



مدیریت یکپارچگی سازه‌ای برای سکوه‌ای ثابت

مرجع اصلی:

API Structural Integrity Management of Fixed Offshore structures

API RECOMMENDED PRACTICE 2SIM
FIRST EDITION, NOVEMBER 2014

ترجمه:

سید محمدرضا سید عباسیان

نظارت و راهنمایی:

محمدرضا تابش‌پور

ویژگی کاربردی این کار:

ارزیابی سکوه‌ای موجود برای ادامه یا پایان کار سکو در آن فعالیت

درس:

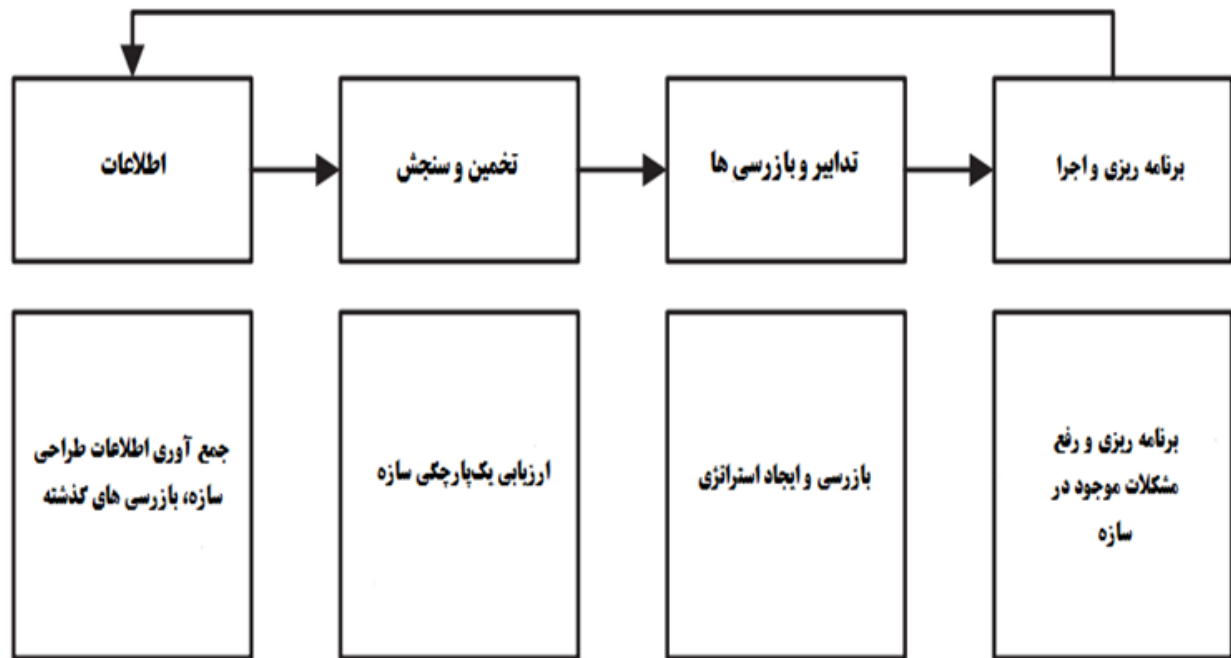
طراحی سکوه‌ای ثابت دریایی (اردیبهشت ۹۶)



تعریف: فرآیندی اجرایی مداوم است که FFP¹ را از زمان شروع به کار تا پایان عمر سازه مورد بررسی قرار می‌دهد.

FFP: مرحله‌ای از ارزیابی‌ها است که نشان می‌دهد سازه، مقاومت کافی را در برابر بارهای تحمیل شده در طول عمر باقیمانده دارد یا خیر.

در واقع SIM قالبی از کارهای اجرایی نظیر بازرسی‌ها، تعمیر و نگهداری سکو یا مجموعه‌ای از سکوها را فراهم می‌کند. با توجه به شکل ۱ می‌توان بیان کرد که فرآیند SIM از چهار بخش کلی تشکیل شده است:



شکل ۱: بدنه اصلی فرآیند SIM (API 2SIM صفحه ۶)

بخش جمع‌آوری اطلاعات شامل تمامی اطلاعات اعم از دیتاهای اصلی طراحی، بازرسی‌های گذشته، اطلاعاتی از تأثیرات آسیب‌ها و زوال‌هایی که در طول بازرسی‌ها یافت شده است. سپس با استفاده از این داده‌ها به تخمین و سنجش مهندسی پرداخته می‌شود؛ تغییر شکل‌ها و تخمین نسبت به میزان آسیب‌های وارده شناسایی می‌شود و اینکه تا چه حد بر مقاومت سازه تأثیر گذار بوده است؛ پس از آن محاسبه RSR و مقایسه آن با معیار اصلی انجام می‌گردد. نتیجه‌های حاصل از تخمین در بخش پیاده‌سازی استراتژی مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ به این معنا که با توجه به شرایط حاکم بر سکو و موقعیت آن و دیگر استانداردها، برای اینکه آیا سکو قابل استفاده است یا خیر،

¹ Fitness for Purpose



معیارهایی وضع می‌کنند. سپس به طرح استراتژی مناسب برای اجرای ترمیم و در صورت پایان عمر سازه به انهدام آن پرداخته می‌شود. در بخش آخر با در اختیار داشتن استراتژی، برنامه‌ریزی برای کار اجرایی انجام خواهد شد. همانطور که ملاحظه می‌شود SIM فرآیند دائمی است به طوری که خط پیکان، بعد از خروج از بخش برنامه‌ریزی دوباره به سمت جمع‌آوری داده بازگشته است؛ به این معنی که در طول عمر سازه این فرآیند اجرایی باید به طور مداوم در فواصل زمانی خاص که در ادامه به آن اشاره می‌شود انجام گردد. حال به صورت جداگانه و مختصر به تشریح این بخش‌ها و برخی زیرمجموعه‌های با اهمیت آنها پرداخته می‌شود.

(۱) جمع‌آوری اطلاعات^۱

اطلاعات در SIM به دو دسته کلی تقسیم می‌شود: اطلاعات مربوط به مشخصات سازه^۲، اطلاعات متغیر در طول زمان عمر مفید سازه^۳.

اطلاعات مربوط به مشخصات سازه شامل داده‌هایی از زمان طراحی، ساخت و نصب شناور است. اطلاعات متغیر، اطلاعات مشخصه سکو را ارائه می‌کند که در طول عمر سازه ممکن است تغییر کند؛ برای مثال اطلاعات مربوط به میزان پوشش خوردگی و حفاظت کاتدی که در طول زمان تغییر می‌کند.

