امکان‌سنجی به‌کارگیری مدل‌سازی رگرسیونی جهت تخمین وزن بافت نرم صدف‌های دوکفه‌ای با استفاده از ابعاد پوسته

زهرا باقری[۱]، علیرضا ریاحی‌بختیاری[۲*]، حسین باقری[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، استان مازندران، شهرستان نور، پست الکترونیکی: bagheri.zahra@rocketmail.com

۲- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، استان مازندران، شهرستان نور، پست الکترونیکی: riahi@modares.ac.ir

۳- موسسه ملی اقیانوس شناسی، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: bagherv1@gmail.com

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۱۱

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۱، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

این تحقیق درصدد بررسی امکان استفاده از ابعاد پوسته (طول و عرض) به‌منظور تخمین وزن بافت نرم در دو حالت تر و خشک است. برای انجام این تحقیق سه گونه صدف دوکفه‌ای (*Solen brevis*، *Saccostrea cucullata* و *Callista umbonella*) از سواحل پایانه‌ی بندرعباس و پارک جهانگردی سورو در سال ۱۳۹۰ صید و جمع‌آوری شد. طول، عرض، وزن تر بافت نرم و وزن خشک بافت نرم زیست‌سنجی شدند. مدل‌های رگرسیونی دو متغیره در محیط نرم‌افزار SPSS 17 تهیه شده و پس از واسنجی مدل‌ها اعتبارسنجی هر یک از مدل‌ها با استفاده از معیارهای آماری صورت پذیرفت. بررسی نتایج نشان داد که مدل‌های تهیه شده در حد قابل قبولی بودند. خطای نسبی در دو ایستگاه در حالت خشک بافت نرم از ۱۱/۹۳ تا ۳۶/۶۹ درصد و در حالت تر بافت نرم از ۷/۹۹ تا ۳۵/۵۷ درصد متغیر می‌باشد. تغییرات ریشه‌ی نسبی میانگین مربعات خطا در دو ایستگاه در حالت خشک بافت نرم از ۱۴/۱۰۷ تا ۴۴/۱۹ و در حالت تر بافت نرم از ۱۰/۲۷ تا ۳۸/۱۴ است. نتایج به‌دست آمده از این بررسی نشان داد که مدل ساخته شده برای تخمین بافت نرم تر گونه *S. brevis* در ایستگاه پایانه و پارک جهانگردی سورو برای مرحله‌ی واسنجی دارای مقادیر RRMSE و RE به‌ترتیب ۱۰/۶۶ و ۸/۸۳، ۳/۹۶ و ۳/۴۶ درصد می‌باشد و برای مرحله اعتبارسنجی دارای مقادیر به ترتیب ۱۰/۲۷ و ۷/۹۹، ۱۳/۸۱ و ۱۰/۱۷ درصد که کمترین میزان خطا و بالاترین میزان دقت را دارا است. برای بافت نرم خشک *C. umbonella* مقادیر RRMSE و RE به‌ترتیب ۴۴/۱۹ و ۴۳/۶۹ درصد برای مرحله‌ی واسنجی و ۴۰/۰۲ و ۳۶/۶۹ درصد برای مرحله اعتبارسنجی که بیشترین میزان خطا و کمترین میزان دقت را در هر دو ایستگاه داشته است. سطح معنی‌دار برای هر دو گونه مزبور ۹۹ درصد است. نتایج به دست آمده بیانگر آن است که روش مدل‌سازی رگرسیونی جهت تخمین وزن تر وخشک بافت نرم سه گونه مورد مطالعه با استفاده از طول و عرض پوسته علاوه بر ساده بودن، سرعت بالا در تخمین بافت نرم و غیر مخرب بودن دارای دقت بالا و دامنه‌ی کاربرد گسترده است.

کلمات کلیدی: *Solen brevis*، *Saccostrea cucullata* ، *Callista umbonella* ، مدل رگرسیونی، ابعاد پوسته، بافت نرم.

Archive of SID

www.SID.ir

۱. مقدمه

صدف‌های دوکفه‌ای یکی از مهمترین بی‌مهرگان کفزی هستند. در حال حاضر صدف‌های دوکفه‌ای بخش مهمی از تولیدات شیلاتی را به خود اختصاص می‌دهند که با بیش از ۳۰ هزار گونه در آب‌های شور و شیرین پراکنده‌اند. صدف‌های دوکفه‌ای ماکروفون‌های غالب اکثر بوم‌سامانه‌های مصبی، دریایی و آب شیرین هستند (زارع و یونس‌زاده، ۱۳۸۸) که به علت زیست در مناطق بین جزر و مدی ارزش بالایی در چرخه غذایی سایر جانوران به‌خصوص پرندگان و خرچنگ‌ها ایفا می‌کنند. دوکفه‌ای‌ها به دلایل زیادی از جمله ارزش غذایی، تغذیه آبزیان پرورشی، نقش مهم در چرخه غذایی بوم‌سامانه‌ها، تولید مروارید در دوکفه‌ای‌های مرواریدساز و همچنین استفاده وسیع از آن‌ها در صنعت داروسازی و تولید لوازم آرایشی حائز اهمیت هستند. خانواده‌های زیادی در این رده قرار دارند که از جمله خانواده Solenidae معروف به صدف‌های دسته چاقویی[1] را می‌توان نام برد. صدف‌های دسته چاقویی از جمله دوکفه‌ای‌های حفار در گل و ماسه با ارزش خوراکی و اهمیت اقتصادی بالا هستند. گونه *Solen brevis* از این خانواده در ایران در سواحل بندرعباس وجود داشته و توسط صیادان محلی برای مصرف غذایی و به‌عنوان طعمه برای صید ماهی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (سعیدی و همکاران، ۱۳۸۸). خانواده Ostreidae که دارای گونه‌های *Saccostrea cucullata* یا صدف صخره‌ای خوراکی که زیستگاه آن روی صخره‌ها یا ریشه درختان حرا، در بخش میانی و پایین جزر و مدی می‌باشد، و گونه‌ی *Callista umbonella* یا صدف ونوس گوژپشت صاف که زیستگاه آن در سطح بسترهای شنی و قلوه سنگی و در ناحیه پایین و میان جزر و مدی است که در حال حاضر این دو گونه در نقاط مختلف دنیا به‌صورت محصولات خوراکی و تزیینی ارائه می‌شوند (اشجع اردلان و همکاران، ۱۳۷۹؛ حسین‌زاده صحافی و همکاران، ۱۳۷۹).

