

تنوع و فراوانی لاروهای خانواده شیرونومیده (Chironomidae) در مصب رودخانه سفیدرود (حوضه جنوبی دریای خزر)

چکیده

تنوع و فراوانی لارو حشرات خانواده شیرونومیده در مصب رودخانه سفیدرود (حوضه جنوبی دریای خزر) به‌منظور تعیین تنوع و الگوی پراکنش و چگونگی ارتباط آن‌ها با شرایط محیطی بررسی شد. نمونه‌برداری از رسوبات بستر طی یک سال به‌صورت دو ماه یک‌بار، از آبان ماه ۱۳۹۳ تا شهریورماه ۱۳۹۴ با استفاده از نمونه‌بردار چنگکی (Grab) مدل Van Veen (با سطح مقطع ۰/۰۳ مترمربع) انجام شد. نمونه‌برداری در سه ایستگاه (S۱) در رودخانه، S۲ در مصب و S۳ در دریا) با سه تکرار انجام شد. متغیرهای آب شامل دما و شوری و متغیرهای رسوب شامل دانه‌بندی و مواد آلی کل (TOM) اندازه‌گیری شد. در این تحقیق، ۱۱ جنس متعلق به ۳ زیر خانواده Chironominae (۵ جنس)، Orthocladinae (۵ جنس) و Tanypodinae (۱ جنس) شناسایی شدند. حداکثر میانگین فراوانی مربوط به جنس *Procladius* در ایستگاه S۱، در اسفندماه (۱۶۵ ± ۳۰۰ تعداد در مترمربع) و حداقل آن مربوط به جنس *Paratendipes* در ایستگاه S۲، در شهریورماه (۶ ± ۱۱ تعداد در مترمربع) بود. نتایج حاصل از پراکنش زمانی نشان داد که بیشترین و کمترین میانگین فراوانی لاروهای شیرونومیده به ترتیب در اسفندماه (۷۵ ± ۱۴۹ تعداد در مترمربع) و تیرماه (۱۴/۶ ± ۲۵/۶ تعداد در مترمربع) بود و اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). پراکنش مکانی این لاروها در بین ایستگاه‌های موردبررسی اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$). به‌طوری‌که ایستگاه رودخانه (۵۲/۵ ± ۹۶/۸ تعداد در مترمربع) فراوانی بیشتری نسبت به ایستگاه مصب (۲۷/۸ ± ۵۴/۶ تعداد در مترمربع) و ایستگاه دریا (۰ ± ۰ تعداد در مترمربع) داشت. در ایستگاه دریا (S۳) نمونه‌ای از لاروهای شیرونومیده مشاهده نشد. همبستگی معنی‌داری ($P < 0.05$) بین فراوانی لاروهای شیرونومیده با عوامل محیطی آب (دما و شوری) و رسوب (دانه‌بندی و مواد آلی کل) مشاهده نشد. در بین عوامل محیطی موردبررسی، شوری آب و جنس رسوبات بستر بیشترین تأثیر را در پراکنش و فراوانی لاروهای شیرونومیده داشته‌اند.

واژگان کلیدی: لارو شیرونومیده، پراکنش، فراوانی، سفیدرود، دریای خزر.

مقدمه

خانواده شیرونومیده (Chironomidae) متعلق به راسته دوبالان (Diptera) از رده حشرات (Insecta) بوده و در چرخه زندگی خود دارای دگردیسی کامل با چهار مرحله تخم (Egg)، لارو (Larva)، شفیره (Pupa) و بالغ (Adult) هستند که سه مرحله اول آن آبی و در مرحله بلوغ تبدیل به پشه‌های هوازی شده و در خارج از آب زندگی می‌کنند. شیرونومیده‌ها از فراوان‌ترین و متنوع‌ترین گروه از درشت بی‌مهرگان کفزی بوده و اغلب به‌عنوان گروه غالب در بین حشرات آبی در بوم سامانه‌های آب شیرین مطرح می‌باشند (Epler, 2001). شیرونومیده‌ها پراکنش جهانی دارند و علاوه بر زیستگاه‌های آب شیرین در زیستگاه‌های آب لب‌شور هم حضور دارند (Orendt et al., 2011). لاروهای شیرونومیده به علت قابلیت سازگاری و توانایی اکولوژیکی در شرایط زیست‌محیطی مختلفی از دما، اسیدیته (pH)، شوری، عمق، سرعت جریان و حاصلخیزی در

میشم طاول کُتری^{۱*}

رضوان موسوی ندوشن^۲

۱. گروه اکولوژی، مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تنکابن، ایران
۲. گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

*مسئول مکاتبات:

meysamtavoli@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۰

کد مقاله: ۱۳۹۷۰۴۰۶۶۷

این مقاله برگرفته از رساله دکتری است.

اکوسیستم‌های آبی یافت می‌شوند (Armitage et al., 1995). لاروهای شیرونومیده به عنوان شاخص‌های حاصلخیزی در آب‌های جاری و ساکن مطرح هستند و از آن‌ها در طبقه‌بندی زیستی منابع آب‌های داخلی، بر اساس ترکیب گونه‌ای و فراوانی در واحد سطح بستر استفاده می‌شوند (Kirgiz, 1988). این لاروها در سطوح پایین زنجیره غذایی قرار دارند و منبع غذایی مهمی برای گروه‌های مختلف جانوری از جمله ماهیان آب شیرین می‌باشند (Kirgiz, 1988). بسیاری از تحقیقات نشان می‌دهد که لاروهای خانواده شیرونومیده به علت دارا بودن عناصر مغذی مهم مثل پروتئین به میزان زیاد و هضم سریع و آسان، توسط ماهیان کفزی و نیمه کفزی مورد تغذیه قرار می‌گیرند (Ozkan et al., 2010). گونه‌های خانواده شیرونومیده در نیمکره شمالی کاملاً شناخته شده‌اند، به خصوص در اروپا توسط Oliver (۱۹۷۱ و ۱۹۸۳)، Cranston و همکاران (۱۹۸۳)، Reiss و Pinder (۱۹۸۳)، Orendt و همکاران (۲۰۱۱) و در آمریکای شمالی توسط Oliver و همکاران (۱۹۷۸)، Epler (۲۰۰۱)، Johnson و Krieger (۲۰۰۵)، Bolton (۲۰۱۲) و Kranzfelder (۲۰۱۲) کلیدهای بسیار جامعی از لاروهای خانواده شیرونومیده منتشر شده است. علی‌رغم اندک بودن مطالعات انجام‌شده روی گونه‌های شیرونومیده در آسیا، اما بررسی‌های گسترده‌تری در هند، چین، ژاپن و همچنین استرالیا نیز به چشم می‌خورد (Coffman et al., 1988; Wang and Zheng, 1992; Madden, 2010). در دهه‌های پیشین روس‌ها نیز روی خانواده شیرونومیده مطالعات جامع‌تری انجام داده‌اند (Konstantinov, 1968). در دریای خزر ۸ گونه لارو شیرونومیده با منشأ آب شیرین معرفی گردیده است (قاسم اف، ۱۹۹۴). بر اساس مطالعات روس‌ها در آب‌های دریای خزر به‌غیر از مناطقی که توسط آب‌های رودخانه‌ای شیرین شده‌اند گونه‌های *Chironomus albidus* و *Clunio marinus* فراوان‌تر از سایر شیرونومیده‌ها می‌باشند (بیرشتین و همکاران، ۱۹۶۸). در ایران به خصوص در حوضه جنوبی دریای خزر مطالعات بسیار اندکی بر روی لاروهای خانواده شیرونومیده صورت گرفته است. احمدی و موسوی ننه‌کران (۱۳۸۱) در سواحل جنوبی دریای خزر گونه *Chironomus albidus*، Taheri و همکاران (۲۰۱۲) در خلیج گرگان نیز گونه *Chironomus albidus* و میرزاجانی و همکاران (۱۳۹۳) در ناحیه مصبی ۱۸ رودخانه منتهی به دریای خزر در استان گیلان، ۲۶ جنس از خانواده شیرونومیده را معرفی کردند. در مطالعات انجام‌شده بر روی ساختار جمعیت درشت کفزیان در سواحل جنوبی دریای خزر و حوضه‌های آبریز آن در دهه‌های گذشته، شناسایی‌های انجام‌شده بر روی لارو این حشرات محدود به سطح خانواده (Chironomidae) بود (روشن طبری و همکاران، ۱۳۹۲؛ لالویی و همکاران، ۱۳۸۳؛ علیزاده ثابت و همکاران، ۱۳۹۵؛ Roohi et al., 2010). در استان اصفهان مطالعات جامع‌تری بر روی لاروهای خانواده شیرونومیده انجام شد و جنس‌های بسیار زیادی برای اولین بار در ایران معرفی شدند. در رودخانه زاینده‌رود ۲۷ جنس (Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005)، در رودخانه گلپایگان ۳۳ جنس (اله بخشی و ابراهیم نژاد، ۱۳۹۰)، در رودخانه ماربر ۳۹ جنس (کرمی و همکاران، ۱۳۹۳) و در رودخانه گلپایگان ۳۵ جنس (Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013) از خانواده شیرونومیده گزارش شده‌اند.

