دوماهنامه طبّ جنوب
پژوهشکده زیست- پزشکی خلیج فارس
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
سال بیست و چهارم، شماره ۴، صفحه ۲۶۴-۲۴۲ (مهر و آبان ۱۴۰۰)

Iran South Med J 2021; 24(4): 242-264

زیست بانک دریایی: از حفاظت ذخائر ژنتیکی تا کارآفرینی زیست پزشکی

طوبی زنده‌بودی (M.D student)[1*]، علیرضا افشار (MD student)[1]، آرزو خرادمهر (MSc)[1]،
حسین آذری (MSc)[1]، مجتبی فرجام (MD, PhD)[2]، امین تمدن (PhD)[1**]

[1] مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج‌فارس، پژوهشکده علوم زیست پزشکی خلیج‌فارس، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران
[2] مرکز تحقیقات بیماری‌های غیرواگیر، دانشگاه علوم پزشکی فسا، فسا، ایران

(دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱/۱۷- پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۵/۱۷)

چکیده

منابع زیستی دریایی و زیستمندان آن یکی از اصلی‌ترین بخش‌های زیست بوم‌های دریایی هستند. مجموعه‌های منابع زیستی دریایی برای پژوهش‌های منظم ژنتیکی و استحصال و استخراج مواد زیستی از ارگانیسم‌های دریایی که پتانسیل توسعه تجاری و اشتغال‌زایی در مناطق ساحلی را دارند، مهم می‌باشند. با تشکیل زیست بانک دریایی، علاوه بر راه‌اندازی روشی برای فعالیت مشترک، حفاظت از تنوع زیستی و بهره‌برداری زیست فناورانه، پژوهش‌ها در سطح دانشگاه‌ها را نیز با اهداف زیر منسجم خواهد کرد: الف) تنظیم ابزارهای فن‌آوری و روش‌های متداول برای نگهداری سوابق منابع زیستی دریایی موجود در کل درخت فیلوژنتیک زندگی. ب) استفاده از بهترین روش‌ها و دستورالعمل‌های ذخیره‌سازی و ثبت اطلاعات در مجموعه زیست بانک برای اطمینان از رعایت چارچوب نظارتی و مقررات مربوط به دسترسی و به اشتراک‌گذاری داده‌ها در مورد استفاده از منابع زیستی دریایی برای پژوهش‌های تجاری و دانشگاهی. ج) توسعه یک پلاتفورم نوآوری برای کاربران حقیقی و حقوقی در سطح ملی و تولید مجموعه‌ای از دستورالعمل‌های استفاده از منابع زیستی دریایی برای اهداف نوآورانه. در نهایت زیست بانک دریایی، دسترسی پایدار به تنوع زیستی دریایی، داده‌های مرتبط با آن و محصولات قابل استخراج را برای پژوهشگران دانشگاهی و همچنین کاربران در صنعت را تسهیل می‌کند. در این نوشتار تلاش شده است به شکل‌گیری، اهمیت و کاربرد زیست بانک‌های دریایی پرداخته شود.

واژگان کلیدی: زیست بانک دریایی، نمونه زیستی، کارآفرینی، زیست پزشکی

**بوشهر، مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج‌فارس، پژوهشکده علوم زیست پزشکی خلیج‌فارس، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران،
Email: amintamaddon@yahoo.com
*ORCID: 0000-0002-7662-7614
**ORCID: 0000-0002-0222-3035

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

مقدمه

زیست بانک به معنای جمع‌آوری نمونه‌های زیستی و ذخیره‌سازی آن‌ها به مدت طولانی می‌باشد (۱). در واقع زیست بانک‌ها مجموعه‌ای زیستی از نمونه‌های انسانی، حیوانی و یا گیاهی شامل سلول، بافت و یا مایعات بدن همراه با داده‌های توصیف کننده منشاء، نوع، ترکیب، کیفیت و تاریخچه آن‌ها هستند که به صورت سازماندهی شده مدیریت می‌شوند (۲). زیست بانک به منظور کنترل و تنظیم ذخیره‌سازی نمونه‌های زیستی و داده‌های مرتبط با آن عمل می‌کند؛ به این معنی که هر نمونه یا ماده زیستی می‌تواند حفظ شود و اطلاعاتی در مورد اهداف پروژه را در خود نگه دارد (۳). بنابراین، می‌توان بیان نمود که بانک‌های زیستی به نوعی رونق‌دهنده و سرعت‌دهنده کار پژوهشگران و شرکت‌های دانش بنیان و تجاری هستند و می‌توانند اطلاعات و نمونه‌های موردنیاز آن‌ها را در هر زمان در اختیار آن‌ها قرار دهند (۴). زیست بانک‌ها در زمینه‌های مختلفی مانند پژوهش‌های زیست پزشکی انسانی، مراقبت‌های بهداشتی، دامپزشکی، کشاورزی، زیست فناوری و سایر دانش‌های مرتبط، مورد استفاده قرار می‌گیرند (۵). اغلب پروژه‌ها و مقالات علمی بر اساس نمونه‌های زیستی هستند و در حقیقت نمونه‌های زیستی ابزار اصلی پژوهشگران برای پژوهش می‌باشند (۶). بانک‌های زیستی با اهداف درمانی یا پژوهشی توسط نهادهای دولتی یا دانشگاهی تأسیس می‌شوند (۷). همچنین بانک‌های زیستی توسط نهادهای غیرانتفاعی دولتی یا خصوصی برای درآمدزایی راه اندازی می‌شوند (۸).

در حوزه انسانی، بانک‌های زیستی به طور معمول برای پژوهش در نظر گرفته می‌شوند و یا در زمینه پژوهش‌های کوهورت که پژوهش‌های گروهی مبتنی بر جمعیت می‌باشند توسط برنامه‌های پژوهشی ویژه‌ای تأمین می‌شوند و یا در زمینه مراقبت‌های بهداشتی به‌عنوان مثال تشخیص و درمان سرطان، ایجاد می‌شوند (۹). زیست بانک‌ها امکان مقایسه نمونه‌های به‌دست آمده در نقاط مختلف را فراهم می‌سازند و فرصت مناسبی برای تجزیه و تحلیل بیشتر نمونه‌های قدیمی در صورت بروز پرسش‌های جدید یا ظهور پاتوژن‌های جدید را فراهم می‌سازند (۱۰). همچنین زیست بانک‌ها در تشخیص، درمان و اپیدمیولوژی، اهمیت ویژه‌ای دارند (۱۱). بنابراین، هر مرکز پژوهشی باید محلی برای جمع‌آوری و ذخیره‌سازی نمونه‌ها فراهم آورد. هرچند این امر مستلزم سرمایه‌گذاری کلان در آموزش پرسنل و نیز فراهم‌سازی تجهیزات، اتوماسیون و امکانات ذخیره‌سازی است، اما بانکداری زیستی در حال تبدیل شدن به بخشی از برنامه‌های علمی، ملی، زیست پزشکی و زیست محیطی است (۱۲).

دهه گذشته، بانکداری زیستی انسانی به‌عنوان محرک مهمی در فعالیت‌های علمی کشور ایران ظهور کرده است و زیست بانک‌ها بدون شک منبع ارزشمندی برای انواع پژوهش‌های با هدف بهبودی در سلامت عمومی بوده‌اند (۱۳ و ۱۴). اما در قیاس با زیست بانک‌های پزشکی (جدول ۱)، اهمیت زیست بانک‌های نمونه‌های جانوری و گیاهی دریایی آنگونه که در کشورهای پیشرفته مطرح است (۵)، در ایران به مراتب کمتر حمایت شده است. در مقاله مروری زیست بانک‌های بین‌المللی اطلاعات کاملی درباره زیست بانک‌های جهانی ارایه شده است (۱۵). در این مقاله مروری به ارزیابی اهمیت زیست بانک‌های دریایی پرداخته شده است. تلاش شده است روش‌های کاربردی بر اساس فعالیت‌های انجام شده بین‌المللی در راه‌اندازی زیست بانک‌های دریایی و اهمیت آن‌ها بررسی شود.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

جدول ۱) اسامی و آدرس سامانه دسترسی به زیست بانک‌های ایران	
اسامی زیست بانک‌های ایران	دسترسی به سامانه
مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران	ibrc.ir
بانک سلول های انسانی و جانوری	
بانک میکروارگانیسم ها (شامل میکروبیوم دریایی)	
بانک گیاهی	
بانک مولکولی	
زیست بانک نقشه‌برداری مغز ایران (IBMB)	ibmb.nbml.ir
زیست بانک مطالعه هم گروهی سلامت کارکنان ایران (اکسیر)	fdo.iums.ac.ir
کوهورت گیلان	gums.ac.ir
زیست بانک سرطان گلستان	goums.ac.ir
زیست بانک سنگ های دستگاه ادراری دانشگاه علوم پزشکی تهران	urc.tums.ac.ir
کوهورت سالمندی بوشهر	elderly.bpums.ac.ir
کوهورت فسا	fa-ncdrc.fums.ac.ir
زیست بانک قلب و عروق	biobank.rhc.ac.ir
بانک خون بندناف	rsct.ir
بانک زیستی قارچهای بیماریزای ایران	fa.pasteur.ac.ir
بانک سلول‌های بنیادی رویان	royanatmp.com/royan-stem-cell-bank
بانک سلولی مرکز تحقیقات بیولوژی سلولهای بنیادی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد	web.ssu.ac.ir/page-cellsbonyadi/fa/122/form/pId10286
بانک اهداکنندگان سلولهای بنیادی غیرخویشاوند	iscdp.tums.ac.ir
بانک سلولی پژوهشکده فناوری زیستی دانشگاه فردوسی مشهد	fib.um.ac.ir
بانک زیستی دانشگاه علوم پزشکی استان سمنان	crl.semums.ac.ir
بانک خون بندناف به رویان	behroyan.ir
بانک سلول پرسیاویستا	perciavista.co
بانک سلول، بافت و عضو سازمان پزشکی قانونی کشور	lmo.ir
بانک سلول آزمایشگاه تحقیقاتی صدرا	sadrabiolab.ir
بانک چشم جمهوری اسلامی ایران	iraneyebank.org
بانک سلول آرسام فرا زیست	arsamsysbio.com
بانک سلول های بنیادی خون قایدگی	mensc-bank.com

- کاربردهای زیست بانک‌های دریایی

نخستین کاربرد زیست بانک‌های دریایی، تسهیل پژوهش‌های اپیدمیولوژیک برای مقایسه نمونه‌های دریایی است که در یک دوره زمانی یا نقاط مختلف مکانی جمع‌آوری شده‌اند (۱۶). نمونه‌های ذخیره شده دریایی، فرصت‌های منحصر به فردی برای پژوهش بر روی ویژگی‌های ژنومیکس، پروتئومیکس و متابولومیکس میکروارگانیسم‌ها و ماکروارگانیسم‌ها، بررسی روش انتقال در محیط‌های محلی یا جهانی و یا انجام تجزیه و تحلیل بیشتر بر روی نمونه‌های قدیمی (در صورت بروز پرسش‌های جدید یا بیماری‌های جدید) ایجاد می‌کنند (۱۷). حفاظت و یا احیای گونه‌های در معرض خطر انقراض و یا حتی منقرض شده می‌تواند با استفاده از نمونه‌های ذخیره شده زیست بانک دریایی انجام شود (۲).

