# اثرات اسید آمینه تورین جیره غذایی بر شاخص های رشد، تولید مثل و سلامت میگو و آبزیان

محمد فراست[1]، وحید مرشدی*[1]

v.morshedi@gmail.com

۱. دانشگاه خلیج فارس، پژوهشکده خلیج فارس، بوشهر، ایران.

**چکیده**

در گذشته پودر ماهی به دلیل کیفیت بالا و قیمت نسبتا پائین به عنوان مهم ترین و اصلی ترین ترکیب در جیره غذایی آبزیان استفاده می شد. اما روندی که در حال حاضر کارخانه های تولید خوراک آبزیان در کشور در خصوص تولید خوراک برای آبزیان از جمله میگو در پیش گرفته اند کاهش استفاده از پودر ماهی به دلیل قیمت بالا و کاهش واردات آن و استفاده از منابع گیاهی ارزان قیمت از جمله سویا می باشند. پروتئین های گیاهی به دلیل کاهش دسترسی زیستی مواد معدنی کاهش رشد را به همراه خواهد داشت؛ بعلاوه پودر ماهی غنی از اسیدآمینه تورین می باشد، در حالی که پروتئین های گیاهی فاقد این اسیدآمینه هستند. با این حال، اسید آمینه تورین هم به عنوان یک اسید آلی سبب بهبود دسترسی زیستی مواد معدنی شده و هم به عنوان یک اسید آمینه نیمه ضروری در جیره بخشی از نیازهای آبزی را مرتفع کرده و در حل معضل مذکور کمک کننده باشد و به حفظ پایداری این صنعت کمک کند. اسید آمینه تورین یکی از مواد مغذی مهم جیره است که در سال های اخیر در صنعت آبزی پروری توجه زیادی به آن شده است اما باید توجه داشت که اثر تورین جیره تحت تأثیر عوامل مختلف مانند گونه آبزی، سن، اجزای جیره و میزان سایر اسیدهای آمینه جیره متغیر است. در تحقیقات مختلف صورت گرفته اثرات مثبت مکمل تورین در جیره غذایی (به ویژه جیره های با پایه پروتئین‌های گیاهی) برای برخی از گونه های آبزیان گزارش شده است. در این مقاله سعی بر این است که مزایای استفاده از اسیدآمینه تورین در جیره آبزیان از جمله میگو بررسی گردد.

**کلمات کلیدی:** اسید آمینه تورین، آبزی پروری، میگو، شاخص های رشد، تولید مثل.

**مقدمه**

صنعت آبزی پروری سریعترین رشد را در بخش تولید غذا داشته و در طی پنجاه سال گذشته تولید آن از ۱ میلیون تن در سال به بیش از هفتاد میلیون تن در سال رسیده است (FAO, 2016). در حال حاضر میگو یکی از سودآورترین محصولات آبزی است که در سطح بین‌المللی تجارت می‌شود و سهم مهمی در تولید و تجارت جهانی آبزیان دارد (FAO, 2016).

در مراکز تکثیر میگو، میگوهای مولد جهت تکامل تخمدان ها باید قطع پایه چشمی شوند، اما به دلیل آنکه تکامل تخمدان بعد از قطع پایه چشمی بسیار سریع است، لذا تنها انرژی و مواد مغذی جیره غذایی برای تکامل سریع تخمدان ها کافی نیست. از سوی دیگر به دلیل آنکه مولدین در کارگاه های تکثیر معمولاً تحت استرس دستکاری و تراکم زیاد هستند، حساسیت آنها نسبت به بیماری ها افزایش می‌یابد (Govahi et al., 2014). بنابراین،

**صنعت آبزی پروری سریعترین رشد را در بخش تولید غذا داشته و در طی پنجاه سال گذشته تولید آن از ۱ میلیون تن در سال به بیش از هفتاد میلیون تن در سال رسیده است.**

تغذیه میگو یکی از فاکتور های مهم و مؤثر بر کیفیت گناد ها می باشد، که تحقیقات برای تولید جیره غذایی تجاری با کیفیت و کارایی مطلوب را اجتناب ناپذیر می نماید (Andrino, Serrano Jr and Corre Jr, 2012).

