

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه هرمزگان

دانشکده‌ی علوم پایه

گروه زیست‌شناسی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته زیست‌شناسی دریا - گرایش جانوران دریا

عنوان پایان نامه:

پویایی شناسی جمعیت ماهی گل‌خورک، گونه‌ی *Scartelaos tenuis* در مناطق ساحلی بندر پل، استان هرمزگان

استاد راهنما:

دکتر احسان کامرانی

اساتید مشاور:

دکتر محمدرضا طاهری زاده

مهندس عیسی کمالی

نگارش:

مهسا قاسمی

فروردین 90

تشکر و قدردانی

از استاد ارجمند جناب آقای **دکتر احسان کامرانی** به واسطه‌ی راهنمایی‌های ارزنده و حمایت‌های همه‌جانبه در طول انجام پروژه کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از جناب آقای **دکتر ظهیری نیا** مدیریت محترم تحصیلات تکمیلی برای همکاری و حمایت‌هایشان سپاسگزارم.

از استاد گرامی جناب آقای **دکتر محمدرضا طاهری زاده** که در طول انجام پژوهش از هیچ کمک و راهنمایی به اینجانب دریغ ننمودند و همواره از حمایت‌های دلسوزانه‌ی ایشان بهره‌مند بودم کمال تشکر و قدردانی را می‌نمایم.

از جناب آقای **مهندس عیسی کمالی** برای مشاوره‌های ارزشمند و راهنمایی‌های ارزنده‌ی ایشان بی‌نهایت سپاسگزارم.

از جناب آقای **دکتر میرمسعود سجادی** به‌واسطه‌ی همکاری و حمایت‌های دلسوزانه با اینجانب و کلیه‌ی گروه زیست‌شناسی و همچنین داوری این پروژه نهایت تشکر را دارم.

از جناب آقای **دکتر فرهاد کی‌مرام** به واسطه‌ی داوری ارزشمند و راهنمایی‌های سازنده‌شان بی‌نهایت سپاسگزارم.

از دوست عزیزم سرکار خانم **مهندس اسما گلمرادی‌زاده** که همواره در تمام مراحل انجام پروژه از راهنمایی‌های ایشان بهره‌مند بودم کمال تشکر را دارم.

از آقایان **مهندس مومنی، سالارپور و خواجه نوری** کارشناسان محترم پژوهشکده‌ی خلیج‌فارس و دریای عمان به واسطه‌ی راهنمایی‌های ارزنده و همکاری با اینجانب بی‌نهایت سپاسگزارم.

از آقای **مهندس ترکمن‌دی** به واسطه‌ی همکاری‌ها و راهنمایی‌های ارزنده در نگارش پایان‌نامه بی‌نهایت سپاسگزارم.

از آقایان **مهندس شهدادی، کشاورز و دهقانی** به واسطه‌ی راهنمایی‌هایشان صمیمانه سپاسگزارم.

از خانم‌ها **مهندس شجاعی و میرزاده**، کارشناس آزمایشگاه و کارشناس گروه به‌خاطر همکاری‌های صمیمانه و دلسوزانه نهایت تشکر را دارم.

از دوستان عزیزم خانم‌ها مهندس پریسا محمودی و فاطمه لواجو به واسطه همکاری و همراهی در تمامی مراحل انجام پروژه سپاسگزارم و برای ایشان آرزوی موفقیت دارم.

بر خود لازم می‌دانم از خانواده‌ی عزیزم که همواره در تمامی مراحل تحصیل و زندگی‌ام از حمایت‌ها و تشویق‌هایشان برخوردار بوده‌ام تشکر نمایم.

در پایان از تمام عزیزانی که طی انجام این پژوهش به نوعی مستقیم و یا غیر مستقیم با اینجانب همکاری نمودند تشکر می‌نمایم.

فهرست مطالب

بخش اول

I.....	مقدمه و کلیات
1.....	1-1- مقدمه
4.....	1-1-1- مشخصات عمومی گاوماهیان
5.....	1-1-2- زیستگاه ماهیان گل خورک
5.....	1-2-1-1- مناطق بین جزر و مدی
7.....	1-2-2-1-1- جنگل های مانگرو
9.....	1-3-1-1- سازگاری های رفتاری گل خورک
10.....	1-3-1-1-1- لانه گزینی
10.....	1-3-1-1-2- رفتار شکاری و تغذیه
11.....	1-3-1-1-3- حرکت در خشکی
12.....	1-3-1-1-4- تولید مثل
12.....	1-3-1-1-5- سازگاری های دمایی
14.....	1-4-1-1- اهمیت در آبی پروری و ارزش تجاری
16.....	2-1- طبقه بندی سیستماتیک گونه ی <i>Scartelaos tenuis</i>
17.....	3-1- مشخصات عمومی گونه ی <i>Scartelaos tenuis</i>
17.....	1-3-1-1- رنگ بدن
18.....	2-3-1-1- پراکندگی
18.....	3-3-1-1- خصوصیات مورفولوژیکی
18.....	4-1- ساختار جمعیت
19.....	5-1- پویایی شناسی جمعیت
20.....	6-1- بررسی مطالعات انجام شده
22.....	7-1- پیش فرض های تحقیق