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

کاربرد دیگر نمونه‌های ذخیره شده در زیست بانک دریایی، جهت اطمینان از پیشرفت در روش‌های تشخیصی با مقایسه نمونه‌هایی از یک زیستمند دریایی در مقاطع زمانی مختلف یا از زیست‌مندی با بیماری مشابه است (۱۸ و ۱۹). تجزیه و تحلیل نمونه‌های ذخیره شده با روش‌های تحلیلی جدید ممکن است حساسیت یا ویژگی تشخیص بیماری را افزایش دهد (۲۰). نمونه‌های زیست بانک دریایی نقش مهمی در مبارزه با عفونت‌های میکروبی در آبزی پروری دارند. برنامه‌های کنترل عفونت، از جمله تولید دارو یا واکسن یا روش‌های مهار یک پدیده اغلب بر اساس این اطلاعات انجام می‌شوند (۲۱).

سومین کاربرد نمونه‌های ذخیره شده در زیست بانک دریایی انجام تسهیل شده پژوهش‌هایی است که به تعداد زیادی نمونه‌های جمع‌آوری شده از مکان‌های مختلف جغرافیایی با هدف توصیف تنوع و تکامل آن‌ها به صورت محلی یا جهانی نیاز دارند (۲۲). همچنین تسهیل پژوهش‌هایی است که به داده‌هایی برای تجزیه و تحلیل چندین پارامتر که در آزمایشگاه‌های تخصصی زیست بانک‌های دریایی در سراسر جهان جمع‌آوری شده است، نیاز دارند (۲۳). ایجاد مجموعه‌ای از زیستمندان دریایی با هدف تولید داروها، ترکیبات زیستی کاربردی و یا به عنوان عوامل کنترل بیماری‌ها چهارمین کاربرد زیست بانک دریایی است (۲۴). پژوهش و حفاظت از تنوع دریایی برای استفاده و بهره‌برداری از این فرآورده‌ها در آینده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهد بود (۲۵). نمونه‌های موجود در زیست بانک می‌توانند منابعی شامل سلول‌های پروکاریوتی همزیست، سلول‌های تولید مثلی، سلول‌های سوماتیک، جنین و موجود زنده کامل را برای احیای مناطق آسیب دیده با هدف حفاظت از محیط زیست پس از تخریب آن فراهم آورند (۲۶). این فرآیندهای حفظ و ذخیره نمونه‌ای می‌تواند در قالب‌های بین‌المللی برای حمایت از محیط زیست جهانی مورد استفاده قرار گیرند (۲۷). به‌طور معمول، جمع‌آوری تعداد قابل توجهی از نمونه‌های دریایی و اطلاعات با کیفیت، نیازمند تلاش زیادی جهت برنامه‌ریزی، ساخت و در نهایت بهره‌برداری دارد که فناوری‌های جدید مانند روباتیک و هوش مصنوعی می‌توانند آن‌ها را تسهیل کنند (۲۸ و ۲۹). بنابراین، ترویج و اجرای بانک‌های زیستی دریایی، دسترسی پژوهشگران به نمونه‌های با کیفیت و داده‌های مرتبط را تسهیل می‌کند و به انجام رسیدن پروژه‌های مرتبط با دریا را نیز سرعت می‌بخشد. با توجه به کاربردهای زیست بانک دریایی، فرایند ایجاد زیست بانک دریایی به‌صورت ملی و یا محلی در ایران را می‌توان با ساختاری که در ادامه توضیح داده شده است، به پیش برد.

- زیست بانک دریایی

- اهمیت تشکیل زیست بانک دریایی

توسعه زیست بانک دریایی ایران در جنوب کشور و هدفمندسازی آن به‌عنوان ذخیره‌گاه منابع زیستی دریایی ایران مدنظر می‌باشد. زیست بانک دریایی ایران، پتانسیلی منطقه‌ای به‌عنوان مرجع جهانی برای پژوهش‌های زیرساختی در حوزه‌های زیست فناوری دریایی، زیست پزشکی دریایی، زیست‌شناسی بنیادی و کاربردی، زیست‌شناسی دریایی و پژوهش‌های زیست محیطی را شامل می‌شود. تأمین منابع زیستی دریایی برای پژوهشگران دانشگاهی برای جستجوی مولکول‌های زیستی منحصر به فرد دریایی و مواد

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

زیستی با پتانسیل توسعه تجاری و ایجاد اشتغال‌های نوین از کاربردهای توسعه این زیست بانک می‌باشند. یکی از اهداف زیست بانک دریایی، کمک به اطمینان از هماهنگی عملی بلندمدت بین زیست بانک‌های دانشگاهی دریایی می‌باشد (۳۰). یک بیوبانک دریایی با کلاس جهانی باعث افزایش تنوع و کیفیت منابع زیستی دریایی خواهد شد که در اختیار جوامع کاربران در دانشگاه و صنعت قرار می‌گیرد (۳۱).

هدف دیگر زیست بانک دریایی تکمیل روش‌های سنتی نگهداری و محافظت از نمونه‌های زیستی در محل طبیعی دریا می‌باشد و این مهم را به واسطه نگهداری و محافظت از نمونه‌های دریایی خارج از زیستگاه، به‌طور ایمن و قابل تکرار انجام می‌دهد و در نهایت به حفظ تنوع دریایی کمک می‌کند (۳۲). استراتژی‌های تخصصی برای حفظ منابع زیستی دریایی پتانسیل بسیار خوبی برای ارتقاء توسعه اقتصادی و اشتغال منطقه‌ای و ملی از طریق زیست فناوری آبی و در نتیجه کمک به رشد منطقه‌ای و ملی خواهد داشت (۳۳). انسجام پژوهشگران دانشگاهی و صنعتی با هدف جستجوی مولکول‌های زیستی و مواد زیست فعال با پتانسیل توسعه تجاری و اشتغال‌زایی از خروجی‌های زیست بانک دریایی می‌باشد.

استراتژی‌های تخصصی برای حفظ منابع زیستی دریایی پتانسیل بسیار خوبی برای ارتقاء توسعه اقتصادی و اشتغال منطقه‌ای و ملی از طریق زیست فناوری آبی و در نتیجه کمک به رشد منطقه‌ای و ملی خواهد داشت (۳۳). انسجام پژوهشگران دانشگاهی و صنعتی با هدف جستجوی مولکول‌های زیستی و مواد زیست فعال با پتانسیل توسعه تجاری و اشتغال‌زایی در خلیج‌فارس و دریای عمان از خروجی‌های زیست بانک دریایی می‌باشد.

- مأموریت زیست بانک دریایی

زیست بانک دریایی با هدف کمک به حفاظت از تنوع زیستی دریایی از طریق تأسیس زیست بانک‌های متنوع با کلاس بین‌المللی اداره می‌شود و از طریق تسهیل دسترسی به تنوع زیستی دریایی، از پژوهش‌های زیست فناوری، زیست پزشکی و زیست محیطی دریایی پشتیبانی می‌کند. اولین ابتکار عمل زیست بانک دریایی ایران، پیشنهاد جهت هماهنگی پروژه بین‌المللی بلند مدت زیست بانک‌های دریایی است. این کار دسترسی به یک ثبت داده مشترک نمونه‌های زیستی دریایی را تسهیل می‌کند و محرک پروژه‌های آینده برای افزایش تنوع و کیفیت منابع زیستی دریایی خواهد بود که در دسترس کاربران قرار گرفته و اعتبارسنجی زیست فناورانه آن‌ها را تسهیل می‌کند. رویکرد زیست بانک دریایی ایران تقسیم عادلانه منافع ناشی از استفاده از منابع ژنتیک و در نتیجه حفظ و استفاده پایدار از تنوع زیستی می‌باشد. با این حال، این نگرانی وجود دارد که بوروکراسی، هزینه‌ها و قوانین زیست محیطی و اخلاقی سبب اختلال در روند فعالیت‌های پژوهش، توسعه و نوآوری باشند (۳۴). به منظور ترویج پژوهش و توسعه نوآوری در منابع زیستی دریایی، زیست بانک دریایی به‌عنوان یک تسهیل کننده عمل می‌کند و سبب کاهش محدودیت‌های مذکور بر روی کاربران نهایی منابع زیستی دریایی خواهد شد (۳۵). زیست بانک دریایی ایران، راهبردهایی را برای بهره‌برداری هماهنگ از منابع دریایی ارائه می‌دهد که علاوه بر موارد مذکور باعث تشکیل موارد دیگری نیز خواهند شد؛ ازجمله این موارد این است که، ابزارهای الکترونیکی برای مدیریت فنی برای هماهنگ کردن ساختار بانک اطلاعاتی و مدیریت سرویس‌دهی در همه زیست

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

بانک‌های درگیر با هدف بهبود استانداردهای کلی می‌باشد (۵). در یک زیست بانک استاندارد، سیستم متمرکز ویژه‌ای در مورد تضمین قابلیت ردیابی و مطابقت با قوانین بین‌المللی در نظر گرفته می‌شود (۳۶). همچنین، سامانه دسترسی اشتراکی شامل ساختار پایگاه داده هماهنگ، ورودی کاربری پیشرفته و غربالگری مجازی کاربرپسند در پرتال دسترسی زیست بانک دریایی، اهمیت ویژه‌ای دارد که دسترسی کاملاً قابل ردیابی را خصوصاً برای پژوهش‌های کاربردی، فراهم می‌سازد (۳۷).

مورد دیگر، دستورالعمل‌های عملی برای زیست بانک دریایی، استاندارد شده و تسهیل‌کننده فرایندهای تهیه نمونه‌های زیست بانک دریایی شامل ثبت اطلاعات قابل ردیابی و رعایت مقررات است (۳۸). دستورالعمل‌ها شامل فرم‌های ثبت مواد جدید در زیست بانک، توافق‌های انتقال مواد و یک سیستم شناسایی یکسان برای نمونه‌ها برای تسهیل در ردیابی همه مواد و استفاده از آن‌ها است (۳۹). هماهنگ‌سازی مقررات مربوط به دسترسی به منابع ژنتیکی دریایی و به اشتراک‌گذاری فواید استفاده از آن‌ها، راهبرد زیست بانک دریایی است (۴۰).

همین‌طور، دستورالعمل‌های عملی برای پژوهش‌های تجاری در زیست بانک دریایی طبق قوانین حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان، دستورالعمل‌هایی عملی را برای دسترسی به این شرکت‌ها جهت پژوهش‌های تجاری تهیه و اعمال می‌شود (۳۴). توسعه ابزارهای جدید فناوری و رویه‌های معمول برای نگهداری در خارج از شرایط طبیعی برای گروه‌های متنوعی از منابع زیستی دریایی، لازم است (۴۱).

- بخش‌های زیست بانک دریایی

- نمونه‌برداری از دریا، نگهداری در شرایط آکواریوم و کشت ارگانیسم‌های دریایی

به منظور نمونه‌برداری ژنتیکی، سلولی، بافتی و مشتقات آن‌ها و ثبت مشخصات علمی، زیستمندان جمع‌آوری شده از دریا برای مدتی محدود در شرایط طبیعی دریایی در آکواریوم‌های استاندارد آب شور نگهداری و مورد مطالعه و نمونه‌گیری قرار می‌گیرند (۴۲). بدین منظور، در یک سالن مجزا شده با دما و رطوبت قابل کنترل، حوضچه‌های پلاستیکی متصل به سیستم مرکزی تصفیه و کنترل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب، مستقر می‌شوند (۴۳). در این ایستگاه، اطلاعات مربوط به نمونه شامل محل نمونه‌برداری بر اساس نقطه GPS، عمق نمونه‌برداری، تعداد نمونه، فصل و دمای نمونه‌برداری و ویژگی‌های بیولوژیک نمونه ثبت خواهد شد (۴۴).