رودخانه سفیدرود یکی از بزرگ‌ترین و پرآب‌ترین رودخانه‌های کشور که در قسمت شرقی استان گیلان قرار دارد و از رودخانه‌های بسیار مهم حوضه جنوبی دریای خزر بوده و در قسمت غربی شهر کاشهر در محلی با ارتفاع حدود ۲۷ متر پایین‌تر از سطح دریاهای آزاد وارد دریای خزر می‌شود. حوضه آبریز این رودخانه تحت پوشش استان‌های آذربایجان، اردبیل، کردستان، زنجان، مرکزی، همدان و گیلان بوده و در محدوده کوه‌های البرز، زاگرس و کوه‌های مرکزی قرار دارد و پس از تلاقی دو شاخه مهم قزل‌اوزن و شاهرود، از ارتفاعات غربی کوه‌های تخت سلیمان با ارتفاع ۴۸۵۰ متر سرچشمه گرفته و وارد دشت گیلان می‌گردد. طول این رودخانه از سرچشمه تا مصب ۸۰۰ کیلومتر بوده و وسعت حوضه آبریز آن حدود ۶۷۰۰۰ کیلومترمربع، میانگین آبدهی سالانه ۳۹۹۸ میلیون مترمکعب و دارای شیب متوسط ۰/۳ درصد می‌باشد (افشین، ۱۳۷۳). رودخانه سفیدرود محل مهاجرت تولیدمثلی ماهیان بالارزش شیلاتی دریای خزر از قبیل ماهیان خاویاری (تاس‌ماهیان)، ماهی سفید (*Rutilus frissi*) و بسیاری از ماهیان استخوانی دیگر می‌باشد و همچنین مصب این رودخانه جزء پارک ملی بوجاق (Boojagh National Park) (*kutum*) می‌باشد و به همین دلایل از اهمیت فراوانی برخوردار است.

این مطالعه، حاصل بررسی لیمنولوژیکی جوامع درشت بی‌مهرگان کفزی در مصب رودخانه سفیدرود است که در این راستا لاروهای خانواده شیرونومیده در حد جنس شناسایی شدند و پراکنش و فراوانی آن‌ها در ارتباط با عوامل محیطی در آب شامل دما و شوری و در رسوب شامل دانه‌بندی و مواد آلی کل (TOM) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

عملیات نمونه‌برداری به مدت یک سال به صورت دو ماه یک‌بار در ماه‌های آبان، دی و اسفند ۱۳۹۳ و اردیبهشت، تیر و شهریور ۱۳۹۴ در سه ایستگاه (S۱ در رودخانه، S۲ در مصب و S۳ در دریا) با استفاده از نمونه‌بردار چنگکی (Grab) مدل Van Veen (با سطح مقطع ۰/۰۳ مترمربع) در سه تکرار انجام شد. شکل ۱ موقعیت مکانی و جدول ۱ موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری را در مصب رودخانه سفیدرود نشان می‌دهد. به‌طور کلی در این تحقیق، ۱۶۲ نمونه رسوب (۵۴ نمونه رسوب زیستی و ۱۰۸ نمونه رسوب غیر زیستی) از ایستگاه‌های نمونه‌برداری جمع‌آوری شد. جهت نگهداری اولیه به نمونه‌های رسوب زیستی در محل نمونه‌برداری محلول فرمالین ۵ درصد (Wildsmith *et al.*, 2011) اضافه گردید و پس از انتقال به آزمایشگاه بنتوز شناسی مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور، با استفاده از الک‌های استاندارد (ASTM) با چشمه‌های ۱، ۰/۵ و ۰/۲۵ میلی‌متر، لاروهای شیرونومیده از رسوبات جداسازی و سپس در اتانول ۷۰ درصد نگهداری شدند (Wildsmith *et al.*, 2011). جهت شناسایی لاروهای شیرونومیده از هر یک از لاروها لام تهیه شد. ابتدا جهت شفاف شدن لاروها و رؤیت آسان‌تر اندام‌های داخلی آن‌ها، نمونه‌ها برای مدت چند ساعت تا چند روز در محلول شفاف کننده Amman's lactophenol قرار داده شدند (Smith, 2001).



شکل ۱: موقعیت مکانی مصب رودخانه سفیدرود و ایستگاه‌های مورد مطالعه (۹۴-۱۳۹۳).

(S۱ در رودخانه، S۲ در مصب و S۳ در دریا)

جدول ۱: مشخصات و موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در مصب رودخانه سفیدرود (۹۴-۱۳۹۳).

شماره ایستگاه	عرض شمالی (N)	طول شرقی (E)	نوع منبع آبی	محل نمونه‌برداری	نوع بستر	میانگین سالانه عمق (متر)
S۱	۳۷° ۲۷' ۴۷/۱"	۴۹° ۵۶' ۱۸/۱"	آب شیرین کن	رودخانه	لجنی، پوشش گیاهی	۱/۸۳
S۲	۳۷° ۲۸' ۱۰/۱"	۴۹° ۵۶' ۴۱/۳"	نیمه لب شور	مصب	ماسه‌ای	۱/۳۰
S۳	۳۷° ۲۸' ۴۸/۴"	۴۹° ۵۷' ۱۸/۸"	لب شور	دریا	ماسه‌ای	۸/۳۳

تنوع و فراوانی لاروهای خانواده شیرونومیده (Chironomidae) در مصب رودخانه سفیدرود (حوضه جنوبی دریای خزر) / طلؤل کُتری و موسوی ندوشن

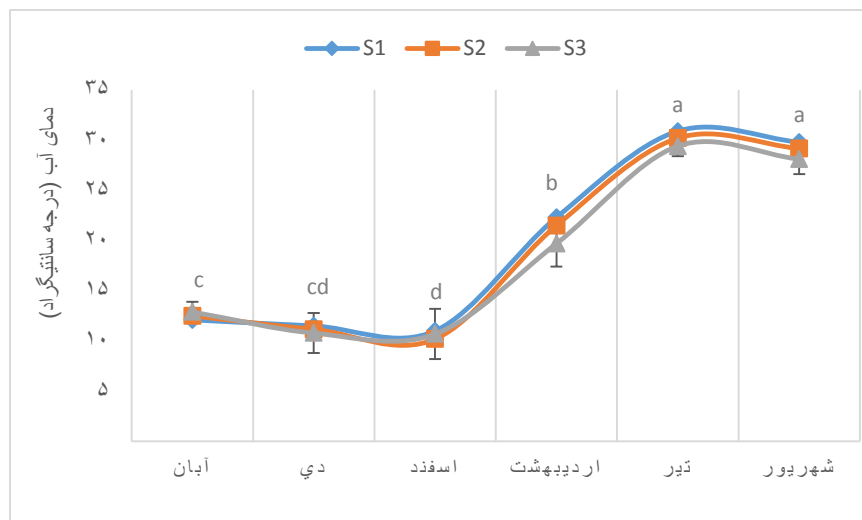
بعد از این مدت جهت بررسی قطعات دهانی و اندامهای انتهایی بدن لاروها، در زیر استریو میکروسکوپ (Nikon مدل SMZ800) کپسول سر از تنه جدا شد و هر یک را بر روی لام های جداگانه ثابت شده و با استفاده از میکروسکوپ Nikon مدل E200 مجهز به دوربین دیجیتال (Nikon DIGITAL SIGHT DS-Fi1) بررسی شده و اندامهای کپسول سر (آرواره بالا، آرواره پایین، پیش آرواره، چانه، زبان، شاخک، Pecten epipharyngis) و اندامهای انتهایی بدن بررسی شدند. شکل و تعداد دندانها در چانه (Mentum) و زبان (Ligula) در شناسایی لاروها بسیار حائز اهمیت بودند. نمونهها با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر تا سطح جنس شناسایی شدند (Oliver et al., 1978; Kranzfelder, Bolton, 2012; Orendt et al., 2011; Madden, 2010; Johnson and Krieger, 2005; Epler, 2001, 2012).

