



صنایع الکتروپمپ سازی

# اسپادان



معدن فولاد و مس



صنایع نیروگاهی



نفت، گاز و پتروشیمی



آتش نشانی



صنایع دریایی  
و کشتی سازی



صنایع شیمیایی  
دارویی و غذایی



تاسیسات ساختمانی  
و شهری



آب، فاضلاب  
و کشاورزی

دفترچه نصب و بهره برداری الکتروپمپ های شناور

**ESPADAN PUMP**  
Submersible Motor Pump

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	۱- مشخصات کلی الکتروپمپ
۳	۲- الکتروموتور شناور
۳	۱-۲- استاتور (شماره 59-81)
۳	۲-۲- سیم پیچی استاتور (شماره 814)
۳	۳-۲- روتور (شماره 818)
۴	۴-۲- درجه عایقی و حفاظت
۴	۵-۲- یاتاقان و روانکاری
۴	۳- رنگ
۵	۴- محافظت الکتروموتور شناور
۵	۱-۴- آییندی
۵	۲-۴- تجهیزات ایمنی (حفاظت)
۷	۵- خنک کاری الکتروموتور شناور
۷	۶- ساختمان اجزاء هیدرولیکی پمپ
۷	۱-۶- پروانه
۸	۲-۶- محفظه مکش پمپ شناور (شماره 106)
۸	۳-۶- محفظه طبقات پمپ شناور (شماره 108)
۹	۴-۶- رینگ سایشی پمپ شناور (شماره 502)
۹	۵-۶- شیر یکطرفه یا (سوپاپ)
۹	۶-۶- مواد
۱۱	۷- روشهای نصب در ایستگاه پمپاژ
۱۱	۱-۷- نصب افقی الکتروپمپ شناور
۱۱	۲-۷- نصب الکتروپمپ شناور به عنوان بوستر پمپ
۱۲	۳-۷- پمپ شناور با لوله فلان خنک کننده
۱۲	۸- کاربرد الکتروپمپهای شناور

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۴	۹- کنترل کیفیت
۱۴	۱۰- مشخصات ایستگاه پمپاژ و عملکرد پمپ شناور
۱۴	۱۰-۱- حفره‌زایی (کاویتاسیون)
۱۵	۱۰-۱-۱- NPSH موجود پمپ
۱۷	۱۰-۱-۲- NPSH لازم پمپ
۱۷	۱۰-۱-۳- شرایط بدون حفره‌زایی
۱۸	۱۰-۲- آنالیز خوردگی آب
۱۸	۱۰-۲-۱- خوردگی آهن در آب
۱۹	۱۰-۲-۲- خوردگی در اثر رسوب
۲۰	۱۰-۲-۳- خوردگی در اثر سایش
۲۰	۱۰-۳- محاسبه سطح مقطع کابل
۲۰	۱۱- انتخاب الکتروپمپ
۲۱	۱۱-۱- ورودی‌های انتخاب
۲۱	۱۱-۲- فرآیند انتخاب و عوامل مورد نظر
۲۵	۱۱-۳- نیازهای فنی
۲۵	۱۲- منحنی مشخصه و داده‌های فنی
۲۵	۱۳- توصیه‌هایی برای حمل و نقل الکتروموتورهای شناور
۲۵	۱۴- نصب و راه‌اندازی
۲۵	۱۴-۱- قبل از نصب در چاه
۲۸	۱۴-۲- نصب در چاه
۳۲	۱۴-۳- پس از نصب
۳۴	۱۵- نگهداری و تعمیرات
۳۵	۱۶- انبارداری
۳۶	۱۷- جدول عیب‌یابی و روش رفع آن
۳۸	۱۸- قطعات یدکی مورد نیاز برای ۲ سال کارکرد

## الکتروپمپ‌های شناور

### مقدمه

پمپ‌های شناور چند طبقه با محرک الکتریکی مجموعه‌ای است از یک پمپ گریز از مرکز عمودی که به طور مستقیم با موتور الکتریکی شناور کوپله می‌شود. این دستگاهها جهت پمپاژ آب از چاههای عمیق و نیمه عمیق کم قطر طراحی شده است. با پیشرفت فن آوری‌های مهندسی و تولید و براساس تجربیات طولانی روش‌های مختلف نصب و بهره‌برداری از این پمپ‌ها تدوین شده است.

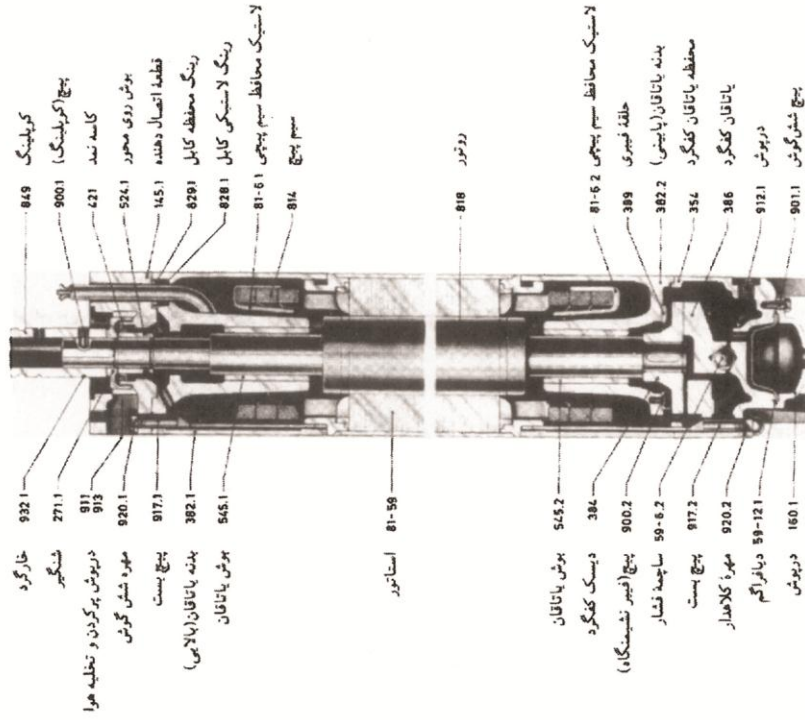
آبدهی تا ۶۵۰ متر مکعب در ساعت و ارتفاع ۳۰۰ متر محدوده قابل توجهی است که توسط تیپ‌های مختلف الکتروپمپ‌های شناور تولیدی اسپادان پوشش داده می‌شود. الکتروموتورهای شناور به صورت دو قطب تا ۳۰۰ کیلووات جهت تأمین توان لازم برای پمپ‌های شناور تولید می‌شود. برای آبدهی، ارتفاع و توان‌هایی که در کاتالوگ‌ها آورده نشده است می‌توان به طور مستقیم با سازنده یا نمایندگی‌های پمپ اسپادان آن تماس گرفت تا مناسب‌ترین تجهیزات برای رفع نیازهای مطرح شده تأمین شود.

کاتالوگ‌های انتخاب محصولات، مشخصات الکتروپمپ‌ها را برای پمپاژ آب تمیز و سرد بیان می‌کند. براساس شرایط کاری مختلف می‌توان مواد مختلفی را انتخاب کرد که امکان پمپاژ انواع سیالات از آب تمیز تا خورنده‌ترین آبها را فراهم سازد. برای پمپاژ آبهای دارای ذرات ساینده نیز پمپ‌های خاصی با محفظه‌ها و پروانه‌هایی از آلیاژ مخصوص تولید می‌شود.

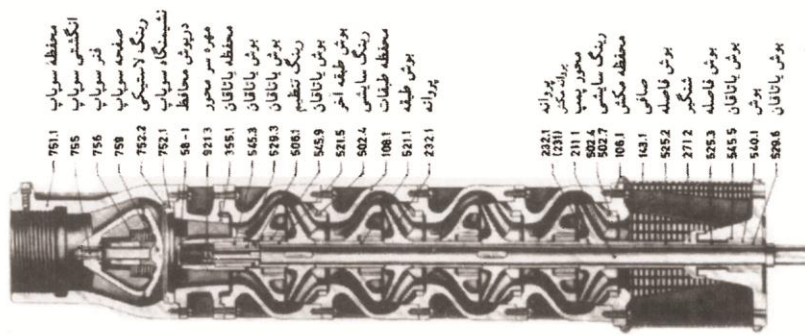
### ۱- مشخصات کلی الکتروپمپ

با توجه به نقشه مونتاژ الکتروپمپ قطعات اصلی پمپ و الکتروموتور مطابق شکل ۱

می‌باشد.



شکل ۱



## ۲- الکتروموتور شناور

این موتورها از نوع قفس سنجابی آسنکرون سه فاز شناور بوده و با آب پر می‌شوند.  
 \*\* (به لحاظ رعایت نکات ایمنی، این الکتروپمپها نباید در استخرهای شنا نصب شوند. ) \*\*  
 با توجه به اینکه این موتورها برای کار در چاههای عمیق و نیمه عمیق ساخته می‌شوند، قطر خارجی آنها کوچک در نظر گرفته می‌شود.  
 خنک کاری موتور توسط جریان آب مورد پمپاژ در اطراف بدنه موتور انجام می‌شود.

### ۲-۱- استاتور (شماره 59-81)

استاتور از آب پر می‌شود بنابراین قبل از راه اندازی دستگاه اطمینان حاصل کنید که تمام موارد ذکر شده در راهنمای نصب و بهره برداری برای جلوگیری از خشک کار کردن موتور انجام شده است.

آب مورد استفاده برای پر کردن موتور نباید خورنده یا ساینده باشد. آب شرب معمولی مناسب ترین آب برای پر کردن الکتروموتور شناور است.

طراحی و سایندهی الکتروموتورها به گونه ای است که موتور می‌تواند توان لازم را برای تمام نقاط روی منحنی مشخصه پمپ تأمین کند. به طوری که با ضریب اطمینان کافی، حداکثر دمای الکتروموتور تحت بار و حرارت ایجاد شده کمتر از  $55^{\circ}\text{C}$  باقی بماند. حفظ این شرایط به معنای طولانی شدن عمر الکتروموتور است.

### ۲-۲- سیم پیچی استاتور (شماره 814)

این موتورها سیم پیچی خاصی دارند، سیم مورد استفاده دارای روکش عایق پلیمری است که مانع هرگونه تماس آب داخل موتور با هسته مسی سیم می‌شود. مفصلها و اتصالات و سربندیهای داخل موتور نیز باید دارای درجه حفاظت مشابهی باشند.

الکتروموتورهای شناور در اسپادان براساس درجه حرارت آب مورد پمپاژ طراحی شده اند که لازم است در این مورد به بخش ۲-۱۱، بند ۵ مراجعه شود. در صورتی که درجه حرارت آب مورد پمپاژ بیشتر از میزان تعریف شده باشد، باید از موتور با طرح ویژه استفاده کرد.

