بررسی تاثیر عصاره استویا (*Stevia rebaudiana bertoni*) بر رشد و مقاومت کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در برابر استرس ناشی از تراکم

- **سحر آذر:** گروه شیلات، دانشکده کشاورزی ومنابع طبیعی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران، صندوق پستی: ۱۹۱۵
- **مژده چله‌مال دزفول‌نژاد*:** گروه شیلات، دانشکده کشاورزی ومنابع طبیعی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران، صندوق پستی: ۱۹۱۵
- **مهران جواهری‌بابلی:** گروه شیلات، دانشکده کشاورزی ومنابع طبیعی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران، صندوق پستی: ۱۹۱۵

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹٤ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۵

چکیده

در این تحقیق افزودن عصاره استویا به غذای ماهی کپور معمولی در تراکم های مختلف و تاثیر آن بر روی رشد، بقا و مقاومت این ماهی در برابر استرس ناشی از تراکم مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور۷۲۰ قطعه بچه ماهی کپور با وزن متوسط۱/۱۲±۱۲/۸٤گرم به‌صورت تصادفی به ٤ تیمار، هر تیمار در سه تکرار، تقسیم گردیدند و تیمارهای آزمایشی با عصاره (۲۰۰۰ppm و در سه تراکم ۳، ۵ و ۱۰ کیلوگرم در مترمکعب) و هم‌چنین جیره شاهد فاقد عصاره استویا تغذیه شدند. ماهیان به‌مدت ٦۰ روز تغذیه و در انتهای دوره شاخص‌های رشد شامل فاکتور وضعیت، درصد رشد ویژه، نرخ رشد نسبی، افزایش وزن، افزایش طول، ضریب تبدیل غذایی و هم‌چنین بازده پروتئین وکارایی غذا بین تیمارها محاسبه گردید. مقایسه تیمارهای استویا در هر تراکم با شاهد در همان تراکم نشان‌دهنده برتری پارامترهای استویا در مقایسه با شاهد بود. مقایسه بین تیمارهای تحت درمان با استویا در سه تراکم ۳، ۵ و ۱۰ کیلوگرم در متر مکعب با یکدیگر نشان‌دهنده برتری پارامترها در تیمار استویا با تراکم ۳ کیلوگرم در مترمکعب در پارامترهای وزن نهایی (۹۵/۳۳±۲۷/۲ گرم)، طول نهایی (۷۰/۵۸±۱۲/۰ سانتی‌متر)، طول استاندارد (۳۰/٦۲±۱۰/۰ سانتی‌متر)، طول چنگالی (۱٦/۵۸±۱۱/۰ سانتی‌متر)، افزایش وزن (۷۷/٦٤±۱۵/۰ گرم)، افزایش طول (۰/۲۲±۲/٤۳ سانتی‌متر)، نرخ رشد نسبی (۱۵/۰۰٦±۰/۰ درصد)، نرخ رشد ویژه (۳۸/۰۷±۱/۰ درصد)، بازده پروتئین (٦۸/۰۱۱±۰/۰)، کارایی غذا (۷۸/۰۱±۱/۰ درصد) در مقایسه با ۵ و ۱۰ کیلوگرم در متر مکعب بود و در تمامی پارامترها تیمار ۱۰ کیلوگرم در مترمکعب کم‌ترین کارایی را نشان داد($p<0/05$). مجموع نتایج بالا نشان می‌دهد که گیاه استویا سبب بهبود شاخص‌های رشدی در شرایط تراکم می‌شود.

کلمات کلیدی: ماهی کپور، عصاره استویا، شاخص‌های رشد، بقا، تراکم

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: m_chelemal@yahoo.com

مقدمه

غذا از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده در افزایش موفقیت آبزی‌پروری می‌باشد و بخش عمده‌ای از کل هزینه اجرایی مزارع پرورشی ماهی را در بر می‌گیرد. بدون شک یکی از مهم‌ترین پارامترها، تعیین جیره متعادل است، که همه احتیاجات غذایی را برای رشد مناسب و سلامت ماهی تامین کند (Salehi و همکاران، ۲۰۰۸). اهمیت نقش غذا در پایداری و کارآیی موثر و سودآور صنعت آبزی‌پروری کاملاً مشخص است، به گونه‌ای که غذاها و عملیات غذادهی و تامین عناصر اساسی مورد نیاز گونه پرورشی در آبزی‌پروری حدود ۳۰ تا ۷۰ درصد از کل هزینه‌های آبزی‌پروری را شامل می‌شود (افشارمازندارن، ۱۳۸۸). اخیرا استفاده از محرک‌های ایمنی و رشد در پرورش ماهیان افزایش یافته و به‌عنوان جایگزین مناسبی برای آنتی‌بیوتیک‌ها محسوب می‌شوند (Ispir و Dorueu، ۲۰۰۵). این محرک‌ها علاوه بر افزایش مقاومت در برابر بیماری‌ها، از طریق مختلف تحریک رشد را نیز باعث می‌شوند و از آن‌جایی‌که افزایش رشد از مهم‌ترین اهداف در آبزی پروری محسوب می‌گردد، گرایش به استفاده از این ترکیبات افزایش یافته است (Sakai، ۱۸۸۶).

محصولات گیاهی تا حد گسترده‌ای در آبزی‌پروری استفاده می‌شوند و تحقیقات به‌منظور بررسی مناسب بودن آن‌ها در رژیم غذایی گونه‌های مختلف ماهی در حال انجام است. هنگامی که مقادیر اندکی از پودر یا عصاره‌های گیاهی (فیتوبیوتیک‌ها) به‌عنوان مکمل به جیره‌ها اضافه می‌شوند انتظار می‌رود در حفظ یا فعال سازی سلامتی ماهی، بازدهی غذایی، رشد، فعالیت جاذبه‌ای، مقاومت به بیماری و استرس ایفای نقش کنند (Shirzadegan و همکاران، ۲۰۱۳). فیتوبیوتیک‌ها خواص متنوعی دارند که این خواص عبارتند از: آنتی اکسیدان، ضدمیکروب، ضدسرطان، مسکن، ضدانگل، آنتی‌کوکسیدیال، افزایش رشد، افزایش اشتها، محرک ترشح صفرا و فعالیت آنزیم‌های هضم‌کننده می‌توان نام برد. فیتوبیوتیک‌ها محصولات گیاهی طبیعی هستند که در مقایسه با آنتی‌بیوتیک‌های سنتتیک یا مواد شیمیایی غیرآلی، غیرسمی و بدون ماندگاری در بدن بوده و افزودنی‌های خوراکی ایده‌آل برای آبزیان هستند. از ویژگی‌های معمول فیتوبیوتیک‌ها این است که شامل مخلوط بسیار پیچیده‌ای از اجزای بیواکتیو می‌باشند، بنابراین می‌توانند عملکردهای گوناگونی در بدن آبزیان انجام دهند. افزایش رشد در اثر استفاده از فیتوبیوتیک‌ها، احتمالاً نتیجه اثرات سینرژیک در میان مولکول‌های پیچیده فعال موجود در فیتوبیوتیک‌ها می‌باشد (ظریف‌منش و ذریه‌زهرا، ۱۳۹۱).

در پرورش هر گونه‌ای از آبزیان، افزایش تراکم ذخیره‌سازی می‌تواند به عنوان یکی از روش‌های موثر در جبران مشکل کمبود فضا یا زمین محسوب گردد. در بسیاری از گونه‌های پرورشی، میزان رشد ماهی در صورت افزایش تراکم به شدت کاهش یافته که دلایل مختلفی مانند روابط متقابل اجتماعی بین ماهیان، رقابت بر سر منابع غذایی و فضای مورد نیاز زیستی باعث ایجاد نوعی استرس مزمن شده که سرانجام می‌تواند اثرات منفی روی رشد داشته باشد (Aarumugam و همکاران، ۲۰۱۳). در سیستم‌های پرورشی با مدیریت مطلوب، استرس حاد کشنده به ندرت اتفاق می‌افتد، در حالی‌که استرس مزمن ممکن است، که مسبب بسیاری از مشکلات نظیر افزایش حساسیت به بیماری، افزایش سرعت متابولیک و مصرف انرژی و کاهش میزان رشد، اختلال در سیستم ایمنی و ممانعت از رسیدگی گناد و یا تخم‌ریزی باشد (Lupatsch و همکاران، ۲۰۱۰). بروز برخی از شرایط استرس‌زا مانند کمبود اکسیژن، دستکاری، تراکم زیاد یا قرار گرفتن در معرض هوا در فرایند پرورش ماهی اجتناب‌ناپذیر است. در شرایط پرورشی، اغلب جانوران در اثر عواملی مانند حمل و نقل، تراکم، دستکاری و کاهش کیفیت آب در معرض استرس قرار دارند. بنابراین فراهم کردن ابزارهایی که بتواند استرس ناشی از عوامل را کاهش دهد حیاتی است. استفاده از مواد مغذی می تواند به‌عنوان یکی از راه‌های کم نمودن استرس جانوران آبزی مفید باشد (عابدیان و همکاران،۱۳۹۱؛ Dabaroski، ۲۰۰۱).

