Archive of SID



مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 11:03 +0330 on Wednesday October 28th 2020

# ارزیابی میزان رشد و بازماندگی گونه‌های مختلف مرجان (*Pocillopora damicornis*) و (*Acropora calthrata*) در زمان استفاده از تکنولوژی زیست‌سازه‌های الکتریکی (Biorock) در خلیج چابهار

محمود سینایی[۱*]، مهدی بلوکی[۲]، جواد قاسم‌زاده[۳]

[۱] گروه شیلات، مرکز تحقیقات زیست‌محیطی دریایی، واحد چابهار، دانشگاه آزاد اسلامی، چابهار، ایران

[۲] معاونت دریایی سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران

[۳] گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

**نوع مقاله:**
پژوهشی

**تاریخچه مقاله:**
دریافت: ۹۶/۰۹/۲۳
اصلاح: ۹۷/۰۳/۲۱
پذیرش: ۹۷/۰۴/۲۶

**کلمات کلیدی:**
اکوسیستم مرجانی
بیوراک
خلیج چابهار
*Pocillopora*
*Acropora*

**چکیده**

استفاده از میدان الکتریکی در روش بیوراک سبب افزایش رشد و میزان بازماندگی و مقاومت گونه‌های مختلف مرجان می‌شود. در این راستا، میزان و نرخ رشد و درصد بازماندگی مرجان *Pocillopora damicornis* و *Acropora calthrata* با استفاده از روش بیوراک در خلیج چابهار در طول چهار ماه مورد ارزیابی قرار گرفت. به این منظور، قلمه‌های مرجان بر روی سازه‌های فلزی و تحت میدان الکتریکی با اختلاف پتانسیل ۶ ولت قرار گرفتند. نتایج بدست آمده نشان داد که میانگین رشد مرجان گونه *P.damicornis* و *A. calthrata* در سازه بیوراک به ترتیب ۰/۳ ±۱۰/۶۸ و ۰/۲۹ ±۱۲ و در سازه شاهد به ترتیب ۰/۲ ±۵/۲۷ و ۰/۲۳ ±۵/۲۵ سانتی‌متر بود. اختلاف معنی‌دار بین میزان رشد قلمه‌های مرجانی در سازه بیوراک با سازه فاقد بیوراک یافت گردید ($p<0/05$). همچنین رشد گونه *A. calthrata* نسبت به *P. damicornis* پس از قرارگیری در معرض میدان الکتریکی بیشتر بود. نتایج این بررسی بیانگر کارایی استفاده از تکنولوژی بیوراک در افزایش رشد و بازماندگی گونه‌های مختلف مرجانی دارد. استفاده از این تکنولوژی می‌تواند در حفظ تنوع زیستی و ژنتیکی مرجان‌ها نقش مهمی ایفا نماید.

## مقدمــه

مرجان‌ها در محدوده مرزهای آبی ایران در خلیج‌فارس و دریای عمان، تا اندازه زیادی محدود به جزیره ها هستند. بیش‌ترین مناطق مرجانی ایران در خلیج‌فارس در اطراف جزایر خارک و خارکو در شمال و اطراف جزایر جنوبی بین لاوان تا هرمز از جمله جزایر هندورابی، کیش، فارور، بنی فارور، سیری، لارک، هنگام، تنب کوچک و بزرگ، ابوموسی و قشم واقع شده‌اند (Moradi *et al.*, 2015). آبسنگ‌های مرجانی مشاهده شده در اطراف جزایر ایرانی خلیج‌فارس و دریای عمان از نوع حاشیه‌ای می‌باشند. مرجان‌های *Porites* و *Acropora* مهم‌ترین سازندگان آبسنگ در خلیج‌فارس محسوب شده و بیشترین پوشش مرجانی مشاهده شده مربوط به این دو جنس می‌باشد (Sheppard, 1992; Riegl and Purkis, 2012). در طول سالیان

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: oceanography.sina@gmail.com



www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 11:03 +0330 on Wednesday October 28th 2020

اخیر دامنه اثرات انسان بر روی آبسنگ‌های مرجانی در خلیج‌فارس و دریای عمان به شدت افزایش یافته است، به طوری که درنتیجه‌ی آلودگی نفتی، پیشروی ساخت و سازهای ساحلی، توسعه بی‌رویه، ورود فاضلاب‌های صنعتی، شهری و انواع آلاینده‌ها، برداشت‌های غیرقانونی توسط صیادان و افراد سودجو، از تنوع گونه‌ای گرفته تا سطح پوشش مرجان‌ها، در معرض خطر جدی قرار گرفته‌اند، به نحوی که نرخ تخریب آن‌ها بسیار شدیدتر از نرخ متوسط جهانی است. در دریای عمان و به طور ویژه در خلیج چابهار، به دلیل ساخت و توسعه‌ی اسکله، بسیاری از نقاط مرجانی از بین رفته‌اند (Shokri *et al*., 2000). این امر سبب اجرای پروژه‌ی انتقال مرجان‌ها به محل جدید گردید. در این خلیج اکثر مرجان‌های انتقالی از بین رفتند ولی قرارگیری مرجان‌ها در محل جدید سبب افزایش نشست لاروی در محل جدید گردید که مرجان‌هایی غیر از مرجان‌های انتقالی در آن محل رشد و توسعه پیدا کرده‌اند.

در سالیان اخیر توسعه زیست بوم‌های مرجانی با استفاده از روش زیست‌سازه‌های الکتریکی (Biorock) جهت افزایش رشد و بازماندگی و نیز مقاومت گونه‌های مختلف مرجان مورد توجه ویژه قرار گرفته است. این روش بر اساس تسریع رشد مرجان‌ها بر روی سازه‌های فلزی، به‌کمک میدان الکتریکی ایجاد شده در اطراف این سازه‌ها پایه‌گذاری شده است. این فناوری در کشور آمریکا توسط سازمان Biorock طراحی شده است. در این روش، سازه‌هایی از جنس آرماتور به اشکال هندسی مختلف و ابعاد متفاوت ساخته شده و پس از انتقال به دریا در عمق مورد نظر بر روی بستر دریا مستقر شده و در اطراف این سازه‌ها میدان مغناطیسی برقرار می‌گردد. جهت ایجاد میدان مغناطیسی از برق مستقیم استفاده می‌شود، که در آن سازه فلزی ساخته شده به قطب کاتد متصل شده و در نزدیکی این سازه قطب آند قرار می‌گیرد. این میدان مغناطیسی موجب ترکیب یون‌های کلسیم و کربنات موجود در آب دریا و انباشته شدن این ترکیب به صورت لایه آهکی بر روی ساختار بیوراک می‌گردد. برای ایجاد کلنی‌های مرجانی بر روی این سازه‌ها، قلمه‌هایی از گونه‌های مورد نظر تهیه شده و بر روی سازه‌های بیوراک متصل می‌شوند. ایجاد میدان الکتریکی سبب افزایش قابل ملاحظه رشد قلمه‌ها بر روی سازه بیوراک و افزایش سرعت احیا و بازسازی اکوسیستم‌های مرجانی می‌گردد (Sabater and Yap, 2004; Goreau and Sarkisian, 2010). همچنین میدان الکتریکی سبب تحریک رشد و نیز افزایش سلامت ارگانیسمهای دریایی می‌گردد. تمامی موجودات از باکتری تا موجودات عالی‌تر دارای اختلاف پتانسیل بین درون و بیرون سلول می‌باشند که از این اختلاف پتانسیل برای برقراری جریان الکترون و پروتون برای ساخت ATP و NADP استفاده می‌گردد. روندهای ذکر شده پایه و اساس تولید و چرخه انرژی در بدن موجودات محسوب می‌شود. تولید ATP و بیوسنتز پروتئین هر دو به طور مستقیم در زمان قرارگیری موجودات در معرض جریان الکتریکی DC افزایش می‌یابد که این امر در دامنه‌ی گسترده‌ای از موجودات مشخص و به اثبات رسیده است (Beddoe *et al*., 2010) .

تخریب اکوسیستم‌های مرجانی به دلایل مختلف سبب گردیده است که در بسیاری از نقاط، پروژه‌های احیاء و بازسازی و نیز انتقال مرجان‌ها و قرارگیری آن‌ها بر روی بلوک‌های سیمانی و چسباندن آن‌ها مورد استفاده قرار گیرد. در پروژه‌های انتقال مرجان، علیرغم کیفیت خوب آب، بسیاری از مرجان‌ها به دلایل مختلف نظیر آلودگی، درجه حرارت بالا، عدم رعایت شرایط انتقال و غیره از بین می‌روند. از سوی دیگر، پروژه‌های انتقال مرجان به نوبه‌ی خود سبب افزایش نرخ رشد، زنده ماندن و یا مقاومت در برابر عوامل استرس‌زا نمی‌گردند. از این رو لزوم استفاده از تکنولوژی‌هایی نظیر بیوراک در پروژه‌های احیاء و بازسازی آبسنگ‌های مرجانی و نیز انتقال مرجان بیش از پیش مهم و ضروری می‌باشد. در این راستا، در نقاط مختلف دنیا تکنولوژی بیوراک در جهت احیاء و بازسازی آبسنگ‌های مرجانی و افزایش کارایی انتقال مرجان‌ها مورد استفاده قرار گرفته است (Beddoe *et al*., 2010; Fitri and Rachman, 2012; Goreau, 2009; Goreau and Sarkisian, 2010; Jompa *et al*., 2012; Stromberg *et al*., 2010). با این حال از این تکنولوژی تاکنون در اکوسیستم‌های مختلف مرجانی ایران استفاده نشده است و این مطالعه برای اولین بار صورت گرفته است. هدف از این تحقیق، ارزیابی پاسخ گونه‌های مختلف مرجان *P.damicornis* و *A. calthrata* به تکنولوژی بیوراک در خلیج چابهار و ارزیابی استفاده از این روش در طرح‌های احیاء و بازسازی مرجان‌ها است.



www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 11:03 +0330 on Wednesday October 28th 2020

