

تغییرات کورتیزول و گلوکز حاصل از استرس دستکاری حاد در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با سطوح مختلف عصاره پوسته پسته سبز (*Pistacia vera*)

جواد معتمدی تهرانی*^۱، عیسی ابراهیمی^۱، سید امیر حسین گلی^۲، فریبا شفیعی حسن آبادی^۱، ابراهیم متقی^۱

۱- دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، اصفهان

۲- دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، اصفهان

تاریخ دریافت: ۹۶/۴/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۲/۲

چکیده

هدف از این مطالعه، بررسی اثر رژیم غذایی حاوی عصاره پوست پسته در پاسخ های فیزیولوژیک کپور معمولی تحت دستکاری استرس بود. ماهیان با پنج جیره آزمایشی حاوی صفر، ۰/۵، ۱/۵، ۴/۵ و ۹ گرم عصاره پوست پسته بر کیلوگرم غذا تغذیه شدند. در پایان آزمایش، تمام ماهیان (۱۲ عدد) در هر مخزن در معرض دستکاری و در هوادهی شدید قرار گرفتند. نتایج به دست آمده نشان می دهد که سطح گلوکز ماهیانی که با صفر، ۰/۵ و ۱/۵ گرم عصاره پوست پسته بر کیلوگرم غذا تغذیه شدند، در مقایسه با زمان اولیه (قبل از استرس) افزایش معنی داری داشت ($P < 0.05$). همچنین سطوح مختلف عصاره پوست پسته در رژیم غذایی موفق به کاهش سطح کورتیزول سرم بعد از استرس نشد. بر اساس نتایج به دست آمده، عصاره پوست پسته تاثیر خوبی بر روی پاسخ به استرس خصوصاً بر روی میزان گلوکز داشته و اضافه کردن ۱/۵ گرم عصاره بر کیلوگرم غذا می تواند برای ماهی کپور مفید باشد.

کلمات کلیدی: ترکیبات فنلی، آنتی اکسیدان، گیاهان دارویی، استرس، پسته، کپور معمولی

مقدمه

عوامل استرس‌زا از قبیل دستکاری، تراکم حمل و نقل و تغییر در کیفیت آب همواره ماهیان پرورشی را در آبی پروری مورد تهدید قرار می‌دهند (Möck and Peters, 1990). گزارش‌هایی مبنی بر اثرات منفی استرس قبل از مرگ وجود دارد که از جمله می‌توان به کاهش pH گوشت (Ribas et al. 2007)، جمود نعشی سریع‌تر (Bagni et al. 2007)، تکه تکه شدن بافت عضلات (Kießling et al. 2004)، نرم شدن گوشت (Roth et al. 2007) و در مجموع کاهش کیفیت فیله ماهیان (Sigholt et al. 1997) اشاره کرد.

یکی از شاخص‌های مهم و قابل اطمینان در بررسی وضعیت سلامتی و فیزیولوژی ماهیان، پارامترهای خون آنهاست که از تغذیه و عوامل محیطی نیز اثر می‌پذیرد (Fanouraki et al. 2007). برای مقایسه تاثیر رژیم‌های متفاوت غذایی بر سلامت و دستگاه دفاعی، شاخص‌های خونی را مورد مطالعه قرار می‌دهند (Rehulka et al. 2005). میزان هورمون کورتیزول پلازما و تغییر در متابولیسم کربوهیدرات‌ها از قبیل گلوکز می‌تواند به عنوان شاخص عمومی استرس مورد استفاده قرار گیرد (Santos et al. 1996).

تحقیقات نشان می‌دهد که مواد غذایی حاوی مواد آنتی‌اکسیدانی از قبیل ویتامین E و C می‌توانند استرس را کاهش دهند (Manna et al. 2002). این ویتامین‌ها دارای ساختمان فنولی هستند. ترکیبات فنولیک دارای خصوصیتی از قبیل آنتی‌اکسیدانی، ضد میکروبی جهش‌زایی (Rocha-Guzmá et al. 2007)، ضد التهاب و ضد حساسیت (Rocha-Guzma et al. 2003) هستند. Goli و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که عصاره پوسته پسته سبز حاوی مقادیر قابل توجهی از ترکیبات فنولیک هستند.

