



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

حفاظت سکوهای دریایی از یخ زدگی

چکیده

کاهش تغییرات اقلیمی در میزان و مدت پوشش یخ دریا، و نیز افزایش تقاضاهای انرژی، علاقه جدیدی به کشف و حفاری نفت در آب های قطبی ایجاد کرده است. یخ زدگی لایه رویی (فوقانی) ناشی از یخ زدگی اسپری دریا و یخ زدگی جوی در قطب شمال، ممکن است بر عملیات سکوهای دریایی (ساحلی)¹ تاثیرگذار باشد. اگرچه یخ زدگی، باعث از بین رفتن سکوی دریایی نمی شود، اما می تواند ایمنی، سرعت عملیات، و بهره وری را کاهش دهد. از لحاظ تاریخی، بسیاری از تکنولوژی های حفاظت در برابر یخ زدگی، با موفقیت اندکی، روی سکوهای دریایی آزمایش شد. در حالیکه تکنولوژی های جدید و نسخه های مدرن تکنولوژی های قدیمی موفق مورد استفاده در هوانوردی، صنعت نیروی الکتریکی، و سیستم های حمل و نقل زمینی، می توانند با محیط ساحلی، منطبق شوند. این پژوهش، چارچوبی برای ارزیابی تهدید نسبی انواع توده (انباشت) یخ، مانند یخ رویی (فوقانی)، پوسته یخ²، یخبست (یخچه)³، یخبندان⁴ و برف، برای ایمنی عملکردهای سکو است. مروری بر راهبردهای حفاظتی برای نواحی سکوهای عملکردی نیز ارائه می شود.

منتشر شده توسط Elsevier B.V.

کلمات کلیدی: سکوی دریایی (ساحلی)، یخ زدگی هوا، یخ زدگی رویی (فوقانی)، حفاظت از یخ، ایمنی، قطب شمال.

1. مقدمه

اکتشاف و تولید نفت در قطب شمال به دلیل کاهش در پوشش یخ دریا افزایش یافته است. این تقاضای جهانی افزایش یافته برای نفت، در نتیجه ی تعداد بیشتری از سازه های دریایی ساخته شده، استفاده شده، و در معرض یخ زدگی از منابع جوی، خواهد بود. یخ زدگی جوی، توسط سازمان استانداردهای بین المللی (ISO)، و شورای بین المللی سیستم های برقی بزرگ (CIGRG)، به این صورت تعریف می شود: "هر گونه فرآیند تراکم و انباشت یخ یا برف بر روی اشیا (چیزها)یی که در معرض جو قرار دارند." (Farzaneh, 2008; Fikke et al., 2006) یخ زدگی جوی، بیشتر به صورت انواع یخ، براساس روش های رسوب و مشخصات رسوبات، طبقه بندی می شود. این موارد

1 offshore platforms
2 glaze
3 rime
4 frost

عبارتند از پوسته یخ حاصل از رسوب باران منجمد یا نم باران منجمد، برف، یخچه (یخبست) حاصل از ابرهای سرد و یا قطرات مه، و برفک⁵ حاصل از رسوب بخار آب به طور مستقیم به عنوان کریستال های یخی. تگرگ⁶، شکلی از بارش یخ زده و یخ رویی (فوقانی) حاصل از اسپری دریایی، است که به طور سنتی به عنوان یخ زدگی جوی طبقه بندی نشده اند، اما آنها در فرآیندهای شکلگیری شبیه هم هستند. توضیحات تکمیلی بیشتر این نوع یخ، می تواند در کارهای Fikke, Farzaneh, 2008 و همکارانش (2006) Ryerson, (2006) و SAE (2002) یافت شود. این انواع یخ زدگی، می تواند ایمنی عملیات ساحلی (دریایی) و سرعت عملیات را کاهش دهد که در این پژوهش مورد بحث قرار می گیرند. اگرچه یخ دریایی شناور نیز ایمنی و اقدامات سکوی دریایی (ساحلی) را تخریب می کند اما انواع یخ دریایی شناور در این پژوهش مورد بحث قرار نگرفته و نباید با انواع یخ های جوی، مخلوط شود. (AES, 1994)

سکوهای دریایی (ساحلی) با توجه به انواع عملیات انجام شده روی کشتی، و نوع و متغیر بودن مشکلات یخ زدگی، پیچیده هستند. انتخاب فن آوری های حفاظت از یخ دارای افزایش ایمنی، نیازمند توجه به طراحی سکو، عملیات در معرض خطر، نوع، مقدار و فرکانس تشکیل یخ، و کاربرد تکنولوژی های حفاظت یخ، می باشد. ایجاد یک طرح جامع ایمنی یخ زدگی سکوی دریایی (ساحلی)، همچنان از دانش فیزیک حاصل از فرآیندهای یکپارچه و روش های پیش گویی حوادث یخ زدگی، بهره می برد. از آنجا که حرکت کوتاه مدت سکوها سخت است، برای اجتناب از حوادث یخ زدگی، پیش بینی آب و هوایی به ندرت مفید است. در حالیکه پیش بینی، می تواند به آماده سازی تاکتیکی یک سکو پیش از حوادث یخ زدگی کمک کند. فیزیک و مدلسازی یخ زدگی فوقانی (بستر رویی) و جوی، در این مقاله مورد بحث قرار نگرفته اند، اما بررسی های جامعی نظیر Makkonen (1989) و Losowski و همکارانش (1986، 2000)، برای یخ زدگی فوقانی و Farzaneh (2008)، poots (1996) و Makkonen (1984) برای پوسته یخ، یخبست، برف و یخبندان، در دسترس است.

این پژوهش، یک ارزیابی از تهدید یخ زدگی برای نواحی عملیاتی و ساختاری سکوها از طریق استفاده از ماتریس جدول بندی متقاطع، ارائه می کند. این ماتریس، تهدیدهای نسبی ایمنی شش نوع یخ و اهمیت نسبی هفده ناحیه و

hoarfrost⁵
Sleet⁶

عملیات سکوهای دریایی را ترکیب می کند. جدول بندی های متقاطع، شاخصی از اهمیت نوع یخ در برابر مکان را ارائه می کنند. با وجود عدم دسترسی کنونی، علاوه بر فرکانس ساده یخ، مقدار اطلاعات نیز ارزشمند خواهد بود. همچنین یک جدول شامل ارائه موفق ترین تکنولوژی ها برای حفاظت از عملیات و نواحی مختلف سکو، می باشد.

بیشتر رویکردهای کمی برای ارزیابی تهدیدات ایمنی یخ سکو و فن آوری های مناسب حفاظت یخ در مکان خاص، در حال حاضر در دسترس نیستند. در حالیکه رویکرد ارائه شده در اینجا، ساختار پیچیدگی های مربوط به یخ زدگی، ایمنی ناحیه سکو و انتخاب فناوری های مناسب حفاظت یخ، را تامین می کند.

2. زمینه

محیط یخ زدگی و ساختارهای منحصر به فرد، و عملیات سکوهای دریایی کشف و تولید نفت، برای یخ زدگی جوی و فوقانی، تهدیدی برای ایمنی و سرعت عملیات ایجاد میکند. علاوه بر ملاحظات موجود درباره تاثیرات یخ زدگی بر سکوها، یخ زدگی به عنوان تهدیدی برای ایمنی، مطابق با نظریات مفهومی ایجاد حادثه است. با استفاده از طیف وسیعی از اتفاقات صنعتی جمع آوری شده توسط صنعت بیمه، Heinrich (1950)، اذعان داشت که حوادث ناشناخته جزئی و مکرر ایجاد شده توسط پدیده ای به نام یخ زدگی (انجماد) می تواند منجر به حوادث جدی تری شود. این فرض، به عنوان هرم یا مثلث برخورد (تصادف) شناخته شد که بسیاری از حوادث جزئی ناشناخته کمتر شده و اما حوادث شناخته شده رو به فزونی رفت. صدمات یا تصادفات شناخته شده کمتری، ممکن است منجر به یک یا چند واقعه مرگبار و فاجعه بار شود. پیرو این منطق، به نظر می رسد که تاثیر خوش خیم رویدادهای کوچک یخ زدگی که حاصل تهدیدی جزئی هستند، در نهایت منجر به برخوردهای یخ زدگی جدی می شوند. گرچه نظریه هاینریش بحث انگیز است و اغلب به چالش کشیده شده است، و بیش از 70 سال به طور گسترده ای پذیرفته شده است، بسیاری از نظریه های دیگر مانند پیوند چند عامل، معمولاً در ارزیابی حوادث هوایی، در تلاش برای توضیح علت حادثه، به کار رفته اند. Gunter (2008)، نظریه های علت تصادف را بررسی کرد و نتیجه گرفت که اهمیت ارگونومی و فشار تحت تاثیر محیط زیست فیزیکی است. این تئوری های علت تصادف (برخورد)، تاثیر بالقوه ایمنی یخ زدگی در محیط صنعتی دریایی را نشان می دهد.

یخ زدگی فوقانی(بستر) ناشی از اسپری دریایی و یخ زدگی جوی ناشی از برف،پوسته یخ،یخبست و یخبندان،خطراتی که سکوهای دریایی در معرض آنها قرار دارند شناسایی کردند.خطرات تعریف شده برای یخ زدگی در 25 سال پیش،هنوز در ابعاد بزرگ وجود دارد.به طور کلی، اطلاعات کم و منظم جمع آوری شده در مورد تأثیر زیرساخت ها یا یخ های جوی در عملیات دریایی موجود است.

نه یخ زدگی رویی و نه یخ زدگی جوی،باعث از بین رفتن سکوهای حفاری⁷ نفت،نشده اند.(Oilrigdisasters, 2008) گرچه برخی از خسارات سکوهای حفاری،در طوفان زمستان رخ داده اند،هیچ نشانه ای وجود ندارد که یخ زدگی به این خسارت کمک کرده است.دریای شمال،با وجود شهرتش به دلیل زمستان های سخت و سرد،اما مشکلات جدی یخ زدگی برای سکوها ایجاد نکرده است،گرچه بارگذاری های یخ در طیف 450-225MT،در این

سکوهای حفاری رخ داده است،(Liljestrom,Lindgren,1983;Liljestrom)

یخ زدگی به طور معمول،به جای یک تهدید جدی، یک عامل مزاحم است که در مطالعه(Brown و Mitten,1988) درباره یخ زدگی سکوهای حفاری مستقر در ساحل شرقی کانادا،پیشنهاد شده است. این مطالعه نشان می دهد که رویدادهای یخ زده در سیستم های حفاری "کاملاً مکرر" هستند،اما یکپارچگی کمتر از 18 تن یخ دارای حداقل تاثیر عملیات دریایی است. با این حال، با وجود نادر بودن شرایط واقعا خطرناک در کانادا، موارد مستند شده از اثرات آب و هوای قابل توجهی بر روی ایمنی سکوی حفاری در مکان هایی مانند آلاسکا وجود دارد.(Nauman , Tyagi, 1985)

خطرات خاص ناشی از یخ زدگی دریایی،تابعی از نوع یخ زدگی و چگونگی تاثیر هر نوع یخ زدگی بر نواحی خاص و عملکردهای سکوها،می باشد.یخ زدگی یک مسئله عمومی و کلی نیست،انواع یخ که می تواند در دریا تجربه شود،جایی که شکل می گیرد،و مشخصات فیزیکی آن بر نواحی و فعالیت های مختلف سکوها،تاثیرگذار است.(2009,Ryerson)،تصویر 1، نشان می دهد که از انواع مختلف یخ ممکن است در سکوی نیمه هادی قطب شمال جمع و متراکم شود.

3.ارزیابی ایمنی یخ زدگی

روش جدولی متقاطع برای ارزیابی تاثیر نوع یخ بر عملکرد سکو، گسترش یافت. (جدول 1) نوع یخ، بوسیله خطر احتمالی که انواع یخ ممکن است به ایمنی سکو خسارت وارد کند، رتبه بندی می شود. عملکرد سکو، با اهمیت نسبی هر عملکرد نسبت به ایمنی کلی سکو، رتبه بندی شده است. برای مثال، در مقایسه با برف، یخبندان به عنوان نوعی یخ زدگی دارای تاثیر کمی بر فورد هلیکوپتر، است. با این حال، پد هلیکوپتر تاثیر بیشتری بر روی سکو دارد. مطابقت با هر نوع یخ و ایمنی عملکرد سکو به صورت زیر رتبه بندی می شود.



تصویر 1، مناطق یالقه یخ، بر اساس نوع یخ، نیمه شناور روی اقیانوس

3.1. نوع یخ

خطرات یخ جوی و روسازی زیر، برای تهدید کلی نسبت به ایمنی و عملیات سکو، رتبه بندی می شوند. رتبه 10، بزرگترین تهدید است. امتیازات در جدول 1 نشان داده شده و در پرانتز بعدی است به توضیح نوع یخ زدگی می پردازد.

3.1.1. یخ (روسازی) اسپری دریایی (10)

اکثر محققان، جز چند نفر، موافقند که یخ زدگی روسازی ایجاد شده توسط اسپری دریایی، به طور معمول، بزرگترین امنیت برای سکوی دریایی است.

