

ماهی تیلایا

گردآوری و تنظیم

دکتر رضا اسدی



فهرست مطالب

فصل اول: آشنایی با ماهی تیلاپیا و روش‌های پرورش آن.....	۴
خلاصه ای درباره تیلاپیا.....	۵
اقتصاد و آمار تولید تیلاپیا در جهان.....	۶
جنس اورئوکرومیس (Oreochromis).....	۶
تیلاپای نیل (Oreochromis niloticus).....	۷
تیلاپای آبی (Oreochromis aureus).....	۸
تیلاپای موزامبیک (Oreochromis mossambicus).....	۹
تیلاپای وامی (Oreochromis urolepis hornorum).....	۱۰
جنس ساروترودون (Sarotherodon).....	۱۱
جنس تیلاپیا (Tilapia).....	۱۱
خلاصه ای از روشهای پرورش تیلاپیا.....	۱۲
پرورش تیلاپیا در استخر.....	۱۲
پرورش تیلاپیا در تانک.....	۱۳
پرورش تیلاپیا در قفس.....	۱۴
ایجاد تیلاپای تک جنسی.....	۱۴
تیلاپیا در ایران.....	۱۵
فصل دوم: اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ در ماهی تیلاپیا.....	۱۶
اسید چرب امگا ۳.....	۱۷
تاثیرات امگا-۳ بر سلامت انسان.....	۱۸
مکانیسم عمل.....	۱۸
ماهی‌های روغنی.....	۱۹
امگا-۳ و امگا-۶ در تیلاپیا.....	۲۰

۲۳.....	اسید آراشیدونیک (Arachidonic acid).....
۲۷.....	مقایسه خصوصیات تغذیه‌ای ماهی تیلاپیا با برخی مواد غذایی و آبریان مصرفی معمول.....
۲۹.....	نتیجه گیری.....
۳۱.....	فصل سوم: فلزات سنگین در تیلاپیا.....
۳۲.....	مقدمه‌ای بر فلزات سنگین.....
۳۳.....	منابع انتشار فلزات سنگین.....
۳۳.....	فلزات سنگین در محیط‌های آبی.....
۳۴.....	اثرات فلزات سنگین بر انسان.....
۳۵.....	فلزات سنگین در آبریان.....
۳۷.....	بررسی مقالات میزان فلزات سنگین در تیلاپیا.....
۳۹.....	منابع.....

فصل اول:

آشنایی با ماهی تیلاپیا و روش‌های پرورش آن

خلاصه ای درباره تیلاپیا

تیلاپیا (*Tilapia*) یکی از جنسهای بزرگ خانواده سیچلیده (*Cichlidae*) است. ماهیانی که در محاوره به نام تیلاپیا گفته می شوند می توانند در یکی از جنس مجزای اورئوکرومیس (*Oreochromis*)، ساروترودون (*Sarotherodon*) و تیلاپیا (*Tilapia*) قرار گیرند (۵۸).

تیلاپیا یکی از مشهورترین ماهیان خوراکی است و بسیاری از گونه های آن را می توان به آسانی در حوضچه ها پرورش داد. این ماهیان یکی از مهمترین منابع پروتئینی آفریقا و مشرق زمین از هزاران سال قبل بوده و مصریان باستان این ماهی را در حوضچه هایی در امتداد رود نیل پرورش می دادند. امروزه نیز تیلاپیا یکی از مهمترین ماهیان خوراکی در تمام دنیا است و در آکواریوم نیز نگهداری می شود. دو مورد از معروفترین گونه های آکواریومی آنها تیلاپای گورخری (*Tilapia buttikoferi*) و تیلاپای خال دار (*Tilapia mariae*) است. از نمونه های پرورشی مهم آنها نیز تیلاپای نیل (*Oreochromis niloticus*) و تیلاپای موزامبیک (*Oreochromis mossambicus*) هستند که رشد سریع دارند و تا سنین سه سالگی قدرت تولید مثل را دارند. تیلاپای آبی (*Oreochromis aureus*) نیز به علت مقاومت بیشتر به آب و هوای سرد در مناطق با دمای هوای کمتر کشت داده می شود. تیلاپای وامی (*Oreochromis urolepis hornorum*) نیز یک انتخاب مناسب برای کشت دادن در مناطق با آبهای لب شور است زیرا تحمل شوری را به میزان بیشتری دارد (۵۸).

قدیمی ترین روش پرورش ماهی تیلاپیا، «پرورش در حوضچه ها» بوده است که در این روش ماهیان می توانند از غذاهای طبیعی موجود در حوضچه استفاده کنند. از اوایل قرن ۲۰ میلادی، دو روش کشت دیگری برای تیلاپیا استفاده شده است که «کشت درون تانک» و «کشت در قفس» بوده است (۵۸).

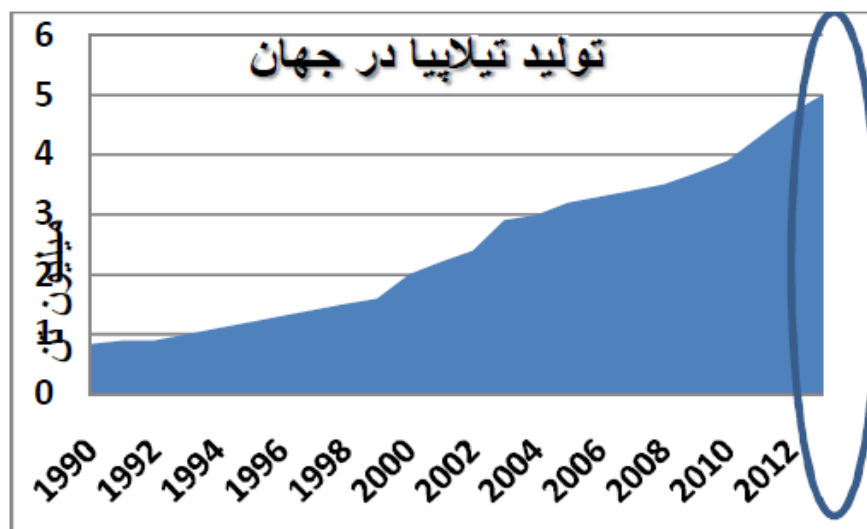
به منظور ایجاد ماهیان تیلاپیا مناسب تر برای کشت دادن و همچنین جذاب تر شدن آنها برای بازار غذایی، اقدام به ایجاد هیبریدها و سویه های مختلفی از تیلاپیا با جفت گیری بین آنها کرده اند. با این روش باعث ایجاد ماهیان تیلاپای قرمز رنگ در مغازه ها و جلوگیری از تولید مثل کنترل نشده تیلاپیا در مزارع پرورشی شده اند (۵۸).

از آنجایی که تیلاپیا یک نوع ماهی است که از نظر غذایی علاقمندان زیادی دارد امروزه به خیلی از مناطق مختلف دنیا وارد شده است. این ماهیان بسیار سازگارپذیر هستند و به راحتی به مکان جدید خود سازگار می شوند .

در جیره غذایی تیلاپیا می توان از پروتئین گیاهی به مقدار بالا استفاده کرد به همین خاطر قیمت تمام شده آن می تواند ارزان تر از سایر گونه های پرورشی تمام شود (۵۸).

اقتصاد و آمار تولید تیلاپیا در جهان

تیلاپیا دومین آبرزی پرورشی جهان پس از کپورها است و تولید آن از ۹۷۰ تن در ۲۰۰۲ به ۴/۹ میلیون تن در ۲۰۱۴ رسیده است. رشد جهانی صنعت پرورش تیلاپیا طی سال های اخیر ۱۲/۲-۶ بوده است. بیشترین تولید در آسیا (۷۹٪ کل جهان) صورت می گیرد. چین (۵۰٪ تولید جهان)، اندونزی، فیلیپین، تایلند، اکوادور، مصر، پس از آن قرار دارند. بزرگترین وارد کننده این ماهی امریکا (در کنار تولید در این کشور) است. در بازارهای جهانی قیمت هر کیلوگرم تیلاپیا کامل از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۱ برابر ۱/۳-۱ دلار و فیله فرآوری شده ۵-۳ برابر در همین مدت بوده است (۵۸).



جنس اورئوکرومیس (*Oreochromis*)

یکی از جنسهای مهم خانواده سیچلیده است که مهمترین ماهیان خوراکی و پرورشی تیلاپیا در این جنس قرار دارند. از مهمترین و مشهورترین گونه های متعلق به این جنس می توان به Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*)، Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)، Singida tilapia (*O. esculentus*) و Victoria tilapia (*O. variabilis*) اشاره کرد (۵۸).

تیلاپای نیل (*Oreochromis niloticus*)

یکی از مهمترین گونه های معمول پرورشی تیلاپیا در دنیا است. همچنین این گونه برای ایجاد هیبریدها و در نتیجه ایجاد نتایجی که برای کشت دادن مناسب تر باشند بیشتر استفاده می شود. هیبرید مشهور ND-21 تیلاپیا از نتیجه لقاح تیلاپای نیل ماده از لاین فامیلی ND-2 تیلاپیا با تیلاپیا آبی نر از لاین فامیلی ND-1 تیلاپیا بدست می آید (۵۸).

یکی از گونه های با رشد بسیار سریع است که می تواند در بسیاری از انواع آبها از دریاچه ها و رودخانه ها تا کانالهای پساب زندگی کند. بسیار انطباق پذیر بوده و از منابع غذایی مختلف (بیشتر شامل گیاهان) می تواند استفاده کند ولی بیشتر به فیتوپلانکتونها و جلبکهای بنتیک علاقه دارد. این ماهی بعنوان یک ماهی آب شیرین شناخته می شود ولی مقاومت بالایی نسبت به شوری دارد بطوریکه در آبهای لب شور نیز توان زندگی دارد. در محیط طبیعی در محدوده دمایی ۱۳/۵-۳۳ °C ساکن است (۵۸).



Nile Tilapia

تیلاپیا نیل بصورت طبیعی تیره رنگ است، ولی به علت تمایل بیشتر مصرف کنندگان به استفاده از رنگهای روشنتر از نظر اقتصادی کشت دهنده ها علاقه بیشتری به پرورش نسلهایی دارند که پیگمنت های خود را از دست داده اند.

این گونه هم مانند بسیاری از دیگر گونه های تیلاپیا توانایی سازگاری و تولید مثل بالایی دارد (۵۸)

تیلاپای آبی (*Oreochromis aureus*)

این ماهی بومی کشورهای کامرون، چاد، مصر، اردن، مالی، نیجر، نیجریه، عربستان سعودی و سنگال در مناطق استوایی و نزدیک به استوا و خاورمیانه است. به علت اینکه جزء ماهیان خوراکی محبوب بوده و سازگاری بالایی داشته، این ماهی توسط انسان به خیلی مناطق از جمله جنوب شرقی آسیا و آمریکا وارد شده است.

این ماهی در آبهای شیرین و لب شور توان زندگی را دارد ولی بطور معمول در آبهای شیرین وجود دارد. در آبهای با محدوده دمایی ۸-۳۰ °C قرار دارد و برای تولید مثل به آبهای با حداقل دمایی ۲۰-۲۲ °C نیاز دارد.

بزرگترین ماهی تیلاپای آبی که از نظر علمی دیده شده است، ۴۷/۵ cm طول و ۲۰۱۰ گرم وزن داشته است. ماده ها معمولاً وقتی به طول ۱۰ cm (حدود ۴ ماهگی) می رسند بالغ می شوند البته مواردی با اندازه کوچکتر که از نظر تخمدانی رسیده باشند نیز دیده شده است.

ماهیان جوان تیلاپا انواع مختلفی از تغذیه (مانند کوبه پودها، کلادوسرها و مهره داران کوچک) را دارند ولی بزرگترها بیشتر گیاهخوار هستند و از جلبکهای اپی فیتیک (هوازی) استفاده می کنند. البته گاهی نیز از ماهیان کوچک تغذیه می کنند. البته از آنجایی که این ماهی به راحتی رژیم غذایی خود را با محیط اطراف سازگار می کند، در آبهای مختلفی که مورد مطالعه قرار گرفته اند نتایج متفاوتی بدست آمده است.



Blue Tilapia

این ماهی از نظر لیست قرمز IUCS در لیست گونه های تهدید کننده قرار ندارد ولی وقتی در مناطق غیر بومی وارد می شود می تواند مشکلات ناشی از گونه های تهاجمی را داشته باشد (۵۸).

تیلاپای موزامبیک (*Oreochromis mossambicus*)

یکی از گونه های با رشد سریع است که از نظر خوراکی اهمیت دارد. این ماهی دارای گوشت سفید و ملایم است. بومی کشورهای مالاوی، موزامبیک، سوازیلند (کشوری بین آفریقای جنوبی و موزامبیک)، زامبیا، زیمبابوه و آفریقای جنوبی است. در بسیاری از آبهای مختلف بجز آبهای با جریان تند و طوفانی یافت می شوند.

این ماهی جزء گونه های فیلتر فیدر است که می تواند با کمک خارهای آبششی پلانکتونها را فیلتر کند. همه چیزخوار هستند و می توانند دتریتوسها (مواد ارگانیک از هم پاشیده)، گیاهان، حشرات، بی مهرگان آبی و همچنین ماهیان نوزاد را بخورد. البته به علت سازگاری آسان این گونه از لحاظ تغذیه ای، رژیم غذایی آن از محلی به محل دیگر متفاوت است. این گونه تقریباً در سن ۸-۹ ماهگی توانایی لقاح را دارد. این گونه توانایی زنده ماندن در آبهای با کیفیت پایین و آلوده و با اکسیژن بسیار کم را دارند.

در برخی مناطق بعنوان گونه تهاجمی بوده است. بطور مثال با ورود به منطقه هاوایی در امریکا باعث شده که تا میزان بالایی جمعیت ماهیان کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) کاهش یابد. همچنین باعث کم شدن جمعیت ماهیان *Cyprinodon macularius* در دریای سالتون کالیفرنیا نیز شده است.

اگر چه این گونه حجم کمی از پرورش را در بین گونه های پرورشی تیلاپیا دارا است (حدود ۴٪)، ولی از نظر صنعت آبی پروری برای ایجاد هیبریدها استفاده زیادی دارد.

این گونه از تیلاپیا برای آکواریوم نیز کاربرد دارد که به علت رشد سریعی که این گونه دارد باید برای نگهداری آنها از آکواریومهای بزرگتر استفاده شود. این ماهی در زمان جوانی نسبتاً صلح طلب است ولی با افزایش سن بسیار مبارزه طلب می شود.