بخش دوم

- 23..... مواد و روش ها
- 23..... 1-2- منطقه ی مورد مطالعه
- 23..... 1-1-2- موقعیت ایستگاه تحت نمونه برداری
- 25..... 2-2- روش نمونه برداری
- 28..... 3-2- تعیین سن
- 30..... 5-2- سن و رشد ماهی
- 32..... 6-2- شاخص عملکرد رشد
- 32..... 7-2- شاخص گنادی
- 33..... 8-2- فاکتور وضعیت
- 33..... 9-2- تعیین الگوی بازسازی
- 34..... 10-2- مرگ و میر
- 34..... 11-2- تعیین دانه بندی رسوبات بستر

بخش سوم

- 36..... نتایج
- 36..... 1-3- دمای آب
- 36..... 2-3- نسبت جنسی
- 38..... 3-3- رابطه طول کل- وزن
- 39..... 4-3- فراوانی طولی نمونه ها
- 43..... 5-3- فاکتور وضعیت
- 44..... 7-3- سن و رشد
- 46..... 8-3- مرگ و میر
- 46..... 9-3- الگوی رشد و Recruitment

بخش چهارم

48.....	بحث
56.....	پیشنهادات
I.....	فهرست منابع

فهرست جداول

37.....	جدول (1-3): نسبت جنسی ماهانه برای گونه ی <i>S.tenuis</i>
38.....	جدول (2-3): رابطه طول کل - وزن برای گونه ی <i>S.tenuis</i>
39.....	جدول (3-3): شیب رگرسیون و فواصل اطمینان برای گونه ی <i>S.tenuis</i>
39.....	جدول (3-4): پراکندگی طول گونه ی <i>S.tenuis</i> برای نمونه های نر
40.....	جدول (3-5): پراکندگی طول گونه ی <i>S.tenuis</i> برای نمونه های ماده
43.....	جدول (3-6): فاکتور وضیت برای گونه ی <i>S.tenuis</i>
44.....	جدول (3-7): پارامترهای منحنی رشد برتالانفی برای گونه ی <i>S.tenuis</i>
45.....	جدول (3-8): سن و طول گونه ی <i>S.tenuis</i>

فهرست نمودارها

36.....	نمودار (1-3): نوسانات سالانه دمای آب
38.....	نمودار (2-3): پراکندگی جنس های نر و ماده ی گونه ی <i>S.tenuis</i>
41.....	نمودار(3-3): فراوانی طولی گونه ی <i>S.tenuis</i>
42.....	نمودار (3-4): رابطه ی طول کل - وزن گونه ی <i>S.tenuis</i>
44.....	نمودار (3-5): نمودار سن - طول گونه ی <i>S.tenuis</i>
47.....	نمودار (3-6): الگوی رشد گونه ی <i>S.tenuis</i>
47.....	نمودار (3-7): پیک Recruitment گونه ی <i>S.tenuis</i>
47.....	نمودار(3-8) پیک رسیدگی گنناد در جنس نر گونه ی <i>S.tenuis</i>
47.....	نمودار(3-9) پیک رسیدگی گنناد در جنس ماده گونه ی <i>S.tenuis</i>

فهرست تصاویر

- شکل (2-1)، موقعیت بندر پل 23
- شکل (2-2)، موقعیت بندر پل نسبت به دریای خلیج فارس 24
- شکل (2-3): تصویر پوشش درختچه‌ای حرا 26
- شکل (2-4): تصویر منطقه نمونه‌برداری 26
- شکل (2-5): همزیستی بین خرچنگ و ماهی 27
- شکل (2-6): حرکات نمایشی ماهیان گل‌خورک 27
- شکل (2-7)، تصویر باله‌ی سینه‌ای چپ 29
- شکل (2-8): دستگاه برش بافت سخت 30
- شکل (2-9): تصویر اتولیت برش خورده 30

چکیده

پژوهش حاضر با هدف پویایی شناسی جمعیت ماهی گل خورک، گونه‌ی *Scartelaos tenuis* در مناطق ساحلی بندر پل در استان هرمزگان از مهر ماه 1388 تا شهریور 1389 انجام شده است. نمونه‌ها توسط دست صید شدند. تعیین سن گونه از دو روش اتولیت و استخوان باله‌ی سینه‌ای سمت چپ صورت گرفت که بر اساس آن پارامترهای رشد برتالانفی برای این گونه به دست آمد. برای گونه‌ی *S.tenuis* میزان $L_{\infty} = 17/68$ ، $K = 0/56$ و $t_0 = 0/46$ برای نمونه‌های نر و $L_{\infty} = 17/37$ ، $K = 0/57$ و $t_0 = 0/36$ برای نمونه‌های ماده با عملکرد رشد درون گونه‌ای $2/07$ محاسبه شد. حداکثر سن برای این گونه پنج سال به دست آمد. فاکتور وضعیت برای جنس‌های نر و ماده به ترتیب: $0/26$ و $0/28$ به دست آمد. میانگین طولی نمونه‌های *S.tenuis* صید شده در منطقه‌ی مورد مطالعه، $13/31 \pm 1/79$ سانتی‌متر برای جنس نر و $13/46 \pm 1/69$ سانتی‌متر برای ماده‌ها محاسبه شد و میانگین وزنی به ترتیب برای نر و ماده، $6/36 \pm 2/11$ و $6/89 \pm 2$ گرم محاسبه شد. رابطه‌ی آلومتریک طول- وزن در این گونه برابر است با: $W = 1/02 L^{2/27}$ ($t = 183/812$, $df = 906$, $p < 0/05$). نسبت جنسی گونه‌ی *S.tenuis* در طول مطالعه $1:1/26$ بوده است. ضریب مرگ و میر طبیعی برای این گونه $M = 1$ در نظر گرفته شد. در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که گونه‌ی *Scartelaos tenuis* دارای ضریب رشد پایین، مرگ و میر کم و نسبت جنسی برابر می‌باشد. همچنین الگوی Recruitment این گونه با دیگر گونه‌های گرمسیری تفاوتی ندارد.

