

۲۰۷۴۵۶۱
۴۸۱۰۱۲۳

فناوری بایوفلاک

کتاب راهنمای عملی

ویرایش سوم

نم‌بسندگان

پیرا، آونیملج

با همکاران

پیتر دی شرایور، مائوریسیو امرسون، دیو کوهن، اندرو زی، نیان تاو

ترجمه

غلامرضا رفیعی و قاسم محمدی

(دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، گروه مهندسی شیلات)

WORLD
AQUACULTURE
Society



شماره مسلسل ۱۰۰۵۵

شماره انتشار ۴۰۸۸

انتشارات دانشگاه تهران

عنوان و نام پدیدآور	فناوری بایوفلاک کتاب راهنمای عملی / نویسندگان یورام آونیملچ، آودیگران؛ ترجمه غلامرضا رفیعی و قاسم محمدی.
وضعیت ویراست	ویراست ۳.
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	۳۳۴ ص: مصور، جدول.
فروست	انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۴۰۸۸.
شابک	978-964-03-7354-5
وضعیت فهرست‌نویسی	فیفا
یادداشت	نویسندگان یورام آونیملچ، و پیتر دی شرایور، مانوریسیو امرسیانو، دیو کوهن، اندرو ری، نیان تاو.
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	آبزی پروری
شناسه بر ر ه	رفیعی، غلامرضا، ۱۳۴۱ - مترجم
شناسه افزود	محمدی، قاسم، ۱۳۷۲ - مترجم
شناسه اف	آونیملچ، یورام
شناسه بروده	Avnimelech, Yoram
شناسه اثر	دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات
رده‌بندی کنه	SH۱۳۵ ۱۳۹۸
رده‌بندی دیویی	۶۳۹/۸
شماره کتابشناسی بی	۵۱۵۰۱

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی، وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود. تمام حقوق برای ناشر محفوظ است.
(این کتاب با کاغذ چاپ شده است.)



عنوان: فناوری بایوفلاک: کتاب راهنمای عملی
تألیف: یورام آونیملچ - پیتر دی شرایور - مانوریسیو امرسیانو - دیو کوهن - اندرو ری - نیان تاو
ترجمه: دکتر غلامرضا رفیعی - قاسم محمدی
ویرایش ادبی: محبوبه قاسمی ایمچه
نوبت چاپ: اول
تاریخ انتشار: ۱۳۹۸
شمارگان: ۲۰۰ نسخه
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مترجمان است»

بها: ۴۵۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرش مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>
پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲

فهرست مطالب

ز	پیشگفتار مؤلف
غ	سخن مترجمان
۱	فصل اول: چرا نیازمند فناوری‌هایی جدید برای آبی‌پروری هستیم؟
۹	فصل دوم: مروری بر سامانه‌های آبی‌پروری
۲۱	فصل سوم: فرایندها و جوامع میکروبی مرتبط با آبی‌پروری
۴۱	فصل چهارم: سامانه‌های بایوفلاک
۵۵	فصل پنجم: نشانگان نیتروژن: مشکلات و راه‌حل‌ها
۶۵	فصل ششم: کنترل نیتروژن غیر آلی با استفاده از فناوری بایوفلاک
۷۷	فصل هفتم: تغذیه با بایوفلاک
	فصل هشتم: فناوری تولید F_2 -نیتریت: بایوفلاک: به‌کارگیری راکتورهای زیستی جهت تصفیه پساب آبی‌پروری و تولید بایوفلاک برای تغذیه میگو
۹۷	فصل نهم: بهینه‌سازی فعالیت میکروبی در استخرهای متراکم
۱۲۱	فصل دهم: هوادهی، هواده‌ها و نحوه قرارگیری آنها
۱۵۱	فصل یازدهم: اثرهای فناوری بایوفلاک در کنترل بیماری ماهی و میگو
۱۶۵	فصل دوازدهم: ساخت استخر
۱۷۹	فصل سیزدهم: تجربه میدانی
۲۰۳	فصل چهاردهم: بهره‌گیری از فناوری بایوفلاک در پرورش فوق‌مترکم میگو
۲۳۳	فصل پانزدهم: زیست‌شناسی و زیست‌فناوری بایوفلاک‌ها
۲۵۵	فصل شانزدهم: استفاده از فناوری بایوفلاک در پرورش مولدین میگو
۲۷۳	فصل هفدهم: فناوری بایوفلاک و توسعه پایدار آبی‌پروری
۲۸۱	فصل هجدهم: اصول پایه یا الفبای مدیریت استخر
۲۹۷	فصل نوزدهم: سخنان پایانی
۳۰۷	واژه‌نامه و حروف اختصاری