نمونه‌های ذخیره شده در زیست بانک جهت پاسخ به پرسش‌ها و فرضیات پژوهشگران جمع‌آوری شده‌اند که پس از انجام پژوهش‌های اولیه یا تکرار آزمایش‌های اولیه برای پژوهش‌های کاربردی دیگری نیز سودمند هستند. به همین منظور، ممکن است نمونه اولیه به مقدار مناسب برای اهداف مختلف تقسیم شوند به‌عنوان مثال چند ویال حاوی سلول یا DNA؛ به همین علت، جمع‌آوری و پردازش نمونه باید به بهترین شکل صورت گیرد تا مانع تخریب نمونه برای کاربردهای آینده شود (۳۶). همچنین باید از حفظ یکپارچگی سلول و کل اجزای آن اطمینان حاصل شود.

علاوه بر حفظ کیفیت نمونه، دسترسی به نمونه از بانک در زمان مورد نظر نیز اهمیت دارد (۴۵). روندهای اتوماسیون به وسیله سامانه‌های رایانه‌ای،

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

ابزار مهمی برای افزایش بازدهی زیست بانک‌ها، کاهش هزینه‌ها، آماده‌سازی، پردازش و ذخیره‌سازی آن‌ها می‌باشند (۴۶). با این حال، انتقال نمونه‌ها بین مراحل مختلف فرآیندهای آماده‌سازی، به مداخله انسان، نیازمند است (۴۷). عمده‌ترین نگرانی پژوهشگران در مورد دستورالعمل‌های ذخیره‌سازی، مربوط به پایداری نمونه‌های زیستی است (۴۸). عوامل معتددی از جمله استفاده و نوع نگهدارنده‌ها یا ترکیبات تثبیت‌کننده (۴۹)، دامنه دمایی در طی زمان بین جمع‌آوری نمونه و پردازش و در طول ذخیره‌سازی کوتاه مدت یا طولانی مدت (۵۰)، فاصله زمانی از نمونه‌برداری تا پردازش و ذخیره‌سازی اولیه (۴۹) در پایداری نمونه‌ها مؤثر است.

همچنین اگر پروتکل‌های پردازش شامل جداسازی RNA، کشت سلول‌ها یا ویروس‌ها از نمونه باشد، عقیم‌سازی در هنگام جمع‌آوری و پردازش نمونه ضروری است (۵۱). حضور و فعالیت مواد تجزیه کننده یا مهارکننده در خود نمونه اهمیت دارند. به عنوان مثال، پروتئین‌ها به تخریب توسط پروتئازها و RNAها به تخریب توسط RNAseها، بسیار حساس هستند (۵۲). تضمین قابلیت استفاده در آینده از یک نمونه، مستلزم آن است که نمونه‌ها از نظر محل جمع‌آوری، روش‌های نگهداری، روش‌های ذخیره‌سازی و غیره به‌طور مداوم با فراداده‌های منحصر به فرد خود در بانک داده زیست بانک دریایی، پیوند داده شوند (۵۲).

- بانک ژن ارگانیسم‌های دریایی

در این بانک، ریبونوکلوتیدهای نمونه‌های جمع‌آوری شده از نمونه‌های دریایی در میکروویال‌های دارای بارکد استخراج شده و در تانک‌های ازت فاز گازی بانک ژن، ذخیره می‌شوند (۵۳). کمیت و کیفیت اسیدهای نوکلئیک به دست آمده برای اهداف زیست بانک به کیفیت نمونه اصلی زیستی، روش استخراج استفاده شده و شرایط نگهداری بستگی دارد.

کیفیت اسیدهای نوکلئیک به دست آمده از نمونه‌های زیستی به کیفیت نمونه اصلی بستگی دارد (۵۱). کیفیت استخراج و شرایط استفاده شده برای ذخیره‌سازی از دیگر فاکتورهای مهم در هنگام استفاده از DNA یا RNA هستند (۵۴). از کاغذ فیلتر و انجماد برای ذخیره طولانی مدت DNA استفاده می‌شود (۵۵).

- بانک سلول ارگانیسم‌های دریایی

پس از کشت سلول ارگانیسم‌های چند سلولی و جداسازی آن‌ها، نمونه‌های جمع‌آوری شده از ارگانیسم‌های تک سلولی یا مشتق از کشت سلول ارگانیسم‌های چند سلولی، بر اساس پروتکل‌های انجماد سلول در کرایوویال‌های دارای بارکد، در تانک‌های ازت فاز گازی بانک سلول، ذخیره می‌شوند (۵۶).

- بانک بافت تثبیت شده یا منجمد ارگانیسم‌های دریایی

پس از نمونه‌برداری از کل بدن یا بخش‌های مجزا از ارگانیسم‌های چند سلولی، نمونه‌های جمع‌آوری شده بر اساس پروتکل‌های انجماد بافت در کرایوویال‌های دارای بارکد، در تانک‌های ازت فاز گازی بانک بافت، ذخیره می‌شوند (۵۷). همچنین نمونه‌های مشابه در محلول‌های تثبیت کننده نگهداری می‌شوند (۵۸). بخش‌هایی از آن‌ها برای فرایند نمونه برش بافتی،

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

رنگ‌آمیزی و به صورت اسلاید، ذخیره می‌شوند (۵۸).

- تثبیت و نگهداری در محلول‌های شیمیایی

محلول‌های شیمیایی مختلفی برای تثبیت سلول و بافت‌های دریایی استفاده می‌شوند (جدول ۲). استفاده از غلظت مناسبی از آب شور بسته به شوری محل نمونه‌گیری در کیفیت تثبیت بافت اثر می‌گذارد (۵۹).

- نگهداری در فرمالین

فرمالین به‌عنوان یک محلول آبی با غلظت ۳۷ درصد در بازار یافت می‌شود که "تمام قدرت" یا فرمالین غلیظ در نظر گرفته می‌شود و قبل از استفاده به عنوان ماده ثابت‌کننده (یا فیکساتیو)، باید رقیق شود. فرمالین سمی و سرطان زاست، نمونه‌ها را می‌کشد و پروتئین آن‌ها را منعقد می‌کند (۶۰). اگر هیچ مطالعه مولکولی برنامه‌ریزی نشده‌باشد، می‌توان از فرمالین استفاده کرد. فرمالدهید پروتئین‌های موجود در بافت را متصل می‌کند، در نتیجه بافت نمونه انعطاف‌پذیر باقی می‌ماند، که برای دستکاری لازم جهت شناسایی یا طبقه‌بندی مهم است. با این حال، فرمالین اسیدی است، حتی اگر با بوراکس بوگیر شود، کربنات کلسیم را حل می‌کند. در نتیجه، حیوانات با پوسته‌های کربناتی، کارپاس[1] یا استخوان‌های داخلی (به‌عنوان مثال هولوتوروئیدها) باید در اتانول نگهداری شوند. جانورشناسانی که روی حیوانات فاقد اسکلت بیرونی کار می‌کنند (به‌عنوان مثال شقایق‌های دریایی، ضدپاتاریان، هیدروئیدها، چندشاخ‌ها، تونیک‌ها یا ماهی‌ها)، معمولاً محلول رقیق شده فرمالدهید را با ۸-۱۰ درصد ترجیح می‌دهند. همین غلظت برای ماهیان و بی‌مهرگان بزرگ با محتوای آبی بالا استفاده می‌شود، در حالی که غلظت ۴ درصد به‌طور کلی برای نمونه‌های کوچک بی‌مهره استفاده می‌شود. یک راه حل جایگزین برای ذخیره فرمالین رقیق شده، ترکیب فرمالدهید ۳۷ درصد و پروپیلن گلیکول به نسبت برابر است. سپس این محلول با آب دریا مخلوط می‌شود (۱ تا ۹ قسمت از آب دریا). مزایای آن این است که از فرمالین کمتری استفاده می‌شود و پروپیلن گلیکول نیز به‌عنوان یک ماده نفوذی عمل می‌کند، و باعث تثبیت بهتر می‌شود. با این حال، این محلول هنوز به اندازه فرمالین استاندارد سمی است. پس از تثبیت فرمالین (معمولاً ۳-۲ روز)، نمونه‌ها برای ذخیره‌سازی طولانی مدت باید به ۷۵ درصد اتانول منتقل شوند. البته ابتدا برای پاکسازی فرمالین باید نمونه در آب دریا خیسانده شود. حتی در این حالت نمونه‌ها مقداری فرمالین را در خود نگه می‌دارند و هنگام انجام اقدامات احتیاطی ویژه‌ای باید انجام شود (۶۱).

[1] carapaces

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

جدول ۲) محلول‌های شیمیایی برای ذخیره سلول و بافت زیستمندان دریایی در زیست بانک دریایی

نام فارسی	فرمولاسیون	زمان تثبیت	کاربرد	منابع
فرمالین بافر شده فسفات[۲]	فرمالدئید ۴۰٪: ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر: ۹۰۰ میلی‌لیتر سدیم دی هیدروژن فسفات یک آب: ۴ گرم سدیم هیدروژن فسفات بدون آب: ۶/۵ گرم pH = ۶/۸	۱۲ تا ۲۴ ساعت	نمونه‌های متداول ایمونوهیستوشیمی	(۹۶)
کلسیم فرمالینه[۳]	فرمالدئید ۴۰٪: ۱۰۰ میلی‌لیتر کلرید کلسیم: ۱۰ گرم آب مقطر: ۹۰۰ میلی‌لیتر	۱۲ تا ۲۴ ساعت	فسفولیپید	(۹۷)
سالین فرمالینه[۴]	فرمالدئید ۴۰٪: ۱۰۰ میلی‌لیتر سدیم کلراید: ۹ گرم آب مقطر: ۹۰۰ میلی لیتر	۱۲ تا ۲۴ ساعت	نمونه‌های متداول	(۹۸)
فرمالین روی[۵]	سولفات روی: ۱ گرم آب دیونیزه: ۹۰۰ میلی‌لیتر فرمالدئید ۴۰٪: ۱۰۰ میلی‌لیتر	۴ تا ۸ ساعت	ایمونوهیستوشیمی	(۹۹)
تثبیت کننده زنکر[۶]	آب مقطر: ۹۵۰ میلی‌لیتر کلرید جیوه: ۵۰ گرم دی کرومات پتاسیم: ۲۵ گرم اسید استیک بدون آب: ۵۰ میلی‌لیتر	۴ تا ۲۴ ساعت	هسته سلول	(۱۰۰)
تثبیت کننده هلی[۷]	آب مقطر: ۱۰۰۰ میلی‌لیتر دی کرومات پتاسیم: ۲۵ گرم سولفات سدیم: ۱۰ گرم کلرید جیوه: ۵۰ گرم فرمالدئید ۴۰٪: ۵۰ میلی‌لیتر	۴ تا ۲۴ ساعت	نمونه‌های متداول سلول ماهیچه‌ای	(۱۰۱)
محلول بوین[۸]	محلول آبی اشباع شده اسید پیکریک ۲/۱ ٪: ۷۵۰ میلی‌لیتر فرمالدئید ۴۰٪: ۲۵۰ میلی‌لیتر اسید استیک بدون آب: ۵۰ میلی‌لیتر	۴ تا ۱۸ ساعت	داربست بافت غدد رویان مجرای گوارش اثر حذف کلسیم	(۱۰۲)
محلول هولاند[۹]	استات مس: ۲۵ گرم اسید پیکریک: ۴۰ گرم فرمالدئید ۴۰٪: ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید استیک: ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر: ۱۰۰۰ میلی‌لیتر	۴ تا ۱۸ ساعت	غدد مجرای گوارش اثر حذف کلسیم	(۱۰۳)
محلول جندر[۱۰]	اتانول ۹۵٪ اشباع شده با اسید پیکریک: ۸۰۰ میلی‌لیتر فرمالدئید ۴۰٪: ۱۵۰ میلی‌لیتر اسید استیک بدون آب: ۵۰ میلی‌لیتر	۴ تا ۱۸ ساعت	گلیکوژن کربوهیدرات ها	(۱۰۴)
محلول کلارک[۱۱]	اتانول (مطلق): ۷۵ میلی‌لیتر اسید استیک بدون آب: ۲۵ میلی‌لیتر	۳ تا ۴ ساعت	برش‌های انجمادی تهیه اسمیر	(۱۰۵)
محلول کارنوی[۱۲]	اتانول مطلق: ۶۰ میلی‌لیتر کلروفرم: ۳۰ میلی‌لیتر اسید استیک بدون آب: ۱۰ میلی‌لیتر	۱ تا ۴ ساعت	گلیکوژن هسته سلول	(۱۰۰)
محلول متاکارن[۱۳]	متانول مطلق: ۶۰ میلی‌لیتر کلروفرم: ۳۰ میلی‌لیتر اسید استیک بدون آب: ۱۰ میلی‌لیتر	۱ تا ۴ ساعت	گلیکوژن هسته سلول	(۱۰۶)
فرمالین الکلی[۱۴]	فرمالدئید ۴۰٪: ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۵٪: ۹۰۰ میلی‌لیتر استات کلسیم: ۰/۵ گرم	۱۲ تا ۲۴ ساعت	چربی غده لنفاوی	(۱۰۷)
الکل استیک فرمالینه[۱۵]	اتانول مطلق: ۸۵ میلی‌لیتر فرمالدئید ۴۰٪: ۱۰ میلی‌لیتر اسید استیک بدون آب: ۵ میلی‌لیتر	۱ تا ۶ ساعت	برش‌های انجمادی	(۱۰۸)