کلمات کلیدی: پویایی شناسی جمعیت، ماهی گل خورک گونه‌ی *Scartelaos tenuis* ، مناطق ساحلی بندر پل، استان هرمزگان (خلیج فارس)

مقدمه و کلیات

1-1- مقدمه

ماهیان گل خورک تنها ماهیانی هستند که اغلب فعالیت‌های خود شامل تغذیه، جفت گیری و دفاع از قلمرو را بر روی خشکی انجام می‌دهند و در راستای انجام این فعالیت‌ها دارای تخصص یافتگی‌های تکاملی از جمله چشم‌های برجسته برای دید هوایی، باله‌ی شکمی صفحه مانند جهت خزیدن و چسبیدن به سطوح مختلف و تنفس هوایی می‌باشند (Gordon et al., 1969; Clayton, 1993; Graham, 1997; Lee and Graham, 2002). آنها به طور کامل به زندگی دوزیستی سازش یافته‌اند، همچنین قادر به تنفس پوستی از ناحیه‌ی پوست و آستر دهانی (موکوس) می‌باشند (Graham, 1997). سازگاری‌های گل-خورک و دیگر ماهیان هوازی برای زندگی هم در آب و هم خشکی که دو محیط کاملاً متفاوت هستند توجه بسیاری از زیست شناسان را به خود جلب کرده است. توانایی تنفس در هوا مشخص‌ترین ویژگی گل خورک-ها می‌باشد گرچه این ماهیان تنها از این ویژگی بهره‌مند نیستند و خانواده‌های بسیاری از ماهیان وجود دارد که قادر به تنفس در هوا هستند. ولی آنچه گل خورک‌ها را از دیگر ماهیان جالب توجه‌تر می‌کند فعالیت آنها بر روی سطح مناطق جزر و مدی است.

گل خورک‌ها از خانواده‌ی گاوماهیان و از رده‌ی ماهیان استخوانی می‌باشند. زیر خانواده‌ی Oxudercinae با 10 جنس و 39 گونه در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری در سواحل جزرومدی با بستری نرم در افریقای غربی و نواحی هند - اقیانوس آرام پراکنده‌اند. Murdy در سال 1989 اظهار داشت که بالاترین غنای گونه‌ای و بیشترین شمار گونه‌های بومی در نواحی هند - مالزی دیده می‌شود که شاید منشاء اصلی این گروه نیز باشد. او همچنین بر اساس غنای بالای گونه‌ای و درجه‌ی بالایی از اندمیسم در ناحیه هند - مالزی و حضور تنها یک گونه از این گروه از گاوماهیان *Periophthalmus barbarous* در امتداد سواحل غربی افریقا پیشنهاد می‌کند منشاء تمام اعضای این گروه از تتیس شرقی می‌باشد (Murdy, 1989). تا به امروز هیچ گونه‌ای از Oxudercinae در قاره‌ی امریکا گزارش نشده است.

پراکنش امروزی نشان می‌دهد که ارتباط بسیار نزدیکی بین تمام گونه‌های Oxudercinae و اکوسیستم‌های مانگرو و پهنه‌های گلی جزرومدی گرمسیری وجود دارد. امکان دارد که این همراهی، در فاز اولیه‌ی تاریخ تکامل آنها به وجود آمده باشد. اطلاعات به دست آمده از باستان‌شناسی نشان می‌دهد که اکوسیستم‌های مانگرو در دریای تتیس در دوره‌ی پالئوسن - ائوسن (60 - 35 میلیون سال پیش) گسترده بوده‌اند. اولین فسیل گاوماهیان نیز مربوط به همین دوره می‌باشد (Polgar, 2008). ماهیان گل‌خورک دارای 212 جنس و 1950 گونه هستند و بعد از کپور ماهیان بزرگترین خانواده‌ی ماهیان را تشکیل می‌دهند (Nelson, 2006).

