مروری بر بیوتکنیک تکثیر و پرورش توتیای دریایی (Sea Urchin) در جهان

حبیب اله گندمکار[۱]، ابوالحسن راستیان نسب[۱*]، رقیه محمودی [۱]، سید عبدالحمید حسینی[۱]

۱- مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردابی شهید مطهّری، یاسوج

* rastian1921@yahoo.com

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۳

چکیده

توتیاها موجوداتی هستند که در اقیانوس‌های سراسر جهان، در صخره‌های پرموج، جزایر مرجانی، جزایر کلپ، استخرهای صخره‌ای، گلی و در بستر علف‌های دریایی زندگی می‌کنند. امروزه تکثیر و پرورش این آبزی با توجه به ارزش غذایی بالا و تقاضای روز افزون آن مورد توجه می‌باشد، به‌طوری‌که در حال حاضر توتیای دریایی در نقاط مختلف جهان پرورش داده می‌شود. در ایران، سابقه چندانی در خصوص تکثیر و پرورش توتیا وجود ندارد. در مقاله حاضر ضمن بیان شرایط لازم جهت تکثیر و پرورش توتیای دریایی (لقاح، پرورش لارو و پست لارو، پرورش مولدین و پرورش بازاری)، انواع سیستم‌های رایج پرورش نیز شرح داده شده است.

کلمات کلیدی: توتیای دریایی، بیوتکنیک، تکثیر، پرورش.

مقدمه

توتیاها موجوداتی هستند که در اقیانوس‌های سراسر جهان زندگی می‌کنند. ۳۰۰ سال پیش از میلاد مسیح، ارسطو ساختار بخش دهانی توتیا را مورد بررسی قرار داد و بر اساس تحقیقات وی، این ارگان، «فانوس ارسطو» نام گرفت. اگر چه Klein در سال ۱۷۳۴، توتیا را Echinoderm (خارپوست) نام نهاد اما لینه در سال ۱۷۵۸، توتیا را گروه بزرگی از نرمتنان معرفی کرد، تا اینکه لامارک (۱۸۰۱ و ۱۸۱۶-۱۸۲۲) بیان کرد که آن‌ها یک گروه جدید از شعاعیان (radiata) هستند و آن‌ها را با ستاره‌های دریایی و خیارهای دریایی در یک شاخه تحت عنوان Echinodermata (خارپوستان) قرار داد (Prouho, 1887).

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.3.6.5]

توتیا دارای سیستم جریان آب آوندی است. شکل کروی آنها به طور کلی کوچک است و قطری حدود ۳ تا ۱۰ سانتیمتر دارند. آن‌ها دارای یک بدن شعاعی پنج طرفه اما بدون سر یا مغز واقعی می‌باشند. اسکلت داخلی از جنس آهکی و متشکل از صفحات یا قطعات جداگانه‌ای است. اغلب دارای خارهای بیرونی یا برآمدگی‌هایی در بدن خود هستند. سیستم آبرسانی بدن آنها به صورت حفره‌ای طبیعی است که توسط تعداد زیادی برآمدگی کوچک به نام پا (podia) به بیرون راه می‌یابد. بدن خارپوستان به غیر از خیارهای دریایی، شکل خلفی- قدامی به معنای واقعی ندارد. در خارداران، مخرج در قسمت بالایی و دهان در قسمت پایینی بدن واقع است. بنابراین، قسمت پشتی و شکمی را نمی‌توان از روی شکل ظاهری یک توتیا از یکدیگر تمییز داد. قسمت‌های بالایی و پایینی بدن در این جانوران به ترتیب مخرج یا ناحیه دور از دهان (aboral) و دهان (oral) نامیده می‌شوند.

