

کاربرد نقشه برداری های زمینی و صنعتی در جانمایی و تعیین ارتفاع دقیق پایل های تشکیل دهنده ی اسکله بارگیری

حامد رحیمی باغدشتی

کارشناس نقشه برداری

Rahimi_h62@yahoo.com

چکیده:

اهمیت پروژه های عظیم صنعتی همچون احداث اسکله های بارگیری مواد نفتی و سایر محصولات پتروشیمی در اجرای دقیق و بی نقص ساختمان سازه در خشکی و مونتاز آنها در شرایط صعب فعالیت های دور از خشکی - off shore - می باشد . بدین ترتیب نیاز به انجام عملیات دقیق نقشه برداری بصورت لحظه به لحظه ، در حین اجرای پروژه توسط کادری حاذق از نقشه برداران امری لازم و ضروری می باشد . به عنوان نمونه از وظایف گروه نقشه برداری در این باره می توان به موارد ذیل اشاره نمود :

- ۱- جانمایی و نظارت بر اجرای دقیق کوبش پایل ها با شیب معین در بستر سخت و مرجانی دریا ،
- ۲- تهیه ی ازبیلت و برداشت وضع موجود پایل ها بعد از کوبش جهت ارائه به واحد ساخت کپ پایل ها ،
- ۳- کنترل ارتفاع بالای پایل ها جهت بارگذاری کپ پایل ها به صورت تراز
- ۴- پیاده سازی محل استقرار تای بیم ها بر روی کپ پایل ها
- ۵- و به دنبال آن پیاده سازی محل دقیق ساپورت های تراس ها جهت بارگذاری آنها

این مقاله با ادغام نمودن مباحث نقشه برداری های زمینی و صنعتی سعی بر تشریح ریزه کاری های فنی جهت کنترل بر اجرای صحیح یک اسکله ی بارگیری توسط نقشه برداران پروژه مربوطه نموده و با تشریح تمامی مراحل نقشه برداری از آغاز تا پایان پروژه ، قدمی در راه کاربردی نمودن مباحث تئوری و نزدیک ساختن آن به زبان عملی برداشته شده است .

یک پروژه احداث اسکله چگونه محل یابی می شود؟ وظیفه ی اکیپ نقشه برداری در این میان چیست؟ چه اقداماتی برای پیشبرد و هدایت مسیر اسکله ، اندازه گیری ارتفاع پایه ها و پایل های آن و مونتاژ قطعات به یکدیگر در فاصله ی ۲۰۰ الی ۳۰۰ متری از ساحل باید انجام پذیرد؟ مراحل انجام کار به چه صورت می باشد؟ و نهایتاً دقت مورد نیاز برای این پروژه به چه میزان برآورد و چگونه محاسبه می شود؟

این ها سئوالاتی است که شاید در بدو پذیرش سمت نقشه برداری در پروژه ای مرتبط با احداث یک اسکله – خصوصاً از نوع اسکله ی بارگیری – برای هر نقشه برداری پیش آید. از آنجایی که انجام عملیات نقشه برداری برای چنین پروژه ای ترکیبی از مهارت های نقشه برداری زمینی ، نقشه برداری دریایی – هیدروگرافی – و نقشه برداری صنعتی را برای یک نقشه بردار می طلبد ، چنین احساس نیازی به در اختیار گذاشتن تجربیاتم ، اساس شکل گیری این مقاله را پی ریزی نمود. تجربیاتی از احداث یک اسکله ی بارگیری واقع در نبض تپنده ی صادرات نفتی ایران – جزیره ی خارگ – که بیش از ۳۶ ماه به طول انجامید. قبل از هر چیز لازم است بخش های مختلف تشکیل دهنده ی یک اسکله ی بارگیری نفتی معرفی گردد. به عنوان نمونه اسکله ی بارگیری مذکور دارای هشت بخش ، شامل موارد زیر بود:

۱- سکوی ایستگاه پمپ (Pump Station Platform)