دانه بندی رسوبات (Grain size) بستر طبق کلاس بندی ارائه شده توسط Wentworth (۱۹۲۲): گراول (< ۲ میلی متر)، ماسه ($۰/۰۶۳ - ۲$ میلی متر)، سیلت ($۰/۰۰۴ - ۰/۰۶۳$ میلی متر) و رس ($۰/۰۰۲ - ۰/۰۰۴$ میلی متر) انجام گرفت و در نهایت به صورت درصد اجزای تشکیل دهنده هر نمونه بیان گردید (Patricio et al., 2012). دانه بندی ذرات رسوب بزرگتر از ۲ میلی متر (گراول) توسط الک استاندارد (ASTM) با چشمه ۲ میلی متر و ذرات رسوب کوچکتر از ۲ میلی متر (ماسه، سیلت و رس) به روش هیدرومتری (Densimetry) انجام شد (Buchanan, 1984). مواد آلی کل (TOM) در رسوب به روش کاهش وزن در طی سوزاندن (Weight lost during ashing) اندازه گیری شد. طبق این روش نمونه رسوب خشک شده در آون (دمای ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت) با دقت ۱ میلی گرم توزین و سپس در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲ ساعت سوزانده شد و دوباره وزن گردید، اختلاف وزن نمونه رسوب به صورت درصد (TOM%) بیان شد (Wildsmith et al., 2011).

همزمان با نمونه برداری های زیستی، متغیرهای فیزیکی و شیمیایی آب مجاور بستر شامل دما و شوری در محل توسط دستگاه مولتی پارامترسنج پرتابل HACH مدل HQ40d اندازه گیری شدند. جهت تجزیه و تحلیل داده ها از برنامه SPSS نسخه ۲۲ استفاده گردید. نرمال بودن داده ها از طریق آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. با توجه به نرمال بودن داده ها از آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) جهت مقایسه میانگین ها و از تست دانکن جهت ارزیابی ارتباط معنی داری ($P < ۰/۰۵$) بین متغیرهای محیطی و زیستی در ایستگاه ها و ماه های مورد بررسی استفاده شد. جهت بررسی همبستگی بین فراوانی لاروهای شیرونومیده با عوامل محیطی، با توجه به نرمال بودن و کمی بودن داده ها از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. رسم نمودارها توسط نرم افزار Microsoft Office Excel نسخه ۲۰۱۰ انجام شد.

نتایج

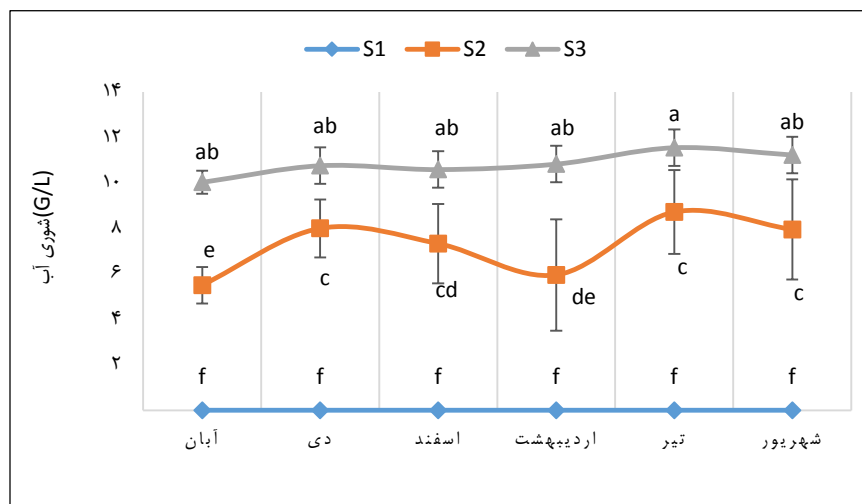
در این بررسی میانگین سالانه دمای آب $۱۹/۱ \pm ۰/۰۷$ درجه سانتی گراد به دست آمد. میانگین دمای آب در بین ماه های نمونه برداری اختلاف معنی داری را نشان داد ($P < ۰/۰۵$)، به طوری که کمترین دمای آب در اسفندماه با میانگین $۱۰/۲ \pm ۰/۱$ درجه سانتی گراد و بیشترین آن در تیرماه با میانگین $۳۰/۹ \pm ۰/۰۸$ درجه سانتی گراد اندازه گیری شد (شکل ۲).



شکل ۲: مقایسه میانگین ($\pm$ انحراف معیار) دمای آب برحسب ایستگاه‌ها و ماه‌های مختلف نمونه‌برداری در مصب رودخانه سفیدرود (۹۴-۱۳۹۳). (S۱ در رودخانه، S۲ در مصب و S۳ در دریا).

حروف نامتشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست ($P < 0.05$).

در بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری، ایستگاه آب‌شیرین رودخانه (S۱) کمترین میانگین سالانه شوری (0 g/l)، ایستگاه لب‌شور مصب (S۲) میانگین شوری در حد متوسط ($7/2 \pm 1/7 \text{ g/l}$) و ایستگاه لب‌شور دریا (S۳) بیشترین میانگین سالانه شوری ($10/8 \pm 0/1 \text{ g/l}$) را دارا بودند. میانگین شوری آب در بین ایستگاه‌ها و ماه‌های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$) به‌طوری‌که در ایستگاه مصب (S۲) بیشترین میانگین شوری در تیرماه ($8/7 \pm 1/8 \text{ g/l}$) و کمترین آن در آبان ماه ($5/5 \pm 0/8 \text{ g/l}$) و در ایستگاه دریا (S۳) بیشترین میانگین شوری در تیرماه ($11/5 \pm 0/8 \text{ g/l}$) و کمترین آن در آبان ماه ($10 \pm 0/5 \text{ g/l}$) ثبت شد (شکل ۳).

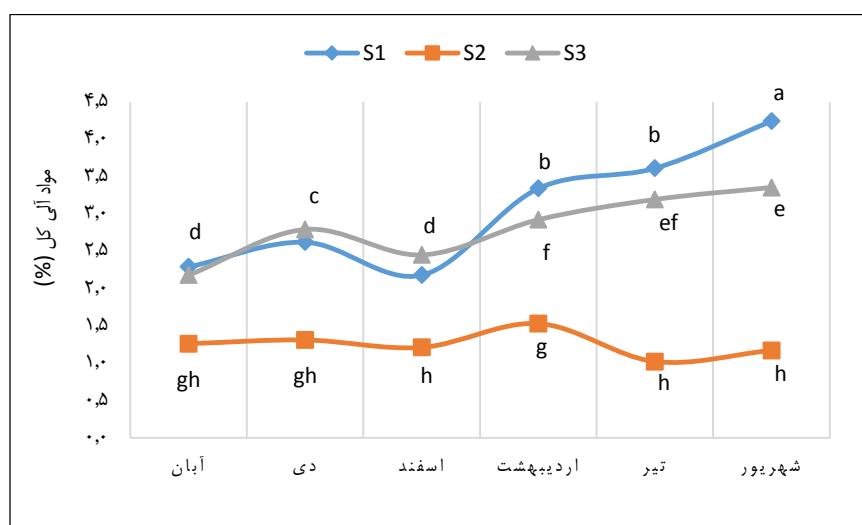


شکل ۳: مقایسه میانگین ($\pm$ انحراف معیار) شوری آب برحسب ایستگاه‌ها و ماه‌های مختلف نمونه‌برداری در مصب رودخانه سفیدرود (۹۴-۱۳۹۳). (S۱ در رودخانه، S۲ در مصب و S۳ در دریا).

حروف نامتشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست ($P < 0.05$).

تنوع و فراوانی لاروهای خانواده شیرونومیده (Chironomidae) در مصب رودخانه سفیدرود (حوضه جنوبی دریای خزر) / طول کُتری و موسوی ندوشن

میانگین سالانه درصد مواد آلی رسوبات بستر 0.07 ± 2.37 به دست آمد. میانگین مواد آلی رسوبات بستر در بین ایستگاه‌ها و ماه‌های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$)، به‌طوری‌که حداقل TOM در تیرماه در ایستگاه S2 با میانگین 0.04 ± 1.02 درصد و حداکثر آن در شهریورماه در ایستگاه S3 با میانگین 0.09 ± 4.24 درصد اندازه‌گیری شد (شکل ۴). ایستگاه رودخانه با داشتن رسوبات ریزدانه بیشترین درصد مواد آلی و ایستگاه مصب با داشتن رسوبات درشت‌دانه کمترین درصد مواد آلی را دارا بودند.



شکل ۴: مقایسه میانگین ($\pm$ انحراف معیار) درصد مواد آلی رسوبات بستر برحسب ایستگاه‌ها و ماه‌های مختلف نمونه‌برداری در مصب رودخانه سفیدرود (۹۴-۱۳۹۳). (S1 در رودخانه، S2 در مصب و S3 در دریا).
حروف نامتشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست ($P < 0.05$).

