View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Aquatic Commons

مطالعه رفتار تغذیه ای میگوی دراز آب شیرین (*Astacus leptodactylus*) در محیط انتشار اسیدآمینه آزاد

انسیه غنی زاده کازرونی[۱،۲*]، بهروز ابطحی[۳،۴]

۱. دانش آموخته زیست شناسی دریا دانشگاه تربیت مدرس
۲. عضو باشگاه پژوهشگران جوان
۳. گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی و منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، واحد بین الملل.
۴. گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی،

تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۴

چکیده

برای بسیاری از آبزیان بویایی نقش مهمی در جستجو و مصرف غذا دارد. اسیدهای آمینه از جمله محرکهای بویایی هستند که رفتار تغذیه را در آبزیان ایجاد می کنند. در این مطالعه با هدف بیان ترجیح بویایی، میگوی دراز آب شیرین *Astacus leptodactylus* با طول متوسط ۸-۶ سانتی متر در شرایط آزمایشگاهی، در معرض ۲۰ نوع اسیدآمینه آزاد و دو شاهد مثبت (عصاره غذای کارگاهیss2) و منفی (آب بدون اسیدآمینه) قرار گرفتند. آزمایش در ۶ تکرار انجام شد. در بخش استفاده از معیار کیفی، از میان ۲۰ اسیدآمینه، واکنش هایی نسبتاً قوی نسبت به اسیدهای آمینه آسپارژین و سیستئین مشاهده گردید. داده های کمّی اثر ضعیفی را برای سیستئین نشان دادند، اما تأثیر مثبت قوی را برای آسپارژین تأیید کردند. اسیدهای آمینه فنیل آلانین، ترئونین، تیروزین، متیونین و لیزین رفتار ترجیحی مثبت را با درجه کمتری نسبت به آسپارژین و سیستئین نشان دادند. ارزیابی کمی در مورد ترئونین، متیونین و لیزین اثر مثبتی را نشان داد، اما در دو اسیدآمینه دیگر همخوانی بین نتایج کمی و کیفی دیده نشد. اسیدهای آمینه گلوتامین و آلانین واکنشی خنثی و کمی بازدارنده را ایجاد کردند، که ارزیابی کمّی نیز داده هایی در تأیید آن داشت. دیگر اسیدهای آمینه رفتار ترجیحی بسیار ضعیفی را نشان دادند. نتایج ارزیابی کمی این نتیجه را تأیید کرد به استثنای اسیدهای آمینه گلیسین و تریپتوفان که واکنش مثبت قوی و اسید های آمینه آسپارتیک اسید، سرین، اسیدگلوتامیک و پرولین که واکنشی مثبت را ایجاد کردند ($P<0.01$). طبق نتایج بدست آمده، اسید آمینه آسپارژین عامل جاذب دستگاه بویایی میگوی دراز آب شیرین نشان داده شدند.

واژگان کلیدی: میگوی دراز آب شیرین، ترجیح بویایی، گیرنده شیمیایی، اسیدآمینه آزاد.

* نویسنده مسوول، پست الکترونیک: forough.ghanizadeh@gmail.com

۱. مقدمه

گیرنده های شیمیایی، نقش مهم یافتن و تشخیص کیفیت غذا را در بسیاری از آبزیان بعهده دارند (Hara, 1992). بویایی به عنوان بخشی از سیستم گیرندگی شیمیایی ، در مکانیابی اولیه غذا، رفتار شکار و رفتار های تولید مثلی بسیاری از شاخه های دریازی و خشکی زی دخیل است (Willman, 1994).

مطالعه محرک های شیمیایی می تواند اطلاعاتی را درباره رفتار و فیزیولوژی موجودات فراهم کند. همچنین اینگونه مطالعات می توانند جاذب های غذایی را برای تغذیه و پرورش آبزیان معرفی کنند (Hara, 1992). جاذبه ها یا تحریکات شیمیایی بطور عام در تغذیه مؤثر هستند خصوصاً، برای گونه هایی که آهسته تغذیه می کنند. آنها همچنین به کاهش تأثیر رسوب آب، افزایش کارایی تغذیه، بهبود جذب غذا و در نتیجه افزایش میزان رشد کمک می کنند (Hara, 1992; Hara, 1994).

