

## تأثیر سطوح مختلف پودر آب پنیر بر عملکرد رشد و قابلیت هضم بچه ماهی قزل آلاهی رنگین کمان

محمد باقر آقابرگی\*<sup>۱</sup>، حسین اورجی<sup>۲</sup>، عبدالصمد کرامت امیرکلایی<sup>۳</sup>، خسرو جانی خلیلی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- دانشیار شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳- استادیار شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۴- دانشجوی دوره دکتری شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

### چکیده

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف پودر آب پنیر بر شاخص های رشد، بازماندگی، هضم پذیری ظاهری در ماهی قزل آلاهی رنگین کمان، یک آزمایش کاملاً تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار (۱۵ قطعه در هر تکرار) به مدت ۸ هفته به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی شامل صفر، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد پودر آب پنیر بودند در ابتدای آزمایش ماهیان قزل آلاهی رنگین کمان با میانگین وزنی  $42/61 \pm 0/84$  گرم به مدت دو هفته با شرایط محیطی سازگار شدند. نتایج این آزمایش نشان داد که سطح ۲/۵ درصد پودر آب پنیر اثر معنی داری بر افزایش رشد و سایر شاخص های رشد از قبیل ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه، کارایی تغذیه، کارایی تبدیل پروتئین و شاخص رشد کبدی نسبت به تیمار شاهد داشت ( $P < 0/05$ ). بازماندگی تحت تأثیر سطوح مختلف پودر آب پنیر قرار نگرفت. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل هضم پذیری نشان داد که بیشترین هضم ظاهری پروتئین و چربی در تیمار ۱۰٪ ایجاد شده است. با توجه به نتایج بدست آمده می توان سطح ۲/۵ درصد را بهترین سطح پودر آب پنیر برای رشد پیشنهاد کرد.

**کلمات کلیدی:** پودر آب پنیر، قزل آلاهی رنگین کمان، شاخص های رشد، هضم پذیری.

#### مقدمه

امروزه ماهی بعنوان یک منبع ارزشمند از پروتئین و چربی با کیفیت بالا در رژیم غذایی انسان جایگاه ویژه ای یافته است و در این راستا صنعت آبرزی پروری در تأمین غذای جمعیت روز افزون بشری نقش مهمی را ایفا می کند. بر این اساس در مسیر افزایش تولید ماهی در این صنعت، استفاده از جیره های غذایی سالم که علاوه بر بهبود عملکرد رشد ماهی در طول پرورش، ضامن سلامتی مصرف کننده نیز باشد، ضرورت بیشتری می یابد (بشارتی، ۱۳۸۴).

ماهی قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مهم ترین گونه آزاد ماهیان پرورشی در آب شیرین است که سهم بالایی در تأمین غذای انسان دارد (Nafisi Behabadi, 2005). قزل آلائی رنگین کمان در پرورش آبرزیان از اهمیت اقتصادی بسیار زیادی برخوردار است و به عنوان یک گونه آزمایشی در جوامع علمی مطرح است (Drummond Sedgwick, 1995). صنعت آبرزی پروری در دنیا به دلیل افزایش جمعیت، سودآوری و همچنین ارزش غذایی گوشت ماهی نسبت به دیگر پروتئین های حیوانی به سرعت افزایش یافته است (FAO, 2003).

موفقیت در زمینه آبرزی پروری تحت تأثیر چندین عامل از جمله جیره مناسب است. بدون شک یکی از مهم ترین شاخصه ها تعیین جیره متعادل است که همه احتیاجات غذایی را برای رشد مناسب و سلامت ماهی تأمین کند (Salehi et al, 2008).

آب پنیر یک محصول جانبی است که در جریان لخته شدن شیر توسط اسید، آنزیم رنت یا فرایندهای فیزیکوشیمیایی بکار رفته برای تولید پنیر حاصل می گردد (طاهریان و همکاران، ۱۳۸۷). سالیانه حدود ۲ میلیون تن آب پنیر در کشور تولید می شود که مقدار ماده خشک آن حدود ۱۵۰ هزار تن است. همچنین مقدار زیادی آب پنیر به هدر می رود، که علاوه بر ایجاد مشکلات زیست محیطی، سبب هدر رفتن این ماده با ارزش می شود. پودر آب پنیر بیش از ۷ درصد پروتئین و ۹۰-۴۰ درصد ویتامین های محلول در آب شیر را داراست بخصوص ریو فلاوین و اسید پانتوتنیک آن نیز قابل ملاحظه است. پودر آب پنیر نسبتاً از نظر اسید آمینه های گوگردی فقیر و از نظر لیزین و ترئونین غنی می باشد (مهری و همکاران، ۱۳۸۳). آب پنیر حاوی ۱۱٪ پروتئین خام، ۱۹۰۰ کیلو کالری در کیلو گرم انرژی متابولیسمی و ۶۵٪ لاکتوز است (افضل زاده، ۱۳۷۸؛ ترکاشوند و همکاران، ۱۳۷۹؛ N.R.C, 1994). تحقیقات نشان داده که جیره های حاوی پودر آب پنیر به صورت خطی افزایش وزن بدن و ابقای ازت را در جوجه های گوشتی و نیمچه بوقلمون افزایش می دهد. جیره های حاوی پودر آب پنیر در تک معده ای ها قابلیت هضم پروتئین و چربی را بهبود بخشیده و سبب راندمان بهتر خوراک می گردد. این ماده خوراکی اخیراً به عنوان محرک رشد، جایگزین آنتی بیوتیک گردیده است (Kermanshahi and et al, 2006).

