اثر سطوح مختلف آلوئه ورای خوراکی بر رشد و دفاع آنتی اکسیدانی در قزل آلای رنگین کمان، *Oncorhynchus mykiss*

غزاله گلستان[۱]، امیر پرویز سلاطی[۲*]، سعید کیوان شکوه[۳]، محمد ذاکری[۴]، حسین مرادیان[۵]

۱. کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: ghazalgolestan@ymail.com

۲. استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: salatia@gmail.com

۳. دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: keyvan65@yahoo.com

۴. استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: mhdzakeri@gmail.com

۵. کارشناس موسسه تحقیقات شیلات ایران، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: moradian.s.h@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۱ ** نویسنده مسوول* *تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۱۷*

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۳، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

آلوئه ورا به‌دلیل فعالیت‌های زیست‌شناختی برخی متابولیت‌ها در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی در سراسر جهان استفاده می‌شود. همچنین برگ‌های این گیاه دارای خواص آنتی اکسیدانی و تقویت ایمنی است. هدف از این مطالعه ارزیابی شاخص‌های رشد و فعالیت‌های آنتی اکسیدانی عصاره آلوئه ورا در ماهی قزل آلا است. در این تحقیق، ۴۸۰ عدد ماهی قزل آلای رنگین کمان با میانگین وزنی ۹/۵۰±۰/۸۵ گرم به چهار گروه تقسیم شدند. گروه کنترل جیره فاقد آلوئه‌ورا و ۳ گروه دیگر حاوی ۰/۵، ۱ و۲ میلی گرم بر کیلوگرم آلوئه ورا، در جیره غذایی دریافت نمود. غذادهی به مدت ۶۰ روز انجام و ماهیان ۲ بار در روز تا حد سیری غذادهی شدند. در پایان دوره، نمونه‌های خون اخذ و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز جستجو گردید. شاخص‌های رشد براساس فرمول‌های استاندارد محاسبه شد. نتایج این آزمایش بعد از ۲ ماه تغذیه، نشان داد که افزودن آلوئه ورا به ترکیب غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان در هیچ کدام از شاخص‌های رشد تغییر معنی‌داری ایجاد نکرد ($P>0/05$). فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان در گروه کنترل بیشترین میزان را داشت و با گروه‌های ۰/۵ و ۲ میلی گرم بر کیلوگرم اختلاف معنی‌دار نشان داد ($P<0/05$). بر اساس نتایج بدست آمده، این مطالعه را می‌توان این گونه بیان کرد که استفاده از آلوئه ورا برای تقویت دفاع آنتی اکسیدانی ماهی قزل آلای رنگین کمان نیازمند مطالعات و بررسی بیشتر در مورد مکانیسم اثر آن است.

کلمات کلیدی: *کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز ، گلوتاتیون پراکسیداز، شاخص رشد، Oncorhynchus mykiss.*

۱. مقدمه

در شرایط فیزیولوژیک، تولید مداوم گونه‌های فعال اکسیژن (ROS[1]) به‌ویژه در میتوکندری، میکروزم‌ها، غشای هسته و فاگوسیت‌ها ثبت شده است (Halliwell and Gutteridge, 1996). آنتی اکسیدان‌ها ROS را به H_2O تبدیل کرده و از افزایش تولید ROS جلوگیری می‌کنند. اما هنگامی که فرآیندهای پراکسیدان به اندازه کافی توسط مکانیسم‌های آنتی اکسیدان متعادل نشوند، ROS به‌طور کامل دفع نمی‌شود و مقدار آن در سلول زیاد می‌شود. فرآیند گفته شده هنگامی اتفاق می‌افتد که آنتی اکسیدان‌ها کم یا تخلیه شده یا سرعت تولید ROS بر دفاع آنزیمی پیشی گیرد. در این حالت که تنش اکسیداتیو نامیده می‌شود، بسیاری از ماکرومولکول‌ها آسیب می‌بینند و فرآیند پراکسیداسیون لیپیدها، اکسیداسیون پروتیین‌ها، غیر فعال شدن آنزیم‌ها و اختلال در عملکرد غشاهای مختلف اتفاق می‌افتد (طباطبائی و همکاران، ۱۳۸۸).

