شبیه سازی سه بعدی شالوده توربین‌های بادی به روش عددی اختلاف محدود

نوید ناظران[1]، سید احسان سیدی حسینی‌نیا[2]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گرایش مکانیک خاک و مهندسی پی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

navid.nazeran@stu.um.ac.ir
eseyedi@um.ac.ir

خلاصه

تجدیدناپذیر بودن سوخت‌های فسیلی و تأثیر آلودگی‌های ناشی از آن‌ها بر محیط‌زیست، علاقه‌ی کشورها به استفاده از انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر، از جمله انرژی باد را افزایش داده است. از توربین‌های بادی برای تبدیل انرژی باد به الکتریسیته استفاده می‌شود و این سازه‌ها نیز همانند هر سازه‌ی دیگری برای نصب به شالوده نیاز دارند. در تحلیل و طراحی شالوده توجه به ماهیت دینامیکی سازه‌ی توربین‌های بادی و اثرات ارتعاشی ناشی از آن بر خاک زیر شالوده، ضروری است. با توجه به رفتار غیرخطی خاک و پیچیدگی‌های ناشی از تحلیل دینامیکی، استفاده از روش‌های عددی در تحلیل و طراحی شالوده‌ی توربین‌های بادی اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. در این پژوهش شالوده‌ی یک توربین بادی ۱۰۰ کیلوواتی و خاک پیرامون آن به کمک نرم‌افزار $FLAC^{3D}$ مدل‌سازی و رفتار خاک تحت بارهای چرخه‌ای بررسی شده است. در پایان، مقادیر نشست و تنش‌های ایجاد شده در خاک مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

کلمات کلیدی: شالوده، خاک، توربین بادی، مدل‌سازی عددی، تحلیل دینامیکی

۱. مقدمه

با توجه به مسائل زیست‌محیطی و راهبردهای صرفه‌جویانه در بهره‌برداری از منابع انرژی، استفاده از انرژی باد در مقایسه با سایر صورت‌های انرژی به دلیل کاهش هزینه‌های تولید برق، اشتغال‌زایی و عدم آلودگی محیط زیست در کشورهای پیشرفته و بسیاری از کشورهای دیگر،توانسته در میان منابع تجدیدپذیر به عنوان یک منبع جدید تأمین برق در سطح جهان مطرح شود. امروزه علاوه بر استفاده از توربین‌های بادی واقع در خشکی، استفاده از توربین‌های بادی فراساحلی نیز با توجه به سطح بادخیزی گسترده در دریاها توسعه یافته است. از آن‌جا کهسازه‌ی توربین بادی هم مانند هر سازه‌ی دیگری برای استقرار بر روی زمین به شالوده نیاز دارد، پژوهشگران انواع مختلفی از شالوده‌ها را بسته به شرایط پروژه مانند لایه‌بندی خاک، نوع و ترکیب بارهای وارد شده، عملکرد سازه‌ای، روش نصب و اقتصادی بودن طرح پیشنهاد می‌کنند.

توربین‌های بادی دارای بارگذاری پیچیده‌ای هستند و در عمر مفید ۲۰ ساله‌ی خود بارها و لنگرهایی را در هر سه جهت مختصاتی تحمل می‌کنند. این نیروها از وزن توربین بادی، نیروی باد وارد بر بدنه‌ی برج و نیروی ناشی از چرخش پره‌ها (و نیروی موج در توربین‌های بادی فراساحلی) سرچشمه می‌گیرند.آیین‌نامه‌های مختلفی از جمله آیین‌نامه‌ی کمیته‌ی بین‌المللی برق و الکترونیک[1] (IEC)، آیین‌نامه‌ی DNV (مخصوص توربین‌های بادی فراساحلی)، آیین‌نامه‌ی DNV/Risø و آیین‌نامه‌ی GL[2] برای طراحی، نصب و بهره‌برداری توربین‌های بادی وجود دارند که می‌توان بارهای وارد بر توربین‌های بادی را از آن‌ها استخراج نمود. در سال ۲۰۱۱، انجمن مهندسین عمران آمریکا[3] (ASCE) با همکاری مؤسسه‌ی انرژی بادی آمریکا[4] (AWEA) یک توصیه‌نامه‌ی اجرایی را برای طراحی سازه‌های نگهدارنده‌ی توربین‌های بادی واقع در خشکی[5] ارائه کردند.