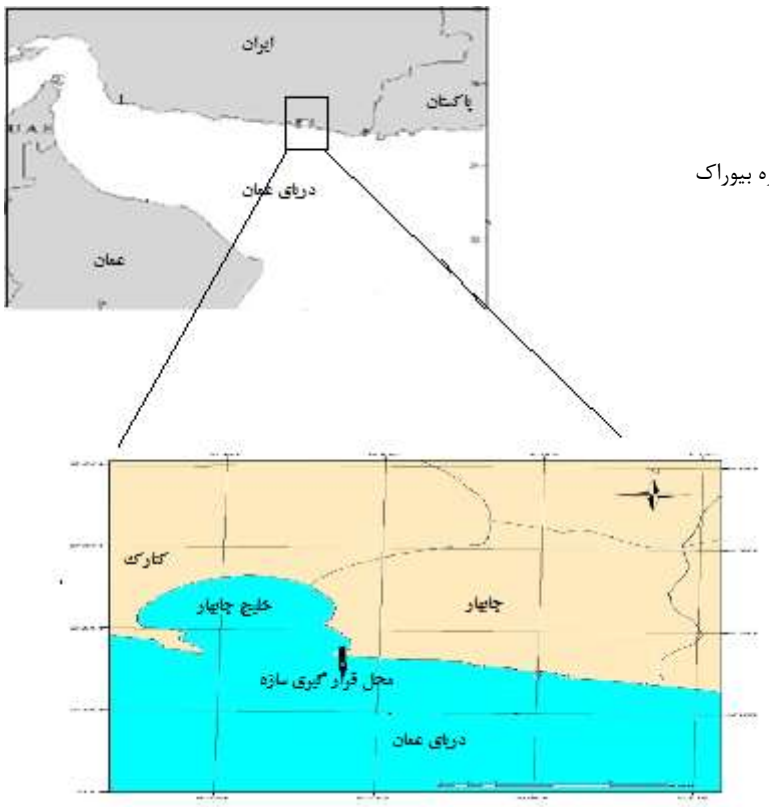
## مواد و روش‌ها

### مکان و شرایط منطقه‌ی مورد نظر

مراحل اجرایی این پروژه از فروردین تا آبان ماه ۱۳۹۶ صورت گرفت. محل قرارگیری سازه‌ی بیوراک و نیز سازه‌ی فاقد بیوراک، در کنار ریف مرجانی که قبلاً توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست و در پروسه‌ی انتقال مرجان‌ها تشکیل شده است، تعیین گردید (شکل ۱). شرایط مناسب عوامل فیزیکی و شیمیایی آب جهت رشد مرجان‌ها و نیز عدم وجود عوامل استرس‌زای محیطی و همچنین موقعیت ویژه آن از نظر امکان برقراری جریان برق از ساحل، از شاخص‌های مهم در انتخاب این محل بود. محل سازه در مکانی قرار داده شد که رسیدگی به قلمه‌ها باعث آسیب دیدن ریف اصلی نگردد و در عین حال فاصله به اندازه‌ای دور نباشد که شرایط قلمه‌ها نسبت به ریف اصلی تغییر نماید.

### ساخت و نصب سازه

فلزی از جنس آهن با ابعاد ۳×۱×۰/۵ متر (طول× عرض× ارتفاع) ساخته و توسط شناور به محل تأیید شده در دریا منتقل گردید و سپس توسط تیم غواصی در بستر نصب و ثابت گردید. تعداد دو سازه که در هر سازه بیش از ۵۰ قطعه مرجان قابلیت کاشت دارند در محل مورد نظر انتخاب شده و قرار گرفتند. یکی از سازه‌ها به عنوان سازه‌ی شاهد و یک سازه‌ی دیگر به عنوان سازه‌ای که در وسط میدان الکتریکی حاصل از استفاده از تکنولوژی بیوراک است، انتخاب گردیدند. فاصله‌ی بین سازه‌ها به میزانی تعیین گردید که از یک سو اثرات میدان الکتریکی بر سازه شاهد تأثیرگذار نباشد و از سوی دیگر فاصله بین آن‌ها به حدی نباشد که عوامل محیطی در دو سازه تفاوت داشته باشند (Goreau, 2009).




**شکل ۱.** محل قرارگیری سازه بیوراک



www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 11:03 +0330 on Wednesday October 28th 2020

**راه‌اندازی سازه‌ی بیوراک**

جهت راه اندازی و ایجاد میدان الکتریکی در محل سازه‌ها از روش توصیه شده توسط Goreau در سال (۲۰۰۹) استفاده گردید. جریان الکتریسیته DC به میزان ۱۲ ولت از ساحل توسط کابل به سازه انتقال داده شد. در محل نصب قلمه‌های مرجانی، سازه به عنوان قطب کاتد و میله‌های تیتانیوم به عنوان قطب آند انتخاب گردید. میله‌های تیتانیوم در کنار یکدیگر و به شکل صفحات مستطیل شکل طراحی و ساخته شدند که اطراف آن توسط لوله‌هایی از جنس پلی اتیلن به شکل قاب قرار گرفتند و این صفحه در عمق آب و در مقابل (روبروی) سازه آهنی و در فاصله مناسب قرار گرفتند. با اتصال جریان الکتریسیته با ولتاژ ۱۲ ولت، یک میدان الکتریکی بین قطب آند (صفحات و میله‌های از جنس تیتانیوم) و قطب کاتد ( سازه فلزی) ایجاد گردید که در این میدان الکتریکی قلمه‌های مرجانی قرار گرفته و کاشته شدند. میزان ولتاژ برق در محل ساحل ۱۲ ولت انتخاب گردید چرا که در طول مسیر در دریا و پس از رسیدن به محل سازه‌ی بیوراک و پس از افت ولتاژ، میزان ۶ تا ۷ ولت برق DC جهت ایجاد میدان الکتریکی در اختیار قرار گیرد. جهت اطمینان از برقراری ولتاژ مورد نظر در محل سازه‌ی کاشت قلمه‌های مرجانی، علاوه بر دو رشته سیم جهت اتصال ولتاژ مورد نظر به قطب‌های کاتد و آند از ساحل به محل سازه ، دو رشته سیم نیز از قطب‌های آند و کاتد به سمت ساحل برگردانده شد. در ساحل با اندازه‌گیری ولتاژ خروجی از محل تأمین برق DC و نیز ولتاژ ورودی از کابل‌هایی که از سازه‌ها برق را برگشت داده‌اند، نسبت به برقراری ارتباط و تأمین برق مورد نیاز در محل سازه و به عبارت دیگر صحت کارکرد این روش اطمینان حاصل گردید.

**کاشت و پایش قلمه‌های مرجان**

قلمه‌های مرجان با استفاده از چسب و بست پلاستیکی در روی سازه قرار گرفتند. هر یک از قلمه‌ها در هنگام اتصال به پایه با استفاده از نوار مخصوصی بارکد گذاری شدند و تمامی این بارکدها با اطلاعات مربوط به هر قلمه ثبت گردید. قلمه‌ها در ردیف‌های منظم و با فاصله‌ی ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر از یکدیگر قرار گرفتند. پس از اتمام قرار دادن تمام قلمه‌های جدید مرجانی در سازه بیوراک و فاقد بیوراک، به صورت هفتگی سازه‌ها مورد مراقبت منظم و بازدید قرار گرفت تا در صورت بروز مشکل (وجود موجودات شکارچی مثل ستاره دریایی و یا جدا شدن مرجان متصل شده از بستر)، اقدامات لازم به منظور برطرف آن انجام گردد. با بررسی‌های هفتگی در طول دوره، قلمه‌ها از بروز آسیب و آفت و بیماری نیز حفظ شدند. علاوه بر این، برخی از عوامل مهم محیطی نظیر درجه حرارت، عمق آب، شفافیت آب، اکسیژن محلول، شوری و pH، سنجش گردید.

**بررسی میزان رشد قلمه‌های مرجان**

داده‌هایی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفتند شامل رشد قلمه‌های مرجانی (cm)، عکس و تصاویر از قلمه‌های مرجانی، تعداد مرجان‌های زنده در انتهای تحقیق و پارامترهای کیفی آب می‌باشند. میزان رشد مرجان‌ها بر اساس رشد طولی آن‌ها در نظر گرفته شد. سنجش قلمه‌های مرجانی با استفاده از عکس‌برداری‌های صورت گرفته و با استفاده از نرم‌افزار (نسخه ۴/۱) CPCE (Coral Point Count with Excel extensions) صورت گرفت. داده‌های حاصل از رشد مرجان با استفاده از رابطه توصیه شده توسط Kudus و Wijaya در سال (۲۰۰۱) استفاده گردید.

$\mathbf{B}=L_t-L_0$

**B**= رشد مرجان (cm)

$\mathbf{L_t}$= میزان رشد مرجان در مشاهدات هفتگی (cm)

$\mathbf{L_0}$= میزان طول مرجان در ابتدای تحقیق (cm)



www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 11:03 +0330 on Wednesday October 28th 2020

کارآیی (میزان) رشد بر اساس رابطه ارائه شده توسط Natasasmita در سال (۲۰۱۶) استفاده گردید.

$$P = \frac{L_t - L_0}{T}$$

P= میزان ( کارآیی) رشد مرجان (cm/week)

$L_t$= میانگین طول مرجان در انتهای دوره آزمایش (cm)

$L_0$= میانگین طول مرجان در ابتدای دوره آزمایش (cm)

T= کل زمان مشاهده ( هفتگی)

و میزان زنده ماندن قلمه‌های مرجانی ( نرخ بازماندگی) بر اساس رابطه Natasasmita در سال (۲۰۱۶) استفاده گردید.

$$SR=(N_t/N_0\times 100\%)$$

SR= درصد بازماندگی (٪)

$N_t$= تعداد کل مرجان‌های زنده در انتهای آزمایش

$N_0$= تعداد کل مرجان‌های زنده در ابتدای آزمایش

**آنالیز آماری**

آمار توصیفی (میانگین، انحراف معیار و غیره) توسط نرم‌افزار Microsoft Excel 2010 بررسی گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده با نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۹) انجام پذیرفت. به دلیل نرمال نبودن و پراکندگی داده‌ها از آزمون فاقد پارامتریک استفاده گردید. جهت تعیین دقیق وجود یا عدم وجود تفاوت معنی‌دار از پس‌آزمون Mann–Whitney *U*-test استفاده شد. اختلاف بین میانگین داده در سطح معنای ۵٪ مورد ارزیابی قرار گرفت.

