CC BY

مقاله علمی – ترویجی:

اهمیت استفاده از ویتامین‌ها در صنعت تولید غذای آبزیان

فاطمه داودی سفیدکوهی*[۱]، حامد وردست زاده سرد رود[۱]

*fatemeh.davoudisefidkohi@gmail.com

۱-دانشگاه تربیت مدرس، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، نور، مازندران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۴۰۲

چکیده

با رشد روز افزون جمعیت جهانی، صنعت آبزی‌پروری یکی از مهم‌ترین منابع تأمین کننده پروتئین حیوانی جوامع بشری محسوب می‌شود. از چالش‌های اصلی پیش‌رو صنعت تولید غذای آبزیان، تولید جیره‌های غذایی با کیفیت و متناسب با نیازهای تغذیه‌ای گونه‌های آبزی است. ویتامین‌ها جهت پیشگیری از بیماری‌ها، افزایش رشد و حفظ سلامتی انواع جانوران آبزی مورد نیاز هستند و در نهایت موجب بهبود کیفیت گونه‌های پرورشی می‌شوند. از آن‌جایی‌که ویتامین‌ها در بدن تولید نشده یا به میزان کافی جهت پاسخگویی به نیازهای جانوران آبزی تولید نمی‌شوند، لذا باید به صورت مکمل در جیره غذایی آبزیان گنجانده شوند. استفاده مناسب از ویتامین‌ها در جیره‌های غذایی آبزیان یکی از مهم‌ترین و مناسب‌ترین رویکردهای صنعت آبزی‌پروری است که با افزایش تولید، رشد بهینه و سلامت آبزیان به توسعه و پایداری این صنعت کمک می‌نماید.

کلمات کلیدی: آبزی پروری، آبزیان، ویتامین، رشد، خوراک

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.9]

مقدمه

صنعت آبزی‌پروری در دهه گذشته به‌سرعت توسعه یافته و سریع‌ترین رشد را در بخش تولید غذا در سطح جهان به‌خود اختصاص داده است به‌طوری‌که بیش از ۳/۳ میلیارد نفر، ۲۰ درصد از میانگین مصرف سرانه پروتئین حیوانی خود را از این بخش تأمین می‌کنند (FAO, 2020). هم راستا با افزایش جمعیت جهان و رشد و توسعه آبزی‌پروری، تقاضا برای جیره‌های غذایی افزایش پیدا کرده است. تولید کل جیره غذایی آبزیان در سال ۲۰۱۸، ۴۰/۱ میلیون تن بوده که نسبت به سال قبل آن، رشد حدود چهار درصدی داشته است (Hodar *et al*., 2020). مدیریت تغذیه‌ای صحیح در زمینه توسعه آبزی‌پروری حائز اهمیت است (Ghiasi and Falahatkar, 2013). رشد بهینه، افزایش تولید و کیفیت بالا مهم‌ترین اهدافی است که در آبزی پروری دنبال می‌شود (Fazaei *et al*., 2015). رشد بهینه در کوتاه‌ترین زمان دوره پرورش به شناخت کامل از نیازهای تغذیه‌ای گونه‌های آبزی، نوع و کیفیت جیره غذایی مورد استفاده بستگی دارد (Ashouri *et al*., 2015). از این‌رو، در سال‌های اخیر توجه فزاینده‌ای به توسعه استراتژی‌های تغذیه‌ای شده که به طور مثبت بر رشد، ایمنی و مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا نیز اثرگذار بوده است (Oliva-Teles, 2012; Hixson, 2014). نیازهای اصلی رژیم غذایی تمامی گونه‌های آبزی به پنج گروه پروتئین‌ها، لیپیدها، کربوهیدرات‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی تقسیم می‌شوند (Gasco *et al*., 2018). در زمینه بررسی نیازهای غذایی بیشترین توجه معطوف به ماکرونوترینت‌ها بوده و توجه زیادی به ریز مغذی‌ها به‌ویژه ویتامین‌ها صورت نگرفته است (Ashouri *et al*., 2015). در تراکم‌های کم و شرایط پرورشی گسترده، مواد غذایی طبیعی شاید بتوانند نسبت‌های مناسب یا تمامی ویتامین‌های مورد نیاز آبزیان را فراهم سازند، اما در پرورش متراکم و فوق متراکم با توجه به استفاده از جیره‌های غذایی و عدم پاسخگویی کافی مواد غذایی طبیعی نسبت به حجم زیاد آبزیان پرورشی و ناتوانی مناسب آبزیان در سنتز ویتامین‌ها، استفاده از مقادیر بهینه ویتامین‌ها جهت تکامل و رشد طبیعی آبزیان و افزایش سلامتی و موفقیت در امر پرورش ضروری است (Sharifzadeh *et al*., 2014; Jamalzad Falah *et al*., 2021). لذا، باتوجه به اهمیت وجود ویتامین‌ها در جیره های غذایی آبزیان پرورشی و ارتقاء رشد و سلامت آنها، مروری بر ویتامین‌ها، ویژگی‌ها، اثرات و سطح بهینه آنها در گونه‌های مختلف آبزیان انجام شده است.

ویتامین‌ها

ویتامین‌ها از نظر کمی بخش ناچیز اما از نظر کیفی جز مهم و ضروری جیره‌های غذایی آبزیان به‌حساب می‌آیند (Khara *et al*., 2016) و با توجه به حلالیت به دو دسته ویتامین‌های محلول در آب و ویتامین‌های محلول در چربی تقسیم می‌شوند (Naderi *et al*., 2013). ویتامین‌ها در مواد غذایی مختلف به مقادیر کم وجود دارند و بیشتر به صورت ترکیبات کوآنزیمی موجب سرعت بخشیدن به فعالیت‌های زیستی و حفظ شرایط طبیعی و متابولیسم صحیح بدن و تولید مثل می‌شوند (Paul *et al*., 2010). اگر ویتامین مورد نیاز در جیره غذایی وجود نداشته باشد یا به‌درستی بدن آنها را جذب نکند، علائم کمبود آن ظاهر شده و منجر بروز بیماری می‌گردد (Aliasgharpour, 2023). ویتامین‌ها حساس به محیط فیزیکی و شیمیایی اطراف خود هستند و عواملی همچون دما، فشار، نور، رطوبت، اصطکاک و شرایط زمانی می‌تواند بر تثبیت آنها طی زمان فرآوری و ماندگاری جیره غذایی اثرگذار باشد (Dehghanzadeh *et al*, 2021).

