

بررسی تأثیر پدیده خوردگی به همراه تغییر همزمان شرایط محیطی و مرزی المان‌های سکوی جکتی SPD1 در روند تغییر فرکانس‌های ارتعاشات طبیعی

امین رزاقی کلجاهی^۱، محمدعلی لطف‌اللهی‌یقین^۲

amin_razzaghi@yahoo.com

۱- کارشناس ارشد سازه‌های دریایی، دانشگاه تبریز

۲- استاد سازه‌های دریایی، دانشگاه تبریز

چکیده

سکوهای جکتی همواره در معرض نیروها و شرایط مختلف و خشن محیطی قرار دارند که با توجه به اهمیت این سکوها، مدنظر قرار دادن شرایط مختلف و ارزیابی رفتار سکوهایی موجود در قبال این شرایط و عوامل محیطی امری ضروری به نظر می‌رسد. یکی از این عوامل مهم، خوردگی اعضای فولادی این سکوها در دریاهاست. از دیگر عوامل موثر در رفتار یک سیستم، شرایط مرزی یا همان شرایط تکیه‌گاهی می‌باشد. هم‌چنین برخی از اعضای این سکوها در هنگام پدیده جزر و مد شرایط محیطی مختلفی اعم از داخل و یا خارج از آب بودن را تجربه می‌کنند که به نظر می‌رسد این امر نیز می‌تواند در روند نتایج بررسی‌ها تأثیرگذار باشد. لذا با توجه به اهمیت موضوعات ذکر شده، در تحقیق حاضر به ارزیابی تأثیر شرایط خوردگی، شرایط تکیه‌گاهی و شرایط محیطی مختلف در روند تغییرات فرکانس‌های ارتعاشات طبیعی اعضای سکوی پایه ثابت SPD1 واقع در خلیج فارس پرداخته شده است. نتایج بدست آمده حاکی از اهمیت زیاد تأثیر هر یک از عوامل ذکر شده در تغییر فرکانس‌های طبیعی در گذر زمان می‌باشند.

واژگان کلیدی: سکوی جکتی، خوردگی، شرایط محیطی، شرایط مرزی و فرکانس‌های طبیعی.

تاریخ دریافت مقاله : ۹۳/۰۷/۲۸

تاریخ پذیرش مقاله : ۹۴/۰۸/۲۰

۱- مقدمه

سازه‌های جکتی ثابت، از انواع سازه‌هایی هستند که در ساخت سکوه‌های فراساحلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در حالت عمومی، این سازه‌ها در طی عمر بهره‌برداری خود همواره در معرض بارها و شرایط محیطی مختلفی قرار می‌گیرند که می‌توانند بر روی عملکرد مورد انتظار آن‌ها تأثیرگذار باشند. این مهم در ارتباط با سازه‌های دریایی با توجه به شرایط خشن و نامساعد محیطی، نمود بیشتری پیدا می‌کند [۱]. یکی از دلایل عمده مرتبط با عدم کارایی سازه‌ها جهت مقاومت در برابر شرایط محیطی نامطلوب، عدم شناخت کامل عوامل مؤثر بر رفتار سکوه‌های جکتی و طراحی متناسب با آن‌ها می‌باشد. سکوه‌های جکتی در طی هر یک از مراحل ساخت، حمل، نصب و بهره‌برداری تحت عوامل محیطی مختلفی قرار می‌گیرند که هر یک از این مراحل می‌تواند با توجه به شرایط، حالت بحرانی را برای سازه مورد نظر ایجاد کند [۲]. در کشور عزیزمان ایران نیز، عمر صنعت نفت و گاز دریایی به بیش از ۵۰ سال می‌رسد که در این مدت، سکوه‌های فراوانی طراحی و اجرا شده و در آب‌های نیلگون خلیج فارس نصب شده‌اند. وجود مخازن متعدد نفت و گاز دریایی، پیشرفت سریع تکنولوژی طراحی و ساخت سکوه‌های دریایی در ایران را ضروری می‌سازد [۳]. در زمینه مطالعه و بررسی رفتار سکوه‌های جکتی، پژوهشگران بسیاری به بررسی تأثیر عوامل مختلفی همچون اثر ترکیب بار موج و توده یخ [۴]، اثر تغییرات ارتفاع امواج برخوردی با سکو [۵]، اثر انتخاب ضرایب نیروی هیدرودینامیکی CM و CD به خصوص با وجود روئیدنی-های دریایی [۵]، اثر شرایط تکیه‌گاهی شمع‌های سکو [۶]، اثر تغییرات جرم عرشه بر روی پاسخ سکو [۷]، اثر افزایش سختی مهاربندهای ترازهای مختلف در برابر نیروی زلزله [۸]، اثر استفاده از تئوری‌های مختلف امواج در جابجایی گره‌های سکو با استفاده از نرم افزار ANSYS [۹]، پرداخته‌اند. با توجه به اهمیت موضوع و متفاوت بودن شرایط محیطی در هنگام عملیات ساخت [۱۰]، به آب اندازی، نصب و بهره‌برداری این سکوها [۱۱]، ارزیابی رفتار سکو در هریک از این مراحل ضروری به نظر می‌رسد. لذا در تحقیق حاضر، به بررسی تأثیر خوردگی در فرکانس ارتعاشات طبیعی اعضای سکوی جکتی مورد نظر پرداخته شده و برای مدل‌سازی از نقشه‌های در دسترس سکوی

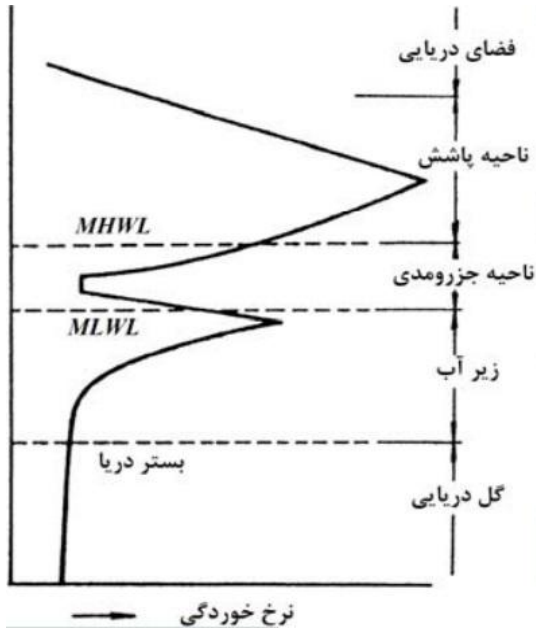
جکتی SPD1 واقع در خلیج فارس استفاده گردیده است. در رابطه با مطالعات صورت گرفته در مورد سکوی مورد نظر، می‌توان به بررسی رفتار خستگی اتصالات T شکل در شرایط خوردنده دریایی به روش مکانیک شکست [۱۲] و بررسی رفتار این سکو در قبال ترکیب بارهای موج و زلزله [۱۳] و تحت اثر ضربه کشتی اشاره کرد [۱۴]. یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار در تغییرات سختی سکوه‌های جکتی، اعمال تغییرات ناشی از اعمال خوردگی در دریا می‌باشد. ناحیه پاشش آب در دریاها، یکی از خوردنده‌ترین قسمت‌ها می‌باشد که در آن عوامل خوردگی متعددی همچون تر و خشک شدن، غلظت بالای اکسیژن و ضربات موج آب دریا وجود دارد [۱۵].

هم‌چنین با مطالعات انجام شده در زمینه فرکانس طبیعی ریزر یک سکوی دریایی، مشاهده شده است که افزایش طول ریزر رابطه معکوسی با فرکانس طبیعی آن دارد [۱۶]. اعضای تراز بالای سکوها که در ناحیه پاشش قرار دارند، در هنگام جزر و مد ممکن است شرایط محیطی آن‌ها دچار تغییر شده و بسته به شرایط مختلف درون آب و یا خارج از آن قرار گیرند، هم‌چنین فرض شرایط تکیه‌گاهی مختلف می‌تواند باعث ایجاد تغییر در فرکانس ارتعاشات طبیعی اعضا شود که در تحقیق‌های پیشین در زمینه سکوه‌های جکتی این موارد بعلاوه فرض محققین بر حفاظت کاتدی المان‌های داخل آب سکوها مد نظر قرار نگرفته است. اما با توجه به متن آیین‌نامه کارهای دریایی ایران [۱۷] مبنی بر امکان ایجاد خوردگی بیش از مقادیر متوسط پیش‌بینی شده جهت اعمال روش‌های محافظتی، امکان خوردگی اعضا حتی با اعمال روش‌های محافظتی وجود خواهد داشت.

لذا با توجه به اهمیت موضوعات ذکر شده، در تحقیق حاضر به بررسی تأثیر خوردگی در تغییرات فرکانس ارتعاشات طبیعی اعضای سکوی جکتی SPD1، در حالت-های قرارگیری در داخل و خارج از آب و با مد نظر قراردادن شرایط مختلف تکیه‌گاهی پرداخته شده است.

۲- روش تحقیق

در تحقیق حاضر به بررسی تغییرات فرکانس‌های ارتعاشات طبیعی اعضای تراز بالایی سکوی جکتی SPD1، در قبال خوردگی و در دو حالت قرارگیری اعضا در داخل و خارج از آب، در گذر زمان پرداخته شده است. برای بررسی تأثیر



شکل (۱) توزیع نرخ خوردگی مصالح فولادی در دریا [۱۷].

جدول (۱) مقادیر معمول نرخ متوسط خوردگی [۱۷].