### ۲-۳- روتور (شماره 818)

روتور از نوع قفس سنجابی است.

ورقهای مغناطیسی روتور روی یک محور فولادی سنگ خورده سوار می‌شوند که از نظر ابعادی قادر به انتقال توان مورد نیاز جهت کار پمپ است.

## ۲-۴- درجه عایقی و حفاظت

موتور در محفظه آبیندی شده مطابق الزامات درجه حفاظت IP58 یا IP68 قرار دارد. مقاومت عایقی دستگاه کامل، نو و بدون نصب کابل انتقال قدرت در هنگام تحویل، بالای 50MΩ خواهد بود.

در صورت سفارش، تمام الکتروموتورهای شناور را می‌توان به محافظ حرارتی PT100 مجهز نمود. شرکت اسپادان این کار را بصورت سفارشی انجام می‌دهد.

## ۲-۵- یاتاقان و روانکاری

روتور روی یاتاقان‌های شمعی با خاصیت روانکاری خوب، دوران می‌کند. این یاتاقان‌ها شیارهای مخصوصی دارند که روانکاری فیلم آب را تسهیل می‌کند. نیروی هیدرولیکی محوری پمپ و وزن اجزای گردان از طریق یک دیسک به یاتاقان کفگرد منتقل می‌شود. یاتاقان کفگرد دارای بالشتک‌هایی است که از نظر شکل و اندازه چنان طراحی شده‌اند که با ایمنی کامل کلیه بارهای وارده را تحمل می‌کنند.

در طراحی این دستگاهها امکان بهره‌برداری طولانی مدت بدون نیاز به سرویس و تعمیرات در نظر گرفته شده است. بنابراین مطابق طراحی خاص آنها، روانکاری یاتاقان‌ها توسط آب داخل موتور انجام می‌گیرد و به هیچگونه روغنکاری نیازی نیست.

## ۳-رنگ

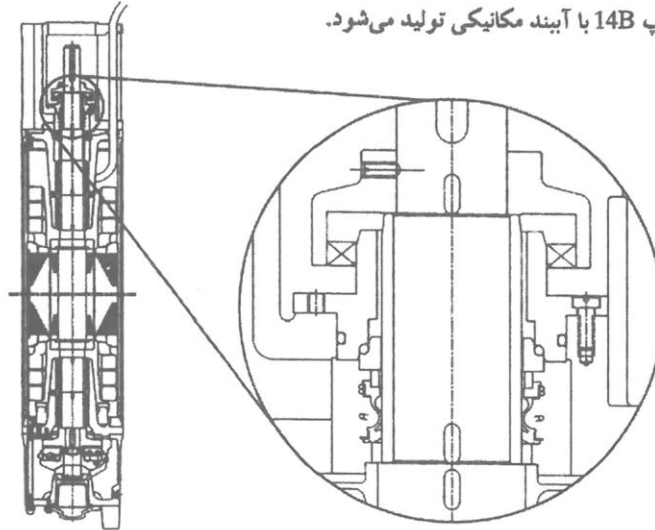
تمام قطعات موتور که از چدن ریخته‌گی ساخته می‌شوند و قطعاتی که در تماس با آب قرار می‌گیرند توسط لایه‌ای از رنگ ضدزنگ اپوکسی پوشش داده می‌شوند. محصول مونتاژ شده نیز توسط لایه دومی از رنگ مناسب پوشش داده می‌شود.



## ۴- محافظت الکتروموتور شناور

### ۴-۱- آببندی

آببندی دینامیک موتور توسط انواع کاسه‌نمد و رینگ‌های آببندی تأمین می‌شود. در صورتیکه کیفیت آب مورد پمپاژ ایجاب نماید، این مجموعه را می‌توان با آببند مکانیکی تمویض نمود. تیپ 14B با آببند مکانیکی تولید می‌شود.



شکل ۲- آببند مکانیکی

شکل ۳- برش الکتروموتور شناور

در قسمت پایین موتورها دیافراگمی وجود دارد که تغییرات حجم آب داخل موتور در اثر حرارت را جبران نموده و در شرایط عادی از ورود آب چاه از طریق آببندی یا سوپاپها به داخل موتور جلوگیری می‌کند.

در طراحی‌های جدید اسپادان حجم آبیگیری بیشتر موتور باعث بهتر شدن آب از دست رفته موتور می‌شود.

کابل‌های قدرت و تجهیزات ایمنی نیز به صورت بدون نشت آببندی می‌شود.

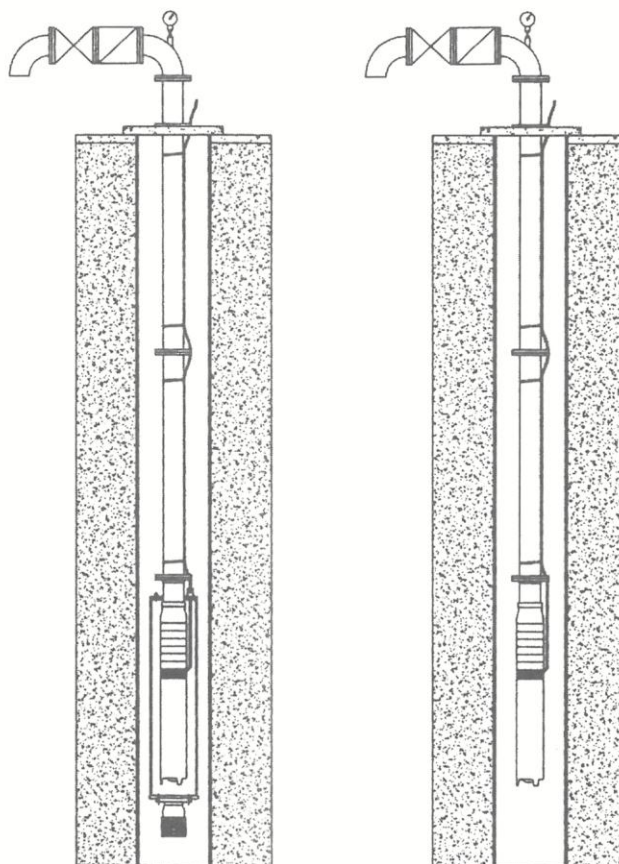
### ۴-۲- تجهیزات ایمنی (حفاظت)

در صورت درخواست، الکتروموتورهای شناور به سنسور PT100 و رله مربوطه مجهز

می‌شوند. می‌توانید موتورهای خود را در اسپادان مجهز به URM کنید.



این مجموعه در حکم ترمومتر الکتریکی است که دمای داخل الکتروموتور را اندازه گیری نموده و می توان مقدار آن را روی دستگاه نشانگر دید بملامه با استفاده از این دستگاه می توان فرمانهایی برای ارسال علائم هشدار دهنده و یا راه اندازی و یا قطع سیستم قدرت ارسال نمود تا از سوختن الکتروموتور شناور جلوگیری شود.



شکل ۵

شکل ۴

### ۵- خنک‌کاری الکتروموتور شناور

خنک‌کاری موتور توسط آب داخل آن و آبی که روی پوسته خارجی استاتور جریان می‌یابد صورت می‌گیرد. آب مورد پمپاژ باید از طریق حلقه‌ای که بین بدنه موتور و لوله جدار چاه (شکل ۴) و یا بین بدنه موتور و غلاف خنک‌کننده (شکل ۵) تشکیل می‌شود، جریان یابد. همانطور که در بخش ۱۱ شرح داده خواهد شد، مقدار سرعت آب عبوری باید بین ۰/۲۵ الی ۳ متر بر ثانیه باشد. در راه‌اندازی اولیه تجهیزات، اولین مورد اساسی کنترل بر بودن داخل موتور از آب تمیز است در غیر اینصورت موتور در چند ثانیه تخریب خواهد شد. چنانچه موتور قبلاً از آب پر شده و در آب چاه غوطه‌ور باشد احتیاجی به کسب اطمینان از پر بودن آن نیست. ولی چنانچه در شرایطی موتور خارج از آب قرار گیرد و آبیندی آن در اثر سایش و ضربه صدمه دیده و نشتی آب روی داده باشد، لازم است که پر بودن الکتروموتور بازرسی شود.

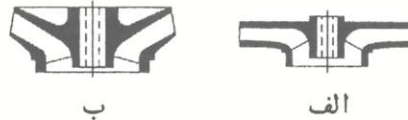
نحوه پر کردن آب موتور در بخش ۱۴-۴ شرح داده شده است.

### ۶- ساختمان اجزاء هیدرولیکی پمپ

پمپ‌های شناور در واقع پمپ‌گریز از مرکز چند طبقه عمودی می‌باشند. هر طبقه شامل پروانه، محفظه، یاتاقان شعاعی و رینگ سایشی است.

#### ۶-۱- پروانه

پروانه‌ها بسته، چندکاناله و شعاعی (شکل ۶-الف) یا جریان مختلط (شکل ۶-ب) می‌باشند.

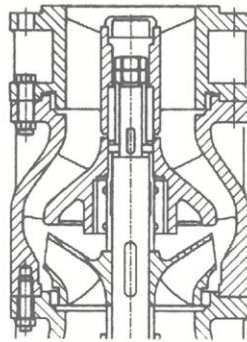


شکل ۶- انواع پروانه پمپ‌های شناور

پروانه‌ها بالاتس دینامیکی می‌شوند. طراحی پروانه‌ها بگونه‌ای است که نیروهای محوری به حداقل برسد. به جز تیپ URD 152 در تمام تیپ‌های تولیدی پروانه توسط خاری که با بوش فاصله نیز درگیر است روی محور سوار می‌شود و قطعات مونتاژ شده در انتهای محور توسط مهره محکم می‌شوند.

این روش مطمئن ترین و کاراترین راه حل است بطوریکه پروانه تحت هیچ نوع تنش در جای خود شل نمی شود.

بعلاوه محور پمپ بوسیله پروانه ها و بوش های فاصله در مقابل خوردگی و سایش توسط سیال مورد پمپاژ حفاظت می شود که حاصل آن کارایی، استحکام و عمر طولانی پمپ و کاهش هزینه بهره برداری و تعمیرات می باشد. (شکل ۷)



شکل ۷

#### ۲-۶- محفظه مکش پمپ شناور (شماره 106)

روی این قطعه ورق صافی از جنس فولاد زنگ نزن 1.4016 نصب می شود که از ورود ذرات خارجی بزرگ که می تواند باعث تخریب قطعات و یا مسدود نمودن کانال های پروانه شود، جلوگیری می کند.

شکل و ابعاد داخلی محفظه مکش به نحوی انتخاب می شود که سیال به روانی از صافی به پروانه اول هدایت شود. این قطعه وظیفه اتصال بین موتور و پمپ را نیز انجام می دهد.