توتیاهای دریایی از لحاظ ساختمانی به ۲ گروه تقسیم می‌شوند: منظم (Regularia) و نامنظم (Irregularia) . توتیاهای منظم، ساختمان پنج ضلعی دارند و توتیاهای نامنظم شامل دلارهای شنی (Sand dollars) و توتیاهای قلبی شکل، یک ساختمان متقارن و خلفی- قدامی دارند. همه گونه‌های خوراکی توتیاهای دریایی در جهان متعلق به گروه منظم می‌باشند. پوسته در این جانور از صفحاتی ساخته شده که موجود را در برابر آسیب‌ها و تخریب‌ها حمایت می‌کند. خارهای پیرامون پوسته به توتیاها برای مخفی شدن و استتار کمک می کند. رنگ توتیاها می‌تواند بسیار متغییر و متفاوت باشد. مهمترین رنگ آن‌ها به ترتیب شامل سیاه، قرمز، قهوه‌ای، ارغوانی و صورتی روشن است. توتیاها همچنین دارای صدها لوله شفاف هستند که از سطح بیرون زده‌اند و به آن‌ها اجازه می‌دهد که به کف اقیانوس‌ها بچسبند و یا به آرامی حرکت کنند. توتیاها مغز ندارند. دهانشان شبیه چنگال است و اطراف دندان‌ها معمولا بافت نرمی وجود دارد که حالت دفاعی دارد. سوراخ تناسلی در سطح بالایی توتیا در کنار مخرج واقع شده است (Uexkull, 1896; 1900; 1907). غدد جنسی توتیای دریایی یک غذای مشهور و محبوب در آسیا، کشورهای مدیترانه و بعضی دیگر از کشورها است. این محصول یکی از گرانترین غذاهای دریایی در ژاپن است، مطابق با آمار سالیانه توتیاهای دریایی زنده و گناد تازه از کره جنوبی، کره شمالی، چین، هنگ کنگ، ویتنام، فیلیپین، نروژ، روسیه، آمریکا، پرو، شیلی و استرالیا وارد می‌شود. بنابراین ژاپن را می‌توان بزرگترین بازار توتیا در جهان دانست که این مقاله نیز برگرفته از مطالعات کشور ژاپن در سال ۲۰۰۰ می باشد (Yamabe, 1962).

زیستگاه

توتیاها در اقیانوس‌های سراسر جهان، سرد و گرم وجود دارند، تقریباً ۱۰۰۰ گونه توتیا در زیستگاه‌های مختلف دریاها زندگی می‌کنند. آن‌ها در جاهای خیلی متفاوتی از نظر شرایط محیطی زندگی می‌کنند. معمولاً در استخرهای صخره‌ای و گلی، در صخره‌های پرموج، در جزایر مرجانی در جزایر کلپ و در بستر علف‌های دریایی زندگی می‌کنند. آن‌ها همچنین خودشان را در گودال‌ها، لجن‌ها و شن‌ها فرو می‌برند و پناه می‌دهند. توتیاها همچنین در مناطقی زیست می‌کنند که بتوانند منابعی از جلبک‌ها، علف های دریایی و دیگر مواد غذایی که مصرف می‌کنند را پیدا کنند. از دیگر خصوصیات توتیاها این است که معمولا شب رو هستند یعنی در طول روز در گودال‌ها و شکاف‌ها پنهان شده و در طول شب راه رفته و تغذیه می‌کنند. معمولا توتیاها در جزایر مرجانی به‌وفور یافت می‌شوند (Kier, 1997; Smith, 1984).

امکانات لازم برای ایجاد پایلوت پرورش توتیا

امکانات تجاری شامل یک اتاق پرورش (۳۰ متر مکعب) و یک اتاق تکثیر (۱۶۰ متر مکعب) است. این مرکز به تانک‌های پرورش لارو و یک سیستم برای تولید فیتوپلانکتونی نیاز دارد. اتاق تکثیر ایزوله، دما در ۱± ۲۲ درجه سانتی‌گراد، سیستم هوادهی، دوره نوری ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی از دیگر شرایط اتاق تکثیر است. ۱۰ سیستم پرورشی کنترل شده با ۳ یا ۶ استخر که

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.3.6.5]

۴ متر طول و ۶۰ سانتی‌متر عرض دارد هر کدام از این سیستم‌ها دارای تانک تصفیه که ۸۰ سانتی‌متر طول و ۸۰ سانتی‌متر عرض و ارتفاع دارد، می باشد. عمق آب در آن‌ها متغیر و بین ۵- ۱۰ سانتی متر است. پمپ‌های سانتریفیوژ آب را از تانک تصفیه به‌سطح بالای تانک با جریان ۸-۱۰ متر مکعب در ساعت می‌فرستد (Sakairi *et al*., 1989).