نرخ خوردگی (mm/year)	محیط خورنده	
۰/۳	HWL یا بالاتر	
۰/۳ تا ۰/۱	HWL تا LWL-1 m	
۰/۲ تا ۰/۱	LWL-1 m تا بستر دریا	
۰/۰۳	زیر بستر دریا	
۰/۱	بالای سطح زمین و در معرض هوا	
۰/۰۳	زیر سطح زمین (بالای تراز آب باقیمانده)	
۰/۰۲	زیر سطح زمین (زیر تراز آب باقیمانده)	

زمانیکه دو طرف مصالح فولادی در معرض خوردگی باشد، باید از جمع نرخ‌های خوردگی دو طرف که بر اساس جدول (۱) به دست آمده باشد، استفاده کرد. در صورت وجود خوردگی متمرکز، نرخ خوردگی از مقادیر موجود در جدول (۱) بسیار فراتر خواهد رفت و در فضای بسته مانند داخل شمع لوله فولادی، می‌توان فرض نمود که به علت نبود اکسیژن، امکان خوردگی وجود نخواهد داشت [۱۷]. لذا در تحقیق حاضر با توجه به جدول (۱) و انتخاب اعضایی از تراز بالای سکوی مورد نظر، از مقدار خوردگی ۰/۳ میلی‌متر در سال برای بررسی‌ها استفاده شده است.

از آنجایی که شرایط تکیه‌گاهی اعضای سکوه‌های جکته می‌تواند در روند ارائه نتایج تحقیق حاضر تأثیرگذار باشد، لذا در این قسمت فرکانس‌های ارتعاشات طبیعی اول تا چهارم یک تیر ساده با چهار شرط تکیه‌گاهی مختلف

شرایط تکیه‌گاهی، چهار حالت تکیه‌گاهی مختلف نیز برای این تحقیق مد نظر قرار داده شده است.

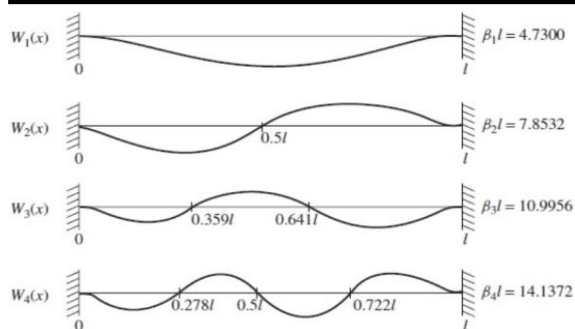
توزیع نرخ خوردگی با توجه به عمق قرارگیری مصالح فولادی در دریا، به صورت کلی در شکل (۱) نشان داده شده است.

نرخ خوردگی در بخش بلافاصله بالای تراز میانگین مد (MHWL) بیشترین مقدار را داراست. از میان بخش‌های مستغرق در شکل (۱)، نرخ خوردگی در بخش بلافاصله زیر ناحیه جزر و مدی، حداکثر می‌باشد که تغییرات نرخ خوردگی در این بخش تا حد زیادی وابسته به شرایط محیطی و شکل سطح قطع سازه می‌باشد.

در سپر فولادی و شمع لوله فولادی مستغرق در آب دریا، نرخ خوردگی در بخش دقیقاً زیر تراز میانگین جزر (MLWL) تفاوت چندانی با سایر بخش‌های میانه آب ندارد. البته با توجه به شرایط محیطی سازه، ممکن است نرخ خوردگی در بخش دقیقاً زیر MLWL بسیار بزرگتر از نرخ خوردگی در بخش‌های داخل آب باشد و در بعضی از حالات حتی ممکن است از نرخ خوردگی ناحیه پاشش هم بزرگتر شود. این خوردگی مشخص منطقه‌ای، خوردگی متمرکز نام دارد [۱۷].

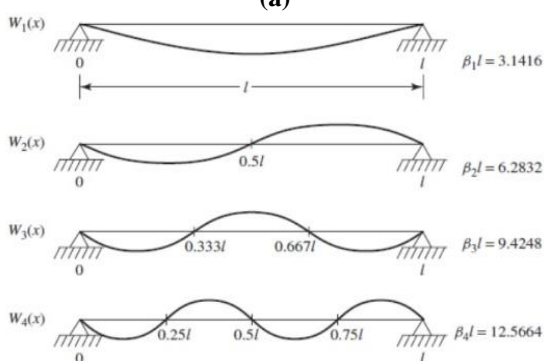
نرخ خوردگی مصالح فولادی به دلیل وابستگی به شرایط خوردگی محیطی، در شرایط محیطی منطقه قرارگیری سازه تعیین می‌گردد. نرخ خوردگی مصالح فولادی مورد استفاده در تأسیسات بندر و لنگرگاه تحت تأثیر شرایط محیطی شامل شرایط آب و هوایی، درجه شوری و آلودگی آب دریا، وجود جریان آب و غیره می‌باشد. بنابراین نرخ خوردگی باید با مراجعه به پروژه‌های پیشین در حوالی منطقه و نتایج مطالعات تحت شرایط مشابه تعیین گردد [۱۷].

نرخ خوردگی مصالح فولادی به طور کلی با مراجعه به مقادیر ارائه شده در جدول (۱) تعیین می‌گردد که بر اساس نتایج مطالعات سازه‌های فولادی موجود تهیه شده است. البته مقادیر جدول (۱) مقادیر متوسط بوده و ممکن است نرخ خوردگی واقعی بنابر شرایط محیطی مصالح فولادی، بیشتر از مقادیر ارائه شده در جدول باشد. در جدول (۱) فقط نرخ خوردگی یک طرف مصالح فولادی ارائه شده است.



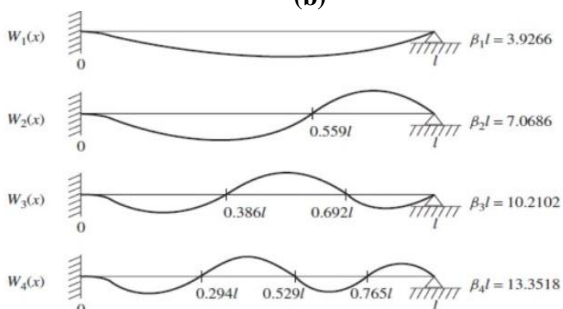
$$\omega_n = (\beta_n l)^2 \left(\frac{EI}{\rho AL^3} \right)^{\frac{1}{2}}, \beta_n l \cong \left(\frac{2n+1}{2} \right) \pi$$

(a)



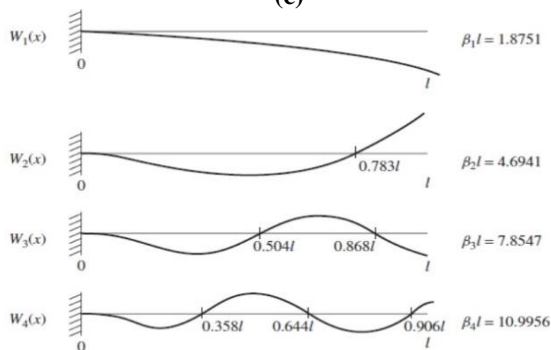
$$\omega_n = (\beta_n l)^2 \left(\frac{EI}{\rho AL^3} \right)^{\frac{1}{2}}, \beta_n l = n\pi$$

(b)



$$\omega_n = (\beta_n l)^2 \left(\frac{EI}{\rho AL^3} \right)^{\frac{1}{2}}, \beta_n l \cong \left(\frac{4n+1}{4} \right) \pi$$

(c)



$$\omega_n = (\beta_n l)^2 \left(\frac{EI}{\rho AL^3} \right)^{\frac{1}{2}}, \beta_n l \cong \left(\frac{2n-1}{2} \right) \pi$$

(d)

شکل (۲) فرکانس‌های ارتعاش طبیعی جانبی تیر یک‌دهانه با شرایط تکیه‌گاهی (a) دو سر گیردار (b) دو سر مفصل (c) یک سر گیردار یک سر مفصل (d) یک سر گیردار یک سر آزاد [۱۸].

گنجانده شده است. علت فرض شرایط تکیه‌گاهی مختلف در ابتدا به علت امکان تغییر شرایط تکیه‌گاهی رایزرها در مواقع طوفانی می‌باشد که حالت یک سر آزاد یک سر گیردار در آن‌ها اتفاق می‌افتد. هم‌چنین در حال حاضر تحقیقاتی [۱۸]، در زمینه آزمون استفاده از المان‌هایی با مقاطع مربعی در سکوها در حال انجام می‌باشد که قابلیت اعمال شرایط تکیه‌گاهی مختلف در محل اتصال این اعضا وجود دارد.

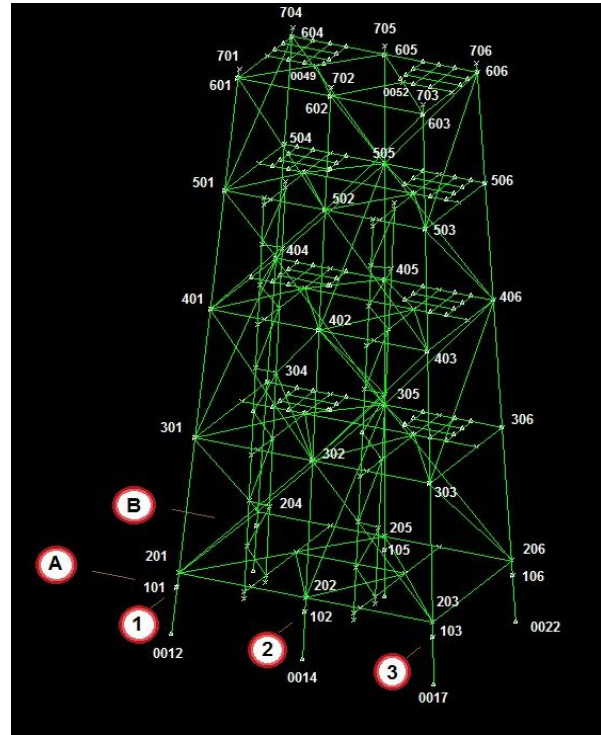
میزان خوردگی اعضا نیز با توجه به توصیه آئین نامه کارهای دریایی ایران، برای اعضای واقع در ترازهای بالایی سکو اعمال تغییر ۰/۳ میلی‌متر در سال انتخاب شده است. با توجه به فرمول‌های ارائه شده در شکل (۲)، باعث تغییر فرکانس‌های طبیعی اعضای سکوی جکتی می‌شود که در ادامه بررسی خواهند شد.

