در
امور دام و آبزیان شماره ۷۹ تابستان ۱۳۸۷
پژوهش و سازندگی

بررسی اثر سه جیره غذایی برگ درخت بر بازماندگی *Gammarus komareki* در شرایط آزمایشگاهی

• **غلامرضا رفیعی**
استادیار گروه شیلات و محیط زیست, دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
• **مهرداد سرخیل**
دانش آموخته رشته شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
• **نصراله احمدی فر**
دانش آموخته رشته شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
• **حمید فرحمند**
استادیار گروه شیلات و محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
تاریخ دریافت: دی‌ماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: آذرماه ۱۳۸۶
Email: rezarafiee@yahoo.com

چکیده

ابتدا نمونه‌های گاماروس از چشمه‌ای در اطراف رودخانه شور واقع در منطقه ۴ اشتهارد جمع آوری شدند سپس در آزمایشگاه و در محیط محصور، در قالب یک طرح کاملا تصادفی اثر سه نوع بستر غذایی شامل برگ درخت چنار (*Platanus orientalis*)، برگ درخت توسکا قشلاقی (*Alnus glutinosa*) و مخلوط این دو برگ بر مقدار ماندگاری گونه *Gammarus komareki* در یک دوره سی روزه دریک سازگان مداربسته (چرخش آب) مورد مطالعه قرار گرفت. بنا براین، واحد آزمایش را یک سازگان مدار بسته شامل یک آکواریوم به ظرفیت نگهداری ۴۰ لیتر آب و یک ظرف چهار گوش به طول ۳۰، عرض ۲۵ و عمق ۱۰ سانتیمتر و یک پمپ آب با قدرت مکش ۵ لیتر آب در دقیقه تشکیل می‌داد. در شروع آزمایش هر آکواریوم با ۳۰ لیتر آب با شوری ۹ گرم در لیتر پر شد و تعداد ۲۰ قطعه گاماروس، با وزن کل ۲۰۰ میلی گرم در هر ظرف چهار گوش قرار داده شد. برای تغذیه گاماروس‌ها با توجه به تیمارهای غذایی، در هر واحد آزمایش مقدار یکسانی (۰/۵گرم برگ خشک) برگ چنار (تیمار ۱)، توسکا (تیمار ۲) و مخلوط آن دو (تیمار ۳) به عنوان غذای اولیه گاماروس قرار داده شد و در طول آزمایش برگ‌ها تعویض شد و از برگ‌های تازه استفاده شد. دمای آب در بین تیمارها در طول مدت آزمایش تغییراتی بین ۲۸-۲۴ درجه سانتی گراد و pH تغییراتی بین ۸/۲۳- ۷/۴۹ را داشت. غلظت پیراسنجه‌های کیفی آب شامل سختی، کلسیم ، ازت کل، کربنات و بی کربنات در طول مدت آزمایش کاهش یافت. در روز دهم، بیستم و سی ام، میزان مرگ و میر گاماروس‌ها درهر واحد آزمایش ثبت شد. بر اساس آزمون دانکن با سطح اعتماد ۰/۰۵، درصد بازماندگی گاماروس‌ها اختلاف معنی داری را در بین تیمارهای آزمایش نشان داد($p<0/05$). مقدار ماندگاری گاماروس‌ها در تیماری که برگ چنار استفاده شده بود نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. نتایج این تحقیق نشان داد که گاماروس کومارکی از برگ چنار بهتر تغذیه می‌کند و ماندگاری آن در هنگام استفاده از برگ چنار به عنوان غذا در مقایسه با برگ توسکا و مخلوطی از این دو برگ بیشتر می‌باشد.

کلمات کلیدی : *Gammarus Komareki*، جیره غذایی، برگ چنار، برگ توسکا، سازگان مدار بسته

Pajouhesh & Sazandegi No 79 pp: 95-101

The effect of three kind of plant leaf as a feed on survival of amphipod (*Gammarus komareki*)

By: Gh. Rafiee, Department of Fisheries & Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. M. Sarkheil, Graduated Student, Department of Fisheries & Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. N. Ahmadifar, Graduated Student, Department of Fisheries & Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. H. Farahmand, Department of Fisheries & Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.

A compeletly randomized design was conducted to determine the effect of three kind of plant leaf as gammarus feeds (Plane: *Platanus orientalis*; Alder: *Alnus glutinosa* and mixed of Plane and Alder) on survival of amphipod (*Gammarus komareki*) during a 1-month culture in a water recirculating system. The specimens of gammarus were gathered from the Shour River in the area of Eshtehard in province of Tehran, Iran, then transported to lab of Department of Fisheries and Environmental Sciences, Natural Resources Faculty of University of Tehran. The experimental unit was consisted of an aquarium with the capacity of holding 30 L water, a trough (30 cm length, 25cm width and 10cm depth) and an aquarium pump with the power of pumping 5L of water per minute to recycle the water through the aquariums and troughs. At the start of the experiment, each aquarium filled with 30 L of brackish water (salinity of 9 ppt), then 20 pieces of *Gammarus komareki* with the average weight of 10±1.11 mg were introduced into each trough. The specimens were fed dry experimental leaf with the rate of 0.5 g /unit. The old leaf was replaced fresh dry leaf during the experimental period. Water temperature and pH ranged 24-28°C and 7.49–8.23, respectively during the experiment. Concentration of hardness, calcium, total nitrogen, carbonate and bicarbonate decresed during the experimental period. The survival of gammarus was significantly different ($p<0.05$) among treatments. This rate in treatment with plane leaf was higher compared to other treatments. The result of this study indicated that *Gammarus komareki* fed plane leaf better than alder leaf and mixed of plane and alder.

