تعيين نياز فسفر در جيره غذايي شاه ميگوي آب شيرين *(Astacus leptodactylus)*

عسگر زحمتكش[1]، جواد پور رضا[2]*، عبدالمحمد عابديان [3]، فريد شريعتمداري[4]، عليرضا وليپور[5]، كتايون كريمزاده[6]

۱- دانشجوي دوره دكتراي رشته شيلات، دانشكده منابع طبيعي و علوم دريايي، دانشگاه تربيت مدرس، نور
۲- استاد، گروه علوم دامي، دانشكده كشاورزي، دانشگاه صنعتي اصفهان، اصفهان
۳- استاديار، گروه شيلات، دانشكده منابع طبيعي و علوم دريايي، دانشگاه تربيت مدرس، نور
٤- دانشيار، گروه علوم دامي، دانشكده كشاورزي، دانشگاه تربيت مدرس، تهران
٥- دانشجوي دوره دكتراي رشته شيلات، دانشكده منابع طبيعي و علوم دريايي، دانشگاه تربيت مدرس، نور
٦- دانشآموخته دوره دكتراي رشته بيولوژي دريا، دانشگاه آزاد اسلامي لاهيجان، لاهيجان

چكيده

به منظور تعيين نياز فسفر در جيره شاه ميگوی آب شيرين، *Astacus leptodactylus*، ۵ جيره با مقدار انرژی، پروتئين و چربی يكسان آزمايش شد. جيره‌ها با استفاده از يک جيره پايه حاوی كازئين، ژلاتين، دكسترين، نشاسته، روغن سويا، روغن ماهی، مخلوط ويتامينی و مخلوط مواد معدنی عاری از فسفر ساخته شد. سطوح مختلف مكمل فسفر شامل صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲٪ با افزودن منوسديم دی‌هيدروژن فسفات به جيره پايه تنظيم گرديد. شاه ميگو با ميانگين وزن اوليه ۱/۹۱g±۸/۱٦ به مدت ۸۰ روز تغذيه شدند.

كمترين افزايش وزن (۱/۰٦g) در تيمار حاوی صفر درصد مكمل فسفر و بيشترين آن در تيمار دارای ۱/۵ و ۲٪ مكمل فسفر (بترتيب ۲/۳٤ و ۲/۵۲g) مشاهده گرديد. اين اختلاف از نظر آماری نيز معنادار بود (p<۰/۰۵). بازماندگی شاه ميگوی تغذيه شده با جيره‌های واجد سطوح پايين مكمل فسفر (۰، ۰/۵ و ۱٪) كمتر و در ميگوی تغذيه شده با جيره‌های ۱/۵ و ۲٪ مكمل فسفر بيشتر بود، اما اختلاف معناداری بين ميانگين تيمارهای آزمايشی از نظر بازماندگی به دست نيامد(p>۰/۰۵). براساس رابطه رگرسيون بين مقدار فسفر جيره و افزايش وزن، ميزان نياز فسفر در جيره غذايی شاه ميگو حدود ۱/۳٪ تعيين گرديد. بنابراين به نظر می‌رسد افزودن مكمل فسفر در جيره غذايی شاه ميگوی آب شيرين ضرورت دارد. همچنين پيشنهاد می‌گردد در فرمولبندی جيره‌های كاربردی برای اين گونه مقدار فسفر ۱– ۱/۵٪ در نظر گرفته شود.

كليدواژگان: جيره، فسفر، شاه ميگوی آب شيرين، *Astacus leptodactylus*.

* نويسندۀ مسؤول مقاله: تلفن: ۲–۳۹۱۳۵۱۱–۰۳۱۱، E-mail: japour@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

انواع شاه میگوی آب شیرین به عنوان گونه‌هایی با ارزش اقتصادی بالا در برخی از کشورهای اروپایی، آسیایی، آمریکایی و کشور استرالیا مورد توجه بوده است. نوعی از شاه میگو با عنوان شاه میگوی چنگال باریک (*A. leptodactylus*) گونه بومی و با اهمیت در سواحل جنوبی دریای خزر بوده و در سطح جهانی از ارزش غذایی و اقتصادی قابل توجهی برخوردار است و امروزه در برخی از کشورها اقدامات جدی جهت تکثیر و پرورش آن صورت می‌گیرد[۱]. پرورش شاه میگو علاوه بر توسعه صادرات و ارز آوری می‌تواند از طریق کاهش فشار صید بر جمعیت طبیعی نقش بسزایی در حفظ ذخایر آن ایفا کند. این موجود به عنوان یک موضوع تحقیقی، توجه بسیاری از محققان را در راستای تعیین استعداد آن برای استفاده در صنعت آبزی‌پروری به خود جلب کرده است.

موفقیت در پرورش و تولید شاه میگو مستلزم تهیه جیره غذایی مناسب برای این موجود است. اگرچه طیف وسیع عادات غذایی شاه میگو عامل مهمی در پرورش آن محسوب می‌شود، اما فقدان دانش کافی راجع به نیازهای غذایی این موجود به ظاهر توسعه پرورش آن را محدود کرده است[۲]. در خصوص تغذیه دستی و جیره غذایی شاه میگو مطالعات چندانی در کشور ما انجام نشده است. بنابراین تعیین نیازهای غذایی شاه میگو در راستای پرورش آن در محیطهای مصنوعی ضرورت پیدا می‌کند. علاوه بر پروتئین، چربی و کربوهیدرات، مکملهای معدنی نیز در کارایی جیره نقش مهمی را ایفا می‌کنند. عناصر معدنی در بسیاری از اعمال متابولیک بدن، رشد، تشکیل پوسته و غیره دخالت دارند. مکملهای معدنی به طور معمول در جیره‌های شاه میگو لحاظ نشده‌اند اما در جیره غـذایی سایـر سـخت پـوستان بسیـار مورد توجه قرار گرفته‌اند [۳].