شکل کلی سکو به همراه شماره نقاط اصلی اتصال در ترازهای مختلف، در شکل (۳) برای راهنمایی جانمایی اعضای مورد بحث آورده شده است. این سکو دارای ۶ پایه اصلی می‌باشد که از بستر دریا دارای ۷ تراز بوده که شماره اول هر نقطه بیانگر تراز قرارگیری آن نقطه می‌باشد. شماره گذاری اعضا بدین صورت بوده که در هر تراز برای هر یک از ۶ پایه اصلی شماره‌های ۱ تا ۶ تخصیص داده شده است، به صورتی که برای مثال نقطه ۵۰۲ بیانگر نقطه‌ای در تراز پنجم در ردیف مربوط به نقاط ۲ می‌باشد.

برای بررسی دقیق‌تر موضوع تحقیق حاضر، چهار عضو با مشخصات مختلف از سکوی مورد نظر انتخاب شده و نتایج حاصل از اعمال خوردگی در روند تغییرات فرکانس‌های اول تا چهارم آن‌ها در دو حالت قرارگیری در داخل و خارج از آب با فرض شرایط تکیه‌گاهی مختلف بررسی شده است. اعضای مورد نظر انتخاب شده برای بررسی‌های ذکر شده، با توجه به شکل (۳)، به ترتیب اعضای ۶۰۵-۶۰۱، ۶۰۴-۶۰۱، ۶۰۴-۵۰۱ و ۶۰۲-۵۰۵ می‌باشند که تحلیل‌های جزئی با توجه به محدودیت صفحات مقاله و مشابه بودن روند تغییرات، برای عضو ۶۰۵-۶۰۱ ارائه شده است. هم‌چنین این نکته قابل ذکر می‌باشد که در انتخاب اعضای سکو سعی شده است از اعضای مهارتی مختلف مابین ترازهای پنجم و ششم سکو که عمدتاً در ناحیه جزر و مدی قرار دارند و هر دو حالت فرض شده داخل آب و خارج از آب در آن‌ها صادق است، استفاده شود.

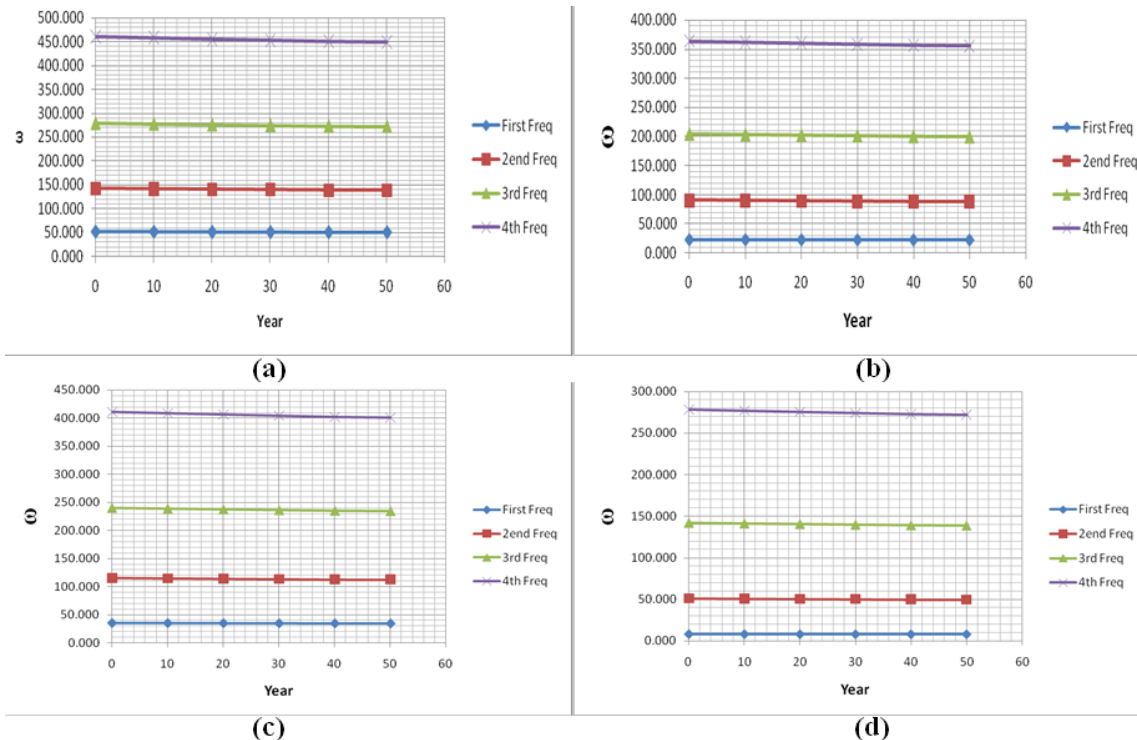
شکل‌های ۴ تا ۷ نشانگر روند تغییرات چهار فرکانس طبیعی اعضای انتخابی در اثر اعمال خوردگی در طی زمان ۵۰ ساله (اعمال خوردگی ۱۵ میلی‌متر در آخر سال پنجاهم) و با فرض چهار حالت تکیه‌گاهی مختلف در حالت قرارگیری خارج از آب هستند که در تمامی اعضا و شرایط تکیه‌گاهی منتخب، تمامی فرکانس‌ها روند نزولی را طی کرده‌اند که در ادامه تحقیق حاضر بصورت دقیق‌تری بررسی می‌شوند. هم‌چنین این نکته قابل اشاره می‌باشد که سکوی مورد نظر در سال ۱۳۸۴ در فاز اول پارس جنوبی نصب گردیده است.

شکل‌های ۸ تا ۱۱ نیز نشانگر روند تغییرات چهار فرکانس طبیعی اعضای انتخابی در اثر اعمال خوردگی در طی زمان ۵۰ ساله و با فرض چهار حالت تکیه‌گاهی مختلف در حالت قرارگیری داخل آب هستند. در تمامی این حالات نیز، تمامی فرکانس‌ها روند نزولی را طی کرده‌اند که البته روند سیر نزولی آن‌ها روند نزولی متفاوتی نسبت به حالت خارج از آب را نشان می‌دهند که در ادامه تحقیق حاضر برای بررسی دقیق‌تر این موضوع، تحلیل‌ها و مقایسه‌های جزئی‌تری برای شفافیت هرچه بهتر تأثیر هریک از این فرضیات در روند ارائه نتایج صورت می‌گیرد.

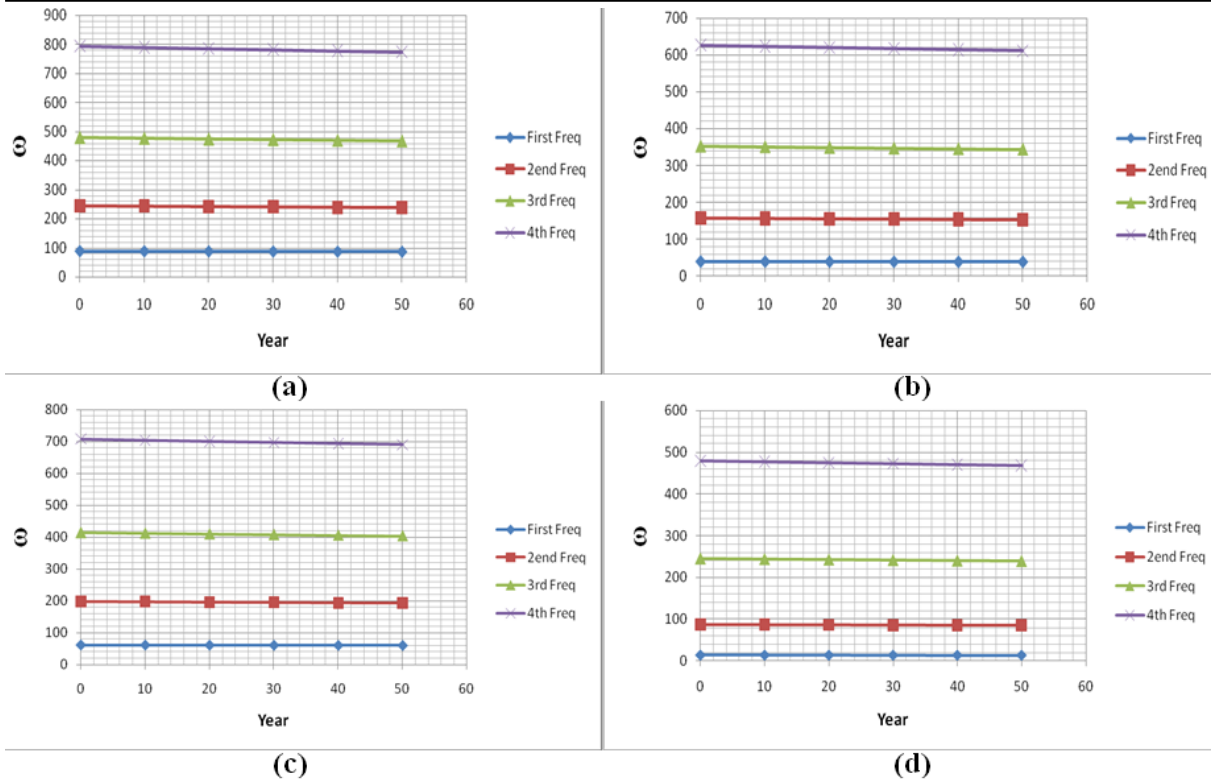


شکل (۳) شمای سکوی مورد مطالعه به همراه شماره نقاط اصلی.

