بررسی اثرات حشرات در جیره غذایی آبزیان در مقایسه با جیره های غذایی دیگر و نقش آن در پرورش ماهی

علی بیگی کلشتری[1*]، ابوالفضل بحری[2]

1-دانشگاه تهران
2- سازمان شیلات ایران
*آدرس الکترونیکی نویسنده مسئول:ali_beigi2002@ut.ac.ir

چکیده

پرورش و نگهداری لارو ماهیان بحرانی ترین و حساس ترین مرحله در چرخه تولید بسیاری از گونه های ماهیان است در پرورش لارو ماهیان اصلی ترین مسئله تامین غذای با کیفیت بالاست که به سهولت بوسیله لارو ماهی مورد قبول و هضم شود حشرات فراوان ترین موجودات شناخته شده می باشند که نقش مهمی را در شبکه های غذایی زیستگاههای آب بازی می کنند. از محسنات حشرات شامل ، پرورش انبوه ، ارزان ، چرخه زندگی کوتاه، سازگار با محیط زیست و همخوانی ترکیبات تشکیل دهنده با نیازهای ماهی ، لارو زنده آنها حاوی بیش از 50 درصد پروتئین است و بخش قابل توجهی از چربی های تشکیل دهنده آن شامل اسیدهای چرب غیر اشباع می باشند. بررسی دانشمندان نشانگر این است حشرات در آینده نزدیک یکی از منابع تامین کننده نیازهای غذایی صنعت آبزی پروری به ویژه آبزیان زینتی خواهند بود. مزایای مهم حشرات در میزان پروتیین بالا، چربی پایین و املاح و ویتامین فراوان و طعم متنوع موجود در بدن آنها است. ارتباط ما بین استفاده از حشرات در تغذیه لارو ماهیان و افزایش مقاومت به استرس های محیطی در مورد گونه های دیگر ماهیان گزارش شده است.

در محدودیت استفاده از آرد ماهی می توان به افزایش قیمت آرد ماهی و منابع ناکافی تولید آرد ماهی اشاره کرد. نتایج استفاده از حشرات بجای آرد ماهی پذیرش بازار برای محصولات به دست آمده از رژیم غذایی مبتنی بر حشرات، پروفایل متعادل مواد مغذی به عنوان منبع بالقوه برای تغذیه آبزیان، سازگاری پرورش حشرات با محیط زیست، به منظور تولید حشرات در مقیاس صنعتی، بهبود امکانات پرورش مقرون به صرفه و اقدامات و استانداردهای بهداشتی برای پیشگیری از بیماری ها و آلودگی در طول فرآیند پرورش می باشد. در تحقیقی که بوسیله دلاور و همکاران (قربان پور دلاور، 1395) انجام شد استفاده از پودر حشره مگس گوشت خوار *Chrysomya megacegphala* بعنوان جایگزین بهینه آرد ماهی اثبات شده و بر شاخص های رشد ماهی تاثیرات مناسب داشته است. پروتئین های گیاهی(کنجاله سویا) حاوی سطوح پائینی از اسیدهای آمینه گوگرد دار(سیستئین، متیونین و تورین) مورد نیاز هستند(Brinker and Reiter,2011).

آرد ماهی شامل مکملهای غذائی و پروتئینی در تغذیه آبزیان می باشد و به واسطه ویژگیهایش از اهمیت خاصی بر خوردار است از جمله آرد ماهی یک منبع غنی پروتئینی می باشد و از نظر دارا بودن اسیدهای آمینه ضروری همانند متیونین و لیزین که برای رشد و تولید اهمیت زیادی دارد سرشار می باشد. در این میان حشرات که بخشی از غذای طبیعی ماهیان محسوب می شوند و اثرات اکولوژیکی کمی داشته و نیاز به زمین زراعی کمی دارد از طرفی حشرات ارزش پروتئینی بالایی دارند لذا گزینه خوبی برای جایگزینی با آرد ماهی می باشند(Heny *et al*., 2015). نتایج بررسی اثرات جایگزینی پروتئین پودر خون به جای پودر ماهی در جیره غذایی ازون برون در مرحله انگشت قد برشاخص های رشد و ترکیب لاشه و یافتن حد بهینه جایگزینی، نشان داد که افزایش جایگزینی به بیش از 40 درصد موجب کاهش درصد افزایش وزن بدن، وزن نهایی، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و نسبت بازده پروتئین گردیده است(سید حسنی و همکاران، 1391).