(۲) تخمین و سنجش^۴

این بخش همان‌طور که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود از چند زیرمجموعه تشکیل شده است که در این بخش، مراحل یا زیرمجموعه‌ها به ترتیب و به دقت انجام شوند. ابتدا بحث ریسک و دسته‌بندی ریسک بیان می‌شود سپس با توجه به ریسکی که در مورد سکوی موردنظر صادق است به تخمین آسیب‌های وارده پرداخته می‌شود و در صورت وجود بعضی از پارامترها بخش ارزیابی^۵ انجام می‌گردد در غیر اینصورت وارد بخش استراتژی می‌شود. در این بخش، به تحلیل دقیق سازه‌ای پرداخته نمی‌شود؛ بلکه با توجه به تجربیات مهندس خبره، تخمین‌های مهندسی انجام می‌گردد.

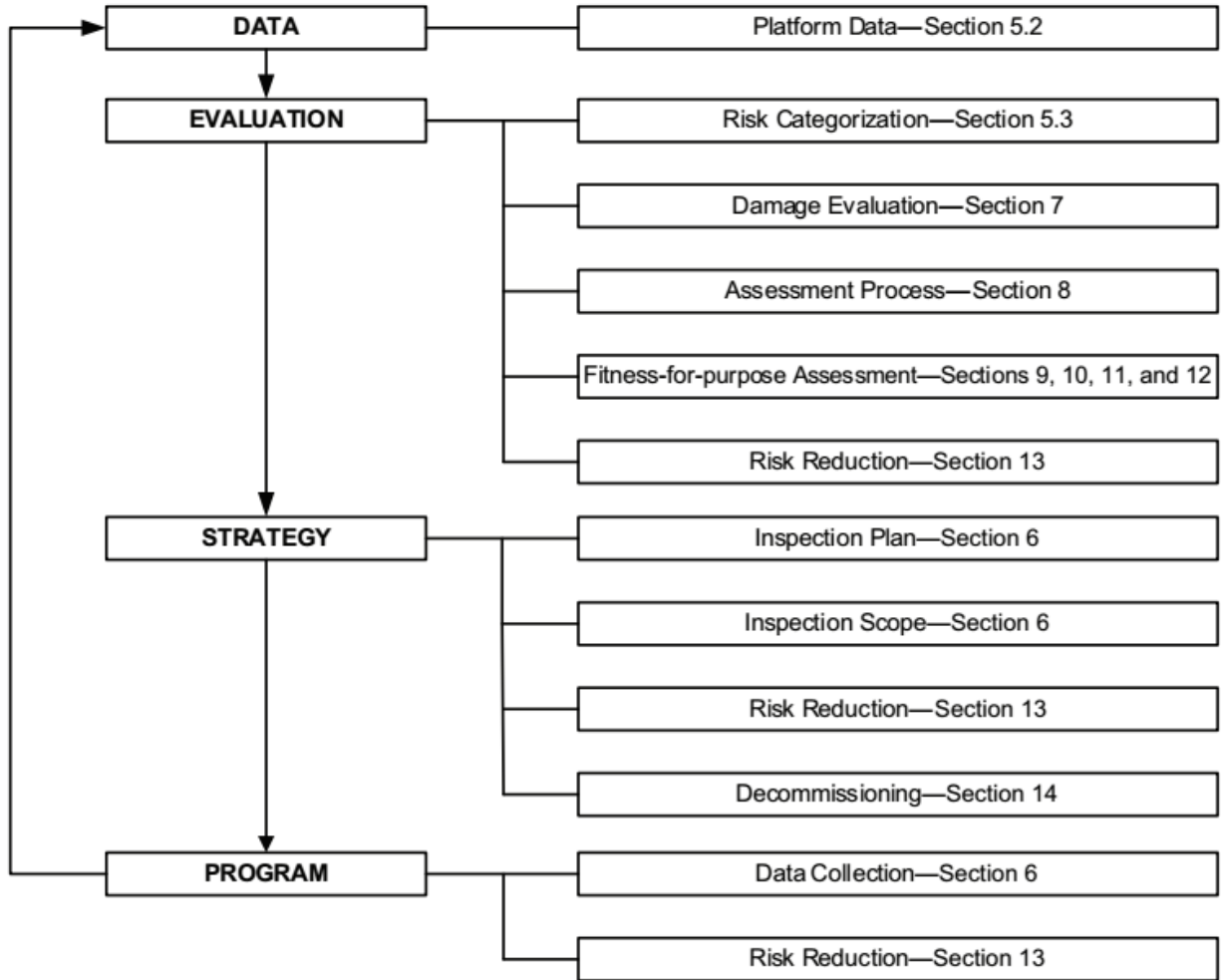
¹ Data

² Characteristic Data

³ Condition Data

⁴ Evaluation

⁵ Assessment



شکل ۲: فرآیند SIM و زیرمجموعه‌های آن (API 2SIM صفحه ۹)

• دسته‌بندی ریسک^۱

قبل از دسته‌بندی ریسک‌ها و قرار دادن سکو در یکی از سطوح ریسک ابتدا ریسک و فرمول ریسک بیان می‌شود: در API به طور کلی ریسک از ترکیب احتمال رخداد^۲ خرابی در یک دوره زمانی و عواقب آن^۳ (عواقب منفی مدنظر است) رخدادها تشکیل شده است:

$$\text{ریسک} = \text{احتمال رخداد} \times \text{عواقب}$$

¹ Risk Categorization

² Likelihood

³ Consequence



طبق فرمول، چارت زیر پدید می‌آید که بر اساس سه سطح احتمال وقوع و سه سطح جایگاه سکو، سه سطح ریسک تشکیل می‌شود.

جدول ۱: دسته‌بندی ریسک (API 2SIM صفحه ۱۲)

دسته‌بندی جایگاه سکو			احتمال وقوع
L-3	L-2	L-1	
سطح ریسک ۲	سطح ریسک ۱	سطح ریسک ۱	زیاد (H)
سطح ریسک ۳	سطح ریسک ۲	سطح ریسک ۱	متوسط (M)
سطح ریسک ۳	سطح ریسک ۳	سطح ریسک ۲	کم (L)

برای درک این چارت ابتدا نیاز است تا انواع احتمال وقوع و دسته‌بندی جایگاه سکو بیان گردد. همان‌طور که در جدول مشخص است سه سطح جایگاه^۱ سکو وجود دارد. منظور از جایگاه سکو این است که با توجه به ایمنی سکو و مقاومت آن، سازه مورد نظر در برابر شرایط محیطی و وقوع حادثه، در چه جایگاهی قرار دارد. به طور واضح‌تر این دسته‌بندی در جدول زیر آورده شده است:

جدول ۲: دسته‌بندی جایگاه سکو (API 2SIM صفحه ۱۳)

دسته‌بندی عواقب			دسته‌بندی ایمنی جانی
C-3، عواقب کم	C-2، عواقب متوسط	C-1، عواقب زیاد	
L-1	L-1	L-1	S-1، با خدمه - تخلیه نشده
L-2	L-2	L-1	S-2، با خدمه - تخلیه شده
L-3	L-2	L-1	S-3، بدون خدمه انسانی

¹ Exposure Categories



با توجه به جدول ۲ می‌توان بیان کرد که سه نوع ایمنی جانی وجود دارد:

سطح S-1، با خدمه و تخلیه نشده^۱ به سکوهایی اشاره دارد که به طور دائم و یا اکثراً دائم توسط نیروی انسانی اشغال شده است و به هر دلیلی تخلیه پرسنل قبل از وقوع حادثه اولویت نیست.