فسفر یکی از عناصر معدنی اصلی است که وجودش در جیره غذایی به واسطه نقش آن در ساختمان مولکولهای مولد انرژی (ATP)، اسیدهای نوکلئیک، تنظیم اسمزی و یونی، رشد و واکنشهای دخیل در ایمنی و مقاومت ضرورت دارد. فسفر رفتار ویژه‌ای را در محیطهای آبی نشان می‌دهد و به طور محدودی در دسترس شاه میگو قرار دارد[۳]، بنابراین یک نیاز مبرم برای این گونه محسوب می‌شود. در مطالعه حاضر سعی شده است تأثیر مقادیر مختلف فسفر جیره غذایی بر نرخ رشد و بازماندگی شاه میگوی آب شیرین *A. leptodactylus* بررسی شود. درک نادرست از میزان مورد نیاز عناصر معدنی در جیره و ارزش زیست شناختی آنها می‌تواند باعث استفاده بیش از حد از این عناصر بخصوص فسفر در جیره‌های غذایی گردد.

۲ - مواد و روشها

۲-۱- تهیه و آماده‌سازي غذا

در این مطالعه از یک جیره پایه حاوی ۳۵٪ پروتئین و ۷٪ چربی استفاده شد. با توجه به نوع آزمایش، برای ساخت جیره‌های مورد نظر از مواد خالص استفاده گردید. کازئین و ژلاتین به عنوان منابع اصلی پروتئین و روغن سویا و ماهی کیلکا به منظور تأمین چربی جیره در نظر گرفته شدند (جدول۱).

جیره پایه با پنج سطح مکمل فسفر (شامل صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲٪) از طریق اضافه کردن منوسدیم دی‌هیدروژن فسفات (NaH_2PO_4) در هر سطح و کاهش میزان سلولز غنی‌سازی گردید تا جیره‌های آزمایشی مورد نظر به دست آید (جدول ۲). مواد به کار رفته در جیره نیز طوری انتخاب شدند که از نظر محتوای عناصر مغذی بویژه فسفر کمترین مقدار را داشته یا کاملاً عاری از این عنصر باشد. با وجود خلوص بالای مواد مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی، برخی از مواد عمده تشکیل دهنده جیره برای حصول اطمینان از ترکیب شیمیایی آنها مورد تجزیه قرار گرفتند (جدولهای ۳، ٤).

Archive of SID
www.SID.ir

جدول۱ نوع و مقدار مصرف مواد خوراکی در جیره پایه (شاهد)*

ماده خوراکي	مقدار در جیره (درصد)
کازئین	۳۲/۸۰۲
ژلاتین	٦/۰۰
دکسترین	۱۰/۰۰
نشاسته	۱۰/۵۹۸
ساکارز	۲/۰۰
روغن سویا	۳/۰۰
روغن ماهی (کیلکا)	۳/۰۰
لستین	۱/۰۰
کلسترول	۰/۵۰
مخلوط ویتامینی **	٤/۰۰
مخلوط مواد معدنی بدون فسفر ***	۱/۵۰
ویتامین	۰/۲۰
ویتامین	۰/۲۰
کولین کلراید	۰/۲۰
سلولز	۲۵/۰۰
منو سدیم دی‌هیدروژن فسفات	۰۰۰
پروتئین	٪۳۵/۰۰
چربی	٪۷/۷۱
خاکستر	٪٤/۸۷
انرژی	۳۱۵ (kcal/۱۰۰ g)

* ترکیب و مقدار مصرف تمام مواد خوراکی به غیر از سلولز و منو سدیم دی‌هیدروژن فسفات در جیره‌های آزمایشی دیگر مشابه جیره پایه بود و بنابراین ترکیب این جیره‌ها براساس مواد فوق در جدول ۲ آمده است.

** مخلوط ویتامینی(g/kg) : ویتامین A، ۱٦۰۰۰۰۰IU؛ ویتامین D_3، ٤۰۰۰۰۰IU؛ ویتامین E، ٤۰؛ ویتامین K_3، ۲؛ ویتامین B_1، ٦؛ ویتامین B_2، ۸؛ ویتامین B_3، ۱۲؛ ویتامین B_6، ٤۰؛ ویتامین B_6، ٤؛ ویتامین B_9، ۲؛ ویتامین B_{12}، ۸۰؛ ویتامین H_2، ۰/۲٤؛ ویتامین C، ٦۰؛ اینوزیتول، ۲۰؛ B.H.T، ۲۰؛ حامل(پرکننده)، تا یک کیلوگرم[۴].

*** مخلوط مواد معدنی (g/kg) : NaCl، ۲/۸؛ $MnSO_4 . H_2O$، ٦/۵۰؛ $FeSO_4 . 7 H_2O$، ۲۰/۰؛ $CuSO_4 . 5H_2O$، ۵/۵۰؛ $Na_2 SeO_4$، ۰/۱۰؛ $MgSO_4 . 7 H_2O$، ۲۸۳/۹۸؛ $ZnSO_4 . 7 H_2O$، ۱۳۱/۹۳؛ $CoCl_2 . 6 H_2O$، ۰/۰٤؛ KI، ۰/٦۷؛ Cellulose، ۵۵۰/۰ [۴].

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲ مقادیر مختلف فسفر، منوسدیم دی‌هیدروژن فسفات و سلولز استفاده شده در جیره‌های آزمایشی

شماره جیره	مقدارفسفر (درصد)	منو سدیم دي‌هیدروژن فسفات (گرم)*	سلولز (گرم)
۱	۰	۰۰۰	۲۵۰/۰۰
۲	۰/۵	۲۲/۲۶	۲۲۷/۷٤
۳	۱	٤٤/۵۲	۲۰۵/٤۸
٤	۱/۵	٦٦/۷۹	۱۸۳/۲۱
۵	۲	۸۹/۰۵	۱٦۰/۹۵

* مقدار فسفر قابل استفاده در $NaH_2PO_4.H_2O$، ۱۰۰٪ در نظر گرفته شده است[۵].

