

نقش همبندها در جیره غذایی آبزیان

محمدسوداگر^{۱*}، حمیده ذکریائی^۱، عاطفه کارآمد^۱، بیتا سید النگی^۱

۱- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان-دانشکده شیلات و محیط زیست -گروه تکثیر و پرورش آبزیان

*sudagar_m@yahoo.com

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۴

چکیده

استحکام و حفظ شکل فیزیکی پلت های غذایی طی مصرف و جلوگیری از تجزیه زودهنگام آنها در آب از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در آبزی پروری پایدار کیفیت جیره دارای اهمیت بسیاری است؛ زیرا حدود ۶۰٪ از هزینه کلی تولید مزارع پرورش آبزیان مربوط به غذا می باشد. بنابراین، در هنگام تهیه یک جیره با کیفیت بالا می بایست ابتدا هزینه، پایداری فیزیکی در آب و تأمین نیازهای گونه مورد پرورش، مد نظر قرار گیرند. پایداری غذا در آب با استفاده از همبندها (بایندها) افزایش می باید. به گونه ای که سبب افزایش استحکام پلت و کاهش میزان خردگی طی مراحل فرآوری و حمل و نقل جیره غذایی می شود. از سویی دیگر، در صورت عدم استحکام پلت های غذایی، تجزیه آنها در آب سبب از بین رفتن مواد تشکیل دهنده و کاهش ارزش غذایی آنها شده و با رسوب این مواد در کف استخر و متابولیسم آنها مصرف اکسیژن موجود در آب به شدت افزایش می یابد که در این شرایط بستری مناسب جهت رشد عوامل بیماری زا و به تبع اثرات ثانویه آنها بر تولیدات استخر فراهم می گردد. بهترین همبند غذایی همبندی است که ضمن افزایش استحکام پلت تولیدی، دارای کم ترین هزینه و بیش ترین کارایی بوده و به راحتی قابل تهیه باشد. انواع مختلف همبندها شامل: کربوکی متیل سلولز، نشاسته ذرت، سدیم بنتونیت، آکواکیوب و ... می باشند. هدف از تحقیق حاضر، بررسی انواع همبندهای مورد استفاده در صنعت آبزی پروری و معرفی بهترین همبند با بیش ترین کارایی می باشد.

کلمات کلیدی: همبند، استحکام پلت، تغذیه، آبزی پروری.

مقدمه

کیفیت جیره غذایی در آبزیان به کیفیت مواد اولیه مصرفی، وجود ترکیبات غذایی به صورت متعادل و متناسب با عادات غذایی گونه و فرآوری صحیح آن بستگی دارد. پارامترها و چگونگی فرآوری جیره بر ویژگی‌های فیزیکی آن مانند: پایداری و ثبات پلت در آب، شکل و ابعاد ذرات غذایی و ویژگی‌های شیمیایی مانند: جذابیت، خوش خوراکی و قابلیت دسترسی ترکیبات غذا و حتی عادات غذایی موجود تاثیر گذار است. تحقیقات نشان داد که جیره غذایی میگو معمولاً به صورت پلت فرآوری می‌شود. پلت‌سازی عبارتند از: فشردن‌سازی و عبور دادن اجزای جیره از سوراخ‌های کوچک طی یک روند مکانیکی که با به کارگیری گرما، رطوبت و فشار همراه است. جیره غذایی به شکل پلت، دارای مزایای زیادی بوده که از آن جمله می‌توان به افزایش تراکم جیره در نتیجه امکان مصرف راحت‌تر و با میزان آردینگی کم‌تر، بهبود در جذابیت اجزای با خوش خوراکی کم برای آبزیان، کاهش موارد مصرف گزینشی جیره، بهبود بهره‌وری تولید و دستیابی به مخلوط غذایی یکنواخت اشاره نمود (Pearce *et al.*, 2001). اگرچه پیش از آماده‌سازی غذای آبزیان شناخت گونه مورد نظر و عادات رفتاری و احتیاجات آن امری ضروری می‌باشد و می‌بایست در وهله اول غذا را متناسب با نیاز و عادات غذایی گونه‌ی مورد پرورش تهیه نمود. با توجه به مصرف پلت‌های غذایی در تغذیه ماهی و میگو، حفظ شکل فیزیکی پلت طی زمان مصرف و جلوگیری از تجزیه زودرس آن در آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ زیرا تجزیه پلت‌ها در آب سبب از بین رفتن ارزش غذایی مواد تشکیل دهنده آن شده که تنشینی این مواد در کف استخر و متابولیسم آن‌ها در رسوبات، باعث افزایش آلودگی میکروبی و غیرمیکروبی در استخر می‌گردد (افشارمازندران، ۱۳۸۱). در پرورش میگو پلت‌ها باید دارای حداکثر استحکام فیزیکی مجاز و حداقل خردشدگی و ضایعات مواد غذایی قابل حل در آب طی مدت زمان قرارگیری در آب جهت فرآیند تغذیه داشته باشند. پایداری غذا در آب با استفاده از همبندها بهبود می‌یابد. انواع متعددی از فرآورده‌های طبیعی، اصلاح شده یا ساختگی به‌عنوان همبند با میزان تاثیرات متفاوت توسط محققین مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. از مهم‌ترین عوامل انتخاب بهترین همبند، توانایی لازم موجود در هضم آن و تأثیر آن بر خصوصیات ترکیب پلت اکستروژن شده می‌باشد (Golez, 1996). فکراوندیش و همکاران (۱۳۸۵)، به بررسی مقایسه‌ای سه نوع همبند (اکواکیوب، آمت، نوتریبایند) در پایداری پلت‌های غذایی میگو پرداخته و نتیجه گرفتند که بهترین پایداری در جیره غذایی حاوی همبند اکواکیوب سپس آمت و در نهایت نوتری بایند مشاهده شد. هم‌چنین Cheug و همکاران (۲۰۰۰)، استحکام پلت‌های غذایی میگو حاوی فرآورده‌های گندم را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل حاکی از خاصیت همبندی بیشتر گلوتن گندم

نسبت به گندم کامل و نشلسته گندم بود. در تحقیقی دیگر تاثیر استفاده از همبندهای مختلف همراه با پخت بر استحکام پلت‌های غذایی میگو توسط Nabi و Islam (۲۰۰۰)، مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که استفاده از آرد برنج به‌عنوان همبند همراه با پخت استحکام پلت‌های غذایی را بیش‌تر از همبند آرد گندم افزایش داد. در این تحقیق به بررسی چند نوع همبند طبیعی و سنتزی و مقایسه اثرات آن‌ها نسبت به یکدیگر جهت معرفی بهترین همبند پرداخته شد.