پیشگفتار مؤلف

آبزی‌پروری (پرورش ماهی، سخت‌پوستان، نرم‌تنان، جلبک‌ها و سایر آبزیان) صنعتی پویاست. میانگین رشد سالیانه تولید آبزی‌پروری از ۱۹۷۰ برابر با ۸/۹ درصد بوده است؛ درحالی‌که رشد سالیانه صید و صیادی و همچنین تولید گوشت در مزارع دام‌پروری به ترتیب ۱/۲ و ۲/۸ درصد می‌باشد. تقاضای آبی برای محصولات حاصل از آبزیان و ناتوانی در صید آبزیان از محیط‌های طبیعی نیازمند افزایش شدید تولید آبزی‌پروری در سال‌های پیش‌روست. به همین جهت، افراد زیادی به صنعت آبزی‌پروری خواهند پیوست. همچنان به علت محدودیت مکان و غذا به فناوری‌های پیشرفته‌تری نیاز خواهد بود.

فائق‌آمدن بر این مشکلات نیازمند دانش و مهارت فراوانی است. برخلاف پرورش گیاهان و جانوران خشکی‌زی که در آن پرورش‌دهندگان قادر به رؤیت علائم بیماری یا بررسی نیاز گیاه به استعمال مقدار بیشتری از مواد مغذی یا کم هستند، آبزی‌پروران نمی‌توانند ماهی را ببینند. بنابراین، مدیریت تولید در استخر پرورشی از طریق ساخت و اندازه‌گیری فرایندهای شیمیایی، فیزیکی و زیستی درون آب امکان‌پذیر است. فرایندهای یادشده در درمان جانوران هدف تأثیرگذار است و شرایط حاکم بر استخر را نیز منعکس می‌سازد.

در بیشتر موارد، با کنترل شرایط حاکم بر استخر می‌توان رشد ماهی را تحت کنترل داشت (در این کتاب منظور از ماهی همه گونه‌های پرورشی است). بخشی درمان بیماری‌های ماهی نیز از طریق کنترل شرایط محیطی حاکم بر استخر انجام می‌پذیرد و استعمال مستقیم داروها کمتر اعمال می‌شود. به همین جهت، توسعه این نوع روش‌های کنترلی نیازمند پژوهش‌های بیشتری است.

افزون بر ماهیت پیچیده جنبه‌های زیستی مربوط به تولید آبزی‌پروری، پرورش‌دهندگان باید با محدودیت‌های دیگری نیز کنار آیند. ما در مدیریت آبزی‌پروری با مقادیر زیادی از آب سروکار داریم که دائماً از مواد مغذی و غذا غنی می‌شود و دربردارنده یک مجموعه زیستی است که از مجموعه زیستی رایج در سامانه‌های طبیعی متفاوت است. رهاسازی این آب به محیط زیست می‌تواند به آلودگی رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و خورها منجر شود. آبزی‌پروران باید به‌گونه‌ای مزارع خود را مدیریت کنند که باعث آلودگی محیط زیست یا آسیب به آن نشوند و از قوانین زیست‌محیطی نیز پیروی کنند. به‌علاوه، آبزی‌پروری صنعتی است که همزمان با هزینه نسبتاً زیاد مواد اولیه و رقابت شدید بازار، باید برای مزه‌داران درآمد مطلوبی فراهم آورد.

فناوری بایوفلاک: گذشته، حال و آینده

فناوری بایوفلاک (BFT) بر پایه شناخت و کنترل کامل استخر استوار است. در این فناوری، تولید ماهی نه تنها به عنوان مقوله‌ای مجزا در نظر گرفته نمی‌شود، بلکه بخشی از کل یک زیست‌بوم^۱ تعاملی (دارای تأثیر متقابل) به حساب می‌آید که از ویژگی‌های فیزیکی، برهم‌کنش‌های شیمیایی و زیگانی پیچیده تشکیل شده است و ماهیان در آن به عنوان جزء اصلی مطرح می‌باشند.