#### ۳-۶- محفظه طبقات پمپ شناور (شماره 108)

هر محفظه شامل یک یا تاقان شعاعی است که تکیه گاه محور پمپ محسوب می شود و طراحی آن به نحوی است که توسط سیال مورد پمپاژ روانکاری می شود.

بسته به تپ پمپ ممکن است دیفیوزر نیز قسمتی از محفظه طبقات باشد.

۶-۴- رینگ سایشی پمپ شناور (شماره 502)

در تمام تیپ‌های تولیدی محفظه دارای رینگ سایشی پرس شده در محل قرار گرفتن ورودی پروانه می‌باشد. این رینگ‌ها برای تأمین لقی لازم بین پروانه (دوار) و محفظه (ثابت) طراحی شده‌اند به نحوی که اتلافات داخلی پمپ به حداقل برسد.

رینگ‌های سایشی باید شرایط کاری سختی را تحمل کنند که شامل سایش، به علت وجود ذرات و خوردگی در اثر تماس با سیال می‌باشد. پمپ‌ها با رینگ سایشی قابل تعویض طراحی می‌شوند تا باعث کاهش هزینه تعمیرات و افزایش عمر کاربری پمپ شود.

۶-۵- شیر یکطرفه یا (سوپاپ)

تمام تیپ‌ها دارای سوپاپ در خروجی پمپ می‌باشند که عملکرد آن جلوگیری از برگشت سیال پمپاژ شده است.

۶-۶- مواد

مواد قطعات اصلی الکتروموتور شناور در ترکیب مواد استاندارد بشرح زیر است:

جدول ۱- مواد قطعات الکتروموتورهای شناور

مواد استاندارد	قطعات
1.4021	کوپلینگ
GG 25	محفظه یاتاقان
Ck 45	محور روتور
Bronze-Carbon	یوش یاتاقان
Composite Fiber	یاتاقان کفگرد
8.8	پیچ‌ها
5.8	مهره‌ها

برای پمپاژ سیالی که خورنده است می‌توان قطعات پمپ را از مواد مختلفی تولید نمود که مقاومت لازم را در برابر سایش و خوردگی داشته باشند.

اگر آنالیز شیمیایی سیال (ر.ک. ۱۰-۲) در دست باشد می‌توان مواد مناسب برای آن کاربرد را مشخص نمود. جدول (۲) مربوط به انتخاب مواد پمپ‌های شناور می‌باشد.

## ۷- روشهای نصب در ایستگاه پمپاژ

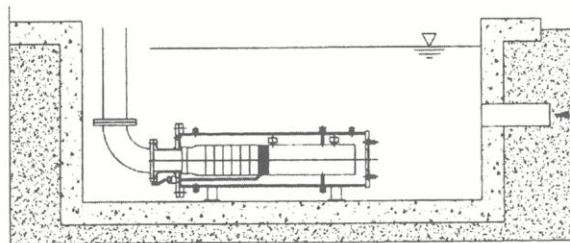
طرحهای مختلفی برای افزایش کارایی محصول برای شرایط مورد نظر مشتریان و حل مشکلات بهره‌برداری توصیه می‌شود.

### ۷-۱- نصب افقی الکتروپمپ شناور

پمپ‌های شناور بطور کلی برای نصب به صورت عمودی طراحی می‌شوند. ولی اکثر تپ‌ها را می‌توان با در نظر گرفتن ملاحظات (لوله غلاف خنک‌کننده، تکیه‌گاه و مخازن اطمینان سطح آب داخل الکتروموتور) به صورت افقی نیز نصب نمود (شکل ۸). در این رابطه موارد ذیل باید در نظر گرفته شود:

— طول موتور یک عامل محدودکننده است (به دلیل خمش روتور)، این مشکل را در برخی موارد می‌توان با انتخاب الکتروموتوری بزرگتر از آنچه در کاتالوگ معرفی شده، حل کرد.  
— به دلیل خمش محور تعداد طبقات پمپ نیز محدود می‌شود. (به کاتالوگ پمپ‌های شناور مراجعه شود)

— پمپ حداقل باید یک متر زیر آب باشد تا از مکیده شدن هوا به داخل آن جلوگیری شود.  
— حداقل سطح آب بالای پمپ به عوامل دیگری مانند میزان آشفتگی جریان در منبع، مقدار آبدهی و شرایط حفره‌زایی (کاویتاسیون) پمپ نیز بستگی دارد.

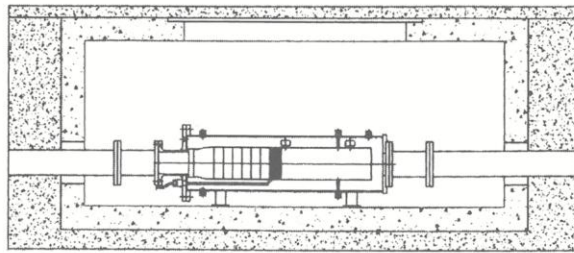


شکل ۸- نصب افقی الکتروپمپ شناور در حوضچه مکش

### ۷-۲- نصب الکتروپمپ شناور به عنوان بوستر پمپ:

از این الکتروپمپ‌ها می‌توان برای تامین هرگونه افت فشار یا آبدهی در خطوط آبرسانی استفاده کرد. در این آرایش الکتروپمپ استاندارد در داخل یک لوله غلاف قرار می‌گیرد که به

صورت سری یا موازی در خط لوله بسته می‌شود. این تجهیزات را می‌توان به صورت افقی یا عمودی نصب کرد (شکل ۹).



شکل ۹- نصب الکتروپمپ شناور در داخل غلاف به عنوان بوستر پمپ

### ۳-۷- پمپ شناور با لوله غلاف خنک‌کننده:

معمولاً خنک‌کاری موتور توسط جریان آب ایجاد شده در اطراف موتور تأمین می‌شود. در شرایطی که امکان خنک‌کاری بهینه وجود نداشته باشد مانند شرایطی که پمپ شناور در مخزن یا چاهک نصب می‌شود و ورودی آب در بالای پمپ قرار دارد، آرایش مناسب، استفاده از لوله غلاف خنک‌کاری است (شکل ۱۰). توصیه می‌شود که در این شرایط کاری، از حفاظت حرارتی PT100 استفاده شود (بخش ۲-۴).

### ۸- کاربرد الکتروپمپ‌های شناور:

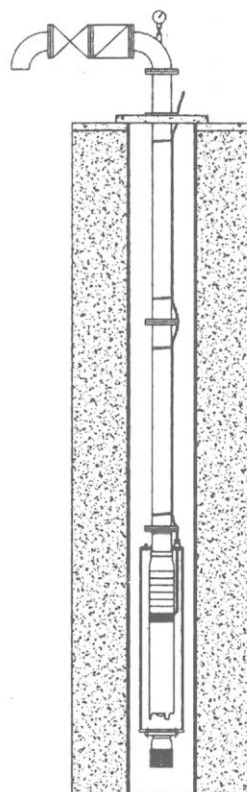
حوزه وسیعی از کاربرد برای این پمپ‌ها وجود دارد هر چند که این پمپ‌ها به ویژه برای موقعیتی که فضای نصب بسیار محدود است طراحی شده‌اند. به لحاظ رعایت نکات ایمنی، این الکتروپمپ‌ها نباید در استخرهای شنا نصب شوند.

با انتخاب حالت‌های مختلف نصب (بخش ۷) در ترکیب با جنس قطعات گوناگون (بخش ۶-۳) می‌توان از این محصولات برای پاسخگویی به مسائل بی‌شماری در زمینه پمپاژ سیالات استفاده نمود.

برخی از مهمترین زمینه‌های کاربرد عبارتند از:

- تأمین آب آشامیدنی

- تأمین آب فرآیندهای صنعتی



شکل ۱۰- نصب عمودی الکتروموتور شناور با لوله غلاف در داخل چاهک

- آبیاری
- تخلیه آب ممان
- جبران فشار (بوستر) طرحهای آبرسانی
- پمپاژ از مخازن
- برداشت آب خام از رودخانه و دریاچه سدها



- برداشت آب از دریا
- برداشت آب از چاههای عمیق و نیمه عمیق
- آتش نشانی

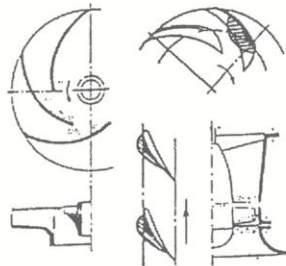
### ۹- کنترل کیفیت

الکتروپمپها مراحل مختلفی از بازرسی را طی می کنند، مواد اولیه آنالیز می شود، قطعات در خط تولید، کنترل می شود تست هیدرواستاتیک قطعات براساس استاندارد انجام گرفته و آزمایشهای محصول نیز مطابق استانداردهای بین المللی صورت می گیرد.

### \*\* ۱۰- مشخصات ایستگاه پمپاژ و عملکرد پمپ شناور

#### ۱۰-۱- حفره زایی (کاویتاسیون)

پدیده حفره زایی با ایجاد بخار آب و حبابهای گاز به علت کاهش فشار محلی در مقطعی از جریان سیال روی می دهد. دمای سیال تأثیر قابل توجهی در شدت بروز این پدیده دارد. در شرایطی که فشار محلی آب مورد پمپاژ از فشار بخار اشباع آب در دمای پمپاژ کمتر شود گازهای محلول در آب آزاد شده و به همراه بخار تشکیل حبابهایی را می دهد که از نقطه تشکیل به همراه جریان سیال حرکت نموده و در کنار سطوح فلزی متمرکز می شوند این وضعیت در توربوپمپها در لبه هادی پره های پروانه مشاهده می شود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱

\* ( سپس با افزایش فشار در امتداد جریان در مقطعی که فشار سیال بیش از فشار بخار آن می شود گازها دوباره حل می شوند. جت آبی که وارد حبایهای در حال انحلال می شود با ضربه شدید به سطوح فلزی برخورد کرده و باعث تخریب آن می شود. )

\* ( علاوه بر صدمه های که از این طریق به پروانه و محفظه پمپ وارد می شود، حفره زایی باعث کاهش بازده پمپ و سقوط ناگهانی منحنی آبدهی، ارتفاع و ایجاد ارتعاش و سر و صدا می شود. )

۱۰-۱-۱ NPSH موجود پمپ

ارتفاع مکش مثبت خالص موجود  $(NPSH)_a$  مقدار ارتفاعی است که با فشار بخار سیال در نقطه مکش پمپ متناسب است. این مقدار را می توان با توجه به مشخصات مکش محاسبه کرد و برای پمپ شناور با رابطه ذیل تعریف می شود.

$$S = P_a - (NPSH)_a - H_L - H_v$$

که در آن:

$P_a$ : فشار اتمسفر در سطح دینامیک آب چاه (از منحنی شکل ۱۳)

$S$ : عمق مقطع مکش پمپ زیر سطح آب

$H_L$ : افت مکش

$H_v$ : فشار بخار سیال (از منحنی شکل ۱۲)

در مورد پمپ شناور افت مکش  $H_L$  به افت اصطکاکی بین بدنه موتور و دیوار چاه و افت در

صافی و محفظه مکش بستگی دارد.

$$A = \frac{\pi(D^2-d^2)}{4}$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$H_L = kV^2/2g$$

$A$ : سطح مقطع حلقه بین جدار چاه و الکتروپمپ  $m^2$

$D$ : قطر چاه یا لوله جدار  $m$

$d$ : قطر محفظه مکش  $m$

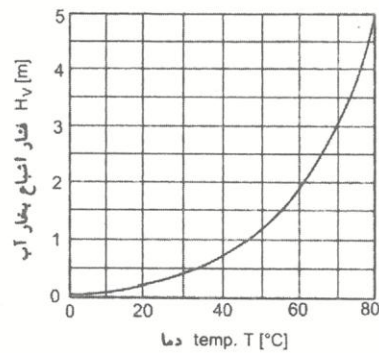
$H_L$ : افت مکش

$V$ : سرعت سیال m/s

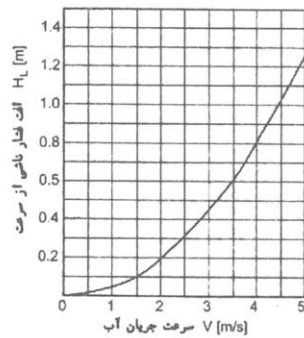
$k$ : برای اغلب شرایط  $k=1$  در نظر گرفته می شود.