سطح S-2، با خدمه و تخلیه شده^۲ شامل سکوهایی است که معمولاً توسط نیروی انسانی اشغال شده است مگر در شرایط وقوع حوادث که از قبل پیش‌بینی شده است.

سطح S-3، بدون خدمه^۳ نیز به سکوهایی می‌گویند که به صورت معمول دارای نیروی انسانی نیست و هوشمند کنترل می‌گردد. همچنین شرایطی کوتاه مدت از سکوهای دارای خدمه را می‌توان بدون خدمه در نظر گرفت مانند زمان تعمیرات، ساخت و نصب، حفاری و انهدام.

همچنین در بخش دسته‌بندی عواقب، با سه سطح عواقب مواجه هستیم:

سطح C-1، عواقب زیاد^۴ برای سکوهایی است که در اثر خرابی سازه پتانسیل نشت نفت یا گاز از چاه وجود دارد؛ و اگر نشت چاه رخ بدهد، تخلیه پرسنل بر حبس کردن و بستن چاه نفت اولویت دارد.

سطح C-2، عواقب متوسط^۵؛ وقتی سکویی دچار این عواقب شود باید در هنگام حادثه به بستن چاه نفت اقدام شود و تمامی چاه‌ها باید دارای درپوش ایمن^۶ (SSSV) باشند.

سطح C-3، عواقب کم؛ این سطح مانند سطح متوسط است اما در این سطح باید علاوه بر بستن چاه‌ها، نسبت به قطع تمامی لوله‌های نفتی از سکو اقدام شود.

به این ترتیب ملاحظه می‌شود که اگر عواقب زیاد باشد بدون توجه به سطح ایمنی، جایگاه سکو در سطح ۱ (-L) قرار می‌گیرد؛ همچنین عکس آن نیز صادق است یعنی اگر سطح ایمنی تخلیه نشده و با خدمه باشد بدون توجه به عواقب پیش رو، جایگاه سکو نیز در سطح ۱ قرار می‌گیرد. به همین ترتیب می‌توان توجه کرد که دو سطح بعدی به چه صورت است.

احتمال خرابی سازه

به طور کلی رخداد اتفاقاتی نظیر بارهای ناشی از طوفان شدید، برخورد یخ، زلزله و سایر نیروهایی که در طراحی پیش‌بینی شده در احتمال خرابی سازه تاثیرگذار هستند. حال اگر سازه به اندازه کافی مقاوم یا به عبارتی روبااستنس^۷ سازه بالا باشد، احتمال خرابی سازه کمتر می‌شود. پس می‌توان نتیجه گرفت که احتمال خرابی یک

¹ Manned-nonevacuated

² Manned-evacuated

³ Unmanned

⁴ High Consequence

⁵ Medium Consequence

⁶ Subsurface Safety Valves

⁷ Robustness



سازه تابعی از روبااستنس آن است. هر سازه با توجه به مشخصات آن، مانند میزان فاصله عرشه از سطح آب و همچنین قطر پایه سکو و چینش مهاربندها در آن، دارای یک روبااستنس مشخص است.

با توجه با جدول ۱، احتمال رخداد خرابی یک سازه در سه سطح بیان می گردد:

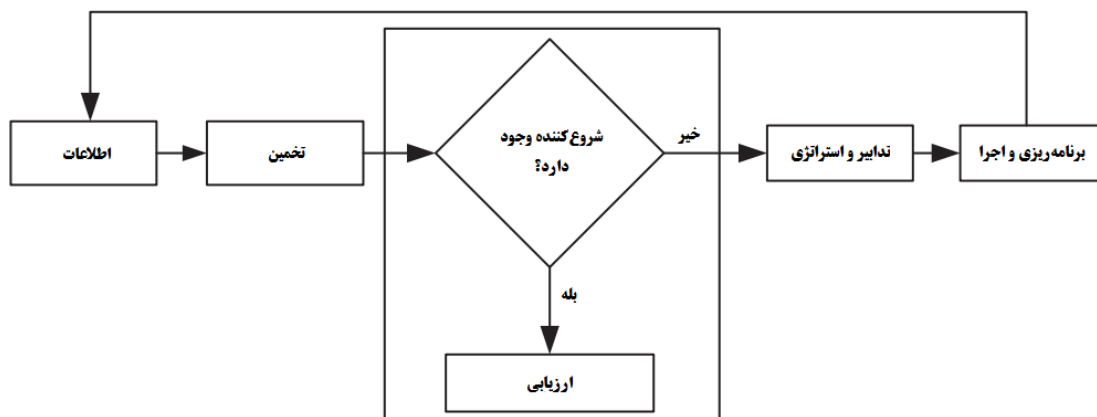
احتمال وقوع بالا^۱، برای سازه‌هایی است که در اثر وقوع اتفاقات پیش‌بینی شده در زمان طراحی، خراب می‌گردد؛ یعنی RSR^2 سازه در این شرایط کمتر از یک است.

احتمال وقوع متوسط، برای سازه‌هایی است که خرابی آن در اثر وقوع اتفاقات پیش‌بینی شده در زمان طراحی، انتظار نمی‌رود. اما پس از وقوع حادثه، بازرسی از کل سازه اجباری است.

احتمال وقوع کم نیز مربوط به سازه‌هایی است که در برابر هرگونه رخداد محیطی مقاوم است؛ به این معنا که سازه دارای RSR بالاتر از یک با حاشیه اطمینان بسیار بالا است. آسیب‌های محیطی و اضافه‌بار وارده به سکو هیچ تاثیری بر سازه ندارد و سازه بسیار مقاوم (روباست) است.