اداره استخر مستلزم فهم این زیست‌بوم پیچیده و مدیریت یا کنترل آن است. از این رو، تلاش ما بر این است تا جامعه میکروبی استخر را به گونه‌ای کنترل کنیم که بهبود کیفیت آب و حداکثر بازافت غذا (و در نتیجه کاهش هزینه‌ها) را به همراه داشته باشد. در برنامه‌ریزی‌ها و مدیریت استخر، هوادهای نباید صرفاً به واسطه‌ای برای تأمین اکسیژن دانست، بلکه برای جلوگیری یا حداقل سازی وقوع فرایندهای بی‌هوازی باید از توزیع اکسیژن در استخر اطمینان یافت.

فناوری بایوفلاک، به زلزله روشی برای کنترل بهتر فعالیت میکروبی در استخرهای آبی‌پروری توسعه پیدا کرد. آثار نوین این فناوری به گسترش استخرهای متراکم بسته (بدون تعویض آب یا با تعویض آب محدود) بر می‌گردد. در این نوع استخرها، هوادهای بخشی جدایی‌ناپذیر از سامانه و انباشت مواد آلی پیامد مستقیم آن است.

استیون سرفلینگ^۲ اولین شخصی بود که به شکلی تجاری از فناوری بایوفلاک در یک مزرعه پرورش ماهی تیلاپیا (مزرعه سولار آکوا فارمز، بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۴) بهره برد (Serfling, 2000). این فناوری به طور مستعار سامانه^۳ ODAS نام گرفت. مزرعه یادشده پیشرفت کرد و آغازگر بسیاری از تحقیقات بود که بعدها انتشار یافت. عملیات پرورش ماهی و در سامانه‌های بسته^۴ (از جمله فناوری بایوفلاک) در دوره‌ای تقریباً همزمان در تاهیتی اجرا شد.

در زمینه توسعه فناوری بایوفلاک مجموعه‌ای از مقالات ارائه شده است که در اوایل دهه ۱۹۹۰ انجام شده‌اند. این مقالات توسط دو گروه تحقیقاتی ارائه شده است (Chambrlain, 1993): گروهی از دانشگاه تخنئون^۵ در فلسطین اشغالی تلاش‌های خود را عمدتاً بر پرورش ماهی کم تیلاپیا متمرکز داشت (آونیملیج^۶ و همکاران، ۱۹۹۲، ۱۹۹۴)، اما در همان زمان آزمایش‌های مربوط به تولید فوق‌متراکم میگو در مرکز پرورش موجودات دریایی وادل واقع در کارولینای جنوبی در حال انجام بود (Hopkins et al., 1993).

1. ecosystem

2. Steven Serfling

3. organic detrital algae soup system

4. closed systems

5. Technion

6. Avnimelech

در بیشتر مواقع بهره‌گیری از نتایج تحقیقاتی در مزرعه سال‌ها به طول می‌انجامد، به‌ویژه در کشاورزی که صنعتی نسبتاً محافظه‌کار است. در رابطه با فناوری بایوفلاک، اجرای نتایج تحقیقاتی تقریباً آنی بود، زیرا اصول پایه این فناوری (تعویض آب محدود، بازیافت غذا و افزایش تراکم) در زمانی مناسب پدید آمد و در حقیقت صنعت آبزی‌پروری را به اجرای نتایج تحقیقاتی مجبور کرد. با توسعه این فناوری، تجربه میدانی نیز افزایش یافت و با اینکه توسعه فناوری بایوفلاک با آزمایش‌های علمی همگام بود. بنابراین، علاوه بر نتایج حاصل از کارهای تحقیقاتی، تجربه میدانی نیز در کسب و افزایش اطلاعات دخیل بوده است. هم‌زمان با تکامل فناوری بایوفلاک به‌منزله یک علم کاربردی، باید به تجارب میدانی هم توجه داشت. مهم‌ترین مشکل در این زمینه، انتشار محدود اطلاعات و تجربه حاصل از شرکت‌های خصوصی برای عدم مردم است که از علاقه نادرست شرکت‌ها در نگهداری اطلاعات انحصاری یا نبود بسترهای مناسب نشر اطلاعات نشئت می‌گیرد.

