وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات شیلات ایران ـ پژوهشکده آبزی پروری (آبهای داخلی)

عنوان :

تأثیر مقادیر مختلف کلسیم و فسفر جیره بر شاخص های پرورشی و زیستی شاه میگوی آب شیرین *Astacus leptodactylus*

مجری :
عسگر زحمتکش کومله

شماره ثبت
۸۸/۲۳۳

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات ، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات شیلات ایران ـ پژوهشکده آبزی‌پروری (آبهای داخلی)

عنوان پروژه / طرح : تأثیر مقادیر مختلف کلسیم و فسفر جیره بر شاخص های پرورشی و زیستی شاه میگوی آب شیرین ***Astacus leptodactylus***
شماره مصوب : ۸۳۰۲۰-۰۰۰۰-۰۱-۲۰۰۰۰۰-۰۳۱-۲
نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارنده گان : عسگر زحمتکش کومله
نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) : -
نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : عسگر زحمتکش کومله
نام و نام خانوادگی همکاران : علیرضا ولی‌پور – سیدعباس موسوی – محمد صیادبورانی – حسین صابری
نام و نام خانوادگی مشاوران : -
محل اجرا : استان گیلان
تاریخ شروع : ۱۳۸۳/۶/۱
مدت اجرا : ۲ سال
ناشر : موسسه تحقیقات شیلات ایران
شمارگان (تیتراژ) : ۱۵ نسخه
تاریخ انتشار : سال ۱۳۸۸
حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE

AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENTION ORGANIZATION

IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION- Inland Waters Aquaculture Research Center

Title:

The Effect of Various Concentrations of Dietary Calcium and Phosphorus on Biological and Culture Characteristics of Juvenile Freshwater Crayfish, Astacus leptodactylus

Executor :

Asgar Zahmatkesh Koumleh

Registration Number

2009.233

Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENTION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION –Inland Waters Aquaculture Research Center

---

Title : *The Effect of Various Concentrations of Dietary Calcium and Phosphorus on Biological and Culture Characteristics of Juvenile Freshwater Crayfish, Astacus* leptodactylus
Apprpved Number:2-031-200000-01-0000-83020
Author: Asgar Zahmatkesh Koumleh
Executor *:* Asgar Zahmatkesh Koumleh
Collaborator *:* A. R. Valipour; A. Moosavi; M. Sayyadborani; H. Saberi
Location of execution : *Guilan province*
Date of Beginning : 2004
Period of execution : *2 years*
Publisher : *Iranian Fisheries Research Organization*
Circulation : *15*
Date of publishing : *2009*
All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

باسمه تعالی

طرح / پروژه : تأثیر مقادیر مختلف کلسیم و فسفر جیره بر شاخص های پرورشی و زیستی شاه میگوی آب شیرین *Astacus leptodactylus*

کد مصوب: ۸۳۰۲۰-۰۰۰۰-۰۱-۲۰۰۰۰۰-۰۳۱-۲

با مسئولیت اجرایی : عسگر زحمتکش کومله [۱]

در تاریخ ۱۳۸۷/۱۲/۵در کمیته علمی فنی مؤسسه تحقیقات شیلات ایران مورد تأیید قرار گرفت.

معاون تحقیقاتی موسسه تحقیقات شیلات ایران

---

[۱]- آقای عسگر زحمتکش کومله متولد سال ۱۳٤٥ در شهرستان لنگرود بوده و دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته شیلات می‌باشد و در زمان اجرای پروژه / طرح : تأثیر مقادیر مختلف کلسیم و فسفر جیره بر شاخص های پرورشی و زیستی شاه میگوی آب شیرین *Astacus leptodactylus*

در ستاد ☐ پژوهشکده ☐ مرکز ☐ ایستگاه ■

با سمت مدیر گروه تخصصی تکثیر و پرورش آبریان‌مشغول فعالیت بوده است.

چکیده

برای تعیین اثرات کلسیم و فسفر جیره بر شاخص های پرورشی و زیستی، ۲۵ جیره دارای مقدار انرژی، پروتئین و چربی یکسان مورد آزمایش قرار گرفت. جیره های آزمایشی با استفاده از یک جیره پایه حاوی کازئین و ژلاتین ساخته شد. سطوح مختلف کلسیم(۰، ۱، ۲، ۳، ۴ درصد) و فسفر (۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد) به ترتیب از طریق اضافه نمودن کلرید کلسیم و منوسدیم دی هیدروژن فسفات به جیره پایه تنظیم گردید. جیره های آزمایشی در طی دو مرحله و چهار آزمایش و در هر آزمایش با ۳ تکرار و مجموعاً در ۷۵ مخزن پرورش با ظرفیت ۱۰۰ لیتر و به مدت ۸۰ روز برای تغذیه شاه میگو ها در اوزان ۱-۲ گرم و ۸-۹ گرم به تفکیک بکار برده شد. در آزمایش اول و دوم ۵ و ۳ عدد نوزاد مینیاتوری شاه میگو به ترتیب با میانگین وزن ۰/۲۱±۱/۲۲ و ۰/۲۹±۱/۳۱ گرم و در آزمایش های سوم و چهارم به ترتیب ۱۰ و ۴ عدد بچه شاه میگو با میانگین وزن به ترتیب ۱/۰۳±۸/۴۸ و ۱/۴۱±۹/۰۶ گرم در هر مخزن پرورش رها سازی گردیدند. به منظور کنترل شرایط پرورش برخی از فاکتور های فیزیکی و شیمیایی آب(درجه حرارت، اکسیژن محلول،pH) به طور روزانه و بعضی از آنها(سختی کل، نیتریت. نیترات و فسفات) به طور هفتگی اندازه گیری شدند. شاه میگو ها روزانه ۳ بار و به میزان ۵ درصد وزن بدن مورد تغذیه قرار گرفتند.

بر اساس نتایج بدست آمده معیار های رشد در شاه میگو های آزمایشی به طور معنی داری تحت تأثیر میزان کلسیم جیره قرار نگرفت. بین میانگین افزایش وزن و نرخ رشد ویژه درشاه میگو های ۱-۲ گرم تغذیه شده با جیره های حاوی سطوح مختلف فسفر اختلاف معنی داری وجود داشت. در شاه میگو های ۸-۹ گرم اختلاف بین میانگین شاخص های افزایش وزن، ماندگاری، افزایش بیوماس در تیمارهای غذایی دارای غلظت های متفاوت فسفر معنی دار بود. شاه میگو های تغذیه شده با جیره های حاوی ۳ و ۴ درصد کلسیم و ۱ درصد فسفر رشد بهتری را نشان دادند. در هر دو گروه از شاه میگوهای آزمایشی با افزایش کلسیم در جیره، میزان خاکستر بدن کاهش ولی میزان فسفر افزایش پیدا کرد. در شاه میگو های ۱-۲ گرم رابطه واضحی بین غلظت فسفر جیره و میزان خاکستر و فسفر بدن مشاهده نشد، اما میزان کلسیم بدن با افزایش فسفر در جیره، افزایش یافت. در شاه‌میگو های ۸-۹ گرم بین میزان فسفر جیره و میزان خاکستر و کلسیم بدن رابطه نسبتاً قوی و منفی وجود داشت. فراونی پوست اندازی و افزایش نسبی وزن در هر پوست اندازی در شاه میگو ها با افزایش میزان کلسیم و

فسفر در جیره افزایش پیدا کرد. میزان مطلوب کلسیم و فسفر در جیره بر اساس آنالیز رگرسیون broken-line برای شاه میگو های ۱-۲ گرم به ترتیب ۳-۴ و ۱ درصد و برای شاه میگو های ۸-۹ گرم به ترتیب ۲-۳ و ۱-۱/۵ درصد تعیین گردید.

براساس نتایج بدست آمده در این تحقیق می توان نتیجه گرفت که وجود کلسیم و فسفر در جیره شاه میگوها ی ۱-۲ گرم و ۸-۹ گرم برای انجام رشد و پوست اندازی عادی ضرورت دارد. به طور کلی سطوح ۲ و ۳ درصد کلسیم و ۱ درصد فسفر در جیره سبب رشد بهتری در شاه میگو ها می شوند. به علاوه نسبت Ca / P در جیره برای توصیف اثر متقابل بین کلسیم و فسفر بر عملکرد رشد شاه میگوی آب شیرین مناسب نبوده و نمی توان نسبت Ca / P مشخصی را در جیره این حیوان بر اساس معیار های رشد تعیین نمود.

کلمات کلیدی: جیره، کلسیم، فسفر، رشد، ترکیب شیمیایی بدن، پوست اندازی، شاه میگوی آب شیرین.

۱- مقدمه

شاه میگوی چنگال باریک (*Astacus leptodactylus*) گونه بومی و با اهمیت در کشور ایران بوده و در سواحل جنوبی دریای خزر و رودخانه های منتهی به آن، تالاب انزلی و رودخانه ارس و دریاچه مخزنی پشت سد آن پراکنش دارد. شاه میگوی چنگال باریک دارای خصوصیاتی است که باعث شده به عنوان یک گونه پرورشی مد نظر قرار گیرد(Holdich;1988 و Reeve، Ackefors;1989، Hogger;1988).

این گونه در سطح جهانی از ارزش غذایی و اقتصادی فراوانی برخوردار بوده و مقدار قابل توجهی از آن تولید و به بازار جهانی عرضه می گردد. کشورهای عمده تولید کننده این گونه ترکیه و شوروی سابق می باشند، به طوری که در کشور ترکیه میزان تولید این گونه قبلا" ۸۰۰۰ تن بوده که درسال های اخیر به ۱۵۰۰-۲۰۰۰ تن تنزل پیدا کرده است(Balik *at al*.,2005).

شاه میگوی آب شیرین در طی سال های اخیر در ایران نیز در زمره اقلام صادراتی قرار گرفته است. در سال های گذشته فقط یک شرکت اقدام به بهره برداری از ذخایر شاه میگو در دریاچه مخزنی سد ارس می کرد که اخیرا" چند شرکت دیگر نیز در این زمینه شروع به فعالیت نموده اند. صادرات شاه میگو از ۱۱ تن در سال ۱۳۷۴ آغاز و به ۸۵ تن در سال ۱۳۷۸، ۱۰۰تن در سال ۱۳۸۰، ۲۰۰ تن در سال ۱۳۸۲ و ۲۴۰ تن در سال ۱۳۸۴ رسیده است(سازمان شیلات ایران، ۱۳۸۶).

امروزه در برخی از کشورها اقدامات جدی جهت تکثیر و پرورش شاه میگو صورت می گیرد(صمد زاده و رامین، ۱۳۷۶). پرورش شاه میگو علاوه بر توسعه صادرا ت و ارز آوری می تواند از طریق کاهش فشار صید بر جمعیت طبیعی، نقش به سزایی در حفظ ذخایر آن ایفاء نماید.

بدیهی است موفقیت در پرورش و تولید شاه میگو مستلزم تهیه جیره غذایی مناسب برای این موجود می باشد. در خصوص تغذیه دستی و جیره غذایی شاه میگو مطالعات چندانی در کشور ما انجام نگرفته است. لذا تعیین نیازهای غذایی شاه میگو در راستا ی پرورش آن در محیط های مصنوعی ضرورت پیدا می کند. علاوه بر پروتئین، چربی و کربوهیدرات مواد دیگری که در کارآئی جیره غذایی نقش مهمی را ایفاء می نمایند، مکمل‌های معدنی هستند. عناصر معدنی در بسیاری از اعمال متابولیک بدن، رشد، تشکیل پوسته و غیره دخالت دارند.

نقش و اهمیت مکمل های معدنی در جیره برخی از سخت پوستان مانند میگوها بررسی شده است، اما تعیین نیاز به عناصر معدنی به ویژه کلسیم و فسفر و قابلیت دسترسی آنها در غذاهای فرموله شده شاه میگوی آب شیرین کمتر مورد توجه قرار گرفته است(Deshimaru و Yone;1978).

کلسیم یک عنصر ضروری برای سخت پوستان و سایر جانوران دارای اسکلت به حساب می آید. بخش نسبتاً زیادی از کلسیم در سخت پوستان در پوسته خارجی بدن ذخیره می شود، این بخش از کلسیم به طور آشکاری در تبادل کلسیم اهمیت قابل ملاحظه ای دارد(Berg;1968 به نقل از Werner;1988). این عنصر نقش قابل توجهی در اعمال حیاتی سخت پوستان بویژه در پوست اندازی، تنظیم اسمزی و یونی، سیستم ایمنی، فعالیت عضلانی و عصبی، لخته شدن خون و رشد ایفاء می نماید. بعلاوه کلسیم در سوخت و ساز ویتامین ها (ویتامین D) نیز دخیل بوده و نفوذپذیری غشاهای بیولوژیک را تحت تأثیر قرار می دهد. از آنجائی که رشد در این جانوران فقط از طریق پوست اندازی اتفاق می افتد و هر پوست اندازی نیاز به منابع خارجی کلسیم دارد، لذا فقدان کلسیم ممکن است نرخ رشد سخت پوستان را محدود کند. غلظت های بالای کلسیم ذخیره شده در بافت های بدن می تواند نرخ رشد را شدیداً بهبود بخشد(Adegboye;1981). در طبیعت و در شرایط پرورش، شاه میگوی آب شیرین به طور مکرر در معرض غلظت های پایین کلسیم محلول قرار دارد، پس کلسیم ممکن است به عنوان یک عنصر محدود کننده رشد و تولید شاه میگو عمل کند. مشاهده جمعیت های فاقد رشد مناسب در مکان های فقیر از کلسیم (۳-۴ میلی گرم در لیتر) می تواند این ایده را تقویت و تصدیق کند(Hessen *et al*.2005)

بخش عمده کلسیم بدن در سخت پوستان بصورت کربنات کلسیم ($CaCo_3$) معدنی در پوسته وجود دارد. دراین موجودات قبل از پوست اندازی مواد معدنی پوسته دوباره جذب می گردد. این پدیده به جهت افزایش انعطاف پذیری و نرم شدن اسکلت خارجی رخ می دهد(Reynolds;2002). در این هنگام مقداری از مواد معدنی (حدود ۲۰٪) به صورت گاسترولیت (gastroliths) در بخش قدامی معده ذخیره می شود(Willing;1973 و Taugbøl *et al*.1996 Keller)، تقریبا ۳۰٪ از آن نیز بصورت محلول از طریق آبشش ها به محیط خارج ترشح گردیده و ۵۰٪ باقیمانده نیز به عنوان پوسته قدیم از دسترس شاه میگوی دارای بدن نرم خارج می گردد. پس از جدا شدن اسکلت خارجی، گاسترولیت ها به داخل بخش قدامی لوله گوارش شاه میگو افتاده و در آنجا به تدریج تجزیه گردیده و کلسیم آنها جذب و وارد جریان خون می گردد. این کلسیم جهت سفت و محکم شدن قطعات دهانی بکار برده شده و جانور را قادر می سازد

که دوباره شروع به تغذیه نماید. از آنجایی که فقط مقدار کمی از کلسیم مورد نیاز در گاسترولیت ها ذخیره می گردد، لذا بعد از پوست اندازی تقاضای بالایی برای تأمین و جایگزینی کلسیم به وجود می آید که بخشی از آن از طریق خوردن اسکلت قدیمی جدا شده از بدن تأمین می گردد(Reynolds;2002). سفت شدن سریع اسکلت خارجی اهمیت به سزائی در محدود نمودن آسیب پذیری در مقابل پدیده هم نوع خواری (canibalism) دارد(Stein;1977). گرچه بخشی از کلسیم مورد نیاز برای انجام این فرایند با استفاده از کلسیم ذخیره شده در گاسترولیت ها تامین می شود. ولی تامین کلسیم از منابع خارجی در این راستا از اهمیت بیشتری برخوردار هست(Wheatly;1995 و Gannon،Wheatly;1995 و Ayers).

یک منبع خارجی و ضروری برای کلسیم، شکل یونی و آزاد آن در آب می با شد که می تواند از طریق آبشش جذب گردیده و به سفت شدن اسکلت جدید کمک کند(Malley;1980، ؛ Taugbøl *et al*.1996). بعلاوه کلسیم می تواند بوسیله غذا و جذب از طریق مجرای گوارشی نیز تامین گردد(Taugbøl *et al*.1996). اکثر گونه های آبزی می توانند کلسیم را به طور مستقیم از محیط اطراف خود به منظور تأمین نیازشان جذب نمایند (Deshimaru;1978 و Yone، ؛ Lall;1989، ؛ Coote *et al*.1996 ؛ Davis;1996 **و** Gatlin،). بررسی ها نشان داد که نیاز کلسیم جیره تحت تأثیر رژیم شیمیایی آب، تفاوت های گونه ای و مقادیر فسفر جیره قرار دارد(Lall;1979 : به نقل از Chavez-Sanchez *et al*.2000).

بعد از کلسیم، فسفر مهمترین جزء اسکلت خارجی آبزیان محسوب می شود. در ماهی ها ۳۷ درصد از استخوان را کلسیم و ۱۶ درصد آن را فسفر تشکیل می دهد. بین مواد معدنی مورد نیاز برای سخت پوستان، فسفر به واسطه قابلیت دسترسی محدودش در شرایط پرورشی از عناصر معدنی بسیار مهم و حیاتی به حساب می آید. فسفر به طور مستقیم در واکنش های تولید انرژی دخالت داشته و به عنوان یک جزء کلیدی در ساختار مولکولی اسید های نوکلئیک، فسفو لیپید ها، فسفو پروتئین ها، ATP و آنزیم های مهم متعدد محسوب می‌گردد(Lovell;1989). فسفر عمدتاً به همراه کلسیم در اسکلت خارجی وجود دارد. بعلاوه این عنصر در ساختمان مولکولی آنزیم آلکالین فسفاتاز(AP) نیز یافت می گردد. آلکالین فسفاتاز به سازگاری موجودات در مقابل شوری کمک نموده و در پدیده تنظیم اسمزی در سخت پوستان دخالت دارد(Lovett;1994؛ Pinoni و Lopez Mananes;2004). به دلیل این عملکرد چند گانه، هر گونه اختلال در هموستازی فسفر می تواند موجب

ناهنجاری های در سطوح مختلف متابولیک و عملکرد اندام های بدن شود و متعاقب آن کمبود فسفر در اکثر گونه ها ایجاد گردد

(Davis ؛ Lall;1989 و Roy ؛ Lawrence;1997 و Lall;2003). لذا به دلیل امکان بروز آلودگی فسفر ناشی از غذاهای کاربردی، لازم است به قابلیت دسترسی و نیاز فسفر در جیره توجه زیادی معطوف گردد.

بر اساس آنچه که مطرح شد می توان اذعان نمود تعیین نیاز عناصر کلسیم و فسفر در جیره شاه میگو و اثرات فی ما بین آنها بر شاخص های زیستی و پرورشی این موجود می تواند در تهیه و ارائه جیره کاربردی در محیطهای پرورشی مفید و ارزشمند باشد. گرچه در سال های اخیر توجه زیادی به پرورش شاه میگو ی آب شیرین در شرایط مصنوعی معطوف شده است، اما اطلاعات چندانی در مورد میزان مناسب کلسیم در جیره مصنوعی این جانوران بویژه گونه شاه میگوی چنگال باریک (*Astacus leptodactylus*) در دسترس نمی باشد. لذا در این تحقیق سعی شده است دست یابی به اهداف ذیل در راستای تهیه جیره های عملی جهت شاه میگو محقق گردد.

۱. تعیین اثر سطوح مختلف کلسیم و فسفر جیره بر شاخص های پرورشی (رشد ، بازماندگی ، ضریب تبدیل غذایی).
۲. تعیین اثر مقادیر مختلف کلسیم و فسفر جیره بر شاخص های زیستی (پوست اندازی ، ترکیب شیمیایی بدن).
۳. تعیین میزان نیاز شاه میگو آب شیرین به کلسیم و فسفر.
۴. تعیین نسبت مناسب کلسیم و فسفر در جیره شاه میگو .

۲- مواد و روش ها

۱ ـ ۲ ـ محل انجام آزمایش

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات شیلاتی سفیدرود وابسته به پژوهشکده آبزی پروری (آبهای داخلی) کشور واقع در شهرستان آستانه اشرفیه انجام گرفت.

۲ـ۲ـ سیستم پرورش

سیستم پرورش در مجموع متشکل از ۷۵ مخزن فایبر گلاس مدور با ظرفیت ۱۰۰ لیتر بود که در داخل یک سالن به ابعاد ۹×۷ متر بر روی پایه های فلزی مستقر گردیدند. آب مورد نیاز بوسیله پمپاژ از یک حلقه چاه نیمه عمیق تأمین گردیده و به صورت یک طرفه در سیستم جریان داشت، به طوری که آب هر مخزن روزانه سه بار تعویض می گردید.

به منظور تأمین اکسیژن محلول در مخازن پرورش از یک دستگاه پمپ هواده(air compresor) مدل Hilla 450 استفاده گردید.

برای فراهم نمودن شرایط نوری مناسب و یکنواخت در سالن پرورش از لامپ مهتابی استفاده گردید.

۳ـ۲ـ ساخت و آماده سازی جیره های غذایی

۱-۳-۲- جیره نویسی

در این تحقیق به منظور تنظیم ترکیب جیره های مورد نیاز از نرم افزار کامپیوتری Lindo (Coppy right 1990 , realeas 601) استفاده گردید. با کمک این نرم افزار ۲۵ نوع جیره غذایی با مقدار پروتئین و چربی یکسان ولی حاوی سطوح مختلف کلسیم و فسفر فرموله شده و برای تغذیه شاه میگوهای آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت.

۲-۳-۲- تهیه و آماده سازی غذا

در این مطالعه از یک جیره پایه حاوی ۳۵ درصد پروتئین و ۷ درصد چربی استفاده شد

(Cortes-Jacinto;2003,2005 ؛ Castell;1989 ؛Ackefors *et al*;1992,1995) (جدول ۱-۲). جیره پایه با پنج سطح

کلسیم (شامل صفر، ۱، ۲، ۳ و ۴ درصد) و پنج سطح فسفر(شامل صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد) به ترتیب از طریق اضافه کردن کلرید کلسیم($CaCl_2$) و منوسدیم دی هیدروژن فسفات (NaH_2PO_4) در هر سطح و کاهش میزان سلولز غنی سازی گردیده تا جیره های آزمایشی مورد نظر بدست آید(جدول ۲-۲). جیره پایه به عنوان تیمار شاهد(با سطح کلسیم و فسفر صفر درصد بدون افزودن مکمل کلسیم و فسفر) در نظر گرفته شده و میزان کلسیم و فسفر آن به ترتیب ۰/۴۲۵ و ۰/۴۲ درصد بر آورد گردید که این مقدار کلسیم و فسفر عمدتاً ناشی از مصرف موادی مانند کازئین و ژلاتین در جیره بوده است. مواد خوراکی اولیه با توجه به ترکیب جیره پایه فراهم گردیدند. در ابتدا مواد خشک جیره خوب با هم مخلوط شده ودر نهایت روغن و ژلاتین به مخلوط اضافه گردید. عملیات اختلاط تا حصول مخلوط یکنواخت و همگن ادامه یافت. مخلوط غذایی به دست آمده از چرخ گوشت با منافذ خروجی با قطر ۲ میلی متر عبور داده شد تا به صورت رشته ای در آید. رشته های حاصل پس از پخش شدن در روی سینی های استیل در داخل دستگاه خشک کن به مدت ۲۴ ساعت در درجه حرارت ۶۰درجه سانتی گراد خشک گردیده تا رطوبت آنها به حدود ۱۰ درصد کاهش یابد. رشته های خشک شده به شکل پلت هایی به قطر ۲ و طول ۵-۶ میلی متر خرد شده و پس از بسته بندی در کیسه های نایلونی و در درجه‌حرارت ۲۰- درجه سانتی گراد انبار گردیدند.

۳-۳-۲- تجزیه تقریبی جیره های غذایی

جیره های غذایی ساخته شده به لحاظ تعیین ترکیب شیمیایی آنها مورد تجزیه قرار گرفتند. بدین منظور ابتدا پلت های غذایی توسط دستگاه آسیاب به شکل پودر در آمده و سپس بر اساس روش های استاندارد ارائه شده در AOAC;1990 تجزیه گردیدند.

جدول ۱-۲: نوع و مقدار مصرف مواد خوراکی در جیره پایه (شاهد)*

ماده خوراکی	مقدار در جیره (درصد)
کازئین	۳۲/۸۰۲
ژلاتین	۶/۰۰
دکسترین	۱۰/۰۰
نشاسته	۱۰/۵۹۸
ساکارز	۲/۰۰
روغن سویا	۳/۰۰
روغن ماهی (کیلکا)	۳/۰۰
لسیتین	۱/۰۰
کلسترول	۰/۵۰
مخلوط ویتامینی**	۴/۰۰
مخلوط مواد معدنی بدون فسفر ***	۱/۵۰
ویتامین **E**	۰/۲۰
ویتامین **C**	۰/۲۰
کولین کلراید	۰/۲۰
سلولز	۲۵/۰۰
منو سدیم دی هیدروژن فسفات	۰۰۰
پروتئین چربی خاکستر انرژی	۳۵/۰۰ درصد ۷/۷۱ درصد ۴/۸۷ درصد ۳۵۰۰(کیلو کالری در کیلو گرم)

* ترکیب و مقدار مصرف کلیه مواد خوراکی به غیراز سلولز و منو سدیم دی هیدروژن فسفات در سایر جیره های آزمایشی مشابه جیره پایه بوده و لذا ترکیب این جیره ها بر اساس مواد فوق الذ کردر جدول ۳-۳ آمده است.

** مخلوط ویتامینی(گرم در کیلوگرم مخلوط): ویتامین A، ۱۶۰۰۰۰۰IU؛ ویتامین D_3، ۴۰۰۰۰۰IU ؛ ویتامین E، ۴۰؛ ویتامین K_3، ۲؛ ویتامین B_1، ۶؛ ویتامین B_2، ۸؛ ویتامین B_3، ۱۲؛ ویتامین B_5، ۴۰؛ ویتامین B_6، ۴؛ ویتامین B_9، ۲؛ ویتامین B_{12}،۸ ؛ ویتامین H_2، ۰/۲۴؛ ویتامین C، ۶۰؛ اینوزیتول، ۲۰؛ B.H.T، ۲۰؛ حامل(پرکننده)، تا یک کیلوگرم[Davis و همکاران، ۱۹۹۳].

*** مخلوط مواد معد نی(گرم در کیلوگرم مخلوط): NaCl، ۲/۸؛ $MnSO_4.H_2O$، ۶/۵۰؛ $FeSO_4.7H_2O$، ۲۰/۰؛ $CuSO_4.5H_2O$، ۵/۵۰؛ Na_2SeO4، ۰/۱۰؛ $MgSO_4.7H_2O$، ۲۸۳/۹۸؛ $ZnSO_4.7H_2O$، ۱۳۱/۹۳؛ $CoCl_2.6H_2O$، ۰/۰۴؛ KI، ۰/۶۷؛ Cellulose، ۵۵۰/۰[Davis و همکاران، ۱۹۹۳].