جدول۳ تجزیه تقریبی مواد اولیه به‌کار رفته در جیره‌های آزمایشی

ماده اولیه / ترکیب شیمیایي	کازئین	ژلاتین	نشاسته	دکسترین	سلولز
پروتیین٪	۸۵/۵۷٤±۰/٤	۹۵/۷۱۵±۰/۳۱۵	۰/۷۸۷±۰/۰۵۸	۳/۳۵۵±۰/۳۱۵	۰/٦۱٦±۰/۰۷۰
چربی٪	٤/۱۸۸±۰/۵٦	۳/۱۲۱±۰/۲٤	۳/٤٤±۰/۲٤	۳/۹۹±۰/۲۷	-
فیبر ٪	۰/۳۷ ± ۰/۰۲	۰/۵۵±۰/۰٦	۰/۰۷±۰/۰۰	۱/۱۹±۰/۱٦	٦۹/۳۵±۱/۳٤۵
هیدراتهای کربن ٪	٤/٤۳۲±۰/۲٦	۰/۰۰	۹۵/۲٦٤±۰/٦۷۲	۹۰/۷٤۹±۱/۰۲	۲۹/۸٦۸±۰/۷۸
خاکستر ٪	۵/٤۳٦±۰/٦۸۳	۰/۹۸٤±۰/۱۱۷	۰/٤۳۳۵±۰/۰۳٤	۰/۵۱۸۵±۰/۰٤۹	۰/۱٦٦۵±۰/۰۳٤
رطوبت ٪	۵/٦۷۳±۰/۸٤۳	۹/۲۷۳±۰/۷۰٤	۱۰/۳۰۷±۱/۱۸۰	۵/۰۰۷±۰/۸٦۷	٤/۵۹۷±۰/۳۸٤
کلسیم ٪	۰/۳۵±۰/۰۷	۰/۵۵±۰/۰۷	۰/۲۲۵±۰/۰۳۵	۰/۲۲۵±۰/۰۳۵	۰/۱±۰/۰۰
فسفر ٪	۱/۱٦۵±۰/۰۰۷	۰/٤٦۵±۰/۰۰۷	۰/٤۸±۰/۰۰	۰/٤۹۵±۰/۰۳۵	۰/٤۳۵±۰/۰۰۷
انرژیkcal/kg	۵٤۰۳/۸۷٦	۵٦۹۲/۹٤۸٤	٤۲۸٤/٤۷۳۲	٤۲۹۵/٦٦۱۹	۱۲٦۲/۳۱۷۲

Archive of SID
www.SID.ir

جدول٤ تجزيه تقريبي و ارزش غذايي جيره‌هاي آزمايشي

ميزان فسفر / تركيب شيميايي جيره	صفر (درصد)	۰/۵ (درصد)	۱ (درصد)	۱/۵ (درصد)	۲ (درصد)
پروتيين%	۳٦/۲۰±۱/۲۲	۳۵/۹۳±۰/۳٤	۳۷/٤۰±۰/۲۸	۳۵/۸٤±۰/۰۲۲	۳۵/۳۷±۰/۳٦
چربي%	۵/٦۹±۰/۱۸	۵/۰٦±۰/۲٤	٦/۳۵±۰/۵٦	۵/٦۹±۰/۰۲۱	٦/۱۲±۰/۱۸
فيبر%	۱۵/۹۹±۲/۲۱	۱۷/۷۵±۲/۲۸	۱۷/۷۰±۰/۱٦	۱٤/۵۵±۲/۰۸	۱٤/۷٤±۰/۳٦
خاكستر%	۳/۲۲±۰/۰۸۸	٤/٤۸±۰/۳٦۹	۵/۹٤±۰/۱٤۱	۷/۹۳±۰/۲۳۷	۱۱/۹۳±۱/۸۸۷
% NFE	۳۸/۸۸±۱/۰۷	۳٦/۷۱±۲/۸٦	۳۲/۵۷±۰/۸۲	۳٦/۱٤±۲/۰۵	۳۱/۷۹±۲/٤۸
كلسيم %	۰/٤۲۵±۰/۰۳۵	۰/٤۵±۰/۰۷۱	۰/٤۵±۰/۰۷۱	۰/۵۵±۰/۰۷۱	۰/۵±۰/۰
فسفر%	۰/٤۲۵±۰/۰۰۷	۰/۹۸±۰/۰۱٤	۱/۵٤±۰/۰۹۹	۲/۱۲±۰/۰٤۲	۲/٤٦±۰/۲۸۹
انرژي kcal/kg	۳۷۲٤/۷۵	۳۵٦۵/۵	۳۵۸۹/۰۵	۳۵۹۸/۹۵	۳٤٤٤/٦۵

همان گونه كه در جدول ۳ مشاهده می‌شود مقدار پروتئين در كازئين و ژلاتين بسيار بالا و بترتيب حدود ۸۵ و ۹٦٪ به دست آمده است. به غير از كازئين با ۵/٤٤٪ خاكستر و ۱/۱۷٪ فسفر، ميزان خاكستر و فسفر در مواد اوليه ديگر بسيار ناچيز است. اين موضوع امكان تهيه جيره پايه (شاهد) با ميزان فسفر كم را ميسر ساخت. برای جيره‌نويسی از نرم‌افزار release 6.1 (Lindo) استفاده شد [۶].

جيره پايه به عنوان تيمار شاهد (بدون افزودن مكمل فسفر) در نظر گرفته شد و ميزان فسفر آن ۰/٤۲٪ برآورد گرديد. اين مقدار فسفر عمدتاً از مصرف كازئين در جيره ناشی بوده است. مواد خوراكی اوليه با توجه به تركيب جيره پايه فراهم گرديد؛ در ابتدا مواد خشک خوب با هم مخلوط و در نهايت روغن به مخلوط اضافه شد. عمليات اختلاط تا حصول مخلوط يكنواخت و همگن ادامه يافت. مخلوط غذايی به‌دست آمده از چرخ گوشت با منافذ خروجی با قطر mm ۲ عبور داده شد تا به صورت رشته‌ای در آيد. رشته‌های حاصل پس از پخش شدن روی سينيهای استيل در داخل دستگاه خشک كن به مدت ۲٤ ساعت در درجه حرارت ٦۰ºC خشک گرديد. رشته‌های خشک شده به شكل پلتهايی به قطر ۲ و طول ۱۰–۸mm خرد شد و پس از بسته‌بندی در كيسه‌های نايلونی و در درجه حرارت ۲۰ºC– انبار گرديد.