تحقیقات نشان داده است که تأثیر آب پنیر مشابه مخمرها می باشد و سبب بالا رفتن قابلیت هضم و جذب می گردد. از این رو می توان از آن به عنوان یک مکمل مناسب تا حدود ۱۰ درصد جیره، به خصوص در جیره هایی که به طور عمده از مواد اولیه گیاهی تشکیل شده، استفاده نمود (کاظمی، ۱۳۹۱).

## مواد و روش‌ها

این آزمایش به مدت ۸ هفته در سالن تکثیر و پرورش ماهی گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری واقع در استان مازندران انجام گرفت. آزمایش در ۵ تیمار با ۳ تکرار به صورت زیر انجام گرفت: تیمار A: گروه شاهد با ۰ درصد پودر آب پنیر، تیمار B: ۲/۵ درصد پودر آب پنیر، تیمار C: ۵ درصد پودر آب پنیر، تیمار D: ۷/۵ درصد پودر آب پنیر، تیمار E: ۱۰ درصد پودر آب پنیر. متوسط وزن اولیه بچه ماهیان  $42/61 \pm 0/84$  گرم بود. حجم مخازن پرورشی ۳۰۰ لیتر که تا ۲۰۰ لیتر آن آبگیری شد و تعداد بچه ماهی در هر مخزن ۱۵ قطعه در نظر گرفته شد. تغذیه ماهیان ۲ بار در روز (صبح، عصر) تا حد سیری ظاهری انجام گرفت. در هر وعده، غذا با توجه به وزن توده زنده در حد سیری ظاهری به ماهیان داده می‌شد تا ماهیان کاملاً سیر شده و محدودیتی در تغذیه نداشته باشند و پلت های غذایی خورده نشده نیز بعد از هر بار تغذیه جمع آوری و غذای مصرف نشده نیز محاسبه می‌شد.

جدول (۱) - ترکیب جیره ساخته شده برای تیمارهای مختلف بر حسب درصد

تیمار	A	B	C	D	E
آرد ماهی	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲
آرد سویا	۲۸	۲۸/۵	۲۹	۲۹/۵	۳۰
آرد گندم	۱۲	۹	۶	۳	۰
پودر آب پنیر	۰	۲/۵	۵	۷/۵	۱۰
ملاس	۳	۳	۳	۳	۳
روغن سویا	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲
مکمل معدنی	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
مکمل ویتامینی	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

جدول (۲) - آنالیز جیره‌های آزمایشی مورد استفاده در پرورش قزل آلائی رنگین کمان

آنالیز جیره	شاهد	۲/۵٪ پودر آب پنیر	۵٪ پودر آب پنیر	۷/۵٪ پودر آب پنیر	۱۰٪ پودر آب پنیر
ماده خشک (%)	۹۲	۹۴	۹۳/۴۱	۹۳	۹۳/۵
پروتئین (%)	۴۰/۵۴	۴۰/۵۳	۴۰/۵۱	۴۰/۴۹	۴۰/۴۲
چربی (%)	۱۹/۸۳	۱۹/۸۵	۱۹/۸۶	۱۹/۸۷	۱۹/۸۳
خاکستر (%)	۷/۶۵	۷/۱۶	۷/۵۹	۷/۵۶	۷/۹۵

به منظور حفظ کیفیت مناسب آب روزانه ۹۰ درصد آب مخازن تعویض می‌شد. هوادهی توسط پمپ هواده به روش تزریقی انجام گرفت. متوسط دمای آب مخازن در حد  $14/86 \pm 0/98$ ، اکسیژن محلول  $8/30 \pm 0/25$  اندازه گیری شد.

## روش‌های تعیین هضم پذیری

در دو هفته انتهایی برای اندازه گیری هضم پذیری جیره آزمایشی، ماهیان با غذای مارکدار تغذیه شدند. ماهیان حدود یک هفته با جیره آزمایشی سازگار شده و سپس مواد دفعی به روش سیفون کردن به مدت یک هفته جمع آوری شد و پس از خشک شدن مدفوع، تا زمان آزمایش هضم پذیری و آنالیز پروتئین و چربی در ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شد (اسکراما و همکاران، ۲۰۱۱).

### آماده سازی نمونه‌ها جهت اندازه گیری عناصر برای هضم شیمیایی نمونه‌ها

۲۰۰ سی سی اسید پرکلریک ۷۰ درصد، ۱۵۰ سی سی اسید سولفوریک غلیظ، ۱۰ گرم سدیم مولیبدات ۲ آبه و ۱۵۰ سی سی آب مقطر برای تهیه محلول هضم با هم ترکیب شدند. مقداری نمونه مارک‌دار (وزن نمونه غذا ۳ گرم و مدفوع ۱ گرم) در بوته چینی قرار داده و سپس توسط کوره در دمای ۴۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت تبدیل به خاکستر شد. نمونه خاکستر در لوله شیشه ای مخصوص هضم ریخته و سپس ۱۵ سی سی محلول هضم آماده شده را به لوله اضافه و در دستگاه هضم قرار داده تا زمانی که رنگ زرد یا قرمز مشاهده شد. بعد از خارج شدن بخار و خنک شدن، نمونه را در ارلن ریخته با آب مقطر به حجم ۲۰۰ میلی لیتر رسانده و ۱۰ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ (مدل SH12) قرار داده شدند. بعد از مدت زمان لازم نمونه‌ها را بیرون آورده و در دستگاه اسپکتوفوتومتر (unico uv-2150) با طول موج ۴۴۰ نانومتر قرار داده و قرائت شدند (فنتون و فنتون، ۱۹۷۹).