با توجه به نتایج حاصل از بررسی دانه‌بندی رسوبات، دو نوع بستر درشت‌دانه (ماسه) و ریزدانه (سیلت و رس) مشاهده شد. به‌طوری‌که از محیط رودخانه به سمت محیط مصب و دریا درصد رسوبات ریزدانه کمتر می‌شد (جدول ۲). بافت رسوبات بستر در ایستگاه رودخانه (S1) رسوبات ریزدانه سیلت ماسه‌ای، ایستگاه مصب (S2) رسوبات درشت‌دانه ماسه‌ای و در ایستگاه دریا (S3) رسوبات ریزدانه ماسه سیلتی بود.

جدول ۲: مقادیر میانگین درصد دانه‌بندی رسوبات بستر برحسب ایستگاه‌ها و ماه‌های نمونه‌برداری در مصب رودخانه سفیدرود (۹۴-۱۳۹۳).

	ماسه			سیلت			رس		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
آبان	۶۱/۲	۹۳/۲	۷۱/۶	۲۳/۵	۴/۳	۲۰/۳	۱۵/۳	۲/۵	۸
دی	۶۱/۵	۹۲	۸۰/۴	۲۴/۳	۵/۲	۱۳/۳	۱۴/۱	۲/۶	۶/۲
اسفند	۶۷/۲	۹۱/۸	۷۶	۲۰/۹	۶	۱۶/۲	۱۱/۸	۲/۱	۷/۷
اردیبهشت	۴۹/۲	۸۹/۸	۷۹/۱	۲۷/۱	۶/۴	۱۳/۷	۱۵/۳	۳/۷	۷/۲
تیر	۴۵/۷	۹۱/۴	۷۸/۱	۳۳/۳	۶/۲	۱۵/۴	۲۱	۲/۳	۶/۴
شهریور	۵۸/۷	۹۲/۵	۸۰/۴	۲۴/۸	۵/۳	۱۳/۶	۱۶/۴	۲/۲	۵/۹

(S1 در رودخانه، S2 در مصب و S3 در دریا)

در مطالعه حاضر ۱۱ جنس از ۳ زیر خانواده شیرونومیده در بوم سامانه‌های رودخانه و مصب سفیدرود شناسایی شد که جنس‌های *Chironomus*, *Cryptochironomus*, *Paratendipes*, *Polypedilum* و *Tanytarsus* متعلق به زیر خانواده Chironominae و جنس‌های *Orthoclaadiinae*, *Theinmanniella* و *Rheocricotopus* متعلق به زیر خانواده *Orthoclaadiinae* و جنس *Procladius* متعلق به زیر خانواده Tanypodinae بودند (شکل ۵). جنس‌های *Eukiefferiella*, *Tanytarsus* و *Rheocricotopus* و *Theinmanniella* منحصراً در ایستگاه آب‌شیرین رودخانه (S۱) و جنس‌های *Chironomus*, *Cryptochironomus*, *Polypedilum*, *Paratendipes*, *Procladius* و *Cricotopus* علاوه بر ایستگاه آب‌شیرین در ایستگاه آب لب‌شور مصب (S۲) با دامنه شوری ۵/۵ تا ۸/۷ گرم در لیتر نیز مشاهده شدند. لاروهای شیرونومیده در ایستگاه آب لب‌شور دریا (S۳) با دامنه شوری ۱۰ تا ۱۱/۵ گرم در لیتر مشاهده نشده‌اند. به‌طور کلی در این مطالعه، ۲۳۸۹ عدد لارو شیرونومیده شناسایی و شمارش گردید. این لاروها در ایستگاه‌های S۱ (رودخانه) و S۲ (مصب) حضور دائم داشتند اما در ایستگاه S۳ (دریا) حضور نداشتند. فراوانی جنس‌های شیرونومیده در بین ماه‌ها و ایستگاه‌های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$)، به‌طوری‌که حداکثر میانگین فراوانی مربوط به جنس *Procladius* در ایستگاه S۱، در اسفندماه (165 ± 300 تعداد در مترمربع) و حداقل آن مربوط به جنس *Paratendipes* در ایستگاه S۲، در شهریورماه (6 ± 11 تعداد در مترمربع) بود (جدول ۳).



شکل ۵: تصویر لاروهای شیرونومیده شناسایی شده در مطالعه حاضر A: جنس *Chironomus* با شکل دندان‌های چانه (mentum) در قسمت کپسول سر، B: *Polypedilum* با شکل دندان‌های چانه در قسمت کپسول سر، C: *Orthoclaadius* با شکل دندان‌های چانه در قسمت کپسول سر، D: *Procladius* با شکل دندان‌های زبان (Ligula) در قسمت کپسول سر.

تنوع و فراوانی لاروهای خانواده شیرونومیده (Chironomidae) در مصب رودخانه سفیدرود (حوضه جنوبی دریای خزر) / طاول کُتری و موسوی ندوشن

جدول ۳: تغییرات فراوانی (میانگین $\pm$ انحراف معیار) لاروهای شیرونومیده برحسب ایستگاه‌ها و ماه‌های نمونه‌برداری در مصب رودخانه سفیدرود (۹۴-۱۳۹۳).

جنس	ایستگاه	آبان	دی	اسفند	اردیبهشت	تیر	شهریور	میانگین کل
<i>Chironomus</i>	S ₁	a ۱۳۳/۳ $\pm$ ۷۶ B	b ۱۶۶/۶ $\pm$ ۹۱ AB	c ۲۰۰ $\pm$ ۱۱۰ A	a ۱۶۶/۷ $\pm$ ۹۴ AB	-	c ۷۳ $\pm$ ۱۶ C	۱۴۰ $\pm$ ۷۷/۴
	S ₂	-	c ۶۸/۷ $\pm$ ۳۳ B	c ۱۵۵ $\pm$ ۸۵ A	cd ۱۰۰ $\pm$ ۳۳ B	-	-	۱۰۸ $\pm$ ۵۰/۳
	S ₃	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cryptochironomus</i>	S ₁	c ۵۵/۶ $\pm$ ۳۰ B	c ۸۴ $\pm$ ۴۵ AB	c ۶۸/۵ $\pm$ ۲۷ B	c ۱۲۵ $\pm$ ۷۰ A	-	-	۸۳/۳ $\pm$ ۴۳
	S ₂	c ۳۲/۳ $\pm$ ۱۶ A	c ۱۱/۸ $\pm$ ۶ A	-	c ۳۳/۳ $\pm$ ۱۶ A	-	-	۲۶ $\pm$ ۱۲/۶
	S ₃	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paratendipes</i>	S ₁	-	c ۱۸۸/۴ $\pm$ ۱۰۷ A	c ۱۴۵/۷ $\pm$ ۸۰ A	c ۷۰ $\pm$ ۴۱ B	c ۲۲ $\pm$ ۱۲ C	-	۱۰۶/۵ $\pm$ ۶۰
	S ₂	-	c ۷۱/۸ $\pm$ ۲۶ A	-	c ۴۳/۲ $\pm$ ۲۱ AB	-	c ۱۱ $\pm$ ۶ B	۴۲ $\pm$ ۲۲/۶
	S ₃	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polypedilum</i>	S ₁	bc ۶۶ $\pm$ ۳۴ B	bc ۱۳۳ $\pm$ ۸۵ A	e ۶۶/۷ $\pm$ ۳۴ B	a ۱۰۰ $\pm$ ۵۳ AB	-	-	۹۱/۴ $\pm$ ۵۱/۵
	S ₂	-	-	-	bc ۶۶/۷ $\pm$ ۳۴	-	-	۶۶/۷ $\pm$ ۳۴
	S ₃	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tanytarsus</i>	S ₁	c ۲۲ $\pm$ ۱۴ A	b ۹۰/۵ $\pm$ ۴۹ A	-	b ۶۶ $\pm$ ۳۳ A	-	-	۵۹/۵ $\pm$ ۳۲
	S ₂	-	-	-	-	-	-	-
	S ₃	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cricotopus</i>	S ₁	bc ۶۶/۶ $\pm$ ۳۶ DE	a ۲۳۲/۳ $\pm$ ۱۲۳ A	a ۱۶۶/۷ $\pm$ ۹۳ B	bc ۱۰۰ $\pm$ ۵۵ CD	b ۳۳ $\pm$ ۲۰ E	b ۴۴ $\pm$ ۲۶ E	۱۰۷/۳ $\pm$ ۵۸/۸
	S ₂	-	f ۲۰۰ $\pm$ ۱۱۳ A	-	bc ۱۳۳ $\pm$ ۷۳ B	-	-	۱۶۶/۵ $\pm$ ۱۰۳
	S ₃	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eukiefferiella</i>	S ₁	-	b ۷۷/۵ $\pm$ ۴۰ B	de ۱۳۳ $\pm$ ۷۳ A	b ۶۶ $\pm$ ۳۵ B	-	-	۹۲/۲ $\pm$ ۴۹/۳
	S ₂	-	-	-	-	-	-	-
	S ₃	-	-	-	-	-	-	-
<i>Orthocladus</i>	S ₁	ab ۱۱۰ $\pm$ ۶۴ C	a ۲۵۹/۵ $\pm$ ۱۴۳ A	b ۱۸۸ $\pm$ ۱۰۴ B	b ۷۶ $\pm$ ۴۱ CD	c ۲۲ $\pm$ ۱۲ E	b ۳۱ $\pm$ ۱۷ DE	۱۱۲/۶ $\pm$ ۶۲/۵
	S ₂	c ۵۸ $\pm$ ۳۲ B	c ۱۰۱ $\pm$ ۵۸ AB	c ۱۲۱ $\pm$ ۶ A	-	-	-	۹۳/۳ $\pm$ ۳۲
	S ₃	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rheocricotopus</i>	S ₁	-	c ۶۶ $\pm$ ۳۵ A	-	c ۲۲ $\pm$ ۱۰ A	-	-	۴۴ $\pm$ ۲۲/۵
	S ₂	-	-	-	-	-	-	-
	S ₃	-	-	-	-	-	-	-
<i>Theinmanniella</i>	S ₁	-	c ۵۰/۴ $\pm$ ۲۶	-	-	-	-	۵۰/۴ $\pm$ ۲۶
	S ₂	-	-	-	-	-	-	-
	S ₃	-	-	-	-	-	-	-
<i>Procladius</i>	S ₁	a ۱۳۳/۳ $\pm$ ۷۰ B	d ۱۰۰ $\pm$ ۴۹ B	d ۳۰۰ $\pm$ ۱۶۵ A	-	-	-	۱۷۷/۸ $\pm$ ۹۴/۷
	S ₂	-	-	c ۹۶ $\pm$ ۵۱ A	bc ۱۰۰ $\pm$ ۵۳ A	-	-	۹۸ $\pm$ ۵۲
	S ₃	-	-	-	-	-	-	-
میانگین کل		۷۵/۳ $\pm$ ۴۱/۳	۱۱۹ $\pm$ ۶۵	۱۴۹ $\pm$ ۷۵/۳	۸۴/۵ $\pm$ ۴۴	۲۵/۶ $\pm$ ۱۴/۶	۲۹/۷ $\pm$ ۱۶/۲	۸۰/۵ $\pm$ ۴۲/۷

