



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۶۴۷۷

چاپ اول

مرداد ۱۳۹۲

INSO

16477

1st-Edition

Jul.2013

سامانه‌های پمپاژ فتوولتائیک -

قسمت ۱: تایید طراحی و اندازه‌گیری عملکرد

**Photovoltaic pumping systems-  
part 1: Design qualification and  
performance measurements**

ICS : 27.160

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۰۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۰۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است - تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup> کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می‌کند - در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و / یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید - سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه - بندی آن را اجباری نماید - همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی‌نامه‌ی تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می‌کند - ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International organization for Standardization

2 - International Electro technical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)

4 - Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

" سامانه‌های پمپاژ فتوولتائیک - قسمت ۱: تایید طراحی و اندازه‌گیری عملکرد "

### رئیس:

ابوترابی زارچی، حسین  
(دکترای برق - قدرت)

### سمت و / یا نمایندگی

عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد و مدیر آزمایشگاه  
تست میدانی فتوولتایی پژوهشکده هوا خورشید دانشگاه  
فردوسی مشهد

### دبیر:

حسینی، ابراهیم  
(لیسانس فیزیک)

کارشناس استاندارد

### اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسماعیلی، حمید  
(لیسانس مدیریت)

مدیرعامل شرکت انرژی‌های تجدیدپذیر خراسان

چوبینه، معین

(فوق لیسانس مهندسی برق - قدرت)

کارشناس ارشد آزمایشگاه تست میدانی فتوولتایی  
پژوهشکده هوا خورشید دانشگاه فردوسی مشهد

حسینی، سید امیر

(فوق لیسانس مهندسی مکانیک - سیالات)

کارشناس فنی گروه مطالعات شرکت مهندسی مشاور منیران

زرسازان خراسانی، سعید

(لیسانس برق)

مدیرعامل شرکت توسعه صنعت پاوان

زمانی آقایی، علیرضا

(فوق لیسانس مهندسی مکانیک - سیالات)

عضو گروه بادسنجی، مسوول سایت بادی بینالود و سرپرست  
تیم آزمون میدانی پژوهشکده هوا خورشید دانشگاه فردوسی  
مشهد

صادقی شقاقی، حمیدرضا

(فوق لیسانس برق - الکترونیک)

مدیر فنی آزمایشگاه تست میدانی فتوولتایی پژوهشکده هوا  
خورشید دانشگاه فردوسی مشهد

صبغ زاده، محمدرضا

(لیسانس علوم سیاسی)

مدیرعامل گروه صنعتی آریاسولار

کارشناس دفتر تحقیقات شرکت توزیع نیروی برق شهرستان  
مشهد

صبور داوودیان، سید علیرضا  
(لیسانس برق - قدرت)

کارشناس شرکت برق منطقه‌ای خراسان رضوی

علی‌آبادی، هادی  
(فوق لیسانس برق - قدرت)

کارشناس آزمایشگاه تست میدانی فتوولتایی پژوهشکده هوا  
خورشید دانشگاه فردوسی مشهد

کلانکی، پریسا  
(لیسانس برق)

عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد

منفرد، محمد  
(دکترای برق - قدرت)

کارشناس آزمایشگاه تست میدانی فتوولتایی پژوهشکده هوا  
خورشید دانشگاه فردوسی مشهد

نجفی، سمانه  
(لیسانس برق)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات، تعاریف، انواع سامانه و پارامترها
۳	۱-۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۱-۱-۳ مبدل فتوولتاییک
۳	۲-۱-۳ مجموعه پمپ فتوولتاییک
۳	۳-۱-۳ کابل پایانه پمپ فتوولتاییک
۳	۴-۱-۳ سامانه‌های پمپ فتوولتاییک
۴	۵-۱-۳ سامانه‌های پمپاژ فتوولتاییک در حالت مستقل
۴	۶-۱-۳ تطبیق امپدانس
۴	۲-۳ انواع سامانه و پارامترها
۶	۴ الزامات اجزاء سامانه
۶	۱-۴ کلیات
۶	۲-۴ ارتباط با دیگر استانداردها
۷	۵ آزمون‌ها
۷	۱-۵ کلیات
۸	۲-۵ پیکربندی آزمون
۱۰	۳-۵ آزمون‌های عملکرد سامانه پمپاژ
۱۰	۱-۳-۵ کلیات
۱۰	۲-۳-۵ توصیف منحنی P-Q
۱۱	۳-۳-۵ توصیف منحنی H-Q
۱۲	۴-۳-۵ اندازه‌گیری‌های توان راه‌اندازی
۱۳	۶ شرایط طراحی یک سامانه پمپاژ
۱۳	۱-۶ کلیات
۱۳	۲-۶ داده‌های مشتری
۱۵	۳-۶ مشخصات سامانه
۱۵	۴-۶ اندازه‌گیری تجهیزات هیدرولیک

## ادامه فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۱۶	۵-۶ مستندات
۱۶	۱-۵-۶ کلیات
۱۶	۲-۵-۶ دفترچه‌ی راهنمای عملکرد و نگهداری برای متصدیان نگهداری پمپ در مکان پمپاژ فتوولتاییک
۱۶	۳-۵-۶ دفترچه راهنمای نگهداری شامل عملکرد، تعمیر و سرویس
۱۶	۶-۶ بررسی طراحی سامانه پمپاژ فتوولتاییک با توجه به حجم آب روزانه
۱۷	۷-۶ ثبت پارامترهای اندازه‌گیری شده
۱۹	پیوست الف (اطلاعاتی) نمودار عملکرد، مشخصه‌ها و تعاریف اجزاء
۵	شکل ۱ نمای کلی انواع سامانه با اهداف آزمون
۹	شکل ۲ نمونه مدار آزمون پمپ فتوولتاییک در آزمایشگاه
۱۱	شکل ۳ مثال نمودار P-Q
۱۲	شکل ۴ مثال نمودار H-Q برای همان پمپ در سرعت‌های چرخشی متفاوت
۱۹	شکل الف ۱ عملکرد سامانه برای سامانه پمپاژ گریز از مرکز
۴	جدول ۱ دسته‌های سامانه‌های پمپاژ فتوولتاییک با هدف آزمون
۵	جدول ۲ تعریف پارامترها
۱۴	جدول ۳ فشار برحسب بار برای هدهای معادل آب
۱۸	جدول ۴ پارامترهای اصلی و اختیاری که باید اندازه‌گیری و ثبت شوند.

## پیش گفتار

استاندارد " سامانه‌های پمپاژ فتوولتاییک - قسمت ۱: تایید طراحی و اندازه‌گیری عملکرد " که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در ششصد و هفتاد و سومین اجلاس کمیته ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۱۳۹۲/۰۱/۲۷ مورد تصویب قرار گرفته است ، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ ، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت-بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد-

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

IEC 62253: 2011, Photovoltaic pumping systems -part 1: Design qualification and performance measurements

# سامانه‌های پمپاژ فتوولتائیک – قسمت ۱: تایید طراحی و اندازه‌گیری عملکرد

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین الزامات به منظور توانمندی در تحقیق مشخصات عملکردی سامانه پمپاژ فتوولتائیک است. بدین منظور پیاده‌سازی آزمون مطرح شده، اندازه‌گیری‌ها و خطاهای در نظر گرفته شده تعریف گشته و یک فهرست برای داده کاوی<sup>۱</sup> تهیه خواهد شد.

این استاندارد الزامات مربوط به طراحی، تایید صلاحیت و سنجش‌های عملکرد سامانه‌های پمپاژ فتوولتائیک در حالت مستقل از شبکه برق را تعریف می‌کند. اندازه‌گیری‌های مطرح شده برای آزمون‌های فضای بسته<sup>۲</sup> با شبیه ساز مولد فتوولتائیک و یا آزمون‌های فضای باز<sup>۳</sup> که از مولد فتوولتائیک واقعی استفاده می‌کنند، قابل اجراست. این استاندارد برای سامانه‌هایی با مجموعه الکتروپمپ متصل به مولد به طور مستقیم یا از طریق مبدل (DC به DC یا AC به DC) کاربرد دارد. این استاندارد برای سامانه‌هایی با ذخیره سازی الکتریکی بکار برده نمی‌شود مگر اینکه ذخیره سازی تنها برای راه اندازی پمپ مورد استفاده قرار گیرد (کمتر از 100Wh).