جدول 1. اثرات ایمنی مشترک با نوع یخ و سکو یا عملکرد، با تعداد زیادی نشان دهنده خطر جدی تر ایمنی

نسبت خطر	نسبت ایمنی	اسپری یخ	برف	پوسته یخ	یخچه	یخبندان	نگرگ
ثبات	10	100	80	70	60	40	10
یکپارچگی	10	100	80	70	60	40	10
آتش و نجات	9	90	72	63	54	36	9
ارتباطات	8	80	64	56	48	32	8
پد هلیکوپتر	8	80	64	56	48	32	8
دریچه های هوا	8	80	64	56	48	32	8
بازوی برآمدگی	7	70	56	49	42	28	7
دستگیره ها، دریچه ها	6	60	48	42	36	24	6
پنجره ها	5	50	40	35	30	20	5
جرثقیل	4	40	32	28	24	16	4
جرثقیل کوچک (دستی)	4	40	32	28	24	16	4
پله ها	4	40	32	28	24	16	4
عرشه	3	30	24	21	18	12	3
نرده ها	3	30	24	21	18	12	3
دریچه ها	2	20	16	14	12	8	2
عرشه انبار	1	10	8	7	6	4	1
استخر ماه	1	10	8	7	6	4	1

یخ بستر می تواند ثبات سکوی حفاری، را کاهش داده، سکوی حفاری را بخاطر تغییرات در فشار وارد بر اجزای ساختاری (سازه ای)، تخریب کرده، خطرات لغزشی⁸ ایجاد کرده، بار عرشه را بلااستفاده کرده، وینچ ها، جرثقیل ها و آنتن ها، را غیرفعال کرده، پنجره ها را پوشانده، و تجهیزات، دریچه ها، تجهیزات آتش نشانی، روزنه ها و برج های رادار⁹ را رهایی و نجات بخشد. یخ زدگی بستر، می تواند بیش از 1000 تن یخ را روی یک سکو انباشته کند. (Ryerson, 2008) نواحی دیگری که می توانند تحت تاثیر قرار گیرند، عبارتند از آبگیرهای هوا¹⁰، استخر ماه، عرشه زیرزمینی¹¹، پایه ها و مهاربندی عرشه.

3.1.2. برف (8)

⁸ slipping hazards
⁹ radomes
¹⁰ air intakes
¹¹ cellar deck

برف می تواند وزن قابل توجهی به یک سکو افزوده و به بی ثباتی سکوهایی شناور کمک می کند، بالای 136 تن در عمق 3- متری عرشه ها، گزارش شده است. (Liljestrom, Lindgren, 1983) برف، می تواند باعث ایجاد خطرات لغزش برای کارکنان شود، بازوهای ماسوره ای را تخریب یا به فروپاشی آن ها کمک می کند، از عمل دریچه ها جلوگیری کرده و روی سازه های شبکه ای ذوب شده و دوباره منجمد می شود که این امر باعث ریزش یخ شده که برای کارکنان و مواد و مصالح خطرناک است. به علاوه، برف، اغلب در جریان یخ زدگی اسپری دریایی رخ داده و می تواند انباشت یخ در بستر رویی را تسهیل و تشدید کند. (Brown, 1985, agnew و Brown, 1985, Roebber, 1985)

3.1.3. پوسته یخ (لعاب) (7)

پوسته یخ (لعاب)، رسوب بارش باران یخ زده یا نرمه باران یخ زده، است و عمدتاً روی سطوح افقی تاثیر می گذارد. با این حال، باد و رواناب^{۱۲} می توانند باعث انباشت و تراکم پوسته یخ بر سطوح افقی و ساختارهای شبکه ای شوند که در معرض تجمع ذرات (رسوب)^{۱۳} باران یخ زده هستند، شوند. (Jorgensen, 1982) پوسته یخ، خطرات لغزش ایجاد کرده و می تواند با قفل کردن کابل ها در یخ نشکن ثابت، جرقه های کوچک و بزرگ را غیرفعال کند. پوسته یخ (لعاب)، آنتن ها و رادارها، پنجره ها، دریچه ها، تجهیزات نجات و آتش نشانی، و شیرفلکه^{۱۴} ها را می پوشاند. در سکوی کانادا، تا 270 تن یخ لعابی با ضخامت 3 سانتی متر گزارش شده است. (Lindgren و Liljostrom, 1983) حرکت پوسته یخ (لعاب) به دلیل چگالی زیاد و سختی آن، سخت است و لایه های با ضخامت کمتر از 1 میلی متر می توانند باعث ایجاد راه پله ها و عرشه های خطرناک شوند.

3.1.4. یخبست (یخچه) (6)

یخ سرماریزه (یخبست)، ناشی از غبار فوق العاده سرد و یا قطره های ابر حمل شده توسط باد است. (2008, Ryerson) اشیای روبه رو شده با باد، به ویژه اشیای دارای قطر کوچکتر، مانند نرده ها، آنتن ها، کابل ها، و اشکال ساختاری شبکه ای، معمولاً بزرگترین ضخامت یخبست را به دلیل بازده بالاتر جمع آوری قطرات، انباشت و تراکم می کنند. این ساختارها می توانند تا حدی پر شوند و باعث افزایش بارهای باد و افزایش ناحیه سطحی گردند. سپس ریزش یخ می تواند برای کارکنان خطرناک باشد. بوران باد در عرشه می تواند گاهی

runoff¹²
accretion¹³
valve¹⁴

اوقات باعث تجمع یخبست بر سطوح سخت با دامنه کوچک، مانند سطوح بدون سرخوردگی، شده و شرایط لغزشی ایجاد کند. بوران باد در پله ها، به ویژه، در صورتی که به عنوان شبکه ای باز، ساخته شده باشند، می تواند آن ها را با یخبست پوشانده و باعث ریزش ها شود. Fett و همکارانش (1993)، انباشت و تراکمی تا 10 سانتیمتر روی عرشه ها و 30 سانتیمتر روی نرده ها را در 12 ساعت، گزارش کرده اند.



یخ زدگی بستر رویی به صورت نیمه شناور در اقیانوس در آلاسکا (خدمات مدیریت مواد معدنی)

3.1.5. یخبندان (4)

یخبندان، مستقیماً از بخار آب بر روی سطوح، تشکیل رسوبی نازک، به طور مداوم یا غیرمداوم، با سورن های دور از سطح، ایجاد می شود. یخبندان، در شب های تمیز و بدون باد، روی سطوح مقابل آسمان، شکل می گیرد. (Ryerson, 1995) در روزهای گرم، هوای مرطوب در بالای سطوح خیس و سرد حرکت می کند، یخبندان، بر سردترین سطوح و بدون اولویت در جهتگیری، تشکیل می شود. (Ryerson, 2009) یخبندان، بر عرشه ها، نرده ها، پله ها، دستگیره ها و کابل ها، تشکیل شده و حتی با ضخامت 0.05 میلیمتر، برای کارکنان خطر آفرین خواهد بود. (Haavasoja و همکارانش، 2002)

3.1.6. تگرگ (1)

تگرگ، که عمدتاً گلوله های یخی نامیده می شود، هنگامی تشکیل می شود که قطرات باران هنگام ریزش، پیش از برخورد به سطوح، دچار انجماد و یخ زدگی شوند. تگرگ، به آرامی روی سطوح افقی مانند عرشه ها، پله ها، دریچه ها، و بالشتک های فرود هلیکوپتر، تجمع می یابد. از لحاظ فنی، تگرگ، به عنوان شکلی از یخ زدگی جوی در نظر گرفته نمی شود اما ممکن است خطر لغزندگی ایجاد کند. (Ryerson, 2009)

3.2. اجزا و عملکردهای سکو

اجزا و عملکردهای سکوهای دریایی، در صورتی که توسط تجمع ذرات یخ، غیرآزاد یا غیرفعال شوند، برای اندازه خطرات ایمنی احتمالی رتبه بندی می شوند. رتبه بندی ها براساس اهمیت عملکردها یا اجزا می باشد. تهدیدهای موجود برای ایمنی کل یک سکوی حفاری دارای اهمیت بیشتر نسبت به تهدیدهای موجود برای کل خدمه، که مهمتر از تهدیدهای موجود برای هر شخص است، می باشد. و تهدیدهای موجود برای اشخاص مهمتر از تهدیدات موجود برای سرعت کار است. یک رتبه بندی از 10، یک تهدید بزرگ و یک رتبه بندی از 1، حداقل شرایط تهدید کننده را نشان می دهد. رتبه بندی ها پس از توضیحات اجزا و عملکرد سکو در جدول 1، در پرانتز نشان داده می شوند.

3.2.1. ثبات (10)

ثبات سکوی حفاری، می تواند توسط رسوبات یخ بستر، مورد تهدید قرار گیرد. توده های بزرگ یخ، می توانند گشتاور (لنگر) های غلتکی بزرگتری ایجاد کرده و سکوهای شناور عمق آزاد¹⁵ مانند آنچه در Ocean Bounty در آلاسکا رخ داد، را کاهش دهد. (Nauman , Tyagi, 1985) (تصویر 2) یخ زدگی بستر رویی، بر پایه های سکو، مهاربندی، خطوط راهنمای محافظ ترکیدن در برابر فشار¹⁶، لنگرگاه¹⁷، زنجیرها، آبگیرهای دریایی، خطوط انفجاری در منطقه بارانی، 5 تا 7 متر بالاتر از سطح دریا، ایجاد میکند. (Baller, 1983) در حالت های متعادل دریا، بیشتر یخ ها بر پایه های سکوی بالای خط آب جمع شده و به طور جدی بر مرکز سکوی حفاری جاذبه تاثیرگذار نیست، اگرچه عمق آزاد کاهش خواهد یافت. (Nauman, 1984) رسوب انواع یخ، نیز می تواند سد ایجاد کند، زیرا اکثر یخ ها به طور معمول بر روی سطح باد تاثیر می گذارند. از بین رفتن ثبات، دارای خطری بزرگ است زیرا بی ثباتی یک سکوی حفاری ممکن است فاجعه آمیز باشد و می تواند باعث از بین رفتن چندین زندگی شده و تولید نفت و مواد شیمیایی زیادی را نیز از بین می برد.

3.2.2. تمامیت و یکپارچگی

freeboard¹⁵
blowout¹⁶
mooring¹⁷

تمامیت و یکپارچگی، به پتانسیل سکوی حفاری ناشی از بارهای سازه ای ایجاد شده توسط یخ بر بخش های مختلف این سازه، بر می گردد. غشاهای سازه ای سکوی حفاری، برای انطباق تنش های نوسانی، ناشی از فعالیت موج، و تغییر در کشش، نفوذ، قطر، زبری و پاسخ خمشی، ایجاد شده با رسوب یخ، که می تواند توانایی موج در طراحی سازه را تغییر دهد، طراحی می شوند. (Crowley, 1988) این تنش ها می توانند باعث خستگی دیوارهای حایل در زیر عرشه اصلی شده و به طور بالقوه، سکوی حفاری را از بین ببرد. مشابه ثبات، تجزیه و تفکیک (انحلال) نیز خطری مهم است زیرا موجب از بین رفتن کل سکو، و غرق شدن سازه، از بین رفتن کل کارکنان، سرریزهای فشرده بالقوه نفت و حفاری مواد شیمیایی می گردد.

3.2.3. تجهیزات آتش سوزی و نجات (9)

پوشش یخ ممکن است باعث از دست رفتن قابلیت مقاله با آتش (آتش نشانی)، آتش سوزی و سنسورهای گاز، تجهیزات نجات مانند قایق های نجات و به طور بالقوه باعث از بین رفتن سکوهای در معرض آتش سوزی و انفجار شود. (تصویر 3) سنسورهای سیستم ایمنی یخ زده، کور هستند، دریچه ها با یخ مسدود شده و خدمه نمی توانند به سرعت در عرشه که لغزنده است و به طور جزئی با یخ مسدود شده است، حرکت کنند. به علاوه، توانایی برای گسترش پوسته های تخلیه از طریق راهروها یا لنگر ها ممکن است مانع انباشت یخ شود. (تصویر 4)



تصویر 3 شیر آتش نشانی و شلنگ در گارد ساحلی ایالات متحده امریکا.

3.2.4 ارتباطات (8)

از بین رفتن ارتباطات، دلیلی غیر متحمل برای از بین رفتن یک سکو به شمار می رود اما در صورت وقوع حوادث تهدید کننده زندگی می تواند زندگی گروهی را که نیاز به نجات یا کمک دارند به خطر اندازد. (تصویر 5) آنتن های ارتباطی شلاقی و دو قطبی، یخ ها را به راحتی به دلیل کم بودن قطر آنها و مکان های روباز (بدون پوشش) جمع آوری می کنند. آب در یخ به دام افتاده به ویژه اگر به صورت محلول نمک در حباب های آب شور باشد که ثابت دی الکتریک را افزایش داده و ممکن است سیگنال ها را مسدود کنند. یخ ها ممکن است نارساها را پل و آنتن های کوتاه، ایجاد کند. از دست دادن رادیو و رادار، از ارتباط با کشتی های بالقوه نجات و هلیکوپتر، جلوگیری می کند. هر چند قایق ها و هلیکوپترهای عرضه شده، ممکن است در جریان رویدادهای یخ زدگی ناشی از آب و هوای سنگین و دریاها آزاد، قادر به دستیابی به سکوها نباشد، یخ می تواند پس از بهبود آب و هوا مقاوت کرده و می تواند تجهیزات ارتباطی را پس از متوقف شدن رسوب یخ، را از کار بیندازد.