جدول ۲-۲: مشخصات جیره های آزمایشی

شماره جیره	مقدار کلسیم (درصد)	مقدار فسفر (درصد)	کلسیم کلراید (گرم در کیلو گرم) *	منو سدیم دی هیدروژن فسفات (گرم در کیلو گرم) *	سلولز (گرم در کیلو گرم)
۱	۰ (۰/۴۲ **)	۰(۰/۴۲ **)	۰۰۰	۰۰۰	۲۵۰/۰۰
۲	۰ (۰/۴۲)	۰/۵ (۰/۹۲)	۰۰۰	۲۲/۲۶	۲۲۷/۷۴
۳	۰ (۰/۴۲)	۱ (۱/۴۲)	۰۰۰	۴۴/۵۲	۲۰۵/۴۸
۴	۰ (۰/۴۲)	۱/۵ (۱/۹۲)	۰۰۰	۶۶/۷۹	۱۸۳/۲۱
۵	۰ (۰/۴۲)	۲ (۲/۴۲)	۰۰۰	۸۹/۰۵	۱۶۰/۹۵
۶	۱ (۱/۴۲)	۰ (۰/۴۲)	۳۶/۷۵	۰۰۰	۲۱۳/۲۵
۷	۱ (۱/۴۲)	۰/۵ (۰/۹۲)	۳۶/۷۵	۲۲/۲۶	۱۹۰/۹۹
۸	۱ (۱/۴۲)	۱ (۱/۴۲)	۳۶/۷۵	۴۴/۵۲	۱۶۸/۷۳
۹	۱ (۱/۴۲)	۱/۵ (۱/۹۲)	۳۶/۷۵	۶۶/۷۹	۱۴۶/۴۶
۱۰	۱ (۱/۴۲)	۲ (۲/۴۲)	۳۶/۷۵	۸۹/۰۵	۱۲۴/۲
۱۱	۲ (۲/۴۲)	۰ (۰/۴۲)	۷۳/۵۰	۰۰۰	۱۷۶/۵
۱۲	۲ (۲/۴۲)	۰/۵ (۰/۹۲)	۷۳/۵۰	۲۲/۲۶	۱۵۴/۲۴
۱۳	۲ (۲/۴۲)	۱ (۱/۴۲)	۷۳/۵۰	۴۴/۵۲	۱۳۱/۹۸
۱۴	۲ (۲/۴۲)	۱/۵ (۱/۹۲)	۷۳/۵۰	۶۶/۷۹	۱۰۹/۷۱
۱۵	۲ (۲/۴۲)	۲ (۲/۴۲)	۷۳/۵۰	۸۹/۰۵	۸۷/۴۵
۱۶	۳ (۳/۴۲)	۰ (۰/۴۲)	۱۱۰/۲۵	۰۰۰	۱۳۹/۷۵
۱۷	۳ (۳/۴۲)	۰/۵ (۰/۹۲)	۱۱۰/۲۵	۲۲/۲۶	۱۱۷/۴۹
۱۸	۳ (۳/۴۲)	۱ (۱/۴۲)	۱۱۰/۲۵	۴۴/۵۲	۹۵/۲۳
۱۹	۳ (۳/۴۲)	۱/۵ (۱/۹۲)	۱۱۰/۲۵	۶۶/۷۹	۷۲/۹۶
۲۰	۳ (۳/۴۲)	۲ (۲/۴۲)	۱۱۰/۲۵	۸۹/۰۵	۵۰/۷
۲۱	۴ (۴/۴۲)	۰ (۰/۴۲)	۱۴۷/۰۱	۰۰۰	۱۰۲/۹۹
۲۲	۴ (۴/۴۲)	۰/۵ (۰/۹۲)	۱۴۷/۰۱	۲۲/۲۶	۸۰/۷۳
۲۳	۴ (۴/۴۲)	۱ (۱/۴۲)	۱۴۷/۰۱	۴۴/۵۲	۵۸/۴۷
۲۴	۴ (۴/۴۲)	۱/۵ (۱/۹۲)	۱۴۷/۰۱	۶۶/۷۹	۳۶/۲
۲۵	۴ (۴/۴۲)	۲ (۲/۴۲)	۱۴۷/۰۱	۸۹/۰۵	۱۳/۹۴

*مقدار کلسیم و فسفر قابل استفاده در $CaCl_2.2H_2O$ و $NaH_2PO_4.H_2O$، ۱۰۰٪ در نظر گرفته شده است[Davis، ۱۹۹۰].

** اعداد داخل پرانتز نماینده میزان کل کاسیم و فسفر در جیره می باشند.

٤-۲- پرورش شاه میگو ها

پس از آماده سازی سیستم پرورش به منظور ارزیابی تأثیرات کلسیم و فسفر و همچنین اثرات متقابل آنها بر روی رشد و سایر واکنش های زیستی، ۲۵ نوع جیره حاوی غلظت های مختلف کلسیم و فسفر برای تغذیه شاه میگوها طی چهار آزمایش بکار برده شدند. از آنجایی که نیازهای غذایی برای نوزاد مینیاتوری، بچه شاه میگو و افراد بالغ ممکن است متفاوت باشد(Huner,1979 و Meyers؛ گزارش شده به وسیله Jover *et al.*1999) لذا در آزمایش اول و دوم ۵ و ۳ عدد نوزاد مینیاتوری شاه میگو به ترتیب با میانگین وزن ۱/۲۲±۰/۲۱ و ۱/۳۱±۰/۲۹ گرم و

در آزمایش های سوم و چهارم به ترتیب ۱۰ و ۴ عدد بچه شاه میگو با میانگین وزن به ترتیب ۱/۰۳±۸/۴۸ و ۱/۴۱±۹/۰۶ گرم در هر مخزن پرورش رها سازی گردیدند.

در هر آزمایش قبل از بکاربردن غذاهای آزمایشی، ابتدا شاه میگو ها به مدت ۱۰ روز با جیره پایه بدون مکمل های کلسیم و فسفر تغذیه شدند تا ضمن عادت نمودن به جیره غذایی به شرایط پرورشی نیز سازگار گردند. پس از این مدت شاه میگو ها بوسیله جیره های آزمایشی ۳ بار در روز (ساعت ۹، ۱۵، و ۲۲) و به میزان ۵٪ وزن بدن مورد تغذیه قرار گرفتند(Avault *et al* 1975؛ Kolmykov,2002،). هر چند روز یک بار با توجه به میزان غذای باقیمانده و تلفات میزان غذادهی اصلاح گردید. هر روز صبح قبل از غذا دهی ابتدا آمار گیری انجام گرفته و سپس غذای باقیمانده جمع آوری و مخزن ها تمیز گردیدند. مخازن پرورش هر ۲ هفته یکبار تخلیه شده و کاملا تمیز و ضد عفونی شدند. جهت مهیا کردن شرایط نوری یکنواخت، دوره نوری با تناوب ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی تنظیم گردید. در هر آزمایش شاه میگو ها به طور متوسط به مدت ۸۰ روز پرورش داده شدند.

۲-۵- تعیین فاکتور های فیزیکی و شیمیایی آب

به منظور فراهم آوردن شرایط یکنواخت در طی دوره پرورش فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب سیستم پرورش مورد سنجش قرار گرفت، به طوری که درجه حرارت، اکسیژن محلول و pH در کلیه مخازن پرورش و در حوضچه ذخیره آب به صورت روزانه اندازه گیری شدند(جدول ۳-۲). برخی از فاکتورها مانند سختی کل، کلسیم، کل ازت آمونیاکی ، نیتریت، نیترات و فسفات آب به صورت هفتگی با استفاده از روش ها ی استاندارد ارائه شده بوسیله AOAC (۱۹۹۰) و با همکاری آزمایشگاه شیمی آب پژوهشکده آبزی پروری(آب های داخلی) ایران تعیین گردیدند.

۲-۶- زیست سنجی شاه میگو های آزمایشی

برای این که شاه میگوهای مورد استفاده در آزمایش یک اندازه انتخاب شوند و همچنین به منظور اطلاع از وضعیت رشد آنها، میانگین وزن، طول کل بدن (از نوک راستروم تا انتهای تلسون) و طول حدقه ای کاراپاس (از قسمت حدقه ای کاراپاس تا انتهای کاراپاس) شاه میگو ها در زمان آغاز آزمایش(قبل از رهاسازی در

مخازن پرورش) و در طی دوره پرورش(هر۱۵ روز یک بار) اندازه گیری گردید. برای تعیین وزن شاه میگوها از ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۱ گرم اسفاده شد. جهت اندازه گیری شاخص های طولی از هر تیمار تعداد معینی (حداقل ۵۰ درصد کل تعداد در هر تیمار) ازشاه میگوها به طور تصادفی انتخاب و سنجش طول کل بدن و طول کاراپاس آنها بوسیله تخته زیست سنجی و کولیس انجام پذیرفت.

جدول ۱-۳: شاخص های فیزیکی و شیمیایی آب ورودی وآب مخازن پرورش.

منبع آب / فاکتور	حوضچه آب ورودی	مخازن پرورشی		
		بلوک ۱	بلوک ۲	بلوک ۳
درجه حرارت(سانتی گراد)	۲/۲۶ ±۲۱/۱۴	۲۰/۶۸ ±۱/۹۴	۲۰/۷۱ ±۱/۹۳	۲۰/۶۹ ±۱/۹۵
pH	۸/۰۴ ±۰/۲۳	۸/۱۷ ±۰/۱۴۸	۸/۱ ±۰/۱۲۶	۸/۲۲ ±۰/۱۴۲
اکسیژن محلول (میلی گرم در لیتر)	۷/۲۹ ±۱/۶۱	۷/۱ ±۱/۳۹	۶/۳۹ ±۱/۱۳	۶/۹۸ ±۱/۲۲
نیتریت (میلی گرم در لیتر)	۰/۰۳۳ ±۰/۰۲۲	۰/۰۶۹ ±۰/۰۴۰	۰/۱۰ ±۰/۰۶۷	۰/۰۸۶ ±۰/۰۵۲
فسفات (میلی گرم در لیتر)	۰۰/۱۱ ±۰/۰۳۹	۰/۱۷ ±۰/۰۷۵	۰/۱۹ ±۰/۰۸۴	۰/۱۸ ±۰/۰۶۵
کلسیم (میلی گرم در لیتر)	۷۶/۴۲ ±۴/۹۸	۸۰/۲۵ ±۴/۵۷	۸۰ ±۴/۰۹	۷۸/۳۱ ±۴/۰۲
سختی کل (میلی گرم در لیتر)	۲۸۸/۸ ±۱۱/۶۷	۲۹۲/۸ ±۱۲/۰۸	۲۹۰ ±۱۲/۵۱	۲۹۲/۲ ±۱۷/۱۱

۷-۲- تجزیه تقریبی لاشه شاه میگو ها

قبل از شروع آزمایش نمونه هایی از لاشه نوزاد مینیاتوری، بچه و بالغین شاه میگو تهیه و ترکیب شیمیایی آنها به ویژه از لحاظ مقدار کلسیم و فسفر برآورد گردید(جدول ۴-۲). اطلاعات بدست آمده در این خصوص جهت تنظیم و اصلاح جیره پایه و جیره های آزمایشی مورد استفاده قرارگرفت. به علاوه لاشه شاه میگوهای پرورشی بعد از اتمام هر مرحله آزمایش آنالیز گردید تا تأثیر جیره های آزمایشی بر روی ترکیب شیمیایی بافت آنها هویدا شود. به منظور آنالیز لاشه، در پایان هر آزمایش کلیه شاه میگوها از مخازن پرورش جمع آوری و پس از زیست سنجی به تفکیک تیمار های آزمایشی در کیسه های پلاستیکی بسته بندی شدند. بسته ها بلافاصله به سرد خانه منتقل و در دمای۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری گردیدند. در زمان مناسب شاه میگو های منجمد بوسیله آب مقطر از حالت انجماد خارج شده و به وسیله پارچه آب روی سطح بدن آنها برطرف گردید. سپس نمونه های لاشه با قیچی به قطعات کوچک خرد شده و جهت اندازه گیری رطوبت در دستگاه اون به مدت ۲۴

ساعت در درجه حرارت ۷۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. نمونه های خشک شده بوسیله دستگاه آسیاب به صورت پودر درآمدند و در نهایت با استفاده از روش های مذکور در بند ۳-۳-۲ از نظر ترکیب شیمیایی تجزیه گردیدند.

جدول ٤-۲: تجزیه تقریبی لاشه شاه میگو قبل از شروع آزمایش.

لاشه / ترکیب شیمیایی (٪)	مینیاتور (۱-۲ گرم)	شاه میگوی جوان (۸-۹ گرم)	مولد (٤٠-٥٠ گرم)
پروتیین	۰/۲۱±۳۸/۰۶	۱/۰۹±۴۳/۰۹	۰/۶۴±۴۳/۸۶
چربی	۰/۲۵±۲/۰۲	۰/۴۰±۲/۷۳	۰/۶۴±۲/۷۶
فیبر	۱/۴۶±۱۳/۰۹	۰/۳۶±۱۱/۴۸	۰/۳۱±۱۲/۷۲
خاکستر	۰/۸۹±۳۵/۷۱	۰/۸۲±۳۶/۹۷	۲/۱۴±۳۵/۸۸
رطوبت	۱/۵۹±۷۸/۴۲	۲/۲۹±۷۵/۲۷	۲/۱۳±۷۷/۵۹
کلسیم	۰/۸۵±۱۴/۸۰	۰/۷۱±۱۲/۴۰	۰/۵۰±۱۲/۷۵
فسفر	۰/۰۳±۱/۰۱	۰/۰۹±۱/۲۷	۰/۱۰±۱/۴۳

۸-۲- روش آماری

در کلیه آزمایش های این تحقیق اثرات ۵ سطح کلسیم و ۵ سطح فسفر جیره بر شاخص های پرورشی و زیستی شاه میگو مورد بررسی قرار گرفت. از آنجایی که ۲ عامل مؤثر بر عملکرد حیوانات آزمایشی در هر آزمایش وجود داشت، بنابراین از روش فاکتوریل ۵ × ۵ به منظور مشخص نمودن اثرات اصلی این عوامل و همینطور اثرات توأم آنها استفاده گردید. بر اساس این طرح ۲۵ ترکیب مختلف مقادیر کلسیم و فسفر در جیره حاصل آمد و لذا با توجه به آن ۲۵ نوع جیره آزمایشی تهیه شد(جدول ۳-۲). هر جیره (تیمار) آزمایشی با ۳ تکرار و مجموعاً در ۷۵ مخزن پرورش جهت تغذیه شاه میگوها مورد استفاده قرار گرفت. به منظور ممانعت از تأثیر احتمالی نوسان شرایط محیطی سالن پرورش (مانند نور، دما و غیره) بر نتایج آزمایش تکرارها در قالب ۳ بلوک که هر بلوک شامل ۲۵ تکرار بود، استقرار یافته و ۲۵ نوع جیره بطور کاملاً تصادفی(Completely Randomized Design) در هر بلوک توزیع گردید.

به منظور محاسبه وزن نهایی (گرم)، نرخ رشد(درصد)، نرخ رشد ویژه (درصد)، ضریب تبدیل غذا، ماندگاری (درصد) افزایش بیوماس (گرم) و سایر شاخص ها، داده ها با استفاده از نرم افزار Excell ver. 9, 2000 پردازش شدند. میانگین شاخص های فوق الذکر به عنوان مشاهدات در تجزیه و تحلیل آماری مورد استفاده قرار گرفتند. مقایسه کلی میانگین ها از طریق آنالیز واریانس ANOVA و مقایسه تفکیکی میانگین تیمارها به کمک آزمون چند گانه توکی(Tukey HSD) صورت پذیرفت. سطح مطلوب کلسیم و فسفر در جیره غذایی شاه میگو بوسیله روش آنالیز broken-line ارائه شده توسط Robbins و همکاران(۱۹۷۹ و ۲۰۰۵) مشخص گردید. تجزیه و تحلیل داده ها با کمک بسته نرم افزارهای SPSS و SAS (۲۰۰۲) انجام شده و کلیه محاسبات آماری در سطح اطمینان ۹۵ درصد(P< ۰/۰۵) مد نظر قرار داده شد.

۳- نتایج

۱-۳- ترکیب شمیایی جیره های آزمایشی

با توجه به نوع آزمایش برای ساخت جیره های مورد نظر از مواد خالص استفاده گردید. کازئین و ژلاتین به عنوان منابع اصلی پروتئین و روغن های سویا و ماهی کیلکا به منظور تأمین چربی جیره در نظر گرفته شدند. علاوه بر مواد ذکر شده سایر مواد بکار رفته در جیره نیز طوری انتخاب گردیدند که به لحاظ محتوای عناصر معدنی بویژه کلسیم و فسفر کمترین مقدار را در بر داشته و یا کاملا عاری از این عناصر باشند. نتایج مربوط به ارزش غذایی جیره های تهیه شده در جداول ۱-۳ آمده است.

۲ ـ ۳ ـ تاثیر مقادیر مختلف کلسیم و فسفر جیره بر عملکرد رشد شاه میگوهای آزمایشی

بررسی نتایج مربوط به شاخص‌های رشد نشان داد که پاسخ شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم در مقابل غلظت های مختلف کلسیم و فسفر جیره متفاوت است. براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، برخی از پارامترهای رشد مانند وزن نهایی، افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و مصرف غذا در این شاه‌میگوها بطور معنی‌داری تحت تاثیر مقادیر متفاوت کلسیم و فسفر جیره قرار گرفتند (جدول ۲ ـ ۳).

در این مطالعه اثرات کلسیم و فسفر جیره بر شاخص‌های ماندگاری، بیوماس و ضریب تبدیل غذا در شاه میگوهای جوان معنی‌دار نبود. نتایج بدست آمده نشان دادند که شاخص‌های رشد میگوهای ۸ ـ ۹ گرم نیز بوسیله سطوح مختلف کلسیم و فسفر جیره متأثر گردیدند (جدول ۳ـ ۳). بدین ترتیب که سطوح کلسیم و فسفر جیره بطور معنی داری میزان شاخص‌هایی نظیر افزایش وزن، ماندگاری، بیوماس و نرخ رشد ویژه در شاه میگوهای ۸ـ۹ گرم را تحت تاثیر قرار دادند. ($P < ۰/۰۵$)، ولی تجزیه آماری تفاوت معنی‌داری را بین میانگین شاخص‌های وزن نهایی، ضریب تبدیل غذا و مصرف غذا در جیره‌های مختلف نشان نداد.

جدول ۱ـ۳ : تجزیه تقریبی و ارزش غذایی جیره های آزمایشی(بر حسب ماده خشک).

شماره جیره	Ca (%)	P (%)	پروتئین (٪)	چربی (٪)	فیبر ٪	NFE ٪	انرژی کل kcal/kg	خاکستر (٪)	کلسیم (٪)	فسفر (٪)
۱	۰	۰	۱/۲۲±۳۶/۲۰	۰/۱۸±۵/۶۹	۲/۲۱±۱۵/۹۹	۰/۷۰±۳۰/۴۹	۶/۰۳±۳۱۸۰/۰	۰/۰۹±۳/۲۲	۰/۰۴±۰/۴۳	۰/۰۱±۰/۴۳
۲	۰	۰/۵	۰/۳۴±۳۵/۹۳	۰/۲۴±۵/۰۶	۲/۲۸±۱۷/۷۵	۳/۴۹±۲۹/۳۵	۱۴/۷۶±۳۰۸۶/۵	۰/۳۷±۴/۴۸	۰/۰۷±۰/۴۵	۰/۰۱±۰/۹۸
۳	۰	۱	۰/۲۸±۳۷/۴۰	۰/۵۶±۶/۳۵	۰/۱۶±۱۷/۷۰	۰/۵۲±۲۹/۵۷	۴/۱۳±۳۰۴۹/۱	۰/۱۴±۵/۹۴	۰/۰۷±۰/۴۵	۰/۱۰±۱/۵۴
۴	۰	۱/۵	۰/۰۲±۳۵/۸۴	۰/۰۲±۵/۶۹	۲/۰۸±۱۴/۵۵	۱/۸۱±۲۹/۵۱	۷/۳۶±۳۰۴۵/۶	۰/۲۴±۷/۹۳	۰/۰۷±۰/۵۵	۰/۰۴±۲/۱۲
۵	۰	۲	۰/۳۶±۳۵/۳۷	۰/۱۸±۶/۱۲	۰/۳۶±۱۴/۷۴	۳/۲۰±۲۶/۹۷	۱۵/۹۰±۳۰۲۴/۵	۱/۸۹±۱۱/۹۳	۰/۰۰±۰/۵۰	۰/۲۹±۲/۴۷
۶	۱	۰	۰/۱۸±۳۵/۵۷	۰/۷۵±۴/۹۷	۰/۲۱±۱۳/۲۶	۳/۵۷±۳۶/۱۹	۲۰/۲۹±۳۳۱۷/۵	۰/۲۵±۶/۲۸	۰/۰۷±۱/۳۵	۰/۰۴±۰/۴۳
۷	۱	۰/۵	۰/۴۹±۳۵/۵۶	۰/۵۷±۵/۰۰	۰/۵۳±۱۴/۶۳	۵/۶۹±۳۲/۸۲	۲۵/۸۸±۳۱۸۵/۰	۰/۲۰±۷/۸۴	۰/۰۷±۱/۰۵	۰/۰۲±۰/۷۷
۸	۱	۱	۰/۴۹±۳۵/۵۶	۰/۶۴±۶/۳۵	۰/۲۰±۱۳/۲۶	۶/۲۵±۳۱/۹۳	۲۸/۸۱±۳۲۷۰/۷	۰/۲۵±۹/۱۸	۰/۰۷±۰/۹۵	۰/۰۱±۱/۰۱
۹	۱	۱/۵	۰/۳۵±۳۵/۹۵	۰/۷۱±۵/۰۰	۰/۳۲±۱۲/۲۳	۶/۴۳±۳۳/۳۵	۳۰/۶۶±۳۲۲۱/۸	۰/۱۸±۱۰/۴۳	۰/۰۷±۱/۰۵	۰/۰۴±۱/۲۵
۱۰	۱	۲	۰/۱۹±۳۵/۷۲	۰/۴۶±۷/۲۲	۰/۲۸±۱۱/۷۰	۷/۶۲±۳۳/۶۴	۳۵/۳۶±۳۴۲۳/۸	۰/۶۳±۱۱/۵۷	۰/۰۰±۰/۷۰	۰/۰۶±۲/۴۵
۱۱	۲	۰	۰/۲۸±۳۵/۷۰	۰/۳۷±۴/۹۹	۰/۴۱±۱۱/۳۱	۷/۰۷±۳۴/۴۸	۳۲/۷۹±۳۲۵۵/۹	۰/۲۵±۱۰/۸۸	۰/۰۷±۱/۷۵	۰/۰۴±۰/۵۸
۱۲	۲	۰/۵	۰/۳۱±۳۵/۵۸	۰/۰۸±۴/۹۴	۰/۴۲±۵/۵۰	۶/۶۶±۴۰/۶۳	۲۶/۱۰±۳۴۹۲/۶	۰/۳۷±۱۰/۳۶	۰/۰۷±۱/۹۵	۰/۰۴±۰/۶۳
۱۳	۲	۱	۰/۴۲±۳۵/۵۰	۰/۸۸±۴/۸۸	۰/۳۵±۶/۱۵	۷/۱۱±۳۹/۹۸	۳۴/۷۱±۳۴۵۸/۰	۰/۳۰±۱۰/۹۱	۰/۰۷±۱/۸۵	۰/۰۵±۰/۹۴
۱۴	۲	۱/۵	۰/۳۵±۳۵/۶۶	۰/۶۲±۴/۸۶	۰/۲۵±۷/۱۸	۷/۶۲±۳۸/۰۷	۳۴/۷۰±۳۳۸۶/۴	۰/۳۰±۱۲/۰۲	۰/۰۷±۱/۸۵	۰/۰۴±۱/۲۵
۱۵	۲	۲	۰/۰۷±۳۵/۳۳	۰/۳۳±۴/۸۹	۰/۳۰±۷/۴۷	۸/۲۷±۴۰/۸۲	۳۶/۳۵±۳۴۸۵/۶	۰/۲۱±۱۲/۴۵	۰/۱۴±۲/۷۰	۰/۰۱±۲/۵۳
۱۶	۳	۰	۰/۲۵±۳۵/۶۸	۰/۷۲±۴/۸۹	۰/۳۵±۷/۶۵	۶/۸۳±۳۶/۷۵	۳۴/۸۰±۳۳۳۷/۱	۰/۲۳±۱۱/۹۷	۰/۰۷±۲/۳۵	۰/۰۵±۰/۶۴
۱۷	۳	۰/۵	۰/۲۳±۳۵/۳۴	۰/۵۵±۵/۱۱	۰/۱۷±۶/۱۲	۸/۱۸±۳۷/۴۷	۳۶/۷۸±۳۳۷۲/۱	۰/۲۳±۱۲/۶۶	۰/۰۷±۲/۶۵	۰/۰۳±۰/۷۸
۱۸	۳	۱	۰/۲۵±۳۵/۷۸	۰/۳۴±۴/۸۶	۰/۲۹±۵/۴۱	۸/۳۲±۳۸/۲۷	۳۷/۳۶±۳۳۹۹/۲	۰/۱۹±۱۳/۵۴	۰/۰۷±۳/۰۵	۰/۰۴±۱/۰۴
۱۹	۳	۱/۵	۰/۳۷±۳۵/۹۴	۰/۷۹±۵/۰۴	۰/۳۱±۵/۰۲	۹/۲۰±۳۷/۴۳	۴۲/۴۵±۳۳۸۸/۲	۰/۱۱±۱۴/۳۸	۰/۰۷±۲/۶۵	۰/۰۱±۱/۴۵
۲۰	۳	۲	۰/۰۸±۳۶/۱۵	۰/۴۶±۴/۵۸	۰/۲۴±۴/۳۶	۹/۷۴±۴۰/۲۹	۴۳/۴۰±۳۴۶۹/۳	۰/۱۸±۱۴/۹۸	۰/۰۷±۲/۹۵	۰/۰۷±۲/۹۳
۲۱	۴	۰	۰/۳۰±۳۵/۲۱	۰/۰۸±۴/۵۱	۰/۱۳±۷/۹۱	۱۰/۱۵±۳۵/۸۲	۴۱/۰۸±۳۲۴۶/۵	۰/۲۳±۱۴/۸۶	۰/۰۷±۳/۰۵	۰/۲۶±۰/۷۱
۲۲	۴	۰/۵	۰/۱۱±۳۵/۵۸	۰/۲۳±۴/۶۶	۰/۲۷±۶/۷۹	۱۰/۴۲±۳۶/۲۵	۴۰/۰۸±۳۲۹۲/۴	۰/۱۶±۱۵/۳۱	۰/۰۷±۳/۰۵	۰/۰۴±۰/۷۳
۲۳	۴	۱	۰/۲۴±۳۵/۵۷	۰/۲۲±۴/۹۶	۰/۲۹±۳/۰۱	۱۱/۱۱±۳۹/۱۵	۴۳/۴۲±۳۴۳۴/۶	۰/۲۲±۱۶/۵۶	۰/۰۷±۳/۳۵	۰/۰۴±۰/۹۸
۲۴	۴	۱/۵	۰/۲۰±۳۵/۷۶	۰/۲۳±۵/۰۶	۰/۳۵±۱/۸۵	۱۲/۲۶±۴۰/۴۵	۴۶/۲۲±۳۵۰۳/۸	۰/۱۸±۱۷/۷۳	۰/۰۷±۳/۳۵	۰/۰۵±۱/۳۵
۲۵	۴	۲	۰/۱۱±۳۷/۳۲	۰/۱۹±۴/۹۴	۰/۳۱±۲/۰۹	۱۲/۴۰±۳۹/۰۳	۴۸/۳۳±۳۴۹۸/۱	۰/۱۸±۱۸/۰۲	۰/۱۴±۴/۰۰	۰/۰۶±۲/۵۶

اعداد در یک ستون به صورت میانگین ± SD آورده شده اند.

۱ ـ ۲ ـ ۳ ـ اثر کلیسم و فسفر جیره برافزایش وزن

براساس‌نتایج حاصله شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی در طول ۸۰ روز پرورش افزایش وزنی برابر ۰/۰۵ تا ۰/۷۳ گرم را نشان دادند (جدول ۲ ـ ۲). بیشترین افزایش وزن مربوط به جیره‌های شماره ۲۳، ۳ و ۱۳ (به ترتیب ۰/۷۳، ۰/۶۵ و ۰/۵۵ گرم) و کمترین آن متعلق به جیره‌های شماره ۶ و ۱ (به ترتیب ۰/۰۵ و ۰/۰۶ گرم) بود. غلظت‌های کلسیم و فسفر در جیره‌ها بطور معنی‌داری بر افزایش وزن شاه میگوهای جوان اثر گذاشتند (جداول ۲-۳ و ۴ ـ ۳). در این ارتباط جیره‌های فاقد فسفر (جیره‌های شماره ۱، ۶ و ۱۱) عملکرد نسبتاً ضعیفی را در رشد شاه‌میگوهای جوان بروز دادند. با افزایش میزان فسفر در جیره، برای مثال،

جیره‌های شماره ۳،۸، ۵، ۱۰، ۱۳، ۱۴، ۱۸، ۲۰، ۲۲، ۲۳، افزایش وزن در شاه‌میگوهای ۱ ـ۲ گرم بهبود پیدا کرد. این افزایش در جیره‌های حاوی ۱ درصد فسفر بیشتر جلب توجه نمود.