### محاسبات:

#### محاسبه مقدار اکسید کرومیک (میلی گرم) موجود در نمونه:

B = شیب منحنی استاندارد، جذب / میلی گرم

$$\text{Chromic Oxide} = \frac{\text{Absorbency Of Sample}}{\text{SampleWt} \times 10 \times B}$$

$$\text{ADC} = 100 \times [1 - (F/D) \times D_i / F_i]$$

درصد مارکر مدفوع =  $F_i$ ، درصد مارکر جیره =  $D_i$ ، درصد مواد مغذی مدفوع =  $D$ ، درصد مواد مغذی جیره =  $F$

### نتایج

نتایج حاصل از بررسی سطوح مختلف پودر آب پنیر بر عملکرد رشد بچه ماهی قزل آلائی رنگین کمان در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول (۳) - مقایسه میانگین اثرات سطوح مختلف پودر آب پنیر بر عملکرد رشد بچه ماهیان قزل آلاهی رنگین کمان در طول دوره

پرورش.

تیمار	A	B	C	D	E
W1	۴۳/۲۵±۱/۰۸ <sup>a</sup>	۴۲/۲۶±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۴۲/۵۲±۱/۱۶ <sup>a</sup>	۴۲/۵۱±۰/۸۹ <sup>a</sup>	۴۲/۵۰±۰/۹ <sup>a</sup>
W2	۱۵۹/۴۰±۸/۵۹ <sup>a</sup>	۱۷۱/۸۹±۳/۳۵ <sup>b</sup>	۱۵۴/۱۳±۶/۷۱ <sup>a</sup>	۱۵۳/۳۲±۱/۹۸ <sup>a</sup>	۱۵۸/۲۳±۴/۰۲ <sup>a</sup>
WG	۱۱۶/۱۵±۸/۰۶ <sup>a</sup>	۱۲۹/۶۳±۳/۳۸ <sup>b</sup>	۱۱۱/۶۰±۷/۸۷ <sup>a</sup>	۱۱۰/۸۰±۲/۵۱ <sup>a</sup>	۱۱۵/۷۲±۳/۱۲ <sup>a</sup>
WPG	۲۶۸/۵۳±۱۶/۶۸ <sup>a</sup>	۳۰۶/۷۱±۸/۲۶ <sup>b</sup>	۲۶۲/۸۹±۲۵/۷۴ <sup>a</sup>	۲۶۰/۷۵±۱۰/۴۸ <sup>a</sup>	۲۷۲/۲۳±۱/۹۴ <sup>a</sup>
FI	۱۱۵±۶ <sup>a</sup>	۱۱۱/۵۵±۱/۵۶ <sup>a</sup>	۱۱۲/۴۴±۲/۵۸ <sup>a</sup>	۱۱۴±۱/۳۲ <sup>a</sup>	۱۱۳/۴۴±۲/۶۶ <sup>a</sup>
FCR	۰/۹۹±۰/۰۷ <sup>b</sup>	۰/۸۶±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۱/۰۱±۰/۰۸ <sup>b</sup>	۱/۰۲±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۰/۹۸±۰/۰۴ <sup>b</sup>
SGR	۲/۳۳±۰/۰۷ <sup>a</sup>	۲/۵۰±۰/۰۳ <sup>b</sup>	۲/۳۰±۰/۱۳ <sup>a</sup>	۲/۲۹±۰/۰۵ <sup>a</sup>	۲/۳۴±۰/۰۱ <sup>a</sup>
PER	۲/۴۹±۰/۱۹ <sup>a</sup>	۲/۸۵±۰/۰۵ <sup>b</sup>	۲/۴۵±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۲/۴۰±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۲/۵۲±۰/۱۱ <sup>a</sup>
FCE	۱۰۱/۱۳±۷/۸۳ <sup>a</sup>	۱۱۶/۲۰±۲/۳۶ <sup>b</sup>	۹۹/۳۲±۸/۱۵ <sup>a</sup>	۹۷/۱۹±۱/۳۹ <sup>a</sup>	۱۰۲/۰۸±۴/۷۱ <sup>a</sup>
HSI	۱/۰۲±۰/۰۲ <sup>ab</sup>	۰/۹۶±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۰/۹۲±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۱/۰۷±۰/۰۹ <sup>ab</sup>	۱/۱۵±۰/۱۹ <sup>b</sup>
Survival	۹۷/۷۷±۳/۸۵ <sup>a</sup>	۹۳/۳۳±۶/۶۶ <sup>a</sup>	۹۷/۷۷±۳/۸۵ <sup>a</sup>	۹۱/۱۱±۳/۸۴ <sup>a</sup>	۹۷/۷۷±۳/۸۵ <sup>a</sup>

W1: میانگین وزن اولیه ماهیان - W2: میانگین وزن نهایی ماهیان - WG: میانگین افزایش وزن بدن - WPG: میانگین درصد افزایش وزن بدن - FI: مقدار غذای خورده شده هر ماهی - FCR: ضریب تبدیل غذایی - SGR: نرخ رشد ویژه - PER: کارایی تبدیل پروتئین - FCE: کارایی تبدیل غذایی - HSI: شاخص رشد کبدی - Survival: درصد بقا.

### نتایج حاصل از هضم پذیری مواد مغذی:

نتایج مربوط به قابلیت هضم ظاهری پروتئین و هضم ظاهری چربی ماهی قزل آلاهی رنگین کمان تغذیه شده با سطوح مختلف پودر آب پنیر در جدول ۴ نشان داده است.