انواع همبندها

همبندهایی مانند: ژلاتین، کربوکسی‌متیل سلولز، نشاسته ذرت، بسیاری از پلی‌مرها، سدیم و کلسیم بنتونیت، لیگنوسولفات‌ها، همی‌سلولزها، آگار، زنین، کیتوزان، گلوتن گندم، آردبرنج، ملاس چغندر، آلزینات و صمغ گوار در جیره اکثر ماهیان و سخت‌پوستان به‌طور معمول مورد استفاده قرار می‌گیرند (M.N *et al.*, 1993; Yammola and Akiyamai, 1995). اگرچه برخی از این مواد علاوه بر پرهزینه بودن، ممکن است به راحتی در دسترس نباشند. ازسویی دیگر، آلودگی‌های ناشی از هدر رفت مواد آلی در پلت‌های غذایی در محیط‌های آبی به‌دلیل همبندهای نامناسب، یکی از معضلات اساسی در پرورش آبزیان می‌باشد. به‌رغم مطالعات انجام شده روی همبندهای مختلف به منظور قوام و پایداری جیره، امکان هدر رفتن مواد مغذی پلت بین ۸ تا ۲۰ درصد در محیط‌های آبی وجود دارد (Albert *et al.*, 2003). از بین انواع همبندهای موجود در بازار می‌توان به دو نوع همبند خارجی نوتری‌بایند و اکواکیوب و همبند ایرانی سنتزی آمت اشاره کرد.

نوتری‌بایند

این همبند با طراحی خاص خود سبب استحکام و دوام پلت‌های غذایی شده و از گسیختگی و آب‌شویی ریزمغذی‌ها جلوگیری می‌نماید. نوتری‌بایند، شامل نشاسته و پروئین کمپلکس شده در دمای بالا در مدت زمان طولانی فرآوری می‌باشد، درواقع این ماده نوعی محصول لیگنوسولفونات به‌دست‌آمده از چوب فرآوری شده به وسیله پاپ لینگ‌سولفیت است که ماهیتی چسب مانند دارد. این نوع همبند محصول شرکت NUTRI-AD می‌باشد و به‌طور معمول در ساخت جیره‌های تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد (Engormix, 2016).

اکواکیوب

همبند اکواکیوب برای ایجاد سطح بالایی از پایداری و استحکام پلت‌های غذایی در محیط آبی طراحی شده است. به‌طور کلی در

اکواکیوب از یک صمغ سنتزی در ترکیب با صمغ گوار طبیعی و سولفات کلسیم بدون آب تهیه می‌گردد و محصولی از شرکت Agil انگلستان می‌باشد (AGRANCO corp, 2016).

آمت

همبند آمت محصولی از شرکت افراز مهر تابان شهر یزد می‌باشد و از هیدرولیز پروتئین‌های حیوانی مخصوصا سوپ حال از پخت ماهی تهیه می‌شود (اکرمی و همکاران، ۱۳۸۷).

آبزی پروری دو نوع پلت مورد استفاده قرار می‌گیرد. نوع اول پلت‌هایی با چگالی پایین می‌باشند که می‌بایست تا زمان مصرف پایدار و شناور باقی بمانند. نوع دوم پلت‌هایی می‌باشند که دارای وزن مخصوص بالا می‌باشد و به دلیل سنگینی درون آب فرو می‌روند. این نوع پلت‌ها به مدت زمان بیش‌تری جهت پایداری و استحکام نیاز داشته تا قبل از این که توسط موجودات کفزی همچون: میگو، لابستر و خرچنگ مورد مصرف قرار گیرند، از بین نروند. تخریب پلت سبب پخش شدن و از دست رفتن مواد مغذی آن شده و هم‌چنین آلودگی محیط آبی و زمینه رشد و ظهور عوامل بیماری‌زای ثانویه و افزایش میزان BOD را فراهم می‌سازد.

جدول ۱: میزان ماندگاری پلت غذایی همبند شده با آکواکیوب با توجه به نوع پلت در دو محیط آبی شور و شیرین (دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد)

مدت زمان ماندگاری	نوع پلت	آب شور (دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد)	آب شیرین (دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد)	همبند مورد استفاده
۱ - ۲ ساعت	شناور	گرم در لیتر < ۴۸۰	گرم در لیتر < ۴۴۰	اکواکیوب
۲ - ۴ ساعت	آرام فرو رونده	گرم در لیتر ۵۸۰ - ۶۰۰	گرم در لیتر ۴۸۰ - ۵۰۰	اکواکیوب
ساعت	سریع فرو رونده	گرم در لیتر > ۶۴۰	گرم در لیتر > ۶۰۰	اکواکیوب

جدول ۲: مواد تشکیل دهنده‌ی همبند آمت

مواد تشکیل دهنده	پروتئین	الیاف	رطوبت	خاکستر
درصد	۷۱/۹۸	۰/۹	۹/۵۵	۱۷/۸

تورم‌زایی و مسدود کردن منافذ و درزهای پلت جیره به‌عنوان یک همبند قوی و ارزان قیمت، با کم‌ترین پرت مواد مغذی (کم‌تر از ۵ درصد)، در محیط پرورشی قرار می‌گیرد. آبزیان پرورشی که در بستر زندگی می‌کنند در دریافت غذا به کندی عمل نموده؛ لذا، پایداری و قوام غذا به مدت طولانی‌تر در محیط‌های آبی از اهمیت بسزایی برخوردار است. از این‌رو، سدیم بنتونیت به‌عنوان یک کانی رسی که دارای خاصیت چسبندگی زیاد می‌باشد، علاوه بر افزایش ماندگاری غذای کسانتره در بستر آب، از هدر رفتن مواد مغذی ارزشمند نیز جلوگیری می‌نماید (Guyonnet et al., 2005). به‌علاوه، تکنولوژی سدیم بنتونیت در جایگاه یک ماده مغذی و بدون ضرر از طرف مؤسسه صنایع غذایی و دارویی (FDA) در سلامت مصرف نیز تأیید شده‌است. نوپریان و همکاران (۱۳۹۲)، با بررسی اثر سدیم بنتونیت بر رشد، بقا و ترکیبات بیوشیمیایی بدن فیل ماهی جوان (*Huso huso*) بیان کردند استفاده از این ماده به‌عنوان همبند در ترکیب غذایی این گونه دارای اثرات مثبت در نحوه غذاگیری و افزایش راندمان غذایی می‌باشد.

