

## لوله گذاری در بستر دریا<sup>۱</sup>

امیر افتخاری<sup>۲</sup>

### مقدمه :

امروزه با توجه به احتیاج بشر به منابع زیر زمینی نفت و گاز، نحوه انتقال آنها به محل های مصرف یکی از مهمترین پارامترها در کنار استخراج این منابع می باشد. در این میان استفاده از لوله از کاراترین و ایمن ترین راه های برای انتقال این منابع بشمار می رود. علم هیدروگرافی بعنوان یک گرایش مرتبط با عملیات های فرا ساحلی<sup>۳</sup> و نزدیک ساحل<sup>۴</sup>، نقش بسیار مهمی را در اجرای این پروژه ها عهده دار می باشد. از جمله این پروژه ها می توان به لوله گذاری در بستر دریا، اکتشافات و همچنین ساخت سازه های زیر دریایی و فراساحلی اشاره نمود. کلیه عملیات صورت گرفته قبل از لوله گذاری در دریا، جهت طراحی مسیر خط لوله بعنوان بهترین و ایمن ترین مسیر می باشد.

### فرایندهای استخراج اطلاعات از بستر دریا برای طراحی مسیر خط لوله :

#### Route survey (Pre - engineering)

به فاصله زمانی حدود ۲ الی ۶ ماه قبل از اجرای لوله گذاری این عملیات جهت دست یافتن به اطلاعاتی چون :

- توپوگرافی بستر دریا (پستی و بلندی های موجود در بستر دریا)
- ساختار لایه های رسوبی که بلافاصله در زیر بستر قرار دارد.

- اجسام خارجی موجود در بستر دریا (کشتی های غرق شده و ...)

تثبیت موقعیت سازه هایی که در زیر بستر دفن شده اند (لوله ها و کابل هایی که قبلا در بستر دریا قرار داده شده اند) می باشد.

نتایج حاصل از این عملیات به مهندسین لوله گذار کمک می کند تا بهترین و ایمن ترین مسیر را برای انتقال این منابع با توجه به شرایط موجود انتخاب نمایند.

قابل ذکر است که در مناطقی با شرایط محیطی ناپایدار که دارای جریانهای دریای شدید و اثرات جزرومدی شدیدی هستند اطلاعاتی در ارتباط با جزرومد و جهت جریان های دریایی بوسیله تاید گیج ها و سرعت سنج های موجود توسط مهندسین هیدروگراف جمع آوری و پردازش خواهد شد.

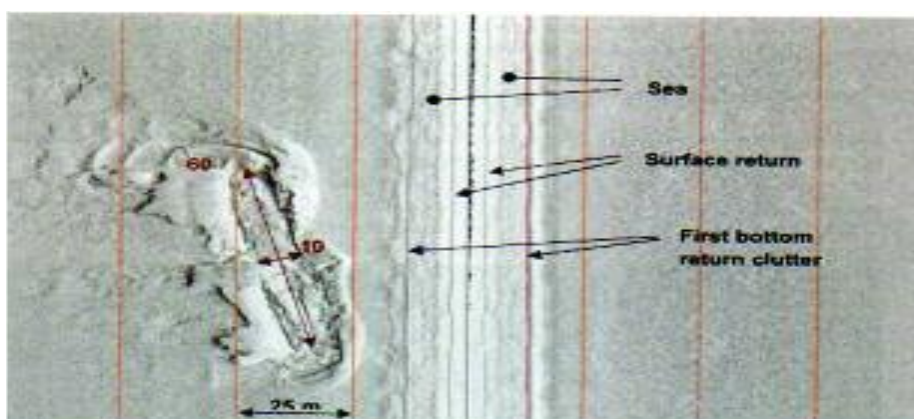
رسیدن به اهداف Pre-Engineering با انجام عملیات های زیر میسر خواهد شد :

- عمق یابی مسیر خط لوله پیشنهاد شده توسط طراحان

- استفاده از ساید اسکن سونار (Side Scan Sonar)

- استفاده از Sub bottom در طول مسیر و همچنین در مسیرهای متقاطع با مسیر پیشنهادی جهت استخراج اطلاعات بیشتر از بستر دریا