مراحل پرورش توتیا

توتیای دریایی از جمله خارپوستان زیبایی است که در آب‌های گرم مناطق زیر استوایی و نیز آب‌های استوایی زندگی می‌کند. آن‌ها جانورانی همه چیزخوار هستند که بستر دریاها را تمیز می‌کنند. توتیاهای دریایی بیشتر جلبک می‌خورند ولی از بی‌مهرگانی مانند صدف سیاه، اسفنج دریایی و ستاره شکننده نیز تغذیه می‌کند. توتیای دریایی غذای مورد علاقه مارماهیان است. توتیا با دندان‌های خود صدف نرمتنان را خرد می‌کند. دهان این جانوران دارای دندان و اندام جونده بسیار پیچیده‌ای است. که در سطح زیرین و در مرکز بدن قرار گرفته که از آبشش‌های تنظیم کننده احاطه شده و حاوی ۵ دندان محکم است. توتیاهای دریایی بالغ، بستر نشین هستند و از مناطق جزر و مدی تا منطقه آبیسال با عمق ۴۰۰۰ تا ۵۰۰۰ متر و یا بیشتر با بستر سخت، مانند صخره‌ها و یا بستر نرم مانند شن یا گل حضور دارند. توتیاهای نامنظم یا در داخل رسوبات و یا در سطح رسوبات و فقط در بسترهای نرم یافت میشوند. این گونه‌ها معمولا رسوب خوار می‌باشند یعنی رسوبات را وارد بدن کرده و مواد آلی آن را هضم می‌کنند. اما توتیاهای منظم فقط در سطح رسوبات حضور داشته و در همه نوع زیستگاه یافت می‌شوند و برحسب نوع زیستگاه ممکن است گیاهخوار، همه چیزخوار، لاشه خوار و یا رسوب خوار باشند (Hyman, 1995; Smith, 1984). توتیاها چندین بار در سال تخم ریزی می‌کنند و جنس ماده با توجه به نوع گونه، اندازه موجود بالغ و اندازه تخم های تولید شده از هزاران تا میلیون‌ها تخم تولید تولید می‌کند (Pearse & Cameron, 1991).

نگهداری مولدین

مولدین بالغ با سنین متفاوت در دمای بالا (بین ۱۸ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد) و تحت دوره نوری ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی و یا حتی بهتر است در تاریکی مطلق نگهداری شوند. تغذیه افراد بالغ با جلبک *Laminaria digitate* تازه با کیفیت و کمیت بالا انجام می‌شود (Masaki & Kawahara, 1995).

رسیدگی جنسی

غدد جنسی توتیای دریایی دارای یک نوع سلوع غیرجنسی به نام فاگوسیت‌های مغذی برای ذخیره مواد غذایی و نوع دیگری از سلول‌های جنسی به‌نام سلول‌های زاینده، سلول‌های پایه جهت تولید تخمک و اسپرم می‌باشند. بخش عمده رشد غدد جنسی در مراحل اولیه شامل رشد و ذخیره مواد مغذی می‌باشد. پس از ذخیره مواد مغذی فرآیند گامتوژنز شروع شده و مواد غذایی انبار شده همگام با تولید تخمک در ماده ها و اسپرم در جنس نر مصرف می‌گردد. این تغییرات به‌واسطه رشد و ذخیره مواد مغذی در غدد جنسی و مصرف آنها جهت تولید تخمک و اسپرم و تخم‌ریزی صورت می‌گیرد، به‌طوری‌که در محیط‌های طبیعی رشد و نمو گنادها در اواخر زمستان شروع شده و تکمیل فرآیند ذخیره غذایی گنادها تا مرداد ادامه داشته و شروع تخم‌ریزی نیز شهریور ماه می‌باشد (Ito *et al*., 1989; Walker & Lesser.,1998).