کلمات کلیدی: غذای زنده، حشرات، آرد ماهی، ماهیان پرورشی، جیره غذایی آبزیان

مقدمه

تأمین غذای مناسب و کافی از مهم ترین عوامل مؤثر در پرورش ماهی به شمار می رود. اگر ماهی گرسنه نگه داشته شود و مواد غذایی مورد نیاز آن، به خصوص اسید آمینه، ویتامین ها و مواد معدنی کافی به آن نرسد، باعث ضعیف شدن ماهی و سپس آلوده شدن آن به انواع بیماری ها و سرانجام باعث کاهش رشد و سپس باعث مرگ و میر خواهد شد.

این مسأله به ویژه در مرحله پرورش لارو یا بچه ماهیان نورس که هنوز سیستم گوارشی آنها تکامل نیافته است، اهمیت زیادی دارد. در این مرحله غذاهای طبیعی از جمله روتیفرها، با به همراه داشتن مواد غذایی ضروری برای ماهی بهترین نوع غذا بوده و غذای دستی به تنهایی جوابگوی نیاز غذایی ماهی نمی باشد. ترکیب جیره غذایی باید دارای پروتئین حیوانی باشد. پروتئین حیوانی اسیدهای آمینه، املاح و ویتامین های مورد نیاز برای رشد ماهی را تأمین می کند، در نتیجه ماهی قادر به رشد سریع طبیعی خواهد بود. این موضوع در رشد و نمو سلولهای تخم نیز تأثیر فراوانی خواهد داشت.

موجودات آبزی به مقادیر متفاوتی پروتئین (حدود 28-56 درصد) در جیره غذایی خود نیاز دارند. پروتئین موجود در جیره غذایی از نظر فیزیولوژیکی و اقتصادی حائز اهمیت است . بخاطر اینکه زیاد شدن پروتئین در جیره غذایی باعث زیاد شدن هزینه و کم شدن آن سبب کم شدن رشد می شود.

در پرورش آبزیان ، هزینه غذا تقریبا نصف هزینه های تولید را شامل می شود(Thoman *et al*.,1999) و منابع پروتئینی عموما گران ترین ترکیب جیره بوده و به تنهایی حدود 70 درصد هزینه را شامل می شود. در حال حاضر آرد ماهی یکی از گران ترین اجزایی است که در درصدهای بالا(35-55 درصد) درجیره غذایی ماهیان و سایر آبزیان استفاده می شود. درصد پروتئین بالا ، هضم پذیری مطلوب و اشتها آور بودن آن (Miles and chapman.,2006; Nguyen *et al*., 2009) موجب شده آرد ماهی از منابع مهم اسیدهای چرب ضروری و منبع انرژی آبزیان محسوب شود.

یکی از مشکلات موجود قیمت آرد ماهی بسیار متغیر و رو به افزایش است و با گذشت زمان از کیفیت آن کاسته می شود. در چند سال گذشته کوشش های زیادی برای یافتن جانشین آرد ماهی با استفاده از منابع جانوری (Sun *et al*., 2014; Arnauld *et al*., 2016) و گیاهی (Brinker and Reiter, 2011; ajani *et al*., 2016) صورت گرفته است . این مقاله با معرفی حشرات به بررسی امکان نقش آفرینی حشرات در تامین نیاز غذایی آبزیان می پردازد.

مواد و روش ها

ارتباط آبزیان با حشرات آبزی بودن حدود 5 درصد از یک میلیون گونه حشرات شناخته شده خود به تنهایی به تاثیر مهم و حیاتی حشرات در ا کوسیستم های آبی اشاره دارد.

با توجه به دشواری پرورش حشرات آبزی در دهه های اخیر (Ogunji *et al*., 2006) گونه های متعددی از حشرات غیر آبزی از جمله ملخ ها (Okoye and Nnaji., 2004) پروانه ها (Anvo *et al*., 2016)، مگس ها (Gaffigan,2017) و سوسک ها (Barroso *et al*., 2014) که دسترسی یا پرورش آنها مقرو به صرفه بوده است برای تامین نیاز غذایی آبزیان مورد توجه قرار گرفته اند.

سوسک زرد آرد (*Tenebrio molitor*) یکی از محدود حشراتی است که با داشتن ترکیباتی نسبتا مشابه با آرد ماهی و هزینه تولید نسبتا پایین به عنوان یکی از جانشین های آرد ماهی مورد عنایت قرار گرفته است.

معرفی سوسک زردآرد

جایگاه رده بندی: سوسک زرد آرد از راسته سخت بال پوشان (سوسک ها) بالا خانواده Tenbrionoidea خانواده Tenebrionidae است. این خانواده که به سوسک های تاریک زی معروف هستند یکی از خانواده های مهم سلسله جانوری محسوب می شوند. گونه های توصیف شده آن به بیش از هزار گونه می رسد که بطور قابل توجهی بیش از گونه های شناخته شده بسیاری از جانوران از پرندگان است.

