

ارزیابی الگوریتم های تعیین موقعیت شناورهای زیرسطحی در عملیات های فراساحلی

دکتر علیرضا آزموده اردلان

دانشیار گروه مهندسی نقشه برداری و مقابله با سوانح طبیعی، دانشکده فنی دانشگاه تهران

عبدالحسین حاجی زاده،

دانشجوی کارشناسی ارشد هیدروگرافی، دانشگاه تهران

hajizadeh6331@gmail.com

چکیده:

در این مقاله روش های مدرن تعیین موقعیت جهت کمک به عملیات حفاری و لوله گذاری در بستر دریا تشریح شده که شامل روش های طول باز بلند، طول باز کوتاه، طول باز خیلی کوتاه، بویه های هوشمند GPS ترکیب آنها می باشد. از بین روش های فوق، روش ترکیبی بهترین روش جهت کنترل دقیق موقعیت ماشین حفار و محل عملیات می باشد. همچنین در عملیات لوله گذاری استفاده از شناورهای زیرسطحی نظیر AUV, ROV می تواند جهشی در تسهیل لوله گذاری به حساب آمده که به تفصیل بیان می گردد.

کلمات کلیدی: شناور زیرسطحی، طول باز بلند، طول باز کوتاه، طول باز

خیلی کوتاه، بویه های هوشمند GPS، حفاری، لوله گذاری

۱- مقدمه:

با توجه به گسترش علوم و فنون و استفاده روزافزون بشری از منابع دریائی و نیز فعالیتهای عمرانی که به صورت گسترده در دریا صورت می‌پذیرد، همچون اکتشافات دریائی، نصب سکوهای نفتی، لوله‌گذاری در زیر دریا، و حفاری در بستر دریا، امکان اندازه‌گیری هندسی فواصل بین نقاط مجهول و مرجع و دانستن موقعیت در زیر آب در قالب یک سیستم تعیین موقعیت موضعی و یا جهانی از ضروریات تکنولوژیکی روز به شمار می‌آید.

امروزه منابع آبی، مهمترین منابع و سرمایه کشورهای مجاور دریا می باشند زیرا همانطور که می دانیم حدود ۷۰٪ سطح کره زمین از آب تشکیل شده است لذا می توان به نوعی اذعان کرد که درصد قابل توجه ای از منابع در دریا و بستر آن نهفته است که دسترسی بهینه به آن می تواند وضعیت اقتصادی و استراتژیکی آن منطقه را در بین کشورهای همسایه دگرگون کند بنابراین لازم است کشورهایی که به دریا دسترسی دارند روش های مدرن و نوین حفاری های جدید، و لوله گذاری را در اختیار گیرند.

۲- تشریح روش های مختلف تعیین موقعیت

روش های مختلف تعیین موقعیت زیرسطحی شامل موارد ذیل می باشد:

- LBL(Long Baseline)
- SBL(Short Baseline)
- USBL(Ultra Short Baseline)
- Combine method

۲-۱ طول باز بلند LBL

در سیستم LBL یک ترانسدیوسر صوتی در کف زیرین شناور یا زیردریائی و حداقل سه ترانسپوندر (نوعی ترانسدیوسر) در بستر دریا نصب می شود که با ارسال سیگنال از ترانسدیوسر به طرف آرایه ترانسپوندرها، و دریافت سیگنال بازگشتی از ترانسپوندرها توسط ترانسدیوسر، فاصله بین آنها از طریق قانون $x = \frac{vt}{2}$ محاسبه شده سپس موقعیت شناور یا زیردریائی در تقاطع سطوح موقعیت کروی (SOP) به مرکز ترانسپوندر و با شعاع برابر با فاصله اندازه گیری شده، بدست می آید.

(در رابطه فوق v سرعت امواج صوتی و t زمان رفت و آمد سیگنال می باشد)

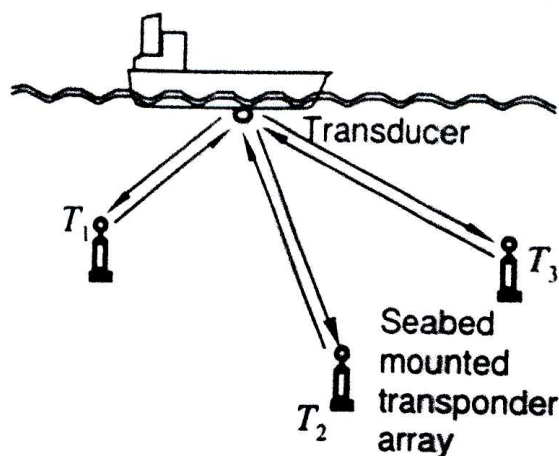
در روش LBL، فاصله بین ترانسپوندرها که به خط مبنا (baseline) معروف است در بازه چند ده متر تا چند کیلومتر قرار دارد.