با توجه به جداول ۲ ـ ۳ افزایش وزن میگوهای ۸ ـ ۹ گرم در پایان دوره پرورش تغییراتی از ۰/۹۰ تا ۳/۱۸ گرم را نشان داد. شاه میگوهای تغذیه شده با جیره‌های شماره ۶ (۰/۹۰ گرم) و ۱۲(۱/۰۹ گرم) کمترین و شاه میگوهای تغذیه شده با جیره‌های شماره ۱۰ (۳/۱۸ گرم)، ۱۳ (۲/۸۴ گرم) و ۲۳ (۲/۷۱ گرم) بیشترین افزایش وزن را داشتند. بین میانگین افزایش وزن در تیمارهای غذایی مختلف تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P < ۰/۰۵$). با این حال در هر سطح فسفر جیره با افزایش غلظت کلسیم افزایش نسبتاً محسوسی در افزایش وزن حاصل گردید.

جدول ۲ـ۳ : شاخص های رشد شاه میگو های جوان ۱-۲ گرم تغذیه شده با جیره های واجد مقادیر مختلف کلسیم و فسفر.

شماره جیره	کلسیم(٪)	فسفر(٪)	وزن اولیه(گرم) NS	وزن نهایی(گرم)	افزایش وزن (گرم)	ماندگاری(٪) NS	بیوماس(گرم در متر مربع) NS	نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	ضریب تبدیل غذا NS	مصرف غذا (میلی گرم در روز به ازای هر شاه میگو)
۱	۰	۰	۰/۱۱±۱/۲۵	^{ab}۰/۱۲±۱/۳۱	^{ab}۰/۰٤±۰/۰٦	۲۸/۸۷±۸۳/۳۳	٤/٤۱±۱۱/۰۳	^{a}۰/۰٦±۰/۰۷	/۸٤±۷/۰۱	^{ab}٤/٤۸±۱٤/٦۳
۲	۰	۰/۵	۰/۵٤±۱/۳۰	^{a}۰/۱٦±۱/٤۱	^{ab}۰/۱۳±۰/۱٤	۲۵/۲۷±۵۰/۰۰	۲/۷۲±۸/۰۳	^{ab}۰/۱۹±۰/۲۱	/٦۳±٤/۱۰	^{ab}۹/۳۲±۱٤/٤۵
۳	۰	۱	۰/۲۸±۱/۱۸	^{ab}۰/٦۸±۱/۷۱	^{cd}۰/۹۲±۰/٦۵	۲۷/۷٤±٦٦/٦۷	/۹۸±۱۱/٤۰	^{bc}۰/۰۷±۰/۷٦	/۰۳±۹/۲۹	^{abc}٦/٤۷±۱۹/۸۵
٤	۰	۱/۵	۰/۰۸±۱/۰٦	^{ab}۰/۲۹±۱/۲۱	^{abc}۰/۲۲±۰/۲۳	۲۸/۸۷±۸۳/۳۳	۵/۱۰±۱۰/۳۰	^{ab}۰/۲۷±۰/۱۸	/٤۵±۹/٦۷	^{ab}۵/۵٤±۱۵/٤٦
۵	۰	۲	۰/٤۰±۱/۲۹	^{ab}۰/٤٦±۱/٦۹	^{abcd}۰/۰۹±۰/٤۰	۰۰/۰۰±۵۰/۰۰	۲/۳۱±۸/٤۳	^{ab}۰/۱۱±۰/٤٦	/۵۳±۲/۳۰	^{abc}۸/۸۳±۲۰/٤۳
٦	۱	۰	۰/۰۹±۱/۰۵	^{a}۰/۰۲±۱/۰٤	^{a}۰/۰۳±۰/۰۵	۲۵/۲۷±۵۰/۰۰	۵/۱۳±۵/۱۷	^{a}۰/۰۲±۰/۰٦	/٤٤±۸/٤۰	^{a}۵/۷٦±۷/۷۰
۷	۱	۰/۵	۰/۵۰±۱/۳۱	^{ab}۰/۵٤±۱/٤۹	^{abc}۰/۰۸±۰/۱۸	۲۸/۸۷±۸۳/۳۳	۷/۸۳±۱۳/۱۰	^{ab}۰/۱۰±۰/۲۱	/٤۷±۸/۹٤	^{bcde}٦/۵۱±۲۷/٦۰
۸	۱	۱	۰/۲٤±۱/۱۷	^{ab}۰/۲۲±۱/۳۳	^{abcd}۰/۰۵±۰/۳۹	۲۸/۸۷±٦٦/٦۷	۵/۰۱±۹/۱۰	^{ab}۰/۳۱±۰/۲۱	/۳۱±۸/۲٤	^{ab}٤/۰٤±۱٦/٤۱
۹	۱	۱/۵	۰/۱۲±۱/۲۳	^{ab}۰/۲٤±۱/۳٦	^{ab}۰/۱۱±۰/۱٤	۲۸/۸۷±۸۳/۳۳	۳/۹۱±۱۱/۱۷	^{a}۰/۱٤±۰/۱٦	/۳۷±٤/۰٦	^{ab}٦/۵۵±۱۵/۸۷
۱۰	۱	۲	۰/۵۸±۱/۵٤	^{b}۰/۲٦±۲/۰۲	^{abcd}۰/۳٦±۰/٤۸	۲۸/۸۷±٦٦/٦۷	۳/۷۹±۱۳/۰۰	^{ab}۰/٤۱±۰/۵۱	/۱۵±۲/۳۹	^{def}۵/۸۷±۳۸/۹٦
۱۱	۲	۰	۰/۰۲±۱/۱٦	^{ab}۰/۰۸±۱/۲۹	^{ab}۰/۰٦±۰/۱۲	۲۷/۷٤±٦٦/٦۷	۷/٤۷±۸/٦۰	^{a}۰/۰۸±۰/۱٦	/۹۸±٤/۳۹	^{ab}۲/٦۵±۱۰/۲٦
۱۲	۲	۰/۵	۰/۱٤±۰/۹۳	^{a}۰/۱۲±۱/۰۵	^{ab}۰/۱۲±۰/۱۳	۲۸/۸۷±۸۳/۳۳	۲/۹۲±۸/۲۳	^{ab}۰/۱۸±۰/۲۱	/۸٦±۱/٦۹	^{ab}۷/٤٦±۱۰/۷۰
۱۳	۲	۱	۰/۲۳±۱/۱۹	^{ab}۰/۳۲±۱/۷٤	^{bcd}۰/۱۰±۰/۵۵	۲۸/۸۷±۸۳/۳۳	۳/۰۱±۱۳/۸۷	^{abc}۰/۰٤±۰/٦۳	/۱۰±٤/۰۷	^{f}۱۳/٦۰±٤۷/۸٤
۱٤	۲	۱/۵	۰/۱٤±۱/۰٤	^{ab}۰/۰۲±۱/٤۸	^{abcd}۰/۱٦±۰/٤٤	۲۸/۸۷±٦٦/٦۷	٤/۱٤±۹/۸۲	^{abc}۰/۲٦±۰/٦۰	/۳۹±۱/۷۵	^{ab}۱/۹۵±۱۵/۷۳
۱۵	۲	۲	۰/۱۱±۱/۱۸	^{ab}۰/۱۹±۱/۳۱	^{ab}۰/۱۲±۰/۱۲	۲۸/۸۷±٦٦/٦۷	۳/۲۳±۸/۵۵	^{a}۰/۱٤±۰/۱٦	/۳۱±٦/۱۵	^{abcd}۵/٤٤±۲۲/۲۷
۱٦	۳	۰	۰/۱۸±۱/۱۹	^{ab}۰/۱۱±۱/٤۰	^{abc}۰/۰۹±۰/۲۰	۲۸/۸۷±۸۳/۳۳	٤/۵۱±۱۱/۷۵	^{ab}۰/۱٤±۰/۲۷	/۹۸±۲/۹۲	^{ab}۵/۷٦±۱۰/٤۹
۱۷	۳	۰/۵	۰/۱۸±۱/۱٦	^{ab}۰/۳٦±۱/٤۵	^{abcd}۰/۲٤±۰/۲۹	۲۸/۸۷±٦٦/٦۷	٤/۱٦±۹/۵۵	^{ab}۰/۲۸±۰/۳٦	/۳۹±۵/۱۳	^{ef}۱۸/۲۰±٤۱/۷۳
۱۸	۳	۱	۰/۲٦±۱/۳٦	^{ab}۰/۲٦±۱/٦۵	^{abcd}۰/۲۱±۰/۲۹	۰/۰۰±۱۰۰/۰۰	۲/٦۳±۱٦/۵۳	^{ab}۰/۲۳±۰/۳۳	/۲۳±۸/٦۸	^{ef}۱۵/۳۷±٤۵/٦۹
۱۹	۳	۱/۵	۰/۰٤±۱/۱۵	^{ab}۰/۲۲±۱/۳۹	^{ab}۰/۲۱±۰/۲٤	۲۸/۸۷±۳۳/۳۳	۱/۱۰±٦/۹۳	^{ab}۰/۲۹±۰/۲۷	/٤۵±۹/۷۷	^{cdef}٤/۳۸±۳٤/٤۳
۲۰	۳	۲	۰/۰۵±۱/۳۹	^{ab}۰/۰۵±۱/۸۵	^{abcd}۰/۰۲±۰/٤۸	۲۷/۷٤±٦٦/٦۷	/٦۷±۱۲/۳۲	^{ab}۰/۰۰±۰/۵۰	/۵۳±۸/۸۹	^{def}۱۰/۳۳±۳۸/۷۱
۲۱	٤	۰	۰/۳۰±۱/۲۵	^{ab}۰/۹۲±۱/۸۱	^{abc}۰/۲۳±۰/٤٤	۲۸/۸۷±۸۳/۳۳	/۵٤±۱٦/۳۸	^{ab}۰/۲۹±۰/۳۲	/۱۲±٤/۷۰	^{ef}٤/٦۲±٤۳/۱۰
۲۲	٤	۰/۵	۰/۰۸±۱/۱٤	^{ab}۰/۱۷±۱/۵۱	^{abcd}۰/۱۸±۰/۳۸	۰/۰۰±۱۰۰/۰۰	۱/۷۱±۱۵/۱۳	^{ab}۰/۲۰±۰/٤۷	/۰۰±۵/۰۲	^{def}۹/۳۲±۳۸/۳۹
۲۳	٤	۱	۰/۳٤±۱/۳۹	^{c}۱/۳۹±۲/۱۹	^{d}۰/٤۰±۰/۷۳	۲۸/۸۷±۳۳/۳۳	٦/۹۷±۱٤/٤۸	^{c}۰/۳۱±۱/۰۹	/۳٦±۲/۹۳	^{ef}۱۲/۱۱±٤۲/۰٤
۲٤	٤	۱/۵	۰/۱۱±۱/۳٤	^{ab}۰/۱۸±۱/۷۲	^{abcd}۰/۲۲±۰/۳۲	۲۵/۲۷±۵۰/۰۰	۷/۹۸±۸/۳۷	^{ab}۰/۲۲±۰/۳٤	۵۸±۱۰/٦۱	^{ef}۱٤/۵٤±٤۵/۷۱
۲۵	٤	۲	۰/۱۳±۱/۱۲	^{ab}۰/۲۸±۱/۳۵	^{abc}۰/۱۸±۰/۲٤	۲۸/۸۷±۸۳/۳۳	۳/۹۲±۱۱/۰۲	^{ab}۰/۲۲±۰/۳۰	/۸۳±۷/۵٦	^{ef}۱۸/۳۲±٤۵/٦۵

میانگین ± **SD** . اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار هستند(۰/۰۵ >**P**).

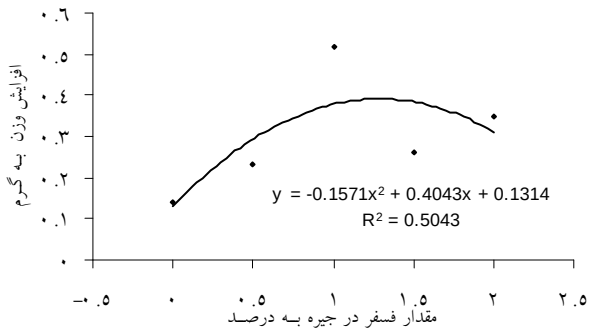
NS : میانگین تیمار ها در این ستون دارای اختلاف معنی دار نیستند(۰/۰۵ <**P**).

جدول ۳ـ۳ : شاخص های رشد شاه میگو های ۸-۹ گرم تغذیه شده با جیره های حاوی مقادیرمختلف کلسیم وفسفر.

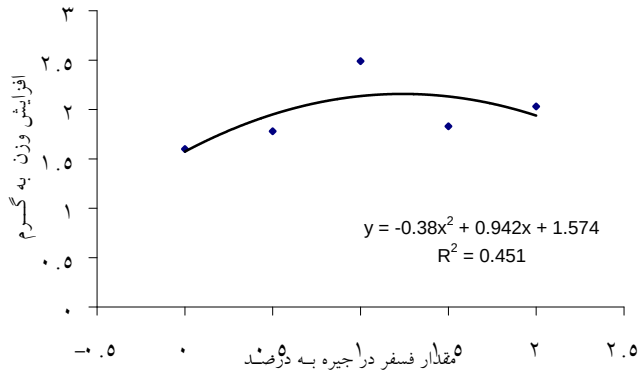
شماره جیره	کلسیم(٪)	فسفر (٪)	وزن اولیه (گرم) NS	وزن نهایی(گرم) NS	افزایش وزن (گرم)	ماندگاری(٪)	بیوماس(گرم)	نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	ضریب تبدیل غذا NS	مصرف غذا (گرم در روز به ازای هر شاه میگو) NS
۱	۰	۰	۸/۱۷ ± ۰/۹٤	۹/۸٤ ± ۲/۵٤	± ۱/ ٦١^{abc}	± ۱۰/۰۰^{abcd}	± ٦۰/۷۹^{ab}	۰/۲۱ ± ۰/۱۷^{abcde}	۸/۱۱ ± ٤/۱۰	۰/۱٦ ± ۰/۰۷
۲	۰	۰/۵	۸/۷۳ ± ۲/۸۲	۱۰/۱۷ ± ۳/٤۱	± /۰/٦۹^{abc}	±۱۵/۲۷^{abcd}	± ۱۲۱/٤۹^{ab}	۰/۱۸ ±۰/۰۵^{abcd}	۸/۹٤ ± ۳/۰۳	۰/۱۹ ± ۰/۰۷
۳	۰	۱	۷/۸۵ ±۲/۳٦	۱۰/۲۰ ±۲/٤٦	±۰/۱۷ ^{abc}	± ۲۳/۰۹^{ab}	± ۱۲۱/۷۱^{a}	۰/۳٤ ± ۰/۰۹^{cdef}	۵/۳۱ ± ۱/۳۸	۰/۱۵ ±۰/۰۳
۴	۰	۱/۵	۸/۲۸ ± ۲/۸۲	۱۰/۰۷ ±٤/۰۰	±۱/٤۳ ^{abc}	± ۵/۷۷^{abcde}	± ۱۳۲/٦۸^{abc}	۰/۲۳ ±۰/۱۷^{abcdef}	۸/۳٦ ± ۱/۵۳	۰/۱۸ ±۰/۰۹
۵	۰	۲	۸/۰۵ ± ۰/٦۳	۱۰/۰٤ ± ۱/۳۳	± ۰/۹۲^{abc}	± ۲۳/۰۹^{cde}	۹۸/٦٦^{abc}	۰/۲۷ ± ۰/۰۹^{abcdef}	۸/۵۹ ± ۱/٦٦	۰/۱۸ ±۰/۰۵
۶	۱	۰	۸/۷۰ ± ۲/٦۵	۹/٦۰ ± ۲/۷۱	۰/۸۲^{a}	± /۰۰۱۰^{abcd}	± ۷٦/۱۹^{ab}	۰/۱۳ ± ۰/۱۰^{ab}	۱۸/۳٦ ± ۱۵/۷۳	۰/۱۷ ± ۰/۰۷
۷	۱	۰/۵	۸/۸۱ ± ۰/۳۱	۹/٤۸ ±۰/٤۷	± ۰/٤۱^{ab}	± ۵/۷۷^{abcd}	± ۳۳/۵٦ ^{ab}	۰/۰۹ ±۰/۰۹^{a}	۱۲/۷۱ ±۹/۱۵	۰/۱۹ ± ۰/۰۵
۸	۱	۱	۸/۳۱ ± ۲/٤۵	۱۰/۵۱ ± ۳/۱۵	± ۰/۷۹^{abc}	± ۵/۷۷^{abcde}	±۵٤/۸۲abc	۰/۲۹ ± ۰/۰۵^{abcdef}	۷/۵۲ ± ۳/۰۱	۰/۲۰ ± ۰/۰۸
۹	۱	۱/۵	۸/۹٦ ± ۲/۷۳	۱۰/۸۱ ±۲/۵۰	± ۰/۳۲^{abc}	± ۵/۷۷^{abcde}	± ۹۷/۱۸^{abc}	۰/۲۵ ±۰/۱۰^{abcdef}	۱۰/۰۹ ± ٦/۱۳	۰/۲۲± ۰/۱۰
۱۰	۱	۲	۸/۵٤ ±۱/۵۵	۱۱/۷۳ ±۲/٦٤	± ۱/٤۵^{c}	± ۵/۷۷^{e}	± ۱۳۰/۲٤^{c}	۰/۳۸ ± ۰/۱۵^{ef}	۵/٦۹ ± ۰/۸٤	۰/۲۱ ±۰/۰۸
۱۱	۲	۰	۹/۱٦ ± ۱/۸۵	۱۰/۳۰ ± ۲/۱۷	±۰/۵۸ ^{ab}	± ۰/۰۰^{a}	± ۳۲/۵۸^{a}	۰/۱٤ ± ۰/۰۷^{abc}	۱۳/۲۱ ± ۵/۸۵	۰/۲۰ ± ۰/۵۲
۱۲	۲	۰/۵	۸/٤۱ ± ۲/۲۱	۹/۵۰ ± ۲/۸٤	± ۰/۸۰^{ab}	± ۵/۷۷^{abcd}	± ۷۷/۲۲^{ab}	۰/۱٤ ±۰/۰۷^{abc}	۱۱/۹۰ ± ۰/۳۳	۰/۱۸ ± ۰/۰۹
۱۳	۲	۱	۷/۹۹ ±۳/۲۹	۱۰/۸۲ ± ۳/۲۰	± ۰/۹۵^{bc}	± ۲۵/۱٦^{cde}	± ٤۱/۰۵^{abc}	۰/٤۱ ± ۰/۱٤^{f}	۵/٤۷ ± ۰/۸۸	۰/۱۹ ± ۰/۰۳
۱۴	۲	۱/۵	۸/٦۷ ± ۱/٤۰	۱۰/۵۳ ± ۲/۲۰	± ۰/۹٦^{abc}	± ۵/۷۷^{cde}	۷۵/۱۳^{abc}	± ۰/۰۸a^{bcdef}	۱۰/۲۰± ۵/۷۰	۰/۱۹ ±۰/۰۵
۱۵	۲	۲	۸/۱۱ ±۳/٤٦	۹/۸٤ ± ۳/۱۸	± ۰/۲۹^{abc}	± ۱۰/۰۰^{abcde}	٤۷/۵۳^{ab}	۰/۲۷ ± ۰/۱۱^{abcdef}	۱۱/٦۳ ± ۹/۲٦	۰/۲۳ ±۰/۱٤
۱۶	۳	۰	۸/۸۰ ± ۰/٦۵	۱۰/۹۹ ±۱/۲٤	± ۰/۵۹^{abc}	± ۱۵/۲۷^{abcde}	± ٦۰/۸۸^{abc}	۰/۲۷ ±۰/۰۵^{abcdef}	۷/۲۵ ± ۱/۰۹	۰/۲۰ ± ۰/۰۷
۱۷	۳	۰/۵	۸/۵٤ ± ۲/۷۰	۱۰/۷۱ ۳/۷۱	±۱/۰۷^{abc}	± ۱۵/۲۷^{abc}	± ۱٤۵/۷٤^{ab}	± ۰/۰۷^{abcde}f	۷/۰۹ ± ۳/٦٤	۰/۱۸ ۰±/۰۳
۱۸	۳	۱	۸/٦۰ ± ۲/۳۰	۱۰/۹٦ ± ۲/۷۳	± ۰/٤۲^{abc}	± ۲۰/۸۲^{abcd}	± ۵۷/۱۳۷^{ab}	۰/۳۰ ± ۰/۰۲^{bcdef}	٦/۵۷± ۲/۲۷	۰/۱۸ ± ۰/۰۷
۱۹	۳	۱/۵	۸/۳۰ ± ۰/۸۹	۹/۹۳ ± ۰/۵۵	± ۰/٤٤^{abc}	± ۵/۷۷^{cde}	± ۱٦/۰٦^{abc}	۰/۲۲ ± ۰/۰۷^{abcdef}	۱۱/۸۸ ± ٦/۷۵	۰/۲۲ ±۰/۰۷
۲۰	۳	۲	۸/٤۰± ۱/۷۷	۱۰/٦۵ ± ۲/۸۵	± ۰/۵٤^{abc}	± ۲٦/٤۵^{bcde}	± ۱۱۰/۳۳^{abc}	۰/۲۸ ± ۰/۱۰^{abcdef}	۹/۹۵ ± ۳/۳۸	۰/۲۳ ± ۰/۱۰
۲۱	۴	۰	۸/۹۵ ±۲/٤۷	۱۱/۰۷ ± ۳/۱٦	± ۱/۰۹^{abc}	± ۵/۷۷^{abcde}	± ۵۲/۵٦^{abc}	۰/۲٦ ±۰/۱۲^{abcdef}	۸/٦٤± ۱۰/٤۰	۰/۲۰± ۰/۰٤
۲۲	۴	۰/۵	۸/۳۳ ± ۲/۱۹	۱۱/۰۱ ±۳/۷۰	±۱/۵۷^{bc}	±۵/۷۷^{abcde}	± ۱۰۲/۰۱^{abc}	۰/۳۲± ۰/۱۲^{bcdef}	۷/٦۸ ± ۵/۵۰	۰/۱۹ ± ۰/۰۹
۲۳	۴	۱	۸/۱۷ ± ۲/۹٤	۱۰/۸۹ ± ۳/۹۳	± ۱/۰٦^{bc}	۱۵/۲۷^{cde}	± ۲۱٤/٦۹^{bc}	۰/۳۵ ± ۰/۰٦^{def}	٦/۰۷ ± ۲/۹۷	۰/۱۸ ± ۰/۰۲
۲۴	۴	۱/۵	۸/۸۳ ±۲/۵۵	۱۰/۸۷ ± ۲/۲۱	±۰/۳۹^{abc}	± ۵/۷۷^{abcd}	± ۲۳/۱۲^{ab}	۰/۲۸ ± ۰/۱۱^{abcdef}	۸/۸۱ ± ۵/۱۱	۰/۲۲ ± ۰/۱۰
۲۵	۴	۲	۸/٤۳ ±۰/۷٦	۱۰/۹٦ ± ۰/٦۱	± ۰/۵۱^{abc}	± ۱۵/۲۷^{de}	± ٦۹/۸٤^{bc}	۰/۳۳ ± ۰/۰۷^{bcdef}	۱۳/۵۷ ± ۱۲/۲۸	۰/٤۳ ± ۰/۳۸

میانگین ± **SD** . اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار هستند(۰/۰۵ >**P**).
NS : میانگین تیمار ها در این ستون دارای اختلاف معنی دار نیستند(۰/۰۵ <**P**

شکل ۱ ـ ۳ تاثیر مقادیر مختلف فسفر جیره بر روی افزایش وزن شاه‌میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم را نشان می‌دهد. همان طور که از این شکل بر می‌آید شاه میگوهای مذکور بیشترین افزایش وزن را در هنگام تغذیه از جیره حاوی ۱ درصد فسفر نشان دادند. چنین وضعیتی در مورد شاه میگوهای ۸ ـ۹ گرم نیز مشاهده گردید (شکل ۲ ـ ۳).

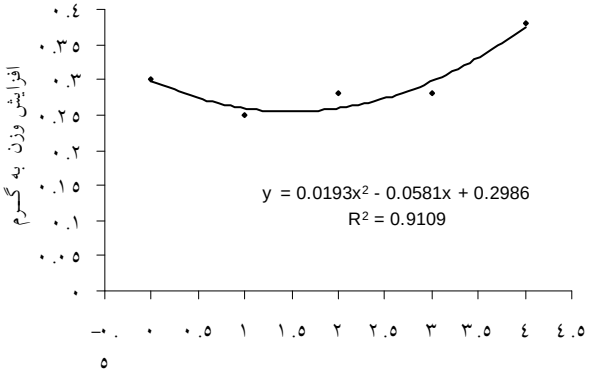


شکل ۱ـ۳: افزایش وزن شاه میگو های جوان ۱-۲ گرم در تیمار های غذایی دارای غلظت های مختلف فسفر.



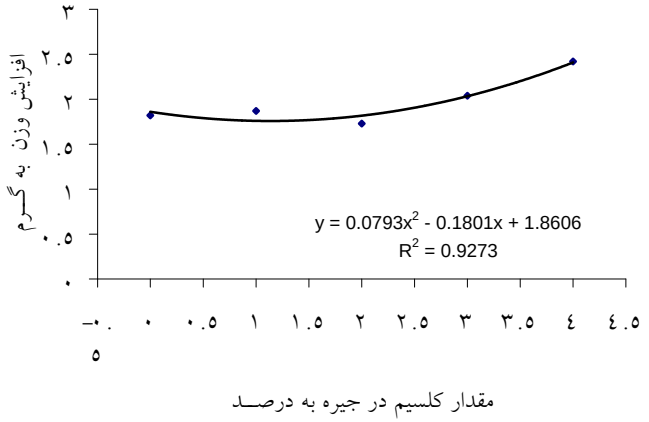
شکل ۲ـ۳: افزایش وزن شاه میگو های ۸-۹ گرم در تیمار های غذایی دارای غلظت های مختلف فسفر.

میانگین افزایش وزن در شاه میگوهای ۱ ـ ۲ گرم تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف کلسیم متفاوت بود. نتایج بدست آمده حاکی از آن بود که در جیره‌های فاقد فسفر یا حاوی ۰/۵ درصد فسفر، افزایش غلظت کلسیم در جیره افزایش وزن اندکی را در شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم باعث گردید. اما در شرایط افزایش بیشتر مقدار فسفر در جیره (۱ ـ ۱/۵ درصد)، افزایش کلسیم جیره تأثیر افزایشی قابل توجهی بر افزایش وزن داشت. در سطح ثابت ۲ درصد فسفر در جیره، رابطه معکوسی بین میزان کلسیم جیره و افزایش وزن شاه میگوهای جوان مشاهده گردید(جدول ۲ـ۳). شکل ۲ ـ ۳ اثر غلظت‌های متفاوت کلسیم جیره بر افزایش وزن شاه‌میگوهای ۱ ـ ۲ گرم را نشان می‌دهد. همان گونه که در این شکل مشخص است شاه میگوهای جوان تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح بالای کلسیم(۳ و ۴ درصد) رشد بهتری را نمایان ساخته‌اند.



شکل ۳ـ۳: افزایش وزن شاه میگو های جوان ۱-۲ گرم در تیمار هایغذایی دارای غلظت های مختلف کلسیم.