در محیط طبیعی تنوعی از علائم شیمیایی مرتبط با غذا وجود دارد که رفتار جستجو را در شکارچی ها برمی انگیزد (Browman, 2006). حضور یا عدم حضور و نوع مواد شیمیایی موجود در غذا تعیین می کنند که ماده غذایی تا چه اندازه مورد توجه قرار گیرد (Hara, 1992).

طبق نتایج مطالعات رفتار شناسی اسیدهای آمینه گروه بزرگی از تحریک کننده های بویایی هستند که رفتار تغذیه ای را در بسیاری از آبزیان ایجاد می کنند (Hara, 1992; Hara, 1994; Velez *et al*., 2007). اسیدهای آمینه آزاد، در آب و بستر آبهای طبیعی، در مواد غذایی حیوانی و گیاهی و در تولیدات دفعی زیستمندان آبی وجود دارند بطوریکه، غلظت آنها به 10^{-7} تا 10^{-8} مول و در برخی موارد به 10^{-5} مول می رسد (Corner *et al*., 1971; Johannes *et al*., 1965; Johannes *et al*., 1970; Jørgensen, 1980; Williams *et al*.,1986). برخی از ارگانیسم های آبی قادرند نه فقط اسیدآمینه را دفع کرده بلکه آن را از آب جذب کنند (Armstrong *et al*., 1989; Kasumyan *et al*., 2003; Stephens *et al*., 1961). بسیاری از ماهیان قادرند حضور اسیدهای آمینه را در آب، در غلظتی کمتر از 10^{-7} و 10^{-9} مول درک کنند (Hara, 1992; Hara, 1973). محلول برخی از این ترکیبات در تغذیه ماهی، دفاع و دیگر پاسخ های رفتاری اثر می گذارد (Ellingsen *et al*., 1986; Kasumyan *et al*., 1993; Olsen, 1986). مطالعات زیادی حساسیت بویایی ماهیان را نسبت به اسیدهای آمینه مختلف بررسی کرده و نشان داده اند که اسیدهای آمینه تنظیم کننده رفتار تغذیه ای در ارتباط با ارزیابی اولیه ماده غذایی هستند (Kasumyan, 1997). با این حال، به حساسیت بویایی بی مهرگان آبزی کمتر توجه شده است. Willman و همکاران (1994) نشان دادند که تعدادی از سخت پوستان برای تشخیص جنسیت درون گونه ای و بین گونه ای، از علائم شیمیایی استفاده می کنند. Little (1975) دریافت که Cray fish جوان از بویایی برای فرار از نرهای شکارچی بهره می برد. این نوع توانایی پیشنهاد می دهد که این بی مهره گان ممکن است همچنین، توانایی استفاده از بویایی برای تشخیص منابع غذایی را داشته باشد (Willman, 1994).

میگوی دراز آب شیرین ارزش اقتصادی بالایی دارد، بنابراین شناخت رفتار تغذیه ای این موجود در شناخت حس شیمیایی، فیزیولوژی و بهبود تکثیر و پرورش آن مؤثر است. مطالعات مورفولوژیک، الکتروفیزیولوژیک و رفتار شناسی زیادی نشان دادند که آنتنول سخت پوستان ده پا به عنوان گیرنده شیمیایی عمل می کند و آستانه

تحریکی پایینی دارد (D.Derby *et al.*, 1981; Tierney *et al.*, 1984). بیشتر مطالعات، پاسخ شیمیایی بوی غذا را بررسی کرده اند. آنها نشان داده اند که فلاژلوم خارجی آنتنول به طور معمول موهایی دارد که، به مواد شیمیایی مربوط به غذا پاسخ می دهند. از طرف دیگر میگوی دراز آب شیرین دارای گیرنده های اختصاصی حساس به اسید آمینه است (D.Derby *et al.*, 1981; Tierney *et al.*, 1984; M.Holdich, 2002; Trapido-Rosenthal *et al.*, 1990). در این مطالعه پاسخ بویایی میگوی دراز آب شیرین به علائم شیمیایی حاصل از انتشار اسیدهای امینه آزاد بررسی گردید.