$Q$ : آبدهی  $m^3/s$

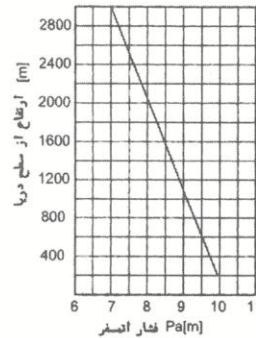
$g$ : شتاب جاذبه  $m/s^2$



شکل ۱۲- منحنی فشار بخار اشباع آب بر حسب درجه حرارت



شکل ۱۴- منحنی افت ناشی از سرعت سیال در مقطع بین موتور و چاه



شکل ۱۳- منحنی فشار اتمسفر بر حسب ارتفاع از سطح دریا

### ۱-۱-۲- NPSH لازم پمپ

در ورودی پروانه پمپ نیز افت‌هایی در اثر اصطکاک و تغییر سرعت آب ایجاد می‌شود. با ورود آب به پروانه طبقه اول، فشار سیال به طور فزاینده‌ای افت می‌کند. معمولاً در شروع پره‌های پروانه احتمال تشکیل حفره پدیدۀ حفره‌زایی (کاویتاسیون) و صدمات ناشی از آن وجود دارد. افت فشار در داخل پروانه پمپ به عنوان ارتفاع مکش مثبت خالص لازم  $(NPSH)_r$  نامیده می‌شود و از مشخصات پمپ محسوب می‌شود. منحنی آن برای هر تیپ در کاتالوگ محصولات ارائه می‌شود.

### ۱-۱-۳- شرایط بدون حفره‌زایی

برای جلوگیری از حفره‌زایی رابطه زیر باید در تمام نقاط جریان سیال در داخل پمپ برقرار باشد.

$$(NPSH)_a > (NPSH)_r$$

اغلب ضریب اطمینانی به اندازه ۰/۵ متر بین دو مقدار فوق در نظر گرفته می‌شود.

### ۱-۱-۴- مثال

فرض: تیپ پمپ: BRTS 435/3

تیپ موتور: 10 A 1103/2

آبدهی:  $300\text{m}^3/\text{h}$

- مشخصات محل: قطر چاه ۳۰۰ میلیمتر

دمای آب مورد پمپاژ: ۳۰ درجه سلسیوس

ارتفاع از سطح دریا: ۳۰۰ متر

- از منحنی پمپ فوق NPSH لازم در آبدهی ۳۰۰ متر مکعب در ساعت برابر ۱۰ متر است.

-  $H_v$  در ۳۰ درجه سلسیوس برابر ۰/۴۳ متر (منحنی شکل ۱۲)

-  $P_a$  در ۳۰۰ متر برابر ۹/۹ متر (منحنی شکل ۱۳)

-  $H_L$  افت فشار ناشی از سرعت برابر ۰/۳۹ متر

شرط جلوگیری از حفره‌زایی عبارتست از:

$$(NPSH)_a = (NPSH)_r + 0.5$$

ارتفاع آب لازم در بالای مکش پمپ عبارتست از:

$$S = P_a - (NPSH)_r - H_L - H_v - 0.5$$

$$S = 9/9 - 10 - 0/39 - 0/43 - 0/5$$

$$S = -1/42$$

بنابراین مکش پمپ می‌بایست حداقل ۱/۴۲ متر زیر سطح دینامیک آب باشد.

در مورد پمپ‌هایی که منحنی NPSH ارائه نشده است وجود ۰/۵ متر آب بالای سوپاپ

پمپ به منظور جلوگیری از خشک کار کردن یاتاقان‌ها کافی است.

### ۱۰-۲- آنالیز خوردگی آب

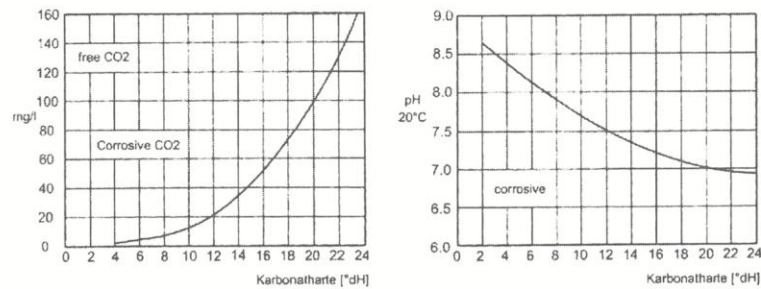
#### ۱۰-۲-۱- خوردگی آهن در آب

این آنالیز برای تخمین مقدار خوردگی آب در تماس با آهن در اجزاء پمپ شناور است.

منحنی  $dH/CO_2$  شرایط تعادل سختی کربناتی (dH) و دی‌اکسید کربن آزاد به (mg/l) را نشان

می‌دهد. مشاهده می‌شود که اگر آب در شرایط زیر منحنی باشد خورنده نخواهد بود. منحنی

dH/pH نشان می‌دهد که آب وقتی مقدار dH و pH بزرگتر از منحنی است خورنده نیست.



شکل ۱۵- سختی کربنات

اگر سختی کربنات کمتر از 6 dH و مقدار اکسیژن آزاد  $O_2$  بزرگتر یا مساوی 4mg/l باشد

آنگاه هر چه درصد اکسیژن آزاد بیشتر باشد میزان خوردگی آهن بیشتر است. در صورتی که مقدار

$O_2$  کمتر از 4mg/l باشد خوردگی به مقدار pH مطابق منحنی dH/pH بستگی دارد. اگر سختی

کربنات بیش از 6 dH مقدار اکسیژن ناچیز باشد آنگاه خوردگی آب فقط به مقدار pH از روی

منحنی dH/pH بستگی دارد. اگر مقدار  $O_2$  صفر نباشد آنگاه خوردگی به مقدار pH (با توجه به منحنی dH/pH) و مقدار  $CO_2$  آزاد (با توجه به منحنی dH/ $CO_2$ ) وابسته است. اگر این مقادیر در ناحیه خوردگی باشد شدت حمله با افزایش درصد  $O_2$  زیاد می شود. اگر تشکیل حباب مشاهده شود خوردگی بسیار شدید است. بعلاوه آب ممکن است حاوی مواد خوردنده ذیل باشد:

#### الف - نمک (باقی مانده تبخیر)

- کمتر از  $50 \text{ mg/l}$  بی اثر

- بیش از  $50 \text{ mg/l}$  خطر خوردگی گالوانیک، مواد با پتانسیل مختلف نباید در مجاورت یکدیگر بکار گرفته شود.

#### ب - نیترات ها و نیتریدها

- کمتر از  $20 \text{ mg/l}$  بی اثر

- بیش از  $20 \text{ mg/l}$  خطر خوردگی در مواد حاوی روی

#### ج - کلرایدها

- کمتر از  $150 \text{ mg/l}$  بی اثر

- بیش از  $150 \text{ mg/l}$  خطر خوردگی شدید

د - اسیدهای مناطق باتلاقی و سولفور آهن، برای مواد آهنی مضر است.

ه - سولفات هایی که خاصیت قلیایی داشته باشند، خوردنده نیستند.

۱۰-۲-۲- خوردگی در اثر رسوب

هنگامی که هر یک از مواد ذیل در آب وجود داشته باشد، احتمال وجود رسوب در پمپ

وجود دارد.

#### الف - آهک

- اگر  $CO_2$  آزاد بزرگتر از  $CO_2$  محلول ( $CO_2$  مشخص شده در منحنی تعادل) باشد،

ته نشینی روی نخواهد داد.

- اگر  $CO_2$  آزاد کمتر از  $CO_2$  محلول ( $CO_2$  مشخص شده در منحنی تعادل) باشد، آنگاه

رسوب تشکیل می شود و هر چه  $CO_2$  آزاد بیشتر باشد ته نشست بیشتر خواهد بود. اگر  $O_2$

آزاد ناچیز باشد ته نشست به صورت گل خواهد بود، اما اگر مقدار  $O_2$  زیاد باشد رسوبات

آهکی تشکیل خواهد شد.

**ب - آهن**

- اگر کمتر از  $0/2 \text{ mg/l}$  باشد رسوب نخواهد کرد.
- اگر بیش از  $0/2 \text{ mg/l}$  باشد رسوب به صورت گل چسبنده تشکیل شده و با افزایش  $\text{O}_2$  آزاد و آهن، زیاد خواهد شد.

**ج - منگنز**

- کمتر از  $0/1 \text{ mg/l}$  بدون رسوب
- بیش از  $0/1 \text{ mg/l}$  تشکیل رسوب منگنز شروع می شود و بسته به مقدار  $\text{O}_2$  آزاد و منگنز رشد می کند.
- در شرایط فوق به هیچ طریقی نمی توان از تشکیل رسوب آهن و منگنز جلوگیری کرد.
- بازرسی های متناوب (دوره ای) و تمیز کردن ذرات جامد تنها روش استفاده از پمپ در شرایط مناسب و زمان طولانی تر است.

**۱۰-۲-۳- خوردگی در اثر سایش**

- به طور کلی وجود  $45 \text{ mg/l}$  ماسه با ابعاد ریز، سایش قابل توجهی در قطعات پمپ استاندارد به وجود نمی آورد. با توجه به مقدار و ابعاد ذرات موجود در آب مورد پمپاژ می توان قطعات را از مواد مخصوص تهیه نمود.