در ماهی نیز مانند سایر مهره‌داران دفاع آنتی اکسیدانی در سلامت و پیشگیری از آسیب‌های سلولی حائز اهمیت است. اتواکسیداسیون PUFA ترکیباتی مانند هیدروپراکسیدهای اسید چرب، آلدهیدها و هیدروکربن‌ها تولید می‌کند که می‌تواند موجب به‌وجود آمدن بعضی شرایط بیماری‌زا در ماهی شود (Kawatsu, 1969; Watanabe et al., 1997; Murai and Andrews, 1974, Sakai et al., 1989). از این رو تقویت این سامانه دفاعی می‌تواند منجر به حفظ سلامتی ماهی و جلوگیری از ضایعات ایجاد شده در اثر تنش اکسیداتیو گردد. در حال حاضر استفاده از ترکیبات گیاهی با خاصیت آنتی اکسیدانی مورد توجه قرار گرفته است. یکی از این ترکیبات آلوئه‌ورا یا صبر زرد است. این گیاه با موفقیت برای تقویت سامانه ایمنی، روند ترمیم زخم مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین آلوئه امودین[2] که یک ترکیب طبیعی فعال در برگ‌های آلوئه وراست دارای خواص دارویی بسیاری مانند خواص آنتی اکسیدانی، آنتی ویروسی و ضد سرطانی است. پیش از این محققانی به بررسی این موضوع پرداختند به این صورت که Nwanjo (2006) گزارش کرد که فعالیت آنتی اکسیدانی ماده مترشحه از برگ‌های آلوئه ورای خوراکی به میزان (۱۵۰mg/kg) فعالیت آنزیم‌هایی مانند سوپراکسید دیسموتاز را افزایش می‌دهد و همچنین Taiwo و همکاران (۲۰۰۵)، مصرف عصاره آبی برگ‌های خام آلوئه ورا را از نظر بافت شناسی و بیوشیمی در موش و تیلاپیا مورد مقایسه قرار دادند و مشاهده کردند که مصرف آب حاوی عصاره آلوئه ورا برای موش‌ها و ماهی بسیار سمی است. با توجه به این که قزل آلای رنگین کمان گونه اصلی ماهی سردآبی است که در ایران پرورش داده می‌شود. این مطالعه با هدف ارزیابی اثرات آلوئه‌ورا بر رشد و سامانه دفاع آنتی اکسیدانی این گونه صورت گرفته است.

۲. مواد و روش‌ها

آزمایشات جهت بررسی اثر عصاره آلوئه ورا بر رشد و آنزیم‌های آنتی اکسیدانی در مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردابی شهید مطهری یاسوج انجام گرفت. برای انجام آزمایش، ۴۸۰ عدد ماهی قزل آلای رنگین کمان با میانگین وزن ۹/۵۰±۰/۸۵ گرم و میانگین طول کل ۹/۶۴±۱/۱۰ سانتی متر به‌صورت تصادفی در ۱۲ تانک فایبرگلاس دایره‌ای ۱۰۰۰ لیتری تقسیم شدند. در هر تانک ۴۰ عدد ماهی قرار داده شد. قبل از ذخیره‌سازی، مخزن‌ها به‌وسیله هیپوکلریت سدیم ضدعفونی و سپس با آب شست و شو شدند. اندازه‌گیری عوامل کیفی آب شامل درجه حرارت آب، اکسیژن محلول و pH به‌صورت روزانه انجام پذیرفت. میانگین دما ۱۱ /۳±۰/۸ درجه سانتیگراد، اکسیژن محلول ۷/۸±۰/۴۸ میلی گرم بر لیتر و pH ۷/۹۲±۰/۶۵ بود. دوره نوری نیز به‌صورت ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی بوده است. جریان آب به‌صورت پیوسته و به‌صورت جاری در سامانه در جریان بود. توزیع بچه ماهیان به گونه‌ای انجام شد که از لحاظ توده زنده اختلاف معنی‌داری در شروع آزمایش بین مخازن وجود نداشته باشد. بعد از آن زیست‌سنجی انجام شد و ماهیان با محلول نمک ۲ درصد به مدت یک دقیقه ضدعفونی شدند. ماهیان به مدت یک هفته جهت تطابق با شرایط جدید در این تانک‌ها نگهداری شدند. در این مدت ماهیان به مدت یک هفته با جیره غذایی ساخته شده فاقد آلوئه ورا غذادهی شدند تا عمل سازگاری صورت پذیرد. در ابتدای دوره پرورش ماهی ها بر اساس ۲/۸ درصد توده زنده هریک از تکرارها در دو نوبت تا حد سیری (ساعت ۸ و ۱۸) تغذیه شدند (Caballero et al.,