۲. مواد و روش ها

مینیاتورهای میگوی دراز آب شیرین (*Astacus leptodactylus*) در زمستان ۱۳۸۵ از کارگاه تکثیر و پرورش سفیدرود واقع در آستانه، به آزمایشگاه منتقل گردیدند. خرچنگ ها با طول حدود ۸-۶ سانتی متر در آکواریوم مستطیل شکل به ابعاد ۱۵۰×۵۰×۷۰ سانتی متر ذخیره سازی شدند. خرچنگ ها به مدت ۵ روز در دمای ۲۰-۲۲ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. غذادهی روزانه ۲ بار با غذای پلت خرد شده قزل آلا (ss2)، تعویض آب روزانه (یک بار) و ایجاد جریان و هوادهی بوسیله فیلتر و هواده انجام می شد. آزمایش در آکواریومی با ابعاد ۴۵×۲۰×۲۵ سانتی متر انجام شد، که میانه آن توسط یک نوار رنگی مشخص شده بود. آکواریوم تا ارتفاع ۲۰ سانتی متری آبگیری شد. در دو طرف آکواریوم شیشه سرم با ارتفاع ۶۰ سانتی متر از سطح فوقانی آکواریوم تعبیه شده، لوله سرم مماس با خط میانی سطوح انتهایی در فاصله ۳ سانتی متری از کف آکواریوم چسبانده شد، بنحوی که مایع داخل شیشه از دو عرض آکواریوم از راه لوله به نزدیک کف هدایت شود. با هدف مشخص نمودن نحوه و مدت زمان انتشار محلول در نیمه آکواریوم، قبل از اجرای آزمایش از محلول رنگی آبی متیل استفاده گردید. در آکواریوم از یک طرف محلول اسید آمینه و از طرف دیگر آب بدون اسید آمینه (شاهد) بمدت ۳ دقیقه با سرعت ۷۵cc/s جاری شد.

مواد آزمایشی مورد استفاده ۲۰ اسیدآمینه ایزومرL محصول مرک آلمان شامل: آلانین، آرژنین، آسپارژین، اسید آسپارتیک، ایزولوسین، پرولین، ترئونین، تریپتوفان، تیروزین، سرین، سیستئین، فنیل آلانین، اسید گلوتامیک، گلوتامین، گلیسین، لوسین، لیسین، متیونین، والین و هیستیدین بود. در آزمایش ها از غلظت $^{-۳}$ ۱۰ مول اسید آمینه، بعنوان شاهد از عصاره غذای کارگاهی (غذای پلت خرد شده قزل آلا (ss2) و برای شاهد صفر از آب آکواریوم استفاده شد. قبل از شروع آزمایش تعداد ۶ خرچنگ مینیاتور از آکواریوم اصلی به آکواریوم آزمایش منتقل و پس از حدود ۱۰ دقیقه زمان آرامش و رفع رفتارهای استرسی، آزمایش و مشاهده (همراه با فیلمبرداری) آغاز می گردید. واکنش رفتاری خرچنگ ها با بررسی کیفی (شدت و نحوه واکنش رفتاری) در مقیاس ۵ درجه ای (Kasumyan, 1994) برای تعیین شدت واکنش های ترجیح بویایی نسبت به اسیدهای آمینه انجام گرفت. برای تکمیل داده های کیفی، ارزیابی کمی با شمارش تعداد رفتارهای ستیز و قلمروطلبی در طول سه دقیقه در نیمه ای از آکواریوم که منطقه انتشار اسید آمینه بود، انجام شد. مقیاس ۵ درجه ای کیفی (Kasumyan, 1994) ذکر شده بشرح زیر است:

۰: واکنش منفی، در این حالت جانوران تحت مشاهده تمایل به خروج از منطقه پراکنش محلول دارند.

۱: واکنش خنثی، رفتار جستجوی غذا عادی است و رفتار خاصی در منطقه خاصی مشاهده نمی شود.

۲: حداقل واکنش، کمتر از نصف وارد بخش انتشار اسید آمینه می شوند، خرچنگ ها رفتار ستیز، قلمروطلبی و حرکات آنتنول را نشان می دهند. کم و بیش حرکات جستجوی غذا با چنگال ها نیز دیده می شود.