۲- راه دسترسی ایستگاه پمپ (Pump Station Access Bridge)

۳- سکوی بارکش (Loading Platform)

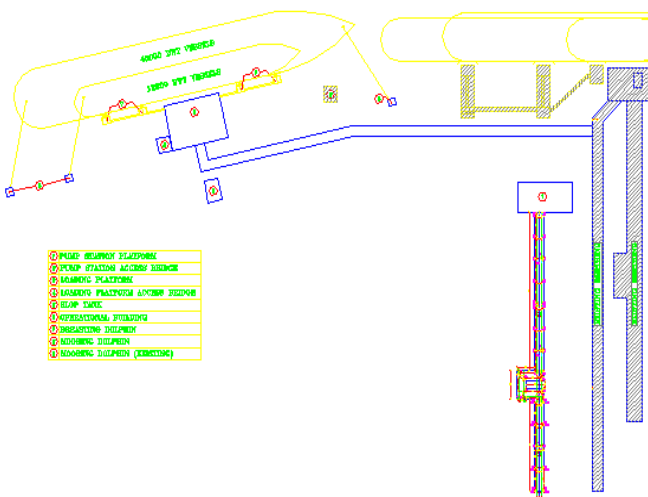
۴- راه دسترسی سکوی بارکش (Loading Platform Access Bridge)

۵- تانک لجن (Slop Tank)

۶- ساختمان کنترل و عملیات (Operational Building)

۷- دلفین های مماسی (Mooring Dolphin)

۸- دلفین های نگه دارنده (Breasting Dolphin)



هر کدام از بخش های فوق از اجزایی تقریباً مشابه تشکیل یافته اند ، که این اجزاء عبارتند از:

- ۱- **پایل ها (pile's)** - که با کوبیده شدن در بستر پایه ی بخش های فوق را تشکیل می دهند -
- ۲- **کپ پایل ها (Cap Pile's)** - که بر راس پایل ها جهت بار گذاریهای بعدی نصب می شود -
- ۳- **تای بیم ها (Tie Beam's)** - جهت اتصال دو کپ پایل مجاور و ایجاد چهارچوب به کار می رود -
- ۴- **فیکس و اسلاید اند (Fixed & Sliding End)** - که حکم پایه های تراس ها را دارد -
- ۵- **تراس ها (Truss Structure)** - که ساختمان اصلی اسکله را تشکیل می دهند -

بنابراین با مونتاژ مرحله به مرحله ی این اجزاء و تکمیل بخش های مربوطه نهایتاً اسکله ساخته خواهد شد. لازم به ذکر است که تهیه ی نقشه ی هیدروگرافی و بررسی ساحل محل احداث اسکله در فاز صفر - فاز مطالعات و طراحی پروژه - به انجام رسیده و بر اساس نقشه ی هیدروگرافی محدوده ی مورد نظر ، اسکله طراحی گردیده است. در این راستا شرکت مشاور اسکله ی طراحی شده را به کارفرما - پتروشیمی جزیره ی خارگ - ارائه می دهد. سپس کارفرما طرح را جهت اجرا به پیمانکار منتخب خود ارجاء داده و از این مرحله به بعد کار نقشه بردار پروژه آغاز می شود.

بدین ترتیب محل احداث اسکله به واسطه ی مختصات یابی از روی طول و عرض جغرافیایی معرفی شده از سوی کارفرمای پروژه - مسئولین مربوطه در اداره ی ساختمان و ابنیه ی مجتمع پتروشیمی جزیره ی خارگ - و انطباق آن با مختصات روی زمین توسط GPS ، برای واحد اجرا و سرپرستی کارگاه مشخص و اعلام می گردد. بعد از این مرحله ، واحد اجرا زیر نظر سرپرست کارگاه اقدام به تجهیز کارگاه نموده و با راه اندازی آن عملیات احداث اسکله عملاً آغاز می شود. در این میان لازم است که واحد نقشه برداری پروژه ابتدائی ترین اقدام خود را جهت مختصات دار نمودن منطقه و انطباق آن با مختصات UTM از طریق اتصال نقاط پلیگون به نزدیک ترین BM ها همزمان با تجهیز کارگاه به انجام رساند.