[1] Reactive oxygen species
[2] Aloe emodin

2002). میزان غذای مصرفی هر تکرار به صورت روزانه ثبت گردید و تغذیه تنها در روزهای زیست‌سنجی انجام نگرفت.

جیره ماهیان بر اساس پودر ماهی به عنوان منبع اصلی پروتئین شامل ۴۸/۲۵ درصد پروتئین و انرژی کل ۲۰۲۵ کیلوژول بر کیلوگرم (NRC, 1993) با استفاده از نرم افزار لیندو (Lindo1995, Releases6.1) فرمول بندی شد (جدول ۱). عصاره گیاه آلوئه‌ورا از شرکت باریج اسانس (کاشان- ایران) تهیه گردید. جیره غذایی پایه ابتدا با آب مقطر مخلوط گردیده و بعد از تبدیل شدن به‌صورت خمیر، میزان مورد نظر از عصاره آلوئه‌ورا (۰/۵، ۱ و ۲٪) به خمیر خوراک اضافه گردید. سپس با استفاده از چرخ گوشت صنعتی خوراک به‌صورت رشته تبدیل گردید. پلت‌های غذایی به مدت دو ساعت در فور دمای ۴۰ درجه سانتیگراد قرار داده شده و سپس بسته‌بندی، کدگذاری و تا زمان مصرف در ۴ درجه سانتیگراد نگهداری گردید.

جدول ۱: تجزیه تقریبی جیره غذایی پایه مورد استفاده در آزمایش (بر حسب درصد)

پروتئین	۴۸/۲۵
چربی	۱۸/۸۶
رطوبت	۹/۳۶
خاکستر	۱۲/۲۵
کربوهیدرات	۸/۲۳
انرژی کل (کیلوژول بر کیلوگرم)	۲۰۲۵

طراحی هر تیمار آزمایش (غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۲ در میلی گرم آلوئه‌ورا در کیلو گرم و گروه کنترل) در ۳ تکرار انجام پذیرفت. غذادهی ماهیان به مدت ۶۰ روز انجام شد. پارامترهای کیفی آب نیز به‌صورت روزانه کنترل شد. در پایان دوره آزمایش قبل از اندازه گیری عوامل رشد، ماهیان با پودر گل میخک به میزان ۳۰ میلی گرم بر لیتر بیهوش شده، تمام ماهیان هر تانک مورد زیست سنجی قرار گرفتند، سپس از هر مخزن ۱۵ ماهی برای خون‌گیری مورد استفاده قرار گرفتند. برای انجام زیست‌سنجی از ترازوی با حساسیت ۰/۱ گرم استفاده شد. برای بررسی رشد ماهیان در اول و آخر دوره از شاخص‌های رشد شامل افزایش وزن بدن (WG)[1]، ضریب رشد ویژه (SGR)[2] و ضریب تبدیل غذایی (FCR)[3] استفاده شد که با استفاده از فرمول-های زیر محاسبه گردید (Misra et al., 2006).

$$WG= W_2-W_1 \quad (۱-۳)$$

$$SGR= [(\ln w_2-\ln w_1)] \times 100 \quad (۲-۳)$$

$$FCR= \text{Total feed consumed (g)}/ \text{Total weight gain of fish (g)} \quad (۳-۳)$$

در فرمول‌های فوق: W_1 وزن اولیه و W_2 وزن ثانویه است.