تکثیر و لقاح

توتیا به صورت توده‌ای تخم‌ریزی می‌کند. در زمان رسیدگی غدد تولیدمثلی، نرها اسپرم خود را در محیط رها می‌کنند و سپس ماده‌ها ۲ میلیون تخم در آب رها می‌کنند. اسپرم و تخم‌ها به همدیگر برخورد کرده و لقاح رخ می‌دهد و سلول تخم تشکیل می‌شود. در خارداران به‌طور عمده جنس‌ها از یکدیگر جدا هستند اما بندرت در آن‌ها هرمافرودیتی نیز دیده میشود که در این صورت معمولاً ۵ عدد از گنادها را بیضه و بقیه را تخمدان تشکیل می‌دهد. در برخی از گونه‌ها تشخیص جنسیت از ظاهر

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.3.6.5]

موجود غیرممکن است اما از طریق اختلاف در شکل منافذ تناسلی امکان پذیر است (Tahara *et al*., 1958, 1960). تخم‌ریزی در دمای C ۲۰ و در آب دریایی فیلتر شده رخ می‌دهد. در پایان تخم ریزی اسپرم و تخمک به ظرف لقاح اضافه می‌شود. مخلوط تخم در دمای C ۱۰ ±۲۰ در مدت ۴ ساعت نگهداری شده و ظرف لقاح به آرامی به مدت ۳ یا ۴ بار در طول دوره تکان می‌خورد. بعد از آن موفقیت لقاح بررسی می‌شود و تخم های لقاح یافته شمارش می‌گردند (Masaki & Kawahara, 1995; Naguchi *et al*., 1995; Walker & Lesser,1998).

پرورش لارو

پرورش لارو در تانک‌های استوانه‌ای پلی اتیلنی ۲۰۰ لیتری انجام می‌شود. جنین با تراکم ۲۵۰ عدد در هر لیتر به آن معرفی می‌شود . این تراکم پایین کمک می‌نماید تا به تعویض آب نیازی باشد. غذا از روز سوم بعد از لقاح به محیط اضافه می‌شود. لاروها یک بار در روز و با ۶۰۰ میلی لیتر از جلبک‌های *Chaetoceros gracilis* و *Dunaliella* Sp. تغذیه می‌شوند. همه آن‌ها در دوره نوری ۱۲ ساعت تاریکی ۱۲ ساعت روشنایی نگهداری شده و به آرامی با پمپ‌های مرکزی تولید کننده حباب هوادهی می‌گردند.

رشد مرحله نوجوانی

در طول این دوره توتیاها که پست لارو نامیده می‌شوند، حدود ۸ روز طول می‌کشد و بعد از آن لاروها دارای تغذیه خارجی می‌گردند. مقداری *Gammarus locuta* به محیط پرورشی اضافه می‌شود تا آلگ‌های باقی مانده را تمیز کند. میزان غذادهی باید به‌اندازه‌ای باشد که کاملاً مصرف شود.

رشد در مرحله قبل از بلوغ

ماهیانه رقم بندی انجام می‌شود و توتیاهای بزرگتر از ۱۰ میلی‌متر جمع آوری می‌شوند. این توتیاها با وجود این‌که اندازه بزرگتر از ۱۰ میلی‌متر دارند، اما هنوز زیر حداقل اندازه بازاری که ۴۰ میلی‌متر است قرار داشته و sub adult نامیده می‌شوند. در نتیجه رشد بدنی آن‌ها باید افزایش یابد، در حالی‌که رشد غدد جنسی تا حد ممکن باید پایین نگه داشته شود تا غذا جذب بدن شود.

تهیه و آماده سازی برای بازار

وقتی طول توتیاها به۴۰ میلی‌متر می‌رسند، آماده برای عرضه به بازار می‌باشند. در تجاری کردن، این‌که غدد جنسی به‌صورت هم‌زمان تهیه شوند، بسیار مهم است و خود به مراحل بلوغ، اندازه، رنگ خوب و طعم توتیا و همچنین عدم عوامل استرس‌زای معمولی بستگی دارد.