فرآیند ارزیابی سازه‌ای^۳

ارزیابی یک سکو در واقع تخمین دقیق یا تحلیل سازه‌ای است که مقاومت و پایداری تخمینی را با معیارهای مورد نظر API مقایسه می‌کند. اما اجرای این بخش به شروع‌کننده‌هایی بستگی دارد. در واقع با گذر از تعیین ریسک و تخمین آسیب‌ها و مقاومت سازه، معیارها یا شروع‌کننده‌هایی وجود دارد که اگر سازه دارای یک یا تعدادی از این معیارها یا شروع‌کننده‌ها بود، فرآیند اجرایی وارد بخش ارزیابی می‌شود. برای درک بهتر این موضوع، شکل ۳ قابل ملاحظه است.



شکل ۳: فرآیند ارزیابی درون فرآیند کلی SIM (API 2SIM صفحه ۱۵)

¹ High Likelihood

² Reserve Strength Ratio

³ Structural Assessment Process



شروع‌کننده‌های ارزیابی¹

همان‌طور که بیان شد، سکو در صورت داشتن و یا وارد شدن به یکی از شرایط زیر (شروع‌کننده‌ها)، فرآیند ارزیابی اجرا می‌گردد.

◀ افزایش پرسنل و نیروی انسانی به هر دلیل

◀ افزایش تجهیزات

برای مثال اگر لوله‌گذاری یا چاهی اضافه شود، احتمال تغییر در سطح عواقب تعیین شده که در بخش ریسک به آن پرداخته شد وجود دارد؛ در نتیجه مقاومت سازه نیاز به ارزیابی دارد.

◀ افزایش یا تغییر در بارهای وارد شده به سازه

تغییرات بار در صورتی قابل ملاحظه و مهم می‌شود که طبق آیین‌نامه‌ی API، این تغییرات با افزایش بیش از ۱۰ درصد باشد.

◀ فاصله ناکافی عرشه تا سطح آب

◀ وجود آسیب و زوال قابل توجه

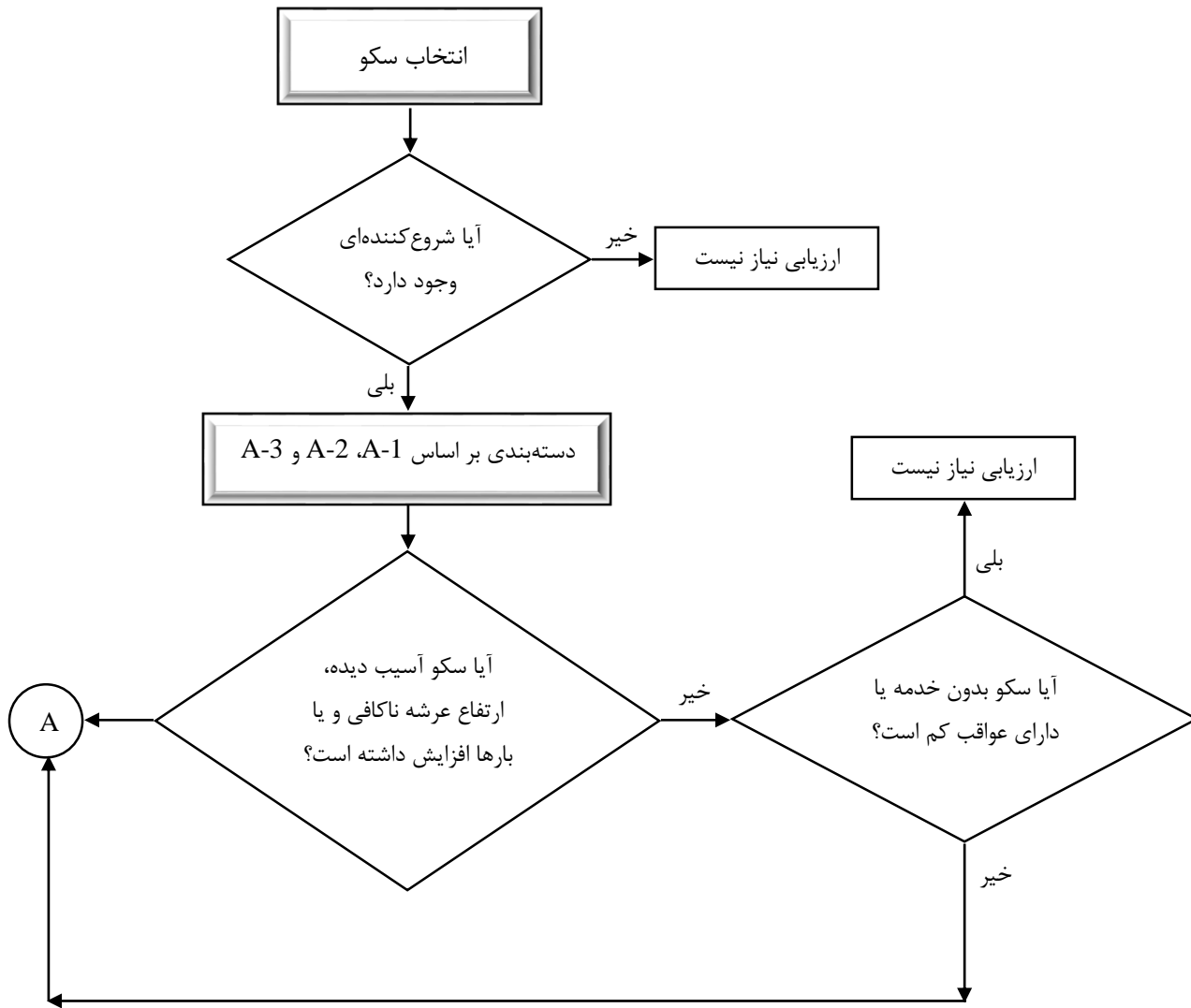
◀ آسیب وارد شده حین بازرسی‌ها

ارزیابی‌ها به سه سطح A-1، A-2 و A-3 به این صورت دسته‌بندی می‌شوند که برای سطح ایمنی L-1 که منطبق با وجود خدمه روی سازه و عواقب پس از خرابی زیاد غیر از تلفات جانی است، سطح ارزیابی A-1 و برای سطح ایمنی L-2 و L-3، به ترتیب سطح ارزیابی‌های A-2 و A-3 در نظر گرفته می‌شود.