---

[1] International Electrotechnical Commission
[2] Germanischer Lloyd
[3] American Society of Civil Engineers
[4] American Wind Energy Association
[5] Recommended Practice for Compliance of Large Land-based Wind Turbine Support Structures

برای تحلیل شالوده توربین‌های بادی می‌توان از تحلیل دینامیکی، تحلیل خستگی، تحلیل با در نظر گرفتن اندرکنش خاک-سازه و یا ترکیبی از این روش‌ها بهره جست. در پژوهش‌های انجام شده به دلیل پیچیدگی‌های موجود در روش‌های تحلیلی موجود، عموماً از شبیه‌سازی عددی استفاده می‌شود و از میان روش‌های عددی، تاکنون استفاده از روش اجزای محدود از اقبال بیش‌تری برخوردار بوده است.

Svensson یک مطالعه‌ی موردی را بر روی یک شالوده منفرد دایره‌ای که بر روی نوع خاصی از خاک‌های دانه‌ای قرارگرفته است، انجام داده است[۱]. وی با استفاده از نرم افزار PLAXIS 2D و مدل‌سازی پی با در نظر گرفتن لنگرهای اعمالی فقط در یک جهت وشبیه‌سازی آن با یک زوج نیرو، به بررسی مقادیر نشست پرداخته و سعی کرده است تا راه حلی برای تحلیل و طراحی شالوده توربین‌های بادی ارائه دهد. از آنجا که از سهم نیروهای اعمال نشده در این پژوهش نمی‌توان چشم‌پوشی کرد، به نظر می‌رسد پاسخ‌های به دست آمده قابل اطمینان نباشند. در پژوهش دیگری که Harte et al. انجام داده‌اند، تحلیل دینامیکی توربین‌های بادی واقع در خشکی که روی شالوده‌ی منفرد قرار گرفته‌اند، با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه صورت پذیرفته است[۲]. در این پژوهش توربین بادی به صورت یک سازه‌ی چند درجه آزادی و شالوده نیز به صورت یک شالوده‌ی وزنی صلب با دو درجه آزادی مدل شده است.در این مدل حرکت شالوده با استفاده از توابع پیچیده‌ی امپدانس[1] و مدل مخروطی[2] به خاک اطرافش وابسته شده است. سپس با استفاده از توابع انتقال[3] تغییرمکان سیستم توربین بادی به دست آمده و فرکانس‌های مودال سیستم مرکب توربین-شالوده تخمین زده شده است..Harte et al برای نشان دادن تأثیر اندرکنش خاک و سازه بر روی پاسخ مدل چند درجه آزادی توربین بادی، دو مثال عددی را ارائه کرده‌اند. این تحلیل برای دو نوع لایه‌بندی و مقادیر مختلف سختی خاک انجام شده است. روابط محاسبه‌ی میرایی و سختی خاک از آیین‌نامه‌ی طراحی DNV/Risø به دست آمده‌اند تا بتوان از آن‌ها به عنوان معیاری برای اعتبارسنجی ضرایب به دست آمده از مدل مخروطی بهره جست. مشخصات مدل بر اساس توربین بادی ۱/۵ مگاواتی آزمایشگاه ملی انرژی‌های تجدیدپذیر آمریکا[4] (NREL) انتخاب شده است.

در مقاله‌ی پیش رو شالوده منفرد یک توربین بادی ۱۰۰ کیلوواتی یک بار به صورت دایره‌ای و بار دیگر به صورت مربعی به همراه خاک پیرامون آن شبیه‌سازی و نتایج به دست آمده از هر مرحله مقایسه شده است. به این منظور از نرم‌افزار ژئوتکنیکی $FLAC^{3D}$ استفاده شده است که محاسبات را بر پایه‌ی روش عددی اختلاف محدود انجام می‌دهد. تحلیل انجام شده شامل اعمال تاریخچه نیروهای دینامیکی بر شالوده است که به صورت سینوسی فرض شده است.

۲. مدل‌سازی در نرم‌افزار $FLAC^{3D}$

۱.۲. مدل رفتاری و مشخصات خاک و شالوده

در تحلیل‌های انجام شده به کمک نرم افزار $FLAC^{3D}$، از مدل رفتاری کشسان برای خاک و شالوده استفاده شده است. پارامترهای مورد نیاز در این حالت، مدول کشسانی (E) و نسبت پواسون (υ) هستند که در نرم‌افزار $FLAC^{3D}$ مدول برشی (G) و مدول بالک (K) جایگزین مدول کشسانی و نسبت پواسون می‌شوند.خاک اطراف شالوده شامل یک لایه همگن خاک ماسه‌ای خشک است. جدول ۱ مشخصات خاک و بتن مورد استفاده برای شالوده را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات خاک و شالوده