همزمان خون‌گیری با استفاده از سرنگ هپارینه ۲ سی سی از ساقه دمی صورت گرفت. برای جداسازی پلاسما، نمونه های خون سانتریفیوژ و نمونه‌های پلاسما تا قبل از انجام تست های بیوشیمیایی در دمای ۸۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند. در نمونه‌های پلاسمایی برای ارزیابی فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز اندازه‌گیری شد. اندازه گیری کاتالاز بر اساس روش Goth (1991)، گلوتاتیون پراکسیداز بر اساس روش Peglia و Valentine (۱۹۷۶) و سوپراکسید دیسموتاز بر اساس روش Marklund (1974) صورت گرفت. در نهایت کلیه داده‌های جمع‌آوری شده در هر مرحله در نرم افزار Excel (2007) ثبت و موارد توصیفی بر حسب نیاز (نظیر زیست‌سنجی‌ها برای تعیین مقدار غذادهی جدید) در این برنامه انجام پذیرفت. نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogronov-Smirnov انجام شد. سپس با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و پس آزمون Duncan وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف در سطح ۵٪ مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل کلیه داده‌ها و عملیات مربوطه به‌وسیله نرم افزار SPSS 16.0 انجام شد (SPSS 16.0, Chicago, IL).

۳. نتایج

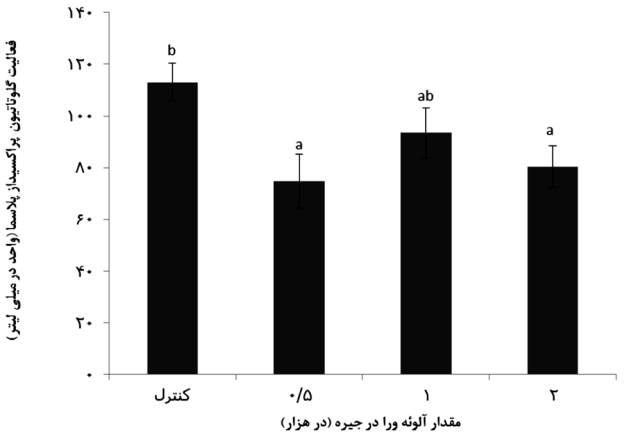
جدول ۲ نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های رشد بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان نسبت به اثر سطوح مختلف آلوئه ورا را در هفته هشتم (پایان دوره) نشان می دهد. نتایج نشان داد که افزودن آلوئه ورا به ترکیب غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان تغییری در هیچ یک از شاخص‌ها ایجاد نکرد و برای تمام شاخص‌ها در هیچ یک از تیمارها با گروه کنترل اختلاف معنی‌داری دیده نشد ($P>۰/۰۵$). نمودار ۱ تغییرات فعالیت گلوتاتیون پراکسید از تحت تاثیر سطوح مختلف آلوئه‌ورای جیره در پلاسمای ماهیان قزل آلای رنگین کمان را نشان می‌دهد. همان گونه که در نمودار مذکور دیده می‌شود، اگرچه فعالیت این آنزیم در غلظت‌های ۰/۵ و ۲ در هزار در مقایسه با گروه کنترل کاهش نشان داد، اما در گروه با غلظت ۱

[1] Weight gain
[2] Specific growth rate
[3] Food conversion ratio

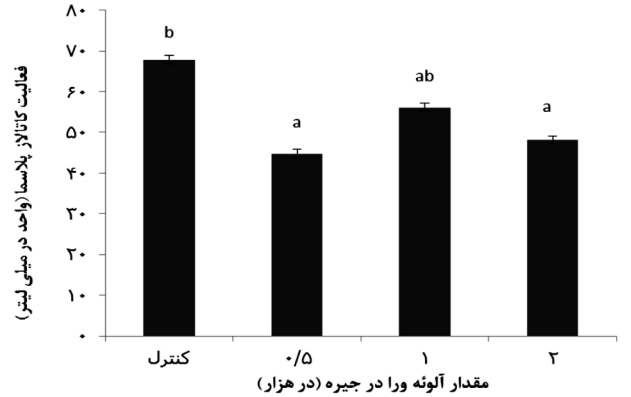
در هزار اختلاف معنی‌دار دیده نشد. حداقل فعالیت آنزیم کاتالاز در گروه‌های ۰/۵ و ۲ مشاهده شد که در مقایسه با گروه کنترل کاهش نشان داد (P<۰/۰۵)، اما گروه ۱ با هیچ‌کدام از گروه‌ها اختلاف معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵) (نمودار ۲). مانند کاتالاز، حداقل فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در گروه‌های ۰/۵ و ۲ مشاهده شد (نمودار ۳) که با گروه کنترل اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵) و گروه ۱ با هیچ کدام از گروه‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵).