ویتامین‌های محلول در آب

این دسته از ویتامین‌ها از قابلیت ذخیره سازی در بدن برخوردار نیستند و به همین علت باید به صورت متناوب از طریق رژیم غذایی تأمین شوند (Paul *et al*., 2010). کمپلکس ویتامین B (تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین، بیوتین، اسید فولیک، اسید پانتوتنیک و ویتامین‌های B6 و B12) و اسید آسکوربیک (ویتامین C) از ویتامین‌های محلول در آب هستند که نقش کوآنزیم را در بدن ایفا می‌کنند (Gasco *et al*., 2018). در ادامه به توضیح برخی از این ویتامین‌ها پرداخته می‌شود:

تیامین (B1)

تیامین از مهم‌ترین ویتامین‌های محلول در آب است که به عنوان یک کوآنزیم در متابولیسم طبیعی چربی، زنجیره های آمینو اسید و کربوهیدرات نقش دارد (Brown *et al*., 1998). تیامین در منابعی همچون سبوس برنج، سبوس گندم و جو، کنجاله پنبه دانه، کنجاله سویا و کنجاله کتان یافت می‌شود (Gasco *et al*.,

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.9]

2018). آزاد ماهیان از توانایی سنتز تیامین برخوردار نیستند و از طریق غذا آن را دریافت می‌کنند (Ghiasi and Falahatkar, 2013). حد نیاز این ویتامین در آزادماهیان mg/kg ۱۰-۱ (NRC, 1993)، بچه ماهی کپور (*Cyprinus carpio*) mg/kg ۰/۵ (Huang *et al*., 2010) و گربه ماهی کانال (*Ictalurus punctatus*) ۱mg/kg (Andreson and Murai, 1978) تعیین شده است. رطوبت منجر به افزایش واکنش شیمیایی و تسریع فرایند هیدرولیز مواد غذایی و در نتیجه تخریب تیامین می‌شود، لذا جهت نگهداری طولانی‌مدت جیره‌های مرطوب در انبار یا قرار گیری در شرایط قلیایی و حضور سولفیت، منجر به از دسترس خارج شدن تیامین می‌شود. از علائم کمبود این ویتامین در ماهیان می‌توان به اختلال در متابولیسم کربوهیدرات، اختلالات عصبی، کاهش وزن، بی اشتهایی، افزایش حساسیت به شوک فیزیکی، عدم تعادل و خوردگی فک و باله‌ها اشاره کرد (Paul *et al*., 2010).

ریبوفلاوین (B2)

این ویتامین جزو کوآنزیم‌های فلاوین مونو نوکلئوتید (FMN) و فلاوین آدنین دی نوکلئوتید (FAD) است (Gasco *et al*., 2018) که در واکنش‌های اکسیداسیون-احیاء در آزادسازی انرژی از سلول و تجزیه اسیدهای چرب، آمینواسیدها و پیروات نقش دارند (NRC, 2011). خاصیت انرژی زایی ریبوفلاوین و بهره‌گیری از آن در جیره غذایی گونه هایی همچون کپور معمولی (Takeuchi *et al*., 1980) و باس طلایی (*sunshine bass*) (Deng and Wilson., 2003) و گربه ماهی کانال (Serrini *et al*., 1996) موجب بهبود عملکرد رشد و کارایی تغذیه گردیده است. افزودن ریبوفلاوین به جیره فرموله شده تاسماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*) نیز اثرات سودمندی بر شاخص‌های رشد و ایمنی این گونه نشان داد (Ashouri *et al*., 2015). همچنین ریبوفلاوین به همراه پیریدوکسین (ویتامین B6) اهمیت ویژه‌ای در تبدیل اسید آمینه تریپتوفان به نیکتوتینیک اسید دارد (Sharifzadeh *et al*., 2014). این ویتامین در محیط‌های قلیایی محلول بوده اما در اکثر حلال‌های آلی نامحلول است و در اثر تابش اشعه ماورا بنفش و نور مرئی تجزیه می‌شود. ریبوفلاوین به طور گسترده در گیاهان و در اندام‌های ذخیره‌ای حیوانات یافت می‌شود. از مهم‌ترین منابع ریبوفلاوین می‌توان به تخم مرغ، شیر، کبد، غلات جوانه زده، بادام زمینی، دانه سویا، پودر ماهی، پودر گوشت و استخوان، کنجاله کلزا و سبزیجات اشاره کرد (Paul *et al*., 2010; Gasco *et al*., 2018). کمبود ریبوفلاوین در جیره غذایی آبزیان عوارضی همچون کاهش اشتها، کم خونی، وجود رنگدانه‌های غیر طبیعی بر پوست، کوتاه شدن آبشش و خوردگی باله‌ها، بیرون زدگی چشم‌ها و نورگریزی را به‌دنبال دارد (Paul *et al*., 2010; Sharifzadeh *et al*., 2014; Ashouri *et al*., 2015).