عصاره پوسته به خاطر فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالای خود از رشد باکتری‌ها جلوگیری می‌کند و دارای اثرات ضد جهش‌زایی است (Rajaei et al. 2010). اثرات مثبت ترکیبات آنتی‌اکسیدانی بر کاهش استرس آبزیان به اثبات رسیده است که برای مثال می‌توان به اثر ویتامین E بر استرس شوری تحمیل شده به میگوی سفید (*Litopenaeus vannamei*) (Liu et al. 2007)،

مقاومت ماهی شاینر طلایی *Notemigonus crysoleucas* به استرس دما (Chen et al. 2004) و اثر استرس دستکاری بر فیل ماهی (Falahatkar et al. 2012) اشاره کرد. از آنجا که تحقیقات کمی در خصوص بررسی اثر عصاره گیاهان دارویی بر کاهش استرس موجودات آبی صورت گرفته است، بنابراین مطالعه حاضر برای بررسی اثر سطوح مختلف عصاره الکلی پوسته پسته سبز بر میزان غلظت هورمون کورتیزول به عنوان شاخص اولیه استرس و گلوکز به عنوان شاخص ثانویه استرس پس از اعمال استرس دستکاری در ماهی کپور معمولی انجام شد.

مواد و روش‌ها

ابتدا پوسته‌های سبز پسته در سایه در دمای اتاق خشک و آسیاب و تا زمان انجام آزمایش در فریزر (۲۰- درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد. پوسته‌های خرد شده با اندازه ۰/۵ تا ۲ میلی‌متر برای استخراج عصاره استفاده شد (Rajaei et al. 2010).

۲۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۶٪ به ۵۰ گرم نمونه پوست پسته آسیاب شده اضافه و به مدت ۱۵ روز در محیط تاریک و در دمای محیط نگهداری شد (در زمان نگهداری روزی ۳ بار به مدت ۱۰ دقیقه همزده شد). مخلوط حاصل پس از این مدت صاف و با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۴ فیلتر شد. محلول اتانولی حاصل با دستگاه روتاری در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به رنگ سبز تیره تغلیظ (Benhammou et al. 2008)، و تا زمان استفاده در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Rajaei et al. 2010).

ماهیان کپور معمولی از مرکز تکثیر و پرورش آبزیان اصفهان خریداری و به محل انجام آزمایش انتقال داده شد. ماهیان به مدت ۲۰ روز با شرایط محیط آزمایش سازگار و با جیره تجاری یکسان تغذیه شدند. در انتهای دوره سازگاری، ماهیان سالم (از نظر ظاهری) با میانگین وزنی $11/65 \pm 1/65$ گرم و میانگین طولی $1/09 \pm 8/66$ سانتیمتر برای انجام آزمایش انتخاب شدند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار، ۳ تکرار و ۱۵ قطعه ماهی در هر واحد آزمایشی انجام شد. مدت زمان آزمایش ۷۰ روز در نظر گرفته شد. جیره‌های غذایی به طور یکسان و با ترکیب مشابه شامل، ۳۱٪ پروتئین خام، ۱۰٪ چربی،

rpm). (al. 2012). نمونه‌های خون سانتریفیوژ شدند (۳۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه) و سپس سرم خون جدا شد و تا زمان اندازه‌گیری کورتیزول و گلوکز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. کورتیزول سرم بر اساس روش رادیو ایمنوناسی (Redding et al. 1984) و گلوکز به وسیله روش گلوکز اکسیداز اندازه‌گیری شد (Bayunova et al. 2002).

ابتدا به منظور بررسی نرمال و همگن بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک و لَوْن استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش آنالیز واریانس دو طرفه و آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها انجام شد. برای مقایسه سطح کورتیزول و گلوکز قبل و بعد از استرس از آزمون t مستقل استفاده شد. معنی دار بودن داده‌ها در سطح خطای ۰/۵٪ مورد بررسی قرار گرفت. آزمون‌های آماری در محیط نرم افزار SPSS 15 صورت گرفت.

نتایج

با توجه به نتایج، اختلاف معنی داری در شاخص وزن نهایی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد (شکل ۱). نتایج حاصل از آنالیز واریانس دو طرفه در جدول ۱ آورده شده که نشان دهنده اثر متقابل زمان و تیمار در کورتیزول است.