جدول ۲: شاخص‌های رشد نسبت به اثر سطوح مختلف عصاره خوراکی آلوئه ورا در قزل آلای رنگین کمان. کلیه داده‌ها به‌صورت میانگین ± خطای استاندارد بیان شده است.

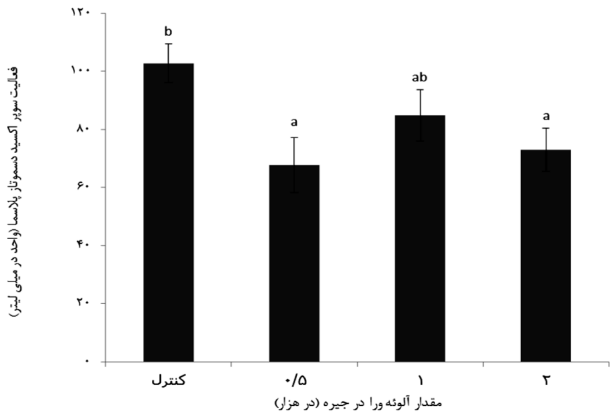
شاخص	کنترل	۰/۵	۱	۲
افزایش وزن بدن (گرم)	۴۴/۰۹±۱/۲۶	۵۰/۶±۱/۸۹	۴۸/۸±۴/۴۹	۴۴/۸۸±۳/۰۲
ضریب رشد ویژه (٪)	۱/۳۰±۰/۰۴	۱/۵۴±۰/۰۶	۱/۴۹±۰/۱۴	۱/۳۱±۰/۰۹
ضریب تبدیل غذا (٪)	۰/۴۳±۰/۰۱	۰/۴۲±۰/۰۰۵	۰/۴۴±۰/۰۱	۰/۴۳±۰/۰۱



نمودار ۱: تاثیر سطوح مختلف عصاره خوراکی آلوئه ورای جیره فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز پلاسما در ماهیان قزل آلای رنگین کمان. حروف غیر همسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).



نمودار ۲: تاثیر سطوح مختلف عصاره خوراکی آلوئه ورای جیره غذایی بر فعالیت آنزیم کاتالاز پلاسمای ماهیان قزل آلای رنگین کمان در پایان دوره پرورش. حروف غیر همسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).



نمودار ۳: تاثیر سطوح مختلف عصاره خوراکی آلوئه ورای جیره بر فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز پلاسمای ماهیان قزل آلای رنگین کمان در پایان دوره پرورش. حروف غیر همسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

طبق نتایج به‌دست آمده در این مطالعه افزودن عصاره الکلی آلوئه ورا به جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان در هیچ یک از غلظت‌ها، منجر به اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های تغذیه‌ای و رشد مورد مطالعه نگردید (P>۰/۰۵). اثرات تقویتی گیاهان یا عصاره‌های آنها بر روی رشد بستگی به عوامل مختلفی نظیر غلظت‌های مناسب، ترکیب پایه جیره، مدیریت و شرایط پرورش دارد (Farahi et al., 2010). اما در مطالعات دیگری نیز اثرات مثبت افزودن عصاره های گیاهی بر شاخص‌های رشد گونه‌های مختلف گزارش شده است. Ahilan و همکاران (۲۰۱۰)، اثر دو گیاه *Phyllathus niruri* و *Aloe vera* را بر روی رشد ماهی طلایی (*Carassius auratus*) مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که این دو گیاه دارای تاثیر مثبت بر روی رشد این گونه هستند. Ji و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که عملکرد مثبت گیاهان بر روی رشد ماهی *Pagrus major* به علت افزایش مصرف لیپید و اسیدهای چرب سلولی و در نتیجه تجمع پروتئین است. Johnson و Banerji (۲۰۰۷) در *Labeo rohita* افزایش رشد را به‌علت افزایش کیفیت غذا و سنتز بالای پروتئین به دنبال مصرف افزودنی‌های گیاهی بیان کردند.