گاوماهیان، ماهیانی با اندازه‌ی کوچک هستند به طوری که کوچکترین ماهی (مهره‌دار) شناخته شده در جهان آبزبان از این خانواده می‌باشد. تعداد زیادی از گونه‌های شناخته شده گاوماهیان، جز گونه‌های دریایی هستند. در حقیقت گاوماهیان دومین گروه از ماهیان آب شیرین هستند که در دریا تکامل یافته سپس وارد آبهای شیرین شده‌اند. همچنین بیشتر گونه‌های گاوماهی به واسطه سازگاری بالا در برابر نوسانات شوری شهرت یافته‌اند و عده‌ای از دریا به آبهای داخلی مانند نهرها و رودخانه‌ها مهاجرت می‌کنند. برخی گونه‌ها نیز ساکن مصب‌ها هستند، یعنی جایی که نوسانات شوری آب بسیار بالاست. تعدادی از گونه‌های این خانواده در آبهای شیرین ساکنند و تنها برای تخم‌ریزی به مصب‌ها و دریا مهاجرت می‌کنند. عده‌ی کمی از گاوماهیان کل دوره‌ی زندگی خود را در آبهای شیرین سپری می‌کنند.

خانواده‌ی گاوماهیان با مشخصات زیر شناسایی می‌شود: با وجود ویژگی‌های مشخصی که می‌توان بر اساس آنها ماهی را جز خانواده‌ی گاوماهیان دانست، ولی برای شناسایی این ماهیان در حد گونه کمی کار دشوارتر می‌شود. ویژگی‌هایی که معمولاً برای شناسایی گونه در این خانواده مورد توجه قرار می‌گیرد شامل: تعداد فلس‌ها، تعداد و موقعیت فلس بروی سر، موقعیت دندان‌ها، تعداد مهره‌ها و شکل استخوان‌ها می‌باشد.

گاوماهیان عموماً فاقد کیسه‌ی شنا هستند. آنها معمولاً در آبهای کم‌عمق، جایی که بواسطه‌ی صفحات مکنده‌ی خود به سنگ‌ها و دیگر سطوح می‌چسبند یافت می‌شوند. گاوماهیان در رودخانه‌ها اغلب در بخش‌هایی که جریان آب خیلی شدیدتر است یافت می‌شوند در حالی که برای نگهداری خود در برابر جریان آب محکم به سنگ‌ها و صخره‌ها می‌چسبند. برخی گاوماهیان مثل گل‌خورک‌ها برای زندگی در بخش لیتورال به خوبی سازش حاصل کرده‌اند و باعث شده که آنها را نیمه خشکی‌زی نام‌گذاری کنند. ماهیان گل‌خورک برای تغذیه در پهنه‌های گلی آب را ترک می‌کنند و در هنگام جزر در خشکی ظاهر می‌شوند. آنها می‌توانند به واسطه‌ی تنفس از هوا به وسیله‌ی کیسه‌های آبششی تغییر شکل یافته مدتی در خارج از آب باقی می‌مانند. آنها همچنین قادر به ذخیره‌ی آب در کیسه‌های آبششی خود هستند تا زمانی که از آب خارج می‌شوند غشای بسیار حساس آبششی خود را مرطوب نگه دارند. این ماهیان پس از خروج از آب به واسطه‌ی باله‌ی سینه‌ای خود بروی زمین راه می‌روند و گاهی با حرکات باله‌ی دمی شروع به جهیدن می‌کنند.

غذای معمول گاوماهیان ترکیبی از جلبک، دتریتوس و بی‌مهرگان کوچک است، در حالی که برخی گونه‌ها منحصراً شکارچی هستند و از ماهی‌ها و سخت‌پوستان تغذیه می‌کنند. بسیاری از گاوماهیان مکان‌های زیادی برای تخم‌ریزی دارند. برای نمونه برخی گونه‌ها در آشیانه تخم‌گذاری می‌کنند. این مثال مربوط به گونه‌هایی است که تخم‌های خود را در صدف حلزون‌ها جاسازی می‌کنند. گاوماهیانی که عادت به تخم‌ریزی در آشیانه دارند به میزان زیادی به خشکی تعلق دارند و آشیانه نقش موثری در دفاع از این ماهیان در برابر مزاحمان ایفا می‌کند. گاوماهیان به واسطه‌ی انواع تورها صید می‌شوند. این ماهیان در برخی مناطق غذای بسیار لذیذی به شمار می‌آیند و به دلیل اندازه‌ی کوچکشان به طور کامل (با تیغ و استخوان) مصرف می‌شوند و همین امر ارزش غذایی آنها را بالا می‌برد. رنگ‌های جذاب، رفتارهای جالب و اندازه‌ی کوچک، بسیاری از گاوماهیان را برای نگهداری در آکواریوم مناسب کرده است.

1-1-1- مشخصات عمومی گاوماهیان

- دارای یک صفحه‌ی دیسک مکنده هستند که همان باله‌های شکمی به هم چسبیده هستند (Larson and Murdy, 2001).

- دارای دو باله‌ی پشتی هستند و باله‌ی دمی آنها گرد می‌باشد (Moyle and Cech, 2004).

- فاقد خط جانبی بروی بدن و فاقد کیسه‌ی شنا هستند (Larson and Murdy, 2001; Moyle and Cech, 2000; Hoese et al., 1986).

- دارای سر کوتاه و گرد با چشم‌های نسبتاً بزرگ هستند (Moyle and Cech, 2004).

- این ماهیان به جای سیستم خط جانبی دارای سوراخ‌ها و کانال‌های حسی در سر هستند (Berg, 1916).

