

## 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 در یک سازگان مدار بسته (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 (۰/۵ گرم 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 سانتی‌گراد و pH تغییراتی بین ۷/۴۹-۸/۲۳ 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 در هر 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 &amp; 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 completely 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  $10 \pm 1.11$  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  $24-28^{\circ}\text{C}$  and 7.49–8.23, respectively during the experiment. Concentration of hardness, calcium, total nitrogen, carbonate and bicarbonate decreased 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**

*Gammarus lacustris*) تغذیه می‌نماید به طوری که ۸۰ درصد غذای این ماهی را تشکیل می‌دهد و گاماریدها ۴۰ درصد غذای قزل آلاهی 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 تجارتي 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

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 مهمی در 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 آروپ 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 بر جمعیت 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

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 فیزیکی- شیمیایی آب

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

### روش خشک کردن برگها و اندازه گیری در صد پروتئین و سلولز و لیگنین

برگ‌های درختان چنار و توسکا در آون در دما ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. میزان پروتئین برگهای چنار و توسکا با استفاده از روش کج‌لدال اندازه گیری گردید. میزان سلولز و لیگنین برگها با استفاده از دستگاه ۱۰۲ Cold extractor، Fibertect system، اندازه گیری شد (۲).

### شرح آزمایش

پیش از معرفی گاماروس‌ها به تراف‌ها، گاماروس‌ها به مدت سه روز در آزمایشگاه با شرایط محیط آزمایش سازگار شدند. سپس در هر آکواریوم ۴۰ لیتر آب با شوری ۹ گرم در لیتر (آب چشمه) ریخته شد. در ادامه تعداد ۲۰ قطعه گاماروس با مجموع وزنی ۲۰۰ میلی گرم و میانگین وزنی ۱۰ میلی گرم در هر یک از تراف‌های واحد آزمایش ریخته شد. در طول آزمایش از تابش مستقیم نور خورشید بر روی آکواریوم‌ها جلوگیری گردید.

در هر واحد آزمایش تیمارها به میزان یکسانی (۵/۰ گرم) برگ چنار (تیمار ۱)، توسکا (تیمار ۲) و مخلوط آن دو (تیمار ۳) به عنوان غذای اولیه گاماروس قرار داده شد.

طول مدت آزمایش سسی روز بود. در روزهای دهم و بیستم از شروع آزمایش و در پایان آزمایش گاماروس‌های موجود در هر تراف شمارش 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 شده بودند به آرک ساین تبدیل شدند.

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

بر روی تغذیه گاماروس‌ها نشان داده است که میزان تغذیه آنها از برگ درختان به نوع گونه درخت بستگی دارد (۳). مشخص شده است که *Gammarus terrines* از برگ‌های درختان توسکا و افرا تغذیه می‌کند (۱۶). با توجه به اینکه در حاشیه اکثر منابع آبی درختانی مانند چنار و توسکا وجود دارد و به دلیل دسترسی به برگ این درختان، در این پژوهش سعی گردید نمونه‌هایی از گاماروس از چشمه‌ای در اطراف رودخانه شور واقع در منطقه ۴ اشتهارد جمع آوری گردد و بعد از شناسایی و تعیین نوع گونه آن، در شرایط آزمایشگاهی با برگهای مختلف درخت چنار *Platanus orientalis*، توسکا *Alnus glutinosa* و مخلوط 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 اشتهارد با تغییرات سالانه 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

نمونه‌های گاماروس با استفاده از الک‌های ریز چشمه و توری جمع آوری شدند. نمونه‌های گاماروس به همراه آب محل نمونه برداری، گیاهان و بیوتیپ‌های جلبکی به آزمایشگاه انتقال داده شدند و در آزمایشگاه گاماروس‌ها از گیاهان جدا و شناسایی گردیدند. بررسی ریخت شناسی (۲۰) نشان داد که گاماروس‌های جمع‌آوری شده با گونه گاماروس کومارکی مطابقت دارد.