یکی از این مواد مغذی که در سال های اخیر در صنعت آبزی پروری توجه زیادی به آن شده است اسید آمینه تورین می باشد (Salze and Davis, 2015). همانند گونه های مختلف پستانداران، توانایی بیوسنتز تورین در میان گونه های مختلف آبزیان و ماهیان و در طی پروسه تکامل متفاوت است (Kim et al., 2008). تورین در ساختار پروتئین ها نقشی ندارد، اما به صورت آزاد در بافت های مختلف به وفور یافت می شود و در رشد آبزیان، سلامت و ایمنی، سنتز رنگدانه های صفراوی، سلامت عملکرد کبد، تولید مثل، استحکام غشاء پلاسمایی سلول ها به عنوان آنتی اکسیدان و همچنین تنظیم اسمزی نقش دارد (Jobling, 2012). علاوه بر آن، اثرات مثبت مکمل تورین در جیره غذایی بسیاری از آبزیان ثبت شده است، اما اطلاعات اندکی در ارتباط با اثرات این اسید آمینه در مرحله لاروی و جوانی گونه های دیگر آبزیان همانند میگو موجود می‌باشد (Salze and Davis, 2015).

در حال حاضر به دلیل قیمت بالا و کاهش دسترسی به آرد ماهی با کیفیت مناسب، یکی از چالش های اصلی صنعت آبزی پروری در جهت تولید غذا برای آبزیان پرورشی خصوصا آبزیان گوشتخوار تامین آرد ماهی می باشد. بنابراین جایگزینی آرد ماهی با منابع پروتئینی گیاهی یک از راه های حفظ پایداری در صنعت آبزی پروری است (Hardy, 2010, Gatlin III et al., 2007)؛ چراکه آرد ماهی غنی از اسید آمینه تورین می باشد، در حالی که پروتئین های گیاهی فاقد این اسید آمینه هستند (Izquierdo et al., 2006).

این مقاله به تحقیق و جمع بندی اطلاعات موجود در خصوص اهمیت و نقش تورین در آبزی پروری و ضرورت افزودن آن به جیره غذایی میگو خواهد پرداخت.

## اثرات تورین بر تولید مثل آبزیان

در آبزیان تخم گذار، رشد جنین وابسته به مواد مغذی و مولکول‌های زیستی حاصل از مولدین می باشد. بنابراین، عملکرد تولید مثل، کیفیت تخم و اسپرم، بازماندگی و کیفیت لارو تا مرحله‌ی تغذیه‌ی خارجی لارو وابسته به تغذیه مولدین می باشد. به نظر می‌رسد افزودن مکمل اسید آمینه تورین در زمان گامت سازی به بهبود متابولیسم عمومی بدن مولد که در نهایت منجر به افزایش تولید تخم می‌گردد. همچنین به نظر می‌رسد، جنین‌های حاصل از مولدین تغذیه شده با جیره حاوی مکمل اسید آمینه ی تورین بهتر از مواد مغذی و انرژی موجود در زرده نسبت به تخم های حاصل از مولدین تغذیه شده با جیره فاقد مکمل تورین، استفاده می‌کنند. از طرفی گمان می رود اسید آمینه ی تورین در زمان تخمک سازی از طریق انتقال مواد مغذی و مولکول های حیاتی (به طور مثال نوکلئوتید ها) به فرآیند تولید تخم و افزایش هماوری کمک کند (Salze et al., 2019). با این وجود تحقیقات بسیار اندکی در زمینه ی اثر اسید آمینه ی تورین بر تولید مثل آبزیان گزارش شده است.