مطابق شکل (۱) مختصات ترانسپوندر (u, v, w) معلوم و مختصات X, Y, Z شناور سطحی یا زیرسطحی مجهول می باشد می توان با روابط غیرخطی زیر موقعیت مجهول را بدست آورد:

$$R_1 = \sqrt{(x - u_1)^2 + (y - v_1)^2 + (z - w_1)^2}$$

$$R_2 = \sqrt{(x - u_2)^2 + (y - v_2)^2 + (z - w_2)^2}$$

$$R_3 = \sqrt{(x - u_3)^2 + (y - v_3)^2 + (z - w_3)^2}$$



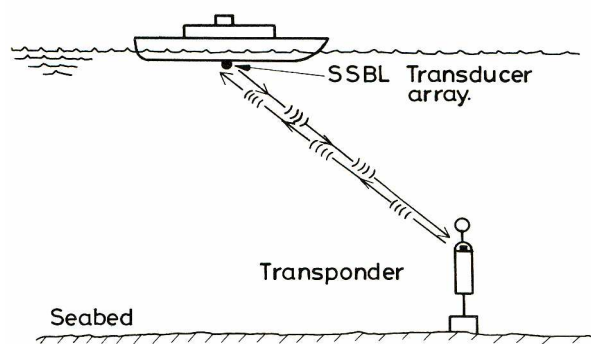
شکل ۱- تعیین موقعیت طول باز بلند

۲-۲ طول باز کوتاه (SBL) Short Baseline

در این روش یک ترانسپوندر در بستر دریا و حداقل سه ترانسدیوسر در زیر شناور سطحی و زیر سطحی قرار دارد که با دریافت سیگنال از ترانسپوندر، اختلاف فاز توسط ترانسدیوسرها، و زمان ارسال سیگنال، محاسبه می‌شود و بدین طریق موقعیت شناور بدست می‌آید. فاصله (baseline) بین ترانسدیوسرهای مستقر در زیر شناور در حدود چند ده متر می‌باشد که معمولا در چهار گوشه شناور قرار دارند. (شکل ۲).

۲-۳ طول باز خیلی کوتاه USBL

این روش همانند روش قبلی می‌باشد با این تفاوت که فاصله بین آرایه‌های ترانسدیوسر از چندین متر به کسری از سانتیمتر تبدیل می‌شود. به عبارت دیگر ترانسدیوسر شامل چند سنسور بسیار نزدیک به هم می‌باشند که خط مبنای آن (baseline) خیلی به هم نزدیک هستند به عبارت دیگر می‌توان گفت که یک ترانسدیوسر با چندین سنسور به کار رفته است و سیگنالهای مربوطه، توسط آرایه‌ای از سنسورها، بوسیله اختلاف فاز از همدیگر تشخیص داده می‌شوند، که با اندازه گیری دقیق اختلاف فاز، می‌توان ژیزمان ترانسپوندر را محاسبه کرد و پارامتر فاصله بوسیله محاسبه زمان بین دریافت و ارسال سیگنال بدست می‌آید. (شکل ۳)



شکل ۳- تعیین موقعیت طول باز خیلی کوتاه

۳- روش های تعیین موقعیت زیرسطحی جهت کنترل حفاری

روش اول USBL

همانطور که اصول این روش در بالا ذکر شد یک دستگاه فرستنده امواج صوتی در بدنه بالائی ماشین حفار در سطح آب و دیگری در قسمت بالائی تیغه ماشین حفار نصب می شود که با این روش می توان موقعیت لحظه ای حرکات تیغه نسبت به چارچوب ماشین حفار بدست آورد که با استفاده از آن می توان موقعیت دقیقی از محل حفار بدست آورد. در این روش به علت استفاده از اختلاف فاز برای تعیین فاصله و موقعیت، وجود محیطهای گل آلود و پر نویز باعث ایجاد نویز در تعیین مختصات و موقعیت می شود. لذا استفاده از این روش به تنهایی جوابگو نمی باشد (شکل ۴).