#### طرح آزمایش

برای رسیدن 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 توسکا 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 سانتی متر به عنوان مخزن آب، یک ظرف پلاستیکی چهار گوش به ابعاد ۱۰×۲۵×۳۰ سانتی متر به عنوان محل نگهداری گاماروس‌ها و یک پمپ آب برای چرخش آب، تشکیل شده بود. در هر ظرف چهار گوش مقداری ماسه ریز شسته شده به عنوان بستر زیست گاماروس ریخته شد.

#### اندازه گیری وزن گاماروس‌ها

ابتدا هر یک از گاماروس‌ها بطور جداگانه بر روی یک دستمال کاغذی

جدول ۱- درصد بازماندگی *Gammarus komareki* در تیمارهای جیره غذایی برگ درخت در طول مدت آزمایش (خطای معیار  $\pm$  میانگین،  $p < 0.05$ ).

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

نداشت ( $p < 0.05$ ).

برای اندازه گیری میانگین pH غلظت  $H^+$  اندازه گیری شد و بعد میانگین pH هر تیمار بر اساس 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 برگ چنار و توسکا، pH آب تا روز چهاردهم افزایش یافت و در ادامه روند تغییرات pH تا روز پایان آزمایش نزولی بود. در تیمار برگ توسکا 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 شروع آزمایش و در پایان آزمایش کیفیت آب لب شور در بین تیمارها از نظر سختی، کلسیم، ازت کل، کربنات و بی کربنات اندازه گیری گردیدند. همانطور که داده‌های جدول ۳ نشان می دهد غلظت

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

### نتایج

#### بازماندگی گاماروس در طول مدت آزمایش

داده‌های مربوط به میانگین درصد بازماندگی گاماروس‌ها در طول مدت آزمایش در جدول شماره ۱ ارائه شده است. طبق داده‌های این جدول درصد بازماندگی گاماروس‌ها در بین تیمارهای مورد آزمایش اختلاف معنی داری را در طول انجام آزمایش نشان داد ( $p < 0.05$ ). درصد بازماندگی گاماروس‌ها در تیمار غذایی برگ چنار نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود.

#### مقدار ترکیبات بیوشیمیایی برگ درختان چنار و توسکا

همانطور که جدول ۲ نشان می دهد، درصد پروتئین وزن خشک برگ‌های چنار و توسکا اختلاف معنی داری را نشان داد ( $p < 0.05$ ). این میزان در برگ خشک توسکا بیشتر از برگ چنار بود. اختلاف معنی داری بین درصد مجموع سلولز و لگنین برگ‌های چنار و توسکا وجود



شکل ۱- نمای کلی طرح آزمایش و قرار گیری واحدهای آزمایش در آن.

تغذیه *Gammarus pseudolimnaeus* از برگ درخت با تغییر نوع برگ درخت تغییر می‌کند (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. pulex* 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 بیشتری 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 lawernicianus* 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 هنگامی که 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  $14/35 \pm 0/12$  و  $17/52 \pm 0/14$  درصد اندازه گیری گردید و سه جیره غذایی مقدار

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 در شرایط 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 paxillus* 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  $78/3$  در صد به  $89$  درصد افزایش می‌یابد، در حالی که مقدار مصرف جلبکهای بزرگ از  $19/3$  درصد به  $2/6$  درصد کاهش می‌یابد (۲۳). مشخص شده است که میزان

جدول ۲- مقدار (%) ترکیبات مختلف بیوشیمیایی در برگ درختان چنار و توسکا ( $P < 0/05$ ).

نوع برگ	درصد ترکیبات	
	پروتئین	مجموع سلولز و لگنین
برگ چنار	$14/35 \pm 0/12^a$	$38/00 \pm 0/00^a$
برگ توسکا	$17/52 \pm 0/14^b$	$37/66 \pm 0/57^a$