**نتایـج**

نتایج رشد قلمه گونه‌های مختلف مرجان قرار گرفته در سازه‌ی بیوراک و سازه‌ی فاقد بیوراک به عنوان شاهد در خلال دوره‌ی چهار ماهه بررسی، در جداول (۱-۸) نشان داده شده است. نمودار ارائه شده در شکل (۲) مربوط به میانگین رشد قلمه‌های مرجانی *P.damicornis* و *A. calthrata* در طول تحقیق (بیست و هشت هفته) است و نشان می‌دهد که روند رشد قلمه‌های مرجان گونه‌ی *P.damicornis* و *A. calthrata* در سازه‌ی بیوراک نسبت به سازه‌ی شاهد دارای افزایش است. میانگین رشد قلمه‌های مرجانی گونه‌ی *P.damicornis* در سازه‌ی بیوراک ۰/۳±۱۰/۶۸ سانتی‌متر ثبت گردید. این در حالی است که میانگین رشد قلمه‌های مرجانی در سازه‌ی فاقد بیوراک ۰/۲±۵/۲۷ سانتی‌متر ثبت گردید. نتایج میانگین رشد در مورد گونه‌ی *A. calthrata* در سازه‌ی بیوراک ۰/۲۹±۱۲ سانتی‌متر و سازه‌ی فاقد بیوراک ۰/۲۳±۵/۲۵ سانتی‌متر بود. نتایج نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میزان رشد گونه‌های مختلف قلمه‌های مرجانی در سازه‌ی بیوراک با سازه‌ی فاقد بیوراک می‌باشد ($p< ۰/۰۵$). نتایج مربوط به سنجش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب در محل قرارگیری سازه‌ها در خلال هفته‌های مورد بررسی در جدول ۹ نشان داده شده است. همچنین نتایج مربوط به میزان کارآیی (نرخ) رشد و همچنین درصد بازماندگی قلمه‌های مرجانی گونه‌ی *P. damicornis* و *A. calthrata* درسازه‌ی بیوراک و فاقد بیوراک در جدول ۱۰ نشان داده شده است.



www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۱.** میزان رشد (B) (سانتی‌متر) قلمه‌های مرجان (*A. calthrata*) ( هفته: ۱-۱۴ / قلمه: ۱-۱۰ )

| نوع سازه | قلمه | هفتــه | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۴ |
| بیوراک | ۱ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۵ | ۳/۷ | ۴ | ۴/۱ | ۴/۶ | ۴/۹ | ۴/۹ | ۵/۴ | ۵/۶ | ۶/۲ | ۶/۲ | ۶/۲ |
| شاهد | ۱ | ۳ | ۳ | ۳/۴ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴/۰ |
| بیوراک | ۲ | ۳/۲ | ۳/۲ | ۳/۴ | ۳/۷ | ۳/۹ | ۴/۱ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۸ | ۵/۲ | ۵/۵ | ۵/۶ | ۵/۸ | ۶ |
| شاهد | ۲ | ۳ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۱ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ |
| بیوراک | ۳ | ۳/۱ | ۳/۴ | ۳/۶ | ۳/۹ | ۴/۱ | ۴/۳ | ۴/۵ | ۴/۸ | ۵ | ۵/۳ | ۵/۷ | ۶ | ۶/۳ | ۶/۵ |
| شاهد | ۳ | ۳ | ۳ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴ | ۴/۱ |
| بیوراک | ۴ | ۳/۲ | ۳/۵ | ۳/۸ | ۴/۱ | ۴/۴ | ۴/۷ | ۵/۰ | ۵/۲ | ۵/۵ | ۵/۸ | ۶/۱ | ۶/۴ | ۶/۷ | ۷/۰ |
| شاهد | ۴ | ۳ | ۳/۳ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۳/۹ | ۴ | ۴/۱ |
| بیوراک | ۵ | ۳/۲ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۸ | ۴/۰ | ۴/۰ | ۴/۵ | ۴/۷ | ۴/۹ | ۵/۰ | ۵/۲ | ۵/۹ | ۶/۱ | ۶/۳ |
| شاهد | ۵ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| بیوراک | ۶ | ۳/۲ | ۳/۱ | ۳/۸ | ۴/۱ | ۴/۳ | ۴/۶ | ۴/۸ | ۵ | ۵/۳ | ۵/۶ | ۶/۰ | ۶/۲ | ۶/۵ | ۶/۸ |
| شاهد | ۶ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴/۱ | ۴/۲ |
| بیوراک | ۷ | ۳/۱ | ۳/۳ | ۳/۶ | ۳/۸ | ۴/۱ | ۴/۶ | ۴/۶ | ۴/۸ | ۵/۱ | ۵/۴ | ۶/۰ | ۶ | ۶/۲ | ۶/۵ |
| شاهد | ۷ | ۳ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴ | ۴ |
| بیوراک | ۸ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۷ | ۳/۹ | ۴/۲ | ۴/۵ | ۴/۸ | ۵/۱ | ۵/۴ | ۵/۷ | ۶/۰ | ۶/۳ | ۶/۶ | ۶/۹ |
| شاهد | ۸ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| بیوراک | ۹ | ۳/۲ | ۳/۲ | ۳/۹ | ۴/۱ | ۴/۴ | ۴/۷ | ۴/۷ | ۵/۲ | ۵/۲ | ۵/۸ | ۶/۰ | ۶/۳ | ۶/۴ | ۶/۸ |
| شاهد | ۹ | ۳ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴ | ۴/۱ | ۴/۱ |
| بیوراک | ۱۰ | ۳/۲ | ۳/۲ | ۳/۷ | ۴/۰ | ۴/۳ | ۴/۵ | ۴/۸ | ۵ | ۵/۳ | ۵/۶ | ۵/۹ | ۶/۳ | ۶/۶ | ۶/۶ |
| شاهد | ۱۰ | ۳ | ۳ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴ | ۴/۱ |



Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 11:03 +0330 on Wednesday October 28th 2020

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۲.** میزان رشد (B) (سانتی‌متر) قلمه‌های مرجان (*A. calthrata*) ( هفته: ۲۸-۱۵ / قلمه: ۱-۱۰)

| نوع سازه | قلمه | هفتــه | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ | ۱۸ | ۱۹ | ۲۰ | ۲۱ | ۲۲ | ۲۳ | ۲۴ | ۲۵ | ۲۶ | ۲۷ | ۲۸ |
| بیوراک | ۱ | ۶/۵ | ۶/۸ | ۶/۸ | ۷/۴ | ۷/۷ | ۸/۰ | ۸/۸ | ۸/۸ | ۸/۸ | ۹/۰ | ۹/۴ | ۹/۷ | ۱۰ | ۱۰/۳ |
| شاهد | ۱ | ۴/۰ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۵/۰ | ۵/۱ | ۵/۲ |
| بیوراک | ۲ | ۶/۳ | ۶/۵ | ۶/۸ | ۷/۱ | ۷/۳ | ۷/۶ | ۸/۲ | ۸/۲ | ۸/۵ | ۸/۸ | ۹/۱ | ۹/۴ | ۹/۷ | ۱۰ |
| شاهد | ۲ | ۳/۹ | ۴/۰ | ۴/۰ | ۴/۱ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ |
| بیوراک | ۳ | ۶/۸ | ۷/۱ | ۷/۴ | ۷/۷ | ۸/۰ | ۸/۳ | ۸/۸ | ۸/۸ | ۹/۰ | ۹/۴ | ۹/۷ | ۱۰ | ۱۰/۳ | ۱۰/۶ |
| شاهد | ۳ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۵/۱ | ۵/۲ | ۵/۳ | ۵/۴ | ۵/۵ |
| بیوراک | ۴ | ۷/۳ | ۷/۶ | ۷/۹ | ۸/۱ | ۸/۴ | ۸/۷ | ۹/۰ | ۹/۳ | ۹/۶ | ۹/۹ | ۱۰/۲ | ۱۰/۵ | ۱۰/۸ | ۱۱/۱ |
| شاهد | ۴ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۵/۰ | ۵/۱ | ۵/۲ | ۵/۳ |
| بیوراک | ۵ | ۶/۵ | ۷/۰ | ۷/۱ | ۷/۳ | ۷/۶ | ۷/۹ | ۸/۲ | ۸/۳ | ۸/۸ | ۹/۱ | ۹/۴ | ۹/۷ | ۱۰ | ۱۰/۴ |
| شاهد | ۵ | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| بیوراک | ۶ | ۷/۱ | ۷/۴ | ۷/۷ | ۷/۹ | ۸/۲ | ۸/۵ | ۸/۸ | ۹/۱ | ۹/۴ | ۹/۷ | ۱۰ | ۱۰/۳ | ۱۰/۶ | ۱۰/۹ |
| شاهد | ۶ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۵ | ۵/۲ | ۵/۲ | ۵/۳ | ۵/۴ |
| بیوراک | ۷ | ۶/۸ | ۷/۱ | ۷/۷ | ۷/۷ | ۸/۰ | ۸/۳ | ۸/۶ | ۸/۹ | ۹/۸ | ۹/۸ | ۹/۸ | ۱۰/۱ | ۱۰/۵ | ۱۰/۸ |
| شاهد | ۷ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۴/۹ | ۵/۰ | ۵/۱ |
| بیوراک | ۸ | ۷/۲ | ۷/۵ | ۷/۸ | ۸/۰ | ۸/۳ | ۸/۶ | ۸/۹ | ۹/۲ | ۹/۴ | ۹/۷ | ۱۰/۱ | ۱۰/۴ | ۱۰/۷ | ۱۱/۰ |
| شاهد | ۸ | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| بیوراک | ۹ | ۷/۰ | ۷/۲ | ۷/۵ | ۷/۸ | ۸/۱ | ۸/۴ | ۸/۵ | ۹/۱ | ۹/۴ | ۱۰/۰ | ۱۰/۰ | ۱۰/۳ | ۱۰/۶ | ۱۰/۹ |
| شاهد | ۹ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۵ | ۵/۱ | ۵/۲ |
| بیوراک | ۱۰ | ۷/۲ | ۷/۵ | ۷/۸ | ۸/۱ | ۸/۴ | ۸/۷ | ۸/۹ | ۹/۳ | ۹/۶ | ۹/۹ | ۱۰/۲ | ۱۰/۵ | ۱۰/۸ | ۱۱/۱ |
| شاهد | ۱۰ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۵/۱ | ۵/۲ | ۵/۳ | ۵/۴ | ۵/۵ |



Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 11:03 +0330 on Wednesday October 28th 2020