روش دوم: SBL

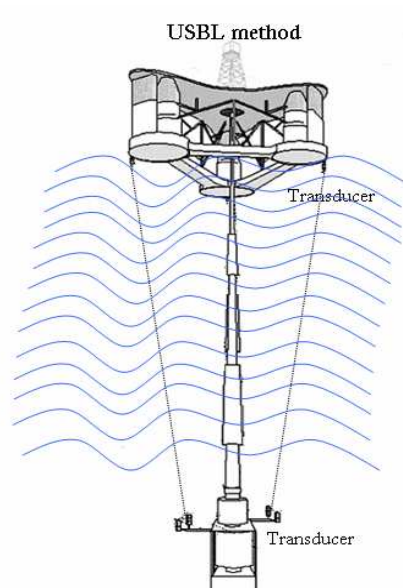
در این روش، چند فرستنده امواج صوتی در بدنه ماشین حفار با فاصله های مشخص نصب می شود و علاوه بر آن یک فرستنده نیز در قسمت پائین ماشین حفار نصب می شود. این روش چندان تحت تاثیر محیط های گل آلود و پر نویز قرار نمی گیرد ولی دقت قابل قبولی نمی توان از آن استخراج کرد. و در ضمن هزینه آن از روش پیشین بیشتر است (شکل ۵).

روش سوم: LBL

این روش همانند روش SBL می باشد با این تفاوت که چند دستگاه فرستنده در بستر دریا نصب می شود به طوری که محل حفاری در مرکز هندسی آرایش فرستنده ها قرار بگیرد دقت این روش از دو روش ماقبل، به علت آرایش هندسی بهتر فرستنده ها بهتر است و همچنین مختصات بدست آمده نسبت به چارچوب فرستنده های بستر می باشد ولی به علت عدم کارائی این روش به تنهایی از آن استفاده نمی شود

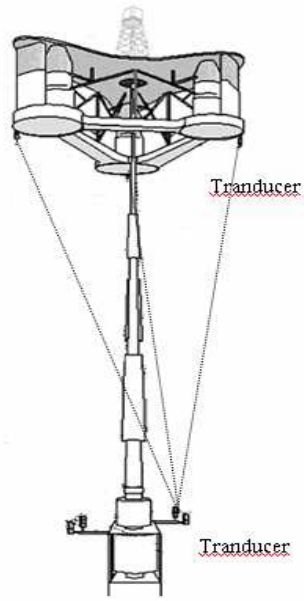
روش چهارم: ترکیبی

در این روش سه روش مذکور با یکدیگر تلفیق می شوند و موقعیت ماشین حفار و محل عملیاتی با دقت خوبی بدست می آید و می توان محل حفاری را با دقت زیادی حفاری کرد. باید توجه کرد استفاده از این روش باید در مکانی باشد که تعداد عملیات بسیار زیاد بوده و یا منطقه مورد نظر مسطح باشد تا بتوان برای حفاری های متعدد از سیستم مشترک استفاده کرد (شکل ۶ و ۷)



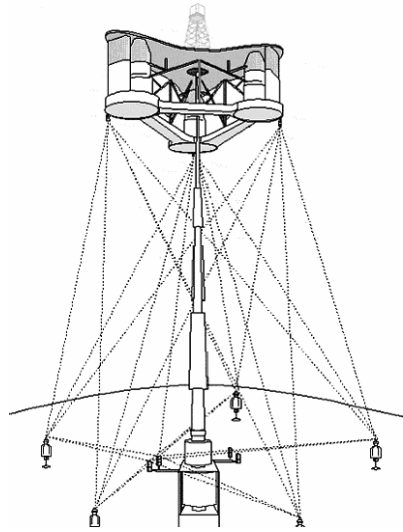
شکل ۴- روش طول باز خیلی کوتاه

SBL method



شکل ۵ - روش طول باز کوتاه

The Complete Solution - L/S/USBL



شکل ۶ - روش ترکیبی



شکل ۷- نمائی از حفاری در بستر دریا به کمک روش های تعیین موقعیت زیردریائی

۴- روش های کنترل لوله گذاری در بستر دریا:

روش های متنوعی برای لوله گذاری در بستر دریا وجود دارد که می توان آنها را به دو روش کلی زیر تقسیم بندی کرد:

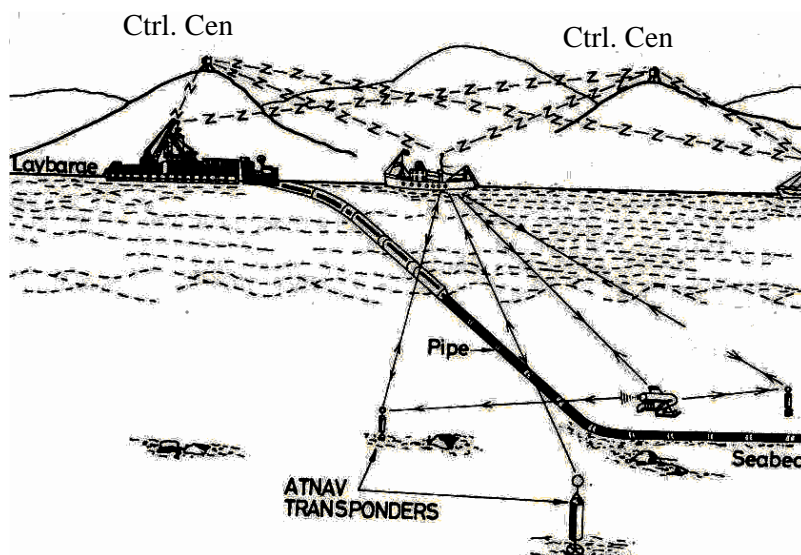
- Tow کردن لوله ها، یعنی کشیدن لوله های ساخته شده در ساحل تا محل سازه مورد نظر
 - اتصالات قطعات لوله بر روی شناور ها در درون دریا
- روش های مذکور را می توان به طریق زیر به اجرا گذاشت:
- الف- کشیدن لوله در عمقی زیر آب
 - ب- کشیدن لوله از نزدیکی بستر دریا
 - ج- روش J-tube
 - د- روش S-curve

و غیره ...

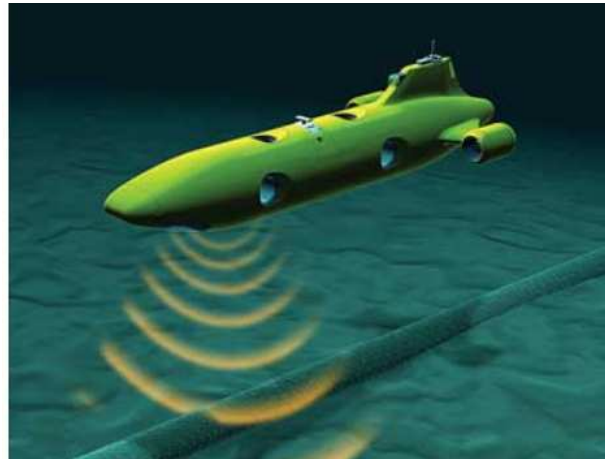
در تمام حالات فوق لوله ها بدون کنترل و نظارت دقیق در بستر دریا رها می شود تا در موقعیت خودشان قرار گیرند این گونه روش ها در حین عملیات، ممکن است لوله ها به طور دقیق در محل خودشان نصب نشوند، به عبارت دیگر می توان گفت که کنترل آبی در حین عملیات وجود ندارد، که در صورت وقوع، حادثه ممکن است خسارت جبران ناپذیری بر روند عملیات وارد شود لذا برای رفع نقیصه فوق، از روش های تعیین موقعیت زیر دریائی برای کنترل آبی خطوط لوله استفاده می

شود که می توان از شناور های زیر سطحی نظیر ROV, AUV استفاده کرد (شکل ۸)