۳: واکنش متوسط، تعداد بیش از نصف خرچنگ ها وارد بخش انتشار اسید آمینه می شوند. رفتارهای: ستیز، قلمروطلبی، حرکات جستجوی غذا با آنتنول، چنگال ها و پاهای حرکتی ۱ و۲ مشاهده می شود. تعداد از خرچنگ ها روی دیواره حرکت می کنند و رفتار جستجوی غذا را نشان می دهند.

۴: حداکثر واکنش، تقریبا تمامی خرچنگ ها وارد محدوده انتشار اسید آمینه می شوند و حداکثر رفتار واکنشی در آنها دیده می شود. رفتار قلمروطلبی، بطور فعال و به دفعات در نزدیکی ورودی اسید آمینه اتفاق می افتد.

همه تیمارهای این تحقیق در ۶ تکرار انجام شد. مقایسه میانگین های حاصل از ارزیابی کیفی واکنش های رفتاری با استفاده از آزمون K-square و تست Kruskal-Wallis H و داده های سنجش کمی با استفاده از one-way ANOVA و پس آزمون Dunnet´s T3 بررسی شد.

۳. نتایج

مشاهده الگوی پراکنش و نحوه حل شدن ماده رنگی آبی متیلن با و بدون حضور خرچنگ های مینیاتور در آکواریوم نشان داد که، حرکت محلول در آب آکواریوم آرام بوده و طی ۱۸۰ ثانیه دوره آزمایش انتشار آن به نیمه پایین و سمتی که محلول وارد شده، محدود می گردد. بعبارت دیگر در زمان مذکور و با سرعت ۷۵cc/s محلول یک نیمه آکواریوم را در بر می گیرد.

قبل از انتشار محلول های شاهد و اسیدها در آکواریوم، خرچنگ های مینیاتور در سرتاسر آکواریوم حرکت می کنند و گاهی اوقات رفتار ستیز و حرکت روی دیواره را نشان می دهند. در تیمار شاهد صفر (آب بدون ماده آزمایشی) تغییر رفتار در بخش خاصی از آکواریوم مشاهده نگردید.

جانوران مورد مشاهده با افزودن عصاره غذای کارگاهیss2 بیشترین پاسخ تحریکی را بروز دادند، که تقریباً با تعریف رفتار تغذیه ای درجه ۴ مطابقت داشت. خرچنگ ها در نیمه انتشار محلول ازدحام یافتند و رفتارهای شدید ستیز و قلمروطلبی همراه با حرکات جستجوگرانه آنتنول، پاهای حرکتی ۱و۲ و ماگزیلیپد و حرکت روی دیواره را نشان دادند. این رفتارها بتدریج با انتشار بو در سرتاسر آکواریوم و نیافتن غذا توسط خرچنگ ها، کاهش یافته به حالت عادی بازگشت.

با افزودن آسپارژین و سیستئین خرچنگ های مینیاتور، بیشترین پاسخ تحریکی در مقایسه با اثر سایر اسیدهای آمینه نشان دادند که در حدود رفتار تغذیه ای درجه ۳ بود، بشکلی که نیمی از خرچنگ ها بعد از شروع انتشار اسید آمینه در آکواریوم، در محدوده بیشترین غلظت محلول، جمع شدند. آنها حرکات قلمروطلبی و ستیز و جستجوی غذا با چنگال ها و آنتنول را نشان دادند. فنیل آلانین، ترئونین، تیروزین، متیونین و لیزین نیز رفتار تغذیه ای در محدوده نوع دوم را ایجاد کردند. گلوتامین و آلانین نقش تحریکی بر رفتار تغذیه ای خرچنگ ها نداشتند و تا حدی باعث واکنش منفی و فرار خرچنگ های

مینیاتور از نیمه انتشار اسید آمینه شدند. واکنش خرچنگ های مینیاتور نسبت به بقیه اسیدهای آمینه (۱۱اسید) ضعیف بود (شکل ۱).

