

۱۵۶۲۶۷۸

سازه‌های انرژی تجدیدپذیر فراساحل

تالیف

علی طبرسا

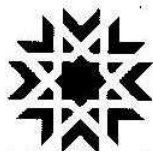


نشر و چاپ عمران

www.elme-omran.com

info@elme-omran.com

عضو:



سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

این اثر مشمول قانون حمایت مولفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر و مؤلف، نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

طبرسا، علی، ۱۳۶۸ -	سرشناسه:
سازه‌های انرژی تجدیدپذیر فراساحل / تألیف علی طبرسا	عنوان و پدیدآورنده:
تهران: علم عمران، ۱۳۹۶	مشخصات نشر:
۲۵۷ ص	مشخصات ظاهری:
۲-۴۵-۵۱۷۶-۶۰۰-۹۷۸-۵۰۰۰۰ ریال	شابک:
توربین‌های بادی - Wind turbines - توربین‌های بادی دریایی / Offshore wind turbines	موضوع:
انرژی‌های پایان‌ناپذیر / Renewable energy sources	موضوع:
۱۳۹۶ ۲۲ ط ۸۲۷ TJD	رده‌بندی کنگ:
۶۲۱/۳۱۲۱۳۶	رده‌بندی دیویی:
۵۰۰۵۳۰	شماره کتابخانه ملی:



نشر علم عمران

سازه‌های انرژی تجدیدپذیر فراساحل
تألیف: علی طبرسا

چاپ اول	پاییز ۱۳۹۶
تعداد و قطع صفحات	۲۵۷ صفحه وزیری
حروف چینی و صفحه‌آرایی	علم عمران
شمارگان	۱۰۰۰
بهای کتاب	۵۰۰۰۰۰ ریال
شابک: ۲-۴۵-۵۱۷۶-۶۰۰-۹۷۸	ISBN: 978-600-5176-45-2

نشر علم عمران: تهران، یوسف آباد، خیابان جهان آرا، بین خیابانهای ۱۶ و ۱۸، پلاک ۳۳، طبقه دوم، واحد ۱۱،
تلفن: ۸۸۳۵۳۹۳۰ دورنگار: ۸۸۳۵۳۹۳۲

حقوق چاپ و نشر برای نشر علم عمران محفوظ است.

سخن نویسنده

باتوجه به رشد سریع سازه‌های انرژی تجدیدپذیر فراساحل، مانند باد و دستگاه‌های انرژی اقیانوس (مانند استفاده از انرژی موج و توربین جریان جزر و مدی)، فناوری مهندسی در این زمینه شاهد توسعه فراوانی بوده است. با این حال، توانمندی و دانش مورد نیاز در یک مرجع واحد، در دسترس همگان نمیباشد. به ویژه، برای پلتفرم‌های ترکیبی دریایی، که در آن، دستگاه‌های باد و انرژی موج باهم ترکیب شده و امکان استفاده از کار توأم و همزمان از آنها، اطلاعات محدود و کمی موجود باشد.