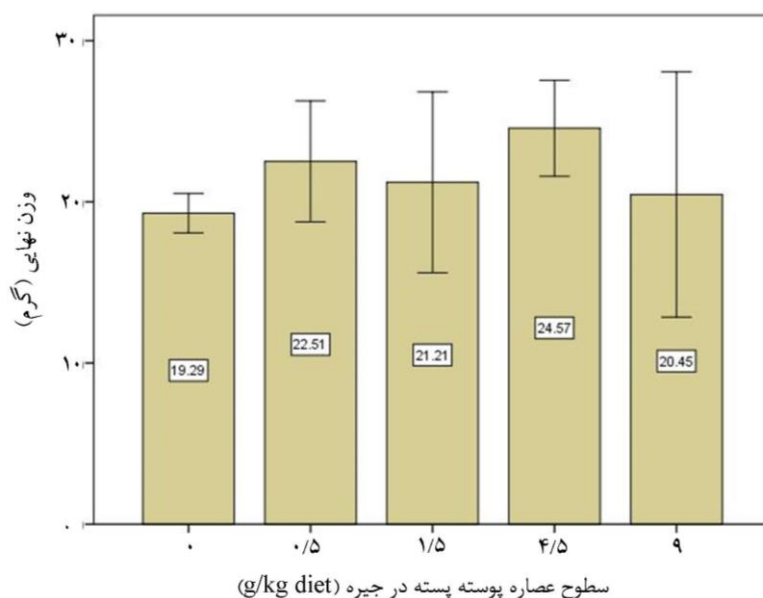
همان طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، سطوح کورتیزول در بین تیمارهای مختلف، بعد از اعمال استرس تفاوت معنی داری نداشت ($P = 0.663$). تفاوت معنی داری در میزان گلوکز خون بعد از دستکاری در بین تیمارها مشاهده شد ($P = 0.011$) (شکل ۳). طبق نتایج به دست آمده میزان گلوکز در تیمارهای شاهد و ۰/۵ گرم عصاره بر کیلوگرم غذا تفاوت معنی داری داشت، اما در تیمارهای دیگر تفاوت معنی دار ثبت نشد.

۱۱/۵٪ خاکستر، ۲/۵٪ فیبر و ۱۰٪ رطوبت آماده شد. برای رسیدن به جیره‌ای با مشخصات ذکر شده در هر تیمار ۴۱٪ آرد ماهی، ۲۰٪ آرد گندم، ۲۰٪ آرد ذرت، ۷٪ سبوس برنج، ۹٪ ملاس چغندر، ۱/۵٪ مکمل معدنی (ارس بازار) و ۱/۵٪ مکمل ویتامینی (ارس بازار) مخلوط شد. ابتدا اقلام غذایی برای تهیه جیره پایه با هم مخلوط شدند و سپس تیمارها شامل عصاره پوسته پسته سبز در سطوح صفر (شاهد)، ۰/۵، ۱/۵، ۴/۵ و ۹ گرم عصاره پوسته پسته بر کیلوگرم، به جیره اضافه شد. برای از بین بردن اثر اتانول، سطح الکل در تمام تیمارها یکسان شد. پس از افزودن عصاره پوسته سبز پسته با توجه به سطوح در نظر گرفته شده برای تیمارهای آزمایشی با استفاده از یک دستگاه چرخ گوشت صنعتی به پلت تبدیل شد. مقدار غذای روزانه در طول دوره پرورش، به میزان ۳/۵٪ وزن توده زنده برای هر تانک توزین، و در ساعات‌های ۸، ۱۲ و ۱۷ در تانک‌های پرورش توزیع شد. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل: درجه حرارت و اکسیژن به صورت روزانه و pH و آمونیاک آب به صورت هفتگی اندازه‌گیری شد که به ترتیب در دامنه‌ی ۲۴-۲۸ درجه سانتی‌گراد، ۵/۹-۵/۶، ۷/۴-۶/۸ و کمتر از ۰/۳ mg/L قرار داشت.