آنها بیشتر در محل های تاریک و نمناک مانند زیر تخت سنگ ها و برگ های ریخته شده زندگی می کنند. رژیم غذایی آنها بیشتر پوسیده خواری است و نقش مهمی در زیست بوم ها در تجزیه بقایای گیاهی و جانوری دارند. تعداد کمی از آنها بعلت تغذیه از محصولات انباری دارای اهمیت اقتصادی قابل توجه می باشند(Watt, 1974).

زیست شناسی و اکولوژی

هر چند سوسک زردآرد بومی اروپا است ولی امروزه دارای پراکنش جهانی بوده و در اکثر مناطق دنیا یافت می شود. از دیدگاه خسارت زایی، حشره ای با درجه اهمیت متوسط است. و از انواع غلات و فر آورده های آسیاب شده آنها تغذیه می کنند . هرچند آنها غلات در حال پوسیدگی و یا آسیاب شده دارای رطوبت را ترجیح می دهند ولی می توانند از مواد دیگری چون آرد ، سبوس، نان ، گوشت ، پرپرندگان و حشرات مرده نیز تغذیه نمایند. آنها در مرحله لاروی از جنین و بخش های نرم دانه ها تغذیه می کنند ، ولی در مرحله حشره کامل بیشتر از سایر حشرات موجود در محیط تغذیه می نمایند. در طبیعت فرم زمستان به صورت لارو می باشد که در بهار و یا اوایل تابستان بعد از طی مرحله شفیرگی به حشره کامل تبدیل می شوند. حشرات ماده به طور متوسط 276 عدد تخم تولید می کنند. طول دوره رشد جنینی (تخم) به شدت تحت تاثیر دما قرار دارد. لاروهای تازه از تخم خارج شده 2 میلی متر طول داشته و سفید رنگ هستند. آنها بعد از تغذیه کردن به رنگ قهوه ای روشن در می آیند و طول آنها به 2 الی 3 سانتی متر می رسد.

طول دوره لاروی سه ماه و در شرایط نا مناسب تا دو سال می باشد. آنها بین 8 تا بیش از 20 مرتبه در طول مرحله لاروی پوست اندازی می کنند. شفیره ها فاقد پیله بوده و حدود یک سانتی متر طول دارند. طول شفیرگی بین 5 تا 40 روز می تواند متغیر باشد. طول عمر حشرات کامل 37 تا 96 روز است. جفتگیری یک هفته بعد از خروج از شفیرگی آغاز و تا پایان عمر چند مرتبه تکرار می شود (Ghaly and Alkoaik, 2009).

دمای 25 درجه سانتیگراد و رطوبت 75 درصد با 16 ساعت روشنایی بهترین شرایط برای رشد و نمو این حشره است . در دمای 35 درجه سانتگیراد طول عمر حشرات کامل به حداقل می رسد. دمای حداقل و حداکثر کشنده به ترتیب 10 و 35 درجه سانتیگراد می باشد. بیشترین نرخ تولید مثل در دمای 25 درجه سانتیگراد انجام می شود.

ترکیبات تشکیل دهنده سوسک زردآرد

از آب، موادآلی و معدنی تشکیل شده است (جدول 1).

جدول 1: مقایسه درصد ترکیبات تشکیل دهنده لاروهای زنده و خشک (Siemianowska *et al.*, 2013)

مرحله زندگی	ترکیبات تشکیل دهنده			
	آب	پروتئین	چربی	خاکستر
لارو زنده	56.27	17.92	21.93	1.55
پودر لارو خشک شده	2.43	44.72	42.48	3.69

تناسب بین این ترکیبات بستگی زیادی به مرحله زندگی ، نوع رژیم غذایی و شرایط محیط پرورش دارد. بررسی های یو و همکاران (Yoo *et al.*, 2013) نشان می دهد که محتوی تشکیل دهنده لاروها که در دو کشور متفاوت (چین و کره) پرورش یافته اند باهم متفاوت است (جدول 2).

جدول 2: مقایسه محتوی تشکیل دهنده لارو سوسک زردآر د پرورش یافته در چین و کره (Yoo et al.,2013)

محتوی تشکیل دهنده لارو(درصد وزنی /وزنی)	لارو پرورش یافته در چین	لارو پرورش یافته در کره
رطوبت	3.72	2.90
پروتئین خام	52.99	5.32
چربی خام	27.25	33.70
خاکستر خام	4.28	3.73
فیبر خام	4.70	4.81
هیدارت کربن	11.77	9.32

درصد ماده خشک ، پروتئین خام، میزان فسفر و اسید چرب کل در رژیم غذایی متفاوت متغیر می باشد. اونینس و همکارن (Oominex *et al*., 2015) نشان داده اند که لاروهایی که از غذاهای دارای پروتئین و چربی بالا تغذیه می کنند در مقایسه با لاروهایی که از غذاهای دارای پروتئین و چربی کم تغذیه می کنند حاوی درصد ماده خشک ، پروتئین خام، میزان فسفر بیشتری هستند ولی اسید چرب کل آنها کمتر است (جدول 3).

