



دانشگاه صنعت نفت
مرکز انتشارات

مبانی طراحی بیوراکتور

Basic Bioreactor Design

By Klaas van t Riet, Johannes Tramper

نویسندگان:

کلاس ونت ریت / یوهانس ترمپر

مترجمین:

محسن متوسل / فاطمه یزدیان

رضا پیغامی گنجی / رضا مهدوی

سال ۱۴۰۰



شناسنامه

مبانی طراحی بیوراکتور

نویسندگان : کلاس ونتریت، یوهانس ترمپر
مترجمین : محسن متوسل، فاطمه یزدیان، رضا پیغامی گنجی، رضا مهدوی
صفحه آرا : اکرم دولت‌آبادی
طراح جلد : احمد عسکری
لیتوگرافی، چاپ و صحافی : مجتمع چاپ کارنگ
ناشر : مرکز انتشارات دانشگاه صنعت نفت
چاپ اول : تابستان ۱۴۰۰
شمارگان : ۲۵۰ جلد
شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۹۶۴۲۵-۲-۸
قیمت : ۱/۹۰۰/۰۰۰ ریال

خوزستان، آبادان، بوارده شمالی، دانشگاه صنعت نفت، مرکز انتشارات، کدپستی: ۶۳۱۸۷-۱۴۳۱۷

دورنگار: ۰۶۱۵۳۱۵۲۰۲۰

تلفن: ۰۶۱۵۳۱۵۲۰۳۳

وب سایت: www.put.ac.ir الکترونیک: publications@put.ac.ir

برشناسه: ریت، کلاس وان'ت، ۱۹۴۵ - م.

Riet, Klaas van 't

عنوان و نام پدیدآور : مبانی طراحی بیوراکتور/ نویسندگان کلاس ونتریت، یوهانس ترمپر؛ مترجمین محسن متوسل... و دیگران.

مشخصات نشر : آبادان: مرکز انتشارات دانشگاه صنعت نفت، ۱۴۰۰.

مشخصات ظاهری : ۵۹۹ص: مصور، جدول، نمودار.

شابک : 978-622-96425-2-8

وضعیت فهرست نویسی : فیبا

یادداشت : عنوان اصلی: Basic bioreactor design, c 1991.

یادداشت : مترجمین محسن متوسل، فاطمه یزدیان، رضا پیغامی گنجی، رضا مهدوی.

یادداشت : کتاب حاضر با همین عنوان در سال ۱۳۹۶ توسط فاطمه یزدیان فیبا گرفته است.

موضوع : زیست واکتگاه‌ها -- طرح و ساختمان

موضوع : Bioreactors -- Design and construction

شناسه افزوده : ترامپر، یی، ۱۹۴۹ - م.

شناسه افزوده : Trampler, J.

شناسه افزوده : متوسل، محسن، ۱۳۴۴ - مترجم

شناسه افزوده : دانشگاه صنعت نفت، مرکز انتشارات

رده بندی کنگره : TP ۲۴۸/۲۵

رده بندی دیویی : ۶۶۰/۶۲

شماره کتابشناسی ملی : ۸۲۴۱۴۸۹

اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیبا

پیشگفتار مترجمین

مسئله اساسی امروز «ایران» توسعه است. زمانی که از توسعه سخن می‌گوئیم منظور توسعه‌ی متوازن و توسعه‌ی پایدار است که بر سه اساس استوار شده است: اقتصاد، اجتماع و محیط زیست. از این رو وقتی می‌گوییم که ایران به توسعه نیاز دارد منظور این است که هم باید در اقتصاد توسعه پیدا کند، هم در اجتماع توسعه پیدا کند و هم حفاظت از محیط زیست در دستور کار قرار بگیرد. این شکل از توسعه نیاز به تکنولوژی‌ها، روش‌ها و فنونی دارد که الزامات این توسعه را فراهم کنند. توسعه زمانی می‌تواند به معنای واقعی کلمه پایدار باشد که بر مبنای دانش باشد، به عبارتی توسعه‌ی دانش‌بنیان! دانشی که فرایندی ابداع می‌کند و این فرایند در نهایت منجر به محصولی می‌شود که این هم محصول ارزش اقتصادی و ارزش افزوده دارد، در خدمت اجتماع است و از نظر زیست‌محیطی دوستدار محیط زیست است و هم تکنولوژی تولید محصول این ویژگی‌ها را دارد. از این رو اگر ما بخواهیم قدم در مسیر توسعه پایدار برداریم بایستی به محصولاتی بیاوریم که حاصل تکنولوژی‌هایی باشند که در راستای توسعه پایدار است. تکنولوژی‌ها و فنون مختلفی در جهان امروز برای توسعه محصول‌ها و به‌دست آوردن ارزش اقتصادی شناخته شده‌اند.