- استفاده از Magnetometer در طول مسیر خط لوله



شکل ۱- نمونه ای از تصویر ساید اسکن سونار از بستر دریا



شکل ۳ - نمونه ای از یک کشتی لوله گذار

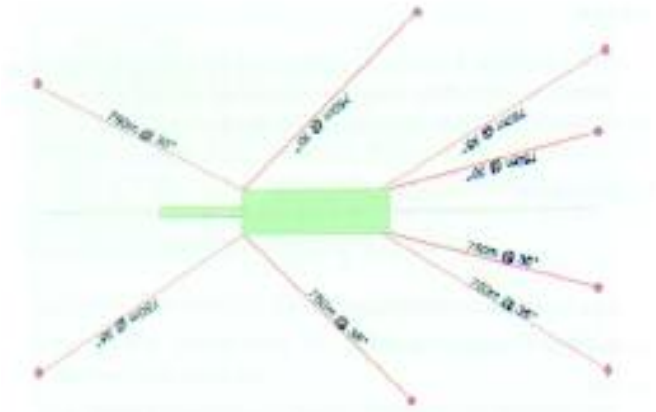
برای اینکار لوله ها از خشکی توسط یک کشتی دیگر به بارج منتقل می شود. کلیه عملیات جوش کردن قطعات لوله (Joint) به هم در داخل دالانی که به آن Fire line گفته می شود انجام می شود. موقعیت چند نقطه در طول Fire line از اهمیت بالایی از جهت نقشه برداری برخوردار می باشد چرا که بعنوان نقطه شروع عملیات لوله گذاری می باشد.

کشتی های موجود در این زمینه بر دو نوع هستند:

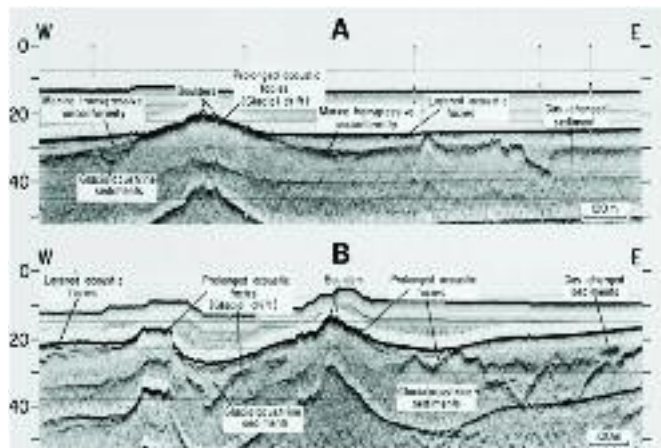
- کشتی هایی که دارای سیستم تعیین موقعیت دینامیکی<sup>۷</sup> هستند.

- کشتی هایی که فاقد این سیستم می باشند.

کشتی های موجود در ایران برای لوله گذاری از نوع دوم هستند که برای اینکه این کشتی ها بتوانند دقیقاً در روی خطوط طراحی شده حرکت کنند از الگوی لنگر اندازی استفاده می شود. این کشتی ها مجهز به ۸ لنگر می باشند که در اطراف کشتی نصب شده اند:



شکل ۴ - الگوی لنگر اندازی



شکل ۲ - نمونه ای از تصویر Sub bottom

در این مرحله از عملیات عرض باند نمونه برداری شده حداقل ۵۰۰ متر، به مرکزیت مسیر پیشنهاد شده برای خط لوله خواهد بود.

یکی از مهمترین مباحثی که در پروژه های زیر آبی مطرح است بحث تعیین موقعیت مسطحاتی زیر آب می باشد و مستلزم استفاده از تکنیک های خاص می باشد چرا که ابزارهایی چون GPS برای این منظور قابل استفاده نخواهد بود.

### Pre lay surveying

این عملیات دقیقاً قبل از شروع لوله گذاری انجام میشود در این عملیات نیز تقریباً تمامی سنسور های مورد استفاده در Route surveying بکار گرفته می شود تنها تفاوت آن با مرحله قبل در عرض نمونه برداری است که در این مورد ۲۰۰۰ متر خواهد بود علت بیشتر شدن عرض این است که محدوده لنگراندازی کشتی لوله گذار (بارج) در طراحی الگوی لنگر اندازی (که در قسمت بعد شرح داده است) نیز تحت پوشش قرار گیرد.

عملیات Pre lay survey در دو مرحله تحقیقات ژئوفیزیکی (عمقیابی، تصویربرداری با ساید اسکن و ...) و دیگری استفاده از ROV<sup>۵</sup> برای فیلم برداری از مسیر انتقال لوله و بخصوص نقاط ابتدا و انتهای لوله گذاری و مناطق تقاطع.

### نصب لوله در بستر دریا<sup>۶</sup>:

برای نصب لوله در بستر دریا از کشتی های مخصوص لوله گذاری (بارج) استفاده می شود.

از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است نقطه تماس<sup>۹</sup> لوله با بستر دریاست چرا که با کنترل کردن آن به میزان انحراف خط لوله از واقعیت پی خواهد برد.