استویا با نام علمی *Stevia rebaudiana* به گیاه برگ عسلی، علف شیرین معروف است، بومی آمریکای جنوبی است. تحقیقات محدودی بر روی تاثیر استویا در آبزیان انجام شده است از جمله این تحقیقات می توان به Harada و Miyasaki (۱۹۹۳) بر روی ماهی زینتی، Sato (۱۹۹۵) بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، Shiozaki و همکاران (۲۰۰۴) بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، Leano و همکاران (۲۰۰۷) بر روی میگوی موندون اشاره کرد. در تحقیقات مشخص شده است که برگ‌های استویا ۳۰۰-۲۰۰ بار شیرین‌تر از ساکارز هستند. ماده فعال برگ این گیاه استویوزاید است، که یک تحریک‌کننده اشتها محسوب می‌شود (Sakai، ۱۹۹۶). ترکیبات موجود در ۱۰۰ میلی‌گرم عصاره برگ استویا در جدول ۱ آورده شده است.

برگ‌های استویا فاقد ساخارین و آسپارتام و کالری است و وجود ترکیبات پروتئینی و چربی در این گیاه این گیاه را یک کاندید مناسب برای بهبود شرایط پرورش‌اند. بدین منظور در این تحقیق با افزودن عصاره استویا به جیره غذایی کپور معمولی که یکی از گونه‌های رایج در پرورش ماهی استان خوزستان است، میزان افزایش رشد و بقاء

ماهی و تأثیر آن بر روی مقاومت ماهی کپور در مدت ۶۰ روز مورد پایش قرار گرفت.

جدول ۱: ترکیبات عصاره استویا در ۱۰۰میلی گرم (Sakai، ۱۹۹۶)

ماده	مقدار
بتا کاروتن	۲۳ میلی‌گرم
ویتامینA	IU۱۳
بیوتین	۶/۳ میلی‌گرم
ویتامینB	۰/۲۱ میلی‌گرم
نیاسین	۲/۴ میلی‌گرم
اسید پانتوتنیک	۰/۹۸میلی‌گرم
کلسیم	۱۲۰میلی‌گرم
آهن	۱/۳ میلی‌گرم
پتاسیم	۲۲۰۰ میلی‌گرم
فسفر	۲۰۰ میلی‌گرم
سدیم	۲۲ میلی‌گرم
کالری	۴۷ میلی‌گرم
پروتئین	۱۲/۱۱-۱۵/۰۵ درصد
کربوهیدارت	۶۴/۰۶-۶۷/۹۸ درصد
چربی	۳/۰۴-۳/۲۳ درصد
فیبر	۵/۹۲-۹/۵۲ درصد

مواد و روش‌ها

تمام مراحل عملی این تحقیق در مرکز تحقیقات تکثیر و پرورش آبزیان دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز و در سال ۱۳۹۴ انجام شده است. تغذیه ماهیان ۶۰ روز به‌طول انجام دید. برای این آزمایش ۷۲۰ عدد بچه ماهی با وزن اولیه ۱/۱۲±۱۲/۸۴ گرم از کارگاه پرورش ماهی به محل اجرا منتقل شدند. به‌منظور اجرای طرح از ۱۲ مخزن فایبر گلاس ۳۰۰ لیتری در سالن مرکز تحقیقات استفاده گردید.

جیره‌غذایی مورد استفاده در تحقیق: در جدول ۲ اجزای غذایی و ترکیبات آن‌ها در جیره نشان داده شده است.

جدول ۲: اجزای غذایی و ترکیبات آن‌ها در جیره (درصد)

پودر ماهی	آرد سویا	آرد گندم	روغن ماهی	روغن گیاهی	پرمیکس ویتامین	پرمیکس مواد معدنی
۲۳	۴۵	۲۵	۳	۳	۰/۵	۰/۵

جیره ماهی کپور با استفاده از اقلام (پودر ماهی، پودر سویا، آرد گندم، سبوس گندم، روغن آفتاب گردان، مخلوط ویتامین، مخلوط موادمعدنی) تهیه شد. جدول ۳ آنالیز تقریبی اجزای غذایی و درصد ترکیبات آن‌ها در جیره را نشان می‌دهد. مخلوط حاصل با استفاده از هم‌زن برقی به‌صورت خمیر یک دستی آماده شد. عصاره آبی استویا تهیه شده به‌میزان ppm ۲۰۰۰ (۱۱۰ میلی‌گرم در یک سی‌سی) به جیره اضافه شد، عصاره‌گیری به‌روش هضم maceration انجام شد (Lupatsch و همکاران، ۲۰۱۰)، و با استفاده از چرخ گوشت به‌صورت پلیت با قطر ۲ میلی‌متر در آمد. بعد از خشک کردن به کمک کاتر خرد شد و با استفاده الک سایز شدند، جیره آماده شده پس از بسته‌بندی تا زمان مصرف در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند (Nakagawa و Sato، ۲۰۰۳).

جدول۳: آنالیز تقریبی اجزای غذایی و درصد ترکیبات آن‌ها در وزن خشک جیره (درصد)

پروتئین خام	۳۸-۳۶
چربی خام	۱۰-۹
فیبر	۵
رطوبت	کم‌تر از ۸
خاکستر	۱۲-۱۱
TVN (میلی‌گرم / ۱۰۰ گرم)	کم‌تر از ۴۰
انرژی خام (کیلوکالری/کیلوگرم)	۳۵۰۰

تیماربندی ماهی‌ها: بعد از طی شدن مرحله سازگاری ماهی‌ها، ۷۲۰ عدد بچه ماهی به ۴ تیمار و هر تیمار در ۳ تکرار به‌صورت کاملاً تصادفی تقسیم‌بندی شدند و به‌صورت زیر مورد آزمایش قرار گرفتند.

تیمار یک با تراکم ۳ کیلوگرم بر متر مکعب (۳۰ عدد ماهی) که با عصاره استویا مورد تغذیه قرار گرفت.

تیمار دو با تراکم ۵ کیلوگرم بر متر مکعب (۵۰ عدد ماهی) که با عصاره استویا مورد تغذیه قرار گرفت.

تیمار سه با تراکم ۱۰ کیلوگرم بر متر مکعب (۱۰۰عدد ماهی) که با عصاره استویا مورد تغذیه قرار گرفت.

تیمار ۴، ۵ و ۶ به‌ترتیب در تراکم‌های ۳، ۵ و ۶ کیلوگرم بر مترمکعب تحت‌عنوان گروه‌های شاهد بدون افزودن عصاره استویا غذایی غذادهی ۳ نوبت در روز و برای همه تیمارها به‌میزان ۳ تا ۵ درصد وزن بدن انجام شد. یک بار در روز عمل جمع‌آوری فضولات به‌وسیله سیفون از کف برای احتساب میزان غذای دفع شده صورت گرفت. در طول دوره پروش استانداردهای پرورش مانند استفاده از آب با درجه‌حرارت مناسب، غذای متعادل، اجتناب از تحمیل استرس به ماهیان برای تمامی مخازن رعایت شده و هم‌چنین کیفیت آب در حد مطلوب نگه داشته شد. درجه‌حرارت و میزان اکسیژن محلول هر روز به‌وسیله دماسنج و اکسیژن‌سنج دقیق قابل حمل اندازه‌گیری شد (جدول ۴).

جدول ۴: شرایط فیزیکی و شیمیایی آب مورد استفاده در تحقیق

دما (سانتی‌گراد)	اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)
۲۶±۱/۱۸	۵/۹±۰/۸

جهت بررسی اثر عصاره مصرفی در غذای ماهی کپور معمولی بر رشد آن‌ها، اندازه شاخص‌های رشد محاسبه شدند. جهت اندازه‌گیری شاخص‌های رشد تمام ماهیان به‌طور انفرادی وزن و اندازه‌گیری شدند.

میزان افزایش وزن بدن (BWI, Body weight increase) از فرمول $W=W-W_0$ استفاده شد که در آن W_0: وزن اولیه (گرم)، W: وزن پایانی (گرم) می‌باشد (Promya و Chitmntat، ۲۰۱۱). برای اندازه‌گیری طول (Length Gain) از فرمول $Lg =L-L_0$ افزایش طول (Ezhill و همکاران، ۲۰۰۸) استفاده شد که در آن L_0: طول اولیه (سانتی‌متر) و L: طول نهایی (سانتی‌متر) می‌باشد. نرخ رشد نسبی (Relative Growth Ratio) از رابطه $PGR = Wg/100$ محاسبه شد که در آن Wg: میزان افزایش وزن بود (Ezhill و همکاران، ۲۰۰۸). نرخ بقا (Survival Ratio) از طریق فرمول $N/N_0*100=$ درصدبقا و داده‌های N_0: تعداد اولیه N: تعداد نهایی محاسبه شد.

نرخ رشد ویژه (Specific Growth Ratio) که نمایانگر میزان رشد نمونه‌ها در حد فاصل یک دوره پرورش می‌باشد که این معیار توسط فرمول زیر محاسبه و با واحد درصد در روز نشان داده می‌شود (Promya و Chitmntat، ۲۰۱۱).