هدف، تعیین روند تایید طراحی سامانه پمپاژ فتوولتائیک در شرایط محیطی خاص است. این استاندارد خصوصیات طراحی سامانه پمپاژ را به شرح زیر عنوان می‌کند:

- مشخصات توان در مقابل نرخ جریان در هد ثابت پمپاژ
- مشخصات هد پمپاژ در مقابل نرخ جریان در سرعت ثابت
- پارامترها و الزامات طراحی سامانه
- مشخصات سامانه
- الزامات مستند سازی
- روند تأیید طراحی سامانه

## ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن مورد نظر است.

---

1- Data mining  
2- Indoor tests  
3- Outdoor tests



استفاده از مراجع الزامی زیر برای این استاندارد الزامی است:

- ۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶-۱۳۰۷: سال ۱۳۷۸، آزمون‌های محیطی قسمت دوم: آزمون‌ها- آزمون FC: ارتعاش (سینوسی)
- ۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۰-۱۳۰۷: سال ۱۳۷۸، آزمون‌های محیطی قسمت دوم: آزمون‌ها- آزمون Db و راهنما: گرما-رطوب، چرخه‌ای(چرخه ۱۲+۱۲ساعتی)
- ۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۶۸: سال ۱۳۸۶، درجات حفاظت تامین شده توسط محفظه‌ها (کد IP)
- ۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۴۸۳۵۱: سال ۱۳۸۶، مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت اول - مقررات عمومی
- ۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۶-۷۲۶۰: سال ۱۳۸۹، سازگاری الکترومغناطیسی (EMC) قسمت ۶-۲: استانداردهای عام- مصونیت محیط‌های صنعتی
- ۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳-۶-۷۲۶۰: سال ۱۳۸۳، سازگاری الکترومغناطیسی قسمت ۶-۳: استانداردهای عام - استاندارد تشعشع برای محیط‌های مسکونی، تجاری و صنعتی سبک
- ۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۸۱: سال ۱۳۸۸، ماژول‌های فتوولتاییک (فتوولتاییک) زمینی سیلیکونی کریستالی- احراز شرایط طراحی و تأیید نوع
- ۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره INSO-IEC 61646: سال ۱۳۹۰، ماژول‌های فتوولتاییک (فتوولتاییک) زمینی غشای نازک- صلاحیت طراحی و تأیید نوع
- ۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۷۵: سال ۱۳۸۷، سامانه‌های فتوولتاییک - پردازش گرهای توان- روش اندازه‌گیری بازده
- ۱۰-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۱۲۷۴: سال ۱۳۸۷، احراز شرایط ایمنی ماژول فتوولتاییک - قسمت اول - الزامات ساختمان ماژول
- ۱۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره INSO-IEC 61730-2: سال ۱۳۹۰، صلاحیت ایمنی ماژول فتوولتاییک (فتوولتاییک) قسمت ۲- الزامات آزمون

- 2-12** IEC 60146 (all parts), Semiconductor converters – General requirements and line commutated Converters
- 2-13** IEC 60364-4-41, Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock
- 2-14** IEC 60364-7-712, Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic power supply systems
- 2-15** IEC 61725, Analytical expression for daily solar profiles
- 2-16** IEC 61800-3, Adjustable speed electrical power drive systems–Part 3: EMC requirements and specific test methods
- 2-17** IEC 62109-1, Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part 1: General requirements
- 2-18** IEC 62124:2004, Photovoltaic stand-alone systems design verification
- 2-19** IEC 62103, Electronic equipment for use in power installations

- 2-20 IEC 62305-3, Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard
- 2-21 IEC 62458, Sound system equipment – Electroacoustical transducers – Measurement of large signal parameters
- 2-22 IEC 62548 1, Design requirements for photovoltaic arrays
- 2-23 ISO/DIS 9905, Technical specifications for centrifugal pumps – Class I (ISO 9905:1994)

### ۳ اصطلاحات، تعاریف، انواع سامانه و پارامترها

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

#### ۱-۳ اصطلاحات و تعاریف

##### ۱-۱-۳

#### مبدل فتوولتاییک

مبدل فتوولتاییک ولتاژ DC مولد فتوولتاییک را به ولتاژ بالا یا پایین DC تبدیل می‌کند یا این ولتاژ DC و/یا جریان DC را به ولتاژ یا جریان متناوب تک فاز یا چند فاز تبدیل می‌کند.

یادآوری- مبدل فتوولتاییک ممکن است شامل تجهیزاتی برای تعقیب کننده نقطه توان بیشینه<sup>۱</sup>، پایش، اندازه‌گیری و برای اهداف حفاظتی باشد.

##### ۲-۱-۳

#### مجموعه پمپ فتوولتاییک

مجموعه پمپ فتوولتاییک شامل پمپ ( پمپ گریز از مرکز، پمپ حجمی جا به جایی<sup>۲</sup> ) موتور محرک و کنترل می‌باشد.

##### ۳-۱-۳

#### کابل پایانه پمپ فتوولتاییک

کابل پایانه پمپ فتوولتاییک، مبدل فتوولتاییک را به مجموعه پمپ متصل می‌کند.

##### ۴-۱-۳

#### سامانه‌های پمپ فتوولتاییک

تأسیسات فتوولتاییک اساساً شامل اجزاء و تجهیزات به صورت زیر است:

---

1- MPPT (Maximum Power Point Tracking)

2- Displacement volume pump

مولد فتوولتائیک، کابل کشی، واحد کنترل (مانند اینورتر، مبدل DC/DC و غیره)، موتور، پمپ و لوله کشی هیدرولیک.

### ۵-۱-۳

سامانه‌های پمپاژ فتوولتائیک در حالت مستقل از شبکه برق  
سامانه‌های پمپاژ فتوولتائیک در حالت مستقل، سامانه‌های پمپاژ فتوولتائیک بدون اتصال به شبکه هستند.

### ۶-۱-۳

#### تطبیق امپدانس

مبدل DC/DC، که ممکن است شامل تعقیب کننده نقطه توان بیشینه یا تعقیب کننده نسبت ولتاژ - جریان باشد که می‌تواند با تصحیح دمایی همراه باشد.

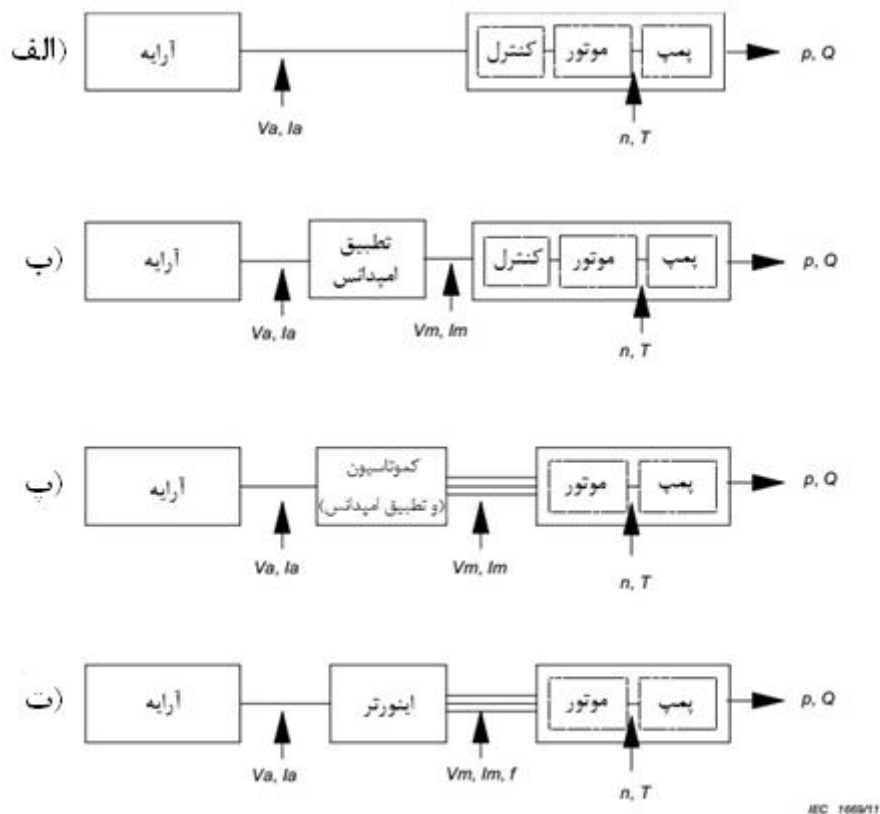
### ۲-۳

#### انواع سامانه و پارامترها

به منظور آزمون، سامانه‌های پمپ فتوولتائیک می‌توانند به چهار طبقه‌بندی به صورتی که در جدول ۱ نشان داده شده است تقسیم شوند. این طبقه‌بندی با توجه به نقاط دسترسی اندازه‌گیری صورت می‌پذیرد. شکل ۱، چهار چیدمان اصلی سامانه‌های پمپاژ را نشان می‌دهد و پارامترهای قابل اندازه‌گیری را در نقاط قابل دسترسی از سامانه تعریف می‌کند. پارامترها در جدول ۲ تعریف شده‌اند.