Keywords: *Gammarus komareki*, Plane leaf, Alder leaf, Recirculating system

مقدمه

شناخت موجودات بنتیک در بررسی‌های بوم شناختی اهمیت ویژه‌ای دارد و در این بین گاماروس‌ها از با ارزش ترین این موجودات به شمار می‌روند. جنس گاماروس متعلق به رده سخت پوستان، راسته ناجورپایان و خانواده گاماریده می‌باشد. گاماروس‌ها در آبهای شیرین تا بسیار شور پراکنده و قابل مشاهده هستند و بعضی از آنها پلاژیک و برخی کفزی هستند. فراوانی گاماروس‌ها در آبهای شور بیشتر از آبهای شیرین می‌باشد. این جانور در بیشتر رودخانه‌ها، چشمه‌ها، سدها و تالاب‌های ایران وجود دارد. جنس گاماروس اثرات مهمی‌در تغذیه آبزیان پرورشی بویژه در مراحل اولیه رشد و نمو دارد. گاماروس به علت ارزش غذایی بالا، مقدار بالای پروتئین قابل هضم و دارا بودن رنگدانه‌های کاروتنوئیدی یکی از مهمترین منابع غذای زنده برای پرورش آبزیان به شمار می‌آید. مشخص شده است اکثر ماهیان اقتصادی دریای خزر و آزوف از گاماروس‌ها تغذیه می‌کنند و این موجودات برای گاو ماهیان غذای مناسبی محسوب می‌شوند (۱). لذا اگر در میزان زیست توده گاماروس دریای خزر تغییرات عمده ای روی دهد بر جمعیت گاو ماهیان و در نهایت برجمعیت ماهیان خاویاری (فیل ماهی) نیز تاثیر سوء خواهد داشت زیرا گاو ماهیان غذای اصلی فیل ماهی را تشکیل می‌دهند. ماهی کوهستان (*Phoxinus phoxinus*) به طور غالب از (*Gammarus lacustris*) تغذیه می‌نماید به طوری که ۸۰ درصد غذای این ماهی را تشکیل می‌دهد و گاماریده‌ها ۴۰ درصد غذای قزل آلای قهوه ای (*Salmo trutta*) را تشکیل می‌دهند (۷). پژوهش‌های انجام شده بر روی ترکیب بیوشیمیایی *G. lacustris* و تعیین کیفیت تغذیه ای آن برای تغذیه ماهی قزل آلا نشان داده است که امکان استفاده از *G. lacustris* و جایگزین کردن آن به جای غذاهای تجارتی وجود دارد (۹). با شناسایی نیازهای زیستی و چگونگی تغذیه و تولید مثل گاماروس‌ها، امکان رسیدن به فن آوری تولید تجاری آنها در شرایط کنترل شده بوجود می‌آید. در این راستا مشکلاتی همچون چگونگی سازگار کردن آنها به شرایط آزمایشگاهی، فراهم کردن شرایط زیست مناسب و رفع نیازهای غذایی آنها موارد مهمی است که بایستی در نظر گرفته شوند. مطالعات زیادی در سطح جهانی در مورد نیازهای زیستی و تغذیه ای گونه‌های مختلف گاماروس صورت گرفته است. بررسی اثرات pH پایین و هوموس بر مقدار ماندگاری *G. pulex*(۱۳)، بررسی اثر تغذیه *G. pulex* از برگ‌های درختان نارون و بلوط بر روی رشد و ماندگاری (۲۲)، تعیین مقدار تغذیه *G. pulex* از برگ‌های توسکا (۱۸) از آن جمله‌اند. در ایران گونه‌های مختلفی از گاماروس‌ها وجود دارند و با انجام پژوهش در ارتباط با تکثیر و پرورش مصنوعی آنها می‌توان در سطح وسیعی آنها را پرورش و در تغذیه آبزیان مورد استفاده قرارداد. مطالعه

بر روی تغذیه گاماروس‌ها نشـان داده اسـت که میزان تغذیه آنها از برگ درختان به نوع گونه درخت بسـتگی دارد (۳). مشـخص شـده است که *Gammarus terrines* از برگ‌هـای درختان توسـکا و افرا تغذیه می‌کند (۱۶). با توجه به اینکه در حاشـیه اکثر منابع آبی درختانی مانند چنار و توسکا وجود دارد و به دلیل دسترسی به برگ این درختان، در این پژوهش سـعی گردید نمونه‌هایی از گاماروس از چشمه‌ای در اطراف رودخانه شور واقع در منطقه ۴ اشـتهارد جمع آوری گردد و بعد از شناسـایی و تعیین نوع گونه آن، در شـرایط آزمایشـگاهی با برگهای مختلـف درخت چنار *Platanus orientalis*، توسـکا *Alnus glutinosa* و مخلـوط این دو برگ تغذیه شوند و مقدار بازماندگی آنها مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل نمونه برداری