Mozambique Tilapia

تیلاپای موزامبیک در لیست قرمز گونه های تهدید کننده IUCN جزء ماهیان نزدیک به تهدید آمیز (NT) است. همچنین در گروه ویژه گونه های هجومی IUCN (ISSG) جزء یکی از گونه هایی است که به گروه بدترین ۱۰۰ گونه غریبه هجومی آسیب رسان جهان (100 of the World's Worst Invasive Alien Species) تعلق دارد(۵۸).

تیلاپای وامی (*Oreochromis urolepis hornorum*)

این گونه بومی کشورهای آفریقایی اوگاندا و تانزانیا است. در افریقا جزء گونه های خوراکی مهم است. البته توسط انسان به بسیاری از مناطق دنیا از جمله ایالات متحده، برزیل، اسلوواکی، ژاپن و فیجی انتقال یافته است.

این گونه در لیست قرمز گونه های تهدید کننده IUCN قرار ندارد.

از نظر علمی بزرگترین مورد گزارش شده آنها ۲۴cm طول داشته است. در آبهای شیرین و شور می تواند زندگی کند. غذای آن را دتریتوسها، جلبکها، گیاهان و بی مهرگان کوچک تشکیل می دهند. محدوده دمایی ۲۲-۲۶ °C برای زندگی آنها مناسب تر است. این گونه در آکواریوم هم نگهداری می شود و در کمتر از ۱۵ ماه جمعیت آنها می تواند ۲ برابر شود.

تیلاپای وامی با تیلاپای موزامبیک می تواند لقاح داشته باشد و ایجاد هیبرید کند. نتاج هیبریدی حاصل از آنها فاقد جنس ماده هستند یا ماده کمی دارند که این نسبت جنسی برای پرورش دهندگان بسیار مفید است. زیرا جنس نر ایجاد سرعت رشد بالاتری دارد و یکدستی بیشتری دارد. همچنین وجود یک جنس در

استخرهای پرورشی باعث می شود که امکان وجود نوزادان در استخر کمتر شده و مشکلات آنها (رقابت غذایی با بزرگترها) کمتر گردد (۵۸).

جنس ساروترودون (*Sarotherodon*)

این جنس یکی از جنسهای بزرگ خانواده سیچیلیده است. این جنس در حال حاضر حدود ۲۰ گونه و تحت گونه دارد. اعضای این جنس بومی مناطقی از افریقا و خاورمیانه هستند و در آبهای شیرین، لب شور و شور ساکن هستند.

از گونه های معروف جنس *Sarotherodon* می توان به *Fissi* (*S. caroli*)، *Blackfin tilapia* (*S. Linnellii*)، *Keppi* (*S. lohbergeri*) و *Kululu* (*S. steinbachi*) اشاره کرد (۵۸).

جنس تیلاپیا (*Tilapia*)

نام این جنس در سال ۱۸۴۰ توسط یک زیست شناس اسکاتلندی بنام *Andrew Smith* گذاشته شد. این جنس دارای گونه های خوراکی زیادی است که بومی افریقا هستند ولی به خیلی از مناطق دنیا برده شده اند. جنس تیلاپیا امروزه دارای ۴۰ گونه مشخص شده است. خیلی از گونه های آنها به دو جنس دیگر *Oreochromis* و *Sarotherodon* منتقل شده اند.

از مهمترین گونه های این جنس می توان *Spotted tilapia* (*Tilapia mariae*)، *Okavango*، *Guinean tilapia* (*T. ruweti*)، *tilapia* (*T. guinasana*)، *Otjikoto tilapia* و *(T. guineensis)* را نام برد (۵۸).

در کل گونه های تیلاپیای زیلی و موزامبیک گونه های مهاجم بوده و نام تیلاپیا موزامبیک در لیست ۱۰۰ گونه مهاجم *IUCN* (انجمن بین المللی حفاظت از طبیعت) آمده است. البته باید توجه داشت که در این لیست نام گونه هایی مانند کاج معمولی، روباه شنی، ماهی قزل آلا، رنگین کمان، کپور معمولی، قزل آلا، خال قهوه ای، گامبوزیا، ... هم آمده است که تاکنون نه تنها مشکلی برای اکوسیستم و محیط زیست ایجاد نکردند برعکس برخی از آنها مانند کپور و قزل آلا اساس صنعت آبی پروری کشورمان و دیگر کشورها را تشکیل می دهند. در حال حاضر گونه غالب تیلاپیای پرورشی جهان، تیلاپیای نیل است که در این فهرست قرار ندارد.

خلاصه ای از روشهای پرورش تیلاپیا

قدیمی ترین روش پرورش ماهی تیلاپیا، «پرورش در حوضچه ها (استخرها)» بوده است که در این روش ماهیان می توانند از غذاهای طبیعی موجود در حوضچه استفاده کنند. در حال حاضر نیز این روش معمولترین روش استفاده برای پرورش تیلاپیا است. از اوایل قرن ۲۰ میلادی، دو روش کشت دیگری برای تیلاپیا استفاده شده است که «کشت درون تانک» و «کشت در قفس» بوده است. در این دو روش بدلیل بالا بردن تراکم ماهیها شرایط تولیدمثل دچار مشکل شده در نتیجه مشکل تولید نوزادان که رقیب غذایی بزرگترها خواهند بود را ندارند. این روشها فواید و معایبی دارند که به اختصار در زیر گفته می شوند.

پرورش تیلاپیا در استخر

فوئاد:

- نزدیک بودن به محیط طبیعی ماهی و استفاده از مواد طبیعی استخر
- رشد بهتر برخی گونه ها در استخر
- احتیاج به امکانات و تجهیزات کمتر
- تراکم کمتر و استرس کمتر

معایب:

- ایجاد نوزادان در استخر ، در صورتیکه از ماهیان تک جنس استفاده نشده باشد و ماهیان در استخر به سن بلوغ برسند
- وجود پرندگان و مارها در محیط استخر

البته این را هم باید در نظر گرفت که امکان پرورش همزمان تیلاپیا با دیگر موجودات نیز وجود دارد. بعنوان مثال امکان پرورش توأم آن با گربه ماهی کانالی (*Ictalurus punctatus*) و میگوی ماکروبراکیوم روزنبرگی (*Macrobrachium rosenbergii*) وجود دارد. ضمناً اگر بخواهیم میزان نوزادها و فینگرلینگ تیلاپیا را در استخر کاهش دهیم می توانیم از گونه های شکارچی مانند باس دهان بزرگ (*Micropterus salmoides*) و یا باس پیکوک (*Cichla ocellaris*) و یا *guapote tigre*

(*Cichlasoma managuense*) استفاده کنیم. البته باید اندازه ماهیان شکارچی کوچکتر باشد تا به تیلاپیاهای بالغ حمله نکنند (۵۸).

پرورش تیلاپیا در تانک

پرورش در تانک معمولاً در جاهایی انجام می شود که کمبود زمین یا آب مناسب وجود داشته باشد. در این حالت تا زمانی که بتوان کیفیت آب را بالا نگه داشت، امکان پرورش تیلاپیا در تراکم بالا در تانک وجود دارد. فواید:

- کنترل عوامل محیطی مانند دمای آب، pH و اکسیژن آب بیشتر از استخر است.
- تانکها را به راحتی می توان از دسترس پرندگان و مارها دور نگه داشت.
- تغذیه و برداشت ماهیها مشکل کمتری نسبت به استخر دارد.
- رفتارهای لقاح طبیعی در تراکم بالای تانک وجود ندارد و مشکل ایجاد نوزادهای تیلاپیا وجود نداشته و ماهیها از انرژی بیشتری برای رشد استفاده می کنند.

معایب :

- عدم دسترسی به غذاهای طبیعی
 - وجود استرس بیشتر بخاطر بالاتر بودن تراکم و در نتیجه کاهش ایمنی و افزایش میزان بیماریها
 - نیاز به امکانات و تجهیزات مانند پمپ و هوا ده ها
- از جمله مواردی که در تانک پرورش داده شده اند، تیلاپای نیل، تیلاپای آبی و یک نمونه دستکاری شده بنام قرمز فلوریدا و قرمز تایوان می باشد . . رشد تیلاپای آبی نسبتاً کم است ولی به دما کم مقاومتر است. تیلاپای نیل رشد سریعتری دارد ولی این مسئله فقط در مناطق مشابه استوا برای آن وجود دارد. قرمز فلوریدا و قرمز تایوان نیز از امتیاز رنگ قرمز برخوردارند که خواهان زیادی دارد (۵۸).

پرورش تیلاپیا در قفس

پرورش در قفس امکان پرورش ماهیان را در بدنه آب می دهد و جاهایی که زهکشی و تورانداختن مشکل باشد بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد. نمونه هایی از تیلاپیا که در قفس پرورش داده شده اند شامل تیلاپای نیل، تیلاپای آبی و یک نمونه دستکاری شده بنام قرمز فلوریدا و قرمز تایوان بوده اند (۵۸).

فوائد:

- تغذیه و برداشت محصول راحت تر است.
- تخمها معمولاً در مش توریهای قفس گیر افتاده و بارور نمی شوند و در نتیجه سیکل لقاح ماهیها دچار اختلال می شود.

معایب :

- استفاده از غذای طبیعی در قفس نسبت به پرورش در استخر کمتر است چون ماهی محبوس است و فقط در محدوده قفس می تواند از غذای طبیعی استفاده کند.
- استرس بخاطر تراکم بالا و ایجاد خطر بیشتر ابتلا به بیماریها
- جلب توجه شکارچیان به قفس و شکار ماهیان و آسیب به قفس
- طوفان و جریانات شدید آب می توانند به قفس آسیب وارد کنند.

ایجاد تیلاپای تک جنسی

برای ایجاد تیلاپای تک جنسی دو راه وجود دارد: ۱- ایجاد هیبرید ۲- هورمون تراپی

وقتی که یک گونه یا سویه خاص از تیلاپیا با هر کدام از نتایج دسته هیبریدها جفت گیری کند، نتایج حاصل فاقد جنس ماده هستند یا تعداد کمی ماده دارند (وجود ماده ها اغلب به علت وجود مواد ژنتیکی خارجی اتفاق می افتد). جفت گیری یک تیلاپای ماده با یک تیلاپای آبی یا تیلاپای وامی نر که یک مورد آن رایج است و بعد از آن اگر نتایج نر حاصل از آنها با تیلاپای موزامبیک ماده لقاح شود، نسل ایجاد می شود.

استفاده از هورمون یک روش موثر برای تبدیل نتایج ماده به نر است. اما باید این مطلب را هم در نظر داشت که استفاده از هورمون در مزارع ماهی با محدودیتها و مشکلاتی همراه است و ضمناً در خیلی از نقاط دنیا ممنوع است. همچنین همیشه این مسئله وجود دارد که مصرف کننده ها از ترس اینکه غذای مصرفی آنها حاوی باقیمانده های هورمونی باشد، ممکن است از مصرف آن خودداری کنند.

تیلایا در ایران

طرح های تحقیقاتی موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور واقع در حومه بافق جنوب شرق استان یزد صورت گرفت و با تلاش های بی وقفه کارشناسان موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور در شرایط دشوار اقلیمی و پس از اجراء حدود ۲۰ طرح تحقیقاتی و بیش از ۶ سال پژوهش، دانش فنی چرخه کامل تولید (بیوتکنیک مولدسازی، تکثیر، پرورش لارو، تک جنس سازی، فرمولاسیون تولید خوراک، پرورش در سیستم های مختلف مزارع خاکی، سالی، تکنولوژی های نوین تولید، ارزیابی اقتصادی، بررسی زیست محیطی، دستورالعمل ریسک محیطی، دستورالعمل مدیریت بهداشتی، فرآوری محصول ...) بدست آمد و بومی گردید. به دنبال تقاضا و استقبال بی نظیر سرمایه گذاران، بخش های خصوصی اقدام به سرمایه گذاری در سال های ۹۱-۹۳ مزارع سایت آبری پروری شهرستان بافق بصورت پایلوت کرده و ماهی تیلایا به میزان ۱۵ تن برهکتار براساس دانش فنی بومی تولید شد. البته درحال حاضر غالب فیله ماهی تیلایای موجود در مارکت های کشور وارداتی است.

فصل دوم:

اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ در ماهی تیلاپیا

اسید چرب امگا ۳

اسیدهای چرب از اجزای تشکیل دهنده چربی‌ها هستند که بدن انسان قادر به تولید برخی از انواع ضروری آنها نیست. لذا باید از طریق ماده غذایی تأمین گردد که از آن جمله امگا-۳ و امگا-۶ هستند. اسیدهای چرب امگا ۳ به دلیل حضور در غشای سلولی در فعالیت‌های فیزیولوژیک بدن نقش حیاتی دارند. امگا ۳ و امگا ۶ همچنین در تنظیم تمامی عملکردهای زیست شناختی، دستگاه قلبی و عروقی، تولید مثل، دستگاه ایمنی و عصبی حضور دارند.

از سال ۱۹۳۰ میلادی، اسیدهای چرب امگا ۳ در رشد طبیعی و سلامتی انسان ضروری شناخته شده‌اند. آگاهی از منافع امگا ۳ تا سال ۱۹۸۰ میلادی افزایش یافت. در هشتم سپتامبر ۲۰۰۴ میلادی سازمان غذا و دارو آمریکا به ادعاهای گوناگون در خصوص فواید امگا ۳، اشاره کرد، اما اعلام داشت که نتایج تحقیقات قطعی نیست. نتایج اکثر تحقیقات نشان می‌دهد که مصرف امگا ۳ ممکن است خطر بیماری قلبی عروق کرونر را کاهش دهد. البته برخی از آژانسهای قانونی نمی‌پذیرند که شواهد کافی برای هر کدام از منافع پیشنهاد شده EPA و DHA برای سلامتی عروق قلبی وجود دارد و می‌گویند این ادعاها می‌بایست با احتیاط بیشتری بررسی شود (۳). دولت کانادا اهمیت DHA را تشخیص داده‌است. امگا ۳، محافظت معمول از چشم و مغز و اعصاب را افزایش می‌دهد.

اسید چرب امگا ۳ خانواده‌ای از اسیدهای چرب اشباع نشده (Polyunsaturated Fatty = PUFAs Acids) هستند که اولین پیوند دوگانه آنها بین سومین و چهارمین کربن در زنجیره کربنی قرار گرفته است (۱).