جدول ۱- طبقه‌بندی سامانه‌های پمپاژ فتوولتائیک با هدف آزمون

انواع سامانه پمپاژ
الف- سامانه‌های DC متصل شده به صورت مستقیم یا با قطعات الکترونیکی کنترلی (تطبیق امپدانس) به صورت یکپارچه با الکترو پمپ
ب- سامانه DC با واحد تطبیق امپدانس مجزا، متصل به واحد الکتروپمپ‌های جاروبک‌دار و یا با کموتاسیون الکترونیکی در جایی که کنترل مربوطه با الکترو پمپ به صورت یکپارچه می‌باشند.
ج- سامانه DC (با موتور بدون جاروبک) با کنترل کموتاسیون مجزا (و تطبیق امپدانس)
د- سامانه با اینورتر DC/AC برای عملکرد الکترو پمپ AC استاندارد



IEC 1069/11

شکل ۱- نمای کلی انواع سامانه با اهداف آزمون  
 (در مورد پ،  $V_m$  و  $I_m$  ممکن است ولتاژ و جریان کموتاسیون شده بصورت الکترونیکی باشند.)

جدول ۲- تعریف پارامترها

شماره	پارامتر	نماد	یکا
۱	ولتاژ DC مولد	$V_a$	V
۲	جریان DC مولد	$I_a$	A
۳	ولتاژ مدار باز DC مولد	$V_{oc}$	V
۴	جریان اتصال کوتاه مولد	$I_{sc}$	A
۵	ولتاژ DC نقطه‌ی بیشینه توان مولد	$V_{mpp}$	V
۶	جریان DC نقطه‌ی بیشینه توان مولد	$I_{mpp}$	A
۷	فشار اندازه گیری شده	$P$	Pa
۸	نرخ جریان سیال	$Q$	$m^3/h$
۹	ولتاژ موتور AC یا DC	$V_m$	V
۱۰	جریان موتور AC یا DC	$I_m$	A
۱۱	ولتاژ موتور (چند فاز AC)	$V_{rms}$	V
۱۲	جریان موتور (چند فاز AC)	$I_{rms}$	A
۱۳	ضریب توان	$\lambda$	-
۱۴	بسامد AC (یا بسامد کلیدزنی DC)	$f$	Hz

جدول ۲- ادامه

شماره	پارامتر	نماد	یکا
۱۵	سرعت موتور	n	rpm
۱۶	گشتاور در محل اتصال موتور به پمپ	T	Nm
۱۷	دمای آب (در ورودی)	t	°C

#### ۴ الزامات اجزاء سامانه

##### ۴-۱ کلیات

یک سامانه پمپاژ فتوولتاییک عموماً شامل اجزاء اصلی زیر است:

- مولد فتوولتاییک
- مبدل‌های الکترونیک که مجزا هستند (وسیله تطبیق امپدانس یا اینورتر)
- مجموعه‌ی الکتروپمپ

##### ۴-۲ ارتباط با دیگر استانداردها

سامانه‌های پمپاژ فتوولتاییک یکی از کاربردهای سامانه‌های فتوولتاییک می‌باشند. بنابراین استانداردهای موجود برای اجزاء آن باید بکار برده شود.

ماژول‌های فتوولتاییک باید با الزامات استانداردهای مربوطه مطابقت داشته باشند. برای ماژول‌های فتوولتاییک کریستالی، استاندارد IEC 61215، برای ماژول‌های فتوولتاییک لایه نازک، استاندارد IEC 61646 و برای ملزومات ایمنی ماژول‌های فتوولتاییک، استانداردهای IEC 61730-1 و IEC 61730-2 قابل اجرا هستند. مولدهای فتوولتاییک باید بر طبق استاندارد IEC 62548 نصب شوند. جعبه اتصالات<sup>۱</sup> مولد فتوولتاییک باید برچسب خطاری داشته باشد که نشان دهد قسمت‌های فعال جعبه اتصالات مولد فتوولتاییک ممکن است حتی بعد از قطع اتصال از مبدل همچنان برقرار باشد. از آنجایی که سامانه‌های پمپاژ فتوولتاییک مستقل از شبکه هستند، استاندارد IEC 60364-7-712 نیز بکار می‌رود.

جعبه تبدیل‌های مولد فتوولتاییک و مجموعه کلیدخانه<sup>۲</sup> برای نصب مبدل فتوولتاییک باید با رعایت الزامات استاندارد IEC 60947-1 باشند. به منظور نشان دادن اینکه فیوزها یا تجهیزات قطع در صورت نصب در سمت DC نباید تحت بار کشیده شده یا کلیدزنی شوند باید یک برچسب خطار نصب گردد. واحدهای مبدل توان (مبدل DC-DC و مبدل DC-AC) باید الزامات بیان شده در استاندارد IEC 62109-1 را برآورده نمایند.

1- Combiner box  
2- Switchgear

هنگام انتخاب تجهیزات الکتریکی سمت DC باید از مناسب بودن تجهیزات برای جریان و ولتاژ مستقیم اطمینان حاصل کرد. مولدهای فتوولتاییک باید تا سقف بیشینه ولتاژ مدار باز مولد فتوولتاییک بصورت سری اتصال یابند. مشخصات مربوطه باید توسط سازندگان مازول داده شود. اگر نیاز به دیودهای سدی (مانعی)<sup>۱</sup> باشد، ولتاژ معکوس دیودها در دو برابر مقدار ولتاژ مدار باز مولد فتوولتاییک تحت شرایط STC سنجیده می شود. برای تأسیسات فتوولتاییک به استاندارد IEC 62458 مراجعه شود.

مفهوم حفاظت باید الزاماتی را در برابر برق گرفتگی (استاندارد IEC 60364-4-41) و ایمنی عملکرد سامانه فراهم سازد. آزمون مؤلفه‌های الکتریکی و لوازم الکترونیکی باید با استانداردهای IEC 60146 و IEC 62103 و تمام استانداردهای مربوطه تطابق داشته باشد.

حفاظت در برابر صاعقه باید با استانداردهای مربوطه و الزامات استاندارد IEC 62305-3 مطابقت داشته باشد. دستگاه‌های الکترونیکی در شرایط محیطی محلی از نظر گرما-رطوبت باید با استاندارد IEC 60068-2-30 (به چرخه گرمای مرطوب<sup>۲</sup> مراجعه شود) تطابق داشته باشد. پنج چرخه برای دستگاه‌های الکترونیکی باید ایجاد شود.

**سختی محیط:** برای دستگاه‌های جهت استفاده در نواحی گرمسیری، بیشینه دما  $55^{\circ}\text{C}$  در نظر گرفته می‌شود.

برای دستگاه‌های در آب و هوای معتدل، بیشینه دما  $45^{\circ}\text{C}$  در نظر گرفته می‌شود. حفاظت در برابر تماس، اجسام خارجی و آب باید با استاندارد IEC 60529 سازگار باشد. آزمون‌های نوعی قابلیت حمل و نقل دستگاه‌های الکترونیکی با بسته‌بندی باید با استاندارد IEC 60068-2-6 مطابقت داشته باشد.

ارزیابی مصونیت در برابر کمیت‌های ناشی از مزاحمت تابشی و هدایتی باید با استانداردهای IEC 61800-3 , IEC 61000-6-2 , IEC 61000-6-3 مطابقت داشته باشد. پمپ‌ها می‌توانند به چهار دسته اصلی طبقه بندی شوند، هرچند انواع مکمل دیگری نیز ممکن است وجود داشته باشند.

پمپ‌های گریز از مرکز، الزامات مشخص شده در استاندارد ISO/DIS 9905 Class I را باید برآورده سازند.

## ۵ اندازه گیری عملکرد

### ۱-۵ کلیات

عملکرد سامانه می‌تواند با ارزیابی سامانه کامل تحت شرایط متفاوت تعیین شود. برای آزمون پذیرش، ارزیابی عملکرد یا باید تحت شرایط آزمایشگاهی (شرایط تکرارپذیر با قابلیت اجرای مجدد آزمون‌ها) و یا توسط آزمون‌های میدانی انجام شود که یکی از آنها کافی است.

---

1- Blocking diode  
2- Damp-heat cyclic

## ۲-۵ پیاده‌سازی آزمون

حداقل امکانات و تجهیزات مورد نیاز برای یک پیکربندی آزمون جهت اندازه‌گیری عملکرد به صورت زیر تعریف می‌شود (بیشینه عدم قطعیت در اندازه‌گیری در جدول ۴ داده شده است):

### الکتریکی:

- مولد فتوولتاییک واقعی با اندازه‌گیری تابش و باد ( برای پذیرش میدانی) یا: شبیه ساز مولد خورشیدی فتوولتاییک قابل برنامه‌ریزی با قابلیت شبیه سازی پیکربندی یک مولد خورشیدی فتوولتاییک معین ( یعنی تعداد ماژول ها، نوع و ترکیب سری / موازی) برای آزمون آزمایشگاهی.
- نوع، طول و قطر حقیقی کابل (برای پذیرش میدانی یا آزمون آزمایشگاهی) یا: شبیه ساز امیدانس کابل (برای آزمون آزمایشگاهی).
- تجهیزات اندازه‌گیری با دقت و درستی قابل قبول برای آشکارسازی و ثبت پارامترهای فهرست شده در جدول ۲.