جدول (۴) - قابلیت هضم ظاهری جیره های آزمایشی

هضم پذیری	شاهد	۲/۵٪	۵٪	۷/۵٪	۱۰٪
ماده خشک	۶۸/۴۶±۱/۰۷ <sup>b</sup>	۶۳/۷۳±۴/۶۷ <sup>a</sup>	۷۵/۱۳±۰/۷۶ <sup>cd</sup>	۷۱/۳۰±۲ <sup>bc</sup>	۷۷/۴۶±۱/۷۷ <sup>d</sup>
پروتئین	۸۴/۴±۰/۷ <sup>b</sup>	۷۹/۶۳±۳/۱۸ <sup>a</sup>	۸۶/۳±۰/۶۵ <sup>b</sup>	۸۵/۰۳±۰/۹۲ <sup>b</sup>	۸۶/۷±۱/۶ <sup>b</sup>
چربی	۹۳/۵±۰/۶۱ <sup>a</sup>	۹۳/۹۳±۰/۷۲ <sup>a</sup>	۹۵/۰۳±۰/۳۲ <sup>b</sup>	۹۵±۰/۲۶ <sup>b</sup>	۹۵/۵۶±۰/۳۵ <sup>b</sup>

حروف غیر همسان در بالای هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد می باشد ( $P < 0.05$ ).

### قابلیت هضم ظاهری پروتئین:

کمترین قابلیت هضم ظاهری پروتئین در تیمار ۲/۵ درصد مشاهده شده است ( $79/63 \pm 3/18$ ) که دارای اختلاف معنی داری با تیمار شاهد بوده است ( $P < 0/05$ ) همچنین با سایر تیمارها اختلاف معنی داری را نشان داده است ( $P < 0/05$ ). بیشترین قابلیت هضم ظاهری پروتئین مربوط به تیمار ۱۰ درصد بوده است ( $86/7 \pm 1/6$ ) که با سایر تیمارها به جزء تیمار ۲/۵ درصد اختلاف معنی داری را نشان داده است ( $P > 0/05$ ).

### قابلیت هضم ظاهری چربی:

کمترین قابلیت هضم ظاهری چربی در تیمار شاهد مشاهده شده است ( $93/5 \pm 0/62$ ) که دارای اختلاف معنی داری با تیمار ۲/۵ درصد نبوده ( $P > 0/05$ ) ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی داری را نشان داده است ( $P < 0/05$ ). بیشترین قابلیت هضم ظاهری چربی در تیمار ۱۰ درصد مشاهده شده است ( $95/56 \pm 0/35$ ) که با تیمار ۵ و ۷/۵ درصد اختلاف معنی داری را نشان نداده است ( $P > 0/05$ ) ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی داری را نشان داده است ( $P < 0/05$ ).

### بحث و نتیجه گیری

#### فاکتورهای رشد و بازماندگی

نتایج این تحقیق نشان داد که گنجاندن پودر آب پنیر در غذا بر پارامترهای رشد اثرگذار بود و باعث بهبود وزن نهایی، ضریب تبدیل غذایی و نرخ رشد ویژه در قزل آلاهی رنگین کمان تغذیه شده با جیره حاوی ۲/۵٪ پودر آب پنیر گردید. در مطالعه تیوز و همکاران (۱۹۸۱) سطوح پایین پودر آب پنیر (۵/۴٪) در جیره قزل آلاهی رنگین کمان وزن اکتسابی و ضریب تبدیل غذایی را در مقایسه با تیمار کنترل تحت تأثیر قرار نداد. اما در سطح ۱۰/۷٪ رشد ماهی ها کاهش پیدا کرد و ضریب تبدیل غذایی ضعیف تر بود. فرمولاسیون کاربردی برای گربه ماهی کانالی (*Ictalurus punctatus*) دانشگاه A&M تگزاس حاوی ۲/۵٪ پودر آب پنیر با لاکتوز کم می باشد. پودر آب پنیر تا ۱۰٪ در جیره آزاد ماهیان استفاده شده است و همچنین برای آبی پرووری میزان گنجایش ۲/۵ تا ۵٪ پودر آب پنیر توصیه شده است (هرترامپف، ۲۰۰۰) که نتایج تحقیق حاضر مطابق با نتایج بیان شده می باشد. پودر آب پنیر برای سال های متمادی در جیره های حیوانات تک معده ای نتایج قابل قبولی داشته است. از مقادیر کم پودر آب پنیر یا محصولات پودر آب پنیر (کمتر از ۱۰ درصد) به عنوان فاکتور رشد ناشناخته (UGF) در جیره مرغ استفاده شده است (رید، ۱۹۵۱؛ منج، ۱۹۵۲؛ آلساوابکه، ۱۹۹۶؛ نیمروزی، ۱۹۹۹؛ خانی و همکاران، ۲۰۱۵؛ پور رضا و علیپور، ۱۳۸۲؛ مهری و همکاران، ۱۳۸۳ و زنگنه و همکاران، ۱۳۹۱) افزودن پودر آب پنیر در جیره باعث افزایش وزن و کارایی تغذیه در خوک (کریدر، ۱۹۴۹؛ سول، ۱۹۵۵؛ دنیلسون، ۱۹۶۰؛ آور، ۱۹۷۲؛ اکستروم، ۱۹۷۵؛ کولک، ۲۰۱۱ و زنگ، ۲۰۱۵)، اسب (هینتز، ۱۹۷۱) و موش (وماک، ۱۹۷۲) شده است. تاکنون تعدادی از این فاکتورهای رشد ناشناخته، مثل ویتامین های B شناخته شده اند.

پاسخ بهینه در ماکیان زمانی مشاهده شده است که از نرخ ۳ تا ۴٪ پودر آب پنیر استفاده شده است (گولشن و همکاران، ۲۰۰۲ و زنگنه و همکاران، ۱۳۹۱). افزایش وزن جوجه‌های زمانی که با جیره‌های حاوی بیش از ۲۰٪ لاکتوز تغذیه شده‌اند کاهش یافت (اسکات، ۱۹۵۲). در مطالعه کرمانشاهی و رستمی (۲۰۰۶) نیز بین سطوح مختلف ۰،۲،۴،۸، ۲-۴ درصد آب پنیر خشک شده در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی تأثیرات سودمندی بر عملکرد و کارایی آن‌ها دارد. ۸ درصد آب پنیر خشک شده هیچ تأثیری بر روی میزان افزایش وزن بدن در مقایسه با گروه شاهد نداشت.