تحقیقات نسبتا محدودی بر روی روابط ابعاد پوسته و وزن بافت نرم دوکفه‌ای‌ها در کشور انجام پذیرفته است. از آن جمله می‌توان به بررسی سعیدی و همکاران (۱۳۸۸) در مورد خصوصیات زیستی و زیست محیطی صدف دوکفه‌ای دسته چاقویی *Solen dactylus* در سواحل بندرعباس پرداخت و ضریب همبستگی بین طول- وزن خشک صدف ۰/۸۶ تعیین گردید. زارع و یونس‌زاده (۱۳۸۸) رشد و ساختار سنی صدف *Anodonta cygnea* در سه نهر منتهی به رودخانه پسیخان بررسی نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که روابط ابعاد پوسته با وزن کل و وزن مرطوب معیار خوبی برای زی‌توده‌ی صدف است، این در حالی است که روابط ابعاد پوسته با وزن خشک بافت نرم معیار خوبی نیست. همچنین مطالعات بسیاری بر روی تخمین بافت نرم از روی ابعاد پوسته و همچنین سن و رشد و روابط طول- وزن دوکفه‌ای‌ها در خارج از کشور صورت گرفته است که از آن جمله Hickman (1979) به بررسی رشد و آلومتری ماسل سبز *Perna canaliculus* در نیوزلند پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد بود که طول، دقیق‌ترین و عملی‌ترین اندازه‌گیری خطی برای پیش بینی وزن کل است.

Golightly and Kosinski (1981) صحت و مناسبت دو زی‌توده مدل را با استفاده از ۶ بعد پوسته برای پیشگویی ۴ پارامتر زی‌توده برای ۴ گونه ماسل آمریکای جنوبی مقایسه و مورد بررسی قرار دادند که پیش‌بینی وزن تر کل، وزن تر بافت، وزن خشک بافت و وزن خشک پوسته به عنوان یک تابع خطی۳ (طول پوسته)، حتی با اندازه‌های نمونه بسیار کوچک دقیق بود. and Park (2002) Oh به بررسی ارتباط طول- وزن بر روی ۱۷ گونه دوکفه‌ای سواحل غربی کره پرداختند که در آن نسبت طول- وزن در بیشتر گونه‌ها با استفاده از معادله $W= aL^b$ ایزومتریک بود. در این معادله W وزن کل نمونه، L طول پوسته، a عرض از مبدا و b شیب خط رگرسیونی است. Gimin و همکاران (۲۰۰۴) از ارتباط بین ابعاد پوسته و حجم پوسته با وزن زنده و بافت نرم به‌عنوان تخمین زنندگان رشد در صدف مانگرو *Polymesoda eros*a شمال استرالیا استفاده کردند و نشان دادند که اگرچه هر پارامتر وقتی که با وزن زنده به‌کارگرفته می‌شود یک تخمین‌گر خوب است، اما برای بافت نرم (تر، خشک، یا وزن خشک بدون خاکستر) مناسب نیست. Nagi و همکاران (۲۰۱۱) به توصیف ارتباط بین ابعاد پوسته و پارامترهای بافت نرم در *Crassostrea madrasensis* (Preston) و *C. gryphoides* در بوم‌سامانه‌ی مانگرو پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که ارتباط ابعاد پوسته با بافت نرم به فهم متغیرهای زیست‌شناختی، تولیدمثلی، پایش سلامت بستر اویستر و تخمین زی‌توده کمک می‌کند. در نهایت Idris و همکاران (۲۰۱۱) روابط طول- وزن، رشد و سن *Pinna bicolor* در بسترهای جلبکی مصب Sungai Pulai، Johor شبه

[1] Rozar clams

Archive of SID

www.SID.ir

جزیره مالزی را با استفاده از معادله $W= aL^b$ مورد تحقیق و آزمایش قرار دادند که همبستگی مثبت بین طول کل و وزن کل را به‌دست آوردند. طول و وزن دو پارامتر اساسی در زیست‌شناسی گونه‌ها در سطح فرد و جمعیت است. مطالعه روابط ابعاد پوسته با وزن بافت نرم صدف‌های دوکفه‌ای اطلاعات مفیدی در جهت مدیریت منابع و درک تغییرات شرایط زیست محیطی و آلودگی فراهم می‌آورد، چرا که روشی ساده و غیرمخرب بوده و به آسانی در طبیعت اجرا می‌گردد. زمانی که روابط آلومتریک برقرار گردد، اندازه‌گیری ابعاد پوسته یک جایگزین مناسب جهت برآورد زی‌توده و وزن بافت نرم صدف می‌شود ((Oh and Park (2002)؛ زارع و یونس‌زاده، ۱۳۸۸).