**۱۰-۳- محاسبه سطح مقطع کابل**

انتخاب کابل انتقال قدرت، براساس سه اصل ذیل انجام می شود:

- ۱- حداکثر افت ولتاژ مجاز ۳٪ ولتاژ نامی است.
  - ۲- افت توان در طول کابل
  - ۳- حداکثر جریان مجاز
- داده های لازم در جدول انتخاب کابل برای الکتروموتور شناور ارائه شده است. (به کاتالوگ پمپهای شناور مراجعه شود).

**۱۱- انتخاب الکتروپمپ**

- در انتخاب الکتروپمپ عوامل زیادی دخالت دارد. باید عوامل اقتصادی و فنی را به موازات هم در تصمیم گیریها در نظر گرفت.



## ۱-۱۱- ورودی‌های انتخاب

قاعده اینست که مسئول طراحی ایستگاه پمپاژ قبل از مراجعه به کاتالوگ اطلاعات ذیل را داشته باشد:

- مقدار متوسط آبدهی: که از آزمایش پمپاژ و برآورد تغییرات سطح دینامیک چاه بدست می‌آید. شدت جریان باید در حدی انتخاب شود که ماسه و دیگر ذرات، در جریان پمپاژ وارد نشوند و سطح دینامیک بین نقاط کنترل نوسان کند. سطح دینامیک سطح ثابت آب درون چاه در زمان پمپاژ است. - سطح مجاز آب بالای پمپ: مطابق اندازه‌گیری‌های سطح دینامیک. - فشار مانومتریک لازم: با توجه به متوسط آبدهی، این فشار حاصل جمع ارتفاع هندسی (فاصله سطح دینامیک آب تا خروجی لوله انتقال) و افت‌های برآورد شده در طول مسیر و فشار آب لازم در خروجی لوله است.

- توصیه می‌شود که مشخصات سیال مورد پمپاژ، میزان خوردگی توسط آب و احتمال وجود ذرات جامد (مقدار و اندازه)، دما و سایر موارد بررسی و آنالیز گردد.

- قطر چاه حفر شده: عوامل فنی و اقتصادی مختلفی در انتخاب قطر چاه دخیل است. مانند امکانات شرکت‌های حفاری محلی که در برخی موارد قطر چاه حفاری شده بسیار بزرگتر از قطر پمپ می‌باشد. - قطر خط لوله رانش: به طور کلی سطح مقطع لوله رانش چنان انتخاب می‌شود که سرعت سیال بین ۱ الی ۳ متر بر ثانیه باشد. قطرهای کوچکتر هزینه اولیه کمتری دارد ولی به دلیل بالا رفتن افت‌های مسیر توان بیشتری در زمان پمپاژ مصرف خواهد شد. در بخش‌های ۵ در رابطه با خنک‌کاری الکتروموتور و ۱۰-۱ در مورد تغییرات توان و مشکلات حفره‌زایی توضیح داده شده است. - مشخصات الکتریکی تجهیزات: از جمله ولتاژ خط، فرکانس، توان جذبی، نحوه راه‌اندازی، حداکثر جریان مجاز و غیره.

## ۱۱-۲- فرآیند انتخاب و عوامل مورد نظر

با در دست داشتن اطلاعات لازم می‌توان به کاتالوگ مراجعه نمود. گامهای انتخاب به ترتیب ذیل است:

- با مراجعه به منحنی همپوشانی محصولات تیپ پمپی که آبدهی و ارتفاع مورد نیاز را تأمین می‌کند مشخص می‌شود. هر چه نقطه کارکرد به حداکثر راندمان پمپ نزدیکتر باشد انتخاب مناسبتری

انجام شده است. اگر مشخصات پمپ به طور دقیق منطبق بر نقطه کار مورد نظر نباشد می توان از پروانه تراش خورده استفاده نمود. در صورتی که پمپ در نقاطی خارج از منحنی ارایه شده در کاتالوگ استفاده شود ممکن است منجر به ایجاد صدمات یا تاقانی و سایش قطعات شود. لذا با انتخاب صحیح پمپ متناسب با نقاط مورد نیاز. عمر معمول الکتروپمپ رامی توان انتظار داشت. - اگر چند پمپ نقطه کار مورد نظر را پوشش دهد، انتخاب بر اساس مواردی مانند قطر خارجی پمپ انجام می شود. عواملی که میتواند برای انتخاب بهتر در نظر گرفته شود عبارتند از:

**الف - قطر چاه:** هر چه قطر الکتروپمپ کوچکتر باشد نصب آن با سهولت بیشتری انجام می شود. در این مورد باید قطر فلنج لوله اصلی و کابلها و الکترودهای کنترل سطح (در صورت نصب) را نیز در نظر گرفت. در طراحی محصولات تا حد امکان کاهش قطر منصوبات (مانند استفاده از کابل تخت و غیره) در نظر گرفته شده است. در کاتالوگ انتخاب محصول، قطر پمپ و الکتروموتورها و حداقل قطر چاه برای هر محصول مشخص شده است.

مصرف کننده باید بهبود شرایط هیدرولیکی را در مقایسه با عوامل فنی و اقتصادی دیگر بررسی نماید. از عوامل اقتصادی می توان به هزینه های ثابت (مانند حفاری چاه، اندازه لوله اصلی، اتصالات و غیره) و هزینه های جاری (تعمیرات، بازده، دیماند برق و غیره) اشاره نمود.

**ب - توان جذبی الکتروپمپ:** گاهی با توجه به شرایط هیدرولیکی خاص، الکتروپمپ انتخاب شده از نظر قطر بزرگتر از قطر چاه موجود می باشد. راه حل ارائه شده در این مورد استفاده از دو دستگاه الکتروپمپ به صورت سری است که پشت سرهم بسته می شود که موجب استفاده از الکتروپمپ با قطر کوچکتر خواهد شد.

**ج - فضای حلقوی بین قطر داخلی چاه و قطر موتور:** سرعت جریان آب عبوری از این مقطع:

- نباید کمتر از  $0.25 \text{ m/s}$  باشد تا خنک کاری موتور تضمین شود. در صورتی که سرعت جریان کمتر باشد، لازم است از لوله غلاف خنک کننده در نصب پمپ استفاده شود تا جریان با سرعت کافی در اطراف موتور برقرار شود.

- نباید از  $3 \text{ m/s}$  بیشتر باشد. حد نهایی سرعت به مشخصات چاه بستگی دارد و ممکن است بیش از  $2 \text{ m/s}$  نیز مناسب نباشد. دو عامل اصلی مؤثر در این محدودیت عبارتند از افزایش خطر حفره زایی

به دلیل افت زیاد در مکش و ورود ذرات به جریان سیال که از دیواره چاه کنده می شود (چاه به ماسه دهی می افتد).

د - مواد ساختمانی پمپ: پس از انتخاب پمپ، میزان خوردگی آب (خوردگی شیمیایی و سایش) عامل تعیین کننده در استفاده از مواد استاندارد یا مخصوص در ساخت پمپ خواهد بود. در طراحی محصولات قابلیت انطباق با شرایط کاری مختلف در نظر گرفته شده است و می توان برحسب نیاز، جنس کابل، نوع آبنندی و جنس قطعات ریخته (چدن، برنز، فولاد زنگ نزن، آلومینیوم، مس و غیره) را تغییر داد.

ه - دمای آب: عامل دیگری است که باید در نظر گرفته شود. دمای آب در تعیین اندازه موتور و کابل قدرت موثر است. از نظر افزایش احتمال حفره زایی به علت افزایش فشار بخار آب با دما نیز باید شرایط کار پمپ را بررسی نمود.

و - در صورتیکه ظرفیت آبدهی الکتروپمپ بیشتر از ظرفیت چاه باشد، امکان دارد که جریان آب به صورت متناوب قطع و وصل گردد (با تخلیه آب چاه) و مورد فوق می تواند باعث ایجاد ضربت قوچی بر اثر برگشت متناوب آب گردیده و با توجه به اینکه این ضربات عمدتاً توسط دیسک کفگرد مهار می گردد، موجب تخریب یا تاقان کفگرد گردد. در صورت مشاهده چنین مواردی کاهش آبدهی پمپ توسط شیر فلکه الزامی می باشد.

حداکثر درجه حرارت آب برای عملکرد مطمئن الکتروموتورها مطابق جدول ۳ می باشد.

جدول ۳- حداکثر درجه حرارت مجاز آب پمپاژ شده

ITEM	تیب الکتروموتور MOTOR TYPE	WATER TEMP دمای آب		
		20°C	25°C	30°C
1	6E 33/2			●
2	6E 53/2			●
3	6E 73/2			●
4	7A 93/2			●
5	7A 113/2			●
6	7A 133/2			●
7	7A 153/2			●
8	7A 183/2			●
9	7A 223/2			●
10	9A 243/2			●
11	9A 303/2,9B 303/2			●
12	9A 373/2,9B 373/2			●
13	9A 453/2,9B 453/2		●	
14	9A 553/2,9B 553/2		●	
15	9A 623/2,9B 623/2	●		
16	9A 733/2,9B 733/2	●		
17	9B 803/2	●		
18	10A 923/2,9B 923/2	●		
19	9B 1003/2	●		
20	10A 1103/2,9B 1103/2	●		
21	12A 1303/2	●		
22	12A 1503/2	●		
23	12A1853/2	●		
24	12B 2203/2		●	
25	14B 2203/2		●	
26	14B 2603/2		●	
27	14B 3003/2	●		

**۱۱-۳- نیازهای فنی**

اگر پمپ مناسبی برای شرایط ویژه موجود نبود، سازنده پمپ می‌تواند طراحی جدیدی برای تأمین نیازهای مشتری به عمل آورد. در این موارد تماس با دفتر مهندسی شرکت اسپادان مفید خواهد بود.

**۱۲- منحنی مشخصه و داده‌های فنی**

منحنی‌های مشخصه در کاتالوگ انتخاب پمپ‌ها برای آب ۲۵ درجه سلسیوس با چگالی  $1\text{kg/dm}^3$  و ویسکوزیته 1cp معتبر می‌باشد. این منحنی‌ها براساس الزامات ISO 9906 Grade II تهیه شده‌اند.

**۱۳- توصیه‌هایی برای حمل و نقل الکتروموتورهای شناور**

- ۱- الکتروپمپ کوبله شده می‌بایست همیشه به صورت عمودی جابجا شود.
- ۲- هنگام حمل و نقل از غلت خوردن و افتادن الکتروموتور جدا جلوگیری شود. در صورت افتادن الکتروموتور، باید آنرا دمونتاز کرده و لنگی روتور را کنترل نمود.
- ۳- برای بلند کردن و جابجائی موتور به هیچوجه از کابلهای الکتروموتور استفاده نشود.