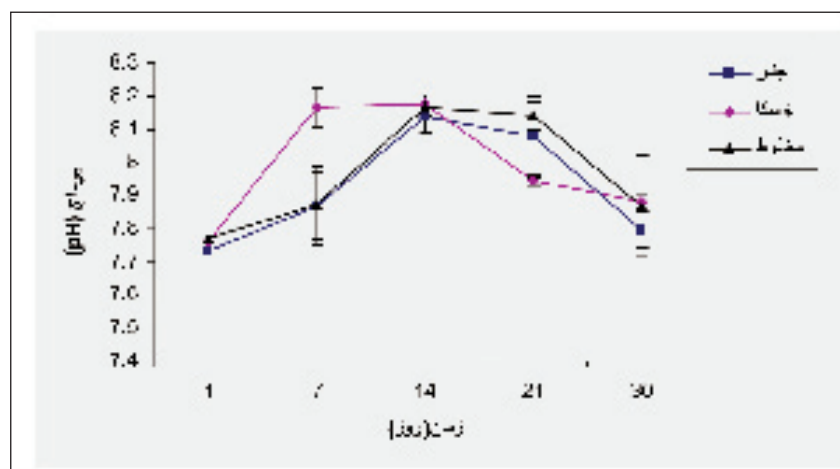
حروف انگلیسی یکسان در بالای اعداد در یک ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در بین میانگین‌ها در سطح اعتماد ۰/۰۵ می‌باشد.

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

تیمارها	پیراسنجه‌های کیفی آب ( میلی گرم در لیتر)			
	بی کربنات	کربنات	نیتروژن کل	کلسیم
شروع آزمایش	$7/225 \pm 0/1^a$	$0/42 \pm 0/1^a$	$35/2 \pm 0/5/0^a$	$1180 \pm 0/1/0^a$
برگ چنار	$112/5 \pm 3/08^c$	$0/20 \pm 92/6^c$	$20/1 \pm 24/0^a$	$770 \pm 0/75/0^a$
برگ توسکا	$117/9 \pm 3/5^b c$	$0/34 \pm 16/9^a b$	$59/1 \pm 45/0^b$	$710 \pm 0/15/0^b$
مخلوط دو برگ چنار و توسکا	$30/133 \pm 5/19^b$	$0/24 \pm 1/0^b c$	$40/1 \pm 0/45/0^b$	$730 \pm 0/25/0^b$

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

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 برگ 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 می گذارد (۸). آمفی پودها به خصوص گونه های گاماروس به آب های اسیدی حساس می باشند (۱۴، ۲۰). به عنوان نمونه *G. pule* در رودخانه هایی با pH ۵/۷ و بالاتر بیشتر یافت می شود (۲۰). در مطالعه اخیر pH آب در بین تیمارها در طول مدت آزمایش بین ۶/۴۹-۸/۲۳ متغیر بود و کاهش آن را در بین تیمارها می توان به تجزیه برگ ها و اثر ماسه های مورد استفاده در سیستم پرورش نسبت داد. با توجه به اینکه pH در بین تیمارها در دامنه مناسبی قرار داشت مرگ و میر گاماروس ها در شرایط آزمایشگاهی را نمی توان به کاهش pH نسبت داد. درجه سختی و غلظت کلسیم در آب نیز بر رشد، پوست اندازی و تولید مثل گاماروس ها تاثیر می گذارند. کلسیم و منیزیم در طول فرآیند پوست اندازی مصرف می شوند. در مطالعات انجام شده در مورد جمعیت *G. lacustrius* در ۵ ریچه در منطقه کوه های آلپ در فرانسه نشان داده است که فاصله زمانی پوست اندازی و میزان مرگ و میر در آب های با غلظت پایین کلسیم بیشتر است، به طوریکه میزان رشد و بقاء *G. lacustrius* در آب های با غلظت کلسیم پایین تر از ۵ میلی گرم در لیتر در مقایسه با آب های با غلظت کلسیم بیش از ۱۰ میلی گرم در لیتر کاهش می یابد و پوست اندازی نهایی گاماروس ها کامل نمی شود (۱۵).