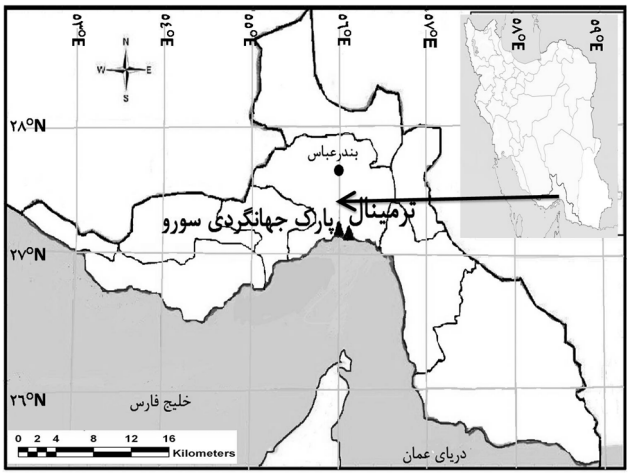
۲. مواد و روش کار

برای انجام این بررسی در خرداد ۱۳۹۰ اقدام به جمع‌آوری نمونه‌های صدف دوکفه‌ای از ۲ ایستگاه پارک جهانگردی سورو با موقعیت جغرافیایی ″۱۳ ′۰۹ °۲۷ شمالی و ″۰۸ ′۱۳ °۵۶ شرقی و هم‌چنین پایانه بندرعباس با مختصات جغرافیایی ″۱۸ ′۱۱ °۲۷ شمالی و ″۰۹ ′۲۱ °۵۶ شرقی گردید که در شکل ۱ نشان داده شده‌اند. گونه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: ایستگاه‌ها و گونه‌های مورد مطالعه در خرداد سال ۹۰

ایستگاه	نام گونه	تعداد نمونه
پایانه بندرعباس	*Solen brevis*	۲۱
	Saccostrea cucullata	۴۶
	Callista umbonella	۲۳
پارک جهانگردی سورو	*Solen brevis*	۲۲
	Saccostrea cucullata	۲۰
	Callista umbonella	۱۶

جهت زیست سنجی پارامترهای طول، عرض، وزن مرطوب بافت نرم و وزن خشک بافت نرم به آزمایشگاه مرکزی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس (نور، مازندران) انتقال یافت. برای به‌دست آوردن وزن خشک بافت نرم امعاء و احشاء (توده بدن) در حرارت ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۷۲ ساعت در آون قرار داده شد. سپس ابعاد پوسته با کولیس ۰/۰۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد و وزن پس از خشک کردن از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم استفاده شد. با دقت بیشینه بعد محور قدامی- خلفی و بیشینه‌ی محور جانبی به ترتیب به‌عنوان طول و عرض پوسته ثبت شد (Golightly and Kosinski, 1981). در نهایت اطلاعات هر گونه شامل طول، عرض، وزن تر بافت نرم و وزن خشک بافت نرم وارد نرم‌افزار SPSS و Excel شد و ارتباط آن ها مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری

روابط همبستگی ابعاد پوسته (طول و عرض) با وزن بافت نرم (مرطوب و خشک) به طور مجزا محاسبه گردید. دقت و خطای هر یک از مدل‌ها با استفاده از معیارهای آماری RE[1] (خطای نسبی) و RRMSE[2] (ریشه‌ی نسبی میانگین مربعات خطا) تعیین گردید.

به‌منظور بررسی نوع رابطه بین متغیرها و ارائه‌ی مدل پیش بینی از رگرسیون استفاده می‌شود. در این روش آماری، رابطه‌ی بین متغیرها به‌صورت تابعی از متغیر وابسته که از تغییرات مستقل پیش بینی می‌کنند، تعیین می‌شود (زارع چاهوکی، ۱۳۸۹).

به‌منظور ارائه‌ی مدل رگرسیونی ابتدا با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرونوف نرمال بودن داده‌ها مورد آزمون قرار گرفت. معیار نرمال بودن، مقدار احتمال بیشتر از ۰/۰۵ است، به این معنی که داده‌ها از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند. پس از آن به‌منظور تهیه مدل‌سازی رگرسیونی خطی دو متغیره از داده‌های طول و عرض (متغیرهای مستقل) و وزن بافت نرم در دو حالت خشک و تر (متغیر وابسته) در محیط نرم افزار SPSS 17 استفاده شد. جهت انتخاب یک مدل نهایی از بین مدل‌های تهیه شده در صورتی انجام می‌گیرد که دارای اعتبار لازم باشد. شرط لازم جهت تعیین اعتبار یک مدل مقایسه‌ی نتایج مدل با داده‌های واقعی است. برای

[1] Relative Error
[2] Root Relative Mean Squared Error

Archive of SID
www.SID.ir

اعتبارسنجی و مقایسه‌ی مدل‌ها، معیارها و روابط متعددی ارائه گردیده که از جمله آن ها می‌توان به معیار خطای نسبی و ریشه‌ی نسبی میانگین مربعات خطا (روابط ۱ تا ۲) اشاره نمود. هنگامی که از خطای نسبی استفاده می‌شود، مدلی قابل قبول است که معیار خطای نسبی کمتر از ۴۰ درصد باشد. در معیار خطای نسبی، قدر مطلق اختلاف نسبی مقادیر مشاهداتی و تخمینی به‌صورت درصد بیان می‌گردد (یوسف‌زاده و همکاران، ۱۳۸۷). در هر دو معیار مذکور، مقادیر کمتر، نشان‌دهنده خطای کمتر مدل در برآورد بافت نرم در دو حالت خشک و تر است.