در دهه‌های اخیر پیشرفت فراوانی در پیشبرد سازه‌های انرژی فراساحل، به ویژه کاربرد انرژی بادی فراساحل بعمل آمده است. حال، توربینهای ثابت بادی فراساحلی به اندازه‌ای پیشرفت کرده‌اند که میتوانند با توربین‌های بادی مستقر در خشکی و زمین به رقابت بپردازند که منجر به توسعه و پیشرفت مفاهیم جدیدی برای سازه‌هایی که در اعماق اقیانوس کاربرد دارد شده است. در همین راستا توربین‌های بادی شناور و چندین مفهوم دیگر، در راستای تولید برق در حال پدیدار شدن و راه اندازی می‌باشند. همچنین در طول چند دهه گذشته، استفاده از مبدل انرژی موج برای تولید برق نیز به خوبی توسعه یافته و مفاهیم و پلتفرم‌های جدیدی در حال ظهور، و تمرکز محققان در زمینه فن آوری فراساحل، روی ترکیبی از دستگاه‌های موج و انرژی باد در پلتفرم‌های دریایی ترکیبی می‌باشد. با توجه به موارد ذکر شده، نیاز برای ارائه یک کتاب جهت آگاهی در زمینه سازه‌های انرژی تجدیدپذیر فراساحل بیشتر پیش آشکار می‌شود. صنایع انرژی تجدیدپذیر فراساحل، برای سالهای آینده، که لازم به داشتن مهندسان و متخصصان زمینه "سازه‌های انرژی تجدیدپذیر فراساحل" بیشتر می‌شود، نیاز به برنامه‌ریزی دقیق و حساب شده علاوه بر دانش و تکنیک کافی دارد، که این کتاب در همین راستا، تالیف و به چاپ رسیده است. در این کتاب، نویسنده سعی کرده عبارتهای پیچیده ریاضی اجتناب و از زبانی ساده برای درک مفاهیم استفاده کند. امید است محققین و مهندسان با مطالعه این کتاب، بینش مناسبی از سازه‌های انرژی تجدیدپذیر فراساحل دریافت کنند، با این حال، برای خواندن برخی از بخش‌های کتاب، اطلاعات اولیه از مباحث حساب دیفرانسیل و انتگرال لازم می‌باشد.

- این کتاب برای محققین و پژوهشگران، همچنین مهندسين و دانشجویان دکتری و کارشناسی ارشد، در حوزه فناوری دریایی، انرژی‌های تجدیدپذیر، دریایی، اقیانوس، مهندسی سواحل و مهندسی سازه نوشته شده است. همچنین می‌توان در دوره‌های مقطع دکتری و کارشناسی ارشد در گروه‌های مهندسی عمران، مهندسی مکانیک و همچنین اقیانوس‌ها، سواحل و مهندسی دریایی به عنوان واحد درسی استفاده کرد.
- این کتاب تلاش کرده است تا به سادگی مبانی طراحی سازه‌های انرژی فراساحلی را بیان کند.
- این کتاب درباره توربین‌های بادی فراساحل، تبدیل انرژی موج، و مفهوم استفاده مشترک از باد و موج در سکوهاي انرژی است.
- این کتاب پلی بین استانداردهای موجود و روش‌های تنوری میباشد. مفاهیم اولیه با ذکر مثالهای واقعی به روشنی بیان شده است. آیین نامه‌های طراحی، استانداردها و ابزارهای عددی در این کتاب مورد توجه قرار گرفته اند.
- امید است تألیف این کتاب راهتمای جامعی به علاقه‌مندان و پژوهشگران حوزه فناوری انرژی بوده، همچنین ترانسته باشد درک بهتر از مسائل حوزه مفاهیم تجدیدپذیر و پلنفرم‌های دریایی داده باشد.

پاییز ۱۳۹۶
علی طبرسا

فهرست

۱۳	فصل اول: معرفی
۱۳	۱-۱- پیشه
۱۶	۱-۲- هدف
۱۶	۱-۳- محدوده و حوزه
۱۷	مراجع
۱۹	فصل دوم: توربین های بادی
۱۹	۲-۱- مقدمه
۱۹	۲-۲- ناسل
۲۱	۲-۳- هاب یا توبی
۲۲	۲-۴- پره ها
۲۳	۲-۵- سیستم کنترل زاویه
۲۵	۲-۶- شفت اصلی
۲۵	۲-۷- گیربکس
۲۶	۲-۸- ژنراتور
۲۷	۲-۹- کنترل
۲۹	۲-۱۰- سنسور
۳۰	۲-۱۱- مبدل
۳۰	۲-۱۲- تبدیل کننده یا ترانسفورماتور
۳۰	۲-۱۳- سیستم انحراف
۳۰	۲-۱۴- رونور
۳۱	۲-۱۵- برج
۳۲	۲-۱۶- پارک بادی