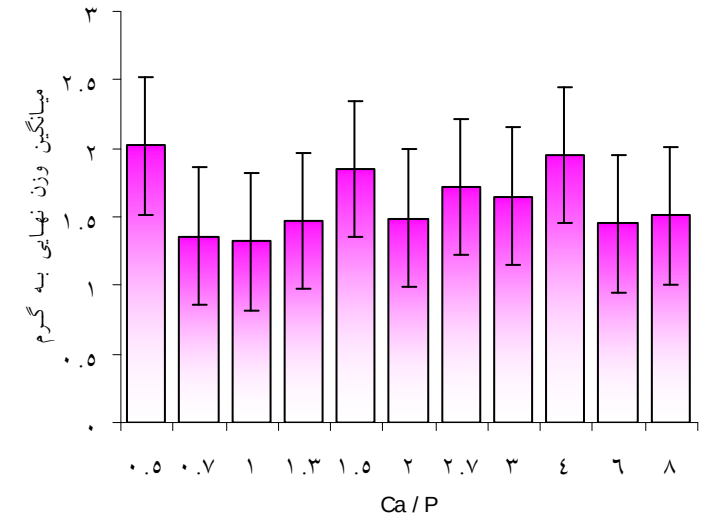
نتایج حاصله نشان دادند که افزایش وزن در شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم تغذیه شده با جیره‌های فاقد مکمل کلسیم و حاوی ۱ و ۲ درصد کلسیم تقریباً یکسان ولی با اضافه شدن ۳ و ۴ درصد کلسیم به جیره رشد شاه میگوها نسبتاً افزایش پیدا کرد (شکل ۴ ـ ۳). بنابراین با مقایسه اشکال۳ ـ۳ و ۴ ـ ۳ می‌توان دریافت که تغییرات افزایش وزن براساس اضافه کردن سطوح مختلف کلسیم به جیره در شاه میگوهای ۱ ـ ۲ گرم و ۸ ـ ۹ گرم کاملاً مشابه یکدیگر می‌باشد.



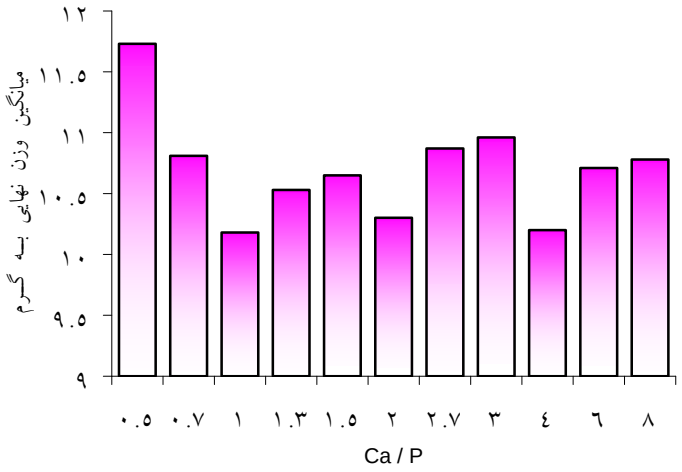
شکل ٤ـ۳: افزایش وزن شاه میگو های ۸-۹ گرم در تیمار های غذایی دارای غلظت های مختلف کلسیم.

میانگین وزن نهایی شاه میگوهای جوان در تیمارهای غذایی حاوی نسبت‌های متفاوت کلسیم به فسفر تغییراتی رانشان داد (شکل ۵ ـ ۳). چنان که کمترین مقدار وزن نهایی در نسبت‌های متفاوت کلسیم به فسفر ۱ و ۰/۷ (جیره‌های شماره ۸ و ۹) و بیشترین آن در نسبت ۰/۵ (جیره شماره ۱۰) مشاهده گردید. بعلاوه در نسبت‌های کلسیم به فسفر ۱/۵ (جیره شماره ۲۰) و ۴(جیره شماره ۲۳) نیز میانگین وزن نهایی شاه میگوها نزدیک به نسبت کلسیم به فسفر ۰/۵ بوده است.

تأثیر نسبت‌های مختلف کلسیم به فسفر جیره بروزن نهایی شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم با کمی تفاوت مشابه نتایج بدست آمده در شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم بود. همان‌طور که از شکل ۶ ـ ۳ بر می‌آید کمترین وزن نهایی در نسبت‌های کلسیم به فسفر ۱ و ۴ و بیشترین آن در نسبت های ۰/۵ و ۳ مشاهده گردید. لازم به ذکر است که برخی از نسبت‌های کلسیم به فسفر مانند ۱(جیره‌های شماره ۸ و ۱۵)، ۲ (جیره‌های ۷، ۱۳، ۱۹ و ۲۵) و ۴ (جیره‌های شماره ۱۲ و ۲۳) شامل جیره‌های متعدد بوده و میانگین وزن نهایی مربوط به این نسبت‌ها در شکل ۵ ـ ۳ و ۶ ـ ۳ در واقع میانگین میانگین وزن نهایی مشاهده شده در چند جیره می‌باشد (جداول ۲ ـ ۳ و ۳ ـ ۳). از آنجایی که بعضی از جیره‌های دارای نسبت‌های فوق الذکر، به عنوان مثال جیره شماره ۸ در نسبت کلسیم به فسفر ۱، جیره شماره ۷ و ۱۹ در نسبت کلسیم به فسفر ۲ و جیره شماره ۱۲ درنسبت کلسیم به فسفر ۴ عملکرد ضعیفی بر وزن نهایی شاه میگوها داشتند، در کل میانگین وزن نهایی در این نسبت‌ها کاهش یافته است. بنابراین در یک نسبت معین کلسیم به فسفر جیره، مقادیر متفاوت کلسیم و فسفر می‌تواند کارآئی جیره را تغییر دهد.



شکل ٥ـ۳: تأثیر نسبت های مختلف کلسیم و فسفردر جیره بر وزن نهایی شاه میگو های جوان ۱-۲ گرم .



شکل ٦ـ۳: تأثیر نسبت های مختلف کلسیم و فسفردر جیره بر وزن نهایی شاه میگو های ۸-۹ گرم.

جدول ٤ـ ۳ : نتایج آنالیز واریانس معیارهای رشد شاه میگوهای جوان ۱-۲ گرم.

معیار رشد / عامل متغیر	افزایش وزن (گرم)	ماندگاری (٪)	بیوماس (گرم در متر مربع)	نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	ضریب تبدیل غذا	مصرف غذا (میلی گرم در روز به ازای هر شاه میگو)
کلسیم	۰/۶۱۲	۰/۹۸۴	۰/۵۵۳	۰/۱۷۸	۰/۵۲۷	۰/۰۰ **
فسفر	۰/۰۰۱ **	۰/۸۳۲	۰/۵۷۸	۰/۰۰۵ **	۰/۸۰۳	۰/۰۰ **
کلسیم × فسفر	۰/۳۹۶	۰/۳۸۸	۰/۷۸۹	۰/۱۶۵	۰/۵۰۰	۰/۰۰ **
خطای معیار مشترک	۰/۰۲۸	۴/۰۵۵	۰/۷۰۱	۰/۰۳۴	۰/۶۴۱	۱/۱۰۱

** بین میانگین ها اختلاف معنی دار وجود دارد(P< ۰/۰۱).

جدول ۵ ـ۳ : نتایج آنالیز واریانس معیارهای رشد شاه میگوهای ۸-۹ گرم.

معیار رشد / عامل متغیر	افزایش وزن (گرم)	ماندگاری (٪)	بیوماس (گرم در متر مربع)	نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	ضریب تبدیل غذا	مصرف غذا (گرم در روز به ازای هر شاه میگو)
کلسیم	۰/۲۳۷	۰/۳۳۵	۰/۲۱۲	۰/۲۲۵	۰/۶۳۱	۰/۴۷۱
فسفر	*۰/۰۴۰	**۰/۰۰۱	*۰/۰۱۷	**۰/۰۰۱	۰/۲۱۰	۰/۲۶۳
کلسیم × فسفر	۰/۵۹۴	۰/۰۷۷	۰/۲۲۸	۰/۴۹۵	۰/۸۶۴	۰/۹۴۶
خطای معیار مشترک	۰/۸۸۴	۱۴/۴۱۸	۹/۵۲۹	۰/۱۰۷	۵/۹۳۶	۰/۰۹۷

* بین میانگین ها اختلاف معنی دار وجود دارد(P< ۰/۰۵).

** بین میانگین ها اختلاف معنی دار وجود دارد(P< ۰/۰۱).

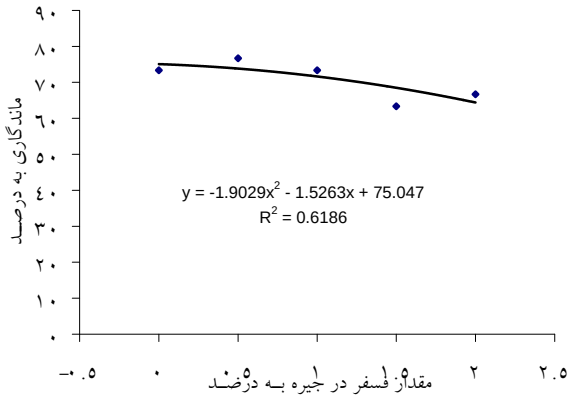
در کل با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان اذعان داشت که اثرات مقادیر مختلف کلسیم و فسفر جیره بر نرخ رشد ویژه شاه‌میگوهای ۱ ـ ۲ گرم و همچنین شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم مشابه آنچه بود که در خصوص افزایش وزن آنها ذکر شده است.

۲ ـ ۲ ـ ۳ ـ اثر مقادیر مختلف کلسیم و فسفر جیره بر ماندگاری

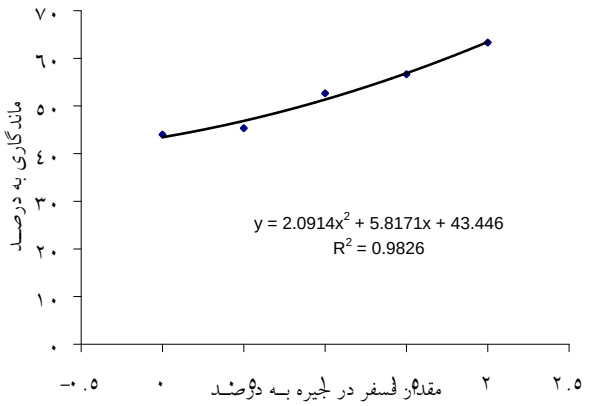
اگر چه میانگین ماندگاری شاه‌میگوهای ۱ ـ ۲ گرم در تیمارهای گوناگون از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت، ولی ظاهراً تفاوت‌هایی بین این میانگین‌ها مشاهده گردید. میزان ماندگاری شاه‌میگوهای جوان در تیمارهای مختلف از **۳۳/۳۳** درصد (جیره‌های شماره **۱۹** و**۲۳**) تا **۱۰۰** درصد (جیره‌های شماره **۱۸** و **۲۲**) نوسان داشت (جدول ۲ ـ ۳). در کل ماندگاری این گروه از شاه میگوها در اغلب تیمارها نسبتاً خوب بوده و به نظر می‌رسد تلفات شاه‌میگوهای جوان عمدتاً در تیمارهای دارای غلظت پایین (صفر) و بالای (۳ و ۴ درصد) کلسیم اتفاق افتاده است. شاخص ماندگاری در شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم به طور معنی‌داری تحت تاثیرغلظت‌های مختلف کلسیم و فسفر جیره قرار گرفت (جدول ۳ ـ ۳). کمترین ماندگاری در شاه‌میگوهای تغذیه شده با

جیره‌های شماره ۱۱ (۳۰ درصد) و ۱۷ (۳۶/۶۷ درصد) مشاهده شده و بیشترین میزان آن مربوط به شاه میگوهای تغذیه شده با جیره‌های شماره ۱۰ (۷۶/۶۷ درصد) و ۲۵ (۶۶/۶۷ درصد) بوده است. در تیمارهای غذایی حاوی سطوح پایین فسفر (صفر و ۰/۵ درصد) و کلسیم (صفر و ۱ درصد) تلفات بیشتری در شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم مشاهده گردید و درسطوح بالای فسفر (۱ و ۲ درصد) و کلسیم (۲ و ۳ درصد) ماندگاری نسبتاً بهتری در آنها حاصل شد.

مقایسه اشکال ۷ ـ ۳ و ۸ ـ ۳ اثرات فسفر جیره بر شاخص ماندگاری در شاه میگوهای آزمایشی را بهتر روش می‌نماید. همان طور که در شکل ۷ ـ ۳ مشخص است شاه میگوهای جوانی که با جیره‌های دارای مقادیر کم فسفر (صفر و ۰/۵ درصد) تغذیه شدند از ماندگاری نسبتاً بالایی برخوردار بوده و با اضافه شدن غلظت فسفر در جیره ماندگاری شاه میگوها بتدریج نقصان پیداکرده است. البته تجزیه آماری هیچگونه تفاوت معنی‌داری را بین میانگین ماندگاری شاه‌میگوهای جوان در تیمارهای آزمایشی نشان نداد (جدول ۴ ـ ۳). اثر افزایش غلظت فسفر جیره بر ماندگاری شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم کاملاً عکس تاثیر این عنصر بر ماندگاری شاه میگوهای جوان بود. در شکل۸ ـ ۳ رابطه مقدار فسفر جیره با ماندگاری شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم نشان داده شده است، همان‌گونه که از این شکل بر می‌آید اضافه نمودن فسفر در جیره منجر به افزایش ماندگاری این شاه میگوها گردیده و شاه میگوهایی که از جیره‌های حاوی مقادیر بالای فسفر (۱/۵ و ۲ درصد) تغذیه نموده‌اند در پایان دوره آزمایش از بازماندگی مطلوب‌تری برخوردار شدند. اختلاف بین میانگین ماندگاری شاه‌میگوهای ۸ ـ ۹ گرم در تیمارهای غذایی حاوی سطوح مختلف فسفر معنی‌دار بود($P < ۰/۰۵$) (جدول ۵ ـ ۳).

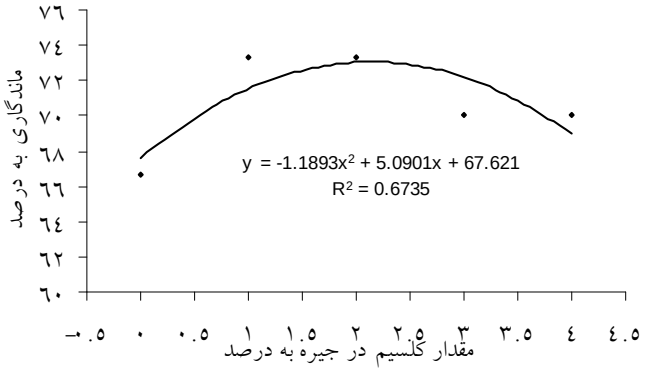


شکل ۷ـ۳: رابطه بین میزان فسفر جیره و ماندگاری شاه میگو های جوان ۱-۲ گرم.

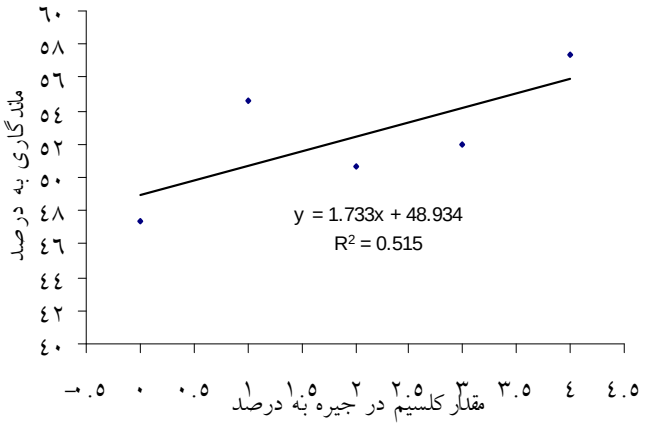


شکل ۸ـ۳: رابطه بین میزان فسفر جیره و ماندگاری شاه میگو های ۸-۹ گرم.

اگر چه اختلاف معنی‌داری بین میانگین ماندگاری شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم تغذیه شده با جیره‌های واجد سطوح مختلف کلسیم بدست نیامد (جدول ۴ ـ ۳)، ولی روند تغییرات نشان دهنده بهبود ماندگاری شاه میگوها با افزایش مقدار کلسیم در جیره تا ۱ ـ ۲ درصد بود (شکل ۹ ـ۳). افزودن بیشتر کلسیم به جیره (۳ و ۴ درصد) موجبات افزایش تلفات شاه میگوهای جوان را فراهم آورد. رابطه میزان کلسیم جیره با ماندگاری در شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم در مقایسه با شاه‌میگوهای جوان کمی تفاوت داشت (شکل ۱۰ ـ ۳)، به طوری که افزایش کلسیم در جیره سبب افزایش ماندگاری شاه میگوها گردید و در سطوح بالای کلسیم در جیره (۳ و ۴ درصد) ماندگاری بیشتری در شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم مشاهده شد.



شکل ۹ـ۳: رابطه بین میزان کلسیم جیره و ماندگاری شاه میگو های جوان ۱-۲ گرم.

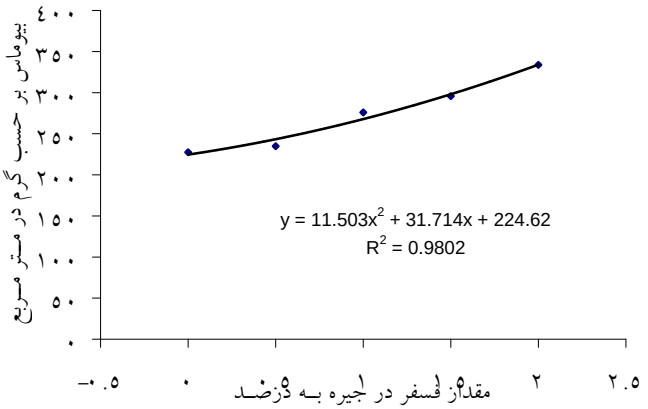


شکل ۱۰ـ۳: رابطه بین میزان کلسیم جیره و ماندگاری شاه میگو های ۸-۹ گرم.

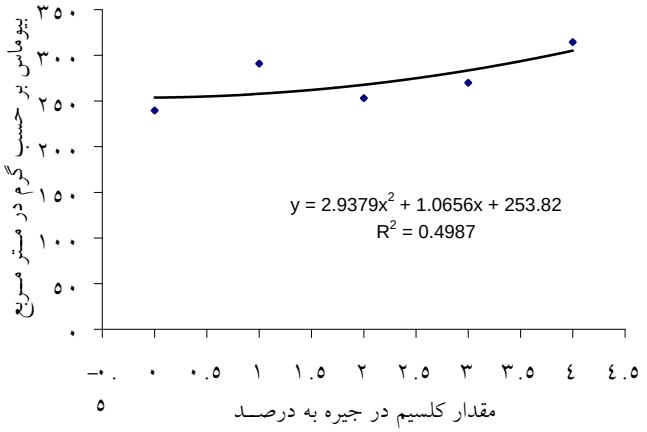
۳ ـ ۲ ـ ۳ ـ اثر کلسیم و فسفر جیره بر بیوماس

میزان بیوماس براساس افزایش وزن و ماندگاری شاه میگوهای جوان در تیمارهای مختلف دستخوش تغییراتی قرار گرفت. بررسی نتایج نشان داد که با افزایش مقادیر کلسیم و فسفر جیره مقدار بیوماس نیز افزایش پیدا کرد (جدول ۲ ـ ۳). البته میزان بیوماس شاه‌میگوهای ۱ ـ ۲ گرم در جیره‌های شماره ۶ و ۱۹ کمترین مقدار (به ترتیب ۵/۱۷ و ۶/۹۳ گرم بر متر مربع) و در جیره‌های شماره۲۱، ۱۸ و ۲۲ بیشترین مقدار (به ترتیب ۱۶/۵۳، ۱۶/۳۸، ۱۵/۱۳ گرم بر مترمربع) را داشت.

مقدار بیوماس شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم در تیمارهای مختلف غذایی دارای نوسان بود، به طوری که کمترین میزان آن در جیره‌های شماره ۱۱ (۱۵۴/۵۳ گرم برمترمربع)، ۳ (۱۷۰/۴۵ گرم برمترمربع)، ۶ (۱۹۱/۵۹ گرم بر متر مربع) و ۱ (۱۹۵/۵۹ گرم بر متر مربع) و بیشترین مقدار آن درجیره‌های شماره ۱۰ (۴۵۴/۳۵ گرم بر مترمربع)، ۲۵ (۳۶۳/۰۶ گرم بر مترمربع) و ۲۳ (۳۶۰/۷۷ گرم بر متر مربع) بدست آمد (جدول ۳ ـ ۳). به طور کلی در شاه میگوهای تغذیه شده با سطوح بالای کلسیم و فسفر بیوماس بالاتری حاصل گردید. همان طور که در شکل ۱۱ ـ ۳ معلوم است با اضافه شدن مقدار فسفر در جیره بیوماس حاصله نیز افزایش یافت. تفاوت بین میانگین بیوماس در تیمارهای حاوی سطوح مختلف فسفر نیز از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۵ ـ ۳). براساس اطلاعات جدول ۵ ـ ۳، اگر چه سطوح مختلف کلسیم جیره بر بیوماس شاه میگوهای ۸ ـ۹ گرم تاثیر معنی‌داری نداشت ولی با توجه به شکل ۱۲ ـ ۳ رابطه بین عنصر کلسیم و شاخص بیوماس مثبت و قابل توجه بوده است. چنانچه ملاحظه می‌شود بیوماس شاه میگوها برحسب غلظت کلسیم در جیره یک روند افزایشی را بروز داده است.



شکل ۱۱ـ۳: تغییرات میانگین بیوماس شاه میگو های ۸-۹ گرم بر حسب مقادیرمختلف فسفر در جیره.



شکل ۱۲ـ۳: تغییرات میانگین بیوماس شاه میگو های ۸-۹ گرم بر حسب مقادیر مختلف کلسیم در جیره.

٤ ـ ۲ ـ ۳ ـ تخمین میزان مطلوب کلسیم و فسفر در جیره

با توجه به نتایج بدست آمده در مورد شاخص‌های رشد می‌توان اذعان نمود که غلظت فسفرجیره رشد شاه‌میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم و شاه‌میگوهای ۸ ـ ۹ گرم را تحت تاثیر قرار داده است. بعلاوه جیره‌های حاوی ۱ درصد فسفر تاثیر نسبتاً مطلوب‌تری بر عملکرد رشد این حیوان داشتند. این وضعیت رشد به تفکیک در هر سطح

کلسیم جیره مشابه بود. بنابراین به نظر نمی‌رسد که کلسیم و فسفر جیره اثرات مشترکی بر رشد شاه میگوها داشته باشند. اگر چه تاثیر کلسیم جیره بر رشد از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ولی نتایج حاصله نمایان گر آن است که جیره‌های دارای ۲ و ۳ درصد کلسیم کارآئی نسبتاً بهتری را در رشد شاه میگوها داشته‌اند.

به هر حال با توجه به نتایج بدست آمده در این مطالعه بویژه اطلاعات مربوط به همبستگی کلیسم و فسفر جیره با معیارهای رشد شاه‌میگوهای آزمایشی، میزان مطلوب (اپتیمم) این عناصر در جیره با استفاده از روش تجزیه رگرسیون broken-line تعیین گردید. بر این اساس میانگین میزان مورد نیاز کلسیم و فسفر در جیره شاه‌میگوهای ۱ ـ ۲ گرم به ترتیب ۴/۱۵ و ۱ درصد بدست آمد (جدول ۶ ـ ۳). براساس محاسبات انجام شده میزان نیاز مطلوب شاه‌میگوهای ۸ ـ ۹ گرم به کلسیم و فسفر به ترتیب ۲/۳۲ و ۱/۲۷ درصد تخمین زده شد (جدول ۷ ـ ۳). به عنوان یک نتیجه کلی نتایج بدست آمده بر مبنای روش تجزیه رگرسیون broken - line نشان دادند که شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم در مقایسه با شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم به میزان کلسیم بیشتر و مقدار فسفر کمتری در جیره نیاز دارند.

جدول ٦ـ ۳: برآورد نیاز شاه میگوهای جوان آب شیرین ۱-۲ گرم به کلسیم و فسفر جیره بوسیله تجزیه رگرسیون broken-line بر حسب معیارهای رشد.

پارامتر رشد عامل متغیر(٪)	افزایش وزن (گرم)	بیوماس (گرم در متر مربع)	SGR (درصد در روز)	میانگین
کلسیم	-	۴/۲۹	۴/۰۰	۴/۱۵
فسفر	۱	-	۱	۱

جدول ۷ـ ۳ : برآورد نیاز شاه میگوهای آب شیرین ۸-۹ گرم به کلسیم و فسفر جیره بوسیله تجزیه رگرسیون broken-line بر حسب معیارهای رشد.

پارامتر رشد عامل متغیر(٪)	افزایش وزن (گرم)	بیوماس (گرم در متر مربع)	SGR (درصد در روز)	میانگین
کلسیم	۲/۳۸	-	۲/۲۵	۲/۳۲
فسفر	۱/۲۰	-	۱/۳۳	۱/۲۷

۳ ـ ۳ ـ تاثیر کلسیم و فسفر جیره بر ترکیب بیوشیمیایی بدن شاه میگوهای آزمایشی

نتایج بدست آمده نشان داد که کلسیم و فسفر جیره به طور معنی‌داری بر ترکیب بیوشیمیایی بدن شاه‌میگوهای ۱ ـ ۲ گرم تاثیر دارند (جداول ۸ ـ ۳ و ۱۰ – ۳). در شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم نیز تأثیرات تقریباً مشابهی مشاهده

گردید (جدول ۹ ـ ۳ و ۱۱ – ۳). همان طور که در جدول ۱۰ ـ ۳ و ۱۱ ـ ۳ مشخص است در هر دو گروه از شاه میگوهای آزمایشی، کلسیم جیره بر کلیه شاخص‌های بیوشیمای بدن تاثیر معنی داری داشته ولی فسفر فقط چربی، خاکستر و کلسیم بدن را تحت تأثیر قرار داده است. تأثیر این عناصر معدنی بر شاخص‌های بیوشیمیایی بدن ذیلاً بیشتر مورد بررسی قرار داده می‌شود.

۱ ـ ۳ ـ ۳ـ اثر کلسیم و فسفر جیره بر پروتئین لاشه

در شاه میگوه‌های جوان ۱ ـ ۲ گرم تغذیه شده با جیره‌های فاقد مکمل کلسیم و حاوی ۴ درصد کلسیم، با افزایش غلظت فسفر در جیره هیچ تغییری در میزان پروتئین لاشه حاصل‌نگردید (جدول ۸ ـ ۳). اما در سایر شاه میگوها پروتئین لاشه تحت تأثیر توأم کلسیم و فسفر جیره قرار داشت، به طوری که در سطح کلسیم ۲ درصد به موازات افزایش سطح فسفر در جیره میزان پروتئین لاشه کاهش یافت و در مقادیر ۱ و ۳ درصد کلسیم در جیره روند معکوسی در تغییرات مقدار پروتئین لاشه شاه میگوهای جوان مشاهده شد.

همان طور که در جدول ۲ ـ ۹ نشان داده شده است در یک سطح معین از کلسیم جیره، افزایش میزان فسفر در جیره سبب افزایش محسوسی در میزان پروتئین لاشه شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم نگردید($P > ۰/۰۵$) (جدول ۱۱ ـ ۳). نتایج بدست آمده نشان داد که در سطوح بالای کلسیم در جیره (۳ و ۴ درصد)، مقدار پروتئین لاشه شاه میگوها نسبتاً بیشتر بوده است. براساس تجزیه آماری میانگین پروتئین لاشه در تیمارهای غذایی حاوی سطوح مختلف کلسیم دارای اختلاف معنی‌داری بود($P < ۰/۰۵$).

تغییرات میزان پروتئین لاشه در شاه میگوهای ۱ ـ ۲ گرم و ۸ ـ ۹ گرم به ترتیب در شکل‌های ۱۳– ۳ و ۱۴ ـ ۳ نشان داده شده است. هم چنان که در شکل ۱۳ ـ ۳ مشاهده می‌شود میزان پروتئین لاشه رابطه واضحی را با غلظت فسفر جیره نشان نداد ($R^2=$ ۰/۰۶) ولی شاخص مذکور رابطه نسبتاً خوبی را با مقدار کلسیم جیره نمایان ساخت ($R^2=$ ۰/۶۰). به طور کلی افزودن کلسیم به جیره تا ۲ درصد افزایش تدریجی پروتئین لاشه را باعث گردید. در شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم، پروتئین لاشه هم با کلسیم ($R^2=$ ۰/۶۸) و هم با فسفر ($R^2=$ ۰/۷۰) وابستگی نسبتاً قوی و مثبتی را نشان داد (شکل۱۴ـ۳). در شرایط وجود سطح پایین کلسیم (۰ ـ ۲ درصد) و فسفر (۰ ـ ۱ درصد) در جیره میزان پروتئین لاشه تغییر چندانی را نشان نداد ولی با افزایش میزان کلسیم و فسفر در جیره افزایش قابل توجهی در پروتئین لاشه حاصل گردید.

