


سرشناسه	: بسحاق، فاطمه، ۱۳۶۱-
عنوان و نام پدیدآور	: تولید زیستی هیدروژن با روش تخمیر در تاریکی (مبانی و پیشرفت‌ها)/ نویسندگان فاطمه بسحاق، خسرو رستمی.
مشخصات نشر	: تهران: سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری	: ۳۲۵ص.
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۹۷۱۶۹-۸-۴-۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
موضوع	: سوخت هیدروژنی Hydrogen as fuel
شناسه افزوده	: رستمی، خسرو، ۱۳۳۶ -
شناسه افزوده	: سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران
رده بندی کنگره	: TP۳۵۹
رده بندی دیویی	: ۸۱/۶۶۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۸۴۱۵۷۷
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیپا

سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران 

تولید زیستی هیدروژن با روش تخمیر در تاریکی (مبانی و پیشرفت‌ها)

نویسندگان: فاطمه بسحاق - خسرو رستمی

ناشر: سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: تابستان ۱۴۰۱

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۹۷۱۶۹-۸-۴-۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰

نظارت بر چاپ و صحافی: نشر پرچین

چاپ و صحافی دیجیتال: ایران کهن

صفحه آرایی: زینب زین الدینی

قیمت: ۱۰۰۰۰۰ تومان

نشانی: احمدآباد مستوفی، بعد از میدان پارسا، خیابان انقلاب، خیابان شهید احسانی‌راد، صندوق پستی:

۳۷۵۷۵-۱۱۵

تمام حقوق مادی این اثر اعم از چاپ، تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و مانند این‌ها برای سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران محفوظ است.

## فهرست مطالب

V ..... پیش‌گفتار.....

### فصل اول: مبانی

- ۱-۱- دیباچه ..... ۳
- ۱-۲- سوخت زیستی ..... ۹
- ۱-۳- هیدروژن ..... ۱۱
- ۱-۴- روش‌های تولید هیدروژن ..... ۱۳
- ۱-۴-۱- ریفرمینگ متان با بخار آب ..... ۱۵
- ۱-۴-۲- اکسیداسیون جزئی ..... ۱۶
- ۱-۵- الکترولیز آب ..... ۱۷
- ۱-۵-۱- تجزیه ترموکاتالیستی متان ..... ۱۷
- ۱-۵-۲- ریفرمینگ خودگرمایی ..... ۱۸
- ۱-۵-۳- تخمیر در تاریکی ..... ۱۹
- ۱-۵-۴- تخمیر نوری ..... ۲۱
- ۱-۵-۵- نورکافت زیستی مستقیم و غیرمستقیم ..... ۲۲
- ۱-۶- هزینه تولید هیدروژن ..... ۲۵
- ۱-۷- ایمنی هیدروژن ..... ۲۷
- ۱-۸- نتیجه‌گیری ..... ۲۸
- ۳۰ ..... منابع

### فصل دوم: عوامل مؤثر بر تولید زیستی هیدروژن

- ۱-۲- دیباچه ..... ۳۵
- ۲-۲- عوامل مؤثر در تولید زیستی هیدروژن با روش تخمیر در تاریکی ..... ۳۶
- ۱-۲-۲- مایه تلقیح ..... ۳۶
- ۲-۲-۲- دما ..... ۴۱
- ۲-۲-۳- pH ..... ۴۲

۴۳	..... فشار جزئی هیدروژن
۴۵	..... زمان ماند هیدرولیکی
۴۶	..... نوع سوبسترا و غلظت آن
۵۳	..... نوع مواد مغذی و غلظت آنها
۵۶	..... نوع زیست واکنشگاه
۶۲	..... زیست واکنشگاه مخزنی همزن دار با جریان پیوسته (CSTR)
۶۳	..... زیست واکنشگاه ناپیوسته متوالی بی‌هوازی (ASBR)
۶۴	..... زیست واکنشگاه غشایی (MBR)
۶۵	..... زیست واکنشگاه لجن بی‌هوازی جریان رو به بالا (UASBR)
۶۶	..... زیست واکنشگاه بستر لجن گرانول گسترده (EGSBR)
۶۷	..... زیست واکنشگاه بستر سیال (FBR)
۶۹	..... زیست واکنشگاه بستر پرشده (PBR)
۷۰	..... زیست واکنشگاه بستر چکنده (TBR)
۷۱	..... نتیجه‌گیری
۷۳	..... منابع

### فصل سوم: بهینه‌سازی تولید هیدروژن

۸۹	..... ۱-۳- دیباچه
۹۰	..... ۲-۳- روش‌های طراحی آزمایش‌ها
۹۰	..... ۱-۲-۳- روش‌های غربالگری فاکتورها
۹۰	..... ۱-۱-۲-۳- طراحی فاکتوریل کامل و جزئی در دو سطح
۹۱	..... ۲-۱-۲-۳- طراحی پلاکت برمن
۹۳	..... ۲-۲-۳- روش سریعترین صعود/ نزول
۹۵	..... ۳-۲-۳- روش‌های بهینه‌سازی
۹۵	..... ۱-۳-۲-۳- طراحی یک فاکتور در زمان
۹۶	..... ۲-۳-۲-۳- طراحی تاگوچی
۹۷	..... ۳-۳-۲-۳- روش سطح پاسخ
۱۰۵	..... ۴-۳-۲-۳- شبکه عصبی مصنوعی
۱۰۷	..... ۳-۳- نتیجه‌گیری
۱۰۸	..... منابع