۳۲	مراجع
۳۵	فصل سوم: توربین‌های بادی فراساحل ثابت
۳۵	۳-۱- مقدمه
۳۶	۳-۲- مزایای بادی فراساحل
۳۷	۳-۳- مورد مورد مطالعه: مزرعه بادی گریتر گابارد (Greater Gabbard)
۴۴	۳-۴- مفاهیم زیربنایی توربین بادی فراساحل ثابت
۴۵	۳-۵- توربین بادی فراساحل ثابت با فونداسیون مونوپایل (monopile)
۴۶	۳-۵-۱- ویژگی‌ها و مشخصات مونوپایل
۴۹	۳-۶- پلت فرم ژکت در توربین بادی
۵۰	۳-۷- توربین‌های بادی با فونداسیون تری‌پایل (Tripile)
۵۲	۳-۸- توربین‌های بادی با فونداسیون تریپود (Tripod)
۵۴	۳-۹- توربین‌های بادی فراساحل با فونداسیون پایه گرانشی یا جاذبه (Gravity-Based)
۵۷	مراجع
۵۹	فصل چهارم: توربین‌های بادی فراساحل شناور
۵۹	۴-۱- مقدمه
۶۰	۴-۲- پروژه توربین بادی فراساحل شناور
۶۱	۴-۳- پروژه "های‌وایند"
۶۳	۴-۴- پروژه وایندفلووت (Windfloat)
۶۶	۴-۵- پروژه فوکوشیما (Fukushima)
۶۸	۴-۶- مفهوم توربین بادی شناور
۶۹	۴-۷- توربین‌های بادی فراساحل نیمه شناور
۷۱	۴-۸- توربین‌های بادی فراساحل با پلت فرم تنش (Tension-Leg)
۷۲	۴-۹- توربین بادی فراساحل اسپار (Spar)
۷۴	۴-۱۰- توربین بادی فراساحل شناور غیرمرسوم
۷۵	مراجع
۷۷	فصل پنجم: مبدل انرژی موج
۷۷	۵-۱- مقدمه
۷۹	۵-۲- منابع انرژی موج (Wave Energy Resources)
۸۱	۵-۳- مفهوم مبدل انرژی موج
۸۲	۵-۴- دستگاه‌های اورناتپینگ (Overtopping Energy Devices)
۸۶	۵-۵- ستون آب نوسان گر
۸۷	۵-۶- جذب کننده‌ی نقطه‌ای
۸۹	۵-۷- پروژه‌های مبدل انرژی موج
۸۹	۵-۷-۱- پروژه ویو استار
۹۰	۵-۷-۲- پروژه پلامیس
۹۲	۵-۷-۳- پروژه ویو دراگون
۹۲	۵-۷-۴- شناور لوانی
۹۳	۵-۷-۵- پروژه اویستر
۹۳	۵-۷-۶- ویو رولر (WaveRoller) (AW Energy)
۹۴	۵-۷-۷- لایمیت