[2] Phosphate buffered formalin
[3] Formal calcium
[4] Formal saline
[5] Zinc formalin
[6] Zenker's fixative
[7] Helly's fixative
[8] Bouin's solution
[9] Hollande's solution
[10] Gendre's solution
[11] Clarke's solution
[12] Carnoy's solution
[13] Methacarn solution
[14] Alcoholic formalin
[15] Formol acetic alcohol

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

- نگهداری در اتانول

برای نگهداری بافت‌هایی که برای تجزیه و تحلیل مولکولی در نظر گرفته نشده‌اند، اتانول ۸۰-۷۵ درصد کافی است. اتانول خالص نمونه‌های بدن را کم آب می‌کند و برای مطالعه آناتومیک بسیار شکننده می‌شوند. با این حال، از آنجا که بدن حیوانات دارای درصد بالایی از آب هستند، بسته به اندازه و حجم نمونه‌ها، غلظت اتانول می‌تواند به سرعت کاهش یابد. با استفاده از چگالی سنج الکل، میتوان غلظت الکل را بررسی کرد. در غلظت‌های اولیه اتانول، کمتر از ۶۰ درصد خطر پوسیدگی سریع ارگانیسم‌ها وجود دارد. اکینودرم‌ها، به ویژه ستاره‌های بزرگ دریایی و هولوتوروئیدها، به دلیل اندازه و حجم زیاد آن‌ها، از حساس‌ترین موجودات در برابر پوسیدگی هستند (۶۱). از اتانول برای نگهداری بندپایان (مانند خرچنگ دریایی و میگو)، گزنده تباران (مانند مرجان‌ها)، خیار دریایی، ستاره شکننده و غیره. استفاده می‌شود (۶۱).

فرمالین پیوندهای کووالانسی بین ماکرومولکول‌های بیولوژیکی ایجاد کرده و از حفظ فعالیت شیمیایی در بافت‌ها اطمینان حاصل می‌کند (۶۲). با نفوذ سریع، فرمالین یک ماده ثابت کننده آهسته و برگشت‌پذیر است که برای اتصال کامل به بافت‌ها به ۲۴ تا ۴۸ ساعت زمان نیاز دارد (۶۳ و ۶۴). فرمالین باعث اتصال متقابل پروتئین‌های سلولی می‌شود که مکان‌های آنتی‌ژنیک را برای آزمایش‌های بعدی پوشانده همین‌طور اسیدهای نوکلئیک را به سرعت تخریب می‌کند (۶۴ و ۶۵). در مقابل فیکساتیوهای اتانولی سریع هستند، میزان سمیت آن‌ها کم، سلول‌ها را از طریق فرایند کم آبی و رسوب پروتئین‌ها حفظ می‌کنند و مکان‌های آنتی‌ژنیک را نمی‌پوشانند (۶۷-۶۵).

تثبیت سریع، حفظ بهینه DNA، RNA و محیط کار امن‌تر، از مزایای فیکساتیو الکلی نسبت به فرمالین است (۶۵ و ۶۸). نشان داده شده است که فیکساتیوهای الکلی در حفظ محتوای اسید نوکلئیک در سلول مؤثرتر از فیکساتیوهای مبتنی بر آلدهید (فرمالین) هستند (۶۳، ۶۹ و ۷۰). بلوک‌های بافتی که به وسیله الکل فیکس شده‌اند بهتر از بلوک‌های فرمالینی برش داده می‌شوند. تثبیت مبتنی بر الکل بالاترین کیفیت هیستومورفولوژیک را برای بافت فراهم کرد. در کل نمره بافت‌شناسی برای فیکساتیو مبتنی بر الکل بالاتر از فرمالین می‌باشد. این نتایج از فیکساتیوهای الکلی به‌عنوان محافظ بهتر مورفولوژی بافت نسبت به مورفولوژی فرمالین حکایت دارد (۷۱). اتانول موجب اختلال در ساختار سوم پروتئین‌ها (به‌عنوان مثال دناتوراسیون) می‌شود و خصوصیات فیزیکی آن‌ها را تغییر می‌دهد، به طور بالقوه باعث عدم حلالیت و از بین رفتن عملکرد می‌شود (۷۲). ولی به نظر نمی‌رسد که فرمالین منجر به تغییرات ساختاری قابل توجهی در پروتئین‌ها شود (۷۳).

- نگهداری گیاهان دریایی

گیاهان به دلیل وجود فنل‌ها، پلی ساکاریدها و لیپیدها، حفظ بافت‌های آن‌ها برای انجام مطالعات مولکولی اغلب دشوار است. روش‌های آبگیری بافت گیاهی قبل از حمل و نقل شامل لیوفیلیزاسیون، آبگیری با خشک‌کن غذا و خشک کردن هوا می‌شود (۷۴ و ۷۵). با این حال، این تکنیک‌ها را نمی‌توان به‌طور جهانی در مورد گیاهان اعمال کرد و باید قبل از شروع پروژه آزمایش شوند (۷۶). به‌عنوان مثال، لیوفیلیزاسیون اغلب منجر به کاهش فعالیت پروتئین می‌شود، اگرچه بافت‌های حیوانی و قارچی معمولاً تحت تأثیر قرار نمی‌گیرند (۷۷). خشک شدن بافت گیاهی در Dierite ($CaSO_4$) یا ژل سیلیکا

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

بهترین گزینه برای جمع‌آوری بافت گیاهی تازه یا منجمد است (۷۶، ۷۸ و ۷۹).

همچنین به نظر می‌رسد احتمال آسیب رساندن به پروتئین نسبت به سایر روش‌ها، به‌عنوان مثال لیوفیلیزاسیون (۸۰) کمتر است. از آنجا که این روش ساده است، مواد شیمیایی به راحتی در دسترس بوده و حمل و نقل آن‌ها نیز آسان است، برای بدست آوردن گونه‌هایی که در مناطق دور افتاده وجود دارند و یا قرار است توسط همکاران سایر کشورها جمع‌آوری شود ایده آل است. ژل سیلیکا ماده خشک کننده‌ای کارآمدتر از درایرایت (سولفات کلسیم) است زیرا می‌توان آن را در اندازه مش کوچک‌تر به‌دست آورد، که باعث می‌شود سطحی بیشتری از بافت برگ وجود داشته باشد. معمولاً ۴-۶ گرم برگ تازه در کیسه‌های کوچک قرار می‌گیرد. بافت برگ سریع‌تر خشک می‌شود و در نتیجه با تخریب DNA کمتر همراه است. پس از آن، ۶۰-۵۰ گرم ژل سیلیکا (حداقل نسبت ۱۰: ۱ گرم ژل سیلیکا به بافت برگ) به کیسه اضافه می‌شود. خشک شدن باید در عرض ۱۲ ساعت انجام شود (۸۰).

- نگهداری بی‌مهرگان دریایی

در حفظ نمونه‌های بی‌مهرگان دریایی برای جداسازی DNA نتیجه گرفتند که دی متیل سولفوکسید و سدیم کلراید (DMSO-NaCl) بهترین راه حل برای ذخیره نمونه‌های بافت دریایی است (۸۱).

- نگهداری با سامانه‌های ذخیره‌سازی بر اساس دما

از دو نوع سامانه ذخیره‌سازی برای ذخیره‌سازی نمونه‌های زیست بانک استفاده می‌شود؛ سامانه‌های ذخیره‌سازی در دمای بسیار پایین یا دمای پایین و سامانه‌های ذخیره‌سازی در دمای محیط. دمای بسیار کم، دمای زیر ۸۰- درجه سانتی‌گراد می باشد؛ به‌عنوان مثال ازت مایع و دمای پایین را می‌توان دمای بین ۰ درجه تا ۸۰- درجه سانتی‌گراد در نظر گرفت. سامانه‌های پرکاربردی برای ذخیره‌سازی شامل انجماد معمولی و انجماد خشک[16] وجود دارند. انجماد به این معنی است که مواد در دمای پایین مثلا از ۲۰- تا ۸۰- درجه سانتی‌گراد در فریز یا دمای بسیار کم مانند ۱۵۰- درجه سانتی‌گراد در ظروف نیتروژن مایع ذخیره شوند. در حالت دوم، انجماد می‌تواند یا در مایع یا بخار نیتروژن صورت گیرد. دستگاه‌های نیتروژن مایع امکان ذخیره‌سازی در دمای تقریباً ثابت را دارند، در حالی که فریزرهای مکانیکی تحت تغییرات دما قرار می‌گیرند که ممکن است کیفیت نمونه‌های ذخیره شده در محفظه‌های بالایی فریزرهای ایستاده را به خطر بیندازد. دستگاه‌های ازت مایع به دلیل ظرفیت زیاد ذخیره‌سازی، با هزاران نمونه ذخیره شده برای زیست بانک‌ها مناسب‌ترند، در حالی که فریزرهای ۸۰- درجه سانتی‌گراد از زیست بانک‌های کوچک و متوسط پشتیبانی می‌کنند (۸۲). عصر جدید کرایوبیولوژی با کشف این که گلیسرول از سلول‌های یوکاریوتی در برابر آسیب یخ‌زدگی محافظت می‌کند، آغاز شد (۸۲). پس از این مشاهدات اولیه، چندین محافظت کننده انجماد از جمله دی متیل سولفوکسید، گلیسرول، سرم خون، اتیلن گلیکول، متانول، شیر بدون چربی، عصاره مخمر، و غیره کشف شدند و اکنون به‌طور گسترده‌ای برای محافظت در سلول‌ها استفاده می‌شوند (۸۳). اتوماسیون نیز در زمینه انجماد در حال افزایش است و از فریزرهای آزمایشگاهی معمولی گرفته تا بایگانی‌های بزرگ یکپارچه را پوشش می‌دهد. شرکت‌های صنعتی،

[16] freeze-dryer

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

سامانه‌های ذخیره‌سازی و بازیابی کاملاً خودکار ایجاد کرده‌اند که در فریزرهای دمای پایین کار می‌کنند و حاوی سامانه‌های رباتیک رایانه‌ای هستند که ویال‌های برودتی یا میکروپلیت‌ها را از فریزرها، اسکن و مرتب می‌کنند (۸۴).