غدد جنسی شل در بازار غیر قابل پذیرش هستند. برای خنثی کردن این حالت، به توتیا در دمای ۱۲-۱۴ درجه سانتی‌گراد و در دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی گرسنگی داده شده (که حدود ۱ تا ۲ ماه طول می‌کشد) سپس با یک غذای مصنوعی غنی از پروتئین و در یک دمای بالا (حداقل ۱۶ درجه سانتی‌گراد) تغذیه می‌شود (۳ هفته تا ۳ ماه). بعد از این مرحله گرسنگی- تغذیه‌ای، غدد جنسی برای عرضه به بازار آماده خواهند بود (Onoda, 1931; Onoda, 1938; Hyman, 1955; Ishihara & Noguchi., 1996).

مصرف غذایی غدد جنسی توتیا

غدد جنسی توتیای دریایی یک غذای مشهور و محبوب در آسیا، کشورهای مدیترانه و بعضی دیگر از کشورها می‌باشد. این محصول یکی از گرانترین غذاهای دریایی در ژاپن است، به طوری که بازار تقاضای آن در هر دوره نسبت به گذشته رو به افزایش است. ژاپن به‌عنوان بزرگترین مصرف کننده توتیای دریایی، سالانه بیش از ۶۰۰۰ تن غدد جنسی وارد می‌کند. با توجه به کاهش ذخایر طبیعی توتیای دریایی در نتیجه صید بی‌رویه، تعداد علاقه‌مندان به پرورش آن افزایش یافته است.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.3.6.5]

انواع سیستم‌های رایج پرورش توتیای دریایی

پرورش در ساحل (land-based)

سیستم سینی کم عمق (Toboggan)

طرح سینی کم عمق شامل یک سری سینی است که هر کدام به سینی بالایی متصل شده اند. هر سینی دارای شیبی است که جریان آب را توسط نیروی ثقل زمین به‌سمت پایین هدایت می‌کند. آب در سینی بالایی توسط یک مخزن ذخیره آب و با کمک یک پمپ جریان یافته و هر سینی آب را به‌طور مستقیم از سینی بالایی دریافت و در نهایت آن را با یک حرکت زیگزاگی به مخزن بر می‌گرداند. هر سینی ۴ متر طول و ۶۰ سانتی‌متر عرض دارد. عمق آن‌ها از ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر متفاوت بوده و هر سینی می‌تواند تقریبا ۵ لیتر آب دریا را نگه دارد. در مطالعه آزمایشی توتیاها از مرحله متامورفوز پرورش یافتند. بالغین با تراکم ۲۵۰ عدد در هر متر مربع ذخیره شدند. اگر سیستم به‌طور انحصاری بالغین را نگه دارد می‌تواند ۱۱۷ کیلوگرم گنجایش داشته باشد (LeGall, 1990; Grosjean., *et al,* 1998) .

سیستم تراف‌های مخزن دار

طرح تراف مخزن دار برای اولین بار توسط Leroy greswall (1997) پیشنهاد شد. او یک مخزن یا کانالی را پیشنهاد داد که در آن یک تراف تعبیه شده است. بعدها این عقیده به‌شکل تراف‌های بدون مخزن اصلاح شد. طول آبراهای به‌کار رفته در این سیستم حدود ۳ متر بوده و در کف آبراه گودالی به قطر ۲.۵ سانتی متر وجود دارد که در آن لوله ای برای کنترل عمق آب موجود در آبراه تعبیه شده است. آب موجود در این سیستم توسط لوله‌هایی به قطر ۴ میلی متر تامین می‌شود که به‌طور یک‌طرفه از ابتدا تا انتهای تراف جریان می‌یابد. در کف هر تراف یک کانال زهکش برای جمع آوری فضولات، غذای خورده نشده و مواد زائد وجود دارد. باریکی این تراف باعث جلوگیری از ورود توتیاهای بالغ می‌گردد. تراف‌ها به‌طور محکم در ردیف سه تایی قرار گرفته اند. در این سیستم با توجه به شیبدار بودن تراف ها این امکان برای توتیاها فراهم می‌شود تا بتوانند روی دیواره‌های عمودی و نزدیک به‌سطح آب قرار گیرند. جدا بودن تراف ها از یکدیگر احتمال شیوع بیماری را به حداقل می رساند (Harris, 1981).