جدول 3: درصد ماده خشک ، پروتئین خام، میزان فسفر (گرم / کیلوگرم ماده خشک) و اسید چرب کل سوسک زردآرد تغذیه شده با رژیم غذایی مختلف (Oominex *et al*.,2015)

نوع رژیم غذایی	درصد ماده خشک	پروتئین خام	فسفر	مجموع اسید چرب
دارای پروتئین و چربی بالا	41.5	53.6	8.9	26.5
دارای پروتئین بالا و چربی پایین	36.7	53.5	8.8	23
دارای پروتئین کم و چربی بالا	37.2	44.4	8.8	26.8
دارای پروتئین کم و چربی کم	38.2	47.5	8.2	28.5
شاهد 1	39.8	50.4	9.7	27
شاهد2	39.2	49.2	7.7	30.9
دارای پروتئین و چربی بالا + هویج	32.3	51.3	8.3	22.6
دارای پروتئین بالا و چربی کم + هویج	35.1	53.3	8.4	23.6
دارای پروتئین کم و چربی بالا + هویج	34.8	44.1	7.8	27.2
دارای پروتئین کم و چربی کم + هویج	30.2	48.3	7.9	24.8
شاهد 1 + هویج	35	50.4	9.2	24.8
شاهد 2 + هویج	36	47.8	7.9	34.5

پروفایل اسیدهای آمینه موجود در لاروها نیز تحت تاثیر رژیم غذایی آنها قرار می گیرد. برای مثال بررسی ها نشان می‌دهد میزان متیونین در لاروها تغذیه شده با رژیم های غذایی متفاوت می تواند بین 1.01 الی 1.73 در 100 گرم متغیر باشد(ارباب، 1396).

پروتئین ها

تقریبا نیمی از وزن خشک لاروهای سوسک زردآرد را پروتئین تشکیل می دهد . همانطور که می دانید اسیدهای آمینه اجزای تشکیل دهنده پروتئین ها هستند.

بررسی ها نشان می دهد مقدار و نوع اسیدهای آمینه موجود در حشرات کامل و لاروها با هم متفاوت است (Finke, 2007; Makkar *et al*., 2014).

باید توجه داشت که مقادیر اشاره شده مربوط به رژیم غذایی استاندارد است و با تغییر رژیم غذایی، سن و مرحله زندگی مقدار بعضی از اسیدهای آمینه بخصوص اسیدآمینه ایزولوسین ، لوسین، تریپتوفان و میتونین تغییر می‌نماید(جدول 4)

جدول 4: درصد اسیدهای آمینه در لاروهای خشک (Jin *et al*., 2016)

اسیدآمینه	مقدار(درصد)	اسید آمینه	مقدار(درصد)
Aspartic acid	3.07	Glycine	2.04
Cysteine	.35	Histidine	1.07
Methionine	.54	Proline	2.23
Lysine	1.86	Phenylalanine	1.26
Isoleucine	1.39	Serine	1.86
Leucine	2.81	Threonine	1.57
Glutamic acid	4.57	Valine	3.14

چربی

مقدار چربی لارو، شفیره و حشره کامل در جدول شماره 5 ارایه شده است.

جدول 5: میزان چربی لارو و شفیره و حشره کامل سوسک زردآرد (Manzano-Agugliaroa *et al*., 2012)

مرحله رشد	مرحله پرورش	درصد چربی (ماده خشک)
حشره کامل	آزمایشگاه	18.4-14.9
شفیره	طبیعت	36.6
شفیره	آزمایشگاه	41.5-30.8
لارو	آزمایشگاه	35.2-30.1
لارو	طبیعت	38.2

نتایج

1- دسترسی به حشرات در طول سال و امکان بهبود کیفیت لاروهای تولید شده

2- ارزش غذایی بالای حشرات و متعاقب آن افزایش درصد بازماندگی لاروهای ماهیهایی که از حشرات استفاده کرده اند

3- افزایش مقاومت لاروهای ماهیان به عوامل و استرسهای محیطی بعنوان مثال لاروهای قزل آلای رنگین کمان(Rainbow trout)

4- فزایش مقاومت بچه ماهیان به تغییرات درجه حرارت 5- پروتئین های گیاهی(کنجاله سویا) حاوی سطوح پائینی از اسیدهای آمینه گوگرد دار(سیستئین، متیونین و تورین) مورد نیاز هستند(Brinker and Reiter, 2011).