### هیدرولیک:

- مخزن آب
- الکتروپمپ
- ترانسدیوسر فشار
- محفظه هوای پیش فشرده (جایی که سطح فشار می‌تواند تنظیم شود)
- ترانسدیوسر جریان سیال
- وسیله نگه‌دارنده فشار<sup>۱</sup>
- لوله تخلیه

یک نمونه نمای کلی مدار آزمون در شکل ۲ نشان داده شده است.

**یادآوری-** می‌توان از هر مدار آزمونی که معادل مدار آزمون شرح داده شده در موارد فوق می‌باشد (برای مثال انواع سامانه‌های پمپاژ مختلف) و قادر است به درستی مشخصات هیدرولیکی و عملکرد سامانه را تبیین نماید، استفاده نمود، با این شرط که فشار مخالف اولیه مورد نیاز را تأمین نماید.

ساختار لوله بین خروجی پمپ و حس‌گر فشار باید با قطر اتصالات در دهانه خروجی پمپ که توسط سازنده طراحی شده است برابر باشد. فرض می‌شود که در محدوده عملکرد عادی پمپ، افت فشار به دلیل تلفات اصطکاک بین خروجی پمپ و حس‌گر فشار نادیده گرفته شده و مؤلفه انرژی جنبشی آب در خروجی پمپ در مقایسه با افزایش انرژی پتانسیل که ناشی از افزایش فشار در طول پمپ است، کوچک در نظر گرفته شود.

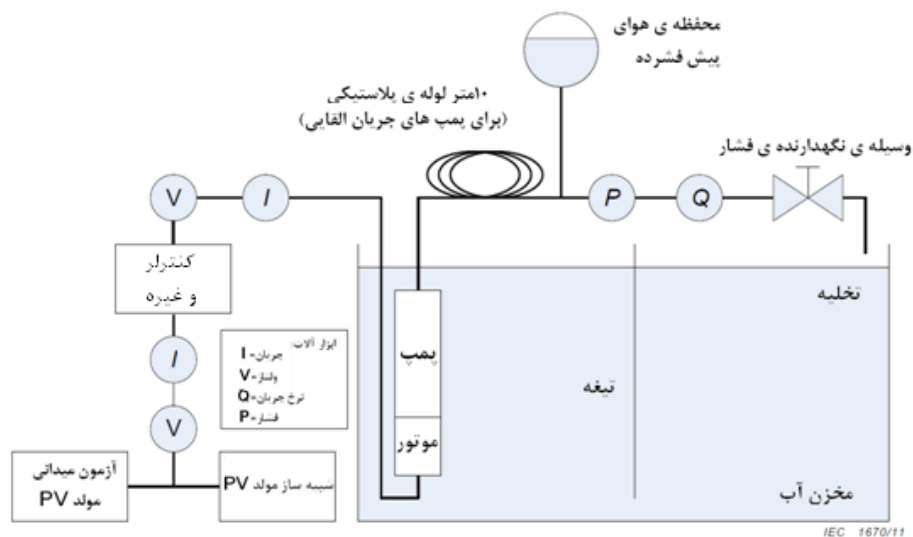
---

1- Pressure sustaining device

این فرضیات باید تحقیق شده و اگر لازم باشد تأثیر آن در محاسبه توان هیدرولیک تصحیح گردد. این مسئله باید در گزارش آزمون ذکر شود.

طرح کلی لوله‌کشی سامانه باید به گونه‌ای باشد که از محبوس شدن هوا<sup>۱</sup> جلوگیری شود. در آزمون عملکرد لحظه‌ای، فشار به وسیله یک شیر دروازه‌ای<sup>۲</sup> ساده که در آن فشار پشت شیر<sup>۳</sup> با محدود کردن جریان سیال پایدار نگه داشته می‌شود، می‌تواند کنترل شود. همچنین شیرهای<sup>۴</sup> خاصی وجود دارند که فشار بالادست جریان را در مقدار ثابتی نگه می‌دارند (شیرهای نگه دارنده فشار)، البته با توجه به عملکرد غیرقابل پیش‌بینی این دسته از شیرها باید در استفاده از آنها توجه خاص شود. در بعضی از آزمایشگاه‌های مجهز آزمون، ثابت نگه‌داشتن فشار به کمک محفظه پیش فشرده هوا صورت می‌گیرد. در این روش از یک کنترل فشار در خروجی و یا یک ستون واقعی آب استفاده می‌شود (به جدول ۳ مراجعه شود).

اگر از یک دی‌سنج برای اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی استفاده شود، انتهای لوله تخلیه باید پایین تر از سطح آب باشد تا جلوی پاشیده شدن آب گرفته شود. این مسئله می‌تواند سبب ایجاد حباب‌هایی از آب/هوا در جریان سیال شود که می‌توانند به ورودی پمپ وارد شده و بر عملکرد صحیح آن تأثیر بگذارد. اما اگر از روش سطل و زمان‌سنج<sup>۵</sup> (روش میدانی) استفاده شود، امکان تخلیه آب در زیر سطح وجود ندارد. به همین دلیل یک تیغه عمودی در مخزن بین ورودی پمپ و لوله برگشت باید قرار داده شود بطوری که آب از زیر تیغه نزدیک به پایین مخزن باید عبور کرده تا به پمپ برسد. از این طریق هیچ حباب کوچکی نفوذ نمی‌کند و در نزدیک سطح باقی خواهد ماند. راهکار دیگر این است که یک لوله‌ی بزرگ در اطراف پمپ قرار داده شود بصورتی که پایین‌تر از سطح آب قرار گرفته و پایین آن بمنظور اجازه دادن به ورود آب به شکل یک کمان بریده شود.



شکل ۲- نمونه مدار آزمون پمپ فتوولتاییک در آزمایشگاه

- 1- Airlocks
- 2- Gate valve
- 3- backpressure
- 4- Valve
- 5- Bucket and Stopwatch Method



## ۳-۵ آزمون‌های عملکرد سامانه پمپاژ

### ۱-۳-۵ کلیات

مشخصه‌های مندرج در برگه‌ی مشخصات اجزاء و پیاده سازی باید در آزمون‌های عملکرد بررسی شوند. در مدت آزمون عملکرد، اجزاء یا زیر سامانه‌ها در معرض رویه‌های مختلف آزمون قرار گرفته و برای مطابقت با مشخصه‌های ادعا شده در برگه‌ی مشخصات، مورد آزمون قرار می‌گیرند. پس از استخراج منحنی‌های عملکرد برای مقایسه با داده‌های طراحی مورد نیاز سامانه، اولین بررسی در طراحی انجام می‌گیرد. به طور کلی داده‌های سامانه در محل آزمون با پیاده سازی آزمون عملکرد میدانی مورد بررسی قرار می‌گیرند. این آزمون، کلیه اطلاعات لازم و منحنی‌های عملکردی که به عنوان مبنایی برای آزمون عملکرد میدانی در نظر گرفته می‌شود را فراهم می‌کند.

آزمون عملکرد آزمایشگاهی: نمای کلی از مدار آزمون سامانه آزمایشگاهی در شکل ۲ نشان داده شده است. آزمون بازدهی مبدل طبق استاندارد IEC 61683:1999 انجام می‌شود و بنابراین آزمون مذکور در این استاندارد به تفصیل بررسی نمی‌شود.