نیاسین (B3)

نیاسین (اسید نیکوتینیک) یکی دیگر از ویتامین‌های گروه B است. این ویتامین محلول در آب و اتانول بوده و بسیار پایدار است و در طول تولید، فرآوری و ذخیره سازی جیره‌های غذایی تقریباً بدون تغییر باقی می‌ماند (Paul *et al*., 2010). نیاسین به شکل نیکوتینامید جزئی ضروری از دو آنزیم نیکوتینامید آدنین دی نوکلئوتید (NAD) و نیکوتینامید آدنین دی نوکلئوتید فسفات (NADP) است. این آنزیم‌ها در سنتز پیوندهای فسفات، اسیدهای چرب، حذف هیدروژن از بسترها و انتقال هیدروژن یا الکترون‌ها به کوآنزیم دیگر، متابولیسم کربوهیدرات، چربی و اسیدهای آمینه دخیل هستند (Paul *et al*., 2010; NRC, 2011). علاوه‌براین، نیاسین در تنفس سلولی و سنتز گلیکوژن و درمان کلسترول بالا و کاهش سطح آن در خون نقش دارد (Haghparast *et al*., 2015). سطح نیاز این ویتامین در جیره غذایی گونه *Heteropneustes fossilis*، mg/kg ۲۵ گزارش شده است (Shaik Mohamed and Ibrahim, 2001). در بچه ماهی استرلیاد پرورشی (*Acipenser ruthenus*) افزودن mg/kg ۳۰ نیاسین به غذا با کاهش میزان چربی و افزایش پروتئین لاشه اثر مطلوبی بر کیفیت گوشت داشته است (Khara *et al*., 2016). همچنین افزودن این مقدار نیاسین جهت افزایش ایمنی در این گونه پیشنهاد شده است (Haghparast *et al*., 2015). پودر گوشت و استخوان، پودر ماهی، سبوس گندم، سبوس برنج، گلوتن ذرت، تخم مرغ، شیر، کلزا و آفتابگردان از منابع نیاسین هستند (Gasco *et al*., 2018).

اسید فولیک (B9)

اسید فولیک با نام‌های ویتامین فولاسین و فولات نیز نامیده می‌شود. این ویتامین در متابولیسم اسیدهای آمینه، سوخت‌وساز مغز و بیوسنتز پورین‌ها و پیریمیدین‌ها، نوکلئوتیدها (NRC, 2011)، تنظیم بیان ژن، عملکرد غشای سلولی و تشکیل

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.9]

سلول‌های طبیعی خون و بهبود فرایند تخم گشایی نقش دارد (Lin *et al*., 2011; Asaikkutti *et al*., 2016). جیره‌های غذایی حاوی اسید فولیک به نگهداری طولانی‌مدت و قرارگیری در معرض نور خورشید حساس هستند، به همین دلیل توصیه می‌شود، بلافاصله پس از تولید مصرف شوند. ماهیان قادر به ساخت اسید فولیک یا مشتقات فعال آن نیستند، لذا برای تأمین نیاز این ویتامین به منابع غذایی وابسته هستند (Jamalzad Falah *et al*., 2021). کلیه، کبد، سبزیجات سبز، احشاء ماهی و مخمر از منابع اسید فولیک به‌شمار می‌روند (Paul *et al*., 2010). از علائم شایع کمبود این ویتامین می‌توان به کاهش اشتها، افزایش حساسیت به عفونت‌های باکتریایی، کم خونی، بی‌حالی، شکنندگی باله‌ها، تیره شدن رنگ پوست و شکل غیر طبیعی و عفونت طحال وکاهش رشد اشاره کرد (Halver, 1982; NRC, 2011). نیاز اسید فولیک در گونه‌هایی همچون قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (Cowey and Woodward, 1993)، گربه ماهی کانال (Duncan *et al*., 1993) و میگوی ببری (*Penaeus monodon*) (Shiau and Huang, 2001) به‌ترتیب ۰/۳-۰/۶ mg/kg، ۱/۲ mg/kg، ۱/۹-۲/۱mg/kg تعیین شده است.

سیانوکوبالامین (B12)

سیانوکوبالامین حاوی ۴ درصد کبالت است (Yamada, 2013). در بسیاری از فعل و انفعالات متابولیک نقش داشته و رابطه بسیار نزدیکی با فعالیت‌های برخی مواد مغذی همچون اسید فولیک، کولین، اسید پانتوتنیک و متیونین دارد. این ویتامین از راه فعال نمودن کوآنزیم اسید فولیک در تولید گلبول قرمز و کمک به انجام متیلاسیون در تولید اسید نوکلئیک و پروتئین نقش دارد (NRC, 2011). سیانوکوبالامین همانند اسید فولیک در همانندسازی ژن‌ها در سلول شرکت دارد و در تکثیر سلول‌ها در بافت عصبی، مغز و دستگاه گوارش فعالیت می‌کند (Fenech, 2001). منابع غذایی غنی از سیانوکوبالامین شامل: جگر گوسفند، کلیه، پودر ماهی، شیر، پنیر، تخم مرغ، پودر گوشت و استخوان و ضایعات طیور، هستند (Yamada, 2013; Gasco *et al*., 2018).

اسید آسکوربیک (C)