**۱۴- نصب و راه‌اندازی****۱-۱۴- قبل از نصب در چاه**

- ۱-۱۴-۱- به خاطر داشته باشید در هیچ شرایطی نباید الکتروموتور را قبل از پرکردن با آب و الکتروپمپ کوبله شده را قبل از نصب روشن نمود. یا تاقانهای الکتروموتور و پمپ با آب روانکاری می‌شود و در صورت کار کردن بدون آب به شدت صدمه خواهد دید.
- ۱-۱۴-۲- اگر الکتروپمپ قبل از نصب برای مدتی انبار شده است محور آن را با دست بچرخانید تا از حرکت آن مطمئن شوید. در صورت گیر کردن محور، با قطعات سربی یا چکش پلاستیکی به آرامی به سر محور و به صورت عمودی ضربه زده شود تا آزاد شود اگر این عمل مؤثر نباشد باید الکتروموتور توسط تعمیرکار مجاز دمونتاز گردد.
- ۱-۱۴-۳- در کلیه مراحل نقل و انتقال و نصب الکتروپمپ مراقب باشید که دستگاه در اثر ضربه آسیب نبیند، همچنین مراقب باشید کابلهای الکتروموتور دچار لهیدگی، زدگی یا کشیدگی نشوند.

۱۴-۴- قبل از نصب الکتروپمپ در درون چاه، آن را به شکل عمودی قرار داده و با آب پاکیزه بدون ماسه و اسید، ترجیحاً آب شرب، معمولی پر نمایید (از آب مقطر استفاده نشود). برای این کار دو عدد در پوش بر روی قطعه اتصال دهنده الکتروموتور به پمپ تعبیه شده است که یکی برای پرکردن آب به داخل موتور و دیگری برای تخلیه هوا می باشد. هر دو درپوش در موقع «آماده کردن» الکتروپمپ بایستی باز شوند.

«آماده کردن» دستگاه به کمک یک قیف مخصوص، انجام می گیرد، که به همراه هر دستگاه الکتروپمپ داده می شود. این قیف در قسمتی که پیچ می شود دارای سه پله می باشد و باید متناسب با مجرای ورودی آب یک یا دو پله از آن را قطع نمود. سپس قیف باید در مجرای پیچ شود (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- روش آماده کردن الکتروموتور شناور

وقتی الکتروموتور از آب پر شد برای مدت نیم ساعت (به صورت عمودی) آن را رها کنید تا حباب های درون آب کاملاً تخلیه شوند. برای تسریع این کار الکتروپمپ را به آرامی تکان دهید. پس از خارج شدن حباب ها، با کمی آب، الکتروموتور را لبریز نموده، در پوش ها را در جای اولیه خود ببندید، توجه نمایید که الکتروموتور نشتی نداشته باشد.

۱-۱۴-۵- قبل از مفصل بندی کابل شبکه با کابل الکتروموتور، مقاومت عایقی فاز به فاز و فاز به بدنه الکتروموتور را توسط میکرو 1000 VDC اندازه گیری و ثبت کنید. این مقادیر نباید کمتر از حد مجاز باشد. (جدول ۵)

۱-۱۴-۶- اطمینان حاصل کنید که ظرفیت جرثقیل برای بلند کردن وزن مجموعه الکتروپمپ و لوله پر از آب مناسب می باشد.

۱-۱۴-۷- اندازه قطر چاه یا عمق آن را بخصوص در جاهایی که مستقیم حفر نشده بررسی کنید. از جسمی مانند یک لوله در ابعاد الکتروپمپ برای اطمینان از مناسب بودن قطر چاه استفاده نمایید. انحرافات جزئی قابل صرف نظر کردن است ولی اگر خم تندی در مسیر وجود داشته باشد، نصب الکتروپمپ با مشکل مواجه خواهد شد که در اینصورت ممکن است به کابل الکتروموتور آسیب جدی وارد شود.

۱-۱۴-۸- جهت کوپل کردن ابتدا پیچ قطعه کوپلینگ الکتروموتور را تا حدی باز نمایید که محور پمپ بتواند به راحتی وارد کوپلینگ شود. الکتروموتور را به حالت عمودی قرار داده و بوسیله جرثقیل پمپ را بلند نمایید. محور آن را درست در مقابل کوپلینگ الکتروموتور قرار دهید. محور را با دست بچرخانید تا شیار آن بر خار کوپلینگ منطبق شود. پمپ را به آهستگی و کاملاً عمود پایین آورید به طوری که محور پمپ در داخل کوپلینگ قرار گیرد. قطعه مکش پمپ را توسط پیچ و مهره به قطعه اتصال دهنده الکتروموتور بسته و با آچارکشی ضربدری محکم نمایید. پیچ کوپلینگ را در محل مربوط به صورت کامل ببندید. اگر کوپلینگ در موقعیت صحیح باشد نباید پیچ آن بالاتر از سطح کوپلینگ بماند.

توجه - در الکتروموتورهای تیپ A 12 و B 14 کوپلینگ روی محور پمپ سوار شده و باید محور الکتروموتور را نسبت به آن تنظیم نمود و فنر قفل کننده پیچهای کوپلینگ پس از بستن پیچهای کوپلینگ در روی کوپلینگ نصب گردد.

۱-۱۴-۹- پس از کوپل کردن توسط اهرم از وجود کمی آزادی حرکت طولی محور اطمینان حاصل کنید.



۱۴-۱-۱۰- مراقب باشید انتهای کابل‌های برق درون آب قرار نگیرند، زیرا با نفوذ آب در داخل کابل، آب‌بندی الکتروموتور در ناحیه سربندی از بین خواهد رفت.

۱۴-۱-۱۱- به منظور مفصل‌بندی کابل‌ها از سیلیک استفاده نموده و از بکار بردن روش‌های غیراستاندارد مفصل‌بندی جداً خودداری کنید.

۱۴-۱-۱۲- کارکرد صحیح سوپاپ بالای پمپ را امتحان کنید.

۱۴-۱-۱۳- بستن صافی مکش: صافی مکش از جنس فولاد ضدزنگ می‌باشد و جهت جلوگیری از ورود اجسام خارجی به داخل پمپ می‌باشد لذا لازم است که به ترتیب زیر و با استفاده از دو عدد فنر به طور صحیح در محل خود بسته شود:

الف - صافی مکش را با در نظر گرفتن دو عدد شیار (برای کابلها) بر روی قطعه مکش حلقه کنید بطوری که لبه‌های صافی بر روی هم قرار گیرند.

ب- دو عدد فنر را که از جنس فولاد ضدزنگ هستند آماده نموده و ابتدا قلاب فنر اول را در قسمت بالایی صافی و داخل یک سمت صافی قرار دهید و قلاب دیگر فنر را پس از کشیدن کامل (به وسیله انبردست) در سوراخ دیگر صافی قرار دهید.

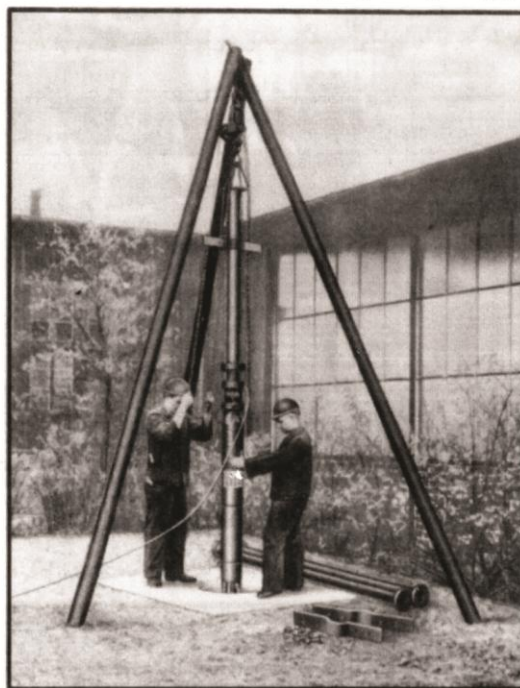
ج- فنر دوم را در قسمت پائین صافی مطابق بند (ب) نصب کنید.

۱۴-۲- نصب در چاه:

۱۴-۲-۱- الکتروپمپ‌های سبک:

لوله اول و یک جفت گیره آویز متصل شده به آن را به الکتروپمپ وصل نمایید. پس از بستن اولین لوله به سوپاپ پیچ‌های برنزی روی سوپاپ می‌بایست سفت شوند تا از باز شدن لوله اول از سوپاپ جلوگیری بعمل آید. سپس الکتروپمپ را در چاه فرو ببرید تا گیره به لبه چاه برسد. لوله‌های بعدی را به همین ترتیب به سر لوله اول وصل نمایید و الکتروپمپ را در چاه فرو ببرید تا آنکه دستگاه به عمق نصب برسد. لوله‌ها بایستی بسیار محکم به هم پیچ شوند. اقدامات حفاظتی در اتصال لوله‌ها را رعایت کنید. در غیر این صورت ممکن است دستگاه به ته چاه سقوط کرده و یا اینکه پیچ لوله‌ها شل شده و در زمان کار کردن الکتروپمپ از هم باز شوند.

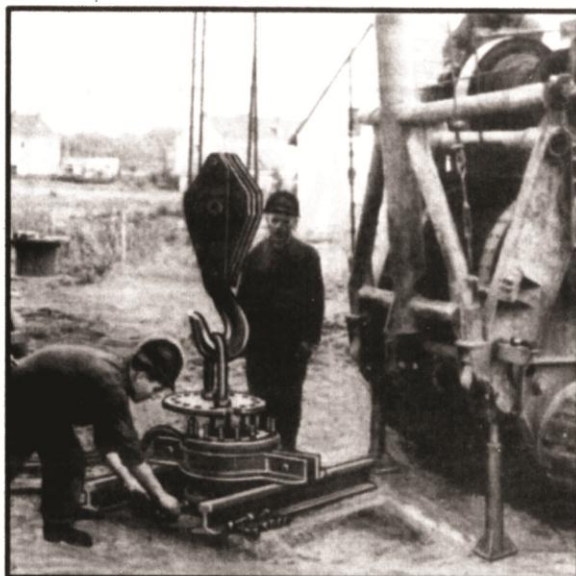
در زمان نصب و اضافه نمودن لوله‌ها همواره بایستی یک جفت گیره به تکیه گاه پیچ شود تا از سقوط الکتروپمپ جلوگیری کند. پیشنهاد می‌شود وقتی عمق نصب بیش از ۱۵۰ متر است در هر ۱۰۰ متر یک عدد شیر یک طرفه نصب شود.