رابطه ۱
$$RE = \left|\frac{X_O - X_m}{X_O}\right| \times 100$$

RE، خطای نسبی؛ XO، مقدار مشاهده‌ای متغیر وابسته؛ Xm، مقدار تخمینی متغیر وابسته هستند.

رابطه ۲
$$RRMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{X_O - X_m}{X_O}\right)^2}{n}} \times 100$$

RRMSE، ریشه‌ی نسبی میانگین مربعات خطا؛ XO، مقدار مشاهده‌ای متغیر وابسته؛ Xm، مقدار تخمینی متغیر وابسته؛ n، تعداد مشاهدات هستند.

۳. نتایج

پس از تهیه مدل‌ها و اعتبارسنجی آن ها صحت و خطای هر مدل برآورد شد و مدل‌های ساخته شده برای بافت نرم در حالت خشک در جدول ۲ و برای بافت نرم در حالت تر در جدول ۳ ارائه گردیده است.

با توجه به جدول ۲ در ایستگاه پایانه بندرعباس مشخص شد که کمترین خطای مدل‌های ساخته شده برای مرحله اعتبارسنجی برای خطای نسبی (RE) برای گونه *S. cucullata* برابر با ۱۱/۹۳ درصد است و بیشترین خطا برای گونه *C. umbonella* برابر با ۳۵/۴۷ درصد است. ریشه‌ی نسبی میانگین مربعات خطا (RRMSE) برای گونه *S. brevis* دارای کمترین خطا برابر با ۱۴/۱۰۷ درصد و برای گونه *C. umbonella* دارای بیشترین خطا برابر با ۴۴/۵۶ درصد است. در ایستگاه پارک جهانگردی سورو بهترین مدل تهیه شده در مرحله اعتبارسنجی با معیارهای آماری RE و RRMSE برای گونه *S. brevis* که دارای کمترین خطا به ترتیب برابر با ۲۲/۴۸ و ۲۹/۱۶ درصد و برای گونه *C. umbonella* دارای بیشترین خطا به ترتیب برابر با ۳۶/۶۹ و ۴۰/۰۲ درصد است.

بررسی نتایج اعتبارسنجی مدل‌های دومتغیره تهیه شده در جدول ۲ برای بافت نرم دوکفه‌ای در حالت خشک در ایستگاه‌های پایانه و پارک جهانگردی سورو نشان داد که خطای نسبی (RE) تمام مدل‌ها از ۱۱/۹۳ تا ۳۶/۶۹ درصد متغیر است که مدل تهیه شده برای گونه‌ی *S. cucullata* در ایستگاه پایانه کمترین خطای نسبی را داشت. همچنین با توجه به اینکه خطای نسبی تخمین تا ۴۰ درصد قابل قبول است، به جز گونه *C. umbonella* برای دو گونه‌ی دیگر مدل‌های قابل قبولی ارائه گردید. ریشه‌ی نسبی میانگین مربعات خطا (RRMSE) از ۱۴/۱۰۷ تا ۴۴/۵۶ درصد متغیر است که کمترین خطا با این معیاره ی آماری برای گونه‌ی *S. brevis* در ایستگاه پایانه است. مدل‌های تهیه شده برای گونه *C. umbonella* در هر دو ایستگاه بیشترین خطا را داشتند.

در جدول ۳ بررسی نتایج اعتبارسنجی مدل‌های دومتغیره تهیه شده برای بافت نرم دوکفه‌ای در حالت تر در ایستگاه‌های پایانه و پارک جهانگردی سورو نشان داد که مدل تهیه شده برای گونه *S. brevis* دارای کمترین خطا و برای گونه‌ی *C. umbonella* دارای بیشترین خطا است. همچنین خطای نسبی (RE) تمام مدل‌ها برای بافت نرم در حالت تر از ۷/۹۹ تا ۳۵/۵۷ درصد متغیر است که مدل تهیه شده برای گونه‌ی *S. brevis* در ایستگاه پایانه کمترین خطای نسبی برابر با ۷/۹۹ درصد را داشت. ریشه‌ی نسبی میانگین مربعات خطا (RRMSE) از ۱۰/۲۷ تا ۳۸/۱۴ درصد متغیر است که کمترین خطا با این معیاره‌ی آماری برای گونه‌ی *S. brevis* در ایستگاه پایانه برابر با ۱۰/۲۷ درصد می‌باشد. مدل‌های تهیه شده برای گونه *C. umbonella* در هر دو ایستگاه بیشترین خطا را داشتند. بین طول و عرض دوکفه‌ای‌ها با وزن تر بافت نرم و وزن خشک بافت نرم در تمامی موارد همبستگی مثبت و معنی‌داری ($p<0/05$) وجود داشت. در پایان به منظور برآورد میزان کارایی مدل‌ها نمودار پراکنش داده‌های مشاهداتی در برابر داده‌های تخمینی ترسیم گردید که در شکل‌های ۲ و ۳ آورده شده است، که بهترین مدل برای بافت نرم در حالت تر گونه *S. brevis* در ایستگاه سورو تشخیص داده شد. میزان R^2 =۰/۹۳۸۷ که نشان از قدرت تبیین بالاتر این مدل برای گونه مزبور است.