مشخصه	خاک	بتن
مدول کشسانی (E)	۷۲۸ مگاپاسکال	۲۵ گیگاپاسکال
نسبت پواسون (υ)	۰/۴	۰/۱۵
مدول برشی (G)	۲۶۰ مگاپاسکال	۱۱/۹ گیگاپاسکال
مدول بالک (K)	۱۲۱۳/۳ مگاپاسکال	۱۰/۹ گیگاپاسکال

[1] complex impedance functions
[2] cone model
[3] transfer functions
[4] National Renewable Energy Laboratory

جرم مخصوص (ρ)	۱۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب	۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب

۲.۲. هندسه مدل

وجود نیروهای محوری و برشی و لنگرهای خمشی و پیچشی به صورت هم‌زمان بر روی شالوده‌ی توربین‌های بادی، تحلیل سه‌بعدی کامل آن‌ها را اجتناب‌ناپذیر می‌کند. اولین گام در انجام این تحلیل، تعیین ابعاد مدل و زون‌های تشکیل دهنده‌ی آن است.در پژوهش حاضر برای بررسی تأثیر شکل سطح مقطع شالوده در مقدار نشست شالوده و تنش‌های ایجاد شده در خاک زیر آن، ابتدا یک شالوده‌ی دایره‌ای به قطر چهار متر و عمق ۸۰ سانتی‌متر و در گام بعد یک شالوده مربعی به ضلع چهار متر و عمق ۸۰ سانتی‌متر به کمک نرم‌افزار $FLAC^{3D}$ تحلیل شده‌اند. برای پرهیز از تحت تأثیر قرار گرفتن مدل از مرزها و با توجه به ابعاد شالوده‌های مدل‌سازی شده، طول و عرض و ارتفاع محیط خاکی حدود ۵ برابر ضلع یا قطر شالوده در نظر گرفته شده است. به این ترتیب و با توجه به یکسان بودن قطر شالوده دایره‌ای و ضلع شالوده مربعی، خاک به صورت مکعبی با طول و عرض ۲۰ و ارتفاع ۲۱ متر مدل شده است. برای ساختن مدل شالوده دایره‌ای وشالوده مربعی به ترتیب از زون استوانه‌ای شعاعی و زون آجری که به صورت شکل‌های ابتدایی در نرم‌افزار $FLAC^{3D}$ وجود دارند، استفاده شده است.

محتوای فرکانسی موج ورودی و سرعت موج برشی در داخل سیستم بر دقت انتقال امواج تأثیرگذار است، Kuhlemeyer and Lysmer نشان دادند که برای اطمینان از انتقال درست امواج در یک مدل، رابطه‌ی زیر باید برقرار باشد[۳]:

$$\Delta l \leq \frac{a}{10} \qquad (۱)$$

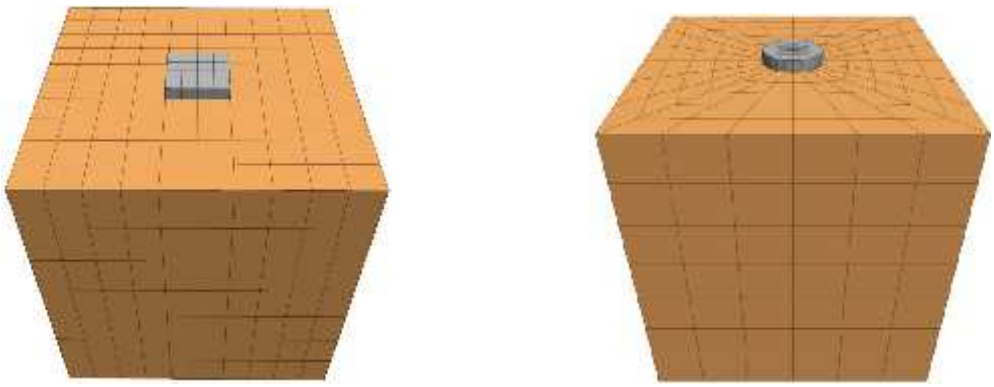
در رابطه‌ی بالا، Δl حداکثر بعد هر زون و λ طول موج متناسب با فرکانس غالب موج ورودی است که بیش‌ترین انرژی را دارا است. با ساده‌سازی رابطه (۱) خواهیم داشت:

$$\Delta l \leq \frac{v_s}{10f} \qquad (۲)$$

که v_s کم‌ترین سرعت موج برشی در سیستم و f فرکانس غالب در بین موج‌های ورودی است. با داشتن مشخصات خاک و استفاده از رابطه‌ی (۳) سرعت موج برشی خاک برابر با ۳۸۰ متر بر ثانیه به دست می‌آید.