تصویر 4. قایق نجات پوشش یخ، لنگرها و کابل‌های روی OceanBounty نیمه شناور



تصویر 5. روابط پوشش یخی بستر رویی و آنتنهای رادار و پنجره های پل.

3.2.5. بالشتک فرود هلیکوپتر (8)

از بین رفتن بالشتک فرود هلیکوپتر به دلیل یخ زدگی، از تخلیه سریع افراد آسیب دیده و در معرض خطر، و تامین ایمنی در مواقع بحرانی و ایت‌م‌های پزشکی جلوگیری می‌کند. به علاوه شرایط لغزنده روی بالشتک‌های فرود، بدون نرده‌های ایمنی، می‌تواند باعث سقوط کارکنان، کشیده شدن هلیکوپتر روی بالشتک، و مشکل در اتصال هلیکوپتر گردد.

3.2.6. دریچه‌های هوا (8)

تهویه، روی سکوه‌های حفاری، به دلیل خطر سمی بودن یا غلظت گاز انفجاری، امری بحرانی است. انسداد دهانه ابگیرهای هوا، می‌تواند خطر را کد شدن گازهای انفجاری یا سمی در مناطق زندگی و یا در مکان‌هایی با منابع احتراق را افزایش دهد. به علاوه، ماشین‌آلات عملیاتی اغلب نیازمند تهویه برای احتراق، تخلیه گاز و خنک کردن است. از بین رفتن تهویه می‌تواند موجب شکست خدمات حیاتی و احتمالاً مرگ یک یا چند عضو از خدمه شود. از دست دادن قدرت به علت خاموش شدن ماشین‌آلات می‌تواند باعث از دست رفتن سکو در شرایط بحرانی شود. Carstens (1983)، در پیچه‌های مسدود یخ روی سکوی نیمه شناور را در خلیج آلاسکا مشاهده کرد.

3.2.7. بازوی گداخته جرثقیل (7)

بازوهای گداخته جرثقیل، بیش از سایر عناصر سازه‌ای سکو، در معرض یخ زدگی قرار دارند، زیرا تا بالای سطح آب امتداد می‌یابند. در نتیجه، آن‌ها در معرض یخ زدگی جوی و اسپری دریایی قرار دارند. بارهای برف و یخ، روی بیل‌های گداخته، هنگام طراحی ظرفیت بیل، باید در نظر گرفته شوند. (Fagan, 2004) به علاوه، بازوهای گداخته جرثقیل، معمولاً سازه‌های شبکه‌ای هستند، که منطقه سطحی بزرگی را برای رسوب برف و یخ تامین می‌کنند، زیرا بازوهای گداخته جرثقیل، گازهای انفجاری، یخ و برف را سوزانده و باعث آسیب به سازه بیل شده و یا باعث انسداد نازل‌های مشعل شده، می‌تواند موجب انفجار، آتش سوزی و یا تمرکز گازهای سمی گردد. (Fagan, 2004) اثرات یخ بر بیل می‌تواند باعث تهدیدات جدی برای ایمنی برای کارکنان و کل سکوی حفاری، شود.

3.2.8. دستگیره‌ها، شلنگ‌ها (6)

دستگیره‌ها و شیرها ممکن است عوض نشوند یا راه اندازی آن‌ها ممکن است دشوار باشد. دستگیره‌های یخ زده شیر، می‌تواند از اجرای بخش‌های بحرانی موثر بر ایمنی سکوه‌های حفاری و کارکنان، جلوگیری کند. (تصویر 3)

3.2.9. پنجره‌ها (5)

پنجره‌های یخ پوشان باعث از بین رفتن عملگرهای جرثقیل می‌شوند و سایر کارکنان در ایستگاه‌های کنترل محصور، کار می‌کنند. (تصویر 5) اگرچه از دست دادن دید می‌تواند خطرناک باشد، اما به احتمال زیاد به حوادث و آسیب‌های غیر مهلک منجر خواهد شد. با این حال یک جرثقیل یا تصادف (برخورد) مشابه احتمالاً می‌تواند سکو و کل خدمه را تهدید کند در صورتی که در نتیجه انفجار یا آتش سوزی رخ دهد.



تصویر 6. دریاچه یخ زده هوا در سمت راست، عرشه یخ زده ی عرشه نیمه هیدرولیکی.

3.2.10. جرثقیل های بزرگ (4)

جرثقیل ها اغلب از جمله بالاترین سازه ها در یک سکو هستند که اغلب بیشتر از 100 متر از سطح دریا، امتداد می یابند. بازوهای تیرهای پایه شبکه ای روباز روی جرثقیل ها، نواحی بالقوه برای یخ زدگی از نوع یخبست و پوسته یخی و برای یخ خطرناک حاصل از انجماد مجدد آب ذوب شده در نقاط سازه ای تبدیل، هستند. بازده جمع آوری عناصر سازه ای کوچک، بالا و نواحی سطحی بزرگ هستند. اجزای یخ زده جرثقیل، نیز می توانند بالابر را مسدود کرده و باعث پرش کابل ها یا مدود شدن خطوط می شوند. از بین رفتن جرثقیل به دلیل یخ زدگی، اگرچه به صورت بالقوه تهدیدی برای زندگی به شمار نمی آید، می تواند باعث ایجاد آسیب و از بین رفتن سرعت کار شود. سقوط یک دکل حفاری، احتمالاً یک زنجیره فاجعه بار از وقایع را ایجاد می کند.

3.2.11. جرثقیل های دستی یا دوارهای زنجیر¹⁸ (4)

¹⁸ windlasses

جرتقیل های دستی یخ زده، می توانند موجب نابودی جرتقیل ها و سایر بالابرها یا عملیات کشیدن، شده و پرسنل را به خطر می اندازد.

3.2.12. پله ها

پله های یخ زده، برای افراد، خطر سقوط ایجاد می کند، زیرا لغزنده بوده و می توانند دارای شکل نامنظمی باشند و باعث نابودی پی (پایه) می شوند. عرشه ها، پله ها و راهروها، ممکن است از نوار مشبک ساخته شود، ممکن است یک جامد باشد، سطح فولاد رنگ شده باشد، یا ممکن است با مواد غیر پوشیده شده پوشش داده شود. شبکه های باز، به آب اجازه تخلیه می دهند، اما در نهایت، یخ ممکن است بین میله های مشبک، پل ایجاد کند. پوششهای غیرشیمیایی به راحتی یخ زده و ضد یخ کردن آن ها دشوار است.

3.2.13. عرشه ها (3)

سطوح افقی و مواد و مصالح روی این سطوح، در برابر یخ زدگی برف، انجماد نرمه باران و یخ زدن قطرات باران، حساسند. یخ زدگی ممکن است در شرایط مناسب و اسپری دریایی شکل گیرد، همچنین ممکن است روی سطوح افقی نیز شکل گیرد. یخ زدگی عرشه، در صورتیکه مجرای فاضلاب روی آن منجمد شود و به آب اجازه عبور ندهد، بسیار شدید خواهد بود. بر اساس نظر Jorgensen (1982)، اسپری دریایی روی عرشه های سکوی حفاری، در دریای شمال هنگام بالا آمدن موج تا ارتفاع 10 متر، مشاهده شد. گرچه عرشه های یخ زده، دارای خطر کمتری نسبت به پله هاست، یک خطر برای ریزش (سقوط) است. (تصویر 6)

3.2.14. نرده ها (3)

نرده های یخ زده، خطری برای کارکنان به شمار می آید زیرا این نرده ها لغزنده شده، قطرشان افزایش یافته، دارای شکلی نامنظم شده و دست گرفتن به آنها سخت خواهد شد. همچنین نرده ها می توانند پوسته یخ یا مقادیر قابل توجهی از یخچه یا یخ بستر را به دلیل عناصر کوچک آنها و مکان های در معرض خطر، انباشت کنند. (تصویر 7)

3.2.15. دریچه ها (2)

باز کردن دریچه های یخ زده، یا حذف آنها بسیار سخت است زیرا وزن آنها افزایش یافته، و چنگ زدن و حمل آنها سخت می شود، و این یخ زدگی می تواند در قالب یک چسب، قلاب ها را به عرشه برساند. گرچه دریچه های یخ

زده، آسیبی هستند که مقاوم برای کار و علت بالقوه برخوردها و جراحات، به طوری غیر محتمل، خطری جدی به شمار می آیند.

3.2.16. عرشه زیرزمینی (1)

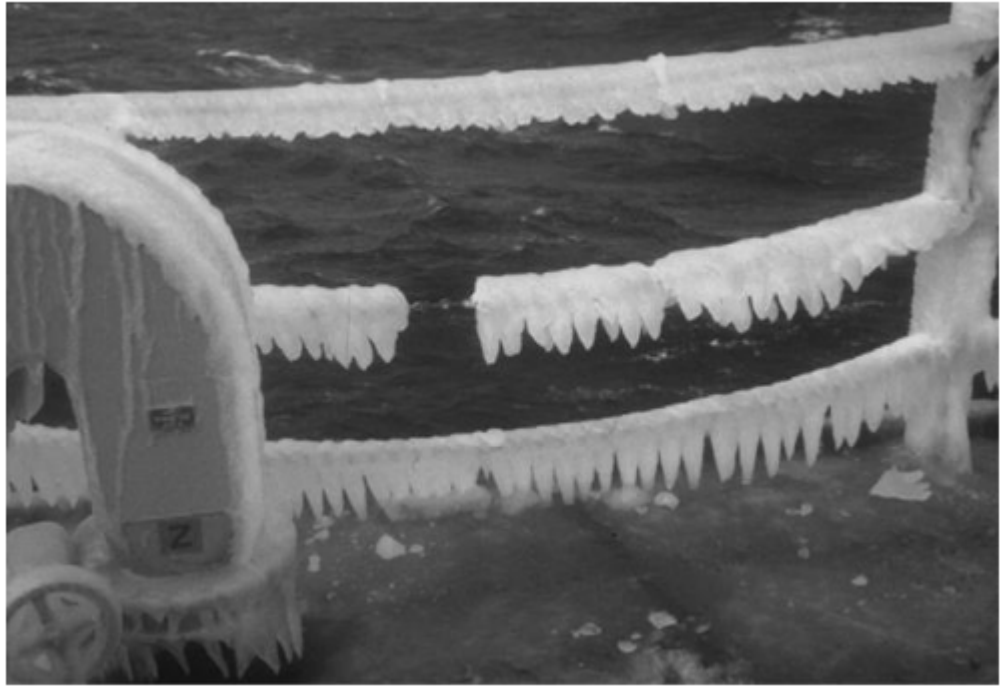
یخ زدگی عرشه زیرزمینی، در درجه اول، سرعت عمل را کاهش می دهد. یخ، روی بسیاری از اشیای با قطر کم مانند لوله کشی، رسوب کرده و به خطری برای حرکت پرسنل و بهره برداری از تجهیزات تبدیل می شوند. به علاوه راهروهای یخ زده، شیرها، و سنسورها، می توانند باعث ایجاد آتش سوزی، انفجار، و خطرات برای کارکنان، شوند.

3.2.17. استخر ماه (1)

استخر ماه، سطحی روباز، نزدیک به مرکز سکوست، جایی که لوله حفاری و دستگاه های دیگر به کف اقیانوس گسترش می یابند. یخ زدگی استخر ماه، می تواند بر کار شیرها، ارتفاعات پله و اتصالات لغزنده، تاثیرگذار و در جریان حفاری، یک ناحیه کاری فعال است. استخر ماه، نسبت به یخ زدگی ناشی از تجزیه موج و جابجایی باد در زیر سکوها، حساس است. (Baller, 1983) باید از رسوب بیش از حد یخ در اتصالات لغزنده، جلوگیری شود، به ویژه در صورتی که سکو شناور بوده و در جریان حوادث یخ زدگی، در دریاها، سنگین، جابجا می شود. یخ زدگی استخر ماه، سرعت عمل را کاهش می دهد. با این حال، شکستی که نمی تواند در این استخر باشد، می تواند یک زنجیره فاجعه آمیز حوادث را ایجاد کند.

3.3. نوع یخ در برابر عملکرد سکو

جدول 1، اثرات ایمنی ترکیبی عددی نوع یخ را در مقابل جزء یا عملکرد سکو ارائه می دهد. رتبه بندی های عددی، محصولات رتبه بندی نوع یخ از نظر میزان خطر و رتبه بندی ایمنی جزء یا عملکرد سکو، می باشد. امتیازات از 100 برای شدیدترین و جدی ترین خطرات مربوط به ایمنی در برابر یخ زدگی تا 1 برای رتبه بندی غیرجدی ترین خطرات می باشد. برخی از رتبه بندی های ترکیبی به صورت زیر است.



تصویر 7. یخ بستر رویی بر روی خطوط زندگی کابل در ایالت متحده آمریکا.