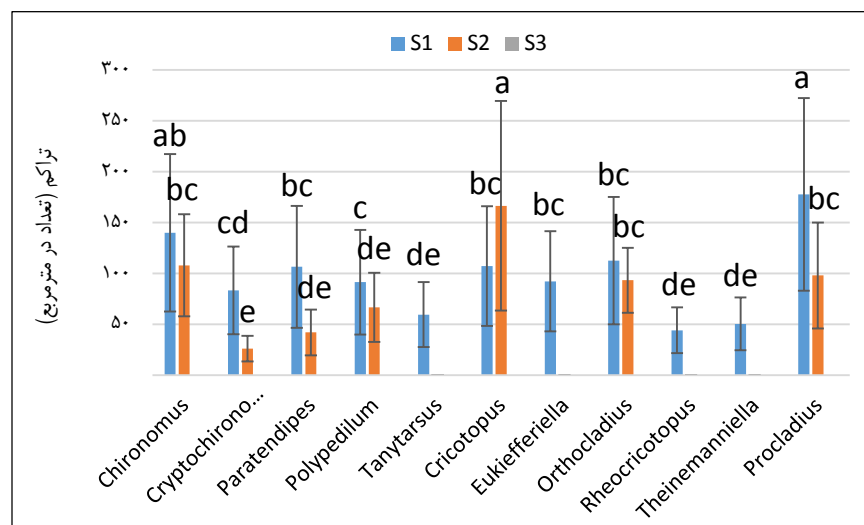
حروف نامتشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست ($P < ۰/۰۵$). حروف بزرگ لاتین (افقی) بیان‌کننده تغییرات در بین ماه‌ها و حروف کوچک لاتین (عمودی)

بیان‌کننده تغییرات در بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری می‌باشند. (S₁): رودخانه،

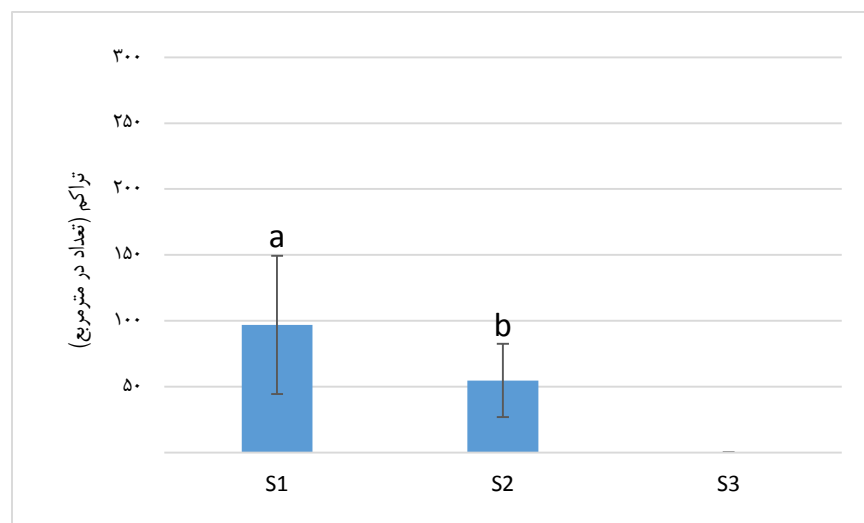
S₂: مصب و S₃: دریا). تراکم برحسب تعداد در مترمربع بیان شده است.

در بین لاروهای شناسایی شده بیشترین میانگین سالانه فراوانی در ایستگاه S₁ مربوط به جنس *Procladius* ($۱۷۷/۸ \pm ۹۴/۷$ تعداد در مترمربع) و در ایستگاه S₂ مربوط به جنس *Cricotopus* ($۱۰۳ \pm ۱۶۶/۵$ تعداد در مترمربع) بود (شکل ۶). جنس‌های *Rheocricotopus* در ایستگاه S₁ ($۲۲/۵ \pm ۴۴$ تعداد در مترمربع) و *Cryptochironomus* در ایستگاه S₂ ($۱۲/۶ \pm ۲۶$ تعداد در مترمربع) کمترین میانگین سالانه فراوانی را نسبت به سایر جنس‌ها دارا بودند (شکل ۶). پراکنش مکانی لاروهای شیرونومیده در بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری داشت ($P < ۰/۰۵$)، به‌طوری‌که میانگین سالانه فراوانی لاروها در ایستگاه S₁ ($۵۲/۵ \pm ۹۶/۸$ تعداد در مترمربع) بیشتر از ایستگاه S₂ ($۲۷/۸ \pm ۵۴/۶$ تعداد در مترمربع) بود و در ایستگاه S₃ هیچ نمونه‌ای مشاهده نشد (شکل ۷). به عبارتی در کل ماه‌های نمونه‌برداری ایستگاه S₁ (رودخانه)

فراوانی بیشتری نسبت به ایستگاه‌های S۲ (مصب) و S۳ (دریا) داشتند. پراکنش زمانی لاروهای شیرونومیده در بین ماه‌های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$)، به‌طوری‌که بیشترین میانگین فراوانی لاروها در اسفندماه (149 ± 75 تعداد در مترمربع) و درحالی‌که کمترین آن در تیرماه ($14/6 \pm 25/6$ تعداد در مترمربع) مشاهده شد (شکل ۸).

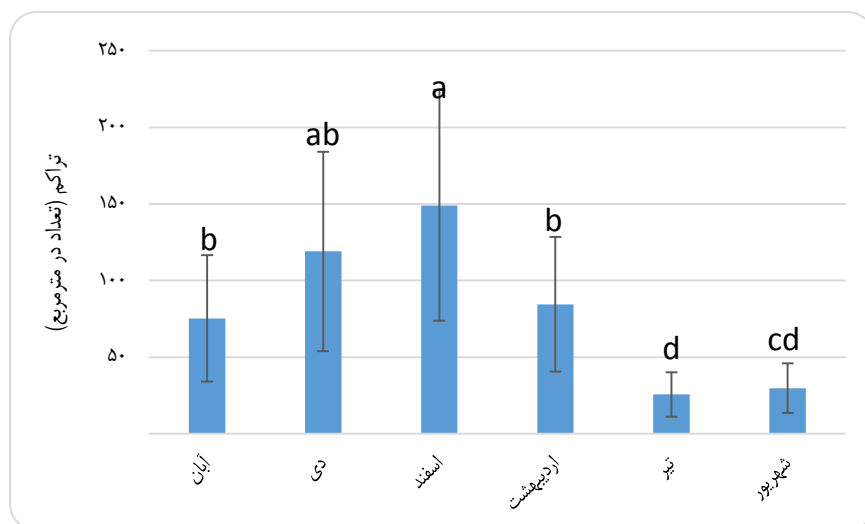


شکل ۶: میانگین سالانه فراوانی جنس‌های شیرونومیده برحسب ایستگاه در مصب سفیدرود (۹۴-۱۳۹۳).
حروف نامتشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست ($P < 0.05$). (S۱: رودخانه، S۲: مصب و S۳: دریا).