$$\neg_s = \sqrt{\frac{G}{\circ}} \qquad (۳)$$

در رابطه‌ی بالا، G مدول برشی خاک و ρ جرم مخصوص خاک است. موج ورودی یک بار سینوسی با فرکانس ۳ هرتز فرض شده است. اکنون می‌توان با داشتن سرعت موج برشی و فرکانس بارگذاری، حداکثر بعد هر زون را محاسبه نمود که این مقدار برابر با ۱۲ متر به دست می‌آید. به عبارت دیگر این رابطه برای این نوع خاص بارگذاری و خاکی با این سرعت موج برشی تعیین کننده نیست. به همین دلیل و برای داشتن دقت مناسب در پاسخ‌ها، حداکثر بعد هر زون در هر دو مدل حدود ۳ متر در نظر گرفته شده است. شکل ۱ مدل‌های ساخته شده برای انجام تحلیل را نشان می‌دهد.



شکل ۱- هندسه مدل‌های ساخته شده

از آن‌جا که دو نوع مصالح با خصوصیات مقاومتی متفاوت روی یک‌دیگر قرار گرفته‌اند، در بین آن‌ها باید از المان‌های فصل مشترک[1] استفاده نمود تا در صورت اعمال بار به شالوده، لغزش یا بلندشدگی آن قابل مشاهده و بررسی باشد. المان‌های فصل مشترک در نرم‌افزار $FLAC^{3D}$ بر پایه‌ی قانون مقاومت برشی کولمب رفتار می‌کنند.

۳.۳. اعمال شرایط مرزی و اولیه

شرایط مرزی به صورت بستن تغییر مکان‌ها در هر سه جهت مختصاتی در کف و بستن تغییرمکان‌های جانبی در دیواره‌های به مدل اعمال شده است. در حالت تحلیل دینامیکی به منظور انتقال صحیح امواج و ایجاد مرزهای مدل در فاصله‌ای که مدل اجرایی باشد، از مرزهای میدان آزاد در دیواره‌های مدل استفاده شده است. در واقع استفاده از مرزهای میدان آزاد موجب می‌شود تا مرزهای مدل خصوصیات غیر انعکاسی خود را حفظ کنند و امواج خروجی ساطع شده از سازه‌ی سطحی به طور مناسب جذب شوند[۳].

با فرض مدفون بودن شالوده در خاک، شرایط اولیه تنش با استفاده از ضریب فشار جانبی خاک در حالت سکون (K_0) با استفاده از روابط (۴) تا (۶) محاسبه و به مدل اعمال شده است. شرایط اولیه تغییرمکان نیز صفر در نظر گرفته شده است.

$$K_0 = 1 - \sin(¤) \quad (۴)$$

$$\pm_z = ¥ h \quad (۵)$$

$$\pm_x = \pm_y = K_0 \pm_z \quad (۶)$$

۴.۳. گام‌های تحلیل

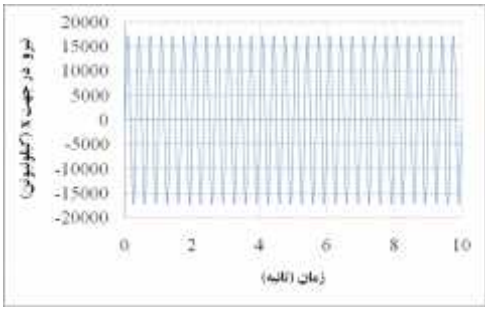
پس از آماده‌سازی هندسه‌ی مدل و اعمال شرایط مرزی و اولیه و اختصاص فصل مشترک به مرز دو ماده، برای تحلیل مسأله گام‌های زیر طی می‌شود:

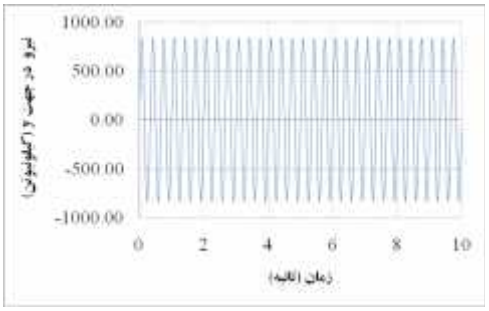
- حل مدل به منظور تشکیل تنش‌های اولیه‌ی ناشی از جسم خاک و به تعادل رسیدن مدل
- حذف خاک اطراف شالوده و اختصاص خصوصیات بتن به شالوده و حل دوباره مدل برای دستیابی به تعادل
- صفر کردن تغییرمکان‌ها و اعمال بارهای دینامیکی

در ادامه چگونگی اعمال بارهای دینامیکی ناشی از باد به مدل و انجام تحلیل دینامیکی مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