## فصل چهارم: مدل سازی سینتیکی

- ۱-۴-۱- دیباچه ..... ۱۲۱
- ۱-۴-۲- انواع مدل های سینتیکی در تولید هیدروژن با روش تخمیر در تاریکی ..... ۱۲۲
- ۱-۴-۲-۱- مدل های سینتیکی توصیف کننده پیشرفت تولید هیدروژن ..... ۱۲۲
- ۱-۴-۲-۲- مدل های سینتیکی توصیف کننده پیشرفت رشد کلی باکتری های تولید کننده هیدروژن ..... ۱۲۸
- ۱-۴-۲-۳- مدل های سینتیکی توصیف کننده مصرف سوپسترا ..... ۱۳۴
- ۱-۴-۲-۴- مدل های سینتیکی توصیف کننده اثر غلظت سوپسترا روی رشد میکروارگانیسم ..... ۱۳۷
- ۱-۴-۲-۵- مدل های سینتیکی توصیف کننده اثر غلظت سوپسترا روی تولید هیدروژن ..... ۱۴۳
- ۱-۴-۲-۶- مدل های سینتیکی توصیف کننده اثر دما ..... ۱۴۵
- ۱-۴-۲-۷- مدل های سینتیکی توصیف کننده اثر pH ..... ۱۴۷
- ۱-۴-۲-۸- مدل های سینتیکی توصیف کننده تولید الکل ها و اسیدهای آلی ..... ۱۴۸
- ۱-۴-۲-۹- مدل های سینتیکی توصیف کننده بازدارندگی هیدروژن، نمک ها، فلزات، الکل ها و اسیدهای چرب فرار ..... ۱۴۹
- ۱-۴-۲-۱۰- مدل های سینتیکی توصیف کننده رابطه بین آهنگ رشد باکتری های تولید کننده هیدروژن و تشکیل محصول ..... ۱۵۲
- ۳-۴-۳- نتیجه گیری ..... ۱۵۵
- منابع ..... ۱۵۶

## فصل پنجم: روش های اندازه گیری گاز هیدروژن

- ۱-۵-۱- دیباچه ..... ۱۶۵
- ۱-۵-۲- روش های ذخیره گاز زیستی ..... ۱۶۶
- ۱-۵-۳- روش های اندازه گیری گاز زیستی ..... ۱۶۷
- ۱-۵-۳-۱- کروماتوگرافی گازی ..... ۱۶۷
- ۱-۵-۳-۲- حسگر ..... ۱۷۳
- ۱-۵-۳-۳- وسایل جابه جایی حجم ..... ۱۷۶
- ۱-۵-۳-۴- گازمتر تجاری ..... ۱۷۸
- ۱-۵-۳-۵- رسیپرومتر ..... ۱۸۱

۲۰۷	..... ۵-۳-۶- روش‌های مانومتری
۲۱۰	..... ۵-۴- نتیجه‌گیری
۲۱۲	..... منابع

### فصل ششم: روش‌های اندازه‌گیری کربوهیدرات‌ها

۲۳۵	..... ۶-۱- دیباچه
۲۳۸	..... ۶-۲- روش‌های اندازه‌گیری کربوهیدرات‌ها در تولید زیستی هیدروژن
۲۳۸	..... ۶-۲-۱- روش‌های کروماتوگرافی
۲۳۸	..... ۶-۲-۱-۱- کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا
۲۴۰	..... ۶-۲-۱-۲- کروماتوگرافی یونی
۲۴۱	..... ۶-۲-۱-۳- کروماتوگرافی گازی
۲۴۳	..... ۶-۲-۲- روش‌های رنگ‌سنجی
۲۴۳	..... ۶-۲-۲-۱- فنل اسیدسولفوریک
۲۴۵	..... ۶-۲-۲-۲- آنترون اسیدسولفوریک
۲۴۶	..... ۶-۲-۲-۳- دی‌نیترو اسیدسالسیلیک
۲۴۸	..... ۶-۲-۲-۴- ال-تریپتوفان اسیدسولفوریک و اسیدبوریک
۲۵۳	..... ۶-۲-۳- روش‌های آنزیمی
۲۵۳	..... ۶-۲-۳-۱- گلوکز اکسیداز
۲۵۳	..... ۶-۲-۳-۲- کیت تجاری
۲۵۴	..... ۶-۲-۴- روش یدسنجی
۲۵۵	..... ۶-۲-۵- روش الکتروفورز
۲۵۶	..... ۶-۲-۶- شاخص COD
۲۵۸	..... ۶-۳- نتیجه‌گیری
۲۵۹	..... منابع

۲۸۱	..... پیوست
۳۰۹	..... واژه‌نامه
۳۱۷	..... نمایه