اسید آسکوربیک ترکیبی بی‌رنگ، کریستالی و دارای خواص اسیدی است که در محیط قلیایی تجزیه می‌شود. قرار گرفتن در معرض نور نیز فرآیند تخریب این ویتامین را سرعت می‌بخشد (Paul *et al*., 2010). برخلاف سایر ویتامین‌های محلول در آب، ویتامین C هیچ عملکرد کوآنزیمی ندارد و به عنوان یک کوفاکتور در بسیاری از واکنش‌ها فعالیت می‌کند. ماهی‌ها به دلیل فقدان آنزیم مناسب در مسیر بیوسنتزی قادر به سنتز این ویتامین به شکل طبیعی L- آسکوربیک نیستند و نیاز آنها از طریق جیره‌های غذایی تأمین می‌شود (Gasco *et al*., 2018). اسید اسکوربیک دارای پتانسیل آنتی اکسیدانی است و می‌تواند استرس اکسیداتیو را در حیوانات کاهش دهد و رادیکال‌های آزاد اکسیداتیو تولیدی از فعالیت‌های سلولی یا سایر عوامل استرس‌زا را غیرفعال کند. بیشتر این رادیکال‌ها گونه‌های اکسیژن فعال (ROS)، از جمله پراکسید هیدروژن، رادیکال هیدروکسیل و آنیون سوپراکسید هستند که می‌توانند به اجزاء غشاء سلولی مانند لیپیدها، کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و DNA آسیب برسانند. بنابراین، اسید آسکوربیک به عنوان یک آنتی اکسیدان می‌تواند رادیکال‌های آزاد و ROS را از بین ببرد و به‌نوبه خود از آسیب رادیکال‌های سلولی جلوگیری کرده و از غشاء سلولی و مواد سیتوزول محافظت کند (Hu *et al*., 2019; El-Sayed and Izquierdo, 2021). اسید اسکوربیک نقش کلیدی در حفظ یکپارچگی بافت همبند، رگ‌های خونی و بافت استخوان و بازسازی ویتامین E و ساخت کلاژن دارد. در شرایط استرس‌زا، نیاز به اسید اسکوربیک افزایش می‌یابد، زیرا این ویتامین می‌تواند کاهش فعالیت سیستم ایمنی ناشی از استرس را جبران کند (El-Sayed and Izquierdo, 2021). همچنین نشان داده شده است که ویتامین C در کاهش اثرات منفی محیط پرورش (کیفیت پایین آب با وجود آمونیاک زیاد و سطح اکسیژن کم) و استرس در سلامت و مقاومت در برابر بیماری ها موثر است (Paul *et al*., 2010). علائم کمبود اسید اسکوربیک در گونه‌های مختلف آبزیان متفاوت است، اما علائم اصلی کمبود این ویتامین کاهش رشد، بی‌اشتهایی، تیرگی رنگ پوست، خوردگی باله‌ها، کم خونی و افزایش تلفات است. با توجه به پژوهش‌های انجام شده، نتایج متفاوتی از تأثیر این ویتامین در گونه‌های آبزی گزارش شده است. افزودن ویتامین C به جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان در شرایط متراکم تأثیری بر شاخص‌های عملکرد رشد این گونه نداشته است (Trenzado *et al*., 2006) درحالی‌که افزودن آن در جیره غذایی کپور هندی (*Labeo*

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.9]

rohita) منجر به افزایش رشد و بهبود ضریب تبدیل غذایی شده است (Misra *et al*., 2007). همچنین مطالعات نشان داده است، تغذیه بچه ماهیان کفشک (*Scophthalmus maximus*) با جیره‌های حاوی mg/kg ۱۲۰۰-۸۰۰ ویتامین C موجب افزایش لیزوزیم سرم و ظرفیت فاگوسیتوزی سلول‌های کلیوی و طحال شده است (Roberts *et al*., 1995). تغذیه سیم دریایی (*Sparus aurata*) با جیره حاوی mg/kg ۳۰۰ ویتامین موجب افزایش فعالیت فاگوسیتوزی و فعالیت کمپلمان همولیتیکی و انفجار تنفسی شده است (Ortuno *et al*., 1999).

ویتامین‌های محلول در چربی

ویتامین‌های A، D، E و K ویتامین‌های محلول در چربی هستند که به طور مستقل بر آنزیم‌ها تأثیر می‌گذارند (NRC, 2011). این ویتامین‌ها در مجاورت چربی‌ها از دستگاه گوارش جذب می‌شوند و برای هضم شدن به میسل اسید صفراوی نیاز دارند. این ویتامین‌ها همانند ویتامین‌های محلول در آب به‌راحتی دفع نمی‌شوند و زمانی که مقدار آنها در جیره غذایی بیشتر از نیازهای متابولیک باشد، در بدن ذخیره می شوند. در این حالت ممکن است یک وضعیت سمی به نام هیپرویتامینوز ایجاد شود (Gasco *et al*., 2018; Aliasgharpour, 2023).

ویتامین A (رتینول)

ویتامین A و متابولیت‌های فعال آن در طول مراحل زندگی مهره‌داران نقش‌های مختلفی را ایفاء می‌کنند که در ماهی‌ها در طیف وسیعی از فرآیندهای فیزیولوژیک از جمله بینایی، عملکرد رشد، تولید مثل، جنین زایی، رشد و تمایز و نگهداری سلول‌های اپیتلیال دستگاه گوارش و تنفس، ترشحات مخاطی، رشد جنینی، تولید موکوس، تأثیر بر ترشح انتقال دهنده‌های عصبی در مغز و پاسخ‌های ایمنی اثر گذارند (NRC, 2011; Aliasgharpour, 2023). با این‌حال، مصرف بیش از حد این ویتامین ممکن است اثرات نامطلوبی در آبزیان برجای بگذارد به‌طوری‌که در مرحله لاروی آبزیان می‌تواند رشد طبیعی را مختل کند (Hernandez and Hardy, 2020). کاروتنوئیدها (بتاکاروتن‌ها) پیش‌ساز ویتامین A هستند که در هویج، سیب زمینی، اسفناج و سایر سبزیجات سبز رنگ یافت می‌شوند (Aliasgharpour, 2023). راندمان تبدیل کاروتنوئیدها به ویتامین A به گونه ماهی و شکل ایزومر کاروتنوئید مورد استفاده بستگی دارد (Gasco *et al*., 2018). به‌نظر می‌رسد، ماهیان آب شیرین به IU/kg ۱۰۰۰۰-۵۰۰۰ ویتامین A در جیره‌های غذایی نیاز دارند درحالی‌که گونه‌های دریایی ممکن است به میزان بیشتری از این ویتامین نیازمند باشند. نیازهای برخی از گونه‌های آبزیان به این ویتامین در جدول ۱ ارائه شده است (Hernandez and Hardy, 2020). تخم مرغ، لبنیات، گوشت، ماهی، هویج، اسفناج، روغن کبد ماهی (۱۸۰ µg/g)، کبد حیوانات (۱۰۰ µg/g -۲۵) از مهم‌ترین منابع رتینول به‌حساب می‌آیند (Gasco *et al*., 2018; Aliasgharpour, 2023).

