

استحصال انرژی از کسند

تالیف : دکتر حمید رحمانی

ویرایش :

خدیجه رحمانی

زهرا رحمانی

انتشارات آذربوزین

بهار ۱۳۹۰

سرشناسه	رحمانی، حمید، ۱۳۵۴ -
عنوان و نام پدیدآور	استحصال انرژی از گشند / تالیف حمید رحمانی؛ ویرایش خدیجه رحمانی، زهرا رحمانی.
مشخصات نشر	تهران: آذربرزین، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری	۸۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	۲۵۰۰۰ ریال: ۲-۸۷-۷۳۴۴۲-۹۶۴-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی: فیبا	
یادداشت	: کتابنامه
موضوع	: برق جزر و مدی
شناسه افزوده	: رحمانی، خدیجه، ۱۳۵۷ - مترجم
شناسه افزوده	: رحمانی، زهرا، ۱۳۶۴ - مترجم
رده بندی کنگره	: ۱۳۸۹ الف ۳/ر ۱۴۷/ TC
رده بندی دیویی	: ۶۲۱/۳۱۳۱۳۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۲۵۲۵۰۷

استحصال انرژی از گشند

تالیف و تدوین: دکتر حمید رحمانی

ناشر: انتشارات آذربرزین

تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول

سال انتشار: بهار ۱۳۹۰

چاپ و صحافی: گلشن

شابک: ۲-۸۷-۷۳۴۴۲-۹۶۴-۹۷۸

قیمت: ۲۵۰۰ تومان

مرکز پخش: تهران: سیدخندان - ابتدای دبستان - کوچه صفاوردوسی - پلاک ۱۴

- واحد ۱ شرقی

تلفن مرکز پخش: ۸۸۴۶۶۹۸۹ - ۰۹۱۲۱۲۷۸۲۱۹

نشانی ناشر: تهران - صندوق پستی: ۳۵۴ - ۱۶۵۳۵

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ می باشد

وعنده مفتاح الغيب لا يعلمها الا هو يعلم ما في السبر والبحر وما
تسقط من ورقه الا يعلمها ولا حبه في ظلمات الارض ولا
رطب ولا يابس الا في كتاب مبين

سوره انعام آيه ۵۹

وکلیدهای غیب تنها نزد اوست. جز او (کسی) آن را نمی داند و آنچه در خشکی و دریاست می داند، و هیچ برگی فرو نمی افتد مگر (اینکه) آن را می داند، و هیچ دانه ای در تاریکی های زمین و هیچ تر و خشکی نیست مگر اینکه در کتابی روشن (ثبت) است.

تقدیم به :

این کتاب را با تمام وجود به کشور عزیزم ایران اسلامی و
ارواح پر فتوح برادران "مجید" و پدر عارفم "محمد" تقدیم
می نمایم

که هر چه می نگارم در راه رضای خدا و با یاد آنها ست

www.ketab.ir

با سپاس از :