$[Ln (W-W_0)/(T)]*۱۰۰ =$درصد رشد ویژه

که در آن T: زمان ، W_0 وزن اولیه (گرم)، W: وزن پایانی(گرم) و Ln: لگاریتم بود. ضریب تبدیل غذایی(Feed Conversion Ratio) از طریق فرمول $FCR =F/Wg$ و فاکتورهای F: مقدار غذای مصرفی (گرم) و Wg: افزایش وزن (گرم) محاسبه شد (Promya و Chitmntat، ۲۰۱۱). در نهایت فاکتور وضعیت (Condition factor) با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود (Bagenal، ۱۹۸۷): $CF =W/L_3 \times 100$

طول کل ماهی برحسب سانتی متر :L وزن ماهی بر حسب گرم :W

به‌منظور انجام آنالیزهای آماری نرم‌افزار SPSS(آزمون تی، آنالیز واریانس یک‌طرفه) و برای رسم جداول و نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

در جدول ۵، نتایج شاخص‌های رشد و زیست‌سنجی در ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تحت درمان با عصاره استویا با غلظت ۲۰۰۰ قسمت در میلیون و تحت تراکم ۳، ۵ و ۱۰ کیلوگرم در مترمکعب محاسبه شده است. نتایج نشان داد که پارامترهای وزن نهایی، فاکتور وضعیت، افزایش وزن، افزایش، نرخ رشد نسبی، نرخ رشد ویژه، بازده پروتئین و کارایی غذا در هر سه تراکم ۳، ۵ و ۱۰ کیلوگرم در مترمکعب وضعیت یکسانی بین شاهد و تیمار داشتند. به شکلی که در مورد پارامترهای وزن نهایی، افزایش وزن، افزایش طول، نرخ رشد نسبی، نرخ رشد ویژه، بازده پروتئین و کارایی غذا بین شاهد و تیمار اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بود. در تیمار ۳ کیلوگرم در مترمکعب همین نتیجه در مورد پارامترهای طول نهایی، طول استاندارد و طول چنگالی نیز همین نتیجه مشاهده شد اما در این پارامترهای در تیمارهای ۵ و ۱۰ کیلوگرم در مترمکعب اختلاف معنی‌داری بین شاهده و تیمار وجود نداشت($p>۰/۰۵$). در مورد پارامترهای فاکتور وضعیت در هر سه تیمار بین شاهد و تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$).

مقایسه شاخص‌های رشدی در بین سه تراکم ۵،۳ و ۱۰ کیلوگرم در مترمکعب: شاخص‌های رشدی و زیست‌سنجی شامل وزن نهایی، طول نهایی، طول استاندارد، طول چنگالی، افزایش وزن، افزایش طول، درصد رشد نسبی، درصد رشد ویژه، فاکتور وضعیت در ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با مقادیر متفاوت عصاره استویا با دوز ۲۰۰۰ قسمت در میلیون، در تیمارهای مختلف مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت و نتایج بعد از به‌دست آوردن میانگین و انحراف معیار هر تیمار به تفصیل در جدول ۵ بیان گردید. ۴ پارامتر وزن کل، طول نهایی، طول استاندارد و طول چنگالی بین سه تیمار مورد آزمایش در تراکم‌های ۳ و ۱۰ کیلوگرم در متر مکعب دارای‌اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بودند و در تمامی پارامترها، تیماری با تراکم ۳ کیلوگرم در مترمکعب دارای مقادیر بالاتر از دو تیمار ۵ و ۱۰ کیلوگرم در مترمکعب بوده و در تمامی پارامترها، تیمار ۱۰ کیلوگرم در مترمکعب کم‌ترین مقدار را نشان داد. فاکتور وضعیت بین سه تیمار ۳، ۵ و ۱۰ کیلوگرم در مترمکعب فاقد اختلاف معنی‌دار ($p>۰/۰۵$) بود. در مورد پارامترهای افزایش وزن، افزایش طول، نرخ رشد نسبی، نرخ رشد ویژه، کارایی غذا و بازده پروتئین بین تیمارهای شاهد و تیمار تحت درمان با استویا بین ۳ تیمار ۳، ۵ و ۱۰ کیلوگرم در مترمکعب اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) وجود داشت و به‌جز کارایی غذا در تمامی پارامترها، تیماری با تراکم ۳ کیلوگرم در مترمکعب دارای مقادیر بالاتر از دو تیمار ۵ و ۱۰ کیلوگرم در مترمکعب بوده و تیمار ۱۰ کیلوگرم در مترمکعب در تمامی پارامترها، کم‌ترین مقدار را نشان داد.

محاسبه درصد بقا: در شکل ۱، درصدهای بقا تیمارهای مختلف بیان شده است، از بین دو تیمار فقط تیمارهای شاهد با تراکم ۵ و ۱۰ کیلوگرم در مترمکعب دارای تلفات بودند.

جدول ۵: نتایج شاخص‌های رشدی و زیست‌سنجی ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تحت درمان با استویا (*Stevia rebaudiana*) (Mean±SD) در سه تراکم ۳، ۵ و ۱۰ کیلوگرم در مترمکعب در سال ۱۳۹۴

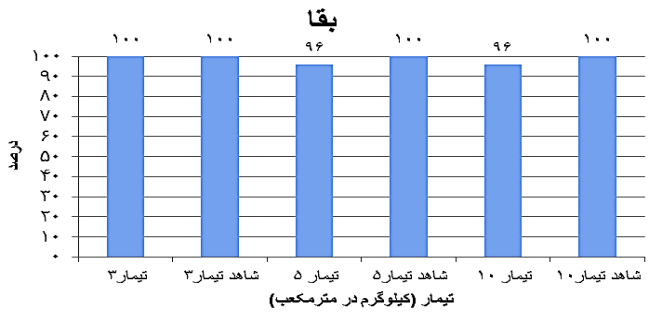
	تراکم ۳ کیلوگرم در مترمکعب		تراکم ۵ کیلوگرم در مترمکعب		تراکم ۱۰ کیلوگرم در مترمکعب	
	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
وزن نهایی (گرم)	۱۵/۰۲±۱/۸۱^{a}	۲۷/۹۵±۲/۳۳^{b}	۲۰/۰۷±۱/۹۷^{a}	۲۶/۰۵±۱/۹۲^{b}	۱۷/۱۰±۱/۱۹^{a}	۲۲/۶۹±۳/۰۳^{b}
طول نهایی (سانتی‌متر)	۱۰/۷۰±۰/۴۴^{a}	۱۲/۷۰±۰/۷۲^{b}	۱۱/۲۸±۰/۳۹^{a}	۱۱/۹۰±۰/۶۶^{a}	۱۱±۰/۲۵^{a}	۱۱/۴۸±۰/۶۲^{a}
طول استاندارد (سانتی‌متر)	۸/۷۰±۰/۴۴^{a}	۱۰/۳۰±۰/۶۲^{b}	۸/۹۲±۰/۱۸^{a}	۹/۴۵±۰/۵۶^{a}	۸/۹۴±۰/۳۹^{a}	۹/۱۶±۰/۴۶^{a}
طول چنگالی(سانتی‌متر)	۹/۶۰±۰/۴۱^{a}	۱۱/۱۶±۰/۵۸^{b}	۹/۹۲±۰/۱۸^{a}	۱۰/۵۷±۰/۵۹^{a}	۹/۹۴±۰/۵۲^{a}	۱۰/۱۳±۰/۴۹^{a}
فاکتور وضعیت	۱/۲۲±۰/۱۲^{a}	۱/۳۸±۰/۱۰^{a}	۱/۴۰±۰/۰۸^{a}	۱/۵۵±۰/۱۴^{a}	۱/۲۹±۰/۰۹^{a}	۱/۴۹±۰/۱۸^{a}
افزایش وزن (گرم)	۲/۹۵±۰/۷۰^{a}	۱۵/۷۷±۰/۶۴^{b}	۷/۸۲±۰/۴۱^{a}	۱۳/۸۲±۰/۶۷^{b}	۴/۸۱±۰/۴۷^{a}	۱۰/۴۳±۰/۵۳^{b}
افزایش طول (سانتی‌متر)	۰/۴±۰/۰۱^{a}	۲/۴۳±۰/۲۲^{b}	۰/۸۵±۰/۱۷^{a}	۱/۵۷±۰/۱۷^{b}	۰/۷۵±۰/۱۷^{a}	۱/۱۳±۰/۱^{b}
نرخ رشد نسبی (درصد)	۰/۰۲±۰/۰۰۷^{a}	۰/۱۵±۰/۰۰۶^{b}	۰/۰۷±۰/۰۰۷^{a}	۰/۱۳±۰/۰۰۶^{b}	۰/۰۴±۰/۰۰۴^{a}	۰/۱۰±۰/۰۰۵^{b}
نرخ رشد ویژه (درصد)	۰/۳۵±۰/۰۲^{a}	۱/۳۸±۰/۰۷^{b}	۰/۸۱±۰/۰۶^{a}	۱/۲۵±۰/۰۴^{b}	۰/۵۵±۰/۰۵^{a}	۱/۰۱±۰/۰۳^{b}
بازده پروتئین	۰/۸۷±۰/۰۲۱^{a}	۰/۶۸±۰/۰۱۱^{b}	۰/۸۹±۰/۰۳^{a}	۰/۷۵±۰/۰۱^{b}	۰/۹۰۸±۰/۱۰۲^{a}	۰/۸۱±۰/۰۱۰^{b}
کارایی غذا (درصد)	۲/۲۹±۰/۱۱^{a}	۱/۷۸±۰/۰۷^{b}	۲/۳۲±۰/۰۵^{a}	۱/۹۵±۰/۰۴^{b}	۲/۳۷±۰/۰۰۲^{a}	۲/۱۲±۰/۰۰۲^{b}

حروف غیرمشابه نشان از معنی اختلاف معنی‌دار سطح ۰/۰۵ است (p<۰/۰۵).