در تجزیه و تحلیل داده های کمی (جدول شماره ۱)، در مقاطع یک دوره ۱۸۰ ثانیه ای، عصاره ماده غذایی اثر مثبت و معنی داری نسبت به گروه شاهد صفر نشان داد. اسیدهای آمینه گلیسین، آسپارژین و تریپتوفان واکنش تغذیه ای مثبت قوی را بصورت رفتار شدید قلمروطلبی و ستیز نشان دادند. اسید های آمینه لیسین، متیونین، اسیدآسپارتیک، پرولین، ترئونین، سرین و اسیدگلوتامیک رفتار قلمروطلبی و ستیز را با شدت کمتری نسبت به سه اسید آمینه ذکر شده، نشان دادند. بقیه اسیدهای آمینه در مجموع اثر قابل ملاحظه ای در مقایسه با شاهد صفر نشان نمی دهند ($P<0.01$).

۴. بحث و نتیجه گیری

قلمرو طلبی و رفتار تهاجمی با رفتار تغذیه ای خرچنگ ها مرتبط هستند (Holdich, 2002). Kreider و Watts (2004) رفتار جستجوی غذا را به این صورت شرح داده اند: ۱) حرکات ماگزیلیپد برای بیش از ۳-۲ ثانیه ۲) افزایش حرکات پاهای حرکتی با چنگال ها (حالت جستجو) ۳) حرکات پاهای حرکتی در جهت دهان ۴) آرایش کل بدن بطرف منبع بو (Kreider *et al*., 2004). واکنش های مشابهی در برخی از دیگر گونه خرچنگ های قرار گرفته در معرض علائم شیمیایی مرتبط با غذا مشاهده شده است (Vazquez *et al*., 2005; Markowska *et al*., 2008) که در این تحقیق نیز مشاهده گردید.

طبق نتایج، واکنشهای رفتاری قوی و بارز نسبت به اسید آمینه های آسپارژین و سیستئین (واکنش نوع سوم) و با درجه ای کمتر نسبت به فنیل آلانین، ترئونین، تیروزین، متیونین و لیسین مشاهده گردید. ارزیابی کمی در مورد آسپارژین، ترئونین، متیونین و لیزین اثری مثبت نشان داد، اما در سه اسید دیگر همخوانی بین نتایج کمی و کیفی دیده نشد.

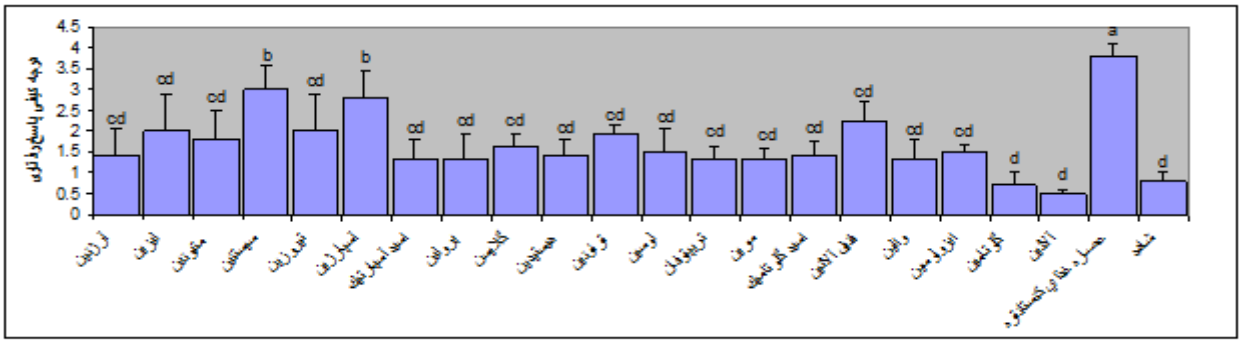
با افزودن اسید های آمینه گلوتامیک اسید، سرین، لوسین، گلیسین، آرژنین، هستیدین، آسپارتیک اسید، ایزولوسین، والین، تریپتوفان و پرولین رفتار ترجیحی ضعیفی در خرچنگ ها ظاهر شد. ارزیابی کمی در مورد والین اثری نسبتا خنثی، در مورد تریپتوفان و گلیسین تأثیری مثبت قوی و برای اسیدهای آمینه سرین، پرولین، آسپارتیک اسید و گلوتامیک اسید تأثیر مثبت نشان داد. در اسیدهای آمینه ایزولوسین، آرژنین ، هستیدین و لوسین همخوانی بین نتایج کمی و کیفی دیده می شود.