در شکل زیر نمای کلی از این عملیات را می‌توان مشاهده کرد :

#### تقاطع ها :

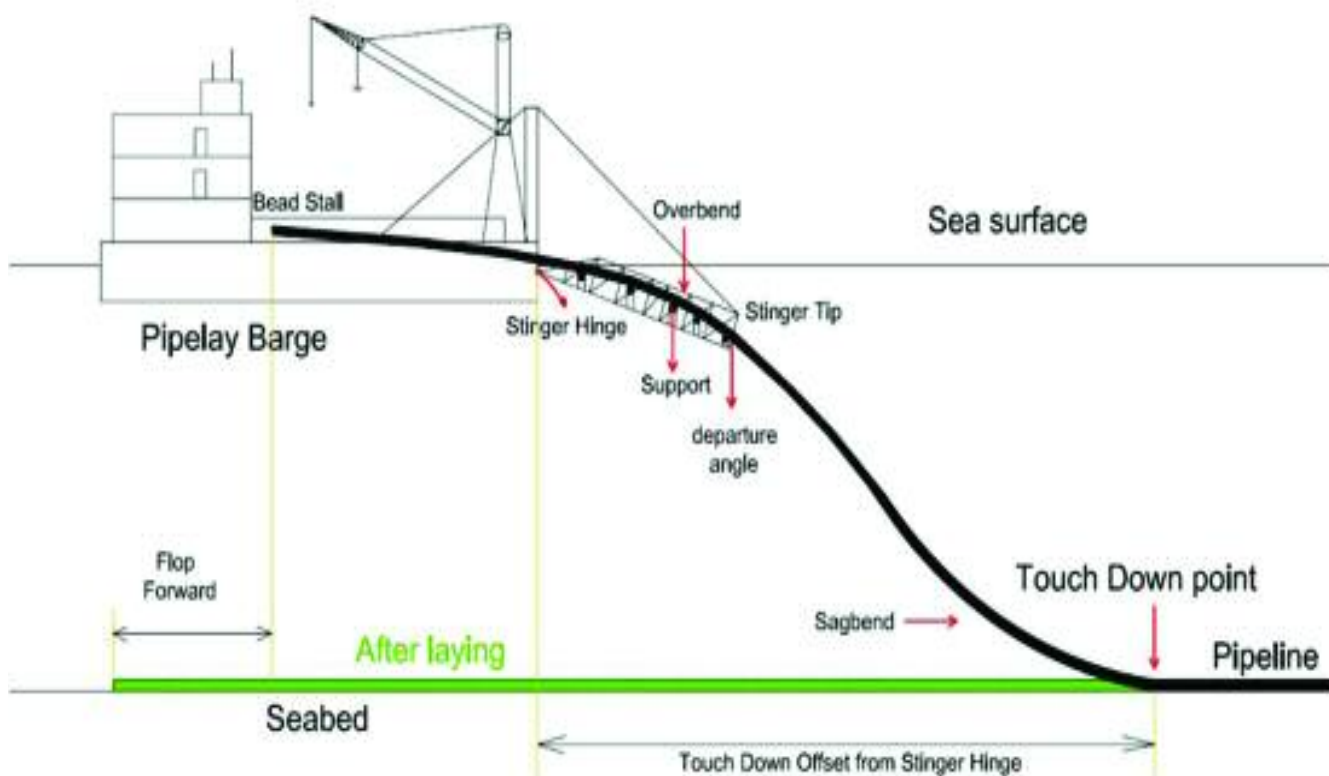
هنگامی که خط لوله قرار است از روی خط لوله دیگر و یا از روی کابل‌های موجود در بستر دریا عبور کند باید تمهیداتی اندیشیده شود . زمانیکه خط لوله از روی یک کابل عبور می‌کند از یک بلوک مشبک بتونی<sup>۱۰</sup> بر روی این کابل بگونه‌ای که به آن آسیب نرسد استفاده می‌کنند (توجه داشته باشید که در پروژه‌های دریایی تعیین موقعیت این تقاطع‌ها بصورت دقیق توسط مهندسين نقشه بردار تعیین شده است ) همزمان با این کار با استفاده از دستگاه ROV عملیات زیر آب بصورت بصری در حال کنترل می‌باشد .

زمانیکه خط لوله بخواهد از روی لوله دیگری عبور کند از یک سازه فلزی مانند Sleeper برای این کار استفاده می‌شود .