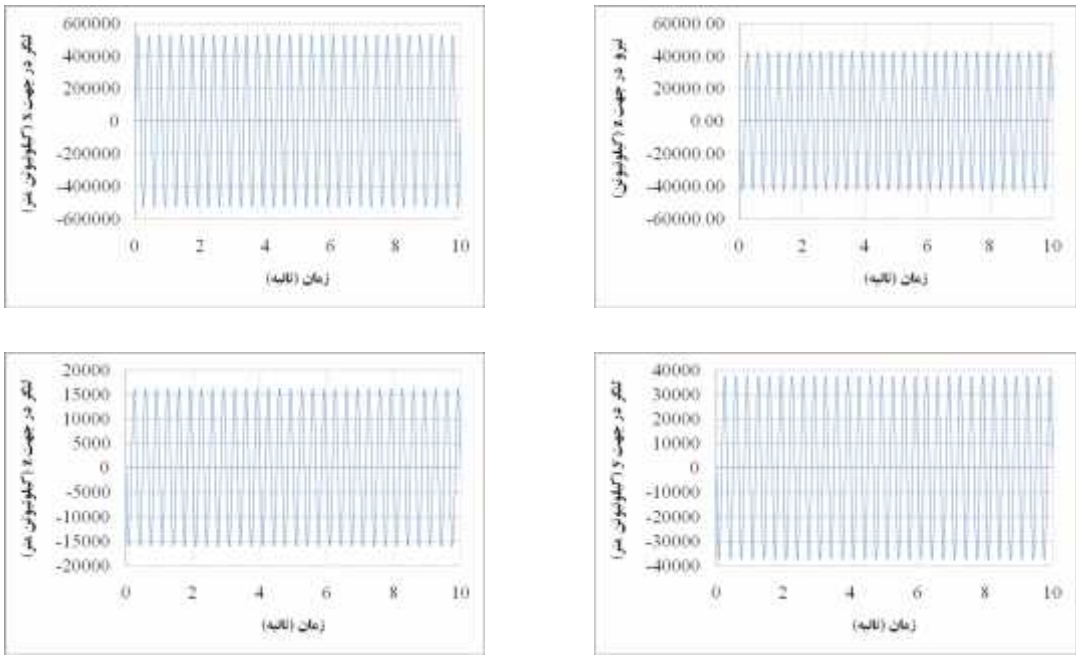
۴. تحلیل دینامیکی

برای انجام تحلیل دینامیکی، تاریخچه زمانی بار با فرض سینوسی بودن به شالوده اعمال می‌شود.تاریخچه زمانی بار شامل نیروها و لنگرهایی در هر سه جهت مختصاتی است که در تراز شالوده اعمال شده است. این بارها در شکل ۲ نشان داده شده‌اند.





[1] interface

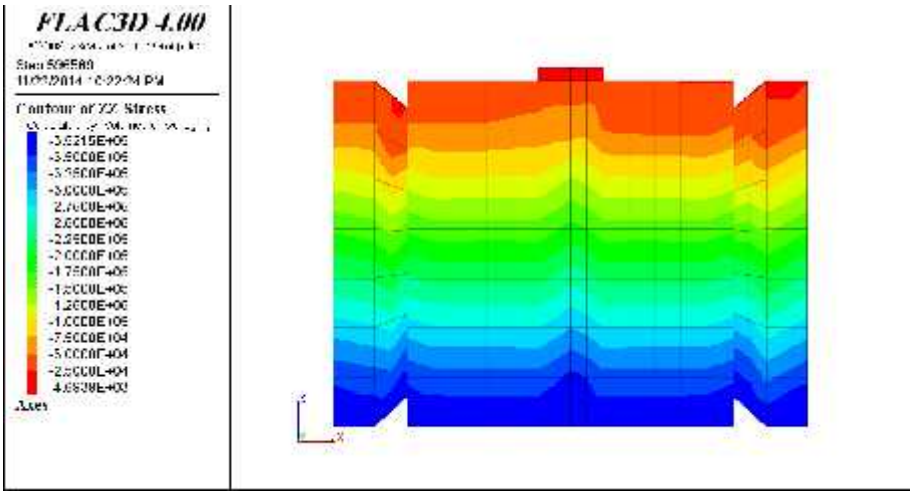


شکل ۲- تاریخچه زمانی بار و لنگرهای اعمالی

برای اعمال لنگر به مدل، مقادیر داده شده در هر گام زمانی به یک زوج نیرو[1] تبدیل شده و برآیند آن‌ها با سایر نیروهای موجود در همان جهت مختصاتی به نقاطی از شبکه‌ی مدل که در فاصله‌ی یک متری از مرکز مدل قرار دارند، اعمال می‌شود. به این ترتیب به هر یک از این نقاط، سه نیرو در جهت‌های x و y و z مختصاتی وارد می‌شود.