### ۲-۳-۵ مشخصه‌یابی P-Q

آزمون عملکرد سامانه‌های پمپاژ در هد ثابت (H) و تغییر توان ورودی (P) به منظور تعیین نرخ جریان سیال بدست آمده (Q) باید مد نظر قرار گیرد. در آزمایشگاه این منحنی مشخصه‌های هد ثابت (H) باید برای P بر حسب Q استخراج شوند. منحنی مشخصه‌های هد ثابت (H) زیر باید تعیین شوند. (مگر اینکه سازندگان پایین‌ترین اختلاف هد مجاز را تعریف کنند. سپس  $H_1$  به صورت  $H_{min}$  باید در نظر گرفته شود):

$$H_1 = 0.3 H_{max}$$

$$H_2 = 0.4 H_{max}$$

$$H_3 = 0.5 H_{max}$$

$$H_4 = 0.6 H_{max}$$

$$H_5 = 0.7 H_{max}$$

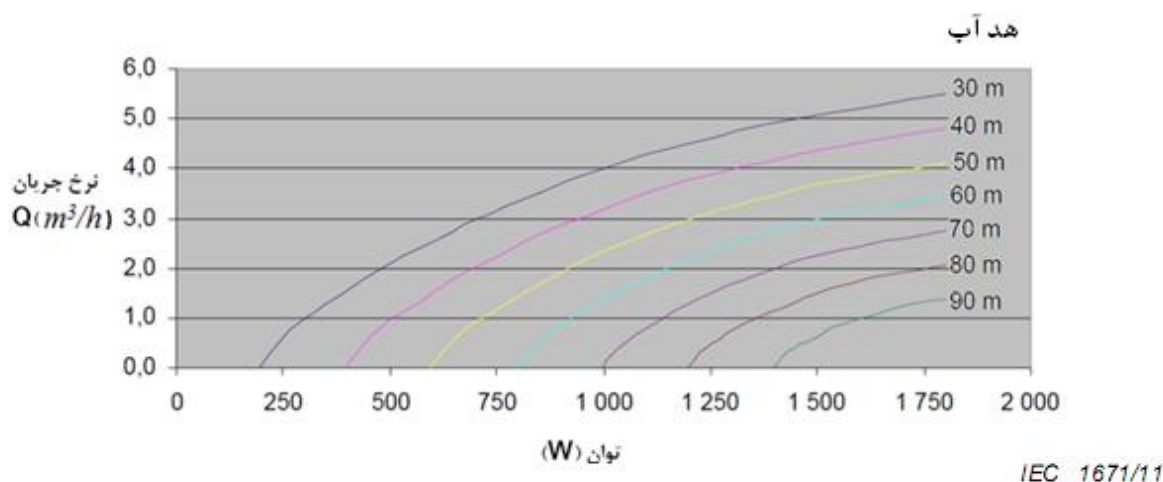
$$H_6 = 0.8 H_{max}$$

$$H_7 = 0.9 H_{max}$$

همچنین به شکل ۳ (مثال برای سامانه پمپاژ گریز از مرکز) به عنوان نمونه‌ای از نمایش ترسیمی مراجعه شود.  $H_{max}$  (برای  $Q=0$ ) برای پمپ‌های گریز از مرکز. در انواع دیگر پمپ‌ها، به طور مثال پمپ‌های رتور مارپیچی،  $H_{max}$  توسط سازندگان به عنوان بیشینه‌ی هد عملکردی مجاز تعریف می‌شود) بیشینه هد پمپاژ در بیشینه سرعت ایمن موتور یا بیشینه بسامد فراهم شده توسط مبدل است (برای احتیاط پایین‌تر از سرعت ایمن موتور باشد). الزامات ایمنی ارائه شده از طرف سازندگان موتور باید در نظر گرفته شود. سامانه پمپاژ باید به مدت پنج دقیقه در سرعت نامی در فشار پایین کار کرده و سپس شیرها به منظور گرفتن حباب‌های هوا از حلقه آزمون باز شوند.

فشار در مقداری ثابت تنظیم شده و اندازه‌گیری‌ها از بالاترین فشار شروع می‌شوند. توان ورودی سامانه از بالا به پایین در مراحل مختلف متغیر است و به این ترتیب نرخ جریان سیال اندازه‌گیری می‌شود. به این منظور، شبیه‌ساز مولد فتوولتاییک یا مشخصه‌های I-V مولد فتوولتاییک حقیقی باید بصورتی که در طراحی سامانه تصریح شده است باشد. بین توان‌های ورودی بالا و پایین کمینه پنج نقطه اندازه‌گیری با دلتای جریان‌های سیال برابر (اختلاف در نرخ‌های جریان سیال بصورت نقطه به نقطه باید برابر باشند) باید نظر گرفته شوند که به استخراج منحنی P-Q در فشار ثابت (هد آب برحسب متر) منتهی می‌شود.

نرخ توان بر حسب نرخ جریان سیال برای هد ثابت آب  
 برای پمپ گریز از مرکز با  $H_{\max}(Q=0 \text{ m}^3/\text{h})=100\text{m}$  در  $\text{rpm}_{\max}=3900$



شکل ۳- مثالی از نمودار P-Q

در کاربرد میدانی رویه ساده‌ای به کار می‌رود که به قرار زیر است:  
 سامانه پمپاژ فتوولتاییک در مکان مطلوب نصب و حس‌گر فشار به چاه وارد می‌شود تا هد حقیقی پمپاژ آب را تعیین کند  $H[m]$  (هد استاتیک + هد دینامیک آب). نرخ جریان حجمی آب پمپاژ شده  $Q[L/s]$  به وسیله جریان سنج کالیبره شده یا به روش سطل که در بند ۵-۲ ذکر گردید، اندازه‌گیری می‌شود. در ورودی مبدل DC، ولتاژ  $V[V]$  و جریان  $I[A]$  اندازه‌گیری می‌شود. با این اندازه‌گیری می‌توان بازده زیرسامانه مبدل - الکترو پمپ را محاسبه کرد ( $g=9.81 \text{ m/s}^2$  گرانش زمین):

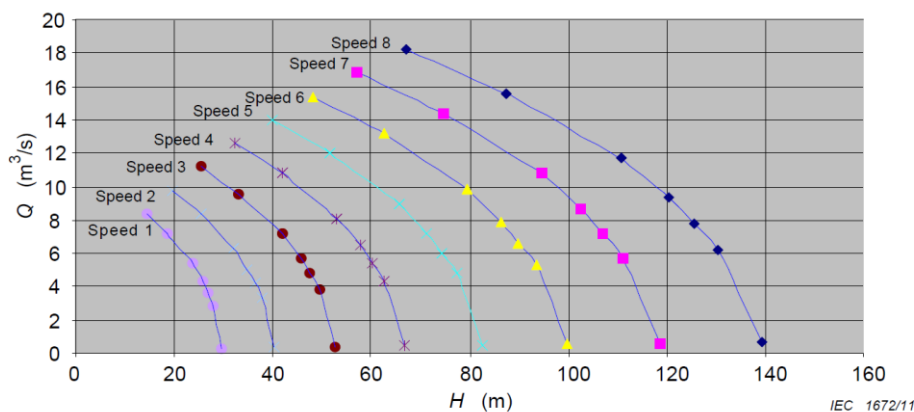
$$\eta = \frac{H \times Q \times g}{I \times V}$$

### ۳-۳-۵ مشخصه‌یابی H-Q

در این مشخصه‌یابی توان سامانه‌ها متغیر است، بطوری‌که پمپ در سرعت مشخصی (پارامتر  $n$ ) راه‌اندازی می‌شود. یکی از سرعت‌هایی که در منحنی مشخصه لحاظ می‌شود، باید در برگیرنده سرعتی باشد که معادل با داده‌های اندازه‌گیری شده سازنده است، که در پمپ‌های ac این سرعت با بسامد خروجی اینورتر ارتباط دارد.

رویه مشخصه‌یابی به قرار زیر است:

- به منظور خارج کردن حباب‌های هوا از حلقه آزمون، در ابتدا سامانه پمپاژ باید به مدت پنج دقیقه در سرعت نامی و فشار پایین با دریچه‌های باز راه اندازی شود.
  - سپس دریچه به طریقی که پمپ در مقابل هد بیشینه خود قرار می‌گیرد، تنظیم گردد. (برای پمپ‌های گریز از مرکز، دریچه به طور کامل می‌تواند بسته شود و در پمپ‌های جابه جایی، شیر بسته می‌شود تا پمپ به بیشینه‌ی هد اسمی خود برسد).
  - از این نقطه، شیر در همه‌ی مراحل باز است به صورتی که جریان سیال به بیشینه مقدار خود برسد.
  - به محض رسیدن به نقطه جدید، توان ورودی باید تنظیم شود بطوری که مجدداً به سرعت از قبل تنظیم شده برسد (پارامتر  $n$ ). به این منظور، شبیه ساز مولد فتوولتاییک یا مشخصه‌های I-V مولد فتوولتاییک حقیقی باید مطابق با طراحی سامانه باشد.
  - بین حالت شیر بسته و باز باید حداقل پنج نقطه اندازه‌گیری برای ایجاد اختلاف جریان سیال برابر در نظر گرفته شود که به منحنی مشخصه H-Q در سرعت ثابت منتهی می‌شود، این در حالی است که ولتاژ و جریان ممکن است متفاوت باشد.
  - این رویه برای دیگر سرعت ها نیز تکرار می‌شود. مجموعه‌ای از پنج منحنی که اختلاف سرعت آنها متناظر با تغییر ۵ Hz در فرکانس است، باید گرفته شود.
- شکل ۴ مثالی از نمایش ترسیمی را نشان می‌دهد.