یکی از روش‌های انتشار تجربه به‌وسیله دست‌آمده از مزارع و مؤسسه‌های تحقیقاتی سراسر جهان، تشکیل مجمع مهندسی آبزی‌پروری (وابسته به کارگروه فناوری بایوفلاک) است. کارگروه یادشده اغلب در طی نشست‌های معمول آبزی‌پروری جهانی آبزی‌پروری^۱ (WAS) جلسه‌های ویژه‌ای برگزار می‌کند و یک وبسایت اینترنتی نیز دارد: www.aesweb.org/bioflow.html. پیش‌بینی می‌شود فعالیت کارگروه فناوری بایوفلاک افزایش انتشار اطلاعات را به‌مرور خواهد داشت. درمجموع، تبادل اطلاعات فنی برای صنعت آبزی‌پروری و درنهایت برای همه افرادی که می‌توانند سودمند و یاری‌کننده باشد. گزارش‌های مربوط به روند توسعه استخرهای تجاری فناوری بایوفلاک اغلب در گزارش‌ها و سالنامه‌های پرورش جهانی میگو ارائه می‌شود. گزارش‌های بسیار مفصلی در سالنامه ۲۰۰۶ (Rosenberry, 2006) ارائه شد که عنوان آن از این قرار بود: «آیا بایوفلاک، پرورش میگو را به‌صورت صنعتی از آبزی‌پروری مبدل خواهد نمود که در جهان بیشترین سازگاری را با محیط زیست دارد؟»

اولین، دومین و سومین نسخه از کتاب

کتاب حاضر در حقیقت در پاسخ به علاقه زیاد آبزی‌پروران نگارش شد. درعین‌وقت و همچنین دانشجویان و دانشمندان از سراسر جهان درخواست ایجاد منبعی از اطلاعات کلی درباره این فناوری را داشتند. کتاب حاضر کمکی ناچیز است و در احترام به افراد علاقه‌مند به این فناوری نگارش شده است. بنده در نگارش این کتاب تلاش نمودم با توضیحاتی ساده و حداقل‌سازی استفاده از اصطلاح‌های پیچیده فنی با خواننده ارتباط بهتری برقرار نمایم و به ایشان در فهم فناوری بایوفلاک کمک کنم.

ویرایش نخست این کتاب در آگوست ۲۰۰۹ منتشر شد که به‌طور کامل به‌فروش رسید و نیاز به ویرایش کتاب و انتشار نسخه دوم احساس گردید. ویرایش دوم دربردارنده فصل‌هایی جدید (با همکاری سایر نویسندگان) و به‌روزرسانی اطلاعات بود. به‌روزرسانی این کتاب فرایند لذت‌بخشی بود. حجم اطلاعات جدیدی که تنها در مدت قریب به دو سال ایجاد شده بود بسیار تعجب‌آور است. دو سال بعد، یعنی در سال ۲۰۱۴، دومین ویرایش کتاب نیز به‌فروش رسید. با مشاوره دکتر جوزف توماسو^۱ ویراستار کتاب در انجمن جهانی آبی‌پروری تصمیم گرفته شد تا چاپ ویرایش دوم این کتاب ادامه پیدا نکند، بلکه با توجه به حجم عظیم اطلاعات جدید مجدداً ویرایش جدیدی آماده شود. مشاهده حجم زیاد اطلاعات جدید تهییج‌برانگیز و الهام‌بخش است (بنده به‌شخصه از این حجم زیاد دانش حقه‌تات جدید که از کشورهای جنوب شرق آسیا نشئت می‌گیرد هیجان‌زده‌ام. این حجم از اطلاعات بیان می‌کند که در این منطقه علاوه بر افزایش تولید آبی‌پروری، علم و پژوهش نیز با سرعتی زیاد در حال پیشرفت است).