در مطالعه ای بر روی مولدین گربه ماهی کانالی (*Ictalurus punctatus*) مشخص شد که مولدین تغذیه شده با جیره بر پایه‌ی پروتئین گیاهی سویا دارای عملکرد تولید مثل بسیار ضعیف تری نسبت به مولدین تغذیه شده با جیره حاوی حداقل ٪۱۵ پودر ماهی و یا پودر ضایعات مرغ که سرشار از اسید آمینه ی تورین می باشند، بودند (Sink et al., 2010). این مطالعه ی نشان داد در جیره غذایی این گونه باید حداقل ٪۱۵ پروتئین حیوانی که سرشار از اسید آمینه تورین است برای بهبود عملکرد تولید مثل افزوده شود.

در این زمینه همچنین Al-Feky و همکاران (۲۰۱۶) گزارش نمودند که افزودن مکمل اسید آمینه تورین به میزان ۱۰ گرم در هر کیلوگرم جیره غذایی سبب تسریع در رسیدگی جنسی ماهی تیلاپیا نیل (*Oreochromis niloticus*) می‌گردد. همچنین درصد تخم گشایی و کوتاه ترین زمان برای تخم گشایی و لارو هچ شده با وزن بالاتر در مولدین تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰ گرم تورین بر کیلوگرم

**همانند گونه‌های مختلف پستانداران، توانایی بیوسنتز تورین در میان گونه های مختلف آبزیان و ماهیان و در طی پروسه تکامل متفاوت است**

گزارش شد. بیشترین میزان اسید های آمینه، محتوی پروتئین و تورین در تخم های حاصل از مولدین تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰ گرم بر کیلوگرم تورین دیده شد.
در مطالعه‌ی دیگر بر مولدین گونه‌ی ماهی دم زرد کلیفورنیایی (*Seriola dorsalis*) که به مدت دو سال صورت پذیرفت دو نوع جیره حاوی مکمل تورین (۲۶/۷ گرم بر کیلو گرم) و فاقد مکمل تورین (۲/۸ گرم بر کیلوگرم) مورد آزمایش قرار گرفت (Salze et al., 2019). همچنین لاروهای حاصل نیز با غذای زنده غنی شده با تورین و غذای زنده بدون غنی سازی تغذیه شدند. همه‌ی شاخص های تولید مثلی از قبیل درصد لقاح، درصد تخم گشایی، درصد تخم های شناور و میزان هماوری در مولدین تغذیه شده با مکمل تورین بهبود یافتند. لاروهای حاصل از مولدین تغذیه شده با جیره‌ی حاوی مکمل تورین دارای زرده ی بزرگتر و ٪۵۷ بازماندگی بیشتر تا شروع تغذیه و باز شدن دهان نسبت به مولدین تغذیه شده با جیره کنترل (بدون مکمل تورین) بودند. همه لاروهای حاصل از مولدین تغذیه شده با جیره بدون مکمل تورین و همچنین لاروهای تغذیه شده با غذای زنده بدون غنی سازی با تورین در روز ۱۵ بعد از تخم گشایی از بین رفتند که نشان دهنده‌ی اهمیت این اسید آمینه‌ی آزاد در پروسه تکثیر می‌باشد. با این وجود لاروهای ۳۰ روزه حاصل از مولدین تغذیه شده با جیره حاوی مکمل تورین کوچکتر و سبکتر از حالت عادی بودند.
تحقیقات اندکی در زمینه‌ی اثرات تغذیه ای تورین بر عملکرد رشد و فیزیولوژی میگوهای دریایی صورت گرفته است. مطالعات نشان می دهد اسید آمینه تورین برای رشد میگو در مرحله لاروی و جوانی بسیار مهم است (El-Sayed, 2014). استفاده از مکمل تورین به میزان ۰/۴ تا ۰/۸ درصد برای میگوی ببری سیاه (*P. monodon*) منجر به افزایش رشد این گونه نسبت به سطوح پایین تر (صفر و ٪۰/۲) گردید (Shi-Yen and Ben-Shan, 1994). سطح مورد نیاز تورین در جیره غذایی میگو پا سفید در مرحله جوانی در حدود ۰/۱۷ درصد می باشد (Yue et al., 2012). افزودن تورین به میزان ۱۰ تا ۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم منجر به تسریع پوست اندازی و بازماندگی در مرحله لاروی میگو پا سفید شده است (Mayasari, 2005). با این وجود هیچ مطالعه ای در زمینه ی اثرات تورین جیره غذایی بر تولید مثل میگو صورت نگرفته است.