5- حشرات و لارو آنها از جمله سنجاقکها، دوبالان، یکروزه ها، سوسکهای آبی، نیم بالان و... از مهمترین حشرات موجود در آب هستند که مراحل لاروی و شفیرگی را در آب می گذرانند و غذای خوبی برای ماهیان به شمار می روند.

6- شیرونومید ها که در گل و لای کف استخر زندگی می کنند، قرمز رنگ بوده و 1 تا 1/5 سانتیمتر طول دارند . بعضی از شیرونومیدها سبز رنگ بوده و بر روی گیاهان آبزی زندگی می کنند. با اینکه لارو حشرات غذای خوبی برای بچه ماهیان و ماهیها محسوب می شوند، برخی از آنها مثل لارو سنجاقکها و نیم بالان و سوسکهای آبی برای لاروها و بچه ماهیان خطرناک بوده و آنها را شکار می کنیم.

7- تحقیق عنوان بررسی اثرات استفاده از پودر حشره مگس گوشتخوار *Chrysomya megacephala* به منظور جایگزین مناسب آرد ماهی بر شاخصهای رشد ماهی اسکار سلطنتی (*Astronotus ocellatus*) و تعیین میزان جایگزینی بهینه، تحقیقی در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج نوع جیره غذایی آزمایشی مشتمل بر یک رژیم غذایی کنترل (M0) حاوی آرد ماهی بدون پودر حشره و 4 جیره غذایی M25,M50,M75,M100 با افزایش سطوح جایگزینی 25، 50، 75و 100 درصد پودر حشره با آرد ماهی، به مدت 12 هفته انجام شد .بهترین نتایج در شاخصهای رشد و بازماندگی از بکار

گیری پودر حشره مگس گوشتخوار به جای آرد ماهی مشاهده شد. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، می توان 100 درصد به عنوان منبع پروتئین جهت بهبود رشد و افزایش بازماندگی ماهی اسکار سلطنتی استفاده نمود.

نتایج بدست آمده در ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) توسط Belforti و همکاران(2015) اثر گنجاندن رژیم غذایی بدون چربی با استفاده از پودر فرآوری شده لارو سوسک زرد با نام تجاری Ynesct TMP-465 را بر رشد، مصرف خوراک ، ضریب تبدیل خوراک، ترکیب بدن و هضم ظاهری مواد مغذی در ماهی قزل آلای رنگین کمان بررسی شده است. پنج نوع رژیم غذایی شامل یک رژیم غذایی حاوی 25 درصد پودر ماهی(شاهد) و 4 نوع رژیم غذایی آزمایشی به ترتیب 60،30،20 و 100 درصد پودر ماهی با غذای تجاری ذکر شده جایگزین شده بود مورد بررسی قرار گرفته است و همه پنج جیره غذایی به طور یکنواخت آماده شدند و شامل مقادیر مشابه ای از پروتئین خام(48.5٪) ، چربی (22.7٪) و انرژی خام (23.2 کیلوژول بر گرم) بودند. میزان بقای ماهیان در تمام رژیم غذایی 100درصد گزارش شد. وزن ماهیهای تغذیه شده با رژیم غذایی Y25 (100 درصد جایگزین پودر ماهی)، 8 برابر نشان داد که در مقایسه با وزن نهایی بدن ماهی های شاهد حدود 41 درصد بالاتر می باشد (جدول6). رشد قزل آلای رنگین کمان تغذیه شده با پشه خانگی معمولی(*Culex pipens*) منجمد، به دلیل اینکه جیره متعادل شده نبود و یا اندازه ذرات غذایی مختلف بود تحت تاثیر قرار گرفت(Ostaszewska *et al*., 2011).

رشد قزل آلای رنگین کمان تغذیه شده با پشه خانگی معمولی(*Culex pipens*) منجمد، به دلیل اینکه جیره متعادل شده نبود و یا اندازه ذرات غذایی مختلف بود تحت تاثیر قرار گرفت(Ostaszewska *et al*., 2011).