نقشه راه: نحوه مطالعه این کتاب

این کتاب به‌گونه‌ای نگاشته شده است تا اطلاعات لازم جهت مدیریت سامانه‌های بایوفلاک را برای مزرعه‌داران، متخصصان، دانشجویان و جامعه دانشگاهی فراهم آورد. نگارش یک متن قابل فهم، بدون چشم‌پوشی از توضیحات علمی پایه، کاری دشوار است. همچنین، به‌منظور ارائه یک متن هم کاربردی هم علمی نیاز است تا برخی اطلاعات تکرار شود. اعتقاد بنده بر این است که در برخی مواقع تکرار اطلاعات به‌منظور تسهیل فهم آن‌ها و افزایش درک کشف‌های مهم کاری ضرورت دارد. خواننده آشنا با اصول علمی و اطلاعات آبی‌پروری می‌تواند از برخی بخش‌ها چشم‌پوشی کند. از طرف دیگر، کتاب به نحوی نگارش شده است که خواننده بدین پرداختن و وارد شدن به جنبه‌های علمی بتواند از معادلات علمی یا اطلاعات پیچیده‌تر ارائه‌شده در بخش‌های رنگی (خاکستری) صرف‌نظر کند، بدون اینکه از جریان اطلاعات عمدتاً کاربردی خارج شود.

در سه فصل اول کتاب به افزایش تولید آبی‌پروری، انواع سامانه‌های آبی‌پروری و اصول پایه فرایندهای میکروبی درون استخر پرداخته شده است. فصل چهارم به شرح خصوصیات سامانه‌های بایوفلاک اختصاص دارد و فصل‌های پنجم و ششم استفاده از سامانه بایوفلاک در کنترل نشانگان (سندرم) نیتروژن را پوشش می‌دهند. کنترل نشانگان نیتروژن مسئله پُراهمیتی است که به مدیریت استخرها منجر می‌شود. فصل هفتم (تغذیه با بایوفلاک‌ها) نسبتاً جدید است و در آن به تشریح بازیافت غذا به‌وسیله سامانه‌های بایوفلاک پرداخته شده است. به‌علاوه، فصل هفتم ما را با تحولات بالقوه

(امکان‌پذیر) جدید آشنا می‌کند و بر ارزش خاص غذای طبیعی برای رشد و سلامت ماهی و میگو اشاره‌ای نیز دارد.

مقدار بایوفلاکی که در بیشتر سامانه‌های بایوفلاک تولید می‌شود فراتر از مقداری است که به‌وسیله ماهی به‌مصرف می‌رسد. بنابراین، برای حفظ شرایطی پایدار در استخر پرورشی نیاز است تا لجن اضافی (بایوفلاک اضافی) از سامانه خارج شود. این عمل می‌تواند از نظر زیست‌محیطی حائز اهمیت باشد (فصل هفدهم). مطالعات جدید دکتر دیوید کوهن و همکاران که در این مجموعه منتشر و خلاصه شده است و همچنین فناوری نوینی که در استرالیا توسعه یافته است نشان می‌دهد که می‌توان از بایوفلاک‌ها به‌عنوان یک ترکیب غذایی کارآمد استفاده کرد. هر دو گروه نشان داده‌اند که تغذیه میگو با بایوفلاک‌ها افزایش خور توجیه تولید را به همراه دارد که بسیار فراتر از غذاهای معمولی است. به‌نظر می‌رسد این آزمایش‌ها می‌توانند آغازی مهیج از توسعه‌ای مهم و غیرمنتظره باشند.

بیشتر فعالیت‌های آبی پروری در مزارعی با اندازه کوچک و متوسط انجام می‌گیرد که اداره آن‌ها خانوادگی انجام می‌شود. ابتدا این مزارع از حالت پرورش سنتی به سامانه متراکم بایوفلاک چگونه امکان‌پذیر است؟ این سؤال بسیار پر اهمیت و حیاتی است. چندین راهبرد برای نیل به این هدف وجود دارد که در فصل نهم ارائه شده است. فصل نهم به تجربیات پروفیسور ایم‌سی. ناندیشا اختصاص دارد (محقق برجسته هندی که عمر خود را صرف توسعه و پیشرفت مزارع پایدار آبی‌پروری خانوادگی کرده است).