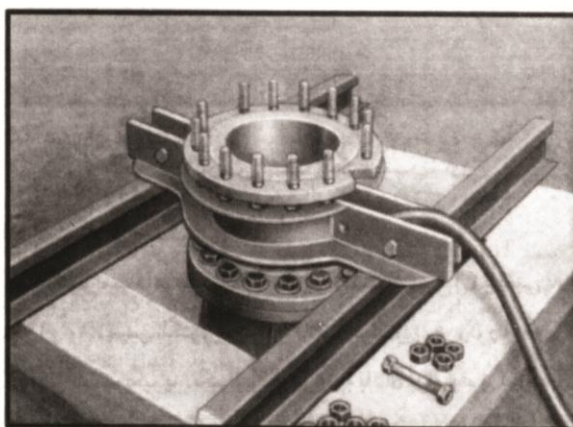
شکل ۱۷- روش نصب الکتروپمپ شناور

#### ۲-۲-۱۴- الکتروپمپ‌های سنگین

برای نصب الکتروپمپ‌های سنگین، گیره آویز (مانند بخش قبل) بایستی به یک فلنج نصب متصل شود (شکل ۱۸ و ۱۹). سپس الکتروپمپ را با قلاب جرثقیل به درون چاه آویزان نموده و بر سر چاه از دو قطعه تیر آهن کمک بگیرید. یک گیره آویز را به بالای لوله وصل نموده و به وسیله دو پیچ محکم کنید. این گیره در زمان اضافه کردن اولین لوله به فلنج نصب، تکیه گاه الکتروپمپ خواهد بود. آنگاه لوله‌ها را یکی پس از دیگری به هم اضافه نموده و الکتروپمپ را تدریجاً به عمق چاه فرو برید.



شکل ۱۸- فلنج نصب بازشده



شکل ۱۹- روش کار گذاشتن الکتروپمپ در زمان نصب

#### ۳-۲-۱۴- نحوه قرارگرفتن کابل های برق روی لوله های نصب:

در مواردی که طول هر لوله بیش از ۴ متر نیست، کابل برق به وسیله گیره کابل در محل اتصال دو لوله (بالا و پایین هر فلنج) و یا به محل اتصال در بدنه لوله وصل می شود. گیره بایستی بسیار محکم بسته شود. جهت جلوگیری از لهیدگی و زدگی کابل در موقع نصب یا بیرون آوردن الکتروپمپ، از محل بریدگی که در فلنج لوله ها (مناسب با کابل) ایجاد می شود، استفاده نمایید.

گیره کابل بایستی متناسب با سطح مقطع و وزن کابل انتخاب شود و می توان برای این کار از لاستیکی که قابلیت ارتجاعی داشته باشد استفاده نمود.

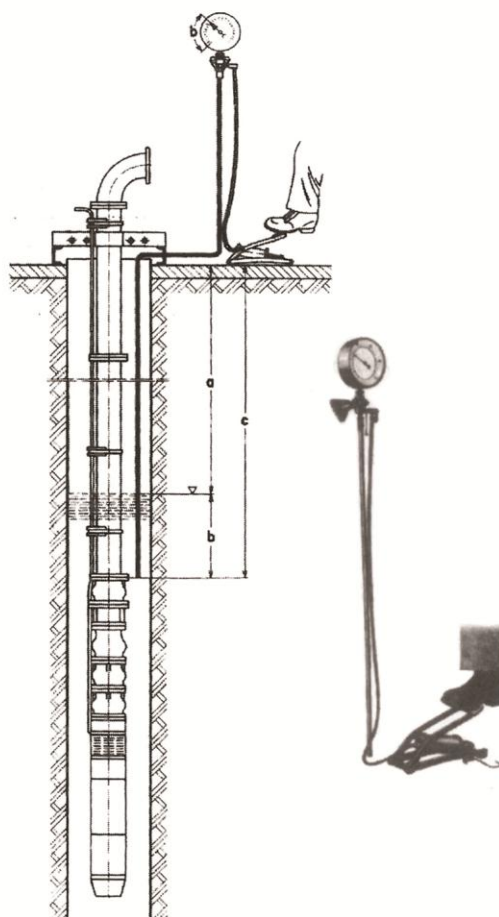
۳-۲-۱۴- پمپ را در عمقی نصب کنید که هنگام کار حداقل ارتفاع آب لازم برای جلوگیری از هوا کشیدن و بروز پدیده حفره زایی بالای فلنج سرپمپ وجود داشته باشد. این مقدار برای پمپ های ۴ اینچ و کوچکتر حداقل ۰/۵ متر است. در مورد پمپ های بزرگتر این مقدار باید با توجه به منحنی NPSH که در راهنمای انتخاب الکتروپمپ ها ارائه شده محاسبه شود. لازم است سطح آب پس از راه اندازی و در حین کارکرد پمپ نیز کنترل شود.

۳-۲-۱۴- اندازه گیری ارتفاع سطح آب را می توان به کمک دستگاه های الکترونیکی با دقت زیاد انجام داد ولی با توجه به هزینه تهیه این تجهیزات استفاده از روش ذیل توصیه می شود.

ارتفاع سطح آب را در چاه می توان به وسیله ارتفاع سنج بادی اندازه گرفت که شامل یک دستگاه فشارسنج و سه راهی که روی دیوار یا پایه ثابت بسته شده و شامل یک پمپ باد و یک لوله اندازه گیری است. اگر آب از لوله اندازه گیری به کمک فشار هوای پمپ باد خارج شود، عقربه فشارسنج حرکت کرده و در مقدار معینی ثابت خواهد ماند.  $b$  (نقطه ای که عقربه فشارسنج ثابت می ماند) نشان دهنده ارتفاع سطح آب بالای فلنج پمپ بر حسب متر است (اندازه  $c$  در شکل ۳).

اختلاف ارتفاع سطح آب از سطح زمین از رابطه  $a = c - b$  محاسبه می شود. بنابراین لازم است هنگام نصب لوله اندازه گیری طول آن ثبت شود با توجه به اینکه آب به تدریج توسط هوای لوله اندازه گیری جذب می شود، باید در هر بار اندازه گیری تلمبه زنی را تکرار کرده و تا جایی ادامه دهید که عقربه فشارسنج ثابت بماند.

۳-۲-۱۴- الکتروپمپ در سرچاه باید به نحو مناسبی مهار شود. برای کنترل عملکرد آن روی زانوی خروجی سرچاه محلی برای نصب فشارسنج در نظر بگیرید.



دستگاه ۲۰- دستگاه بادی اندازه گیری ارتفاع آب و روش استفاده از آن

۳-۱۴- پس از نصب :

۱-۳-۱۴- کابل‌های خروجی از چاه را به تابلو راه‌اندازی وصل کرده و مقاومت عایقی را توسط مگر 1000VDC اندازه گیری و ثبت نمایید. این مقادیر را با اندازه گیری قبلی (بخش ۱۴-۵) مقایسه کنید تا از مفصل‌بندی صحیح و عدم‌زدگی کابل در حین نصب اطمینان حاصل شود (جدول ۵).

- ۱۴-۳-۲- اتصال زمین را برقرار کنید. الکتروموتور باید توسط برق کار ماهر به شبکه وصل شود.
- ۱۴-۳-۳- در حالت فلکه بسته موتور را روشن کنید. جهت چرخش محور را با تمویض دو سیم از هر کابل عوض کنید. بالاترین فشاری که از فشارسنج قرائت شود، نشان دهنده جهت درست چرخش است حداکثر زمان مجاز کار در فلکه بسته ۵ دقیقه می باشد.
- ۱۴-۳-۴- هنگام راه اندازی اولیه شیرفلکه را به آرامی باز کنید. آب خروجی را از نظر مقدار ماسه بررسی کنید. صبر کنید تا مقدار ماسه در آب کم شود. سپس به آرامی شیرفلکه را تا آخر باز کنید. توجه: به علت حساسیت الکتروپمپ به ماسه نباید میزان آن در هر متر مکعب آب بیشتر از ۲۵ گرم باشد (مگر در مواردی که مواد مخصوص سفارش شده باشد).
- ۱۴-۳-۵- در حین راه اندازی الکتروموتور (که می تواند به صورت مستقیم (تک ضرب) یا ستاره - مثلث (دو ضرب) باشد) مقدار جریانهای هر سه فاز را ثبت کرده و با جریان نامی الکتروموتور مقایسه کنید. حداکثر جریان جذبی الکتروموتور نباید از جریان نامی با تفرانس +۵ درصد تجاوز کند. مقدار انحراف جریان فازها از مقدار متوسط جریان هر سه فاز حدوداً ۵٪ باشد.
- ۱۴-۳-۶- برای حفاظت الکتروموتور در تابلوی مربوطه از کنترل فاز و رله بی متال و فیوزهای مناسب استفاده گردد. تنظیم بی متال در راه اندازی مستقیم حداکثر برابر با جریان نامی خواهد بود. در راه اندازی ستاره - مثلث مقدار مذکور را به  $0/58$  ضرب کنید. زمان حالت ستاره در راه اندازی ستاره مثلث حدود ۳ الی ۴ ثانیه انتخاب شود.
- ۱۴-۳-۷- در صورتی که سطح آب چاه بطور مداوم بالا و پایین می رود از دستگاه حفاظت برای جلوگیری از خشک کارکردن موتور استفاده نمایید. انواع دستگاههای الکتریکی و الکترونیکی به این منظور وجود دارد که باید با توجه به شرایط بهره برداری از وسیله مناسب استفاده شود.
- ۱۴-۳-۸- فاصله زمانی بین روشن و خاموش کردن الکتروپمپ نباید کمتر از مقادیر داده شده در جدول ۴ باشد (مقادیر جدول زیر برای ولتاژ زیر ۱۰۰۰ ولت می باشد):

جدول ۴

فاصله زمانی (دقیقه)	قدرت الکتروموتور (کیلووات)
۳	تا ۳
۴	از ۳/۷ الی ۷۳/۵
۶	بالای ۷۳/۵

ارقام فوق برای الکتروموتورهای دو قطبی با دور ۲۹۰۰ دور در دقیقه می باشد.



جدول ۵- میزان مقاومت عایقی الکتروموتورهای شناور در شرایط مختلف

میزان مقاومت عایقی مجاز	مشخصات الکتروموتور در هنگام اندازه گیری مقاومت عایقی
بزرگتر از $50M\Omega$	الکتروموتور شناور در هنگام خرید (بدون کابل قدرت)
بزرگتر از $20M\Omega$	الکتروموتور که اتباداری طولانی مدت (حد اکثر ۲ سال) داشته است (بدون کابل قدرت)
بزرگتر از $10M\Omega$	الکتروموتور کار کرده که دوباره در چاه نصب خواهد گردید (بدون کابل قدرت)
بزرگتر از $2M\Omega$	الکتروموتور نو که در چاه نصب شده است (به همراه کابل قدرت)
بزرگتر از $0.5M\Omega$	الکتروموتورهایی که در چاه نصب شده و در حال کار می باشد (به همراه کابل قدرت)
کوچکتر از $0.5M\Omega$	الکتروموتور در حال تخریب می باشد (به همراه کابل قدرت)

### ۱۵- نگهداری و تعمیرات

۱۵-۱- پرونده ای برای ثبت تمامی مقادیر اندازه گیری شده در باز دیده های دوره ای عمر الکتروپمپ تشکیل دهید. طبق برنامه منظم، ساعات کارکرد، ارتفاع آبدهی، مقاومت عایقی، جریان جذبی را ثبت کنید.