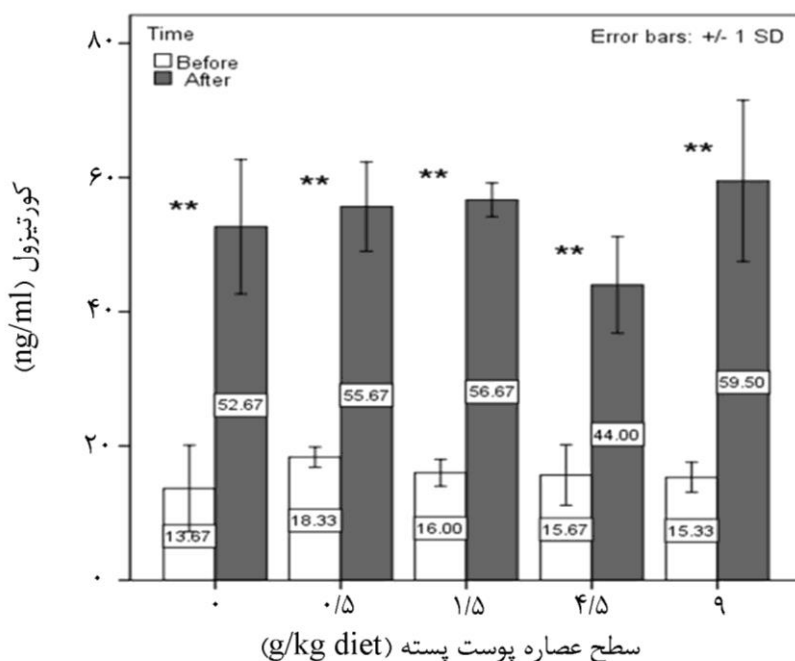
قبل از اعمال استرس برای اندازه‌گیری میزان کورتیزول و گلوکز، به صورت تصادفی از هر تکرار دو ماهی (از هر تیمار ۶ عدد) انتخاب و از آنها خونگیری شد و سپس این دو ماهی از تانک خارج شدند. برای کاهش خطا و اثر مواد بیهوش کننده بر پارامترهای سرم خون، ماهیان بیهوش نشدند. همه ماهیان در کمتر از ۲۰ ثانیه به وسیله ساچوک جمع‌آوری شد و به مدت ۹۰ ثانیه در معرض هوا و دستکاری قرار گرفتند و سپس به تانک‌ها باز گردانده شدند (Falahatkar and Barton, 2007; Falahatkar et al. 2009). سه ساعت پس از اعمال استرس، از هر تانک دو عدد ماهی، از ساقه دمی بوسیله سرنگ ۲/۵ میلی لیتری خونگیری شد (Falahatkar et

جدول ۱- نتایج آنالیز واریانس دو طرفه (P-Value) در تحقیق حاضر.

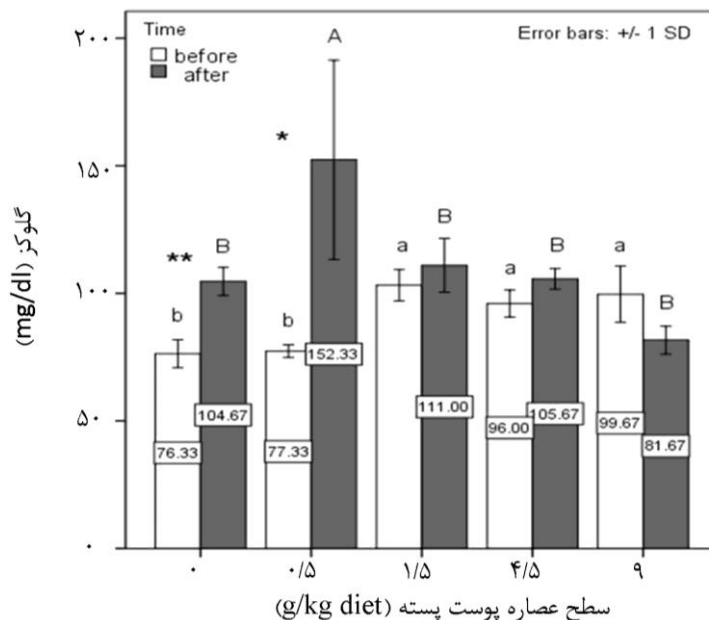
منابع تغییرات	زمان	تیمار	زمان × تیمار
گلوکز	۰/۰۰۱	۰/۰۲۷	<۰/۰۰۰۱
کورتیزول	<۰/۰۰۰۱	۰/۵۸۸	۰/۷۳۸



شکل ۱- وزن نهایی در ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف عصاره پوسته پسته به مدت ۷۰ روز در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*).