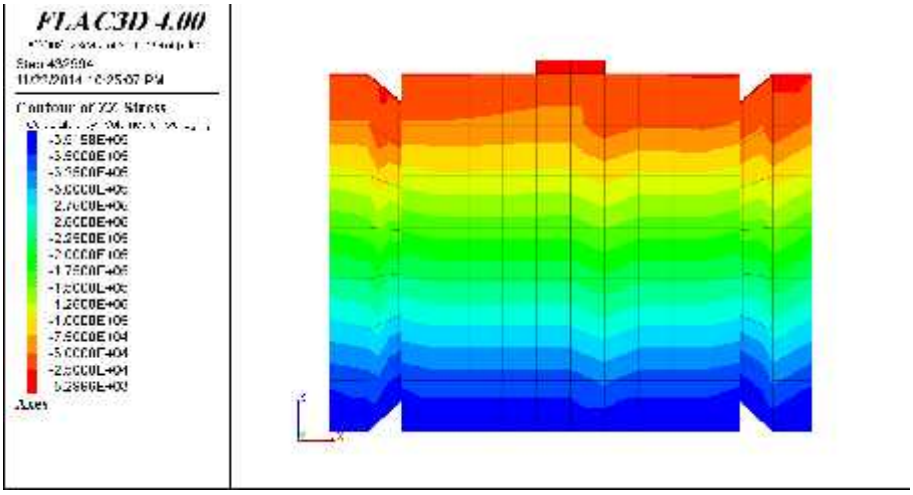
۵. نتایج حاصل از تحلیل‌های عددی

در مطالعه‌ی حاضر نتایج حاصل از نشست و تنش ایجاد شده ناشی از اعمال بارگذاری دینامیکی به صورت سینوسی بر مدل در طول زمان بارگذاری بر روی دو شالوده‌ی دایره‌ای و مربعی مورد بررسی قرار گرفته است. در شکل‌های ۳ و ۴ توزیع تنش قائم به ترتیب در شالوده دایره‌ای و مربعی در پایان تحلیل مشاهده می‌شود. به دلیل وجود لنگر خمشی زیاد موجود بر روی شالوده‌ها، مقادیر بیشینه تنش از مرکز شالوده به گوشه‌ها منتقل شده است.



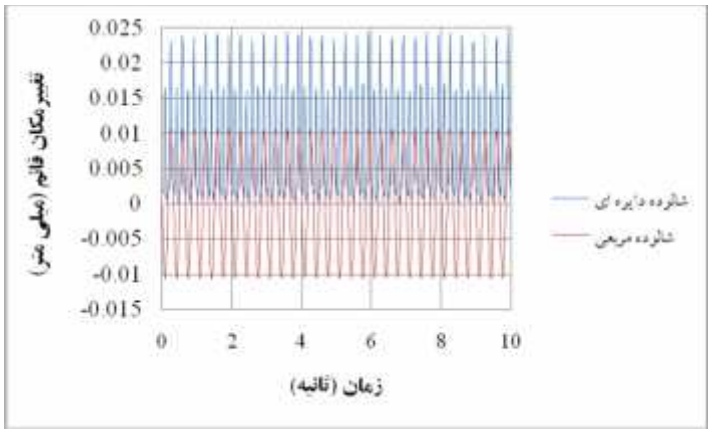
شکل ۳- توزیع تنش قائم در شالوده دایره‌ای

