشکده تالاب بین المللی هامون دانشگاه زابل بخصوص دکتر احمد قرایی مدیر گروه شیلات پژوهشکده بدلیل تامین بخشی از هزینه های این تحقیق و همکاری و مساعدت در مراحل مختلف انجام آن تشکر بعمل می آید. همچنین از زحمات و کمکهای سرکار خانم افسانه برخوردار کارشناس دانشکده علوم دانشگاه زابل، مهندس عبدالعلی راهداری و مهندس فدایی کارشناسان اداره کل شیلات سیستان و مهندس بشیر آقاجانی شیرکویی تشکر و قدردانی می گردد.

افزایش دهد، در مورد سایر ترکیبات مشتق شده از یوگنول مثل ایزو یوگنول هم این قدرت بین ۱/۴ تا ۷/۵ برابر ارتقاء خواهد یافت.

همچنین در مقایسه غلظت های توصیه شده برای داروی پر کاربردی مثل MS₂₂₂ با غلظت بکار گرفته شده در این تحقیق می توان دریافت انسانس گل میخک بارگذاری شده ۵ تا ۱۰ برابر قدرتمندتر از MS₂₂₂ عمل می کند. این در حالی است که MS₂₂₂ با وجود کاربرد فراوان در بسیاری از مزارع تکثیر و پرورش دنیا، دارای محدودیت هایی از قبیل مدت زمانی است که سازمان غذا و داروی ایالات متحده امریکا (USFDA) برای خروج کامل این ماده از بدن ماهی تعیین کرده که ۲۱ روز بطول می انجامد (Ross & Ross, 2008)، در حالی که ترکیبات یوگنول و مشتق آن به سرعت از خون و بافت های ماهی خارج می شوند (Fischer *et al.*, 1990) موضوع دیگر قیمت بالاتر MS₂₂₂ نسبت به ترکیبات حاوی یوگنول است (Keene *et al.*, 1998) .

در تحقیق حاضر در تمام غلظت های بکار گرفته شده انسانس گل میخک بارگذاری شده بر نانو ذرات آهن، زمان القا بیهوشی کمتر از ۳ دقیقه و مدت زمان لازم برای احیا کامل ماهی ۴ تا ۶ و بطور میانگین ۵ دقیقه بود. با توجه به اینکه توصیه شده است ماده بیهوش کننده مطلوب برای ماهیان بایستی بترتیب زمانهای marking & احیا کامل ۳ و ۵ دقیقه را داشته باشد (Meyer, 1985) غلظت های بکار گرفته شده در این مطالعه همگی معیارهای لازم برای یک بیهوش کننده مناسب را به نمایش گذاشتند. بنابراین می توان انسانس گل میخک بارگذاری شده بر نانو ذرات آهن را یک بیهوش کننده مناسب برای ماهی قزل آلای رنگین کمان بشمار آورد. با توجه به اینکه مقدار موثر بیهوش کننده غلظتی است که کوتاه ترین القا و سریع ترین احیا را داشته باشد (Keene *et al.*, 1988) و با در نظر گرفتن صرفه اقتصادی، غلظت ۱۰ ppm مقدار موثر این دارو تشخیص داده شد. ضمن اینکه در غلظت های بالاتر زمان بازگشت از بیهوشی افزایش یافته که در مواردی که تعداد ماهیانی که قصد بیهوش کردن آنها را داریم زیاد باشند و امکانات محدود، می تواند ایجاد

جدول ۳: غلظت بکار گرفته شده داروهای مختلف بیهوشی توسط محققین مختلف روی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان

منبع	غلظت (ppm)	ماده بیهوشی
چیت ساز، ۱۳۷۹	۱۰۰	
سلطانی و همکاران، ۱۳۸۰	۲۵۰-۱۰۰	
Soto & Burhanuddin, 1995	۱۲۰-۳۳	
Anderson <i>et al.</i> , 1997	۴۰-۲۰	
Keene <i>et al.</i> , 1998	۶۰-۴۰	
Griffiths, 2000	۴۰	اسانس گل میخک
Prince & Powell, 2000	۳۰	
Woolsey <i>et al.</i> , 2004	۲۵-۱۰۰	
Velisek <i>et al.</i> , 2005	۳۳	
Cotter & Rodinick, 2006	۲۵	
Stehly & Ginerid, 1999	۷۵	
Wagner <i>et al.</i> , 2002	۴۰	ایزو اوژنول
Meinrtz <i>et al.</i> , 2006	۳۴-۱۴	
Wedmeyer <i>et al.</i> , 1969	۸۰	
Sovio et al., 1977	۱۰۰	
Wagner <i>et al.</i> , 2002	۶۰	MS _{۲۲۲}
Pirhonen & Schreck, 2003	۸۰	
Cotter & Rodinick, 2006	۶۰	
Cammano Tubio <i>et al.</i> , 2010	۵۰	