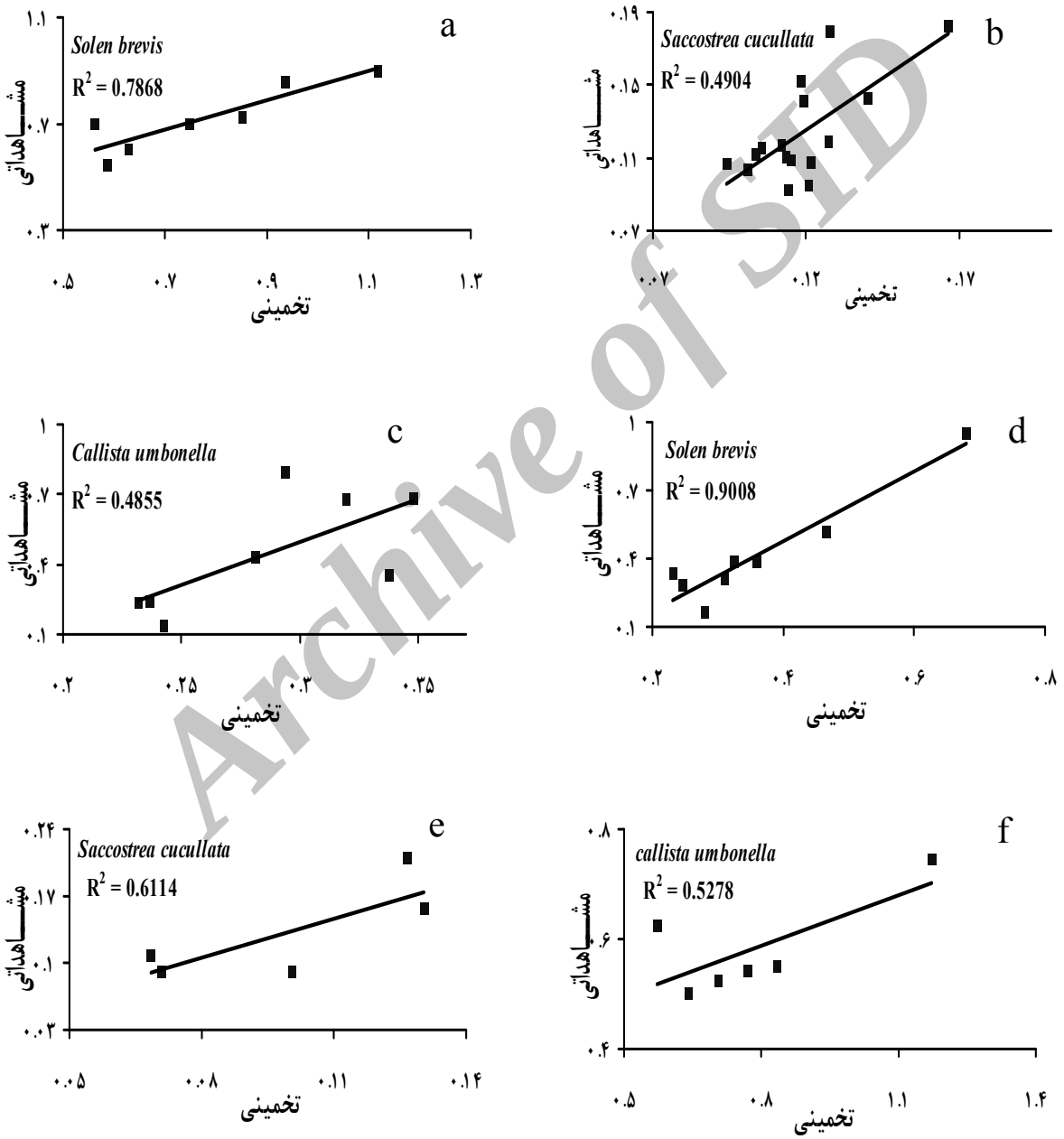
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲: مدل‌ها و مقادیر صحت و خطا برای گونه‌های ایستگاه‌های پایانه و پارک جهانگردی سورو در حالت خشک بافت نرم