یکی از این تکنولوژی‌ها و مسیرهایی که می‌تواند منجر به محصول شود تکنولوژی است که در ایران به عنوان زیست‌فناوری نیز شناخته شده است. زیست‌فناوری یک ظرفیت بزرگ برای تولید گسترده‌ی وسیعی از محصولات با ارزش است که این محصول می‌تواند صنعتی، پزشکی، دارویی، بهداشتی یا کشاورزی باشد. با توجه به اینکه کشور عزیزمان ایران امروز در مسیر توسعه قرار دارد، اگر بخواهیم این توسعه از نوع پایدار باشد یکی از تکنولوژی‌هایی که به صورت گسترده باید مورد استفاده قرار گیرد زیست‌فناوری است. به همین دلیل سال‌ها پیش ستادی تحت عنوان ستاد ملی توسعه زیست‌فناوری ذیل نهاد ریاست‌جمهوری تشکیل شده و فعالیت‌های ارزشمندی نیز در این زمینه انجام می‌دهد. توسعه زیست‌فناوری نیازمند شناسایی تمام المان‌های موثر در این فناوری و عمیق شدن در تمامی این المان‌ها می‌باشد. در زیست‌فناوری از موجود زنده (میکروارگانیسم) برای تولید محصول استفاده می‌کنیم. برای انجام فرآیندهایی که ذیل زیست‌فناوری تعریف می‌شوند محیطی نیاز است تا شرایط زیستن را برای آن موجود زنده فراهم کند. رسیدن به هدف مد نظر از اجرای یک فرایند زیستی (که می‌تواند تولید بیشینه یک محصول خاص یا حذف

بیشینه‌ی یک آلاینده خاص باشد) شدیداً به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محیط بستگی دارد. بیوراکتور یا راکتور زیستی این محیط را برای موجود زنده فراهم می‌کند. جایی که زیستن موجود زنده در آن اتفاق می‌افتد و فرایند زیستی مورد نظر (تولید محصول یا حذف یک آلاینده) طی می‌شود. شناخت دقیق عوامل موثر بر حیات موجود زنده جهت رسیدن به محصول مورد نظر، دانش بیوراکتور یا شاخه‌ی بیوراکتور را به وجود آورده است. شناسایی الزامات فیزیکی و شیمیایی مورد نیاز برای انجام بهینه فرایند زیستی را «طراحی بیوراکتور» نامیده‌اند. بدون طراحی دقیق بیوراکتور نمی‌توان به محصول با ارزش اقتصادی بالا دست یافت.

کتاب پیش رو بر اساس همین نیاز و با شناسایی جایگاه ویژه‌ی بیوراکتور در توسعه زیست‌فناوری انتخاب و با ممارست و تلاش چندین تن از پژوهشگران این حوزه ترجمه شده است. این کتاب یکی از کتاب‌های با ارزش تالیف‌شده در زمینه بیوراکتور است و سال‌هاست در دانشگاه‌های دنیا و دانشگاه‌های ایران به عنوان مرجعی برای آموزش طراحی راکتورهای زیستی استفاده می‌شود. اکنون و پس از تلاش بسیار، ترجمه‌ای از این کتاب آماده انتشار شده است و این امر باعث خرسندی مترجمین است که بتوانند گامی در راستای تسهیل آموزش مبانی طراحی بیوراکتور بر داشته باشند. این پیشگفتار برای چاپ اول این کتاب است و طبیعی است که با توجه به ثقیل بودن مفاهیم کتاب و حجم زیاد، اشکالات و موافقی در فرایند ترجمه، نگارش و چاپ آن وجود داشته باشد که از تمامی خواننده‌های محترم و اندیشمندان تقاضا می‌شود پس از مطالعه کل یا بخش‌هایی از این کتاب نظرات خود را با مترجمین از طریق آدرس پست الکترونیک rezapeighami@gmail.com در میان بگذارند تا اشکالات موجود در چاپ‌های بعدی مرتفع شود. این کتاب و زحمات مربوط به ترجمه و نگارش آن تقدیم می‌شود به تمامی دانشجویان، اساتید، پژوهشگران و علاقه‌مندانی که دلشان برای توسعه این سرزمین می‌تپد، آنان که صبح با امید به توسعه این کشور از خواب برمی‌خیزند و شب هنگام با رویای توسعه سر بر بالین می‌گذارند.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