پس از این مرحله واحد نقشه برداری صاحب نقاطی با مختصات دقیق و شیفته یافته بر روی سیستم مختصات جهانی در نقطه ی اتصال اسکله به ساحل شده و بدین ترتیب مختصات نقشه با مختصات سر زمین انطباق می یابد. در ایجاد نقاط اصلی پلیگون - نقاط ایستگاهی اصلی - به موارد زیر باید توجهی مضاعف داشت :

۱- پراکندگی مناسب ایستگاه ها ، جهت پوشش کامل منطقه عملیات پروژه.

۲- برآوردن دقت مورد نیاز پروژه و انطباق آن با استانداردهای نقشه برداری.

توضیح مورد دوم مستلزم یادآوری کوتاهی از بستن یک پلیگون و بررسی دقت مجاز آن می باشد ، بدین ترتیب خواهیم داشت :

$$(\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n) - ((2n-4) \pi / 2) = V_1$$

خطای به دست آمده

$$\epsilon = \pm K \cdot d_n \cdot \sqrt{n/p} \quad \rightarrow \quad |V_1| < |\epsilon|$$

حداکثر خطای بست زاویه ای

$$C_n = -V_1/n \quad , \quad \begin{cases} \alpha'_1 = \alpha_1 + C_n \\ \alpha'_2 = \alpha_2 + C_n \\ \dots \\ \alpha'_n = \alpha_n + C_n \end{cases}$$

تصحیح خطای زاویه

$$\begin{cases} x_2 = x_1 + L_{12} \cdot \sin(\alpha_{12}) \\ y_2 = y_1 + L_{12} \cdot \cos(\alpha_{12}) \end{cases}$$

V_1, V_2 را داریم ، به کمک آن بقیه را حساب می کنیم.

$$\begin{cases} x_n = x_{n-1} + L_{n-1,n} \cdot \sin(\alpha_{n-1,n}) \\ y_n = y_{n-1} + L_{n-1,n} \cdot \cos(\alpha_{n-1,n}) \end{cases}$$

$$\begin{cases} x'_1 = x_n + L_{n,1} \cdot \sin(\alpha_{n,1}) \\ y'_1 = y_n + L_{n,1} \cdot \cos(\alpha_{n,1}) \end{cases}$$

$$\begin{cases} e_x = x_1 - x'_1 \\ e_y = y_1 - y'_1 \end{cases} \quad , \quad e = \sqrt{e_x^2 + e_y^2}$$

$$\epsilon_{xy} = K \cdot d_n (\sum L) \cdot \sqrt{n/4} \cdot 1/206265 \quad \rightarrow \quad |e| < |\epsilon_{xy}|$$

حداکثر خطای مختصاتی

$$\begin{cases} x'_1 = x_1 + (\sum L_x / \sum L) \cdot e_x \\ y'_1 = y_1 + (\sum L_y / \sum L) \cdot e_y \end{cases}$$

مختصات تصحیح شده

باید توجه داشت که برداشت ها تا به دقت های بالاتر از دقت های مجاز و قابل قبول نرسد ، عملیات برداشت مکررا تجدید می شود. بدین ترتیب ایستگاه های اصلی ما تولید می شوند. حال از این نقاط مختصات دار با دقت بالا می توان جهت گرفتن ایستگاه های کمکی در مجاورت عملیات بر روی آب استفاده نمود.