**اثرات تورین بر سطح ایمنی در میگو**

از گذشته تاکنون در هچری ها و مزارع پرورشی از آنتی بیوتیک ها، واکسن ها و مواد شیمیایی برای تحریک سیستم ایمنی و افزایش مقاومت در برابر ویروس ها، باکتری‌ها، انگل ها و بیماری های قارچی استفاده می‌کنند. استفاده بیش از حد ترکیبات آنتی بیوتیکی دارای معایبی همانند؛ ایجاد مقاومت دارویی در باکتری ها، ایجاد مشکلات زیست محیطی، ایجاد عوارض جانبی ناخواسته در آبزی، گران بودن و به صرفه نبودن، وجود بقایای دارویی در گوشت آبزی و انتقال به مصرف کننده و گاه وجود منع قانونی برای استفاده از آنتی بیوتیک می باشد. همچنین واکسن های تجاری بسیار گران قیمت بوده و به علت تنوع و تعدد بالای باکتری های بیماریزای آبزیان، استفاده از آنها از لحاظ اقتصادی به صرفه نیست (Cuéllar-Anjel et al., 2010). در سال های اخیر جهت پیشگیری و کنترل بیماری ها به جای استفاده از آنتی بیوتیک ها بیشتر از مواد محرک سیستم ایمنی[1] نظیر بتا گلوکان، نوکلئوتیدها، پروبیوتیک ها و گیاهان دارویی استفاده شده است. استفاده از مواد محرک سیستم ایمنی مذکور، مزایای متعددی نظیر داشتن اثرات جانبی کمتر بر سلامت موجود زنده و محیط زیست، باثبات و پایدار بودن، محافظت از طریق تحریک سیستم ایمنی و گلبول های سفید، عدم ایجاد مقاومت دارویی، ارزان بودن و در دسترس بودن آنها، توجه زیادی را در سطح جهان بویژه کشورهای پیشرفته به خود جلب نموده است. در تکثیر و پرورش میگو همواره با تغییرات شرایط محیطی، بیومتری، پوست اندازی، انتقال و قطع پایه چشمی مولدین مواجه هستیم که از جمله عوامل استرس زا برای

**افزودن تورین به میزان ۱۰ تا ۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم منجر به تسریع پوست اندازی و بازماندگی در مرحله لاروی میگو پا سفید شده است.**

1. immunostimulants

میگو به شمار می روند. کاهش رشد به دنبال استرس در یک دوره کوتاه مدت کاملاً به اثبات رسیده است. ثابت شده است که تورین با تنظیم تکثیر سلول‌های ایمنی و ممانعت از ترشح سایتوکاین های پیش التهابی، واسطه ای قدرتمند در پاسخ های ایمنی در پستانداران است. علاوه بر این مطالعات دیگر در مورد گونه های مختلف آبزیان حاکی از فعالیت آنتی اکسیدانی تورین است (بعنوان مثال در برابر فلزات سنگین و آمونیوم) و این خاصیت اثرات مفیدی بر سلامت عمومی آبزی دارد که می تواند منجر به تقویت سیستم ایمنی شود (Salze and Davis, 2015).

