بررسی بافت‌شناسی برخی شاخص‌های تولیدمثلی در گونه‌ی *Dysidea fragilis*، از شاخه‌ی اسفنج‌ها (Porifera)

نگین درخشش[1*]، احمد سواری[2]، بابک دوست شناس[3]، سیمین دهقان مدیسه[4]، عبدالمجید دورقی[5]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد جانورشناسی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، پست الکترونیکی: negin.biology@gmail.com

۲- استاد گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، پست الکترونیکی: savari53@yahoo.com

۳- استادیار گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، پست الکترونیکی: babakdoust@yahoo.com

۴- استاد یار پژوهشکده آبزی پروری جنوب کشور، پست الکترونیکی: s_dehghan2002@yahoo.com

۵- استادیار گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، پست الکترونیکی: a.doraghi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۱۱ ** نویسنده مسوول* *تاریخ پذیرش: ۹۲/۵/۲۷*

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۲، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

اسفنج‌ها یکی از مهم‌ترین منابع در تولیدات طبیعی دریا شناخته شده‌اند. بنابراین، مطالعه‌ی زیست‌شناختی تولید مثل در آنها به‌منظور محافظت و مدیریت این جانداران در بوم‌سامانه‌های آبی، امری ضروری است. با وجود گسترش دانش زیست‌شناسی، اطلاعات موجود در زمینه‌ی ساختمان داخلی زیستی و تولیدمثل در اجتماعات اسفنج‌ها محدود است. این مطالعه با هدف بررسی زیست‌شناختی در گونه‌ای از اسفنج‌ها با نام علمی *Dysidea fragilis*، در مدت زمان یک‌سال انجام شد. نمونه‌برداری توسط عملیات غواصی در عمق ۱۲ متری از منطقه‌ی استقرار سازه‌های مصنوعی در سواحل بحرکان واقع در شمال غربی خلیج فارس صورت گرفت. نمونه‌ها در ابتدا در متانول ۹۶٪ نگه‌داری و پس از جداسازی و شناسایی در الکل اتانول ۷۰٪ قرار داده شدند. به‌منظور مطالعات بافت‌شناسی نیز برش‌هایی به ابعاد $1m^3$ از نمونه‌ها تهیه و نمونه‌ها وارد مرحله‌ی آب‌گیری شده و به تناوب از مراحل الکل و گزیلول عبور داده شدند. سپس توسط پارافین قالب‌گیری شدند و سپس توسط دستگاه میکروتوم برش‌هایی به ضخامت ۵ میکرون از آن‌ها تهیه گردید. در نهایت به‌منظور رنگ‌آمیزی از روش هماتوکسیلین- فوشین استفاده شد. نتایج حاصل از مطالعات بافت‌شناسی بر روی گونه‌ی *Dysidea fragilis* نشان داد، که دما به‌عنوان عامل مهم و موثر در تولیدمثل افراد این گونه محسوب می‌شود. اسپرماتوسیست‌ها مشابه اووسیت‌ها در فصول سرد سال در اطراف اسپانگوسل (حفره‌ی کانال آب دراسفنج‌ها) شروع به شکل‌گیری کردند. رسیدگی کامل اوژنوس (تخمک) در اواخر فصل پاییز و حداکثر اندازه در آن‌ها به ابعاد ۸/۱۱µm±۱۸/۲۴ و حداکثر اندازه در اسپرماتوسیست‌ها (سلول‌های اسپرم) در فصل پاییز به ابعاد ۵/۱۱µm±۸/۴۷ و همچنین اندازه‌ی جنین ۰/۰۵µm±۷۵/۳۰۲ ثبت گردید.

کلمات کلیدی: *اسفنج، بافت‌شناسی، سلول‌های تولیدمثلی، Dysidea fragilis ، خلیج فارس.*

۱. مقدمه

اسفنج‌ها یکی از مهم‌ترین جانوران آبزی محسوب می‌شوند، که در محدوده‌ای وسیع از محیط‌های آبی، از آب‌های کم‌عمق ساحلی تا نواحی عمیق منطقه‌ی بسیار عمیق گسترش یافته‌اند (Bergquist, 1978). با توجه به نوع تغذیه در اسفنج‌ها که به‌صورت صافی‌خواری انجام می‌شود، آن‌ها نقش مهمی را در بهبود کیفیت آب محیط اطراف خود در زیست‌بوم‌های آبی ایفا می‌کنند.

سواحل صخره‌ای و زیستگاه‌های سخت با دارا بودن سطوح مستحکم و پایدار مکان مساعدی برای رشد لارو موجوداتی نظیر کلنی‌های اسفنج محسوب می‌شوند. با توجه به اینکه غالب سواحل استان خوزستان از نوع گلی هستند، اداره شیلات خوزستان طی سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ منطقه‌ای را به‌عنوان زیستگاه‌های مصنوعی در دریا ایجاد نمود، که در نهایت این سازه‌ها در تقویت و بالا بردن میزان تولید و بهبود کیفیت آب به لحاظ سکنی گزیدن جانداران صافی‌خوار نظیر گونه‌های اسفنج و افزایش میزان پناهگاه برای سایر جانداران منجر به فراهم شدن شرایط رشد و نمو لارو ماهیان مختلف موجود در منطقه می‌شوند.

به‌طورکلی، اطلاعات کمی راجع به عواملی که در تولید مثل اسفنج‌ها تأثیرگذارهستند، در دسترس است (Fell, 1974)، تنظیم زمان تولید مثل در اسفنج‌ها به عوامل طبیعی محیطی وابسته است، برخی از این عوامل شامل: دمای آب (Simpson, 1980; Fromont, 1994; Witte et al., 1994; Fell, 1995; Corriero et (al., 1996; Ereskovsky, 2000; Mercurio and Corrieo, 2007 غذای در دسترس (Simpson, 1980; Witte et al., 1994) میزان نفوذ نور و تغییر و تحول در وضعیت ماه قمری (Simpson, 1980; Fromont, 1994; Usher et al., 2004) است، که مهم‌ترین عامل تأثیرگذار در این میان، تغییرات دمای آب شناخته شده است (Kinne, 1970).