بعد از اینکه الگوی لنگر اندازی<sup>۸</sup> برای حرکت بارج طراحی شد این الگو در اختیار مهندسين هیدروگراف قرار می‌گیرد . این الگو بگونه ایست که موقعیت مسطحاتی لنگرها در آن بدقت مشخص شده است . در کنار بارج لوله گذار چند یدک‌کش نیز برای انجام کار لنگراندازی به پروژه کمک می‌کند یکی دیگر از وظایف مهندس نقشه بردار این است یدک‌کش‌ها را برای انجام امر لنگراندازی به موقعیت مشخص راهنمایی‌کنند این اطلاعات توسط ارتباطات رادیویی و در غالب یک صفحه نمایش قابل فهم برای کاپیتان یدک‌کش ارسال می‌شود .

بعد از اینکه ۸ لنگر کشتی در محل دقیق خود قرار گرفت بارج با استفاده از کشش در کابل‌های لنگرهای خود قسمتی از این مسیر را باین الگوی لنگر اندازی طی می‌کند این الگو برای ادامه کار بارها تغییر خواهد کرد .

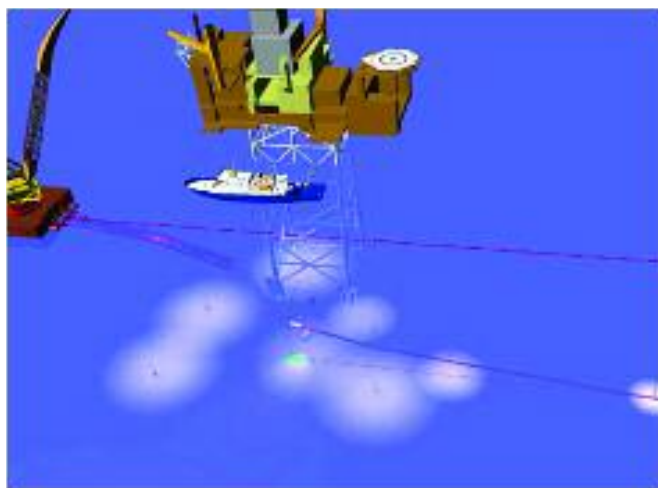
از دیگر نقاطی که کنترل کردن آن برای مهندسين هیدروگراف



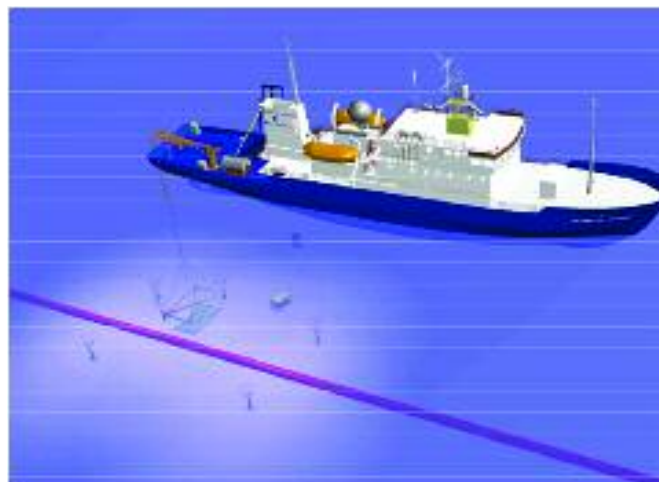
شکل ۵ - نمای کلی از عملیات لوله گذاری

### قرار دادن لوله در نقطه نهایی Target Box :

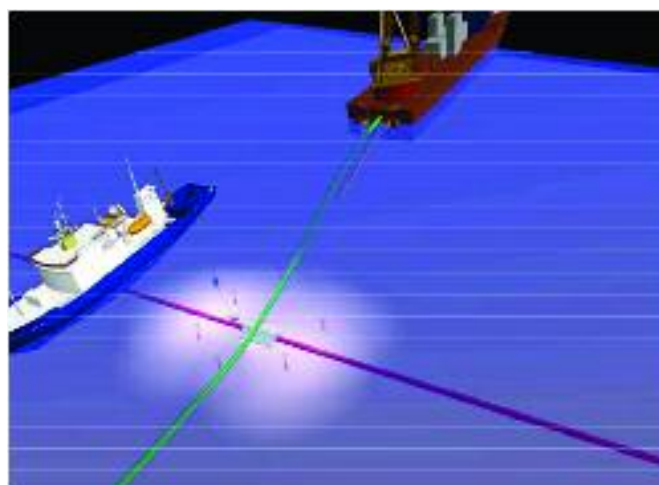
همانطور که می دانید لوله باید از یک سکوی نفتی به ساحل ارتباط برقرار نماید برای این منظور یک Target Box در ابتدا و انتهای مسیر لوله تهیه می شود که موقعیت دقیق این نقاط در اختیار مهندسین نقشه بردار قرار می گیرد. بعد از اینکه آخرین joint به خط لوله جوش داده شد باید انتهای خط لوله بطور دقیق در این BOX قرار بگیرد این عملیات بصورت تصویری نیز کنترل می شود.