۱-۱	تعریف موضوع	۳
۲-۱	میزان بهره وری و غلظت محصولات	۵
۱-۲-۱	میزان بهره وری حجمی کل	۵
۲-۲-۱	میزان بهره وری کلی بیوکاتالیست	۶
۳-۲-۱	غلظت فرآورده	۸
۳-۱	انواع بیوراکتور	۹
۱-۳-۱	همزن دار	۹
۲-۳-۱	ستون حبایی	۱۰
۳-۳-۱	هواگرد	۱۱
۴-۳-۱	بستر پرشده	۱۲
۵-۳-۱	بحث در مورد انواع راکتور	۱۲
۴-۱	طرح مفهومی راکتور	۱۴
۱-۴-۱	مقدمه	۱۴
۲-۴-۱	راکتور ناپیوسته	۱۵
۳-۴-۱	راکتور ناپیوسته خوراک دهی شده	۱۶
۴-۴-۱	راکتور مخزنی همزن دار جریان پیوسته	۱۷
۵-۴-۱	راکتور پلاگ	۱۹
۶-۴-۱	بحث در مورد طرح های راکتور	۲۰
۵-۱	طراحی کلی	۲۱
۶-۱	مثال ها	۲۲

فصل دوم: موازنه ها

۱-۲	مقدمه	۲۷
۲-۲	موازنه های عنصری	۲۸
۱-۲-۲	اصول کلی	۲۸
۲-۲-۲	موازنه های عنصری	۳۲

۳۵	۳-۲- معادلات موازنه گرما
۳۶	۴-۲- موازنه جرم کلی
۳۶	۵-۲- نتیجه گیری
۳۷	۶-۲- مثال ها

فصل سوم: بازده

۵۷	۱-۳- مقدمه
۵۷	۲-۳- رشد میکروارگانیسم ها و تولید محصول
۵۷	۱-۲-۳- معادله رشد خطی
۵۹	۲-۲-۳- مقادیر بازده
۵۹	۱-۲-۲-۳- سیستم های هوازی
۶۲	۲-۲-۲-۳- سیستم های بی هوازی
۶۳	۳-۲-۳- بازده کلی برای میکروارگانیسم ها
۶۳	۱-۳-۲-۳- تشکیل محصول هوازی
۶۴	۲-۳-۲-۳- تولید زیست توده هوازی
۶۴	۱-۳-۲-۳- تشکیل محصول بی هوازی
۶۵	۲-۳-۲-۳- تولید زیست توده بی هوازی
۶۶	۳-۳- تبدیل آنزیمی
۶۷	۴-۳- نتیجه گیری
۶۸	۵-۳- مثال ها

فصل چهارم: سینتیک

۷۹	۱-۴- مقدمه
۷۹	۲-۴- سینتیک سلولی
۸۲	۳-۴- سینتیک آنزیم ها
۹۰	۴-۴- بدست آوردن ثابت سینتیک
۹۰	۱-۴-۴- اندازه گیری رشد سلولی

۹۲	۴-۲- ثابت سینتیک آنزیم
۹۷	۴-۵- اثرات محیط کشت
۹۷	۴-۵-۱- اثرات pH
۹۸	۴-۵-۲- اثرات دما
۱۰۰	۴-۵-۳- تأثیرات مقاومت یونی و فعالیت آب
۱۰۳	۴-۶- مثال ها

فصل پنجم: پایداری

۱۰۹	۵-۱- مقدمه
۱۰۹	۵-۲- آنزیم ها
۱۰۹	۵-۲-۱- ساختار
۱۱۳	۵-۲-۲- پایداری
۱۱۵	۵-۲-۳- مدل های غیرفعال سازی
۱۱۶	۵-۲-۳-۱- کنترل غیرفعال سازی ترمودینامیکی
۱۱۹	۵-۲-۳-۲- غیرفعال سازی با کنترل سینتیکی
۱۲۰	۵-۲-۴- پایداری
۱۲۲	۵-۳- مثال ها