با وجود اینکه اسفنج‌ها یکی از مهم‌ترین بی‌مهرگان کف‌زی در محیط‌های آبزی به‌شمار می‌روند و بخش عظیمی از توده‌های زنده‌ی محیط‌های آبی را به‌خود اختصاص داده‌اند، از منابع عظیم ناشناخته‌ی دریایی محسوب می‌شوند و مطالعات چندانی در مورد آن‌ها به‌خصوص در زمینه‌ی بافت‌شناسی و آناتومی صورت نگرفته است (Hooper, 2000).

علاوه براین لزوم شناخت هر چه بیشتر اعضای این شاخه به محققین این امکان را می‌دهد که این گروه را از جوانب مختلفی مورد بررسی قرار دهند.

اسفنج‌ها یکی از با ارزش‌ترین منابع در تولیدات طبیعی دریا محسوب می‌شوند. محققین علاقه‌مند هستند که داروهای جدید ضد سرطان و ضد قارچی را به‌واسطه‌ی اسفنج‌ها تولید کنند (Taylor et al., 2007)، برای مثال در ونیز ایتالیا ترکیبات استروییدی از اسفنج *D. fragilis* جمع‌آوری شده است که دارای خواص سیتوتوکسیک در برابر دو رده سلول توموری در محیط آزمایشگاه هستند (Aiello et al., 1995)، که این هدف با شناخت هر چه بیشتر اعضای این شاخه و مطالعه‌ی زیست‌شناختی تولید مثل و شرایط مناسب برای کشت این گونه امکان‌پذیر است.

با توجه به موارد فوق و عدم وجود اطلاعات کافی در زمینه‌ی شرایط مطلوب برای استقرار و کشت گونه‌های اسفنج در خلیج فارس، لزوم تحقیق در این زمینه آشکار می‌گردد. این پژوهش برای اولین بار در آب‌های خلیج فارس با هدف بررسی زیست‌شناختی و هیستولوژیک گونه *Dysidea fragilis* متعلق به خانواده Dysideidae که پس از استقرار سازه‌ها در سواحل بحرکان به میزان فراوانی مشاهده شده‌اند، صورت گرفته است. هدف اصلی این پژوهش بررسی و مطالعه‌ی روند تولیدمثل در فصول مختلف سال در این گونه بوده است. به‌طور کلی بررسی تغییرات تولیدمثلی در گونه‌های مختلف جانوری منجر به کنترل جمعیت آن‌ها در بوم‌سامانه‌های آبی می‌شود. به‌عبارت دیگر بررسی الگوهای تولیدمثل (مطالعه‌ی گامت، لارو و جنین) در گونه‌های مختلف جانوری و کسب اطلاعات و بهترین شرایط مطلوب برای رشد و افزایش لارو در گونه‌ها و همچنین شناخت هر چه بیشتر آن‌ها نقش مهمی را در کنترل و مدیریت زیستگاه‌ها دارد (Whalan et al., 2005).

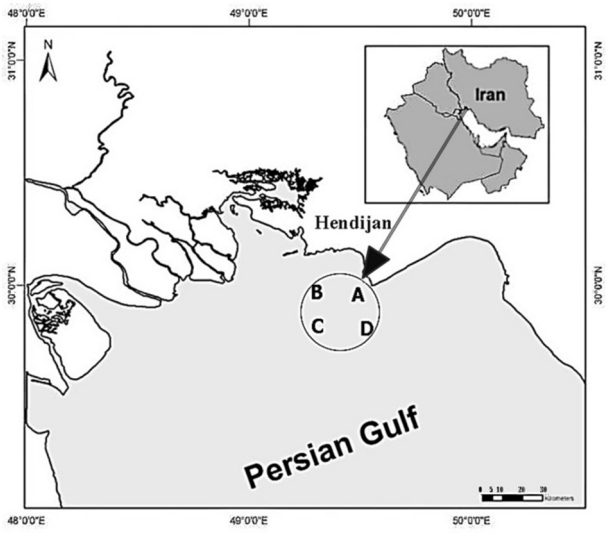
۲. مواد و روش‌ها

مطالعه‌ی حاضر در منطقه‌ی استقرار سازه‌های مصنوعی در سواحل بحرکان واقع در استان خوزستان انجام شد. استقرار سازه‌ها طی سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ در این منطقه بر روی بستری از جنس گل و شن صورت گرفت و در ساخت آن‌ها از دو نوع

سازه‌ی Fish haven و Reef ball استفاده گردید، که جنس همگی آن‌ها از بتن و به ابعاد $1m^3$ در نظر گرفته شد. مجموعاً چهار ایستگاه در منطقه جهت مطالعه در نظر گرفته شد که سه ایستگاه واقع در سازه‌های احداث شده در سال ۱۳۸۳ (سازه‌های جدیدتر) که شامل ایستگاه‌های A، B، C و همچنین ایستگاه D در سازه‌های سال ۱۳۸۲ (سازه‌های قدیمی‌تر) انتخاب شد. موقعیت ایستگاه‌ها و انواع سازه‌ها در منطقه‌ی مورد مطالعه در شکل ۱ و جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: ویژگی انواع سازه‌های موجود در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	نوع سازه
A	Fish haven
B	Reef ball
C	Reef ball and Fish haven
D (قدیم)	RB & FH +مواد از رده خارج