همانند سایر سامانه‌های آبی‌پروری، در سامانه‌های بایوفلاک نیز هوادهی یکی از عوامل بسیار مهم موثر بر کنترل استخرهای پرورشی و افزایش تراکم است. جزئیات مربوط به هوادهی در فصل دهم آمده است. مباحثی درباره فقدان دستگاه‌های پایدار هوادهی و برخی راه‌موندها درباره توسعه هوادهی‌های بهتر در ویرایش حاضر افزوده شده است. امید است این مباحث سبب رغبت صنعت به تولید دستگاه‌های هوادهی جدید شود.

بیماری‌های ماهی و مهم‌تر از آن بیماری‌های میگو مشکلاتی اساسی هستند که در بسیاری از کشورها سبب عدم موفقیت آبی‌پروری، تلفات شدید و حتی در مواردی سبب انجماد صنعت آبی‌پروری می‌شوند. کنترل شرایط در استخر پرورشی یکی از روش‌های مهم به‌حداقل‌رساندن شیوع و اثرگذاری بیماری‌هاست. در فصل یازدهم اطلاعات و چشم‌اندازهایی در خصوص استفاده از بایوفلاک‌ها و سایر سامانه‌های زیستی در جهت جلوگیری از بیماری‌ها ارائه شده است. حجم زیادی از اطلاعات ارائه‌شده در این فصل بر پایه سخنرانی‌ها و مباحث یک کارگاه آموزشی در زمینه بایوفلاک‌ها و بیماری‌های میگو است که در دسامبر ۲۰۱۳ در ویتنام برگزار شد.

در فصل دوازدهم طراحی‌هایی متفاوت از استخرهای پرورشی آمده است و در فصل سیزدهم تجربه میدانی مربوط به مزارع برتر بررسی شده است (نگارش دکتر نیان تاو^۱). تجربه، چشم‌اندازها و مشکلات مربوط به تولید فوق‌متراکم میگو با استفاده از فناوری بایوفلاک توسط دکتر اندرو جی. ری^۲ در فصل چهاردهم ارائه شده است.

پیتر دی شرایور^۳ و همکارانش در فصل پانزدهم از دیدگاهی بنیادی و علمی به تکنولوژی بایوفلاک نگریسته‌اند. این بخش برای آن دسته از خوانندگانی که به دنبال درک بهتر سامانه بایوفلاک و توسعه بیشتر آن‌اند بسیار جذاب خواهد بود.

خوانندگانی که به مراکز تکثیر میگو و سامانه‌های نوزادگاهی علاقه‌مندند در فصل شانزدهم با اطلاعات بهره‌فراوانی استقبال خواهند شد. فصل شانزدهم را دکتر مائوریسیو امرنسیانو^۴ و همکارانش نگارش کرده‌اند.

در صورتی که برنامه‌ریزی و مدیریت آبی‌پروری به صورتی غیراصولی انجام شود، این امکان وجود دارد تا آبی‌پروری به علت ریسک‌های آلاینده‌ها به پیکره‌های آبی و تأثیر بر تنوع گونه‌ای و غیره به محیط زیست آسیب برساند. اما آنچه این برنامه‌ریزی و مدیریت به‌درستی انجام شود، آبی‌پروری می‌تواند برای محیط زیست بسیار مفید باشد. درباره نقش فناوری بایوفلاک در حفظ محیط زیست در فصل هفدهم بحث شده است.

فصل هجدهم بخش جدیدی است که به ریاضی حاضر اضافه شده است. این فصل در پاسخ به آن دسته از خوانندگانی نگارش شده است که اعلام می‌کنند پس از مطالعه کتاب همچنان در نحوه اجرای فناوری بایوفلاک سردرگم‌اند. ارائه فهرستی مختصر از کارهایی که باید برای مدیریت یک استخر فناوری بایوفلاک انجام داد کاری دشوار است. راه‌های مختلفی برای اداره یک استخر فناوری بایوفلاک وجود دارد که انتخاب هر یک از آن‌ها به شرایط محل بستگی دارد. با این حال، تلاش شد تا رهنمودهای لازم با شفافیت بیشتری برای افراد تازه‌کار ارائه شود. در جمع‌آوری این رهنمودها نمی‌توانستیم از تکرار برخی مطالب اجتناب کنیم. امید داریم که این فصل (با همه کاستی‌هایی که دارد) برای کسانی که قصد اجرای فناوری بایوفلاک را دارند مفید واقع شود.