جدول 6: وضعیت بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان بعد از 60 روز تغذیه از رژیم های غذایی مختلف (Belforti *et al*., 2015)

شاخص مورد ارزیابی	رژیم غذایی				
	شاهد	1	2	3	4
وزن نهایی(گرم)	30.27	31.57	34.85	37.15	42.87
نرخ رشد(درصد/روز)	3	3.10	3.24	3.31	3.57
غذای خورده شده	2.63	2.49	2.30	2.28	2.23
نرخ تبدیل غذا	1.10	1.02	0.92	0.9	0.85
نرخ کارایی پروتئین	2.01	2.17	2.40	2.46	2.56

وزن نهایی بدن ماهی یک پاسخ وابسته به دوز برای گنجاندن TMP-465 در رژیم غذایی را نشان داد به طوریکه با افزایش جایگزینی پودر لارو سوسک زرد با پودر ماهی، بر وزن ماهیان افزوده شده است . نرخ رشد خاص ماهیان از یک الگوی مشابه که بین 3 تا 3.57 ٪ در روز متغیر بوده است، پیروی کرده است. به طور کلی نشان میدهد که غذای TMP-465 می تواند به طور کامل جایگزین پودر ماهی در رژیم غذایی بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان و سایر ماهیان آزاد قرار گیرد و اثر مثبتی بر ضریب تبدیل غذا و رشد آنها داشته باشد.

بحث

اولین مطالعات در زمینه اثر حشرات در خوراک ماهیان بر روی گربه ماهی، تیلاپیا و کپور انجام شدند و در چند دهه اخیر آزمایش تغذیه با جیره حاوی حشرات روی ماهیان مختلف از جمله ماهیان گوشتخوار انجام شده است(Heny *et al*., 2015). به طور معمول آرد ماهی و کنجاله سویا رایج ترین منابع پروتئین مورد استفاده در خوراک ماهیان پرورشی و زینتی می باشد. آرد ماهی دارای ارزش غذایی بالایی است که شامل حداقل 50 درصد پروتئین خام و تمام اسیدهای آمینه ضروری و مورد نیاز جاندار است. در حالیکه پروتئین های گیاهی حاوی سطوح پایینی از اسیدهای آمینه گوگرد دار (سیستئین، متیونین و تورین) مورد نیاز هستند (Brinker and Reiter, 2011).

در این میان حشرات که بخشی از غذای طبیعی ماهیان محسوب می شوند و اثرات اکولوژیکی کمی داشته و نیاز به زمین زراعی کمی دارد از طرفی حشرات ارزش پروتئینی بالایی دارند لذا گزینه خوبی برای جایگزینی با آرد ماهی می باشند(Heny *et al*.,

2015). یکی دیگر از گزینه های خوب برای جایگزینی با آرد ماهی مگس گوشتخوار است. این مگس از خانواده مگس های لاشه خوار بوده و می توان آن را در اطراف لاشه های تجزیه شده مشاهده کرد. آنها آنزیم هایی برای تبدیل بافت به پروتئین ترشح می کنند. این فرم از پروتئین به راحتی قابل جذب است(Jeffery *et al*., 2001).

در تحقیقی که بوسیله دلاور(قربان پور دلاور، 1395) انجام شد استفاده از پودر حشره مگس گوشتخوار *Chrysomya megacephala* بعنوان جایگزین بهینه آرد ماهی اثبات شده چرا که بر شاخص های رشد ماهی اسکار سلطنتی(*Astronotus ocellatus*) تاثیرات بیشتر و مناسب داشته است. ماهی اسکار سلطنتی از شناخته شده ترین ماهی های زینتی گوشتخوار از خانواده(Chichlidae) سیکلیده است زیستگاه اصلی ماهی اسکار رودخانه آمازون می باشد (Wainwright and waltzek, 2003)

تیلاپیای نیل تغذیه شده با مخلوطی از سبوس گندم و 20 درصد مگس، رشد، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و بقاء بهتری را در مقایسه با ماهیانی که فقط از سبوس گندم تغذیه شده بودند نشان داد که احتمالا به دلیل متعادل تر و سازگاری بهتر جیره با نیازهای ماهی بود(Ebenso and udo, 2003). نتایج بررسی اثرات جایگزینی پروتئین پودر خون به جای پودر ماهی در جیره غذایی ازون برون در مرحله انگشت قد بر شاخص های رشد و ترکیب لاشه و یافتن حد بهینه جایگزینی، نشان داد که افزایش جایگزینی به بیش از 40 درصد موجب کاهش درصد افزایش وزن بدن، وزن نهایی، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و نسبت بازده پروتئین گردیده است(سید حسنی و همکاران، 1391)

با تولید انبوه آرد ماهی، یعنی به خطر انداختن محیط زیست دریایی. بنابراین جایگزینی خوراک دام با حشراتی که از برگ درختان تغذیه می‌کنند، می‌تواند به ذخیره بیش تر ماهی در دریاها برای تغذیه انسان کمک کرده و اقیانوس‌ها از این طریق، ترمیم پیدا کنند. ضمن اینکه کاهش گازهای گلخانه‌ای در طول زنجیره تولید تا فروش را به همراه دارد.