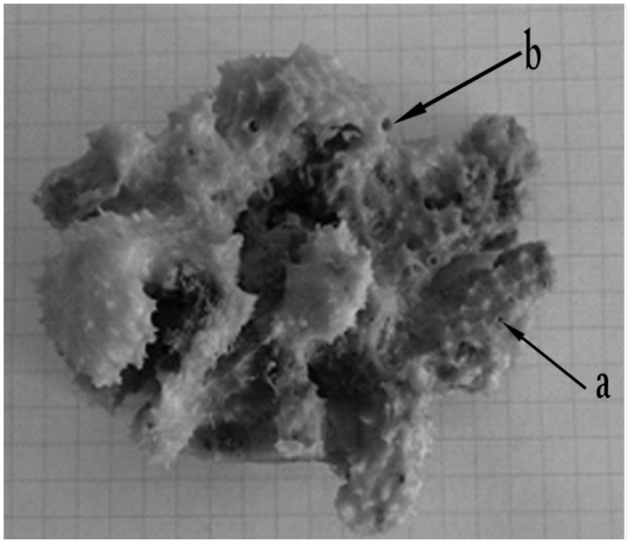


شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌ها در زیستگاه‌های مصنوعی ایجاد شده در سواحل خوزستان (بحرکان)

نمونه‌برداری به‌صورت فصلی، با کمک شناور اختر توسط مرکز تحقیقات آبزی‌پروری جنوب کشور انجام شد. برای انجام عملیات میدانی نیز پس از تعیین موقعیت و شناسایی دقیق ایستگاه‌ها توسط دستگاه GPS، نمونه‌ها به‌وسیله‌ی کاردک و چکش از سطح سازه‌ها جداسازی و پس از آن به بخش ساحلی منتقل شدند و به ظروف مخصوص برچسب زده شده انتقال یافتند. به‌منظور تثبیت گونه‌ها از متانول ۹۶٪ و پس از آن از الکل اتانول ۷۰٪ استفاده شد. در هر ایستگاه نیز کلیه‌ی شاخص‌های فیزیکی- شیمیایی آب شامل دما و شوری توسط دستگاه قابل حمل اندازه‌گیری و ثبت گردید. در آزمایشگاه بافت‌شناسی دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، برای شناسایی نمونه‌ها از کتب و کلیدهای شناسایی معتبر (Jones, 1986; Hooper, 2000; Sterrer, 1985) و مقالات علمی نظیر (Compos et al., 2007; Van Soest, 2009; Graham Ackers and Moss, 2007) استفاده شد. طبق روش Abdo و همکاران (۲۰۰۸) و Bergquist (۱۹۷۸)، برای انجام مطالعات بافت‌شناسی از سطوح مختلف اسفنج‌ها قطعاتی به‌صورت تصادفی از نمونه‌ها جداسازی شد که در مطالعه‌ی حاضر قطعاتی به ضخامت $1m^3$ به‌صورت تصادفی از قسمت بالایی، وسط و پایینی نمونه‌ها تهیه گردید و سپس کلیه‌ی مراحل بافت‌شناسی که در قسمت زیر به آن‌ها اشاره می‌شود بر روی این‌گونه انجام شد (Whalan et al., 2005; Mercurio and Corrieo, 2007; Abdo et al., 2008). در ابتدا نمونه‌ها وارد مرحله‌ی آب‌گیری شده (اتانول ۷۰ درجه ۲ ساعت، اتانول ۸۰ درجه ۲ ساعت، اتانول ۹۰ درجه ۲ ساعت، اتانول ۱۰۰ درجه ۲ ساعت، اتانول ۱۰۰ درجه ۲ ساعت) و پس از آن با استفاده از پارافین قالب‌گیری شدند. سپس توسط دستگاه میکروتوم (Leica) برش‌هایی به‌ضخامت ۵ میکرون از آن‌ها تهیه گردید (Whalan et al., 2005; Mercurio and Corrieo, 2007; Mackie and Singla, 1983). به‌منظور رنگ‌آمیزی نمونه‌ها از چندین روش مختلف استفاده شد (Abdo et al., 2008; Whalan et al., 2005; Mercurio et al., 2007; Rutzler, 2003) که در نهایت روش هماتوکسیلین- فوشین بکار برده شد. به‌طوری‌که این روش بهترین نتیجه را در میان سایر روش‌ها از خود نشان داد. پس از انجام مطالعات بافت‌شناسی، از کلیه‌ی نمونه‌های مورد مطالعه در فصول مختلف در زیر میکروسکوپ با استفاده از دوربین دیجیتال (Sony Dsc-W230) عکس‌برداری شد. برای انجام مطالعات آماری و به‌منظور بررسی سطوح (بالایی، وسط و پایینی) نمونه‌ها از لحاظ وجود و یا عدم وجود سلول‌های تولیدمثلی، از آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد که در مجموع در هر فصل ۱۰ نمونه از سطوح مختلف سازه‌ها جداسازی و همان‌گونه که در قسمت بالا اشاره شد از هر نمونه سه برش بافتی به‌صورت تصادفی انتخاب شد و در نهایت از هر کدام ۳ لام تهیه گردید. تعداد گامت‌های نر و ماده و همچنین تعداد جنین و لارو و اندازه‌ی هر کدام از آنها نیز توسط نرم افزار UTHSCA Image tool به‌دقت مورد بررسی و شمارش قرار گرفت.