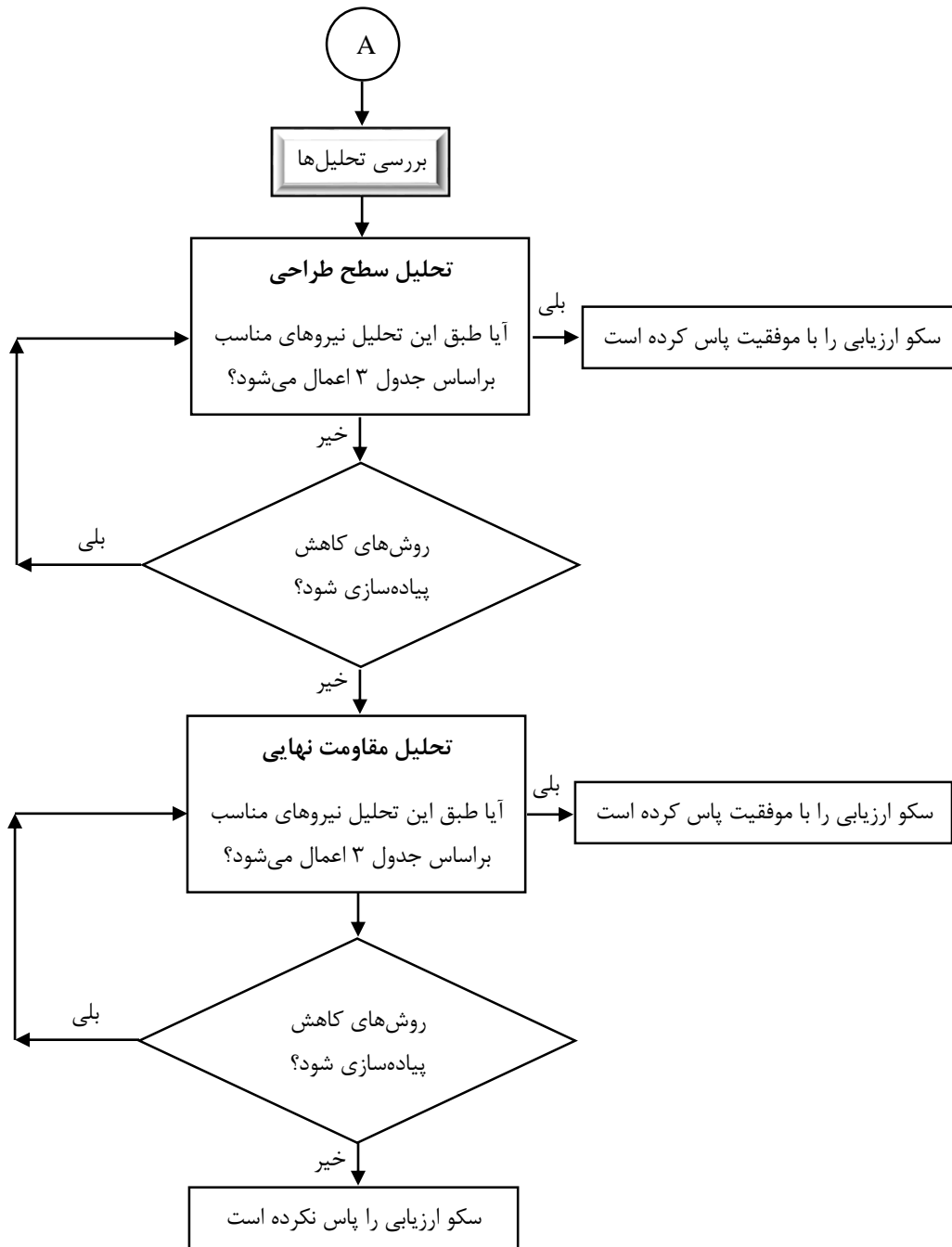
اجرای ارزیابی

وقتی سکو به مرحله اجرای ارزیابی می‌رسد در واقع وارد حلقه اجرایی مداوم می‌گردد که به صورت زیر نشان داده شده است:

¹ Assessment Initiator



شکل ۴: چارت اجرایی ارزیابی سکو (API RP 2A صفحه ۱۱۸)



شکل ۵: ادامه چارت اجرایی ارزیابی سکو (API RP 2A صفحه ۱۱۹)



پس از دسته‌بندی و مشخص شدن یکی از سطوح A-1، A-2 یا A-3، وارد بحث بررسی تحلیل‌ها می‌شویم. تحلیل و معیار سطح طراحی^۱، شرایط فعلی سکو را با شرایط طراحی آن مقایسه می‌کند برای مثال تنش‌های فعلی با تنش‌های مجاز در طراحی مقایسه می‌شود، همچنین میزان کماتش و خستگی در اعضا اندازه‌گیری شده و با میزان مجاز آن در طراحی مقایسه می‌گردد. بحث کامل و جزئیات این تحلیل در API RP 2A بخش ۳ صفحه ۳۸ موجود است.

جدول ۳: معیار ارزیابی (API RP 2A صفحه ۱۱۸)

دسته‌بندی ارزیابی	دسته‌بندی جایگاه سکو		تحلیل سطح طراحی	تحلیل مقاومت نهایی
	عواقب ناشی از خرابی	ایمنی جانی		
A-1	بالا	با خدمه، تخلیه شده یا تخلیه نشده	۸۵٪ بار جانبی ناشی از شرایط آب‌وهوایی ۱۰۰ ساله است (بخش 17.6.2b API RP 2A)	حداقل ضریب RSR=1.6
A-3	کم	بدون خدمه	۵۰٪ درصد بار جانبی ناشی از شرایط آب‌وهوایی ۱۰۰ ساله است	حداقل ضریب RSR=0.8

در صورت افزایش نیروها از تنش مجاز و به طور کلی پاس نکردن تحلیل طراحی، این سوال مطرح می‌شود که برای بازگرداندن سکو به حالت طراحی و حتی نزدیک به آن، روش‌های کاهش^۲ اعمال شود؟ روش‌های کاهش به طور مختصر اقداماتی جهت کاهش میزان تنش‌ها و افزایش مقاومت در سازه است مانند: تقویت سازه^۳ تعمیرات آسیب‌های وارده، کاهش بارهای وارده و تلاش در تغییر جایگاه سکو در دسته‌بندی‌ها همان‌طور که قبلاً بیان شد. بحث کامل و جزئیات روش‌های کاهش در API RP 2A بخش 17.8 صفحه ۱۳۱ موجود است و در API 2SIM بخش 13 صفحه ۴۹ به طور دقیق بیان شده است که به طور خلاصه در ادامه به این بحث پرداخته خواهد شد.