- پروفیسور سید عبدالعظیم امیر شاگرمی
- سرکار خانم مریم قاسمی ده چشمه
- مدیر محترم شبکه بین المللی قرآن جناب آقای پیشنمازی
- رئیس محترم سازمان ملی پرورش استعداد های درخشان جناب آقای دکتر غفاری
- مدیر محترم روابط عمومی و امور بین الملل سازمان ملی پرورش استعداد های درخشان جناب آقای سالاریان
- رئیس محترم مرکز ملی اقیانوس شناسی جناب آقای دکتر چگینی
- مرکز تحقیقات آب جناب آقای مهندس اسفند یار نژاد
- جناب آقای مهندس آهنگران
- جناب آقای مهندس درویشیان
- جناب آقای ثقفی
- سازمان بنادر و کشتیرانی، اداره کل مهندسی سواحل و بنادر جناب آقای مهندس کبریایی
- جناب آقای مهندس الله یار
- سرکار خانم مهندس ابراهیمی
- سرکار خانم مهری
- دانشگاه علوم و فنون دریایی چابهار جناب آقای کریم کشته
- سازمان بنادر و کشتیرانی استان سیستان و بلوچستان جناب آقای دکتر میرزایی
- رئیس محترم سازمان آموزش و پرورش استان تهران جناب آقای سید علی یزدیخواه
- مدیر محترم روابط عمومی سازمان آموزش و پرورش شهرستان های استان تهران جناب آقای علی سلیمانی
- رئیس محترم سازمان آموزش و پرورش استان سیستان و بلوچستان جناب آقای اعتصام
- مرکز علوم جوی و اقیانوسی جناب آقای مهندس زرگنج
- جناب آقای مهندس امیر علی میرزایی
- جناب آقای مهندس فریدون رمضان
- اساتید گرانقدر جناب آقای دکتر بنا زاده
- جناب آقای دکتر لاری
- جناب آقای دکتر مروتی
- جناب آقای دکتر ترابی
- جناب آقای دکتر آراسته
- جناب آقای دکتر شریف
- جناب آقای مهندس اردکانی و در یادار فضلی
- از مادر عزیزم
- و دلبندم سپهر مهدی
- کمال سپاس و قدر دانی را می نمایم

فهرست

صفحه

عنوان

۱۰.....	پیش گفتار.....
۱۱.....	مقدمه.....
۱۵.....	بخش اول : مبانی نظری استحصال انرژی از کشتند.....
۱۷.....	بخش دوم : استحصال انرژی از کشتند به روش سستی.....
۱۹.....	بخش سوم : کشتند و انرژی نهفته در آن.....
۲۱.....	بخش چهارم : امواج و جریان ناشی از کشتند در خلیج.....
۲۵.....	بخش پنجم : مووری بر مطالعات انجام شده در خصوص جریانهای کشتندی.....
۲۵.....	۱-۵ در داخل کشور.....
۲۶.....	۲-۵ در خارج از کشور.....
۳۱.....	بخش ششم : دینامیک کشتند در خلیج.....
۳۳.....	بخش هفتم : مدل سازی توربینها برای جریان آزاد.....
۳۳.....	۱-۷ مدل Betz برای جریان مستقیم.....
۳۴.....	۲-۷ مدل پیشنهاد شده GGS برای جریان منحنی خطی.....
۳۵.....	۳-۷ توربینهای هیدرولیک حلزونی برای جریان آزاد.....
۳۷.....	بخش هشتم : توربینهای عملگر با جریان کشتندی و انواع آن.....
۳۷.....	۱-۸ روش توربینهای افقی Horizontal-Axis Turbines.....
۳۹.....	۲-۸ روش توربینهای افقی در سد جزر و مدی.....
۴۱.....	۳-۸ روش توربینهای عمودی Vertical-Axis Turbines.....
۴۴.....	۴-۸ مدلهای ارائه شده در جهان.....
۴۵.....	۵-۸ بازده توربینهای کشتندی.....
۴۷.....	۶-۸ جریان عملی و اصلاح شده کرشلف برای بازده توربینهای واقع در جریان آزاد.....
۵۱.....	بخش نهم : روابط محاسباتی انرژی کشتند.....
۵۱.....	۱-۹ پراکندگی عمده انرژی کشتند در اقیانوسهای عمیق.....
۵۴.....	۲-۹ محاسبه انرژی کشتند.....