۳. نتایج

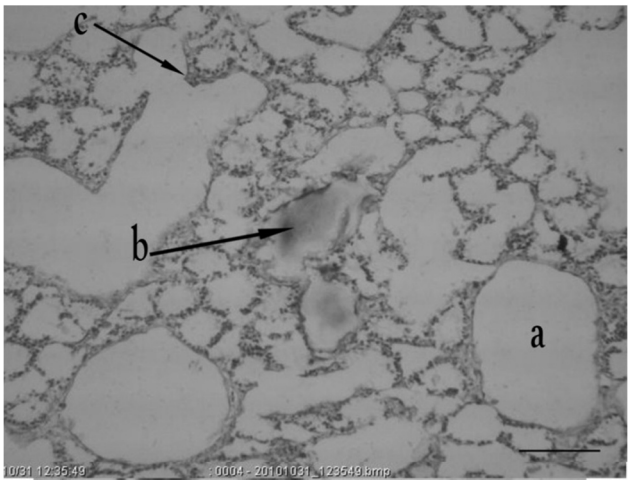
به‌طور کلی سطح این گونه از اسفنج‌ها، نرم، کشسان و فاقد اسپیکول بوده و بافت آن‌ها به‌صورت متراکم و فشرده شده مشاهده شد. سطح کلنی نیز توسط برجستگی‌های ظریف ستاره‌ای‌شکلی احاطه شده بود. رنگ اعضای این گونه سفید متمایل به خاکستری و اندازه‌ی آن‌ها متفاوت و در ایستگاه‌های مختلف این منطقه به‌طور میانگین کم‌تر از ۱۵ سانتی‌متر به‌دست آمد. شکل ظاهری اعضای گونه *D. fragilis* به‌همراه منافذ ورودی و خروجی آب در شکل ۲ نشان داده شده است.



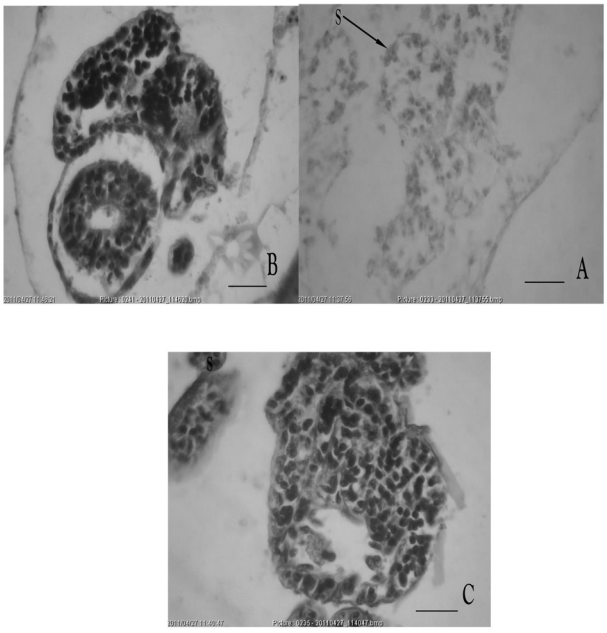
شکل ۲: شکل ظاهری گونه *D. fragilis* به‌همراه منافذ ورودی و خروجی آب- a: منفذ ورودی آب b: منفذ خروجی آب، میزان بزرگ‌نمایی ۴۰×

مطالعه‌ی ساختار کلی اعضای این گونه نشان‌دهنده‌ی ساختمانی منسجم از کانال‌های آب بود که این موضوع تاییدکننده نوع ساختمان لوکونویید در این گروه از اسفنج‌هاست. در ساختمان داخلی منافذ و کانال‌های آب و بخش‌هایی از ساختمان کلی این گونه در شکل ۳ نشان داده شده است.

برای مشاهده‌ی سلول‌های تولیدمثلی (اسپرماتوسیست، اووسیت و جنین)، این اسفنج در مدت زمان چهار فصل نمونه‌برداری (بهار، تابستان، پاییز و زمستان) مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. که سلول‌های تولیدمثلی در این گونه اختلافاتی را از لحاظ میزان اندازه و تعداد در فصول مختلف سال از خود نشان دادند. سلول‌های اسپرماتوسیست در فصول مختلف نمونه‌برداری و نحوه‌ی تکامل آن‌ها در شکل ۴ نشان داده شده است.



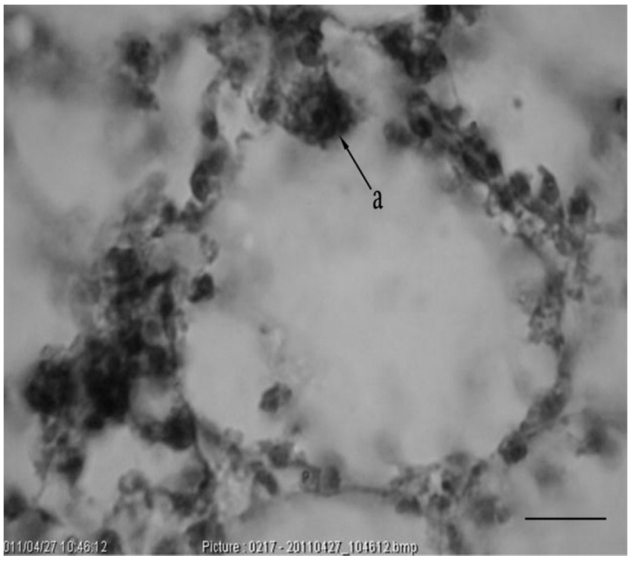
شکل ۳: ساختمان داخلی گونه *D. fragilis* a: کانال آب (اسپانگوسل)، b: تارهای اسپونژین، c: منافذ ورودی آب، میزان - بزرگ‌نمایی ۴۰×- مقیاس= ۰/۰۲mm