جدول ۱: نیازهای گونه های مختلف آبزیان به ویتامین A در جیره های غذایی

گونه	وزن اولیه (g)	IU[a]/kg(منبع ویتامین A)	معیار پاسخگویی	منبع
(*Rhamdia quelen*)	۲۳	۲۶۱۰ (رتینیل استات)	شاخص رشد و کیفیت فیله	Battisti *et al*., 2017
(*Oreochromis niloticus*)	۵/۲	۳۵۴۵ (رتینیل استات)	عدم مشاهده علائم کمبود ویتامین	Guimarães *et al*., 2014
(*Megalobrama amblycephala*)	۲/۴	۳۹۴۱ (رتینیل استات)	میزان رشد ویژه (SGR)	Liu *et al*., 2016
(*Ctenopharygodon idella*)	۵	۴۷۶۹ (رتینیل استات)	میزان رشد ویژه (SGR)	Wu *et al*., 2016

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.9]

ویتامین D

از نظر عملکردی دو ترکیب D2 (ارگوکلسیفرول) و D3 (کول کلسیفرول) از ویتامین D دارای اهمیت هستند. ماهیان قادر به استفاده از D3 در جیره غذایی هستند و پس از مصرف به‌وسیله یک ناقل پروتئینی به کبد منتقل شده و به ۲۵- هیدروکسی کول کلسیفرول یا ۲۵-OH-D3 و در نهایت به فرم فعال OH_2-D3-۲۵و۱ تبدیل می‌شود (Dehghanzadeh *et al*., 2021). در طول زندگی ماهیان، پس از دریافت ویتامین D3 از طریق تغذیه، تجمع آن در کبد، کلیه، طحال، روده و ماهیچه انجام می‌شود (Lock *et al*., 2009). ویتامین D3 در جیره غذایی آبزیان معمولاً نقش جذب کلسیم از روده را بر عهده دارد. کمبود این ویتامین موجب اختلال در متابولیسم مواد معدنی خواهد شد. کاهش ویتامین D در آبزیان سبب کاهش اشتها و به تبع آن کاهش رشد، کاهش خاکستر و فسفات‌های موجود در بدن می‌شود. مصرف مقادیر بیش از اندازه این ویتامین نیز در رشد آبزیان پرورشی اختلال ایجاد کرده و موجب سیاه شدن رنگ بدن (Mohamadi champiri *et al*., 2017) و کلسیفیکاسیون غیرقابل برگشت قلب، کلیه ها و سایر بافت های نرم شود (NRC, 2011). نیاز به ویتامین D در آبزیان تابع عوامل متعددی از جمله مرحله رشد، شرایط فیزیولوژیک، محیطی و ژنتیکی است (Gasco *et al*., 2018). در برخی از گونه‌ها که نیاز زیادی به ویتامین D ندارند، مقادیر کمی از متابولیت‌های ویتامین D در جیره می‌تواند برای حفظ رشد طبیعی آنها کافی باشد. به‌نظر می‌رسد، آزاد ماهیان در مقایسه با سایر گونه های ماهی به مقادیر بیشتری ویتامین D3 در رژیم غذایی خود نیاز دارند (Lock *et al*., 2009). ویتامین D به شکل طبیعی در منابع غذایی همچون پودر ماهی، قارچ و زرده تخم مرغ، کبد حیوانات و روغن کبد ماهی (۲-۱۰ µg/g) وجود دارد (Gasco *et al*., 2018; Aliasgharpour, 2023).

ویتامین E (توکوفرول)

توکوفرول دارای هشت ایزومر طبیعی بوده که در این بین ایزومر آلفا (a-tocopherol) دارای بیشترین توزیع و فعالیت است. ویتامین E برای رشد طبیعی، تولید مثل، عملکردهای فیزیولوژیک و سلامت مهره داران مورد نیاز است (Gasco *et al*., 2018). این ویتامین با جلوگیری از پراکسیداسیون فسفولیپیدهای غشاء سلولی و گلبول‌های قرمز خون منجر به حفظ یکپارچگی ساختاری و عملکردی سلول‌ها می‌شود. از دیگر عملکردهای این ویتامین نیز می‌توان به بهبود پاسخ ایمنی، افزایش عملکرد رشد و بازده خوراک، جلوگیری از تحلیل عضلانی، کاهش خطر تصلب شرائین، بهبود کارایی تولید مثل و عملکرد لارو، کیفیت گوشت و ماندگاری غذاهای دریایی، تعامل با سایر ریزمغذی‌ها به‌ویژه ویتامین C و سلنیوم، ثبات غشاء فیله ماهی و به تأخیر انداختن زوال رنگ آن و دارا بودن خاصیت آنتی اکسیدانی اشاره کرد (El-Sayed and Izquierdo, 2021; Aliasgharpour, 2023). گنجاندن مقادیر کافی توکوفرول در جیره غذایی ماهیان به طور قابل‌توجهی بر سلامت ماهی اثر می‌گذارد و مقاومت در برابر استرس به‌ویژه در برابر بیماری‌های عفونی را افزایش می‌دهد (Gasco *et al*., 2018). عواملی همچون گونه آبزی، وزن آن، دمای آب، میزان و منبع چربی جیره، شرایط پرورشی و تعامل با سایر مواد مغذی ممکن است بر فعالیت آنتی اکسیدانی ویتامین E و نیاز گونه‌های مختلف آبزیان به این ویتامین اثرگذار باشند. همچنین ممکن است نیاز به ویتامین E در یک گونه طی مراحل مختلف رشد آن متفاوت باشد (El-Sayed and Izquierdo, 2021). اکثر خوراک‌های تجاری حاوی (۱۵۰-۴۰۰ mg/kg)، ویتامین E هستند که جهت حفظ عملکرد ایمنی آزاد ماهیان، ماهیان دریایی و گربه ماهی، کافی به‌نظر می‌رسد. تخم مرغ (۷۵-۱۰۰ mg/kg)، سبوس برنج (۵۰ -۷۵ mg/kg)، جو، ذرت (۲۵-۵۰ mg/kg)، کنجاله سویا، سبوس گندم، گلوتن ذرت، پودر ماهی، تخمه آفتابگردان، پنبه دانه (۱۰-۲۵ mg/kg)، روغن‌های گیاهی و سبزیجات سبز از منابع غنی توکوفرول هستند (Gasco *et al*., 2018). مطالعات نشان می‌دهد، کمبود ویتامین E عملکرد آبزیان را مختل می‌کند و منجر به کاهش وزن، نسبت کارایی پروتئین، رشد و بقاء، مقاومت کمتر در برابر شرایط استرس و اگزوفتالمی می‌شود (He *et al*., 2017).