جدول ۸ـ۳ : ترکیب بیوشیمیایی لاشه شاه میگوهای جوان ۱-۲ گرم تغذیه شده با جیره های واجد مقادیر مختلف کلسیم و فسفر.

شماره جیره	کلسیم(٪)	فسفر(٪)	پروتئین(٪)	چربی(٪)	خاکستر(٪)	کلسیم(٪)	ACR(٪)[1]	فسفر(٪)	APR(٪)[2]
۱	۰	۰	^{ab}۰/۹۱±۳۷/۵۶	^{i}۰/۱۹±۲/۰۵	۰/۷۲±۳۵/۵۹	۰/۴۹±۱۵/۰۵	۲۲۶/۷۸±۴۲۵/۱۲	^{a}۰/۰۰±۰/۹۷	^{abc}۳/۲۳±۵/۱۶
۲	۰	۰/۵	^{abcde}۰/۵۹±۳۸/۳۳	^{ghi}۰/۲۲±۲/۰۰	۰/۴۹±۳۵/۹۹	۰/۴۲±۱۴/۵۰	^{de}۲۰۰/۰۱±۴۰۲/۹۱	^{a}۰/۰۲±۰/۹۶	^{abc}۶/۱۲±۶/۲۳
۳	۰	۱	^{abcd}۰/۹۷±۳۸/۰۰	^{ab}۰/۰۴±۱/۳۲	۰/۲۶±۳۵/۵۶	^{fghi}۰/۳۵±۱۵/۳۵	^{h}۱۴۷/۱۵±۱۱۳۲/۲۲	^{a}۰/۰۰±۰/۹۳	^{bcde}۰/۰۰±۲۸/۲۲
۴	۰	۱/۵	^{abcde}۰/۵۴±۳۸/۱۳	^{bcdef}۰/۱۲±۱/۵۹	۰/۲۲±۳۵/۳۶	^{ab}۰/۴۲±۱۲/۹۰	^{b}۱۳۱/۲۳±۳۲/۸۱	^{a}۰/۰۰±۰/۹۱	^{ab}۰/۰۰±۱/۸۰
۵	۰	۲	^{bcdef}۰/۶۲±۳۹/۱۳	^{fghi}۰/۰۹±۱/۸۵	۰/۰۶±۳۵/۸۰	^{cd}۰/۱۴±۱۳/۹۰	^{g}۵۰/۸۷±۹۳۶/۳۲	^{a}۰/۰۱±۰/۹۴	^{abcd}۱/۰۲±۱۲/۳۳
۶	۱	۰	^{bcdef}۰/۸۸±۳۹/۰۷	^{hi}۰/۱۱±۲/۰۴	۰/۴۸±۳۶/۳۰	^{a}۰/۱۴±۱۲/۱۰	^{a}۳۰/۷۵±۶۲۸/۳۸	^{ab}۰/۰۱±۱/۰۰	^{a}۹/۷۷±۱۵/۸۵
۷	۱	۰/۵	^{ij}۱/۲۰±۴۳/۶۴	^{fghi}۰/۱۶±۱/۸۲	^{d}۰/۲۶±۳۲/۴۲	^{cde}۰/۵۶±۱۴/۲۰	^{b}۶۳/۲۳±۱۲۹/۰۹	^{ab}۰/۰۰±۰/۹۹	^{bcd}۱/۰۸±۱۶/۰۷
۸	۱	۱	^{abcd}۰/۹۰±۳۷/۸۴	^{ghi}۰/۱۳±۱/۹۶	^{l}۰/۰۶±۴۳/۹۴	^{hi}۰/۵۶±۱۶/۰۰	^{ef}۱۰۴/۹۱±۵۴۹/۳۱	^{abc}۰/۰۲±۱/۰۲	^{bcde}۳/۷۰±۲۳/۵۹
۹	۱	۱/۵	^{efg}۰/۸۹±۴۰/۰۶	^{cdefg}۰/۱۷±۱/۶۶	^{k}۰/۲۵±۴۲/۷۴	^{ghi}۰/۲۸±۱۵/۸۰	^{def}۵۰/۱۹±۴۳۴/۹۹	^{abc}۰/۰۲±۱/۰۱	^{bcd}۴/۲۱±۱۴/۷۶
۱۰	۱	۲	^{j}۱/۱۴±۴۴/۲۱	^{defg}۰/۱۶±۱/۷۰	۰/۳۷±۳۶/۰۸	^{bc}۰/۱۴±۱۳/۵۰	^{cd}۲۲/۷۶±۳۵۳/۰۰	^{abc}۰/۰۳±۱/۰۱	^{abcd}۱/۶۳±۱۱/۲۱
۱۱	۲	۰	^{fgh}۰/۹۱±۴۰/۶۲	^{fghi}۰/۱۶±۱/۸۶	^{j}۰/۰۹±۴۱/۴۴	^{bc}۰/۰۷±۱۳/۵۵	^{b}۱۱/۰۳±۳۴/۷۱	^{d}۰/۰۷±۱/۳۷	^{j}۳/۳۳±۱۳۷/۰۵
۱۲	۲	۰/۵	^{hi}۰/۳۵±۴۲/۰۶	^{defg}۰/۲۴±۱/۶۹	^{j}۰/۳۰±۴۰/۷۴	^{def}۰/۳۵±۱۴/۶۵	^{b}۳۶/۸۴±۸۷/۲۰	^{bcd}۰/۱۴±۱/۲۰	^{hi}۴۵/۹۹±۸۳/۶۸
۱۳	۲	۱	^{gh}۰/۶۰±۴۰/۶۸	^{ab}۰/۰۶±۱/۳۲	^{c}۰/۳۶±۳۰/۰۸	۰/۴۲±۱۴/۹۰	^{bc}۱۸/۱۳±۲۰۳/۶۰	^{cd}۰/۴۱±۱/۲۳	^{efg}۳۴/۶۷±۴۵/۵۲
۱۴	۲	۱/۵	^{defg}۰/۷۹±۳۹/۶۸	۰/۰۶±۱/۴۶	^{e}۰/۲۷±۳۴/۰۵	^{ghi}۰/۲۸±۱۵/۸۰	^{f}۳۱/۲۸±۵۹۹/۰۱	^{abc}۰/۰۹±۱/۰۹	^{fgh}۱۶/۱۹±۶۲/۴۲
۱۵	۲	۲	^{a}۰/۴۸±۳۶/۵۲	^{efghi}۰/۰۸±۱/۷۹	۰/۱۷±۳۶/۳۸	^{ghi}۰/۱۴±۱۵/۹۰	^{b}۶/۶۹±۱۱۹/۸۸	^{abc}۰/۰۱±۱/۰۹	^{abcd}۰/۸۵±۹/۳۳
۱۶	۳	۰	^{bcde}۰/۶۷±۳۸/۴۶	^{efghi}۰/۱۲±۱/۷۷	^{i}۰/۱۸±۳۶/۷۹	^{i}۰/۱۴±۱۶/۳۰	^{def}۱۷/۴۶±۴۵۴/۹۵	^{abc}۰/۰۲±۱/۰۱	^{ghi}۱۱/۳۰±۶۹/۴۲
۱۷	۳	۰/۵	^{efg}۰/۵۸±۴۰/۰۳	^{a}۰/۰۴±۱/۲۵	۰/۲۲±۳۵/۷۰	^{ghi}۰/۱۴±۱۵/۹۰	^{b}۴/۰۳±۱۱۷/۲۰	^{abc}۰/۰۲±۱/۰۱	^{bcde}۲/۳۹±۲۰/۲۴
۱۸	۳	۱	^{bcdef}۰/۹۶±۳۸/۸۷	^{fghi}۰/۱۲±۱/۸۵	۰/۵۳±۳۴/۵۹	^{ghi}۰/۴۲±۱۵/۹۰	^{b}۱۰/۹۱±۹۴/۸۸	^{abc}۰/۰۲±۱/۰۱	^{abcd}۱/۸۶±۱۳/۵۹
۱۹	۳	۱/۵	^{bcdefg}۰/۷۹±۳۹/۵۱	^{hi}۰/۱۴±۱/۰۳	^{b}۰/۵۸±۲۸/۴۳	۰/۰۰±۱۴/۴۰	^{b}۰/۰۰±۷۰/۲۱	^{abc}۰/۰۰±۱/۰۶	^{abcd}۰/۰۰±۱۳/۴۳
۲۰	۳	۲	^{gh}۰/۴۲±۴۱/۴۰	^{a}۰/۱۰±۱/۲۱	^{a}۰/۴۳±۲۶/۸۴	۰/۵۶±۱۴/۴۰	^{b}۱۰/۷۳±۶۲/۰۱	^{abc}۰/۰۱±۱/۰۶	^{abc}۰/۲۶±۵/۷۴
۲۱	٤	۰	^{defg}۱/۰۸±۳۹/۶۵	^{abc}۰/۰۹±۱/۳۶	^{a}۰/۵۴±۲۶/۴۲	۰/۱۴±۱۴/۳۰	^{b}۴/۲۲±۱۲۲/۰۹	^{a}۰/۰۱±۰/۹۷	^{cdef}۱/۸۳±۳۵/۲۸
۲۲	٤	۰/۵	^{cdefg}۰/۸۴±۳۹/۵۳	^{bcdef}۰/۱۱±۱/۶۲	^{a}۰/۴۸±۲۷/۰۰	۰/۷۰±۱۵/۱۰	^{b}۱۹/۸۲±۱۱۰/۵۲	^{abc}۰/۰۱±۱/۰۸	^{def}۲/۲۴±۳۸/۰۷
۲۳	٤	۱	^{abc}۰/۵۱±۳۷/۶۸	^{bcdef}۰/۱۶±۱/۶۲	^{a}۰/۳۶±۲۷/۱۷	۰/۷۰±۱۴/۳۰	^{cd}۳۱/۶۵±۳۲۳/۷۳	^{abc}۰/۰۰±۱/۰۷	^{i}۰/۵۴±۹۰/۴۶
۲۴	٤	۱/۵	^{bcdef}۰/۶۹±۳۸/۹۴	^{efghi}۰/۱۵±۱/۷۹	^{b}۰/۴۲±۲۸/۰۲	^{def}۰/۱۴±۱۴/۷۰	^{b}۳/۴۵±۷۸/۱۰	^{abc}۰/۰۰±۱/۰۳	^{bcd}۰/۰۰±۱۵/۳۴
۲۵	٤	۲	^{cdefg}۰/۹۷±۳۹/۵۷	^{abcd}۰/۱۱±۱/۴۱	^{a}۰/۷۴±۲۶/۶۱	^{bc}۱/۱۳±۱۳/۶۰	^{b}۱۸/۱۸±۲۲/۱۲	^{abc}۰/۰۰±۱/۰۳	^{abc}۰/۲۱±۵/۱۳

میانگین ± **SD** . اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار هستند(**P<** ۰/۰۵).

[1] ابقاء ظاهری کلسیم(**apparent calcium retention**) = ۱۰۰ × (کلسیم مصرف شده(گرم) / افزایش کلسیم(گرم))، (**Davis and Arnold, 1998**).

[2] ابقاء ظاهری فسفر(**apparent phosphorus retention**) = ۱۰۰ × (فسفرمصرف شده(گرم) / افزایش فسفر(گرم))، (**Davis and Arnold, 1998**)

جدول ۹ـ۳ : ترکیب بیوشیمیایی لاشه شاه میگوهای ۸-۹ گرم تغذیه شده با جیره های واجد مقادیر مختلف کلسیم و فسفر.

شماره جیره	کلسیم(٪)	فسفر(٪)	پروتئین(٪)	چربی(٪)	خاکستر(٪)	کلسیم(٪)	ACR(٪)[1]	فسفر(٪)	APR(٪)[2]
۱	۰	۰	۱/۱۱ ±۴۴/ ۸۳	۰/۱۷ ± ۲/۱۵	± ۴۱/۰۵	۰/۳۵ ±۱۰/۳۵	^{ab}۱۰/۷۵ ± ۶۴/۰۹	^{a}۰/۲۳ ± ۱/۲۰	۴۱/۰۲ ± ۲۶/۴۷
۲	۰	۰/۵	± ۴۳/۵۶	۰/۰۷ ± ۲/۲۹	± ۳۷/۴۰	۰/۱۴ ± ۱۱/۲۵	^{cd}۳/۶۷ ±۲۰۳/۳۷	۰/۱۴ ±۱/۴۳	۹/۳۳ ±۸۴/۰۵
۳	۰	۱	^{a}۰/۱۱ ± ۳۹/۴۳	۰/۷۰ ± ۳/۰۰	± ۳۷/۵۰	۰/۰۷ ± ۱۱/۰۵	^{fg}۵/۲۵ ± ۶۵/۶۸	^{abcd} ۰/۴۲ ± ۱/۴۰	۳۸/۰۳ ± ۷۳/۹۷
٤	۰	۱/۵	۱/۳۲ ±۴۵/۲۷	۰/۰۶ ± ۲/۸۹	± ۳۵/۱۲	۰/۳۵ ± ۱۲/۱۵	^{ef}۱۰/۰۹ ± ۵۶/۱۵	^{ab}۰/۰۶ ±۱/۲۲	^{a}۲/۲۳ ±۵۴/۶۳
۵	۰	۲	۱/۶۳ ± ۴۴/۰۵	۰/۰۵ ± ۲/۵۲	± ۳۷/۶۷	۰/۸۵ ± ۱۲/۵۰	^{h}۶/۰۵ ± ۶۷/۰۵	^{cdef}۰/۰۵ ± ۱/۵۶	۱۳/۷۷ ± ۴۹/۹۳
٦	۱	۰	۰/۲۰ ± ۴۳/۱۹	۰/۱۰ ± ۲/۶۹	± ۲۹/۹۳	^{l}۰/۰۷ ± ۱۵/۱۵	^{e}۲۱/۱۱ ± ۸۹/۸۵	^{cdef}۰/۰۵ ± ۱/۶۶	^{h}۹/۶۹ ±۲۳/۲۶
۷	۱	۰/۵	± ۴۱/۰۴	۰/۴۶ ± ۲/۴۶	± ۲۹/۵۲	^{l}۰/۱۴ ±۱۴/۷۰	^{e}۸/۳۹ ± ۱۸۸/۲۴	^{cdef}۰/۰۱ ± ۱/۵۷	۱/۱۴ ± ۳۱/۷۱
۸	۱	۱	۰/۲۷ ± ۴۳/۴۴	۰/۳۹ ± ۲/۴۴	± ۲۸/۷۱	۰/۱۸ ± ۱۴/۴۳	^{gh}۶/۹۵ ±۶۱/۶۲	^{cdef}۰/۰۳ ± ۱/۶۸	۲۲/۴۲ ± ۵۶/۴۰
۹	۱	۱/۵	۰/۳۴ ±۴۲/۸۴	۰/۱۵ ± ۲/۹۰	± ۲۴/۲۵	۰/۰۷ ± ۱۳/۴۵	^{e}۰/۰۰ ±۲۸/۴۳	^{bcdef}۰/۰۷ ± ۱/۵۱	۶/۰۹ ± ۵۰/۹۰
۱۰	۱	۲	۰/۴۹ ± ۴۲/۴۷	^{f}۰/۳۷ ± ۳/۹۱	± ۱۹/۸۶	۰/۲۸ ± ۱۰/۳۰	^{d}۱۱/۴۰ ±۹۸/۲۱	۰/۱۰ ±۱/۴۸	^{ab}۱/۳۶ ± ۵۰/۸۸
۱۱	۲	۰	۲/۶۸ ± ۴۳/۱۰	^{a}۰/۱۵ ± ۱/۴۱	± ۲۶/۶۹	۰/۱۴ ± ۱۲/۸۰	۱۳/۰۴ ± ۲۷۶/۶۱	^{f}۰/۳۴ ± ۱/۷۹	^{gh}۲/۲۸ ± ۲۲/۷۳
۱۲	۲	۰/۵	۳/۰۳ ± ۴۲/۰۶	۰/۱۷ ±۲/۰۸	± ۲۶/۵۷	۰/۲۱ ± ۱۵/۸۵	۱۲/۷۰ ± ۳۱۹/۵۵	^{cdef}۰/۲۲ ± ۱/۶۷	۱/۸۳ ± ۴۳/۹۱
۱۳	۲	۱	۱/۸۹ ± ۴۵/۸۶	۰/۸۲ ±۲/۷۰	± ۲۰/۴۶	^{a}۰/۳۵ ± ۱۰/۰۵	۱۳/۳۴ ± ۳۳/۸۵	^{ef} ۰/۳۳ ± ۱/۷۲	۲۴/۸۰ ± ۵۸/۷۹
۱٤	۲	۱/۵	۲/۷۷ ± ۴۲/۰۴	^{e}۰/۹۰ ±۳/۰۷	±۲۱/۲۷	۰/۰۷ ±۱۰/۳۵	^{a}۱/۷۰ ± ۸۲/۵۰	۰/۰۹ ±۱/۴۸	۱/۰۰ ± ۲۶/۴۲
۱۵	۲	۲	۲/۶۱ ± ۴۳/۷۵	۰/۹۰ ±۱/۸۳	±۲۵/۷۱	۰/۴۹ ±۱۱/۹۵	^{abc}۰/۰۰ ± ۴۷/۲۷	^{cdef}۰/۰۱ ± ۱/۶۰	^{ab}۰/۵۵ ± ۴۲/۷۸
۱٦	۳	۰	^{hi}۰/۸۳ ±۴۷/۳۹	۰/۳۹ ± ۲/۰۷	±۲۶/۶۶	۰/۳۵ ± ۱۲/۱۵	۴۳/۴۱ ± ۲۳۹/۲۴	^{cdef}۰/۰۲ ±۱/۵۳	۲/۰۲ ± ۵/۷۴
۱۷	۳	۰/۵	۱/۲۲ ± ۴۶/۲۶	۰/۳۲ ±۱/۸۵	± ۳۱/۸۷	۰/۰۰ ± ۱۰/۹۰	۴/۱۵ ±۱۸۶/۰۳	^{cdef}۰/۰۶ ± ۱/۵۴	۳/۴۸ ± ۲۲/۵۳
۱۸	۳	۱	۱/۱۲ ± ۴۶/۳۹	۰/۱۹ ±۱/۸۰	±۳۱/۸۸	۰/۰۷ ±۱۳/۱۵	^{bcd}۲/۶۲ ±۴/۹۸	^{abc}۰/۰۱ ± ۱/۳۷	۵/۰۴ ±۲۴/۰۹
۱۹	۳	۱/۵	۰/۱۰ ± ۴۶/۱۷	۰/۰۲ ± ۱/۶۵	± ۳۰/۲۷	۱/۴۱ ±۱۰/۸۰	^{a}۹/۲۱ ± ۲۹/۹۴	^{cdef}۰/۰۱ ± ۱/۵۹	۰/۵۵ ± ۲۰/۴۵
۲۰	۳	۲	^{i}۰/۱۹ ± ۴۹/۵۳	۰/۲۲ ± ۲/۱۴	±۲۶/۶۵	۰/۳۵ ± ۱۰/۳۵	^{ab}۱۲/۱۷ ± ۲۱/۶۶	^{def}۰/۰۸ ± ۱/۶۹	^{ab}۰/۰۰ ± ۲۹/۸۸
۲۱	٤	۰	۲/۶۸ ±۴۵/۴۹	۰/۰۸ ± ۱/۸۴	± ۳۶/۵۹	۰/۲۷ ± ۱۳/۰۱	۱۱۴/۰۰ ±۳۴۳/۷۷	^{cdef}۰/۱۴ ± ۱/۵۴	۱/۳۵ ±۱۴/۹۰
۲۲	٤	۰/۵	۰/۳۶ ±۴۵/۶۴	۰/۰۱ ± ۱/۸۶	± ۳۵/۷۸	۰/۴۹ ±۱۳/۶۵	۲۶/۸۹ ±۱۲۰/۲۷	۰/۰۱ ± ۱/۴۹	۲/۶۹ ±۱۵/۰۹
۲۳	٤	۱	۰/۶۲ ± ۴۶/۸۳	۰/۰۹ ±۲/۳۷	±۲۳/۵۸	۰/۰۰ ± ۱۱/۴۰	^{abc}۹/۷۶ ± ۳۴/۲۶	۰/۰۱ ±۱/۵۰	۰/۳۰ ± ۱۱/۶۷
۲٤	٤	۱/۵	۰/۷۷ ± ۴۷/۲۴	۰/۲۹ ± ۲/۲۸	± ۲۳/۷۱	۱/۲۰ ± ۱۰/۷۵	^{ab}۶/۸۷ ±۱۱/۲۴	^{def}۰/۰۰ ± ۱/۷۰	۱/۵۲ ± ۱۳/۵۸
۲۵	٤	۲	۰/۸۹ ±۴۶/۰۳	^{a}۰/۳۹ ±۱/۴۲	± ۲۶/۲۱	۰/۱۴ ± ۱۱/۵۰	^{ab}۱/۱۳ ± ۱۵/۷۲	^{cdef}۰/۰۱ ± ۱/۵۴	۰/۰۸ ± ۷/۱۱

میانگین ± **SD** . اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار هستند(**P<** ۰/۰۵).

[1] ابقاء ظاهری کلسیم(**apparent calcium retention**) = ۱۰۰ × (کلسیم مصرف شده(گرم) / افزایش کلسیم(گرم))، (**Davis and Arnold, 1998**).

[2] ابقاء ظاهری فسفر(**apparent phosphorus retention**) = ۱۰۰ × (فسفرمصرف شده(گرم) / افزایش فسفر(گرم))، (**Davis and Arnold, 1998**).

جدول ۱۰ـ ۳ : نتایج آنالیز واریانس معیار های ترکیب شیمیایی بدن شاه میگوهای جوان ۱-۲ گرم.

ترکیب شیمیایی عامل متغیر	پروتئین (٪)	چربی (٪)	خاکستر (٪)	کلسیم (٪)	فسفر (٪)	ACR(٪)	APR(٪)
کلسیم	۰/۰۰۰ **	۰/۰۰۱ **	۰/۰۰۰ **	۰/۰۰۰ **	۰/۰۰۰ **	۰/۰۰۰ **	۰/۰۰۰ **
فسفر	۰/۰۰۰ **	۰/۰۱۳ *	۰/۰۰۰ **	۰/۰۰۰ **	۰/۸۰۵	۰/۰۰۰ **	۰/۰۰۰ **
کلسیم × فسفر	۰/۰۰۰ **	۰/۰۰۰ **	۰/۰۰۰ **	۰/۰۰۰ **	۰/۵۷۱	۰/۰۰۰ **	۰/۰۰۰ **
خطای معیار مشترک	۰/۱۱۴	۰/۰۲۰	۰/۰۵۷	۰/۰۶۲	۰/۰۱۳	۱۱/۲۰۸	۱/۷۷۰

* بین میانگین ها اختلاف معنی دار وجود دارد(P< ۰/۰۵).

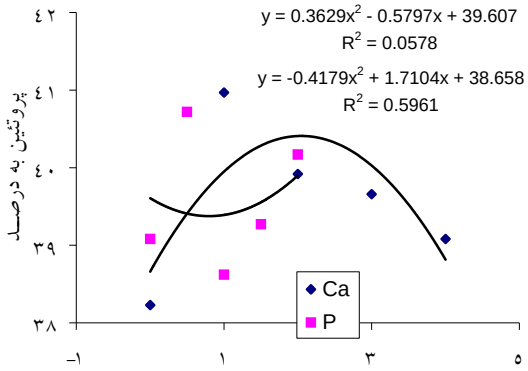
** بین میانگین ها اختلاف معنی دار وجود دارد(P< ۰/۰۱).

جدول ۱۱ـ ۳ : نتایج آنالیز واریانس معیار های ترکیب شیمیایی بدن شاه میگوهای ۸-۹ گرم.

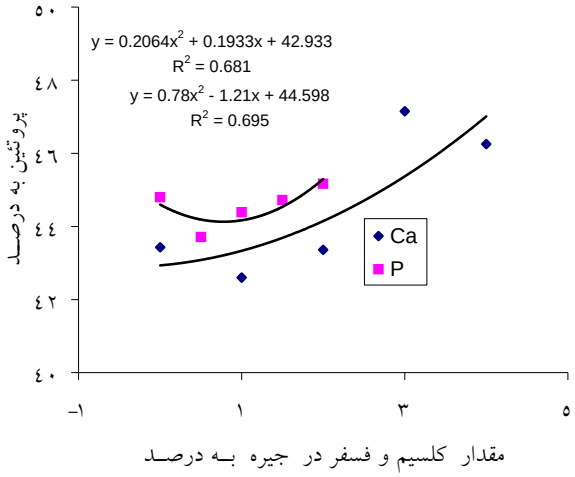
ترکیب شیمیایی عامل متغیر	پروتئین (٪)	چربی (٪)	خاکستر (٪)	کلسیم (٪)	فسفر (٪)	ACR(٪)	APR(٪)
کلسیم	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۴**
فسفر	۰/۲۷۰	۰/۰۲۹*	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۷۸۳	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**
کلسیم × فسفر	۰/۰۳۲*	۰/۰۱۲*	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۰۷۶	۰/۰۰۰**	۰/۲۲۸
خطای معیار مشترک	۲/۰۶۲	۰/۵۴۴	۵/۲۵۴	۱/۴۲۶	۰/۱۶۵	۸۳/۰۳۳	۱۶/۲۲۰

* بین میانگین ها اختلاف معنی دار وجود دارد(P< ۰/۰۵).

** بین میانگین ها اختلاف معنی دار وجود دارد(P< ۰/۰۱).



شکل ۱۳ـ۳: میزان پروتئین بدن شاه میگو های جوان ۱-۲ گرم بعد از ۸۰ روز تغذیه با جیره های حاوی سطوح مختلف کلسیم و فسفر.



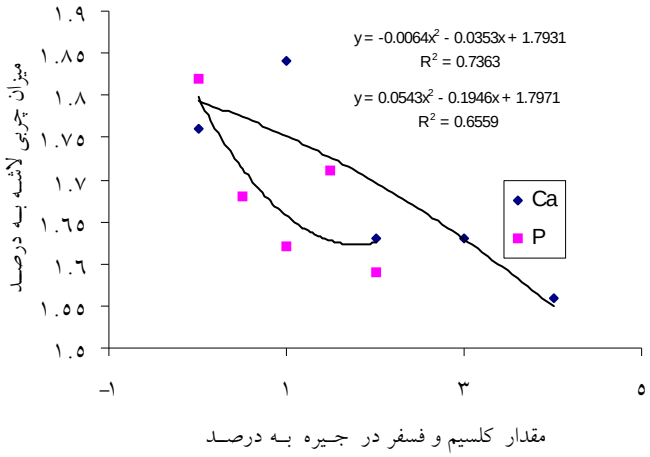
شکل ۱۴ـ۳: میزان پروتئین بدن شاه میگو های ۸-۹ گرم بعد از ۸۰ روز تغذیه با جیره های حاوی سطوح مختلف کلسیم و فسفر.

۲ ـ ۳ ـ ۳ ـ اثر کلسیم و فسفر جیره بر چربی لاشه

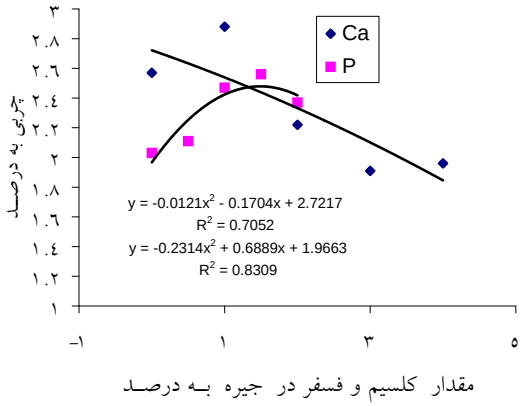
کلسیم و فسفر جیره به طور معنی‌داری میزان چربی بدن در شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم را تحت تاثیر قرار دادند (جدول ۱۰ ـ ۳). به طوری که با افزایش سطح فسفر در جیره در حضور سطوح مختلف کلسیم (به جز سطح ۴ درصد کلسیم)، چربی لاشه به تدریج نقصان پیدا کرد(جدول۸ ـ ۳). این روند نزولی با افزایش سطح کلسیم در جیره نیز مشاهده گردید. اما در غلظت ۱ درصد فسفر در جیره، با افزایش مقدار کلسیم جیره بر میزان چربی لاشه افزوده شد.