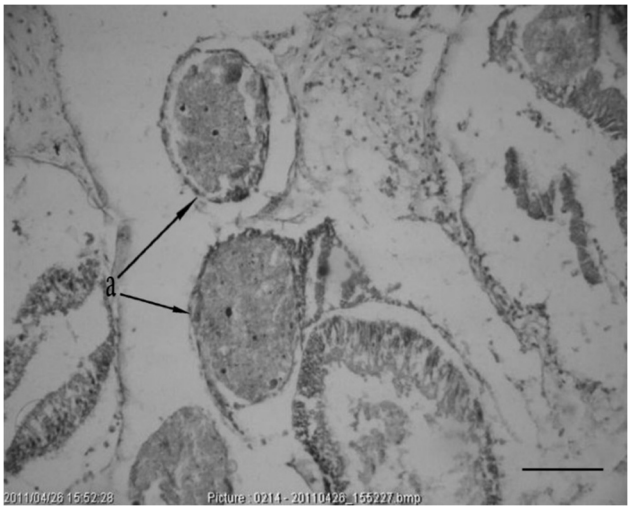
شکل ۴: مراحل مختلف تکامل سلول‌های اسپرماتوسیست در گونه *D. fragilis* A: مراحل ابتدایی تشکیل سلول‌های اسپرماتوسیست در فصل تابستان (s= سلول‌های اسپرماتوسیست) B: تراکم بیشتر سلول‌های اسپرماتوسیست در فصل پاییز. C: سلول‌های اسپرماتوسیست در فصل زمستان، میزان بزرگ‌نمایی ۴۰×- مقیاس= ۰/۰۲ mm

سلول‌های اسپرماتوسیست در ابتدا درون منافذ اسپانگوسل شروع به رشد و افزایش تراکم می‌کنند. همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌شود سلول‌های اسپرماتوسیست در فصول سرد سال به بیشترین میزان تراکم و اندازه‌ی خود در درون فضای اسپانگوسل رسیده‌اند. این موضوع در سلول‌های اووسیت نیز مشاهده شد. در سلول‌های کروی‌شکل اووسیت در حفره‌ی

اسپانگوسل به‌همراه زواید جانبی آن‌ها در فصل پاییز در شکل ۵ نشان داده شده‌اند. حداکثر میزان اندازه‌ی جنین در این اسفنج‌ها در فصل زمستان نیز در شکل ۶ نشان داده شده است. شایان ذکر است که سلول‌های جنین فقط در فصل زمستان مشاهده شده‌اند.



شکل ۵: o: سلول‌های اووسیت. سلول‌های کروی شکل اووسیت به‌همراه زواید جانبی در فصل پاییز در گونه *D. fragile*. میزان بزرگ‌نمایی ۴۰×- مقیاس= ۰/۰۲ mm



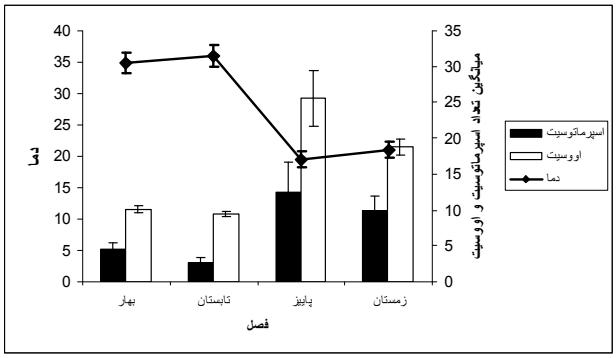
شکل ۶: j: سلول‌های جنین. سلول‌های بیضوی شکل جنین در فصل زمستان در گونه *D. fragilis*. میزان بزرگ‌نمایی ۴۰×- مقیاس= ۰/۰۲ mm

مطالعه‌ی تغییرات دما در فصول مختلف سال نیز کم‌ترین میزان دما را در فصل پاییز با میانگین دمای (۰/۱۳ ± ۱۷/۷°C) و بیشترین میزان را در در فصل تابستان با میانگین دمای (۰/۴۹± ۳۱/۴۷°C) نشان داد. با مقایسه‌ی بین دمای آب و سلول‌های تولید مثلی مشخص شد که با کاهش دمای آب در فصول سرد سال (پاییز و زمستان) رشد اووسیت‌ها و اسپرماتوسیست‌ها در بافت اسفنج به حداکثر میزان خود رسیده است. اختلاف اندازه در سلول‌های تولید مثلی (اسپرماتوسیست، اووسیت و جنین) در فصول مختلف سال نشان داده شده است (جدول ۲).

جدول ۲: میانگین قطر اسپرماتوسیست، اووسیت و جنین در فصول مختلف نمونه‌برداری

فصل	اسپرماتوسیست (µm)	اووسیت (µm)	جنین (µm)
بهار	۵/۱۳±۱/۰۱۹	۱۱/۵±۰/۵۶	-
تابستان	۳/۱۴±۰/۷۰	۱۰/۷۶±۰/۴۳	-
پاییز	۱۴/۲۷±۴/۷۹	۲۹/۲۵±۴/۴۳	-
زمستان	۱۱/۳۶±۲/۱۹۹	۲۱/۴۵±۱/۱۹	۷۰/۳۰±۶/۰۷

همان‌گونه که در جدول فوق مشاهده می‌شود و طبق نتایج حاصل از مطالعات بافت‌شناسی در فصول مختلف سال، هیچ‌گونه نمونه‌ای از سلول‌های جنین در بافت اسفنج در فصول گرم سال (بهار و تابستان) مشاهده نشد. میانگین تعداد (اسپرماتوسیست و اووسیت) با تغییر دمای آب نیز در شکل ۷ نشان داده شده است.