جدول ۵: مقایسه شاخص‌های رشدی در تیمارها

	تیمار (کیلوگرم در مترمکعب)		
	۳	۵	۱۰
وز ن نهایی (گرم)	۲۷/۹۵±۲/۳۳^{a}	۲۶/۰۵±۱/۹۲^{ab}	۲۲/۶۹±۲/۰۳^{b}
طول نهایی (سانتی‌متر)	۱۲/۷۰±۰/۵۸^{a}	۱۱/۹۰±۰/۶۶^{ab}	۱۱/۴۸±۰/۶۲^{b}
طول استاندارد (سانتی‌متر)	۱۰/۳۰±۰/۶۲^{a}	۹/۴۵±۰/۵۶^{ab}	۹/۱۶±۰/۴۶^{b}
طول چنگالی (سانتی‌متر)	۱۱/۱۶±۰/۵۸^{a}	۱۰/۵۷±۰/۵۹^{ab}	۱۰/۱۳±۰/۴۹^{b}
فاکتور وضعیت	۱/۳۸±۰/۱۰^{a}	۱/۵۵±۰/۱۴^{a}	۱/۴۹±۰/۱۸^{a}
افزایش وزن (گرم)	۱۵/۷۷±۰/۶۴^{a}	۱۳/۸۲±۰/۶۷^{b}	۱۰/۴۳±۰/۵۳^{c}
افزایش طول (سانتی‌متر)	۲/۴۳±۰/۲۲^{a}	۱/۵۷±۰/۱۷^{b}	۱/۱۳±۰/۱^{c}
نرخ رشد نسبی (درصد)	۰/۱۵±۰/۰۰۶^{a}	۰/۱۳±۰/۰۰۶^{b}	۰/۱۰±۰/۰۰۵^{c}
نرخ رشد ویژه (درصد)	۱/۳۸±۰/۰۷^{a}	۱/۲۵±۰/۰۴^{b}	۱/۰۱±۰/۰۳^{c}
بازده پروتئین	۰/۶۸±۰/۰۱۱^{a}	۰/۷۵±۰/۰۱^{b}	۰/۸۱±۰/۰۱۰^{c}
کارایی غذا (درصد)	۱/۷۸±۰/۰۱^{a}	۱/۹۵±۰/۰۰۴^{b}	۲/۱۲±۰/۰۰۲^{c}

حروف غیرمشابه نشان از معنی اختلاف معنی‌دار سطح ۰/۰۵ است (p<۰/۰۵).



شکل ۱: نمودار محاسبه درصد بقا

بحث

طی سالیان متمادی، داروهای گیاهای به سبب انباشته نشدن مواد موثره آن‌ها در بدن انسان و عدم ایجاد اثرات جانبی مخرب، اساس و حتی در برخی موارد تنها راه درمان محسوب می‌شدند (حسینی‌هاشم‌زاده و محبعلی‌پور، ۱۳۹۳). مصرف گسترده داروهای گیاهی در پزشکی موجب شده است، تا تعدادی از آن‌ها در دامپزشکی نیز مورد استفاده قرار گیرند. در بررسی Yadav و Galerix (۲۰۱۲)، استویا گیاهی شیرین برگ و شیرین کننده‌ای غیرجهش‌زا، غیرسمی، ضدمیکروبی و بی هیچ عارضه جانبی قابل توجه بوده و کاهش‌دهنده قندخون و فشارخون (تعداد ضربان، تعادل و قدرت هر ضربان) نیز می‌باشد و ماده مهمی در جهان دارویی و صنعت مواد غذایی و آشامیدنی محسوب می‌شود. با توجه به خواص بسیار این گیاه دارویی، در این تحقیق، استفاده از این گیاه برای بررسی امکان بالا بردن تراکم کپور معمولی (به عنوان یکی از مهم‌ترین گونه‌های پرورشی در جهان و ایران) مورد تحقیق قرار گرفته است. برای انجام این تحقیق ۳ تراکم ۳، ۵ و ۱۰ کیلوگرم در مترمکعب و تیمار تحت درمان استویا با دوز ۲۰۰۰ قسمت در میلیون و در گروه‌های شاهد با همین تراکم مدنظر قرار گرفت، که در ادامه نتایج و تاثیراتی که استفاده از این گیاه بر روی پارامترهای رشد ماهیان کپور گذاشته‌اند، مورد تحلیل قرار می‌گیرد.

اثر عصاره استویا بر پارامترهای رشدی: همان‌طورکه در جداول خروجی و داده‌های این مقاله نشان داده شده است، در کلیه تیمارها (تراکم‌های ۳، ۵ و ۱۰کیلوگرم در مترمکعب)، تیمارهای شاهد در مقایسه با تیمارهای تحت درمان با استویا، مقادیر بالاتری را در پارامترهای وزن نهایی، طول نهایی، طول استاندارد، طول چنگالی، فاکتور وضعیت، افزایش وزن، افزایش طول، نرخ رشد نسبی، نرخ رشد ویژه، بازده پروتئین نشان دادند و هم‌چنین در مورد پارامترهای کارایی غذایی، تیمارهای تحت درمان کارایی بالاتری را در مقایسه با شاهدین نشان دادند، که تائید کننده تاثیر مثبت گیاه استویا (*S. rebaudiana*) برای مقابله با شرایط تراکم و بهبود قابلیت زیست ماهیان تحت شرایط تراکم است. Harada و همکاران (۱۹۹۳)، نشان دادند که عصاره استویا اثر جاذبه‌ای روی تغذیه ماهی بالغ زینتی Weather fish داشته است.

برگ گیاه استویا دارای ترکیبات گلیکوزیدی فراوان است که به عنوان عامل اصلی شیرینی در این گیاه شناخته می‌شود و شیرینی ۳۰۰ برابر ساکاروز دارد (حمزه‌لوئی و همکاران، ۱۳۸۸). از این رو این قند به عنوان یک منبع انرژی در ماهی مورد استفاده قرار گرفته و با توجه به داشتن خاصیت بهبود دهنده دستگاه گوارش (یوسفی‌اصل و همکاران، ۱۳۹۱)، نقش یک مکمل غذایی را ایفا کرده و سبب افزایش جذب و تبدیل مواد غذایی می‌شود که این امر بهتر بودن فاکتورهای رشدی و تغذیه‌ای را در تیمارهای تحت درمان با استویا در مقایسه با شاهدین را تائید می‌کند. اما با یافته‌های Leano و همکاران (۲۰۰۷) بر روی شاخص‌های رشد و ایمنی میگوی سبز *Penaeus monodon* با استفاده از استویا (در سه غلظت ۱، ۲، ۴ و ۸ درصد) هماهنگی ندارد. در تحقیق آن‌ها، تاثیر عصار استویا بر روی رشد، ایمنی غیر اختصاصی و مقاومت به بیماری‌های میگوی سبز *Penaeus monodon* مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، که این عصاره هیچ تاثیر معنی‌داری بر روی رشد در میگوها نداشته اما در غلظت‌های ۴ و بالاتر سبب بهبود ایمنی در میگوها شد.

هم‌چنین در تحقیق Shiozaki و همکاران (۲۰۰۴) قدرت حفاظتی استویا در روده قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی سه تیمار جیره حاوی هیستامین به‌میزان ۱۰ گرم در هر کیلوی جیره، استویا به میزان ۲ گرم و یک تیمار شاهد مورد تحقیق گرفتند. نتایج نشان داد که استویا هیچ تاثیری بر روی رشد ماهی، ضریب جذب غذایی، نرخ کارآمدی غذا یا فاکتور وضعیت نداشت که خلاف نتایج این تحقیق است. که شاید دلیل احتمالی این اختلاف در ارتباط با نوع گونه و نوع تغذیه باشد.

طبق تحقیقات Kobus-Moryson و Gramza-Michałowska (۲۰۱۵)، برگ گیاه استویا، محتوی پروتئین (۲۰/۴-۱۰ گرم در ۱۰۰گرم) کافی جهت رشد و برآورده کردن نیاز بدن است. Mohammad و همکاران (۲۰۰۷) ۹ آمینو اسید گلوتامیک، اسید اسپارتیک، لیزین، سرین، ال-ایزولوسین، آلانین، پرولین، تیروزین و متیونین را در برگ استویا جداسازی کردند. بعد از آن، Abou-Arab و همکاران (۲۰۱۰) هفده اسیدآمینه دیگر را شناسایی کردند و تقریباً از میان تمام اسیدهای آمینه ضرروری برای بدن فقط تریپتوفان شناسایی نشد. به همین دلیل برگ گیاه استویا از نقطه نظر پروتئینی بسیار ارزشمند است. که خود این امر تائیدکننده بهتر بودن بازده پروتئین در تیمارهای تحت درمان با استویا در مقایسه با تیمارهای شاهد است.