علاوه بر موارد ذکر شده، با توجه به اولویت‌هایی که در حفاظت از منابع آبی این کشور وجود دارد، تامین پروتئین از طریق حشرات، بسیار کارآمدتر از دیگر فرایندهای تامین پروتئین است.

برتری جایگزینی سویا با حشرات

هنوز هم استفاده از منابع جایگزین برای خوراک دام و طیور در حد شایعه مانده است . طبق تحقیقات انجام شده ، تنها یک جفت مگس نر و ماده قادرند در مدت زمان کمتر از ۶ ماه به حدی تولید مثل داشته باشند که منبع خوراک نامحدود و بدون مرگ و میر را ارائه بدهند. با توجه به این موضوع، حشرات می توانند منبع جایگزین ایده آلی برای سویا در خوراک حیوان باشند.

یکی از محققین دانشگاه Royal Agriculture انگلیس در این باره می گوید :"هنگامیکه حشرات را به عنوان منبع خوراک حیوان در نظر می گیریم ، بایستی به عادات غذایی حیوان نیز توجه داشته باشیم – مثلاً کرم مگس و شفیره حشراتی هستند که معمولا در پرورش طیور در فضای باز مصرف می شوند".

محدودیت پرورش حشرات

ملخ که تعداد تولیدکنندگان محدودی دارد و ملخ‌های تولیدی صادر می‌شوند، عقرب هم برای سم‌گیری و صادرات سم پرورش داده می‌شود و در مورد کرم‌های ابریشم هم در شهرهای شمالی توت‌خیز کشور به پرورش کرم ابریشم به منظور تولید ابریشم می‌پردازند.

در کشورمان عقرب هم جز وبندپایانی است که یا نابود می‌شود و یا در بهترین حالت اندک شرکت‌هایی هستند که سم آنها را استخراج می‌کنند؛ در بعضی کشورها مثل چین و تایلند عقربی را که البته به صورت بهداشتی پرورش پیدا کرده، به سیخ می‌کشند و کبابی مصرف می‌کنند. البته در این کشورها در مورد این موضوع که قبل از مصرف، سم یا زهر آن خارج شود، تدابیری اندیشیده شده است.

منابع

1. پاک، ف.، دستورالعمل اجرایی تکثیر و پرورش ماهی گرمابی انتشارات علمی آبزیان 1389

2. عمادی، ح.، تکثیر و پرورش ماهی های آکواریومی آب شیرین، انتشارات علمی آبزیان 1394
3. آذری تاکامی، ق.، تکثیر و پرورش تاس ماهیان(ماهیان خاویاری) انتشارات دانشگاه تهران 1394
4. عمادی، ح.، جزوء آموزشی و درسی تغذیه آبزیان دانشگاه 1394
5. آدمی پور، ن.، عسکری ساری، ا نقش غذای زنده در پرورش لارو ماهیان خاویاری همایش بین المللی افق های نوین در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست ٬1395
6. موسوی، ثابت، ح.، اصول تغذیه در آبزی پروری(ماهیان گرمابی، سردابی، دریایی، زینتی و میگوها) 1394 انتشارات آدینر
7. موسوی، ثابت، ح.، غذای زنده در تغذیه آبزیان 1394 انتشارات آدینر
8. کیوان، ا.، ماهیان خاویاری ایران، شرکت سهامی شیلات ایران تهران 1382
9. اصول تغذیه و غذا دهی در ماهیان گرمابی 1396 انتشارات جهاد کشاورزی
10. مخیر، ب.، ماهیان پرورشی 1389 انتشارات دانشگاه تهران
11. ارباب، عباس.، 1396نقش حشرات در جیره غذایی آبزیان مطالعه سوسک زرد آرد، دانشگاه آزاد، اسلامی واحد تاکستان
12. فاطمه سادات، ت.، کیهانی ثانی، ع.، یونسی پور، ح.، ترکیب جمعیتی فیتوپلانکتون استخر و میزان هضم آن توسط فینگرلینگ های فیتوفاگ، استانهای مازندران و گلستان
13. قربان پور دلاور، م .، چنگیزی، ر.، منوچهری، ح.، 1395، مقایسه اثر سطوح مختلف پودر لارو مگس گوشتخوار *Chrysomya megacephala* بر شاخص های رشد، تغذیه و بازماندگی در رژیم غذایی ماهی اسکار سلطنتی *Astronotus ocellatus*
14. تهامی، ف.، کیهان ثانی، ع.، یونسی‌پور، ح.، 1392 بررسی ترکیب جمعیتی فیتوپلانکتون استخر فینگرلینگ‌های فیتوفاگ، طرح تحقیقاتی گزارش نهایی پژوهشکده اکولوژی دریای خزر.
15. احمدی، محمدرضا؛ موسوی ننه کران،کریم؛ مقاله شناسایی و معرفی شیرونومیده سواحل جنوبی دریای خزر 1370
16. دوره عمومی پرورش ماهیان گرمابی اداره کل آموزش و ترویج شرکت سهامی شیلات ایران
17. دوره تکمیلی پرورش ماهیان گرمابی اداره کل آموزش و ترویج شرکت سهامی شیلات ایران
18. Ghaly A. (2009) The use of insects as human food in Zambia. *OnLine J Biol Sci* 9, 93-104.
19. Nakagaki B., Sunde M. & DeFoliart G. (1987) Protein quality of the house cricket, Acheta domesticus, when fed to broiler chicks. *Poultry Science* 66, 1367-71.
20. www. AQUATIC FOOD WEB.com
21. Belforti, M., Gai, F., Lussiana, C., Renna, M., Malfatto, V., Rotolo, L., De Marco, M., Dabbou, S., Schiavone, A., Zoccarato, I. and Gasco, L., 2015.*Tenebrio molitor* meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets: effects on animal performance, nutrient digestibility and chemical composition of fillets. Italian Journal of Animal Science. 14:4170.
22. Brinker, A. and Reiter, R., 2011. Fish meal replacement by plant protein substitution and guar gum addition in trout feed, Part I: Effects on feed utilization and fish quality. Aquaculture, 310(3-4): 350-360.
23. FAO, 2010. The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO, Rome, Italy.
24. Finke, M.D., 2007. Estimate of chitin in raw whole insects. Zoo Biology. 26: 105–115.
25. Ghaly, A.E. and Alkoaik, F.N., 2009. The yellow mealworm as a novel source of protein. American Journal of Agricultural and Biological Sciences. 4(4): 319–331.
26. Jin, X.H., Heo, P.S., Hong, J.S., Kim, N.J. and Kim, Y.Y., 2016. Supplementation of dried Mealworm (*Tenebrio molitor* larva) on Downloaded from Growth Performance, Nutrient