با اینکه انجماد متداول‌ترین روش برای ذخیره طولانی مدت سلول‌ها و محصولات سلولی است اما معایب عمده آن هزینه‌های نسبی بالای تجهیزات است و در مورد نیتروژن مایع، نیاز به یک منبع ثابت می باشد زیرا هرگونه قطع جریان باعث از بین رفتن نمونه‌های ذخیره شده می‌شود. سرمایه‌گذاری اولیه و در دسترس بودن و هزینه نیتروژن می‌تواند اشکال عمده‌ای باشد. همچنین، خطرات ایمنی استفاده از نیتروژن، مانند سوزش یا کمبود اکسیژن، باید مدیریت شوند. هنگامی که از مخازن نیتروژن استفاده می‌شود، باید از سنسورهای سطح اکسیژن استفاده شود و آن‌ها باید هر چند سال یک بار کالیبره شوند. استفاده از تجهیزات محافظتی و به ویژه محافظ‌های صورت، دستکش‌های برودتی باید اجباری بوده و این تجهیزات باید به راحتی در دسترس باشند.

انجماد خشک کردن که به آن لیوفیلیزاسیون نیز گفته می‌شود، یک روش جایگزین برای ذخیره‌سازی طولانی مدت نمونه‌های زیست بانکی است (۸۵). لیوفیلیزاسیون یک فرآیند سه مرحله‌ای است. در مرحله اول، مواد یخ زده و آب را به یخ تبدیل می‌کند. در مرحله دوم، یخ تشکیل شده پس از انجماد با تبدیل از حالت جامد به بخار خارج می‌شود. در مرحله سوم، آب اضافی باقی‌مانده در نمونه به دلیل اتصال قوی آن به اجزای جامد نمونه، به بخار، تبدیل شده و خارج می‌شود. مواد لیوفیلیزه شده سپس در آمپول‌های خلاء مهر و موم شده که در کل فرآیند خشک کردن یخ استفاده می‌شود، ذخیره می‌شوند. قبل از استفاده، نمونه‌ها را می‌توان با باز کردن آمپول‌ها و با افزودن آب استریل بازیابی کرد. معایب عمده لیوفیلیزاسیون عبارتند از اینکه یک فرآیند زمان بر بوده و برای همه سلول‌ها مناسب نیست؛ به‌عنوان مثال، بعضی از سلول‌های یوکاریوتی لیوفیلیزاسیون را تحمل نمی‌کنند و نیاز به تعریف دقیق و بهینه‌سازی پروتکل‌های خاص برای سلول‌های منفرد یا گونه‌های میکروبی دارد.

از یخچال‌ها معمولاً برای نمونه‌هایی استفاده می‌شود که می‌توانند در دمای محیط نگهداری شوند. با این وجود، به دلیل تخریب شدن زیست مولکول‌هایی که می‌تواند در بالاتر از دمای محیط رخ دهد، در صورت ذخیره شدن در زیر دمای محیط، عمر این نمونه‌ها افزایش می‌یابد. ذخیره‌سازی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد می‌تواند یک محلول ذخیره موقت به‌عنوان یک مرحله میانی در قبل از آماده‌سازی برای ذخیره‌سازی در دمای بسیار کم یا قبل از پردازش نمونه باشد. برای یخچال‌ها، همانند فریزرهای مکانیکی، حفظ و نظارت بر دما در محدوده عملکرد مورد نیاز و داشتن سامانه قدرت پشتیبان، مهم است.

اگر یک بانک زیستی، فریزر مکانیکی یا تجهیزات ذخیره‌سازی برودتی ندارد (به دلایل عملی یا مالی) در این صورت ممکن است از روش‌های ذخیره‌سازی زیستی خاص برای نگهداری طولانی مدت برخی از اجزای زیستی در دمای اتاق استفاده شود. بافت‌های تعبیه شده در پارافین، فرمالین، اتانول و یا نمونه‌های لیوفیلیزه شده را می‌توان در دمای محیط، ذخیره کرد. نمونه‌های خشک شده مانند لکه‌های خون روی کاغذ فیلتر را نیز می‌توان در دمای محیط نگهداری کرد. همچنین برخی از تکنیک‌های جدید برای ذخیره سازی DNA در دمای محیط وجود دارد (۸۶).

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

- بانک عصاره و مولکول‌های فعال زیستی ارگانیسم‌های دریایی

نمونه‌های دریایی پس از عصاره‌گیری، خشک‌کردن انجمادی و یا جمع‌آوری مایعات و ترشحات ارگانیسم‌های تک سلولی و یا بدن یا بخش‌های مجزا از ارگانیسم‌های چند سلولی جمع‌آوری شده و بر اساس پروتکل‌های استاندارد در فریزرهای ۸۰- درجه سانتی‌گراد، درون ظروف دارای بارکد، در بانک عصاره و مولکول‌های فعال زیستی ذخیره می‌شوند. همچنین اطلاعات نمونه‌های مشابه آنالیز شده در بانک داده مربوطه ذخیره می‌شوند (۸۶).

- بانک تصاویر و فیلم ارگانیسم‌های دریایی

به منظور ثبت اطلاعات تصویری، از نمونه‌های جمع‌آوری شده در محل جمع‌آوری و در آزمایشگاه به‌صورت ماکروسکوپی و میکروسکوپی تصویربرداری شده و اطلاعات بر اساس بارکد نمونه در بانک داده، بایگانی می‌شود.

- خدمات ذخیره‌سازی، دسترسی و امنیت

برای جلوگیری از فرسایش بیش از حد فریزر و خرابی زود هنگام، باید تهویه مطبوع کافی برای گردش هوا و حفظ دمای محیط در ۲۲ درجه سانتی‌گراد یا پایین‌تر فراهم شود. اتاق‌هایی که دارای مخازن نیتروژن هستند باید مجهز به سامانه‌های جریان هوا همراه با سامانه هشدار سطح اکسیژن مناسب باشند تا از تجمع نیتروژن در صورت نشت، جلوگیری شود. به‌طور کلی، امکانات و تجهیزات ذخیره‌سازی باید توسط سامانه‌های هشدار مناسب کنترل شوند.

همه بانک‌های زیستی به یک منبع ثابت انرژی الکتریکی نیاز دارند. با توجه به اینکه شبکه برق الکتریکی تجاری ممکن است در مقطعی خراب شود، یک سامانه برق پشتیبان مورد نیاز است. این سامانه پشتیبان باید مستقل از شبکه و سایر امکانات کار کند. متداول‌ترین نوع نیروی پشتیبان، دیزل ژنراتور است. چنین سامانه‌ای باید ظرفیت کار برای مدت زمان کافی را داشته باشد تا امکان برقراری مجدد منبع تغذیه را فراهم کند (به طور معمول ۷۲-۴۸ ساعت) و باید به‌طور منظم آزمایش شود. سوخت کافی در محل باید در دسترس باشد.

هر مرکز باید از سامانه‌های امنیتی اساسی استفاده کند. این موارد باید کنترل شده و هشدارها باید ۲۴ ساعت در روز و ۷ روز در هفته توسط افرادی که می‌توانند اقدامات لازم را برای پاسخ دادن به زنگ هشدار در یک بازه زمانی انجام دهند مورد رسیدگی قرار گیرند تا بتوان از نابودی یا آسیب به مجموعه نمونه‌های زیستی جلوگیری کرده یا آن را به حداقل رساند. سامانه‌ها باید امکان تماس با دیگران را داشته باشند. در صورت عدم تأیید زنگ هشدار، با اعضای اصلی کارکنان تماس حاصل شود.

در صورت امکان، توصیه می‌شود مجموعه‌های ذخیره شده نمونه‌های زیستی ذخیره شده را به دو مجموعه تقسیم کرد، که هر مجموعه در مکانی مجزا ذخیره می‌شود. این استراتژی امکان حفظ مجموعه‌ای از نمونه‌ها را در صورت بروز عوارض جانبی در یک مکان فراهم می‌کند. زیست بانک باید به سامانه‌ای مجهز باشد که دسترسی کافی به کارمندان مجاز را محدود کرده و از نفوذ افراد غیرمجاز محافظت کند. در اصل، فقط افرادی که به فعالیت‌های زیست بانک اختصاص داده شده‌اند باید به مرکز ذخیره‌سازی و نمونه‌های زیستی دسترسی داشته باشند (۸۶).

- انفورماتیک

زیرساخت انفورماتیک زیست بانک باید شامل سخت‌افزار و نرم‌افزاری باشد که برای رفع نیازهای

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

عملکردی زیست بانک، ثبت و ذخیره اطلاعات به‌دست آمده و در طی هر فرآیند زیست بانک کافی بوده و یک روش الکترونیکی برای مدیریت سوابق را فراهم نماید (۸۷). مهم است که زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری به گونه‌ای طراحی شده باشند که نه تنها این ظرفیت و قابلیت ردیابی را برآورده کنند، بلکه الزامات مربوط به امنیت، حفاظت از داده‌ها و حریم خصوصی را نیز برآورده سازند.

- قابلیت فناوری اطلاعات (IT)

نرم‌افزار مدیریت زیست بانک باید مدیریت عملکردها و داده‌های مختلف مربوط به فعالیت‌های زیست بانک را تضمین کند. مهم است که روشی برای ردیابی هر نمونه در کل فرآیند زیست بانک و مستند کردن اقدامات انجام شده بر روی نمونه، وجود داشته باشد. مستندات مربوط به جمع‌آوری نمونه، پردازش نمونه، به اشتراک‌گذاری نمونه و حمل و نقل باید به‌طور مناسب در سامانه IT ثبت شوند. سامانه IT نیاز به فرایند پشتیبان‌گیری دارد تا اطمینان حاصل شود که کلیه داده‌های ثبت شده در سامانه IT، به درستی ردیابی و نگهداری می‌شوند و در صورت تغییر اشتباه، قابل بازیابی هستند. پایگاه داده زیست بانک، حاوی این اطلاعات باید به صورت مداوم، به‌روز شود.

علاوه بر نرم‌افزار IT برای ثبت اطلاعات در هر مرحله از فرآیند زیست بانک، لازم است نرم‌افزاری برای مستندسازی اطلاعات در مورد نظارت بر زیرساخت ذخیره‌سازی و گزارش هشدارها در مورد حوادث ناگوار وجود داشته باشد. همچنین توصیه می‌شود که نرم‌افزار زیست بانک اطلاعات مربوط به عملیات و کاربرها را ثبت کند که باید شامل اطلاعاتی در مورد اقدامات استاندارد و منظم انجام شده برای کالیبراسیون و ترمیم ابزارهای زیست بانک باشد. مدیریت این توابع برای تهیه نمونه‌های با کیفیت بسیار اساسی است (۸۶).

- مدیریت داده‌ها و امنیت انفورماتیک

سامانه‌های مدیریت زیست بانک برای افزایش همکاری باید اجازه دسترسی به داده‌های نمونه را بدهند، اما همچنین باید محرمانه بودن سوابق نمونه را تضمین کنند. سوابق الکترونیکی باید از طریق پشتیبان‌گیری منظم به اندازه کافی محافظت شوند. سامانه‌های مدیریت ضدنفوذ باید شامل راهکارهایی مانند سرورهای اختصاصی، شبکه‌های ایمن، رمزگذاری داده‌ها و احراز هویت کاربر از طریق تأیید نام کاربری و رمزهای عبور باشد. تمام رایانه‌هایی که توسط پرسنل زیست بانک استفاده می‌شوند باید دارای رمز عبور محافظت شده و مکانیزم وقفه خودکار باشند. سطوح مختلف دسترسی هر یک از کارکنان زیست بانک با یک شناسه کاربری جداگانه ایجاد می‌شود تا قابلیت ردیابی کامل همه اقدامات انجام شده بر روی داده‌های زیست بانک، وجود داشته باشد (۸۶).