در تحقیق بررسی اسید های آمینه بعنوان علائم غذایی، نشان داده شده که اسید های آمینه گلوتامیک اسید و آرژنین رفتار تغذیه ای را در دو گونه *Eupaqurus pubescens* و *Hyas araneus* تحریک می کند و نتایج این آزمایش را تأیید می کند (Markowska *et al*., 2008).

در تأیید نتایج کمی، در تحقیق انجام شده روی لابستر خاردار *Panulirus argus* نشان دادند که اسیدهای آمینه گلیسین سلول های گیرنده شیمیایی را در Sensilla بویایی این موجود تحریک می کنند (Trapido-Rosenthal *et al*., 1990). این نتیجه توسط در *Orconectes virilis* و*Orconectes rusticus* نیز تأیید شده است (Tierney *et al*., 2005). نتایج کیفی تحقیق حاضر، واکنش ضعیف را برای گلیسین نشان می دهد.

جدول ۱. تعداد رفتارهای ستیز و قلمروطلبی میگوهای دراز آب شیرین در نیمه انتشار آمینواسیدهای آزاد (۶تکرار). اسیدهای آمینه فاقد حروف لاتین مشترک دارای اختلاف معنی داری در سطح ۹۹٪ هستند.

تعداد رفتار قلمروطلبی در سه دقیقه(۶ تکرار)	غلظت(M)	اسیدآمینه، شاهد مثبت و منفی
^{b}۷/۲	۰/۰۰۱	آرژنین
^{ab}۳/۳	۰/۰۰۱	لیزین
^{ab}۳/۳	۰/۰۰۱	متیونین
^{b} ۵/۲	۰/۰۰۱	سیستئین
^{b}۷/۲	۰/۰۰۱	تیروزین
^{ab}۱/۴	۰/۰۰۱	آسپارژین
^{ab}۳/۳	۰/۰۰۱	اسید آسپارتیک
^{ab} ۳/۳	۰/۰۰۱	پرولین
^{ab}۲/۴	۰/۰۰۱	گلایسن
^{b}۷/۲	۰/۰۰۱	هیستیدین
^{ab}۳/۳	۰/۰۰۱	ترئونین
^{b}۳/۲	۰/۰۰۱	لوسین
^{ab}۱/۴	۰/۰۰۱	تریپتوفان
^{ab}۳/۳	۰/۰۰۱	سرین
^{ab} ۳/۳	۰/۰۰۱	اسید گلوتامیک
^{b}۷/۲	۰/۰۰۱	فنیل آلانین
^{b}۱/۱	۰/۰۰۱	والین
^{b} ۷/۲	۰/۰۰۱	ایزولوسین
^{b}۷/۱	۰/۰۰۱	گلوتامین
^{b}۳/۲	۰/۰۰۱	آلانین
^{a}۹/۶	۰/۰۰۱	عصاره غذای قزل آلا ss2 (شاهد مثبت)
^{b}۴۵	۰/۰۰۱	شاهد صفر



شکل ۱. شکل مقایسه کیفی پاسخ مینیاتورهای میگوی دراز آب شیرین به محلول اسیدهای آمینه در مقیاس پنج درجه ای. ۶ تکرار، ۶ خرچنگ در هر تکرار. اسید های آمینه فاقد حروف لاتین مشترک دارای اختلاف معنی داری در سطح $P<0.01$ هستند.

بـر اسـاس نتـایج ارزیـابی کیفـی، محلـول اسیدهای آمینـه گلوتـامین و آلانـین بطـور غالـب رفتارهای تغذیه ای خنثی و منفـی بـروز دادنـد در این حالت خرچنـگ هـا یـا عکـس العملـی نشـان ندادند یـا از منطقـه انتشـار اسـید آمینـه دور مـی شدند. نتایج ارزیابی کمی نیز داده هـایی در تأییـد آن داشت ($P<0.01$).