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۳.** میزان رشد (B) (سانتی‌متر) قلمه‌های مرجان (*A. calthrata*) ( هفته: ۱۴-۱ / قلمه: ۲۰-۱۱)

| نوع سازه | قلمه | هفته | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۴ |
| بیوراک | ۱۱ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۴ | ۳/۷ | ۳/۹ | ۴/۱ | ۴/۴ | ۴/۶ | ۴/۸ | ۵/۲ | ۵/۵ | ۵/۶ | ۵/۸ | ۶ |
| شاهد | ۱۱ | ۳ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۱ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ |
| بیوراک | ۱۲ | ۳ | ۳/۳ | ۳/۵ | ۳/۸ | ۴/۰ | ۴/۳ | ۴/۵ | ۴/۷ | ۵/۰ | ۵/۳ | ۵/۶ | ۵/۹ | ۶/۱ | ۶/۳ |
| شاهد | ۱۲ | ۳ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴ |
| بیوراک | ۱۳ | ۳/۲ | ۳/۵ | ۳/۷ | ۴/۰ | ۴/۳ | ۴/۵ | ۴/۸ | ۵ | ۵/۳ | ۵/۶ | ۵/۹ | ۶/۳ | ۶/۵ | ۶/۹ |
| شاهد | ۱۳ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| بیوراک | ۱۴ | ۳/۱ | ۳/۴ | ۳/۶ | ۳/۹ | ۴/۱ | ۴/۳ | ۴/۶ | ۴/۸ | ۵/۱ | ۵/۵ | ۵/۸ | ۶/۱ | ۶/۴ | ۶/۷ |
| شاهد | ۱۴ | ۳ | ۳ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۳/۹ | ۴ | ۴/۲ |
| بیوراک | ۱۵ | ۳/۱ | ۳/۴ | ۳/۶ | ۳/۸ | ۴/۱ | ۴/۳ | ۴/۶ | ۴/۸ | ۵ | ۵/۴ | ۵/۷ | ۶ | ۶/۲ | ۶/۵ |
| شاهد | ۱۵ | ۳ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴ | ۴ |
| بیوراک | ۱۶ | ۳/۲ | ۳/۵ | ۳/۸ | ۴/۰ | ۴/۲ | ۴/۴ | ۴/۷ | ۴/۹ | ۵/۲ | ۵/۵ | ۵/۷ | ۶ | ۶/۳ | ۶/۶ |
| شاهد | ۱۶ | ۳ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۳/۹ | ۴ | ۴/۱ | ۴/۱ |
| بیوراک | ۱۷ | ۳/۱ | ۳/۳ | ۳/۵ | ۳/۸ | ۴/۰ | ۴/۳ | ۴/۵ | ۴/۷ | ۴/۹ | ۵/۳ | ۵/۶ | ۵/۹ | ۶/۱ | ۶/۳ |
| شاهد | ۱۷ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴ |
| بیوراک | ۱۸ | ۳/۲ | ۳/۵ | ۳/۷ | ۳/۹ | ۴/۱ | ۴/۳ | ۴/۶ | ۴/۸ | ۵/۰ | ۵/۲ | ۵/۵ | ۵/۶ | ۵/۸ | ۶ |
| شاهد | ۱۸ | ۳ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۱ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ |
| بیوراک | ۱۹ | ۳/۲ | ۳/۵ | ۳/۸ | ۴/۱ | ۴/۳ | ۴/۶ | ۴/۸ | ۵ | ۵/۳ | ۵/۶ | ۵/۹ | ۶/۲ | ۶/۵ | ۶/۸ |
| شاهد | ۱۹ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۴ | ۳/۶ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۹ | ۳/۹ | ۴/۱ | ۴/۲ |
| بیوراک | ۲۰ | ۳/۱ | ۳/۴ | ۳/۶ | ۳/۹ | ۴ | ۴/۳ | ۴/۵ | ۴/۸ | ۵ | ۵/۴ | ۵/۷ | ۶ | ۶/۳ | ۶/۵ |
| شاهد | ۲۰ | ۳ | ۳ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴ | ۴/۱ |



Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 11:03 +0330 on Wednesday October 28th 2020

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۴**. میزان رشد (B) (سانتی متر) قلمه های مرجان (*A. calthrata*) ( هفته: ۲۸ -۱۵ / قلمه: ۱۱-۲۰ )

| نوع سازه | قلمه | هفتــه | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ | ۱۸ | ۱۹ | ۲۰ | ۲۱ | ۲۲ | ۲۳ | ۲۴ | ۲۵ | ۲۶ | ۲۷ | ۲۸ |
| بیوراک | ۱۱ | ۶/۲ | ۶/۴ | ۶/۷ | ۶/۹ | ۷/۳ | ۷/۷ | ۸ | ۸/۳ | ۸/۷ | ۹ | ۹/۳ | ۹/۷ | ۱۰ | ۱۰/۴ |
| شاهد | ۱۱ | ۴ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۵/۰ | ۵/۱ | ۵/۲ | ۵/۳ |
| بیوراک | ۱۲ | ۶/۶ | ۶/۹ | ۷/۳ | ۷/۶ | ۷/۹ | ۸/۲ | ۸/۵ | ۸/۸ | ۹/۱ | ۹/۴ | ۹/۷ | ۱۰/۰ | ۱۰/۳ | ۱۰/۶ |
| شاهد | ۱۲ | ۴ | ۴/۲ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۵/۰ | ۵/۱ | ۵/۲ |
| بیوراک | ۱۳ | ۷/۲ | ۷/۵ | ۷/۸ | ۸/۰ | ۸/۳ | ۸/۶ | ۸/۹ | ۹/۲ | ۹/۵ | ۹/۸ | ۱۰/۱ | ۱۰/۴ | ۱۰/۷ | ۱۱/۰ |
| شاهد | ۱۳ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| بیوراک | ۱۴ | ۷ | ۷/۳ | ۷/۷ | ۷/۹ | ۸/۳ | ۸/۷ | ۸/۹ | ۹/۳ | ۹/۶ | ۹ | ۹/۳ | ۹/۷ | ۱۰/۱ | ۱۰/۵ |
| شاهد | ۱۴ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۹ | ۵/۰ | ۵/۱ | ۵/۳ | ۵/۴ | ۵/۵ |
| بیوراک | ۱۵ | ۶/۸ | ۷/۱ | ۷/۴ | ۷/۷ | ۸/۰ | ۸/۳ | ۸/۶ | ۸/۹ | ۹/۲ | ۹/۵ | ۹/۸ | ۱۰/۱ | ۱۰/۵ | ۱۰/۸ |
| شاهد | ۱۵ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۴/۹ | ۵/۰ | ۵/۱ |
| بیوراک | ۱۶ | ۶/۹ | ۷/۲ | ۷/۵ | ۷/۸ | ۸/۱ | ۸/۴ | ۸/۷ | ۹/۱ | ۹/۴ | ۹/۷ | ۱۰/۰ | ۱۰/۳ | ۱۰/۶ | ۱۰/۹ |
| شاهد | ۱۶ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۵ | ۵/۱ | ۵/۲ |
| بیوراک | ۱۷ | ۶/۵ | ۶/۸ | ۷/۱ | ۷/۳ | ۷/۶ | ۷/۹ | ۸/۲ | ۸/۵ | ۸/۸ | ۹/۱ | ۹/۴ | ۹/۷ | ۱۰ | ۱۰/۴ |
| شاهد | ۱۷ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۹ | ۵/۱ | ۵/۲ | ۵/۳ | ۵/۴ | ۵/۵ |
| بیوراک | ۱۸ | ۶/۲ | ۶/۴ | ۶/۷ | ۶/۹ | ۷/۳ | ۷/۷ | ۸ | ۸/۳ | ۸/۷ | ۹ | ۹/۳ | ۹/۷ | ۱۰ | ۱۰/۴ |
| شاهد | ۱۸ | ۴ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۵/۱ | ۵/۲ | ۵/۳ |
| بیوراک | ۱۹ | ۷/۱ | ۷/۴ | ۷/۷ | ۷/۹ | ۸/۲ | ۸/۵ | ۸/۸ | ۹/۱ | ۹/۴ | ۹/۷ | ۱۰ | ۱۰/۳ | ۱۰/۶ | ۱۰/۹ |
| شاهد | ۱۹ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۴/۹ | ۵/۰ | ۵/۱ | ۵/۲ |
| بیوراک | ۲۰ | ۶/۸ | ۷/۱ | ۷/۴ | ۷/۷ | ۸/۰ | ۸/۳ | ۸/۵ | ۸/۸ | ۹/۱ | ۹/۴ | ۹/۷ | ۱۰ | ۱۰/۳ | ۱۰/۶ |
| شاهد | ۲۰ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۵/۱ | ۵/۲ | ۵/۳ | ۵/۴ | ۵/۵ |



Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 11:03 +0330 on Wednesday October 28th 2020

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۵.** میزان رشد (B) (سانتی متر) قلمه های مرجان ( *P.damicornis*) (هفته: ۱-۱۴ / قلمه: ۱-۱۰)

| نوع سازه | قلمه | هفته | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۴ |
| بیوراک | ۱ | ۳/۲ | ۳/۵ | ۳/۸ | ۴/۱ | ۴/۴ | ۴/۷ | ۴/۹ | ۵/۲ | ۵/۵ | ۵/۸ | ۶/۱ | ۶/۴ | ۶/۷ | ۷/۰ |
| شاهد | ۱ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴/۱ | ۴/۲ |
| بیوراک | ۲ | ۳ | ۳/۵ | ۳/۸ | ۴/۲ | ۴/۵ | ۴/۸ | ۵/۲ | ۵/۶ | ۶/۰ | ۶/۴ | ۶/۸ | ۷/۳ | ۷/۷ | ۸/۰ |
| شاهد | ۲ | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| بیوراک | ۳ | ۳/۲ | ۳/۵ | ۳/۸ | ۴/۲ | ۴/۵ | ۴/۸ | ۵/۱ | ۵/۴ | ۵/۷ | ۶/۰ | ۶/۳ | ۶/۶ | ۶/۹ | ۷/۲ |
| شاهد | ۳ | ۳ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴ | ۴ |
| بیوراک | ۴ | ۳/۱ | ۳/۴ | ۳/۸ | ۴/۲ | ۴/۶ | ۵/۰ | ۵/۳ | ۵/۷ | ۶/۱ | ۶/۵ | ۶/۸ | ۷/۱ | ۷/۴ | ۷/۷ |
| شاهد | ۴ | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| بیوراک | ۵ | ۳/۱ | ۳/۴ | ۳/۷ | ۴/۰ | ۴/۳ | ۴/۶ | ۴/۹ | ۵/۲ | ۵/۵ | ۵/۸ | ۶/۱ | ۶/۴ | ۶/۷ | ۷ |
| شاهد | ۵ | ۳ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۱ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ |
| بیوراک | ۶ | ۳/۲ | ۳/۵ | ۳/۸ | ۴/۰ | ۴/۴ | ۴/۸ | ۵/۱ | ۵/۵ | ۵/۸ | ۶/۲ | ۶/۶ | ۶/۹ | ۷/۳ | ۷/۶ |
| شاهد | ۶ | ۳ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴/۰ |
| بیوراک | ۷ | ۳/۳ | ۳/۶ | ۳/۹ | ۴/۲ | ۴/۵ | ۴/۸ | ۵/۱ | ۵/۴ | ۵/۷ | ۶/۰ | ۶/۳ | ۶/۶ | ۶/۹ | ۷/۳ |
| شاهد | ۷ | ۳ | ۳ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴ | ۴/۱ |
| بیوراک | ۸ | ۳/۳ | ۳/۶ | ۳/۹ | ۴/۲ | ۴/۵ | ۴/۸ | ۵/۱ | ۵/۴ | ۵/۸ | ۶/۱ | ۶/۵ | ۶/۷ | ۷/۰ | ۷/۳ |
| شاهد | ۸ | ۳ | ۳ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴ | ۴/۱ |
| بیوراک | ۹ | ۳/۲ | ۳/۶ | ۳/۹ | ۴/۳ | ۴/۶ | ۴/۹ | ۵/۳ | ۵/۶ | ۵/۹ | ۶/۲ | ۶/۵ | ۶/۸ | ۷/۱ | ۷/۵ |
| شاهد | ۹ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴/۰ | ۴/۰ |
| بیوراک | ۱۰ | ۳/۱ | ۳/۴ | ۳/۷ | ۴/۱ | ۴/۴ | ۴/۷ | ۵/۰ | ۵/۳ | ۵/۷ | ۶/۰ | ۶/۳ | ۶/۶ | ۶/۹ | ۷/۳ |
| شاهد | ۱۰ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۳/۹ | ۴ | ۴/۱ |



Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 11:03 +0330 on Wednesday October 28th 2020

www.SID.ir

Archive of SID

**جدول ۶.** میزان رشد (B) (سانتی متر) قلمه های مرجان ( *P.damicornis*) ( هفته: ۲۸ -۱۵ / قلمه: ۱-۱۰)

| نوع سازه | قلمه | هفتــه | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ | ۱۸ | ۱۹ | ۲۰ | ۲۱ | ۲۲ | ۲۳ | ۲۴ | ۲۵ | ۲۶ | ۲۷ | ۲۸ |
| بیوراک | ۱ | ۸/۳ | ۸/۶ | ۸/۹ | ۹/۲ | ۹/۵ | ۹/۸ | ۱۰/۱ | ۱۰/۴ | ۱۰/۷ | ۱۱/۰ | ۱۱/۳ | ۱۱/۶ | ۱۱/۸ | ۱۲/۱ |
| شاهد | ۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۵ | ۵/۲ | ۵/۲ | ۵/۳ | ۵/۴ |
| بیوراک | ۲ | ۷/۳ | ۷/۷ | ۷/۹ | ۸/۳ | ۸/۷ | ۹/۰ | ۹/۳ | ۹/۶ | ۹/۹ | ۱۰/۲ | ۱۰/۵ | ۱۰/۸ | ۱۱/۱ | ۱۱/۴ |
| شاهد | ۲ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| بیوراک | ۳ | ۸ | ۸/۳ | ۸/۷ | ۸/۹ | ۹/۳ | ۹/۷ | ۱۰/۱ | ۱۰/۵ | ۱۰/۸ | ۱۱/۱ | ۱۱/۴ | ۱۱/۶ | ۱۱/۹ | ۱۲/۲ |
| شاهد | ۳ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۴/۹ | ۵/۰ | ۵/۱ |
| بیوراک | ۴ | ۷/۵ | ۷/۸ | ۸/۱ | ۸/۴ | ۸/۸ | ۹/۱ | ۹/۴ | ۹/۷ | ۱۰/۱ | ۱۰/۵ | ۱۰/۸ | ۱۱/۴ | ۱۱/۷ | ۱۲/۱ |
| شاهد | ۴ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| بیوراک | ۵ | ۷/۶ | ۷/۹ | ۸/۳ | ۸/۷ | ۹/۰ | ۹/۳ | ۹/۶ | ۹/۹ | ۱۰/۳ | ۱۰/۶ | ۱۰/۹ | ۱۱/۳ | ۱۱/۶ | ۱۲/۰ |
| شاهد | ۵ | ۳/۹ | ۴/۰ | ۴/۰ | ۴/۱ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ |
| بیوراک | ۶ | ۷/۸ | ۸/۲ | ۸/۶ | ۹/۰ | ۹/۳ | ۹/۶ | ۹/۹ | ۱۰/۳ | ۱۰/۷ | ۱۱/۰ | ۱۱/۳ | ۱۱/۶ | ۱۱/۹ | ۱۲/۳ |
| شاهد | ۶ | ۴/۰ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۵/۰ | ۵/۱ | ۵/۲ |
| بیوراک | ۷ | ۷/۵ | ۷/۸ | ۸/۰ | ۸/۳ | ۸/۶ | ۹/۰ | ۹/۳ | ۹/۶ | ۹/۹ | ۱۰/۳ | ۱۰/۷ | ۱۱/۱ | ۱۱/۴ | ۱۱/۷ |
| شاهد | ۷ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۵/۱ | ۵/۲ | ۵/۳ | ۵/۴ | ۵/۵ |
| بیوراک | ۸ | ۷/۶ | ۷/۹ | ۸/۲ | ۸/۵ | ۸/۹ | ۹/۲ | ۹/۵ | ۹/۸ | ۱۰/۱ | ۱۰/۵ | ۱۰/۸ | ۱۱/۱ | ۱۱/۵ | ۱۱/۸ |
| شاهد | ۸ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۵/۱ | ۵/۲ | ۵/۳ | ۵/۴ | ۵/۵ |
| بیوراک | ۹ | ۷/۹ | ۸/۳ | ۸/۶ | ۸/۹ | ۹/۲ | ۹/۵ | ۹/۸ | ۱۰/۱ | ۱۰/۴ | ۱۰/۷ | ۱۱/۱ | ۱۱/۵ | ۱۱/۸ | ۱۲/۳ |
| شاهد | ۹ | ۴/۱ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۴/۸ |
| بیوراک | ۱۰ | ۷/۳ | ۷/۷ | ۸/۱ | ۸/۵ | ۸/۹ | ۹/۳ | ۹/۷ | ۱۰/۱ | ۱۰/۴ | ۱۰/۸ | ۱۱/۲ | ۱۱/۵ | ۱۱/۹ | ۱۲/۳ |
| شاهد | ۱۰ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۵/۰ | ۵/۱ | ۵/۲ | ۵/۳ |



Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 11:03 +0330 on Wednesday October 28th 2020

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۷.** میزان رشد (B) (سانتی متر) قلمه های مرجان ( *P.damicornis*) ( هفته: ۱۴-۱ / قلمه: ۱۱-۲۰)

| نوع سازه | قلمه | هفتــه | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۴ |
| بیوراک | ۱۱ | ۳/۲ | ۳/۵ | ۳/۸ | ۴/۱ | ۴/۴ | ۴/۷ | ۴/۹ | ۵/۲ | ۵/۵ | ۵/۸ | ۶/۱ | ۶/۴ | ۶/۷ | ۷/۰ |
| شاهد | ۱۱ | ۳ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۱ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ |
| بیوراک | ۱۲ | ۳ | ۳/۵ | ۳/۸ | ۴/۲ | ۴/۵ | ۴/۸ | ۵/۲ | ۵/۶ | ۶/۰ | ۶/۴ | ۶/۸ | ۷/۳ | ۷/۷ | ۸/۰ |
| شاهد | ۱۲ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴ |
| بیوراک | ۱۳ | ۳/۲ | ۳/۵ | ۳/۸ | ۴/۲ | ۴/۵ | ۴/۸ | ۵/۱ | ۵/۴ | ۵/۷ | ۶/۰ | ۶/۳ | ۶/۶ | ۶/۹ | ۷/۲ |
| شاهد | ۱۳ | ۳ | ۳ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴ | ۴/۱ |
| بیوراک | ۱۴ | ۳/۱ | ۳/۴ | ۳/۸ | ۴/۲ | ۴/۶ | ۵/۰ | ۵/۳ | ۵/۷ | ۶/۱ | ۶/۵ | ۶/۸ | ۷/۱ | ۷/۴ | ۷/۷ |
| شاهد | ۱۴ | ۳ | ۳ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۳/۹ | ۴ | ۴/۲ |
| بیوراک | ۱۵ | ۳/۱ | ۳/۴ | ۳/۷ | ۴/۰ | ۴/۳ | ۴/۶ | ۴/۹ | ۵/۲ | ۵/۵ | ۵/۸ | ۶/۱ | ۶/۴ | ۶/۷ | ۷ |
| شاهد | ۱۵ | ۳ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۳/۹ | ۴ | ۴/۱ | ۴/۱ |
| بیوراک | ۱۶ | ۳/۲ | ۳/۵ | ۳/۸ | ۴/۰ | ۴/۴ | ۴/۸ | ۵/۱ | ۵/۵ | ۵/۸ | ۶/۲ | ۶/۶ | ۶/۹ | ۷/۳ | ۷/۶ |
| شاهد | ۱۶ | ۳ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴ | ۴ |
| بیوراک | ۱۷ | ۳/۳ | ۳/۶ | ۳/۹ | ۴/۲ | ۴/۵ | ۴/۸ | ۵/۱ | ۵/۴ | ۵/۷ | ۶/۰ | ۶/۳ | ۶/۶ | ۶/۹ | ۷/۳ |
| شاهد | ۱۷ | ۳ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۸ | ۳/۹ | ۴ |
| بیوراک | ۱۸ | ۳/۳ | ۳/۶ | ۳/۹ | ۴/۲ | ۴/۵ | ۴/۸ | ۵/۱ | ۵/۴ | ۵/۸ | ۶/۱ | ۶/۵ | ۶/۷ | ۷/۰ | ۷/۳ |
| شاهد | ۱۸ | ۳ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۱ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۴ | ۳/۵ | ۳/۶ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۳/۹ |
| بیوراک | ۱۹ | ۳/۲ | ۳/۶ | ۳/۹ | ۴/۳ | ۴/۶ | ۴/۹ | ۵/۳ | ۵/۶ | ۵/۹ | ۶/۲ | ۶/۵ | ۶/۸ | ۷/۱ | ۷/۵ |
| شاهد | ۱۹ | ۳ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۳/۴ | ۳/۶ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۷ | ۳/۹ | ۳/۹ | ۴/۱ | ۴/۲ |
| بیوراک | ۲۰ | ۳/۱ | ۳/۴ | ۳/۷ | ۴/۱ | ۴/۴ | ۴/۷ | ۵/۰ | ۵/۳ | ۵/۷ | ۶/۰ | ۶/۳ | ۶/۶ | ۶/۹ | ۷/۳ |
| شاهد | ۲۰ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |



Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 11:03 +0330 on Wednesday October 28th 2020

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۸**. میزان رشد (B) (سانتی متر) قلمه های مرجان ( *P.damicornis*) ( هفته: ۲۸-۱۵ / قلمه: ۱۱-۲۰)

| نوع سازه | قلمه | هفتــه | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ | ۱۸ | ۱۹ | ۲۰ | ۲۱ | ۲۲ | ۲۳ | ۲۴ | ۲۵ | ۲۶ | ۲۷ | ۲۸ |
| بیوراک | ۱۱ | ۷/۳ | ۷/۷ | ۷/۹ | ۸/۳ | ۸/۷ | ۹/۰ | ۹/۳ | ۹/۶ | ۹/۹ | ۱۰/۲ | ۱۰/۵ | ۱۰/۸ | ۱۱/۱ | ۱۱/۴ |
| شاهد | ۱۱ | ۴ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۵/۱ | ۵/۲ | ۵/۳ |
| بیوراک | ۱۲ | ۸/۳ | ۸/۶ | ۸/۹ | ۹/۲ | ۹/۵ | ۹/۸ | ۱۰/۱ | ۱۰/۴ | ۱۰/۷ | ۱۱/۰ | ۱۱/۳ | ۱۱/۶ | ۱۱/۸ | ۱۲/۱ |
| شاهد | ۱۲ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۹ | ۵/۱ | ۵/۲ | ۵/۳ | ۵/۴ | ۵/۵ |
| بیوراک | ۱۳ | ۷/۵ | ۷/۸ | ۸/۱ | ۸/۴ | ۸/۸ | ۹/۱ | ۹/۴ | ۹/۷ | ۱۰/۱ | ۱۰/۵ | ۱۰/۸ | ۱۱/۴ | ۱۱/۷ | ۱۲/۱ |
| شاهد | ۱۳ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۵/۱ | ۵/۲ | ۵/۳ | ۵/۴ | ۵/۵ |
| بیوراک | ۱۴ | ۸ | ۸/۳ | ۸/۷ | ۸/۹ | ۹/۳ | ۹/۷ | ۱۰/۱ | ۱۰/۵ | ۱۰/۸ | ۱۱/۱ | ۱۱/۴ | ۱۱/۶ | ۱۱/۹ | ۱۲/۲ |
| شاهد | ۱۴ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۹ | ۵/۰ | ۵/۱ | ۵/۳ | ۵/۴ | ۵/۵ |
| بیوراک | ۱۵ | ۷/۳ | ۷/۷ | ۸/۱ | ۸/۵ | ۸/۹ | ۹/۳ | ۹/۷ | ۱۰/۱ | ۱۰/۴ | ۱۰/۸ | ۱۱/۲ | ۱۱/۵ | ۱۱/۹ | ۱۲/۳ |
| شاهد | ۱۵ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۵ | ۵/۱ | ۵/۲ |
| بیوراک | ۱۶ | ۷/۹ | ۸/۳ | ۸/۶ | ۸/۹ | ۹/۲ | ۹/۵ | ۹/۸ | ۱۰/۱ | ۱۰/۴ | ۱۰/۷ | ۱۱/۱ | ۱۱/۵ | ۱۱/۸ | ۱۲/۳ |
| شاهد | ۱۶ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۴/۹ | ۵/۰ | ۵/۱ |
| بیوراک | ۱۷ | ۷/۶ | ۷/۹ | ۸/۲ | ۸/۵ | ۸/۹ | ۹/۲ | ۹/۵ | ۹/۸ | ۱۰/۱ | ۱۰/۵ | ۱۰/۸ | ۱۱/۱ | ۱۱/۵ | ۱۱/۸ |
| شاهد | ۱۷ | ۴ | ۴/۲ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۵/۰ | ۵/۱ | ۵/۲ |
| بیوراک | ۱۸ | ۷/۵ | ۷/۸ | ۸/۰ | ۸/۳ | ۸/۶ | ۹/۰ | ۹/۳ | ۹/۶ | ۹/۹ | ۱۰/۳ | ۱۰/۷ | ۱۱/۱ | ۱۱/۴ | ۱۱/۷ |
| شاهد | ۱۸ | ۴ | ۴/۱ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۵/۰ | ۵/۱ | ۵/۲ | ۵/۳ |
| بیوراک | ۱۹ | ۷/۸ | ۸/۲ | ۸/۶ | ۹/۰ | ۹/۳ | ۹/۶ | ۹/۹ | ۱۰/۳ | ۱۰/۷ | ۱۱/۰ | ۱۱/۳ | ۱۱/۶ | ۱۱/۹ | ۱۲/۳ |
| شاهد | ۱۹ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۶ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۸ | ۴/۹ | ۴/۹ | ۵/۰ | ۵/۱ | ۵/۲ |
| بیوراک | ۲۰ | ۷/۶ | ۷/۹ | ۸/۳ | ۸/۷ | ۹/۰ | ۹/۳ | ۹/۶ | ۹/۹ | ۱۰/۳ | ۱۰/۶ | ۱۰/۹ | ۱۱/۳ | ۱۱/۶ | ۱۲/۰ |
| شاهد | ۲۰ | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |



Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 11:03 +0330 on Wednesday October 28th 2020

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 11:03 +0330 on Wednesday October 28th 2020

**جدول ۹.** عوامل فیزیکی و شیمیایی آب در محل قرارگیری سازه‌ی بیوراک

| هفتـه | عوامل فیزیکی و شیمیایی | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | دمـا (درجه سانتی‌گراد) | شوری ( psu) | چگالی ($Kg/m^3$) | اکسیژن محلول (Mg/l) | pH |
| ۱ | ۲۷/۸ | ۳۷/۳ | ۲۳/۶ | ۶/۴ | ۸/۱۶ |
| ۲ | ۲۷/۸ | ۳۷/۴ | ۲۳/۵ | ۶/۴ | ۸/۱۷ |
| ۳ | ۲۸/۴ | ۳۷/۰ | ۲۳/۳ | ۶/۳ | ۸/۱۸ |
| ۴ | ۲۸/۵ | ۳۶/۹ | ۲۳/۳ | ۶/۳ | ۸/۱۹ |
| ۵ | ۲۸/۶ | ۳۶/۹ | ۲۳/۲ | ۶/۲ | ۸/۱۷ |
| ۶ | ۲۸/۷ | ۳۶/۸ | ۲۳/۲ | ۶/۲ | ۸/۱۸ |
| ۷ | ۲۹/۰ | ۳۶/۸ | ۲۳/۲ | ۶/۱ | ۸/۱۶ |
| ۸ | ۲۹/۱ | ۳۶/۹ | ۲۳/۱ | ۶/۲ | ۸/۱۴ |
| ۹ | ۲۹/۳ | ۳۶/۸ | ۲۳/۲ | ۶/۱ | ۸/۱۵ |
| ۱۰ | ۲۹/۴ | ۳۶/۹ | ۲۳/۱ | ۶/۲ | ۸/۱۷ |
| ۱۱ | ۲۹/۶ | ۳۷/۹ | ۲۳/۰ | ۶/۱ | ۸/۱۸ |
| ۱۲ | ۲۹/۷ | ۳۷/۸ | ۲۳/۱ | ۶/۱ | ۸/۱۹ |
| ۱۳ | ۲۹/۸ | ۳۷/۷ | ۲۳/۰ | ۶/۱ | ۸/۱۵ |
| ۱۴ | ۲۹/۹ | ۳۷/۷ | ۲۳/۱ | ۶/۲ | ۸/۱۶ |
| ۱۵ | ۳۰/۰ | ۳۷/۷ | ۲۳/۰ | ۶/۱ | ۸/۱۶ |
| ۱۶ | ۳۰/۱ | ۳۷/۷ | ۲۲/۹ | ۶/۱ | ۸/۱۷ |
| ۱۷ | ۳۰/۲ | ۳۷/۶ | ۲۲/۸ | ۶/۰ | ۸/۱۹ |
| ۱۸ | ۳۰/۳ | ۳۷/۵ | ۲۲/۷ | ۶/۰ | ۸/۱۸ |
| ۱۹ | ۲۸/۸ | ۳۷/۴ | ۲۳/۲ | ۶/۴ | ۸/۱۴ |
| ۲۰ | ۲۸/۷ | ۳۷/۳ | ۲۳/۳ | ۶/۵ | ۸/۱۸ |
| ۲۱ | ۲۸/۶ | ۳۷/۲ | ۲۳/۴ | ۶/۴ | ۸/۱۹ |
| ۲۲ | ۲۸/۵ | ۳۷/۱ | ۲۳/۶ | ۶/۳ | ۸/۱۷ |
| ۲۳ | ۲۷/۴ | ۳۶/۸ | ۲۳/۸ | ۶/۶ | ۸/۱۶ |
| ۲۴ | ۲۷/۴ | ۳۶/۹ | ۲۳/۹ | ۶/۶ | ۸/۱۵ |
| ۲۵ | ۲۷/۳ | ۳۶/۹ | ۲۴/۱ | ۶/۷ | ۸/۱۸ |
| ۲۶ | ۲۷/۳ | ۳۶/۸ | ۲۴/۲ | ۶/۶ | ۸/۱۹ |
| ۲۷ | ۲۶/۵ | ۳۶/۸ | ۲۴/۲ | ۶/۸ | ۸/۱۸ |
| ۲۸ | ۲۶/۴ | ۳۶/۸ | ۲۴/۲ | ۶/۸ | ۸/۱۷ |
| میانگین± انحراف معیار | ۲۸/۷۳±۱/۱۵ | ۳۷/۱۹±۰/۳۷ | ۲۳/۳۶±۰/۴۲ | ۶/۳۱±۰/۲۳ | ۸/۱۷±۰/۰۱ |


