بررسی تاثیر میراگر جرمی تنظیم شونده بر مولفه های ارتعاشی توربین بادی فراساحلی

محمدعلی لطف اللهی یقین[1]، علیرضا مجتهدی[2]، حمید حکم آبادی[3]
1-استاد گروه عمران دانشکده فنی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
2-استادیار گروه عمران دانشکده فنی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
3-کارشناس ارشد سازه های دریایی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

A_lotfollahi@yahoo.com
mojtahedi@tabrizu.ac.ir
h.hokmabady@gmail.com

خلاصه

بر خلاف سازه های عادی که در یک محیط تقریبا استاتیکی قرار دارند و می توان تحلیل آنها را در یک درجه ی آزادی مشخص بررسی نمود، سازه های فراساحلی به دلیل حضور موج و باد در یک محیط کاملا دینامیکی قراردارند. این محیط دینامیکی دریا موجب ایجاد لرزش های مداومی در شش درجه ی آزادی می شود (سه درجه آزادی پیچشی و سه درجه آزادی چرخشی) که کاهش لرزش های ایجاد شده در این درجات آزادی یکی از اصلی ترین اصول کنترل توربین های بادی فراساحلی است. در این مقاله، به منظور کنترل و بررسی میزان کاهش مولفه های لرزشی در توربین بادی 5 مگاواتی پایه کششی شناور فراساحلی، از یک میراگر جرمی تنظیم شونده، استفاده شده است. این میراگر در ناسل توربین قرار گرفته است و در راستای فور افتر توربین درجه آزادی حرکتی دارد. نتایج چنین نشان می دهند که وجود میراگر جرمی تنظیم شونده در این سازه ها می تواند موجب کاهش 40 درصدی مولفه های لرزشی توربین بادی گردد.

کلمات کلیدی: توربین بادی فراساحلی، پایه کششی شناور (TLP)، کنترل سازه، میراگر جرمی تنظیم شونده، مولفه ارتعاشی

1. مقدمه

با افزایش روز افزون استفاده از انرژی بادی، توربین های بادی فراساحلی سهم قابل توجهی از تولید این انرژی را بر عهده گرفته اند. یک توربین بادی فراساحلی باید مقاومت کافی، به منظور پایداری و بهره برداری، به دلیل قرارگیری در محیط دینامیکی دریا را داشته باشد که شامل اثرات ترکیبی از موج و باد است. موج و باد موجب ایجاد لرزش های سازه ای، بارهای خستگی و بارهای حداکثر در پره ها، فونداسیون، برج و دیگر اجزای سازه ایجاد می کنند. در این بین بارهای خستگی موجب افزایش نیاز به نگهداری سازه، هزینه های بالا و خرابی می گردد. بهترین راههای کاهش بارهای خستگی، کاهش ارتعاشات سازه و کاهش بارهای وارد بر سازه است. یکی از راه کارها به منظور کاهش ارتعاشات سازه، تکنیک های کنترل سازه ای است که در این بین روش کنترل غیرفعال رایج ترین آنهاست. در بین دستگاه های مختلف کنترل غیرفعال، میراگر جرم تنظیم شونده (TMD)، نقش بسزایی را در توربین های بادی فراساحلی داشته که این به دلیل عملکرد بالا و هزینه های پایین آن بوده است. تا سال2010، تحقیقات قبلی در زمینه ی کنترل غیرفعال محدود به توربین های بادی فراساحلی پایه ثابت بود. در این تحقیقات سکوهای شناور مورد بررسی قرار نگرفته بودند و بجای بهره گیری از کدهای طراحی آیرو-الاستیک توربین های بادی از مدل هایی با درجات آزادی محدود استفاده شده بود [1]. در این پژوهش کنترل سازه ای توربین بادی فراساحلی پایه کششی شناور، مورد ارزیابی و رفتار لرزه ای آن، مورد بررسی قرار گرفته و تاثیر حضور میراگر جرمی تنظیم شونده در ناسل توربین بررسی گردیده است. نتایج نشان می دهند که وجود میراگر در ناسل توربین می تواند موجب کاهش مولفه های لرزشی در تمامی درجات آزادی گردد.

2. توربین های بادی فراساحلی

با افزایش عمق آب به بیش از 60 متر، مشکلات فراوانی برای هزینه های نصب و ساخت فونداسیون ثابت برای توربین های بادی فراساحلی بوجود می آید، به همین منظور در آب های عمیق از انواع دیگر تکنولوژی های شناوری استفاده می شود. آب های عمیق شامل بیشترین سرعت های باد هستند که نیازمند تکنولوژی فراساحلی ای به منظور مقاومت در برابر این نیروی وارده از طرف باد هستند. این نوع توربین ها به مقدار قابل توجهی مستقل از شرایط کف دریا هستند و می توانند در مناطق مختلفی نصب شوند. در حالت کلی سه نوع سیستم فونداسیون مختلف برای این نوع توربین ها وجود دارد که شامل، سیستم شناوری اسپار ، بارج و پایه کششی است. فونداسیون های اشاره شده، هریک از اصل پایداری به منظور حفظ پایداری خود استفاده می کنند [2].