نمونه‌های گاماروس در تیر ماه از چشمه‌ای در کنار رودخانه شور در منطقه ۴ اشـتهارد با تغییرات سـالانه دبی آب بین ۲۰-۱۰ لیتر در ثانیه و با شوری ۹ گرم در لیتر جمع آوری گردیدند. در طول زمان جمع‌آوری نمونه‌ها، شوری آب با استفاده از شوری سنج چشمی و درجه حرارت آب نیز با دما سنج جیوه‌ای اندازه گیری شد.

روش نمونه برداری

نمونه‌هـای گامـاروس با اسـتفاده از الک‌هـای ریز چشـمه و توری جمـع آوری شـدند. نمونه‌هـای گامـاروس به همـراه آب محـل نمونه برداری، گیاهان و بیوتیپ‌های جلبکی به آزمایشـگاه انتقال داده شـدند و در آزمایشـگاه گاماروس‌ها از گیاهان جدا و شناسایی گردیدند. بررسی ریخت شناسـی (۲۰) نشان داد که گاماروس‌های جمع‌آوری شده با گونه گاماروس کومارکی مطابقت دارد.

طرح آزمایش

برای رسـیدن به اهداف پروژه از یک طرح کاملا تصادفی با سه تیمار و سه تکرار استفاده شد. تیمارهای آزمایش شامل:

۱-*Platanus orientalis* برگ درخت چنار

۲- *Alnus glutinosa* برگ درخت توسکا

۳ - مخلوط برگهای چنار و توسـکا بود که برای تغذیه گاماروس‌ها از آنها استفاده شد.

واحد آزمایش ویا سازگان پرورش گاماروس

واحد آزمایش شامل یک سازگان مداربسته بود که از یک آکواریوم به ابعاد ۳۰×۴۰× ۴۵ سـانتی متر به عنوان مخزن آب، یک ظرف پلاستیکی چهـار گوش به ابعاد ۱۰×۲۵×۳۰ سـانتی متر به عنـوان محل نگهداری گاماروس‌ها و یک پمپ آب برای چرخش آب، تشـکیل شـده بود. در هر ظرف چهار گوش مقداری ماسـه ریز شسته شـده به عنوان بستر زیست گاماروس ریخته شد.

اندازه گیری وزن گاماروس‌ها

ابتدا هر یک از گاماروس‌ها بطور جداگانه بر روی یک دستمال کاغذی قرار داده شدند تا رطوبت آنها گرفته شود. سپس با استفاده از یک ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن آنها اندازه گیری شد.

اندازه گیری پیراسنجه‌های فیزیکو- شیمیایی آب

دمای آب مخازن پرورشـی هر روز با حرارت سنج (YSI Model ۵۷) اندازه گیری شـد، بطوریکه دمای آب در بین تیمارهای مختلف بین ۲۸-۲۴ درجه سـانتی گراد متغیر بود. هدایت الکتریکی آب (Ec) دو بار در هفته با دسـتگاه اندازه گیری هدایت الکتریکی آب (۲) اندازه گیری شد. pH آب با اسـتفاده از pH متر مدل ۱۰۰۵ هر دو روز یکبار اندازه گیری گردید. سـختی، مقدار کلسـیم، قلیائیت و ازت کل در شروع و در پایان آزمایش اندازه گیری شـد(۲). در طول مدت آزمایش مقدار شوری آب به طور روزانه با استفاده از یک دستگاه شوری سنج چشمی‌کنترل گردید و با افزودن آب مقطر، در هنگام افزایش شـوری، میزان شوری آب در حین آزمایش در هر تیمار ثابت نگه داشته شد.

روش خشک کردن برگها و اندازه گیری در صد پروتیین و سلولز و لیگنین

برگ‌های درختان چنار و توسکا در آون در دما ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشـک شدند. میزان پروتئین برگهای چنار و توسکا با اسـتفاده از روش کجلدال اندازه گیری گردید. میزان سـلولز و لیگنین برگها با اسـتفاده از دسـتگاه Fibertect system, ۱۰۲ Cold extractor اندازه گیری شد(۲).

شرح آزمایش

پیش از معرفی گاماروس‌ها به تراف‌ها، گاماروس‌ها به مدت سـه روز در آزمایشـگاه با شـرایط محیط آزمایش سازگار شـدند. سپس در هر آکواریوم ۴۰ لیتر آب با شـوری ۹ گرم در لیتر (آب چشـمه) ریخته شد. در ادامـه تعداد ۲۰ قطعـه گاماروس با مجموع وزنـی ۲۰۰ میلی گرم و میانگیـن وزنی ۱۰ میلی گرم در هر یک از ترافه‌ای واحد آزمایش ریخته شـد. در طول آزمایش از تابش مستقیم نور خورشید بر روی آکواریوم‌ها جلوگیری گردید.