پس از قبول اعمال روش‌های کاهش و انجام این روش‌ها، دوباره تحلیل طراحی آن پرداخته می‌شود تا از کاهش تنش‌ها و افزایش مقاومت اطمینان حاصل کنند. در صورت عدم تمایل به ورود به این نوع تحلیل، سکو باید توسط تحلیل و معیار مقاومت نهایی مقایسه شود. همان‌طور که از نام این تحلیل پیداست در این مقایسه سکو باید مقاومت و پایداری کافی را داشته باشد تا به حد مقاومت نهایی نزدیک نشود. تحلیل مقاومت نهایی در API RP 2A بخش‌های ۳، ۴، ۶ و ۷ به طور کامل بحث و جزئیات آن بیان شده است. اما اشاره به این موضوع لازم است

¹ Design Level Analysis

² Mitigation or Reduction Methods

³ Platform Strengthening



که در این دو تحلیل انتخاب روش مقایسه و تحلیل^۱ (روش پوش اوور^۲ و روش حوزه زمانی^۳)، به شرایط محیطی و نوع بارهای محیطی وارده به سکو بستگی دارد.

جایگاه ضریب RSR در تمامی این تحلیل‌ها مشخص شده است. در واقع هدف از محاسبه ضریب RSR، بررسی این نکته است که آیا سازه موجود، حداقل شرایط لازم برای عدم وقوع حالات ALS، ULS و FLS را دارد یا خیر. بنابراین جایگاه این پارامتر در مرحله ارزیابی سازه‌های موجود است نه در مرحله طراحی سازه جدید.

با توجه به جدول ۳، می‌توان این تفسیر را بیان کرد که حداقل مقدار ضریب RSR برای سطح ارزیابی A-1، برابر با ۱/۶ و برای سطح ارزیابی A-3، برابر با ۰/۸ بیان شده است به این معنی که در سطح A-3، که ایمنی جانی برقرار بوده و عواقب غیرجانی قابل ملاحظه‌ای هم مطرح نیست، حتی می‌توان در جهت اقتصاد طرح، این ریسک را پذیرفت که چنانچه موج طرح ۱۰۰ ساله در طول مدت عمر مفید سکوی مورد نظر به عنوان مثال برابر با ۲۵ سال رخ دهد، سازه به مرحله واژگونی و انهدام برسد و با پذیرفتن این ریسک، ارزیابی سازه انجام شود. اگر حداقل مقدار RSR محاسبه شده از تحلیل مقاومت نهایی، برابر یا بزرگ‌تر از مقدار قابل قبول آیین‌نامه باشد، سازه مورد نظر برای عملکرد مورد انتظار، قابل قبول بوده و اصطلاحاً Fit-for-Purpose یا FFP است و نیاز به هیچ‌گونه تحلیل بیشتری نیست. همین عدم نیاز به سایر تحلیل‌ها در صورت برآورده شدن حداقل‌های ضریب RSR، اهمیت این ضریب را در فرآیند ارزیابی نشان می‌دهد.

پس از تمامی مقایسه‌ها و تحلیل‌ها بر روی سکو، در صورت پاس نکردن هیچ‌کدام از آن‌ها، سازه با معیارهای ارزیابی فاصله دارد که به این معناست که سکو برای ادامه کار و فعالیت، شرایط کافی را ندارد.

۳) استراتژی و بازرسی

بخش استراتژی، فلسفه کلی بازرسی و روش‌های کاهش را برای سکو تعریف می‌کند. در این بخش، استراتژی در بازرسی طرح می‌گردد و با انتخاب نوع بازرسی مناسب برای شرایط حاکم بر سکو، تعداد دفعات لازم برای بازرسی و فواصل زمانی میان آن‌ها تعیین می‌شود. پس از آن به انواع روش‌های کاهش پرداخته خواهد شد.

بازدیدها^۴

به طور کلی بازرسی به دو بخش بازرسی در بالای آب^۵ و بازرسی زیر سطح آب تقسیم می‌شود. اما به صورت دقیق‌تر می‌توان سطوح مختلف بازرسی را بیان کرد. قبل از ورود به این بحث ذکر این نکته ضروری است که اجرای بازرسی‌ها و ارزیابی آن باید توسط مهندس با تجربه‌ی بالا و شایستگی تایید شده انجام شود. در واقع پرسنل اجرای

¹ Method of Analysis

² Push-Over

³ Time-Domain

⁴ Surveys

⁵ Above-Water Inspection



این بخش باید تجربه کافی در بازرسی بصری^۱، NDT^۲، نحوه کار با CP^۳ و... را داشته باشند. جزئیات و صلاحیت‌های ضروری پرسنل حاضر در این بخش در API 2SIM، ضمیمه A.6.2 به طور مفصل پرداخته شده است.

بازدید سطح ۱: بازرسی^۴ معمولی در بالای سطح آب

این سطح از بازرسی، سالیانه اجرا می‌گردد. در صورت انتخاب این سطح بازرسی برای سکوی مورد نظر، موارد زیر باید شناسایی شوند:

- ❖ نشانه یا علامتی از اضافه بار، زوال در پوشش‌ها، خوردگی بیش از حد، عضوهای خمیده و آسیب دیده در ناحیه پاشش آب^۵ و بالای سطح آب
- ❖ آسیب وارده یا زوال در تجهیزات و وسایل ایمنی پرسنل، سیستم‌های نجات و تخلیه
- ❖ عملکرد سیستم CP سکو در زیر آب.

علاوه بر این موارد، میزان سلامت رایزرها، لوله‌های نفتی و فلنج‌های آن‌ها بررسی می‌گردد. همچنین مسیر نجات و تخلیه پرسنل نظیر راهروها، پله‌ها و... به دقت بازرسی می‌شوند.

بازرسی زیر آب پایه‌ی سکو

این نوع بازرسی جزو سطوح اصلی بازدیدها قرار نمی‌گیرد. این نوع بازرسی برای زمان پس از احداث سکو انجام می‌شود تا اطلاعات مورد نیاز برای بخش جمع‌آوری فرآیند SIM بدست بیاید. فرآیند انجام شده حین بازرسی به صورت زیر است:

- ❖ بازدید بصری برای قسمت‌های بالای خط گل‌ولای پایه سکو، همچنین یکپارچگی پوشش در ناحیه پاشش آب
- ❖ بررسی بصری برای اطمینان از حضور و شرایط آندها
- ❖ بازرسی چشمی برای اطمینان از حضور و شرایط تجهیزات نصب شده
- ❖ اندازه‌گیری میانگین سطح آب.

¹ Visual Inspection

² Nondestructive Testing

³ Cathodic Protection

⁴ Inspections

⁵ Splash Zone



بازدید سطح ۲، ۳ و ۴: بازرسی زیر سطح آب

به طور کلی این سطوح از بازرسی، باید به اندازه‌گیری مناسب، تشخیص و بررسی زوال و ناهنجاری سکو که بر یکپارچگی سازه‌ای آن تاثیرگذار هستند، پرداخته شود. حال به طور جداگانه محدوده اجرایی هرکدام از این سه سطوح بیان می‌گردد.