۲-۲- پرورش شاه ميگو

برای انجام اين آزمايش قبل از هر چيز امكانات لازم فراهم و سپس سيستم پرورش طراحی و در ايستگاه تحقيقات شيلاتی سفيدرود (از ايستگاههای وابسته به مركز تحقيقات ماهيان استخوانی دريای خزر) واقع در شهرستان آستانه اشرفيه راه‌اندازی شد. سيستم پرورش در مجموع متشكل از ۱۵ مخزن فايبر گلاس مدور با ظرفيت۸۰L آب بود كه در داخل يک سالن به ابعاد$m^{۲}$ ۸ × ۵ مستقر گرديد. شاه ميگوها با ميانگين وزن اوليه ۱/۹۱±۸/۱٦g به تعداد ۱۰ عدد در هر مخزن رهاسازی و برای مدت ۸۰ روز پرورش داده شدند. هر يک از مخزنهای پرورش دارای ورودی و خروجی مجزا بوده و جريان آب طوری تنظيم گرديد كه آب مخزن در طول شبانه روز ۳–٤ بار

Archive of SID
www.SID.ir

تعویض گردد. میانگین درجه حرارت، pH، نیتریت، فسفات، کلسیم و سختی کل آب در مخازن پرورش در طول دوره آزمایش بترتیب ºC ۲۰/٦۹، ۸/۱٦ mg/l، ۰/۰۸۵ mg/l، ۰/۱۸ mg/l، ۷۹/۵۲mg/l و ۲۹۱/٦ mg/l بود. میانگین اکسیژن محلول آب در مخازن پرورش در شرایط قطع هوادهی ٦/۸۲ mg/l براورد گردید.

در ابتدا شاه میگوها به‌مدت ۱۰ روز با جیره پایه بدون فسفر تغذیه شدند تا ضمن سازگاری به غذای دستی مقدار فسفر نیز در بافت بدن آنها کاهش یابد[۴، ۷]. شاه میگوها پس از سازگاری با شریط پرورشی، با پنج نوع جیره شامل جیره پایه و ٤ جیره حاوی مکمل فسفر و در سه تکرار تغذیه شدند. غذادهی به میزان ۵٪ وزن بدن و ۳ بار در روز (ساعت ۹، ۱۵ و ۲۱) صورت گرفت و هر چند روز یک بار با توجه به میزان غذای باقیمانده و تلفات میزان غذادهی اصلاح گردید. هر روز صبح قبل از غذادهی ابتدا آمارگیری انجام گرفت و سپس غذای باقیمانده جمع‌آوری و مخزنها تمیز گردیدند. به‌منظور آگاهی از وضعیت رشد شاه میگو و همچنین محاسبه صحیح مقدار غذای روزانه، هر ۲۰ روز یک بار تمام شاه میگوها از مخازن پرورش خارج و پس از زدودن آب سطح بدن آنها با پارچه، با ترازوی حساس (دقت ۰/۰۰۱g) توزین شدند.

۳-۲- تجزیه تقریبي مواد اولیه و جیره‌هاي آزمایشي

جیره‌های آزمایشی و مواد اولیه مورد استفاده در آنها از نظر ترکیب شیمیایی مورد تجزیه قرار گرفتند. میزان پروتئین با استفاده از روش کجلدال و دستگاه Kjeldatherm ۳۲، Büchi، Gerhardt، میزان چربی از روش سوکسوله و به‌وسیله دستگاه Büchi ۸۱۰Soxhlet و میزان فیبر به‌وسیله دستگاه Foss Fibertec system 1020 & 1021 اندازه‌گیری گردید[۸]. انرژی کل نیز از طریق محاسبه به دست آمد برای تعیین میزان فسفر ابتدا نمونه‌های جیره، خشک و سپس در دستگاه کوره الکتریکی[1] در درجه حرارت ºC ۵٦۰ به‌مدت ٦ ساعت به خاکستر تبدیل شدند. خاکستر به دست آمده در مخلوط اسید کلریدریک و اسید سولفوریک هضم گردید. سپس مقدار فسفر نمونه‌ها از طریق روش اسپکتروفتومتری و با کمک دستگاه اسپکتروفتومتر مدل پرکین المر، لامبدا[2] EZ۲۰۱ برآورد گردید [۹].

۲-٤- روش آماري

در این آزمایش جیره‌های مورد نظر با سه تکرار در مخازن پرورشی به صورت کاملاً تصادفی[3] توزیع گردیدند. داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه تجزیه و تحلیل شد و سپس مقایسه تفکیکی میانگینها به‌وسیله آزمون چندگانه LSD[4] به منظور مشخص شدن اختلاف بین میانگینها انجام پذیرفت. اختلاف میانگینها در سطح اعتماد ۵٪ ($p<۰/۰۵$) مد نظر قرار داده شد. نیاز به فسفر در جیره غذایی شاه میگو با استفاده از Broken-line analysis براساس روش رابینز[5] [۱۰] تعیین گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با کمک بسته‌های نرم‌افزارهای Excell، SPSS و SAS [۱۱] صورت گرفت.

۳- نتایج

نرخ رشد شاه میگو در جیره‌های مختلف آزمایشی تفاوتهایی را نشان داد (جدول ۵). درصد افزایش وزن در تیمارهای صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲٪ مکمل فسفر بترتیب ۱۳/۷۷، ۲۰/۳۹، ۳۱/٦۸، ۲۹/۰۲ و ۲٤/٤۵٪ به دست آمد که بیشترین آن به جیره‌های ۱ و ۱/۵٪ مکمل فسفر مربوط است. اختلاف آنها با جیره‌های دیگر از نظر آماری معنادار است ($p<۰/۰۵$). کمترین مقدار افزایش وزن مربوط به جیره‌ای است که مکمل فسفر به آن اضافه نگردید. ضریب تبدیل غذا در جیره‌های دارای مقادیر مختلف فسفر از ۵/۳۱–۸/۹٤ متغیر بوده است.

ضریب تبدیل در جیره‌های حاوی صفر، ۰/۵، ۱/۵ و ۲٪ مکمل فسفر به‌طور تقریبی مشابه است، اما جیره واجد ۱٪ مکمل فسفر در مقایسه با بقیه جیره‌ها دارای کارایی مطلوبتری

1. Hotspot Furnace, Gallenkamp

2. Perkin Elmer, Lambda
3. Completely Randomized Design
4. Least Significant Difference Test
5. Robbins

Archive of SID
www.SID.ir

بود. البته تفاوت بین ضریب تبدیل غذا در تیمارهای مختلف معنادار نبود(p> ۰/۰۵).