شکل ۷: میانگین سالانه فراوانی لاروهای شیرونومیده برحسب ایستگاه در مصب سفیدرود (۹۴-۱۳۹۳).
حروف نامتشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست ($P < 0.05$). (S۱: رودخانه، S۲: مصب و S۳: دریا).

تنوع و فراوانی لاروهای خانواده شیرونومیده (Chironomidae) در مصب رودخانه سفیدرود (حوضه جنوبی دریای خزر) / طاول کُتری و موسوی ندوشن



شکل ۸: میانگین فراوانی لاروهای شیرونومیده برحسب ماه‌های نمونه‌برداری در مصب سفیدرود (۹۴-۱۳۹۳).

حروف نامتشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست ($P < 0.05$).

همبستگی معنی‌داری ($P < 0.05$) بین فراوانی لاروهای شیرونومیده با متغیرهای محیطی (به‌غیر از دما) مشاهده نشد (جدول ۴)، به‌طوری‌که فراوانی لاروها با سیلت، رس و مواد آلی کل (TOM) همبستگی مثبت و برعکس با دما، شوری و ماسه همبستگی منفی داشته‌اند. در بین متغیرهای محیطی، فراوانی لاروها با دما همبستگی منفی معنی‌دار نسبتاً قوی و با سایر متغیرها همبستگی غیر معنی‌دار ($P > 0.05$) ضعیفی داشته‌اند.

جدول ۴: ضریب همبستگی پیرسون بین فراوانی لاروهای شیرونومیده و متغیرهای محیطی در آب و رسوب

متغیرهای محیطی رسوب	متغیرهای محیطی آب			متغیرهای محیطی رسوب		
	سیلت	ماسه	TOM	شوری	دما	متغیرهای محیطی
فراوانی لاروها	۰/۱۴۰	-۰/۰۹۰	۰/۱۸۵	-۰/۰۳۲	-۰/۳۴۹*	فراوانی لاروها

* در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است.

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه ۳ زیرخانواده (شیرونومینه، اورتوکلادینه و تانی‌پودینه) و ۱۱ جنس از خانواده شیرونومیده شناسایی گردید. زیرخانواده شیرونومینه و اورتوکلادینه با ۵ جنس بیشترین تنوع و زیرخانواده تانی‌پودینه با ۱ جنس کمترین تنوع را دارا بودند. زیرخانواده تانی‌پودینه بیشترین تراکم و زیرخانواده شیرونومینه کمترین تراکم را داشتند.

طبق نتایج این مطالعه، بیشترین میانگین فراوانی لاروهای شیرونومیده در ماه‌های سرد سال (دی و اسفند) و کمترین آن در ماه‌های گرم سال (تیر و شهریور) مشاهده گردید که به همین دلیل فراوانی این لاروها همبستگی منفی معنی‌داری ($P < 0.05$) با دمای آب نشان داده‌اند. تغییرات فراوانی لاروهای شیرونومیده در رسوبات بستر در ماه‌های مختلف متأثر از چرخه زندگی آن‌ها می‌باشد. بالا بودن فراوانی آن‌ها در ماه‌های سرد سال، مربوط به زمستان‌گذرانی لاروها در رسوبات بستر و کاهش فراوانی آن‌ها در ماه‌های گرم سال، مربوط به رشد و تکامل لاروها در اثر افزایش دما و مهاجرت عمودی لاروها از رسوبات بستر و تغییر شکل دادن و تبدیل شدن به حشره بالغ و خارج شدن از آب می‌باشد (Panatta et al., 2006).

در مطالعه حاضر، لاروهای شیرونومیده در هر دو بوم‌سامانه آب شیرین رودخانه و لب‌شور مصبی (با دامنه شوری سالانه ۵ تا ۸ گرم در لیتر) مشاهده گردیدند که نشان‌دهنده یوری‌هالین (euryhaline) بودن این لاروها می‌باشد؛ اما در بوم‌سامانه لب‌شور دریایی با دامنه شوری سالانه ۹ تا ۱۱/۵ گرم در لیتر، لارو شیرونومیده مشاهده نگردید. عامل محدودکننده پراکنش این لاروها در محیط‌های دریایی به دلیل عدم تحمل شوری بیشتر از ۸ گرم در لیتر و عدم توانایی در تنظیم فشار اسمزی و یا عدم تمایل به زندگی در بسترهای ریزدانه ماسه سیلتی باشد. بیشتر گونه‌های خانواده شیرونومیده محدوده وسیعی از شوری را تحمل می‌کنند و از گروه‌های اصلی فون آب لب‌شور می‌باشند (Orendt et al., 2011). لاروهای شیرونومیده دارای پراکنش جهانی هستند و معمولاً در تمام بوم‌سامانه‌های آبی شامل نه‌رها، رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، تالاب‌ها و مصب‌ها حضور دارند (Veeramani et al., 2016 ; Lloret et al., 2008). بر اساس مطالعات محققان در دریای خزر (بیرشتین و همکاران، ۱۹۶۸؛ Konstantinov, 1968؛ قاسم اف، ۱۹۹۴؛ احمدی و موسوی ننه‌کران، ۱۳۸۱؛ میرزاجانی و همکاران، ۱۳۹۳) لاروهای خانواده شیرونومیده در ناحیه دریا (با شوری ۱۳-۱۲ گرم در لیتر) از تنوع گونه‌ای کمتری نسبت به ناحیه مصب و آب شیرین برخوردارند.

با توجه به نتایج این مطالعه، فراوانی لاروهای شیرونومیده در ایستگاه‌های آب شیرین رودخانه بیشتر از ایستگاه‌های آب لب‌شور مصبی و دریایی بوده است ($P < 0.05$). بستر ایستگاه‌های آب شیرین دارای پوشش‌های گیاهی (قسمت‌های کم‌عمق حاشیه رودخانه) اما بستر ایستگاه‌های آب لب‌شور فاقد پوشش‌های گیاهی بودند، با توجه به نتایج مطالعات سایر محققان (Ebrahimnezhad and)

(Fakhri, 2005 ; Tokeshi, 1986 ; Pinder, 1986 ; Mason and Bryant, 1975) در خصوص وابستگی این لاروها به زیستگاه‌های گیاهی، دلیل اصلی افزایش فراوانی لاروها در ایستگاه‌های آب شیرین وجود زیستگاه‌های گیاهی و کاهش آن در ایستگاه‌های آب لب‌شور فقدان این زیستگاه‌ها باشد، به همین دلیل است که این لاروها با شوری، همبستگی منفی معنی‌داری ($P < 0.05$) از خود نشان داده‌اند.

در مطالعه حاضر، دو نوع بستر درشت‌دانه (ماسه) و ریزدانه (سیلت و رس) مشاهده گردید. بافت رسوبات بستر در ایستگاه رودخانه (S۱) رسوبات ریزدانه سیلت ماسه‌ای و در مصب (S۲) رسوبات درشت‌دانه ماسه‌ای و در ایستگاه دریا (S۳) رسوبات ریزدانه ماسه سیلتی بود. در بین ایستگاه‌های موردبررسی، ایستگاه مصب رسوبات دانه درشت‌تری نسبت به ایستگاه‌های رودخانه و دریا داشته‌اند که می‌تواند به دلیل تلاطم و ناپایداری بستر در ایستگاه مصب باشد که مانع از رسوب‌دهی ذرات ریزدانه (سیلت و رس) می‌شود. در ایستگاه دریا به دلیل فاصله داشتن از ساحل و واقع شدن در عمق بیشتر و دارا بودن شرایط محیطی پایدارتر، ذرات ریزدانه فرصت کافی جهت رسوب‌دهی پیدا نموده و در نتیجه رسوبات همگن و دانه ریزتری نسبت به ایستگاه مصب در طول سال داشته است. رودخانه سفیدرود پس از ورود به دشت گیلان و در فاصله نزدیک به دریا به دلیل شیب ملایم بستر (۰/۳ درصد) و پایین بودن سرعت جریان آب (افشین، ۱۳۷۳)، ذرات ریزدانه (سیلت و رس) فرصت رسوب‌دهی پیدا نموده و در نتیجه باعث ایجاد بافت ریزدانه سیلت ماسه‌ای در ایستگاه رودخانه شود.