شکل ۴- نمودارهای H-Q برای پمپ شکل ۳ در سرعت‌های چرخشی متفاوت

### ۵-۳-۴ اندازه‌گیری‌های توان راه اندازی

این آزمون برای تعیین کمینه توان مورد نیاز شروع به کار سامانه پمپاژ فتوولتاییک بکار می‌رود و در پمپ‌های گریز از مرکزی که هیچ شیر یکطرفه‌ای<sup>۱</sup> نصب نشده است، مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. پمپ خاموش است. محفظه‌ی هوای پیش فشرده با ۵۰٪ آب پر شده و تا زمانی که پمپ به هد نامی خود در سامانه برسد هوای فشرده اعمال می‌شود. وسیله نگه دارنده فشار (به طور مثال شیر کنترل کننده فشار) نیز برای این مقدار هد تنظیم می‌شود (به شکل ۲ مراجعه شود). شبیه‌ساز مولد فتوولتاییک در بیشترین

<sup>1</sup> Non-return valve

مقدار جریان (تابش) تنظیم می‌شود و سامانه شروع بکار می‌کند. این رویه از مقدار کم تا مقدار زیاد تکرار می‌شود تا سامانه شروع بکار کرده، به مدت دو دقیقه به طور پایدار کار کند و تریپ<sup>۱</sup> ندهد. در اینصورت توان اندازه‌گیری شده همان توان راه اندازی برای هد مشخص شده می‌باشد.

برای پمپ‌های جا به جایی رویه‌ی مذکور اعمال می‌شود. تفاوت این پمپ‌ها با پمپ‌های گریز از مرکز در این است که با هر آزمون راه اندازی لایه‌ای از آب بین رتور و استاتور مکیده می‌شود و مانند روغن عمل می‌کند که موجب کاهش اصطکاک و در نتیجه کاهش توان راه اندازی می‌شود. به دلیل وجود ساعت‌های متعدد بین خاموشی پمپ در شب و شروع آن در صبح، لایه آب تخلیه می‌شود، لذا زمان انتظار دو ساعتی بین دو آزمون راه اندازی در پمپ‌های رتور مارپیچی مناسب است.

## ۶ شرایط طراحی یک سامانه پمپاژ

### ۱-۶ کلیات

یک الزام اساسی جهت طراحی سامانه‌های پمپاژ انرژی خورشیدی آن است که داده‌های کافی برای استفاده به عنوان مبنا موجود باشند. از یک سو، داده‌های کافی از طرف مشتری باید برای برنامه‌ریز در دسترس قرار گیرد و از طرف دیگر طراح باید داده‌های قابل اطمینانی از سازندگان قطعات به عنوان مبنا بدست آورد. این بند رهنمون‌هایی را جهت طراحی مناسب یک سامانه پمپاژ خورشیدی برای عملکرد بهینه ارائه می‌دهد.

### ۲-۶ داده‌های مشتری

#### الف- جغرافیایی

- طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی، توپوگرافی

طول و عرض جغرافیایی، مکانی که سامانه قرار می‌گیرد را تعریف می‌کند. توپوگرافی موقعیت محلی مکان را تعریف می‌کند، به طور مثال جهت مولد در آزیموت و ارتفاع، شرایط سایه اندازی و کیفیت هوا (رطوبت و سطح غبار).

ب- داده‌های مربوط به آب و هوا

تابش: مبنای طراحی، استاندارد IEC 61725-NASA data می‌باشد.

در صورتی که هیچ داده‌ای توسط مشتری ارائه نشده باشد، از داده‌های تابشی استاندارد IEC 62124 : 2004 جدول الف ۱ استفاده شود.

داده‌های دمایی: میانگین، کمینه، بیشینه.

اگر هیچ داده‌ای توسط مشتری داده نشود، از میانگین دمای محیطی  $30^{\circ}\text{C}$  استفاده شود.

- بارش

- بیشینه و میانگین سرعت باد

<sup>1</sup> trip

- پ- شرایط مکانی خاص
- داده‌های مربوط به چاه یا داده‌های منبع آب
  - عمق چاه (هد استاتیک)، قطر چاه
  - بهره‌دهی چاه ( $Q_{max}$  در  $m^3/h$  و کل هد پمپاژ در این سطح) و شواهدی مبنی بر مناسب بودن چاه از دیدگاه بهره‌دهی
  - سطح دینامیک آب (خروجی چاه بر طبق آئین نامه بین‌المللی و ملی تعیین می‌شود)
  - TDH (هد دینامیک کل، شامل تلفات اصطکاک سامانه پمپاژ)
  - تامین آب روزانه مورد نیاز تحت بدترین شرایط تعریف شده (تابش، زمان، هد آب)
  - جهت تنظیم فشار در محفظه‌ی هوای پیش-فشرده، به جدول ۳ مراجعه شود.
  - کیفیت آب از نظر شاخص آلودگی یا ذرات شن باید بر طبق آئین نامه‌های بین‌المللی و ملی باشد.
  - ت- میزان آب مورد نیاز
  - میزان آب مورد نیاز روزانه تحت بدترین شرایط (تابش، تاریخ، هد آب)،  $Q_d$  در  $m^3/day$
  - الگوی مصرف
  - ث- توصیف پروژه
  - توصیف مکان (شامل تصاویر در صورت وجود)
  - نوع مکان با داده‌های ارتفاع برای تعیین هد کل پمپ، TDH، سامانه‌های لوله کشی، (طول، قطر)
  - ساختمان‌های موجود یا طرح ریزی شده
  - پوشش گیاهی جهت تحلیل سایه
  - امکانات ذخیره سازی و توزیع
  - مخزن آب، دیگر امکانات توزیع یا ذخیره سازی همراه با مشخصات فنی
  - داده‌های مورد نیاز فراهم شده توسط مشتری به نمودارهای ۱ و ۲ و به مقدار V (میانگین آب پمپاژ شده روزانه) شکل الف ۱ منتهی می‌شود (یک مثال برای یک سامانه پمپاژ گریز از مرکز فتولتائیک کوپل شده مستقیم) و این شکل مبنای طراحی می‌باشد که توسط متصدیان سامانه‌ها انجام می‌شود.

جدول ۳- فشار برحسب بار برای هدهای معادل آب

فشار hPa	هد m	فشار hPa	هد m	فشار hPa	هد m
۷,۳۶	۷۵	۳,۹۲	۴۰	۰,۴۹	۵
۷,۸۵	۸۰	۴,۴۱	۴۵	۰,۹۸	۱۰
۸,۳۴	۸۵	۴,۹۱	۵۰	۱,۴۷	۱۵
۸,۸۳	۹۰	۵,۴۰	۵۵	۱,۹۶	۲۰
۹,۳۲	۹۵	۵,۸۹	۶۰	۲,۴۵	۲۵
۹,۸۱	۱۰۰	۶,۳۷	۶۵	۲,۹۴	۳۰
		۶,۸۷	۷۰	۳,۴۳	۳۵

برای الگوهای به منظور بدست آوردن داده‌ها، به بند الف-۲ مراجعه شود.

#### ۳-۶ مشخصات سامانه

(برای جزئیات بیشتر مثال سامانه پمپاژ گریز از مرکز به شکل الف ۱ مراجعه شود).

از داده‌های موجود، متصدی سامانه، مشخصات دستگاه را به شرح زیر تعریف می‌کند:

• هد دینامیک پمپ (H) شامل افت‌های فشار ناشی از اصطکاک لوله، وسایل اندازه‌گیری و تخلیه جریان حجمی Q از چاه (به منحنی ۲ شکل الف ۱ مراجعه شود).

• الگوهای تابش خورشیدی (به منحنی ۲ شکل الف ۱ مراجعه شود).

• مشخصه توان مولد فتوولتاییک (به منحنی ۳ شکل الف ۱ مراجعه شود) وابسته به تابش تحت شرایط کارکرد است (دمای محیط). آنچه مهم است دمای شرایط سلول‌های ماژول فتوولتاییک و با توجه به زاویه تنظیم مولد می‌باشد. این شکل باید با حداقل چهار نقطه مشخص شود.

$(G_{max}, 0.8 \times G_{max}, 0.6 \times G_{max}, 0.4 \times G_{max})$

• مولد فتوولتاییک باید با مشخصه زیر تعریف شود: خروجی الکتریکی P برحسب تابش G. این مشخصه از بیشینه نقاط توان (MPPها) برای تابش‌های مختلف در دماهای ماژول شکل می‌گیرد که برای شرایط محدود تنظیم شده اتفاق می‌افتد. شرایط محدود (دمای هوا، سرعت باد) که به عنوان مبنایی برای سازندگان در زمان تعیین مشخصه در نظر گرفته می‌شود، باید بیان شود. انحراف مبدل از نقاط توان بیشینه باید در هنگام بیان مشخصه مولد فتوولتاییک در نظر گرفته شود. با موتورهای DC کوپل شده مستقیم، تطبیق مشخصه مولد به عملکرد موتور باید مورد ملاحظه قرار گیرد. Uoc مولد فتوولتاییک باید طوری در نظر گرفته شود که در هر شرایط محیطی کوچکتر از  $U_{max}$  مدار الکترونیکی مبدل باشد.

• نرخ جریان حجمی باید برای دوره تابش و مشخصه‌های سامانه ذکر شود. این مسئله به وسیله حداقل چهار نقطه  $(G_{max}, 0.8 \times G_{max}, 0.6 \times G_{max}, 0.4 \times G_{max})$  باید تعریف شود.

• سطح زیر منحنی نرخ جریان، مقدار روزانه آب پمپاژ شده را نشان می‌دهد. این مقدار باید مقدار حجم مورد نیاز در رواداری<sup>۱</sup> ۵٪ - تا ۲۰٪+ را برآورده کند.

ممکن است در حین تعیین ابعاد سامانه آشکار شود که طراحی بهینه‌ای که در ۲۰٪ / ۵٪- از نیازهای روزانه بدست می‌آید به دلیل پارامترهای پراکنده طراحی (به طور مثال تعداد رشته‌ها) غیر ممکن باشد. در اینصورت، باید توافق با بهره‌بردار صورت گیرد و اگر نیاز است، معیارهای بهره‌بردار نیز باید اصلاح شوند.

#### ۴-۶ تعیین ابعاد تجهیزات هیدرولیک

در صورتی که معیار تعیین ابعاد زیر برقرار باشد به محاسبات افت فشار نیاز نیست:

لوله کشی باید برای بدست آوردن تلفات اصطکاک احتمالی تعیین ابعاد شود. بیشینه اتلاف اصطکاک توصیه شده ۵٪ (در  $STC^2$ ) از هد دینامیک کل است. اندازه‌ی نرخ جریان نامی آب باید حداقل یک و نیم برابر بیشترین نرخ جریان حجمی باشد.

1- Telorance

2- Standard Test Condition

## ۵-۶ مستندات

### ۱-۵-۶ کلیات

کلیه مراحل طراحی انجام شده باید به عنوان مرجع مستندسازی شود. مستندات باید داده‌ها و فرضیاتی که طراحی مبتنی بر آن بوده به همراه فرآیند بکار رفته در طراحی را ارائه دهد. اندازه گیری‌ها برای عملکرد ایمن، مناسب و دوستدار محیط زیست باید ذکر شود. در موردی که سامانه نصب شده با الزامات مطابق نباشد مستند سازی به بحث کمک خواهد کرد.

۲-۵-۶ دفترچه‌ی راهنمای عملکرد و نگهداری برای متصدیان نگهداری پمپ در مکان پمپاژ فتوولتاییک این سند در برگیرنده تشریح کامل و درعین حال آسان همراه با شکل‌های ساده که موضوعات زیر را پوشش می‌دهد خواهد بود:

- رویه‌های بهره برداری استاندارد از قبیل روند روشن و خاموش کردن
  - توصیف عملکرد، توصیف نظارتی عملکردی و تفسیر وضعیت و شاخص‌های خطا
  - قوانین کار هنگام عملکرد نادرست
  - معرفی دستورالعمل‌های ایمنی
  - دستورالعمل‌های ایمنی فردی، محافظت در برابر برق گرفتگی
  - رویه‌ی تعمیر و نگهداری مانند تمیز کردن
- یک دفترچه‌ی ثبت روزانه باید به منظور بدست آوردن اطلاعات پیوسته عملکردی گردآوری شود. سند باید به زبان فارسی و انگلیسی نوشته شود.

### ۳-۵-۶ دفترچه راهنمای نگه داری شامل عملکرد، تعمیر و سرویس

این سند در برگیرنده تشریح کامل و آسان همراه با شکل‌های ساده شامل موضوعات زیر خواهد بود:

- دستورالعمل نصب
  - توصیف عملکرد
  - دستورالعمل‌های بهره برداری و سرویس با جزئیات جدول زمانی سرویس، با دستورالعمل‌های شروع بکار و فهرست عیب‌یابی کلی برای سامانه
  - توصیف نمای کلی به شکل یک برنامه‌ی خلاصه با ارجاع به برنامه‌های تفصیلی مربوطه
  - مدار الکتریکی و نمودارهای تنظیم، طرح‌های پیاده سازی، نقشه‌های سیم‌کشی و پایانه
  - لیست قطعات مطابق با مستندات ترسیمی تمام داده‌های لازم برای یک سفارش
  - نقشه‌های انفجاری<sup>۱</sup> پمپ با توجه خاص به برچسب گذاری قسمت‌های در حال کار
- سند باید به زبان فارسی و انگلیسی نوشته شود.

## ۶-۶ بررسی طراحی سامانه پمپاژ فتوولتاییک با توجه به حجم آب روزانه

برای مشخصه‌های هیدرولیک داده شده از منحنی عملکرد سامانه در مشخصه‌ها، P بر حسب Q می‌تواند

---

1- Exploded drawing

علامت‌گذاری شود. با استفاده از منحنی مشخصه عملکرد این امکان وجود دارد تا نرخ جریان حجمی از تابش روزانه بر حسب خروجی مولد فتوولتاییک و از مشخصه عملکردی سامانه تعیین شود. تعیین ابعاد به عنوان بخشی از کل طراحی مورد قبول است در صورتی که نرخ جریان حجمی بطریقی که در بالا مشخص شد، بیشینه انحراف بین  $5\%$  تا  $20\%$  (به علاوه مقدار مجاز برای رواداری اندازه‌گیری) را برای نقاط  $G_{max}$  ,  $0.4 \times G_{max}$  ,  $0.6 \times G_{max}$  ,  $0.8 \times G_{max}$  و برای نرخ جریان حجمی مرتبط با حجم آب روزانه پمپ شده، داشته باشد.

اندازه‌گیری با استفاده از رواداری هریک از حس‌گرهایی که برای اندازه‌گیری خطای مبدل مجاز است محاسبه می‌شود. اندازه‌گیری باید به میزان بیشینه‌ی عدم قطعیت  $3\%$  از مقدار اندازه‌گیری شده تعریف شود. در کاربرد میدانی بازده زیر سامانه (مبدل-الکتروپمپ) محاسبه شده در بند ۵-۳-۲ می‌تواند برای مقایسه با مقدار محاسبه شده استفاده شود. شایان ذکر است که کاهش توان مولد فتوولتاییک بسته به دمای بالای سلول (بزرگتر از  $70^{\circ}C$ )، کهنگی و غبار روی سطح، می‌تواند به سقف  $30\%$  برسد.

#### ۶-۷ ثبت پارامترهای اندازه‌گیری شده

در تمام موارد باید یک گزارش روزانه‌ی آزمایشگاه که تمام کمیت‌های اندازه‌گیری شده اصلی در آن ثبت شده است وجود داشته باشد.

همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده (نقطه د)، پارامترهای اندازه‌گیری شده مختلف، برای پیکربندی‌های مختلف سامانه مناسب هستند. به علاوه، آزمایشگاه‌های مختلف قابلیت‌های اندازه‌گیری مختلف خواهند داشت. بنابراین پیشنهاد می‌شود برای هر پیکربندی سامانه (الف تا د) مجموعه‌ای از پارامترهای اندازه‌گیری شده‌ی اصلی و اختیاری تعریف شود. اندازه‌گیری پارامترهای اصلی روند مشخصی دارد و فقط تجهیزات ابتدایی مورد نیاز است و کمینه‌ی مجموعه داده‌ها برای تعیین مشخصات سامانه هستند. انتظار می‌رود که تمام آزمایشگاه‌های همکار تمام پارامترهای اصلی را اندازه بگیرند. پارامترهای اختیاری ممکن است تجهیزات اندازه‌گیری پیچیده‌تری را نیاز داشته باشند.