ویتامین K

سه شکل اصلی ویتامین K وجود دارد. ویتامین K1 (فیلوکینون) که گیاهان آن را سنتز می‌کنند و عمدتاً در سبزیجات با برگ سبز یافت می‌شود. ویتامین K2 (مناکینون‌ها) که عمدتاً منشأ میکروبی دارد و در محصولات تخمیر شده یافت می‌شود. ویتامین K3 (منادیون) به صورت مصنوعی سنتز شده و در خوراک‌های تجاری حیوانات اهلی استفاده می‌شود. ویتامین K3 هیچ زنجیره جانبی ندارد و از نظر شیمیایی در مقایسه با اشکال طبیعی ویتامین K ناپایدار است. همه ویتامین‌های K در

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.9]

آب نامحلول هستند و حلالیت کمی در الکل دارند اما به آسانی در حلال‌های آلی غیرقطبی حل می‌شوند. ویتامین K پایداری حرارتی نسبتاً بالایی دارد، اما به نور و شرایط قلیایی حساس است (Krossoy *et al*., 2011). نقش اصلی ویتامین K مربوط به انعقاد خون است که با تولید یا آزادسازی پروتئین‌های مختلف پلاسما از جمله پروترومبین و ترومبوپلاستین، انعقاد خون را تسهیل می‌کند. ویتامین K نقش مهمی در انتقال کلسیم و متابولیسم استخوان و کنترل رشد نیز دارد (NRC, 2011). کمبود ویتامین K با مرگ‌ومیر، کم خونی، افزایش زمان لخته شدن خون و تغییرات هیستوپاتولوژیک در کبد و آبشش آشکار می‌شود. مطالعات در لارو *Fundulus heteroclitus* نشان داد که رژیم های غذایی فاقد مکمل ویتامین K باعث افزایش بدشکلی در مهره‌ها و اسکلت دمی می‌شود (Udagawa and Murai, 2001). برآورد نیاز به ویتامین K در رژیم غذایی گونه‌های ماهی بسیار متفاوت است و نیاز به ویتامین K برای اکثر ماهی‌ها هنوز ناشناخته است (NRC, 1993). ویتامین K در پودر ماهی، سبزیجات با برگ سبز مانند اسفناج، روغن سویا (۲/۷ mg/kg)، روغن کانولا (۱/۱ mg/kg)، روغن زیتون و زرده تخم مرغ وجود دارد (Krossoy *et al*., 2011; Gasco *et al*., 2018; Aliasgharpour, 2023).

جمع‌بندی

آبزیان مانند سایر حیوانات جهت دستیابی به افزایش رشد، ایمنی و حفظ سلامت به مقدار مشخصی از ویتامین‌ها در جیره‌های غذایی نیازمند هستند. مقادیر توصیه شده ویتامین‌ها در برخی از گونه‌های آبزی مشخص شده است. با این‌حال، اطلاعات بسیار محدودی در مورد نیازمندی و مقادیر توصیه شده ویتامین‌ها در گونه‌های آبزیان وجود دارد. با توجه به مطالعات انجام شده، میزان بهینه ویتامین مورد نیاز گونه‌های پرورشی تابع عواملی همچون رژیم غذایی (گیاهخوار، گوشتخوار و همه چیز خوار)، اندازه گونه، سرعت رشد، ترکیب جیره غذایی، شرایط پرورشی و توانایی میکرو فلور روده در سنتز آنها، عوامل محیطی همچون دما، نور و.. است. همچنین بررسی شاخص‌هایی همچون عملکرد رشد و بقاء، تجمع چربی و ویتامین در بافت‌ها، فعالیت آنزیم‌ها و اکسیداسیون در تعیین کمیت ویتامین مورد نیاز گونه‌ها اثرگذار خواهد بود. لذا، توجه به ارزیابی عملکرد و کارایی ویتامین‌ها، می‌تواند به تولید جیره‌های غذایی با کیفیت و متناسب با نیازهای غذایی آبزیان و توسعه پایدار صنعت آبزی‌پروری کمک نماید.

منابع

Aliasgharpour, M., 2023. Fat Soluble Vitamins Role in Health Promotion. *International Journal of* Medical *Investigation*, 11(4):49-68.

Andreson, J.W. and Murai, T., 1978. Thiamin requirement of Channel Catfish fingerling. *Journal of Nutrition*, 108:176 -180.

Asaikkutti A., Bhavan P.S. and Vimala K., 2016. Effects of different levels of dietary folic acid on the growth performance, muscle composition, immune response and antioxidant capacity of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 464:136–144. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2016.06.014

Ashouri, A., Saiyed Hassani, M.H. and Hosseinnia, E., 2015. The effect of riboflavin on growth and immune parameters of *Acipenser nudiventris*. *Quarterly Journal of Physiology and Animal Development*, 9 (1):27-37. [In Persian]

Brown, S.B., Fitzsimons, J.D., Palace, V.P. and Vandenbyllaardt, L., 1998. Thiamine and early mortality syndrome in Lake Trout. *Journal of American Fisheries Society*, 21:18 - 25.