براساس نتایج بدست آمده غلظت‌های متفاوت کلسیم و فسفرجیره به طور معنی‌داری بر چربی لاشه شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم مؤثر بودند (جدول ۱۱ – ۳). به نحوی که در جیرهای فاقد مکمل کلسیم و جیره‌های دارای ۲ درصد کلسیم با افزایش غلظت فسفر در جیره، افزایش قابل‌توجهی در چربی لاشه مشاهده شد. بعلاوه در حضور اکثر سطوح فسفر در جیره (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد) شاه‌میگوهای تغذیه شده با جیره‌های دارای سطوح بالای کلسیم (۳ و ۴ درصد) درمقایسه با سایر شاه میگوها از میزان چربی کمتری در لاشه برخوردار شدند. در سطوح پایین کلسیم در جیره (۰ ـ ۲ درصد) چربی بیشتری در لاشه شاه میگوهای تغذیه شده با سطوح بالای فسفر جیره (۱ ـ ۲ درصد) حاصل گردید.

در کل میزان چربی لاشه به موازات افزایش مقدار کلسیم در جیره در هر گروه از شاه‌میگوهای تحت آزمایش (شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم و شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم) از کاهش نسبتاً قابل ملاحظه‌ای برخوردار شد (اشکال ۱۵ ـ ۳ و ۱۶ ـ ۳). اما روند تغییرات این شاخص بر حسب فسفر جیره در شاه میگوهای ۱ ـ ۲ گرم تقریباً عکس تغییرات آن در شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم بود. بدین‌ترتیب که با اضافه شدن فسفر در جیره تغییرات چربی لاشه در شاه میگوهای جوان روند کاهشی و در شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم روند افزایش را طی نمود.



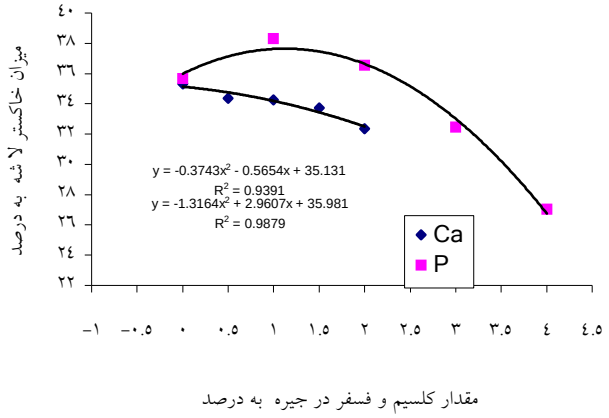
شکل ۱۵ـ۳: میزان چربی بدن شاه میگو های جوان ۱-۲ گرم بعد از ۸۰ روز تغذیه با جیره های حاوی سطوح مختلف کلسیم و فسفر.



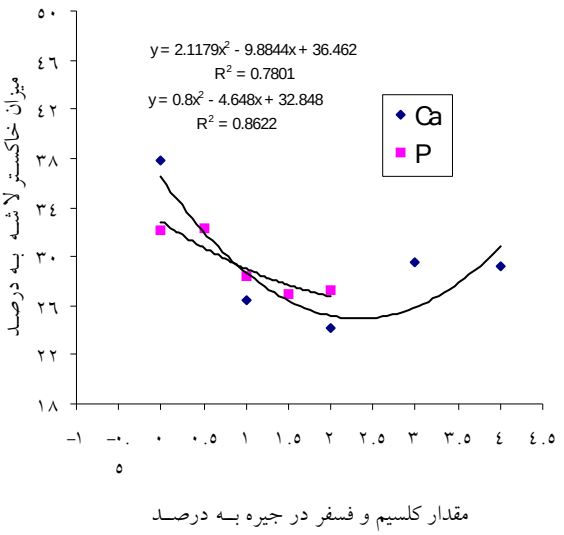
شکل ۱۶ـ۳: میزان چربی بدن شاه میگو های ۸-۹ گرم بعد از ۸۰ روز تغذیه با جیره های حاوی سطوح مختلف کلسیم و فسفر.

۳ ـ ۳ ـ ۳ ـ اثر کلسیم و فسفر جیره بر میزان خاکستر، کلسیم و فسفر لاشه

مقدار خاکستر، کلسیم و فسفر لاشه در شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم به طور معنی‌داری تحت تأثیر مقادیر کلسیم و فسفر جیره قرار گرفتند (جدول ۱۰ ـ ۳). نتایج بدست آمده بین کلسیم جیره و میزان خاکستر لاشه در شاه میگوهای جوان رابطه معکوسی را نشان داد(شکل ۱۷ ـ ۳). تأثیر سطوح مختلف کلسیم و فسفر جیره بر میزان خاکستر، کلسیم و فسفر لاشه در شاه‌میگوهای۸ ـ ۹ گرم مشابه آن‌چیزی بود که در شاه میگوهای جوان مشاهده گردید (جدول ۱۱ـ ۳). در شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم نیز مقدار خاکستر لاشه رابطه نسبتاً منفی را با غلظت کلسیم و فسفر جیره نشان داد (شکل ۱۸ ـ ۳). افزایش مقدار کلسیم در جیره باعث بروز تغییراتی در فسفر لاشه شاه میگوهای جوان گردید. بین میانگین این شاخص در تیمارهای غذایی حاوی مقادیر مختلف فسفر و همچنین نسبت کلسیم به فسفر در جیره اختلاف معنی‌داری بدست نیامد($P \tilde{>} 0.5$). میزان کلسیم لاشه در این شاه میگوها همبستگی نسبتاً قابل توجهی را با کلسیم($r = 0.48$) و فسفر($r = 0.45$) جیره نشان داد. همان طور که در شکل ۱۹ ـ۳ آمده است با افزایش کلسیم و فسفر در جیره، میزان کلسیم لاشه ابتدا افزایش و سپس بتدریج کاهش یافته است، به طوری که بیشترین میزان کلسیم در لاشه شاه میگوهای جوان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۱ درصد فسفر و ۲ درصد کلسیم مشاهده گردید.

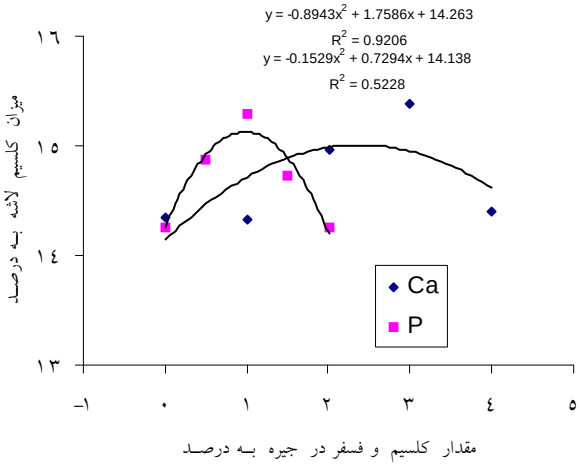


شکل ۱۷ـ۳: تأثیر غلظت های مختلف کلسیم و فسفر جیره بر میزان خاکستر بدن شاه میگو های جوان ۱-۲ گرم.

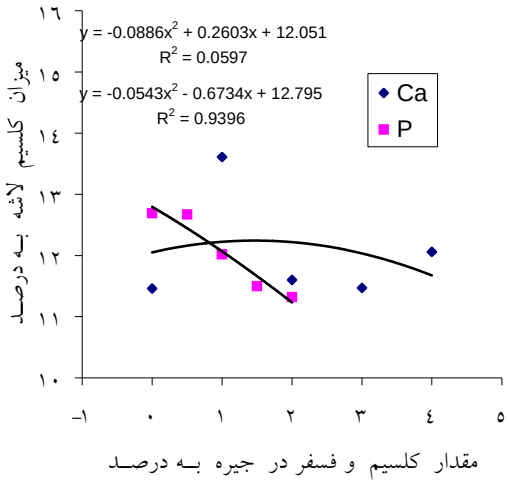


شکل ۱۸ـ۳: تأثیر غلظت های مختلف کلسیم و فسفر جیره بر میزان خاکستر بدن شاه میگو های ۸-۹ گرم.

رابطه میزان کلسیم لاشه با کلسیم و فسفر جیره در شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم در مقایسه با شاه‌میگوهای جوان متفاوت بود. بدین ترتیب که میزان کلسیم جیره رابطه واضحی را با مقدار کلسیم لاشه بروز نداد(شکل ۲۰ ـ ۳). همان طور که در شکل ۲۰ ـ۳ نشان داده شده است با افزایش مقدار فسفر در جیره میزان کلسیم لاشه شدیداً کاهش پیدا کرد.

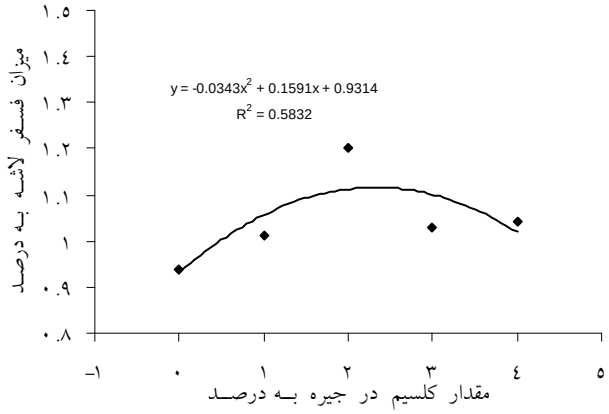


شکل ۲ـ۱۹: اثر مقادیر مختلف کلسیم و فسفر جیره بر میزان کلسیم بدن شاه میگو های جوان ۱-۲ گرم.

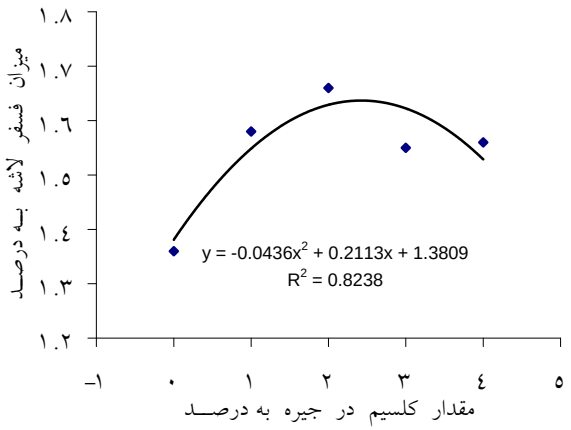


شکل ۲ـ۲۰: اثر مقادیر مختلف کلسیم و فسفر جیره بر میزان کلسیم بدن شاه میگو های ۸- ۹ گرم.

نتایج بدست آمده نشان دادند که میزان فسفر بدن شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم با افزایش مقدار کلسیم در جیره افزایش پیدا کرد (شکل ۲۱ ـ ۳) ولی با تغییر غلظت فسفر در جیره مقدار آن تقریباً ثابت باقی ماند (جداول ۸ ـ ۳، ۱۰ ـ ۳ و ۱۲ ـ ۳). مقدار فسفر لاشه در شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم نیز مانند شاه‌میگوهای جوان به طور مشابهی تحت تاثیر مقادیر مختلف کلسیم و فسفر جیره قرار گرفت (جداول ۹ – ۳ و ۱۱ ـ ۳). میزان فسفر لاشه به موازات افزایش غلظت فسفر در جیره دچار تغییرات چندانی نگردید ولی با افزایش کلسیم در جیره افزایش نسبتاً قابل توجهی در میزان آن مشاهده شد(شکل ۲۲ـ۳).



شکل ۲۱ـ۳: میانگین میزان فسفر بدن شاه میگو های جوان ۱-۲ گرم تغذیه شده با جیره های حاوی سطوح مختلف کلسیم بعد از ۸۰ روز پرورش.



شکل ۲۲ـ۳: میانگین میزان فسفر بدن شاه میگو های ۸-۹ گرم تغذیه شده با جیره های حاوی سطوح مختلف کلسیم بعد از ۸۰ روز پرورش.

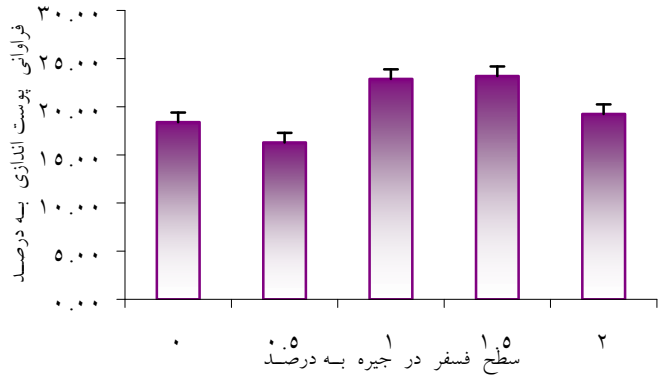
٤ ـ ۳ـ تاثیر کلسیم و فسفر جیره بر عملکرد پوست‌اندازی شاه‌میگوهای آزمایشی

نتایج حاصل از تجزیه آماری داده‌های مربوط به شاخص‌های پوست اندازی نشان داد که در شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم، مقادیر مختلف کلسیم و فسفر جیره تأثیر معنی‌داری بر فراوانی پوست اندازی و مجموع افزایش وزن در هر پوست اندازی نداشت ولی عملکرد پوست اندازی شاه‌میگوهای ۸ ـ ۹ گرم بر حسب تغییر غلظت‌های کلسیم و فسفر در جیره دستخوش تغیراتی شد. بدین ترتیب که سطوح متفاوت فسفر در جیره به طور معنی داری بر شاخص فراوانی پوست‌اندازی و افزایش وزن در هر پوست اندازی شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم اثر گذاشت، اما میزان کلسیم جیره فقط بر روی فراوانی پوست اندازی در این گروه از شاه میگوها موثر بود. جهت روشن‌تر شدن پاسخ شاه میگوهای آزمایشی به لحاظ ویژگی‌های پوست اندازی به سطوح مختلف کلسیم و فسفر جیره، ارتباط شاخص‌های پوست اندازی با هر یک از عناصر معدنی مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی به تفکیک مورد بررسی قرار داده می‌شود.

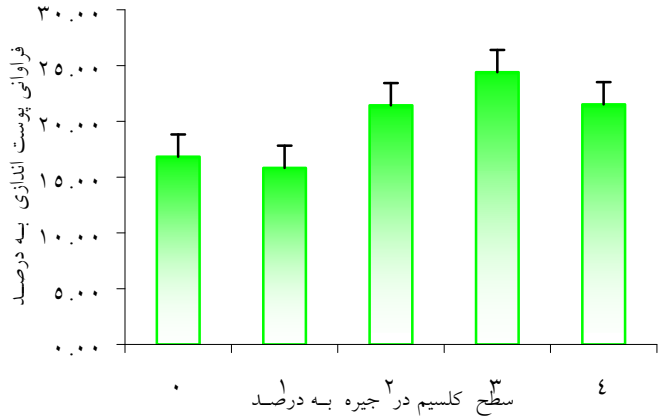
۱ ـ ٤ ـ ۳ - اثر کلسیم و فسفر جیره بر فراوانی پوست اندازی

فراوانی پوست اندازی در شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم به طور معنی داری تحت تاثیرغلظت‌های کلسیم و فسفر جیره قرار نگرفت (جدول ۱۲ ـ ۳). به هر حال کمترین تعداد پوست‌اندازی در جیره‌های شماره ۶ (بدون پوست‌اندازی)، ۲ (۲ عدد)، ۱، ۸ و ۱۱ (هر یک ۴ عدد) و بیشترین تعداد آن در جیره‌های شماره ۱۳ و ۲۱

(هر یک ۱۰ عدد)، ۱۶ و ۱۹ (هر یک ۹ عدد) مشاهده شد. بررسی نتایج نشان داد که بیشترین فراوانی پوست اندازی در شاه میگوهای ۱ ـ ۲ گرم تغذیه شده با جیره حاوی ۱/۵ درصد فسفر و کمترین آن در شاه میگوهای تغذیه شده با ۰/۵ درصد فسفر اتفاق افتاده است (شکل ۲۳ ـ ۳). بعلاوه با افزایش سطح کلسیم در جیره فراوانی پوست اندازی در این شاه میگوها افزایش یافته و بیشترین فراوانی در شاه میگوهای تغذیه شده با جیره‌های واجد ۲ و ۳ درصد کلسیم مشاهده گردید (شکل ۲۴ ـ ۳).



شکل ۲۳ـ۳: فراوانی پوست اندازی شاه میگو های جوان ۱-۲ گرم بعد از ۸۰ روز تغذیه با جیره های حاوی مقادیر مختلف فسفر.



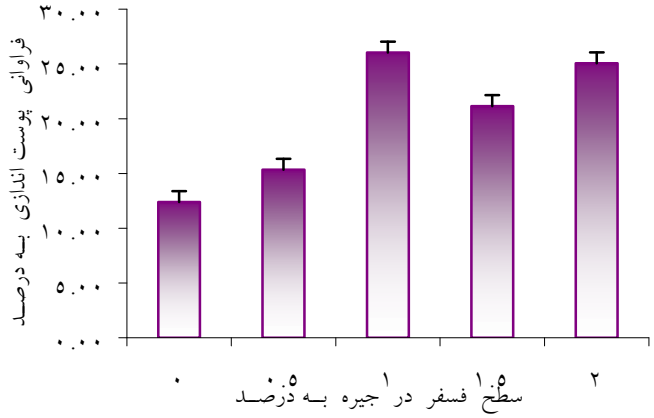
شکل ۲٤ـ۳: فراوانی پوست اندازی شاه میگو های جوان ۱-۲ گرم بعد از ۸۰ روز تغذیه با جیره های حاوی مقادیر مختلف کلسیم.

جدول ۱۲ـ۳: عملکرد پوست اندازی شاه میگوهای جوان ۱-۲ گرم تغذیه شده با جیره های حاوی غلظت های مختلف کلسیم و فسفر.

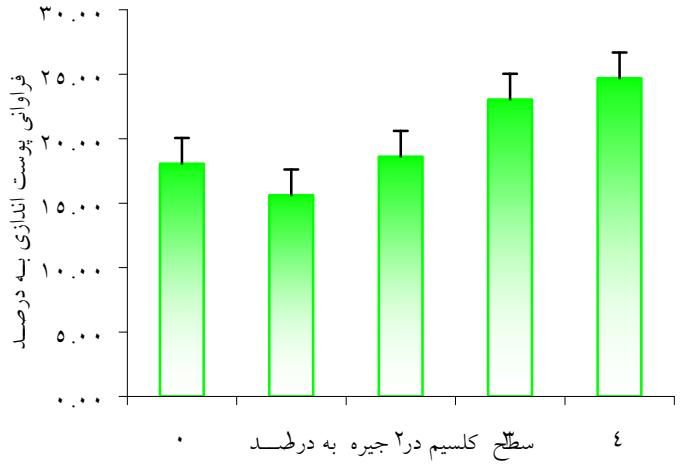
شماره جیره	کلسیم (٪)	فسفر (٪)	تعداد شاه میگو	کل تعداد پوست اندازی	تعداد مینیاتورهای پوست اندازی کرده	دوره بین دو پوست اندازی متوالی(روز)
۱	۰	۰	۹	۴	۴	نامعین
۲	۰	۰/۵	۹	۲	۲	نامعین
۳	۰	۱	۹	۷	۷	نامعین
۴	۰	۱/۵	۹	۶	۶	نامعین
۵	۰	۲	۹	۶	۶	نامعین
۶	۱	۰	۹	–	–	–
۷	۱	۰/۵	۹	۵	۵	نامعین
۸	۱	۱	۹	۴	۴	نامعین
۹	۱	۱/۵	۹	۷	۷	نامعین
۱۰	۱	۲	۹	۸	۷	۲۵
۱۱	۲	۰	۹	۴	۴	نامعین
۱۲	۲	۰/۵	۹	۵	۵	نامعین
۱۳	۲	۱	۹	۱۰	۸	۲۵± ۸/۴۹
۱۴	۲	۱/۵	۹	۷	۶	۳۷
۱۵	۲	۲	۹	۵	۵	نامعین
۱۶	۳	۰	۹	۹	۸	۲۵
۱۷	۳	۰/۵	۹	۶	۵	۲۹
۱۸	۳	۱	۹	۷	۶	۲۸
۱۹	۳	۱/۵	۹	۹	۸	۴۴
۲۰	۳	۲	۹	۵	۵	نامعین
۲۱	۴	۰	۹	۱۰	۸	۳۴/۵± ۳/۵۴
۲۲	۴	۰/۵	۹	۶	۶	نامعین
۲۳	۴	۱	۹	۶	۵	۲۳
۲۴	۴	۱/۵	۹	۶	۵	۳۱
۲۵	۴	۲	۹	۵	۵	نامعین

همان طور که در جدول ۱۳ ـ ۳ آمده است شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم تغذیه شده با جیره شماره۲۳ (۱۱ عدد) و جیره‌های شماره ۳، ۱۰، ۱۸، ۲۴ و ۲۵ (در هر جیره ۹ عدد پوست اندازی) درمقایسه با شاه میگوهای تغذیه شده با سایر جیره‌ها در مجموع بیشترین تعداد پوست‌اندازی را انجام دادند. نتایج بدست آمده مبین آن است که بیشترین فراوانی پوست اندازی شاه میگوهای ۸ـ ۹ گرم مربوط به تیمار غذایی حاوی ۱ درصد فسفر و کمترین آن متعلق به تیمار غذایی فاقد مکمل فسفر بوده است (شکل ۲۵ ـ ۳). رابطه فراوانی پوست اندازی با کلسیم جیره

به شکلی بود که با افزایش میزان کلسیم در جیره از صفر تا ۲ درصد تغییرات چندانی در فراوانی پوست اندازی شاه میگوها حاصل نگردید (شکل ۲۶ـ ۳)، اما با اضافه شدن بیشتر مقدار کلسیم در جیره (بیش از ۲ درصد) فراوانی پوست اندازی نیز افزایش پیدا کرد. بین میانگین فراوانی پوست اندازی در تیمارهای مختلف غذایی از نظر آماری اختلاف معنی داری بدست آمد ($P < 0.05$).



شکل ۲۵ـ۳: فراوانی پوست اندازی شاه میگو های ۸-۹ گرم بعد از ۸۰ روز تغذیه با جیره های حاوی غلظت های مختلف فسفر



شکل ۲ـ۲٦: فراوانی پوست اندازی شاه میگو های ۸-۹ گرم بعد از ۸۰ روز تغذیه با جیره های حاوی غلظت های مختلف کلسیم.

جدول ۲ـ۱۳ : عملکرد پوست اندازی شاه میگوهای ۸-۹ گرم تغذیه شده با جیره های حاوی غلظت های مختلف کلسیم و فسفر.

شماره جیره	کلسیم (٪)	فسفر (٪)	تعداد شاه میگو	کل تعداد پوست اندازی	تعداد افراد پوست اندازی کرده	دوره بین دو پوست اندازی متوالی(روز)
۱	۰	۰	۱۲	۲	۲	نامعین
۲	۰	۰/۵	۱۲	۴	۴	نامعین
۳	۰	۱	۱۲	۹	۸	۴۲
۴	۰	۱/۵	۱۲	۶	۵	۵۱
۵	۰	۲	۱۲	۸	۷	۳۱
۶	۱	۰	۱۲	۳	۳	نامعین
۷	۱	۰/۵	۱۲	۲	۲	نامعین
۸	۱	۱	۱۲	۷	۶	۶۲
۹	۱	۱/۵	۱۲	۴	۴	نامعین
۱۰	۱	۲	۱۲	۹	۶	۴۱/۳۳± ۳/۷۸
۱۱	۲	۰	۱۲	۶	۵	۴۴
۱۲	۲	۰/۵	۱۲	۴	۴	نامعین
۱۳	۲	۱	۱۲	۶	۶	نامعین
۱۴	۲	۱/۵	۱۲	۷	۷	نامعین
۱۵	۲	۲	۱۲	۷	۶	۵۰
۱۶	۳	۰	۱۲	۵	۵	نامعین
۱۷	۳	۰/۵	۱۲	۸	۷	۴۲
۱۸	۳	۱	۱۲	۹	۷	۳۱± ۵/۶۶
۱۹	۳	۱/۵	۱۲	۸	۷	۴۵
۲۰	۳	۲	۱۲	۷	۶	۵۵
۲۱	۴	۰	۱۲	۴	۳	۵۳
۲۲	۴	۰/۵	۱۲	۷	۶	۵۶
۲۳	۴	۱	۱۲	۱۱	۸	۳۷± ۱۳/۴۵
۲۴	۴	۱/۵	۱۲	۹	۸	۴۰
۲۵	۴	۲	۱۲	۹	۶	۳۶± ۱۶

در جدول ۱۳ ـ ۳ اطلاعات مربوط به فاصله زمانی بین دو پوست اندازی متوالی در شاه‌میگوهای ۸ - ۹ گرم آورده شده است. همان طور که ملاحظه می‌شود شاه میگوهایی که از جیره‌های دارای غلظت پایین فسفر (صفر و ۰/۵ درصد) تغذیه نمودند غالباً موفق به انجام پوست اندازی دوم در طول دوره پرورش نشدند. در عوض با افزایش غلظت فسفر در جیره (۱ ـ ۲ درصد) تعداد بیشتری از شاه میگوها توانستند دوبار پوست اندازی نمایند. شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم برخلاف شاه میگوهای ۱ – ۲ گرم در هنگام تغذیه از جیره‌های دارای مقادیر کم

کلسیم (۰ ـ ۲ درصد) توانستند دو بار پوست اندازی کنند، اما تعداد پوست اندازی دوم در این شاه میگوها نسبتاً کمتر از شاه میگوهایی بود که از جیره‌های حاوی سطوح بالای کلسیم (۳ و ۴ درصد) تغذیه کردند. به طوری که در بعضی از جیره‌ها مانند جیره‌های شماره ۱۸، ۲۳ و ۲۵ حتی بیش از یک شاه میگو توانستند در طول دوره آزمایش دوباره پوست اندازی انجام دهند. بعلاوه براساس نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد دوره بین دو پوست اندازی متوالی در شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۱ درصد فسفر و ۳ ـ ۴ درصد کلسیم کوتاهتر از شاه میگوهای تغذیه شده با سایر جیره‌های غذایی باشد. به عنوان مثال در جیره‌های شماره ۱۸ (دارای ۳ درصد کلسیم و ۱ درصد فسفر) و ۲۳ (حاوی ۴ درصد کلسیم و ۱ درصد فسفر) دوره بین دو پوست اندازی به ترتیب ۳۱ و ۳۷ روز برآورد گردید.

در کل با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان اذعان داشت که اضافه کردن ۲ ـ ۴ درصد کلسیم و ۱ ـ ۱/۵ درصد فسفر در جیره می‌تواند سبب افزایش فراوانی پوست اندازی و رخداد پوست اندازهای متوالی در شاه میگوها در اوزان ۱ ـ ۲ و ۸ ـ ۹ گرم گردد. همچنین به نظر می‌رسد استفاده از کلسیم و فسفر با غلظت‌های مذکور در جیره می تواند موجبات کوتاهتر شدن دوره زمانی بین دو پوست اندازی متوالی در شاه میگوهای جوان ۱ ـ۲گرم را فراهم آورد.