ایستگاه	گونه	مدل	RRMSE		RE		R	سطح معنی‌داری
			واسنجی	اعتبارسنجی	واسنجی	اعتبارسنجی		
پایانه بندرعباس	*S. brevis*	ST(d)=0.024L+0.054W-1.492	۱۷/۰۹	۱۴/۱۰۷	۱۲/۲۸	۱۲/۰۴	۰/۸۹۱	۰/۰۰
	S. cucullata	ST(d)=-0.0023L+0.003W+0.001	۲۲/۴۷	۱۴/۶۹	۱۸/۶۹	۱۱/۹۳	۰/۵۹۸	۰/۰۰۳
	C. umbonella	ST(d)=0.125L-0.142W-0.561	۳۷/۳۶	۴۴/۵۶	۳۱/۱۵۷	۳۵/۴۷	۰/۷۱۱	۰/۰۱۵
پارک جهانگردی سورو	*S. brevis*	ST(d)=0.018L+0.015W-0.78	۱۶/۴۷	۲۹/۱۶	۱۵/۱۷	۲۲/۴۸	۰/۸۰۸	۰/۰۰
	S. cucullata	ST(d)=-0.001L+0.007W-0.005	۳۲/۰۴	۳۵/۹۸	۲۶/۸۵	۳۰/۶۷	۰/۹۰۱	۰/۰۰
	C. umbonella	ST(d)=0.083L+0.0238W-3.875	۴۴/۱۹	۴۰/۰۲	۴۳/۶۹	۳۶/۶۹	۰/۹۰۶	۰/۰۰۲

ST (dry) = وزن بافت نرم در حالت خشک W = عرض L = طول



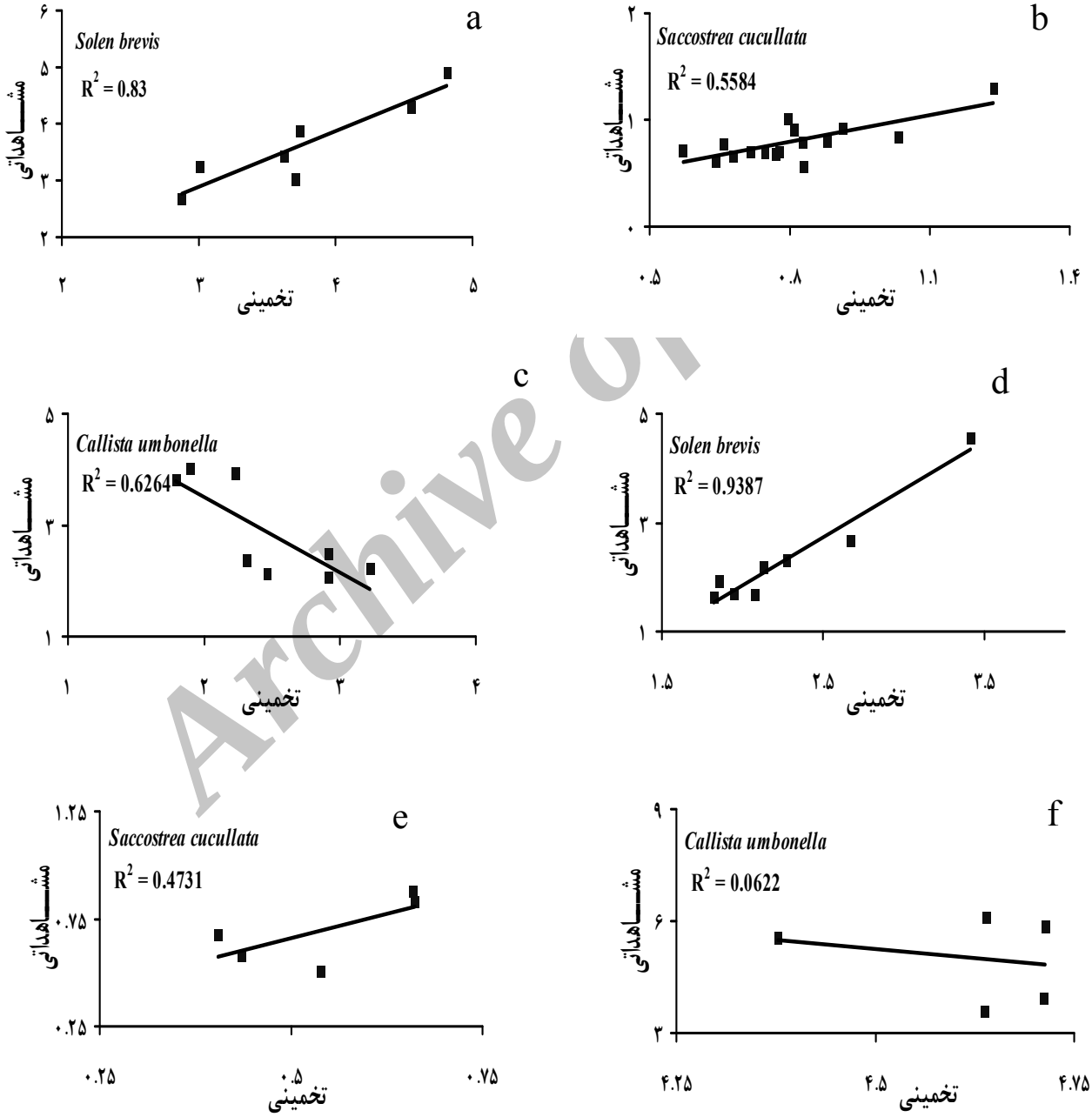
شکل ۲: روابط بین مقادیر مشاهداتی و تخمینی بافت نرم سه گونه صدف در حالت خشک در ایستگاه‌های پایانه (a، b، c) و پارک جهانگردی سورو (d، e، f)

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳: مدل‌ها و مقادیر صحت و خطا برای گونه‌های ایستگاه پایانه و پارک جهانگردی سورو در حالت تر بافت نرم