www.SID.ir

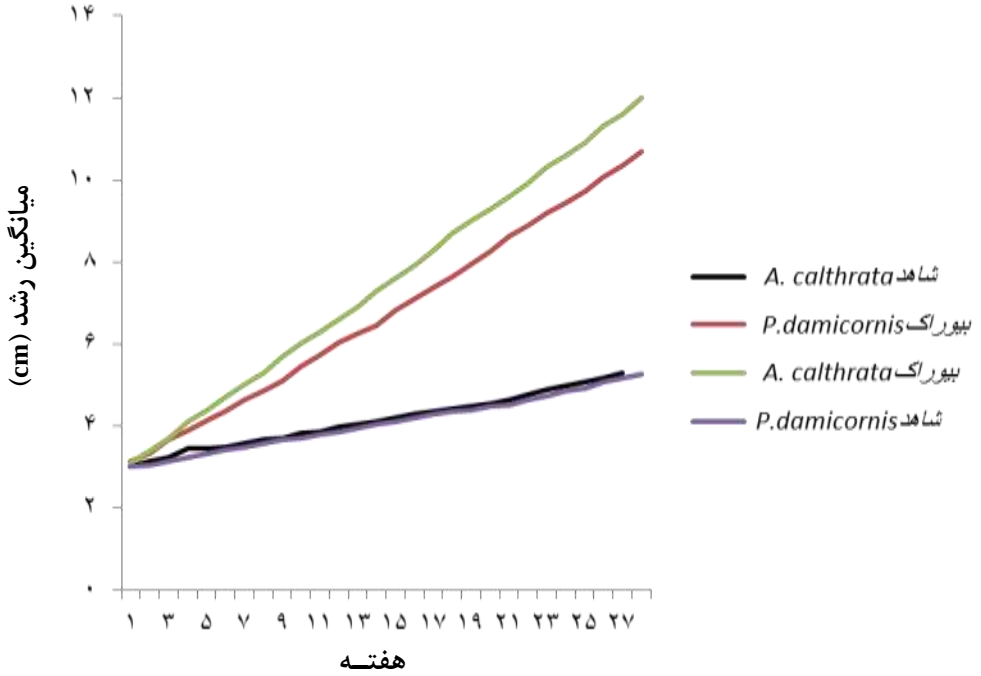
Archive of SID

Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 11:03 +0330 on Wednesday October 28th 2020

**جدول ۱۰.** کارایی رشد و درصد بازماندگی قلمه‌های مرجان (*P. damicornis*) و در سازه‌ی بیوراک و فاقد بیوراک

| | کارآیی رشد (P) | | نرخ بازماندگی (درصد) | |
|---|---|---|---|---|
| | *P. damicornis* | *A. calthrata* | *P. damicornis* | *A. calthrata* |
| شاهد | ۰/۲۷±۰/۰۱[a] | ۰/۳۲±۰/۰۱[a] | ۸۵ | ۸۵ |
| بیوراک | ۰/ ۰۸±۰/۰۱[b] | ۰/ ۰۸±۰/۰۱[b] | ۱۰۰ | ۱۰۰ |

حروف مشابه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در هر ستون است( $p> ۰/۰۵$ )




**شکل ۲.** روند میانگین رشد مرجان *P.damicornis* و *A. calthrata* در سازه‌ی بیوراک نسبت به سازه‌ی شاهد در طول دوره‌ی مورد بررسی

## بحث

قرارگیری دو گونه‌ی *P. damicornis* و *A. calthrata* در معرض پروسه‌ی بیوراک سبب افزایش میزان و نرخ رشد و نیز درصد بازماندگی آن‌ها نسبت به نمونه‌های شاهد گردیده است. استفاده از تکنولوژی بیوراک سبب رشد ساختارهای آهکی در شکل‌ها و اندازه‌های مختلف در دریا می‌گردد که سبب ترمیم مواد ساخته شده در دریا می‌شود که این مسئله در افزایش استحکام آن‌ها نیز مؤثر می‌باشد (Eggeling, 2006). استفاده از این تکنولوژی سبب افزایش نشست لاروی، افزایش نرخ رشد و بازماندگی و افزایش مقاومت به استرس‌هایی نظیر درجه حرارت بالا، رسوب‌گذاری، پرغذایی در مرجان‌های سخت و نرم، اویی‌تر، علف‌های دریایی و سایر موجودات می‌گردد. انواع دیگر آبزیان نظیر صدف‌ها، تونیکات، اسفنج و ماهیان نیز پس از قرارگیری در معرض یک میدان الکتریکی، رشد و افزایش جمعیت را نشان می‌دهند. با این حال در این زمینه مطالعات کمی صورت گرفته است. رشد مرجان گورگنیا در زمان استفاده از تکنولوژی بیوراک نسبت به نمونه‌ی شاهد رشد ۲ تا ۱۰ برابری (با میانگین ۳/۱۷ برابری) را نشان می‌دهد (Fitri and Rachman, 2012; Nitzsche, 2012). نرخ بازماندگی مرجان‌های سخت ( *et* Jompa *al*., 2012) و مرجان‌های نرم (Berger *et al*., 2012) و اویستر (Shorr *et al*., 2012) و گیاهان سالت مارش ( *et al*., Cervino 2012) پس از قرارگیری در یک میدان الکتریکی نسبت به نمونه‌هایی که در میدان قرار نداشتند با میانگین ۳/۴۷ برابر بیشتر بود. در این تحقیق نیز روند مشابهی در زمینه افزایش رشد و نرخ بازماندگی مرجان‌ها مشاهده گردید. در یک


www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 11:03 +0330 on Wednesday October 28th 2020

محیط پرتنش و پراسترس نظیر بالا بودن درجه‌ی حرارت، رسوب‌گذاری بالا و محیط پرغذایی و غیره تمامی نمونه‌ها از بین می‌روند. این در حالی است که با قرارگیری در میدان الکتریکی اکثر گونه‌ها زنده می‌مانند. در رخداد سفیدشدگی که در سال ۲۰۱۰ در تایلند رخ داد نیز مرجان‌هایی که در آن‌ها از تکنولوژی بیوراک استفاده شده بود دارای نرخ مرگ و میر کمتر و بازماندگی بالاتر و نیز نرخ احیاء سریع‌تری بودند (Goreau and Sarkisian, 2010). روند مشابهی در زمینه‌ی افزایش نرخ بازماندگی گونه‌های مختلف مرجان در این بررسی نیز یافت گردید. با بررسی و مقایسه ۶ گونه از مرجان‌ها که در آن‌ها از تکنولوژی بیوراک استفاده شده است، نشان داد که در این مرجان‌ها رشد و تراکم جلبک‌های همزیست بالاتر بود (*et al*., Goreau 2004). استفاده از شاخص میوتیک نشان داد که نرخ تقسیم سلولی جلبک‌های همزیست *Symbiodinium* sp بالاتر بود. با این حال اثرات استفاده از روش بیوراک بر روی جلبک‌های همزیست مرجان به طور کامل مشخص نشده است که در این زمینه تحقیقات و مطالعات بیشتر مورد نیاز می‌باشد.

نتایج بیانگر میزان و نرخ متفاوت رشد مرجان گونه‌های *P. damicornis* و *A. calthrata* پس از قرارگیری در معرض میدان الکتریکی است. به‌طور طبیعی تمامی ارگانیسم‌ها و گونه‌های مختلف پاسخ یکسانی در برابر بهبود شرایط طبیعی نظیر آنچه در زمان استفاده از تکنولوژی بیوراک رخ می‌دهد، نشان نمی‌دهند. برخی ارگانیسم‌ها میزان رشد بیشتری را نسبت به دیگران دارند. در کشاورزی و پس از استفاده از بارور کننده‌ها برخی از گیاهان میزان نوترینتهای بیشتری را دریافت و استفاده می‌کنند و درنتیجه رشد سریع‌تری دارند و در برخی موارد حتی گیاهانی که کمتر رشد کرده‌اند از بین می‌روند. از این رو سازه بیوراک به میزان زیادی مشابه باغبانی است تا اینکه شبیه جنگلداری باشد (Goreau and Hilbertz, 2012). این امر می‌تواند یکی از فواید بسیار مهم استفاده از تکنولوژی بیوراک محسوب گردد، چرا که رشد متفاوت گونه‌های مختلف در زمان قرارگیری در معرض میدان الکتریکی یکسان سبب حفظ تنوع زیستی و تنوع ژنتیکی و حفظ توالی و بقاء اکوسیستم مرجانی می‌گردد (Goreau and Hilbertz, 2012). مطالعات Goreaue و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که استفاده از تکنولوژی بیوراک در ایجاد تنوع زیستی در اکوسیستم‌های مرجانی مؤثر است که این با نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق درزمینهی رشد متفاوت دو گونه مرجان همخوانی و مطابقت دارد و آن را توجیه می‌نماید. وجود رشد تک‌گونه‌ای همچنین می‌تواند سبب شیوع انواع بیماری‌ها در اکوسیستم گردد. حفظ و تنوع گونه‌ای و ژنتیکی در اکوسیستم‌های مرجانی در به جریان انداختن انرژی در چرخه غذایی این اکوسیستم‌ها نقش بسزایی ایفا می‌نمایند (Goreau and Hayes, 2005). مشخص گردیده است که هر ارگانیسم و گونه‌های مختلف جانداران دارای تفاوت‌هایی در میزان و نوع کارکرد گرادیان ولتاژ الکتریکی هستند و کارایی این گرادیان در شرایط مختلف متفاوت است که این مسئله یکی دیگر از دلایل رشد متفاوت گونه‌های مختلف مرجان می‌تواند باشد. به عبارت دیگر تمامی ارگانیسم‌ها و گونه‌ها نسبت به پروسه‌ی بیوراک واکنش مثبتی را نشان می‌دهند، با این حال درجه و دامنه‌ی مطلوب برای گونه‌های مختلف متفاوت است. دلیل اصلی رشد بالاتر مرجان‌ها در وهله اول می‌تواند به خاطر ایجاد pH بالا در قطب کاتد باشد که این روند به واسطه‌ی الکترولیز آب ایجاد می‌شود (Goreau *et al*., 2012). مرجان‌های ریفساز و جلبک‌های آهکی درون بافت‌های خود شرایطی با pH بالا را ایجاد می‌نمایند که این امر به وسیله‌ی برداشت دی‌اکسید کربن در خلال فتوسنتز صورت می‌گیرد. ایجاد این شرایط نیازمند انرژی متابولیک برای پمپ یون کلسیم به محل انباشته شدن توده‌های کلسیم در بافت‌های بدن (آهک سازی) است (Stromberg *et al*., 2010). مشخص‌شده است که قرارگیری مرجان‌ها و جلبک‌های آهکی در محیطی با pH بالاتر در خلال پروسه بیوراک، سبب می‌گردد تا انرژی متابولیک که در حالت عادی برای پمپاژ یونی استفاده می‌شد، در ارگانیسم‌های که در سازه بیوراک قرار می‌گیرند صرف رشد موجود می‌گردد. با این حال مشخص‌شده است که موجوداتی که دارای ساختار آهکی نیستند در خلال پروسه بیوراک رشد بیشتری را نشان می‌دهند. این مسئله نشان‌دهنده وجود یک مکانیسم کلی‌تر برای این روند است. مکانیسم‌های بیوشیمیایی و بیوفیزیک گسترده‌ای در خلال پروسه‌ی بیوراک فعال می‌گردند که سبب بهبود انرژی متابولیک و سلامت فیزیولوژیک موجودات می‌شوند. تمامی سلول‌ها دارای یک گرادیان ولتاژ الکتریکی در غشاء خود هستند که این شیب ولتاژ سبب جداسازی محیط بیرون و درون سلول می‌گردد. درون سلول دارای بار منفی‌تر نسبت به بیرون سلول است. قرارگیری ارگانیسم‌ها در معرض میدان الکتریکی در خلال پروسه بیوراک سبب می‌گردد که این گرادیان تقویت‌شده و سلول نیازمند صرف انرژی برای حفظ این گرادیان نباشد و


www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 11:03 +0330 on Wednesday October 28th 2020