یخ زدگی اسپری دریایی و ثبات سکو و یکپارچگی، دارای بالاترین رتبه بندی ترکیبی هستند. احتمالاً یخ بستر رویی، باعث افزایش وزن برای پاشنه سد^{۱۹} شده که استفاده از دریا را در معرض خطر قرار خواهد داد و باعث شکست اجزای سازه ای سکو خواهد شد. از آنجا که کل سکو می تواند از بین رود، باعث از بین رفتن کل خدمه و نشت (سرریز) نفت شده که رتبه خطر ایمنی 100 خواهد بود. برف و بازوی گداخته جراثیل، دارای توان ایمنی ترکیبی 56 هستند زیرا بازوی گداخته، می تواند با برف تخریب شده یا با انسداد مشعل توسط برف و یخ ایجاد شده توسط برف آسیب ببیند. گرچه یک بازوی گداخته آسیب دیده، می تواند کل سکو را در معرض خطر قرار داده و ممکن است باعث آتش سوزی یا انفجار شود، از بین رفتن سکو، بعید است که باعث از بین رفتن کل خدمه شود. برف، نسبت به اسپری دریایی، کمتر احتمال دارد باعث شکست فاجعه بار شود. با این حال، برف، ممکن است باعث ایجاد تهدیدات ایمنی بیشتری برای بازوی گداخته نسبت به یخبست باشد، برای مثال، از آنجا که برف ممکن است در توده های بزرگتری در مشعل انباشته شود، اسپری را جذب کرده و وزن را افزایش می دهد.

یخ لعابدار و عرشه ها، دارای توان ایمنی ترکیبی 21 هستند زیرا لعاب، خطری برای پی می باشد، اما بعید است که باعث آسیب بیش از چند نفر شود. این خطر ایمنی، به سادگی با استفاده از مواد شیمیایی یا تقویت کننده

heel¹⁹

اصطکاک مانند شن و ماسه، به حداقل می‌رسد. به علاوه، سقوط روی عرشه پوشیده شده با لعاب، کمتر احتمال دارد که رخ دهد یا نسبت به سقوط از پله‌ها، با توان ترکیبی 28، دارای آسیب کمتری است، زیرا این سقوط می‌تواند از فاصله قابل توجهی رخ داده و آسیب‌های جدی کمتری ممکن است که رخ دهد.

یخبندان و بالشتک فرود هلیکوپتر دارای رتبه بندی ترکیبی ایمنی 32 بوده زیرا یخبندان، شرایط لغزنده‌ای ایجاد می‌کند که ممکن است باعث لغزیدن کارکنان یا هلیکوپتر شود. با این حال، یخبندان، معمولاً ضحیم نیست و اغلب دارای عمر کوتاه بوده و نسبتاً به راحتی از بین می‌رود.

برخی از جدول‌بندی‌های متقاطع، در جدول 1، به هیچ وجه تاثیری بر ایمنی نخواهند داشت. و با امتیازات پایین نشان داده می‌شوند حتی اگر مقدار آنها صفر نباشد. برای مثال، یخبندان دارای رتبه 20 روی پنجره هاست، زیرا با وجود اینکه ثبات را کاهش می‌دهد، به راحتی ذوب می‌شود. تگرگ، یک ماده سست و شل است که در درجه اول بر کارکنانی که در لنگر هستند تاثیرگذار است. اگرچه تگرگ دارای مقادیر غیر صفر برای ثبات، یکپارچگی، ارتباطات، دریچه‌های هوا، دستگیره‌ها و شیرها، پنجره‌ها، عرشه زیرزمینی، و استخر ماه، می‌باشد، بعید است که تگرگ، هیچ تاثیری بر عملکرد این نواحی نداشته باشد. عیناً ممکن است برای یخبندان در برابر یکپارچگی و ثبات نیز بیان شود.

توضیحات فوق، نشان می‌دهد که معمولاً چندین عامل وجود دارد که باعث ترکیب نوع یخ و بخش‌های اصلی سکو یا عملکردها، برای ایجاد خطر ایمنی بیشتر یا کمتر، می‌شود. رتبه بندی‌های ایمنی در جدول 1، نتیجه دانش نویسنده از یخ، اجزا و عملکردهای سکوی دریایی، و اطلاعات مربوط به تاثیر یخ بر سکوها، می‌باشد. (Ryerson, 2008) به طور ایده آل، جدول 1 باید، توسط اپراتور (عملگر)‌های سکوه‌های دریایی مناطق سردسیر، با تجربه عملیاتی در جریان انجماد، تایید شود. به علاوه، ماتریس اقتباس شده از جدول 1، می‌تواند با استفاده از بستر فوقانی سکو و مدل‌های قابل اعتماد محرک یخ زده‌ی جو، و ورود اطلاعات اقلیمی و هواشناسی، ساخته شود. اقتباس مدلی مانند RIGICE ممکن است امکان پذیر باشد. (Forest و همکارانش، 2005)

4. حفاظت از یخ زدگی

طیف گسترده‌ای از فن‌آوری‌ها برای خنثی‌سازی، ضد انجماد، و تشخیص یخ در سازه‌های دریایی در دسترس است. (Ryerson, 2009) بسیاری از این تکنولوژی‌ها، در حال حاضر، در هواپیمایی، بزرگراه، و عملیات انتقال انرژی

الکتریکی، مورد استفاده قرار می گیرند. در نتیجه، تعدادی از این تکنولوژی ها، با الزامات مختلفی از قبیل آنهایی که برای محیط دریایی مورد نیازند، گسترش و توسعه خواهند یافت. برخی از تکنولوژی ها ممکن است نسبت به دیگر تکنولوژی ها، سازگاری بیشتری با برنامه های دریایی داشته باشند. این خلاصه، مشخصات اصولی هر نوع تکنولوژی را مرور کرده و درباره اینکه این تکنولوژی ها چگونه می توانند به بهترین شکل بر سکوهای دریایی اعمال شوند، پیشنهاداتی ارائه می کنند.

4.1. ماتریس فناوری (تکنولوژی)

اجزا و عملکردهای سکو، با تکنولوژی های حفاظت یخ در جدول 2، در ارتباطند. این جفت سازی و ارتباط، عملکرد سکو که برای حفاظت از یخ زدگی مورد نیاز است را در نظر می گیرد. برای مثال، تکنولوژی هایی که باعث زنده ماندن ترافیک (تردد) فوت نمی شوند، با کاربردهای عرشه و پله ها نیز مرتبط نیستند. تکنولوژی هایی که ممکن است سیگنال های فرکانس رادیویی را مختل کند با تجهیزات ارتباطی، ارتباطی نخواهد داشت. نوع یخ، در درجه دوم در نظر گرفته می شود، زیرا برخی از تکنولوژی ها، ممکن است نسبت به انواع خاص یخ، اجرایی تر باشند. عوامل ناشناخته ای، از جمله شدت و فرکانس یخ زدگی، و مشخصات محصولات تکنولوژی، فرآیند تطبیق نیازهای عملیاتی و تکنولوژی های ذهنی، را ایجاد می کنند. این جدول و خلاصه ها، باید تنها به عنوان راهنما در نظر گرفته شوند. تجربه سکوهای دریایی با تکنولوژی های خاص، در صورت در دسترس بودن، کاربردی خواهد بود.

4.2. تکنولوژی های حفاظت در برابر یخ زدگی

4.2.1. مواد شیمیایی و کاربرد شیمیایی

مواد شیمیایی به طور گسترده ای در کنترل یخ زدگی و برف در بزرگراه و حمل و نقل هوایی به کار می روند. حداقل چهارده ماده شیمیایی معمولی و ضد یخ و همچنین انواع روش های کاربردی برای مواد شیمیایی مایع و جامد در دسترس هستند. روش های کاربردی عبارتند از: کامیون برای پخش مواد جامد یا مایع در بزرگراه ها و باند فرودگاه ها، سیستم های اسپری بازوی نصب شده در کامیون برای ضد یخ سازی برای هواپیما، تکنولوژی ثابت اسپری ضد یخ زدگی (FAST) برای پل ها، سیستم های تراوشی^{۲۰} برای بال های هواپیما، سیستم های فتیله

گذاری^{۲۱} برای پیاده روها و عرشه ها. (Ryerson, 2009) اکثر این روش ها، می توانند با مقیاس بندی و مهندسی مجدد این تکنولوژی ها، با عملیات ساحلی، سازگار شوند. این کاربرد می تواند به سادگی استفاده از سم پاش^{۲۲} های باغ برای مایعات، و به عنوان ضد یخ برای هلیکوپترها برای پخش مواد شیمیایی جامد یا سم پاش برای چمن، به کار رود. (Peck و همکارانش، 2002) این روش های اخیر ممکن است برای عرشه ها، پله ها و برخی از نواحی کاری سکوها... مناسب باشد. کاربرد مواد شیمیایی زیر عرشه های اصلی در نواحی یخ زده رویی، عرشه زیرزمینی، و نواحی استخر ماه، و سازه های مشبک مانند بازوهای گداخته جرثقیل، و دکل های حفاری، ممکن است نیاز به سیستم های اسپری اختصاصی و ثابت FAST وجود داشته باشد.

تا همین اواخر، کلوریدها، رایج ترین مواد شیمیایی کنترل یخ مورد استفاده در روسازی^{۲۳} ها، بودند. (viadero, 2005) سدیم کلرید، ارزان، و خورنده، بوده و به آرامی عمل کرده و نسبتاً در درجه حرارت های پایین موثر نیست. (Greenawalt, 2008) کلسیم کلرید، نسبت به سدیم کلرید دارای خورندگی کمتری است و در دماهای پایین موثر است و گرماده بوده و باعث ذوب نسبتاً سریع یخ و برف می شود.

ثبات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
یکپارچگی	x	x	x	x	x	x		x		0	
آتش و نجات	x	x	x	x	x	x		x		0	0
ارتباطات		x	x		x	x	x	0			
پد هلیکوپتر	x	x	x		x		x	0	0	0	0
دریچه های هوا				0	x	x		x			0
بازوی جرثقیل	x	x	x		x		0	x	0		0
دستگیره ها، دریچه ها		x	x		x	x		0		0	
پنجره ها	X	0			x	0	x	x			0
جرثقیل	x	0	x		0	x		x		0	0

wicking²¹
sprayer²²
pavement²³

جدول	جرثقیل کوچک(دستی)	x	x	0		x	x	x	0	0		
2.نواح	عرشه	x	x	x		0	x	x	x	0		
ی												
عملکر	زده ها	x	0	x	0	0	x	x	x		0	0
دی												
سکو	دریچه ها		x	0	x	x	x		x	0		0
در	عرشه انبار		x	x	0	x	x	x	0			
برابر	استخر ماه		x	x	0	x	x	x	0		0	
راه												

حل های تکنولوژی حفاظت در برابر یخ زدگی.

با این حال، کلسیم کلرید، یک پسماند^{۲۴} لغزان (لغزنده) از خود به جای گذاشته که خورنده بوده و می تواند برای کارگران خطرناک باشد. (Peeples, 1998) منیزیم کلرید، دارای ویژگی های مشابه کلسیم کلرید از جمله برجای گذاشتن یک پسماند لغزنده، خوردگی و پوسته ای است. (Ryerson, 2009) اگرچه پوسته کلسیم کلرید و منیزیم کلرید، ذوب شدن برف و یخ را تشدید می کند، و باعث خوشه ای شدن در ذخیره که ممکن است در ارتباط با رطوبت محیط دریایی باشد، می شود. پتاسیم کلرید، با سایر مواد شیمیایی برای افزایش اثربخشی استفاده می شود، که نسبتاً بی اثر و ضد یخی گران قیمت است. (Peeples, 1998)

سه ماده شیمیایی استات، استات منیزیم کلسیم (CMA)، استات پتاسیم، و استات سدیم، اخیراً بیش از کلریدها، به دلیل نرخ خوردگی کمترشان، مورد قبول واقع شده اند. CMA، به یک ماده شیمیایی یخ زدای رقیق شده، تبدیل شده است، با این حال گران بوده، دارای عملکرد نسبتاً آهسته در دماهای پایین بوده، و نسبتاً نیازمند اکسیژن بیولوژیکی زیادی (BOD)، هستند که آب های سطحی را تخریب می کند. این ماده، می تواند به صورت مایع یا جامد مورد استفاده قرار گیرد. (Fischel, 2001) استات پتاسیم، یک ماده شیمیایی با خوردگی کم است که در دماهای پایین، به خوبی عمل می کند. (Greenwalt, 2008) میزان خوردگی این ماده، آنقدر کم است که می تواند در باندهای فرودگاه یا در محل های فرو هلیکوپتر، مورد استفاده قرار گیرد. (AFCEA, 1995) با این حال، هواپیما پس از

قرار گرفتن در معرض این ماده، به علت آسیب احتمالی به ترمز، نیازمند شستشوست. استات پتاسیم نیز گران بوده و دارای BOD بیشتری نسبت به CMA می باشد. (Fischel, 2001) استات سدیم، به صورت مایع یا جامد در دسترس است، و در دمای کم در یخ یا برف عمیق، موثر بوده و برای استفاده در باند فرودگاه ها تایید شده است. با این حال، توصیه شده است که هواپیما پس از قرارگیری در معرض استات سدیم، شسته شود. به علاوه، باعث واکنش های مخرب سیلیس قلیایی در بتن شده، یک نگرانی ممکن برای سکوها مربوط به بتن در سازه است. استات سدیم، نیز مانند سایر استات ها، گران بوده و دارای خوردگی کم می باشد. (Switzenbaum و همکارانش، 1999، Rangaraju و همکارانش، 2006).