شکل ۲- تغییرات کورتیزول سرم در ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف عصاره پوسته پسته به مدت ۷۰ روز بعد از اعمال استرس دستکاری به مدت ۹۰ ثانیه (میانگین \pm انحراف معیار) (n=۶).



شکل ۳- تغییرات گلوکز سرم در ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف عصاره پوسته پسته بعد از اعمال استرس دستکاری به مدت ۹۰ ثانیه (میانگین \pm انحراف معیار) ($n=6$).

تحت شرایط استرس، مواد ترشح شده از هیپوتالاموس به قسمت قدامی کلیه وارد می‌شود و با تحریک سلول‌های بین کلیوی سبب ترشح کورتیزول می‌شود (Schreck et al. 2001). تحقیقات نشان می‌دهد ارتباط مستقیمی بین استرس و کورتیزول وجود دارد (Davis et al. 1985). Montero و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند هنگامی که بر سیم دریایی (*Sparus aurata*) جوان تراکم استرس اعمال می‌شود، اختلاف معنی‌داری در سطح کورتیزول پلاسما وجود دارد. Tatina و همکاران (۲۰۱۰) گزارش دادند که سطوح مختلف ویتامین‌های E و C تاثیر معنی‌داری بر سطح کورتیزول در ماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) نداشت.

نتایج این تحقیقات نشان داد که استفاده از عصاره پوسته سبز پسته تاثیر معنی‌داری بر روی وزن نهایی نداشت. در این راستا Motamedi و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند که رژیم غذایی حاوی عصاره پوسته پسته اثر معنی‌داری در عملکرد رشد و ترکیب بدن کپور معمولی نداشت. تحقیقات اندکی در مورد اثر ترکیبات فنلی بر استرس در حیوانات آبی وجود دارد. در نتیجه، مکانیزم اثر ترکیبات فنولی بر استرس وارد شده بر آبزیان هنوز کاملاً مشخص نیست. تفاوت در نتایج به دست آمده توسط بسیاری از محققان ممکن است ناشی از تفاوت در کیفیت و کمیت مکمل‌های طبیعی، گونه‌های ماهی، انواع عوامل استرس زا

بحث

استرس‌های محیطی می‌تواند تغییرات زیادی در سطح هورمون‌ها، قند، پروتئین و کلسترول خون ماهی ایجاد کند (Bahmani et al. 2001). یکی از پاسخ‌های ثانویه اندازه‌گیری گلوکز خون به عنوان معیار اندازه‌گیری غیر مستقیم هورمون استرس است (مکوندی و همکاران، ۱۳۹۰).

کاتکول آمین‌ها با تاثیر بر کبد سبب القاء گلیوکونوژنز می‌شوند که این امر منجر به افزایش میزان گلوکز سرم خون می‌شود (Rottland and Tort, 1997). نتایج این تحقیقات نشان می‌دهد که مکمل غذایی حاوی عصاره پوسته پسته در جهت مهار افزایش سطح گلوکز کپور معمولی بعد از دستکاری استرس مفید است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که رژیم‌های غذایی حاوی ۰/۵، ۴/۵ و ۹ گرم فنول بر کیلوگرم غذا تفاوت معنی‌داری در سطح گلوکز کپور معمولی نداشت. این نتیجه نشان می‌دهد عصاره پوسته پسته در جیره‌های فوق توانسته است از افزایش گلوکز پس از ایجاد استرس جلوگیری کند. نتایج Falahatkar و همکاران (۲۰۱۲) نشان می‌دهد که رژیم غذایی حاوی ویتامین E در فیل ماهیان جوان بعد از استرس دستکاری اثر معنی‌داری بر سطح گلوکز داشته اما اثر معنی‌داری بر سطح کورتیزول نگذاشته است.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از زحمات پرسنل محترم دانشگاه صنعتی اصفهان تشکر و قدردانی می‌نمایم.

منابع

مکوندی، ه.، خدادای، م.، کیوان شکوه، س.، محمدی مکوندی، ز. ۱۳۹۰. تاثیر استرس شوری بر مقادیر هورمون کورتیزول و گلوکز ماهی کپور علفخوار انگشت قد (*Ctenopharyngodon idella*). مجله آبزیان و شیلات، ۸: ۸۴-۷۷.

Chen, R., Lochmann, R., Goodwin, A., Praveen, K., Dabrowski, K., Lee, K.J. 2004. Effects of dietary vitamins C and E on alternative complement activity, haematology, tissue composition, vitamin concentrations, and response to heat stress in juvenile golden shiner (*Notemigonus crysoleucas*). *Aquaculture* 242: 553-569.