**اثرات تورین بر ترکیب بیوشیمیایی بافت**

ترکیب بیوشیمیایی عضله بدن میگوها تنوع زیادی دارد که به چندین فاکتور از جمله نوع گونه، اندازه، جنسیت، فصل و رسیدگی جنسی بستگی دارد. تنوع موجود در گونه‌های یکسان نیز به چندین فاکتور از جمله سن، اندازه، وضعیت فیزیولوژیکی و رسیدگی جنسی بستگی دارد. ترکیب بیوشیمیایی گوشت یک گونه شاخص کیفی، تغذیه ای و ارزش خوراکی آن در مقایسه با دیگر گونه ها را نشان می دهد. تفاوت ترکیب بیوشیمیایی بدن یک گونه آبزی به عواملی از جمله تفاوت در سن، جنس، شرایط محیطی و فصل بستگی دارد اما بدون شک اختلاف اصلی در ترکیب بیوشیمیایی آبزی را باید در ارتباط با غذای دریافتی یا تغذیه آبزی و حتی درصد و مقدار غذادهی روزانه دانست. ترکیبات چربی، مهمترین جنبه کیفیت غذایی آبزی بوده که بسته به نوع تغذیه آن دچار تغییر می‌شود و بیشترین اختلاف را از نظر مقداری در بدن آنها نشان می دهند. همچنین پروتئین یک فاکتور مهم برای بیان کیفیت گوشت و تعیین خواص کاربردی آن می باشد. با توجه به اینکه در سخت پوستان طی روند بلوغ جنسی انتقال انرژی از عضله به گنادها صورت نمی گیرد، احتمالا این الگوی تغییرات پروتئین عضله طی روند بلوغ جنسی بیشتر به دلیل افزایش چرخه پوست اندازی، تغییرات رشد و متابولیسم بوده تا فرایند تولید مثل (Abraham, 2005).

تری گلیسرید و کلسترول از چربی های بسیار مهم جهت ذخیره انرژی می باشد. در میگوهای پنائیده بیش از ۵۰ درصد چربی‌های تخم و بین ۲۰ تا ۳۰ درصد از چربی های مرحله ناپلی را تری گلیسرید تشکیل می‌دهد. چربی‌ها در مرحله تغذیه داخلی جنین و ناپلی و همچنین تأمین انرژی جهت پوست اندازی و رشد نقش دارند. در مطالعه ای مشخص گردید که میزان HDL در تیمار های تغذیه شده با نوکلئوتید نسبت به کنترل بیشتر شد که نشاندهنده انتقال بیشتر اسید های چرب ضروری، انرژی و ویتامین های محلول در چربی در میگو های تغذیه شده با جیره های حاوی تورین به تخمدان ها نسبت به گروه کنترل می باشد (Palacios et al., 2000).

**یافته ترویجی**

در جیره های غذایی فرموله شده آبزیان پودر ماهی به عنوان منبع سنتی تأمین پروتئین جیره غذایی به کار می‌رود که این مسئله به دلیل کیفیت بالا، پروفیل مناسب اسیدهای چرب و اسید های آمینه، میزان کم کربوهیدرات، مقادیر زیاد و با قابلیت دسترسی حیاتی ویتامین ها و مواد معدنی، قابلیت هضم و خوش خوراکی زیاد و در نهایت مقادیر ناچیز مواد ضد تغذیه ای می باشد (Metian and Tacon, 2015). با این وجود میزان تولید ثابت پودر ماهی در دنیا و سیر صعودی تولیدات آبزی پروری و نیاز روز افزون به این ماده اولیه برای تولید جیره های غذایی آبزیان منجر به افزایش قیمت این ماده اولیه شده است. مهمترین جایگزین برای پودر ماهی در جیره های غذایی آبزیان پروتئین های گیاهی هستند که میزان اسید آمینه تورین در این پروتئین ها بسیار ناچیز و یا فاقد اسید آمینه تورین هستند. بسیاری از مطالعات در گونه‌های مختلف آبزیان نشان داده است که افزودن مکمل تورین در جیره های غذایی پایه گیاهی و یا سرشار از پروتئین های گیاهیی اثر مثبتی بر شاخص های رشد و فیزیولوژیک آبزیان گذاشته است. با این وجود ضروری بودن اسید آمینه تورین در جیره غذایی

**در جیره های غذایی فرموله شده آبزیان پودر ماهی به عنوان منبع سنتی تأمین پروتئین جیره غذایی به کار می‌رود.**

به گونه آبزی، مرحله زندگی آن، رژیم غذایی آن، اندازه آن و تاریخچه ی تغذیه ی آن پیش از تغذیه با جیره های بر پایه پروتئین‌های گیاهی دارد (Salze and Davis, 2015).