در هر واحد آزمایش تیمارها به میزان یکسـانی (۰/۵گرم) برگ چنار (تیمار۱)، توسکا (تیمار۲) و مخلوط آن دو (تیمار۳) به عنوان غذای اولیه گاماروس قرار داده شد.

طول مدت آزمایش سـی روز بود. در روزهای دهم و بیستم از شروع آزمایـش و در پایان آزمایش گاماروس‌های موجود در هر تراف شـمارش شدند و میزان مرگ و میر آنها ثبت گردید، در این حین برگهای استفاده شده نیز از تراف‌ها خارج شد و از برگ‌های خشک شده دیگر جهت تغذیه گاماروس‌ها استفاده گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌هایی که به صورت درصد جمع آوری شـده بودند به آرک ساین تبدیل شدند.

بـرای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس یک طرفه(Oneway ANOVA) استفاده شد. برای تعیین اختلاف موجود بین تیمارها از تست

جدول۱- درصد بازماندگی *Gammarus komareki* در تیمارهای جیره غذایی برگ درخت در طول مدت آزمایش (خطای معیار± میانگین، (p<۰/۰۵).

تیمارها	زمان (روز)			
	۱	۱۰	۲۰	۳۰
برگ چنار	۱۰۰±۰/۰۰ a	۸۸/۳۳ ±۲/۸۸ a	۴۰ ±۱۰/۰۰ a	۱۵ ±۵/۰۰ a
برگ توسکا	۱۰۰±۰/۰۰ a	۵۳/۳۳ ± ۲/۸۸ b	۱۱/۶۶± ۲/۸۸ b	۳/۳۳± ۲/۸۸ b
مخلوط برگ چنار و توسکا	۱۰۰±۰/۰۰ a	۴۸/۳۳ ± ۵/۷۸ b	۱۶/۶۶ ± ۲/۸۸ b	۶/۶۶ ±۲/۸۸ b

حروف انگلیسی یکسان در بالای اعداد در یک ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در بین میانگین‌ها در سطح اعتماد ۰/۰۵ می‌باشد.

چند دامنه ای دانکن) (Multiple Range Duncan,s Test با سطح اعتماد ۰/۰۵ استفاده گردید.

نتایج

بازماندگی گاماروس در طول مدت آزمایش

داده‌هـای مربوط به میانگین درصد بازماندگـی گاماروس‌ها در طول مدت آزمایش در جدول شـماره۱ ارائه شـده اسـت. طبق داده‌های این جـدول درصد بازماندگـی گاماروس‌ها در بین تیمارهای مـورد آزمایش اختلاف معنـی داری را در طول انجـام آزمایش نشـان داد (p<۰/۰۵). درصد بازماندگی گاماروس‌ها در تیمار غذایی برگ چنار نسـبت به سایر تیمارها بیشتر بود.

مقدار ترکیبات بیوشیمیایی برگ درختان چنار و توسکا

همانطور که جدول ۲ نشـان می دهد، درصد پروتئین وزن خشـک برگهای چنار و توسـکا اختلاف معنی داری را نشـان داد (p<۰/۰۵). این میزان در برگ خشـک توسکا بیشتر از برگ چنار بود. اختلاف معنی داری بین درصد مجموع سـلولز و لگنین برگ‌های چنار و توسـکا وجود نداشت (p<۰/۰۵).

بـرای اندازه گیـری میانگین pH غلظت H^+ اندازه گیری شـد و بعد میانگین pH هر تیمار بر اسـاس میانگین غلظت H^+ تکرارهای آن اندازه گیری شد. pH آب در بین تیمارها در طول مدت آزمایش بین ۸/۱۷-۷/۷۳ متغیر بود.

همانطور که منحنی شکل شماره ۱ نشان می دهد در تیمارهای برگ چنار و مخلوط دو بر گ چنار و توسـکا، pH آب تا روز چهاردهم افزایش یافـت و در ادامـه روند تغییرات pH تا روز پایان آزمایـش نزولی بود. در تیمار برگ توسـکا روند تغییرات pH بعد از شروع آزمایش صعودی بود و در روز هفتم به بیشترین میزان خود یعنی به ۸/۱۶ رسید، اما در ادامه تا روز پایان آزمایش روند تغییرات نزولی بود.

پیراسنجه‌های کیفی آب
(سختی، کلسیم، ازت کل، کربنات و بی کربنات)

پیش از شـروع آزمایش و در پایان آزمایش کیفیت آب لب شـور در بین تیمارها از نظر سختی، کلسیم، ازت کل، کربنات و بی کربنات اندازه گیـری گردیدند . همانطورکه داده‌های جدول۳ نشـان می دهـد غلظت

شکل۱- نمای کلی طرح آزمایش و قرار گیری واحدهای آزمایش در آن.