دو ماده شیمیایی مبتنی بر گلیکول، برای یخ زدایی و در قالب ضد یخ پیش از پرواز هواپیما در دسترس قرار گرفته اند. در یک زمان رایج (معمول)، اتیلن گلیکول در حال حاضر به علت سمی بودن به ندرت برای خنثی کردن یا ضد انجماد استفاده می شود. گرچه این ماده هنوز هم معمولاً به عنوان خنک کننده موتور استفاده می شود، استفاده از ضد یخ اتیلن گلیکول، برای یخ زدایی نامناسب است، زیرا مانع شونده خوردگی و افزودنی های مانع آتش سوزی، در خنک کننده، نسبت به سیال یخ زدا، متفاوت است. پروپیلن گلیکول به عنوان یخ زدای هواپیما و سیالات ضد یخ، در تمام هواپیماهای بدون سرنشین فعلی استفاده می شود. این ماده، جز برای افزودنی ها، غیر سمی، دارای حداقل خوردگی، و در دماهای کم موثر است. با این حال، پروپیلن گلیکول، دارای BOD زیاد بوده و می تواند باعث انباشتگی آب^{۲۵} در ابهای سطحی، شده و هنگام ورود آن از دریچه ها، ممکن است برای مسافران هواپیما، بیماری ایجاد کند. (یک مشکل بالقوه برای کارکنان سکو) گلیکول ها، روی عرشه ها و مسیرهای پیاده، لغزنده اند. (EPA, 2000, AEA, 2008)

فرمیت سدیم و اوره دو ماده شیمیایی یخ زدا هستند که از لحاظ شیمیایی، مرتبط به سایر مواد یخ زدا، نیستند. استفاده از فرمیت سدیم دارای خوردگی و BOD کم، سمیت کم، برای بزرگراه ها و باندهای فرودگاه، تایید شده است که گران بوده و در دماهای کم عمل می کند. (AirForce, 2005) این ماده، تنها به صورت جامد، اما محلول در آب در دسترس است. با این وجود، باعث آسیب به فولاد گالوانیزه زینک اندود، می شود. (Reeves و همکارانش، 2005) اوره به صورت مایع یا جامد در دسترس بوده و به دلیل قابلیت خوردگی کم

آن در باندهای فرودگاه مورد استفاده قرار می گیرد. این ماده، در دماهای پایین، به طور سریع باعث یخ زدایی نمی شود، در حالیکه در BOD زیاد و سمیت بالای آبی، باعث یخ زدایی می شود. از آنجا که که اوره تجزیه می شود، گاز آمونیاک آزاد کرده، و خطری بالقوه در نواحی غیر قابل کنترل سکوها در یایی به شمار می رود. (Switzebaum و همکارانش، 1999)

یک گروه نسبتاً جدید از مواد شیمیایی یخ زدای جدید، مبتنی بر شکرهای حاصل از کشاورزی با محصولات چغندر قند، ذرت و الکل می باشد. به عنوان یک گروه، این مواد شیمیایی دارای خوردگی حداقل، دارای عملکرد در دمای پایین، بوده و ویسکوزیته نسبتاً کمتری نسبت به سایر مواد شیمیایی یخ زدا، دارد و تائمی رسوبی بین طوفان ها ایجاد می کنند. همه این مواد شیمیایی مایع، نسبتاً گراند، اما سریعاً برای استفاده در بزرگراه ها مورد پذیرش قرار می گیرند.

سکوها، دارای سطوح مختلفی هستند، که ممکن است از عملکرد مواد شیمیایی یخ زدا بهره مند شوند. مهمترین آن ها، عرشه ها، پله ها و بالشتک های فرود هلیکوپترها هستند. یک مسئله جدی مواد شیمیایی در محیط دریایی (ساحلی)، پتانسیل برای رقیق شدن و شستشو با امواج و اسپری (افشانه) سنگین، می باشد. این مسئله، می تواند مشکلی جدی در زیر عرشه اصلی سکوها باشد. سیستم های کاربردی و دائمی اسپری کردن (افشاندن)، مثل FAST، می توانند برای حفاظت از سازه های حایل و لوله کشی، در زیر عرشه اصلی، روی جرثقیل ها، و بازوی جرثقیل قرار گیرند تا سازه های مشبک و احتمالاً پله ها، عرشه ها و سکوی فرود هلیکوپتر را یخ زدا کنند. (Johnson, 2001; Ryerson, 2009) سیستم های فویل سازی، می توانند روی عرشه ها و پله ها، و سیستم های تراوش می توانند روی دیواره های کشتی قرار گرفته و باعث چکه کردن از پنجره ها شوند. (Stallabrass, 1970). اتحادیه پویایی های نوآورانه، (2007) استات پتاسیم، ممکن است به دلیل قابلیت آن در درجه حرارت پایین، خوردگی کم، و مفید بودن برای بالشتک های هلیکوپتر، برای سکوها قابل استفاده است. پروپیلین گلیکول، نیز از آنجا که به عنوان یک ضد یخ یا یخ زدا در دسترس است، و برای هواپیما ایمن است، یک سیال داوطلب، به شمار می رود. استفاده از مواد شیمیایی مبتنی بر شکر کشاورزی، به دلیل عملکرد قابل قبول آن ها و پتانسیل خوردگی کم آنها، ممکن است سودمند باشد.

4.2.2 پوشش (روکش)ها

روکش‌ها، برای کاهش نیروی چسبندگی^{۲۶} یخ به بسترها در نظر گرفته شده و اغلب به عنوان راه حلی ایده آل برای یخ زدگی در نظر گرفته می‌شود زیرا کنش پذیرند. نیروهای چسبندگی کمتر از 10 کیلوپاسکال بین یخ و روکش‌ها، اندازه گیری شده اند، در حالیکه نیروهای چسبندگی یخ، هنوز رسیده نیست بلکه به قدر کافی برای جلوگیری از شکلگیری یخ، کم و پایین است.

برخی از روکش‌ها، از بین رفته و یک لایه از مواد روکش دارای یخ پاک می‌شود، زیرا نیروی چسبندگی درون روکش، کمتر از نیروی چسبندگی روکش دارای یخ است. (Ferrick و همکارانش، 2008) علاوه بر روکش‌های مخرب، روکشهایی که باعث آزاد شدن یخ در رابط پوشش یخ می‌شوند، و نیز در دسترسند، مانند روکش‌هایی هستند که عوامل کاهش دهنده نقطه ذوب را آزاد کرده و روکش‌هایی که باعث گسترش شکست یخ می‌شود. (Ryerson, 2009) بیشتر پوشش‌ها با انرژی سطحی پایین نگهدارنده قطرات آب مایع در سطح، تا حدودی آب‌گریز^{۲۷}ند. هر چه قطره کروی شکل تر باشد، زاویه تماس آن با سطح بزرگتر است، بنابراین این سطح، آب‌گریزتر است. (Farzaneh, 2008)، نشان می‌دهد که افزایش آب‌گریزی، به کاهش قدرت چسبندگی یخ کمک می‌کند. اگر قطره‌ها به صورت کروی روی یک سطح آب‌گریز منجمد شوند، قطره‌ها ممکن است پس از رول شدن کج شده، ارتعاش اتفاق افتد یا هوا روی در بالای سطح با سرعت کافی جابجا شود. فناوری نانو، پیشرفت‌های زیادی در ایجاد سطوح آب‌گریز، در پی داشته است. (Ryerson, 2008; Kulinich et al., 2009; Kannapardy et al., 2010)

روکش‌ها نیز می‌توانند کارایی و اثربخشی تکنولوژی‌های فعال را افزایش دهند. هنگام استفاده از یک رویکرد فعال، کاربران می‌توانند زمان وقوع ریزش یخ را، کنترل کنند، به ویژه در صورتی که خطر سقوط جرثقیل، کابل‌ها یا سایر سازه‌های سربار، وجود داشته باشد.

در اکثر موارد، محدودیت‌های زیر بر روکش‌ها اعمال می‌گردد. مشخصات و عملکرد روکش‌ها، با توجه به آب‌گریزی آنها در برابر قابلیت یخ‌گریزی، متنوع بوده و برای هر پوشش آب‌گریز و قابلیت‌های یخ‌گریزی هنگام کاربرد روی سطوح مختلف، اساساً می‌تواند بسیار متنوع باشد. به علاوه، روش‌های استفاده از آنها برای سطوح مختلف، از کاربرد ساده با ابزارهای معمول نقاشی تا نیاز به مراقبت در یک اتوکلاو، بسیار متنوع

adhesion strength²⁶
hydrophobic²⁷

است. اغلب، آبگریزی و یخ‌گریزی هر دو، در طول زمان کاهش می‌یابند. روکش‌ها دارای طول عمری محدود از چند ماه تا چند سال بوده و آلودگی سطحی پس از کاربرد آن می‌تواند کیفیت یخبندان را کاهش دهد.

روش‌های آزمایش نیروی چسبندگی یخ نسبت به روکشها بسیار متنوع بوده و بسیاری از نتایج مختلف روش آزمایش، قابل مقایسه نیستند. به علاوه، آزمایشات استاندارد برای آزمون طول عمر، مشخصات کاربردی و مقاومت آلاینده‌ی روکش‌ها؛ انجام نشده است. بنابراین، تنها دستورالعمل ناقص و خام در حال حاضر، مربوط به کارایی است.

استفاده از روکش‌ها برای بیشتر سطوح سکو، به از بین بردن یخ کمک خواهد کرد. روکش پشتیبان (حایل)‌ها، لوله کشی و کابل‌های زیر عرشه اصلی، در نواحی مرتفع اسپری دریایی، که یخ زدگی بستر رویی (فوقانی) ممکن است رخ دهد، ممکن است از بین رفتن یخ با تاثیر یخ و سایر لرزه‌های سازه‌ای، را تسهیل کند. روکش تجهیزات آتش‌نشانی، ممکن است امکان ذوب یخ را بدون تخریب سنسورهای حساس، شیرها و سازه‌های کامپوزیت فراهم کند. روکش‌ها ممکن است مانع تخریب آنتن در جریان یخ زدایی شوند. سازه‌های مشبک مانند جرثقیل‌ها و بازوهای جرثقیل، ممکن است از روکش‌های یخ‌گریز بهره‌مند شده و باعث شوند که یخ بلافاصله پس از رسوب، جدا شود، بنابراین فرآیند ذوب، انجماد مجدد و خطرات جانبی سقوط یخ را کاهش می‌دهد. روکش‌ها باید پیش از استفاده برای عرشه‌ها، پله‌ها، نواحی کار، بالشتک‌های فرود هلیکوپتر، مورد بررسی قرار گیرند، زیرا هنگام خیس شدن آنها ممکن است به اندازه کافی لغزنده باشند و ایمنی را به خطر بیندازند.

4.2.3 طراحی

طراحی سازه‌ای شاید مهمترین ابزار برای کاهش خطرات یخ زدگی روی سکوه‌های دریایی و قایق‌های موجود، باشد. با این حال، طراحی برای جلوگیری از یخ زدگی، ممکن است مانع کارایی دیگر عملکردهای سکو شود. در کل، یخ زدگی، با کاهش مقدار و ارتفاع اسپری تولید شده با موج و تاثیرات برجسته این سازه، کاهش منطقه سطحی که یخ می‌تواند در آن شکل گیرد، و کاهش تعداد اشیای با قطر کم که کارایی مجموعه یخ و توان یخ را برای که به صورت مکانیکی نسبت به سازه قفل شود، افزایش داده، می‌تواند به طور موثر کاهش یابد. بنابراین کاهش ناحیه سطحی در خط بارگیری کشتی²⁸، و ماسوره سازه سکو با ارتفاع بیشتر از آب، شبیه به قوس ماسوره‌ای کشتی، ممکن است اسپری را کاهش داده و آن را دور کند. (Ryerson, 2009) پایه‌های پشتیبان صفحه‌ای شکل با

قطر بزرگ با ضمایم آنها، کف صاف عرشه های اصلی، ممکن است رسوب یخ را کاهش داده و خود افشاندن را تشویق کنند. فاصله های بیشتر میان عرشه اصلی و خط بارگیری کشتی، ممکن است از افشاندن آب مایع و اندازه قطره روی عرشه اصلی و نواحی کار، بکاهد. سکوه های بالابر می توانند پتانسیل رسوب یخ روی پایه های مشبک را با محصور کردن پایه ها در روکش های صفحه ای بزرگ که ناحیه سطحی و قفل شدگی مکانیکی را کاهش می دهند، کاهش دهند. (Paulin, 2008; Ryerson, 2009) محصور شدن راه ها، پله ها، عرشه ها، دکل و نواحی استخر ماه، و آنتن ها در برج های رادار، استراتژی های طراحی کاهش یخ زدگی، قابل قبول است.