## فهرست منابع


1. Abraham J., 2005. Studies on some aspects of the reproductive physiology of Metapenaeus monoceros (Fabricius), Central Institute of Fisheries Education, Mumbai.
2. Al-Feky S.S.A. El-Sayed A. F. and Ezzat A.A., 2016. Dietary taurine improves reproductive performance of N ile tilapia (Oreochromis niloticus) broodstock, Aquaculture Nutrition, 22 (2), 392-399.
3. Andrino K.G.S., Serrano Jr A.E. and Corre Jr V.L., 2012. Effects of dietary nucleotides on the immune response and growth of juvenile Pacific white shrimp Litopenaeus vannamei (Boone, 1931), Asian Fisheries Science, 25, 180–192.
4. Cuéllar-Anjel J., 2010. Principal shrimp infectious diseases, diagnosis and management, The shrimp book, 517–621.
5. El-Sayed A.F.M., 2014. Is dietary taurine supplementation beneficial for farmed fish and shrimp? a comprehensive review, Reviews in Aquaculture, 5, 1–15.
6. Gatlin III D. M., 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review, Aquaculture research, 38 (6), 551–579.
7. Govahi M., 2014. Multiple infections in shrimp Litopenaeus vannamei broodstock in commercial hatcheries in Khouzestan Province.
8. Hardy R.W., 2010. Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal, Aquaculture Research, 41 (5), 770–776.
9. Izquierdo M., 2006. Effect of green and clear water and lipid source on survival, growth and biochemical composition of Pacific white shrimp Litopenaeus vannamei, Aquaculture nutrition, 12 (3), 192–202.
10. Jobling M., 2012. National Research Council (NRC): Nutrient requirements of fish and shrimp. Springer.
11. Kim S.K., 2008. Comparison of taurine biosynthesis ability between juveniles of Japanese flounder and common carp, Amino acids, 35 (1), 161–168.
12. Mayasari N., 2005. The effect of taurine to speed up molting and increase physical endurance from vanname shrimp larva Litopenaeus vannamei (Boone), World Aquaculture 2005, Bali, Indonesia, 9-13 May. World Aquaculture Society. Meeting abstract # 71.
13. Palacios E., Ibarra A.M. and Racotta I.S., 2000. Tissue biochemical composition in relation to multiple spawning in wild and pond-reared Penaeus vannamei broodstock, Aquaculture, 185 (3–4), 353–371.
14. Salze G.P., 2019. Effect of dietary taurine in the performance of broodstock and larvae of California yellowtail Seriola dorsalis, Aquaculture, 511, 734262.
15. Salze G.P. and Davis, D.A., 2015. Taurine: a critical nutrient for future fish feeds, Aquaculture, 437, 215–229.
16. Sink T.D., 2010. Effects of dietary protein source and protein–lipid source interaction on channel catfish (Ictalurus punctatus) egg biochemical composition, egg production and quality, and fry hatching percentage and performance, Aquaculture, 298 (3–4), 251–259.
17. Shi-Yen S and Ben-Shan C., 1994. Grass shrimp, Penaeus monodon, growth as influenced by dietary taurine supplementation, Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, 108, 137–142.
18. Tacon A.G. and Metian M., 2015. 'Feed matters: satisfying the feed demand of aquaculture, Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 23 (1), 1-10.
19. Yue Y.R., Liu Y.J., Tian L. X., Gan L., Yang H.J., Liang G.Y., H, J.Y., 2013. The effect of dietary taurine supplementation on growth performance, feed utilization and taurine contents in tissues of juvenile white shrimp (Litopenaeus vannamei, Boone, 1931) fed with low-fishmeal diets, Aquaculture Research, 44(8), 1317-1325.