سؤال : چگونه در مجاورت عملیات جانمایی و کوبش پایه های اسکله - پایل - روی آب در فاصله ی ۲۰۰ الی

۳۰۰ متری از ساحل بتوانیم استگاه مختصات دار دقیق ایجاد نماییم؟

در این مرحله لازم است که سکویی موقت اما مستحکم با همان پایل های مورد استفاده در ساخت اسکله ایجاد و برای استحکام آن از بادبندهای ضربدری از جنس تیر آهن های IPB چهارده به بالا استفاده شود تا امواج دریا باعث جابجایی موقعیت نقطه ی ایستگاه بر روی سکوی بالای آن نشود. برای این منظور و انتقال نقاط ثابت پلیگون از ساحل می توان از سکوهای دلفین اسکله های مجاور - سکوهای مهاربند نفتکش ها - و یا هر سطح فیکس شده و ثابت دیگر بر روی دریا در حوالی پروژه استفاده نمود. بنابراین نقاط اصلی و ایستگاه های با مختصات دقیق ما به پای کار کوبش پایل ها در بستر دریا می رسد و با هر بار استقرار دورین بر روی سکوی نقشه برداری و بستن آن به دیگر نقاط پلیگون واقع در ساحل و یا دلفین های مجاور به راحتی می توان مختصات جانمایی شده ی پایل و سایر موارد الزامی دیگر از قبیل شیب و ارتفاع کوبش پایل ها و همچنین ازبیلت پایل های کوبیده شده را برداشت ، کنترل و بررسی نمود. در ادامه به بررسی جزئیات بیشتر موارد فوق می پردازیم. با انتقال نقاط مختصات دار بر روی سکوی ثابت و مستحکم نقشه برداری بر روی آب ، عملا تمام اقدامات اولیه جهت هدایت پایل ها و نظارت بر نحوه ی اجرا و کوبش آنها در بستر دریا را به اتمام رسانده ایم.

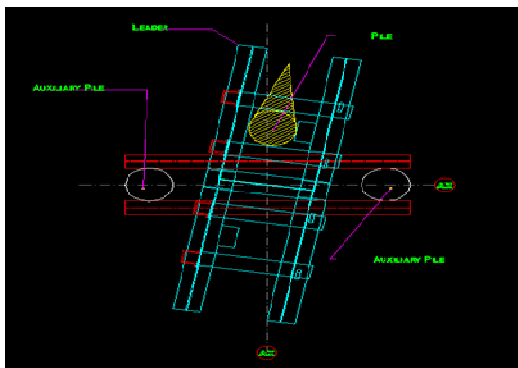
نوع پایلی که به عنوان پایه های اسکله در بستر دریا کوبیده می شود به عواملی همچون نوع پروژه ، سختی بستر ، نوع کاربری اسکله ، عمق آب و ... بستگی دارد ولی آنچه که عموما برای این منظور - ساخت اسکله - استفاده می شود، استفاده از پایل های به قطر ۲۰" اینچ و طول ۵۰ متر می باشد که با آرایش خاص - با شیب های مختلف - منطبق با طرح پیشبینی شده ی نقشه در بستر دریا کوبیده می شوند. این پایل ها پس از آماده سازی به کمک جرثقیل به کنار ساحل منتقل می شوند و از آنجا با کمک جرثقیلی واقع در بارج به داخل بارج انتقال پیدا می کند ، البته بهتر است قبل از قرار دادن پایل در محل خود برای کوبش در دریا حلقه هایی با فاصله ی معین ، به عنوان مثال نیم متر به کمک اسپری رنگ بر روی بدنه ی آن کشیده شود تا در هنگام کوبش آن در بستر بتوان برای توقف کوبش بعد از رسیدن به ارتفاع مورد نظر به سادگی هرچه تمام تر تصمیم اتخاذ نمود.

یدک کش ، بارج را به محل مورد نظر هدایت می کند ، پس از رسیدن به محل کوبش پایل ، جرثقیل داخل بارج پایل هایی کمکی را توسط دستگاه ویبریشن به بستر نرم و فوقانی دریا فرو می کند ، دستگاه ویبریشن صنعتی بر قلاب جرثقیل - هوک - سوار می شود و با فک هایی در دو طرف هنگامی که پایل به صورت عمود روی بستر دریا قرار گرفته است بر روی آن نشسته و با ایجاد لرزش باعث فرو رفتن پایل در اطراف بارج در محل استقرار خود

می شود. بارج با طناب به پایل های کمکی - معمولا ۳ الی ۴ پایل کمکی - متصل شده و بدین گونه تا حدود قابل قبولی موقعیت خود را بر روی آب فیکس و ثابت می نماید. در این هنگام اکیپ نقشه برداری پس از مستقر نمودن دوربین بر روی ایستگاه سکو، عملیات اصلی هدایت پایل در شیب و موقعیت دقیق و معین خود را شروع می کنند.