۹۶	۸-۷-۵- اوشن لینکس
۹۵	۹-۷-۵- ستو
۹۶	۱۰-۷-۵- پاور بویه (فناوری‌های نیروی اقیانوس)
۹۸	مراجع
۱۰۱	فصل ششم: دستگاه‌های ترکیبی نیروی موج و نیروی باد
۱۰۱	۱-۶- مقدمه
۱۰۲	۲-۶- علت ترکیب انرژی موج و باد فراساحلی
۱۰۴	۳-۶- یوزیدون: نمونه‌ای از ترکیب دستگاه‌های موج و باد
۱۰۷	۴-۶- نیروهای مشترک سازه‌های موجی و بادی مرکب
۱۱۰	۵-۶- مفهوم انرژی موج و باد مرکب
۱۱۲	۶-۶- سازه‌ها: انرژی بادی مرکب ثابت
۱۱۵	۷-۶- سازه‌ها: انرژی باد موج مرکب شناور
۱۱۹	مراجع
۱۲۱	فصل هفتم: جنبه‌های طراحی
۱۲۱	۱-۷- مقدمه
۱۲۱	۲-۷- طراحی
۱۲۲	۳-۷- مراحل عمومی طراحی
۱۲۳	۴-۷- پایایی و حالت‌های محدود
۱۲۴	۵-۷- جنبه‌های اقتصادی طراحی
۱۲۴	۶-۷- جنبه‌های محیطی طراحی
۱۲۵	۷-۷- طراحی مولفه
۱۲۹	۸-۷- اصول طراحی
۱۳۰	۹-۷- ایمنی طراحی
۱۳۱	۱۰-۷- طراحی با استفاده از روش ضربه ایمنی جزئی
۱۳۳	۱۱-۷- طراحی با استفاده از شبیه‌سازی مستقیم اثرات بار ترکیبی
۱۳۴	۱۲-۷- تایید طراحی توربین‌های بادی
۱۳۷	۱۳-۷- بارهای طراحی برای توربین‌های بادی فراساحلی (دریایی)
۱۴۲	۱۴-۷- موارد بار طراحی
۱۴۳	۱۵-۷- طراحی توربین‌های بادی شناور
۱۴۵	مراجع
۱۴۷	فصل هشتم: نظریه‌های موج و باد
۱۴۷	۱-۸- مقدمه
۱۴۸	۲-۸- نظریه موج منظم
۱۵۰	۳-۸- تئوری موج خطی اصلاح شده (مدل کششی) (Modified Linear Wave Theory)
۱۵۲	۴-۸- تئوری موج استوکس (Stokes)
۱۵۴	۵-۸- تئوری موج اسنویدل (Cnoidal) و موج انفرادی
۱۵۴	۶-۸- تئوری موج تابع جریان
۱۵۵	۷-۸- دامنه اعتبار تئوری‌های موج
۱۵۶	۸-۸- امواج فراساحلی در مقایسه با امواج نزدیک ساحل
۱۵۶	۹-۸- تئوری موج غیرمنظم

۱۵۹	۱۰-۸- تنوری باد
۱۵۹	۱۱-۸- تغییرات مکانی و زمانی باد
۱۶۰	۱۲-۸- توزیع باد (احتمال دراز مدت (Weibull)
۱۶۱	۱۳-۸- نیروی برشی باد
۱۶۱	۱۴-۸- طیف باد و تلاطم
۱۶۳	۱۵-۸- شرایط مشترک موج و باد
۱۶۴	مراجع
۱۶۷	فصل نهم: بارهای آیرودینامیک و هیدرودینامیک
۱۶۷	۱-۹- مقدمه
۱۶۷	۲-۹- تنوری مولفه پره
۱۷۲	۳-۹- نیروهای آیرودینامیک توربین‌های بادی
۱۷۴	۴-۹- بارهای آبرو-سرووی توربین بادی
۱۷۶	۵- بارهای موج و نیروهای هیدرودینامیک
۱۷۷	۶-۹- نیروهای موج و ردهای بلند و باریک
۱۷۷	۱-۶-۹- ذرات مولد سیون برای سازه‌های ثابت
۱۷۸	۲-۶-۹- فرمول مدول سیون برابر سازه‌های شناور
۱۷۹	۳-۶-۹- فرمول مدول سیون اصلاحی (MacCamy-Fuchs)
۱۷۹	۴-۶-۹- روش یکپارچه‌ی فشار
۱۷۹	۷-۹- بارهای ناشی از شکسته شدن مرجع
۱۸۱	۸-۹- سازه‌های بزرگ
۱۸۱	۱-۸-۹- ملاحظات هیدرواستاتیک
۱۸۴	۲-۸-۹- جرم بارهای اینرسی
۱۸۴	۳-۸-۹- ملاحظات هیدرودینامیک
۱۸۵	۴-۸-۹- روش‌های تجزیه و تحلیل هیدرودینامیک
۱۸۶	۵-۸-۹- بارهای موج درجه اول
۱۸۸	۶-۸-۹- بارهای موج درجه دوم
۱۹۳	۷-۸-۹- بارهای موج مرتبه بالا
۱۹۳	مراجع
۱۹۵	فصل دهم: تجزیه و تحلیل‌های واکنش دینامیکی
۱۹۵	۱-۱۰- مقدمه
۱۹۵	۲-۱۰- نیروهای دینامیک سیستم‌های یک درجه آزادی
۱۹۶	۱-۱۰-۲-۱- لرزش آزاد سیستم‌های یک درجه آزادی
۱۹۹	۲-۱۰-۲-۲- لرزش اجباری سیستم‌های یک درجه آزادی
۲۰۱	۳-۱۰- مدت‌های طبیعی سازه‌های شناور
۲۰۳	۴-۱۰- نیروهای دینامیک سیستم دو درجه آزادی
۲۰۵	۵-۱۰- تجزیه و تحلیل مقدار مشخصه سیستم‌های چند درجه آزادی
۲۰۷	۶-۱۰- حالت‌های جسم صلب
۲۰۸	۷-۱۰- تحلیل دینامیکی مودال برای سیستم چند درجه آزادی
۲۰۹	۸-۱۰- واکنش‌های ناشی از موج، با استفاده تحلیل دامنه فرکانس
۲۱۲	۹-۱۰- معادلات واکنش برای سازه‌های انرژی فراساحلی