سدیم بنتونیت

در سال ۱۸۹۸ برای نخستین‌بار دانشمندی به نام Knight واژه بنتونیت (bentonite) را به‌کار برد که از اصطلاح محلی شیل‌های بنتون واقع در ایالت وایومینگ آمریکا گرفته شده‌است (Odom, 1984). در واقع بنتونیت یک فیلوسیلیکات آلومینیوم‌دار است که عمدتاً بر دو نوع متورم یا سدیم‌دار و غیرمتورم یا کلسیم‌دار می‌باشد (Guyonnet et al., 2005). بنتونیت‌های سدیم‌دار به دلیل خاصیت پلاستیکی و چسبندگی در تهیه قالب‌های ریخته‌گری مورد استفاده قرار می‌گیرند که به دلیل این خاصیت چسبندگی در تهیه قالب‌های ریخته‌گری، دانه‌های ماسه را به هم متصل کرده و به علت دارا بودن خاصیت پلاستیکی زیر فشار بسیار بالا آن را متراکم نموده که در نتیجه شکل مناسب قالب تهیه می‌شود (Odom, 1984)؛ هم‌چنین این ترکیب در صنایع غذایی، دارویی، حفاری چاه‌های گازی و نفتی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد (Barbanti, 1997). اگرچه استفاده از سدیم بنتونیت در صنعت آبزی پروری کشور به‌ندرت به‌عنوان همبند وجود دارد ولی، می‌توان از آن به‌علت دارا بودن خواص منحصر بفرد این ماده در قوام، پایداری و چسبندگی در تهیه جیره آبزیان استفاده کرد (علاف نوپریان و همکاران، ۱۳۹۲). تحقیقات اخیر ثابت کرد که استفاده از سدیم بنتونیت به دلیل خاصیت

نشاسته و مشتقات آن

از مزایای نشاسته می‌توان به ارزان بودن و قابل تجدید بودن آن اشاره نمود؛ با این حال گاهی دارای معایبی هم‌چون: حلالیت در آب، شکننده بودن و مطلوب نبودن خواص مکانیکی می‌باشد که سبب استفاده از آن به‌طور مستقیم در ساخت همبندهای غذایی می‌شود. به‌منظور اصلاح خواص نشاسته می‌توان از روش‌های ژنتیکی (تولید نشاسته آمیلوز-بالا)، شیمیایی (تولید نشاسته متیله شده یا اتصال یافته عرضی) یا مخلوط کردن آن با انواع پروتئین‌ها استفاده کرد. از این طریق خواص مکانیکی و ممانعتی آن به رطوبت بهبود می‌یابد (Arvanitoyannis and Biliaderis, 1998; Gupta and Bawa, 2003). کاربرد نشاسته همراه با روغن‌های گوناگون نظیر روغن نارگیل به‌صورت ساختار لایه‌ای (نشاسته/روغن نارگیل) نیز نتایج مطلوب می‌دهد (Ukai *et al.*, 1975). نشاسته دی آلدئید (DAS) پلیمری است که از واکنش نشاسته طبیعی با اسید پرپودیک ایجاد می‌شود (Pfeifer *et al.*, 1960). این ماده علاوه بر قابلیت لفاف‌سازی (پوشش‌های خوراکی)، دارای اثر اتصال‌دهی عرضی بر انواع پروتئین‌ها نظیر: کلاژن (Nayudamma *et al.*, 1961)، کازئین (Weakley *et al.*, 1961; Ernst *et al.*, 1962)، گلوتن گندم (Chatterji and Arnold, 1965) و زئین ذرت (Spence *et al.*, 1995) است. هم‌چنین از اثر سمیت کمی خوراکی (Allen *et al.*, 1963)، پوستی (Gennadios *et al.*, 1997) و تنفسی (Williams *et al.*, 1978) برخوردار است. ترکیب نشاسته با مخمر برای پلت‌هایی به کار می‌رود که تا ۳۰ دقیقه در آب ماندگاری داشته و از نشاسته ذرت ژلاتینه و نشاسته کاسوا در پلت‌هایی با ۵۰ دقیقه ماندگاری به کار می‌رود (Solomon *et al.*, 2011). استفاده از ژلاتین نشاسته ذرت باعث بهبود پایداری خوراک شده و موجب افزایش میزان غذاگیری و در نتیجه رشد آن گردید.

کربوکسیمتیل سلولز

کربوکسی متیل سلولز (Carboxymethyl cellulose) از مشتقات سلولز است. این ماده از استخلاف شدن گروه‌های کربوکسی متیل ($\text{CH}_2\text{-COOH}$) به‌جای برخی از گروه‌های هیدروکسیل به‌دست می‌آید که در صنایع پودر شوینده، رنگ و رزین، کاغذ و مقوا، کاشی و سرامیک، فرش و موکت، الکتروود جوشکاری، تولید چسب و همبندهای غذایی در خوراک دام، طیور و آبزیان کاربرد وسیعی دارد. به کربوکسی متیل سلولز با درصد خلوص بالا ۳۹-۳۳۹۹، سلولز گام گفته می‌شود. سلولز گام یک هیدروکلوئید تطبیق پذیر همه کاره می‌باشد. هیدروکلوئید به گروهی از پلی ساکاریدها و پروتئین‌ها اطلاق می‌شود که موجب ایجاد ویژگی‌های متعددی از قبیل: ضخیم‌شدگی، تشکیل ژل و جذب و خاصیت همبندی در محلول‌های آبی شده، در نتیجه

موجب پایداری امولسیون‌ها می‌گردند. این ماده دارای خاصیت امولسیون‌کنندگی، غلظت‌دهندگی، نگهدارنده و تثبیت‌کننده، نگهدارنده و جذب‌کننده آب، عامل حفظ شکل و ظاهر پلت‌های غذایی بوده که می‌توان از آن به جای ژلاتین استفاده کرد و از لحاظ اقتصادی به صرفه‌تر می‌باشد و موجب حفظ طعم واقعی و تازگی خوراک می‌گردد و به‌عنوان نگهدارنده و یکی از ضروری‌ترین افزودنی‌های خوراک محسوب می‌شود (استاندارد ملی ایران). به‌علاوه، می‌توان از کربوکسی متیل سلولز جهت محافظت و پایداری کردن پروتئین‌های جیره به ویژه پروتئین سبوس استفاده نمود (Engelhardt, 1995). کربوکسی متیل سلولز در مقایسه با سلولز از انعطاف‌پذیری و شفافیت بیش‌تری برخوردار بوده که مقاومت آن به عبور روغن بهبود یافته و مقاومت فیزیکی و ممانعتی آن به رطوبت و اکسیژن در حد میانه بیان شده است متیل کربوکسی سلولز (CMC) با نشاسته اختلاط مناسبی را به دست نمی‌دهد و ذرات به‌صورت ریز ذره باقی می‌ماند؛ در صورتی که MC با نشاسته ایجاد پراکنش‌های همگن کرده و آب‌دوستی کم‌تری را موجب می‌شود. این موضوع سبب جبران ممانعت ضعیف نشاسته به رطوبت می‌شود (Arvanitoyannis and Biliaderis, 1998)؛ به‌علاوه، از کربوکسی متیل سلولز به‌دلیل خاصیت ژل‌دهندگی (همبندی) در تهیه‌ی فرآورده‌های شیلانی هم‌چون ناگت میگو و فیلم‌های خوراکی ژلاتین ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نیز استفاده می‌شود (علاف نویریان و همکاران، ۱۳۹۲).