بیشترین رشد شاه میگو در تیمارهای آزمایشی در اوایل دوره پرورش اتفاق افتاد(شکل۱)، اما پس از آن افزایش وزن به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت و در بعضی از تیمارها حتی رشدی مشاهده نگردید. به طور کلی، تیمارهای آزمایشی را می‌توان از نظر رشد به سه گروه تقسیم‌بندی کرد: گروه اول تیمارهایی که میزان رشد شاه میگو پس از سپری شدن ماه اول بسیار اندک بود (جیره‌های واجد صفر و ۰/۵٪ مکمل فسفر). گروه دوم شامل جیره‌های حاوی ۱ و ۱/۵٪ مکمل فسفر می‌باشد که بجز در ماه اول دوره پرورش در ماههای دیگر افزایش وزن چشمگیری در آنها مشاهده شد. جیره دارای ۲٪ فسفر اختلاف قابل اغماضی با جیره‌های دیگر داشت و از نظر میزان افزایش وزن در بین گروه اول و دوم قراردارد، بنابراین می‌توان آن را در گروه سوم دسته‌بندی کرد.

رابطه بین میزان فسفر جیره و افزایش وزن شاه میگوها در شکلهای ۲ و ۳ نشان داده شده است. همان گونه که ملاحظه می‌شود همبستگی تقریباً قوی و مثبتی بین این متغییرها وجود داشت (r = ۰/۵۱۳ ،p<۰/۰۵).

شاه میگوهای تغذیه شده با جیره صفر درصد مکمل فسفر کمترین رشد را داشتند و با افزایش سطح فسفر، رشد آنها نیز یک روند صعودی را طی کرد. البته این روند افزایشی دائمی نبود بلکه در یک حد معینی متوقف گردید. در این ارتباط با استفاده از روش همبستگی Broken-line میزان بهینه فسفر در جیره نزدیک به ۱/۳٪ برآورد گردید (شکل۲). بر اساس روش فوق الذکر مدل ریاضی «Y= −۰/۷٦٦۲ X^{۲} + ۱/۹٥٦٤X + ۱/۰۳٥» برای بیان رابطه بین مقدار فسفر جیره و افزایش وزن به‌دست آمد. مدل منحنی برازش شده بر مبنای کمترین مجموع مربعات نیز سطح مطلوب مشابهی از فسفر در جیره را نشان داد (شکل ۳). این مدل به صورت رابطه «Y= −۰/۸۱٥۳ X ^{۲} + ۲/۱٦۱۲ X + ۰/۹۷۷۱» تعیین گردید.

جدول۵ نرخ رشد و ضریب تبدیل غذا در شاه میگوهای تغذیه شده با جیره‌های واجد مقادیر مختلف فسفر[۱]

شماره جیره	مقدار فسفر در جیره (%)	وزن اولیه (گرم)	وزن نهایی (گرم)	افزایش وزن (گرم)			نرخ رشد(%) ** (GR)	ضریب تبدل غذا***
				بعد از ۳۰ روز	بعد از ٦۰روز	بعد از ۸۰ روز		
۱	۰ (۰/٤۲)*	۸/۱۷±۰/۹٤ a	۹/۲۲±۰/۹٤ a	۰/۹٦±۰/۲۳ a	۱/۰٦±۱٦۰ a	۱/۰٦±۰/۱٦ a	۷۷۱۳±۰/۸٥ a	۸/۱۲±٤/۱ a
۲	۰/٥ (۰/۹۲)	۸/٤۳±۲/۸۲ a	۱۰/۱۷±۱/۸۰ a b	۱/۱٦±۰/٤۹ a	۱/٤۹±۰/٤۱ ab	۱/۷٤±۰/۳۸ ab	۲۰/۳۹±۲/۷٤ ab	۸/۹٤±۳/۰۳ a
۳	۱ (۱/٤۲)	۷/۸٥±۲/۳٦ a	۱۰/۲۰±۱/۳۳ b	۱/۲٦±۰/۱٤ a	۲/۰۹±۰/۱٥ b	۲/۳٤±۰/۱۸ b	۳۱/٦۸±۹/۷٤ b	٥/۳۱±۱/۳۸ a
٤	۱/٥ (۱/۹۲)	۸/۲۸±۲/۸۲ a	۱۰/۸۰±۱/۱۱ b	۱/۷۰±۰/۷۱ a	۲/۱۹±۰/٥۳ b	۲/٥۲±۱/۰۰ b	۲۹/۰۲±۱/۱٦ b	۷/٥۷±۰/۹۷ a
٥	۲ (۲/٤۲)	۸/۰٥±۰/٦۳ a	۱۰/۰٤±۰/۳٤ a	۱/۲٦±۰/٤۷ a	۱/۹۲±۰/۷۰ a	۱/۹۹±۰/۸۱ a	۲٤/٤٥±۸/٤۰ a	۸/٥۹±۱/٦۷ a

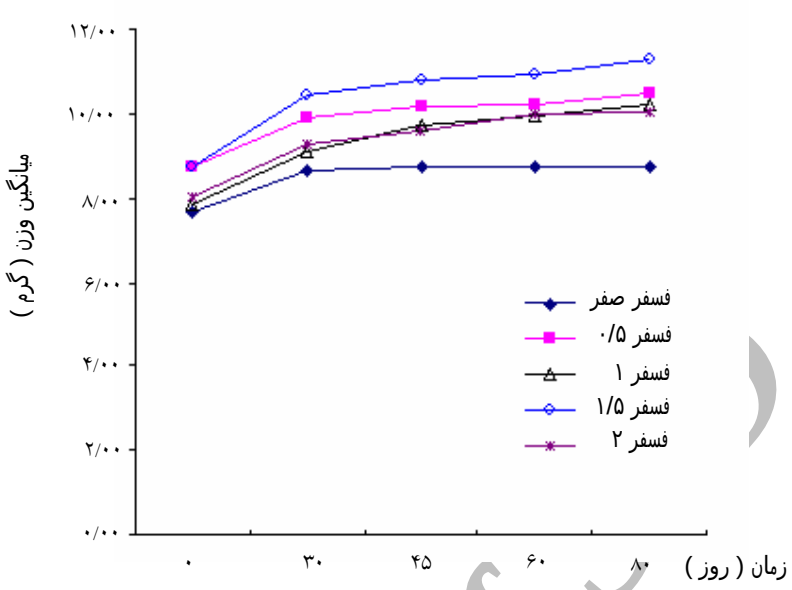
* اعداد داخل پرانتز مقدار کل فسفر در جیره را نشان می‌دهند.