از طرفی تحقیقات Fitch و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که عصاره‌های الکلی گونه‌های مختلف استویا به‌دلیل دارا بودن فلاونوئیدها، گزانتوفیل‌ها و هیدروکسی سینامیک اسیدها خاصیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی را از خود نشان می‌دهند. آنتی اکسیدان‌ها از مواد موجود در مواد غذایی هستند، که خاصیت دفاعی سلول را بالا می‌برند و از صدمات رادیکال‌های آزاد (اکسیدان‌ها) به سلول‌های بدن جلوگیری می‌کنند (حمیداوغلی و همکاران، ۱۳۸۹). هم‌چنین یافته‌ها نشان

می‌دهد که آنتی‌اکسیدان‌ها ممکن است با واکنش‌های اکسیداسیونی با رادیکال‌های آزاد، مانع از ایجاد چیلیت‌های فلزی شوند (Buyukokuroglu و همکاران، ۲۰۰۱). Tadhani و همکاران (۲۰۰۷) فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی برگ استویا (*S. rebaudiana*) را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها محتوی کل پلی‌فنول‌ها را در برگ استویا ۲۵/۱۸ میلی‌گرم در گرم و محتوی ۲۱/۷۳ گرم فلاونوئید تخمین زده شد. علاوه بر این توانایی کاهش فریک پلاسما (FRAP) و رادیکال‌ها، ۲،۲-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) نیز نشان از نقش آنتی اکسیدانی این گیاه داشت. علاوه بر این تحقیقات، تحقیقات Shiozaki و همکاران (۲۰۰۴) به‌وضوح نشان داد که گیاه استویا پتانسیل بالقوه‌ای برای تبدیل شدن به یک آنتی‌اکسیدان طبیعی را دارد. این مورد به همراه این موضوع که برگ گیاه استویا دارای خاصیت آنتی‌بیوتیکی بوده و به‌عنوان جایگزین این نوع داروها و استروئیدها محسوب شده و از طرفی باعث تسهیل واکنش‌های آلرژیک و کاهش مقاومت بدن نسبت به فاکتورهای پاتوژنیک می‌شود (کرمانشاه و همکاران، ۱۳۸۹) که خود سبب کاهش انرژی مصرفی جهت حفظ ایمنی بدن و هدایت این انرژی به سمت رشد و افزایش وزن بدن می‌شود، که در تحقیق حاضر نتایج نشان از بهبود عملکرد تیمار تحت درمان با استویا در مقایسه با شاهدین دارد. از طرفی برگ گیاه استویا به دلیل دارا بودن ۰/۱۲ تا ۰/۱۶ درصد اسیدهای چرب ضروری می‌تواند نیازهای ماهی به اسیدهای چرب را برطرف سازد (Ahmad و همکاران، ۲۰۱۱). استویا در برگیرنده مقادیر قابل توجهی از مواد مغذی مهم است که برای حفاظت از موجود، تنظیم و نگه‌داری فرآیندهای متابولیک ضروری هستند. ازجمله این مواد مغذی پتاسیم، کلسیم، منگنز، سدیم، روی و آهن را می‌توان نام برد (Kobus-Moryson و Gramza-Michałowska، ۲۰۱۵). علاوه بر این، نتایج تحقیقات Kim و همکاران (۲۰۱۱) بر روی استویا نشان داد که گیاهان شیرین‌کننده در بردارنده منابع خوبی از بعضی از ویتامین‌ها است و پیش از همه، استویا در بردارنده محتوی بالایی از فولیک اسیدها (۲۵/۱۸ میلی‌گرم/۱۰۰ گرم) و ویتامین C (۱۴/۹۸ میلی‌گرم/۱۰۰ گرم) است. که تمامی این مواد بر روی کارکرد بدن موثر بخصوص در شرایط متراکم موثر هستند.

علاوه بر این برزیلی‌ها از استویا برای هضم بهتر و آسان‌تر استفاده می‌کنند و مدت‌ها از این گیاه به‌منظور تقویت معده و روده استفاده می‌شده است (Kobus-Moryson و Gramza-Michałowska، ۲۰۱۵). از این‌رو به‌نظر می‌رسد که این گیاه با بهبود محیط معده و روده سبب بهبود حذف و گوارش موادغذایی شده و از این رو بالارفتن پارامترهای رشد و بهبود کارایی غذایی در تیمارهای تحت درمان در مقابل شاهدان قابل توجیه است. یکی از عوامل اقتصادی بودن پرورش آبزیان ضریب تبدیل غذا است، چرا که علاوه بر کاهش هزینه‌های غذا و غذادهی به سبب مقدار کم‌تر غذادهی، از آلودگی ثانویه آب محیط پرورش و به تبع آن کاهش پارامترهای کیفی آب جلوگیری خواهد کرد (فلاحتکار و همکاران، ۱۳۸۵) و با توجه به این‌که هدف صنعت آبزی‌پروری بهینه ساختن رشد و تولید ماهی بیش‌تر با کیفیت بالاست و در این بین پرورش ماهی در تراکم بالا باید با سرعت رشد مناسب و میزان بقا بالا همراه باشد تا جبران کننده هزینه‌ها شود از این رو، استفاده از گیاه استویا می‌تواند کمک زیادی در این زمینه به پرورش دهندگان کند. در مورد اثرات گیاهان دارویی بر روی پارامترهای رشد تحقیقات زیادی صورت گرفته که عموماً نشان از تاثیر مثبت این عصاره‌های گیاهی بر روی رشد دارند از جمله: Immanuel و همکاران (۲۰۰۴)،اثرافزودن *Ricinus communis, P. niruri, Leucus aspera, Manihot eaculenta* و علف دریای *Ulva lactuca* و *Sargassum wightii* را بر روی *P. indicus* را مورد بررسی قرار داد. نتایج افزایش ۱/۲-۴۶/۵۱ درصدی را در نرخ رشد ویژه مشاهده کردند.

Seung-cheol و همکاران (۲۰۰۷)، اثر ترکیب پودر چند گیاه دارویی در جیره‌غذایی ماهی فلاندر ژاپنی *Japanese flounder* و تاثیر آن بر رشد این ماهی را بررسی نمودند. در این تحقیق پودر گیاهان دارویی *Massa medicate, fermentata, Crataegi fructus, Artemisia capillaries* و *Cnidium officinale* با هم ترکیب شده و با غلظت‌های ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵ و ۱ گرم در ۱۰۰ گرم جیره‌غذایی به ماهیان انگشت قد به‌مدت ۸ هفته خورانده شد. ماهیانی که با جیره حاوی ۰/۳، ۰/۵ و ۱ گرم در ۱۰۰ گرم جیره تغذی شده بودند افزایش وزن بیش‌تری را نسبت به تیمار شاهد و تیماری که با جیره حاوی ۰/۱ گرم پودر گیاهی در ۱۰۰ گرم جیره تغذیه شده بود نشان دادند.

بابایی و همکاران (۱۳۹۴)، اثر بتافین به‌عنوان ماده موثره سیلی مارین به‌عنوان ماده موثر گیاه خارمریم *S. marianum* را بر روی شاخص‌های سرمی و رشدی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را مورد بررسی قرار دارد. نتایج نشان داد که سیلی مارین تاثیر چندانی بر روی شاخص‌های رشد نداشته ولی در بهبود برخی از شاخص‌های کبدی موثر بوده است.

تاثیر تراکم بر پارامترهای رشدی: تراکم یکی از عوامل مهم و موثر در بازدهی و سوددهی تجاری پرورش ماهی به‌شمار می‌آید. در واقع هر چه تراکم بالاتر باشد میزان تولید بیش‌تر می‌باشد و در نتیجه سوددهی و ارزش اقتصادی بیش‌تری را به‌دنبال خواهد داشت.