کلسیم، ازت کل و سختی آب در پایان آزمایش کاهش یافت ولی اختلاف معنی داری را در بین تیمارها در پایان آزمایش نشان نداد ($p<0/05$). غلظت کربنات و بی کربنات در طول آزمایش کاهش یافت و اختلاف معنی داری را در بین تیمارها در پایان آزمایش نشان داد ($p<0/05$). غلظت کربنات و بی کربنات در پایان آزمایش در تیمار برگ توسکا در مقایسه با سایر تیمارها بیشتر بود.

بحث

از نظر نوع تغذیه، گونه‌های مختلف راسته آمفی پودا از مواد غذایی مختلفی شامل برگ درختان، جلبکها و بقایای مرده حیوانی و گیاهی تغذیه می‌کنند. مشخص شده است که درشرایط آزمایشگاهی *Gammarus fasciatus* قادر است از جیره غذایی مختلف شامل: ۱- جلبک فیلامنتوس (filamentous) و دیاتومه‌ها ۲- بقایای مرده شیرنومیده‌ها ۳- مواد اورگانیکی درشت ۴- مواد اورگانیکی ریز تغذیه کند(۵). *Gammarus pauxillus* از ذرات ریز دتریتوس، داینوفلاژله‌ها، دیاتومه‌های ریز، جلبکهای سبز و سبز آبی تغذیه می‌کند. بررسی دستگاه گوارش این گونه نشان داده است که در طول فصل بهار و تابستان مقدار ذرات ریز دتریتوس در لوله گوارشی از ۷۸/۳ در صد به ۸۹ درصد افزایش می‌یابد، در حالی که مقدار مصرف جلبکهای بزرگ از ۱۹/۳ درصد به ۲/۶ درصد کاهش می‌یابد(۲۳). مشخص شده است که میزان تغذیه *Gammarus pseudolimnaeus* از برگ درخت با تغییر نوع برگ درخت تغییرمی‌کند (۳). در یک مشاهده آزمایشگاهی گاماروس پولکس با ده نوع جیره غذایی مختلف تغذیه شد و بیشترین افزایش وزن روزانه و کمترین فاصله بین پوست اندازی را در حالت تغذیه با برگهای نارون و بلوط نشان داد (۲۲). *G. pulek* روزانه در حدود ۵۰ درصد وزن بدن خود از برگهای نارون تغذیه می‌کند و میزان تغذیه در گاماروس‌های نوزاد بیشتر از گاماروس‌های بالغ می‌باشد (۱۹). در مطالعه اخیر مشخص گردید که *G. komareki* از برگ درخت چنار، در مقایسه با برگ درخت توسکا و مخلوط برگهای چنار و توسکا بهتر تغذیه می‌کند. در واقع برگ درخت چنار ماندگاری بیشتر آنرا در شرایط آزمایشگاهی فراهم می‌کند. مقدار پروتئین ماده غذایی نیز بر میزان مصرف غذا، رشد، بازماندگی و بازده تولید مثلی گاماروس‌ها تاثیر می‌گذارد. در طی آزمایشی *Gammarus lawerncianus* با جیره‌های غذایی حاوی مقادیر مختلفی از درصد پروتئین، بین ۷۰-۰ درصد، تغذیه شد و مشخص گردید که گاماروس‌ها به کاهش بیش از حد و افزایش بیش از حد پروتئین در جیره غذایی حساس می‌باشند و در هنگامی‌که جیره غذایی حاوی ۳۵ درصد پروتئین باشد بیشترین میزان تغذیه و رشد را خواهند داشت و ماده‌ها نیز در اندازه و سن پایینتر به بلوغ می‌رسند.(۱۷) در مطالعه اخیر مقدار پروتئین برگ‌های خشک شده چنار و توسکا به ترتیب ۱۴/۳۵ ±۰/۱۲ و ۱۷/۵۲±۰/۱۴ درصد اندازه گیری گردید و سه جیره غذایی مقدار

جدول۲- مقدار (٪) ترکیبات مختلف بیوشیمیایی در برگ درختان چنار و توسکا ($P<0/05$).

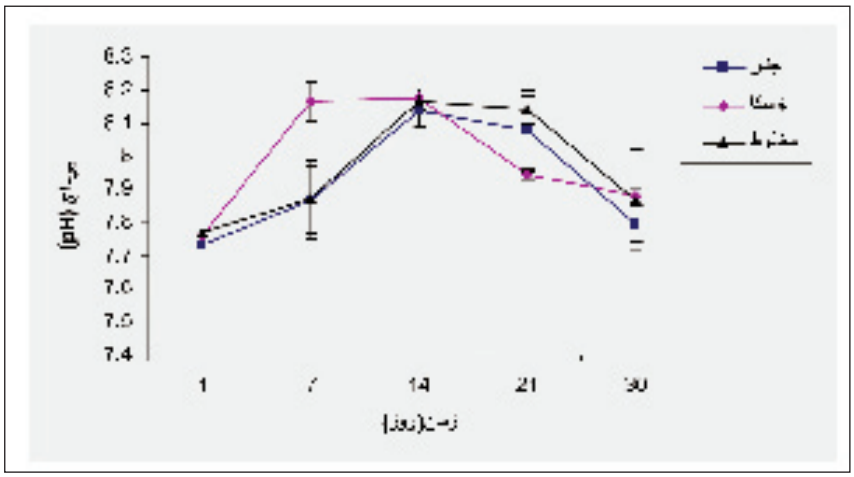
نوع برگ	درصد ترکیبات	
	پروتئین	مجموع سلولز و لگنین
برگ چنار	۱۴/۳۵±۰/۱۲ [a]	۳۸/۰۰ ±۰/۰۰ [a]
برگ توسکا	۱۷/۵۲ ± ۰/۱۴ [b]	۳۷/۶۶±۰/۵۷ [a]