- بازیابی اطلاعات، نظارت، پشتیبان‌گیری و ذخیره‌سازی اضافی

بانک‌های زیستی برای محافظت از دارایی‌ها، مواد زیستی و داده‌های مرتبط با آن‌ها به یک طرح بازیابی فاجعه احتیاج دارند. توانایی پاسخگویی به یک فاجعه و محافظت از یکپارچگی نمونه‌ها و داده‌ها مستقیماً بر کیفیت آن‌ها تأثیر می‌گذارد. بهترین برنامه‌ریزی این است که اطمینان حاصل شود مقدارهای تکراری در دو یا چند مکان ذخیره شده‌اند. از نظر منطقه جغرافیایی و تکیه بر تأسیسات برق، ژنراتور، نیتروژن مایع، دی اکسیدکربن، کنترل دمای محیط و سایر عناصری که

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

مربوط به عملکرد زیرساخت ذخیره‌سازی زیست بانک هستند، این مکان‌ها از هم متمایز می‌شوند (۸۶).

- اقدامات احتیاطی ایمنی عمومی مورد نیاز برای کار در زیست بانک

نیاز اصلی و اساسی زیست بانک، ایمنی عمومی است. این شامل حفاظت از انسان‌ها و محیط زیست در برابر خطرات زیستی و شیمیایی است. مدیریت این خطرات باید بر اساس اجرای کلی یک اصل احتیاطی باشد که مشابه آنچه در آزمایشگاه‌ها و درمانگاه‌ها استفاده می‌شود و باید در یک برنامه مدیریت ایمنی کلی تجسم یابد (۸۸).

- آزمایشگاه عمومی

علاوه بر ایمنی زیستی، زیست بانک‌ها باید از مقررات و روش‌های ایمنی کلی دقیق در رابطه با ایمنی شیمیایی، فیزیکی و الکتریکی پیروی کنند. استفاده از گازهای مایع از جمله نیتروژن مایع برای انجماد، منبع جدی است. میزان تأمین برق در محل باید حداقل ۲۰ درصد بیشتر از میزان مصرف متداول باشد. محل‌های ذخیره‌سازی نیتروژن باید تهویه خوبی داشته باشند. ظروف پلاستیکی و شیشه‌ای در صورت محبوس شدن مایع در هنگام خارج شدن ظرف از نیتروژن، می‌توانند به راحتی منفجر شوند. هنگام خروج نمونه یا انتقال نمونه برای محافظت از خطرات نیتروژن، دستکش‌های ضخیم، ماسک صورت و یک پیشبند استفاده می‌شود. کفش‌های محافظ نیز توصیه می‌شود. اخطارها و دستورالعمل‌های ایمنی باید به وضوح در نقاط مختلف زیست بانک قرار داده شوند. همچنین خطرات مرتبط با استفاده از مواد تثبیت کننده شیمیایی و حلال‌های مورد استفاده در پردازش بافت باید مورد توجه قرار گیرند (۸۶).

- خطرات زیستی

در جهت ایمنی زیستی آزمایشگاهی برای جلوگیری از قرار گرفتن ناخواسته در معرض میکروارگانیسم‌ها و سموم یا انتشار تصادفی آن‌ها، به اجرای اقدامات و روش‌های آزمایشگاهی مناسب و همچنین استفاده صحیح از تجهیزات و امکانات ایمنی نیاز دارد. تمام نمونه‌های زیستی باید به‌عنوان بالقوه عفونی در نظر گرفته شوند. همیشه باید با احتیاط زیادی با آن‌ها برخورد کرد تا از قرار گرفتن در معرض احتمالی آلودگی، مسمومیت یا عفونت جلوگیری شود. جمع‌آوری و پردازش آن‌ها، منبع خطر برای کارکنان درگیر در این فرایندها است. توصیه می‌شود که نمونه‌های عفونی بالقوه زیر هود ایمنی زیستی دستکاری شوند تا کارکنان آزمایشگاه در معرض قرار نگیرند. گروه‌بندی خطر نمونه‌های نگهداری شده در زیست بانک باید مشخص شود و زیست بانک باید مطابق با سطح ایمنی زیستی مربوط به گروه خطر نمونه‌ها، طراحی شده باشد (۸۶).

- امنیت زیستی

امنیت زیستی آزمایشگاهی، در واقع حفاظت، کنترل و پاسخگویی در برابر مواد زیستی با ارزش را برای جلوگیری از دسترسی، از بین رفتن، سرقت یا انتشار عمدی آن‌ها را توصیف می‌کند. امنیت زیستی آزمایشگاهی به ایمن‌سازی تمام مواد زیستی ارزشمند، عوامل بیماری‌زا و سموم می‌پردازد. گستردگی موضوع امنیت زیستی آزمایشگاهی از نظر علمی و تاریخی شامل مواد زیستی مهم از جمله مجموعه‌ها و سویه‌های مرجع، عوامل بیماری‌زا و سموم، واکسن‌ها و سایر داروها، می‌باشد. امنیت زیستی همچنین به اقدامات احتیاطی که باید برای جلوگیری از استفاده عوامل

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

بیماری‌زا یا سموم برای بیوتروریسم یا جنگ زیستی انجام گردد، اشاره دارد. ایمن سازی عوامل بیماری‌زا و سموم در آزمایشگاه‌های پژوهشی و تشخیصی نمی‌تواند از بیوتروریسم جلوگیری کند اما می‌تواند برای تروریست‌های بالقوه، انتقال مواد از یک مرکز قانونی زیستی را دشوارتر کند (۸۶).

- معرفی زیست بانک‌های دریایی جهان

بر اساس آخرین به‌روز رسانی فهرست جهانی بیوبانک[17] سپتامبر ۲۰۲۰ تعداد زیست بانک‌های ثبت شده در کشورهای مختلف جهان ۳۴۰ زیست بانک است (۸۹). از این تعداد، ۲۶ زیست بانک، نمونه‌های غیرانسانی را ذخیره می‌کردند. پنج زیست بانک تخصصی دریایی از این مجموعه در ادامه معرفی شده‌اند:

MarBank یک زیست بانک دریایی است که در ترومسو، نروژ واقع شده است (۹۰). MarBank مسئولیت ملی در جمع‌آوری، نگهداری و فهرست‌بندی موجودات دریایی از آب‌های نروژ برای اهداف پژوهشی، تجاری و بهره‌برداری دارد. مأموریت MarBank تهیه یک مخزن آسان در دسترس از منابع دریایی از مناطق قطب شمال و زیر قطب شمال برای مؤسسات و صنعت تحقیق و توسعه است که به جستجوی ترکیبات زیست فعال در موجودات دریایی می‌پردازند. علاوه بر مجموعه در ترومسو، Marbank هماهنگی شبکه‌ای از مجموعه‌های دریایی در نروژ را بر عهده دارد. هدف کلی این شبکه هماهنگی بهتر مجموعه‌های دریایی به‌منظور دسترسی بیشتر منابع و داده‌ها به کاربران نروژی و بین‌المللی است. Marbank با همکاری نزدیک با وزارت شیلات و امور ساحلی نروژ تأسیس شده است.

EBB یا بانک آبی اروپا، مهم‌ترین بانک زیستی موجودات دریایی در اروپاست که در منطقه آتلانتیک واقع شده است (۹۱). EBB بخشی از مرکز منابع زیست‌شناختی دریایی اروپا (EMBRC-ERIC) و یک زیرساخت پژوهشی مرجع جهانی برای پژوهش‌های زیست‌شناسی و زیست محیطی دریایی بنیادی و کاربردی است که از سال ۲۰۰۸ در نقشه راهبردی استراتژیک زیرساخت‌های پژوهشی اروپا، قرار گرفته است.

بانک ملی بافت پستانداران دریایی[18]یک زیست بانک ملی برای نگهداری بافت پستانداران دریایی آمریکاست (۹۲). در سال ۱۹۸۹، دفتر منابع حفاظت شده شیلات با مؤسسه ملی استاندارد و فناوری به ایجاد بانک ملی پستانداران دریایی اقدام کردند. این بانک، نمونه‌های بافتی را از پستانداران دریایی دریافت می‌کند و آن‌ها را از طریق انجماد حفظ می‌کند. تعداد نمونه‌های نگهداری شده، انواع آن‌ها و مناطق تهیه نمونه به‌طور کامل در مقاله بانک ملی بافت پستانداران دریایی توضیح داده شده است (۹۳).

شرکت ماجلان بیوساینس[19] به‌عنوان زیست بانکی خصوصی با ذخیره‌سازی میکروارگانیسم‌های دریایی و بانک ترکیبات زیست فعال دریایی، بیش از دو دهه فعال بوده است (۹۴). شرکت PharmaMar نیز زیست بانکی خصوصی و شرکت دیگری در زمینه ذخیره‌سازی ترکیبات زیست فعال دریایی است (۹۵).

[17] Global Biobank Directory
[18] National Marine Mammal Tissue Bank
[19] Magellan BioScience

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

- نتیجه‌گیری

با در نظر گرفتن اهمیت حفظ و نگهداری گونه‌های دریایی و نیز تولید فرآورده‌های زیستی از آن‌ها، تشکیل زیست بانک دریایی با اهداف پژوهشی و تجاری را لازم می‌سازد. رقابت کشورهای تولید کننده فرآورده‌های زیست فناوری دریایی، به اهمیت تسریع در ایجاد زیست بانک‌های دریایی می‌افزاید. مخاطرات محیط زیستی همچون گرمایش زمین و آلودگی‌های شیمیایی و نفتی دریایی نیز سبب کاهش زیستمندانی خواهند شد که حفظ و نگهداری آن‌ها در زیست بانک دریایی، ذخیره‌ای برای احیای آن‌ها در آینده خواهد بود.

این پژوهش مورد حمایت مالی هیچ سازمان یا مؤسسه‌ای نمی‌باشد.