منابع

- معتکف کاظمی، ن.، ۱۳۸۸. نانو حامل‌ها در سیستمهای داروسانی. ماهنامه فناوری نانو، شماره ۱۴۸، صفحات ۳۸ تا ۴۱.
- Anderson W.G., McKinley R.S. and Colavecchia M., 1997.** The use of clove oil as an anesthetic for rainbow trout and its effects on swimming performance. North American Journal Fishery Management, 17:301–307.
- Cammann Tubio R.I., Weber R.A. and Aldeguende M., 2010.** Home tank anesthesia: A very efficient method of attenuating handling stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum). Journal Applied Ichthyology, 26: 116–117.
- Cotter P.A. and K.J. Rodnick, 2006.** Differential effects of anesthetics on electrical properties of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) heart. Comparative Biochemistry Physiology A., 145: 158–165.
- Erdmann M.V., 1999.** Clove oil: An 'eco-friendly' alternative to cyanide use in the live reef fish industry? SPC Live Reef fish Bulletin, 5:4–7.
- Fischer I.U., Von Unruh G.E. and Dengler H.J., 1990.** The metabolism of eugenol in man. Xenobiotica, 20:209–222.
- Griffiths S.P., 2000.** The use of clove oil as an anaesthetic and method for sampling intertidal rockpool fishes. Journal of Fish Biology, 57: 1453–1464.
- Guénette S.A.; Uhland F.C.; Hélie P.; Beaudry F. and Vachon P., 2007.** Pharmacokinetics of eugenol in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 266:262–265.
- Hilton J.W. and Dixon D.G., 1982.** Effect of increased liver glycogen and liver weight on liver function in rainbow trout, *Salmo*
- ابطحی، ب.; شریف‌پور، ع.; آقاجانپور، م.; رسولی، ع.; فقیه‌زاده، س.; امید بیگی، ر. و نظری، ر.م.، ۱۳۸۱. مقایسه انسان گل میخک و MS_{۲۲۲} در بچه ماهیان تاسماهی ایرانی، قزل‌آلای رنگین‌کمان و کپور معمولی. مجله علمی شیلات ایران، سال یازدهم، صفحات ۱ تا ۱۲.
- دoustگانی، الف.; واشقانی فراهانی، الف. و ایمانی، م.، ۱۳۸۶. تعیین شرایط بهینه تهیه نانو ذرات از پلیمر طبیعی کیتوسان. مجله علوم و تکنولوژی پلیمر، شماره ۵، صفحات ۴۵۷ تا ۴۶۴.
- رفیعی‌تبار، م.، ۱۳۸۴. فناوری نانو و کاربردهای آن در پزشکی و داروسازی. مجله پژوهش در پزشکی، شماره ۲، صفحات: ۱۱۱ تا ۱۱۵.
- سلطانی، م.; امید بیگی، ر.; رضوانی، س.; مهرابی، م.ر. و چیتساز، ح.، ۱۳۸۰. مطالعه اثرات هوشبری انسان و عصاره گل میخک در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تحت برخی شرایط کیفی آب. مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، سال ۵۶، شماره ۴، صفحات ۸۵ تا ۸۹.
- سلطانی، م.; غفاری، م.; خضرائی‌نیا، پ. و بکایی، س..، ۱۳۸۳. مطالعه اثرات بیهوشی انسان گل میخک هندی بر پارامترهای هماتولوژیک، برخی آنزیمهای خون و آسیب شناسی بافت‌های مختلف ماهی کپور معمولی. مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، سال ۵۹، شماره ۳، صفحات ۲۹۹ تا ۲۹۹.
- شریف‌پور، ع.; سلطانی، م.; عبدالahi، ح. و قیومی، ر..، ۱۳۸۱. اثر بیهوش‌کنندگی انسان گل میخک (*Eugenia*) در شرایط مختلف pH و درجه حرارت در بچه ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله علمی شیلات ایران، شماره ۴، صفحات ۵۹ تا ۷۴.
- شریف‌روحانی، م.; حقیقی، م.; عصائیان، ح. و لشتو آقایی، غ.ر.، ۱۳۸۶. بررسی اثر بیهوشی انسان آویشن شیرازی بر ماهی آزاد *Zataria multiflora* Boiss. (Labiatae) دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) و ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علمی شیلات ایران، شماره ۴، صفحات ۹۹ تا ۱۰۶.