حروف انگلیسی یکسان در بالای اعداد در یک ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در بین میانگین‌ها در سطح اعتماد ۰/۰۵ می‌باشد.

جدول ۳- تغییرات غلظت پیراسنجه‌های کیفی آب در شروع آزمایش و تیمارهای مختلف درپایان آزمایش (خطای معیار± میانگین، $p<0/05$).

تیمارها	پیراسنجه‌های کیفی آب (میلی گرم در لیتر)				
	بی کربنات	کربنات	نیتروژن کل	کلسیم	سختی کل
شروع آزمایش	۷/۲۲۵±۰۰/۱[a]	۰۰/۴۲±۰۰/۱[a]	۳۵/۲±۰۰۵/۰[a]	۱۱۸۰±۰۱/۰[a]	۲۴۱۰±۰۱/۰[a]
برگ چنار	۱۱۲/۵±۳/۰۸[c]	۰۰/۲۰±۹۲/۶[c]	۲۰/۱±۲۴/۰[a]	۷۷۰±۰۷۵/۰[a]	۱۰۱۰±۰۳۵/۰[b]
برگ توسکا	۱۱۷/۹±۳/ ۵[b c]	۰۰/۳۴±۱۶/۹[a b]	۵۹/۱±۴۵/۰[b]	۷۱۰±۰۱۵/۰[b]	۹۸۰±۰۲۴/۰[b]
مخلوط دو برگ چنار و توسکا	۳۰/۱۳۳±۵/۱۹[b]	۰۰/۲۴±۱/۰[b c]	۴۰/۱±۰۴۵/۰[b]	۷۳۰±۰۲۵/۰[b]	۱۰۰۰±۰۵/۰[b]

حروف انگلیسی یکسان در بالای اعداد در یک ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در بین میانگین‌ها در سطح اعتماد ۰/۰۵ می‌باشد.



شکل ۲- منحنی تغییرات pH در بین تیمارها در طول مدت آزمایش

مختلفی از پروتئین را دارا بودند. با توجه به اینکه مقدار پروتئین برگ توسکا بیشتر از برگ چنار بود ولی گاماروس‌ها از برگ چنار بهتر تغذیه کردند و بازماندگی آنها نیز بیشتر بود که موید این نکته می‌باشد که افزایش مقدار پروتئین جیره گیاهی نمی‌تواند موجب افزایش تغذیه و در نتیجه بازماندگی بیشتر گاماروس شود.

در برگ درختان ترکیبات فیبری مانند سلولز و ترکیبات فنولی مانند لگنین و لیگنو سلولز وجود دارد. توانایی گاماروس‌ها در هضم این ترکیبات سخت یک قابلیت مهم به شمار می‌آید. Monk (۱۰) بیان کرد که سخت پوستان و نرم تنان قابلیت ترشح آنزیم سلولاز را بطور کارآمد دارند. در هپاتو پانکراس *G. pulek* آنزیم‌های سلولاز و فنول اکسیداز ترشح می‌شود و بعید به نظر می‌رسد که در دستگاه گوارش *G. pulek* باکتری‌هایی برای ترشح آنزیم‌های هضمی فعالیت داشته باشند (۱۱، ۲۱). Barlocher و Kendrick (۴) بیان کردند که *G. pseudolimnaeus* می‌تواند ۱۵ درصد برگ‌های نارون و افرا را هضم کند. در مطالعه اخیر مقدار مجموع سلولز و لیگنین برگهای چنار و توسکا اندازه گیری شد و مقدار آنها در این دو نوع برگ اختلاف معنی داری را نشان نداد. با توجه به مصرف این دو نوع برگ توسط گاماروس مورد آزمایش، برای اینکه مشخص بشود توانایی این گونه در هضم این ترکیبات سخت چگونه و از طریق چه آنزیم‌هایی، با منشاء داخلی و یا خارجی توسط باکتریهای موجود در دستگاه گوارش، صورت می‌گیرد نیاز به انجام مطالعات بیشتری است. مشخص شده است که *Gammarus oceanicus* و ناجورپای Gammarella orchestia قادر به هضم سلولز می‌باشند و این کار را با ترشح سلولاز از دستگاه گوارش خود (منشا داخلی) و همچنین با بکار گیری ترشح باکتری‌های همزیست انجام می‌دهند (۲۰، ۲۱).