وجود اثرات مثبت آب پنیر بر پارامترهای رشد ماهی قزل‌آلا در این آزمایش ممکن است به دلیل ترکیبات تشکیل دهنده این مواد باشد. آب پنیر حاوی مواد مغذی و فاکتورهای رشد است که می‌تواند محیط مناسب برای رشد و تأثیر ترکیباتی مثل پروبیوتیک‌ها را به وجود آورد (پور رضا و علیپور، ۱۳۸۲). باکتری‌هایی که تولید اصلی متابولیسم تخمیری آن‌ها اسیدلاکتیک است به صورت طبیعی در محصولات لبنی و حیوانات حضور دارند.

قند اصلی آب پنیر لاکتوز است. لاکتوز به دلیل کم بودن فعالیت آنزیم لاکتوز در ماهی‌ها به بستر مناسبی برای فلور اسیددوست (مثل لاکتوباسیل‌ها) در روده است که می‌تواند رشد میکروارگانیسم‌های فاسد کننده را محدود کنند و باعث بهبود سلامت روده شوند (لیفران و همکاران، ۲۰۰۰). گزارش شده است لاکتیک اسید حاصل تخمیر آب پنیر در روده با ایجاد محیط اسیدی، شرایط مناسب رشد لاکتوباسیل‌ها را به وجود می‌آورد و باعث فعالیت آنتی‌باکتریایی علیه E. coli در روده می‌شود (سینا، ۱۹۸۶). سیالیک اسید<sup>۱</sup> یکی دیگر از مشتقات کربوهیدراتی آب پنیر است که می‌تواند فعالیت پری بیوتیکی داشته باشد (نادیو و همکاران، ۱۹۹۹). از طرفی کلسیم فسفات موجود در آب پنیر به طور اختصاصی باعث افزایش رشد لاکتوباسیل‌های روده و کاهش عفونت سالمونلا در موش‌ها شده است (بووی-اودنهاون و همکاران، ۱۹۹۷ و بووی-اودنهاون و همکاران، ۱۹۹۹).

یکی از عوامل اقتصادی بودن پرورش آبزیان ضریب تبدیل غذایی پایین تر غذا است. چون علاوه بر کاهش هزینه‌های غذا به سبب مقدار کمتر غذادهی، از آلودگی آب محیط پرورش و به تبع آن کاهش پارامترهای کیفی آب جلوگیری خواهد کرد. وزن ماهیان، مقادیر تغذیه و متناسب با آن ضریب تبدیل غذایی و کارایی تغذیه بهتر در جیره حاوی ۲/۵٪ پودر آب پنیر مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد داشت که نشان از قابلیت استفاده بهتر از غذا در این سطح پودر آب پنیر می‌باشد. آلساواکه (۱۹۹۶) و مهری (۱۳۸۳) هم نتایج مشابهی را در مورد اثر آب پنیر بر ضریب تبدیل غذایی گزارش کرده بودند. مکانیزم کاهش ضریب تبدیل غذایی با استفاده از پودر آب پنیر کاملاً شناخته شده نیست (گولشن و همکاران، ۲۰۰۲). احتمال دارد که استفاده از پودر آب پنیر سبب افزایش رشد میکروویلی‌های روده در جوجه‌های گوشتی شده و استفاده مؤثر از مواد مغذی را افزایش می‌دهد (بیلجی، ۱۹۹۰؛ گولشن، ۲۰۰۲).

شاخص کبدی که نشان‌دهنده نسبت وزن کبد به وزن بدن می‌باشد معیاری برای وضعیت انرژی ذخیره شده در ماهی‌ها است. از این شاخص برای بررسی وضعیت سلامت ماهی‌ها استفاده می‌شود. همچنین از آن برای بررسی میزان آلاینده‌ها در محیطی که ماهی زندگی می‌کند نیز استفاده می‌شود. در مطالعه حاضر کمترین شاخص کبدی در تیمارهای ۲/۵٪ و ۵٪ و بیشترین در تیمار ۱۰٪ مشاهده شد.

احتمالاً لاکتوز بیشتر در جیره‌های حاوی سطوح بالای آب‌پنیر باعث تجمع بیشتر گلیکوژن در کبد و در نتیجه افزایش وزن و شاخص رشد کبدی شده باشد.

## هضم پذیری

تاکنون شواهدی بر کارایی پودر آب‌پنیر بر بهبود هضم پذیری در ماهی ارائه نشده است. افزایش هضم پروتئین (هیتز و همکاران، ۱۹۷۱؛ آور و همکاران، ۱۹۷۲؛ بالون و خاچارو، ۱۹۷۴) و ابقا نیتروژن (بالون و خاچارو، ۱۹۷۴، رومساز، ۱۹۷۴)، افزایش هضم چربی (آتکینسون، ۱۹۵۷؛ ولز و همکاران، ۱۹۶۰؛ بالون و خاچارو، ۱۹۷۴ و سول و همکاران، ۱۹۹۵) و همین‌طور بهبود جذب و ابقا مواد معدنی (آتکینسون، ۱۹۵۷؛ هیتز و همکاران، ۱۹۷۱ و علی و ایوانس، ۱۹۷۶) زمانی که حیوانات غیر نشخوارکننده از پودر آب‌پنیر و یا لاکتوز تغذیه کردند، مشاهده شده است.