مغز درخت بلوط

بلوط نام نوعی درخت و هم‌چنین میوه آن بوده که دارای پوستی سخت می‌باشد. درخت بلوط یا درخت مازو که عمری طولانی حدود ۵۰۰ سال (گاهی حتی تا ۲۰۰۰ سال دارد) و در ایران بیش‌تر در دامنه رشته کوه زاگرس وجود دارد. استان‌های فارس، لرستان، کهگیلویه و بویراحمد، چهارمحال و بختیاری و ایلام دارای جنگل‌هایی پوشیده از بلوط هستند که در نوع خود از بی نظیرترین جنگل‌های جهان به‌شمار می‌آیند. چوب این درخت از مرغوب‌ترین چوب‌هاست و ذغال آن نیز دارای اهمیت بسیار زیادی می‌باشد. این موضوع یکی از دلایل بریدن بی‌رویه این درختان می‌باشد که این جنگل‌ها را مورد تهدید قرار می‌دهد. تفاوت بین میوه بلوط در ایران و اروپا به شکل ظاهری آن‌ها بستگی دارد که میوه بلوط اروپایی به‌شکل کره‌ای با قطر تقریبی ۲/۵ سانتی‌متر و میوه بلوط در حاشیه‌های زاگرس جنوبی ایران به اندازه تقریبی یک فشنگ اسلحه ژ-س می‌باشند. طبق اظهارات متخصصان طب گیاهی، تانن‌ها، اسید پیروگالیک، کاتشین و کورستین از عمده‌ترین مواد موثر در این گیاه بوده و بلوط یکی از غنی‌ترین گیاهان دارویی از نظر میزان ذخیره تانن محسوب می‌شود. هم‌چنین بلوط به‌علت دارا بودن

ترکیبات فلاوونوئیدی خواص ضدالتهابی فوق العاده‌ای داشته و این تاثیر را در مخاط روده و پوست نشان می‌دهد. به علاوه، این گیاه ترشحات اضافی بافت را به خود گرفته و در عین حال حساسیت و تحریک پذیری را کاهش می‌دهد. با توجه به خواص فوق این گیاه در درمان اگزما بسیار موثر می‌باشد؛ افزون بر این، با توجه به خواص همبندکنندگی مغز میوه بلوط از آن در ساخت و تولید جیره‌های غذایی آبزیان استفاده می‌شود. شادنوش و همکاران (۱۳۸۷)، جهت امکان استفاده از آرد مغز میوه بلوط با میزان ۲ تا ۶٪ به عنوان یک ماده طبیعی همبند در جیره غذایی ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان، بررسی پایداری جیره‌ها در آب و اثر آن بر خصوصیات شیمیایی لاشه ماهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که میزان پایداری غذا در آب که نمایانگر خاصیت همبندی آن است در بین تیمارهای مختلف متفاوت بوده و کم‌ترین میزان پایداری آن در جیره فاقد آرد میوه بلوط و بیش‌ترین آن در جیره حاوی ۶ درصد آرد میوه بلوط مشاهده گردید.

آلژینات

آلژینات نمک اسید آلژینیت بوده که شامل پلی‌مرهای β ، ۱-، ۴- دی مانورونیک و α ، ۱-، ۴- ال گلورونیک اسید می‌باشد. این ماده از جلبک دریایی استخراج می‌شود. پودر آلژینات کاملاً یکنواخت نبوده و حاوی تکه‌های کوچک و سفیدی مانند گچ بوده (منزوی و همکاران، ۱۳۸۵). آلژینات دارای خواص چسبانندگی و ژل‌دهندگی قوی بوده که به عنوان همبند در جیره غذایی آبزیان مورد استفاده قرار می‌گیرد. آلژینات برای جانوران تک‌مده‌ای قابل هضم نمی‌باشد (Humphreys and Triffitt, 1968). هم‌چنین این ماده در pH پایین معده تخریب نشده و بازماندگی و استحکام آن در معده تضمین می‌شود (Nilson and Lemon, 1942). هم‌چنین با عبور مواد غذایی از دریچه پیلوریک به روده آلژینات تجزیه نشده و به عنوان همبند سبب چسبندگی مدفوع شده و از پخش تیکه‌های مدفوع به صورت پراکنده درون محیط آبی جلوگیری می‌نماید؛ این امر سبب بهبود کیفیت محیط آبی شده و هم‌چنین ورو مواد غذایی را از دستگاه گوارش تسهیل می‌نماید که این نتایج موید تحقیقات Storebakken (۱۹۸۵) در قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌باشد. به علاوه، آلژینات بر قایلیت هضم کلسیم و نیتروژن اثرگذار است (Hodgkinson et al., 1967). به عبارتی دیگر آلژینات توانایی باندکردن یون‌های دوطرفتی را دارا است (Haug, 1964).

صمغ گوار

صمغ گوار به‌طور معمول در جیره‌های غذایی ماهی قزل‌آلای صادره از کشور نروژ وجود دارد که به‌خصوص در جیره‌های آغازین بسیار سودمند می‌باشد (Combs and Burrows, 1958; Solberg, 1958).

پودر عدسک آبی

گیاه عدسک آبی با نام علمی (*Lemna pauciscostata*) که به‌طور فراوان در کشورهای چین و کره یافت می‌شود، یک گیاه آبی بوده که به علف اردک نیز مشهور است. این گیاه بسیار توانمند بوده و می‌تواند به عنوان منبع خوبی از پروتئین، تصفیه‌کننده زیستی آب‌های آلوده، در تغذیه حیوانات و حتی برای تولید سوخت اتانولی استفاده کرد (جعفری و همکاران، ۱۳۹۱)؛ به علاوه، دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی بوده و هم‌چنین به عنوان همبند در جیره غذایی آبزیان، دام و طیور استفاده می‌گردد. طی آنالیز شیمیایی مشخص گردید که این گیاه حاوی ۳۰٪ پروتئین خام و ۴۰٪ - ۶/۳ چربی می‌باشد (Ahahamad et al., 2003; Skillicorn et al., 1993; Culley et al., 1981). استفاده از پودر عدسک آبی در جیره غذایی سبب افزایش غذاگیری، کاهش الودگی آب، حفظ شکل پلت و در نهایت افزایش رشد می‌شود (Effong et al., 2009).