Digestibility and Blood Profiles in weaning pigs. Asian Australas Journal of Animal Society. 29(7): 979-986.

27. Manzano-Agugliaroa, F., Sanchez-Murosb, M.J., Barrosob, F.G., Martin-Sanchezc, A., Rojo, S. and Pérez-Banon, C., 2012. Insects for biodiesel production.Renewable and Sustainable Energy Reviews. 16: 3744– 3753.
28. Miles, R.D. and Chapman, F.A., 2006. The benefits of fish meal in aquaculture diets. University of Florida. Document. FA 122P.
29. Nguyen, N., Davis, D.A. and Saoud, P., 2009. Evaluation of alternative protein sources to replace fish meal in practical diets for juvenile Tilapia, *Oreochromis* spp. Journal of the World Aquaculture Society. 40: 113-121.
30. Ogunji, J.O., Kloas, W., Wirth, M., Schulz, C. and Rennert, B., 2006. Housefly maggot meal (Magmeal): Anemerging substitute of fishmeal in Tilapia diets.Stuttgart-Hohenheim, Conference on International Agricultural Research for Development. October 11-13, 2006.
31. Oonincx, D.G.A.B., van Broekhoven, S., van Huis A. and van Loon J.J.A., 2015. Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. PLoS ONE,10(12): e0144601. Doi: 10.1371/ journal.pone.0144601.
32. Siemianowska, E., Kosewska, A., Aljewicz, M., Skibniewska, K.A., Polak-Juszczak, L., Jarocki, A. and Jędras, M., 2013. Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European novel food. Agricultural Sciences. 4(6): 287- 291.
33. Sun, C.X., Xu, W.N., Li, X.F., Zhang, D.D., Jiang, G.Z. and Liu, W.B., 2014. Effect of fish meal replacement with animal protein blend on growth performance, nutrient digestibility and body composition of juvenile Chinese solf-shelled turtle *Pelodiscus sinensis*. Aquaculture Nutrition, pp: 1-11.
34. Thoman, E.S., Davids, A. and Arnold, C.R., 1999. Evaluation of growth out diets with varying protein and energy levels for red drum. Aquaculture. 176: 343-353.
35. Watt, J.C., 1974. A revised subfamily classification of Tenebrionidae (Coleoptera). New Zealand Journal of Zoology. 1(4): 381- 452.
36. Yoo, J.M., Hwang, J.S., Goo, T.W. and Yun, E.Y., 2013. Comparative analysis of nutritional and harmful components in Korean and Chinese mealworms (*Tenebrio molitor*). Journal of Korean Society Food Science Nutrition. 42(2): 249-254.