Brown و Mclachlan (۲۰۰۶) عواملی مانند تأثیر امواج دریا در بخش‌های پایین‌دست مصب، افزایش تلاطم و ناپایداری بستر، بار بالای ذرات معلق واردشده از رودخانه به مصب و نهایتاً سرعت ته‌نشینی انواع ذرات را جزء مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در توزیع و پراکنش ذرات رسوب در محیط‌های مصبی عنوان کردند. لاروهای خانواده شیرونومیده بیشتر زیستگاه‌های با بسترهای نرم با پوشش گیاهی را ترجیح می‌دهند (Pinder, 1986). جنس‌های زیرخانواده اورتوکلادینه اغلب در بسترهای سنگی دارای پوشش گیاهی زندگی می‌کنند (Tokeshi, 1986). Amorim و همکاران (۲۰۰۴) و Sanseverino و Nessimian (۲۰۰۱) گزارش کردند که جنس‌های *Cryptochironomus* و *Polypedilum* در مناطقی که بستر ماسه‌ای (arenaceous substrate) است ساکن هستند. Henriques-Oliveira و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که کمترین غنای گونه‌ای شیرونومیده‌ها در بسترهای ماسه‌ای مشاهده شد. Santos و König (۲۰۱۳)، همبستگی منفی بین برخی تاکسون‌های زیر خانواده تانی‌پودینه (*Labrundinia*, *Larsia* و *Pentaneura*) و بستر ماسه‌ای مشاهده نمودند. برعکس Wiederholms (۱۹۸۳) گزارش کرد که زیر خانواده تانی‌پودینه با فراوانی بالا در بسترهای ماسه‌ای حضور دارند. Santos و König (۲۰۱۳)، گزارش نمودند که جنس‌های

تنوع و فراوانی لاروهای خانواده شیرونومیده (Chironomidae) در مصب رودخانه سفیدرود (حوضه جنوبی دریای خزر) / طاول کُتری و موسوی ندوشن

Chironomus, *Cryptochironomus*, *Polypedilum*, *Rheotanytarsus*, *Rheocricotopus*, *Cricotopus* و *Thienemanniella* در بسترهای سنگی، ماسه‌ای، مواد آلی (دتريت) و ترکیبی (مواد آلی و غیرآلی) با فراوانی کم (۲۰-۰ عدد در مترمربع) تا زیاد (بیش از ۵۰۰ عدد در مترمربع) حضور دارند.

در مطالعه حاضر، در بین ایستگاه‌های موردبررسی، ایستگاه رودخانه با بستر سیلت ماسه‌ای بیشترین فراوانی را دارا بود. فراوانی لاروهای شیرونومیده با دانه‌بندی رسوبات بستر همبستگی معنی‌داری ($P > 0.05$) را نشان نداد، به‌طوری‌که باسیلت و رس همبستگی مثبت و با ماسه همبستگی منفی ضعیفی داشتند که می‌توان نتیجه گرفت که این لاروها بیشتر بسترهای ریزدانه (سیلت ماسه‌ای) را نسبت به بسترهای درشت‌دانه (ماسه‌ای) جهت زندگی ترجیح می‌دهند. همبستگی منفی فراوانی لاروهای شیرونومیده با ماسه می‌تواند به دلیل بالا بودن درصد ماسه در ایستگاه دریا (S۳) که فاقد لاروهای شیرونومیده بودند، باشد. با توجه به نتایج مطالعه حاضر و سایر محققان می‌توان دریافت که لاروهای خانواده شیرونومیده در بسترهای مختلفی از ریز تا درشت‌دانه قادر به زندگی هستند، اما در بسترهای دارای زیستگاه گیاهی دارای تنوع و فراوانی بیشتری هستند.

در مطالعه حاضر میانگین سالانه درصد TOM در بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$)، به‌طوری‌که ایستگاه رودخانه بیشترین درصد TOM، ایستگاه دریا در حد متوسط و ایستگاه مصب کمترین درصد TOM را داشتند. با توجه به این‌که مواد آلی در بستر به‌عنوان مواد غذایی برای بی‌مهرگان کفزی محسوب می‌گردند بنابراین افزایش مواد آلی باعث افزایش فراوانی آن‌ها می‌گردند، به همین دلیل فراوانی لاروهای شیرونومیده با درصد مواد آلی همبستگی مثبت نشان داد. در مطالعه حاضر ایستگاه رودخانه مواد آلی بیشتری نسبت به ایستگاه مصب داشت و در نتیجه فراوانی بیشتری هم دارا بود.

بین اندازه ذرات و میزان مواد آلی موجود در رسوبات، رابطه معکوس وجود دارد. درواقع با کوچک‌تر شدن اندازه دانه‌بندی رسوبات، توانایی رسوبات برای نگه‌داری مواد آلی افزایش می‌یابد (Gray, 1981). در مطالعه حاضر، بالا بودن درصد TOM در ایستگاه رودخانه به دانه‌بندی ریز رسوبات بستر و همچنین پایین بودن سرعت جریان آب که فرصت رسوب‌دهی ذرات آلی را در بستر می‌دهد، ارتباط دارد. کم بودن درصد TOM در ایستگاه مصب به دانه‌بندی درشت رسوبات بستر (ماسه‌ای) در کنار آشفتگی و تلاطم آب و برخورد امواج با بستر که باعث جدا شدن ذرات آلی از بستر و معلق شدن در ستون آب می‌شود مربوط می‌باشد.

در مطالعه حاضر ۱۱ جنس از خانواده شیرونومیده در رودخانه و مصب سفیدرود شناسایی شد که جنس *Procladius* در ایستگاه رودخانه و جنس *Cricotopus* در ایستگاه مصب بیشترین میانگین سالانه فراوانی را داشته‌اند. در ایستگاه دریا (S۳) نمونه‌ای از لاروهای شیرونومیده مشاهده نشد. میانگین فراوانی لاروهای شیرونومیده در آب شیرین رودخانه با اختلاف معنی‌داری ($P < 0.05$) بیشتر از آب لب‌شور مصب بود. بیشترین میانگین فراوانی لاروها در اسفندماه و کمترین آن در شهریورماه مشاهده شد. در بین عوامل محیطی موردبررسی، شوری آب و جنس رسوبات بستر بیشترین تأثیر را در پراکنش و فراوانی لاروهای شیرونومیده داشته‌اند.

منابع

- احمدی، م.ر. و موسوی ننه کران، س.ک.، ۱۳۸۱. شناسایی و معرفی شیرونومیده سواحل جنوبی دریای خزر *Chironomus albidus* (Diptera: Chironomidae). مجله علوم دریایی ایران، شماره چهارم، صفحات ۲۳-۱۱.
- افشین، ی.، ۱۳۷۳. رودخانه‌های ایران. جلد دوم، چاپ اول، وزارت نیرو، شرکت مهندسين مشاور جاماب، تهران، ۵۷۵ ص.
- اله بخشی، ا. و ابراهيم نژاد، م.، ۱۳۹۰. معرفی لاروهای خانواده کرومومیده و بررسی عوامل مؤثر بر فراوانی آن‌ها در رودخانه گلپایگان. مجله زیست‌شناسی ایران، جلد ۲۴، شماره ۱، صفحات ۱۲۸-۱۱۸.