شکل ۷: میانگین تعداد گامت‌ها (اسپرماتوسیت و اووسیت) در گونه *D. fragilis* در فصول مختلف نمونه‌برداری

نتایج حاصل از نمودار نیز نشان داد که تعداد سلول‌های اسپرماتوسیست در کلیه‌ی فصول بیشتر از تعداد سلول‌های اووسیت است. همچنین طبق نتایج به‌دست آمده، تعداد سلول‌های اسپرماتوسیست و اووسیت در فصول پاییز و زمستان بیشتر از فصول گرم سال (بهار و تابستان) محاسبه شد. نتایج آماری محاسبه شده نشان داد که بین سطوح (بالایی، وسط و پایینی) اسفنج‌ها اختلاف آماری معنی‌داری از لحاظ وجود سلول‌های تولیدمثلی در هیچ یک از فصول مشاهده نشد ($P>0/05$).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت نقش اسفنج‌ها در بوم‌سامانه‌های نواحی ساحلی و کمبود اطلاعات موجود در زمینه‌ی بیولوژی و آناتومی

گونه‌های مختلف اسفنج، مطالعه‌ی حاضر در زمینه‌ی بررسی بافت‌شناسی بر روی گونه‌ای از اسفنج‌های دریایی *D. fragilis* در شمال غربی خلیج فارس (سواحل بحرکان) انجام گرفت. به‌طور کلی با توجه به محدود بودن اطلاعات موجود در زمینه‌ی بافت‌شناسی گونه‌های اسفنج (Abdo et al., 2006; Mercurio and Corrieo, 2007; Abdo et al., 2008) و به‌خصوص عدم اطلاعات موجود در مورد گونه *D. fragilis*، پیشینه‌ی مطالعاتی جهت مقایسه‌ی داده‌های موجود با سایر گزارشات فراهم نبود.

میزان رشد و تغییرات توده‌ی زنده در گونه‌های اسفنج در فصول مختلف سال متغیر است. تغییرات فصلی وابسته به تغییرات زودگذر دمای آب و غذای در دسترس می‌باشد (Duchworth and Battershill, 2001). طبق بررسی‌های انجام شده میزان بقاء و پایداری غالب گونه‌های اسفنج درسازه‌های مورد مطالعه در فصل زمستان بیشتر از سایر فصول بوده است. در مجموع، آب‌های سرد به چند طریق منجر به افزایش میزان بقا و پایداری گونه‌های اسفنج شده‌اند، به‌نظر می‌رسد کاهش تنفس در آب‌های سرد منجر به کاهش استرس در اسفنج‌ها می‌گردد (Burlando et al., 1992; Cheshire et al., 1995) هم‌چنین پیناکودرم در این آبها سریع‌تر رشد کرده (Duckworth et al., 1997) و رشد میکروبی در ساختار بافتی اسفنج‌ها کم‌تر رخ می‌دهد (Vacelet et al., 1994; Hummel et al., 1988)، درنتیجه عفونت و بیماری کاهش یافته و در نهایت میزان بقا و پایداری توده‌ی زنده در گونه‌ها افزایش می‌یابد، به همین دلیل غالباً مطالعات کشت و پرورش اسفنج‌ها، در فصول سرد سال و در آب‌های مناطق سردسیر انجام می‌گیرد (Duckworth and Battershill, 2003). تغییرات فصلی در تعداد و اندازه‌ی سلول‌های تولیدمثلی تاثیرگزار است (Gilbert and Simpson, 1976). با توجه به این‌که خلیج فارس در منطقه‌ی گرمسیری واقع شده است، غالب گونه‌های اسفنج در فصول سرد سال تولیدمثل می‌کنند. بنابراین مشاهده‌ی ساختار بافتی و به حداکثر رسیدن میزان حجم و توده‌ی زنده در این گونه نشان داد که فصول سرد سال بهترین شرایط را برای تولیدمثل گونه‌ها فراهم کرده است. با توجه به اینکه حداقل میزان دمای مشاهده شده در این منطقه در فصل پاییز محاسبه شد، بنابراین کاملاً طبیعی به‌نظر می‌رسد که حداکثر میزان اندازه در سلول‌های تولیدمثلی اسپرماتوسیست و اووسیت در فصل پاییز گزارش شود.

طی مطالعات انجام گرفته توسط Abdo و همکاران (۲۰۰۸) در شمال غربی استرالیا در گونه‌ای از اسفنج‌های دریایی مشخص شد که هم‌زمان با حداکثر میزان توده‌ی زنده در افراد این‌گونه، اسپرماتوسیست‌ها و اووسیت‌ها آماده‌ی رهاسازی می‌شوند. در این مطالعه نیز، حداکثر میزان اندازه‌ی گونه *D. faragilis* در فصول سرد سال هم‌زمان با به حداکثر رسیدن میزان اندازه‌ی اسپرماتوسیست‌ها و اووسیت‌ها در ساختمان بافتی نمونه‌ها بود. همچنین Barthel (۱۹۸۸) در بررسی میزان توده‌ی زنده‌ی گونه‌ای از اسفنج‌های دریایی در مناطق معتدله بیان نمود که کاهش میزان توده‌ی زنده در این گونه، مقارن با زمان پس از تولیدمثل و فساد جاندار بالغ است، در این زمان شکل گونه‌های اسفنج تغییر کرده و از میزان اندازه و توده‌ی زنده در آن‌ها کاسته می‌شود. در مطالعه‌ی کنونی نیز بیشترین میزان توده‌ی زنده‌ی مشاهده شده مقارن با فصل پاییز و زمستان به‌دست آمد که در این زمان جاندار به حداکثر میزان رشد خود می‌رسد و با توجه به مطالعات بافت‌شناسی انجام شده مشخص شد که اسپرماتوسیست‌ها و اووسیت‌ها در فصول سرد سال به بیشترین میزان بلوغ خود رسیده‌اند و با اتمام فصل زمستان و با شروع فصل بهار به‌تدریج از میزان توده‌ی زنده و در نهایت از تعداد و اندازه اسپرماتوسیست‌ها و اووسیت‌ها به‌میزان چشم‌گیری کاسته شده است.

نتایج حاصل از آنالیز آماری نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری از لحاظ میزان وجود و عدم سلول‌های تولیدمثلی در قسمت‌های مختلف اسفنج وجود ندارد. این نظریه توسط (Abdo et al., 2007) در دوگونه‌ی *Haliclona simulans* و *Haliclona oculata* از اسفنج‌های دریایی تایید شده است.