سپاس و قدردانی

نویسندگان مقاله از جناب آقای پروفسور دکتر ایرج نبی‌پور رییس مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج فارس به علت ارائه ایده این مقاله و تصحیح آن سپاسگزاری می‌نمایند.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

References:

1.Hewitt R, Watson P. Defining Biobank. Biopreserv Biobank 2013; 11(5): 309-15.
2.Comizzoli P. Biobanking And Fertility Preservation For Rare And Endangered Species. Anim Reprod 2018; 14(1): 30-3.
3.Elger BS, Caplan AL. Consent And Anonymization In Research Involving Biobanks: Differing Terms And Norms Present Serious Barriers To An International Framework. EMBO Rep 2006; 7(7): 661-6.
4.Flesia C. Research Priorities And Their Impact On The National Innovation System. In: Andersson T, Djeflat A, editors. The Real Issues Of The Middle East And The Arab Spring. New York: Springer, 2013, 299-313.
5.Müller H, Dagher G, Loibner M, et al. Biobanks For Life Sciences And Personalized Medicine: Importance Of Standardization, Biosafety, Biosecurity, And Data Management. Curr Opin Biotechnol 2020; 65: 45-51.
6.Debburman SK. Learning How Scientists Work: Experiential Research Projects To Promote Cell Biology Learning And Scientific Process Skills. Cell Biol Educ 2002; 1(4): 154-72.
7.Kinkorová J. Biobanks In The Era Of Personalized Medicine: Objectives, Challenges, And Innovation. EPMA J 2016; 7(1): 4.
8.Vaught J, Rogers J, Carolin T, et al. Biobankonomics: Developing A Sustainable Business Model Approach For The Formation Of A Human Tissue Biobank. J Natl Cancer Inst Monogr 2011; 2011(42): 24-31.
9.Coppola L, Cianflone A, Grimaldi AM, et al. Biobanking In Health Care: Evolution And Future Directions. J Transl Med 2019; 17(1): 172.
10.De Paoli P. Bio-banking In Microbiology: From Sample Collection To Epidemiology, Diagnosis And Research. FEMS Microbiol Rev 2005; 29(5): 897-910.
11.Pukkala E. Biobanks And Registers In Epidemiologic Research On Cancer. In: Dillner J, editors. Methods In Biobanking. 1st ed. United States: Humana Press, Totowa, NJ, Springer Science+Business Media, 2011, 127-64.
12.Gee S, Oliver R, Corfield J, et al. Biobank Finances: A Socio-Economic Analysis And Review. Biopreserv Biobank 2015; 13(6): 435-51.
13.Sherkat R, Rostami S, Yaran M, et al. Establishment And Development Of The First Bi-

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

obank Of Inflammatory Bowel Disease, Suspected To Primary Immunodeficiency Diseases In Iran. Adv Biomed Res 2018; 7: 45.
14.Khodakarami Z, Pourakpour F, Siahlou B, et al. Making EEG Experiments Retrievable For Research Purpose: The Preliminary Experience Of Standardization Of EEG Data In Iranian Brain Mapping Biobank. Iran J Radiol 2019; 16(Special Issue): e99163.
15.Vaught J, Kelly A, Hewitt R. A Review Of International Biobanks And Networks: Success Factors And Key Benchmarks. Biopreserv Biobank 2009; 7(3): 143-50.
16.Anisimov SV, Meshkov AN, Glotov AS, et al. National Association Of Biobanks And Biobanking Specialists: New Community For Promoting Biobanking Ideas And Projects In Russia. Biopreserv Biobank 2021; 19(1): 73-82.
17.Kim SK. Marine OMICS: Principles And Applications. Florida: CRC Press, 2016, 3-7.
18.Pascual S, Abollo E, González AF. Biobanking And Genetic Markers For Parasites In Fish Stock Studies. Fish Res 2016; 173: 214-20.
19.Rotander A, Van Bavel B, Polder A, et al. Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) In Marine Mammals From Arctic And North Atlantic Regions, 1986–2009. Environ Int 2012; 40: 102-9.
20.Mateos J, Carneiro I, Corrales F, et al. Multicentric Study Of The Effect Of Pre-Analytical Variables In The Quality Of Plasma Samples Stored In Biobanks Using Different Complementary Proteomic Methods. J Proteomics 2017; 150: 109-20.
21.González ÁF, Rodríguez H, Outeiriño L, et al. A Biobanking Platform For Fish-Borne Zoonotic Parasites: A Traceable System To Preserve Samples, Data And Money. Fish Res 2018; 202: 29-37.
22.Comizzoli P, Wildt DE. Cryobanking Biomaterials From Wild Animal Species To Conserve Genes And Biodiversity: Relevance To Human Biobanking And Biomedical Research. In: Hainaut P, Vaught J, Zatloukal K, Pasterk M, editors. Biobanking Of Human Biospecimens. Springer, Cham, 2017, 217-35.
23.Della Togna G, Howell LG, Clulow J, et al. Evaluating Amphibian Biobanking And Reproduction For Captive Breeding Programs According To The Amphibian Conservation Action Plan Objectives. Theriogenology 2020; 150: 412-31.
24.Conte M, Fontana E, Nebbioso A, et al. Marine-Derived Secondary Metabolites As Promising Epigenetic Bio-Compounds For Anticancer Therapy. Mar Drugs 2021; 19(1): 15.
25.Kingston DGI. Modern Natural Products Drug Discovery And Its Relevance To Biodiversity Conservation. J Nat Prod 2011; 74(3): 496-511.
26.Williams W, Chilton A, Schneemilch M, et al. Microbial Biobanking–Cyanobacteria-Rich Topsoil Facilitates Mine Rehabilitation. Biogeosciences 2019; 16(10): 2189-204.
27.Humphries F, Gottlieb HM, Laird S, et al. A Tiered Approach To The Marine Genetic Resource Governance Framework Under The Proposed UNCLOS Agreement For Biodiversity Beyond National Jurisdiction (BBNJ). Mar Policy 2020; 122: 103910.
28.Somers T, Hollinger GA. Human–Robot Planning And Learning For Marine Data Collection. Auton Robot 2016; 40: 1123-37.
29.Narita A, Ueki M, Tamiya G. Artificial Intelligence Powered Statistical Genetics In Biobanks. J Hum Genet 2021; 66: 61-5.
30.Mitchell R, Waldby C. National Biobanks: Clinical Labor, Risk Production, And The Creation Of Biovalue. Sci Technol Human Values 2010; 35(3): 330-55.
31.Kurtböke İ, Meyer W, Sly L. Sustainable Use And Preservation Of Biological Resources. Microbiol Aust 2019; 40(3): 100-2.
32.National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Biological Collections: Ensuring Critical Research And Education For The 21st Century. Washington, DC: The National Academies Press, 2020, 85-112.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

33.Jupiter S, Mangubhai S, Kingsford RT. Conservation Of Biodiversity In The Pacific Islands Of Oceania: Challenges And Opportunities. Pac Conserv Biol 2014; 20(2): 206-20.
34.Guilloux B. Marine Genetic Resources, R&D And The Law 1: Complex Objects Of Use. New Jersey: ISTE Ltd, 2018, 75-116.
35.Collins JE, Vanagt T, Huys I, et al. Marine Bioresource Development–Stakeholder's Challenges, Implementable Actions, And Business Models. Front Mar Sci 2020; 7: 62.
36.Malm J, Fehniger TE, Danmyr P, et al. Developments In Biobanking Workflow Standardization Providing Sample Integrity And Stability. J Proteomics 2013; 95: 38-45.
37.Lapatas V, Stefanidakis M, Jimenez RC, et al. Data Integration In Biological Research: An Overview. J Biol Res Thessaloniki 2015; 22: 9.
38.Ferdyn K, Gleńska-Olender J, Witoń M, et al. Quality Management System In The BBMRI. Pl Consortium: Status Before The Formation Of The Polish Biobanking Network. Biopreserv Biobank 2019; 17(5): 401-9.
39.Bubela T, Guebert J, Mishra A. Use And Misuse Of Material Transfer Agreements: Lessons In Proportionality From Research, Repositories, And Litigation. PLoS Biol 2015; 13(2): e1002060.
40.Rabone M, Harden-Davies H, Collins JE, et al. Access To Marine Genetic Resources (MGR): Raising Awareness Of Best-Practice Through A New Agreement For Biodiversity Beyond National Jurisdiction (BBNJ). Front Mar Sci 2019; 6: 520.
41.Muller-Karger FE, Miloslavich P, Bax NJ, et al. Advancing Marine Biological Observations And Data Requirements Of The Complementary Essential Ocean Variables (EOVs) And Essential Biodiversity Variables (EBVs) Frameworks. Front Mar Sci 2018; 5: 211.
42.Mayfield AB, Tsai S, Lin C. The Coral Hospital. Biopreserv Biobank 2019; 17(4): 355-69.
43.Frouin H, Jackman P, Dangerfield ND, et al. Effects Of Feeding Strategy, Sediment Characteristics, And Chemical Properties On Polychlorinated Biphenyl And Polybrominated Diphenyl Ether Bioaccumulation From Marine Sediments In Two Invertebrates. Arch Environ Contam Toxicol 2017; 73(2): 256-69.
44.González-Fernández JE. Evaluation Of Scientific Collections: A Model Case, The Iberian-Balearic Amphibians Preserved In The Natural History Collections. 2011.
45.Baker M. Building Better Biobanks. Nature 2012; 486(7401): 141-6.
46.Baber R, Kiehntopf M. Automation In Biobanking From A Laboratory Medicine Perspective. J Lab Med 2019; 43(6): 329-38.
47.Malm J, Lindberg H, Erlinge D, et al. Semi-Automated Biobank Sample Processing With A 384 High Density Sample Tube Robot Used In Cancer And Cardiovascular Studies. Clin Transl Med 2015; 4(1): 27.
48.Abdaljaleel M, Singer EJ, Yong WH. Sustainability In Biobanking. In: Yong WH, eds. Biobanking. 1st ed. New Jersey: Humana Press, 2019, 1-6.
49.Ahmed FE. Biobanking Perspective On Challenges In Sample Handling, Collection, Processing, Storage, Analysis And Retrieval For Genomics, Transcriptomics And Proteomics Data. Anal Methods 2011; 3(5): 1029-38.
50.Muller R, Betsou F, Barnes MG, et al. Preservation Of Biospecimens At Ambient Temperature: Special Focus On Nucleic Acids And Opportunities For The Biobanking Community. Biopreserv Biobank 2016; 14(2): 89-98.
51.Holland NT, Smith MT, Eskenazi B, et al. Biological Sample Collection And Processing For Molecular Epidemiological Studies. Mutat Res 2003; 543(3): 217-34.
52.Tan SC, Yiap BC. DNA, RNA, And Protein Extraction: The Past And The Present. J Biomed Biotechnol 2009; 2009: 574398.
53.Lehmann S, Guadagni F, Moore H, et al. Standard Preanalytical Coding For

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

Biospecimens: Review And Implementation Of The Sample Preanalytical Code (SPREC). Biopreserv Biobank 2012; 10(4): 366-74.
54.Huang LH, Lin PH, Tsai KW, et al. The Effects Of Storage Temperature And Duration Of Blood Samples On DNA And RNA Qualities. PLoS One 2017; 12(9): e0184692.
55.Rajendram D, Ayenza R, Holder FM, et al. Long-Term Storage And Safe Retrieval Of DNA From Microorganisms For Molecular Analysis Using FTA Matrix Cards. J Microbiol Methods 2006; 67(3): 582-92.
56.Boroda AV. Marine Mammal Cell Cultures: To Obtain, To Apply, And To Preserve. Mar Environ Res 2017; 129: 316-28.
57.Odintsova NA, Boroda AV. Cryopreservation Of The Cells And Larvae Of Marine Organisms. Russ J Mar Biol 2012; 38: 101-11.
58.Fournie JW, Krol RM, Hawkins WE. Fixation Of Fish Tissues. In: Ostrander G, eds. The Laboratory Fish. 1st ed. United States: Academic Press, Elsevier, 2000, 569-78.
59.Tucker Jr JW, Chester AJ. Effects Of Salinity, Formalin Concentration And Buffer On Quality Of Preservation Of Southern Flounder (Paralichthys Lethostigma) Larvae. Copeia 1984; 1984(4): 981-8.
60.Wilson R, Victoria M. Marine Invertebrate Sample Processing Procedures. 2005, 1-25.
61.Schiaparelli S, Schnabel KE, De Forges BR, et al. Sorting, Recording, Preservation And Storage Of Biological Samples. In: Clark MR, Consalvey M, Rowden AA, eds. Biological Sampling In The Deep Sea. 1st ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Ltd, 2016, 338-67.
62.Warmington AR, Wilkinson JM, Riley CB. Evaluation Of Ethanol-Based Fixatives As A Substitute For Formalin In Diagnostic Clinical Laboratories. J Histotechnol 2000; 23(4): 299-308.
63.Srinivasan M, Sedmak D, Jewell S. Effect Of Fixatives And Tissue Processing On The Content And Integrity Of Nucleic Acids. Am J Pathol 2002; 161(6): 1961-71.
64.Buesa RJ. Histology Without Formalin?. Ann Diagn Pathol 2008; 12(6): 387-96.
65.Moelans CB, Oostenrijk D, Moons MJ, et al. Formaldehyde Substitute Fixatives: Effects On Nucleic Acid Preservation. J Clin Pathol 2011; 64(11): 960-7.
66.Vielkind U, Swierenga SH. A Simple Fixation Procedure For Immunofluorescent Detection Of Different Cytoskeletal Components Within The Same Cell. Histochemistry 1989; 91(1): 81-8.
67.Stanta G, Mucelli SP, Petrera F, et al. A Novel Fixative Improves Opportunities Of Nucleic Acids And Proteomic Analysis In Human Archive's Tissues. Diagn Mol Pathol 2006; 15(2): 115-23.
68.Bostwick DG, Al Annouf N, Choi C. Establishment Of The Formalin-Free Surgical Pathology Laboratory. Utility Of An Alcohol-Based Fixative. Arch Pathol Lab Med 1994; 118(3): 298-302.
69.Noguchi M, Furuya JS, Takeuchi T, et al. Modified Formalin And Methanol Fixation Methods For Molecular Biological And Morphological Analyses. Pathol Int 1997; 47(10): 685-91.
70.Gillespie JW, Best CJM, Bichsel VE, et al. Evaluation Of Non-Formalin Tissue Fixation For Molecular Profiling Studies. Am J Pathol 2002; 160(2): 449-57.
71.Haque Z, Rahman MA, Khan MZ, et al. Alcohol-Based Fixatives Can Better Preserve Tissue Morphology Than Formalin. Int J Morphol 2020; 38(5): 1371-5.
72.Horobin RW. Histochemistry: An Explanatory Outline Of Histochemistry And Biophysical Staining. United Kingdom: Butterworth-Heinemann, 1982, 21-4.
73.Mason JT, O'leary TJ. Effects Of Formaldehyde Fixation On Protein Secondary Structure: A Calorimetric And Infrared Spectroscopic Investigation. J Histochem Cytochem 1991; 39(2): 225-9.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