- gairdneri* Richardson: Recovery from anaesthesia and plasma 35 S-sulphobromophthalein clearance. *Journal of Fish Disease*, 5(3):185–195.
- Kazun K. and Siwicki A.K., 2001.** Propiscin – a safe new anaesthetic for fish. *Archives of Polish Fisheries*, 9:183–190.
- Keene J.L., Noakes D.L.G., Moccia R.D. and Soto C.G., 1998.** The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquatic Research*, 29:89–101.
- Kikuchi T., Sekizawa Y. and Ikeda Y., 1974.** Behavioral analyses of the central nervous system depressant activity of 2-amino-4-phenylthiazole upon fishes. *Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries*, 40(4): 325–337.
- Marking L.L. and Meyer F.P., 1985.** Are better fish anaesthetics needed in fisheries? *Fisheries*, 10:2–5.
- Meinertz J.R., Greseth S.L., Schreier T.M., Bernardy J.A. and Gingerich W.H. 2006.** Isoeugenol concentrations in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) skin-on fillet tissue after exposure to AQUI-S^(TM) at different temperatures, durations, and concentrations. *Aquaculture*, 254: 347–354.
- Pirhonen J. and Schreck C.B., 2003.** Effects of anaesthesia with MS₋₂₂₂, clove oil and CO₂ on feed intake and plasma cortisol in steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 220:507–514.
- Prince A. and Powell C., 2000.** Clove oil as an anaesthetic for invasive field procedures on adult rainbow trout. *North American Journal of Fisheries Management*, 20:1029.1032.
- Ross L.G. and Ross B., 2008.** *Anaesthesia and sedation of aquatic animals*. Third Edition, Wiley-Blackwell. ISBN: 978-1-4051-4938-9.
- Siwicki A., 1984.** New anaesthetic for fish. *Aquaculture*, 38:171–176.
- Sladky K., Swanson C., Stoskopf M., Loomis M. and Lewbart G., 2001.** Comparative efficacy of tricaine methanesulfonate and clove oil for use as anesthetic in red pacu (*Piaractus brachypomus*). *American Journal of Veterinary Research*, 62(3): 337-342.
- Sovio A., Nyholm K. and Huhti M., 1977.** Effects of anaesthesia with MS₂₂₂, neutralized MS₂₂₂ and benzocaine on the blood constituents of rainbow trout, *Journal of Fish Biology*, 10:91–101.
- Soto, C.G. and Burhanuddin, 1995.** Clove oil as a fish anaesthetic for measuring length and weight of rabbitfish (*Siganus lineatus*). *Aquaculture*, 136:149–152.
- Stehly G.R. and Gingerich W.H., 1999.** Evaluation of AQUI-STM (efficacy and minimum toxic concentration) as a fish anaesthetic/sedative for public aquaculture in the United States. *Aquaculture Research*, 30:365-372.
- Velisek J. and Svobodova Z., 2004.** Anaesthesia of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with 2-phenoxyethanol: Acute toxicity and biochemical blood profile. *Acta Veterinary Brno*, 73:379-384.
- Velisek J., Svobodova Z. and Piackova V., 2005.** Effects of clove oil anaesthesia on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Acta Veterinary Brno*, 74: 139-146.
- Wagner E., Arndt R. and Hilton B., 2002.** Physiological stress responses, egg survival and sperm motility for rainbow trout broodstock

anesthetized with clove oil, tricaine methanesulfonate or carbon dioxide. Aquaculture, pp.2113–366.

Wedemeyer G., 1969. Stress-induced ascorbic acid depletion and cortisol production in two salmonid fishes. Comparative Biochemistry and Physiology 29:1247–1251.

Woody C.A., Nelson J. and Ramstad K., 2002.

Clove oil as an anaesthetic for adult sockeye salmon: Field trials. Journal of Fish Biology, 60: 340.347.

Woolsey J., Holcomb M. and Ingermann R.L.,

2004. Effect of temperature on clove oil anesthesia in steelhead fry. North American Journal of Aquatic, 66:35–41.