پرورش توتیا در قفس

خلیج‌های کوچک و خورها می‌توانند مکان مناسبی برای توتیا باشند. با این حال برای انتخاب یک مکان مناسب باید به‌وجود علف‌های دریایی، جریان بالای آب و جزر و مد ناگهانی، پناهگاه طوفان بودن و فاقد شرایط آب و هوایی بد، عمق مناسب برای جلوگیری از خشک شدن توتیا، منطقه فاقد آلودگی، نزدیک به ساحل بودن و در مسیر کشتیرانی واقع نشدن توجه کرد که با توجه به موارد ذکر شده، می‌توان خلیج‌ها و خورها را به‌عنوان مکان‌های ایده ال برای پرورش در قفس توتیا در نظر گرفت. قفس‌های استفاده شده در ابعاد ۲.۴ ×۱.۲×۶ بوده و از تورهای پلاستیکی پلی اتیلینی ساخته شده‌اند. این سیستم پرورشی به‌صورت ذخیره سازی توتیاهای جوان هر دو ماه، انتقال دادن توتیاها هر دو ماه و صید هر دو ماه قابل اجرا است (Malay *et al*., 2000).

پیشنهادات

خارپوستان از اهمیت اقتصادی، بوم شناختی و غذایی متنوعی برخوردار می باشند. افزایش روزافزون جمعیت و لزوم بهره‌برداری از منابع پروتئینی دریا در پاسخ به نیازهای جمعیت، ضرورت استفاده از خارپوستان را بیشتر نمایان می‌سازد. از سویی دیگر به‌دلیل اطلاعات اندکی که درباره فون خارپوستان آب‌های ایران در دست است، مطالعه در این خصوص امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. امروزه توتیاهای دریایی هم در ایران و هم در سایر کشورهای جهان به‌عنوان کالای تزئینی و سوغاتی به‌کار برده می‌شود اما متأسفانه با وجود اینکه طبیعت منبع عظیمی از موجودات در اختیار ما گذاشته است، با این‌حال به‌دلیل عدم اگاهی از فوائد تغذیه‌ای و نیز چگونگی تولید و تکثیر این موجودات، هیچ‌گونه استفاده‌ای از این جانوران

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.3.6.5]

باارزش نمی‌شود درحالی‌که گونه‌های باارزشی از خارپوستان در دریای عمان به‌ویژه خلیج چابهار وجود دارند. لذا انجام مطالعات مستقل و جامع بیشتر برای شناسایی و ویژگی‌های زیستی خارپوستان خلیج فارس و دریایی عمان ضروری به‌نظر می‌رسد (خالقی و همکاران، ۱۳۹۱).

منابع

خالقی، م.، صفاهیه، ع.، سواری، ا.، دوست شناس، ب. و عوفی، ف.، ۱۳۹۱. بررسی تراکم و الگوی پراکنش و پایداری توتیای دریایی در نواحی بین جزر و مدی خلیج چابهار. مجله اقیانوس شناسی، ۱۵-۹، ۹۰(۳).

Grosjean, P., Spirlet, C., Gosselin, P., Vaitilingon, D., & Jangoux, M., 1998. Land-based, closed-cycle echiniculture of *Paracentrotus lividus* (Lamarck) (Echinoidea: Echinodermata): a long-term experiment at a pilot scale. Journal of Shellfish Research, 17, 1523-153.

Harris, L.G., 1981. Studies of community succession in a sea urchin barrens area following sea urchin removal. *American Zoologist*, 21(**4**), 10-19.