پایل های اسکله طبق نقشه ی کارفرما باید با شیب های معین و مختلفی در بستر دریا فرو روند. در این پروژه پایل های بیست اینچی اسکله با تنوع شیب ۱:۵، ۱:۸، ۱:۱۰ و نهایتا بدون شیب - عمود - باید در بستر کوبیده می شدند. بنابراین برای کنترل پایل هنگام کوبش توسط ضربه های چکش صنعتی و جلوگیری از شیفت و همچنین خارج شدن آن از شیب مورد نظر نیاز به یک سازه ی نگه دارنده و ثابت کننده به نام لیدر بود. این سازه که از تیر آهن ساخته شده است با ضامن های مختلف خود می تواند پایل ها را در شیب های مختلف به صورت کاملا دقیق به سمت بستر هدایت نماید. مراحل انجام عملیات نقشه برداری و هدایت پایل ها پس از استقرار بر روی سکوی نقشه برداری و مستقر نمودن دوربین بر روی ایستگاه به ترتیب زیر خواهد بود:

- ۱- جانمایی دو پایل کمکی
- ۲- تعیین ارتفاع نصب و جوش دادن استیفرها - نبشی هایی برای سوار کردن سازه هایی همچون لیدر -
- ۳- جوش دادن دو تیر آهن افقی روی استیفرها برای ایجاد پایه هایی ایستاتر جهت نشستن لیدر بر روی آنها
- ۴- جانمایی لیدر بین دو تیر آهن افقی
- ۵- کنترل همزمان شیب و جهت فرو روی پایل در بستر پس از قرارگیری آن در لیدر توسط دوربین توتال
- ۶- تعیین آستانه ی توقف کوبش پایل پس از رسیدن به استاندارد لازم
- ۷- تعیین ارتفاع برش راس بالای پایل در ارتفاع معین طرح جهت بار گذاری کپ پایل



- پلان قرارگیری پایل در لیدر



- قرارگیری پایل در لیدر

پس از هدایت و پایان کوبش پایل ها ، برای ساخت کپ پایل ها که متصل کننده ی هر دو پایل مجاور به هم و ایجاد کننده ی سطح صاف بالای آنهاست نیاز به برداشت وضع موجود پایل ها - As Built - می باشد. بنابراین می بایست ازبیلت تمامی پایل های کوبیده شده برداشت و جهت ارائه گذارش به واحد ساخت کپ پایل تسلیم شود. کپ پایل ها ساخته شده اند ، حال برای نصب و جوش دادن آنها بر روی پایل ها تنها نیاز به چک نمودن ارتفاع جهت هم تراز ی روی آنها هنگام قرار گیری بر روی پایل هاست.