شکل ۹ - Target Box



شکل ۷ - Crossing whit Cable



شکل ۸ - تقاطع با لوله و استفاده از سیستم LBL

### سیستم های تعیین موقعیت زیر آبی<sup>۱۱</sup>:

در عملیات های زیر آبی بدلیل میرایی خیلی سریع امواج الکترومغناطیس در آب نمی توان از آنها در تعیین موقعیت استفاده نمود. امواج صوتی مناسب ترین روش برای تعیین موقعیت در زیر آب می باشد. بطور کلی دو روش تعیین موقعیت زیر آبی وجود دارد:

**۱۲ LBL:** در این روش در نقاطی با مختصات معلوم در بستر دریا دستگاه تولید و دریافت امواج صوتی قرار داده می شود که با ارسال و دریافت موج صوتی و اندازه گیری چند فاصله از روش ترفیع موقعیت نقطه مورد نظر اندازه گیری می شود.

**۱۳ SBL:** در این روش دستگاه تولید و دریافت امواج صوتی در بدنه کشتی نصب می شود که مختصات دقیق آنها در سیستم مختصات جهانی مشخص است.

### عملیات هیدروگرافی بعد از لوله گذاری :

بعد از اجرای کامل عملیات لوله گذاری در دریا به منظور ثبت موقعیت و وضعیت قرار گرفتن خط لوله عملیات As laid survey صورت می گیرد.

بطور معمول این پروژه شامل بخش های زیر می باشد:

- موقعیت مسطحاتی خط لوله

- پوشش ویدئویی از مسیر لوله (ROV)

- تعیین و ثبت Free span ها و خم شدگی ها

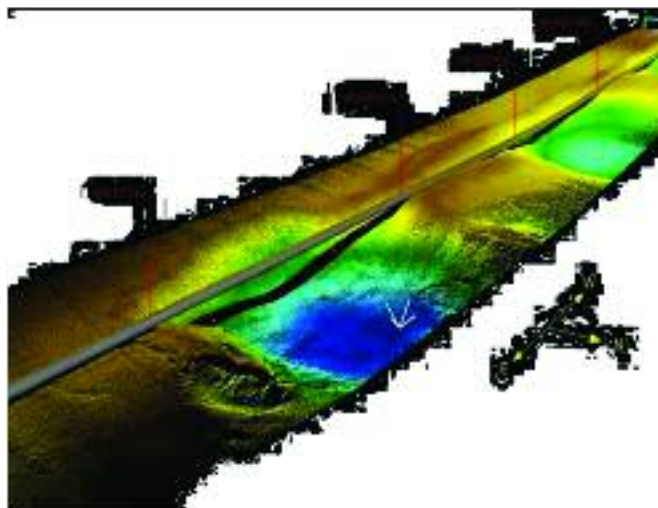
- تعیین و ثبت اشیایی که در نزدیکی خط لوله قرار گرفته اند.

### مشخص کردن دقیق محدوده Free span:

بعد از لوله گذاری در محل هایی از مسیر لوله گذاری که پستی و بلندی موجود است باعث می شود در بعضی از مکانها خم شدگی و خالی ماندن زیر لوله را داشته باشیم برای اینکه در دراز مدت در



اثر وزن آسیمی به آن نرسد موقعیت این محدوده‌ها با عملیات Post lay مشخص شده و به کار فرما ارائه می‌شود .  
با معلوم بودن محل دقیق این نقاط ، با فرستادن غواص و پرکردن زیر لوله با کیسه های شن این مشکل برطرف خواهد شد .



شکل ۱۰ - Free span

#### 1. Pipe laying

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد ژئودزی - هیدروگرافی  
دانشکده فنی دانشگاه تهران - دانشکده نقشه برداری  
[Amir565eftekhari@gmail.com](mailto:Amir565eftekhari@gmail.com)

#### 3. Offshore surveying

#### 4. Near shore

#### 5. Remotely Operate Vehicle

#### 6. Pipe Laying

#### 7. Dynamic Positioning

#### 8. Anchor Pattern

#### 9. Touch Down Point

#### 10. Mattress

#### 11. Under Water positioning

#### 12. Long Base Line

#### 13. Short Base Line (Ultra Short Base line USBL)