فصل ششم: جریان، طغیان، انتشار

۱۲۹	۶-۱- مقدمه
۱۲۹	۶-۲- راکتور همزن دار
۱۲۹	۶-۲-۱- جریان و طغیان
۱۳۲	۶-۲-۲- انتشار و به هم پیوستگی
۱۳۶	۶-۲-۳- تعلیق
۱۳۷	۶-۳- بیوراکتورهای ستون حبابی
۱۳۷	۶-۳-۱- جریان و طغیان
۱۳۸	۶-۳-۲- انتشار و به هم پیوستگی

۱۴۰	۲-۳-۶- تعلیق
۱۴۲	۴-۶- بیوراكتورهای هواگرد
۱۴۲	۱-۴-۶- جریان و طغیان
۱۴۵	۲-۴-۶- انتشار و به هم پیوستگی
۱۴۵	۵-۶- بستر آکنده
۱۴۵	۱-۵-۶- جریان و طغیان
۱۴۶	۶-۶- مثال ها

فصل هفتم: کشت

۱۵۵	۱-۷- مدل های گرانروی
۱۵۸	۲-۷- داده های رئولوژی برای تخمیر مایعات
۱۵۸	۱-۲-۷- محیط کشت های ایبی مایلس
۱۶۴	۲-۲-۷- محیط کشت های مایع برای باکتری و مخمر
۱۶۵	۳-۲-۷- محیط کشت های مایع همراه با باسکولهای زیستی
۱۶۶	۳-۷- روش های اندازه گیری گرانروی
۱۶۶	۱-۳-۷- روش های آزمایشگاهی
۱۶۹	۲-۳-۷- اندازه گیری در فرماتور
۱۷۰	۴-۷- مثال ها

فصل هشتم: برش

۱۷۷	۱-۸- مقدمه
۱۸۳	۲-۸- راکتور همزن دار
۱۸۳	۱-۲-۸- مقدمه
۱۸۵	۲-۲-۸- فاکتور یکپارچه برش
۱۸۷	۳-۲-۸- نرخ برش حداکثری و میانگین-زمانی
۱۹۰	۴-۲-۸- مدل های نرخ برش دیگر

۱۹۲	۵-۲-۸ نیروهای برش لایه مرزی
۱۹۷	۶-۲-۸ کوچکترین طول گردابه درهم
۲۰۵	۷-۲-۸ آسیب دیدگی از برخورد
۲۰۸	۸-۲-۸ ملزومات طراحی راکتور
۲۱۰	۳-۸ ستون حیایی
۲۱۰	۱-۳-۸ مقدمه
۲۱۱	۲-۳-۸ تخمین تنش های برشی
۲۱۴	۳-۳-۸ فرضیه حجم سلول های کشته شده
۲۱۸	۴-۳-۸ ملزومات طراحی راکتور
۲۲۰	۴-۸ دستگاه های برش
۲۲۰	۱۰۴-۸ دستگاه های برش جریان آرام
۲۲۴	۲-۴-۸ دیگر اندازه گیری های میون حساسیت برش
۲۲۸	۵-۸ مثال ها

فصل نهم: اختلاط

۲۳۵	۱-۹ تعاریف
۲۳۸	۲-۹ سازوکار اختلاط
۲۴۰	۳-۹ مدل کردن اختلاط
۲۴۵	۴-۹ داده های زمان اختلاط
۲۴۵	۱-۴-۹ مخزن همزن دار
۲۴۵	۱۰۱-۴-۹ زمان اختلاط مایع تک فاز
۲۵۰	۲-۱-۴-۹ زمان اختلاط فاز مایع، دو فاز گاز مایع
۲۵۳	۳-۱-۴-۹ زمان اختلاط فاز گاز، دو فاز گاز مایع
۲۵۴	۴-۱-۴-۹ نتیجه گیری برای راکتور همزن دار
۲۵۵	۲-۴-۹ ستون حیایی
۲۵۵	۱-۲-۴-۹ اختلاط مایع
۲۵۷	۲۰۲-۴-۹ اختلاط گاز