در تحقیق حاضر کاهش نرخ رشد و افزایش ضریب تبدیل غذایی با افزایش تراکم ذخیره سازی مشاهد شد که تحقیقات زیادی (کیهانی و همکاران، ۱۳۹۲) این نتیجه را تائید می‌کنند. Samad و همکاران (۲۰۱۴) تاثیر تراکم را بر روی رشد و تغذیه ماهی *Epinephelus coioides* در سیستم چرخش مجدد آب و سیستم با آب جاری مورد بررسی قرار دادند. در مجموع نتایج آن‌ها نشان داد که تراکم در هر دو سیستم تاثیر معنی‌داری بر روی رشد و ضریب تغذیه‌ای در تمام تیمارها دارد. که دقیقاً منطبق بر یافته‌های تحقیق حاضر است. در جمعیت‌های متراکم ماهی رابطه بین سلامت و تراکم بالا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و در این شرایط تغذیه و کیفیت آب از عوامل مهم و تاثیرگذار بر روی سلامت ماهی به‌شمار می‌آیند. که این امر در تحقیق Lupatsch و همکاران (۲۰۱۰) مورد تائید قرار گرفت. در پایان تحقیق آن‌ها با بررسی اثر تراکم و سطح تغذیه و پاسخ استرس در باس دریایی اروپایی به این نتیجه رسیدند که تفاوت معنی‌داری در تراکم پائین در عملکرد رشد و مصرف خوراک وجود ندارد ولی در تراکم بالا کمبود اکسیژن و استرس حاد مشاهده شد، که ازجمله عواملی هستند که کاهش نرخ رشد و ضریب تبدیل غذایی را به‌دنبال دارند. در واقع تراکم یک عامل بالقوه در ایجاد استرس (Vijayan و Leatherland، ۱۹۸۸) که برآیند آن در نرخ رشد ماهی (Ross و همکاران، ۱۹۹۸؛ Holm و Refstie، ۱۹۹۰) انعکاس می‌یابد و در واقع استرس محیطی از جمله تراکم، فاکتور تاثیرگذاری است که مسئول محدودشدن کارکرد ماهی تحت شرایط پرورش است (Ellis و همکاران، ۲۰۰۲؛ Wendelar، ۱۹۹۶). در زمان استرس برخی از واکنش‌های هورمونی نظیر بالا رفتن هورمون کرتیزول و واکنش‌های فیریولوژیکی اتفاق می‌افتد، به‌طوری‌که میزان خروج ضایعات، مواد دفعی و هم‌چنین میزان دفع آمونیاک در تراکم‌های بالا به شدت افزایش یافته که نتیجه این واکنش‌ها تغییر در توانایی ماهی برای بقا، رشد و تولیدمثل است (Barton و Iwama، ۱۹۹۱).

به‌همین دلیل تحت شرایط استرس حیوانات به انرژی بیش‌تری برای فعالیت‌های هموستازی خود نیاز دارند (Schereck، ۱۹۸۲) و از طرف دیگر این انرژی بیش‌تر صرف مقابله با استرس می‌شود تا رشد و کاهش مصرف غذا، ممکن است نشان‌دهنده روبرو شدن با سطح بالایی از استرس در شرایط تراکم بالا باشد (Moradyan و همکاران، ۲۰۱۲). Haque و همکاران (۱۹۸۴) و Kawamoto و همکاران (۱۹۵۷) دریافتند که افزایش رشد بهتر در ذخیره‌سازی‌هایی با تراکم پائین‌تر به‌دست می‌آید. در واقع در ذخیره‌سازی در تراکم پائین‌تر، فضا و غذای بیش‌تری در دسترس بوده و رقابت کم‌تر است که این اصل توسط نویسندگان متعددی گزارش شده‌است (Hasan و همکاران، ۱۹۸۴؛ Ahmad، ۱۹۸۲؛ Haqu و همکاران، ۱۹۸۲). علاوه بر این مورد Ellis و همکاران (۲۰۰۲) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که تعداد زیاد ماهی در هر متر مربع سبب کاهش توانایی دید و دسترسی به غذا در ماهی می‌شود و یک دلیل برای نرخ رشد پائین و ضریب تبدیل غذایی بالا در تراکم‌های بالا محسوب می‌شود. این پدیده نشان می‌دهد که به احتمال زیاد تراکم پائین سبب ترغیب حس خوردن غذا در ماهیان شود که به‌نظر می‌رسد در تیمارهای با ذخیره‌سازی در تراکم‌های بالا حذف می‌شود. که این دلیل بالاتر بودن شاخص‌های رشدی در ماهیان و بهتر بودن ضریب تبدیل غذایی را در تیمارهای با تراکم پائین تائید می‌کند. مقایسه بین تیمارها چه شاهدین و چه بین تیمارهای تحت درمان با استویا نشان می‌دهد که افزایش تراکم سبب کاهش پارامترهای رشدی و افزایش کارایی مصرف غذا در هر دو دسته مورد بررسی (شاهدها و تیمارها) می‌شود. به این معنی که بالاترین و بهترین میزان پارامترهای رشدی در تراکم ۳ کیلوگرم در مترمکعب و سپس ۵ کیلوگرم بر متر مکعب و در نهایت ۱۰ کیلوگرم بر متر مکعب اندازه‌گیری شد. یعنی بالا رفتن تراکم با کاهش رشد همراه است. این نتایج با تحقیقات دیگر از جمله Lupatsch و همکاران (۲۰۱۰) که در بالا ذکر شد، هم‌خوانی دارد. هرچند در تمامی موارد شاهدین مقادیر پائین‌تری را نسبت به تیمارهای تحت درمان با استویا نشان دادند. Sato و Takeuchi (۱۹۹۶)، به‌منظور مطالعه اثر عصاره استویا بر میزان تحمل ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به این نتیجه رسیدند که عصاره استویا باعث بهبود چشم‌گیر مقاومت به شرایط کم اکسیژنی در قزل آلای رنگین‌کمان می‌شود. شاید یکی از دلایل بالاتر بودن شاخص‌های رشدی در گونه‌های تحت تیمار با استویا در مقایسه با شاهدین نیز همین افزایش تحمل در برابر شرایط تراکم در ماهی‌ها و مغذی بودن گیاه استویا باشد که در بالا توضیح داده شد. کیفیت آب تاثیرات پیچیده چند جانبه‌ایی در ذخیره‌سازی‌هایی با تراکم بالا دارد. Miao (۱۹۹۲) دریافت که نگه‌داری با تراکم بالا همراه با کاهش pH، دی‌اکسید کربن، درجه‌حرارت و اکسیژن محلول است که نتیجه آن منجر به تغییر در کیفیت آب شده که نقش مهمی در رشد و بقای ماهی دارد. در واقع ذخیره‌سازی با تراکم بالا ممکن است به‌دلیل ایجاد استرس سبب بد شدن کیفیت آب می‌شود (Barton و Iwama، ۱۹۹۱). گزارش Trenzado و همکاران (۲۰۰۶) تائیدکننده این مطلب است، نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که اضافه وزن و رشد بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان نگه‌داری شده در شرایط متراکم در مقایسه با

شرایط با تراکم کم‌تر، کاهش پیدا کرده بود که با نتایج تحقیق حاضر تطابق دارد.

محققان مختلف اثبات کردند که تراکم ذخیره‌سازی فاکتور مهمی است که تحت شرایط پرورش در مزرعه رشد ماهی را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Promya و Chitmanat، ۲۰۱۱). مطالعات مختلف تاثیرات منفی افزایش تراکم را بر روی رشد گونه‌های مختلف ماهی (Yi و همکاران، ۱۹۹۶؛ Holm و همکاران، ۱۹۹۰) نشان داده است که در پرورش متراکم، تراکم ذخیره‌سازی فاکتوری مهم است که تعیین‌کننده قابلیت اقتصادی یک سیستم تولیدی برای ادامه کار است. زیرا افزایش تراکم باعث کاهش بهره‌وری غذای مصرفی توسط ماهی شده و کاهش رشد در نتیجه افزایش ضریب غذایی را به‌دنبال داشته و همین امر باعث افزایش هزینه تولید خواهد شد (علامه، ۱۳۸۳).

German و همکاران (۲۰۰۷)، گزارشی از کاهش رشد را در اثر نگه‌داری در تراکم بالا را در ماهی هالیبوت کالیفرنیا (*Paralichthys californicus*) ارائه دادند. Martinez و Fernandez (۱۹۹۱) گزارش کردند که ماهی‌های توربوت (*Scophthalmus maximus*) که در شرایط تراکم بالا نگه‌داری شده بودند، میزان رشدشان کاهش یافته بود. گزارش ارائه شده توسط علامه (۱۳۸۳) کاهش رشد ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در تیمارهای نگه‌داری شده در تراکم بالا را نسبت به سایر تیمارها نشان می‌دهد که همگی با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. از این‌رو می‌توان گفت که تراکم بالا به‌دلایلی از قبیل محدود نمودن دسترسی به غذا، وجود ماهی‌های غالب که باعث ایجاد طبقات وزنی در بین ماهیان می‌شوند، که این امر منجر به نامساوی شدن سم هر ماهی در گرفتن غذا و در نتیجه افزایش نوسان در وزن و کاهش میزان کارایی و ثمربخشی غذا خواهد شد، صرف غذای مصرفی در جهت متابولیسم جمعیت‌های متراکم و نه رشد ماهی و هم‌چنین مصرف زیاد انرژی جهت مقابله با شرایط تنش و استرس ناشی از تراکم بالا، بر فاکتورهای وزن به‌دست آمده و ضریب رشد ویژه تاثیر منفی دارد.

تمام عوامل استرس‌زای محیطی (ازجمله تراکم) بر وضعیت سلامت ماهی اثر می‌گذارند و باعث انحراف ذخایر ریزمغذی‌های بدن (اسیدآسکوربیک، اسید دکووزاهگزانوئیک و فسفولیپید) از عملکرد اصلی خود شده و این ذخایر به جای این‌که صرف رشد شوند، بیش‌تر صرف مقابله با شرایط موجود می‌شوند و به‌همین علت کاهش رشد را به‌دنبال دارد (Samad و همکاران، ۲۰۱۴).