۲۱۳	۱-۹-۱- للاحظات بارهای آبرو در توربین های بادی شناور
۲۱۴	۱-۹-۲- مدل سازی آبرو بارهای ساده و کامل
۲۱۴	۱-۹-۳- ملاحظات مدل های انرژی موج
۲۱۵	۱-۹-۴- روش های حل معادلات واکنش جسم صلب
۲۱۶	۱-۱۰- تجربه و تحلیل جامع سازه های انرژی فراساحلی
۲۱۷	۱-۱۰-۱- معادلات واکنش بدنه الاستیک
۲۱۸	۱-۱۰-۲- تحلیل اجزاء محدود الاستاتیک
۲۱۸	۱-۱۰-۳- تحلیل اجزاء محدود دینامیک
۲۱۹	۱-۱۰-۱۱- نیروهای دینامیک چند بدنه با توجه به واکنش های هیدرو دینامیک
۲۲۰	۱-۱۰-۱۲- برخی جنبه های واکنش دینامیک
۲۲۲	۱-۱۰-۱۳- الاستیته آبرو هیدوری به کار رفته در پلن فرم های انرژی
۲۲۵	۱-۱۰-۱۴- آلرزش (Flutter): یک رفتار دینامیکی آبرو الاستیکی
۲۲۷	۱-۱۰-۱۵- مطالعه موجی: تجربه و تحلیل یک توربین بادی فراساحلی ژکت
۲۳۰	مراجع
۲۳۳	فصل یازدهم: تجزیه و تحلیل تصادف
۲۳۳	۱۱-۱- مقدمه
۲۳۳	۱۱-۲- تئوری های احتمالی و تصادف
۲۳۷	۱۱-۳- طیف و تجزیه طیفی
۲۴۰	۱۱-۴- توزیع نقاط اوج برای فرآیند تصادفی ملی
۲۴۱	۱۱-۵- بزرگترین نقطه حداکثری $N/1$
۲۴۲	۱۱-۶- بزرگترین مقدار حداکثر در بین N مقدار حداکثر
۲۴۴	۱۱-۷- تحلیل مقدار بی نهایت و حداکثری
۲۴۵	۱۱-۸- جنبه های تحلیلی محدوده زمانی تصادفی
۲۴۷	۱۱-۹- ارزیابی آسیب خستگی: تجزیه و تحلیل تصادفی
۲۴۸	مراجع
۲۴۹	فصل دوازدهم: امکان سنجی اجراء پروژه فراساحل در دریای خزر
۲۴۹	۱۲-۱- مقدمه
۲۴۹	۱۲-۲- موقعیت مکانی دریای خزر
۲۵۰	۱۲-۲-۱- ویژگی آب و هوایی دریای خزر
۲۵۱	۱۲-۲-۲- رژیم باد
۲۵۳	۱۲-۲-۳- موج
۲۵۴	۱۲-۲-۴- جریان
۲۵۵	۱۲-۲-۵- مورد مورد مطالعه: مزرعه بادی گریتر گابارد
۲۵۶	۱۲-۲- مقایسه و نتیجه گیری
۲۵۶	مراجع