درنتیجه الکترون‌های با بار منفی و پروتون‌های با بار مثبت در خلاف جهت یکدیگر بدون صرف انرژی حرکت می‌کنند. آنزیم‌هایی که در سلول و غشاء سلول قرار دارند در ایجاد این شیب الکتریکی نقش دارند. این آنزیم‌ها با ایجاد یک شرایط بیوفیزیکی، محیط مناسبی را برای ساخت انرژی بیوشیمیایی فراهم می‌آورند (Vaccarella and Goreau, 2012). مطالعات بیشتر در زمینه‌ی کسب اطلاعات پیرامون شرایط مطلوب استفاده از تکنولوژی بیوراک برای گونه‌های مختلف لازم و ضروری است و از آنجایی‌که استفاده از میدان الکتریکی در این تکنولوژی در جهت حفظ اختلاف پتانسیل در سلول‌ها استفاده می‌شود. استفاده از این روش برای دامنه‌ی گسترده‌ای از موجودات کارایی دارد. با این حال میزان جریان مورد استفاده و شرایط آن در گونه‌های مختلف متفاوت است که این دلیل نیز می‌تواند به‌عنوان یکی از عوامل دیگر رشد متفاوت گونه‌های مختلف مرجان باشد.

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که دو گونه‌ی *P.damicornis* و *A. calthrata* پس از قرارگیری در معرض میدان الکتریکی افزایش رشد حدود دو برابری را نشان می‌دهند. با این حال میزان رشد دو گونه با یکدیگر روند مشابهی را نشان نمی‌دهد. نتایج این بررسی نشان‌دهنده افزایش نرخ زنده ماندن قلمه‌های مرجانی در سازه‌ی بیوراک نسبت به سازه فاقد بیوراک بودند. نتایج این تحقیق بیانگر کارایی بالای استفاده از تکنولوژی بیوراک در حفاظت و بازسازی اکوسیستم‌های مرجانی از طریق افزایش میزان و نرخ رشد و نیز میزان بقاء گونه‌های مختلف مرجانی دارد. درعین‌حال استفاده از این تکنولوژی در حفظ و افزایش تنوع زیستی و ژنتیکی اکوسیستم مرجانی نقش مهمی دارد. استفاده از این تکنولوژی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مهم در پروژه‌های حفاظت و نیز بازسازی اکوسیستم‌های مرجانی در نقاط سواحل مرجانی خلیج‌فارس و دریای عمان مورداستفاده قرار گیرد.

## تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پروژه" کاشت مرجان به روش بیوراک در خلیج چابهار " است که تحت حمایت مادی و معنوی به‌عنوان طرح درون دانشگاهی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد چابهار صورت گرفته است.

## منابـع

Beddoe, L., Goreau, T.J., Agard, J.B.R., George, M., Phillip, D.A.T. 2010. Electrical Enhancement of Coral Growth: A Pilot Study. In: Lawrence, A., Nelson, H.P. (eds.). Proceedings of the First Research Symposium on Biodiversity in Trinidad and Tobago, University of the West Indies. 116-122.

Berger, N., Haseltine, M., Boehm, J.T., Goreau, T.J. 2012. Increased Oyster Growth and Survival Using Biorock Technology. In: Goreau, T.J., Trench, R.K. (eds.). Innovative Methods of Marine Ecosystem Restoration, CRC Press, Boca Raton. pp. 141-150.

Cervino, J., Gjoza, D., Lin, C., Weeks, R., Goreau, T.J. 2012. Electrical Fields Increase Salt Marsh Survival and Growth and Speed Restoration in Adverse Conditions. In: Goreau, T.J., Trench, R.K. (eds.). Innovative Methods of Marine Ecosystem Restoration, CRC Press, Boca Raton, Florida. pp. 169-178.

Eggeling, D. 2006. Electro-Mineral Accretion Assisted Coral Growth: An Aquarium Environment. Townsville Aquarium, Queensland. 21-35.

Fitri, D., Rachman, M.A. 2012. Gorgonian Soft Corals Have Higher Growth and Survival in Electrical Fields. In: Goreau, T.J., Trench, R.K. (eds.). Innovative Methods of Marine Ecosystem Restoration, CRC Press, Boca Raton. pp. 105-111.

Goreau, T.J., Cervino, J., Pollina, R. 2004. Increased Zooxanthellae Numbers and Mitotic Indices in Electrically Stimulated Corals. Symbiosis. 37: 107-120.

Goreau, T.J., Hayes, R.L. 2005. Global coral reef bleaching and sea surface temperature trends from satellite-derived hotspot analysis. World Resource Review. 17: 254-293.

Goreau, T.J. 2009. Biorock as a technical adaptation strategy for coral reef protection and restoration in the tourism industry. Global Coral Reef Alliance, USA. 25-52.


www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 11:03 +0330 on Wednesday October 28th 2020

Goreau, T.J., Sarkisian, T. 2010. Electric Coral Reef Restoration in Thailand. Asia Pacific Coral Reef Symposium. 2: 100.

Goreau, T.J., Hilbertz, W. 2012. Reef Restoration Using Seawater Electrolysis in Jamaica. In: Goreau, T.J., Trench, R.K. (eds.). Innovative Methods of Marine Ecosystem Restoration, CRC Press, Boca Raton. pp. 35-45.

Goreau, T.J., Hilbertz, W., Hakeem, A.A.A., Sarkisian, T., Gutzeit, F., Spenhoff, A. 2012. Restoring Reefs to Grow Back Beaches and Protect Coasts from Erosion and Sea Level Rise. In: Goreau, T.J., Trench, R.K. (eds.). Innovative Methods of Marine Ecosystem Restoration, CRC Press, Boca Raton. pp. 11-34.

Jompa, J., Suharto, Anpusyahnur, E.M., Dwija, P.N. Subagio, J., Alimin, I., Anwar, R., Syamsuddin, S., Radiman, T.H.U., Triyono, H., Sue, R.A., Soeyasa, N. 2012. Electrically Stimulated Corals in Indonesia Reef Restoration Projects Show Greatly Accelerated Growth Rates. In: Goreau, T.J. and Trench, R.K. (eds.). Innovative Methods of Marine Ecosystem Restoration, CRC Press, Boca Raton. pp. 47-58.

Kudus, A., Dan, I., Wijaya, I. 2001. Transplantasi Biota Karang. Laporanke-1. Program Penelitian. IPB. Bogor. 133 Hal.

Moradi, M., Janfaza, E., Nabipur, I. 2015. Coral Reef Destruction in Bushehr's Coastal with Incredible speed in Persian Gulf (the study of hard corals status in Jofreh Port in coast of Busheher as a case study), Coral Reef of Arabia conference, 15-17 February 2015, NYU Abu Dhabi.

Natasasmita, D., Wijayanti, D.P., Suryono, C.A. 2016. The Effects of Electrical Voltage Differences and Initial Fragment Size on Growth Performance and Survival Rate of Coral *Acropora cerealis* in Biorock Method. Journal of Aquaculture & Marine Biology. 4(4): 86-92.

Nitzsche, J. 2012. Electricity Protects Coral from Overgrowth by an Encrusting Sponge in Indonesia. In: Goreau, T.J., Trench, R.K. (eds.). Innovative Methods of Marine Ecosystem Restoration, CRC Press, Boca Raton. pp. 91-103.

Riegl, B., Purkis, J.S. 2012. Coral reef of the Gulf. Adaptation to climatic extremes. Dordrecht: Springer-Verlag. pp. 187–224.

Sabater, M.G., Yap, H.T. 2004. Long-Term effects of mineral accretion on growth, survival and corallite properties of *Porites cylindrica* Dana. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 311: 355-374.

Sheppard, C.R.C., Price, P., Roberts, C. 1992. Marine Ecology of the Arabian Region. Academic Press, London. 347 p.

Shokri, M.R., Haeri-Ardakani, O., Sharifi, A., Abdoullahi, P., Nazarian, M. 2000. Status of coral reefs around Kish Island in the Iranian Persian Gulf. In Proceedings of the International Symposium on the Extent and Impact of Coral Bleaching in the Arabian Region 5–9 February 2000. Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia. pp. 1-14.

Shorr, J., Cervino, J., Lin, C., Weeks, R., Goreau, T.J. 2012. Electrical Stimulation Increases Oyster Growth and Survival in Restoration Projects. In: Goreau, T.J., Trench, R.K. (eds.). Innovative methods of Marine Ecosystem Restoration, CRC Press, Boca Raton. pp. 151-159.

Stromberg, S.M., Lundalv, T., Goreau, T.J. 2010. Suitability of mineral accretion as a rehabilitation method for cold-water coral reefs. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 395: 153-161.

Vaccarella, R., Goreau, T.J. 2012. Restoration of Seagrass Mats (*Posidonia oceanica*) with Electrical Stimulation. In: Goreau, T.J., Trench, R.K. (eds.). Innovative Methods of Marine Ecosystem Restoration, CRC Press, Boca Raton, Florida. pp. 161-167.


www.SID.ir