مقدار ضریب تبدیل غذایی یا کارایی غذا و بازده پروتئین بین تیمارهای مختلف با تراکم متفاوت تفاوت معنی‌دار داشت و مقدار آن با افزایش تراکم به ترتیب افزایش و کاهش معنی‌داری را نشان داد.

این نتایج مشابه گزارش‌های ارائه شده درخصوص تاثیر تراکم بر ضریب تبدیل غذایی ماهیان نگه‌داری شده در شرایط متراکم بود. به‌طوری‌که Martinez و Fernandez (۱۹۹۱) گزارش نمودند که ماهی‌های توربوت (*Scophthalmus maximus*) که در شرایط تراکم بالا نگه‌داری شده بودند، میزان ضریب تبدیل غذایی به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها افزایش یافته بود که نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. در واقع تراکم با تاثیر بر روی ضریب تبدیل غذایی و بازده پروتئین عاملی برای کاهش رشد بوده است.

از مجموع نتایج و گفتارهای بالا می‌توان نتیجه گرفت که تراکم به سبب ایجاد شرایط محیطی استرس‌زا بر شاخص‌های رشدی، ضریب تبدیل غذایی و بازده پروتئین موثر است، از طرفی افزودن موادی نظیر عصاره استویا به سبب دارا بودن موادی نظیر فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، کلروفیلس و زانتوفیلاس‌های محلول در آب، اسید هیدرواکسینامیک (همانند کافئیک، کلروجنیک)، اولیگوساکاریدها، ساکاروز آزاد، آمینواسیدها، لیپدها، روغن‌ها و مواد مغذی (Komissarenko و همکاران، ۱۹۹۴)، سبب کاهش فشار خون، افزایش قند وردی به بدن و دارای مواد آنتی‌اکسیدان می‌تواند با بالابردن شاخص‌های مهم پرورشی بر روی ماهیان تاثیر گذاشته و پرورش در شرایط متراکم را در مقایسه با تیمارهای شاهد اقتصادی‌تر می‌کند.

منابع

۱. **افشارمازندران، ن.، ۱۳۸۸.** راهنمایی عملی تغذیه و نهادهای غذایی و دارویی آبزیان در ایران. انتشارات نوربخش. ۳۴۵ صفحه.

۲. **بابایی، م.؛ جواهری‌بابلی، م.؛ علیشاهی، م. و شمسایی، م.، ۱۳۹۴.** اثر بتافین و سیلی مارین بر شاخص های خونی، سرمی و رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. دو ماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. سال ۳۱، شماره ۳، صفحات ۴۸۹ تا ۵۰۱.

۳. **حسینی‌هاشم‌زاده، ه. و محیعلی‌پور، ن.، ۱۳۹۳.** محلول‌پاشی متیل جاسمونات در شرایط درون شیشه‌ای بر خصوصیات برگ استویا. اولین کنگره بین‌المللی و سیزدهمین کنگره ژنتیک ایران، تهران، انجمن ژنتیک ایران.

۴. **حمزه‌لوئی، م.؛ میرزایی، ح. و قربانی، م.، ۱۳۸۸.** بررسی اثر جایگزینی شیرین‌کننده‌های استویا به جای شکر بر اندیس چربی بیسکوییت. مجله علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی. جلد ۱۶، شماره ۱، صفحات ۲۹۱ تا ۲۹۸.

۵. **حمیداوغلی، س.؛ حمیداوغلی، س. و طالعی، ن.، ۱۳۹۱.** بررسی میزان استویوزاید، فنل، فلاونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه استویا (*Stevia rebaudiana Bertoni*). همایش ملی گیاهان داروی. جهاد دانشگاهی مازندران.

۶. **ظریف‌منش، ط. و ذریه‌زهرا، ز.، ۱۳۹۱.** استفاده از فیتوبیوتیک‌ها (Phytobiotics) در توسعه آبزی‌پروری پایدار. مقاله چاپ شده در مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار در بخش‌های کشاورزی، منابع‌طبیعی و محیط‌زیست، ایران. تهران، ۲۰ اسفند. صفحات ۱ تا ۵.

۷. **علامه، س.ک.، ۱۳۹۳.** بررسی اثر تراکم بر رشد و ضریب تبدیل خوراک ماهی قزل آلای رنگین کمان. مجله پژوهش و سازندگی (در امور دام و آبزیان). شماره ۷۰، صفحات ۲۳ تا ۲۷.

۸. **فلاحتکار، ب.؛ سلطانی، م.؛ ابطحی، ب.؛ کلباسی، م.ر.؛ پورکاظمی، م. و یاسمی، م.، ۱۳۸۵.** تاثیر ویتامین C بر برخی پارامترهای رشد، نرخ بازماندگی و شاخص کبدی در فیل ماهیان (*Huso huso*) جوان پرورشی. مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۷۲. صفحات ۹۸ تا ۱۰۳.

۹. **کرمانشاه، ح.؛ هاشمی، ص.؛ آرامی، س.؛ میرصالحیان، ا.؛ کمالی نژاد، م. و کریمی، م.، ۱۳۸۹.** بررسی اثر ضد باکتریایی عصاره هیدروالکلی مریم گلی و پونه بر سه باکتری عامل پوسیدگی دندان در شرایط آزمایشگاهی. مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. سال ۲۸، شماره ۴، صفحات ۲۳۲ تا ۲۳۷.

۱۰. **کیهانی، ح.؛ فرحی، ا. و کثیری، م.، ۱۳۹۲.** تاثیر تراکم ذخیره‌سازی بر رشد و بقای لارو ماهی انجل (*Pterophyllu mscalare*). فصلنامه علوم تکثیر و آبزی‌پروری. سال ۱، شماره ۳، صفحات ۵۳ تا ۵۸.

۱۱. **یوسفی‌اصلی، م.؛ گلی، ا. و کدیور، م.، ۱۳۹۱.** بهینه‌سازی تولید مربای کم کالری "به" با استفاده از شیرین‌کننده استویا. مجله پژوهش‌های صنایع غذایی. سال ۲۲، شماره ۲، صفحات ۶۴ تا ۱۵۵.

۱۲. **Aarumugam, P.; saravana, P.; Muralisankar, T.; Manickam. N.; Srinevasan, V. and Radhakrishnan, S., 2013.** Growth of *Macrobrachium rosenbergi* fed with mango seed kernel, banana peel and papaya peel incorporated feeds. International Journal of Applied Biology and pharamaceutical Technology. Vol. 4, pp: 12-25.

۱۳. **Abou-Arab, A.; Abou-Arab, A. and Abu-Salem, M.F., 2010.** Physico-chemical assessment of natural sweeteners steviosides produced from *Stevia rebaudiana* Bertoni plant. African Journal Food Science. Vol. 4, pp: 269-281.

۱۴. **Ahmad, M.H.; El Mesallamy, A.M.D.; Samir, F. and Zahran, F., 2011.** Effect of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum)* on growth performance, feed utilization, whole-body composition, and resistance to *Aeromonas hydrophila* in Nile Tilapia. Journal of Applied Aquaculture. Vol. 23, pp: 289-298.

۱۵. **Bagenal, T., 1978.** Methods for assessmet of fish production in fresh waters. Blackwall scientific. 365 p.

۱۶. **Barton, B.A. and Iwama, G.K., 1991.** Physiological changes in fish from stress in quaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. Annual Revew of Fish Diseases. Vol. 1, pp: 3-26

۱۷. **Buyukokuroglu, M.E.; Gulcin, I.; Oktay, M. and Kufrevioglu, O.I., 2002.** In vitro antioxidant properties of dantrolene sodium. Pharmacology Research. Vol. 44, pp: 491-494.

۱۸. **Dabrowski, K.; Matusiewics, M.; Matusiewics, K.; Hoppe, P. and Ebeling, J., 1995.** Bioavailability of vitamin C from two ascorbyl monophosphate esters in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) Aquaculture. Vol. 2, pp: 3-10.

۱۹. **Ellis, T.B.; North, A.P.; Scott, N.R.; Bromage, M. and Porter, D., 2002.** The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout". Journal Fish Biology. Vol. 61, pp: 493-531

۲۰. **Ezhill, J.; Eyanthi, C. and Narayanan, M., 2008.** Effect of formulated pigmanted feed on colour changes and growth of Red Swordtail, *Xinphophorus helleri*. Turkish Journal Fish Aquaculter science. Vol. 8, pp: 99-101

۲۱. **Fitch, C. and Kein, K.S., 2012.** Academy of nutrition and diabetics:position of the academy of Nutrition and Diabetics. Journal Academy Nutrition Dietary. Vol. 5, pp: 739-758.

۲۲. **German, E.M.; Raul, H.P. and Douglas, E.C., 2007.** The effect of fish stocking density on the growth of California halibut (*Paralichthys californicus)* juveniles. Aquaculture. Vol. 265, pp: 176-186.

۲۳. **Haque, M.M.; Islam, M.A.; Ahmed, G.U. and Haq, M.S., 1984.** Intensive culture of Java tilapia (*Oreochromis mossambica*) in floating pond at different stocking density. Bangladesh Journal Fish. Vol. 7, pp: 55-59.