- ۳-۹ انرژی قابل حصول در سدهای کشندی ۵۴
- بخش دهم: معادلات حاکم بر توربینهای آبی ۵۷
- ۱-۱۰ توان جریان کشندی در برخورد با توربین ۵۷
- ۲-۱۰ روابط ریاضی برای بدست آوردن بازده توربین ۵۷
- بخش یازدهم: کاربردهای انرژی کشند ۶۱
- ۱-۱۱ تولید برق در مقیاس کوچک Small scale ۶۱
- ۲-۱۱ تولید برق در مقیاس بزرگ Large scale ۶۳
- ۳-۱۱ استفاده از الکتریسته تولید شده برای ایجاد تپه های مرجانی (Biorock's technology) ۶۵
- ۴-۱۱ استفاده از الکتریسته تولیدی برای استحصال سوخت ئیدروژنی پاک ۶۸
- ۵-۱۱ استفاده از الکتریسته تولید شده در کارخانه های آب شیرین کن ۶۸
- ۶-۱۱ توسعه صنعت توریسم ۷۱
- ۷-۱۱ توسعه صنعت شیلات ۷۱
- ۱-۷-۱۱ کارکرد توربین ساخته شده در کانال استخر پرورش ماهی ۷۱
- ۲-۷-۱۱ بهره وری سستی از کشند در صید ماهی ۷۲
- بخش دوازدهم: مقایسه هزینه ها و توجیه اقتصادی ۷۳
- ۱-۱۲ تولید برق ۷۳
- ۲-۱۲ صنعت توریسم ۷۵
- بخش سیزدهم: معایب و موانع استحصال انرژی از کشند توسط سد ۷۷
- بخش چهاردهم: مزایای استحصال انرژی از کشند توسط توربینهای حلزونی ۷۹
- منابع ۸۰

پیش گفتار:

یکی از عظیم ترین منابع انرژی در جهان، اقیانوسها می باشند و کشند (جزر و مد) نیز از مؤلفه های اصلی جریانهای اقیانوسی است. حرکت توده آب اقیانوسها بر اثر کشند، دارای انرژی بالقوه ی بسیار زیادی می باشد. از سوی دیگر توسعه انرژی های نو از مهمترین مسائلی است که در تمام کشور ها به آن پرداخته شده و دائماً در پی ایجاد طرحی نو در این خصوص می باشند. ایران نیز دارای بیش از ۲۰۰۰ کیلومتر ساحل می باشد که حدود ۱۲۰۰ کیلومتر آن در جنوب کشور بوده و حد ارتفاع کشند در این سواحل از ۲ تا ۴ متر است. در این کتاب روشهای مختلف استحصال انرژی از جریان های کشندی (جزرومدی) و توجیه اقتصادی آن بررسی و با یکدیگر مقایسه می شوند. همچنین انواع توربینهای استحصال انرژی از کشند و توربین طراحی شده توسط مولف و کاربرد هایشان معرفی می گردند.

از جمله کارایی های زود بازده و مقرون به صرفه توربین های کشندی، استفاده از الکتریسته تولیدی در کانالهای استخر پرورش ماهی، تولید سوخت ئیدروژنی پاک، رشد و ترمیم صخره های مرجانی و متعاقب آن استفاده از مواد آلی برای فعالیتهای مختلف و افزایش صنعت توریسم، تولید برق برای کارخانه های آب شیرین کن به خصوص برای مناطق دور از مرکز می باشد.

مقدمه :

انرژی های برگشت پذیر، سیستمی هستند که پس از تغییر شکل یافتن، به طور متناوب با انرژی خورشیدی به وجود آمده (مانند باد و جریان رودخانه ای و...) و معمولاً سوخت بدون آلودگی محسوب می شوند این انرژی ها توسط خورشید تجدید می شوند. انرژی های تجدید شنی نامحدود بوده و از این نظر شباهتی به انرژی های ذخیره ای که از فسیل ها به وجود می آیند، ندارند.