بـر خـلاف نتـایج ایـن آزمـایش، Atema وTierney (2005) بیان کردند که اسیدهای آمینـه گلوتامین، والـین و آلانـین در *Orconectes virilis* محرک رفتار تغذیـه ای هسـتند (Tierney *et al*., 2005). بررسی های دیگری نشان دادند که، اسـید آمینـه آلانـین در *Protunus pelagicus* و اسـید آمینه گلوتـامین در *Leander tenuicornis*، رفتـار تغذیه ای را تحریک مـی کنـد (Archdale *et al*., 1992; R.Johnson *et al*., 1986).

دلیل اختلاف این نتایج با نتایج بدسـت آمـده در ایـن تحقیـق مـی توانـد ناشـی ازتفـاوت در خصوصیات زیستی، اکولوژیکی و تغذیه این گونه ها نسبت به *Astacus leptodactylus* باشد.

در این تحقیق نشان داده شد که طیف وسیعی از اسیدهای آمینه واکـنش تغذیـه ای مثبـت را در میگوی دراز آب شیرین ایجاد می کننـد. در برخـی دیگر از گونـه خرچتـگ هـا نیـز چنـین وضـعیتی مشـاهده شـده اسـت. بطـور مثـال، *Orconectes virilis* به طیف وسـیعی از اسـید آمینـه آزمـایش شده، واکنش مثبت نشان دادنـد (Tierney *et al*., 2005). طیف گسـترده اسـیدهای آمینـه بـا تـأثیر مثبت، نشان می دهد که این گونه Cray fish دارای تنوع نسبتاً وسیعی در مواد غذایی می باشد.

در جمع بندی نتایج می توان اسید امینه آسپارژین را عامـل جـاذب و محـرک رفتـار تغذیـه ای بـرای خرچنـــــگ دراز آب شـــــیرین (*Astacus leptodactylus*) معرفی نموده و این موضـوع را در پرورش و تغذیه مصنوعی این گونه پرورشـی مـورد توجه قرار داد ($P<0.01$).

منابع

Archdale, M.V., Nakamura, K. 1992. Responses of the swimming crab, *Portunus pelagicus* to amino acids and mono- and disaccharides. Nippon Suisan Gakkaishi. 58: 165.

Armstrong, S.M., Barlocher, F. 1989. Adsorbtion and Release of Amino Acids from Epilithic Biofilms in Streams. Freshwater Biol. 22: 153-159.

Bergman, D., Moore, P. 2005. The role of chemical signals in the social behavior of Crayfish. Chem. Senses. 30: i305-i306

Browman, H.I., Yacoob, S.Y. 2006. Olfactory and gustatory to some feed-related chemicals in the Atlantic halibut

Jørgensen, N.O.G. 1980. Uptake of glycine and release of primary Amines by the Polychaete *Nereis virens*(Sars) and the Mud Snail *Hydrobia neglecta* Muus. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 47:281-297.

Kasumyan, A.O. 1994. Olfactory sensivity of the sturgeons to free amino acids. Biophys. 39: 519-522.

Kasumyan, A.O. 1997. Gustatory reception and foraging behavior of fish. Vopr. Ikhtiol. 37: 78-93.

Kasumyan, A.O., Marusov, E.A. 2003. Behavioral responses of intact and chronically anosmiated Minnows *Phoxinus phoxinus* (Cyprinidae) to free amino acids. J Ichthyol. 43: 528-538.

Kasumyan, A.O., Taufik, L.R. 1993. Behavioral response of juvenile Acipenseridae to Amino Acids. Vopr. Ikhtiol. 33: 691-700.

Kreider, J. L. and Watts, S.A. 2004. Behavioral (Feeding) Responses of the Crayfish, *Procambarus larkia*, to Natural Dietary Items and Common Components of Formulated Crustacean Feeds. J Chem Ecol. 24: 91-111.

Markowska, M., Kidawa, A., Janecki, T. 2008. Amino acids as signals for two Arctic decapods, *Eupaqurus pubescens* and *Hyas araneus*. Polish Polar Res. 29: 219-226.