پوست در این گروه از ماهیان دارای تعداد زیادی از رگ‌های خونی است که آنها را قادر به استفاده از اکسیژن هوا می‌کند. باله‌های این ماهیان نیز جهت حرکت بروی گل سازش یافته است. علاوه بر این، چشم‌ها در این گروه از ماهیان در بالای سر قرار گرفته که به آنها در جستجوی غذا و جلوگیری از شکار شدن کمک می‌کند (Berra, 2001).

این ماهیان با داشتن آبشش از اکسیژن هوا نیز جهت تنفس استفاده می‌کنند. گل خورک‌ها ماهیان دو تنفسی و شورپسندی بوده که در طول جزر بسیار فعال می‌باشند و بخش عمده‌ی زندگی خود را در خارج از آب و در پهنه‌های گلی و جنگل‌های حرا و نواحی جزر و مدی مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری می‌گذرانند و پراکنش جغرافیایی آنها شامل کل هند- آرام و سواحل اقیانوس آرام افریقا می‌باشد (Murdy, 1989).

1-1-2- زیستگاه ماهیان گل خورک

زیستگاه‌هایی که ممکن است ماهیان گل خورک در آنجا یافت شوند، سواحل صخره‌ای، باتلاق‌های مانگرو، پهنه‌های جزر و مدی و مصب‌هایی مثل کانال‌ها و خورها می‌باشند (Murdy, 1989; Graham, 1997). پراکنش جغرافیایی آنها از شمال شرقی خلیج فارس (طول 48 درجه شرقی)، بخش‌های شرقی و جنوبی کوئینزلند، استرالیا (طول 50 درجه شرقی و عرض 20 درجه جنوبی) و بخش شمالی دریای آریاک، ژاپن (عرض 33 درجه شمالی) می‌باشد. همچنین گونه‌های جنس *Periophthalmus* در افریقا یافت می‌شوند، دو گونه‌ی غیر بومی در سواحل شرقی و یک گونه‌ی بومی در سواحل غربی این منطقه وجود دارد (Murdy, 1989). دو زیستگاه عمده‌ی این ماهیان مناطق بین جزر و مدی و جنگل‌های مانگرو می‌باشند.

1-1-2-1-1- مناطق بین جزر و مدی

گزارشات منتشر شده حاکی از آن است که عمده‌ترین زیستگاه برای سکونت ماهیان گل خورک مناطق جزر و مدی و اکوسیستم‌های جنگل‌های مانگرو می‌باشد. ناحیه‌ی بین جزر و مدی به ترازوی از مرز فراکشند بیشینه تا فرو کشند بیشینه در منطقه‌ی فلات قاره اطلاق می‌گردد. این ناحیه به طور مداوم تحت تاثیر جزر و مد از آب خالی و یا پر می‌شود. با توجه به ویژگی‌های خاص، این منطقه بیش از مناطق بالادست و پایین-دست مورد توجه و مطالعه قرار گرفته است. با وجود اینکه نواحی ساحلی کمتر از 10 درصد مجموع اقیانوس‌ها را به خود اختصاص می‌دهند ولی از نظر تنوع و بقای گونه‌ای با مناطق اقیانوسی برابری می‌کنند. چرا که جریان‌های ساحلی و همچنین وجود مواد مغذی، نور و شرایط مناسب دیگر سبب افزایش تولید در منطقه و در نهایت تنوع گونه‌ای می‌گردد. در حالی که در آبهای باز و عمیق اقیانوسی با افزایش عمق از حاصل خیزی مناطق کاسته شده و اجتماعات کف‌زیان نیز کاهش می‌یابد. علاوه بر شرایط مساعد ذکر شده، جزر و مد، تغییرات قابل توجه حرارت، روشنایی و شوری، خود از عوامل ایجاد تنش در این اکوسیستم می‌باشند که توأم با عمل امواج شرایطی را فراهم می‌نماید که برخی خارج از تحمل و بردباری بسیاری از موجودات زنده می‌باشد. البته وجود سازگاری‌های فراوان نظیر تکامل دستگاه‌ها و اندام‌هایی که نقش قلاب

چسبنده و نگهدارنده را دارا می‌باشد، سبب پایداری و بقای بیشتر موجودات این مناطق در مقابل اثرات فرساینده و تنش‌های مذکور می‌گردد. با توجه به اینکه این منطقه تنها محیط زیست دریایی است که در معرض هوا قرار می‌گیرد، تمامی موجوداتی که در این ناحیه زندگی می‌کنند در طول یک روز چندین بار از آب خارج و در معرض هوا قرار گرفته و دوباره در زیر آب فرو می‌روند. که این خود نیاز به گسترش سیستم تنفسی و تحمل شرایط مذکور دارد. خارج شدن از آب و در معرض هوا گرفتن را اصطلاحاً بازپیدایی¹ می‌نامند (بنایی و رعیت‌پیشه، 1385).