ایستگاه	گونه	مدل	RRMSE		RE		R	سطح معنی‌داری
			واسنجی	اعتبارسنجی	واسنجی	اعتبارسنجی		
پایانه بندرعباس	*S. brevis*	ST(w)=0.177L+0.134W-9.56	۱۰/۶۶	۱۰/۲۷	۸/۸۳	۷/۹۹	۰/۹۰۱	۰/۰۰
	S. cucullata	ST(w)=-0.025L+0.023W-0.304	۲۰/۸۲	۱۶/۶۴	۱۶/۲۵	۱۲/۲۳	۰/۷۰۹	۰/۰۰
	C. umbonella	ST(w)=-0.236L-0.652W+12.227	۵۸/۵۶	۳۸/۱۴	۳۳/۸۱	۳۵/۵۷	۰/۶۷۳	۰/۰۲۷
پارک جهانگردی سورو	*S. brevis*	ST(w)=0.0618L+0.0915W-2.01	۳/۹۶	۱۳/۸۱	۳/۴۶	۱۰/۱۷	۰/۸۵۷	۰/۰۰
	S. cucullata	ST(w)=0.002L+0.028W-0.061	۲۹/۹۴	۲۶/۰۴	۲۷/۲۴	۲۳/۹۷	۰/۸۹۸	۰/۰۰
	C. umbonella	ST(w)=0.262L-0.172W-1.397	۷/۳۵	۲۲/۸۳	۶/۲۳	۲۲/۵۵	۰/۷۴۳	۰/۰۴

ST (Wet) = وزن بافت نرم در حالت تر W= عرض L= طول



شکل ۳: روابط بین مقادیر مشاهداتی و تخمینی بافت نرم سه گونه صدف در حالت تر در ایستگاه‌های پایانه (a، b، c) و پارک جهانگردی سورو (d، e، f)

Archive of SID
www.SID.ir

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر سعی شده است از اطلاعات حاصل از طول و عرض که به آسانی قابل اندازه‌گیری است جهت تخمین بافت نرم در دو حالت خشک و تر استفاده نمود. به این منظور با استفاده از داده های طول، عرض، وزن بافت نرم تر و خشک صدف های دوکفه‌ای در دو ایستگاه پایانه بندرعباس و پارک جهانگردی سورو در محیط نرم‌افزار SPSS 17 و Excel اقدام به تهیه مدل‌های رگرسیونی دو متغیره بر اساس متغیرهای مستقل و وابسته نمود.

نتایج حاصل از اعتبارسنجی نشان می‌دهد که مدل‌های تهیه شده توانایی قابل قبولی در تخمین بافت نرم در دو حالت خشک و تر داشتند. محدوده‌ی خطای نسبی در دو ایستگاه در حالت خشک بافت نرم از ۱۱/۹۳ تا ۳۶/۶۹ درصد و در حالت تر بافت نرم از ۷/۹۹ تا ۳۵/۵۷ درصد تغییر می‌کند. تغییرات ریشه‌ی نسبی میانگین مربعات خطا در دو ایستگاه در حالت خشک بافت نرم از ۱۴/۱۰۷ تا ۴۴/۱۹ و در حالت تر بافت نرم از ۳۸/۱۴ تا ۱۰/۲۷ می‌باشد و مقدار ضریب همبستگی مدل‌های تهیه شده نیز در حالت خشک بافت نرم از ۰/۵۹۸ تا ۰/۹۰۶ و در حالت تر بافت نرم از ۰/۶۷۳ تا ۰/۹۰۱ متغیر است. با مقایسه دقت و خطای مدل‌های ساخته شده در هر یک از ایستگاه‌ها مشخص شد که مدل‌های تهیه شده برای گونه‌های موجود در ایستگاه پایانه از دقت تخمین بالاتری برخوردار می‌باشد. علت دقت پایین مدل‌های ساخته شده برای گونه‌های ایستگاه سورو را می‌توان به تاثیر شدت بیشتر آلودگی در این ایستگاه بر اثر تمرکز بیشتر منابع آلوده کننده‌ی صنعتی دانست که باعث بهم خوردن سامانه‌ی طبیعی زیستی و همچنین تغییر در نسبت آلومتری بین پوسته و بافت نرم گونه‌های مورد مطالعه می‌گردد و متعاقباً این عامل باعث کاهش نرمالیته و روند تغییرات خطی نمونه‌های مورد نظر گردیده و براساس فرض‌های مدل‌سازی رگرسیونی کاهش دقت مدل تهیه شده را در پی دارد. نتایج به‌دست آمده با تحقیقات Gimin و همکاران (۲۰۰۴) و زارع و یونس‌زاده (۱۳۸۸) مطابقت داشت.