Hyman, L.H., 1995. Echinodermata. The invertebrates. Vol. IV: 413-589. New York: McGraw-Hill.

Ito, S., Shibayama, M., Kobayakawa, A. and Tani, Y., 1989. Promotion of maturation and spawning of sea urchin *hemicentrotus pulcherrimus* by regulating water temperature. Nippn Suisan Gakkaishi, 55, 757-763 (in japaneses).

Ishihara, K. and Noguchi, M., 1996. Sea urchin. In K. Ishihara (ed.), Developmental atlas of animals (In Japaneses), pp.191-220.

Kier, P.M., 1997. The poor fossil record of the regular echinoid. *Paleobiology*, 3, 168-174.

LeGall, P., 1990. Culture of echinoderms. *Aquaculture*, 1, 232-341.

Malay M., Bangi M. and Juinio M., 2000. Enhancement effect of Sea Urchin Grow-out Cages in Lucero, Bolinao, Pangasinan. Science Diliman (July - December 2000), 12(**2**), 1-9.

Masaki, K. and Kawahara, I., 1995. Promotion of gonadal maturation by regulating water temperature in the sea urchin Pseudocentrotus depressus-I. Bulletin of Saga Prefectural Sea Farming Center 4.

Noguchi, H., Kawahara, I., Goto, M. and Masaki, K., 1995. Promotion of gonadal maturation by regulating water temperature in the sea urchin *Pseudocentrotus depressus*- II. *Bulletin of Saga Prefectural Sea Farming Center*, 4, 101-110.

Onoda, K., 1931. Notes on the development of Heliocidaris crassispina with special reference to the structure of the larval body. Memoirs of the College of Science, Kyoto Imperial Unversity Ser. B, 7, 103-134.

Onoda, K., 1938. Notes on the development of some japanse Echinoids with special reference to the sturture of the larval body Report III. *Japanese Journal of Zoology*, 8, 1-13.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.3.6.5]

Pearse, J. S. and Cameron, R. A., 1991. Echonodermata: echinoidea. In A.C. Giese, J.S. Pearse & V.B. Pearse(eds), Reproduction of marine invertebrate, 6, 514-662. Pacific grow: Boxwood press.

Prouho, H., 1887. Recherches sur le Drococidaris papillata et quelques autres Echinides de la Mediterranee. *Archives de Zoologie Expermentale et Generale. Ser*, 2(**5**), 289-380.

Sakairi, K., Yamamoto, M., Ohtsu, K. and Yoshida, M., 1989. Environmental control of gonadal maturation in laboratory – reared sea urchins, Anthocidaris crassispina and Hemicentrotus pulcherrimus. *Zoological Science*, 6, 721-730.

Smith, A. B., 1984. Echinoid Paleobiology. *Journal of Experimental Marine biology and ecology*, 235, 67-90.

Tahara, Y., Okada, M. and Kobayashi, N., 1958. Secondary sexual characters in Japanese sea urchin. *Publications of seto marine biological Laboratory*, 7, 165-172.

Tahara, Y., Okada, M. and Kobayashi, N., 1960. Further notes on the sexual dimorphism in Japanese sea urchin. *Publications of seto marine biological Laboratory*, 8, 183-189.

Uexkull, J. V., 1896. Ueber Reflexe bei den Seeigein. *Zeitschrift fur Biologie*, 4, 298-318.

Uexkull, J. V., 1900. Die phDie phsiologie des seeigelstachels. *Zeitschrift fur Biologie*, 39, 73-112.

Uexkull, J. V., 1907. Studien uber den tonus. *Zeitschrift fur Biologie*, 49, 307-332.

Walker, C. W. and Lesser, M. P., 1998. Manipulation of food and photoperiod promotes out-of-season game to genesis in the green sea urchin, Storgly *locentrotus droeba chinensis*. Implication for aquaculture. *Marine Biology*, 132, 663-676.

Yamabe, A., 1962. On the rearing of *Peseudocentrotus depressus* juveniles. *Suisanzo shoku*, 10, 213-219 (in japanese).

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.3.6.5]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.3.6.5]
[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-13]