4.2.4. دافع (کشنده)

سیستم های دافع در درجه اول برای یخ زدایی طراحی می شوند. با این حال، در صورت فعال شدن با فرکانس کافی، برخی از سیستم های دافع می توانند به طور موثری، ضد یخ باشند. سیستم های دافع با سرعت بخشیدن به بستر یخ زده و یخ متراکم با سرعت کافی، به طوری که یخ در حال حرکت، بر نیروی چسبندگی آن نسبت به بستر غلبه کرده تا بستر به حد جنبش خود برسد، عمل می کنند. بنابراین، اینرسی²⁹ یخ بر نیروی چسبندگی آن با بستر غلبه کرده و این نیروی چسبندگی خود با بستر را از بین می برد. سیستم ها، از قرارگیری سیم پیچ های الکترومغناطیسی در زیر پوسته فلزی انعطاف پذیر، تا چسباندن تنگنای انعطاف پذیر از مواد دی الکتریک و هادی برای سطح حفاظت شده، متغیرند. (Embry) و همکارانش، 1990، Al-khalili، 2007، بنگاه پویایی های نوآورانه، 2007، Ryerson، 2009) اگرچه همه سیستم ها، به راحتی یخ سخت، شیرین و شکننده را از بین می برند، توانایی آنها برای از بین بردن یخ بستر نرم و نمکیفبه طور گسترده ای مستند نشده است. سیستم های دافع؛ مکانیکی بوده و در مقایسه با سیستم های حرارتی سنتی، انرژی کارآمد دارند، زیرا از انرژی برای تامین حرارت پنهان برای ذوب یخ استفاده نمی کنند. آنها همچنین توانایی از بین بردن توده های بزرگ یخ، را دارند. (تصویر 8)

سیستم های دافع، ممکن است روی سکوه های در نواحی خارج از دسترس کارکنان در جریان آب و هوای شدید، دارای بیشترین مزیت باشند. برای مثال، سیستم های دافع، می توانند به طور موثر، دیوارهای پشتیبان در زیر عرشه اصلی و عرشه زیرزمینی، استخر ماه و دیواره های خارجی کشتی یخ زدایی کنند. همچنین می توانند در

صورتی که هندسه شیار قابل قبول باشد، برای دریچه ها نیز اعمال شوند. نرده ها و دریچه ها، نیز دارای کاربردهای بالقوه هستند. از آنجا که این سیستم های می توانند به طور موفقیت آمیزی در فقل های ناوبری، عمل کنند، سیستم های دافع، نیز قادر به حفظ تاثیرات و مناطق شستشوی موج در نزدیک خط بارگیری کشتی، می باشند. از آنجا که سیستم های دافع، به صورت مکانیکی یخ را از سطوح یخ زده می زدایند، محل استقرار آنها باید با دقت برنامه ریزی شود تا از آوار یخ بر کارکنان جلوگیری شود. به علاوه، ریزش یخ حاصل از یخ زدایی دیواره ها ممکن است عرشه ها را بیوشاند، همانطور که چندین تکنولوژی یخ زدایی می تواند رخ دهد.

4.2.5. حرارت (گرما)

حرارت برای یخ زدایی، از راه های مختلفی، از هوای مرطوب که حرارت زیادی را به عنوان انرژی پنهان ارائه می دهد تا هوای داغ خشک، تا سیستم های الکتروحرارتی جدید که گرما را با کارایی بیشتری نسبت به سیستم های الکتروحرارتی سنتی، تامین می کنند، می تواند تامین شود. (Ryerson, 2009) چندین فناوری، هوای داغ را به سطوح یخ زده منتقل کرده و یخ حاصل از سطح مشترک هوا و یخ را تا سطح مشترک یخ و بستر، ذوب می کنند. (Ryerson و همکارانش، 1999، 1998، Curry) این فرآیند مستلزم آن است که کارکنان، یک نازل را برای انتقال گرما به سطح یخ زده، حرکت داده و هوای داغ را برای ذوب شدن یخ هدایت می کند. یخ زدایی هوای گرم نیازمند انرژی کافی برای ذوب کردن کل حجم یخ مانده روی سطح، است مگر اینکه سرعت هوا بتواند یخ را از بین برده و قطعات آن را در جریان ذوب از بین ببرد.



تصویر 8. یک سیستم دافع اسمی یک متر مربعی، روی دیوار سد رودخانه می سی سی پی، از بین برنده یخ حلقه ای با تک پالس.

سیستم های الکتروحرارتی، هم در قالب سیستم های ضد یخ عمل می کند که به طور مداوم درجه حرارت یک سطح را که از حالت انجماد گرمتر است، حفظ کرده یا به طور متناوب گرما ایجاد می کنند به طوری که یخ انباشت شده ذوب شده و ریزش کند-فرآیندی با انرژی کارآمد بیشتر. عموماً، چندین میلی متر در داخل سطح محافظت شده اند و نیازمند هدایت گرما از طریق مواد سطحی و درون یخ هستند. بنابراین، افزایش حرارت نسبتاً کند، با گرمایش بستر پیش از گرم شدن یخ، انرژی هدر می رود. برای بهبود کارایی انرژی، چندین سیستم الکتروحرارتی جدید، گرم کننده ها را مستقیماً روی سطح یخ زده قرار می دهند. به علاوه، این گرم کننده، سریعاً گرم شده و برای درجه حرارت بالاتر نسبت به سیستم های الکتروحرارتی سنتی، در هنگام یخ زدایی موردنظر است. در این وضعیت، گرمای کمتر، برای مواد سطح بستر از بین رفته و گرمای بیشتری در سطح مشترک گرم کننده-یخ وارد یخ می شود. (Petrenko et al., 2003) این گرمایش، تنها لایه نازکی از یخ را ذوب کرده تا نیروی چسبندگی یخ را کاهش دهد، و این امر به یخ اجازه لغزش روی سطح را می دهد. این تکنولوژی های گرمایشی "پالس" جدید، 20 تا 50 درصد کارآمد تر از سیستم های الکتروحرارتی سنتی هستند. (سازمانهای Eric.2008.Hans.2009)

سیستم های الکتروحرارتی سریع پاسخده، نیاز به اتصال حصیرهای گرمکن متصل به سکوها، دارند. این حصیرهای گرم کننده، می توانند به طور دائم یا موقت، به دیواره ها، سازه های پشتیبان زیر عرشه اصلی، لوله کشی، ورودی های هوا، دریچه ها و شاید و عناصر استخر ماه و عرشه های زیرزمینی، متصل شوند (ضمیمه شوند). این سیستم ها ممکن است به توده های بزرگ یخ اجازه پاک شدن سریع و کارآمد از سکوها را بدهند در صورتی که ثابت کنند که به اندازه کافی برای محیط دریایی قوی هستند.

سیستم های یخ زدای هوای داغ، می توانند برای سکوها مورد استفاده قرار گیرند، به ویژه در نواحی که کارکنان می توانند لوله های لاستیکی^{۳۰} و نازل ها را برای یخ زدایی عرشه ها، تجهیزات ایمنی، دیواره ها، پنجره ها، آنتن ها و نرده ها، حرکت دهند. حساسیت دمایی مواد و مصالح، همچنین محل منابع حرارتی باید در نظر گرفته شود. با این حال، غیر از قرار دادن سیستم های تحویل هوای گرم، تغییر زیربنایی اندک نیز ضروری است.

4.2.6 مایعات (سیالات) با سرعت زیاد

ارزش مایعات با سرعت بالا، هوا، آب و بخار، برای از بین بردن یخ و برف سازه‌ها، ثابت شده است. سرشیلنگ‌های بخار، برای از بین بردن یخ از روی کشتی‌ها و باز کردن لوله‌ها و آبروهای یخ زده، مورد استفاده قرار گرفته‌اند. (Rand و همکارانش، 1989) جت‌های آب و بخار، برای کاهش ضخامت 1 متری از سطوح نشان داده شده‌اند. (Hanamoto, 1977) این اثبات‌های تجربی، روی سطوح بتنی که به سادگی با اسپری سریع (با سرعت بالا) تخریب نمی‌شوند، رخ داده است. با این حال، استفاده از سیستم‌های مشابه، روی سکوها، دریایی، نیازمند مراقبت است زیرا رنگ از سطوح پاک نمی‌شود و زیرا حساسیت گرمایی و مواد و مصالح نرم (کامپوزیت و پلاستیک)، و مواد شکننده (شیشه)، آسیب نمی‌بینند یا نابود نمی‌شوند.

برخی از فرودگاه‌ها، از سیستم‌های با حجم بالا و کم فشار برای پاک کردن برف از هواپیما استفاده می‌کنند. (Wyderski و همکارانش، 2003) (تصویر 9) برداشتن یخ به تنهایی توسط هوا دشوار است و لولاینکه سرعت آن (هوا) 300 متر بر ثانیه باشد. با این حال، تزریق حجم کم مایع یخ زدا به جریان هوا، همراه با حرارت در مایعات، برای برداشتن سریع یخ و برف سنگین و مرطوب، نشان داده شده است. (Dawson, 2000, Koering, Ryerson, 2003) این سیستم‌ها ممکن است به خصوص برای حذف توده‌های بزرگ نسبتاً نرم، و یخ سطح بستر، موثر باشند. استفاده از سیستم‌های با سرعت بالا در سکوها، تعادلی میان مانورپذیری و اثربخشی است. از بین بردن حجم زیادی از برف یا یخ روی بخش‌های سکوها، مستلزم سیستم‌های قدرتمندی است که برای پرسنل برای اداره کردن و کنترل بدون کمک، دشوار است. در حالیکه بیشتر تکنولوژی‌های حفاظت در برابر یخ زدگی، برای از بین بردن میلیمترها یا سانتیمترها یخ، موثرند، ممکن است در صورت نیاز به حذف یک متر یخ یا بیشتر، که از لحاظ فنی، به چندین اجزای سازه‌ای متصل است، ممکن است با شکست روبه‌رو شوند. آب، بخار یا مایع یخ زدا با سرعت بالا، ممکن است راه‌حل‌های مختلفی را برای این شرایط یخ ضخیم بوجود آورد، با این احتیاط که آسیب به برخی قسمت‌های سکو، بدون کنترل و رسیدگی دقیق، امکان‌پذیر است.

4.2.7 مادون قرمز

انرژی مادون قرمز، یک روش از راه دور انتقال گرما به یک شی از یک فرستنده الکتریکی یا گاز اخراج شده است. (RAS, 2006, Ryerson, 2006, Ryerson, 1999, 2009). ساعت کننده های مادون قرمز، می توانند یخ زدا یا ضد یخ باشند، در جایی که سیستم های یخ زدا ممکن است آسیب ببینند. یخ زدایی مادون قرمز، یا ضد یخ بودن آن، استفاده از گرما برای ذوب یخ، یا پرهیز از شکلگیری یخ، می باشد. با این حال، به جای نیاز به عنصر گرمایشی، که مستقیماً روی سطح قرار می گیرد، انرژی مادون قرمز، از طریق جو از یک ساعت کننده، منتقل می شود. انرژی مادون قرمز توسط یخ جذب می شود تا باعث ذوب شود یا سطحی را برای جلوگیری از یخ زدگی، گرم کند. بیشتر انرژی مادون قرمز در تکنولوژی های مورد استفاده برای حفاظت از یخ زدگی، در طول موج های بین 3 تا 15 میکرومتر تابش می شود. طول موج های کوتاهتر توسط تشعشعات گرمتر منتشر می شوند، و تشعشعات گرمتر انرژی را با شدت بیشتری منتشر می کند. با این حال، توانایی سطح دریافت کننده برای جذب انرژی نیز مهم است.



تصویر 9، سیستم هوای یخ زدای با سرعت بالا، با تزریق مایع، 10 سانتی متر از ضخامت یخ مرطوب را از قسمت بال از بین برده در آزمایشگاه

مرکز اقلیم McKinley.

در حالیکه یخ، یک جذب کننده قوی در طول موج های طولانی تر از 3 میکرون، است، سایر مواد اغلب جذب کننده نیستند. به عنوان مثال، آلومینیوم جلا، تنها حدود 10 درصد از انرژی مادون قرمز که بر سطح آن تاثیر گذار است

را، بسته به طول موج جذب می کند، در حالیکه رنگ های نفتی (نفت-مبنا)، بیش از 90 درصد را جذب می کنند. اشیایی که نیازمند گرما و در معرض ضدیخ هستند، باید با مواد با قدرت جذب بالا در طول موج های مادون قرمز، پوشانده شوند. اشیای داخل میدان دید، که باید خنک نگه داشته شوند، می توانند با روکشی پوشانده شوند که دارای جذب مادون قرمز کمتری است. برخی از سیستم ها دارای لنزهایی برای تمرکز بر انرژی مادون قرمز، هستند که گرم کننده ها را در فواصل بیشتر، موثر تر می سازند. (Davilla و Gulley، 2007) استفاده از انرژی مادون قرمز، نیازمند دقت است، زیرا می تواند موادی مانند کامپوزیت ها را بیش از حد گرم کند. امیترها، نزدیک به 1000 کیلوگرم کار می کنند، مگر اینکه طراحی مناسب بتواند در صورت تمرکز گازهای انفجاری در نزدیکی، یک منبع اشتعال باشد. به علاوه، امیترها می توانند به لحاظ حرارتی یا فنی، توسط اسپری دریایی سنگین مورد آسیب قرار گیرند.