سه نوع اسید چرب امگا ۳ که در فیزیولوژی انسان نقش دارند، عبارتند از: آلفا-لینولنیک اسید (ALA)، ایکوزا پنتانویک اسید (EPA) و دوکوزاهگزانویک اسید (DHA).

آلفا-لینولنیک اسید در گردو، برخی از انواع لوبیا، سبزیجات و در روغن سویا، روغن کانولا، بذر کتان و روغن زیتون یافت می‌شود. دو اسید چرب دیگر، یعنی ایکوزا پنتانویک اسید (EPA) و دوکوزاهگزانویک اسید (DHA) در ماهی‌هایی همچون سالمون، در روغن ماهی و مکمل‌های ماهی وجود دارد (۴).

تأثیرات امگا-۳ بر سلامت انسان

برخی شواهد موجود ارتباط بین میزان مصرف ماهی و کاهش خطر ابتلا به سرطان را بصورت ضعیف نشان می‌دهد. البته به نظر نمی‌رسد مکمل‌های موجود که حاوی اسیدهای چرب امگا ۳ هستند این موضوع را نیز تحت تأثیر قرار دهند. یک تحقیق در ۲۰۰۶ نتیجه‌گیری کرد که رابطه‌ای بین مصرف اسیدهای چرب امگا ۳ و سرطان وجود ندارد (۲). این نتایج به یک مطالعه در سال ۲۰۰۲ شبیه است که نتوانست تأثیر روشن و واضح از زنجیره بلند و کوتاه چربی‌های امگا ۳ روی خطر کلی مرگ پیدا کند (۴). شواهدی تجربی وجود دارد که اسیدهای چرب امگا ۳ دریایی خطر سرطان سینه را کاهش می‌دهد اما این قطعی نیست (۶). تأثیر مصرف آن روی سرطان پروستات نیز قطعی نیست (۵).

شواهد گوناگون نقش مفید امگا ۳ به منظور جلوگیری از بیماری‌های قلبی عروقی یا سکت (شامل انفارکتوس و مرگ ناگهانی قلبی) را نشان می‌دهد. مکمل روغن ماهی تأثیری روی عروق قلبی نشان نداده و تأثیری روی سرعت شکست قلبی ندارد. داشتن یک رژیم غذایی با ماهی زیاد که شامل زنجیره بلندی از اسیدهای چرب امگا ۳ است به نظر نمی‌رسد که خطر حمله قلبی را کاهش دهد (۳).

مطالعات اپیدمیولوژیک در مورد اثرات ناشی از اسید چرب امگا-۳ بر روی مکانیسم آلزایمر به نتیجه قطعی نرسیده‌اند (۷). شواهد اولیه‌ای وجود دارد که آنها بر روی مشکلات شناختی خفیف موثر بوده‌اند ولی بر روی ایجاد سلامتی برای این افراد یا موارد دچار زوال عقل (dementia) تأثیری نداشته‌اند (۸و۹و۱۰).

مکانیسم عمل

اسید چرب دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA)، که از اسیدهای چرب امگا-۳ است، به میزان بالایی در مغز انسانها وجود دارند (۱۱).

اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ بوسیله پروسه‌های ساخت اسیدهای چرب اشباع ساخته می‌شوند و از آنجایی که انسانها فاقد آنزیمهایی هستند که توان ایجاد باندهای دوگانه در آنها را داشته باشد، نمی‌توانند آنها را سنتز کنند و به این علت آنها جزء اسیدهای چرب ضروری انسان محسوب می‌شوند (۱۱).

نسبت ۳ به ۶ موجود در بدن تأثیر مشخصی بر روی نسبت تولید ایکوزانوییدها دارد. ایکوزانوییدها یک گروه از هورمونها هستند که در پروسه‌های التهابی و هموستاتیک بدن نقش دارند و شامل پروستاگلاندینها، لکوترینها و ترومبوکسانها و غیره می‌باشند (۱۳). ایکوزانوییدها بطور معمول دوره فعالیت کوتاهی در بدن

دارند که با سنتز از اسیدهای چرب ساخته می‌شوند و با متابولیزه شدن توسط آنزیمها از بین می‌روند. اگر میزان سنتز از متابولیزه شدن بیشتر شود باعث آثار زیان‌آوری در وضعیت متابولیکی و التهابی بدن می‌شوند (۱۳ و ۱۴).

باید امگا ۶ و امگا ۳ را با نسبتی مناسب مصرف نمود. نسبت سالم امگا ۶ به امگا ۳، طبق نظر پژوهشگران، از ۱:۱ تا ۴:۱ متفاوت است (۱۵). برخی معتقدند که نسبت ۴ به ۱ (مقدار امگا ۶ حدود چهار بار بیشتر از امگا ۳) نسبت سالم تری است (۱۶ و ۱۷).

رژیم‌های غذایی معمول در غرب نسبتهای بین ۱۰ به ۱ و ۳۰ به ۱ را ایجاد می‌کند (یعنی سطوح بالاتر امگا-۶ نسبت به امگا-۳). اگر میزان امگا ۶ زیاده‌تر از چهار برابر امگا ۳ شود عوارضی همچون اختلال در انعقاد خون و مشکلات قلبی و غیره برای انسان ایجاد خواهد شد. افزایش مصرف امگا ۳ بدون کاستن از مصرف امگا ۶ نیز عملاً فایده‌ای ندارد (۲۳ و ۲۴).

نسبت امگا ۶ به امگا ۳ در برخی از دانه‌های روغنی بدین قرار است: روغن کانولا ۲ به ۱، بوته شاهدانه ۳/۱۳ به ۱، آفتاب گردان (بدون امگا ۳)، الیاف کتان ۱ به ۳، دانه کتان (تقریباً بدون امگا ۳)، بادام زمینی (بدون امگا ۳)، روغن هسته انگور (تقریباً بدون امگا ۳) و در روغن ذرت ۴۶ به ۱ می‌باشد (۱۹ و ۲۰ و ۲۱ و ۲۲).

ماهی‌های روغنی

ماهی‌ها را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد: ماهی‌های معمولی و ماهی‌های روغنی. در ماهی‌های روغنی، امگا ۳ در تمام قسمت‌های گوشت و اندام ماهی پخش شده است، اما در سایر ماهی‌ها، امگا ۳ اغلب در کبد (جگر) ماهی تجمع یافته و به این دلیل است که ماهی‌های روغنی اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند. بیشترین منبع حاوی EPA و DHA، ماهی‌های روغنی هستند. مشهورترین ماهی‌های روغنی عبارتند از سالمون، هرینگ، ماکرل، آنچوی و ساردین‌ها. در ماهیهای روغنی دیگر نظیر ماهیان تن نیز به میزان کمتر امگا-۳ دارد. در روغن این ماهی‌ها میزان امگا ۳ بیشتری در مقایسه با امگا ۶ (حدود هفت برابر) وجود دارد. مصرف کنندگان ماهی‌های روغنی باید از احتمال وجود فلزات سنگین و آلودگی‌های محلول در چربی مانند PCB و دیوکسین آگاه باشند (۱۸).

اگر چه ماهی‌ها اصلی‌ترین منبع برای تأمین امگا ۳ در بدن انسان هستند، اما باید دانست که این ماهی‌ها نیستند که آنها را می‌سازند، بلکه ماهی‌ها امگا ۳ را از جلبکها (جلبکهای ریز در کل) یا پلانکتون در رژیم هایشان به دست می‌آورند (۱۸).

امگا-۳ و امگا-۶ در تیلاپیا

در طی قرن گذشته، در رژیم غذایی انسانها تغییرات مشخصی صورت گرفته است بطوریکه مصرف اسیدهای چرب اشباع شده و اسیدهای چرب غیر اشباع امگا-۶ (Polyunsaturated Fatty Acids) PUFAs افزایش یافته و دریافت اسیدهای چرب غیر اشباع امگا-۳ PUFAs کم شده است. به نظر می‌رسد که یکی از راه های مهم تامین امگا-۳ های مفید بدن مانند EPA، DHA و متعادل شدن نسبت $\omega 6:\omega 3$ در رژیم غذایی انسان، استفاده از ماهی‌ها باشد (۲۹).

Weaver و همکاران (۲۰۰۸) در یک بررسی گه بر روی میزان اسیدهای چرب غیر اشباع مناسب و نامناسب در ماهیهای خوراکی معمول در امریکا انجام دادند دریافتند که در بین آنها ماهی قزل‌آلا و آتلانتیک سالمون (ماهی آزاد اقیانوس اطلس) در بین ماهیان پرورشی دارای مقادیر بالای $\omega 3$ و نسبت پایین $\omega 6:\omega 3$ (کمتر از ۱) بودند. همچنین در آنها میزان مناسبی از اسیدهای چرب اشباع (SFA=Saturated Fatty Acid) و اسیدهای چرب غیر اشباع با یک باند دوگانه (MUFA=Monounsaturated Fatty Acid) وجود دارد. درحالیکه در ماهیهای تیلاپیا و گربه ماهی که از دیگر ماهیان پرورشی بودند، برعکس، دارای میزان پایین $\omega 3$ و میزان بالای نسبت $\omega 6:\omega 3$ (بالای ۲) بودند. همچنین میزان مقادیر SFA و MUFA بالایی داشتند. Alam و همکاران (۲۰۱۴) میزان امگا۶ و امگا۳ را در تیلاپای نیل پرورشی جنوب بنگلادش که از لحاظ تغذیه‌ای متفاوت بودند، بررسی کردند. در ابتدا میزان $\omega 3$ و $\omega 6$ را در مواد غذایی مصرفی آنها آنالیز کردند و متوجه شدند که در تمام مواد غذایی مانند سویا، ذرت، کانولا و... میزان $\omega 6$ بیشتر از $\omega 3$ بود و فقط در روغن بذر کتان $\omega 3$ بیشتر بود. پس از تغذیه ماهیان و دوره پرورش مشخص شد که تیلاپیاهایی که بیشتر از ذرت و پنبه دانه و پالم و بادام زمینی استفاده کرده بودند، میزان $\omega 6$ خیلی بیشتری داشتند درحالیکه آنهايي که از روغن بذر کتان بیشتر مصرف کرده بودند بالانس $\omega 6/\omega 3$ بهتری داشتند. آنها با این بررسی به تاثیر رژیم غذایی ماهیان تیلاپای نیل در نسبت $\omega 6/\omega 3$ فیله آنها دست یافتند (۳۰).

Zanqui و همکاران (۲۰۱۵) دو گروه از ماهیان تیلاپیا با رژیم غذایی مختلف را از نظر میزان $\omega 3$ مقایسه کردند. در یک گروه که از بذر کتان استفاده شده بود، نسبت به گروهی که فاقد آن بودند میزان EPA و DHA بالاتری داشتند و اختلاف معنی داری بین میزان آنها در دو گروه وجود داشت ($p \leq 0.05$). میزان نسبت $n-6:n-3$ را در گروه دارای بذر کتان $1/67 \pm 0/04$ و در گروه فاقد آن $13/3 \pm 0/05$ بدست آوردند که نشان دهنده تاثیر رژیم غذایی در میزان امگا۳ و امگا۶ در فیله ماهیان است (۳۱).

Molnar و همکاران (۲۰۱۲) تیلاپیاهای نیل را با مکمل‌های روغنی متفاوت (روغن سویا، روغن بذر کتان و روغن ماهی) به مدت ۴۲ روز پرورش دادند و سپس میزان نسبت $\omega 3/\omega 6$ را در فیله، کبد و چربی مزانتریک آنها بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که اختلاف زیادی بین سه گروه دیده نشد و نسبت $\omega 3/\omega 6$ را به ترتیب برای جیره روغن سویا، جیره روغن بذر کتان و روغن ماهی در فیله ماهیان برابر $1/31 \pm 0/12$ ، $0/0 \pm 96/08$ و $0/75 \pm 0/16$ بدست آوردند. بین نسبت بدست آمده جیره روغن ماهی و روغن سویا اختلاف معنی داری بدست آوردند ($p \leq 0.05$) (۳۲). (جالب است که در مطالعه انجام گرفته میزان نسبت $\omega 6/\omega 3$ بدست آمده بسیار پایین تر از بسیاری از مطالعات دیگر است و نسبت مطلوبی برای این ماهیان بدست آورده‌اند!!).

Watters و همکاران (۲۰۱۳) اسیدهای چرب امگا ۳ زنجیره بلند را در جیره‌های مختلف ماهی تیلاپیا نیل بررسی کردند. آنها تاثیر روغن ذرت، جلبک Schizochtrium (حاوی مقادیر بالای DHA) و روغن ماهی را در جیره مقایسه کردند. میزان EPA+DHA در ماهیان دارای جیره جلبک Schizochtrium بیشتر از بقیه بود ($185\text{mg}/100\text{g}$). بعد از آن ماهیان دارای جیره روغن ماهی ($138\text{mg}/100\text{g}$) و روغن ذرت ($120\text{mg}/100\text{g}$) قرار داشتند. آنها مشخص کردند که وجود جلبک در جیره غذایی ماهیان که خود دارای اسیدهای چرب امگا ۳ بالاتری هستند در بهبود میزان این اسیدهای چرب در فیله ماهیان که قرار است به مصرف انسان برسند کمک می‌کند (۳۳).

Watters و همکاران (۲۰۱۲) میزان اسیدهای چرب، سلنیوم و جیوه را در برخی از محصولات حاصل از ماهیان منطقه هاوایی (از جمله تیلاپیا) بررسی کردند. در مطالعه آنها میزان EPA+DHA آنها $\text{mg}/100\text{g}$ ۹۸/۱ بدست آمد که محتوای DHA ماهیان تیلاپیا ($90/8\text{mg}/100\text{g}$) نسبت به EPA خیلی بیشتر بود. این میزان برای گربه ماهی ۵۷۷، برای خاویار روسی $563/1$ و برای خاویار سیبری $256/6$ بدست آمده بود. همین طور که مشخص است این میزان در تیلاپیا خیلی کمتر از دیگر ماهیان مورد مطالعه بود. میزان جیوه و سلنیوم هم در حد مطلوب بود. قابل توجه است که مقدار جیوه در فیله تیلاپیاهای از بسیاری از ماهیان مورد آزمایش دیگر کمتر بود (۳۴).