Battisti, E.K., Marasca, S., Duringon, E.G., Villes, V.S., Shneider, T.L.S., Uczay, J. and Lazzari, R., 2017. Growth and oxidative parameters of Rhamdia quelen fed dietary levels of vitamin A. *Aquaculture*, 474:11–17. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2017.03.025

Cowey, C.B. and Woodward, B., 1993. The dietary requirement of young rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) for folic acid. *Journal of Nutrition*, 123(9):1594–1600. DOI:10.1093/jn/123.9.1594

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.9]

Dehghanzadeh, S., Zamini, A.A. and Khara, H., 2021. Effects of vitamin D diets in the fingerling rainbow trout on calcium metabolism. Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch, 14(4):39-45. [In Persian]

Deng, D.F. and Wilson, R.P., 2003. Dietary riboflavin requirement of juvenile sunshine bass (*Morone chrysops* ♀× *Morone saxatilis* ♂). *Aquaculture*, 218:695-701. DOI:10.1016/S0044-8486(02)00513-6

Duncan P.L., Lovell R.T., Butterworth Jr. C.E., Freeberg L.E. and Tamura T., 1993. Dietary folate requirement determined for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Journal of Nutrition*, 123(11):1888–1897. DOI:10.1093/jn/123.11.1888

El-Sayed, A.F.M. and Izquierdo, M., 2021. The importance of vitamin E for farmed fish- A review. *Reviews in Aquaculture*, 00:1– 16. DOI:10.1111/raq.12619

Fazaei, Z., Sajjadi, M., Sourinejad, I. and Asadi, A., 2015. Vitamin C supplementation to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diet and analysis of growth indices, survival and carcass composition at two different stocking densities. *Journal of Veterinary Research*, 7(1): 55-62. [In Persian]

Fenech, M., 2001. The role of folic acid and vitamin B12 in genomic stability of human cells. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 475(1-2):57-67. DOI:10.1016/S0027-5107(01)00079-3

FAO (Food and Agriculture Organization), 2020. The state of world fisheries and aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome, Italy. 224 P.

Gasco, L., Gai, F., Maricchiolo, G., Genovese, L.M., Ragoness, S., Bottari, T. and Caruso, G., 2018. Chapter 4 "Supplementation of Vitamins, Minerals, Enzymes and Antioxidants in Fish Feeds" in book: *Feeds for the Aquaculture Sector*. DOI:10.1007/978-3-319-77941-6-4

Ghiasi, S. and Falahatkar, B., 2013. Effect of dietary thiamine (vitamin B1) and amprolium on growth indices and thiamine deficiency sings in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Aquaculture Development*, 7(3):63-72. [In Persian]

Guimarães, I.G., Lim, C., Yildirim-Aksoy, M., Li, M.H. and Klesius, P.H., 2014. Effects of dietary level of vitamin A on growth, hematology, immune response and resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to Streptococcus iniae. *Animal Feed Science and Technology*, 188:126–136. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2013.12.003

Haghparast, R., Khara, H. and Farokhroz, M., 2015. Effect of vitamin niacin in hematological Indices of Sterlet sturgeon (*Acipenser ruthenus*). *Aquatic Physiology and Biotechnology*, 3(2):1-13. [In Persian]

Halver, J.E., 1982. The vitamins required for cultivated salmonids. *Comparative Biochemistry and Physiology (B)*, 73(1):43–50. DOI:10.1016/0305-0491 (82)90199-7

He, M., Wang, K., Liang, X., Fang, J., Geng, Y., Chen, ZH., Pu, H., Hu, Y., Li, X. and Liu, L., 2017. Effects of dietary vitamin E on growth performance as well as intestinal structure and function of channel catfish (*Ictalurus punctatus*, Rafinesque 1818). *Experimental and Therapeutic Medicine*, 14(6):5703-5710. DOI:10.3892/etm.2017.5295

Hernandez, LH. and Hardy, RW., 2020. Vitamin A functions and requirements in fish.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.9]

Aquaculture Research, 00:1–11. DOI:10.1111/are.14667

Hixson, SM., 2014. Fish nutrition and current issues in aquaculture: The balance in providing safe and nutritious seafood, in an environmentally sustainable manner. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 5:234. DOI:10.4172/2155-9546.1000234

Hodar, A.R., Vasava, R., Mahavadiya, D.R. and Joshi, N.H., 2020. Fish meal and fish oil replacement for aqua feed formulation by using alternative sources: a review. *Journal of Experimental Zoology*, 23(1):13-21.

Hu, Y., Zhang, J., He, L., Hu, Y., Zhong, L, Dai, ZH. and Zhou, D., 2019. Effects of dietary vitamin C on growth, antioxidant activity, and immunity in ricefield eel (*Monopterus albus*). *Journal of the World Aquaculture Society*, 51(1):159- 170. DOI:10.1111/jwas.12636

Huang, J.W., Feng, L., Liu, Y., Jiang, J., Jiang, W.D., Hu, K., Li, S.H. and Zhou, X.Q., 2010. Effect of dietary thiamin supplementation on growth, body composition and intestinal enzyme activities of juvenile Jian Carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). *Aquaculture Nutrition*, 17:233 -240.

Jamalzad Falah, F., Rajabi Islam, H. and Shamsaie Mehrjan, M., 2021. Effect of vitamin B9 (folic acid) levels on growth and some serum biochemical indices and liver enzymes of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*). *Aquatic Physiology and Biotechnology*, 9(3):1-22. [In Persian]

Khara, H., Haghparast, R. and Farokhroz, M., 2016. Effect of vitamin niacin (B3) on growth, blood biochemical and body composition Sterliad (*Acipenser ruthenus*). *Journal of Animal Environment*, 8(3):115-122. [In Persian]

Krossoy, C., Waagbo, R. and Ornsrud, R., 2011. Vitamin K in fish nutrition. *Aquaculture Nutrition*, 17(6):585-594. DOI:10.1111/j.1365-2095.2011. 00904.x

Lin Y.H., Lin H.Y. and Shiau S.Y., 2011. Dietary folic acid requirement of grouper, *Epinephelus malabaricus*, and its effects on non-specific immune responses. *Aquaculture*, 317:133–137. Doi: 10.1016/j.aquaculture.2011.04.010