گنجاندن پودر آب‌پنیر در جیره حیوانات تک معده‌ای به‌طور معنی‌داری باعث افزایش هضم پروتئین و چربی می‌شود (بالون و خاچارو، ۱۹۷۴). نتایج این آزمایش نشان داد که سطوح مختلف پودر آب‌پنیر می‌تواند به‌طور معنی‌داری هضم پذیری ظاهری در قزل‌آلای رنگین‌کمان را افزایش دهد به‌طوری‌که بیشترین هضم ظاهری در تیمار ۱۰٪ پودر آب‌پنیر مشاهده شد.

افزایش هضم ظاهری دلایل مختلفی می‌تواند داشته باشد تلز (۱۹۹۳) نشان داد که افزودن لاکتوز در جیره جوجه‌های گوشتی (پودر آب‌پنیر حاوی ۶۵ درصد لاکتوز است) طول و ارتفاع روده کور را افزایش و pH روده و ضخامت لایه مخاطی را کاهش می‌دهد. همچنین اوربان (۱۹۹۷) نشان داد که بین pH محتویات روده و وزن روده کور، سطح جذب و عمق حفرات روده کوره رابطه منفی وجود دارد. پایین آمدن pH دستگاه گوارش در نتیجه تغذیه پودر آب‌پنیر، فعالیت ارگانسیم‌های مضر همچون E.Coli را که در pH ۸ تا ۹ بیشترین فعالیت و رشد را دارا هستند، کم و فعالیت میکروارگانسیم‌های مفیدی همچون لاکتوباسیل ها را که در pH ۵/۵ تا ۶/۵ بیشترین فعالیت را نشان می‌دهند، زیاد می‌کند.

از سوی دیگر دیواره روده در برابر باکتری‌های مضر از خود دفاع کرده و گلیکوپروتئینی ترشح می‌کند که دیواره روده را احاطه کرده و در نتیجه جذب مواد مغذی تا حدودی کم می‌شود، اگر pH دستگاه گوارش تا حدی کم شود که جمعیت باکتری‌های مضر کم شود این گلیکوپروتئین ترشح نشده و جذب مواد مغذی بیشتر می‌شود و در نتیجه رشد بهتر و مناسب‌تر می‌شود (گولشن و همکاران، ۲۰۰۲). از طرف دیگر مطالعات نشان داده است دی ساکاریدها از جمله لاکتوز که بخش اعظم پودر آب‌پنیر را تشکیل می‌دهند می‌توانند با استفاده از انتشار سلول به سلول از لایه مخاطی روده‌ای ماهی عبور کرده و جذب شوند (هانگ و همکاران، ۱۹۹۰). در مطالعه حاضر با افزایش درصد پودر آب‌پنیر در جیره میزان هضم چربی افزایش پیدا کرد، علت این امر می‌تواند به pH پایین روده و افزایش ایجاد کلنی‌های مفید نسبت داده شود، زیرا با حضور باکتری مفید جمعیت باکتری‌های مضر که باعث تجزیه صفر در روده می‌شوند کاهش یافته (ولز و همکاران، ۱۹۶۰) و به سلامت دستگاه گوارش حیوان کمک می‌شود که در نتیجه آن رشد و عملکرد حیوان برای جذب چربی افزایش می‌یابد. پودر آب‌پنیر ۵۰ تا ۷۰ درصد لاکتوز دارد. مقادیر بالای لاکتوز موجود در آب‌پنیر در حیوانات خشکی



زی به راحتی می تواند منجر به اسهال شود. لاکتوز در روده ماکیان به دلیل عدم وجود آنزیم لاکتاز جذب نمی شود. عدم تحمل لاکتوز، ساکاروز و فروکتوز در خاویار سفید نیز گزارش شده است (هانگ و همکاران، ۱۹۹۰). موش ها می توانند تا ۳۵٪ لاکتوز را تحمل کنند (کوهر و آلن، ۱۹۳۴)، با این وجود در آن ها علائم گذرای عدم تحمل لاکتوز مثل باد کردن شکم و یا اسهال زمانی که جیره حاوی ۲۰ تا ۳۰٪ لاکتوز بوده است مشاهده شده است (ریگز و بیٹی، ۱۹۴۷). با این حال آب پنیر برای درمان اسهال در حیوانات به کار برده شده است. مطالعات نشان داده اند که پودر آب پنیر احتمالاً موادی دارد که می تواند از علائم عدم تحمل به لاکتوز بکاهد (اولورائفی، ۲۰۰۶) بنابراین آب پنیر نه تنها از اسهال و دفع مواد مغذی جلوگیری نمی کند بلکه باعث جذب بهتر مواد مغذی می شود که در مطالعه حاضر نیز چنین اثراتی دیده شد. با این حال با توجه به داده های رشد به نظر می رسد علی رغم هضم بیشتر غذا در تیمار ۱۰٪ پودر آب پنیر کارایی متناسب با آن در رشد و ضریب تبدیل غذایی مشاهده نشده است. علت این امر این می تواند باشد که ماهی ها برخلاف جذب مستقیم دی ساکاریدها به طور کلی نمی توانند مثل حیوانات خشکی زی از منابع کربوهیدراتی استفاده کنند (ان آر سی، ۱۹۹۳). مصرف پایین کربوهیدرات ها عموماً به توانایی پایین ماهی ها در عدم تحمل گلوکز و نبود پاسخ انسولینی (فورچی و یون، ۱۹۸۱) و یا فعالیت گیرنده های انسولین ارتباط داده شده است (پلی ستسکایا و همکاران، ۱۹۸۶).

#### منابع:

- افضل زاده، آ. (۱۳۷۸). تعیین ارزش غذایی کاه گندم غنی سازی شده با آب پنیر، پژوهش و سازندگی، ۴۵، ۱۲۱-۱۱۸.
- بشارتی، ن. (۱۳۸۴)؛ غذا و تغذیه ماهی و میگوی پرورشی، موسسه تحقیقات شیلات ایران، صفحه ۵-۳.
- پور رضا، ج. و علیپور، م.م. (۱۳۸۲). استفاده از آب پنیر از طریق آب آشامیدنی بر عملکرد جوجه های گوشتی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هفتم، شماره چهارم. ۱۵۷-۱۶۶.
- ترکاشوند، ی. ح.، میر نظامی، م. حامدی و م. حریری مهر، (۱۳۷۹). تهیه لاکتوز و محصولات فرعی از آب پنیر در واحدهای نیمه صنعتی تولید کننده پنیر، پژوهش و سازندگی، ۴۷، ۱۰۷-۱۰۳.
- زنگنه، ع. و کیلی، ر.، زرعی، ح.، فروغی، ع.، زکی زاده، س و سلحشور، آ. (۱۳۹۱). اثرات استفاده از سطوح مختلف پودر آب پنیر و پری بیوتیک بر عملکرد و راندمان لاشه جوجه های گوشتی. پنجمین کنگره علوم دامی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- طاهریان، آ.، صادقی ماهونک، ع.، میرزایی، ح.، اعلمیم و صادقی ع. (۱۳۸۷). استفاده از آب پنیر به عنوان سوپسترای نوشیدنی فراسودمند. سلامت، ایمنی و امنیت غذایی، صفحات ۲۰۲-۲۰۱.
- کاظمی، م. (۱۳۹۱). اصول جیره نویسی غذای آبزیان. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، صفحه ۳۵.
- مهری، م.، زارع شهنه، آ.، سمیع، ع. (۱۳۸۳). اثر استفاده از پودر آب پنیر بر عملکرد جوجه های گوشتی، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۵، شماره ۴، ۱۰۱۳-۱۰۰۷.

Ali, R. and J. L. Evans. (1967). Effects of dietary composition on serum calcium and serum alkaline phosphatase activity in the growing rat. *J. Dairy Sci*, 50:1857.

Alshavabkeh, K. (1996). The effect of whey supplementation in feed of broiler Chicks challenged with salmonella galinarum. *Dirasat-series- B, Pure-and- Applied-Science*. 23: 8-13.

- Atkinson, R.L., F. H. Kratzer, and G. F. Stewart. (1957). Lactose in animal and human feeding: A review. *J. Dairy Sci*, 40:1114.
- Balloun, S.L. and J.K. Khajeraru. (1974). The effects of whey and yeast on digestibility of nutrients in feather meal. *Poult. Sci*, 53:1084.
- Bilgili, S.F. & E.T. Moran. (1990). Influence of whey and probiotic Supplemented withdrawal feed on the retention of Salmonella intubated into market age broiler. *Poultry Science*, 69: 10, 1670-1674.
- Bovee-Oudenhoven, I. M., Wissink, M. L., Wouters, J. T., & Van der Meer, R. (1999). Dietary calcium phosphate stimulates intestinal lactobacilli and decreases the severity of a salmonella infection in rats. *The Journal of nutrition*, 129(3): 607-612.
- Bovee-Oudenhoven, I. M., Termont, D. S., Heidt, P. J., & Van der Meer, R. (1997). Increasing the intestinal resistance of rats to the invasive pathogen Salmonella enteritidis: additive effects of dietary lactulose and calcium. *Gut*, 40(4): 497-504.
- Danielson, D.M., E.R. Peo, Jr., and D. B. Hudmau. (1960). Ratios of dried skim milk and dried whey for pig starter rations. *J. Anim. Sci*, 19: 1055.
- Drummond Sedgwick, S. (1995). Trout farming handbook. Fishing NEWS BOOK, BlackWell. (1<sup>st</sup>ed.) Oxford, UK. 176p.
- Ekstrom, K. E., N.J. Benevenga. and R.H. Grummer. (1975). Effects of various dietary levels of dried whey on the performance of growing pigs. *J. Nutr.* 105:846.
- FAO (Food and Agriculture organization of the united nations). (2003). Fish Stat-Fishery information, data and Statistics unit. FAO, Rome.
- Fenton, T.W. and Fenton, M. (1979). An improvement procedure for determination of chromic oxide in feed and feces. *Canadian Journal of Animal Science*, 59: 631-634.
- Furuichi, M., Yone, Y. (1981). Effect of dietary dextrin levels on the growth and feed efficiency, the chemical composition of liver and dorsal muscle and the absorption of dietary protein and dextrin in fishes. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries*, 46: 225-229.
- Gulsen, N., Coskun, B., Umucalir, H.D., Inal, F. and Boyda, k. m. (2002). Effect of lactose and Daired whey Supplementation on growth performance and Histology of the immune System in broilers. *nutrition*, 56: 131-139.
23. Hertrampf, J. W. & Piedad-Pascual, F. (2000). Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Springer Science & Business Media.
24. Hintz, H. F., H. F. Schryer, and J. E. Lowe. (1971). Comparison of a blend of milk products and linseed meal as protein supplements for young growing horse~ *J. Anim. Sci*, 33:1274.
25. Hung, S. S., Groff, J. M., Lutes, P. B. & Fynn-Aikins, F. K. (1990). Hepatic and intestinal histology of juvenile white sturgeon fed different carbohydrates. *Aquaculture*, 87(3): 349-360.
26. Kermanshahi, H. and Rostami, H. (2006). Influence of supplemental dried whey on broiler performance cecal flora. *International Journal of Poultry Science*, 5(6): 538-543.
27. Khani, M., Toghyani, M. & Foroughi, M. (2015). Effect of Different Dietary Levels of Acid Whey Powder on Growth Performance and Immune Responses of Broiler Chicks. *International Journal of Poultry Science*, 14(2), 67-71.
28. Kloek, J., Mortaz, E., Van Ark, I., Bloksma, N., Garssen, J., Nijkamp, F. P., & Folkerts, G. (2011). A whey-based glutathione-enhancing diet decreases allergen-induced airway contraction in a guinea-pig model of asthma. *British journal of nutrition*, 105(10): 1465-1470.
29. Koehler, A.E. and S.E. Allen. (1934). The nutritive value of lactose in man. *J. Nutr*, 8:377.

30. Krider, J.L., D. E. Becker, L. V. Curtin, and R. F. Van Poucke. (1949). Dried whey products in drylot rations for weanling pigs~ J. Anim. Sci, 8:112.
31. Lifran, E.V., Hourigan, J. A., Sleight, R.W. & Johnson, R. L. (2000). New wheys for lactose. Food Australia, 52(4), 120-125.
32. Menge, H., G. F. Combs, P.-T. Hsu, and M.S .Shorb. (1952). Unidentified growth factors required by chicks and poult. Poult. Sci, 31:237.
33. Naidu, A. S., Bidlack, W. R. & Clemens, R.A. (1999). Probiotic spectra of lactic acid bacteria (LAB). Critical reviews in food science and nutrition, 39(1), 13-126.
34. National Research Council (NRC). (1993). Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington, D.C., USA. 124 p.
35. Nafisi Behabadi, M.( 2005). Manual guide to Spawning and culture of rainbow trout.Chapter3,4, Pp:53-89.
36. Nimruzi, R. (1999). Whey as a source of probiotic. Worlds Poultry Science, 15:10-17.
37. N.R.C. (1994). Nutrient Requirement of Poultry. National Academy Press, Washington. D. C.
38. Olorunfemi, O. B., Adebolu, T.T. & Adetuyi, F. C. (2006). Antibacterial Activities of *Micrococcus lactis* strain isolated from Nigerian fermented cheese whey against Diarrhoea causing organisms. Research Journal of Biological Sciences, 1(1-4), 24-27.
39. Orban. J.L., J.A. Patterson, A. L. Sutton, & J. N.Richards.(1997). Effect of source thermal oligosaccharide caramel, dietary vitamin- mineral level and brooding temperature and growth and intestinal bacterial populations of broiler chickens. Poultry Science, 76: 482-490.
40. Orr, D.E., P. Tumasang, J.P. Hitchcock, D.E.Ullrey. and E. R. Miller. (1972). Level of dried whey in early weaning rations. J. Anita. Sci, 35:1109.
41. Plisetskaya, E., Dickhoff, W.W., Paquette, T.L. and Gorbman, A. (1986). The assay of salmon insulin by homologous radioimmunoassay. Fish Physiol. Biochem, 1: 37-43.
42. Reed, J. 1L, Jr., R.L. Atkinson, and J. R. Couch. (1951). Dried whey as a source of unidentified factors for the growing chick. J. Nutr, 43:501.
43. Romasz, R. S. and J. L. Evans. (1974). Elevated body protein via diet lactose. J. Anita. Sci, 99:188.
44. Riggs, L. K. and A. Beaty. (1947). Some unique properties of lactose as a dietary carbohydrate. J. Dairy Sci, 30:939.
45. Salehi, H. (2008). Benefit cost analysis for fingerling production of kutum (*RutilusFrissikutum*) (Kamenski,1901) in 2005 in Iran. Aquaculture Asia, 13:32-37.
46. Schrama, J. W., Saravanan, S., Geurden, I., Heinsbroek, L. T. N., Kaushik, S. J. and Verreth, J. A. J. (2011). Dietary nutrient composition affects digestible energy utilisation for growth: a study on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and a literature comparison across fish species. British Journal of Nutrition, page 1-13.
47. Scott, M.L. (1952). Effect of dried distillers solubles, whey and lactose upon enlarged hocks in turkeys. Poul. Sci, 31:175.
- 48.Sewell, R.F. and J.P. West. (1955). Some effects of lactose on protein utilization in the baby pig. J. Anim. Sci, 24:239.
49. Sinha, R.P. (1986). Toxicity of organic acids for repair-deficient strains of *Escherichia coli*. Applied and environmental microbiology, 51(6): 1364-1366.

50. Tellez. G., C. E. Dean, D.E. Corrier, J.R. DeLoach, L. Jaeger, & B. M. Harris. (1993). Effect of dietary lactose on cecal morphology, pH, organic acids, and salmonella enteritidis invasion in leghorn chicks .Poultry Science, 72: 636-642.
51. Tiews, K., Koops. H., Beck, H., Schwalb-Biihling, A., Gropp. J. (1981). Entwicklung von Ersatzfutter fur die Regenbogenforelle. Bundesforschungsanstalt fur Fischerei, Veroffent. Des Inst. Fur Kustenund Binnenfischerei, Hamburg/Germany, Publ. No. 75.
52. Wells, W.W., S.C. Anderson. and R. Quanma., (1960). Lactose diets and cholesterol metabolism. I . Cholesterol absorption, coprostanol formation and bile acid excretion in the rat. J. Nutr, 71:405.
53. Womack, M. and D.A. Vaughan. (1972). Whey and whey products as cereal supplements. J. Dairy Sci, 55:1081.
54. Zhang, Y., Wang, Q.C., Yu, H., Zhu, J., de Lange, C.F. M., Yin, Y., & Gong, J. (2015). Evaluation of alginate-whey protein microcapsules for intestinal delivery of lipophilic compounds in pigs. Journal of the science of food and agriculture,1-28.