Davis, K.B., Torrance, P., Parker, N.C., Suttle, M.A. 1985. Growth, body composition and hepatic tyrosine aminotransferase activity in cortisol fed channel cat fish, *Ictalurus punctatus*. *Journal of Fish Biology* 27: 177-184.

Falahatkar, B., Barton, B.A. 2007. Preliminary observations of physiological responses to acute handling and confinement in juvenile beluga *Huso huso* L. *Aquaculture Research* 38: 1786-1789.

Falahatkar, B., Poursaeid, S., Shakoorian, M., Barton, B. 2009. Responses to handling and confinement stressors in juvenile great sturgeon *Huso huso*. *Journal of Fish Biology* 75: 784-796.

Falahatkar, B., Safarpour Amlashi, A., Conte, F. 2012. Effect of dietary vitamin E on cortisol and glucose responses to handling stress in juvenile beluga *Huso huso*. *Journal of Aquatic Animal Health* 24: 11-16.

Fanouraki, E., Divanach, P., Pavlidis, M. 2007. Baseline values for acute and chronic stress indicators in sexually immature red porgy (*Pagrus pagrus*). *Aquaculture* 265: 294-304.

و شرایط زیست محیطی باشد. اثر عصاره گیاهان دارویی در شاخص‌های استرس کاملاً روشن نیست و یک چشم انداز جدید برای استفاده از گیاهان دارویی به عنوان مکمل غذای ماهیان برای تعدیل اثر استرس را فراهم می‌کند. لذا با توجه به اثرات نامطلوب استرس بر رشد و کیفیت گوشت آبی، اثر گیاهان دارویی بر شاخص‌های دیگر و انواع استرس با جزئیات بیشتر در آینده پیشنهاد می‌شود.

Goli, A.H., Barzegar, M., Sahari, M.A. 2005. Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistachia vera*) hull extracts. *Food Chemistry* 92: 521-525.

Kiessling, A., Espe, M., Ruohonen, K., Morkore, T. 2004. Texture, gaping and colour of fresh and frozen Atlantic salmon flesh as affected by pre-slaughter isoeugenol or CO₂ anaesthesia. *Aquaculture* 236: 645-657.

Liu, Y., Wang, W.N., Wang, A.L., Wang, J.M., Sun, R.Y. 2007. Effects of dietary vitamin E supplementation on antioxidant enzyme activities in *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) exposed to acute salinity changes. *Aquaculture* 265: 351-358.

Manna, C., Angeli, S.D., Migliardi, V., Loffredi, E., Mazzoni, O., Morrica, P., Galletti, P., Zappia, V. 2002. Protective effect of the phenolic fraction from virgin olive oils against oxidative stress in human cells. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 50: 6521-6526.

Möck, A., Peters, G. 1990. Lysozyme activity in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), stressed by handling, transport and water pollution. *Journal of Fish Biology* 37: 873-885.

Montero, D., Marrero, M., Izquierdo, M.S., Robaina, L., Vergara, J.M., Tort, L. 1999. Effect of vitamin E and C dietary supplementation on some immune parameters of gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles subjected to crowding stress. *Aquaculture* 171: 269-278.