استفاده از انرژی جریان های اقیانوسی با استفاده از تکنیک های شبیه به استخراج انرژی از باد، ابتدا در اروپا به طور تئوری مطرح شد. توان کلی جریانات اقیانوسی حدود 5TW (یک تراوات معادل 10^{12} وات است) تخمین زده شده که همان مقدار مصرف الکتریسیته جهانی است. البته بهره برداری از انرژی جریان ها فقط در محیط هایی صورت می پذیرد که جریان ها متمرکز شده اند، مانند تنگه ها و آبراهه های باریک بین جزایر و خشکی ها. بنابراین فقط یک قسمت کوچک از این انرژی را می توان به الکتریسیته یا شکل های دیگر انرژی تبدیل نمود. به طور کلی جریان های اقیانوسی به دو دسته تقسیم می شوند. جریان های کشندی و جریان های غیر کشندی. نیروی گرانشی بین ماه، خورشید و زمین سبب بالا آمدن و پایین آمدن متناوب آبهای اقیانوس در سرتاسر جهان می شوند و موجب تولید امواج کشندی (جزر و مدی) می گردند. ماه بیش از دو برابر نیروی خورشید را بر روی کشند ها ایجاد می کند. علت آن نزدیکی بسیار زیاد ماه به زمین است. بر همین اساس کشند، بیشتر از ماه پیروی می کند. گردش ماه به دور زمین سبب به وجود آمدن کشند روزانه در هر سطحی از اقیانوس می شود. دامنه یا ارتفاع موج مد (هنگام بالا آمدن ارتفاع آب)، در اقیانوس وسیع، بسیار کم است جایی که اندازه های موج در مرکز توزیع آن که بیش از صدها کیلومتر وسعت دارد، فقط چند سانتی متر است. هرچند، مد وقتی که به فلاتهای قاره ای می رسد می تواند به شدت افزایش یافته و سبب تولید توده های عظیم آب در سواحل باریک، مصبها و در میان خطوط ساحلی گردد. برای نمونه، مدها در ساحل Fundy در کانادا، بسیار بالاست، و دامنه آن در نزدیکی ساحل بین ۱۶ الی ۱۷ متر است. مدها با ارتفاع بیشتر هم وجود دارند. مثل بسیاری از مکانهای دیگر در کانال بریستول در انگلستان، ساحل Kimberly در استرالیا، دریای Okhotsk در روسیه. جدول ۱ دامنه کشند در برخی مکانها را نشان می دهد.

کشور	ایستگاه	(m) میانگین کشند	(m) دامنه کشند
Canada	Bay of Fundy		۱۶,۲
England	Severn Estuary		۱۴,۵
France	Port of Ganville		۱۴,۷
France	La Rance	۸,۵۵	۱۳,۵
Argentin	Puerto Rio Gallegos		۱۳,۳
Argentin	San Jose	۶,۰	
Russia	Bay of Mezen (White Sea)	۵,۶۶	۱۰,۰
Russia	Penzhinskaya Guba (Sea of Okhotsk)	۲,۳	۱۳,۴
China	Jiangxi	۵,۰۸	
USA	Passamaquoddy	۵,۵	
UK	Severn	۸,۳	
Korea	Carolim Bay	۴,۷	
Australia	Secure	۸,۴	
Iran	Chabahar	۲,۵	۳,۵
Iran	Bandar Imam	۴	

جدول ۱: میانگین و بلند ترین کشند ها (دامنه کشند) در اقیانوسهای جهان

در بیشتر نوسانات جزر و مدی ساحلی که شامل دو مد و دو جزر است، در دوره نیم روزه، حدود ۱۲ ساعت و ۲۵ دقیقه می باشد. هر چند در برخی سواحل کشند ها دو برابر طولانی تر به صورت روزانه یا ترکیبی هستند. بیشترین حد کشند را مهکشند (spring) می نامند و وقتی روی می دهد که ماه، زمین و خورشید در یک خط مستقیم نزدیک به هم قرار گیرند. پایین ترین حد کشند را کهکشند (neap) می نامند و وقتی روی می دهد که زمین و ماه و خورشید نسبت به هم زوایای قائم داشته باشند (شکل ۲). ایزاک نیوتون این پدیده را اولین بار به این صورت تعریف نمود: اقیانوس

باید در هر روز دو بار جریان مد و دو بار جزر داشته باشد، بیشترین مقدار مد و کمترین مقدار جزر، سه ساعت پس از رسیدن نیمه روز یا شب در آن مکان است. نیروی دریایی بریتانیای کبیر از سال ۱۸۳۳ جداول کشند اولیه را با دقت زیاد و پیش بینی دقیق، منتشر کرده است. هرچند، اطلاعات درباره‌ی این نوسانات از مدتهای طولانی و کهن یعنی از قرن چهاردهم در اطلس بریتانیا وجود داشته‌اند.