تحقیقات زیادی بر روی اکولوژی گیاهان و بی‌مهرگان مناطق جزر و مدی انجام شده، اما اطلاعات کمی پیرامون اکولوژی ماهیان، محل زندگی و نقش و ارتباط آنها با هم در دست می‌باشد. مناطق بین جزر و مدی از محیط‌های استرس‌زا و پر تنش می‌باشند. تنش محیط یکی از عواملی است که سبب کوچک شدن جثه‌ی ماهیان این‌گونه مناطق می‌گردد. این ویژگی سبب می‌شود که زیستگاه اصلی آنها در سوراخ‌ها، مجراها و شکاف‌ها باشد. (بنایی و رعیت‌پیشه، 1385)، در این صورت ماهیان بهتر می‌توانند در برابر عمل امواج و شرایط خشکی مقاومت نمایند. اکثر ماهیان این مناطق فاقد کیسه‌ی شنا هستند و قدرت تحمل و مقاومت زیادی در مقابل تغییرات شوری و دما دارند. اغلب ماهیان مناطق بین جزر و مدی صخره‌ای در مناطق بین جزر و مدی گوشتخوارند و نقش مهمی در اجتماعات مناطق مذکور دارند. الگوی زیستی ماهیان این منطقه بسیار شبیه به یکدیگر می‌باشد. تخم‌ها در بستر و یا روی صخره‌ها و سنگ‌ها و یا بر سطح گیاهان شناور قرار می‌گیرند. اغلب، تخم‌ها توسط جنس نر محافظت می‌شوند و پس از خروج از تخم یک دوره‌ی لاروی را سپری می‌نمایند که طول این دوره بستگی به جنس و گونه‌ی ماهی دارد. در طی این دوره لاروها به تدریج بالغ می‌شوند. طول این دوره عموماً 1 تا 2 سال است و عمدتاً بلوغ جنسی در اولین یا دومین سال رخ می‌دهد.

1-1-2-2- جنگل‌های مانگرو

جنگل‌های مانگرو، مانگال، جنگل‌های ماندابی، جنگل‌های دریایی یا جنگل‌های گرمسیری آبگیری، در واقع واژه‌های عمومی برای توصیف یک سری از اجتماعات نرتیک در مناطق استوایی می‌باشند و در بر گیرنده‌ی درختان ویژه و درختچه‌هایی که توانایی رشد در آب شور را دارند، است. نزدیک به 130 میلیون سال پیش که جنگل‌ها در سطح کره‌ی خاکی شکل گرفتند، آب و هوا در وضعیتی بسیار گرمتر از امروز قرار داشت. درختانی که در مرداب‌های گرم آن دوران به وجود آمدند، به عنوان اجداد اولیه‌ی گیاهانی محسوب می‌شوند که امروزه اجتماعاتی تحت عنوان جنگل‌های مانگرو را تشکیل داده‌اند. این پوشش سازمان‌یافته در خلیج‌های کوچک، مصب رودخانه‌ها، چاله‌های طبیعی ساحلی، حاشیه‌ی جزایر و خورها در ناحیه‌ی جزر و مدی بر روی خاک‌های سیلتی و رسوبات دانه‌ریز توسعه یافته است. بررسی‌های انجام شده حاکی از آن است که مانگرو واجد انواع مختلفی، نظیر مانگروهای مرداب‌های شور، مانگروهای رودخانه‌ای و مانگروهای مرداب‌های شیرین می‌باشند. حدود پراکنش این اکوسیستم ویژه تابع شرایط اقلیمی است. اما در مجموع محدوده‌ی پراکنش، در حد فاصل مدارهای 25-30 درجه‌ی شمالی و 40-35 درجه‌ی جنوبی در مناطقی که واجد شرایط است، می‌باشد. گرچه این جنگل‌ها را تحت عنوان جنگل‌های گرمسیری و نیمه گرمسیری مناطق استوایی معرفی می‌دارند ولی آنها را می‌توان در مدارهای رأس‌السرطان و رأس‌الجدی نیز مشاهده نمود، به گونه‌ای که شمالی‌ترین محدوده‌ی پراکنش آنها به عرض‌های 29-30 درجه محدود می‌شود. در خلیج فارس و خلیج عقبه در دریای سرخ، حدود پراکنش به عرض 20 درجه نیز می‌رسد (فاطمی، 1374).

در مجموع با در نظر گرفتن عواملی مثل جنس بستر و فاکتورهای زیست محیطی و با توجه به فیزیولوژی، موجودات آبی جنگل‌های مانگروی ایران را به دو گروه اصلی تقسیم نموده‌اند:

1- موجوداتی که به طور دائم در جنگل‌های مانگرو دیده می‌شوند، این جانداران بیشتر وابسته به بستر می‌باشند و در تمام فصول سال مشاهده می‌شوند، نظیر: کفشک ماهیان، زمین‌کن، شورت، گواف، گل‌خورک، دو کفه‌ای‌ها و سایر نرم‌تنان.

2- موجوداتی که به طور فصلی در جنگل‌های مانگرو دیده می‌شوند. این جانوران تحت تأثیر عوامل متغیر منطقه که غذا و پارامترهای زیست محیطی می‌باشند قرار دارند، نظیر ساردین ماهیان، میگو و ...