نشاسته گیاه کاساوا

کاساوا با نام علمی *Manihot esculenta* و *M. ultissima* و *aiipi* گیاهی از تیره فرفیون بوده که خاص مناطق حاره و مرطوب می‌باشد. کاساوا گیاهی است چوبی و بومی آمریکای جنوبی که به‌طور گسترده به عنوان یک محصول هر ساله در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری برای ریشه غده‌ای نشاسته‌ای آن کاشته می‌شود. این گیاه عمده‌ترین منبع کربوهیدرات می‌باشد. آرد تولید شده از ریشه آن تاپیوکا نامیده می‌شود. کاساوا سومین منبع بزرگ کربوهیدرات‌ها برای غذای انسان در جهان بوده و محصولی کم‌هزینه برای جمعیت ساکن در مناطق مرطوب استوایی می‌باشد. گیاه کاساوا دارای دو نوع تلخ و شیرین می‌باشد که طعم تلخ آن در اثر وجود سمی به نام گلوکزید سیانوژن یا هیدروسیانیک بوده که در برگ‌ها بیشتر از ریشه است و در اثر آنزیم لایناماراز یا لیناز هنگام پاره شدن سلول‌ها تجزیه شده و در اثر خیساندن در آب، برش و حرارت

آگار

آگار نوعی ترکیب پلی ساکاریدی است که از دیواره سلولی جلبک های قرمز دریایی به خصوص گونه های *Gracilaria* و *Gelidium* استخراج می شود (Marinho-Soriano *et al.*, 2001). این پلیمر نقش گسترده ای در صنایع غذایی، دارویی، صنعتی و بهداشتی ایفا می کند. هم چنین آگار در ایجاد خاصیت ژلاتینی و تثبیت غذا نقش مهمی دارد (Freile-Pelegrin and Murano, 2005). استخراج آگار از جلبک های قرمز در گذشته و حال با کمک آب داغ برای شکستن دیواره سلولی و در چندین مرحله انجام می گیرد (Pereira-Pacheco *et al.*, 2007). کیفیت آگار استخراج شده به عملکرد و خاصیت ژل دهنده گی آن بستگی دارد. آگار استخراجی از جلبک ژلیدیوم دارای کیفیت بهتری می باشد. جمعیت وسیع و رشد انبوه گونه های گراسیلاریا باعث می شود که این جلبک منبع اصلی در استخراج آگار در دنیا باشد (McHugh, 2003). خواص آگار استخراجی از گراسیلاریا به عواملی هم چون: نوع گونه، خصوصیات فیزیولوژیکی، چرخه زندگی، محیط زندگی (عرض جغرافیایی و فصل رویشی)، چگونگی جمع آوری و نگهداری، و روش استخراج آن ها بستگی دارد (Marinho-Soriano *et al.*, 2006; Romero *et al.*, 2008). اصلی ترین جزء سازنده جلبک ها، پلی ساکاریدها می باشند که پلیمرهایی آب دوست بوده و با آب به طور داخلی و خارجی پیوند هیدروژنی برقرار می کنند. ظرفیت نگهداری آب توسط جلبک های دریایی با توجه به نوع گونه متفاوت است. بیش ترین زمان خیساندن (۳ ساعت) کم ترین عملکرد آگار را به وجود می آورد. خیساندن بیش از حد جلبک، سبب حل مقداری از آگار داخل آب می شود. طبق نتایج حاصل از پژوهش های محققان، مدت زمان ۱ ساعت خیساندن جلبک بیش ترین عملکرد آگار را نشان می دهد (Jimenez-Escrig and Snches-Muniz, 2000).

بحث و نتیجه گیری

امروزه کاربرد همبندهای طبیعی و سنتتیک در صنعت آبزی پروری به طور چشم گیری رو به افزایش می باشد که با در نظر گرفتن برخی از عوارض ناشی از همبندهای سنتتیک، استفاده از همبندهایی با منشأ طبیعی که به طور قابل اطمینانی فاقد هر گونه اثرات منفی بر تغذیه و شرایط فیزیولوژیک آبزی باشد، رایج گردید (Effong *et al.*, 2009). طبق تحقیقات Falayi و همکاران (۲۰۰۰)، در مقایسه بین همبندهای سنتتیک و طبیعی در جیره غذایی آبزیان استفاده از جیره هایی با همبندهای طبیعی ارجعیت داشته و نوع همبند مورد استفاده بستگی شدیدی به نوع گونه پرورشی دارد. در بررسی چندین نوع همبند در رژیم غذایی گونه های متفاوت سخت پوستان، مشخص گردید که همبندها سبب افزایش وزن و کاهش آلودگی

عمل تجزیه سم تسریع می یابد. از نشاسته کاسوا به عنوان همبند در جیره غذایی آبزیان استفاده می گردد (Effong *et al.*, 2009). جهت استخراج و جداسازی نشاسته از ریشه گیاه، پس از برداشت و پوست گیری ریشه، آن را خراش داده و عملیات تخمیر انجام می گیرد. محصول تخمیر دارای ۶۰٪ اسیدلاکتیک، ۱۰٪ اسیداستیک، ۳٪ پوتیریک اسید، ۱۰٪ رطوبت و ۱۷٪ گرانول های نشاسته می باشد. نشاسته کاسوا به دلیل قیمت پایین، رنگ سفید، آلودگی کم، فیبر بالا و یکنواختی زیاد در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می گیرد (داربندی و همکاران، ۱۳۹۲).