بازرسی سطح ۲ (بازرسی بصری^۱)

این سطح از بازرسی شامل بررسی معمولی بصری در زیر سطح آب توسط غواص‌ها یا ROV برای تشخیص حضور هر یک از موارد زیر است:

- ✓ زوال ناشی از خوردگی
- ✓ تغییر شکل یا شکستگی ناشی از اضافه بار تصادفی یا ناشی از آب‌وهوا
- ✓ ناپایداری بستر دریا
- ✓ ترک ناشی از خستگی قابل تشخیص با چشم
- ✓ هرگونه آسیب قابل تشخیص با چشم در طول عملیات همیشگی سکو (خمیدگی و کمانش، سوراخ و ساییدگی)
- ✓ تجمع بیش از حد روینده‌های دریایی
- ✓ شرایط تجهیزات زیرآبی.

تشخیص هرگونه آسیب قابل توجه ذکر شده در موارد بالا در طول بازرسی سطح ۲ منجر به آغاز بازرسی سطح ۳ می‌گردد.

بازرسی سطح ۳ (بازرسی CVI^۲)

این سطح از بازرسی شامل بررسی دقیق‌تر تمامی نواحی از قبل تعیین شده است. تمامی این بخش‌های تعیین شده قبل از بازرسی باید به طور کامل از روینده‌های دریایی زدوده شوند. در این سطح بازرسی به تشخیص آب‌گرفتگی اعضا^۳ نیز پرداخته خواهد شد. در واقع در این سطح به بررسی دقیق‌تر عضوهای تعیین شده از بازرسی سطح ۲ پرداخته می‌شود؛ در نتیجه امکان صرف نظر از بازرسی سطح بالاتر برای آن عضو وجود دارد؛ اما در صورت تایید وجود خرابی و مشکل در آن، بازرسی سطح ۴ آغاز می‌شود.

¹ Visual Inspection

² Close Visual Inspection

³ Flooded Member Detection



بازرسی سطح ۴ (NDT)

این قسمت شامل تست‌های غیرمخرب در زیر آب بر روی تمامی نواحی از قبل تعیین شده است. در صورت تشخیص وجود خرابی در عضو توسط تست، مهندس ناظر باید ترمیم و استفاده از روش‌های کاهش را اجرا کند. در این مرحله تشخیص این‌که عضو تحت تست سالم است نیز وجود دارد. در واقع این سطح بازرسی آخرین مرحله جهت اطمینان از وجود آسیب در عضو تشخیص داده شده در سطح ۱ بازرسی است.

فواصل زمانی برای اجرای بازرسی‌ها

مطابق با سطح ریسکی که در مباحث بالاتر به آن پرداخته و برای سکو تعیین شد فواصل زمانی مشخص می‌گردد. مطابق جدول ۴ می‌توان فواصل زمانی اجرای بازرسی‌ها را برای سطوح مختلف ریسک ملاحظه کرد.

جدول ۴: معیار ارزیابی (API 2SIM صفحه ۲۱)

فواصل زمانی بازرسی	دسته‌بندی ریسک
۳ تا ۵ سال	زیاد
۶ تا ۱۰ سال	متوسط
۱۱ تا ۱۵ سال	کم

با مراجعه به بحث بازرسی‌ها در API 2SIM صفحه ۱۸ می‌توان به مطالعه دقیق‌تر این موضوع پرداخت.

کاهش ریسک^۱

روش‌های کاهش ریسک مرحله‌ای از اجرای فرآیند SIM است که شناور نیاز به ترمیم و بازگشت به معیارهای تحلیل موردنظر را در بخش ارزیابی دارد. این قسمت در تمامی بخش‌های ارزیابی و پس از بازرسی باید مورد استفاده قرار گیرد.

روش‌های کاهش ریسک به دو دسته کلی تقسیم می‌گردد:

کاهش ریسک در معرض بودن (تغییر در جایگاه سکو)^۲ که در واقع با کاهش و تغییر در عواقب، تغییر در جایگاه سکو ایجاد می‌شود.

کاهش احتمال^۳ که با کاهش آن، خرابی سکو نیز کاهش می‌یابد.

¹ Risk Reduction

² Exposure Reduction

³ Likelihood Reduction



کاهش ریسک در معرض بودن

این روش در واقع مجموعه روش‌هایی است که با انجام آن‌ها، سکو از در معرض بودن حوادث طبیعی و اتفاقات قابل توجه فاصله می‌گیرد؛ به عبارت دیگر طبق بحث‌های ابتدایی SIM، جایگاه سکو با این اقدامات تغییر می‌یابد. با انجام یکی از اقدامات تغییر در ایمنی جانی، عواقب ناشی از خرابی و یا آماده‌سازی در برابر طوفان، می‌توان جایگاه سکو را تغییر داد. در بحث تغییر در ایمنی جانی می‌توان به برنامه‌ریزی برای تخلیه دائمی یا موقتی سکوها حین رخداد طوفان‌های پیش‌بینی شده اشاره کرد.

در بحث تغییر در عواقب ناشی از خرابی می‌توان بیان کرد که انجام یک یا تعدادی از اقدامات زیر منجر به کاهش عواقب ناشی از خرابی و به طبع آن کاهش در معرض بودن سکو می‌گردد:

◀ نصب SSSVهایی که بر اساس استانداردهای API ساخته و تست شده‌اند

◀ ایجاد مخازن قابل حذف هیدروکربن و یا کاهش آن‌ها

◀ ایجاد خطوط نفتی قابل حذف و یا تغییر مسیر آن‌ها

◀ ایزوله یا عایق‌بندی لوله‌ها برای کاهش آزاد شدن هیدروکربن‌ها.

برنامه‌ریزی برای پیش‌گیری از رخداد خرابی طوفان می‌تواند بسیار مفیدتر از برنامه‌ریزی برای پس از رخداد خرابی باشد. برنامه‌ریزی برای پیش‌گیری در واقع هر دو جنبه‌ی اقدامات آماده‌سازی در برابر طوفان و اقدامات سازه‌ای را پوشش می‌دهد. مواردی از اقدامات آماده‌سازی به صورت زیر است:

❖ برنامه‌ریزی تخلیه برای طوفان‌های بزرگ؛ اولویت تخلیه برای سکوهایی با ریسک بالای خرابی و آن‌هایی که نسبتاً از ساحل دور هستند؛ تخلیه ابتدایی برای پرسنل غیراصلی و غیرضروری باید انجام شود

❖ برنامه‌ریزی تخلیه برای طوفان‌های ناگهانی که با کمترین اطلاع از آن رخ می‌دهد؛ تخلیه شامل سکوهایی با درجه ایمنی جانی S-2 و سطح عواقب C-2، سپس سکوهایی با روبااستنس بالاتر در دسته‌بندی سکوهایی L-1

❖ شروع عملیات خاموش و محبوس کردن ایمن که شامل خاموش کردن سیستم پمپ، ایمن کردن تجهیزات و اتاق کنترل و کاهش ذخایر مایعات و...