طبق نتایج به‌دست آمده در این مطالعه، میزان فعالیت آنزیم-های آنتی اکسیدان مورد مطالعه در گروه ۰/۵ و ۲ پایین تر از بقیه گروه ها بوده و با گروه کنترل اختلاف معنی‌داری داشته است (P<۰/۰۵). تحقیقات بسیار کمی در زمینه تاثیر آلوئه ورا و

فلاونوئیدها بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در ماهیان به ویژه ماهیان سردابی صورت گرفته است و مطالعه حاضر جزء اولین مطالعات در این زمینه بر روی ماهیان سردابی است. عصاره ژل آلوئه ورا به‌دلیل دارا بودن ترکیبات فنول می‌تواند رادیکال‌های آزاد را به‌صورت مستقیم به دام اندازد و یا رادیکال‌های آزاد را از طریق مجموعه‌ای از واکنش‌های پیوندی همراه با آنزیم‌های آنتی اکسیدان حذف کند (Anilakumar et al., 2010). علاوه بر تاثیرات مثبتی که به عصاره آلوئه ورا نسبت داده می‌شود، گزارشاتی مبنی بر واکنش‌های منفی ترکیبات عصاره آلوئه ورا نیز موجود است (Cock et al., 2008). عصاره آلوئه ورا حاوی مقادیر زیادی آنتراکینون شامل aloin و aloe emodin است (Cock et al., 2008). ترکیبات با وزن مولکولی کم موجود در عصاره آلوئه ورا مانند آنترون‌ها و آنتراکینون‌ها برای سلول‌ها سمی هستند (Buenz, 2008 به نقل از Cock et al., 2008) و سمی بودن این ترکیبات می‌تواند موجب ضعیف شدن دفاع آنتی اکسیدانی در ماهی شود. در عین حالی که این ترکیبات برای سلول‌ها سمی هستند، ممکن است به‌عنوان عوامل ضد سرطانی عمل کنند. همچنین Taiwo و همکاران (۲۰۰۵) با افزودن عصاره خام آلوئه ورا به میزان ۱۵۰ppm و ۱۰۰، ۵۰ به آب گزارش کردند که مصرف آب حاوی عصاره خام آلوئه‌ورا برای موش به مدت ۹۶ ساعت و ماهی به مدت ۲۸ روز بسیار سمی است. شماری از ترکیبات موجود در آلوئه ورا مانند Aloe emodin ممکن است مسئول سمیت عصاره آلوئه‌ورا باشند.

در مجموع می توان گفت که اگرچه بیان می‌شود که گیاهانی همچون آلوئه ورا که حاوی پلی فنول و فلاونوئیدها می باشند دارای خواص بسیار زیاد از جمله خواص آنتی اکسیدانی و دفع رادیکال‌های آزاد هستند که می تواند موجب تقویت سامانه‌ی دفاعی در موجودات مختلفی شود، اما بر اساس مطالعه حاضر می‌توان بیان کرد که برخی از ترکیبات موجود در آلوئه ورا ممکن است تاثیرات نامطلوب بر سامانه‌ی دفاعی ماهی قزل آلای رنگین کمان داشته باشند. همچنین غلظت‌های استفاده شده (۰/۵ تا ۲ در هزار) در این تحقیق بر روی رشد و آنزیم‌های آنتی اکسیدان تاثیر منفی داشته است. با توجه به تحقیقات اندک در این زمینه و این که مطالعه حاضر جزء اولین تحقیقات در زمینه تاثیر عصاره خوراکی آلوئه ورا بر آنزیم‌های آنتی اکسیدان ماهیان سردابی است، مطالعه حاضر زمینه ای برای انجام مطالعات بیشتر فراهم آورده است.