Olsen, H. 1986. Emission rate of Amino Acids and Ammonia and their role in olfactory preference behavior of juvenile Arctic Charr, *Salvelinus alpinus* (L.). J. Fish. Biol. 28: 255-265.

Stephens, G.C., Schinske, R.A. 1961. Uptake of Amino Acids by Marine invertebrate. Limnol. Oceanogr. 6:175-181.

Tierney, A.J., Atema, J. 2005. Behavioral responses of crayfish (*Orconectes virilis* and *Orconectes rusticus*) to chemical feeding stimulants. J Chem Ecol. 14: 123-133.

Tierney, A.J., Thompson, C.S., Dunham, D.W. 1984. Site of Pheromone Reception in the Crayfish *Orconectes propinquus* (Decapoda, Cambaridae). J. Crust. Biol. 4: 554-559.

Trapido-Rosenthal, H.G., Gleeson, R.A. and Carr, W.E.S. 1990. The efflux of amino acid from olfactory organ of the (*Hippoglossus hippoglossus*). Aquaculture 263: 303-309.

Caine, E.A. 1975. Feeding and masticatory structure of six species of the crayfish genus *Procambarus* (Decapoda, Astacidae). Forma et Functio. 8: 49-66.

Corner, E.O.S., Davis, A.G. 1971. Plankton as a factor in the nitrogen and phosphorus cycles in the Sea. Adv. Mar.Biol. 132: 1-16.

D.Derby, C., Atema, J. 1981. The function of chemo- and mechanoreceptors in Lobster (*Homarus americanus*) feeding behavior; J. Exp. Biol. 98: 317-327.

Ellingsen, O.F., Døving, K.B. 1986. Chemical fractionation of shrimp extracts inducing bottom food search behavior in Cod (*Gadus morhua L.*). J. Chem. Ecol. 12:155-168.

Hara, T.J. 1973. Olfactory responses to Amino Acids in Rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Comp. Biochem. Physiol. A 44: 407-416.

Hara, T.J. 1992. Mechanism of olfaction, Fish chemoreception. Chapman and Hall, London. pp 150-170.

Hara, T.J. 1994. Olfaction and gustation in fish. Acta Physiol Scand. 152: 207-17.

Hatt, H. 1984. Structural requirements of amino acids and related compounds for stimulation of receptors in crayfish walking leg. J Comp Physiol A. 155: 219-231.

Jafari Shamushaki, V., Kasumyan, A.O., Abedian, A., Abtahi, B. 2008. Behavioural responses of the Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) juveniles to free amino acid solutions. Mar. Freshwater Behav. Physiol. 1: 1-5.

Johannes, R.E. and Webb, K.I. 1965. Release of dissolved free Amino Acids by Marine Zooplankton. Limnol. Ocean. 12: 376-382.

Johannes, R.E., Webb, K.I. 1970. Release of dissolved free Amino Acids by Marine and freshwater invertebrates. 257-273. In Hood, D.W. (ed). Organic matter in natural waters. inst. Mar. sci. Univ. Alaska.College.

Johnson, B. and Atema, J. 1986. Chemical stimulants for a component of feeding behavior in the common Gulf-Weed shrimp *Leander tenuicornis*. Biol. Bull. 170: 1-10.

spiny lobster: Biochemical measurements and physiological effects. Biol. Bull. 179: 374-382.

Vazquez Archdale, M., Anraku, K. 2005. Feeding Behavior in Scyphozoa, Crustacea and Cephalopoda. Chem. Sense. 30: 303-304.

Velez, Z., Hubbard, P.C., Hardege, J.D., Barata, E.N., Canario, A.V.M. 2007. The contribution of amino acid to the odour of a prey species in the Senegalese Sole (*Solea senegalensis*). Aquaculture 265: 336-342.

Williams, R.L., Poulet, S.A. 1986. Relationships between the zooplankton, phytoplankton, particulate matter, and dissolved free Amino Acids in the Celtic Sea. Mar. Biol. 90: 279-284.

Willman, E.J., M.Hill, A., M.Lodge, D. 1994. Response of Three Crayfish Congeners (Orconectes spp.) to Odors of Fish Carrion and Live Predatory Fish. Am. Midl. Nat. 132: 44-51.