Hossain (۲۰۱۱) در مورد اینکه کدامیک از ماهیان پرورشی یا وحشی به عنوان منبع بهتری برای PUFAs هستند، تحقیق کرده است. در بیشتر ماهیان پرورشی مورد تحقیق آنها سطح چربی بالاتری نسبت به ماهیان وحشی وجود داشت و ۱۰۰ گرم از فیله ماهیان پرورشی $\omega 3$ بیشتری (به خصوص DHA و EPA) نسبت به ۱۰۰ گرم از فیله ماهیان وحشی داشتند. با توجه به اهمیت نوع تغذیه و نوع پرورش ماهیان در این نسبت، راه حل می‌تواند این باشد که ابتکارهایی در پرورش انجام داد و موادی برای تغذیه ماهیان استفاده کرد

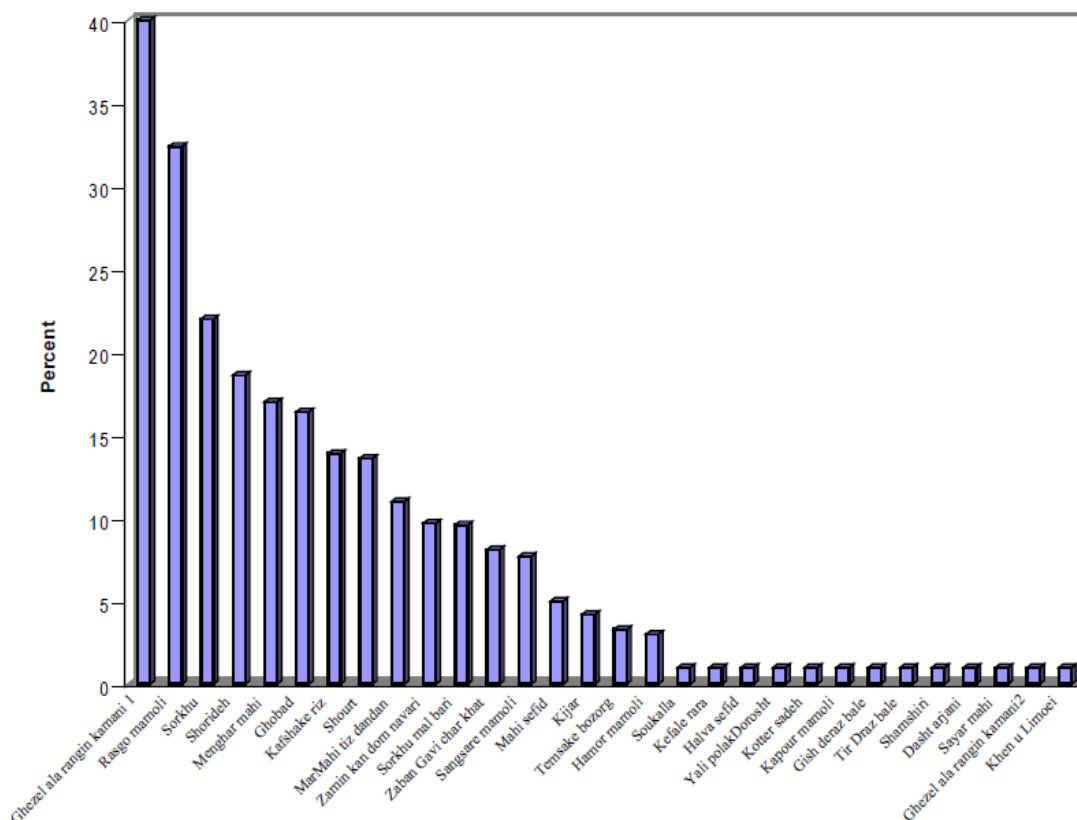
که این نسبت را افزایش دهند که از جمله این مواد میکروجلبکهای دریایی هستند. البته در حال حاضر تولید این مواد به میزان زیاد و صنعتی بسیار هزینه بر است و احتیاج دارد که به روشهایی هزینه های آنها کم گردد (۳۵).

با توجه به اینکه ماهیان قزل آلا و خانواده کپورماهیان از ماهیانی هستند که در سطح وسیعی در کشور کشت و مصرف می شوند، در ذیل به تعدادی از مطالعاتی که در این زمینه شده است، به طور مختصر، پرداخته می شود.

Sampels و همکاران (۲۰۱۴) بر روی میزان چربی کل و اسیدهای چرب فیله کپور معمولی و تاثیر نحوه و مواد استفاده شده برای سرخ کردن بر روی آنها کار کرده اند. آنها نسبت امگا 3/6 را کمتر از یک و نزدیک آن بدست آوردند (بین ۰/۹۴-۰/۸۸). میزان اسید آراشیدونیک بدست آمده فیله خام آنرا $1/89 \pm 0/5$ بود. در بررسی آنها متوجه شدند که بسته به نوع ماده مورد استفاده، ماهی پس از سرخ کردن دچار تغییراتی در میزان اسیدهای چرب می گردد (۳۶).

خرمگاه و همکاران (۱۳۶۸) ارزشهای تغذیه ای و اسیدهای چرب بدست آمده در عضلات پشتی و شکمی کپور معمولی را بررسی کردند. آنها اختلافاتی را بین میزان اسیدهای چرب در عضلات پشتی و شکمی کپور معمولی مشاهده کردند. میزان امگا 3/6 را در عضلات پشتی و شکمی به ترتیب $0/54 \pm 0/42$ و $1/04 \pm 0/97$ بدست آوردند (۷۹).

Zibae Nezhad و همکاران (۲۰۰۸) میزان محتوای امگا-۳ را در بافتهای مختلف بسیاری از ماهیان ایران بررسی کردند. در این بررسی بیشترین میزان امگا ۳ موجود در عضلات این ماهیان در ماهی قزل آلاي رنگین کمان دیده شد که ۴۰٪ کل چربیهای بدن این ماهی را تشکیل می داد (۳۷). در نمودار ذیل میزان امگا ۳ در عضلات ماهیانی که توسط آنها مورد بررسی قرار گرفته بودند آورده شده است. همان طور که مشخص است اختلاف میزان امگا ۳ در بین این ماهیان بسیار است. بسیاری از ماهیان دریایی که مصرف بالایی هم دارند از نظر میزان امگا ۳ فقیر هستند.



Soltan و همکاران (۲۰۰۸) سطوح امگا۳ را در ماهیان خوراکی جنوب استرالیا را مورد بررسی قرار دادند. در بررسی آنها بیشترین میزان بدست آمده شمشیر ماهی بود که برابر با $2571\text{mg}/100\text{g}$ بود. بعد از آن نیز سالمون اقیانوس اطلس (که با قزل آلاهی رنگین کمان در یک خانواده هستند) قرار داشت که میزان آن $2252\text{mg}/100\text{g}$ بود. این ماهی‌ها بیشترین میزان چربی کل را نیز داشتند. درحالیکه ماهیان کم چرب تر دارای مقادیر بسیار پایین‌تری از امگا۳ بودند (بطور مثال برای ماهی لینگ $222\text{mg}/100\text{g}$ بدست آمده است) (۳۷).

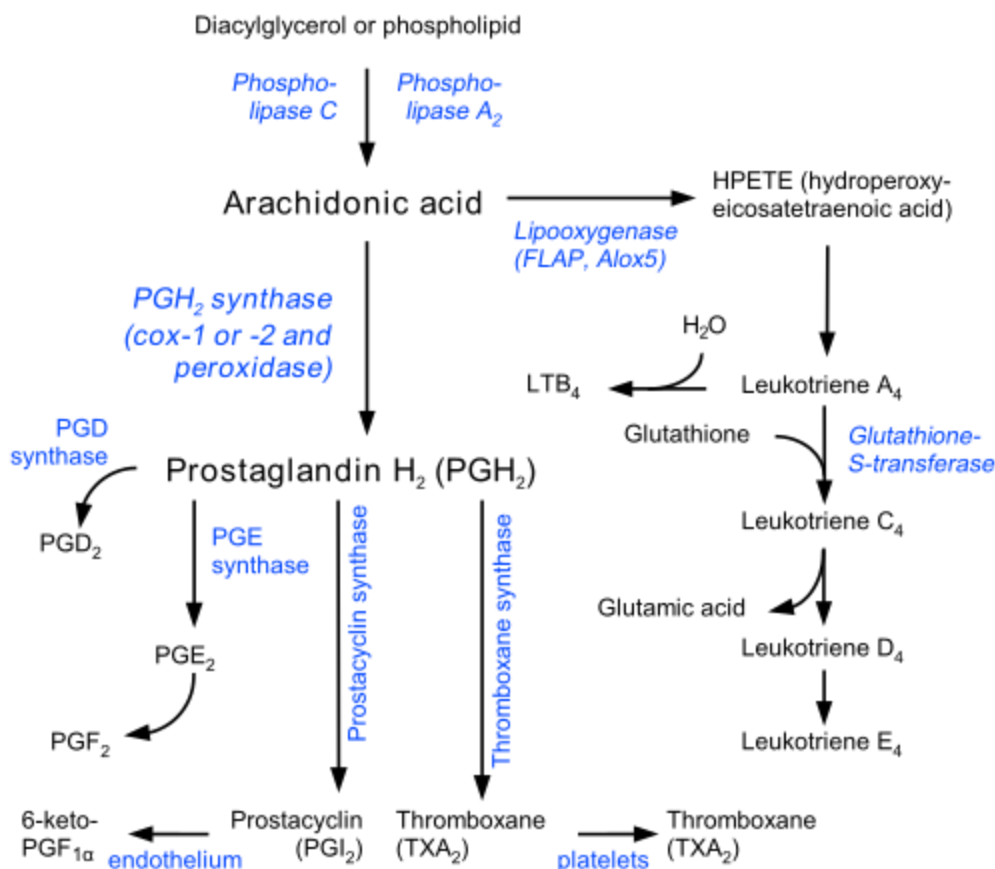
اسید آراشیدونیک (Arachidonic acid):

یکی از موارد دیگری که در مورد تیلاپیا مطرح است، بالا بودن اسید چرب آراشیدونیک و وجود نظریاتی درباره مضرات ناشی از آن برای مصرف انسانی است (۳۲، ۵۶، ۵۷). از این رو در ذیل به بررسی خصوصیات، فوائد و مضرات احتمالی اسید آراشیدونیک و همچنین وضعیت این اسید چرب در ماهی تیلاپیا در مقالات پرداخته می‌شود.

اسید آراشیدونیک (ARA) یک اسید چرب غیر اشباع ω_6 با فرمول $(\omega-6)20:4$ است. اسید آراشیدونیک در فسفولیپید غشای سلولی، مغز، عضلات و کبد یافت می‌شود. اسید آراشیدونیک عمدتاً از اسید لینولیک موجود در غذا بدست می‌آید. در بدن تنها به شکل استریفیه، به عنوان یک جزئی از فسفولیپیدهای غشا سلول هست. اسید آراشیدونیک پیش‌ساز اصلی سنتز پروستanoئیدها می‌باشد. که به نوبه خود پیش‌ساز هورمون‌های مهمی می‌باشد. این هورمون‌ها را می‌توان به نام هورمون‌های با اثر کوتاه دانست، که در محل فراوری خود به گونه موضعی اثر می‌کنند و با شتاب به گونه خودبه‌خود یا با آنزیم‌ها تجزیه می‌شوند. فراورده‌هایی که از سوخت‌وساز اسید آراشیدونیک بدست می‌آیند تأثیرات متنوعی بر فرایندهای زیستی از جمله التهاب هموستاز دارند. این اسید چرب جزء اسیدهای چرب ضروری محسوب نمی‌شود، هر چند اگر بدن با کمبود اسید لینولیک روبرو باشد یا به هر دلیلی امکان تبدیل اسید لینولیک به اسید آراشیدونیک را نداشته باشد مورد احتیاج می‌باشد (۲۵).

آنزیم فسفولیپاز فسفولیپیدهای غشای سلول (استریفیه) را به اسید آراشیدونیک (غیراستریفیه) تبدیل می‌کند. سپس آنزیم سیکلواکسیژناز باعث تبدیل اسید آراشیدونیک به پروستاگلاندینها می‌شود. آنزیم لیپواکسیژناز موجب تبدیل آراشیدونیک اسید به لکوترینها می‌شود (۲۵).

اسید آراشیدونیک باعث افزایش رشد و ترمیم عضلات اسکلتی بوسیله تبدیل شدن به α PGF2 در حین و بعد از ورزش می‌گردد (۲۵). یکی از فراوانترین اسیدهای چرب در مغز است که به میزان مساوی با DHA در مغز یافت می‌گردد (۲۶). این اسید در مغز به سیالیت غشای سلولی هیپوکامپوس کمک می‌کند و همچنین در محافظت مغز در برابر استرسهای اکسیداتیو موثر است (۲۷ و ۲۸).



اسید آراشیدونیک در توسعه و رشد نورولوژیکال نوزادان موثر است و می‌تواند باعث افزایش هوش در آنها شود. این اثر با استفاده از مکمل حاوی آراشیدونیک اسید و DHA افزایش بیشتری خواهد داشت (۳۹). در بزرگسالان، آسیب وارده به متابولیسم ARA می‌تواند باعث اختلالات نورولوژیکال مانند آلزایمر و اختلالات دو قطبی (Bipolar) گردد (۴۰). البته مطالعات بر روی ARA و تاثیر آن بر بیماری آلزایمر متفاوت هستند. Amtul و همکاران (۲۰۱۲) بیان کرده‌اند که ARA و متابولیت‌های آن می‌توانند با شروع بیماری آلزایمر مرتبط باشند (۴۱) درحالی‌که بر اساس بررسی‌های Schaeffer و همکاران (۲۰۰۹)، ARA می‌تواند در مراحل اولیه آلزایمر در کاهش علائم و کند شدن پیشرفت بیماری موثر باشد (۴۲). به نظر می‌رسد که در این زمینه مطالعات بیشتری انجام گیرد.