[1] couple force

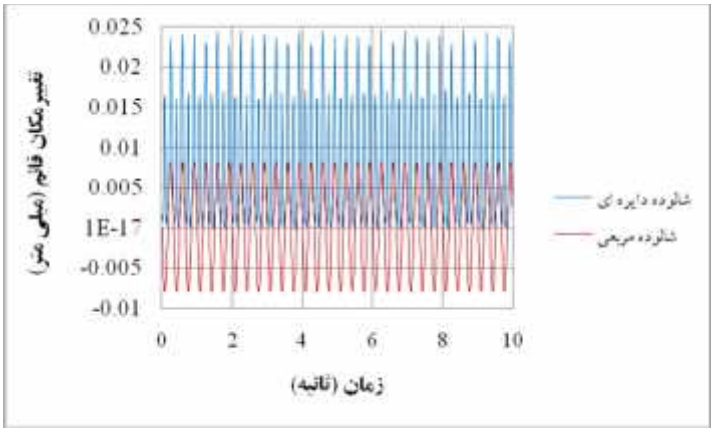


شکل ٤- توزیع تنش قائم در شالوده مربعی

در نمودارهای شکل‌های ۷ و ۸ مقادیر نشست شالوده‌های دایره‌ای و مربعی در مدت زمان اعمال بارهای دینامیکی در چهار گوشه‌ی شالوده و دقیقاً زیر آن مقایسه شده‌اند. همان‌طور که در شکل ۷-الف و ۷-ب مشاهده می‌شود، شالوده‌ی دایره‌ای دارای بلندشدگی و شالوده مربعی دارای نشست است که به دلیل وزن بیش‌تر شالوده‌ی مربعی، مقدار تغییرمکان آن کم‌تر است. شکل‌های ۸-الف و ۸-ب نیز تغییرمکان بسیار کم‌تر شالوده دایره‌ای را نشان می‌دهند. از مقایسه شکل‌های ۷ و ۸ نیز می‌توان دریافت که تبدیل لنگرها به زوج‌نیرو در شالوده‌ی دایره‌ای لنگر بزرگ‌تری در جهت y ایجاد می‌کنند؛ در حالی که در شالوده‌ی مربعی لنگر بزرگ‌تر در جهت x ایجاد می‌شود.

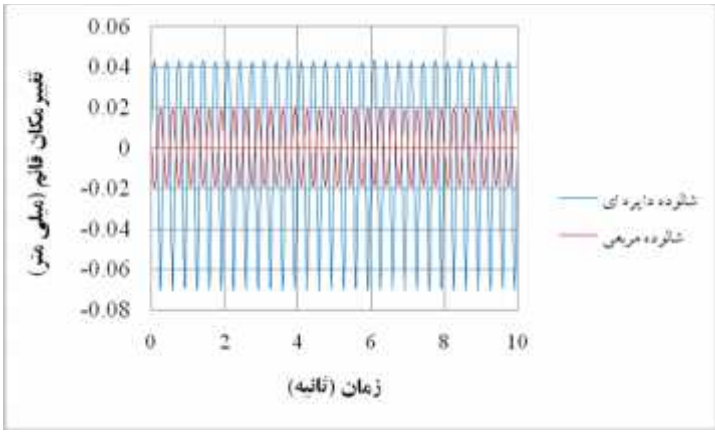


الف- نشست در مختصات x=2 و y=0

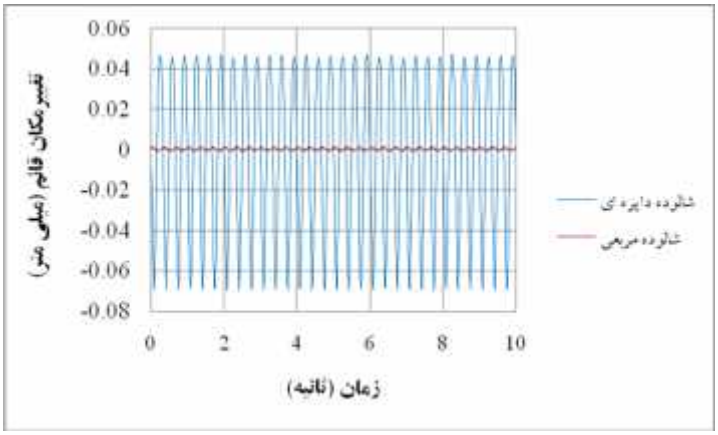


ب- نشست در مختصات x=-2 و y=0

شکل ۷- مقایسه نشست در گوشه‌ها و زیر شالوده‌های مربعی و دایره‌ای در طول مدت بارگذاری



الف- نشست در مختصات x=0 و y=2



ب- نشست در مختصات x= 0 و y=-2

شکل ۸- مقایسه نشست در گوشه‌ها و زیر شالوده‌های مربعی و دایره‌ای در طول مدت بارگذاری

۶. نتیجه‌گیری

.

در مطالعه‌ی حاضر شالوده‌ی یک توربین بادی ۱۰۰ کیلوواتی به همراه خاک پیرامون آن به کمک نرم‌افزار $FLAC^{3D}$ مدل شد. برای بررسی تأثیر شکل شالوده بر نشست‌ها، شالوده به صورت دایره ای و مربعی و با اعمال بارگذاری دینامیکی سینوسی مدل‌سازی شد. با توجه به تحلیل‌های انجام شده نتایج زیر به دست آمد:

- شکل حاصل از نشست شالوده‌ها از شکل بارگذاری پیروی می‌کند.
- مقادیر نشست شالوده مربعی به دلیل وزن بیش‌تر نسبت به شالوده دایره‌ای کم‌تر است و موجب بلندشدگی بیش‌تر آن می‌شود.
- وجود لنگر خمشی زیاد موجود بر روی شالوده‌ها موجب شده است تا مقادیر بیشینه تنش از مرکز شالوده به گوشه‌ها منتقل شود.