نشاسته سیب زمینی شیرین

این گیاه با نام علمی (*Dioscorea rotundata*) به وفور در کشور نیجریه یافت شده که از نشاسته آن به عنوان همبندهای غذایی استفاده می گردد. کشف خاصیت همبندی سیب زمینی شیرین سبب ایجاد تحول عظیمی در اقتصاد صنعت آبزی پروری گردید (Orire *et al.*, 2010). سیب زمینی شیرین گیاهی است چند ساله، دارای شاخه های دراز و خزنده روی زمین با ریشه ای متورم می باشد. برگ های آن قلبی شکل، مخروطی و موجدار با دم برگ دراز بوده که به رنگ های بنفش، ارغوانی و گاهی سفید می باشد. گل های این گیاه به شکل قیف و قسمت زیرزمینی آن محصول اصلی است که نوعی غده کاذب به حساب می آید. زیرا این قسمت متورم، محتوی نشاسته و مواد غذایی شیرین می باشد. سیب زمینی شیرین در حدود ۱۰٪ قند و ۱۵٪ فکول (نشاسته سیب زمینی) داشته و طبق تجزیه ای که به عمل آمده مشخص گردید که علاوه بر قند و نشاسته، سیب زمینی شیرین دارای مقداری مواد چرب، ایپومائین، فیتوسترول، کاروتن، کلروژنیک اسید، و ویتامین های A, B, C می باشد. جیره های غذایی در آبزی پروری برخلاف جیره های مورد استفاده در تغذیه دام، نیازمند مواد و ترکیبات مورد نیاز جهت استحکام کافی پلت های غذایی ماهی پرورشی مورد نظر می باشد (Misra *et al.*, 2003). استخراج نشاسته سیب زمینی شیرین سبب ایجاد قوام و استحکام در پلت های غذایی شده که مدت زمان ماندگاری و شناوری پلت را افزایش داده و در ارتباط با پلت های فرو رونده کم ترین تخریب و پخش ریزمغذی های غذایی یا leaching را در محیط های آبی دارد (Wood, 1993; Pigott and Tukur, 1982; Fagbenro and Jauncey, 1989). طبق گزارشات حاصل از پژوهش Orire و همکاران (۲۰۱۰)، استفاده از نشاسته سیب زمینی شیرین با دوز ۵٪ به عنوان همبند در جیره غذایی آبزیان، سبب افزایش سختی پلت، کاهش میزان گرد و خاک حاصل از پلت و افزایش میزان ماندگاری غذا گردید.

عفری، م.ج.، مازندرانی، م.، امیرلطیفی، ح.، عباسی، ب.، ۱۳۹۱. فعالیت آنتی اکسیدانی و خواص فیتوشیمیایی گیاه عدسک‌آبی *Spirodela pollyrihiza* اولین همایش ملی دانشجویی بیوتکنولوژی، گرگان، دانشگاه گلستان. ۲ ص.

علاف نویریان، ح.، خوش خلق، م.ر.، ستوهیان، ف.، ۱۳۹۲. اثر سدیم بنتونیت بر رشد، بقاء و ترکیبات بیوشیمیایی بدن فیل ماهی جوان *Huso huso*. مجله علوم و فنون دریایی. دوره ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲. صص ۱۹-۱۰.

فکراندیش، ح.، عابدیان کناری، ع.، منفرد، ن.، اسکندری، و.، ۱۳۸۵. مقایسه تأثیر سه نوع همبند در پایداری غذای میگو در آب. پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان. شماره ۷۷. زمستان ۱۳۸۶. صص ۱۷۴-۱۷۱.

منزوی، ع.، امتی شبستری، ق.، شهبایی، س.، حاجلو، ف.، ۱۳۸۵. بررسی برخی خواص آلژینات و مقایسه آن با استاندارد. مجله دندان پزشکی جامعه اسلامی دندان پزشکان. دوره ۱۸، شماره ۳. ۱۹-۲۴.

AGRANCO corp, 2016. José E. Ferrer. June 8, 2016 to June 10, 2016.

Ahammad, M.U., Swapon, M.S.R., Yeasmin, Tu., Raham, M.S., Ali, M.S., 2003. Replacement of Sesame oil cake by Duckweed (*Lemna minor*) in Broiler Diet. Pakistan Journal of Biological Science 6 (16): 1450-1453.

Albert, S., Müller, F., Fischer, N., Biellmann, D., Neumann, C., Blader, P., Strähle, U., 2003. Cyclops-independent floor plate differentiation in zebrafish embryos. Developmental Dynamics. 226(1): 59-66.

Allen, I, Nelson, A.L., Steinberg, M.P., McGill, J.N., 1963. Edible corn carbohydrate food coating II. Evaluation on fresh meat products. Food Technology, 17: 1442-1446.

Arvanitoyannis, I., Biliaderis, C.G., 1998. Physical properties of polyol plasticized edible blends made of methyl cellulose and soluble starch. Carbohydrate Polymers, 38: 47-58.

Barbanti, M. and D'Orazio, A., 1997. The use of bentonite as a moisture regulating system 1. Study on some sorption properties of bentonite for their potential use in food technology. Journal of Food Engineering, 33(1-2): 193-206.

Chatterji, A.K., Arnold, L.K., 1965. Crosslinking of dialdehyde starches with wheat proteins. Journal of Polymer Science, 3: 3857-3864.

Cheng, Z., Behnke, K.C., Dominy, W.G., 2000. Comparison of pellet water stability in shrimp diets made from whole wheat, wheat flour, wheat gluten, wheat starch, wheat bran and wheat germ. American Association of Cereal Chemists, Inc. 32: 21-27.

Combs, B.D., Burrows, R.E., 1958. An evaluation of bound diets. Prog. Fish Cult., 20: 124-128.

محیط آبی می‌گردند (Seixas Filho et al., 1997a); همچنین برخی از همبدها موجب طعم‌دهندگی و خوش‌خوراکی پلت‌های غذایی می‌شوند. طبق گزارشات Kovalenko و همکاران (۲۰۰۰)، آلژینات موجود در جیره غذایی لاروهای نورس دارای خاصیت همبندی می‌باشد.

مطالعات نشان داد که ژلاتین به دلیل خاصیت چسبندگی قوی خود، در صنایع ساخت خوراک آبزیان مورد استفاده قرار می‌گیرد. در برخی از منابع به مصرف از ژلاتین ذرت به عنوان همبند در خوراک آبزیان اشاره شده است (Glencross et al, 2005). ژلاتینه شدن نشاسته تحت تأثیر اندازه ذرات، زمان، دما و رطوبت قرار دارد (Myers and Zein-Eldin, 1972). طی ژلاتینه شدن نشاسته، اندازه ذرات کاهش یافته که در نتیجه خواص و قابلیت هضم پلت بهبود می‌یابد که سبب ثبات شرایط فیزیکی و حفظ میزان شفافیت آب می‌گردد (Obaldo et al., 1998) و از سویی دیگر، برتری نشاسته گندم بر سایر نشاسته‌ها به سبب پروتئین گلوتن موجود در گندم می‌باشد. این پروتئین در طی آماده‌سازی و تهیه همبند سفت شده. از این رو، سبب استحکام و پایداری می‌شود (Ponte and Reed, 1982; Magnus, 1982). به طور کلی بهترین همبند، همبندی است که دارای بیشترین استحکام و پایداری، کم‌ترین آسیب و مناسب‌ترین قیمت باشد.