بالا بودن مصرف اسید آراشیدونیک (ARA) موجب التهاب در مواقعی که متابولیسم بدن طبیعی است نخواهد شد مگر اینکه محصولات لیپیدی پراکسید شده با آن مخلوط شده باشند. ARA به هر دو محصول ایکوزانوئید پیش التهابی و ضد التهابی به ترتیب قبل و بعد از پاسخ‌های التهابی قابل تبدیل است. ARA همچنین قابلیت متاویزه شدن به ایکوزانوئیدهای التهابی در حین و بعد از فعالیتهای فیزیکی را دارد (۴۳). در تعدادی از مطالعات

انجام گرفته بین ۸۴۰-۲۰۰۰ mg روزانه اسید آراشیدونیک روزانه به مدت ۵۰ روز به افراد سالم داده شده است و مشاهده شده است که افزایشی در فعالیتهای التهابی و متابولیتهای وابسته به آنها دیده نشده است (۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۶). از طرف دیگر مشخص شده که اسید آراشیدونیک نقش مهمی در التهاب ایجادى در موارد آسیبها و بیماریها ایجاد می‌کند. Ferrucci و همکاران (۲۰۰۶) نشان داده‌اند که افزایش سطح اسید آراشیدونیک با کاهش پیش التهابی اینترلوکینهای ۱ (IL-1, IL-6) و افزایش TNF- β (Tumor Necrosis Factor-beta) ارتباط داشته باشد که این می‌تواند باعث کاهش التهاب سیستمیک گردد (۴۷). البته باید توجه داشت که برخی محققین از جمله Li و همکاران (۱۹۹۴) بیان داشته‌اند که مصرف بالای اسید آراشیدونیک برای افرادی که سابقه بیماری التهابی را دارند یا کسانی که سلامت آنها از این طریق در خطر می‌افتد ممکن است مشکلاتی را داشته باشد (۴۸). این در حالی است که در بسیاری از مطالعات مشخص شده که مکملهای اسید آراشیدونیک موجود در جیره غذایی افراد سالم، هیچ گونه سمیت یا خطری برای سلامتی آنها نداشته است (۴۴، ۴۵، ۴۹، ۵۰). در یک بررسی انجام شده توسط دانشگاه کمبریج توسط Chowdhury و همکاران (۲۰۱۴) انجام گرفته است مشخص کرده است که خطر بیماریهای قلبی بطور معنی داری با سطح بالاتر EPA، DHA و اسید آراشیدونیک کاهش یافته است (۵۱). انجمن قلب امریکا پیشنهاد کرده است که افراد در رژیم غذایی خود حداقل ۱۰-۵ کالری را از چربیهای امگا ۶ که شامل اسید آراشیدونیک هم باشد تامین کنند. آنها همچنین اعلام کرده‌اند که وجود این میزان اسید آراشیدونیک یک ریسک فاکتور برای بیماریهای قلبی محسوب نمی‌شود و حتی ممکن است در نگهداری حالت بهینه متابولیسم و کاهش خطر بیماریهای قلبی نقش داشته باشد.

در مطالعات انجام شده توسط محققین مشخص شده است که اسید آراشیدونیک کارسینوژن (سرطان‌زا) محسوب نمی‌شود و میزان معمول آن در رژیم غذایی هیچ ارتباطی با ایجاد سرطان یا جلوگیری از سرطان ندارند (۵۲، ۵۳، ۵۴، ۵۵).

مقایسه خصوصیات تغذیه‌ای ماهی تیلاپیا با برخی مواد غذایی و آبزیان مصرفی معمول

ماده غذایی مشخصات تغذیه‌ای	تیلاپیا (خام) (۱۰۰ گرم)	جوجه کبابی (۱۰۰ گرم)	همبرگر (۱۰۰ گرم)	گوشت گاو (۱۰۰ گرم)
کالری	۹۶ کیلوکالری	۱۰۹ کیلوکالری	۲۶۴ کیلوکالری	۱۹۰ کیلوکالری
چربی کل	۱/۷۰ گرم	۱/۶۳ گرم	۱۰/۰۹ گرم	۹/۳۶ گرم
چربی اشباع شده	۰/۵۸۵ گرم	۰/۳۷۰ گرم	۳/۵۰۴ گرم	۳/۷۵۱ گرم
کلسترول	۵۰ میلی گرم	۵۷ میلی گرم	۲۷ میلی گرم	۸۴ میلی گرم
کربوهیدرات	۰	۰	۳۰/۲۸ گرم	۰
پروتئین	۲۰/۰۸ گرم	۲۲/۲ گرم	۱۲/۹۲ گرم	۲۶/۴۱ گرم
PUFA	۰/۳۶۳ گرم	۰/۴۰۰ گرم	۱/۴۲ گرم	۰/۴۳۱ گرم
اسید لینولنیک (ALA)	۰/۰۳۳ گرم	-	۰/۱۳۴ گرم	۰/۰۱۷ گرم
EPA	۰/۰۰۵ گرم	۰	۰/۰۰۲ گرم	۰/۰۰۲ گرم
DHA	۰/۰۸۶ گرم	۰/۰۲۰ گرم	۰	۰/۰۰۱ گرم
آهن	۰/۵۶ میلی گرم	۰/۸۹ میلی گرم	۲/۸۷ میلی گرم	۲/۵۲ میلی گرم
کلسیم	۱۰ میلی گرم	۱۱ میلی گرم	۱۲۷ میلی گرم	۱۸ میلی گرم
منیزیم	۲۷ میلی گرم	۲۵ میلی گرم	۲۱ میلی گرم	۲۲ میلی گرم
سدیم	۵۲ میلی گرم	۵۱ میلی گرم	۴۹۴ میلی گرم	۷۹ میلی گرم
فسفر	۱۷۰ میلی گرم	۲۲۳ میلی گرم	۱۰۷ میلی گرم	۲۱۱ میلی گرم
پتاسیم	۳۰۲ میلی گرم	۲۵۲ میلی گرم	۱۹۲ میلی گرم	۳۳۹ میلی گرم
سلنیم	۴۱/۸ میکروگرم	۱۷/۸ میکروگرم	۲۶/۲ میکروگرم	۲۷ میکروگرم
منگنز	۰/۰۳۷ میلی گرم	۰/۰۱۷ میلی گرم	۰/۳۲۲ میلی گرم	۰/۰۱۴ میلی گرم



National Nutrient Database for Standard Reference
Release 28 slightly revised May, 2016

ماده غذایی مشخصات تغذیه ای	تیلاپیا (خام) (۱۰۰ گرم)	قزل آلا ی رنگین کمان (پرورشی) (۱۰۰ گرم)	کپور (۱۰۰ گرم)	میگو (۱۰۰ گرم)
کالری	۹۶ کیلو کالری	۱۴۱ کیلو کالری	۱۲۷ کیلو کالری	۸۵ کیلو کالری
چربی کل	۱/۷۰ گرم	۶/۱۸ گرم	۵/۶۰ گرم	۰/۵۱ گرم
چربی اشباع شده	۰/۵۸۵ گرم	۱/۳۸۳ گرم	۱/۰۸۳ گرم	۰/۱۰۱
کلسترول	۵۰ میلی گرم	۵۹ میلی گرم	۶۶ میلی گرم	۱۶۱ میلی گرم
کربوهیدرات	۰	۰	۰	۰
پروتئین	۲۰/۰۸ گرم	۱۹/۹۴ گرم	۱۷/۸۳ گرم	۲۰/۱ گرم
PUFA	۰/۳۶۳ گرم	۱/۵۰۷ گرم	۱/۴۳۱ گرم	۰/۱۵۲ گرم
اسید لینولنیک (ALA)	۰/۰۳۳ گرم	۰/۰۵۹ گرم	-	۰/۰۰۲ گرم
EPA	۰/۰۰۵ گرم	۰/۲۱۷ گرم	۰/۲۳۸ گرم	۰/۰۳۰ گرم
DHA	۰/۰۸۶ گرم	۰/۵۱۶ گرم	۰/۰۸۲ گرم	۰/۰۳۱ گرم
آهن	۰/۵۶ میلی گرم	۰/۳۱ میلی گرم	۱/۲۴ میلی گرم	۰/۵۲ میلی گرم
کلسیم	۱۰ میلی گرم	۲۵ میلی گرم	۴۱ میلی گرم	۶۴ میلی گرم
منیزیم	۲۷ میلی گرم	۲۵ میلی گرم	۲۹ میلی گرم	۳۵ میلی گرم
سدیم	۵۲ میلی گرم	۵۱ میلی گرم	۴۹ میلی گرم	۱۱۹ میلی گرم
فسفر	۱۷۰ میلی گرم	۲۲۶ میلی گرم	۴۱۵ میلی گرم	۲۱۴ میلی گرم
پتاسیم	۳۰۲ میلی گرم	۳۷۷ میلی گرم	۳۳۳ میلی گرم	۲۶۴ میلی گرم
سلنیم	۴۱/۸ میکروگرم	۲۳/۶ میلی گرم	۱۲/۶ میکروگرم	-
منگنز	۰/۰۳۷ میلی گرم	۰/۰۱۱ میلی گرم	۰/۰۴۲ میلی گرم	۰/۰۳۳ میلی گرم



در اینجا به مقایسه برخی از خصوصیات تغذیه‌ای ماهی تیلاپیا با بعضی از مواد غذایی (جوجه کبابی، گوشت گاو و همبرگر) و آبیان مصرفی معمول در کشور (قزل آلا، کپور و میگو) پرداخته می‌شود. اطلاعات از سایت مربوط به دپارتمان کشاورزی ایالات متحده (United States Department of Agriculture = USDA) بر اساس ۱۰۰ گرم از ماده غذایی مورد نظر بدست آمده است.

بر طبق جداول، میزان چربی کل موجود در تیلاپیا در مقایسه با گوشت گاو و همبرگر بسیار کمتر است (تقریباً ۵ برابر کمتر) درحالیکه تقریباً برابر با جوجه کبابی است. میزان چربی اشباع شده تیلاپیا تقریباً ۶ برابر کمتر از گوشت گاو و همبرگر است ولی ۱/۶ برابر بیشتر از جوجه کبابی است. میزان کلسترول تیلاپیا کمتر از جوجه کبابی و گوشت گاو است درحالیکه از همبرگر بیشتر است. با اینکه مقدار PUFA در تیلاپیا کمتر از هر سه غذای دیگر بود ولی میزان DHA+EPA که از مهمترین اسیدهای چرب ضروری هستند بسیار بیشتر از سه غذای دیگر است. تیلاپیا منبع بسیار خوبی از نظر سلنیم است و از نظر دیگر مواد معدنی نیز در حد قابل قبولی می‌باشد.

میزان چربی کل تیلاپیا کمتر از قزل آلا و کپور است (حدود ۳/۶-۳/۲ برابر کمتر) ولی از میگو بیشتر است (۳/۳ برابر). میزان چربیهای اشباع شده تیلاپیا نیز کمتر از قزل آلا و کپور است (حدود ۲/۴-۱/۸ برابر کمتر) ولی از میگو بیشتر است (۳/۳ برابر). کلسترول تیلاپیا در مقایسه با قزل آلا و کپور کمتر است ولی این اختلاف کم است ولی میزان کلسترول در میگو حدود ۳ برابر آنها می‌باشد. مقدار PUFA در تیلاپیا از دو ماهی دیگر کمتر است (تقریباً ۵ برابر کمتر) ولی بیشتر از میگو است (۲/۴ برابر). DHA+EPA در ماهی تیلاپیا اختلاف نسبتاً زیادی با دو ماهی دیگر دارد (از این نظر به ترتیب قزل آلا با ۰/۷۳۳ گرم، کپور با ۰/۳۲۰ گرم و تیلاپیا با ۰/۰۹۱ گرم قرار دارند) ولی از میگو کمی بیشتر است (در میگو ۰/۰۶۱). میزان سلنیم تیلاپیا از ۳ آبی دیگر بیشتر است ولی از لحاظ کلسیم و فسفر کمتر است.

نتیجه گیری :

ممکن است یکی از معایب ماهی تیلاپیا نسبت به برخی دیگر از ماهیان (قزل آلا، سالمون، تن و ...) بالاتر بودن ۵۶ نسبت به ۵۳ باشد، ولی باید در نظر داشت که ماهی تیلاپیا جزء ماهیان با چربی کل و چربیهای

اشباع پایین است و از این لحاظ این یک مزیت برای آن می‌تواند محسوب گردد. ماهی تیلاپیا همچنین دارای مواد معدنی مورد نیاز در حد مطلوب است و در برخی موارد از بسیاری از ماهیان دیگر بهتر است. میزان پروتئین ماهی تیلاپیا در حدی است که می‌تواند بسیار مفید واقع گردد.

همانطور که مشخص است در کل باید به این نکته توجه کرد که ماهی تیلاپیا می‌تواند یک وعده غذایی مفیدتر و با کالری و چربی کل و چربی اشباع کمتری نسبت به غذاهای فست فودی مثل همبرگر باشد. همچنین در مقایسه با گوشت گاو میزان کمتری از چربی کل و چربیهای اشباع و کلسترول را دارد که این موارد می‌توانند بعنوان یک مزیت در مصرف از ماهی تیلاپیا بخصوص برای افراد دارای چربی و کلسترول بالا نسبت به مصرف گوشت گاو باشند.

ماهی تیلاپیا یکی از ماهیان بسیار لذیذ است که بخاطر مزه خوبی که دارد می‌تواند تشویق کننده خوبی برای جامعه برای استفاده از گوشت ماهیها باشد. در کشورمان بسیاری از افرادی که تمایلی برای استفاده از آبزیان را نداشته‌اند با ورود فیله این ماهی به کشور به استفاده از آبزیان بیشتر علاقمند شده‌اند.

بسیاری از افرادی که با استفاده از ماهی تیلاپیا مخالف هستند علت این امر را بالا بودن نسبت ۵۶ به ۵۳ و همچنین زیاد بودن میزان اسید آراشیدونیک بالای آن بیان می‌کنند درحالیکه در بسیاری از مقالات معتبر، همانطور که در مطالب قبل گفته شد، استفاده از این مقادیر ۵۶ و اسید آراشیدونیک در افراد سالم خطرات خاصی را ندارد و فقط افراد دچار برخی از بیماریها مانند بیماریهای التهابی باید با احتیاط بیشتری آنها را مصرف کنند. در عوض استفاده از آنها می‌تواند مزایای زیادی را هم داشته باشد.

ماهی تیلاپیا ماهی با سرعت رشد بالاست که از مواد با پروتئین کم که ارزان تر هم هستند میزان بالای پروتئین ایجاد می‌کند. این باعث می‌شود که قیمت تمام شده آن پایین باشد و بخاطر رشد زیاد، منبع پروتئینی مناسب و در دسترسی برای مصرف کنندگان باشد. وجود این ماهی ارزان قیمت در بازار برای اقشار پایین تر جامعه می‌تواند تنها منبع قابل خرید پروتئینی باشد.