** نرخ رشد(GR)= ۱۰۰× { وزن اولیه / (وزن اولیه – وزن ثانویه)}[۶].

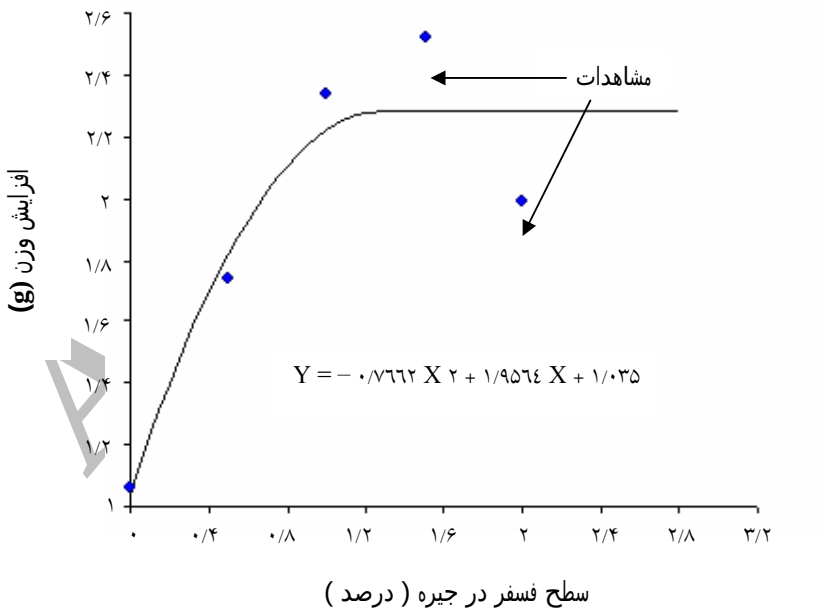
*** ضریب تبدیل غذا = (افزایش وزن / کل غذای مصرف شده به گرم) [۶].

۱. میانگین ± SD . اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معناداری است (p< ۰/۰۵).

Archive of SID
www.SID.ir



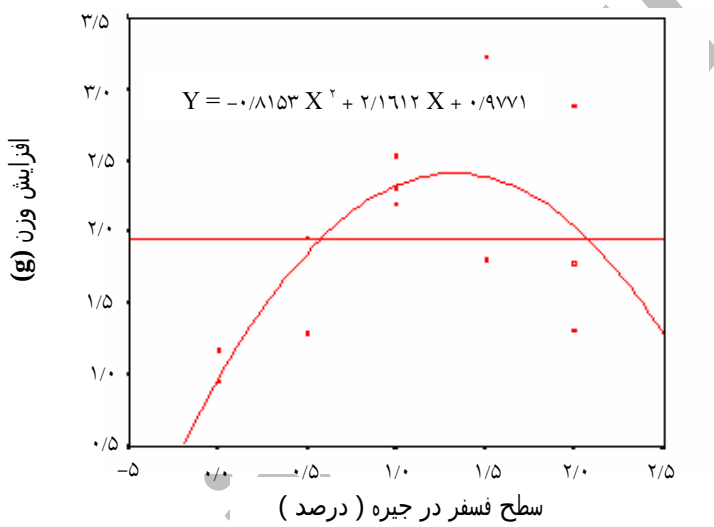
شکل۱ روند رشد شاه میگوها براساس سطوح فسفر در جیره‌ها



شکل ۲ رابطه میزان فسفر جیره و افزایش وزن شاه میگوها براساس رگرسیون Broken-line

www.SID.ir

بازماندگی در ماه اول دوره پرورش از ۸۰٪ برای شاه میگو تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۰/۵ و ۱٪ مکمل فسفر تا ۹۶/۶۷٪ برای شاه میگو تغذیه شده با جیره دارای ۲٪ مکمل فسفر در نوسان بود (جدول ٦). در ماه دوم پرورش بازماندگی در تیمارهای صفر و ۱٪ مکمل فسفر کمترین مقدار را داشت و در سایر تیمارها کاهش بازماندگی چندان قابل توجه نبود. در ماه سوم پرورش بیشترین بازماندگی در شاه میگو تغذیه شده با جیره حاوی ۱٪ فسفر مشاهده گردید. شایان ذکر است در تیمارهای دیگر نیز بازماندگی شاه میگو بسیار نزدیک به هم بود. میزان بازماندگی در کل دوره پرورش تفاوتهایی را نشان می‌دهد؛ بدین ترتیب که کمترین و بیشترین میزان بازماندگی بترتیب در تیمارهای دارای ۱٪ و ۲٪ فسفر مشاهده شد، اما میزان بازماندگی بین تیمارها در ماههای مختلف و همچنین در کل دوره پرورش از نظر آماری معنادار نبودند (p> ۰/۰۵).



شکل ۳ رابطه بین میزان فسفر جیره و رشد شاه میگوی آب شیرین (منحنی برازش شده بر مبنای کمترین مجموع مربعات)

جدول ٦ درصد بازماندگی شاه میگوهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

شماره جیره	مقدار فسفر در جیره (%)	**بازماندگي(درصد)			
		از روز ۰-۳۰	از روز ۳۰-٦۰	از روز ٦۰-۸۰	کل دوره (۸۰ روز)
۱	۰ (۰/٤۲)*	۹۳/۳۳	٦۰/۷۱	۸۸/۲٤	۵۰/۰۰
۲	۰/۵ (۰/۹۲)	۸۰/۰۰	۷۹/۱۷	۸٤/۲۱	۵۳/۳۳
۳	۱ (۱/٤۲)	۸۰/۰۰	۵۸/۳۳	۹۲/۸٦	٤۳/۳۳
٤	۱/۵ (۱/۹۲)	۹۳/۳۳	۸۵/۷۱	۸۳/۳۳	٦٦/٦۷
۵	۲ (۲/٤۲)	۹٦/٦۷	۸٦/۲۱	۸۸/۰۰	۷۳/۳۳

* اعداد داخل پرانتز مقدار کل فسفر در جیره را نشان می‌دهند.