منابع

Ahilan, B.; Nithiyapriyatharshini, A.; Ravaneshwaran, K., 2010. Influence of certain herbal additives on the growth, survival and disease resistance of Goldfish, *Carassius auratus* (Linnaeus). Veterinary and Animal Sciences, 6(1): 5-11.

Anilakumar., K.R.; Saritha, V.; Khanum, F., 2010. Antioxidant and antibacterial activity of *Aloe vera* gel extracts. Pharmaceutical and Biological Archives, 1(4): 376–384.

Anilakumar, K.R.; Sudarshana Krishna, K.R.; Chandramohan, G.; Ilaiyaraja, N.; Khanum, F.; Bawa, A.S., 2010. Effect of *Aloe vera* gel extract on antioxidant enzymes and azoxymethane induced oxidative stress in rats. Experimental Biology, 48: 837-842.

Avila, H.; Rivero, J.; Herrera, F.; Fraile, G., 1997. Cytotoxicity of a low molecular weight fraction from *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) gel. Toxicon, 35: 1423-1430.

Benzie, I.F.F.; Strain, J.J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The Frap assay. Journal of Analytical Biochemistry, 239: 70-76.

Caballero, M.J.; Obach, A.; Rosenlund, G.; Montero, D.; Gisvold, M.; Izquierdo, M.S., 2002. Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture, 214: 253-271.

Cock, E.I.; Ruebhart, D.; Sirdaarta, J., 2008. High performance liquid chromatographic separation and identification of a toxic fraction from *Aloe barbadensis* leaf gel using the artemia nauplii bioassay. Journal of Toxicology, 4: 231-240.

Cock, E.I; Sirdaarta, J.; Ruebhart, D., 2012. The toxicity

Marklund, G., 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. Journal of Biological Sciences, 47: 469-547.

Misra, S.C.; Randive, R.; Rao., V.S.; Sheshshayee, M.S.; Serraj, R.; Monneveux, P., 2006. Relationship between carbon isotope discrimination, ash content and grain yield in wheat in the Peninsular zone of India. Journal of Agronomy and Crop Science, 192: 352-362.

Peglia, D.E.; Valentine, W.N., 1976. Studies on the quantitive and qualitive characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, 70: 158-169.

Steenkamp, V.; Stewart, M.J., 2007. Medicinal applications and toxicological activities of aloe products. Pharmaceutical Biology, 45: 411-420.

Taiwo, V.O.; Olukunle, O.A.; Ozor, L.C.; Oyejobi, A.T., 2005. Consumption of aqueous extract of raw *Aloe vera* leaves: Histopathological and Biochemical studies in rat and tilapia. Biomedical Research, 8:169-178.

Watanabe, T.; Kiron, V.; Satoh, S., 1997. Trace minerals in fish nutrition. Aquaculture, 151: 185-207.

of *Aloe barbadensis* miller juice is due to the induction of oxidative stress. Advances in Environmental Biology, 5(2): 288-299.

Farahi, A.; Kasiri, M.; Sudagar, M., 2010. Effect of garlic (*Allium sativum*) on growth factors, some hematological parameters and body compositions in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, Aquarium, Conservation and Legislation. International Journal of the Bioflux Society, 3: 317-323.

Goth, L., 1991. A simple method for determination of serum catalase activity and revision of reference range. International Journal of Clinical Chemistry, 196: 143-152.

Ji, S.C.; Takaoka, O.; Jeong, G.S.; Lee, S.W.; Ishimaru, K.; Seoka, M.; Takii, K., 2007. Dietary medicinal herbs improve growth and some none-specific immunity of red seabream *Pagrus major*. Fisheries Science, 73: 63-69.

Johnson, C.; Banerji, A., 2007. Influence of extract isolated from the plant *Sesuvium portulacastrum* on growth and metabolism in freshwater teleost, *Labeo rohita* (Rohu). Fishery Technology, 44: 229-234.