در مطالعات بررسی شده که در قبل به آنها پرداخته شد، مشخص گردید که میزان چربی و ترکیب اسیدهای چرب در عضله ماهی به عوامل مختلفی مانند گونه ماهی، جیره و رژیم غذایی ماهی، منطقه جغرافیایی و شرایط محیطی، اندازه، سن، عوامل ژنتیکی و ... می‌تواند بستگی داشته باشد. این مسئله بیانگر این است که فیله ماهی می‌تواند در شرایط مختلف دارای خصوصیات متفاوتی باشد و می‌توان با بهتر کردن کیفیت رژیم غذایی ماهی در دوره پرورش و استفاده از موادی که کیفیت فیله را بالاتر می‌برند ماهی بهتری را ایجاد کرد.

فصل سوم:

فلزات سنگین در تیلاپیا

مقدمه‌ای بر فلزات سنگین

همگام با رشد صنعتی و اقتصادی و تولید انواع مختلف ترکیبات و مواد شیمیایی و غیره که بشر برای رفاه و آسایش خود با استفاده از منابع طبیعی بدست آورده در این راستا به طور ناخواسته ای موادی را به طبیعت وارد می‌کند که هم برای محیط اطراف و هم برای خود مشکلات و خطراتی به همراه دارد. از جمله این مواد که ممکن است وارد محیط شود انواع فلزات سمی را می‌توان نام برد، انسان به طور دائم و موقت در معرض ۵۳ فلز سمی قرار دارد از این تعداد ۳۵ فلز جزء عناصر سنگین هستند. این فلزات در مقادیر کم به طور طبیعی در محیط و رژیم غذایی وجود دارند. برای سلامتی بدن لازم می‌باشند. اما در اثر آلودگی‌های ناشی از فعالیتهای انسانی غلظت آنها در محیط زیاد شده و در نتیجه پس از وارد شدن به زنجیره غذایی انسان اثرات سمی حاد و مزمنی برای بدن ایجاد می‌کنند (۷۳). واژه فلزات سنگین در حوزه های علمی مختلف دارای تعاریف مشخصی است. اما در اغلب کاربردهای رایج، این واژه به فلزاتی اشاره دارد که وزن مخصوص آنها بین ۷-۳/۵ سانتی متر مکعب باشد و به مفاهیمی چون سمیت و حضور پایدار در محیط زیست نیز استناد دارد. این فلزات از طریق آب، خاک و هوا به واسطه منابع مختلف طبیعی و مصنوعی به چرخه طبیعت وارد شده و اثرات کوتاه مدت و بلند مدت خطرناکی در آنها ایجاد می‌کنند. بنابراین، به عنوان یک مخاطره جدی در ادامه حیات موجودات زنده تلقی می‌شوند. فلزات سنگین از آلاینده های پایدار و بادوام محیط زیست به شمار می‌آیند، چون نمی‌توانند مانند آلوده کننده های آلی از طریق شیمیایی یا فرآیندهای زیستی در طبیعت تجزیه شوند. یکی از نتایج مهم پایداری این فلزات، تجمع زیستی فلزات در زنجیره غذایی می‌باشد.

از مهم ترین اختلالات و عوارض آنها می‌توان به سرطان زائی، اثر بر سیستم اعصاب مرکزی و محیطی، اثر بر روی پوست، اثر بر روی سیستم خون ساز، اثر بر سیستم قلبی و عروقی، آسیب به کلیه ها و تجمع در بافتها اشاره کرد. در بین فلزات تاکنون سرب، جیوه و کادمیوم آسیب های ناگواری را بوجود آورده اند.

مهمترین این عناصر به طور کلی، سرب، کادمیوم، کروم، مس، جیوه، نیکل، روی، وانادیوم و فلزات دیگری هستند که در ارتباط با آلودگی سمی قرار می‌گیرند. باید اضافه کرد که عناصری مانند آرسنیک و سلیوم نیز به دلیل خواص ویژه سمی، بسیار مورد نظر هستند. بیشتر این فلزات (به استثنای Mo) در pH پایین بسیار محلول بوده و قابلیت راهیابی به اجزای حیاتی موجودات زنده را دارند (۷۴).

منابع انتشار فلزات سنگین

الف) منابع طبیعی

ب) منابع ناشی از فعالیتهای صنعتی و کشاورزی

در طبیعت فلزات سنگین در دسته عناصر کمیاب قرار می گیرند و روی هم رفته کمتر از یک درصد از پوسته زمین را تشکیل می دهند. مقادیر فلزات سنگین اندازه گیری شده در اتمسفر در سه موقعیت مکانی مختلف و طیف های گزارش شده در آب شیرین و آب دریا نشان می دهد که غلظت این فلزات در منطقه ای مانند قطب جنوب که در فاصله نسبتاً زیادی از تاثیرهای انسانی بر محیط زیست قرار گرفته، به طور محسوسی کمتر از مناطق صنعتی است. منابع ناشی از فعالیتهای بشر به طور عمده عبارتند از: معدن کاری فلزات، صنایع کشاورزی، صنایع متالورژیکی، صنایع الکترونیک، باتری سازی و پسابهای صنعتی (۷۴).

فلزات سنگین در محیطهای آبی

آلودگی محیط با فلزات سنگین به ویژه در محیطهای ساحلی اهمیت بیشتری دارد؛ چرا که این محیطها فلزات سنگین حمل شده به وسیله رودخانه ها را دریافت می کنند. این فلزات سنگین هم حاصل فرسایش سنگهای حوزه آبریز و هم حاصل فعالیتهای انسانی هستند. فلزات سنگین در محیطهای تالابی و دریایی بسیار پایدارند. این عناصر موجود در آب و رسوب ممکن است به سهولت و به مقدار زیاد در دسترس جانوران به ویژه کفزیان قرار بگیرند. این روند در صورت متداوم سبب بروز تغییرات زیستی در آبزیان و ماهیها می شود و از طریق زنجیره غذایی به تشدید عوامل بیماریزا در انسان منجر می گردد. اکثر کارخانجات تولید کننده فاضلاب صنعتی حاوی فلزات سنگین، فاقد سیستمهای تصفیه هستند و روزانه مقادیر فراوانی فاضلاب صنعتی را وارد محیط زیست و یا شبکه فاضلاب شهری می کنند که باعث آلودگی منابع آبی می شود (۷۵). امروزه آلودگی آبها به فلزات سنگین به یک مشکل جهانی تبدیل شده است. نشت فلزات سنگین از طریق خوردگی لوله، درصد مهمی از آلودگی آبهای آشامیدنی را تشکیل می دهد. بخش بزرگی از فلزات موجود در آبهای آشامیدنی شهرها مربوط به موادی است که در لوله کشی منازل به کار می رود (۷۶).

اثرات فلزات سنگین بر انسان

فلزاتی که بیشترین سمیت را دارند عبارتند از: آرسنیک، باریم، کادمیوم، سرب، جیوه و کرم هستند. وارد شدن بیش از اندازه این فلزات به بدن باعث ایجاد عوارض همچون: اختلالات عصبی، گوارشی، استخوانی، اختلال در عمل آنزیمها، کلیه ها، بیضه، مراکز خون ساز و عقب ماندگی ذهنی، سرطان و غیره خواهد شد.

سرب که بیشتر از طریق فاضلاب کارخانجات باتری سازی و غیره وارد آب می گردد، بعد از ورود به بدن جایگزین کلسیم استخوان می شود و در تولید آنزیم هایی که در ساخت هموگلوبین خون نقش دارند اختلال ایجاد می کند. همچنین باعث اختلال در تولید آنزیمهای کلیوی شده و مشکلات استخوانی و خونی و کلیوی را به دنبال خواهد داشت. سرب اثرات منفی زیادی روی نوزادان داشته و علاوه بر خطرات فوق باعث عقب ماندگی ذهنی آنان می شود. همچنین مسمومیت سرب می تواند باعث جلوگیری از سنتز هموگلوبین، عدم کارکرد صحیح کلیه، سیستم تناسلی و سیستم گردش خون و آسیب حاد و مزمن به سیستم اعصاب حرکتی و محیطی شود. اثرات دیگر این فلز شامل صدمه به سیستم گوارشی و دستگاه ادراری در نتیجه خون ادراری، اختلالات عصبی و آسیب شدید مغزی است. اگر در بدن روی و کلسیم به مقدار کافی وجود نداشته باشد، جذب سرب تشدید می شود.

کادمیوم که از طریق مخازن و لوله های گالوانیزه، ضایعات صنعتی الکترونیکی، حشره کشها، پلاستیکها و رنگها، باتریهای نیکل کادمیوم و غیره وارد آب می گردد، بعد از ورود به بدن جایگزین روی شده و باعث اختلال در کار بعضی از آنزیمها از جمله آدنوزین تری فسفاتاز می گردد. عوارض سوء ناشی از کادمیوم شامل افزایش فشار خون، تخریب کلیه ها، تخریب بافتهای بیضه و تخریب گلبولهای قرمز، برونشیت و آمفیزم مزمن و غیره می باشد.

آرسنیک از طریق فاضلاب صنایع مختلف از جمله صنایع دباغی و سرامیک سازی و معادن (فسفاته) و سموم ضدآفات نباتی، دترجنتها و کودهای شیمیایی وارد آب می گردد. در غیر این صورت از طریق آب و از راه پوست و ششها قادر به ورود به بدن است و باعث جلوگیری از عمل آنزیم آدنوزین تری فسفات می گردد. از مهمترین آثار سوء آرسنیک می توان بی اشتها، کم شدن وزن، اسهال، تهوع، ناراحتیهای عصبی، ایجاد زخم بر روی دستها و پاها و آسیب به خون، کلیه، شش، کبد اشاره نمود.

جیوه از طریق استخراج معادن جیوه، کارخانجات کاغذسازی، پلاستیک سازی، دفع آفات نباتی و غیره وارد آب می گردد. ترکیبات آلی جیوه بسیار سمی تر از ترکیبات معدنی آن هستند. ورود ترکیبات آلی جیوه از

راه جفت به بدن جنین باعث بروز ناهنجاریهای شدید در نوزاد می گردد. از علائم اختلالات با ترکیبات جیوه می توان به افسردگی، عصبانیت، دیوانگی، کوری، شکستن کروموزومها و در نتیجه متوقف شدن تقسیم سلولی، بیماری نفريت، دردهای شکم، تهوع، اسهال خونی، شوک، تورم غدد بزاقی و شل شدن دندانها اشاره نمود.

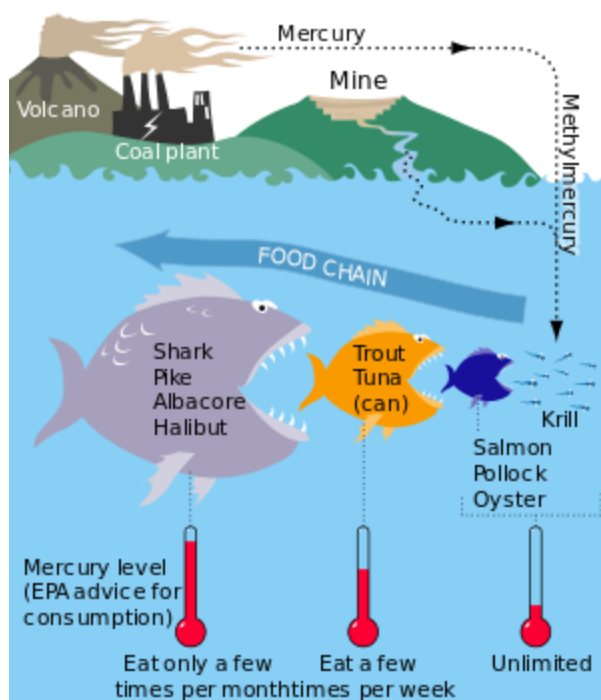
باریم به طور طبیعی و یا از طریق فاضلابهای صنعتی وارد آب می گردد. مقادیر بالای آن ممکن است باعث صدمه زدن به قلب و سیستم عصبی شود.

کروم بیشتر از طریق فاضلاب صنایع پیشرفته مانند هواپیماسازی، سموم ضدآفتاب، بعضی رنگها و فاضلاب صنایع آبکاری و غیره وارد منابع آب می گردد. کمبود کروم در بدن باعث تصلب شرایین می شود. گرد و غبار حاوی کروم شش ظرفیتی باعث صدمه به کلیه ها و ششها می گردد.

مس به ندرت در آبهای طبیعی یافت می شود. بنابراین حضور آن در غلظت بالا شاخصی برای آلودگی آب از طریق شیرابه زباله یا فاضلابهای صنعتی است. مس در مقادیر زیاد در آب آشامیدنی می تواند یک سم عصبی باشد و بیماریهایی مثل آلزایمر ایجاد کند. کمبود روی باعث آنمی و تاخیر در رشد و نمو می شود و مقادیر اضافی آن می تواند مسمومیتی شبیه به سرب ایجاد کند (۷۶).

فلزات سنگین در آبزیان

ماهیها در بالای زنجیره غذایی آبزیان هستند بنابراین بطور معمول فلزات سنگین از طریق غذا، آب و رسوبات می تواند در آنها تجمع یابد (۵۹و۶۰). از جمله فاکتورهایی که در جذب فلزات سنگین می تواند تاثیر داشته باشند، نوع ارگان، غلظت فلز سنگین در منطقه، سن، اندازه، چرخه تولیدمثلی، الگوهای شنا، رفتارهای تغذیه ای و محیط زندگی هستند (۶۱و۶۲).



محصولات بدست آمده از ماهیها بسیاری اوقات حاوی مقادیر مختلف از فلزات سنگین هستند که بیشتر شامل جیوه و موارد محلول در چربی می‌باشند که از آبهای آلوده به آنها منتقل می‌گردد. گونه‌هایی از ماهیها که عمر طولانی‌تر دارند و در زنجیره غذایی بالاتر هستند (مانند مارلین، تن، کوسه، شمشیر ماهی، ماکرل و ...) احتمالاً دارای مقادیر بالاتری از فلزات سنگین می‌باشند (۷۲).

Khaled (۲۰۰۴) بیان کرده است که ماهی گیاهخوار *Siganus rivulatus* میزان بیشتری از ماهی گوشتخوار *Sargus sargus* فلزات سنگین را در عضلات خود داشته است و نتیجه گیری کرده که ماهیان گیاهخوار بیشتر از گوشتخواران فلزات سنگین را جذب می‌کنند (۶۲). این نتیجه گیری توسط El-Moselhy و همکاران (۲۰۱۴) قابل قبول نبوده است زیرا در مطالعه انجام شده آنها، *Scarus gibbus* که یک ماهی گیاهخوار است، کمتر از همه ماهیان مورد مطالعه آنها دارای فلزات سنگین بوده است (۶۳).