- بیرشتین، یا. آ. وینوگراف، ل. ج.، کونداکوف، ن. ن.، کوون، م. اس.، آستاخوف، ت. و. و رومانوف، ن. ن.، ۱۹۶۸. اطلس بی‌مهرگان دریای خزر. ترجمه: دیناد، ل. و نظری، ف.، ۱۳۸۰. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران، ایران، ۶۱۰ ص.
- روشن طبری، م.، سلیمان رودی، ع.، شرفی، ش. و روحانی اردشیری، ر.، ۱۳۹۲. بررسی اثرات بهره‌برداری شن و ماسه روی بی‌مهرگان کفزی در رودخانه تنکابن. فصلنامه علمی پژوهشی زیست‌شناسی جانوری، سال ششم، شماره اول، صفحات ۹-۱۶.
- علیزاده ثابت، ح. ر.، پورنگ، ن.، رامین، م.، طاولی، م.، صمدی، م.، عابدینی، ع.، اسلامی، م. و صابری، ح.، ۱۳۹۵. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی اثرات پساب مزارع پرورش قزل‌آلا و سایر فعالیت‌های انسانی بر اکوسیستم رودخانه چشمه‌کیله. مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور - تنکابن، ۱۶۰ ص.
- قاسم اف، آ. گ.، ۱۹۹۴. اکولوژی دریای خزر. ترجمه: شریعتی، ا.، ۱۳۷۸. مؤسسه تحقیقات شیلات، ایران، ۲۷۲ ص.
- کریمی، ا.، ابراهیم نژاد، م.، زمانپور، م.، ۱۳۹۳. چک‌لیست و کلید شناسایی برای لاروهای خانواده Chironomidae (Diptera: Insecta) در رودخانه ماربر (اصفهان، ایران). تاکسونومی و بیوسستماتیک، سال ششم، شماره بیستم، صفحات ۶۴-۴۹.
- لالویی، ف.، زلفی نژاد، ک.، هاشمیان، ع.، سالاروند، غ.، قانع، ا. و طالبی، د.، ۱۳۸۳. گزارش نهایی پروژه هیدروبیولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگی‌های زیست‌محیطی اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری، ایران، ۳۹۴ ص.
- میرزاجانی، ع.، قانع، ا.، خداپرست، ح.، قربانزاده، ق. و صدیقی، ا.، ۱۳۹۳. مطالعه مصب رودخانه‌های منتهی به دریای خزر در استان گیلان بر اساس جوامع کفزیان. مجله محیط‌زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره ۶۷ شماره ۴، صفحات ۴۷۴-۴۶۱.
- Amorim, R. M., Henriques-Oliveira, A. L. and Nessimian, J. L., 2004.** Distribuição espacial e temporal das larvas de Chironomidae (Insecta: Diptera) na seção ritral do rio Cascatinha, Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil. *Lundiana*, 5 (2): 119-127.
- Armitage, P. D., Cranston, P. S. and Pinder, L. C. V., 1995.** The Chironomidae: Biology and ecology of non-biting midges. Chapman and Hall, London, 572 p.
- Bolton, M. J., 2012.** Ohio EPA supplemental keys to the larval Chironomidae (Diptera) of Ohio and Ohio Chironomidae checklist. Ohio environmental protection agency, Division of Surface Water, Groveport, Ohio 43235, November 2012, 111 p.
- Buchanan, J. B., 1984.** Sediment analysis. In: N. A. Holme and A. D. McIntyre, editors. *Methods for the study of marine benthos*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 41-65 pp.
- Cranston, P. S., Oliver, D. R. and Saether, O. A., 1983.** The larvae of Orthocladinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region, keys and diagnoses. *Entomologica Scandinavica Supplementary*, 19: 149-291.
- Coffman, W.P., Yurasits, L.A. and de la Rosa, C., 1988.** Chironomidae of South India. I. Generic composition, biogeographical relationships and description of two unusual pupal exuviae. 14: 155-165. (<http://www.biodiversitylibrary.org/www.biologiezentrum.at>).
- Ebrahimnezhad, M. and Fakhri, F., 2005.** Taxonomic study of Chironomidae larvae of Zayanderood river, Iran, and effects of selected ecological factors on their abundance and distribution. *Iranian Journal of Science & Technology, Transaction A*, Vol. 29, No. A1: 89-105.
- Ebrahimnezhad, M. and Allahbakhshi, E., 2013.** A study on Chironomid larvae (Insecta- Diptera) of Golpayegan River (Isfahan-Iran) at generic level. *Iranian Journal of Science & Technology*, A1: 45-52.
- Epler, J. H., 2001.** Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina. North Carolina department of environment and natural resources, division of water quality. version 1.0, 27 September 2001, 526 p.
- Gray, J. S., 1981.** The Ecology of marine sediment. Cambridge University Press, 475 p.
- Henriques-Oliveira, A. L., Dorville, L. and Nessimian, J. L., 2003.** Distribution of Chironomidae larvae fauna (Insecta: Diptera) on different substrates in a stream at Floresta da Tijuca, RJ, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 15: 69-84.
- Johnson, N. J. and Krieger, K. A., 2005.** Atlas of the Chironomid midges (Insecta, Diptera, Chironomidae) Recorded at the Old Woman Creek. Heidelberg University, Ohio, USA, April 2005, 27 p.

- Kirgiz, T., 1988.** A preliminary study on Chironomidae larvae in Lake Gala (in Turkish). National Biology Congress, Cumhuriyet University, Fen Edebiyat Faculty, Biyology Department, Sivas, 11 p.
- Konig, R. and Santos, S., 2013.** Chironomidae (Insecta: Diptera) of different habitats and microhabitats of the Vacacaí-Mirim River microbasin, Southern Brazil. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 85(3): 975-985. Online version ISSN 1678-2690.
- Konstantinov, A. S., 1968.** Chironomidae in atlas of invertebrates of Caspian Sea. Institute of Vniro, Institute of Kaspemich, Mosqova, In Russian.
- Kranzfelder, P., 2012.** Identification guide and key to the chironomid pupal exuviae of Tortuguero national park, Costa Rica. University of Minnesota, department of entomology, version 1, 90 p.
- Lloret, J., Marin, A. and Marin-Guirao, L., 2008.** Is coastal lagoon eutrophication likely to be aggravated by global climate change? *Estuarine. Coastal and Shelf Science*, 78: 403-412.
- Madden, C.P., 2010.** Key to genera of larvae of Australian Chironomidae (Diptera). *Museum Victoria Science Reports*, 12: 1-31.
- Mason, C. F. and Bryant, R. J., 1975.** Periphyton production and grazing by chironomid in Alderfen Board, Norfolk. *Freshwater Biology*, 5: 271-277.
- McLachlan, A. and Brown, A. C., 2006.** The ecology of sandy shores. Blackwell, 373 p.
- Oliver, D. R., 1971.** Life history of the Chironomidae. *Annual Review of Entomology*, 16: 211-230.
- Oliver, D. R., Mcclymont, D. and Roussel, M. E., 1978.** A key to some larvae of Chironomidae (Diptera) from the Mackenzie and Porcupine river watersheds. Fisheries and Marine Service, Technical report 791, Canada, 79 p.
- Oliver, D. R., 1983.** The larvae of Diamesinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region, keys and diagnoses. *Entomologica Scandinavica Supplement*, 19: 115-147.
- Orendt, C., Dettinger-Klemm, A. and Spies, M., 2011.** Identification keys to the larvae of Chironomidae (Diptera) in brackish waters of Germany and adjacent areas. Commissioned by the Federal Environment Agency, Berlin, 15 p.
- Ozkan, N., Moubayed-Breil, J. and Camur-Elipek, B., 2010.** Ecological analysis of Chironomid larvae (Diptera, Chironomidae) in Ergene River Basin (Turkish Thrace). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10: 93-99.
- Panatta, A., Stenert, C., Freitas, SMF. and Maltchik, L., 2006.** Diversity of chironomid larvae in palustrine wetlands of the Coastal Plain in the South of Brazil. *Limnology*, 7(1): 23-30.
- Patricio, J., Adao, H., Neto, J.M., Alves, A.S., Traunspurger, W. and Marques, J. C., 2012.** Do nematode and macrofauna assemblages provide similar ecological assessment information?. *Ecological Indicators*, 14: 124-137.
- Pinder, L. C. V. and Reiss, F., 1983.** The larvae of Chironominae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region, keys and diagnoses. *Entomologica Scandinavica Supplement*, 19: 293-435.
- Pinder, L.C.V., 1986.** Biology of freshwater Chironomidae. *Annual Review of Entomology*, 31: 1-23.
- Roohi, A., Kideys, A. E., Sajadi, A., Hashemian, A., pourgholam, R., Fazli, H., Ganjian, A. and Develi, E. E., 2010.** Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the Southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore *Mnemiopsis Leidyi*. *Biol Invasions* 12: 2343-2361.
- Sanseverino, A. M. and Nessimian, J. L., 2001.** Hábitats de larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) em riachos de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 13(1): 29-38.
- Smith, D. G., 2001.** Pennak's freshwater invertebrates of the United States: Porifera to Crustacea. Fourth Edition, John Wiley & Sons, Inc. USA. 658 p.
- Taheri, M., Yazdani, M., Noranian, M. and Mira, S. S., 2012.** Spatial distribution and biodiversity of macrofauna in the Southeast of the Caspian Sea, Gorgan Bay in relation to environmental conditions. *Ocean Science Journal*, 47(2):113-122.
- Tokeshi, M., 1986.** Population dynamics, life history and species richness in an epiphytic chironomid community. *Freshwater Biology*, 16: 431-441.

- Veeramani, T., Sasikala, V. and Santhanam, P., 2016.** Population density of chironomus larvae (Diptera, Chironomidae) in selected Tuticorin salt pans, Southeast coast of India. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 4(4): 434-439.
- Wang, X. and Zheng, L., 1992.** Checklist of Chironomidae records from China. *Netherland Journal of Aquatic Ecology*, 26(2-4): 247-255.
- Wentworth, C.K., 1922.** A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The Journal of Geology*, 30(5): 377-392.
- Wildsmith, M. D., Rose, T. H., Potter, I. C., Warwick, R. M. and Clarke, K. R., 2011.** Benthic macroinvertebrates as indicators of environmental deterioration in a large microtidal estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 62: 525-538.

تنوع و فراوانی لاروهای خانواده شیرونومیده (Chironomidae) در مصب رودخانه سفیدرود (حوضه جنوبی دریای خزر) / طاول کُتری و موسوی ندوشن