طبق گزارشات انجام گرفته توسط (Ilan, 1995) مشخص شده است که در فصول تولیدمثل جنسی در اسفنج‌ها، انواع مختلفی از حالت‌های تولیدمثلی به‌منظور افزایش بقا و احتمال افزایش باروری در آن‌ها صورت می‌گیرد. در کل، با توجه به اینکه در هر لام مورد مطالعه علاوه بر گامت‌های ماده، گامت‌های نر نیز مشاهده شده‌اند، می‌توان به این نتیجه دست یافت که گونه *D. faragilis* هرمافرودیت است. همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، اختلاف اندازه‌ی اووسیت‌ها و لاروها می‌تواند نشان دهنده‌ی وجود مواد غذایی غنی در لارو تشکیل شده از اعضای این گونه باشد. همچنین اندازه‌ی بزرگ لاروها سبب موفقیت در نشست و سکونت آن‌ها بر روی سطوح مستحکم‌تر می‌شود.

مشاهده‌ی اسپرم‌های نابالغ در بافت مزوفیل اسفنج‌ها در دو فصل متوالی نیز نشان دهنده‌ی حضور اسپرم‌ها در مدت زمان فصول تولیدمثلی است. Simpson (۱۹۸۰) نشان داد که تغییرات شرایط محیطی نسبت به تغییرات ژنتیکی تاثیر بیشتری را در به حداکثر رسیدن اندازه‌ی گامت‌ها و آزادسازی لاروها در گونه‌های مختلف اسفنج‌ها به‌عهده دارد، که در مطالعه‌ی حاضر با سرد شدن آب در فصول سرد سال، بهترین شرایط لازم برای رشد و رسیدن به بلوغ این گونه و آزادسازی لاروها فراهم شده است. با توجه به اینکه تولیدمثل اعضای این گونه در فصول گرم سال انجام نمی‌شود به‌نظر می‌رسد که ازدیاد فیتوپلانکتون‌ها و افزایش پدیده‌ی پرغذایی در فصول گرم سال در این منطقه (دهقان و همکاران، ۱۳۸۴) که باعث خورده شدن لارو گونه‌های اسفنج می‌شود، ممکن است یکی از دلایل سازش تولیدمثلی این گونه در فصول سرد سال باشد.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این گونه و مطالعه‌ی چرخه‌ی تولیدمثلی آن مشخص گردید که بیش‌ترین میزان توده‌ی زنده و آزادسازی لاروها به‌منظور تشکیل جنین در فصول سرد سال انجام می‌شود. بنابراین نتایج حاصل نشان می‌دهند که با فراهم کردن شرایط مناسب آزمایشگاهی (نظیر دما) مطابق با شرایط طبیعی می‌توان اقدام به کشت گونه‌های اسفنج به‌منظور افزایش میزان تولیدات طبیعی در دریا نمود و یا مطالعه‌ی چرخه‌ی تولید مثلی در سایر گونه‌ها، می‌توان زمینه‌ی لازم را برای کشت گونه‌های اسفنج را فراهم نمود.

امید است که در آینده‌ای نه چندان دور، با انجام تحقیقات مشابه و مطالعه‌ی هر چه بیشتر گونه‌ها و همچنین با شناخت کافی در زمینه‌ی زیست‌شناسی و آناتومی آن‌ها، زمینه‌ی کشت گونه‌های با ارزش دریایی که در محیط‌های طبیعی به‌ندرت و در شرایط و مکان‌های خاصی رویش می‌یابند را در محیط‌های مصنوعی و آزمایشگاهی فراهم سازیم.

۵. سپاسگزاری

در پایان از مرکز تحقیقات و آبزی‌پروری جنوب کشور که کلیه‌ی مراحل نمونه‌برداری این پروژه را به‌عهده داشته است و از آزمایشگاه بخش بافت‌شناسی دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر و همچنین خانم دکتر سلامات کمال تشکر و سپاسگزاری را داریم.

منابع

دهقان مدیسه، س.؛ خلیفه نیل ساز، م.؛ مرزعاوی، م.؛ اسماعیلی، ف.؛ سبز علیزاده، س.، ۱۳۸۴. بررسی هیدرولوژیک و هیدروبیولوژیک خلیج فارس در آب‌های استان خوزستان. مرکز تحقیقات آبزی پروری جنوب کشور، موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. صفحات ۱۱۷-۱.

Abdo, D. A.; Fromont, J.; McDonald, J. L., 2007. Strategies, patterns and environmental cues for reproduction in two Haliclonid sponges. Aquatic Biology, 1: 291-302.

Abdo, D. A.; Seagar, J. W.; Harvey, E. S.; McDonald, J. I.; Kendrick G. A.; Shortis, M. R., 2006. Efficiently measuring complex sessile epibenthic organisms using anovel photogrammetric technique. Jornal of the Marine Biology Ecology, 339:120-133.

Abdo, A. D.; Fromont, J.; McDonald, J. I., 2008. Strategies, patterns and environmental cues for reproduction in two temperate haliclonid sponge Aquatic Biology, 1: 291-302.

Aiello, A.; Fattorusso, E.; Menna, M., 1995. New cytotoxic steroids from the marine sponge *Dysidea fragilis* coming from the lagoon of Venice. Steroids, 60(10): 666-73.

Barthel, D., 1988. On the ecophysiology of the sponge Halichondria panicea in Kiel Bight. Biomass, production, energy budget and integration in environmental processes. Marine Ecology Progress Series, 43: 87-93.

Bergquist, P. R., 1978. Sponges. Hutchioson and company, London. 268 pp. update. 5-6 pp.

Burlando, B.; Bavestrello, G.; Arillo, A., 1992. Seasonal changes in the metabolism of the calcareous sponge *Clathria clathrus* (Schmidt), Comparative Biochemistry and Physiology, 101: 341-344.