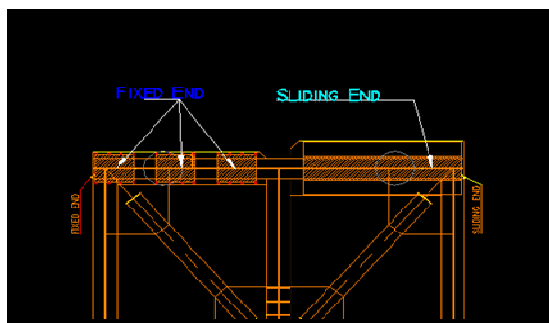


- تراز نمودن کپ پایل ها

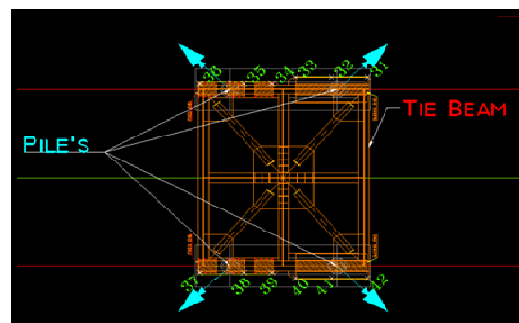


- نصب کپ پایل ها

بدین ترتیب کپ پایل ها هم نصب می شوند. پس از پایان این مرحله نیز به برداشت ازبیلت کپ پایل ها نیاز است و با برداشت وضعیت موجود و ترسیم آن بر روی نقشه می توان زمینه را برای جانمایی تای بیم ها - Tie Beam's - مساعد نمود. در ادامه به مرحله ی بار گذاری و نصب تای بیم ها بر روی کپ پایل ها می رسیم ، که آن هم مشابه با استخراج مختصات گوشه های تای بیمها هنگام قراردعی آنها روی کپ پایل های موجود - ازبیلت کپ پایل ها - از روی نقشه پس از قرار گیری بر روی ایستگاه و توجیه مختصاتی دستگاه آنها را نیز به سادگی هر چه تمام تر پیاده سازی می نماییم.

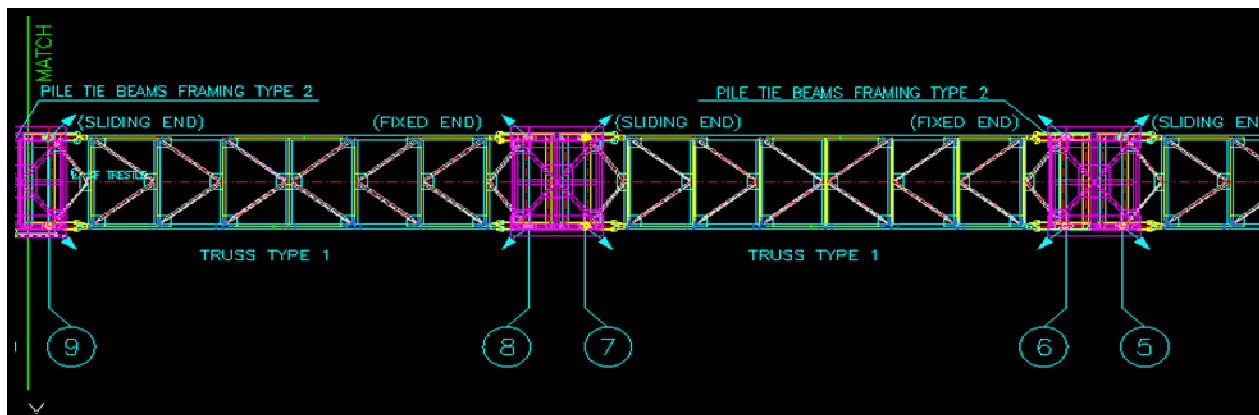


- پلان فیکس و اسلاید اندها



- پلان تای بیم ها

به همین صورت مراحل نصب سازه های بعدی از قبیل فیکس و اسلاید ایند ها و همچنین تراس ها بر روی آنها به پشتوانه ی برداشت دقیق ازبیلت پس از هر مرحله انجام خواهد شد.



- پلان تراس ها

پس از بارگذاری تراس ها و نسب راهروهای دسترسی و همچنین سایر ادوات و اجزاء کوچکتر همچون نرده های محافظ و ایجاد لایه هایی از سند بلاست بر روی تمام اجزا، اسکله برای لوله کشی (Piping) و نصب ادوات بارگیری آماده ی تحویل به کارفرمای پروژه خواهد بود.

بنابراین آنچه در پایان قابل ملاحظه می باشد اهمیت علم نقشه برداری و مهارت های مربوطه در کنار دو چاشنی مهم خلاقیت و اعتماد به نفس در فرد است که او را برای انجام چنین امر خطیری آماده می سازد.