معتمد و اطمینان داریم که اطلاعات و بینش‌های بیشتری در طی چند سال آینده پدید خواهد آمد که جزئیات و همچنین جنبه‌های کلی سامانه بایوفلاک را بیشتر آشکار خواهند کرد.

1. Nyan Taw
2. Andrew J. Ray
3. Peter De Schryver
4. Mauricio Emerenciano

فناوری بایوفلاک یک زمینه تحقیقاتی جدید است. متغیرهای ناشناخته زیادی در رابطه با این فناوری وجود دارد و به پژوهش‌ها و تجربه گسترده‌تری در این زمینه احتیاج است. امیدواریم به محض دسترسی به اطلاعات جدید بتوانیم آن‌ها را به کتاب اضافه کنیم. وجود یک گروه گفتگومانی و به‌روزرسانی الکترونیکی این کتاب می‌تواند در این زمینه مفید باشد. از خوانندگان دعوت می‌شود تا برای ارائه نظر، طرح پرسش‌ها و به‌اشتراک‌گذاری دانش خود از طریق رایانامه زیر اقدام کنند:

biofloc@technion.ac.il

در نهایت، از کمک بسیاری از دوستان که در نگارش این کتاب سهیم بودند قدردانی می‌کنم؛ دکتر نیان ناوو در بسیاری از جلسات فنی مرا همراهی کردند، تجربه عملی خود را به‌اشتراک گذاشتند و به من اجازه دادند تا از ایده‌ها و تصاویر ایشان استفاده کنم؛ دکتر آلبرت تاکون^۱ که همکاری طولانی‌مدت با وی سودمند بود؛ مونا^۲، یوده است، سخاوتمندانه به بنده اجازه استفاده از داده‌هایشان را دادند.

دکتر میشل بورفورد^۳ نیز سخاوتمندانه تصاویری فوق‌العاده از بایوفلاک‌ها در اختیار بنده قرار دادند که به وسیله میکروسکوپ الکترونی تهیه شده بود.

از دوستانم، دکترها رونالد مالک^۴ و جان کولت^۵ به سبب به‌اشتراک‌گذاری داده‌هایشان در خصوص هوادها و ایده‌هایشان که در فصل ده گنجا شده است قدردانی می‌کنم.

من از ارتباط، ملاقات و مشاوره با مزرعه سراسر^۶ از سراسر دنیا بسیار آموختم، سؤالاتی از آنان پرسیده‌ام و به پرسش‌ها، داده‌ها و مشاهدات آنان^۷ کنش نشان داده‌ام. در این کتاب یکی از این نامه‌ها ارائه شده است که ناینیک سری ماهاتری^۸ آن را نوشته است (متشکرم که اجازه انتشار آن را دادند). تغییرات بسیار کارآمدی که آقای بوری سوریاکومار^۹ مالک، برناهریز و مدیر مزرعه‌های تاید واقع در تاملیل نادو^{۱۰}، هند) در فناوری بایوفلاک پدید آورده است نمایان در همکاری سازنده با افراد باتجربه است. در حقیقت، ارتباط و ملاقات با پرورش‌دهندگانی از سراسر جهان سبب تألیف این کتاب شد.

بنده، در جایگاه پروفیسور، با مشغله کاری فراوان، نمی‌توانستم کتاب حاضر را بدون کمک خانم‌ها ارفان الیملیج^{۱۱}، ایفن بارون^{۱۲} و تل گودرت^{۱۳} بدین شکل مرتب و منظم ارائه کنم. تقدیر از آن‌ها خارج از توان این‌جانب است. خانم نوا هلندر^{۱۴} در تهیه و تنظیم ویرایش دوم و خانم مور میلمن^{۱۵} در تهیه

1. Albert Tacon
2. Michele Burford
3. Ronald Malone
4. John Colt
5. Ninuk Sri Mahatri
6. Boria Suryajumar
7. Hitide, Tamil Nadu
8. Erfan Elemenich
9. Yiffan Baron
10. Tal Goldrat
11. Noa Hollander
12. Mor Mittelman

ویرایش سوم مرا یاری کردند. بنده مدیون لطف فراوان کسانی هستم که بدون کمک آنان امکان ارائه کتاب به این شکل وجود نداشت.

یورام آونیملچ

سپتامبر ۲۰۱۴

www.ketab.ir