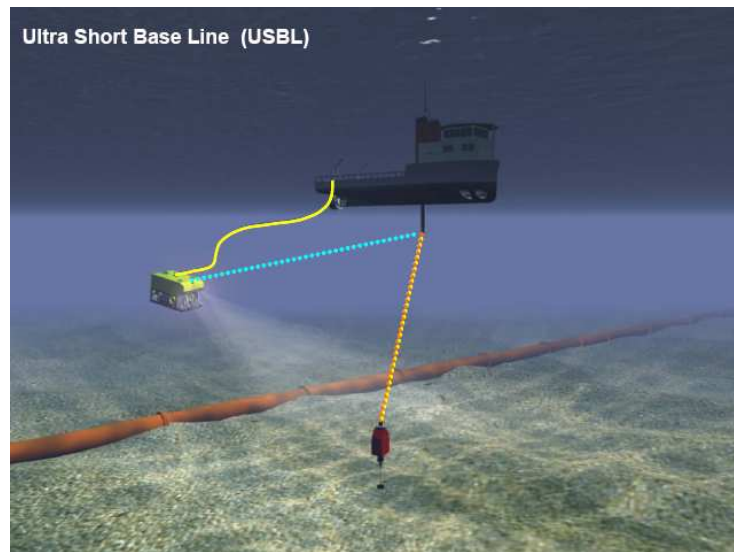
در شکل زیر مشاهده می شود که علاوه بر شناور لوله گذار شناور سطحی دیگری در فاصله ای از آن در حرکت می باشد که این شناور با شناور های زیر سطحی نظیر ROV, AUV در ارتباط است و ROV, AUV با عکسبرداری و فیلمبرداری از مسیر لوله گذاری (شکل ۸) و ارسال داده به شناور سطحی و از آنجا به وسیله فرستنده های رادیویی با شناور لوله گذار در ارتباط می باشند و کنترل و هدایت لوله به نحو مطلوب انجام می گیرد.



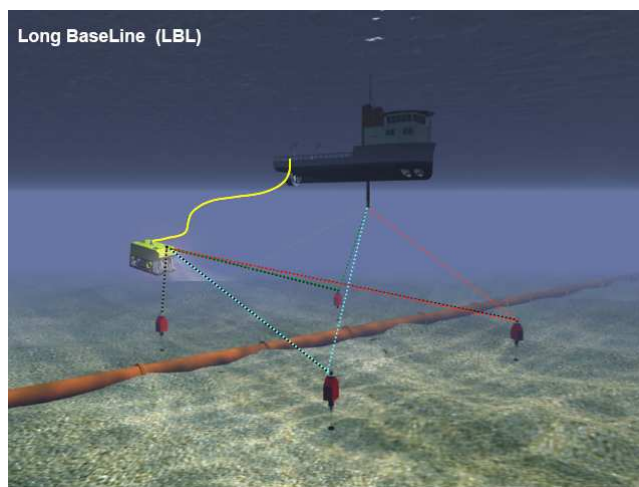
شکل ۸- استفاده از AUV, ROV و روش LBL در عملیات لوله گذاری



شکل ۹- شناور زیرسطحی در حین نظارت و کنترل از لوله گذاری در بستر



شکل ۱۰- کنترل و یازرسی لوله گذاری در بستر با استفاده از تکنیک طول باز خیلی کوتاه



شکل ۱۱- کنترل و یازرسی لوله گذاری در بستر با استفاده از تکنیک طول باز بلند

۵- نتیجه گیری:

از بین روش‌های مدرن برای کنترل و هدایت حفاری در بستر دریا روش ترکیبی دارای بالاترین دقت می‌باشد و علاوه بر آن استفاده از شناورهای زیرسطحی و روش LBL برای لوله‌گذاری در بستر دقت کار را بالا می‌برد ولی در صورتی که منطقه لوله‌گذاری غیرمسطح و دارای توپوگرافی باشد استفاده از روش LBL برای هدایت شناور زیرسطحی مناسب نمی‌باشد و باید از روش‌های SBL, USBL استفاده کرد. چون هزینه پیاده سازی SBL نسبت به USBL بالا می‌باشد و از طرفی دیگر چون روش USBL دارای دقت کافی برای عملیات لوله‌گذاری می‌باشد استفاده از روش USBL پیشنهاد می‌شود.

۶- منابع و مراجع

- [1] ع.آ.آردلان - ع. حاجی زاده، ارزیابی سیستم های تعیین موقعیت زیردریائی- دومین همایش مقابله با سوانح طبیعی ۱۳۸۶ ، دانشگاه تهران
- [2] پایداری لوله ها روی بستر دریا تحت اثر امواج، پایان نامه کارشناسی ارشد، سازه های دریائی، دانشگاه تهران، آرش قربان زاده، بهروز گتمیری، ۱۳۸۳

[3] غ.راشد، ر.قاجار، ج.هاشمی، اثر غلتشی کشتی حفاری بر خستگی لوله حفاری در شرایط بارگذاری دامنه متغیر، نشریه علمی و پژوهشی مهندسی دریا، سال سوم، شماره پنجم، زمستان

۱۳۸۵

[4] <http://www.subsea.org/equipment>

[5] P.H. MILNE. Underwater Engineering Surveys

[6] – Acoustic positioning systems , Donald Thomson. (2005)