ضخامت برگ بر مقدار مصرف آن توسط گاماروس‌ها اثر می‌گذارد. در طی مطالعه ای مشخص شد که *G. pulek* روزانه در حدود ۵۰٪ وزن خشک بدن از برگ‌های ضخیم نارون تغذیه می‌کند و در مقایسه در هنگام تغذیه از برگ درختانی که برگ نازکتر دارند، مصرف برگ بیشتر می‌شود و همچنین میزان هضم برگها در دستگاه گوارش نیز با مصرف برگ‌های نازکتر افزایش می‌یابد (۱۹). ضخامت برگ توسکا مورد استفاده در مطالعه اخیر نسبت به برگ چنار بیشتر بود. *G. komareki* برگ چنار را در مقایسه با برگ توسکا بیشتر مورد تغذیه قرار داد و ماندگاری آن نیز بیشتر بود. بنابراین شاید بتوان ضخامت کمتر برگ درخت چنار و مصرف بیشتر آن را عامل ماندگاری بیشتر گاماروس در تیمار تغذیه ای بر گ چنار در مقایسه با توسکا و مخلوط دو برگ دانست.

سیستم پرورشی برای انجام مطالعات تغذیه ای بر روی سخت پوستان باید بنحوی باشد که عامل تغذیه ای مورد تحقیق را تحت شعاع قرار ندهد. منبع و کیفیت آب مورد استفاده از مهمترین مسائل است زیرا به شدت بر نتایج به دست آمده تاثیر می‌گذارد (۸). آمفی پودها به خصوص گونه‌های گاماروس به آبهای اسیدی حساس می‌باشند (۱۴، ۲۰). به عنوان نمونه *G. pule* در رودخانه‌هایی با pH ۵/۷ و بالاتر بیشتر یافت می‌شود(۲۰). در مطالعه اخیر pH آب در بین تیمارها در طول مدت آزمایش بین۸/۲۳-۶/۴۹ متغیر بود و کاهش آن را در بین تیمارها می‌توان به تجزیه برگ‌ها و اثر ماسه‌های مورد استفاده در سیستم پرورش نسبت داد. با توجه به اینکه pH در بین تیمارها در دامنه مناسبی قرار داشت مرگ و میر گاماروس‌ها در شرایط آزمایشگاهی را نمی‌توان به کاهش pH نسبت داد. درجه سختی و غلظت کلسیم در آب نیز بر رشد، پوست اندازی و تولید مثل گاماروس‌ها تاثیر می‌گذارند. کلسیم و منیزیم در طول فرآیند پوست اندازی مصرف می‌شوند. در مطالعات انجام شده در مورد جمعیت *G. lacusterieus* در ۵ دریاچه در منطقه کوههای آلپ در فرانسه نشان داده است که فاصله زمانی پوست اندازی و میزان مرگ و میر در آبهای با غلظت پایین کلسیم بیشتر است، به طوریکه میزان رشد و بقاء *G. lacusterieus* در آبهای با غلظت کلسیم پایین تر از ۵ میلی گرم در لیتر در مقایسه با آبهای با غلظت کلسیم بیش از ۱۰ میلی گرم در لیتر کاهش می‌یابد و پوست اندازی نهایی گاماروس‌ها کامل نمی‌شود (۱۵).

در مطالعه انجام شده در مورد *Gammarus minus* مشخص شده است که این گونه در چشمه‌هایی با هدایت اکتریکی (EC) کمتر از ۲۵ میلی موس بر سانتیمتر و pH کمتر از ۶ یافت نمی‌شود و وزن ماده‌های در حال تولید مثل به طور مستقیمی با غلظت کلسیم و منیزیم و بی کربنات ارتباط دارد(۶). هدایت الکتریکی آب مورد استفاده در آزمایش

با شـوری ۹ گرم در لیتر ۱۴/۰۶ میلی موس بر سـانتی متر اندازه گیری گردید و مقدار سـختی و کلسـیم به ترتیب برابر با ۱/۲۴ و ۱/۱۸ گرم در لیتر اندازه گیری شـد. مقدار این ترکیبات در طول آزمایش کاهش یافت که می‌تواند به علت مصرف شـدن این ترکیبات در طول پوسـت اندازی باشـد. همچنین مقدار غلظت نیتـروژن کل، کربنات و بی کربنات نیز در طول آزمایش کاهش یافت. کاهش کربنات و بی کربنات می‌تواند به دلیل اسـیدی شدن آب باشـد و کاهش نیتروژن کل را می‌توان به مصرف آن توسط الگ‌های موجود و یا به فرار آمونیاک به علت چرخش آب از سیستم پرورشـی نسـبت داد. تغییرات این عوامل در دامنه تحمل گاماروس‌های مطالعه شده تاکنون قرار داشته و بازماندگی پایین گاماروس مورد مطالعه را نمی‌توان به کاهش و یا تغییرات این عوامل نسبت داد.