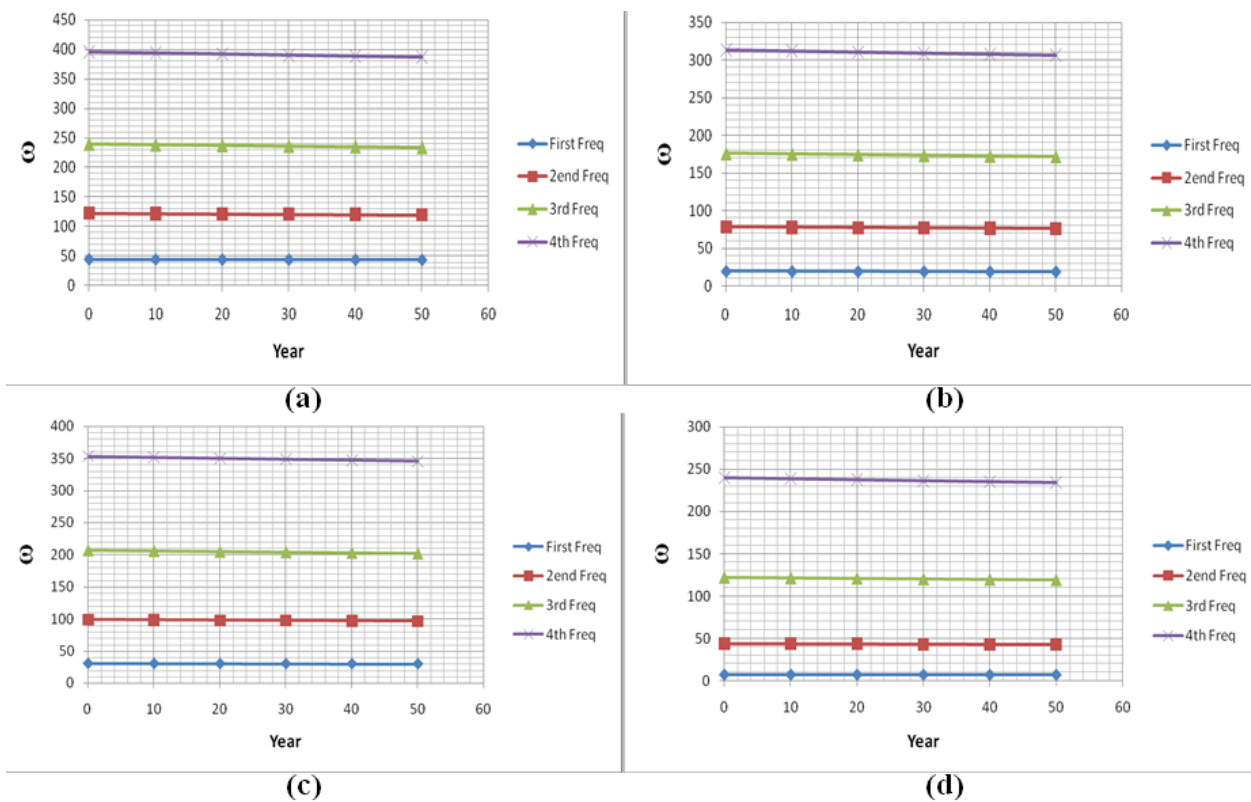
۳- بررسی و مقایسه نتایج تأثیر اعمال خوردگی در فرکانس‌های ارتعاش طبیعی جانبی با مد نظر قراردادن شرایط تکیه‌گاهی و محیطی مختلف



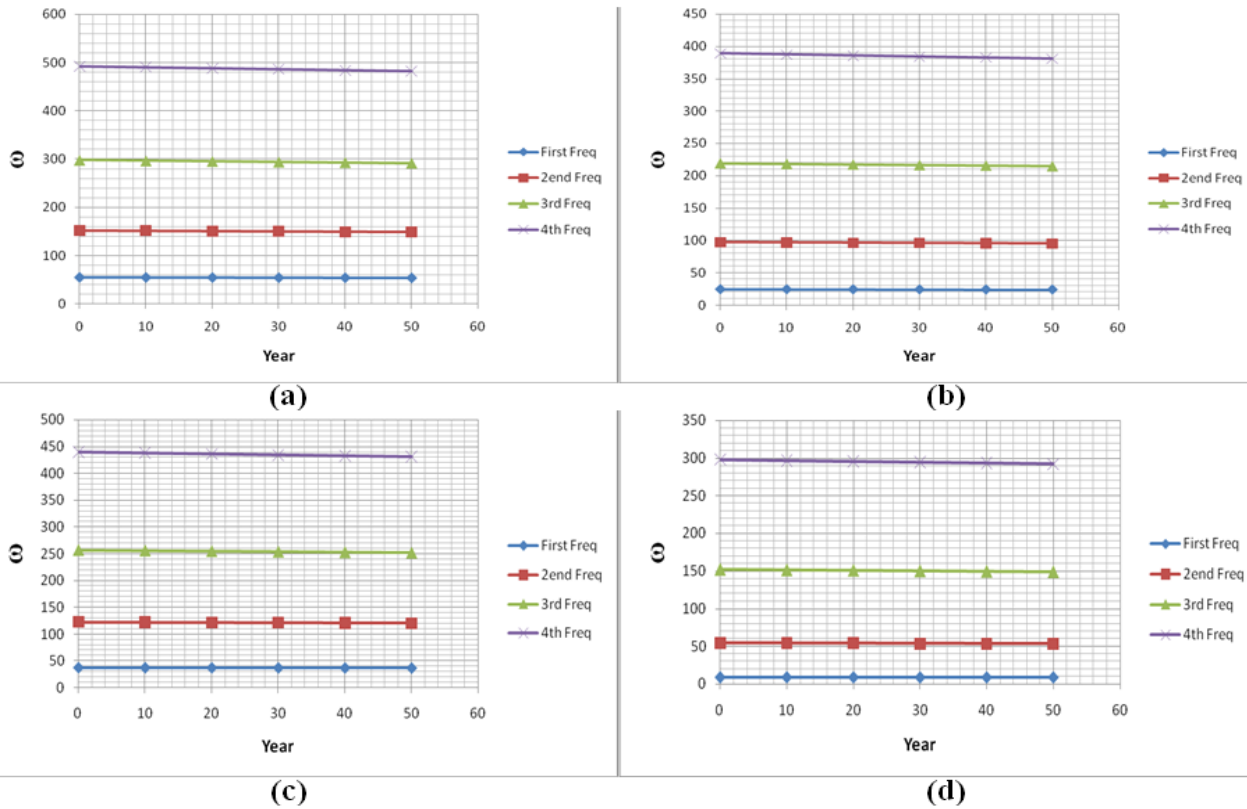
شکل (۴) مقایسه تغییرات فرکانس‌های ارتعاش طبیعی جانبی عضو 601-605 با فرض تکیه‌گاه‌های (a) دو سر گیردار (b) دو سر مفصل (c) یک سر گیردار یک سر مفصل (d) یک سر آزاد در حالت خارج از آب.



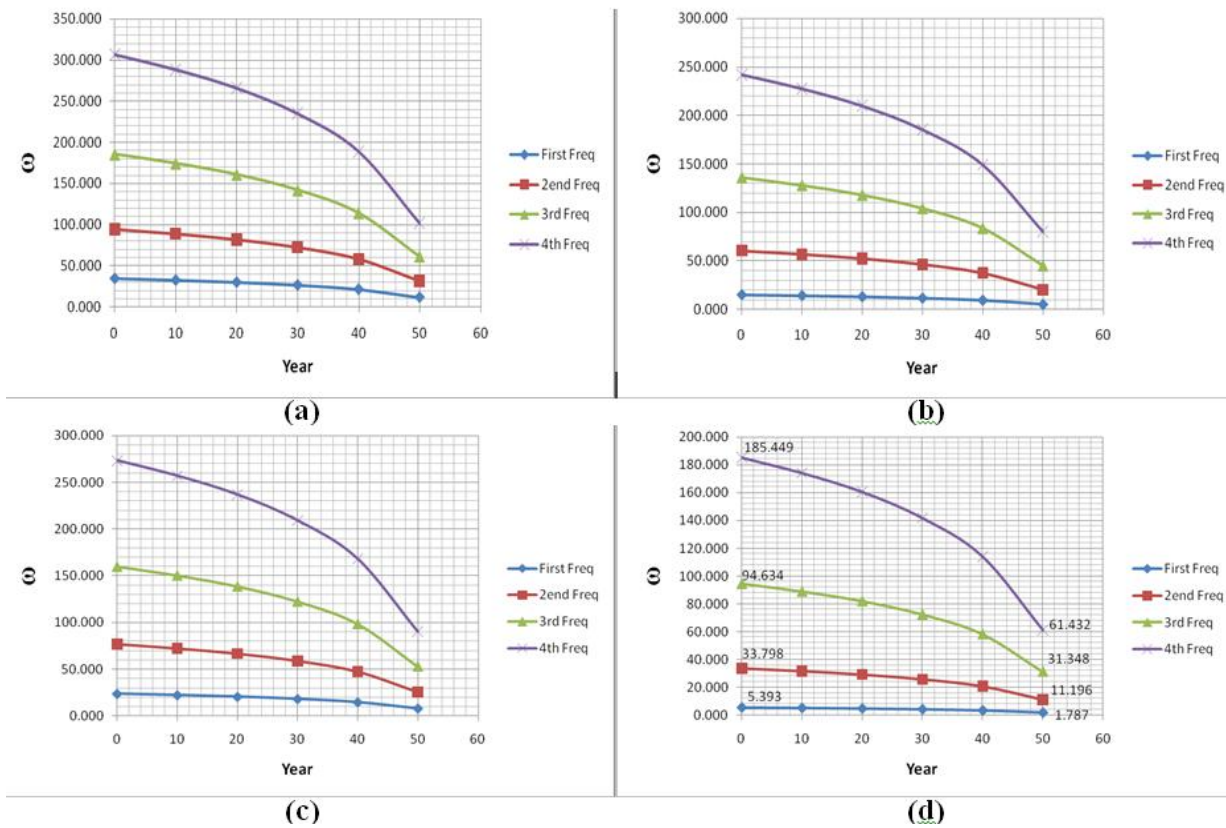
شکل (۵) مقایسه تغییرات فرکانس‌های ارتعاش طبیعی جانبی عضو 604-601 با فرض تکیه‌گاه‌های (a) دو سر گیردار (b) دو سر مفصل (c) یک سر گیردار یک سر مفصل (d) یک سر گیردار یک سر آزاد در حالت خارج از آب.