سیستم های مادون قرمز، ممکن است برای ضد یخ شدن سکوها، آتش نشانی و تجهیزات نجات، آنتن های ارتباطی، بازشوهای دریچه، شیرها و دستگیره ها، سطوح نامنظم، مانند جرثقیل ها و دوارهای زنجیر، و پله ها و راهروها، مورد استفاده باشند. (تصویر 10)

4.2.8. یخ زدایی به صورت دستی

از روش های یخ زدایی دستی، استفاده از چوب بیس بال و چوب های چوگان، و خاک انداز، روشی سنتی برای یخ زدایی ساختارهای دریایی است. (تصویر 11) بسیاری از کشتی ها، با استفاده از روش های یخ زدایی مکانیکی، حفظ شده اند.



تصویر 10. سیستم ضد یخ مادون قرمز، حفاظت کننده در برابر ورود CRREL. (با تشکر از نویسنده)



تصویر 11. یخ زدایی دستی یخ در بستر فوقانی با چوب بیس بال در پیش بینی عرشه محافظ ساحلی ایالات متحده آمریکا.

با این حال، ممکن است بسیاری از این روش ها از بین رفته باشند، زیرا یخ زدایی دستی تنها گزینه بود. اگر عرشه ها، به دلیل آب و هوای سنگین، غیر قابل دسترس باشند، یخ زدایی دستی اهنسته بوده یا نمی تواند رخ دهد. یخ زدایی مکانیکی نیز، مستلزم تعداد زیادی از پرسنل با استقامت زیاد، به طور بالقوه قرار گرفتن در معرض آب و هوای شدید، و خطر فرستادن کارکنان به بیرون، می باشد. اگرچه یخ زدایی دستی، با توجه به تجهیزات، مقرون به صرفه است، برای کارمندان هزینه بر است. اشیای روی سکوها، ممکن است توسط چوب بیس بال یا چوگان یا

چکش‌ها، شکسته شده یا آسیب ببینند، صرف نظر از این، روش‌های دستی احتمالاً همیشه، مورد نیاز مکان‌هایی روی سکوها خواهند بود که با تکنولوژی‌های ضد یخ یا یخ زدای جایگزین، به طور کامل حفاظت نشده‌اند. به علاوه، روش‌های دستی، در صورت شکست سایر روش‌ها، نسخه مهمی از تکنیک یخ زدایی هستند.

روش‌های یخ زدایی دستی، فقط بر نواحی قابل دسترس سکوها برای کارکنان تاثیرگذار است. نواحی که ممکن است کارکنان در آب و هوای سخت، به آن دسترسی نداشته باشند، عبارتند از: نواحی بزرگ بالقوه در زیر عرشه اصلی، ناحیه استخر ماه، بازوی جرثقیل و جرثقیل‌ها، پنجره‌ها و آنتن‌ها، باید با دقت یخ زدایی شوند، همانطور که سازه‌های کامپوزیت و سیستم‌های حسگر گاز و آتش، که در معرض آسیبند نیز باید با دقت یخ زدایی شوند. دستگاه‌هایی مانند افشانه‌ها ممکن است برای ساختارهای کامپوزیتی و پنجره‌ها، مناسب‌تر باشند.

4.2.9. فعال کننده (موتور یا محرک) های فیزوالکتریک

موتورهای فیزوالکتریک، با تخریب و یا تسریع سطوح به قدر کافی، که نیروی چسبندگی یخ غالب شود، یخ زدایی می‌کنند. (Palacios et al., 2008; Ryerson, 2009) مبدل‌ها بر پشت سطوح انعطاف پذیر قرار می‌گیرند. مبدل‌های فعال، در یک یا چند محوری، امتداد می‌یابند، که باعث ایجاد واکنش در مواد زیرلایه (لایه فرعی) می‌شود. سیستم‌های فیزوالکتریک، در حال حاضر، در اوایل توسعه قرار دارند، و اگر نمونه‌های اولیه در دسترس قرار گیرند، ممکن است در مناطق محدود برای محافظت از موارد خاص در سکوها، مورد استفاده قرار گیرند. در نهایت، محرک‌های با قدرت بالا ممکن است برای محافظت از نواحی بزرگی که دارای شکل ساختاری یکنواخت هستند، استفاده شوند. همانطور که با سیستم‌های دافع، موتورهای فیزو، می‌توانند باعث شکست قسمت‌های یخ برای انباشت روی عرشه‌ها و سایر سطوح مستقر در زیر اشیای یخ زدایی شده، شوند. موتورهای فیزوالکتریک، ممکن است از روکش دریچه‌ها، عرشه‌ها و دیواره‌ها و سایر نواحی ساخته شده از مواد نسبتاً نازک و انعطاف پذیر، حفاظت کنند.

4.2.10. چکمه های پنوماتیک

چکمه‌های پنوماتیک به طور موفقیت آمیزی، برای یخ زدایی بال هواپیما به کمک لبه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. چکمه‌ها یخ را در وضعیتی شبیه به چندین تکنولوژی دیگر، از بین می‌برند- یخ روی سطح چکمه انباشته شده، و زمانی که به قدر کافی متراکم شد، چکمه سست شده، سطح آن را تکان داده و یخ را شکسته و لایه برداری می‌کند. جاذبه یا جریان هوا، یخ را حمل می‌کند. چکمه‌ها علاوه بر هواپیما، در کشتی‌ها، دیواره‌ها و رادوم‌ها، نیز

اند. (Ackley, 1976, Kenny, 1976, Govoni, 1977, Hanamoto, 1977, Franklin, 1992) همه کاربردهای

آزمایش شده ی این تکنولوژی، بیانگر عهد و وعده است. گرچه، یخ همیشه بعد از یک یا دو تورم چکمه ای، به طور کامل از بین نمی رود، بیشتر یخ ها، بادتلاش های اضافی از بین می روند. عملکرد چکمه می تواند با کاربرد پوشش های یخ گریز نسبت به سطح چکمه، ارتقا یابد. اگرچه چکمه ها می توانند قطعه قطعه شوند، نسبتا ارزان، قوی، ساده برای ساخت و اجرا، راحت در نصب هستند. چکمه ها در خط بارگیری کشتی (خط آبی) دیوارها برای پاک کردن یخ حلقه ای، آزمایش شده اند. (Hanamoto, 1977) از آنجا که چکمه ها، محیط زیست را زنده نگه داشته اند، ممکن است اسپری خشن و محیط شسته شده با موج، در زیر عرشه اصلی سکوها، را زنده نگه دارند. چکمه های پنوماتیک، می توانند در نواحی سازه پشتیبان سکوها برای حفاظت پایه ها، ترمزها و کف عرشه از تجمع قطعات بزرگ یخ، قرار گیرند. این چکمه ها ممکن است در اطراف ساختار شبکه جرثقیل قرار گیرند، تا ناحیه تجمع یخ را کاهش داده و یخ را از بین ببرد. چکمه ها می توانند از آنتن های ارتباطی حفاظت کنند. چکمه های کوچک، می توانند از لوله ها و نرده های ایمنی حفاظت کنند.

4.2.11. روکش (پوشش) ها

استفاده از پوشش های انعطاف پذیر، نتایج متفاوتی را به ارمغان آورده است. (Pyle, Zadra, 1990) پوشش های انعطاف پذیر برای یخ زدایی خودشان در باد، شناخته نشده اند. با این حال، در یک فرآیند یخ زدایی دستی، اشیایی که به سستی توسط برزنت^{۳۱} ها تحت پوشش قرار می گیرند، نسبت به اشیایی که به سختی توسط برزنت ها محدود می شوند، خیلی راحت تر دچار یخ زدایی می شوند. هنگامی که یخ روی برزنت سست، شکل می گیرد، به شکل برزنت در می آید و با آن مطابقت می کند. در هنگام چسبندگی سست، برزنت، به راحتی پیچ می خورد و هنگام ضربه با چوب بیس بال یا چکش، باعث شکستن یخ به پوسته و قطعات شکسته می شود. برزنت ها، ساخته شده از موادی است که یخ گریز یا حتی آب گریز هستند، و هنگام اتصال به اشیا ممکن است خیلی راحت تر دچار یخ زدایی شوند. پوشش اشیا با برزنت ها، عملکرد شی را کاهش داده و باید تصمیمی گرفته شود که چه چیزی مانع استفاده از اشیا به طور قابل توجهی می شود- برزنت یا یخ. پوشش تجهیزات آتش نشانی و

نجات، پوشش دریاچه ها، ندره ها، و جرثقیل های دستی با برزنت، ممکن است به آنها اجازه یخ زدایی آسانتر را بدهد. لفاف برزنت ها در پیرامون سازه شبکه ای جرثقیل و بازوی گداخته جرثقیل، در صورت عملی بودن (براساس مکان) سطح منطقه ای که یخ روی آن تجمع می یابد را کاهش می دهند و ممکن است در از بین بردن یخ موثرتر باشند.

4.2.12. پنجره ها

پنجره ها، به دلیل تجهیزات بصری و مکانیکی شان، چالشی ویژه برای یخ زدایی هستند. روش های موثر و کنونی برای یخ زدن پنجره ها، گرما و حرارت، مواد شیمیایی و پوشش ها هستند. گرمایش پنجره، یک تکنولوژی خوب استقرار یافته و رشد یافته با صنایع اتومبیل و هواپیمایی، می باشد. گرما یا با گداختگی هوای گرم بالای سطح پنجره، یا با نیروی مقاومت عناصر گرمایشی تعبیه شده در شیشه یا چسبیده به سطح، به شیشه انتقال می یابد. تکنولوژی های در حال توسعه، از جمله، یخ زدایی پالس، با گرم کردن یخ، کارایی بیشتری خواهند داشت - سطح مشترک گرم کننده به جای گرم کردن شیشه. (Petrenko و همکارانش، 2003) مواد شیمیایی می توانند در یخ زدایی پنجره ها مورد استفاده قرار گیرند. علاوه بر مایعات دیزلی معمولی که در شیشه جلو اتومبیل استفاده می شود، واشرها، به عنوان تغییری از مفهوم قطره ای می توانند برای پنجره ها استفاده شوند. این روش می تواند مایع خنثی کردن سطح شیشه را از بالای یک لوله چند لایه^{۳۲}، تخلیه کند. (Stallabrass, 1970) چندین بازاریاب و توسعه دهنده پوشش ضد آب/ضد یخ، نیز به لحاظ بصری، پوشش های شفاف که وعده ی کاهش چسبندگی یخ را می دهند، فراهم می کنند. (Ryerson, 2009) در نتیجه، اکثر پوشش ها، دارای اثر بخشی و طول عمرهای مختلفی هستند. این پوشش ها مانع تشکیل یخ نمی شوند، اما می توانند از بین بردن یخ را ساده تر کنند. گرما، مایعات، و پوشش ها، به راحتی با پنجره های سکوها، سازگار می شوند. با این وجود، پوشش های بیشتری، با رشد این تکنولوژی در دسترس خواهند بود. تکنولوژی قطره ای، مستلزم طراحی و مهندسی کاربردهای سکوها خواهد بود. از آنجا که پنجره های سکو معمولاً به خوبی در بالای سطح اقیانوس قرار می گیرند، به احتمال زیاد، اسپری دریایی، برای از بین بردن سریع مواد شیمیایی، کم باشد.

4.2.13. کابل ها

یخ زدگی کابل، یک مسئله سنتی و هزینه بر برای صنعت نیروی الکتریکی به ویژه برای خطوط انتقال برق با ولتاژ بالا است. همچنین، یخ زدگی کابل، مسئله ای برای سیم های برج ارتباطی، بالابر اسکی و اپراتورهای گوندولا (کابین انتقال اسکی باز به بالا)^{۳۳}، پل های کابل کشی و کانتینر راه آهن الکتریکی، می باشد. (Daniel, 2004, Laursen, 2005) کابل های روی سکوهای دریایی، معمولا هادی برق نیستند، و به همین ترتیب روش گرمایش ژولی قابل استفاده برای خطوط انتقال برق، در دسترس نیست. کابل های نسبتا کوتاه سکو (برای مثال، خطوط عمر) (تصویر 7)، ممکن است با استفاده از چکمه های پنوماتیک، دچار یخ زدایی شوند. گرچه این تکنولوژی، به طور تجاری در دسترس نیست، در نیو همپشر و واشنگتن، نشان داده شده و کاربرد آن سخت نخواهد بود. (Franklin و Govoni, 1992) با این حال، چکمه ها، برای کابل های بادکش که سایش و خرد کردن آنها را از بین می برد، قابل اجرا نیستند. روش های یخ زدایی کابل دافع، نیز برای خطوط انتقال الکتریکی، توسعه یافته اند، و در حال حاضر روی پل تعلیق در حال آزمایشند. (Laforte و همکارانش، 1995, Laursen, 2004) این تکنولوژی به راحتی قابل استفاده بوده و برای برخی از کابل ها و تجهیزات سکو، مناسب خواهد بود، اما نه برای دوار زنجیرهایی که در این تکنولوژی آسیب دیده اند. پوشش ها می توانند برای کمک به از بین بردن یخ، برای کابلها مورد استفاده قرار گیرند. اگرچه قفل کردن مکانیکی یخ نسبت به کابل ها، یک مسئله رایج است، پوشش ها ممکن است اجازه دهند که کابل ها یخ را کاملا پاک کنند. (Laforte et al., 1998) روش های مکانیکی از جمله برنده (برش دهنده) های خودکار یخ، که کابل را جابجا کرده و یخ را از بین می برند، دستگاه هایی که شوک مکانیکی تیزی را به کابل اعمال می کنند که باعث خرد شدن و از بین رفتن یخ می شوند، و دستگاه های ارتعاشی که دامنه قابل توجهی را برای پاک کردن یخ گسترش می دهند، تاکنون با موفقیت آزمایش شده اند. (Farzaneh, 2008) روش های شوک روباتیکی و مکانیکی، ممکن است بیش از همه برای کابل های مورد استفاده در جرثقیل ها و دوارهای زنجیر، مفید باشد، زیرا دستگاه های یخ زدایی، فقط به صورت موقت به کابل متصل می شوند. با این حال، هنگامی که کابل ها در ارتفاع قابل توجهی قرار می گیرند، سیستم های اتصال به کابل، به ویژه در شرایط یخ زدگی، ممکن است سخت یا غیر ممکن باشد. پوشش های ترکیب شده با تکنیک های مکانیکی، ممکن است موثرترین باشند.