** میانگین بازماندگی در تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنادار نیستند (p> ۰/۰۵).

Archive of SID
www.SID.ir

٤- بحث

آزمایشهای تعیین نیاز مواد مغذی بویژه عناصر معدنی برای ماهیان و سخت پوستان به طور معمول بر مبنای تهیه و بکارگیری جیره‌های پایه خالص و نیمه خالص انجام می‌پذیرد. در این جیره‌ها از کازئین و ژلاتین به عنوان منبع اصلی تأمین پروتئین استفاده شد تا ضمن فراهم آوردن مواد مغذی اصلی مقدار مواد معدنی نیز در کمترین حد ممکن و قابل قبول باشد [۷، ۱۲، ۱۳].

تعیین ضرورت افزودن و همچنین تخمین مقدار مورد نیاز مواد معدنی در جیره آبزیان با تکیه بر عامل رشد کمی دشوار به نظر می‌رسد، زیرا برخی از محققان مانند باکر[1] [۱۴] بر قابل اطمینان نبودن و مناسب نبودن رشد به عنوان شاخصی از وضعیت و اهمیت ماده معدنی تأکید دارد. آنها معتقدند ذخایر یک ماده معدنی در بدن جانور در هنگام کمبود آن در جیره بسیج شده و کمبود را جبران می‌کنند. عده‌ای از محققان استفاده از محتویات معدنی بافتهای خاص بدن نظیر اسکلت، غددبخش میانی مجرای گوارش، عضله یا همولنف را در اینگونه بررسیها توصیه کردند. بر عکس، لورنتزن[2] و همکاران [۱۵] تأکید دارند که داده‌های مربوط به رشد برای معتبر شدن آزمایش و بررسی رشد طبیعی جانوران تحت مطالعه حایز اهمیت بسیاری است. با توجه به نکات فوق، در این مطالعه شاه میگوها قبل از شروع آزمایش به مدت ۱۰ روز دوره نقصان فسفر را سپری کردند تا شرایط مناسب برای بروز اختلاف معنادار در رشد آنها فراهم گردد.

بر طبق نتایج این تحقیق، افزایش وزن شاه میگو در ماه اول دوره پرورش قابل ملاحظه بود (جدول ۵ و شکل ۱)، اما اختلاف بین جیره‌های آزمایشی از این نظر خیلی زیاد نبود. تصور می‌شود وجود ذخایر فسفر در بافتهای بدن و جبران کمبود فسفر جیره با مصرف این ذخایر در بروز چنین پدیده‌ای دخالت داشته باشد. بازماندگی شاه میگوها در اوایل دوره پرورش در بعضی از تیمارها (شامل فسفر ۰/۵ و ۱٪) از بقیه پایینتر بود (جدول ٦). بررسی داده‌ها نشان داد که فراوانی پوست اندازی در این تیمارها نسبتاً بیشتر بود؛ متعاقب آن هم جنس خواری و تلفات شاه میگوهای با پوسته خارجی نرم بیشتر اتفاق افتاده است. در اواسط دوره پرورش تفاوت افزایش وزن و بازماندگی در تیمارها بارزتر شد به‌طوری که شاه میگو تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح پایین فسفر رشد و بازماندگی کمتری داشتند. احتمالاً بر اثر مصرف ذخایر فسفر بدن در اوایل دوره پرورش وابستگی و نیاز شاه میگوها به فسفر جیره‌های آزمایشی شدت یافت و بنابراین اثرگذاری جیره بر شاخصهای پرورشی موجودات آزمایشی بویژه افزایش وزن بیشتر جلوه‌گر شد. این تفاوتها در پایان دوره پرورش بیشتر به چشم می‌خورد.

به هر حال با توجه به نتایج به‌دست آمده (جدول ۵ و شکل ۱)، رشد شاه میگو بر اساس مقادیر فسفر جیره تفاوتهایی را نشان داد به‌طوری که کمترین میزان افزایش وزن در جیره حاوی صفر درصد فسفر، به عبارت دیگر در جیره فاقد مکمل فسفر مشاهده گردید. البته بازماندگی شاه میگوها نیز با اندکی اختلاف تقریباً روندی مشابه افزایش وزن را داشت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت وجود فسفر در جیره به منظور رشد طبیعی شاه میگوی چنگال باریک آب شیرین ضرورت دارد.

براساس نتایج این تحقیق، با افزایش میزان فسفر در جیره، رشد و تا حدودی بازماندگی افزایش یافت به گونه‌ای که جیره‌های واجد ۱ و ۱/۵٪ فسفر در این رابطه با نتایج مطلوبتری همراه بودند. نتایج مربوط به افزایش وزن نمایانگر آن است که با افزایش میزان فسفر در جیره و نزدیک شدن آن به سطح ۲٪ افزایش وزن آهنگی بطئی و حتی نزولی پیدا کرده است. کاهش افزایش وزن ممکن است در اثر افزایش سدیم در جیره و آثار متقابل آن با سایر مواد مغذی رخ داده باشد. به علت کاربرد منوسدیم دی‌هیدروژن فسفات (NaH_2PO_4) به عنوان مکمل فسفر در جیره‌های آزمایشی با افزایش درصد فسفر در جیره‌ها مقدار سدیم نیز افزایش خواهد یافت.

1. Baker
2. Lorentzen

Archive of SID
www.SID.ir

افزایش سدیم می‌تواند وظیفه عنصر منزیم، که در تنفس سلولی و واکنش انتقال فسفات نقش دارد، را متأثر نماید زیرا منزیم با آدنوزین‌تری، دی و منو فسفات (AMT, ADT, ATP) کمپلکس ایجاد می‌کند. در شرایط افزایش میزان سدیم و انجام جایگزینی با منزیم ممکن است نقش و عملکرد این عنصر در تنفس سلولی دچار اختلال گردد [۷].

این پدیده در هنگام استفاده از منابع دیگر تأمین کننده فسفر جیره مانند KH_2PO_4 نیز ممکن است اتفاق بیفتد. براساس مطالعات کانازاوا و همکاران[1] [۱۶] در خصوص میگوی *Penaeus japonicus*، با افزایش میزان فسفر جیره از ۰/۹ به ۱/۸٪، کاهش رشد مشابهی مشاهده گردید. دیویس و همکاران[2] [۵] نیز واکنش متقابل احتمالی بین پتاسیم و منزیم را در میگوی *Penaeus vannamie* مطرح کردند. به‌علاوه مقادیر اضافی فسفر ممکن است ضمن واکنش دادن با منزیم(Mg) و روی(Zn)، رسوبات غیر محلول تشکیل دهد.