۷. مراجع

[۱] H. Svensson, "Design of Foundations for Wind Turbines," Master’s Dissertation, Department of Construction Sciences Structural Mechanics, Lund University, Sweden, 2010.

[۲] M. Harte, B. Basu, and S .R. K. Nielsen, "Dynamic Analysis of Wind Turbines Including Soil-Structure Interaction," *Engineering Structures*, vol. 45, pp. 509–518, 2012.

[۳] *FLAC^{3D} Manual*, "DYNAMIC ANALYSIS", version 4.00, United States of America: Itasca Consulting Group Inc., 2009

دهمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران

10th International Congress on Civil Engineering

Theme: ***Geotechnical Engineering*** **Topic:** ***Modeling and Numerical Methods in Geotechnical Engineering***		**محور: مهندسی ژئوتکنیک** **موضوع: مدل‌سازی و روش‌های عددی در مهندسی ژئوتکنیک**
Wednesday / May 06, 2015 **14:30 - 16:00**	**سالن پوستر** **Poster Hall**	**چهارشنبه ۹۴/۰۲/۱۶** **ساعت ۱۶:۰۰ – ۱۴:۳۰**

نویسندگان Authors	عنوان Title	کد مقاله Paper Code	ردیف No.
امیرمحمد مرآتی، حسن قاسم‌زاده، محمدفرید آستانه	تحلیل حدی شیب‌های خاکی توسط روش المان محدود صلب	A-10-2395-1	P71
رضا رسولی، محمدعلی عابدیان	تحلیل پایداری شیروانی سد سنگریزه‌ای با رویه بتنی گلورد با استفاده از روش المان محدود	A-10-781-4	P72
سید احسان سیدی حسینی نیا، نوید ناظران	شبیه‌سازی سه بعدی شالوده توربین‌های بادی به روش عددی اختلاف محدود	A-10-51-2	P73
مریم راستکار، الهام غیاثیان، رضا اخرتی	مطالعه موردی مقایسه نتایج مدلسازی عددی و ابزارسنجی اجرای گود عمیق توسط مهارهای کششی و شمع‌های درجا در شهر تهران	A-10-3348-1	P74
طاهره کریمی‌نیا، علی نصرتیان	اثر هندسه جداره گود در سیستم‌های میخ‌کوبی شده بر پایداری استاتیکی و دینامیکی آن	A-10-3150-1	P75
عباس فیروزی کرمجوان، لیلی سبزی‌زاده، فریبا بهروز سرند	بررسی تأثیر تغییرات مدول الاستیسیته و چسبندگی خاک در گروه شمع تحت بارهای جانبی و قائم در خاک ماسه‌ای	A-10-753-2	P76
حسن عباس‌زاده، عیسی شوش‌پاشا، صادق رضائی	ارزیابی تغییرات طول بحرانی شمع در شیروانی خاکی	A-10-3158-1	P77
محمد خویشاوند، احمدرضا محبوبی اردکانی، پوریا تابعی	بررسی اثر درصد هوا در مدلسازی آزمایش سه محوری آسفالت با استفاده از روش اجزای منفصل سه بعدی	A-10-3308-1	P78
حمیدرضا کرباسیون، حبیب‌الرحمان معصومی، محمدعلی برخورداری	بررسی رفتار گروه شمع در محدوده حفاری تونل شهری	A-10-3301-1	P79
شروین تاجری	پیش‌بینی ظرفیت باربری پی‌های سطحی بر روی توده سنگ‌های درزه‌دار به کمک الگوریتم برنامه‌نویسی ژنتیک خطی	A-10-2929-1	P80

دهمین کنگره بین المللی مهندسی عمران
10th International Congress on Civil Engineering
۱۵-۱۷ اردیبهشت ۱۳۹۴ 5-7 May 2015
University of Tabriz دانشگاه تبریز

دانشگاه تبریز

گواهی ارائه مقاله

بدینوسیله گواهی می شود مقاله با مشخصات زیر در دهمین کنگره بین المللی مهندسی عمران
که در تاریخ ۱۵ لغایت ۱۷ اردیبهشت ۱۳۹۴ در دانشگاه تبریز برگزار گردید
به صورت پوستر ارائه شده است.

سید احسان سیدی حسینی نیا، نوید ناظران

شبیه سازی سه بعدی شالوده توربین‌های بادی به روش عددی اختلاف محدود

دکتر ناصر تقی زادیه
دبیر کنگره