4.2.14. آشکارسازی (کشف یا تشخیص) یخ

چهار تکنولوژی آشکارسازی (کشف) یخ، عکس برداری، کنترل از راه دور، ترسیم (نقشه) تطابقی، و کاوشگر، برای اطلاع از حضور یخ به صورت خودکار، با راه اندازی تکنولوژی های حفاظت از یخ زدگی، در دسترس هستند و نشان می دهند که آیا یخ به طور کامل از بین رفته است یا خیر. فناوری تصویربرداری از یخ، میزان، و در برخی موارد ضخامت پوشش یخ را نشان می دهد تا تعیین کند که قبل یا بعد از یخ زدایی آیا یخی بر سطوح وجود دارد یا خیر. (Wyderski و همکارانش، 2003، Gregoris و همکارانش، 2004) (تصویر 12) مطالعات نشان داده اند که تصویرگرها برای جایگزینی حسگر لمسی یخ که روشی استاندارد برای تعیین این موضوع بوده است که آیا سطوح باند هواپیما یخ زده اند یا خیر، به اندازه کافی دقیق هستند. (Bender و همکارانش، 2006) روش های تصویربرداری ممکن است برای محیط دریای به ویژه، جایی که یخ زدگی اولیه باعث خطرات لغزشی روی عرشه ها، پله ها، نواحی کاری، و بالشتک های فرود هلیکوپتر، می شود، مورد استفاده قرار گیرند. تشخیص منطقه وسیع، ممکن است برای نظارت بر نواحی که در آنها لایه های نازک یخ تجمع می یابند، و به صورت بصری قابل تشخیص نیستند، و تهدیدی برای ایمنی هستند، مانند راهروها، نواحی کار، پله ها، بالشتک های فرود، و شاید ناحیه استخر ماه، مفید باشد.

تشخیص از راه دور بدون تصویر برداری، در حال حاضر، برای جاده های دارای سیستم های اطلاعاتی و برای فعال سازی سیستم های FAST بزرگراه ها، به کار رفته که ضخامت یخ و حضور آب یا یخ یا برف را نشان می دهد. (Haavasoja و همکارانش، 2002) این فن آوری ها برای نظارت بر ایمنی پله های سکو، عرشه ها، و نواحی کار مفید خواهد بود.

شناساگرهای یخ، با یک سطح جداسازی شده با توجه به شکل سازگار هستند. اگرچه مهمترین شناساگر در هوانوردی برای حفظ جریان مختل نشده در بالای ایرفویل، قرار دارد، سنسورهای جاسازی شده در سطحی است که ممکن است مقدار یخ بیشتری که روی آن سطح تشکیل شده را نشان دهد در صورتی که همچنان از لحاظ حرارتی شبیه به محیط پیرامونشان باشند. (Haavasoja، 1998، Napert، 2002، Ryerson، 2009) سازگاری شکل نیز ممکن است شناس آسب به سنسور را کاهش دهد زیرا در بالای محیط اطراف بیرون آمدگی ندارد.

شناساگرهای کاوشگر یخ، رایج ترین نوع شناساگر یخ در کاربردهای هواپیمایی، آب و هوایی، خطوط انتقال برق، توربین های
 باد، هستند. (Tattleman, 1982, Baumgardner, 1989, Ryerson, 1990, Ryerson, 1994, Claffey, 1994 و همکارانش،
 Ryerson, 1995, Claffey, 1995, Ramsay, 1995, Fikke, 1997, Homola, 2006 و همکارانش، 2006،
 Ramsay و Ryerson, 2007) (تصویر 13)



تصویر 12. نواحی پوشیده شده از یخ و نواحی آزاد یخ مشاهده شده با سیستم تصویربرداری یخ روی تیغه هلیکوپتر در تصویر بالایی. تصویر پایینی که به طور همزمان گرفته شده، به طور همزمان مشکل دید منطقه بدون سیستم تصویربرداری یخ را نشان می دهد.

Fikke و همکارانش (2006)، انواع مختلفی از شناساگرهای کاوشگر را توصیف کردند، برخی از آنها با دهه ها کاربرد در صنعت نیروی الکتریکی، وزن یخ انباشته را اندازه گیری می کند. براساس نظر Jackson و Goldberg (2007)، وابستگی رسوب یخ به سازه ای با شناساگرهای از نوع کاوشگر یخ، نسبت به دیگر انواع شناساگر، ساده تر است. حسگرهای کاوشگر معمولاً فقط نشان دهنده میزان یخ زدگی هستند و به طور مستقیم

میزان واقعی یخ موجود روی سطح را نشان نمی دهد. میزان یخ زدگی در هر مکان، بر عوامل محلی بستگی دارد. بنابراین، همبستگی میان حسگرهای کاوشگر و سطوح ذینفع ضروری است، هرچند این همبستگی ها ممکن نیست به عنوان تغییر شرایط در رویدادهای یخ زدگی، باقی بمانند. (Ramsay و Ryerson, 2007) سکوها می توانند از انواع دستگاه های تشخیص یخ بهره مند شوند. شناساگرهای تصویر برداری و کنترل از راه دور، و برخی شناساگرهای ترسیم نقشه، ممکن است برای تشخیص تشکیل اولیه یخ روی نواحی کاری، مفید باشند.



تصویر 13. شناساگر از نوع کاوشگر برای اندازه گیری باران یخ زده و نم یخ زده باران.

این شناساگرها، در تعیین آغاز یخ زدگی و آغاز شرایط خطرناکی که می توانند باعث سقوط و ریزش شوند، برتری دارند. بالشتک های فرود هلیکوپتر، نمی توانند با تصویر برداری یا کنترل از راه دور حس شوند، زیرا حسگرها باید در بالای بالشتک فرود، نصب شوند. با این حال، حسگرهای تطابقی که می توانند ترافیک (حجم) موثر بر بالای سطوح را تحمل کنند، رسوب یخ بر سایر سطوح سکو مانند زیر عرشه اصلی، تشکیل یخ بر خطوط عمر، و اسکله های بیرونی، و رسوب یخ بر دکل های حفاری، بازوهای گداخته جرثقیل، و پوسته های تخلیه، ممکن است با ترکیبی از شناساگرهای کاوشگر و تطابقی به بهترین شکل شناسایی شوند. شناساگرهای کاوشگر، بهترین مکان را در جایی قرار می دهند که بتوانند شرایط یخ زدگی را در چندین مکان نمایش دهند. خطر قابل توجه برای بیشتر شناساگرهای یخ، و سایر شناساگرهای تطابقی، پتانسیل تخریب در جریان یخ زدگی دستی است. همه شناساگرها

باید در یک سیستم اطلاعاتی و سیستم اعلام خطر قرار داده شوند. علاوه بر این، آنها باید برای اثربخشی در شرایط یخ نمکی و برای توانایی آنها برای زنده ماندن در محیط دریایی، مورد ارزیابی قرار گیرند. Fikke و همکارانش (2006) و Homola و همکارانش (2006)، برای توربین های بادی، و SAE (2004)، برای هواپیما، خلاصه ای عالی از انواع گسترده ای از تکنولوژی های شناساگر یخ و طرح های در دسترس در سراسر جهان، فراهم می کنند.

5. بحث و نتیجه گیری

یخ زدگی می تواند خطری برای ایمنی سکوهای دریایی باشد. اقدامات لازم برای بهبود ایمنی با توجه به سطح مطلوب ایمنی باید در نظر گرفته شود. از آنجا که هیچ تکنولوژی مفردی نمی تواند از کل سکوی دریایی در نواحی عملکردی محافظت کند، انتخاب مناطق برای محافظت و روش حفاظت آنها باید با اختیار انتخاب شود. این امر نیازمند آگاهی از انواع یخ زدگی است که می تواند بر سکوهای دریایی و اهمیت هر ناحیه عملکردی برای ایمنی سکو، تاثیر گذارد.

در عملیات خطوط انتقال برق و صنایع هواپیمایی، یخ زدگی معمولا از جنبه جلوگیری از سست شدگی فاجعه آمیز با جلوگیری از شکستگی ها و جلوگیری از فروریختگی برج های ارتباطی در نظر گرفته می شوند. بزرگراه ها به طور کامل، بزرگترین خطر بوجود آمده توسط دپارتمان بزرگراه را یخ زدایی می کنند زیرا تمیز کردن همه بزرگراه ها در همه مکان ها امکان پذیر نیست. و تصادفات در بزرگراه ها در شرایط یخ زدگی، اگر بیشتر از شرایط غیر یخ زده نباشد، کمتر از آن نیست. (2008, Vanderbilt). هدف از حفاظت سکو در برابر یخ زدگی، ممکن است برای افزایش ایمنی با حداقل سرمایه گذاری ممکن باشد. این امر مستلزم شناسایی و حفاظت از نواحی بحرانی مرتبط با ایمنی روی سکوست، زیرا بعید است که همه نواحی عملکردی سکوها می توانند در جریان رویدادهای یخ زدگی حفاظت شوند. آنچه از این تحلیل بدست می آید این است که تکنولوژی هایی برای حفاظت از یخ زدگی می تواند انتخاب شود که با عملکرد نواحی مورد نیاز و انواع یخ که بیشترین خطر را برای نواحی ایمنی دارند، سازگار باشد.

جدول 1 نشان می دهد که مهمترین عملکردها برای حفاظت، آنهایی هستند که اگر در معرض خطر قرار گیرند، می توانند به سستی فاجعه بار منجر شوند. نوع یخ برای حفاظت در برابر آن چیزی است که به احتمال

زیاد باعث خسارت فاجعه آمیز-یخ زدگی بستر فوقانی می شود. با این حال، هرم ایمنی هرمیون (1950)، نشان می دهد که بسیاری از رویدادهای کوچک، کم و قابل گزارش، در نهایت منجر به حوادث قابل گزارش و در نهایت، منجر به تصادف فاجعه آمیز می شود. آینده فرضیه ایمنی هرمیون، ممکن است بیشتر برای تعیین اولویت حفاظت از عرشه ها، پله ها و سایر نواحی که افراد می توانند اغلب با پیش بینی که می تواند باعث کاهش شانس یک حادثه فاجعه بار نادر است، آسیب ببینند، مناسب تر است.

پیروی از بهترین نظریه ایمنی نمی تواند در این پژوهش تهیه شود، اما نظریه ایمنی یا فلسفه انتخاب شده ممکن است محافظ چگونگی حفاظت از یک سکو، باشد. راهبرد حفاظت از یخ زدگی نیز احتمالاً با فرکانس یخ زدگی و میزان آن بسته به نوع یخ، و شاید حتی الزامات شرکت های بیمه، هدایت خواهد شد.

یکی از اهداف این پژوهش، ایجاد چارچوبی برای تعیین مهمترین مسائل ایجاد شده برای ایمنی با یخ زدگی سکوهای دریایی مربوط به ناحیه عملکردی سکو و نوع یخ، است. این رویکرد ارائه شده، ساختاری را برای یک مشکل پیچیده از چگونگی تشخیص جایی که بزرگترین دستاوردهای ایمنی مربوط به یخ زدگی ممکن است روی سکوها ساخته شود را تامین می کند. این چارچوب، یک عقیده نیست، برای همین کمبود اطلاعاتی که برای عملکردهای خاص سکوها و محیط های یخ زدگی، وجود دارد. و به وضوح، انعطاف پذیری فلسفی در انتخاب راهبرد ایمنی با توجه به یخ زدگی وجود دارد. این پژوهش نیز اطلاعاتی درباره پتانسیل تکنولوژی های حفاظت از یخ زدگی، جدید و قدیم، و چگونگی استفاده از آن ها در محیط دریایی، ارائه می دهد. گرچه مسائل یخ زدگی روی سکوهای دریایی بیش از 25 سال پیش، مشخص شده بود، چندین پیشنهاد درباره چگونگی تشخیص مشکل به صورت سیستماتیک، وجود داشته اند. مفاهیم ارائه شده در این پژوهش برای ایجاد حداقل مبنایی برای بحث و اندیشه، اگر نه یک برنامه برای عمل، در نظر گرفته شده است.

تقدیر و تشکرها

بودجه این پژوهش، توسط دپارتمان خدمات مدیریت داخلی مواد معدنی ایالات متحده آمریکا، Herndon.VA، تامین شد. یافته های این گزارش، نباید به عنوان اداره رسمی ارتش ایالات متحده آمریکا یا پست وزارت امور داخلی ایالات متحده توسط سایر اسناد مجاز ساخته شود.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی