Archive of SID

بهره‌گیری از شمع‌های مکشی، در راستای تثبیتسکوهای استخراج منابع هیدروکربوری در آب‌های ایران

[۱]بهزاد مشیدی، دانشجوی کارشناسی ارشد سازه دریایی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
b.moshayedi@aut.ac.ir
[۲]امیرعلی صفرعلیزاده، دانشجوی کارشناسی ارشد سازه دریایی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
aa.safaralizade@aut.ac.ir
[۳]مصباح سایبانی،هیات علمی و استادیار دانشگاه صنعتی امیرکبیر
msayebani@aut.ac.ir
[۴]حدیث زارعی، دانشجوی کارشناسی مهندسی شیمی، دانشگاه اراک
zrei.hds@gmail.com

چکیده

در این مقاله، با توجه به معیارهای پیشنهادی و آیین‌نامه‌های مختلف، به بررسی انتخاب بهینه روش‌های حفاری و اجرای شمع،در مناطق فراساحلی، می‌پردازیم. با توجه به هزینه‌های فوق سنگین طراحی و احداث سازه‌های دریایی،از قبیل اسکله و سکو،نیاز است با بهره-گیری از تکنیک‌های مناسب،پایداری سازه را برای مدت زمانی طولانی تضمین نماییم. در این انتخاب، می‌بایست با بررسی شرایط منطقه و نوع اهمیت طرح، انتخاب بهینه، صورت پذیرد. در این بررسی، پارامترهای متعددیدخیل است،که انتخاب بهینه طرح را پیچیده و دشوار می‌سازد.با توجه به نیاز روزافزون ایران به گسترش فعالیت‌های استخراج و اکتشاف منابع هیدروکربنیفراساحلی و همچنین صنایع خدماتی و لنگرگاهی وابسته و نیز هزینه‌های هنگفت ساخت و نگهداری آنها، بهره‌گیری از تکنیک‌های نوین و مناسب با بیشترین بازدهی را پیش از پیش ضروری ساخته است.طبق مطالعات انجام شده در این مقاله، این نتیجه حاصل می‌شود،که استفاده از صندوقه‌های مکشی یا شمع‌های مکشی به جهت محاسن بسیار از جمله عدم آلودگی صوتی، سادگی در ساخت و عدم نیاز به عملیات کوبش جهت نصب می‌توانند جایگزین مناسبی برای شمع‌های سنتی و آب‌های فراساحلی دریای خزر و خلیج فارس منظور گردد.

کلمات کلیدی:شمع مکشی،منابع هیدروکربری، صندوقه مکشی،سازه فراساحلی، پی عمیق، بستر

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

پی‌های عمیق از متداول‌ترین سازه‌ها، به‌منظور انتقال بار، در احداث هر نوع سازه، به خصوص سازه‌های دریایی محسوب می‌شوند.به آن دسته از پی‌ها که نسبت عمق به کوچکترین بعد افقی‌شان، از ۶ تجاوز نماید، اصطلاحاپی عمیق گفته می‌شود[۱]. انواع پی‌های شمعی، دیوارک‌ها و دیوارک‌های جداکننده، از جمله پی‌های عمیق بشمار می‌روند.تاریخچه پیدایش شمع‌های مکشی، به ۲۰ سال پیش باز می‌گردد و این رشد و تکامل در دهه ۸۰ و ۹۰ به صورت کاربردی در کاربردهای پهلوگیری برای واحدهای تولیدی شناور آغاز گردید. نخستین سازه-های فراساحلی، در نزدیکیساحل اجرا شده و پی‌های بکار رفته در آن‌ها عموما شبیه خشکی است و عموما توسط شمعکوب‌های کوبشی در داخل بستر نفود می‌نمایند. در شمع‌های سنتی، با اعمال ضربه به سرعت ۴۰۰ متر بر ثانیه بر قسمت فوقانی شمع، یک موج فشاری از بالای شمع به سمت پایین به حرکت درمی‌آید. در طول مدت این فرایند، تنش حاصله، توسط مصالح و خاک اطراف، مستهلک می‌شود و در نتیجه موج فشاری تولید شده تبدیل به نیرویکششی و نهایتا هر دو یکدیگر را خنثی می‌کنند. با گذشت زمان و پیشرفت تکنولوژی ساخت صنایع دریایی، اجرایسازه‌های دریایی درآب‌های عمیق، در دستور کار پیشگامان صنعت نفت و گاز قرار گرفت و سکوهایی در اعماق بیش از ۳۰۰ متر و با قطر بالای ۲ متر و عمق کوبش ۱۰۰ متر به اجرا در آمد[۱].

در سال ۱۹۶۰ و با بررسی مقدماتی بر روی شمع های مکشی و محسنات آن‌ها،استفاده از آن به عنوان طرحی جایگزین در سازه‌های فراساحلی مطرح گردید. شمع بررسی شده در این مقاله، از نوع مکشی است. ساختار ظاهری این شمع استوانه‌ای است که قسمت فوقانی آن بسته و قسمت تحتانی آن باز است و بر اساس وزن خود بر روی بستر دریا قرار می‌گیرد و مقداری در زمین نفود می‌کند. سپس. با تعبیه یک پمپ، آب درون آن تخلیه و با ایجاد اختلاف فشار، قسمت فوقانی شمع به درون بستر دریا و تا عمق مورد نظر، فرو می‌رود. پس از رسیدن شمع به نقطه نفوذ کامل، پمپ مکشیازآن جدا و سازه اصلی روی دک فوقانی نصب می‌گردد. از جمله عواملی که بر گسترش بکا-رگیری شمع‌های مکشی، تاثیر بسزایی را در برداشته است، می‌توان به موارد زیر اشاره داشت. در این میان این نکته حائز اهمیت است که ظرفیت شمع‌های مکشی اجرا شده، ۳ یا ۴ برابر شمع‌هایمعمولی است[۳].

- روش‌هایطراحی بکار رفته در شمع‌های مکشی در زمان نصب و راه‌اندازی دارای ضریب اطمینان بالایی است.
- رفتاراعضای سازه در این روش قابلپیشبینی است.
- میزان صرف هزینه در اجرای این روش در مقایسه با روش‌های قدیمی اقتصادی است.

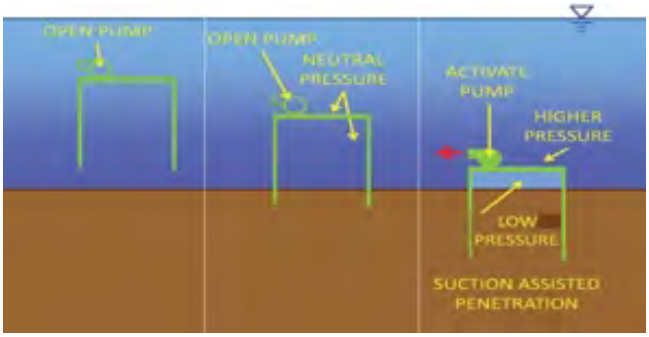
بررسی مفهوم و عملکرد شمع

شمععضوی است سازه‌ای از جنس چوب، بتن یا فولاد، که برای انتقال بارهای طراحی، به پایین‌ترین تراز بستر طبیعی خاک، مورد استفاده قرارمی‌گیرد. شمع‌هایی که تحت اثر بار قایم یا جانبی قرار دارند، توسط دستگاه‌های شمعکوب و با اعمال نیروی فشاری از بالای سطح آب، سازه به درون بستر دریا نفوذ می‌کند[۲]. مقدار حداقل پیش‌تنیدگی در شمع، باید بتواند در برابر تنش‌های حاصل از حمل و نقل، بلند کردن و استقرار قطعات مقاومت نماید، که این مقدار پیش‌تنیدگی معادل ۷۵٪ کل پیش‌تنیدگی اعمال شده پس از ۲ ماه است. حداقلپیش‌تنیدگی مجاز در شمع، ۰۷٪ نسبت طول به بعد کوچکتر یا ۵-۶ مگاپاسکال توصیه می‌شود. این مقدار پیش‌تنیدگی مانع از ایجاد ترک در مقاطع بتنی و کاهش میزان آب به سیمان مصرف و تراکم نسبی بتن بکار رفته شده می‌شود[۱].عمده شمع‌های بکار رفته در صنایع فراساحلی را می‌توان به شمع‌های سنتی، پیش‌تنیده و سانتریفوژی، مکشی و PHC تقسیم‌بندی نمود. در این مقاله ما به بحث و

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی خصوصیات و ویژگی‌های شمع‌های مکشی و کاربرد آن‌ها در صنایع فراساحلی می‌پردازیم. شمع‌های مکشی بوسیله شناورهای حمل، به محل مورد نظر در دریا، منتقل و به درون آب فرستاده می‌شود. بعد از قرارگیری شمع در محل مورد نظر در بستر دریا، تحت وزن خود مقداری در سطح زمین فرو می‌رود. آب درون شمع، توسط پمپ‌های تعبیه شده تخلیه و با ایجاد اختلاف فشار هیدرواستاتیکی، عملیات نفوذ شمع در بستر دریا آغاز می‌گردد. شمع‌های مکشی را با نام شمع‌های با صندوقه مکشی نیز می‌شناسند. سازه اصلی این نوع شمع مطابق با شکل (۱)، متشکل است از یک استوانه، که تنها از سمت بستر دریا، باز است و ابتدا استوانه بر حسب نیروی ثقل خود، مقداری در زمین نفوذ کرده و سپس گروه، با تعبیه یک پمپ بر روی آن، آب درون استوانه به بیرون هدایت می‌کنند[۷،۶،۴].



شکل ۱: مکانیزم نصب و عملکرد شمع‌های مکشی فراساحلی

فرایند خروج آب از درون شمع‌های مکشی، به دو صورت پمپاژ پیوسته و ضربه ای صورت می‌پذیرد. با خروج آب، یک اختلاف فشار بین فضای درونی و بیرونی استوانه شکل می‌گیرد و نتیجه آن نفوذ شمع به درون بستر دریا است. این عملیات تماما، توسط یک سیستم کنترل از راه دور، کنترل می‌شود. پس از نفوذ شمع به حد نهایی، دستگاه پمپ مکش از استوانه جدا شده و سازه اصلی روی آن نصب می‌گردد. بهمراه نیروی اصطکاک جداره، و وزن غوطه‌وری خاک محبوس، نیرویی مقاوم، ایجاد می‌شود. به این حالت، رفتار زهکشی نشده، تحت نیروی کششی گذرا، می‌گویند. بدلیل زهکشی، اگر نیروهای کششی همچنان در شمع باقی بمانند، فشار آب منفذی در زیر شمع کاهش می‌یابد. در این حالت استوانه، مانند یک شمع فولادی معمولی، عمل می‌کند، که آنرا شمع در حالت زهکشی شده می‌نامند. رفتار شمع‌های مکشی، تحت بارهای مورب و افقی موضوع تحقیقات بسیاری مراکز علمی و بررسی‌های فراوانی در این مورد انجام شده است. ظرفیت باربری شمع تحت بارهای جانبی (N_p) از رابطه زیر بدست می‌آید[۳].

بررسی مراحل رشد و توسعه شمع‌های مکشی در سازه‌های دریایی

سیکل پیدایش و شکل‌گیری شمع‌های مکشی در اجرای سازه‌های ساحلی و فراساحلی نخستین بار توسط گودمن[۱۱].مطرح گردید. این سیکل تکامل مطابق با جدول شماره (۱) بیان می‌شود:

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱: چرخه پیدایش و تغییرات در شمع‌های مکشی

محدوده زمانی	اقدامات صورت گرفته در مکانیزم شمع‌های مکشی
۱۹۷۰	بررسی‌هایی مبنی بر تعیین ظرفیت مهاری در وضعیت خلا در خاک‌های مختلف صورت گرفت[۱۱].
۱۹۸۰	اولین کاربرد شمع‌های مکشی، در سیستم‌های فانوس دریایی بکار برده شد. با توجه به شرایط نامناسب بستر دریا و زمان بالای نصب در کنار صرف هزینه بالا، این روش غیر اقتصادی شناخته شد[۳].
۱۹۸۴	ساخت سکوهای بتنی در عمق ۲۲۰ متریآغاز و چالش پیش‌روی نیاز به دامنه بزرگ در بستر نرم اعلام گردید[۵،۳].
۱۹۸۵	انقلابی عظیم در طراحی و ساخت سکوهای ثقلی در خاک سست، آغاز گردید. نروژی‌ها سکوهای عظیم بتنی را در خاک نرم، با دامنه ۲۰ متر اجرا کردند. قبل از آن اجرای سکوهای بتنی، فقط در خاک‌های متراکم یا رس پیش‌تحکیمی بکار می‌رفت. سپس نظریه‌هایی مبتنی بر امکان نفوذ دامنه‌های بلند بتنی، بوسیله وزنشان صورت گرفت. این نظریه پیدایش شمع‌های مکشی با دامنه وسیع را پدید آورد. در این دوره، سکوهایی بتنی، با دامنه بیش از ۵ متر اجرا گردید[۵،۳].
۱۹۸۹	سکوی gullfaks c به عنوان بزرگترین سکوی وزنی[1] با بهره‌گیری از شمع‌های مکشی مطرح است. طراحی این سیستم برای اجرا در عمق ۲۲۰ متری و در بستر رسی تحکیم‌یافته در نظر گرفته شده است[۳].
۱۹۹۵	در این دوره بهترین راه، برای احداث لنگرگاه‌های دائمی واحدهای استخراج نفت و گاز استفاده از شمع‌های مکشی اعلام می‌شود. در این دوره اولین سکو با پایه کششی در عمق ۳۲۰ متری و اولین سکوی ثابت فلزی در عمق ۷۰ متری با استفاده از شمع های مکشی اجرا گردید[۳].
وضعیت کنونی	امروزه از شمع‌های مکشی به عنوان پی، در سکوهای فراساحلی در دریای شمال، آفریقا ، آمریکای جنوبی و به عنوان پی سازه‌هایی چون منابع ذخیره آب[2] ، تانکرهای باربرداری[3] و یا توربین‌های بادی دریایی استفاده می‌شود[۱۲].

مزیت شمع‌های مکشی

مزیت شمع‌های مکشی در صنایع فراساحلی بسیار متعدد است. مهمترین مزیت این طرح علاوه بر خاصیت انعطاف‌پذیری مطلوب، قابلیت بکارگیری در طیف وسیعی از بسترهای دریایی در اعماق زیاد است.بهره‌گیری از این محاسن، توسط شرکت SPT در ۴۰۰ پروژه فراساحلی بکار گرفته شده است. نمونه اجرا شده با بهره‌گیری از این روش در شکل شماره (۲) قابل ملاحظه است.در این میان، مسایل اقتصادی در برابر مجموع محاسن شمع‌های مکشی، قابل صرف نظر است. در ذیل به برخی از مهمترین مزینت‌های شمع های مکشی می‌پردازیم[۳]

- سهولت درنصبوراه‌اندازی در حین اجرا
- امکان بهره گیری در اعمال ۵ متری تا م
- سرعت در عملیات نصب بدون نیاز به پیـ
- دقت در تعیین ظرفیت باربری
- بدوننیازبهتستکششخارجی

شکل ۲: سکویدریاییبابهره‌گیریازشمع‌هایمکشی

[1] Gı
[2] Uı
[3] Oı

www.SID.ir

Archive of SID

انواع بسترهای ژئوتکنیکی در اجرای شمع‌های مکشی

با توجه به مکانیزم نفوذ شمع‌های مکشی این سیستم توانایی اجرا در تمامی شرایط ژئوتکنیکی بجز موارد به شرح جدول شماره (۲) را دارا می‌باشد. البته شرایط خاص بندرت در حاشیه سواحل به چشم می‌خورد، که در اینصورت می‌بایست از شمع‌های ثقلی، دریل شده و گروت شده بهره گرفت[۳].

جدول۲: بررسی شرایط ژئوتکنیکی جهت استفاده شمع‌های مکشی

شرایط ژئوتکنیکی مناسب	شرایط ژئوتکنیکی نامناسب
خاک‌های نرم	بسترهای شنی یا قلوه‌سنگی
خاک‌های سفت و محکم	رس‌های خیلی سخت
رس‌های سفت و ماسه‌ای متراکم	خاک‌های بشدت سیمانته شده

مقطع مطلوب در طراحی شمع مکشی

شکل هندسی در شمع‌های مکشی متنوع است، لیکن سطح مقطع معمول، دایره‌ای است. این مقطع گاها، بصورت مثلثی با اضلاع محدب، به منظور غلبه بر نیروهای مکشی ایجاد می‌گردد. مزیت دیگر آن، سهولت در انبار کردن و پایداری قطعات در طی فرایند حمل بر روی عرشه کشتی است. نقطه ضعف این مقطع، علاوه بر دشواری در ساخت و افزایش هزینه، اعمال نیروی مکشی بیشتر به منظور جبران کاهش سطح مقطع است، که نهایتا کاهش ظرفیت را به دنبال خواهد داشت.با تمام این اوصاف تاکنون مزیت متمرکزی برای نوعی خاص از مقطع در شمع های مکشی به اثبات نرسیده است[۵،۳].

چالش‌های پیش روی، در بکارگیری شمع‌های مکشی

در برابر تمام محاسن ذکر شده در خصوص شمع‌های مکشی، چالش‌هایی در مسیر تحقق اجرا و بکارگیری این نوع شمع، در صنایع فراساحلی وجود دارد، که به شرح زیر می‌باشد[۳].

- دوام و خوردگی
- محل اعمال بار در شمع‌های مکشی
- وضعیت توپوگرافی بستر دریا و عمق آب

www.SID.ir

Archive of SID

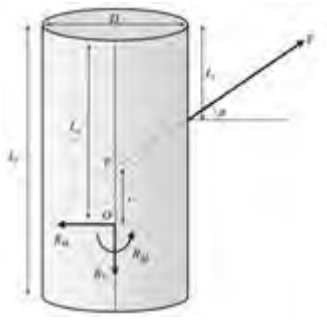
- خرابی شمع مکشی

دوام و خوردگی:محیط دریا دائما در معرض حمله کلر قرار دارد، و می‌تواند تهدیدی جدی برای دوام و پایداری سازه و شمع تلقی گردد. متخصصین با انجام آزمایشات متعدد، در شرایط آب و هوایی مختلف، در صدد یافتن راهی، برای مقابله با این خطر هستند. افزایش ضخامت ورق‌های فولادی و یا استفاده از لایه‌های پوششی مانند انواع رنگ‌ها، می‌تواند راهی برای جلوگیری از کاهش ضریب اطمینان شمع، در زمان بهره‌برداری باشد. همچنین اگر بطریقی بتوان مقدار آب موجود در بتن را کاهش داد، می‌توان طول عمر و دوام شمع را تضمین نمود. کاهش نفوذپذیری و افزایش تراکم در شمع‌های بتنی، از مهمترین عوامل مقابله با خوردگی شمع در محیط آبی محسوب می‌شود.[۳،۲].

محل اعمال بار در شمع‌های مکشی: محل اعمال بار در شمع‌های مکشی، اهمیت ویژه‌ای دارد. انتخاب صحیح، در تعیین میزان ظرفیت باربری شمع موثر است. این محل باید طوری انتخاب شود، که در حین بارگذاری نهایی، حرکت دورانی در شمع به وجود نیاید (جدول شماره ۳). چنانچه شمع مکشی، تحت اثر نیروی محوری طراحی شود، مرکز اعمال نیرو دقیقا محور شمع است. نزدیکی این محل به سطح پوسته استوانه‌ای، باعث ایجاد تنش‌های سازه‌ای در مواقعی که حداکثر بار اعمال می‌شود، خواهد شد. شکل شماره (۳). راهکار پیشنهاد شده، بکارگیری سخت‌کننده‌های عمودی و افقی است، که این خود منجر به بروز مشکلاتی در حین ساخت و نصب خواهد شد[۴،۳].

جدول۳: محل اعمال بار در شمع‌های مکشی[۳].

نوع و شرایط ژئوتکنیکی	محل اعمال نیرو
خاک با مقاومت ثابت	در وسط یا زیر شمع
خاک دارای افزایش مقاومت	دو سوم زیر سطح مقطع شمع



شکل ۳: نمایشبارمایلرویشمعمکشی[۳].

وضعیت توپوگرافی بستر دریا و عمق آب :وضعیت توپوگرافی از جمله چالش‌هایی است،که در اجرای سازه‌های فراساحلی تاثیر بسزایی را روند اجرای طرح در بر خواهد داشت. به طور مثال، کشور نروژ علیرغم داشتن شرایط نامناسب از نظر توپوگرافی در سواحل خود، با بهره‌گیری از تکنیک شمع‌های مکشی این چالش را برطرف نموده است. با گسترش استفاده از شمع‌های مکشی و تسهیل در روند نصب و اجرای آن، چالش اجرای سازه های دریایی در اعماق بالا برطرف شده است. اخیرا در دره‌ی می‌سی‌سی‌پی، شمع‌هایی در عمق ۲۵۰۰ متر در بستر دریا، با بهره‌گیری از این تکنیک اجرا شده است[۵،۳].

خرابی شمع مکشی: عامل خرابی در شمع‌های مکشی به میزان سرعت بارگذاری و شرایط بستر بستگی دارد. در خرابی لغزشی[4] زمانیکه سرعت بالاکشیدن شمع کم است، علاوه بر زهکشی در بستر، جریان آب به درون صندوقه برقرار می‌شود و در نتیجه هیچگونه مکش غیر-فعالی در سیستم ایجاد نمی‌گردد. این امر، کاهش میزان ظرفیت باربری شمع را به دنبال خواهد داشت. در این حالت، خاک محبوس داخل شمع جدا نشده و در بستر باقی می‌ماند. در نهایت جداره‌های داخلی و خارجی استوانه، کاملا تمیز می‌ماند، که این خود، نشانه‌ی خرابی

[4]Aspect failure

www.SID.ir

Archive of SID

برشی موضعی است[۱۰،۳].در خرابی حاصل از مقاومت انتهایی، با افزایش میزان بارگذاری، بستر تقریبا ذهکشی می‌شود و مکش غیر فعال در آن تولید می‌شود. این مکش می‌تواند برای بلند کردن خاک محبوس، داخل شمع کافی باشد. لیکن در خرابی حاصل از ظرفیت باربری معکوس،هنگامیکه سرعت بالا کشیدن صندوقه بالا باشد، فرصت برای زهکشی از دست می‌رود و مکش غیرفعال تولید شده در کف صندوقه، بصورت ظرفیت باربری معکوس نمایان می‌گردد. این نیروی برشی[5]، شمع را بهمراه خاک محبوس درون آن را به بالا هدایت می-کند[۸،۳].

بررسی اجمالی پروژه‌های استخراج منابع هیدروکربری با استفاده از تکنیک شمع‌های مکشی در دنیا

با توجه به مطالعات صورت گرفته در این مقاله، و نیز مجموعه محاسن شمع‌های مکشی، شرکت SPT توانسته است طرح‌های کثیری را با بهره‌گیری از این مکانیزم، در سراسر دنیا، به مرحله اجرا درآورد و از این طریق گامی نو در روند رشد و توسعه صنایع مرتبط با منابع هیدروکربنی بردارد. برخی از این موارد بصورت خلاصه در جدول شماره (۴) و تصاویر شماره (۴،۵) ارائه شده است.

جدول۴: اسامی برخی از طرح‌های اجرا شده با بهره‌گیری از شمع‌های مکشی

نام طرح اجرا شده با سیستم شمع مکشی	شرح مختصری از مشخصات طرح
Åsgard Field evelopment	این طرح در عمق ۳۰۰۰ متری خارج از سواحل نروژ با بهره‌گیری از شمع‌های مکشی انعطاف-پذیر اجرا شده است.
Keppel Verolme GT1	بکارگیری همزمان ۴ شمع مکشی در عمق ۹،۵ متری.
Wintershall P6-S selocation	در سال ۲۰۱۳ در دریای شمال برای اهدافی چند منظوره اجرا گردید.
Suction Pile FPSO	به منظور پهلوگیری در شناور FPSO در منطقه هانتینگتون انگلستان واقع در دریای شمال، در عمق ۷،۵ متری و با قطر ۰،۹ متری به اجرا در آمد.
Centrica F3-FA SIP2 Self nstalling	جهت ساخت پلت فرم ۱۰۰۰۰ تنی به ابعاد ۶۳ در ۴۵ متر و ابعاد شمع مکشی ۱۳ در ۱۵ متر، به وزن هر کدام ۴۱۰ تن.
PerencoEmeraude	عملیات نصبوراه‌اندازیبوسیله ۴ شمع مکشی، در دریاییکنگوو در عمق ۶۰ متری.
Hong Kong Met Mast	نصبوراهاندازیشمعمکش بمنظور دریاییهنگکنگ.
Frade Field Development	طراحی،مدیریت،ساختونصبوراهاندازی ۲۲ شمعمکشی.

[5] General s

میا

ستی

سومین همایش

www.SID.ir

Archive of SID

جمع بندی و ارائه پیشنهاد بهینه بمنظور اجرای روشی بهینه در استخراج منابع هیدروبکربری در صنایع فراساحلی ایران

بر اساس مجموع نتایج حاصله در این مقاله، این طور می‌توان اظهار داشت، که شمع‌های سنتی و کوبشی در آینده نه چندان دور، جایگاه خود را به شمع‌های مکشی در صنایع فراساحلی واگذار خواهند نمود. شمع‌های مکشی با قابلیت اجرا در اعماق بالا در مناطق فراساحلی، به عنوان سازه بهینه برای سیستم‌های مهار و استخراج منابع هیدروکربنی به شمار می‌رود. مزیت‌هایی از جمله عدم آلودگی صوتی و زیست محیطی در حین اجرا، هزینه‌های پایین تعمیر و نگهداری،صرفه اقتصادی، سادگی در ساخت و عدم نیاز به عملیات کوبش و امکان بکارگیری در آب‌های عمیق و نیمه عمیق دلیل بر درستی و صحت این ادعا است. اکثر پروژه‌های فراساحلی چه از منظر اقتصادی و چه ملی و سیاسی، از مهمترین طرح‌های زیربنایی هر کشور محسوب می‌شود و فرض دارا بودن ضریب اطمینان پایین در اجرا و دوره عمر طرح، تمام برنامه‌ریزی یک پروژه را به مخاطره می‌اندازد. ایران نیز با بهره‌گیری از پهنای وسیع آبی و تعددمنابع و مخازن هیدروکربنی نفت و گاز، نیازمند تغییر در روند رشد و توسعه صنایع دریایی خود می‌باشد. بمنظور دستیابی به این هدف، می‌توان با بهره‌گیری از شمع‌های مکشی به دلیل مزیت‌های متعدد آن‌ها که به در مناطق آبی ایران به جهت مساعد بودن شرایط ژئوتکنیکی منطقه قابل اجرا است به سهولت می‌تواند جایگزین مناسب، برای شمع‌های کوبشی و سنتی در آب‌های عمیق فراساحلی دریای خزر با عمق بیش از ۱۰۰۰ متر، و شرایط ناهمگون خلیج فارس بکار رود.

منابع و مآخذ

[1] ع. کیهانیان, "بررسی پارامترهای فنی و اجرایی موثر در انتخاب بهینه یک شمعکوب presented at the ",هفتمین کنگره بین المللی مهندسی عمران, ۲۰۰۶ , vol. 07.

[2] ع. محمدی, "استفاده از شمعهای بتنی پیش تنیده سانتریفوژ در سازه های دریایی presented at the ",یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی عمران, vol. 11.۲۰۰۴ ,

[3] ا. ریسمانچیان and ک. فخاریان, "معرفی شمع های مکشی و کاربرد آنها در سازه های دریایی presented at the ",اولین کنگره ملی مهندسی عمران, vol. 01.۲۰۰۴ ,

www.SID.ir

Archive of SID

[4]T. L. Tjelta, T. Guttormsen, and J. Hermstad, “Large-scale penetration test at a deepwater site,” in *Offshore Technology Conference*, 1986.
[5]T. I. Tjelta, “Suction piles: their position and application today,” in *Proc., 11th Int. Offshore and Polar Engineering Conf., International Society of Offshore and Polar Engineers, Mountain View, CA*, 2001.
[6]H. G. B. Allersma, J. R. Hogervorst, and M. Pimoulle, “Centrifuge modelling of suction pile installation using a percussion technique,” in *Proc. 11 Int. Offshore and Polar Engrg. Conf*, 2001, pp. 17–22
[7]H. G. B. Allersma, F. J. Plenevaux, and J.-F. Wintgens, “Simulation of suction pile installation in sand in a geocentrifuge,” *ISOPE Gold. COUSA 1997*, vol. 1, pp. 761–766, 1997
[8] W. Deng and J. P. Carter, “A theoretical study of the vertical uplift capacity of suction caissons,” *Int. J. Offshore Polar Eng.*, vol. 12, no. 2, 2002
[9]S. L. El-Gharbawy and R. E. Olson, “Modeling of suction caisson foundations,” in *Proceedings of the International Offshore and Polar Engineering Conference*, 2000, vol. 2, pp. 670–677..
[10]S. EL-GHARBAWY and R. OLSON, “The pullout capacity of suction caisson foundations for tension leg platforms,” in *The Proceedings of the... International Offshore and Polar Engineering Conference*, 1998, vol. 1, pp. 531–536.
[11]Helfrich, S.C., Brazill, R.L., and Richards, A.F. (1976). “Pullout characteristics of asuction anchor in and,” Proceedings of the 8th annual Offshore Technology Conference ,Houston, Texas, OTC 2469, May 3-6, pp. 501-506.
[12]Byrne, B. W., Houlsby, G. T. and Fish, C. M. P. (2002). Suction caisson foundations for offshore wind turbines. Journal of Wind Engineering, Volume 26, No. 3, pp 145-155.

www.Reservoir.ir

www.SID.ir