❖ ایمن کردن اجسام آزاد و لق

❖ آماده‌سازی و ایجاد برنامه‌ای برای این‌که دسترسی به راه‌های منتهی به تجهیزات نجات و تخلیه پس از رخداد طوفان و خرابی فراهم باشد.

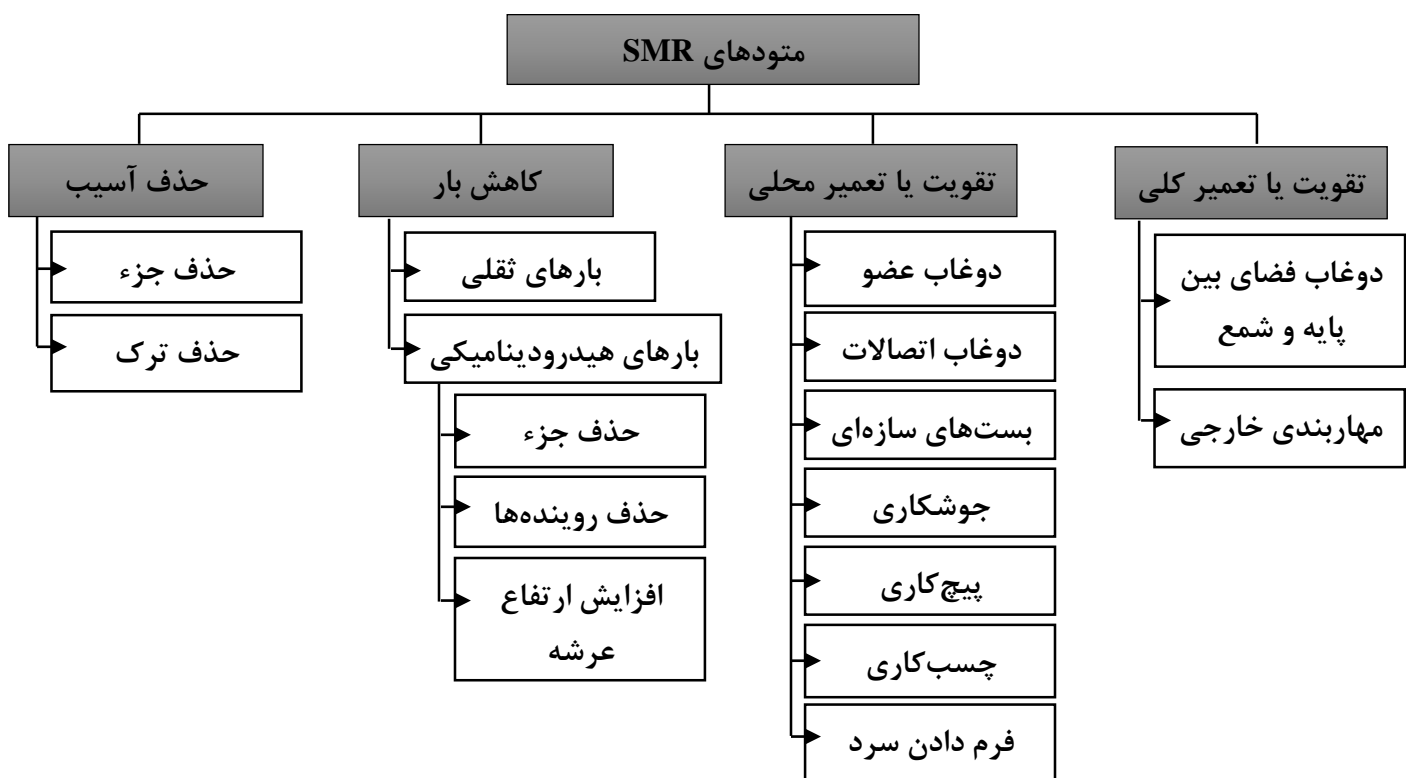


کاهش احتمال

متودهای مختلف SMR¹ برای کاهش احتمال رخداد خرابی وجود دارد که به صورت زیر هستند:

- حذف آسیب وارده به عضو
- کاهش بار
- تقویت یا تعمیر محلی
- تقویت یا تعمیر سراسری

تقویت سازه جکت در واقع به معنای کاهش ریسک خرابی سکو است. طرح و نقشه تقویت سازه باید طوری ایجاد شود تا ظرفیت سازه به سطحی برسد تا معیار عملکرد مناسب را ارضا نماید. متناوباً، امکان تغییر و اصلاح سازه برای کاهش بارهای وارده نیز وجود دارد. تکنیک‌های مختلفی برای اجرای هر کدام از متودهای بالا وجود دارد که می‌توان در چارت زیر مشاهده نمود:



شکل ۶: تکنیک‌های SMR (API 2SIM) صفحه ۵)

¹ Strengthening, Modification, and/or Repairs



جمع‌بندی

مطالب بیان شده، چکیده‌ای از آیین‌نامه API و هدف از ارائه آن آشنایی با چارچوب کلی آیین‌نامه و نحوه بررسی آن بوده است. در واقع با تشریح مختصر مباحث و قرار دادن آن‌ها در چارت، به صورت گام به گام، دید کلی از ساختار آیین‌نامه آشکار گردید. ارائه این مطالب به صورت کاملاً مختصر و جامع بوده است و در صورت نیاز به مطالعه دقیق‌تر، به صفحات اشاره شده در متن، اشکال یا جداول می‌توان رجوع کرد؛ و یا پس از مطالعه این مقاله می‌توان، با دید بهتر به بررسی دقیق API 2SIM یا بخش ۱۷ در API RP 2A پرداخت. امید است مطالب بیان شده برای علاقه‌مندان و متخصصان در این حوزه مفید واقع شود.

منابع

1. API RP-2SIM (2014), Structural Integrity Management of Fixed Offshore Structures, API Recommended Practice 2SIM, First Edition, November 2014.
2. API RP-2A WSD (2005). Recommended Practice for Planning, Design and Constructing Fixed Offshore Platforms—Working Stress Design. API Recommended practice 2A-WSD (RP 2A-WSD), 21st Edition, October 2005.