منابع

استاندارد ملی ایران - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون سدیم کربوکسی متیل سلولز مورد مصرف در صنایع غذایی - به شماره ۱۱۳۳ - چاپ اول.

افشار مازندرانی، ن.، ۱۳۸۱. راهنمای عملی دارویی تغذیه و نهاده‌های غذایی و دارویی آبزیان در ایران. انتشارات نوربخش. ۱۶ ص.

اکرمی، ر.، حاجی‌مرادلو، ع.، متین‌فر، ع.، عابدیان کناری، ع.، مازندرانی، ر.، ۱۳۸۷. تأثیر پریبیوتیک اینولین بر شاخص تولید و تراکم باکتریایی دستگاه گوارش فیل ماهی (*Huso huso*) جوان پرورشی. مجله شیلات. سال دوم، شماره دوم، تابستان ۸۷. ۱۱-۱.

داربندی، ط.، سینائی نوبندگانی، م.، هنرور، ب.، ۱۳۹۲. تولید نشاسته از تخمیر ریشه گیاه کاساوا (Cassava)، بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، شیراز، دانشگاه شیراز. ۴ ص.

شادنوش، غ.، ر.، شادنوش، ف.، طاهری میرقائد، ع.، ۱۳۸۷. کاربرد میوه بلوط به عنوان همبندکننده جیره و اثر آن بر خصوصیات لاشه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان. مجله علمی شیلات ایران، ۱۷ (۳): ۹۹-۱۰۶.

- wechsel und die Transitzeit der Nahrung in Ratten. *Nutr. Metabl.*, 22: 32-43
- Haug, A., 1964. Composition and properties of alginates. *Norw. Inst. Seaweed Res.*, Trondheim Report No. 30, 123 pp.
- Hodgkinson, A., Nordin, B.E.C., Hambleton, J., Oxby, C.B., 1967. Radio strontium absorption in man: suppressions by calcium and by sodium a&ate. *Can. J. Med. Assoc.*, 97: 1139-1143.
- Humphreys, E.R., Triffitt, J.T., 1968. Absorption by the rat of alginate labelled with carbon-14. *Nature (London)*, 219: 1172-1173.
- Jagannath, J. I. J., Nanjappa, C., Das Gupta, D. K. and Bawa, A. S., 2003. Mechanical and barrier properties of edible starch-protein-based films. *Journal of Applied Polymer Science*, 88: 64-71.
- Kovalenko, E.E., D'Abramo, L.R., Ohs, C.L., Buddington, R.K., 2002. A successful microbiont diet for the larval culture of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture* 210: 385-395.
- Kratzer, F.H., Rajaguru, R.W.A.S.B., Vohra, P., 1967. The effect of polysaccharides on energy utilization, nitrogen retention and fat absorption in chickens. *Poult. Sci.*, 46: 1489-1493.
- McHugh, D.J., 2003. A guide to seaweed industry. In *FAO (Eds.). FAO fisheries technical paper*. Rome. 1-118.
- Marinho-Soriano, E., Fonseca, P.C., Carneiro, M.A.A., Moreira, W.S.C., 2006. Seasonal variation in the chemical composition of two tropical seaweeds, *Bioresource Technology*. 97: 2402-2406.
- Marinho-Soriano, E., Silva, T.S.F., Moreira, W.S.C., 2001. Seasonal variation in the biomass and agar yield from *Gracilaria cerviconis* and *Hydropuntia cornea* from Brazil. *Bioresource Technology*. 77: 115-120.
- Misra, C.K., Bas, B.K., Mohanta, K.N., 2003. Feed Management in Aquaculture. *Fish Farmer International*, pp: 33.
- MN, S., Nesheim, M.C., Young, R.J., 1993. Nutrient requirements of fish. *Board on Agriculture*. 43: 33-37.
- Myers, S.P., Zein-Eldin, Z.P., 1972. Binders and pellet stability in development of crustacean diets. *Journal of the World Aquaculture Society* 3(1): 351 - 364.
- Nabi, S.M.N., Islam, M.T., 2000. The effect of cooking and fermentation with different feed binders on water stability of feed pellets. *Agriculture*. 42:213 -215.
- Nayudamma, Y., Joseph, K.T., Bose, S.M., 1961. Studies on the interaction. *Chemistry Association Journal*, 56: 548-567.
- Nilson, H.W., Lemon, J.M., 1942. Metabolism studies with algin and gelatin. *U.S. Dept. Interior, Fish Wildlife Serv., Res. Rep. No. 4-9 pp.*
- Effiong, B.N., Sanni, A., Sogbesan, O.A., 2009. Comparative studies on the binding potential and water stability of duckweed meal, corn starch and cassava starch. *New York Science Journal*, 2009, 2(4): 50 - 57.
- Engelhardt, J., 1995. Sources, industrial derivatives and applications of cellulose. *Carbohydrate of European*, 19: 5-14.
- Ernst, A.J., Carr, M.E., Weakley, F.B., Iofreiter, B.T., Methltretter, C.L., 1962. Dialdehyde starch casein paper coating adhesives for improved wet-rub resistance. *Technical Association of the Pulp and Paper Industry*, 45: 646-650.
- Fagbenro, O., Jauncey, K., 1995. Water stability, nutrient leaching and nutritional properties of moist fermented fish silage diets. *Aqua. Eng.*, 14: 143-145.
- Falayi, B.A., 2000. The comparative studies of binding agent for water stability and Nutrient Retention in African catfish. *M Tech Project. Federal University of Technology, Akure*.
- Freile-Pelegrin, Y., Murano, E., 2005. Agars from three species of *Gracilaria* (Rhodophyta) from Yucatán Peninsula. *Bioresource Technology*. 96: 295-302.
- Gohl, B., Gohl, I., 1977. The effect of viscous substances on the transit time of barley digesta in rats. *J. Sci. Food Agric.*, 28: 911-915.
- Gennadios, A., Hanna, M.A., Kurth, L.B., 1997. Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: A review. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 30: 337-350.
- Glencross, B.D., 2001. Feeding lupins to fish: a review of the nutritional and biological value of lupins in aquaculture feeds. *Grains Research Council (GRC) of WA Project "Assessment of the nutritional variability of W.A lupins as an aquaculture feed ingredient"*. Department of Fisheries. Research Division. Government of Western Australia. Fisheries Western Australia (126 pp.)
- Golez, V.N., 1996. Water stability test. *SEAFDEC Aquaculture Department*.
- Culley, D.D., Rejmankowa, E., kvet, J., Fyre, J.B., 1981. A production chemical quality and Duckweed (*Lemnaceae*) in Aquaculture waste management and Animal feed. *Journal of the world monoculture society* 12 (2): 27:49.
- Guyonnet, D., Gaucher, E., Gaboriau, H., Pons C.H., Clinard, C., Norotte, V., Didier, G., 2005. Geosynthetic clay liner interactions with leachate: correlation between permeability, microstructure and surface chemistry. *Journal of Geotechnical Engineering*, 131:740-749.
- Harmuth-Hoene, A.E., Jakubick, V., Schelenz, R., 1978. Der Einfluss von Guarmehl in die Nahrung auf die Stick stoffbilanz, den Protein stoff