٤- بحث و نتیجه گیری

١ ـ ٤ ـ تأثیر کلسیم و فسفر جیره بر رشد شاه میگوی آب شیرین

بر طبق نتایج حاصل از این تحقیق برخی از شاخص‌های رشد در شاه میگوهای آزمایشی نظیر وزن نهایی، افزایش وزن و نرخ رشد ویژه، تحت تأثیر تیمارهای مختلف (میزان کلسیم و فسفر جیره) قرار گرفتند، اما اثر بلوک های آزمایشی بر این شاخص ها به لحاظ آماری معنی دارنبوده است. بررسی نتایج بدست آمده (جداول ۲ ـ ۳ و ۳ ـ ۳؛ اشکال ۱ ـ ۳، ۲ ـ ۳) نشان داد که عملکرد رشد شاه میگوهای آزمایشی برحسب سطوح مختلف فسفر در جیره تفاوت دارد، به طوری که کمترین میزان افزایش وزن در جیره حاوی صفر درصد فسفر، به عبارت دیگر در جیره فاقد مکمل فسفر مشاهده گردید. شاه میگوهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۰/۵ درصد فسفر نیز نسبت به سایر شاه میگوها از رشد کمتری برخوردار بودند. چنین پدیده‌ای می‌تواند به علت کافی نبودن فسفر قابل دسترس جهت تأمین فسفر مورد نیاز برای رشد و انجام فرآیندهای فیزیولوژیک در شاه میگوها اتفاق افتاده باشد. Yang و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعات خود بر روی ماهی سوف نقره‌ای (Bidyanus bidyanus) به نتایج مشابهی دست یافتند. این محققین نشان دادند که ماهی‌های تغذیه شده با جیره‌های کم فسفر رشد کمتری داشتند. بعلاوه کاهش مشابهی در رشد سایر ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح پائین فسفر مشاهده گردید. (Wilson *et al* 1982 ؛ Robinson *et al* 1987 ؛ Brown *et al.*1993 ؛ Dougall *et al.*1996 ؛ Lee *et al.*1998 ؛ Borlongan;2001 و Satoh). بنابراین می توان نتیجه گرفت که وجود فسفر در جیره برای رشد طبیعی شاه میگوی آب شیرین ضرورت دارد.

در این تحقیق با افزایش میزان فسفر در جیره رشد افزایش یافته به نحویکه جیره های حاوی ۱ و ۱/۵ درصد فسفر در این رابطه نتایج مطلوب تری را بدست داده اند. نتایج مربوط به افزایش وزن نمایانگر آن هستند که با افزایش میزان فسفر در جیره و نزدیک شدن آن به سطح ۲ درصد افزایش رشد آهنگی بطئی و حتی نزولی پیدا کرد. به هر حال کاهش رشد در غلظت های بالای فسفر در جیره در مطالعات انجام شده بر روی Penaeus monodon (Penaflorida;1999) و abalone(Tan *et al* 2001) مشاهده گردید. کاهش رشد ممکن است در اثر افزایش سدیم در جیره و اثرات متقابل آن با سایر مواد مغذی رخ داده باشد. از آنجایی که منوسدیم دی هیدروژن فسفات(NaH_2PO_4) به عنوان مکمل فسفر در جیره های آزمایشی بکار رفته است لذا با افزایش درصد فسفر در

جیره ها مقدار سدیم نیز افزایش خواهد یافت. افزایش سدیم می تواند وظیفه عنصر منیزیم را که در تنفس سلولی و واکنش انتقال فسفات نقش دارد، متأثر نماید. زیرا منیزیم با آدنوزین تری، دی و منو فسفات کمپلکس ایجاد می کند و در شرایط افزایش میزان سدیم و انجام جایگزینی با منیزیم ممکن است نقش و عملکرد این عنصر در تنفس سلولی دچار اختلال گردد(Penaflorida;1999). این پدیده در هنگام استفاده از منابع دیگر تأمین کننده فسفر جیره مانند KH_2PO_4 نیز ممکن است اتفاق بیفتد. براساس مطالعات (Kanazawa*et al*.1984)در خصوص*Penaeus japonicus* با افزایش میزان فسفر جیره از ۰/۹ به ۱/۸ درصد ، کاهش رشد مشابهی مشاهده گردید. (Davis *et al*1992) نیز یک واکنش متقابل احتمالی بین پتاسیم و منیزیم را در میگوی *Penaeus vannamie* پیش بینی نمودند. بعلاوه مقادیر اضافی فسفر ممکن است با منیزیم(Mg) و روی(Zn) واکنش انجام داده و رسوبات غیر محلول تشکیل دهند.

براساس نتایج بدست آمده (جداول ۲ ـ ۳ و ۳ ـ ۳؛ اشکال ۳ ـ ۳، ۴ ـ ۳) شاه‌میگوهای آزمایشی در تیمارهای غذایی فاقد مکمل کلسیم و حاوی ۱ و ۲ درصد کلسیم، رشد تقریباً یکسانی را نشان دادند ولی با افزایش میزان کلسیم در جیره (۳ و ۴ درصد) رشد آنها نسبتاً افزایش پیدا کرد. به نظر می رسد افت رشد وزنی و طولی در تیمارهای اول و دوم با کمبود کلسیم در جیره ارتباط داشته باشد. احتمال دارد فقدان کلسیم در جیره موجبات استرس برای شاه میگو ها را فراهم آورده و به لحاظ فیزیولوژیک حیوان را تحریک به پوست اندازی نماید. در این شرایط با وجود رخداد پوست اندازی ممکن است رشد وزنی و طولی قابل توجهی در شاه میگو ها مشاهده نگردد. بعلاوه کمبود کلسیم در غذا باعث عدم تشکیل گاسترولیت ها (gastroliths) در شاه میگو شده و می تواند پوست اندازی آن را به تأخیر اندازد(Hessen *et al* 1991). میزان کلسیم جیره می تواند شدت جذب کلسیم بوسیله آبشش ها و شدت جذب کلسیم از دیواره لوله گوارش را متأثر نماید. در شرایط کمبود کلسیم در جیره به منظور جبران بخشی از کلسیم مورد نیاز، مکانیسم های جذب آبششی و انتقال از دیواره روده تقویت می شود. در این حالت ممکن است بر اثر فعالیت زیاد سیستم های جذب کلسیم ، مقدار این عنصر بیشتر از حد لازم جذب شده و در بدن انباشته شود. انجام این عملیات مستلزم صرف انرژی بوده و لذا می تواند رشد وزنی و طولی را به سمت کندی، توقف و یا تنزل سوق دهد.

براساس نتایج بدست آمده (جداول ۲ ـ ۳ و ۳ ـ ۳) کمترین افزایش وزن در شاه میگوهای آزمایشی مربوط به تیمارهای غذایی حاوی ۱ و ۲ درصد کلسیم و فاقد فسفر بود. بیشترین میزان افزایش وزن در شاه میگوهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۲ و ۴ درصد کلسیم و ۱ درصد فسفر بدست آمد. بعلاوه در هر دو گروه از شاه میگوها در شرایط فقدان مکمل کلسیم در جیره، افزایش فسفر در جیره تأثیر قابل توجهی بر روی رشد شاه میگوها نداشت. شاه میگوهای تغذیه شده با جیره‌های دارای سطوح ۱ ـ ۳ درصد کلسیم در هنگام افزایش فسفر در جیره، رشد بهتری را نشان دادند. در سطح کلسیم ۴ درصد افزایش وزن رابطه معکوسی را با افزایش غلظت فسفر در جیره بروز داد. در شرایط فقدان فسفر و همچنین وجود ۰/۵ و ۱ درصد فسفر در جیره با افزایش کلسیم رشد قابل توجهی در شاه میگوهای آزمایشی مشاهده گردید. این پدیده می‌تواند نشان دهنده ناکافی بودن کلسیم جذب شده از آب برای تأمین رشد مطلوب باشد. لذا شاه میگوی Astacus leptoductylus برای تأمین کلسیم بیشتر به منابع غذایی وابستگی دارد. توسعه جمعیت برخی از گونه‌های شاه میگوی آب شیرین در محیط‌های طبیعی دارای میزان پائین کلسیم آب می‌تواند این ایده را تقویت کند (Hessen *et al.1991*).

نتایج بدست آمده نشان دادند که میزان ماندگاری شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم در سطوح پائین فسفر (صفر و ۰/۵ درصد) در جیره، بالا و در سطوح بالای فسفر (۱/۵ ـ۲ درصد) در جیره، کاهش پیدا کرد. رابطه ماندگاری و غلظت فسفر جیره در شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم در مقایسه با شاه‌میگوهای جوان برعکس بود، به طوری که این گروه از شاه میگوها در سطوح پائین فسفر در جیره از ماندگاری کمتری برخوردار بودند. این اختلاف ممکن است دلالت بر این نکته داشته باشد که نیاز شاه میگوها به فسفر جیره در اندازه‌های مختلف فرق می کند. بدین ترتیب که شاه میگوهای کوچکتر (با وزن ۱ ـ ۲ گرم) به فسفر کمتری در جیره نیاز دارند. به نظر می‌رسد نرخ رشد ضعیف‌تر درشاه میگوهای جوان تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح بالای فسفر و همچنین ذخیره فسفر کمتر در بافت‌های بدن باعث افزایش تلفات آنها در طول دوره آزمایش شده است. در طی آزمایشی (Velasco *et al.*1998) جیره‌هایی حاوی ۳ سطح فسفر (۰/۴، ۰/۸ و ۱/۲ درصد) را برای تغذیه پست لاروهای میگوی Penaeus vannamei به کار بردند. نتایج بدست آمده نشان داد که پائین‌ترین مقدار فسفر در جیره یعنی ۰/۴ درصد (Ca/p = ۰/۵) برای رشد و ماندگاری مناسب پست لاروها کافی بوده است. براساس نتایج حاصله، این

محققین اظهار داشتند که حتی با وجود مقداری کلسیم در جیره سطح مورد نیاز فسفر در جیره برای پست لاروهای گونه P. vannamei خیلی پائین می‌باشد.

در مطالعه حاضر درصد ماندگاری پایین‌تر در شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح پائین فسفر (صفر و ۰/۵ درصد) به طور معنی‌داری نشان دهنده کمبود فسفر در این تیمارهای غذایی بود (جدول ۵ ـ ۳ و شکل ۸ ـ ۳). این موضوع می‌تواند بیانگر ضرورت وجود فسفر در جیره به منظور تامین رشد و ماندگاری مناسب در این گروه از شاه میگوها باشد. علایم مشابهی از کاهش ماندگاری در پاسخ به سطوح زیر مقدار مطلوب فسفر جیره در میگوهای دریایی مانند Litopenaeus vannamei پرورش داده شده در آب شور (Davis *et al.*1993؛ Davis;1998 و Arnold؛ Cheng *et al.*2005) و Metapenaeus japonicus (Deshimaru;1978 و Yone؛ Kanazawa *et al.1984*) و همچنین برای شاه‌میگوی آب شور Homarus americanus (Gallagher*et al.*1978) گزارش شدند.

در این آزمایش بروز اختلاف در میزان ماندگاری بین تیمارهای حاوی سطوح مختلف کلسیم جای تأمل و تعمق دارد، چرا که این تفاوت ها احتمال دارد ناشی از کارآئی و ارزش غذایی جیره های آزمایشی باشد. همان طور که در جداول ۲-۳ و ۳-۳ و شکل های ۹-۳ و ۱۰-۳ آمده است میزان تلفات شاه میگوها در تیمار غذایی فاقد کلسیم نسبتاً بیشتر از تیمارهای غذایی حاوی ۲-۳ درصد کلسیم می باشد. نتایج نشان داده اند که تعداد پوست اندازی در بیشتر تیمارها به جز تیمار های فاقد و حاوی ۱ درصد کلسیم مشابه هم بوده اند(شکل های ۲۴-۳ و ۲۶-۳). با توجه به گزارش (Wolcott;1988) که اظهار داشت کمبود مواد معدنی به لحاظ تغذیه ای عامل تنظیم کننده گوشتخواری و هم جنس خواری در شاه میگو ها محسوب می شود، می توان اذعان نمود که بروز تلفات پوست اندازی در اثر رخداد پدیده هم جنس خواری به منظور تأمین کلسیم مورد نیاز بدن و همچنین عدم دست رسی به منبع کلسیم کافی برای تسریع فرآیند سفت شدن پوسته جدید بعد از پوست اندازی در شاه میگوهای تغذیه شده با جیره های حاوی مقادیر کلسیم ناکافی در ایجاد اختلاف از نظر ماندگاری بین تیمارها مؤثر بوده است.

بررسی نتایج بدست آمده (اشکال ۱ ـ ۳ و ۷ ـ ۳) علت افزایش تدریجی بیوماس شاه‌میگوها به موازات افزایش فسفر در جیره و در نهایت افت نسبی بیوماس در هنگامی که مقدار فسفر در جیره به بالاترین مقدار(۲ درصد) می‌رسد را به خوبی روشن می‌نماید. زیرا تغییرات رشد و ماندگاری شاه میگوهای جوان تغذیه شده با جیره‌های حاوی غلظت‌های مختلف فسفر تقریباً روند یکسانی را دارد. اگر چه تغییرات میزان بیوماس شاه‌میگوهای جوان بر حسب غلظت کلسیم جیره مشابه تغییرات این شاخص بر حسب میزان فسفر جیره است ولی در این حالت روند تغییرات بیوماس عمدتاً متاثر از تغییرات نرخ ماندگاری بوده است. توجه به اشکال ۳ ـ ۳ و ۹ ـ ۳، این‌موضوع را بیشتر مشخص می‌نماید. توجیه تغییرات بیوماس شاه‌میگوهای ۸ ـ ۹ گرم بر حسب سطوح مختلف فسفر در جیره با مقایسه اشکال ۲ – ۳ و ۸ ـ ۳ امکان‌پذیر خواهد بود. همان طورکه از مقایسه این اشکال برمی‌آید، نرخ ماندگاری بالا در شاه میگوهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح بالای فسفر در جیره موجبات روند تغییرات صعودی در میزان بیوماس را فراهم آورده است. (شکل ۱۱ ـ ۳). با توجه به شکل‌های ۴ ـ ۳ و ۱۰ ـ ۳ می‌توان اذعان داشت که علت افزایش تدریجی میزان بیوماس شاه‌میگوهای ۸ ـ ۹ گرم به همراه افزایش کلسیم در جیره‌ها (شکل۱۲ ـ۳)، هماهنگی نسبی رشد (شکل ۴ ـ۳)، نرخ ماندگاری (شکل ۱۰ ـ ۳) بر حسب سطوح کلسیم در جیره‌های آزمایشی می‌باشد.

۲ـ٤ـ تعیین میزان مطلوب کلسیم و فسفر در جیره شاه میگو براساس شاخص‌های رشد

نتایج حاصله در این مطالعه نشان دادند که میزان شاخص‌های رشد نظیر افزایش وزن و نرخ رشد ویژه در شاه میگوی آب شیرین به غلظت فسفر در جیره وابسته است. با توجه به این ارتباط و براساس روش تجزیه رگرسیون broken-line ، میزان مناسب فسفر در جیره شاه میگوهای ۱ ـ ۲ گرم، ۱ درصد و در جیره شاه‌میگوهای ۸ ـ ۹ گرم، ۱/۲۷ درصد محاسبه گردید. بنابراین میزان مطلوب فسفر در جیره شاه‌میگوهای آزمایشی با هم اندکی تفاوت دارد. به طوری که شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم ظاهراً به میزان فسفر کمتری در جیره نیاز دارند. احتمال دارد این اختلاف بر اثر تفاوت اندازه در دو گروه از شاه‌میگوها بوجود آمده باشد.

تحقیقات انجام شده نیاز سخت پوستان به فسفر را به اثبات رسانده اند. البته نتایج حاصله حاکی از آن است که نیاز گونه های مختلف سخت پوستان به این عنصر متفاوت می باشد. به عنوان مثال در مطالعات گوناگون

برآورد شده است که میگوی Penaeus japonicus به ۱٪ (Kanazawa;1982) ، ۲-۱٪ (Kanazawa *et al.*1984) ، ۱/۵درصد (Cheng;1985) ، ۲درصد (Deshimaru;1974 و Kuroki) فسفر در جیره نیاز دارد.

میزان مطلوب فسفر در جیره گونه‌های مختلف میگوهای خانواده پنائیده از ۰/۳۵ ـ ۲ درصدگزارش شده است (Konazawa *et al.*1984؛ Li *et al.*1986؛ Davis *et al.*1993؛ Pcnaflorida;1999 ؛ Cheng *et al.*2005). از این رو میزان مطلوب فسفر برآورده شده در جیره برای شاه‌میگوی آب شیرین (A. leptoductylus) براساس‌عملکرد رشد نیز در محدوده نیاز میگوهای پنائیده قرار دارد. برای مقایسه، میزان نیاز گونه‌های مختلف ماهی ها و سخت پوستان به فسفر جیره در جدول ۱ ۴آمده است. همان طور که ملاحظه می‌شود تفاوت بین میزان نیاز فسفر جیره در گونه‌های مختلف بسیار قابل توجه هست. این تفاوت ممکن است ناشی از تخمین بیش از حد نیاز میزان فسفر در جیره یا در اثر زیست فراهمی محدود فسفر از منابع مختلف فسفر مورد استفاده در جیره‌ها ایجاد شده باشد. بسته به منبع تامین کننده فسفر و تاثیر آن بر pH محیط داخل لوله گوارش حیوان میزان زیست فراهمی فسفر می‌تواند فرق کند (Lall;1990).

در این تحقیق اکثر شاخص های رشد در شاه میگو ها به همراه افزایش مقدار کلسیم در جیره های آزمایشی، افزایش نشان دادند. بر اساس آنالیز رگرسیون broken-line غلظت مطلوب کلسیم در جیره شاه میگو های ۱-۲ گرم و ۸-۹ گرم به ترتیب ۴/۱۵ و ۲/۳۲ درصد تخمین زده شد. بدین ترتیب شاه میگوهای جوان نسبت به شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم به کلسیم بیشتری در جیره نیاز دارند. بروز چنین اختلافی ممکن است از طریق مقایسه میزان رشد و فراوانی پوست اندازی دراین دو گروه از شاه‌میگوها قابل توجیه باشد. با توجه به جداول ۲ - ۳ و ۳ ـ ۳ در شاه‌میگوهای جوان ۱ ـ ۲ در مقایسه با شاه‌میگوهای ۸ ـ ۹ گرم میزان رشد بیشتری مشاهده گردید. همچنین این شاه‌میگوها درطول دوره پرورش از فراوانی پوست اندازی بیشتری برخوردار بودند. درسخت‌پوستان بدون انجام پوست اندازی رشدی اتفاق نمی‌افتد و انجام پوست‌اندازی در شرایط فقدان یا کمبود عنصر کلسیم امکان‌پذیر نمی‌باشد. لذا به نظر می‌رسد رشد بیشتر در شاه میگوهای جوان نیاز بالاتری به کلسیم را نیز برای آنها ایجاد کرده است.

دست آوردهای تحقیقاتی نیاز به کلسیم برای سخت پوستانی مانند Homarus americanus (Gallagher *et al.*1978) و Penaeus japonicus (Kanazawa *et al.*1984) را مشخص نموده اند. همچنین کمبود کلسیم در ماهی های پرورش

یافته در آب کم کلسیم نیز گزارش شده است. (Penaflorida;1999) پیشنهاد کرد که میگوی P. monodon نیاز به کلسیم موجود در جیره‌ندارد. چنین ادعایی با نتایج گزارش شده به وسیله (Deshimaru;1978 و Yone) برای میگوی P. japonicus و توسط (Davis *et al.*1993) برای میگوی P. vannamei مطابقت دارد.

اگرچه راجع به نیاز شاه میگوها به کلسیم جیره گزارش چندانی در دست رس نیست ولی (Hessen *et al.*1991) اذعان کردند که این جانوران نیز به منابع کلسیم موجود در جیره وابستگی دارند. به اعتقاد این محققین تأثیر مکمل های کلسیم در جیره حداقل به دو عامل بستگی دارد. این دو عامل عبارتند از: قدرت جذب کلسیم از طریق دیواره لوله گوارش و کمیت مکمل کلسیم در جیره. بر اساس این تحقیقات جذب کلسیم در شاه میگوهای تغذیه شده با غذای غنی از کلسیم ظاهراً می تواند بالاتر باشد ولی جذب کلسیم از طریق آبشش ها قابل صرفنظر کردن است. جذب عمده کلسیم مورد نیاز از طریق لوله گوارش صورت گرفته و لذا کلسیم موجود در جیره غذایی می تواند نقش مهمی در مرتفع ساختن نیاز شاه میگو به این عنصر را داشته باشد.

جدول۱-٤: مقدار مورد نیاز کلسیم و فسفر برای سخت پوستان.

منبع	Ca:p	مقدار مورد نیاز(٪)		گونه
		P	Ca	
Dishimaru and yone.(1978)		۲	غیر ضروری	***P.japonicus***
Kitabyashi .et al. (1978)	۱/۲۴ : ۱/۰۴	۱	۱/۲	
Dishimaru and Shigeno.(1972)	۱ : ۱/۲			
Kanazawa et al. (1984)	۱ : ۱	۱/۰-۲/۰	۱/۰-۲/۰	
Davis et al. (1993)		۰/۳۴(۰/۰۳ %Ca) ۰/۵-۱/۰ (۱%Ca) ۱/۰-۲/۰ (۲%Ca)	غیر ضروری	*P. vanamei*
Bautista and Baticados (1990)	۱ : ۱	۱		*P.monodon*
Sick et al .(1972)	۱ : ۱/۳	۰/۵	۰/٦٦	*P.merguiensis*
Huner and colvin. (1977)	۱ : ۲/۰۶			*P. californiensis*
Gallaghher et al. (1978)	۱/۱ : ۰/۵۶			*Hamarus americanus*(juvenile)
	۱:۱			*Hammarus americanus* (adult)

۳ ـ ٤ ـ تاثیر کلسیم و فسفر جیره بر ترکیب بیوشیمایی بدن

نتایج بدست آمده نشان دادند که در شاه میگوهای ۱ ـ ۲ گرم با افزایش مقدار کلسیم در جیره میزان پروتئین بدن ابتدا افزایش و سپس سیر نزولی را طی کرده است (شکل ۱۳ ـ ۳). در شاه‌میگوهای ۸ ـ ۹ گرم روند تغییرات پروتئین بدن تقریباً هماهنگ با میزان تغییر کلسیم در جیره بود (شکل ۱۴ ـ ۳). با توجه به روند تغییرات افزایش وزن در شاه میگوهای ۱ ـ ۲ گرم (شکل ۳ ـ ۳) و شاه‌میگوهای ۸ ـ ۹ گرم (شکل ۴ ـ ۳) به نظر می‌رسد بین رشد و میزان پروتیئن لاشه در زمانی که غلظت کلسیم در جیره تغییر می‌کند ارتباط مشخصی وجود نداشته باشد. با بررسی فراوانی پوست‌اندازی در شاه میگوهای ۱ ـ ۲ گرم (شکل ۲۴ ـ ۳) و شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم (شکل ۲۶ ـ۳) می‌توان احتمال داد که تغییر میزان پروتیئن بدن در هر دو گروه از شاه‌میگوها مربوط به فراوانی پوست‌اندازی و در نهایت تغییرات بیوشیمیایی در طول چرخه پوست اندازی باشد.

محتوای پروتئین بدن بر حسب تغییرات فسفر جیره در شاه میگوهای ۱ ـ ۲ گرم و ۸ ـ ۹ گرم تفاوت زیادی را نشان داد. در شاه‌میگوهای ۱ ـ ۲ گرم، براساس تجزیه واریانس داده‌ها اگر چه مقدار فسفر جیره بر پروتئین لاشه تاثیر معنی داری داشت (جدول ۱۰ ـ ۳) ولی رابطه واضحی بین این دو متغیرمشاهده نگردید (شکل ۱۳ ـ ۳). در این گروه از شاه میگوها میزان پروتئین لاشه تحت تاثیر اثر متقابل بین کلسیم و فسفر جیره قرار گرفت. به طوری در سطح ۱ درصد کلسیم در جیره، افزایش فسفر سبب کاهش میزان پروتئین بدن و در سطوح ۲ و ۳ درصد کلسیم عکس این پدیده مشاهده شد. در شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم با وجود معنی‌دار نبودن اثر فسفر جیره بر مقدار پروتئین بدن (جدول ۱۱ ـ ۳)، رابطه واضحی بین این دو متغیر مشاهده گردید (شکل ۲ ـ ۱۴). بعلاوه میزان کلسیم جیره تأثیر چندانی بر اثر فسفر بر پروتئین بدن نداشت چنان که در کلیه سطوح کلسیم جیره، اضافه کردن فسفر به جیره باعث افزایش مقدار پروتئین بدن گردید. با توجه به نتایج بدست آمده در این مطالعه به نظر می‌رسد میزان پروتئین نمی‌تواند شاخص مناسبی برای تعیین تاثیر کلسیم و فسفر بر ترکیب بیوشیمیایی بدن باشد. زیرا میزان مواد معدنی و پروتئین بدن در مراحل مختلف پوست اندازی دچار تغییرات قابل توجهی می‌گردند.

در این مطالعه افزایش میزان کلسیم در جیره با کاهش نسبی چربی بدن همراه بود (شکل‌های ۱۵ ـ ۳ و ۱۶ ـ ۳).

بررسی رشد و فراوانی پوست‌اندازی در شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم

(اشکال۳ ـ ۳ و ۲۴ ـ ۳) و شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم (اشکال ۴ ـ ۳ و ۲۶ ـ ۳) نشان می‌دهند که کاهش چربی بدن

می‌تواند با تغییرات نرخ رشد و پوست اندازی در هر در گروه از شاه میگوها ارتباط داشته باشد. زیرا افزایش رشد در این موجودات مستلزم انجام پوست‌اندازی می‌باشد. بنابراین فراوانی پوست‌اندازی و افزایش رشد احتمالاً سبب شده فرصت کافی جهت ساخت و ذخیره چربی بدن در شاه‌میگوها فراهم نشده و میزان چربی در بدن شاه میگوهایی که از رشد نسبتاً بالایی برخوردار بودند نقصان پیدا کرده است. تفاوت در نرخ رشد و فراوانی پوست اندازی بین شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم و شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم نیز می‌تواند وابستگی ذخیره چربی در بدن به نرخ رشد و پوست اندازی را بیشتر روشن کند. البته در مورد میزان پروتئین در بدن شاه‌میگوها وضعیت تقریباً معکوسی وجود داشته است.

تجمع چربی در بافت شاه میگوهای جوان تغذه شده با جیره‌های فاقد یا کم فسفر احتمالاً به دلیل تغییر در سوخت و ساز واسطه‌ای بوده و ارتباطی با مصرف غذا ندارد (Vielma *et al.*2002). به نظر نمی‌رسد که افزایش چربی کل بدن شاه میگوهای تغذیه شده با جیره فاقد مکمل فسفر ناشی از خوردن غذای بیشتر برای جبران کمبود فسفر در جیره باشد زیرا نتایج بدست آمده (جدول۲ ـ ۳) در این مطالعه نشان داد که مصرف غذا در تیمارهای غذایی حاوی مقادیر ناکافی فسفر پایین‌تر از سایر تیمارها بوده است. به عبارت دیگر می‌توان اذعان نمود که شاه‌میگوهای جوان مورد استفاده در تیمارهای غذایی فاقد فسفر اشتهای کمتری را برای مصرف غذا نسبت به شاه میگوهای دیگر بروز دادند.

چربی کل بدن در شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم تغذیه شده از مقادیر بالای فسفر در جیره (۱ ـ ۲درصد) بیشتر از سایر شاه میگوها بود (شکل ۱۶ ـ ۳). در بررسی نتایج بدست آمده از تحقیقات سایر محققین موردی مشابه این پدیده مشاهده نگردید. بررسی داده‌ها و نتایج فراوانی پوست‌اندازی (جدول ۱۳ ـ ۳) نشان داد که شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح بالای فسفر نه تنها پوست اندازی بیشتری نسبت به شاه میگوهای تغذیه شده با جیره‌های فاقد یا دارای کمبود فسفر انجام داده‌اند، بلکه تلفات ناشی از پوست‌اندازی در آنها در اواخر دوره پرورش بیشتر از تیمارهای دیگر بود. بنابراین احتمال دارد شاه میگوهای باقیمانده در تیمارهای غذایی دارای غلظت‌های بالای فسفر عمدتاً از شاه میگوهایی باشند که در طول دوره پرورش پوست اندازی کمتری انجام داده و چربی نسبتاً بیشتری را در بافت‌های بدن ذخیره نموده‌اند. به هر حال جهت حصول نتایج بهتر و دقیق‌تر لازم است مطالعات وسیع‌تری در زمینه ارتباط فسفر جیره با میزان چربی کل بدن انجام پذیرد.

با توجه به نتایج بدست آمده کلسیم جیره بر غلظت خاکستر، کلسیم و فسفر لاشه شاه‌میگوهای آزمایشی تاثیر معنی داری داشت (جداول ۱۰ ـ ۳، ۱۱ ـ ۳). در واقع با افزایش میزان کلسیم در جیره از میزان خاکستر در بدن شاه میگوها کاسته شده (اشکال ۱۷ ـ ۳ و ۱۸ ـ ۳) ولی بر مقدار فسفر بدن افزوده شده است (شکل‌های ۲۱ ـ ۳ و ۲۲ ـ ۳). واکنش میزان کلسیم بدن در مقابل تغییرات غلظت کلسیم در جیره در دو گروه از شاه میگوهای تحت آزمایش متفاوت بوده‌است (اشکال ۱۹ـ۳ و ۲۰ـ۳).

در شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم میزان کلسیم کل بدن با اضافه شدن کلسیم در جیره، افزایش پیدا کرد. احتمال دارد این گروه از شاه میگوهای آزمایشی در هنگام افزایش غلظت کلسیم در جیره میزان بیشتری از آن را جذب و در بافت‌های بدن انباشته کرده باشند. Wheatly;1999 نشان داد که ابقاء کلسیم در خرچنگ گرد Cardisoma hirtipes متناسب با جذب کلسیم از جیره غذایی می‌باشد. لذا به نظر می‌رسد کلسیم جیره از طریق تاثیر بر میزان خاکستر و فسفر، در معدنی شدن بدن شاه میگوی آب شیرین دخالت می‌نماید. میزان فسفر بدن در شاه میگوی آب شیرین تحت تاثیر میزان فسفر در جیره قرار نگرفت (جداول ۱۰ ـ ۳ و ۱۱ ـ ۳). اما میزان خاکستر بدن، با افزایش غلظت فسفر در جیره نقصان پیدا کرد (اشکال ۱۷ – ۳ و ۱۸ ـ ۳). روند تغییرات مقدار کلسیم بدن در شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم و شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم کمی با هم تفاوت داشت (اشکال ۱۹ ـ ۳ و ۲۰ ـ ۳). افزایش میزان کلسیم کل بدن در شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم ممکن است در اثر افزایش میزان سدیم در جیره و محیط اطراف آنها رخ داده باشد. NaH_2PO_4 مورد استفاده در جیره می‌تواند بعنوان منبع فراهم کننده سدیم محسوب شود. براساس نتایج بدست آمده به وسیله Wheatly (۱۹۹۹)، فقدان سدیم و اسیدکربنیک، جذب‌کلسیم را در Cardisoma hirtipes تا ۵۵ درصد کاهش داد. بعلاوه Wheatly و Gannon (۱۹۹۵) گزارش کردند که جذب کلسیم ظاهراً وابسته به سدیم است.

براساس نتایج بدست آمده در این تحقیق، اگر چه ترکیب بیوشیمیایی بدن تحت تاثیر غلظت‌های مختلف کلسیم و فسفر در جیره قرار گرفت، ولی رابطه واضحی بین معدنی شدن بافت‌های بدن و داده‌های رشد و ماندگاری شاه میگوها بدست نیامد. نتایج این مطالعه با دست‌آورده‌های تحقیقاتی محققین دیگر مانند Davis *et al.*1993 در مورد میگوی(P. vannamei *et al.*2005، Yang) راجع به ماهی سوف تفره‌ای، Cheng *et al.*2005 در خصوص میگوی Litopenaeus vannamei مطابقت داشت. یافته‌های برخی از محققین مانند Penaflorida;1999 برای میگوی P. manodon با نتایج مطالعه حاضر تفاوت داشت.

٤ ـ ٤ ـ تأثیر کلسیم و فسفر جیره در عملکرد پوست‌اندازی

فراوانی پوست‌اندازی در شاه‌میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم به لحاظ آماری به طور معنی‌داری از میزان کلسیم و فسفر جیره متأثر نگردید. با این حال شاه‌میگوهای جوان تغذیه شده از جیرهای حاوی ۲ ـ ۳ درصد کلسیم و جیره‌های دارای ۱/۵ درصد فسفر پوست‌اندازی بیشتری را انجام دادند (اشکال ۲۳ ـ ۳ و ۲۴ ـ ۳). در عوض غلظت کلسیم و فسفر به طور معنی‌داری فراوانی پوست‌اندازی در شاه‌میگوهای ۸ ـ ۹ گرم را تحت تأثیر قرار داد. در این شاه‌میگوها، افزایش کلسیم و فسفر در جیره سبب افزایش فراوانی پوست‌اندازی گردید (اشکال ۲۵ ـ ۳ و ۲۶ ـ ۳). به نظر می‌رسد جیره‌های حاوی سطوح پایین کلسیم (صفر و ۱ درصد) و فسفر (صفر و ۰/۵ درصد) نیاز شاه‌میگوی آب شیرین به این عناصر را تأمین نکردند. در نتیجه فراوانی پوست‌اندازی در تیمارهای غذایی فاقد یا حاوی مقادیر پائین کلسیم و فسفر نقصان پیدا کرد. لذا امکان دارد کمبود کلسیم و فسفر، شاه‌میگوها را دچار استرس نموده و مانع از انجام پوست‌اندازی آنها شده باشد. از آنجایی که کلسیم و فسفر از مواد معدنی ضروری در فرآیند پوست‌اندازی سخت‌پوستان محسوب می‌شوند، بنابراین اضافه کردن کلسیم به آب حاوی کلسیم پائین و همچنین افزودن کلسیم و فسفر در جیره به طور مؤثری بر سخت شدن پوسته (کوتیکول) سخت پوستان تأثیر دارد (wilder *et al.*1998). طبق گزارش Greenaway;1985 سخت‌پوستان دریایی ۹۵ درصد از کلسیم بدنشان را در طول فرآیند پوست‌اندازی از دست می‌دهند. هنگامی که غلظت کلسیم در دسترس برای کلسیمی شدن پوسته پس از پوست‌اندازی کاهش یابد، طول مدت نرم ماندن پوسته افزایش پیدا می‌کند. کاهش کلسیم به حد ۶۰ـ۸۰درصد مقدار نرمال می‌تواند نرخ معدنی شدن را بدون افزایش تلفات ناشی از پوست‌اندازی در خرچنگ *Callinectes sapidus* کاهش دهد (perry *et al.2001*)، اما Cammeron;1985 کاهش مقدار کلسیم به حد ۷۵ درصد مقدار نرمال را برای خرچنگ گرد به لحاظ فیزیولوژیک خطرناک دانست. در هر صورت نرم ماندن پوسته و یا تأخیر در معدنی شدن آن پس از پوست‌اندازی ممکن است فراوانی پوست‌اندازی را کاهش دهد. تحقیقات انجام شده (Hessen;1991) نشان داد که شاه‌میگوهای *(Astacus astacus)* تغذیه شده با غذای فقیر از کلسیم در آب دارای غلظت پائین کلسیم (۳ میلی گرم در لیتر) قادر به تشکیل گاسترولیت‌ها و انجام پوست‌اندازی نشدند. در این مطالعه نیز در شاه‌میگوهای تغذیه شده با جیره‌های فاقد یا حاوی سطح پائین کلسیم پوست‌اندازی کمتری در مقایسه با شاه‌میگوهای تغذیه شده با جیرهای حاوی کلسیم بالا (۲ ـ ۴ درصد) مشاهده گردید.

بنابراین می‌توان اذعان نمود که مقادیر بالای کلسیم جیره برای انجام پوست‌اندازی بیشتر در شاه‌میگوی آب‌شیرین *Astacus leptoductylus* اهمیت دارد. از طرفی نیاز به کلسیم بالا با توجه به نسبت و حضور همزمان کلسیم و فسفر در ساختمان پوسته، لزوم وجود مقدار کافی فسفر (حدود۱ ـ ۱/۵ درصد) در جیره به منظور انجام مطلوب فرآیند پوست‌اندازی و معدنی شدن پوسته را ایجاد می‌نماید.

۵-٤- نتیجه گیری

۱- بر اساس نتایج بدست آمده وجود کلسیم و فسفر در جیره شاه میگوهای ۱ ـ ۲ گرم و ۸ ـ ۹ گرم به منظور انجام رشد و پوست اندازی عادی ضرورت دارد. به طور کلی در سطوح ۲ و ۳ درصد کلسیم و۱ درصد فسفر رشد نسبتاً بهتری در شاه میگوها مشاهده شد.

۲- میزان کلسیم جیره تأثیر معنی داری بر رشد و ماندگاری شاه میگو های آزمایشی نداشت ، اما تأثیر آن بر پوست اندازی معنی دار بود.

۳- میزان فسفر جیره به طور معنی داری رشد، ماندگاری و پوست اندازی شاه میگوی آب شیرین را تحت تأثیر قرار داد.

۴- در این مطالعه نسبت Ca/P در جیره برای توصیف اثر متقابل بین کلسیم و فسفر بر عملکرد رشد شاه میگوی آب شیرین مناسب نبوده و نمی توان نسبت Ca/P مشخصی را در جیره این حیوان براساس معیارهای رشد تعیین نمود. بنابر این می توان اذعان داشت که میزان مصرف فسفر در جیره به میزان کلسیم در جیره وابسته نیست.

پیشنهادها

۱- از آنجائی که شاه میگوهای تغذیه شده با جیره های فاقد کلسیم و فسفر از عملکرد رشد و پوست اندازی نسبتاً ضعیفی برخوردار بودند ولی با اضافه شدن کلسیم و فسفر در جیره عملکرد رشد و پوست اندازی در هر دو گروه از شاه میگوها بهبود یافت، بنابراین می توان اذعان داشت که وجود کلسیم و فسفر در جیره شاه میگوهای ۱ ـ ۲ گرم و ۸ ـ ۹ گرم به منظور انجام رشد و پوست اندازی عادی ضرورت دارد. با توجه به این یافته ها توصیه می شود در تهیه جیره های تجاری برای شاه میگوی چنگال باریک در اوزان ۱-۱۰ گرم از مقدار مناسب کلسیم و فسفر در جیره جهت بهبود عملکرد رشد و پوست اندازی استفاده گردد.

۲- پیشنهاد میگردد در جیره شاه میگوهای جوان ۱ ـ ۲ گرم ۳ ـ ۴ درصد کلسیم و ۱ درصد فسفر در نظر گرفته شود.

۳- بهتر است جیره شاه میگوهای ۸ ـ ۹ گرم حاوی ۲ ـ ۳ درصد کلسیم و ۱ ـ ۱/۵ درصد فسفر باشد.

لازم به ذکر است که محتوای کلسیم جیره بهتر است با توجه به میزان کلسیم آب محیط پرورش تعیین گردد چونکه بخشی از کلسیم مورد نیاز در سخت پوستان بطور مستقیم از طریق آبشش از آب جذب می شود. میزان کلسیم پیشنهاد شده در جیره شاه میگوی آب شیرین بر اساس یافته های این تحقیق برای منابع آبی حاوی کلسیم حدود ۷۵-۸۰ میلی گرم در لیتر می باشد و در تهیه جیره برای تغذیه شاه میگو در محیط های پرورش با آب واجد کلسیم بیشتر یا کمتر اصلاح مقدار کلسیم جیره می تواند منجر به حصول نتایج مناسب تری شود.

در کل با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق و یافته های سایر محققین داخلی در خصوص سایر نیازهای غذایی شاه میگوی آب شیرین(مانند پروتئین، چربی و غیره)، به نظر می رسد ارائه و تهیه جیره مقدماتی(مبنا) برای این گونه با ترکیب شیمایی اختصاصی امکان پذیر باشد. لذا لازم است بستر و امکانات لازم جهت تهیه و ساخت جیره مقدماتی و استفاده از آن در تغذیه شاه میگو به شکل پایلوت فراهم تا در صورت نیاز اصلاح شده و جیره مناسب تجاری ارائه شود.

منابع

۱- صمدزاده، م. و رامین، م. ۱۳۷۶. تعیین بیوتکنیک تکثیر و پرورش خرچنگ دراز آب شیرین سواحل جنوبی دریای خزر(A.leptodactylus). (گزارش نهایی پروژه). مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان.

۲- گروه آمار و توسعه منابع شیلاتی سازمان شیلات ایران. ۱۳۸۶. سالنامه آماری سازمان شیلات ایران ۱۳۷۹-۱۳۸۶. دفتر برنامه ریزی. ص ۲۶-۲۷.

1-Ackefors, H., 1989. European freshwater crayfish culture intensification. Special session on crayfish culture, Los Angeles, USA. 27p.

2- Ackefors, H., Castell, J. D., Boston, Linda D., Raty, P., Svensson, M., 1992. Standard experimental diets for crustacean nutrition research. II. Growth and survival of juvenile crayfish Astacus astacus (Linne) fed diets containing various amounts of protein, carbohydrate and lipid. Aquac. 104,341-356.

3-Ackefors, H., Gydemo, R. and Keyser, P., 1995. Growth and moulting in confined juvenile noble crayfish Crayfish. 10, 396-409..Astacus astacus(L.)(Decapoda, Astacidae). Freshw

4-Adegboye, D., 1981. Table size and physiological condition of the crayfish in relation to calcium ion accumulation. Freshw. Crayfish, 4, 115-125.

5-AOAC(Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis.. Fifth edition. Arlington, Virginia, U.S.A.

6-Avault, J. W., Bretonne, L. W., Huner, J. V., 1975. Two major problemes in culturing crayfish in ponds: oxygen depletion and overcrowding. Freshw. Crayfish. 2, 139-44.

7-Balik, I., Çubuk, H., Özkök, R., Uysal, R., 2005. Some biological characteristics of crayfish(Astacus leptodactylus Eschscholtz, 1823) in lake Eğirdir. Turk J Zool. 29, 295-300.

8-Borlongan, I. G., Satoh, S., 2001. Dietary phosphorus requirement of juvenile milkfish, Chanus chanus (Forsskal). Aquac. Res. 32(Suppl. 1), 26-32.

9-Brown, M.L., Jaramillo, F., Gatlin, D.M., 1993. Dietary phosphorus requirement of juvenile sunshine bass, ×M. saxatilis. Aquac. 113, 355–363. Morone chrysops

10-Cameron, J. N., 1985. Post-moult calcification in the blue crab (Callinectes sapidus) : relationships between apparent net H^+ excretion, calcium and bicarbonate. J. Exp. Biol. 119, 275-285.

11-Castell, J. D., 1989. Reference diet for crustsceans: Principles of experimentations. Aquacop. IFREMER. Actes de colloque. 9, 339- 354.

12-Chavez-Sanchez, M. C., Martine Palacios, C. A., Martinez-Perez, G. and Ross, L. G., 2000. Phosphorus and calcium requirements in the diet of the American cichilid Cichlasoma urophthalumus (Gunther). Aquac. Nutr. 6, 1-9.

13-Cheng, W. W. 1985. The study of the nutritional requirement of the shrimp Penaeus japonicus Bates, in calcium and phosphorus. These de troisieme cycle. Universite de Bretagne Occidentale, Brest, France.

14-Cheng, Kai-min., Hu, Chao-qun., Liu, Yan-ni., Zheng, Shi-xuan., Qi,Xue-juan., 2005. Effects of dietary calcium, phosphorus and calcium/phosphorus ratio on growth and tissue mineralization of litopenaeus vannamei reared in low-salinity water. Aquac. (in press).

15-Coote, T. A., Hone, P. W., Kenyon, R., Maguir, G. B., 1996. The effect of different combinations of dietary calcium and phosphorus on the growth of juvenile Haliotis laevigata. Aquac. 145, 267-279.

16-Cortes-Jacinto, E., Villarreal-Colmenares, H., Civera-Cerecedo, R., Martinez-Cordova, R., 2003. Effects of crayfish, Cherax quadricarninatus growth and survival of juvenile freshwater dietary protein levels on (Decapoda: Parastacidae). Aquac. Nutr. 9, 207-213.

17-Cortes-Jacinto, E., Villarreal-Colmenares, H., Civera-Cerecedo, R., Martinez-Cordova, R., 2005. Effects of crayfish, Cherax quadricarninatus growth and survival of juvenile Australian redclaw dietary protein levels on (von Martens). Aquac. Nutr. 11, 283-291.

18-Davis, D. A., 1990. Dietary mineral requirements of Penaeus vannamei : evaluation of the essentiality for thirtheen minerals and the requirements for calcium, phosphorus, cooper, iron, zinc, and selenium. Doctoral dissertation. Texas A & M University, College Station, Texas, USA.
19-Davis, D. A., Lawrence, A. L., Gatlin, D. M., 1992. Mineral requirement of Penaeus vannamei: a preliminary examination of the dietary essentiality for thirteen minerals. J. World Aquac. Soc. 23, 8-14.
20-Davis, D. A., Lawrence, A. L., Gatlin, D. M., 1993. Response of Penaeus vannamei to dietery calcium, phosphorus and calcium : phosphorus ratio. J. World Aquac. Soc., vol. 24(4), 505-515.
21-Davis, D. A., Gatlin, D. M., 1996. Dietary mineral requirements of fish and marine crustaceans. Rev. Fish. Sci. 4, 75–99.
22-Davis, D. A., Lawrence, A. L., 1997. Minerals. In: D'Abramo, L. R., Conklin, D. E., Akiyama, D. M. (Eds.), Crust. Nutr. Vol. 6. Advances in world aquqculture. pp. 150-163.
23-Davis, D. A., Arnold, C. R., 1998. Bioavailability of feed grade calcium phosphate incorporated into practical diets for Penaeus vannamei. Aquac. Nutr. 4, 209-215.
24-Deshimaru, O., Kuroki, K., 1974. Studies on a purified diet for prawn. II. Optimum contents of cholestrol and glucosamine in the diet. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 40, 421-424.
25-Deshimaru, O., Yone, Y., 1978. Requirement of prawn for dietary minerals. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 44, 907-910.
26-Dougall, D. S., Woods, L. C., Douglass, L. W., Soares, J. H., 1996. Dietary phosphorus requirement of juvenile striped bass, Morone saxatilis. J. World Aquac. Soc. 27, 82-91.
27-Gallagher, M. L., Brown, W. D., Conklin, D. E., Sifri, M., 1978. Effects of varying calcium/phosphorus ratios in diets fed to juvenile lobsters(Homarus americanus). Comp. Bioch. Physio. 60 A, 467-471.
28-Greenaway, P., 1985. Calcium balance and moulting in the Crustacea. Biol. Rev. 60, 425-454.
29-Hessen, D., Kristiansen, G. and Lid, I., 1991. Calcium uptake from food and water in the crayfish Astacus astacus(L.,1758), measured by radioactive ^{45}CA(Decapoda, Astacidea). Crustaceana. 60, 76-83.
30-Hogger, J. B., 1988. Ecology, population biology and behaviour. In: Freshw. Crayfish; Biology Management and Exploitation,(eds D. M. Holdich & R. S. Lowery). pp. 114-144. Croom Helm, London & Sydney.
31-Holdich, D. M., Reeve, I. D., 1988. Functional morphology and anatomy. In : Freshwater crayfish biology, Management and Exploitation, (eds D. M. Holdich & R. S. Lowery). pp. 11-51. Croom Helm, London.
32-Jover, M., Fernandez-Carmona, J., Del Rio, M. C., Soler M., 1999. Effect of feeding cooked-extruded diets, containing different levels of protein, lipid and carbohydrate on growth of red swamp crayfish (Procambarus clarkii). Aquac. 178, 127-137.
33-Kanazawa, A. 1982. Penaeid nutrition. Proc. 2nd Int. Conf. Aquac. Nutr.: Biochemical and Physiological Approaches to Shelfish Nutrition, 27-29 October 1981. Lewes/Rehoboth Beach, Delaware. pp.87-105.
34-Kanazawa, A., Teshima, S., Saaki, M., 1984. Requirements of the juvenile prawn for calcium, phosphorus, magnesium, potassium, copper, manganese and iron. Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ. 33, 63-71.
eichwaldi. htm.www.pontastacus35-Kolmykov, E. V. (2002). Pontastacus eichwaldi Bolt, 1050.
36-Lall, S. P., 1989. The minerals. In: Halver, J.E. (Ed.), Fish Nutrition, Sec. ed. Academic Press, San Diego, CA. 231 pp.
37-Lall, S. P. 1990. Digestibility, metabolism and excretion of dietary phosphorus in fish. In: Cowey, C. B., Cho, C. Y. (Eds.), Nutritional Strategies and Aquaculture Waste, Procceedings.1991. First International Symposium on Nutritional Strategies in Management of Aquaculture Waste. University of Guelph, Onta., Canada. pp. 21-36.
38-Lee, S. M., Park, S. R., Kim, J. D., 1998. Dietary optimum phosphosrus level of juvenile Korean rockfish (Sebastes Schlegeli). J. Fish. Sci. Technol. 1, 180-186.
39-Li, A.J., Huang, B.C., Lou, W.F., Xu, J.M., 1986. The effects of dietary calcium, phosphorus and Ca/P ratio on the growth and development of prawn (Penaeus orientalis). J. Shandong Coll. Oceanol. Shandong Haiyang Xueyuan Xuebao 16, 10– 17 (in Chinese, with English abstract).
40-Lovell, R.T., 1989. Nutrition and Feeding of Fish. Van Nostrand Reinhold, New York. 260 pp.
41-Lovett, D., Towle, D., Fairs, J., 1994. Salinity-sensitive alkaline phosphatase activity in gills of the blue crab, Callinectes sapidus Rathbun. Comp. Biochem. Physiol., B 109, 163–173.
42-Malley, D. F., 1980. Decreased survival and calcium uptake by the crayfish Orconectes virilis in low pH. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37, 364– 372.
43-Perry, H., Trigg, C., Larsen, K., Freeman, J., Erikson, M., Henry, R., 2001. Calcium concentration in seawater and exoskeletal calcification in the blue crab, Callinectes sapidus. Aquac. 198,197-208.
44-Pinoni, S. A., Lo´pez Mananes, A. A., 2004. Alkaline phosphatase activity sensitive to environmental salinity and dopamine in muscle of the euryhaline crab Cyrtograpsus angulatus. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 307, 35– 46.
45-Penaflorida, V. Dy., 1999. Interaction between dietery levels of calcium and phosphorus on growth of juvenile shrimp, Penaeus monodon. Aquac. 172, 281-289.
46-Reynolds, J.D., 2002. Growth and reproduction. In: Holdich, D.M. (Ed.), Biology of Freshwater Crayfish. Blackwell Science, United Kingdom, pp. 152– 163.
47-Robbins, K. R.; Norton, H. W., Baker, U. H., 1979. Estimation of nutrient requirements from growth data. J. Nutr. 109, 1710-1714.

48-Robbins, K.R., Saxton, A. M., Southern, L. L., 2005. Estimation of requirements using broken-line regression analysis. J. Animal Nutr. (In press).
49-Robinson, E. H., La Bomascus, D., Brown, P. B., Linton, T. L., 1987. Dietary calcium and phosphorus requirements of Oreochromis aureus reared in calcium-free water. Aquac. 64, 267-276.
50-Roy, P.K., Lall, S.P., 2003. Dietary phosphorus requirement of juvenile haddock (Melanogrammus aeglefinus L.). Aquac. 221, 451–468.
51-SAS(Statistical Analysis System). Copyright 2002. Version 9 for Microsoft Windows. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
52-Stin, R.A., 1977. Selective predation, optimal foraging and the predator–prey interaction between fish and crayfish. Ecology 58, 1237– 1253.
53-Tan, B., Mai, K., Liufu, Z., 2001. Response of juvenile abalone, Haliotis discus hannai, to dietary calcium, phosphorus and calcium/phosphorus ratio. Aquac. 198, 141– 158.
54-Taugbol, T., Warvagen, S. B., Linokken, A. N., Skurdal, J., 1996. Post-molt exoskeleton mineralization in adult noble crayfish, Astacus astacus in three lakes with different calcium levels. Freashw. Crayfish. 11, 219-226.
55-Velasco, M., Lawrence, A. L., Neill, W., 1998. Effects of dietry phosphorus level and inorganic source on survival and growth of Penaeus vannamei postlarvae in zero water exchange culture tanks. Aquat. Living Resour. 11, 29-33.
56-Vielma, J., Koskela, J., Ruohonen, K., 2002. Growth, bone mineralization, and heat and low oxygen tolerance in European whitefish(Coregonus lavaretus L.) fed with graded levels of phosphorus. Aquac. 212, 321-333.
57-Werner, S., 1988. Principles of fish nutrition. John Wiley & Sons. 272- 316. ISBN 0-7458-0555-8.
58-Wheatly, M. G., Gannon, A. T., 1995. Ion regulation in crayfish: Freshwater adaptations and the problem of molting. Am. Zool. 35, 49-59.
59-Wheatly, M.G., Ayers, J., 1995. Scaling of calcium ,inorganic contents, and organic contents to body mass during the molting cycle of the fresh-water crayfish Procamarus clarkii (Girard). J. Crust. Biol. 15(3), 409-417.
60-Wheatly, M. G., 1999. Calcium Homeostasis in Crustacea: The evolving role of branchial, renal, digestive and hypodermal epithelia. J. experiment. Zool. 283, 620-640.
61-Wilder, M. N., Ikuta, K., Atmomarsono, M., Hatta, T., Komuro, K., 1998. Changes in osmotic and ionic concentrations in the hemolymph of Macrobrachium rosenbergii exposed to varying salinities and correlation to ionic and crystalline composition of the cuticule. Comp. Biochem. Physiol., A 119, 941-950.
62-Willing, A. and Keller, R., 1973. Molting hormone content, cuticule growth and gastrolith growth in the molt cycle of the crayfish Orconectes limosus. J. Comp. Physiol. 86, 377-388.
63-Wilson, R. P., Robinson, E. H., Gatlin, D. M., Poe, W. E., 1982. Dietary phosphorus requirement of chanel catfish. J. Nutr. 112, 1197-1202.
64-Wolcott, TG., 1988. Ecology. In: Burggren WW, McMahon BR, editors. Biology of the land crabs. New York.: Cambridge University Press. P 55-96.
65-Yang, S. D., Lin, T. S., Liu, F. G., Liou, G. H., 2005. Influence of dietary phosphorus levels on growth , metabolic response and body composition of juvenile of silver perch (Bidyanus bidyanus). Aquac. (in press).

Abstract

This study was performed to investigate the effect of Ca and P on rearing and biological indices of crayfish (*Astacus leptodactylus*).

Twenty-five isonitrogenous and isoenergetic diets were used. The experimental diets were made of the basal diet that was contained casein and gelatin. The basal diet was supplemented with five levels of calcium (0, 1, 2, 3, 4 %)from calcium chloride and five levels of phosphorus (0, 0.5, 1, 1.5, 2%)from natrium phosphate monobasic. The study was conducted in two phases and four experiments. In each experiment the diets with three replicates, totally in the 75 culture tanks containing 100l were used for feeding crayfish with average weights 1-2g and 8-9g for 80 days. In the first and second experiments, 5 and 3 indivisiual crayfish (miniatures) with average weights 1.22±0.21g and 1.31±0.29 g respectively and during the third and forth experiment 10 and 4 indivisiuals crayfish with the average weights 8.48 ±1.03g and 9.06±1.41g respectively were stocked in each cultural tanks.

The physicochemical factors of water (temperature, dissolved oxygen, pH as daily and hardness, nitrite, nitrate and phosphate as weekly) were measured for monitoring the condition of farming. The crayfish were fed about 5% of body weight for 3 times per day.

The graded levels of Ca did not affect the growth indices. In crayfish (1-2g), weight gain and specific growth rate was significantly affected by the phosphorus levels.The average weight gain, survival, biomass increment in the different treatments was significantly affected by the graded levels of phosphorus. The crayfish were fed with diet containing calcium with 3-4% and phosphorus 1% showed the better growth. In the both group of experimental crayfish, were showed the graded levels of dietary Ca were caused the reduction the body ash and P values were increased.

The clear correlation was not observed between the dietary levels of P and body ash and phosphorus in crayfish (1-2g). However, high levels of dietary phosphorus developed the body calcium. In Crayfish (8-9g) showed strong and negatively correlation between the dietary P levels and body ash and calcium.

The graded dietary levels of Ca and P were caused increase in molting frequency and weight increment in molting. The optimum dietary levels of Ca and P were analyzed by broken –line regression showed 3-4%, 1% for crayfish 1-2g and

2-3, 1 -1.5% for crayfish 8-9g respectively.

The results showed the presence of Ca and P are necessary for normal growth and molting in both group of crayfish. The proper growth was obtained at levels of

2-3% Ca and level of 1% P. Further more, the Ca and P ration in diet could not describe the interaction between Ca and P levels on growth function. So the determined Ca and P ratio were not obtained base of growth indices in the freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus*.

Keywords: diet , calcium , phosphorus, growth, body composition, moulting, *Astacus leptodactylu s*