از سخت‌پوستان ساکن جنگل‌های مانگرو، انواع خرچنگ‌ها، میگوی صورتی، بالانوس و از نرم‌تنان جنس لیتلوریا، اویستر و صدف‌های خوراکی را می‌توان نام برد. مارهای آبی و لاک‌پشت‌های دریایی نیز از جانوران دیگری هستند که در سیکل حیاتی خود وابسته به جنگل‌های مانگرو می‌باشند. مارهای دریایی از این اکوسیستم ویژه برای زاد و ولد و تغذیه استفاده می‌کنند. لاک‌پشت‌های دریایی نیز با استفاده از برگ و قسمت‌های مختلف درختان و درختچه‌های مذکور به تغذیه می‌پردازند. دو گونه لاک‌پشت سبز و عقابی در جنگل‌های مانگروی ایران مشاهده می‌شوند. پرندگان نیز گروه دیگری می‌باشند که از این جنگل‌ها به عنوان یک گذرگاه در هنگام مهاجرت و زمستان‌گذرانی استفاده می‌کنند. همچنین برخی از پرندگان آبی، آب‌چر و شکاری بومی نیز بخشی از سیکل زندگی خود را در این مناطق سپری می‌کنند، نظیر قرقی، عقاب طلایی، کرکس و جنگل‌های مانگرو و آبراهه‌های مربوط به آن در حمایت کردن از جمعیت گل‌خورک‌ها بسیار مهمند، چرا که مواد آلی و دتریتوس‌ها را به عنوان مواد غذایی برای این ماهیان فراهم می‌کنند (Sasekumar and Chong, 1994). مرگ و میر در جنگل‌های مانگرو به دلایل مختلفی رخ می‌دهد. این عوامل یا منشاء طبیعی داشته یا نشأت گرفته از فعالیت‌های انسانی می‌باشند. در مجموع، عامل اصلی به هم خوردن تعادل در شرایط زیستی عبارتند از: سرعت رسوب‌گذاری، جریان آب، رژیم جزر و مدی، شوری آب و رسوب‌گذاری. هرگونه تغییر در عوامل مذکور سبب تغییر در اجتماعات مانگرو می‌شود. اگر سرعت تغییرات به اندازه‌ی کافی آرام باشد یک تغییر تدریجی یا توالی مشاهده می‌گردد.

3-1-1- سازگاری‌های رفتاری گل خورک

گل خورک‌ها مثال‌های بی‌نظیری هستند که نشان می‌دهند که چگونه مهره‌داران مسیرهای تکاملی را برای خشکی‌زی شدن انتخاب و طی نموده‌اند. این ماهیان سازگاری‌های مختلفی را برای دوره‌ی زندگی دو زیستی ارائه می‌دهند و در پهنه‌های جزر و مدی از منطقه‌ی پایین جزر و مدی تا بالای جزر و مدی گسترده شده‌اند (Nursall, 1981; Murdy, 1989; Takita et al., 1999; King and Udo, 1997). گل خورک‌ها تنها ماهیانی‌اند که بیشتر فعالیت‌های عمده خود شامل تغذیه، جفت‌یابی و دفاع از قلمرو را روی خشکی انجام می‌دهند. آنها در راستای انجام این اعمال منحصر به فرد متکی به تعدادی تخصص یافتگی‌های تکاملی هستند. برای مثال چشم‌های برجسته آنها به خوبی برای دید هوایی واضح تغییر یافته در حالی که توانایی آنها برای دیدن در زیر آب کاهش پیدا کرده است. زیر هر چشم جانور پپاله‌ای پر از آب حاصل از چین خوردگی‌های پوستی وجود دارد که زمانی که چشم‌هایش به خاطر در معرض هوا بودن خشک می‌شود آنها را در درون این ظرف آب مرطوب می‌کند.

گل خورک‌ها با داشتن باله‌هایی پا مانند قادرند زمانی که خارج از آب هستند راه بروند، از موانع بالا بروند و حتی از نقطه‌ای به نقطه دیگر جست بزنند. از طرفی آنها به واسطه‌ی تغییرات ساختاری در پوست و آبشش خود قادرند هم در آب و هم در خشکی تنفس کنند. اگرچه فعالیت‌های روی زمینی گل خورک‌ها برای اولین بار سیصد سال قبل نظر طبیعی‌دانان را به خود جلب کرد با این وجود درباره رفتار آنها در زمان مد اطلاعات کمی موجود است.

توانایی ترک آب این ماهی را قادر کرده تا پهنه‌های گلی کم عمق را مورد بهره‌برداری قرار دهد اما سوراخ‌های آبی همچنان برای بیشتر گونه‌های گل خورک منزلگاه و پایگاه اصلی بوده و از این محل است که فعالیت‌های خشکی خود را آغاز کرده و زمانی که توسط صیادانی تهدید می‌شود به آنجا عقب می‌نشیند. گل خورک‌ها زمانی که آب پایین است در خطر شکار شدن توسط پرندگان ساحلی و همچنین تعدادی دیگر از حیوانات خشکی مانند مارها و پستانداران قرار دارند. از سوی دیگر هنگامی که آب بالا است بیشتر

گونه‌های گل‌خورک برای اجتناب از مورد حمله قرار گرفتن توسط ماهیان صیادی که آب‌های کم عمق را می‌کاوند، در سوراخ‌های زیرآب رفته خود پناه می‌گیرند.