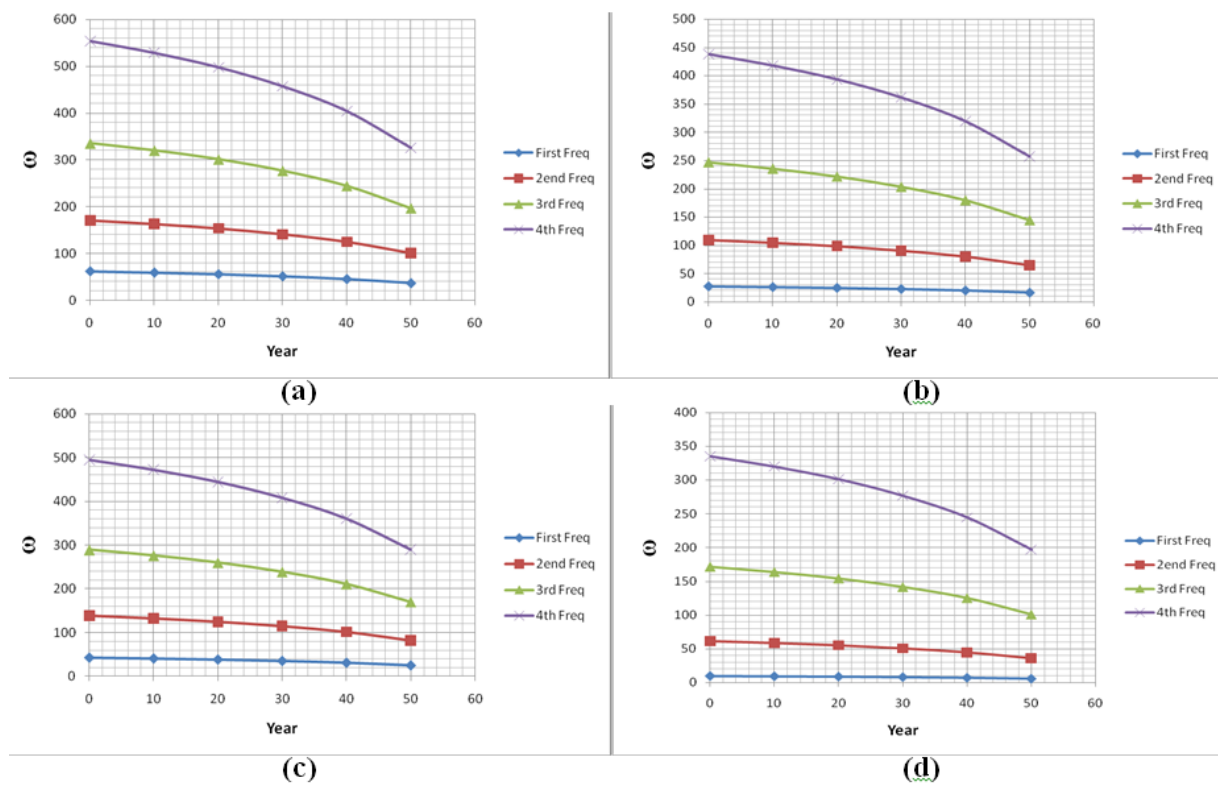
شکل (۶) مقایسه تغییرات فرکانس‌های ارتعاش طبیعی جانبی عضو 604-501 با فرض تکیه‌گاه‌های (a) دو سر گیردار (b) دو سر مفصل (c) یک سر گیردار یک سر مفصل (d) یک سر گیردار یک سر آزاد در حالت خارج از آب.



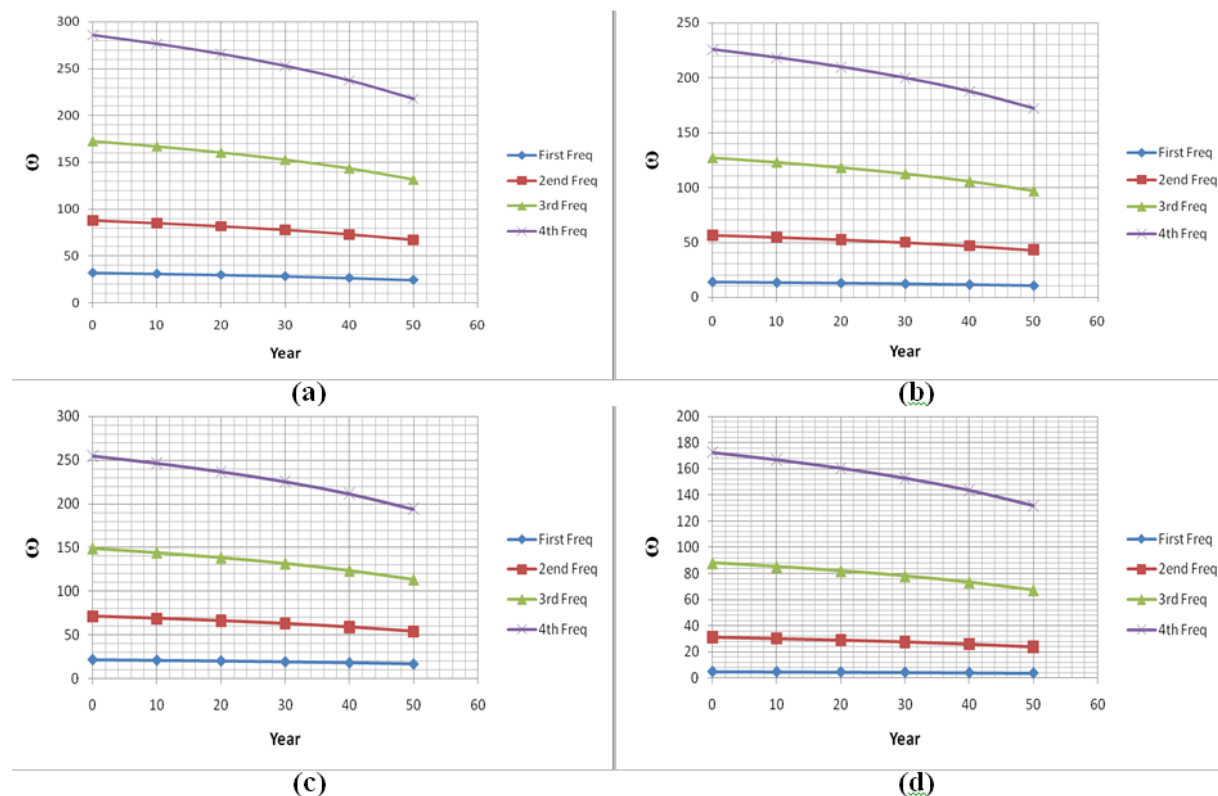
شکل (۷) مقایسه تغییرات فرکانس‌های ارتعاش طبیعی جانبی عضو 505-602 با فرض تکیه‌گاه‌های (a) دو سر گیردار (b) دو سر مفصل (c) یک سر گیردار یک سر مفصل (d) یک سر گیردار یک سر آزاد در حالت خارج از آب.



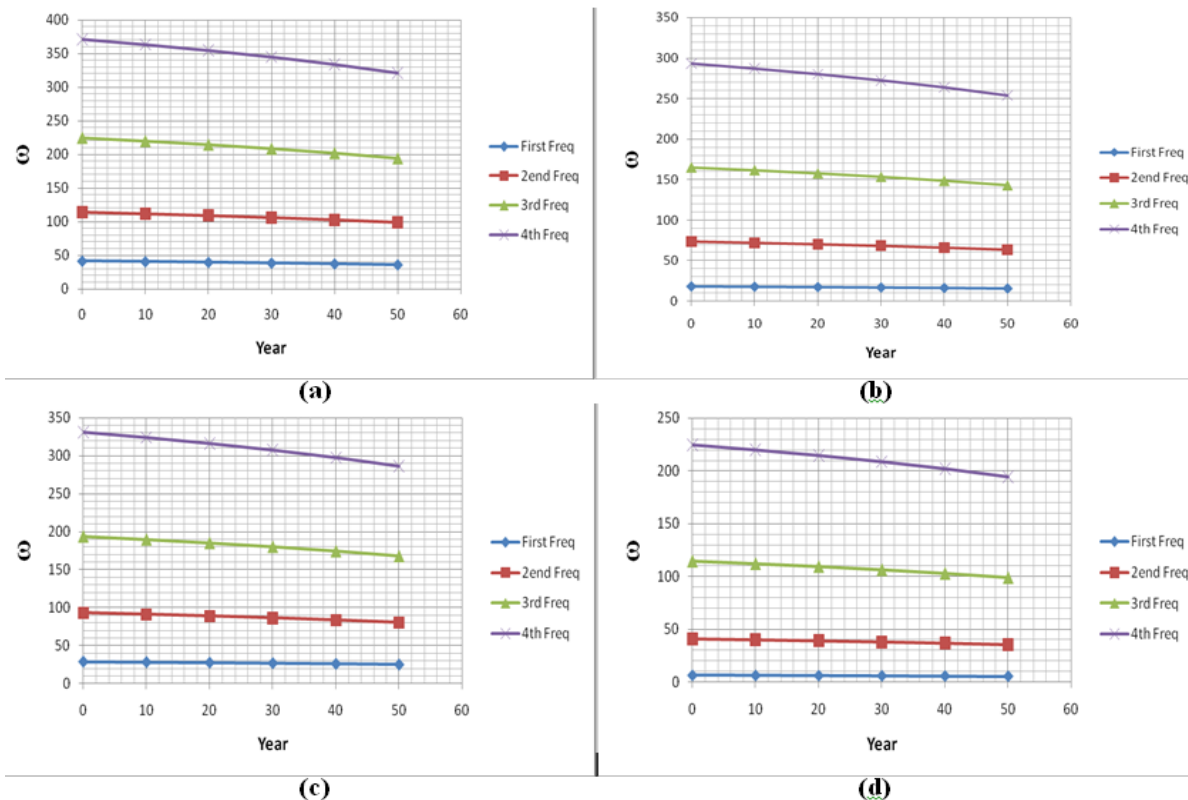
شکل (۸) مقایسه تغییرات فرکانس‌های ارتعاش طبیعی جانبی عضو 601-605 با فرض تکیه‌گاه‌های (a) دو سر گیردار (b) دو سر مفصل (c) یک سر گیردار یک سر مفصل (d) یک سر گیردار یک سر آزاد در حالت داخل آب.



شکل (۹) مقایسه تغییرات فرکانس‌های ارتعاش طبیعی جانبی عضو 601-604 با فرض تکیه‌گاه‌های (a) دو سر گیردار (b) دو سر مفصل (c) یک سر گیردار یک سر مفصل (d) یک سر گیردار یک سر آزاد در حالت داخل آب.



شکل (۱۰) مقایسه تغییرات فرکانس‌های ارتعاش طبیعی جانبی عضو 501-604 با فرض تکیه‌گاه‌های (a) دو سر گیردار (b) دو سر مفصل (c) یک سر گیردار یک سر مفصل (d) یک سر گیردار یک سر آزاد در حالت داخل آب.



شکل (۱۱) مقایسه تغییرات فرکانس‌های ارتعاش طبیعی جانبی عضو 505-602 با فرض تکیه‌گاه‌های (a) دو سر گیردار (b) دو سر مفصل (c) یک سر گیردار یک سر مفصل (d) یک سر آزاد در حالت داخل آب.

نشان می‌دهند. کمترین میزان نیز مربوط به حالت فرض یک سر گیردار یک سر آزاد می‌باشد که این امر بیانگر اهمیت فرضیات اعمالی برای تکیه‌گاه‌ها برای بررسی رفتار اعضای سازه می‌باشد. در این شکل نیز محور قائم بیانگر میزان شیب متوسط تغییرات بوده و صفحه افقی بیانگر شرایط تکیه‌گاهی و نام شیب‌های فرکانس‌های اول تا چهارم و شرایط محیطی (داخل یا خارج آب) عضو مورد نظر است. همان‌طور که از نتایج مشخص می‌شود شیب متوسط تغییرات برای فرکانس‌های بالاتر برای هردو حالت قرارگیری در داخل و خارج از آب، بیشتر از فرکانس‌های مرتبه پایین‌تر آن‌ها می‌باشد. بعلاوه همان‌طور که از مقایسه نتایج به‌دست آمده نیز مشخص است، در این نمودارها شیب تغییرات ناشی از خوردگی حالت تکیه‌گاهی دو سر گیردار بیشتر از حالت یک سر گیردار یک سر مفصل بوده و این حالت نیز شیب بیشتری نسبت به حالت یک سر گیردار یک سر آزاد نشان می‌دهد.

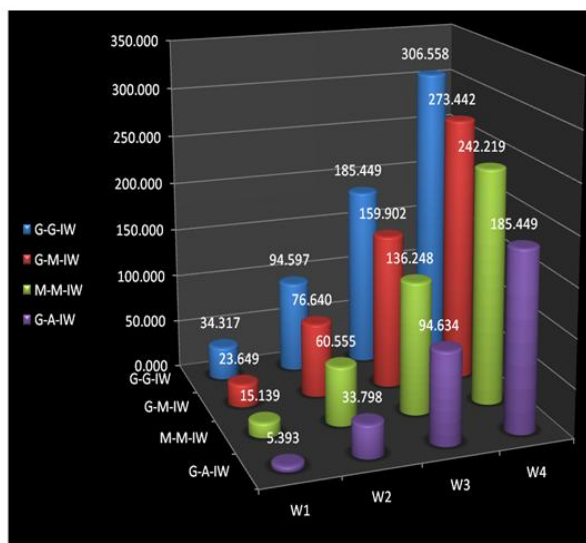
شکل (۱۳) شیب متوسط تغییرات فرکانس‌های اول تا چهارم عضو منتخب از تراز ششم سکوی مورد نظر در اثر

با مقایسه نمودارهای مربوط به دو بخش قبلی، می‌توان نتیجه گرفت که فرکانس ارتعاش طبیعی جانبی یک عضو در شرایط داخل آب همواره کمتر از مقادیر آن عضو در حالت قرارگیری در خارج از آب می‌باشد که این امر در اثر افزوده شدن جرم آب افزوده به جرم عضو مورد نظر در شرایط قرارگیری در داخل آب اتفاق می‌افتد. برای بررسی راحت‌تر این موضوع می‌توان مقایسه‌ای بین نتایج گنجانده شده در شکل (۱۲) انجام داد که هردو شکل مربوط به مشخصات یک عضو یکسان در دو حالت قرارگیری خارج از آب و داخل آب می‌باشند. صفحه افقی شامل دو محور افقی و عمودی می‌باشد. محور افقی آن بیانگر شماره فرکانس‌های اول تا چهارم و محور قائم آن شرایط تکیه‌گاهی عضو با توجه به راهنمای علائم جدول (۲) را نشان می‌دهد. (جدول (۲) در قسمت پایانی مقاله گنجانده شده است) هم‌چنین با مقایسه مقادیر به‌دست آمده مشخص می‌شود که در هر یک از دو حالت محیطی خارج و داخل آب، مقادیر فرکانس‌های شرایط تکیه‌گاهی دو سر گیردار بیشتر از حالت یک سر گیردار یک سر مفصل بوده و این حالت نیز مقادیر بیشتری از حالت دو سر مفصل را

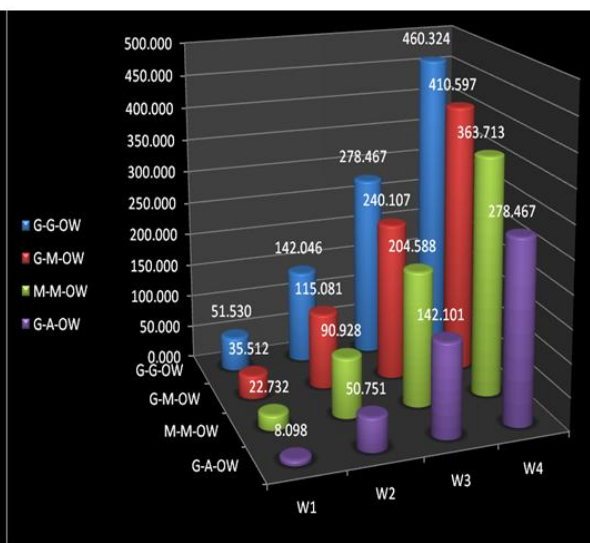
می‌شود با فرض تمامی چهار حالت تکیه‌گاهی برای عضو مورد نظر، شیب متوسط تغییرات برای هر یک از فرکانس‌های اول تا چهارم حالت داخل آب بیشتر از حالت خارج از آب می‌باشد. با توجه به این امر که نتایج شکل‌های ۸ تا ۱۱ (حالت داخل آب) بر خلاف نتایج شکل‌های ۴ تا ۷ (حالت خارج از آب)، دارای روند کاهشی رو به شتاب‌تری می‌باشند، لذا در ادامه به بررسی شیب تغییرات در دهه‌های مختلف به جای بررسی شیب متوسط ۵۰ ساله پرداخته شده است.

اعمال تغییرات ناشی از خوردگی برای چهار حالت فرض تکیه‌گاه در حالت قرارگیری در داخل آب و خارج از آب را نمایش می‌دهد.

در ادامه به مقایسه دقیق‌تری از تغییرات شیب روند نزولی فرکانس‌های ارتعاشات اعضا، ناشی از اعمال خوردگی بین دو حالت قرارگیری اعضا در داخل و خارج آب پرداخته شده است. شکل (۱۴) مقادیر مربوط به شکل (۱۳) را بصورت تفکیک شده برای هر شرط تکیه‌گاهی جهت بررسی دقیق‌تر نشان می‌دهد. با توجه به شکل (۱۴) مشخص

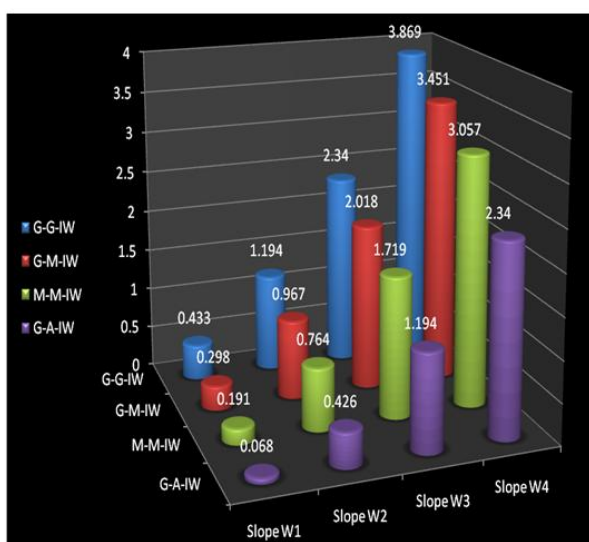


(a)

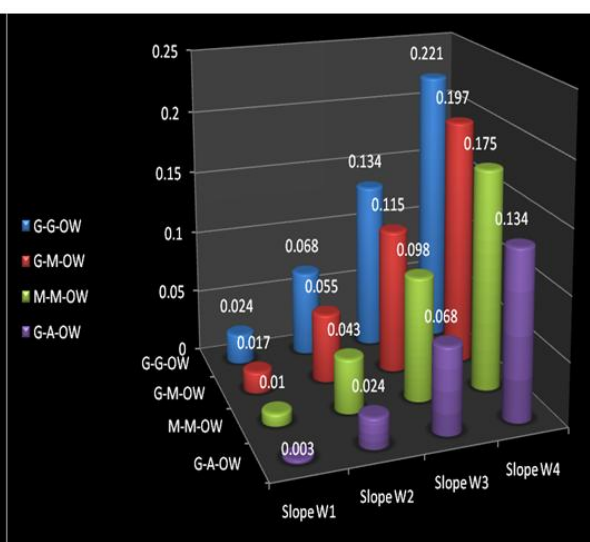


(b)

شکل (۱۲) مقایسه چهار فرکانس اول ارتعاش طبیعی جانبی عضو 601-605 با فرض تکیه‌گاه‌های مختلف (a) مقادیر مربوط به حالت داخل آب (b) مقادیر مربوط به حالت خارج از آب.

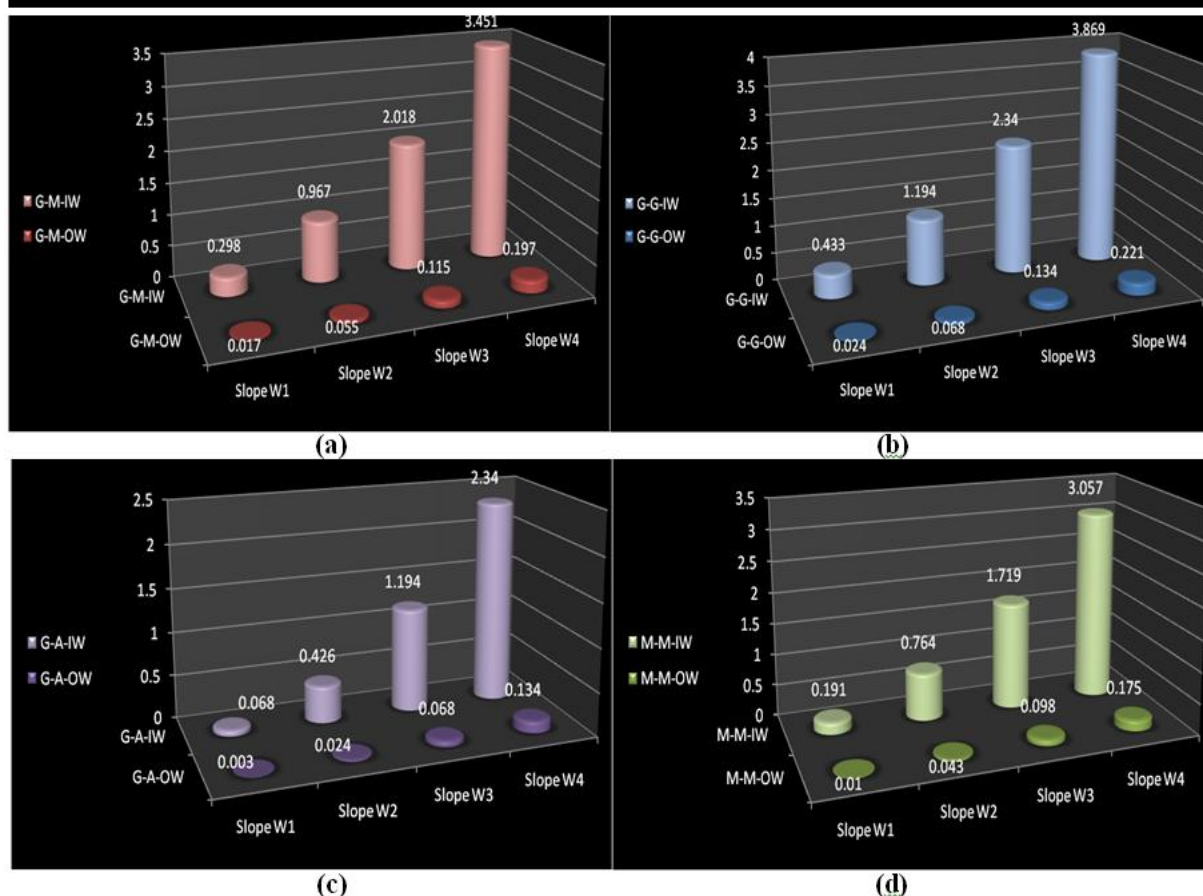


(a)



(b)

شکل (۱۳) مقایسه شیب متوسط تغییرات چهار فرکانس اول ارتعاش طبیعی جانبی عضو 601-605 با فرض خوردگی ۵۰ ساله و تکیه‌گاه‌های مختلف (a) مقادیر مربوط به حالت داخل آب (b) مقادیر مربوط به حالت خارج از آب.



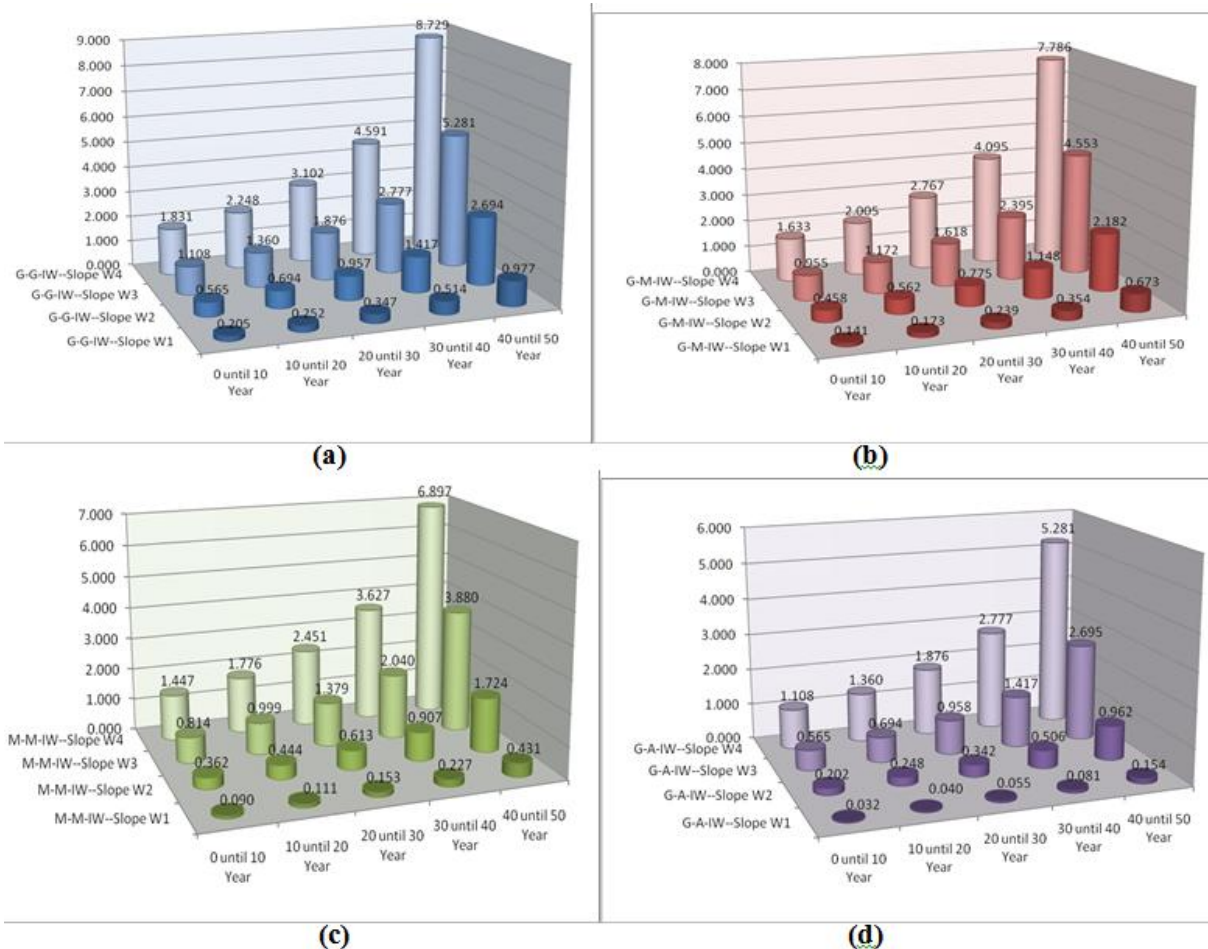
شکل (۱۴) مقایسه تغییرات شیب متوسط فرکانس‌های اول تا چهارم ارتعاش طبیعی جانبی عضو 601-605 با فرض ۵۰ سال خوردگی (a) دو سر گیردار (b) یک سر گیردار یک سر مفصل (c) دو سر مفصل (d) یک سر گیردار یک سر آزاد.

- خوردگی می‌تواند در روند نتایج تغییرات فرکانس ارتعاشات طبیعی اعضای سکوهای جکته تأثیرگذار باشد.
 - فرض خوردگی اعضا می‌تواند باعث کاهش فرکانس‌های ارتعاشات جانبی طبیعی آن‌ها، در هر دو حالت قرارگیری در داخل و خارج از آب شود.
 - فرکانس‌های ارتعاشات جانبی طبیعی اعضا، در حالت قرارگیری در داخل آب کمتر از حالت قرارگیری آن‌ها در خارج از آب می‌باشند.
 - تغییر شرایط تکیه‌گاهی اعضا، می‌تواند باعث تغییر در فرکانس‌های طبیعی آن‌ها شده و در شیب تغییرات آن‌ها در اثر اعمال خوردگی نیز تأثیرگذار باشد.
 - شیب تغییرات فرکانس‌های ارتعاشات جانبی طبیعی اعضا، ناشی از اعمال خوردگی در آن‌ها، برای حالت دو سر گیردار بودن اعضا، بیشتر از حالت یک سر گیردار یک سر مفصل آن‌ها بوده، و این حالت بیشتر از حالت دو سر مفصل بوده و شیب تغییرات این حالت نیز بیشتر از شیب تغییرات در حالت یک سر گیردار یک سر آزاد می‌باشد.

در شکل (۱۵) محور قائم بیانگر مقدار شیب تغییرات فرکانس بوده و صفحه افقی دهه‌های مختلف و اسامی شیب فرکانس‌ها بر اساس راهنمای علائم جدول (۲) است.
 با توجه به شکل (۱۵) در تمامی چهار حالت تکیه‌گاهی در هنگام قرارگیری در داخل آب، شیب فرکانس‌ها با اعمال خوردگی و با گذشت زمان و در دهه‌های بعدی بیشتر از دهه‌های قبل تغییر کرده و این امر با گذر زمان نیز محسوس‌تر شده است.

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق، که به بررسی تأثیر خوردگی در تغییرات فرکانس‌های ارتعاشات طبیعی جانبی اعضای تراز بالای سکوی جکته SPD1، در حالات فرض تکیه‌گاهی مختلف و در دو حالت قرارگیری در داخل و خارج از آب (با توجه به شرایط جزر و مدی دریاها) پرداخته است، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:



شکل (۱۵) مقایسه تغییرات شیب دهه‌های مختلف فرکانس‌های اول تا چهارم ارتعاش طبیعی جانبی عضو 601-605 (a) دو سر گیردار (b) یک سر گیردار یک سر مفصل (c) دو سر مفصل (d) یک سر مفصل دو سر آزاد.

فرکانس‌های اینگونه اعضا، تأثیر به مراتب بیشتر و بحرانی‌تری را داشته باشند.

- با مقایسه نتایج به دست آمده می‌توان دریافت که در اثر اعمال فرض خوردگی در اعضا، فرکانس‌های بالاتر با نرخ و شیب بیشتری نسبت به فرکانس‌های پایین‌تر تغییر می‌کنند که در صورت عدم فرض خوردگی مسلماً تغییری در مقادیر فرکانس‌های ارتعاشات طبیعی اعضا نیز مشاهده نخواهد شد.

- کاهش فرکانس‌های طبیعی با شیب بیشتر در حالت داخل آب نسبت به حالت قرارگیری در خارج از آب از دیگر نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر می‌باشد که بیانگر اهمیت تأثیر محیط پیرامونی اعضا در نرخ تغییرات است.

- هم‌چنین با اعمال خوردگی، فرکانس‌های طبیعی اعضا، در داخل آب، با گذر زمان شیب تغییرات بیشتری نسبت به زمان‌های قبل به خود گرفته بودند و این امر در حالی است

جدول (۲) فهرست علائم.

G-G-IW (OW)	عضو دو سر گیردار در داخل آب (خارج از آب)	First Freq	فرکانس ارتعاش طبیعی اول
G-M-IW (OW)	عضو یک سر گیردار- یک سر مفصل در داخل آب (خارج از آب)	2nd Freq	فرکانس ارتعاش طبیعی دوم
M-M-IW (OW)	عضو دو سر مفصل در داخل آب (خارج از آب)	3rd Freq	فرکانس ارتعاش طبیعی سوم
G-A-IW (OW)	عضو یک سر گیردار- یک سر آزاد در داخل آب (خارج از آب)	4th Freq	فرکانس ارتعاش طبیعی چهارم
Slope W1, W2, W3, W4	شیب متوسط فرکانس اول، دوم، سوم، چهارم	$\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$	مقدار فرکانس ارتعاش طبیعی اول، دوم، سوم و چهارم

این تغییرات با توجه به زیاد بودن طول اعضای رایزرهای سکوها و هم‌چنین امکان تغییر شرایط تکیه‌گاهی در این اعضا با توجه به تغییر شرایط محیطی، می‌توانند در کاهش

Jackets Case Study on Balal PLQ Platform", OMAE The 26th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, pp. 19-26, 2007.

[12] Gharabaghi, A. R. M., "Fatigue Behavior of T-Shaped Pipe Fitting in Offshore Corrosive Environments Using Fracture Mechanics", ICOPMAS, 2010.

[13] Etemad, K., Gharabaghi, A. R. M., Chenaghloo, M. R., "Seismic Analysis of Fixed Offshore Platform Jacket of the Combined Effect of Waves and Earthquakes", ICCE, Tehran, 2004.

[14] Hoseini, F., Gharabaghi, A. R. M., Chenaghloo, M. R., "Investigate the Behavior of Fixed Offshore Platforms under Ship Impact", ICCE, Tehran, 2004.

[15] Aghajani, A., "Corrosion Protection of Oil and Gas Risers in Splash zone", 12th International Congress on Marine Corrosion and Fouling, 2004.

[16] Vosoooghi Amiri, S. Sadeghi, K. "Free Vibration of Marine Risers", 13th Maritime Conference, Iran-Kish, 2011.

[17] Iran Management and Planning Organization., "Iran Ports and Marine Structures Design Regulations", Publication by PMO, 2006.

[18] Daghig M., "Analysis and Design of Conductor Pipes in a Fixed Offshore Platform Under Extreme Environmental Loads and Fatigue by using Square Sections", ICOPMAS, Tehran, Iran, 2012.

که در حالت فرض قرارگیری اعضا در ناحیه خارج از آب روند کاهشی یکسانی مشاهده شده بود و این امر نیز می تواند دلیل دیگری برای اهمیت موضوع تأثیر شرایط محیطی در روند تغییرات نتایج به دست آمده از بررسی رفتار سازه‌ها بالاخص سکوه‌های دریایی به دلیل مجاورت با دو ناحیه آب و هوا باشد.

۵- مراجع

[1] Naghashi, A. R., Lotfollahi, M. A., Foroghi Asl, A., "Investigation of Dynamic Response of Offshore Jacket Structure Using Modal Analysis and Finite Element Model Updating", University of Tabriz, Iran, pp. 1-6, 2011.

[2] American Petroleum Institute. API. "Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms", APIRP 2A. 19th ed, 2005.

[3] Hooshyar Khoshdel, S., "Principles of Design and Implementation of Offshore Platforms", Publication by Fadak Isatis, Tehran, pp. 1-8, 2009.

[4] Foschi, R., Isaacson, M., Allyn, N., Yee, S., "Combined Wave-Iceberg Loading on Offshore Structures", Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 23, pp. 1099-110, 1996.

[5] Abdel Raheem, E., "Nonlinear Behaviour of Steel Fixed Offshore Platform under Environmental Loads", Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Taibah University, Medina, Saudi Arabia, pp. 1-15, 2014.

[6] Mostafa, Y., El Naggat, M., "Response of Fixed Offshore Platforms to Wave and Current Loading Including Soil-Structure Interaction", Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol. 24, pp. 357-68, 2004.

[7] Tavakkol, A., Lotfollahi, M. A., Mojtahedi, A., Ahmadi, H., "The Effects of Deck Mass Changes on Dynamic Response of Offshore Jacket Structures Using Fuzzy Logic", University of Tabriz, pp. 1-11, 2013.

[8] Rad, M., Doolatshahi, M., Esmaeeli., "Monitoring Braces an Offshore Platform under Seismic Loads by Considering the Interaction of Water- structures and soil", 1st National Conference on Structure, Earthquake and Geotechnics, Babolsar, Iran, pp. 1-14, 2010.

[9] Lotfollahi, M. A., Movahednia, M., "Dynamic Analysis of an Offshore Platform by Using ANSYS 7 Software", 5th Iran Hydraulic Conference, Zanjan, Iran, 2005.

[10] Tamjid, H., Farhangdoost, H., Shokrollahi, B., "Structural Analysis of Fixed Offshore Platform During the Construction Loads", MIC, Kish, pp. 123-129, 2009.

[11] Honarvar, M., Pirooz, M., Bahaari, M., "A Physical and Numerical Modelig for Launching of