74.Croat TB. Use Of A Portable Propane Gas Oven For Field Drying Plants. Taxon 1979; 28(5/6): 573-80.
75.Khadhair AH, Momani F, Hiruki C. Molecular Stability Of Clover Proliferation Phytoplasma DNA In Periwinkle Plant Tissues After Thermal Treatment Under Microwave Conditions. Proceed Jpn Acad Series B 1995; 71(8): 265-8.
76.Chase MW, Hills HH. Silica Gel: An Ideal Material For Field Preservation Of Leaf Samples For DNA Studies. Taxon 1991; 40(2): 215-20.
77.Hanlin RT. Preservation Of Fungi By Freeze-Drying. Bull Torrey Bot Club 1972; 99(1): 23-7.
78.Bolster P. Preserving Flowers With Silica Gel. Publ Can Dep Agric. 1978.
79.Liston A, Rieseberg LH, Adams RP, et al. A Method For Collecting Dried Plant Specimens For DNA And Isozyme Analyses, And The Results Of A Field Test In Xinjiang, China. Ann Miss Bot Gard 1990; 77(4): 859-63.
80.Mellor JD. Fundamentals Of Freeze-Drying. London: Academic Pr, 1978, 1-386.
81.Seutin G, White BN, Boag PT. Preservation Of Avian Blood And Tissue Samples For DNA Analyses. Can J Zool 1991; 69(1): 82-90.
82.Babel M, Mamilos A, Seitz S, et al. Compared DNA And RNA Quality Of Breast Cancer Biobanking Samples After Long-Term Storage Protocols In− 80° C And Liquid Nitrogen. Sci Rep 2020; 10: 14404.
83.Guo N, Wei Q, Xu Y. Optimization Of Cryopreservation Of Pathogenic Microbial Strains. J Biosafe Biosecur 2020; 2(2): 66-70.
84.Van Niekerk J. Enhancing Biorepository Sample Integrity With Automated Storage And Retrieval. 1st ed. Management Of Chemical And Biological Samples For Screening Applications. Weinheim: Wiley-VCH, 2012, 221-42.
85.Weng L. Technologies And Applications Toward Preservation Of Cells In A Dry State For Therapies. Biopreserv Biobank 2021 Jan. Available from: URL: doi.org/10.1089/bio.2020.0130
86.Mendy M, Caboux E, Lawlor RT, et al. Common Minimum Technical Standards And Protocols For Biobanks Dedicated To Cancer Research. Lyon, France: International Agency For Research On Cancer, 2017, 1-62.
87.Galvagni M, Cotrupi S, Barbareschi M. Biobanks And Information Technology. Pathologica 2008; 100(2): 116-38.
88.Parry-Jones A, Hansen J, Simeon-Dubach D, et al. Crisis Management For Biobanks. Biopreserv Biobank 2017; 15(3): 253-63.
89.Specimencentral. Global Biobank Directory, Tissue Banks and Biorepositories 2020. (Accessed May 10, 2020, at Https://Specimencentral.Com/Biobank-Directory/#Animal%20&%20Plant%20Biobanks)
90.Gabrielsen KL. Marbank–A Biobank Of Arctic Marine Organisms. Planta Med 2012; 78(11): PL18.
91.Paredes E, Ward A, Probert I, et al. Cryopreservation Of Algae. Cryopreservation And Freeze-Drying Protocols. 4th ed. Springer US, 2021, 607-21.
92.Lillestolen TI, Foster N, Wise SA. Development Of The National Marine Mammal Tissue Bank. Sci Total Environ 1993; 139-140: 97-107.
93.Pugh RS, Ellisor MB, Moors AJ, et al. National Marine Mammal Tissue Bank 2007-2008. NISTIR 7675, 2010, 5-49.
94.Wilson BAP, Thornburg CC, Henrich CJ, et al. Creating And Screening Natural Product Libraries. Nat Prod Rep 2020; 37(7): 893-918.
95.Nieto Delgado AM. P-51.Economic And Financial Analysis And Comparison Between Two Companies In The Pharmaceutical Industry, Pharma Mar SA and Grifols SA. 2019, 1-58.
96.Goto T. Examination Of Different Preservatives For Todarodes Pacificus Paralarvae Fixed With Borax-Buffered

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

Formalin-Seawater Solution. Phuket Mar Biol Center Res Bull 2005; 66: 213-9.

97.Moore MN, Lowe D, Soverchia C, et al. Uptake Of A Non-Calorific, Edible Sucrose Polyester Oil And Olive Oil By Marine Mussels And Their Influence On Uptake And Effects Of Anthracene. Aquat Toxicol 1997; 39(3-4): 307-20.

98.Tyler PA, Reeves S, Peck L, et al. Seasonal Variation In The Gametogenic Ecology Of The Antarctic Scallop Adamussium Colbecki. Polar Biol 2003; 26: 727-33.

99.Swain TD. Isozoanthus Antumbrosus, A New Species Of Zoanthid (Cnidaria: Anthozoa: Zoanthidea) Symbiotic With Hydrozoa From The Caribbean, With A Key To Hydroid And Sponge-Symbiotic Zoanthid Species. Zootaxa 2009; 2051(1): 41-8.

100.Costa PM, Costa MH. Development And Application Of A Novel Histological Multichrome Technique For Clam Histopathology. J Invertebr Pathol 2012; 110(3): 411-4.

101.Fogg-Matarese S, Horowitz DB, Kass-Simon G. An Evaluation Of Three Conventional Histological Techniques For Staining The Cerata Of Cratena Pilata. J Histotechnol 2001; 24(4): 255-8.

102.Mohammadi J, Mirzaie A, Azizi A, et al. The Effects Of Hydroalcoholic Extract Of Juglans Regia Leaf On Histological Changes Of Langerhans Islet In Diabetic Rats Model. Iran South Med J 2012; 15(4): 293-302. (Persian)

103.Costa PM, Carreira S, Costa MH, et al. Development Of Histopathological Indices In A Commercial Marine Bivalve (Ruditapes Decussatus) To Determine Environmental Quality. Aquat Toxicol 2013; 126: 442-54.

104.Fuller EG, Owczarzak A. Esterases, Phosphatases, And Glycogen In The Antennal Gland Of Pacifastacus Leniusculus Stimpson. Biol Bull 1967; 133(3): 539-47.

105.Chapple WD. Motoneurons Innervating The Dorsal Superficial Muscles Of The Hermit Crab, Pagurus Pollicarus, And Their Reflex Asymmetry. J Comp Physiol 1977; 121: 413-31.

106.Fonseca G, Fehlauer-Ale KH. Three In One: Fixing Marine Nematodes For Ecological, Molecular, And Morphological Studies. Limnol Oceanogr-Meth 2012; 10(7): 516-23.

107.Marlowe RL, Dillaman RM. Acridine Orange Staining Of Decapod Crustacean Cuticle. Invertebr Biol 1995; 114(1): 79-82.

108.Deland C, Cameron CB, Rao KP, et al. A Taxonomic Revision Of The Family Harrimaniidae (Hemichordata: Enteropneusta) With Descriptions Of Seven Species From The Eastern Pacific. Zootaxa 2010; 2408(1): 1-30.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]

Review Article

Marine Biobank: From Protection of Genetic Resources to Biomedical Entrepreneurship

T. Zendehboudi (MD student)[1], AR. Afshar (MD student)[1], A. Khoradmehr (MSc)[1], H. Azari (MSc)[1], M. Farjam (MD, PhD)[2], A. Tamadon (PhD)[1**]*

[1] The Persian Gulf Marine Biotechnology Research Center, The Persian Gulf Biomedical Sciences Research Institute, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran

[2] Noncommunicable Diseases Research Center, Fasa University of Medical Sciences, Fasa, Iran

(Received 6 Apr, 2021 Accepted 8 Aug, 2021)

Abstract

Background Marine biological resources and their creatures are one of the major parts of marine biomass. Marine biological resources are important for regular genetic research and isolation and extraction of biological materials from the marine organisms which have the potential for commercial development and employment in the coastal areas. Marine Biobank, in addition to setting up a joint venture, will co-ordinate the measurments for protection of marine biodiversity and marine biotechnological applications at universities by: a) Setting up technological tools and common practices to keep records of marine biological resources in the whole phylogenetic tree of life. B) Applying the best practices and guidelines for storing and recording information in the MBI series to ensure compliance with the regulatory framework and regulations regarding access and sharing of data on the use of marine bio resources for research, commercial and academic aims C) Developing an innovative platform for national and legal users at national level and producing a set of guidelines for the use of marine biological resources for innovative purposes. The Marine Biobank will ultimately facilitate sustainable access to the marine biodiversity, related data and extractable products for academic researchers and users in the industry. In this article, an attempt has been made to discuss the formation, importance and application of marine biobanks.

Keywords: Marine Biobank, Biological specimen, Entrepreneurship, Biomedicine

©Iran South Med J.All right sreserved

Cite this article as: Zendehboudi T, Afshar AR, Khoradmehr A, Azari H, Farjam M, Tamadon A Marine Biobank: From Protection of Genetic Resources to Biomedical Entrepreneurship. Iran South Med J 2021; 24(4): 242-264

Copyright © 2021 Zendehboudi, et al This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

[**]*Address for correspondence*: The Persian Gulf Marine Biotechnology Research Center, The Persian Gulf Biomedical Sciences Research Institute, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran. Email: amintamaddon@yahoo.com
*ORCID: 0000-0002-7662-7614
**ORCID: 0000-0002-0222-3035

Website: http://bpums.ac.ir
Journal Address: http://ismj.bpums.ac.ir

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/ismj.24.4.242]