با مقایسه تمام مدل‌های ساخته شده براساس معیارهای آماری مورد استفاده، مدلی که برای گونه‌ی *S. brevis* در ایستگاه پایانه جهت تخمین وزن تر بافت نرم ساخته شد به‌عنوان بهترین مدل انتخاب گردید که ممکن است به‌دلیل شکل ظاهری این دوکفه‌ای باشد. همچنین در مجموع مدل‌هایی که جهت تخمین وزن تر بافت نرم تهیه شده‌اند از دقت تخمین بالاتری برخوردار بودند که با مطالعات زارع و یونس‌زاده (۱۳۸۸) هم راستا می‌باشد. نتایج حاصل از مقایسه مدل‌های ارائه شده برای هر سه گونه نشان داد که مدل ارائه شده برای تخمین بافت نرم‌تر گونه *S. brevis* در ایستگاه پایانه و پارک جهانگردی سورو با مقادیر RRMSE و RE به ترتیب ۱۰/۶۶ و ۸/۸۳ و ۳/۹۶ و ۳/۴۶ درصد برای مرحله‌ی واسنجی و ۱۰/۲۷ و ۷/۹۹، ۱۳/۸۱ و ۱۰/۱۷ درصد برای مرحله اعتبارسنجی و با سطح معنی‌داری ۹۹ درصد کمترین میزان خطا و بالاترین میزان دقت را داشته است و برای بافت نرم خشک *C. umbonella* با مقادیر RRMSE و RE به ترتیب ۴۴/۱۹ و ۴۳/۶۹ درصد برای مرحله‌ی واسنجی و ۴۰/۰۲ و ۳۶/۶۹ درصد برای مرحله اعتبارسنجی و با سطح معنی‌داری ۹۹ درصد بیشترین میزان خطا و کمترین میزان دقت را در هر دو ایستگاه داشته است. در کل نتایج این تحقیق نشان داد که به‌کارگیری روش مدل‌سازی رگرسیونی جهت تخمین وزن تر و خشک بافت نرم سه گونه مورد مطالعه با استفاده از طول و عرض پوسته علاوه بر ساده بودن، سرعت بالا در تخمین بافت نرم و غیر مخرب بودن دارای دقت بالا و دامنه‌ی کاربرد گسترده است.

منابع

اشجع اردلان، آ.؛ عمادی، ح.؛ کیابی، ب.؛ سواری، ا.، ۱۳۷۹. بررسی نسبت جنسی و تعیین طول در اولین سن بلوغ اویستر صخره‌ای *Saccustrea cucullata* در سواحل دریای عمان. مجله علمی شیلات ایران، سال نهم، شماره ۳، صفحات ۱۱ تا ۲۰.

حسین‌زاده صحافی، ه.؛ دقوقی، ب.؛ رامشی، ح.، ۱۳۷۹. اطلس نرم تنان خلیج فارس. انتشارات نورند. ۲۴۸ صفحه.

زارع چاهوکی، م.، ۱۳۸۹. تجزیه و تحلیل داده‌ها در پژوهش‌های منابع طبیعی با نرم افزار SPSS. چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران. ۳۱۰ صفحه.

زارع، پ.؛ یونس‌زاده، ب.، ۱۳۸۸. بررسی رشد و ساختار سنی صدف *Anodonta cygnea* (Linea, 1876) در سه نهر منتهی به رودخانه پسیخان. مجله شیلات، سال سوم، شماره ۴، صفحات ۱ تا ۱۱.

سعیدی، ه.؛ پاشایی‌راد، ش.؛ اشجع اردلان، آ.؛ کامرانی، ا.؛ خدادادی جوکار، ک.؛ کمالی، ع.، ۱۳۸۸. بررسی برخی خصوصیات زیستی و زیست محیطی صدف دوکفه‌ای دسته چاقویی *Solen dactylus*

Archive of SID

www.SID.ir

(Cosel, 1989) در سواحل بندرعباس. مجله علمی شیلات ایران، سال هجدهم، شماره ۲، صفحات ۶۷ تا ۸۰

یوسف‌زاده، ح.؛ طبری، م.؛ اسپهبدی، ک.؛ جلالی، غ.، ۱۳۸۷. رابطه رشد نهال افرا پلت (*Acer velutinum* Boiss) با ویژگی‌های برگ. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دوازدهم، شماره چهل و چهارم، صفحات ۲۹۱-۲۹۸.

Gimin, R.; Mohan, R.; Thinh, L.V. and Griffiths, A.D., 2004. Volume to live weight and soft tissue weight in the mangrove clam, *Polymesoda erosa* (Solander, 1786) from northern Australia. NAGA, WorldFish Center Quarterly, 27(3-4): 32-35.

Golightly, C.G. and Kosinski, R.G., 1981. Estimating the biomass of freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) from shell dimensions. Hydrobiologia, 80: 263-267.

Hickman, R.W., 1979. Allometry and growth of the green-lipped mussel *Perna canaliculus* in New Zealand. Marine biology, 51(4): 311-327.

Idris, M.H.; Arshad, A.; Amin, S.M.N.; Japar, S.; Daud, B.S.K.; Mazlan, A.G.; Zakaria, M.S. and Yusoff, F.M., 2011. Age, growth and length–weight relationships of *Pinna bicolor* Gmelin (Bivalvia: Pinnidae) in the seagrass beds of Sungai Pulai Estuary, Johor, Peninsular Malaysia. Journal of Applied Ichthoyology. 1-4.

Nagi, M.H.; Shenai-Tirodkar, P.S. and Jagtap, T.G., 2011. Dimensional Relationships in *Crassostrea madrasensis* (Preston) and *C. gryphoides* (Schlothim) in mangrove Ecosystem. Indian Journal of Geo-Marine Sciences. 40(4): 559-566.

Park, K.Y and Oh, C.W., 2002. Length-weight relationship of bivalvia from coastal waters of Korea. Naga, The ICLARM Quarterly, 25(1): 21-22.

Archive of SID

www.SID.ir