- System for developing countries. A World Bank Publication. 76p.
- Solberg, S.O., 1976.** Blidde foderpiller til dræder: Orredernes ernæringsbehov, og nogle foreløbige resultater. Medd. Forsøgsdambruget, No. 56, 38 pp.
- Solomon, S.G., Ataguba, G.A., Abeje, A., 2011.** Water Stability and Flootation Test of Fish Pellets using Local Starch Sources and Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) Int. J Latest Trends Agr. Food Sci. 1:1-5.
- Spence, K.E., Jane, J.L., Pometto, A.L., 1995.** Dialdehyde starch and zircon plastic. Journal of Environmental Polymer Degradation, 3: 69-74.
- Skrede, A., 1984.** For&k med bindemidler i for til pelsdyr. In: Proc. Husdyrforsd ksmtdet 1984, Aktuelt fra Statens fagttjeneste for landbruget, As, Norway, No. 3, pp. 388 - 392.
- Storebakken, T., 1985.** Binders in fish feeds. I. Effect of alginate and guar gum on growth, digestibility, feed intake and passage through the gastrointestinal tract in rainbow trout. Aquaculture, 47: 11-26.
- Thienes, C.H., Skillen, R.G., Meridith, O.M., Fairchild, M.D., McCandless, R.S., Thienes, R.P., 1957.** The hemostatic, laxative and toxic effects of alginic acid preparations. Arch. Int. Pharmacodyn., 111: 167-181.
- Ukai, N., Ishibashi, S., Tsutsumi, T., Marakami, K., 1975.** Preservation of agricultural products. US Patent, No. 3, 997, 674, December 14.
- Vohra, P., Kratzer, F.H., 1964.** Growth inhibitory effect of certain polysaccharides for chickens. Poult. Sci., 43: 116-1170.
- Viola, S., Zimmermann, G., Mokady, S., 1970.** Effect of pectin and algin upon protein utilization, digestibility of nutrients and energy in young rats. Ntr. Rep. Int., 1: 367-375
- Weakley, F.B., Mehlretter, C.L., Rist, C.E., 1961.** Irreversible insolubilization of casein by dealdehyde starch. Technical Association of the Pulp and Paper Industry, 44: 456-459.
- Williams, S.K., Oblinger, J.L., West, R.L., 1978.** Evaluation of a calcium alginate film for use on beef cuts. Journal of Food Science, 43: 292-296.
- Wood, J., 1993.** Selecting equipment for producing farm made aquafed. In: Farm made Aqua feed (New, M.B., Tecon, A.B.G. and Csavas, I. Eds.) FAO/AADCP, Thailand, pp: 135-147.
- Www. Engormix, 1999-2016.** Write by: Erik Visser.
- Yamamoto, T., Akiyama, T., 1995.** Effect of carboxymethylcellulose, alpha starch, and wheat gluten incorporated in diets as binders on growth, feed efficiency, and digestive enzyme activity of fingerling Japanese flounder. Fisheries Science. 61:309-313.
- Obaldo, L.G., Dominy, W.G., Terpstra, J., Cody, J., Behnke, K., 1998.** Does size matter? International Aquafeed 1: 29-32.
- Odum, I.E., 1984.** Smectite clay minerals: properties and uses, Philosophical Transactions of the Royal Society of London A. 311:391-409.
- Orire, A.M., Sadiku, S.O.E., Tiamiyu, L.O., 2010.** Evaluation of Yam Starch (*Discorea rotundata*) as Aquatic Feed Binder Pakistan Journal of Nutrition 9 (7): 668-671.
- Pearce, C., Daggett, T., Robinson, S., 2001.** Effect of binder type and concentration on prepared feed stability and gonad yield and quality of the green sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis*. Aquaculture 205: 301- 323.
- Pereira-Pacheco, F., Robledo, D., Rodríguez-Carvajal, L., Freile-Pelegrin, Y., 2007.** Optimization of native agar extraction from *Hydropuntia cornea* from Yucatán Mexico. Bioresource Technology. 98: 1278-1284.
- Pfeifer, V.F., Sohns, V.E., Conway, H.F., Lancaster, E.B., Dabic, S., Griffin, E.L., 1960.** Two-stage process for dialdehyde starch using electrolytic regeneration of periodic acid. Industrial and Engineering Chemistry Research, 52: 201-206.
- Pigott, M.G., Heck, N.E., Stockard, R.D., Halver, J.E., 1982.** Special feeds. In: Fish Nutrition (Halver, J.E. Ed.) John Wiley and Son, New York, pp: 657.
- Pigott, M.B., Tucker, W.B., 1989.** Special Feeds in fish Nutrition (2nd Ed.). Academic Press
- Ponte, J.C., Reed, G., 1982.** Bakery Foods. In: Reed G (ed) Prescott and Dunn's Industrial Microbiology, 4th edition pp 246 - 292 AV Publishing Connecticut. (Ponte and Reed, 1982; Magnus, 1982) .Magnus P (1982) *Food science and technology*. Dale 4th edition. pp 43 - 72.
- Romero, J.B., Villanueva, R.D., Montaña, M.N.E., 2008.** Stability of agar in the seaweed *Gracilaria eucheumatoides* (Gracilariales, Rhodophyta) during postharvest storage, Bioresource Technology. 1435-1441.
- Rosenlund, G., Utne, F., 1981.** Bindemidler i &for til fisk. Fiskeridirektoratets Vitamininstitut, Bergen, Norway. Rapporter og Oversikter, No. 13 A/B, 56 P.
- Seixas Filho, J.T., Rostagno, H.S., Queiroz, A.C., Euclides, R.F., Barabara, Jr., P., 1997a.** Evaluation of the performance of post-larvae of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* fed with balanced diets containing different binders. Revista. Brasileira De Zootecnia 26: 638-644.
- Skilicorn, P., Spirar, W., Journey, W., 1993.** Duckweed Aquaculture. A new Aquatic Farming