در مطالعه انجام شده در مورد *Gammarus minus* مشخص شده است که این گونه در چشمه هایی با هدایت الکتریکی (EC) کمتر از ۲۵ میلی موس بر سانتیمتر و pH کمتر از ۶ یافت نمی شود و وزن ماده های 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

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

در برگ درختان ترکیبات فیبری مانند سلولز و ترکیبات فنولی مانند لگنین و لیگنوسولولز وجود دارد. توانایی گاماروس ها در هضم این ترکیبات سخت یک قابلیت مهم به شمار می آید. Monk (۱۰) بیان کرد که سخت پوستان و نرم تنان قابلیت ترشح آنزیم سلولز را بطور کارآمد دارند. در هپاتو پانکراس *G. pulek* آنزیم های سلولز و فنول اکسیداز ترشح می شود و بعید به نظر می رسد که در دستگاه گوارش *G. pulek* باکتری هایی برای ترشح آنزیم های هضمی فعالیت داشته باشند (۱۱، ۲۱). Barlocher و Kendrick (۴) بیان کردند که *G. pseudolimnaeus* می تواند ۱۵ درصد برگ های نارون و افرا را هضم کند. در مطالعه اخیر مقدار مجموع سلولز و لیگنین برگ های 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 آنزیم هایی، با منشاء داخلی و یا خارجی توسط باکتری های موجود در دستگاه گوارش، صورت می گیرد نیاز به انجام مطالعات بیشتری است. مشخص شده است که *Gammarus oceanicus* و ناچور پای *Gammarella orchestia* قادر به هضم سلولز می باشند و این کار را با ترشح سلولزاز از دستگاه گوارش خود (منشا داخلی) و همچنین با بکارگیری ترشح باکتری های همزیست انجام می دهند (۲۰، ۲۱).

ضخامت برگ بر مقدار مصرف آن توسط گاماروس ها اثر می گذارد. در طی مطالعه ای مشخص شد که *G. pulek* روزانه در حدود ۵۰٪ وزن خشک بدن از برگ های ضخیم نارون تغذیه می کند و در مقایسه در هنگام تغذیه از برگ درختانی که برگ نازکتر دارند، مصرف برگ بیشتر می شود و همچنین میزان هضم برگها در دستگاه گوارش نیز با مصرف برگ های نازکتر افزایش می یابد (۱۹). ضخامت برگ توسکا مورد استفاده

M., Tabachek, J. L., 1982; Harvest and nutritional quality of *Gammarus lacustris* for trout culture. Trans. American Fisheries Society. 111(1) : 83-89.

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

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

12- Nilsson, L. M., 1974; Energy budget of laboratory population of *Gammarus pulex* (Amphipoda). 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 output 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; Experiment 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 seas. pp. 117-144. In Biosphere resources: result of soviet investigations based on the international Biological program, 2. Nauka. Leningrad (in Russian).

با شوری ۹ گرم در لیتر ۱۴/۰۶ میلی موس بر سانتی متر اندازه گیری گردید و مقدار سختی و کلسیم به ترتیب برابر با ۱/۲۴ و ۱/۱۸ گرم در لیتر اندازه گیری شد. مقدار این ترکیبات در طول آزمایش کاهش یافت که می تواند به علت مصرف شدن این ترکیبات در طول پوست اندازی باشد. همچنین مقدار غلظت نیتروژن کل، کربنات و بی کربنات نیز در طول آزمایش کاهش یافت. کاهش کربنات و بی کربنات می تواند به دلیل اسیدی شدن آب باشد و کاهش نیتروژن کل را می توان به مصرف آن توسط الگ های موجود و یا به فرار آمونیاک به علت چرخش آب از سیستم پرورشی نسبت داد. تغییرات این عوامل در دامنه تحمل گاماروس های مطالعه شده تاکنون قرار داشته و بازماندگی پایین گاماروس مورد مطالعه را نمی توان به کاهش و یا تغییرات این عوامل نسبت داد.

### تقدیر و تشکر

از همکاری جناب آقای دکتر محمود کرمی ریاست محترم گروه شیلات و محیط زیست دانشکده منابع طبیعی - دانشگاه تهران و آقایان نظر زاده و عاشوری سپاسگزاری می گردد.

### منابع مورد استفاده

۱ - زنگویچ، ل.ا. زندگی حیوانات. جلد دوم ترجمه حسین فرپور. ۱۳۶۳، شورای پژوهش های علمی کشور. 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; Influence food type on the growth of riverine amphipod, *Gammarus fasciatus*, 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 output 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. NORF, Journal of Freshwater Research, 67: 72-76.

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

9-Mathias, J. A., Martin, J., Yorkowski, M., Lark, J. G. I., Papst,