کشند ها در ناحیه خط ساحلی به شکل زیر بیان می‌شوند. یک موج کشندی با ارتفاع پایین که صدها کیلومتر قطر دارد روی سطح اقیانوس حرکت می‌کند، تا موج به ساحل قاره‌ای برسد. این توده‌ی آبی با نیروی کششی گرانشی ماه، سواحل باریک و مصبها جایی که راهی برای فرار و گسترش آب در اقیانوس وجود ندارد را مملو از آب می‌کند. پس در این حالت، دخالت امواج و تجمع آب داخل سواحل و مصبها، منجر به بالا آمدن های زیاد سطح آب می‌شود. جزر آب نیز وقتی شروع می‌شود که ماه به حرکتش در طول خشکی ادامه داده و موجب کاهش تأثیر جاذبه یا گرانش روی آبهای اقیانوس می‌شود (چرخه جزر). توضیحات فوق نسبتاً کلی است چون تنها جاذبه ماه به عنوان عامل اصلی در نوسانات جزر و مد لحاظ شده است. در حالی که عوامل دخالت کننده در مقدار کشند عبارتند از: کشش خورشید، نیروی گریز از مرکز ناشی از چرخش زمین و در برخی موارد، تشدید نوسانات خلیج ها و مصبها.

در قرن ۱۰ و ۱۱ در کشورهای انگلستان و فرانسه برای استفاده از انرژی جزر و مد از دستگاه کشند به نام میل استفاده می‌شد. این دستگاه در مکانهایی که ارتفاع کشند زیاد است قابل استفاده می‌باشد. در سال ۱۸۸۰ نیز در هامبورگ آلمان و شمال آمریکا، از دستگاه میل استفاده شد. در سال ۱۹۳۱ داریوس اولین نوع از توربین های عمودی را به ثبت رساند. پروژه عظیم استحصال انرژی از کشند به صورت ساخت سد، در خلیج Fundy کانادا، از سال ۱۹۵۶ تا ۱۹۶۱ مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. برای اولین بار در سال ۱۹۶۶ در رودخانه Rance فرانسه توربینهای عمودی مورد استفاده قرار گرفتند. در سال ۲۰۰۰ در مرکز فضایی ناسا در خصوص پراکندگی انرژی کشند در اقیانوسها مطالعاتی صورت گرفت. در سال ۲۰۰۲ نیز در آمریکا در خصوص مزیت متمایز انرژی کشند نسبت به دیگر انرژی های قابل تجدید، تحقیق شده و به خلاصه ای از چگونگی استحصال انرژی برق از کشند به روشهای سد سازی و توربینهای کشندی و برتری این توربینها نسبت به سد سازی (از نظر آسیب به محیط زیست و شیلات) پرداخته شده است. در سال ۲۰۰۵ در استرالیا نوع کشند در خلیج ها و روابط

حاکم بر آن مورد بررسی قرار گرفته است. در سال ۲۰۰۶ در مرکز برنامه ریزی محیطی احمدآباد هند در خصوص به روز در آوردن انرژی کشند تحقیق صورت گرفته است و در نهایت در می ۲۰۰۶ استفاده از انرژی کشند توسط توربینهای حلزونی Gorlov، در دهانه خلیج آمازون و استفاده محلی از نیروی برق در روستاهای آمازون توسط پروفیسور Scott Anderson تشریح گردیده است.

چگونگی طراحی و ساخت توربینهای استحصال انرژی از جریان های افقی کشند بسیار با اهمیت است به طوریکه باید بتوان توسط آنها از کشند و جریان هایی که توسط آن بوجود می آیند، انرژی استحصال نمود. این توربینها عموماً به نام High-speed turbines شناخته شده اند. High-speed turbines دارای دو نوع هستند یکم نوع آنها دارای محور افقی و نوع دیگر آنها دارای محور عمودی می باشند.