1-3-1-1- لانه‌گزینی

یک لانه علاوه بر پناهگاه می‌تواند به عنوان پرورشگاهی برای نگهداری از تخم‌ها نیز به کار رود. مشخص شده که جنس‌های *Boleophthalmus* و *Periophthalmus* تخم‌هایشان را در لانه می‌گذارند و به احتمال زیاد این وضعیت در جنس‌های دیگر نیز وجود دارد. با وجود آن که این لانه‌ها برای امنیت بالغین و نوزادان حیاتی هستند اما همیشه خطراتی مانند کاهش اکسیژن و هجوم شکارچیان وجود دارد. بدین ترتیب گل‌خورک‌ها نه تنها برای سلامتی خود بلکه برای امنیت تخم‌های در حال رشدشان هم که شده باید با این خطرات مقابله کرده و بر آنها چیره شوند.

1-3-1-2- رفتار شکاری و تغذیه

فرایند شکار کردن و گرفتار کردن طعمه در گل‌خورک‌ها توسط حرکات باله‌ها انجام می‌گیرد. این ماهیان زمانی که مشغول فعالیت شکار هستند نسبت به موقعی که شکار نمی‌کنند مدت طولانی‌تری بر روی سطح می‌مانند. به دنبال صید خرچنگ، ماهی معمولاً به سرعت به حفره یا آبگیر بر می‌گردد. همچنین بعد از شکار زمان کوتاه‌تری بر روی سطح حضور دارند. به طور کلی دو شکار متوالی هم از نظر زمانی و هم مکانی با یکدیگر متفاوتند.

در پی کشف طعمه بر روی زمین، گل‌خورک خودش را به سرعت با استفاده از باله‌ی سینه‌ای و دمی از آب خارج می‌کند، سپس با حرکت سریع و متناوب باله‌های سینه‌ای و دمی به سمت طعمه حرکت می‌کند (Harris, 1961). در زمان حضور بر روی سطح، فضا‌های دهانی و غشای آبششی توسعه یافته و محکم بسته می‌شوند. فیلمبرداری با اشعه‌ی X نشان می‌دهد که وقتی گل‌خورک آب را برای تغذیه ترک می‌کند، در فضای حلقی میزان کمی آب وجود دارد که زمانی که ماهی برای اولین بار دهانش را برای تغذیه

باز می‌کند این آب خارج می‌شود. وقتی ماهی در چند سانتی‌متری طعمه قرار دارد، روی باله‌های شکمی قرار گرفته و سبب می‌شود آرواره‌ها محکم طعمه را بگیرند، در این حالت سر در موقعیت استراحت قرار دارد. در طول این مرحله حرکات ظریف استخوان لامی و غشای سرپوش آبششی قابل مشاهده‌اند (استخوان لامی در بالای حنجره قرار دارد). در پیچه‌ی سرپوش آبششی در کل دوره‌ی تغذیه به صورت بسته باقی می‌ماند و انبساط جانبی فضاها و دهانی و سرپوش آبششی در طول باز و بسته شدن دهان نگه داشته می‌شوند. فیلمبرداری با اشعه‌ی X نشان داده که در طول این مدت عمل بلع توسط حرکات ترکیبی آرواره‌های حلقی صورت می‌گیرد. سرعت شکار در گل‌خورک‌ها ارتباطی با تراکم طعمه ندارد. ماهیانی که در حال شکار کردن هستند نسبت به مواقعی که شکار نمی‌کنند زمان بیشتری بر روی سطح حضور دارند، ولی پس از شکار بلافاصله به حفراتشان باز می‌گردند. این تغییرات سریع بین فعالیت‌ها ممکن است یک مورد از بازداری‌زدایی رفتاری موثر (mcf) باشد که در آن پایان یک فعالیت باعث بروز فعالیت دیگر (اقامت در حفره) می‌شود.

بدون انجام آزمایشات این نکته که آیا این عمل وابسته به دما، اسمز یا تنفس در طبیعت است همچنان قابل بحث باقی می‌ماند. از طرفی رفتار جستجوگرانه گل‌خورک‌ها از حیث انتخاب طعمه و Patch های زیستی نیز قابل توجه است. ماهی گل‌خورک استراتژی‌های مختلف را به کار می‌گیرد تا از طعمه‌ی صید شده حداکثر منفعت را کسب کند.

1-3-3- حرکت در خشکی

در حرکت درون آب و بر روی خشکی، باله‌ی سینه‌ای نقش اصلی را ایفا می‌کند. حرکت باله‌ی سینه‌ای در گل‌خورک‌ها به دو مرحله تقسیم می‌شود: فاز جلوبرنده، که در آن باله جهت تولید نیرو در برابر زمین یا آب منقبض می‌شود و فاز جبران که در آن باله کشیده شده به طوری که برای شروع حرکت بعدی تغییر موقعیت پیدا کرده است. به علاوه هم در حرکت آبی و هم زمینی یک فاز ممکن است بین فازهای جلوبرنده و جبران به وجود بیاید. در طول این فاز باله‌ی سینه‌ای به هیچ وجه حرکت نمی‌کند. لازم به ذکر است که در حرکت بر روی زمین باله‌ی سینه‌ای در طول فاز جلو برنده در تماس با زمین است ولی در طول فاز جبران