El-Moselhy و همکاران (۲۰۱۴) بیان داشته اند که احتمالاً علت بالا بودن فلزات سنگین در ماهی *Sardinella sp.* عادت تغذیه ای آنها است که به صورت فیلدر فیدر هستند و ذرات موجود در آب را فیلتر و مصرف می‌کنند (۶۳).

Yj و همکاران (۲۰۱۱) از مطالعات خود به این نتیجه رسیده‌اند که ماهیان بنتیک که از بنتوزهای کف تغذیه می‌کنند میزان بالاتری از فلزات سنگین را نسبت به ماهیانی که در سطوح بالاتر ساکن هستند دارند زیرا آنها

تماس مستقیم با رسوبات داشته و میزان بالاتری از فلزات را از رسوبات دریافت می کنند (۶۴) درحالیکه این موضوع توسط Zhao و همکاران (۲۰۱۲) رد شده است (۶۰).

در اینجا به نمونه‌هایی از تحقیقات انجام شده در زمینه فلزات سنگین در ایران پرداخته می‌شود.

شهریاری (۱۳۸۴) اندازه‌گیری مقادیر فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل را در بافت خوراکی ماهیان شوریده و سرخو خلیج فارس انجام داد. میانگین غلظت فلزات سنگین در ماهیان شوریده و سرخو از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی کمتر بود، ولی مقدار سرب، کادمیوم، کروم و نیکل به ترتیب در ۲۷، ۸، ۳ و ۲۵ درصد از نمونه‌های مورد مطالعه از حداکثر مجاز سازمان بهداشت جهانی بیشتر بود (۷۷).

محمد نبی زاده و همکاران (۱۳۹۲) بررسی تجمع فلزات سنگین کادمیوم و نیکل در بافت های ماهی زمین کن (*Platycephalus indicus*) در تالاب حرا استان هرمزگان را انجام دادند. نتایج حاصل از بررسی های آماری، حاکی از بالاتر بودن میزان نیکل در بافت عضله نسبت به استانداردهای WHO و FEPA بود (۷۸).

بررسی مقالات میزان فلزات سنگین در تیلاپیا

Ibrahim و همکاران (۲۰۱۰) میزان فلزات سنگین مس، روی و سرب را در عضلات ماهی تیلاپیا نیل موجود در رودخانه‌های Jakara و Kusalla در کشور نیجریه مورد بررسی قرار دادند. مقادیر بدست آمده آنها در مقایسه با مقادیر استاندارد FAO نشان داده است که میانگین مس و روی آنها برای مصرف انسان بی‌ضرر بوده درحالیکه مقدار سرب بالاتر از حد مجاز بوده است. در این مطالعه ماهیانی که میزان بالاتری مواد غذایی در اختیار داشته‌اند و از نظر اندازه بزرگتر بوده‌اند میزان بیشتری فلزات سنگین را داشته‌اند (۶۵). البته این نتیجه گیری آنها با نتایج مطالعات بدست آمده توسط Rahmawati و همکاران (۲۰۰۸) تناقض دارد (۶۶).

Al-Kahtani (۲۰۰۹) میزان فلزات سنگین (آهن، روی، مس، سرب، منگنز و کادمیوم) در آب و عضله تیلاپای نیل موجود در دریاچه الخدود در عربستان سعودی را مورد آزمایش قرار داد. سطح فلزات سنگین در آب این منطقه فقط در مورد آهن از استانداردهای WHO و USEPA بالاتر بود و در بقیه موارد پایین تر از حد مجاز بود. ولی میزان فلزات سنگین در ماهی تیلاپیا نیل بطور مشخصی بالاتر از سطوح بدست آمده از

آب مناطق زندگی این ماهیان بود و بالاتر از حد مجاز WHO و USEPA بدست آمده است. نتایج نشان داد که مصرف ماهی بدست آمده از این مناطق می‌تواند برای مصرف کننده خطراتی را داشته باشد (۶۷).

Taweel و همکاران (۲۰۱۱) غلظت فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، کروم، مس، نیکل و روی) را در ارگانهای مختلف ماهی تیلاپیا نیل در ۵ منطقه مختلف از Bangi واقع در مالزی مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که بیشترین میزان این فلزات سنگین به ترتیب در کبد، آبشش و پس از آنها در عضلات دیده شده است. در این مطالعه آنها به این نتیجه رسیدند که غلظت فلزات سنگین در بافتها بطور معنی داری بسته به منطقه ای که ماهیان از آنها جدا شده بودند، متفاوت بوده است. غلظتهای این فلزات در عضله ماهیان در تمام مناطق در سطح قابل قبول و بی‌ضرر برای مصرف انسان و سلامت جامعه بوده است (۶۸).

Muinde و همکاران (۲۰۱۳) تاثیر آلودگی فلزات سنگین بر روی سطوح اسیدهای چرب امگا-۳ PUFA در ماهی تیلاپای خلیج Winam از دریاچه Victoria را بررسی کردند. آنها میزان اسیدهای چرب ماهیان تیلاپای مناطق آلوده ای که مقادیر بالایی از فلزات سنگین را در آب محل زندگی داشتند با ماهیهای مناطق فاقد فلزات سنگین مورد مقایسه قرار دادند و نتیجه گرفتند که ارتباط مشخصی بین سطح فلزات سنگین و میزان امگا-۳ در عضلات ماهیهای این منطقه وجود ندارد (۶۹).

Babu و Ozbay (۲۰۱۳) فیله های تیلاپای وارداتی را از نظر فلزات سنگین و باقیمانده‌های دارویی (کلرامفنیکل و مالاویت گرین) در منطقه آتلانتیک ایالات متحده امریکا مورد بررسی قرار دادند. آنها ۳۶ فیله را مورد آنالیز قرار دادند که در هیچ کدام موردی از لحاظ باقیمانده دارویی دیده نشده است. همچنین نمونه‌ها بطور میانگین در سطح سالم و بی‌ضرری از نظر کادمیوم، آرسنیک و سرب بر اساس حد مجاز US FDA بودند (۷۰). (از آنجایی که بیشترین واردات فیله تیلاپای امریکا همانند ایران از کشور چین است این آزمایش می‌تواند نکته مثبتی برای ماهی تیلاپای وارداتی ایران باشد).

Kong و همکاران (۲۰۰۵) میزان باقی‌ماندگی DDT و PAH (polycyclic aromatic hydrocarbons) و برخی از فلزات سنگین (کادمیوم، سرب و کروم) را در ماهیان تیلاپیا جمع‌آوری شده از هنگ کنگ و mainland چین مورد بررسی قرار دادند. آنها متوجه شدند که تیلاپیاهای خریداری شده از فروشگاه‌های mainland چین غلظت بالاتری از DDT و PAH نسبت به آنهایی که از حوضچه‌های ماهی هنگ کنگ جمع‌آوری شده‌اند داشته‌اند. این نشان می‌دهد که حوضچه‌های ماهی mainland چین آلودگی بالاتری دارند (بخاطر رشد صنعتی بالای منطقه در طی ۲۰ سال گذشته). همچنین تیلاپای چین دارای میزان بالایی از سرب (۸ برابر بالاتر از گایدلاین اروپا) بودند. ۳۶٪ نمونه‌ها نیز از نظر کروم بالاتر از گایدلاین کشور چین بودند. این موارد برای سلامت انسانهای مصرف کننده خطرناک هستند.

نمونه‌های یکی از مناطق هنگ کنگ نیز دارای سطح بالایی از کروم بودند که این موارد برای سلامت پرندگان آبی منطقه مضر معرفی شده است (۷۱)

منابع:

- 1- Scorletti E, Byrne CD (2013). "Omega-3 fatty acids, hepatic lipid metabolism, and nonalcoholic fatty liver disease". *Annual Review of Nutrition*. 33 (1): 231–48.
- 2- MacLean CH, Newberry SJ, Mojica WA, Khanna P, Issa AM, Suttorp MJ, Lim YW, Traina SB, Hilton L, Garland R, Morton SC (2006-01-25). "Effects of omega-3 fatty acids on cancer risk: a systematic review.". *JAMA: the Journal of the American Medical Association*. 295 (4): 403–15.
- 3- Rizos EC, Ntzani EE, Bika E, Kostapanos MS, Elisaf MS (September 2012). "Association Between Omega-3 Fatty Acid Supplementation and Risk of Major Cardiovascular Disease Events A Systematic Review and Meta-analysis". *JAMA*. 308 (10): 1024–1033.
- 4- MacLean CH, Newberry SJ, Mojica WA, Khanna P, Issa AM, Suttorp MJ, Lim YW, Traina SB, Hilton L, Garland R, Morton SC (2006-01-25). "Effects of omega-3 fatty acids on cancer risk: a systematic review.". *JAMA: the Journal of the American Medical Association*. 295 (4): 403–15.
- 5- Heinze VM, Actis AB (February 2012). "Dietary conjugated linoleic acid and long-chain n-3 fatty acids in mammary and prostate cancer protection: a review". *International journal of food sciences and nutrition*. 63 (1): 66–78.
- 6- Zheng JS, Hu XJ, Zhao YM, Yang J, Li D (27 June 2013). "Intake of fish and marine n-3 polyunsaturated fatty acids and risk of breast cancer: meta-analysis of data from 21 independent prospective cohort studies". *BMJ*. 346 (jun27 5): f3706–f3706.
- 7- Cederholm T, Palmblad J (March 2010). "Are omega-3 fatty acids options for prevention and treatment of cognitive decline and dementia?". *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*. 13 (2): 150–155.
- 8- Mazereeuw G, Lanctôt KL, Chau SA, Swardfager W, Herrmann N (2012). "Effects of omega-3 fatty acids on cognitive performance: a meta-analysis". *Neurobiol Aging*. 33 (7): e17–29.
- 9- Chew, EY; Clemons, TE; Agrón, E; Launer, LJ; Grodstein, F; Bernstein, PS; Age-Related Eye Disease Study 2 (AREDS2) Research, Group (25 August 2015). "Effect of Omega-3 Fatty

- Acids, Lutein/Zeaxanthin, or Other Nutrient Supplementation on Cognitive Function: The AREDS2 Randomized Clinical Trial.". *JAMA*. 314 (8): 791–801.
- 10- Forbes, SC; Holroyd-Leduc, JM; Poulin, MJ; Hogan, DB (December 2015). "Effect of Nutrients, Dietary Supplements and Vitamins on Cognition: a Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials.". *Canadian Geriatrics Journal*. 18 (4): 231–45.
 - 11- van West, Dirk; Maes, Michael (2003). "Polyunsaturated fatty acids in depression". *Acta Neuropsychiatrica*. 15 (1): 15–21.
 - 12- Duckett SK, Neel JP, Fontenot JP, Clapham WM (2009). "Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: III. Tissue proximate, fatty acid, vitamin and cholesterol content" (PDF). *Journal of Animal Science*. 87 (9): 2961–70.
 - 13- Hooper L, Thompson RL, Harrison RA, Summerbell CD, Ness AR, Moore HJ, Worthington HV, Durrington PN, Higgins JP, Capps NE, Riemersma RA, Ebrahim SB, Davey Smith G (2006). "Risks and benefits of omega-3 fats for mortality, cardiovascular disease, and cancer: systematic review". *BMJ*. 332 (7544): 752–760.
 - 14- Lands WE (1992). "Biochemistry and physiology of n-3 fatty acids" . *FASEB Journal*. Federation of American Societies for Experimental Biology. 6 (8): 2530–2536.
 - 15- Lands, WEM (2005). *Fish, omega-3 and human health*. American Oil Chemists' Society. ISBN 978-1-893997-81-3.
 - 16- Simopoulos AP (October 2002). "The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids". *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 56 (8): 365–379.
 - 17- Daley, C. A.; Abbott, A.; Doyle, P.; Nader, G.; and Larson, S. (2004). "A literature review of the value-added nutrients found in grass-fed beef products". California State University, Chico (College of Agriculture). Retrieved 2008-03-23.
 - 18- Falk-Petersen, S.; et al. (1998). "Lipids and fatty acids in ice algae and phytoplankton from the Marginal Ice Zone in the Barents Sea". *Polar Biology*. 20 (1): 41–47.
 - 19- Hibbeln JR, Nieminen LR, Blasbalg TL, Riggs JA, Lands WE (2006). "Healthy intakes of n-3 and n-6 fatty acids: Estimations considering worldwide diversity". *The American Journal of Clinical Nutrition*. 83 (6 Suppl): 1483S–1493S.
 - 20- Martina Bavec; Franc Bavec (2006). *Organic Production and Use of Alternative Crops*. London: Taylor & Francis Ltd. p. 178. ISBN 1-4200-1742-X. Retrieved 2013-02-18.
 - 21- Erasmus, Udo, *Fats and Oils*. 1986. Alive books, Vancouver, ISBN 0-920470-16-5 p. 263 (round-number ratio within ranges given.)
 - 22- "Oil, vegetable, corn, industrial and retail, all purpose salad or cooking; USDA Nutrient Data, SR-21". Conde Nast. Retrieved 12 April 2014.