جدول ۴- پارامترهای اصلی و اختیاری که باید اندازه‌گیری و ثبت شوند

شماره	پارامتر	نماد	یکا	الف	ب	پ	ت	عدم قطعیت
۱	ولتاژ مولد	Va	V	اصلی	اصلی	اصلی	اصلی	≤۱ %
۲	جریان مولد	Ia	A	اصلی	اصلی	اصلی	اصلی	≤۱ %
۳	فشار اندازه‌گیری شده	P	Bar	اصلی	اصلی	اصلی	اصلی	≤۲ %
۴	نرخ جریان	Q	M <sup>3</sup> /h	اصلی	اصلی	اصلی	اصلی	≤۲ %
۵	ولتاژ موتور	Vm	V		اصلی			≤۱ %
۶	جریان موتور	Im	A		اصلی			≤۱ %
۷	ولتاژ موتور (چندفاز AC)	V <sub>rms</sub>	V				اختیاری	≤۱ %
۸	جریان موتور (چند فاز AC)	I <sub>rms</sub>	A				اختیاری	≤۱ %
۹	ضریب توان	α	frac				اختیاری	≤۱ %
۱۰	بسامد AC یا بسامد کلیدزنی DC	f	Hz			اختیاری	اختیاری	≤۲ %
۱۱	سرعت موتور	n	rpm	اختیاری	اختیاری	اختیاری	اختیاری	≤۲ %
۱۲	گشتاور در محل اتصال موتور به پمپ	T	Nm	اختیاری	اختیاری	اختیاری	اختیاری	≤۲ %
۱۳	دمای آب در ورودی	t	°C	اصلی	اصلی	اصلی	اصلی	≤۲ %

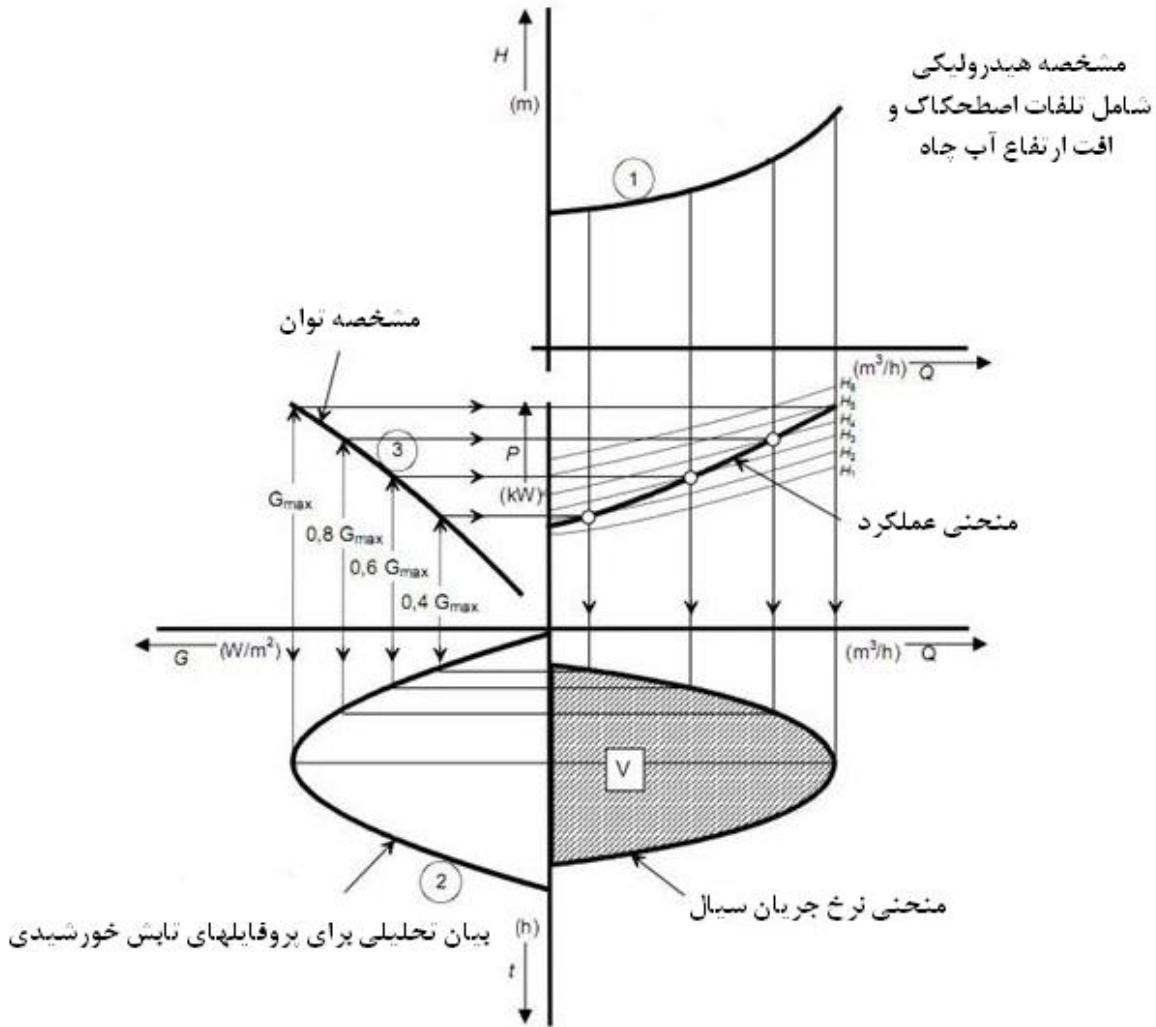
کلیدواژه	معنی
اصلی	پارامتر اولیه که باید توسط تمام آزمایشگاه‌ها اندازه‌گیری شود
اختیاری	پارامتر اختیاری که ممکن است توسط آزمایشگاه‌هایی با امکانات مناسب اندازه‌گیری شود
	غیر قابل کاربرد
خطا	بیشترین خطای مقدار اندازه‌گیری شده
نماد	نماد یکاهای SI

یادآوری- ستون‌های الف تا ت در جدول فوق نمایانگر چهار طبقه بندی ذکر شده در بند ۳-۲ می‌باشند.

پیوست الف  
(اطلاعاتی)

نمودار عملکرد، مشخصه‌ها و تعاریف اجزاء

الف-۱ نمودارهایی جهت نشان دادن عملکرد سامانه برای سامانه پمپاژ گریز از مرکز



برای بروقابلهای تابش خورشیدی روزانه

IEC 1673/11

شکل الف-۱ - عملکرد سامانه برای سامانه پمپاژ گریز از مرکز

الف-۲ داده‌های فنی، مشخصه‌های اجزاء ( جهت تکمیل توسط سازندگان اجزاء)

### مولد فتوولتاییک

سازنده ماژول: \_\_\_\_\_

نوع ماژول: \_\_\_\_\_

تعداد ماژول‌ها (سری × موازی): \_\_\_\_\_

اندازه‌ی ماژول: \_\_\_\_\_

ماژول‌های تایید شده بر طبق استانداردهای:

IEC 61215, IEC 61646, IEC 61730

خیر  بله

مشخصه‌های I-V مولد فتوولتاییک در دمای محیطی مرتبط (دمای سلول ماژول فتوولتاییک) و سطوح تابش

$300\text{W/m}^2$  تا  $1000\text{W/m}^2$  در گام‌های  $100\text{W/m}^2$

داده‌های خروجی باید شامل تلفات عدم تطبیق امپدانس باشند. داده‌های مولد فتوولتاییک باید در گستره دمای محیطی مورد انتظار (دمای سلول ماژول فتوولتاییک) و در سرعت باد  $1\text{ m/s}$  تعیین شود.

### مبدل فتوولتاییک (هنگام استفاده)

سازنده: \_\_\_\_\_

خروجی: \_\_\_\_\_

DC, EC

AC تکفاز

AC سه فاز

نوع: \_\_\_\_\_

$U_N =$  \_\_\_\_\_ V

ولتاژ ورودی:

$U_{min} =$  \_\_\_\_\_ V

$U_{max} =$  \_\_\_\_\_ V

خیر  بله

MPPT

\_\_\_\_\_ A

بیشینه‌ی جریان ورودی  $I_{max}$

\_\_\_\_\_ V

بیشینه‌ی ولتاژ ورودی  $U_{max}$

\_\_\_\_\_ VA/W

خروجی:

\_\_\_\_\_ V

گستره ولتاژ خروجی

در صورت وجود \_\_\_\_\_ Hz

گستره بسامد خروجی

بیشینه‌ی جریان خروجی  $I_{max}$  A -----

افزایش بازدهی مبدل از  $0.5 P_N$  تا  $P_N$  (به استاندارد IEC 61683:1999 جدول ۱ مراجعه شود)

<input type="checkbox"/> AC	<input type="checkbox"/> DC	<b>موتور</b>
-----	-----	سازنده:
-----	-----	نوع:
-----	-----	خروجی نامی: W
-----	-----	ولتاژ / بسامد نامی: V ----- Hz
(در صورت وجود)	-----	گستره عملکرد ولتاژ: -----
-----	-----	جریان نام: A -----
-----	-----	بیشینه جریان: -----
-----	-----	کسینوس $\phi$ (ضریب توان): Hz ----- در ----- (در صورت وجود)
-----	-----	بیشترین قطر و طول موتور: mm -----
-----	-----	گستره دمایی: کمینه: ----- بیشینه: ----- درجه سلسیوس

-----	-----	<b>پمپ</b>
-----	-----	سازنده:
-----	-----	نوع:
-----	-----	هد پمپ: m ----- نامی m= -----
-----	-----	نرخ جریان حجمی: گستره عملکرد: m <sup>3</sup> /h ----- نامی m <sup>3</sup> /h= -----
-----	-----	بیشینه قطر و طول پمپ: mm -----
-----	-----	گستره دمایی کمینه: ----- بیشینه: ----- درجه سلسیوس

#### دیگر مشخصه ها:

حفاظت کارکرد بی‌باری (بدون آب):  بله  خیر

حفاظت اضافه باری  بله  خیر

اطلاعات دیگر: -----