۲۴. **Harada, K. and Miyasaki, T., 1993.** Attraction activites of extracts fot the oriential weatherfish misgurnus *Anguilli cadatus*" Nippon Suison Gnkkaishi. Vol. 5, pp: 1757-1762.

۲۵. **Hasan, M.R.; Aminul Haque, A.K.M.; Islam, M.A. and Khan, E.U.K.K., 1982.** Studies on the effect of stocking density on the growth Nile Tilapia *Sarotherodon Nilotica* (Linnaeus) in floating ponds. Bangladesh Journal Fish. Vol. 5, pp: 73-81.

۲۶. **Holm, J.C.; Refstie, T. and Bo, S., 1990.** The effect of fish density and feeding regimes on individual growth rate and mortality in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. Vol. 89, pp: 3-4.

۲۷. **Immanuel, G.; Vincybai, V.C.; Sivaram, V.; Palavesam, A. and Marian, M.P., 2004.** Effect of butanolic extracts from terrestrial herbs and seaweeds on the survival, growth and pathogen (*Vibrio parahaemolyticus*) load on shrimp *Penaeus indicus* juveniles. Aquaculture. Vol. 4, pp: 236-253.

۲۸. **Ispir, U. and Dorueu, M., 2005.** A study on the effects of levamisole on the immune system of Rainbow trout

۲۹. **Kawamoto, N.Y.; Inoye, Y. and Nakanishi, S., 1957.** Studies on effects by the pond areas and densities of fish in the water upon the growth rate of carp (*Cyprinus Carpio* L.). Rep. Faculty Fish. Prefect. Oniv. Mic. Vol. 2, pp: 437-447.

۳۰. **Kim, I.; Yang, M.; Lee, O. and Kang, S., 2011.** The antioxidant activity and the bioactive compound content of *Stevia rebaudiana* water extracts. LWT-Food Science Technology. Vol. 44, pp:1328-1332

۳۱. **Kobus-Moryson, M. and Gramza-Michałowska, A., 2015.** Directions on the use of stevia leaves (*stevia rebauidana*) as an additive in food products. ACTA Scientiarum Polonorum - Food Science and Human Nutrition.Vol. 14, No.1, pp: 5-13.

۳۲. **Komissarenko, N.F.; Derkach, A.I.; Kovalyov, I.P. and Bublik, N.P., 1994.** Diterpene glycosides and phenylpropanoids of *Stevia rebaudiana* Bertoni. Jonathan Rast-Sunnybrook Research Institute.Vol. 1, No. 2, pp: 53-64.

۳۳. **Leano, M.; Liao E. and Ci, X., 2007.** Effects of 8tevia Extract on Growth, Non-specific Immune Response and Disease Resistance of Grass Prawn, *Penaeus monodon* (Fabricius), Juveniles. Journal Fish Society Taiwan. Vol. 34, No. 2, pp: 165-175

۳۴. **Lupatsch, I.; Santo, G.; Schrama, J. and Verreth, J., 2010.** Effect of stocking density and feeding level on energy expenditure and stress responsiveness in European sea bass *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture. Vol. 298, pp: 245-250.

۳۵. **Martinez, C. and Fernandez, C., 1991.** Influence of stock density on turbot (*Scophthalmus maximus L.*) growth. Journal of Applied Ichthyology. Vol. 20, pp: 79-90.

۳۶. **Mohammad, M.; Mohammad, U.; Sher, M.; Habib, A. and Iqbal, A., 2007.** In vitro clonal propagation and biochemical analysis of fi eld established *Stevia rebaudiana* Bertoni" Pakistan Journal Botone. Vol. 39, pp: 2467-2474

۳۷. **Moradyan, H.; Karmi, H.; Allah Gandomkar, H.; Reza Sahraeian, M.; Ertefaat, S. and Hosseinzadeh Sahafi, H., 2012.** The effect of stocking density on growth parameters and survival rate of rainbow trout alevins (*Oncorhynchus mykiss*. World Journal of Fish and Marine Sciences. Vol. 4, No. 5, pp: 480-485.

۳۸. **Nakagawa, H. and Sato, M., 2003.** Micronutrients and Health of Culture Fish" Kosikaku, Tokyo, Japan. pp: 69-78.

۳۹. **Miao, S., 1992.** Growth and survival model of red tail shrimp *Penaeus pencillatus* (Alock) according to manipulating stocking density. Bulletin of the Institute of Zoology Academia. Vol. 31, pp: 1-8.

۴۰. **Promya, J. and Chitmanat, C., 2011.** The effects of *Spirulina platensis* and cladophora algae on the growth performance, meat quality and immunity stimulating capacity of the African sharp tooth catfish (*Clarias gariepinus*). International Journal of Agriculture and Biology. Vol. 13, No. 1, pp: 77-82.

۴۱. **Promya, J. and Chitmanat, C., 2011.** The effects of *Spirulina platensis* and *Cladophora* Algae on the Growth Performance, Meat Quality and Immunity Stimulating Capacity of the African Sharptooth Catfish (*Clarias gariepinus*). In: International journal of agriculture and biology. pp: 77-82

۴۲. **Ross, R. and Watten, B.J., 1998.** Importance of rearingunit design and stocking density to the behavior, growth and metabolism of lake trout (*Salvelinus namaycush*). Aquaculter English. Vol.19, pp: 41-56

۴۳. **Sakai, M., 1996.** Current research status of fish inmmunostimulants" Aquaculture. Vol. 177, pp: 63-92.

۴۴. **Salehi, H., 2008.** Benefit cosnt analysis for fingerling production of kutum (*Rutilus frissi kutum*) (Kamenski, 1901) in Iran. Aquaculture Asia. Vol. 13, pp: 32-37.

۴۵. **Samad, A.; Hua, N. and Chou, L., 2014.** Effects of stocking density on growth and feed utilization of grouper (*Epinephelus Coioides*) reared in recirculation and flow-through water system. African Hournal of Agricultural Research. Vol. 9, No. 9, pp: 812-822.

۴۶. **Seung-Cheol, J.I.; Gwan-Sik, J.; Gwang-Soon, I.M.; Si-Woo, L.; Jin-Hyung, Y. and Kenji, T., 2007.** Dietary medicinal herbs improve growth performance, fatty acid utilization, and stress recovery of *Japanese flounder*.Fisheries Science. Vol. 73, pp: 70-76

۴۷. **Sato, M., 1995.** Natural feedstuff additive stevia. Feeding Japenes. pp: 50-33

۴۸. **Sato, M. and Takeuchi, M., 1966.** Antioxidizing activity of stevia and its utilization. Up to date Food Processing. Vol. 31, pp: 4-7.

۴۹. **Schereck, C.B., 1982.** Stress and rearing of salmonids. Aquaculture. Vol. 8, pp: 319-326.

۵۰. **Seung- Cheol, J.I.; Gwan-Sik, J.; Gwang-Soon, I.M.; Si-Woo, L.; Jin-Hyung, Y. and Kenji, T., 2007.** Dietary medicinal herbs improve growth performance, fatty acid utilization, and stress recovery of *Japanese flounder*. Fisheries Science. Vol. 73, pp: 70-76.

۵۱. **Shiozaki, K.; Nakano, T.; Yamaguchi, T.; Sato, M. and Sato, N., 2004.** The protective effect of stevia extract on the gastric mucosa of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) fed dietary histamine.Aquaculture Research. Vol. 35, pp: 1421-1428.

۵۲. **Shirzadegan, K.; Gharavysi, S. and Irani, M., 2013.** Investigation on the effect of Iranian green tea powder in diet on performance and blood metabolits of broiler chicks. MS thesis"Iranian Journal of Applied Animal science.Vol. 4, pp: 367- 371.

۵۳. **Tadhani, M.B.; Patela, V.H. and Subhasha, R., 2007.** In vitro antioxidant activities of *Stevia rebaudiana* leaves and callus. Journal Food Company. Vol. 20, pp: 323-329.

۵۴. **Trenzado, C. E.; de la Higuera, M. and Morales, A.E., 2006.** Influence of dietary vitamins E and C and HUFA on rainbow (*Oncarhynchus mykiss*, Walboum). Turkish journal Veterinary Animal Sciance. Vol. 29, pp: 1169-11760

trout (*Oncorhynchus mykiss*) performance under crowding conditions. Aquaculture. Vol. 263, pp: 249-258

۵۵. **Vijayan, M.M. and Leatherland, J.F., 1988.** Effect of stocking density on the growth and stress response in brook charr, Salvelinus fontinalis. Aquaculture. Vol. 75, pp: 159-۱۷۰

۵۶. **Wendelaar, W. and Bonga, S.E. 1997.** The stress response in *mykiss*) in cages. Journal of Applied Aquaculture, fish Physiology. Vol. 77, pp: 591-625.

۵۷. **Yadav, S.k. and Guleria, P., 2012.** Steviol glycosides from stevia ;Biosynthesis pathway review and their applicathion in foods and medicine. Journal of Food Science and Technology. Vol. 52, No. 11. pp: 980-988.

۵۸. **Yi, Y.; Lin, C.K. and Diana, J.S., 1996.** Influence of Nile Tilapia (*Oreocromis niloticus*) stocking density in cages on their growth and yield in cages and in ponds containing the cages. Aquaculture. Vol. 146, pp: 205-215.