- Motamedi-Tehrani, J., Ebrahimi, E., Goli, S.A.H. 2015. Effect of pistachio (*Pistacia vera*) hull extract on growth performance, body composition, total phenolic compound and fillets peroxide value of common carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture Nutrition*. doi:10.1111/anu.1226.
- Pereira, J.A., Oliveira, I., Sousa, A., Valento, P., Andrade, P.B., Ferreira, I.C.F.R., Ferreres, F., Bento, A., Seabra, R., Estevinho, L. 2007. Walnut (*Juglans regia* L.) leaves: phenolic compounds, antimicrobial activity and antioxidant potential of different cultivars. *Food and Chemical Toxicology* 45: 2287-2295.
- Pietta, P., Gardana, C., Pietta, A., 2003. Flavonoids in herbs. In: *Flavonoids in Health and Disease*. Packer, L and Cadenas, E. (Eds.). Marcel Dekker, 43-71.
- Rajaei, A., Barzegar, M., Mobarez, A.M., Sahari, M.A., Esfahani, Z.H. 2010. Antioxidant, anti-microbial and antimutagenicity activities of pistachio (*Pistachia vera*) green hull extract. *Food and Chemical Toxicology* 48: 107-112.
- Redding, J.M., Schreck, C.B., Birks, E.K., Ewing, R.D. 1984. Cortisol and its effects on plasma thyroid hormone and electrolyte concentrations in fresh water and during seawater acclimation in yearling coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *General and Comparative Endocrinology* 56: 146-155.
- Řehulka, J., Minařík, B., Adamec, V., Řehulková, E., 2005. Investigation of physiological and pathological levels of total plasma protein in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Research* 36: 22-32.
- Ribas, L., Flos, R., Reig, L., MacKenzie, S., Barton, B.A., Tort, L. 2007. Comparison of methods for anaesthetizing Senegal sole (*Solea senegalensis*) before slaughter: Stress responses and final product quality. *Aquaculture* 269: 250-258.
- Rocha-Guzman, N.E., Herzog, A., Gonzalez-Laredo, R.F., Ibarra-Perez, F.J., Zambrano-Galvan, G., Gallegos-Infante, J.A. 2007. Antioxidant and antimutagenic activity of phenolic compounds in three different colour groups of common bean cultivars (*Phaseolus vulgaris*). *Food Chemistry* 103: 521-527.
- Roth, B., Imsland, A., Gunnarsson, S., Foss, A., Schelvis, R. 2007. Slaughter quality and rigor contraction in farmed turbot (*Scaphthalmus maximus*); A comparison between different stunning methods. *Aquaculture* 272: 754-761.
- Rottland, J., Tort, L. 1997. Cortisol and glucose responses after acute stress by net handling in the sparid red porgy previously subjected to crowding stress. *Journal of Fish Biology* 51: 21-28.
- Santos, M.A., Pacheco, M. 1996. *Anguilla anguilla* L. stress biomarkers recovery in clean water and secondary treated pulp mill effluent. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 35: 96-100.
- Scherek, C.B., Contreas-Sanches, W., Fitzpatrick, M.I. 2001. Effects of stress on fish reproduction, gamete quality and progeny. *Aquaculture* 197: 3-24.
- Sigholt, T., Erikson, U., Rustad, T., Johansen, S., Nordtvedt, T.S., Seland, A. 1997. Handling stress and storage temperature affect meat quality of farmed raised Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Food Science* 62: 898-905.
- Sousa, A., Ferreira, I.C.F.R., Calhelha, R., Andrade, P.B., Valent, P., Seabra, R., Estevinho, L., Bento, A., Pereira, J.A. 2006. Phenolics and antimicrobial activity of traditional stoned table olives "alcaparra". *Bioorganic and Medicinal Chemistry* 14: 8533-8538.
- Tatina, M., Bahmani, M., Soltani, M., Abtahi, B., Gharibkhani, M. 2010. Effects of different levels of dietary vitamins C and E on some hematological and biochemical parameters of sterlet (*Acipenser ruthenus*). *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 5: 1-11.

Variation in serum cortisol and glucose levels following acute handling stress in common carp *Cyprinus carpio* fed by dietary pistachio hull extract (*Pistacia vera*)

Javad Motamedi Tehrani^{1*}, Eisa Ebrahimi Dorcheh¹, Sayed Amir Hossein Goli², Fariba Shafiei Hasanabadi¹, Ebrahim Motaghi¹

1- Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

2- Department of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Received 09 July 2016; accepted 22 April 2018

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of dietary pistachio hull extract (PHE) on physiological responses of common carp *Cyprinus carpio* following handling stress. Fish were fed five experimental diets supplemented with 0, 0.5, 1.5, 4.5, 9 g PHE/kg diet. At the end of the experiment, all fish (n=12) in each tank were subjected to acute handling and air exposure stresses. Obtained results showed that fish fed PHE at 0, 0.5, 1.5 g/kg diet had significant increase ($P<0.05$) in glucose in comparison with initial time (before subjected to stress). These results indicate that different levels of dietary PHE failed to reduce cortisol levels of serum after stress. According to results, it can be concluded that 1.5 g PHE/kg diet added to the diet has a good effect on response to stress in common carp.

Keywords: Phenolic compounds, Antioxidant, Medical plant, Physiological stress

*Corresponding author: jmotamedi124@gmail.com