۱۵-۲- پس از راه اندازی اولیه الکتروموتور را خاموش و میزان عایقی آن را همراه با کابل مربوطه توسط مگر 1000 VDC اندازه گیری شود و این اندازه گیری در هر ماه یک بار بطور منظم تکرار و ثبت گردد.

کاهش شدید مقاومت عایقی نشان دهنده بروز مشکل در الکتروموتور می باشد. ولی می توان استفاده از الکتروموتور را تا زیر یک مگا اهم نیز ادامه داد.

۱۵-۳- برای جلوگیری از رسوب بر روی یاتاقانهای الکتروپمپ، در هر ۸ روز حداقل به مدت ۵ دقیقه الکتروموتور را روشن نمایید.

۱۵-۴- در صورتی که سوپاپ پمپ درست عمل نکرده و آب لوله تخلیه شود، بیش از روشن کردن الکتروپمپ شیر فلکه را بسته و پس از روشن نمودن به تدریج باز نمایید.

۱۵-۵- قطعات الکتریکی تابلوی برق مانند تیغه های کنتاکتور را حداقل هر شش ماه یکبار بازدید نمایید.

۱۵-۶- برای انجام تعمیرات مربوط به تابلو برق به متخصص مربوط اطلاع دهید. و در صورت نیاز به تعمیرات الکتروپمپ شناور به نمایندگی های مجاز اسپادان مراجعه نمایید.



## ۱۶- انبارداری

۱-۱۶ هنگام انبار کردن الکتروپمپ را به صورت عمودی نگهدارید. در صورت محدودیت فضا الکتروموتور را می‌توان به صورت افقی انبارداری نمود به شرطی که حداقل در هر ماه یک بار محور الکتروموتور را ۱۸۰ درجه چرخانند.

۲-۱۶ در الکتروموتورهای بالای ۵۵ کیلووات وزن کابل را مهار کنید بطوریکه از کشیده شدن کابل در قسمت آییندی جلوگیری شود.

۳-۱۶ در پوش تخلیه الکتروموتور را باز کنید تا آب آن کاملاً تخلیه گردد. سپس داخل الکتروموتور را توسط محلول AQUA2 یا محلول ۵۰-۵۰ آب و گلیسرین پر کرده و پس از حداقل ۱۰ دقیقه تخلیه نمایید.

۴-۱۶ الکتروپمپ را در محل سر پوشیده نگهداری کنید. قرار دادن الکتروموتور در معرض آفتاب داغ، محیط‌های پر گرد و غبار و یا حرارت و سرمای زیاد باعث کاهش عمر آن می‌شود.

۵-۱۶ در صورتی که درگیری کوپلینگ و محورها بیش از حد سفت نباشد هنگام نگهداری در انبار الکتروموتور و پمپ را جدا کنید.

## ۱۷- جدول عیب‌یابی و روش رفع آن

کد رفع عیب	عیب
۱۶، ۱۵، ۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱	الکتروپمپ آب نمی‌دهد
۲۰، ۱۹، ۱۸، ۱۷، ۱۵، ۵، ۴، ۲، ۱	ظرفیت پیش‌بینی شده را تأمین نمی‌کند
۲۰، ۱۸، ۱۵، ۵، ۴، ۲	ارتفاع آب‌دهی کم است
۲۴، ۲۳، ۲۲، ۲۱، ۱۸، ۱۴، ۱۲، ۹، ۸، ۵	آمپر زیادی جذب می‌کند
۲۴، ۲۳، ۱۳، ۷، ۶، ۵	قدرت مصرفی زیاد است
۲۵، ۲۳، ۲۰، ۱۰، ۶، ۵، ۳، ۲	الکتروپمپ صدا می‌دهد

### عیب و روش رفع آن

- ۱- الکتروپمپ فشار خروجی زیادی را تحمل می‌کند.
  - شیر فلکه خروجی را به تدریج باز کنید تا به نقطه مناسب خود برسد.
- ۲- قسمت مکش پمپ یا پروانه‌ها به وسیله اشیای خارجی گرفته شده است.
  - اشیای خارجی موجود در دستگاه یا لوله‌ها را خارج کنید.
- ۳- مکش مثبت کافی نیست.
  - سطح آب چاه را بررسی کنید.
  - شیر فلکه خط مکش را باز کنید.
  - در صورت نیاز خط مکش را تعویض نمایید.
  - صافی مکش را بررسی کنید.
  - مراقبت نمایید تا الکتروپمپ از حداقل فشار مجاز پایین نیاید.
- ۴- جهت گردش معکوس
  - دو سیم فاز را جابه‌جا نمایید.
- ۵- استهلاک بیش از حد قطعات
  - قطعات مستهلک شده را تعویض کنید.

- ۶- فشار الکتروپمپ کم است.
- شیر فلکه لوله خروجی را به اندازه مناسب باز کنید.
  - در صورتی که افزایش بار مداوم باشد پروانه‌ها را بالانس کنید.
- ۷- وزن یا چسبندگی مایع پمپاژ بیش از مقدار درخواست شده است.
- ۸- ولتاژ برق پایین است.
- ۹- الکتروموتور دو فاز کار می‌کند.
- فیوزهای سوخته شده را تعویض نمایید.
  - مفصل‌های کابل را بررسی کنید.
- ۱۰- روتور بالانس نیست.
- آن را تمیز نمایید.
  - روتور را دوباره بالانس دینامیکی نمایید.
- ۱۱- الکتروموتور نمی‌چرخد (نبودن ولتاژ)
- سیستم برق را بررسی نمایید.
- ۱۲- روتور گیر کرده است (خوردگی یا اکسید شده شدن)
- احتمالاً بدون آب کار کرده است.
- ۱۳- لجن و آب گل‌آلود در الکتروپمپ رفته است.
- داخل الکتروپمپ و شیر یک طرفه را تمیز کنید.
- ۱۴- کابل و یا الکتروموتور خراب است.
- کابل را تعمیر و در صورت نیاز تعویض کنید.
  - در صورتی که الکتروموتور از اول خراب بوده است با شماره ۰۳۱-۴۲۶۹۵۰۶۲ تماس بگیرید.
- ۱۵- لوله و قطعات نصب شده خراب شده‌اند.
- لوله‌ها و قطعات خراب شده را تعویض کنید.
- ۱۶- الکتروپمپ به علت شکستن لوله در اثر زنگ‌زدگی یا خوردگی از لوله‌ها جدا شده است.
- ۱۷- پایین رفتن غیرعادی سطح آب.
- ۱۸- کلید راه‌انداز ستاره - مثلث الکتروموتور در حین راه‌اندازی بر روی ستاره گیر کرده است.

۱۹- شیر فلکه لوله خروجی کاملاً باز نیست.

○ آن را باز کنید.

۲۰- هوا یا گاز بیش از حد در آب وجود دارد.

۲۱- آمپرسنج خراب است.

○ آن را عوض کنید.

۲۲- مقاومت عایق سیم پیچی کافی نیست (حداقل مقاومت عایق در شرایط مختلف در جدول ۵ نوشته شده است).

۲۳- دیسک کفگرد الکتروموتور خراب است.

○ آن را عوض کنید.

۲۴- یاتاقان کفگرد خراب است.

○ آن را عوض کنید.

۲۵- ارتعاشات ناشی از نصب الکتروموتور

۱۸- قطعات یدکی مورد نیاز برای ۲ سال کارکرد از نظر پمپ اسپادان

مطابق VDMA DIN 24296

Part No. شماره قطعه	Denomination نام قطعه	تعداد پمپها شامل پمپهای یدکی / No. of Pumps, including standby pumps						
		2	3	4	5	6	8	10 and more
		تعداد قطعات یدکی / Quantity of spare parts						
143	Suction strainer / صافی مکش	1	1	1	2	2	2	3
271	Sand guard / شنگیر	1	1	1	2	2	2	3
502.1	Casing wear ring / رینگ سایشی	1	1	1	2	2	2	3
502.2	Casing wear ring / رینگ سایشی	x	x	x	x	2x	2x	3x <sup>(۱)</sup>
502	Casing wear ring / رینگ سایشی	x	x	x	x	2x	2x	3x <sup>(۱)</sup>
506	Retaining ring / رینگ نگهدارنده	1	1	1	2	2	2	3
521.1	Stage sleeve / پوش طبقه	x	x	x	2x	2x	2x	3x <sup>(۱)</sup>
521.2	Stage sleeve / پوش طبقه	x	x	x	x	2x	2x	3x <sup>(۱)</sup>
525.1	Spacer sleeve / پوش فاصله	1	1	1	2	2	2	3
525.2	Spacer sleeve / پوش فاصله	1	1	1	2	2	2	3x <sup>(۲)</sup>
525.3	Spacer sleeve / پوش فاصله	1	1	1	2	2	2	3
529.1	Bearing sleeve / پوش روی محور	1	1	1	2	2	2	3
529.2	Bearing sleeve / پوش روی محور	1	1	1	2	2	2	3
540.1	Bush / پوش	1	1	1	2	2	2	3
545.1	Bearing bush / پوش یا ۱۱۱۱	1	1	1	2	2	2	3
545.2	Bearing bush / پوش یا ۱۱۱۱	1	1	1	2	2	2	3
545.3	Bearing bush / پوش یا ۱۱۱۱	x	x	x	x	2x	2x	3x <sup>(۱)</sup>
752.1	Valve seat / نشیمنگاه سوپاپ	1	1	1	2	2	2	3
752.2	Valve seat / نشیمنگاه سوپاپ	1	1	1	2	2	2	3
759	Valve plate / صفحه سوپاپ	1	1	1	2	2	2	3
	Set of gasket or O-ring	1	1	1	1	1	1	1

(۱) x = به تعداد طبقات یک پمپ

(۲) درجههایی با دو عدد پوش فاصله . تعداد دوبرابر شود .



NEW TECHNOLOGY , NEW DESIGN



[www.Espadanpump.ir](http://www.Espadanpump.ir)

دفتر مرکزی : اصفهان - چهارراه حکیم نظامی  
روبروی - باشگاه هواداران سپاهان - پلاک ۴۰۴  
تلفن : ۰۳۱-۳۶۲۴۷۰۱۷  
تلفکس : ۰۳۱-۳۶۲۴۷۱۰۴

کارخانه : اصفهان - شهرک صنعتی نجف آباد ۲  
پلوار امیرکبیر - نبش فرعی ۱۶ - پلاک ۲۲  
تلفن : ۰۳۱-۴۲۶۹۵۰۶۲  
تلفکس : ۰۳۱-۴۲۶۹۵۰۶۳