- 23- Simopoulos AP (September 2003). "Importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids: evolutionary aspects". *World Review of Nutrition and Dietetics*. *World Review of Nutrition and Dietetics*. 92: 1–174.
- 24- Simopoulos AP, Leaf A, Salem N (2000). "Workshop Statement on the essentiality of and recommended dietary intakes for n-6 and n-3 fatty acids". *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*. 63 (3): 119–121.
- 25- MacDonald, ML; Rogers, QR; Morris, JG (1984). "Nutrition of the Domestic Cat, a Mammalian Carnivore". *Annual Review of Nutrition*. 4: 521–62.
- 26- Crawford, MA; Sinclair, AJ (1971). "Nutritional influences in the evolution of mammalian brain. In: lipids, malnutrition & the developing brain". *Ciba Foundation symposium*: 267–92.
- 27- Ukaya, T.; Gondaira, T.; Kashiyae, Y.; Kotani, S.; Ishikura, Y.; Fujikawa, S.; Kiso, Y.; Sakakibara, M. (2007). "Arachidonic acid preserves hippocampal neuron membrane fluidity in senescent rats". *Neurobiology of Aging*. 28 (8): 1179–1186.
- 28- Wang, ZJ; Liang, CL; Li, GM; Yu, CY; Yin, M (2006). "Neuroprotective effects of arachidonic acid against oxidative stress on rat hippocampal slices". *Chemico-biological interactions*. 163 (3): 207–17.
- 29- Weaver, KL; Ivester, P; Chilton, JA; Wilson, MD; Panddey, P; Chilton, FH. (2008): The content of favorable and unfavorable polyunsaturated fatty acids found in commonly eaten fish. *J Am Diet Assoc*, 108: 1178-1185.
- 30- Alam, A; Moniruzzaman, S; Akter, S; Sarker, B and Minar MH. (2014). Omega-3 and 6 Fatty Acid Imbalance Found in Tilapia Feed in Various Tilapia Farms of Southeastern Region of Bangladesh. *World Journal of Zoology* 9 (3): 227-234.
- 31- Zanqui, AB; Souza, AHP; Gohara, AK; Nishiyama, MF; Ribeiro, RP; Souza, NE; Visentainer, JV; Gomes, STM and Matsushita, M. (2015). Multivariate study of Nile tilapia byproducts enriched with omega-3 and dried with different methods. *Food Science and Technology*, ISSN 0101-2061.
- 32- Molnar, T; Biro, J; Hancz, C; Romvari, R; Varga, D; Horn, P and Szabo, A. (2012). Fatty acid profile of fillet, liver and mesenteric fat in tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed vegetable oil supplementation in the finishing period of fattening. *Arch Tierz* 55 (2012) 2, 194-205.
- 33- Watters, CM; Rosner, LS; Franke, AA; Dominy, WG; Klinger-Bowen, R and Tamaru, CS. (2013). Nutritional Enhancement of Long-Chain Omega-3 Fatty Acids in Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, IJA_65.2013.869, 7 pages.
- 34- Watters, CA; Rosner, LS; Franke, AA and Asato, AE. (2012). Omega-3 Fatty Acid, Selenium, and Mercury Content of Aquaculture Products in Hawai'i. *Foods and Nutrition* October 2012, University of Hawai'i Manoa.

- 35- Hossain, MA (2011). Fish as Source of n-3 Polyunsaturated Fatty Acids (PUFAs), Which One is Better-Farmed or Wild? *Advance Journal of Food Science and Technology* 3(6): 455-466, 2011.
- 36- Sampels, S; Zajic, T and Mraz, J. (2014). Effects of Frying Fat and Preparation on Carp (*Cyprinus carpio*) Fillet Lipid Composition and Oxidation. *Czech J. Food Sci.* Vol. 32, 2014, No. 5: 493–502.
- 37-Zibae, MJ; Khosravi, M; Baniasadi, N and Daneshvar, Z. (2008). Omega-3 Fatty Acid Content in Various Tissues of Different Persian Gulf Fish. *Iranian Cardiovascular Research Journal* Vol.2, No. 1
- 38- Soltan, S and Gibson, R. (2008). Levels of Omega 3 fatty acids in Australian seafood. *Asia Pac J Clin Nutr* 2008;17 (3): 385-390
- 39- Birch, Eileen E; Garfield, Sharon; Hoffman, Dennis R; Uauy, Ricardo; Birch, David G (2007). "A randomized controlled trial of early dietary supply of long-chain polyunsaturated fatty acids and mental development in term infants". *Developmental Medicine & Child Neurology.* 42 (3): 174–181.
- 40- Rapoport, SI (2008). "Arachidonic acid and the brain". *The Journal of Nutrition.* 138 (12): 2515–20.
- 41- Amtul, Z.; Uhrig, M.; Wang, L.; Rozmahel, R. F.; Beyreuther, K. (2012). "Detrimental effects of arachidonic acid and its metabolites in cellular and mouse models of Alzheimer's disease: Structural insight". *Neurobiology of Aging.* 33 (4): 831.e21–31.
- 42- Schaeffer, EL; Forlenza, OV; Gattaz, WF (2009). "Phospholipase A2 activation as a therapeutic approach for cognitive enhancement in early-stage Alzheimer disease". *Psychopharmacology.* 202 (1–3): 37–51.
- 43- Harris, WS; Mozaffarian, D; Rimm, E; Kris-Etherton, P; Rudel, LL; Appel, LJ; Engler, MM; Engler, MB; Sacks, F (2009). "Omega-6 fatty acids and risk for cardiovascular disease: a science advisory from the American Heart Association Nutrition Subcommittee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; Council on Cardiovascular Nursing; and Council on Epidemiology and Prevention". *Circulation.* 119 (6): 902–7.
- 44- Nelson, GJ; Schmidt, PC; Bartolini, G; Kelley, DS; Kyle, D (1997). "The effect of dietary arachidonic acid on platelet function, platelet fatty acid composition, and blood coagulation in humans". *Lipids.* 32 (4): 421–5.
- 45-Changes in whole blood and clinical safety markers over 50 days of concomitant arachidonic acid supplementation and resistance training. Wilborn, C, M Roberts, C Kerksick, M Iosia, L Taylor, B Campbell, T Harvey, R Wilson, M. Greenwood, D Willoughby and R Kreider. *Proceedings of the International Society of Sports Nutrition (ISSN) Conference* June 15–17, 2006.

- 46-Pantaleo, P; Marra, F; Vizzutti, F; Spadoni, S; Ciabattini, G; Galli, C; La Villa, G; Gentilini, P; Laffi, G (2004). "Effects of dietary supplementation with arachidonic acid on platelet and renal function in patients with cirrhosis". *Clinical science*. 106 (1): 27–34.
- 47- Ferrucci, L; Cherubini, A; Bandinelli, S; Bartali, B; Corsi, A; Lauretani, F; Martin, A; Andres-Lacueva, C; Senin, U; Guralnik, JM (2006). "Relationship of plasma polyunsaturated fatty acids to circulating inflammatory markers". *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 91 (2): 439–46.
- 48- Li, B; Birdwell, C; Whelan, J (1994). "Antithetic relationship of dietary arachidonic acid and eicosapentaenoic acid on eicosanoid production in vivo". *Journal of lipid research*. 35 (10): 1869–77.
- 49- elson, GJ; Schmidt, PC; Bartolini, G; Kelley, DS; Phinney, SD; Kyle, D; Silbermann, S; Schaefer, EJ (1997). "The effect of dietary arachidonic acid on plasma lipoprotein distributions,
- 50-Kelley, DS; Taylor, PC; Nelson, GJ; MacKey, BE (1998). "Arachidonic acid supplementation enhances synthesis of eicosanoids without suppressing immune functions in young healthy men". *Lipids*. 33 (2): 125–30.
- 51- Chowdhury, R; Warnakula, S; Kunutsor, S; Crowe, F; Ward, HA; Johnson, L; Franco, OH; Butterworth, AS; Forouhi, NG; Thompson, SG; Khaw, KT; Mozaffarian, D; Danesh, J; Di Angelantonio, E (Mar 18, 2014). "Association of dietary, circulating, and supplement fatty acids with coronary risk: a systematic review and meta-analysis.". *Annals of Internal Medicine*. 160 (6): 398–406.
- 52- Schuurman, AG; Van Den Brandt, PA; Dorant, E; Brants, HA; Goldbohm, RA (1999). "Association of energy and fat intake with prostate carcinoma risk: results from The Netherlands Cohort Study". *Cancer*. 86 (6): 1019–27.
- 53-Leitzmann, MF; Stampfer, MJ; Michaud, DS; Augustsson, K; Colditz, GC; Willett, WC; Giovannucci, EL (2004). "Dietary intake of n-3 and n-6 fatty acids and the risk of prostate cancer". *The American Journal of Clinical Nutrition*. 80 (1): 204–16. PMID 15213050.
- 54-Astorg, P (2005). "Dietary fatty acids and colorectal and prostate cancers: epidemiological studies". *Bulletin du cancer*. 92 (7): 670–84. PMID 16123006.
- 55-Whelan, J; McEntee, MF (2004). "Dietary (n-6) PUFA and intestinal tumorigenesis". *The Journal of Nutrition*. 134 (12 Suppl): 3421S–3426S. PMID 15570048
- 56- Stevanato, BF; Almeida, VV; Matsushita, M; Oliveria, CC; Souza, NE and Visentainer, JV. (2008). Fatty acids and nutrients in the flour made from tilapia (*Oreochromis niloticus*) heads. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 28(2): 440-443.
- 57-Abou, Y; Aina, MP; Fiogbe, ED and Micha, JC. (2013). Growth and fatty acid composition of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. fed Azolla-diets, in tanks and in earthen ponds: A comparative study. *Natural Science*, Vol.5, No.1, 77-83.
- 58- El-Sayed, A. Tilapai Culture. CABI Publication. 2006, doi: 10.1079/9780851990149.0000

- 59-Yilmaz F, Ozdemir N, Demirak A, Tuna AL. Heavy metal levels in two fish species *Leuciscus cephalus* and *Lepomis gibbosus*. *Food Chem* 2007;100:830e5.
- 60-Zhao S, Feng C, Quan W, Chen X, Niu J, Shen Z. Role of living environments in the accumulation characteristics of heavy in fishes and crabs in the Yangtze River Estuary, China. *Mar Pollut Bull* 2012;64:1163e71.
- 61- Mustafa C, Guluzar A. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environ Pollut* 2003;121:129e36.
- 62- Khaled A. Seasonal determination of some heavy metals in muscle tissues of *Siganus rivulatus* and *Sargus sargus* fish from El-Mex Bay and Eastern Harbor, Alexandria, Egypt. *Egypt J Aquat Biol Fish* 2004;8(1):65e81.
- 63- El-Moselhy, Kh.M; Othman, A.I; Abd El-Azem, H and El-Metwally. (2014). Bioaccumulation of heavy metals in some tissues of fish in the Red Sea, Egypt. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*. 1:97-105.
- 64- Yi YJ, Yang ZF, Zhang SH. Ecological risk assessment of heavy metals in sediment and human health risk assessment of heavy metals in fishes in the middle and lower reaches of the Yangtze River basin. *Environ Pollut* 2011;159:2575e85.
- 65- Ibrahim, S and Sa'id, H.A. (2010). Heavy metals loadin Tilapia species: A case study of Jakara River and Kusalla Dam, Kano State, Nigeria. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 3(1): 87 – 90.
- 66- Rahmawati, S., Suphi, S., Ratri, I., Hapsari, J. and Pinilih, M. (2008): Accumulation of Heavy Metals in Cage Aquaculture at Citrate Reservoir, West Java, Indonesia, *Annals of New York Academy of Science*, 1140: 290 – 296.
- 67- Al-Kahtani, M.A (2009). Accumulation of Heavy Metals in Tilapia Fish (*Oreochromis niloticus*) from Al-Khadoud Spring, Al-Hassa, Saudi Arabia. *American Journal of Applied Sciences* 6 (12): 2024-2029.
- 68- Taweel, A; Shuhaimi-Othman, M and Ahmad, AK. (2011). Heavy metals concentration in different organs of tilapia fish (*Oreochromis niloticus*) from selected areas of Bangi, Selangor, Malaysia. *African Journal of Biotechnology* Vol. 10(55), pp. 11562-11566.
- 69- Muinde, V.M; Nguu, E.K; Ogoyi, D.O and Shiundu, P.M. (2013). Effects of Heavy Metal Pollution on Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids Levels In Tilapia Fish from Winam Gulf of Lake Victoria. *The Open Environmental Engineering Journal*, 2013, 6, 22-31.
- 70- Babu B, Ozbay, G (2013) Screening of Imported Tilapia Fillets for Heavy Metals and Veterinary Drug Residues in the Mid-Atlantic Region, USA. *J Food Process Technol* 4:266.
- 71- Kong, KY; Cheung, KC; Wong, CKC and Wong, MH. (2005). Residues of DDTs, PAHs and Some Heavy Metals in Fish (Tilapia) Collected from Hong Kong and Mainland China. *Journal of Environmental Science and Health*, 40:2105–2115.

72- The mercury levels in the table, unless otherwise indicated, are taken from: Mercury Levels in Commercial Fish and Shellfish (1990-2010) U.S. Food and Drug Administration. Accessed 8 January 2012.

- ۷۳- کمره ئی، ب. و همکاران (۱۳۸۸) "اندازه گیری غلظت فلزات سنگین (آرسنیک، باریم، کادمیوم، جیوه، سرب، کرم) در منابع آب و رودخانه شهر بروجرد در سال ۱۳۸۸-۱۳۸۷"، فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی لرستان، دوره یازدهم- شماره ۴، مسلسل ۴۳.
- ۷۴- اشرفی، ف. و همکاران (۱۳۸۷). "حذف فلزات سنگین از محلولها به کمک زئولیت معدنی"، پیک نور علوم، سال دوم، شماره اول، صص ۹۴-۱۰۲.
- ۷۵- حسینی، م.ح. و همکاران. (۱۳۹۲). "بررسی غلظت فلزات سنگین در پساب و لجن کارخانه کاشی سازی شهر بیرجند در سال ۱۳۸۹"، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، دوره ۲۰، شماره ۱.
- ۷۶- میران زاده، م. و همکاران. (۱۳۹۰). "بررسی غلظت فلزات سنگین در شبکه توزیع آب شهر کاشان در سال ۱۳۸۹"، مجله سلامت و بهداشت اردبیل، دوره دوم، شماره سوم، صص ۵۶ تا ۶۶.
- ۷۷- شهریار، ع (۱۳۸۴). اندازه گیری مقادیر فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در بافت خوراکی ماهیان شوریده و سرخو خلیج فارس در سال ۱۳۸۲. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، دوره هفتم، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۸۴، صفحات ۶۵ تا ۶۷.
- ۷۸- محمد نبی زاده، س. و پور خباز، ع. (۱۳۹۲). بررسی تجمع فلزات سنگین کادمیوم و نیکل در بافت های ماهی زمین کن (*Platycephalus indicus*) در تالاب حرا. علوم و مهندسی محیط زیست، سال اول، شماره ۱.
- ۷۹- خرمگاه، م.، رضایی، م.، اجاق، س.م. و باباخانی لشکان، آ. (۱۳۸۶). مقایسه ارزشهای تغذیه ای و اسیدهای چرب امگا-۳ عضله های پستی و شکمی کپور معمولی وحشی و پرورشی. مجله علوم و فنون دریایی، ۱۳۸۶، دوره ششم، شماره ۳، صفحات ۳۷-۳۱.