چنانچه از جدول ۵ و شکل ۱ بر می‌آید جیره‌های دارای ۱ و ۱/۵٪ فسفر در مقایسه با سایر جیره‌ها کارایی بهتری را از نظر تأثیر در رشد شاه میگوها نشان داده‌اند به‌طوری که افزایش وزن حاصل در موجودات تغذیه شده با این جیره‌ها بترتیب ۲/۳٤ و ۲/۵۲g به‌دست آمد. براساس تجزیه رگرسیونی نیز میزان نیاز فسفر در جیره شاه میگوی آب شیرین به طور تقریبی۱/۳ براورد گردید. تحقیقات انجام شده نیاز سخت پوستان به فسفر را به اثبات رسانده‌اند. البته نتایج حاصل بیانگر آن است که نیاز گونه‌های مختلف سخت پوستان به این عنصر متفاوت است؛ به عنوان مثال در مطالعات گوناگون برآورد شده است که میگوی *Penaeus japonicus* به ۱٪ [۱۷] ، ۲-۱٪ [۱۶]، ۱/۵٪ [۱۸]، ۲٪ [۱۹] فسفر در جیره نیاز دارد.

با توجه به نتایج به‌دست آمده در این مطالعه می‌توان اظهار کرد که شاه میگوی آب شیرین، *A. leptodactylus* نیز مانند سایر سخت پوستان به فسفر نیاز دارد. بنابراین لازم است در فرمولبندی جیره غذایی برای این گونه، عنصر فسفر در نظر گرفته شود. به علاوه براساس نتایج بازماندگی و برآورد میزان نیاز فسفر در جیره شاه میگو (۱/۳٪)، توصیه می‌شود مقدار این عنصر در جیره‌های کاربردی ۱/۵٪-۱ در نظر گرفته شود. توجه به نتایج حاصل از این تحقیق هنگام فرمولبندی و تهیه جیره برای شاه میگوی آب شیرین می‌تواند در جهت تحصیل افزایش وزن مطلوب، کاهش هزینه تولید غذا، کم کردن غلظت فسفر در آب خروجی مراکز و مزارع پرورش آبزیان و در نهایت کاستن آلودگی آبهای طبیعی مفید واقع شود.

۵- منابع

[۱] صمدزاده م.، رامین م.؛ «تعیین بیوتکنیک تکثیر و پرورش خرچنگ دراز آب شیرین سواحل جنوبی دریای خزر (*Astacus leptodactylus*)»؛ مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان؛ ۱۳۷٦ (گزارش نهایی پروژه).

[۲] ادمین ا ج. رابینسون، تغذیه عملی شاه میگوی آب شیرین؛ نویسنده: خارا ح. (ترجمه)؛ مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان؛ ۱۳۷۷.

[3] Deshimaru O., Yone Y.; «Requirement of prawn for dietary minerals». *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish*.; 1978; 44: 907-910.

[4] Davis D. Allen, Lawrence, Addison L., Gatlin Delbert M.; «Response of *Penaeus vannamei* to dietery calcium, phosphorus and calcium: phosphorus ratio»; *Journal of World Aquaculture Society*; vol.24, no.4; 1993.

[5] Davis D. A.; «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.; 1990.

1. Kanazawa et al
2. Davis et al

Archive of SID
www.SID.ir

[٦] عابدیان کناری ع. م.؛ «تأثیر سطوح مختلف پروتیین و انرژی جیره بر توان تولید میگوی سفید هندی (*Penaeus indicus* milne Edwards) در شوریهای متفاوت آب»؛ *رساله دکتری رشته شیلات*، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۳۸۰.

[7] Penaflorida V. Dy., «Interaction between dietary levels of calcium and phosphorus on growth of juvenile shrimp, *Penaeus monodon*»; *Aquaculture*. 1998. 172: 281-289.

[8] AOAC. Official methods for analysis of the association of Official Analytical Chemists. Fifth edition. Arlington, Virginia, U.S.A.; 1990.

[٩] مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران؛ تعیین فسفر در غذای دام و طیور؛ شماره ۵۱۳. ۱۳٦۷(www.isiri.org.ir).

[10] Robbins K.R., Saxton A. M., Southern L. L.; «Estimation of requirements using broken-line regression analysis»; *Journal of Animal Nutrition*. (In press).

[11]SAS (Statistical Analysis System); Copyright 2002. Version 9 for Microsoft Windows. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

[12] Chavez-Sanchez M. C., MartinePalacios C.A., Martinez-Perez G., Ross L.G.; «Phosphorus and calcium requirements in the diet of the American cichilid *Cichlasoma urophthalumus* (Gunther)»; *Aquaculture Nutrition*. 2000; 6: 1-9.

[13] Shiau Y. S., Lu L.S.; «Dietary sodium requirement determined for juvenile hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) reared in fresh water and seawater»; *Journal of Nutrition*. 2004; 091(004): 585-590.

[14] Baker D. H.; «Problems and pitfalls in animal experiments designed to establish dietary requirements for essential nutrients»; *J. Nutr*.; 1986; 116: 1298 p.

[15] Lorentzen M., Maage A., Julshamn K., «Manganese supplementation of a practical fish meal based diet for Atlantic salmon parr». *Aquacult. Nutr*.; 1996; 2: 121-125.

[16] Kanazawa A., Teshima S., Saaki M.; «Requirements of the juvenile prawn for calcium, phosphorus, magnesium, potassium, copper, manganese and iron»; *Mem. Fac. Fish.* Kagoshima Univ. 1984; 33: 63-71.

[17] Kanazawa A.; Penaeid nutrition. Proc. 2nd Int. Conf. Aquaculture Nutrition: Biochemical and Physiological Approaches to Shelfish Nutrition, 27-29 October 1981. Lewes/Rehoboth Beach, Delaware; 1982: 87-105.

[18] Cheng W. W.; 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; 1985.

[19] Deshimaru O., Kuroki K.; «Studies on a purified diet for prawn. II. Optimum contents of cholestrol and glucosamine in the diet»; *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish*.; 1974; 40: 421-424.

Archive of SID

www.SID.ir