Cheshire, A. C.; Butler, A. J.; Westphalen, G.; Rowland, B.; Steveson, J.; Wilkinson, C, R., 1995. Preliminary

Invertebrat Biology, (114): 3-8.

Fromont, J., 1994. Reproductiove development and timing of tropical sponges (order: Haplosclerida) from the Great Barrier Reef, Australia. Coral Reefs, (13): 127-133.

Gilbert, J. J.; Simpson, T. L., 1976. Sex reversal in a freshwater sponge. Jurnal of Experimental Zoology. 195: 145–151.

Graham Ackers, R.; Moss, D., 2007. Sponge of the British Islandes (SPONGE). colour Guide and working Document. Marine Conservation Society, 156 pp.

Hooper, J. N., 2000. Spogguide: Guide to sponge collection and identification, 129 p.

Hummel, H.; Sepers, A. B. J.; Wolf, L. De.; Melissen, F. W., 1988. Bacterial growth on the marine sponge Halichondria panicea induced by reduced waterflow rate. Marine Ecological Progrom Series, 42: 195-198.

Ilan, M., 1995. Reproduction biology, Taxonomy and Aspects of chemical Ecology of Latrunculiidae (Porifera). Biology Bulletin, 188: 306-312.

Joens, D., 1986. Sea shore of Kuwait. Sinaure association, Inc. 287 pp.

Kinne, O., 1970. Environmental factors Part. I. Temperature-invertebrates. In O. Kinne. Ed. Marine Ecology. Wiley-Interscience, London, 467-514 pp.

Mackie, G. O.; Singla, G. L., 1983. Studies on Hexactinellid sponges. I. Histology of *Rhabdocalyptus dawsoi*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, 301: 365-400.

Mercurio, M.; Corrieo, G, E., 2007. A 3-year investigation of sexual reproduction in *Geodia cydonium* (Jameson, 1811) (Porifera, Demospongiae) from a semi-enclosed Mediterranean bay. Marine Biology, 151: 1491-1500.

Simpson, T.L., 1980. Reproductive processes in sponges:a critical evaluation of current data and views. Invertebrate Reproduction Develomment, 2: 251-269.

Sterrer, W., 1985. Marine Fauna and Flora of Bermuda.

study of the distribution and photophysiology of the temperate phototrophic sponge *Cymbastela* sp. From South Australia. Journal of Marine Freshwater Research, 46: 1211-1216.

Compos, M.; Mothes, B.; Lerner, C.; Carraro, J.; Veitenheimer-Medes, I. L., 2007. Sponges (Porifera, Demospongiae) from Bransfield Strait, off Joiville Island, collected by Brazilian Antarctic Program-PROANTAR, 219-232 pp.

Corriero, G.; Sara, M.; Vaccaro, P., 1996. Sexual and asexual reproduction in two speices of Tethya (Porifera: Demospongiae) from a Mediterranean coastallagoon. Marine Biology, 126: 175-181.

Duckworth, A. R.; Battershill, C. N.; Bergquist, P. R., 1997. Influence of explant procedures and environmental factors on culture success of three sponges, Aquaculture, 165: 251-267.

Duckworth, A. R.; Battershill, C. N., 2001. Population dynamics and chemical ecology of New Zealand Demospongiae *Latrunculia* sp. Nov. and *Polymastia croceus* (Poecilosclerida: Polymastiidae), N. Z. Journal of Marine Freshwater Research, 35: 935-949.

Duckworth, A. R.; Battershill, C. N., 2003. Developing farming structures for Production of biologically active sponge metabolites, Aquaculture, 217: 139-156.

Ereskovsky, A. V., 2000. Reproduction cycles and strategies of the cold-water sponge Halsarca dujardini (Demospongiae, Halisarcida), *Myxilla incustans* and *Iophon piceus* (Demospongiae, Poecilosclerida) from the White Sea. Biology Bulletin. (198):77-87.

Fell, V. E., 1974. Diapause in the gemmules of the marine sponge, *Haliclona lossanoffi*, with a note on the gemmules of Haliclona oculata. Biology Bulletin, 147: 333-351.

Fell, P. E., 1995. Deep diapause and the influence of low temperature on the hatching of the gemmules of *Spongilla lacustris* (L.) and *Eunapius fragilis* (Leidy).

Sponges in Time and Space, Balkema Publishing, Rotterdam (1994), 355-362 pp.

Van Soest, R. W. M., 2009. New sciophilous sponges from the Caribbean (Porifera: Demospongiae). Zootaxa, (2107): 1-40.

Whalan, S.; Johnson, M. S.; Harvery, E.; Battershill, C., 2005. Mode of reproduction recruitment, and genetic subdivision in the brooding sponge *Haliclona* sp. Marine Biology. 146: 425-433.

Witte, A.; Barther, D.; Tendal, O., 1994. The reproductive cycle of the sponge *Halichondria panicea Pallas* and its relationship to temperate and salinity. Jornal of Experimental Marine Biology and Ecology.

Wiley Interscience Publication, 742 pp.

Taylor, M. W.; Radax, R., Steger, D.; Wagner, M., 2007. Sponge-associated microorganisms: evolution, ecology and biotechnological potential. Microbiology and Molecular Biology Reviews, 71: 295-374.

Usher, K. M.; Sutton, D.; Toze, S.; Kuo, J.; Fromont, J., 2004. Sexual reproduction in *Chondrilla australiensis* (Porifera: Demospongiae). Marine Freshwater Research. 55: 123-134.

Vacelet, J.; Gaino, E.; Gallissian, M. F., 1994. Bacterial attach of sponging skeleton during the 1986-1990 Mediterranean sponge disease In: R. W. M. van Soest, T. M., vanKempen, G. and J. C. Breakman, Editors,