تقدیر و تشکر

از همـکاری جناب آقـای دکتر محمود کرمی ریاسـت محترم گروه شیلات و محیط زیست دانشکده منابع طبیعی – دانشگاه تهران و آقایان نظر زاده و عاشوری سپاسگزاری می گردد.

منابع مورد استفاده

۱ - زنکویچ، ل.ا . زندگی حیوانات. جلد دوم ترجمه حسین فرپور.۱۳۶۳، شورای پژوهشهای علمی‌کشور. تهران.۵۷۴ ص.

2- APHA., 1992; Standard method for the examination of water and wastewater (18th ed.), American Public Health Association, Washington, DC.

3-Barlocher, F. and Kendrick, B., 1973; Fungi and food preferences of *Gammarus pseudolimnaeus* . Archiv für Hydrobiologie, 72:501-516.

4-Barlocher, F. and Kendrick, B., 1975; Assimilation efficiency of *Gammarus pseudolimnaeus* feeding on fungal mycelium or Autumn-shed leaves. Oikos, 26: 55-59.

5-Delong, M. D., Summers, R. B., Thorp, J . H., 1993; Influnce food type on the growth of riverine amphipod, *Gammarus faciatus*, Journal of Fish and. Aquatic Science, 50(9) :1891-1896.

6-Glazier, D. S., Horne, M. T., Lehman, M. E., 1992; Abundance, body composition and reproductive out put of Gammarus minus (Crustacea: Amphipoda) in ten cold spring in pH and ionic content. Fresh Water Biology, 28: 149-163.

7-Hesthagen, T and Skurdal, J., 1992; Food choice and vertical distribution of European minnow, *Phoxinus phoxinus*, and young native and stocked brown trout, *Salmo trutta* , in the littoral zone of a subalpine lake. NORD, Journal of Freshwater Research, 67: 72-76.

8-Lavali, K. L., 1990; Survival and growth of early –juvenile American *Lobester homarus*, through their first season wihle fed diet of mesoplankton, mieroplankton and frozen brine shrimp, Fishery Bulletin , 89, 61-68.

9-Mathias, J. A., Martin, J., Yorkowski, M., Lark, J. G. I., Papst, M., Tabachek, J. L., 1982; Harvest and nutritional quality of Gammarus lacustris for trout culture. Trans. American. Fisheries. Society. 111(l) : 83-89.

10-Monk, D. C., 1976; The distribution of cellulose in fresh water innvertebrates of different habitats. Freshwater Biology, 6, 471-475.

11-Monk, D. C., 1977; The digestion of cellulose and other dietary compents, and pH of the gut in the amphipod *Gammarus pulex*(L.). Freshwater Biology , 7: 431- 440.

12- Nilsson, L. M., 974; Energy budget of laboratory population of *Gammarus pulex* (Amphhpoda). Oikos, 25, 35-42.

13-Petersen, R. C and Hargeby, A., 1988; Effect of low pH and humus on the survivorship, growth and feeding of *Gammarus pulex* (L.)(Amphipoda). Freshwater Biology, 19: 235-247.

14-Qkland, J. and Qkland, k. A., 1986; The effect of acid deposition on the benthic animals in lakes and stream . Experientia, 42: 471-486.

15-Rukke , N. A., 2002; Effect of low calcium concentrations on two common freshwater Crustaceans, *Gammarus lacustris* and *Astacus astacus*. Functional Ecology, 16: 357pp.

16-Sridhar, K.R. and Baerlocher, F.,1993; Seasonal changes in microbial colonization of fresh and dried leaves.ARCH.Hydrobiologie. 128(1): 1-12.

17-Steele, H., 1991; Growth and reproductive out put of the amphipod *Gammarus lawrencianus* fed artificial diets. American. Zoology, 31(5):25p.

18-Stock J. H., A.R Mirzajani., R Vonk ., S Naderi and B.H Kiabi., 1998; Limnic and brackish water amphipoda(Crustacea) from Iran. Beaufortia. Vol,48(9),173-234.

19-Sutcliffe, D. W., Carrick T. R. and Willoughby, L. G., 1981; Effect of diet , body size ,age and temperature on growth rates in the amphipod *Gammarus pulex* . Freshwater Biology, 11, 183-214.

20- Sutcliffe, D. W.,1983; Acid precipitation and its effects on a aquatic system in the English lake District(cumbria). Fresh Water Biological Association , Annual Report, 51: 30-62.

21-Wildish, D. J. and Poole, N. J., 1970; Cellulase activity in *Orchestia gammarella* (pallas). Comp. Biochemistry Physiology, 33: 713-716.

22-Willoughby, L. G. and Sutcliffe, D. W., 1976; Experiement on feeding and growth of the amphipod *Gammarus pulex* (L.) related to its distribution in the River Duddon. Freshwater Biology, 6: 577-586.

23-Yablonskaya, E. A., 1976; Studies of trophic relations between benthic communities of southern scas. pp. 117-144. In Biospher resources: result of soviet investigations based on the international Biological program, 2. Nauka. Leningrad (in Russian).