Liu, B., Zhao, Z., Brown, P.B., Cui, H., Xie, J., Habte-Tsion, H.M. and Ge, X., 2015. Dietary vitamin A requirement of juvenile Wuchang bream (*Megalobrama amblycephala*) determined by growth and disease resistance. Aquaculture, 450, 23–30. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2015.06.042

Lock, E-J., Waagbo, R., Wendelaar Bonga, S. and Flik, G., 2009. The significance of vitamin D for fish: A review. *Aquaculture Nutrition*, 16(1):100 – 116. DOI:10.1111/j.1365-2095.2009. 00722.x

Misra, C.K., Mukherjee, S.C., Pradhan, J. and Dus, B.K., 2007. Effects of dietary vitamin C on immunity, growth and survival of Indian major carp *Labeo rohita*, fingerlings. *Aquaculture Nutrition*, 13:35-44. DOI:10.1111/j.1365-2095.2007. 00451.x

Mohamadi champiri, Y., Chelemal dezfoulnejad, M. and Mesbah, M., 2017. Study on the effect of different levels of vitamin D on the parameters Thyroxine in (*Cyprinus carpio*). *Journal of Applied Biology*, 30(2):185-196. [In Persian]

Naderi, M., Nezami, Sh.A., Yazdani sadati, M.A. and Khara, H., 2013. Interaction effect of Vitamin C and Folic Acid on growth factor in Ship (*Acipenser nudiventris*) Fingerlings.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]
[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.9]

Journal of Aquatic Animals and Fisheries, 4 (15):47-54. [In Persian]

NRC (National Research Council), 1993. Nutrient Requirements of fish. National Academy Press. Washington DC. USA, PP: 114.

NRC (National Research Council), 2011. Nutrient requirements of fish and shrimp. National Academy Press, Washington DC, 376 P.

Oliva-Teles, A., 2012. Nutrition and health of aquaculture fish. *Journal of Fish Diseases*, 35(2):83-108. DOI:10.1111/j.1365-2761.2011.01333. x.

Ortuno, J., Esteban, M.A. and Meseguer, J., 1999. Effect of high dietary intake of vitamin C on non-specific immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Fish and Shelfish Immunology*, 9:429-443. DOI:10.1006/fsim.1998.0201

Paul, B.N., Das, S., Giri, S.S. and Mohanty, S.N., 2010. Water soluble vitamins in aquaculture nutrition. *Fishing Chimes*, 30(9):13-16.

Roberts, M.L., Davies, S.J. and Pulsford, A.C., 1995. The influence of ascorbic acid (vitamin C) on nonspecific immunity in the turbot (*Scophthalmus maximus* L.,). *Fish and Shelfish Immunology*, 5:27-38.

Serrini, G., Zhang, Z. and Wilson, R.P., 1996. Dietary riboflavin requirement of fingerling channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 139:285-290.

Shaik Mohamed, J. and Ibrahim, A., 2001. Quantifying the dietary niacin requirement of the Indian catfish, H. fossilis (Bolch), fingerlings. *Aquaculture Research*, 32:157-162. DOI:10.1046/j.1365-2109.2001. 00530.x

Sharifzadeh, S.A., Khara, H. and Ghobadi, SH., 2014. The effect of vitamin E and B2 (riboflavin) on growth, survival, hematological and immune factors of common carp fingerLings (*Cyprinus carpio*, Linnaeus 1785). *Journal of Aquatic Animals and Fisheries*, 5(19):51-61. [In Persian]

Shiau, S.Y. and Huang, S.Y., 2001. Dietary folic acid requirement determined for grass shrimp, *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 200(3):339–347. DOI:10.1016/S0044-8486(00)00598-6

Takeuchi, L., Takeuchi, T. and Ogino, C., 1980. Riboflavin requirements in carp and rainbow trout. *Bullutin Jpanase Society Science Fish*, 46:733-737.

Trenzado, C.E., de la Higuera, M. and Morales, A.E., 2006. Influence of dietary vitamins E and C and HUFA on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) performance under crowding conditions. *Aquaculture*, 263:249-258. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2006.11.007

Udagawa, M. and Murai, T., 2001. Content of phylloquinone and menaquinone in the tissue of mummichog *Fundulus heteroclitus* fed diets containing different forms of vitamin K. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 47:91–95. DOI:10.3177/jnsv.47.91

Wu, F., Zhu, W., Liu, M., Chen, C., Chen, J. and Tan, Q., 2016. Effects of dietary vitamin A on growth performance, blood biochemical indices and body composition of juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16, 339–345. DOI:10.4194/1303-2712-v16_2_14

Yamada, K., 2013. Cobalt: its role in health and disease. In Interrelations between Essential Metal Ions and Human Diseases. Springer, Dordrecht. pp: 295-320. DOI: 10.1007/978-94-007-7500-8_9

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.9]

A review of the importance of using vitamins in the aquafeed production industry

Davoudi Sefidkohi F.[1*]; Vardastzadeh Sardrood H.[2]

[*]fatemeh.davoudisefidkohi@gmail.com

1-Department of Aquaculture, Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tarbiat Modares University, Mazandaran, Noor, Iran

Abstract

With the increasing growth of the world population, the aquaculture industry is considered one of the most important sources of animal protein supply for human societies. One of the main challenges facing the aquatic feed production industry is the production of quality feed rations that are suitable the nutritional needs of aquatic species. Vitamins are needed to prevent diseases, increase growth and maintain the health of all types of aquatic animals and ultimately improve the quality of cultivated species. Because vitamins are not produced in the body or are not produced in sufficient quantities to meet the needs of aquatic animals; therefore, they should be included as a supplement in the aquafeed. The proper use of vitamins in the diets of aquatics is one of the most important and appropriate approaches in the aquaculture industry, which helps the development and sustainability of this industry by increasing production, optimal growth and health of aquatics.

Keywords: Aquaculture, Aquatic animals, Vitamin, Growth, Aquafeed

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.9]