



## پمپ های آب خورشیدی AC و DC

### ( مقایسه و موارد کاربرد )

منصور رفیعی

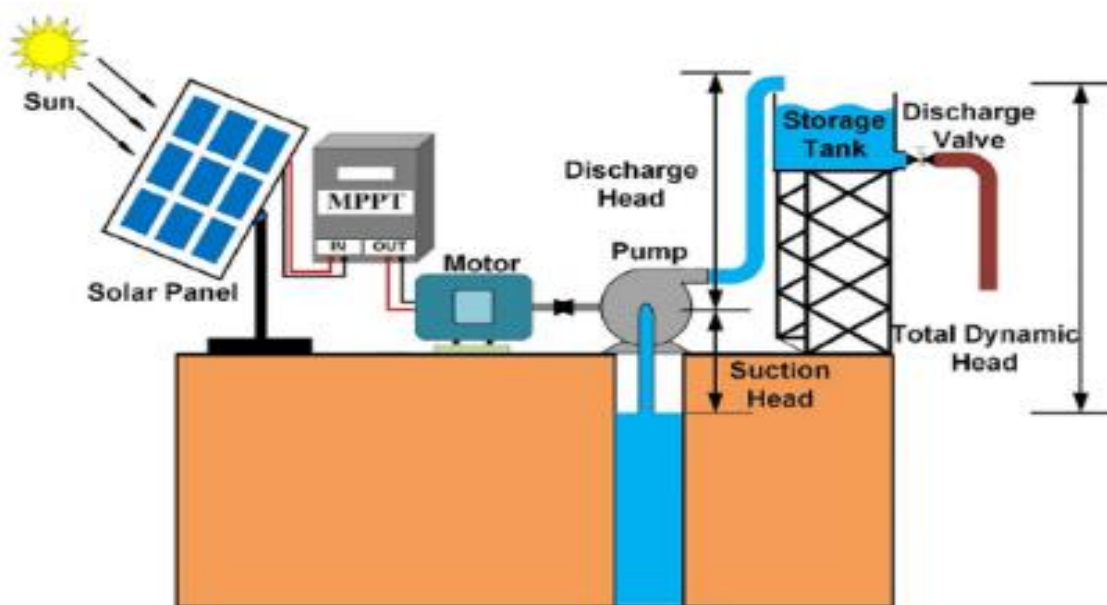
#### چکیده

در این مقاله اجزای مختلف سیستم های پمپاژ آب با انرژی خورشیدی از نظر پیکربندی، مشخصات و عملکرد بررسی می شوند. همچنین مقایسه سیستم پمپاژ آب AC و DC، انتخاب موتور و پمپ بر اساس هد و دبی آب مورد بررسی قرار می گیرد.

#### اصطلاحات و طبقه بندی

برای طراحی یک سیستم پمپ آب خورشیدی کاملاً کاربردی، باید اصطلاحات مختلف مرتبط با آن را درک کرد. این اصطلاحات عبارتند از تابش، موقعیت جغرافیایی، دما، ظرفیت ذخیره سازی، هد مکش، هد تخلیه، منطقه آبیاری و سرعت جریان آب.

شکل ۱- اجزای مختلف یک سیستم پمپ آب خورشیدی را نشان می دهد که عبارتند از (الف) پنل خورشیدی، (ب) (MPPT) موتور، (د) پمپ، و (ه) مخزن ذخیره .

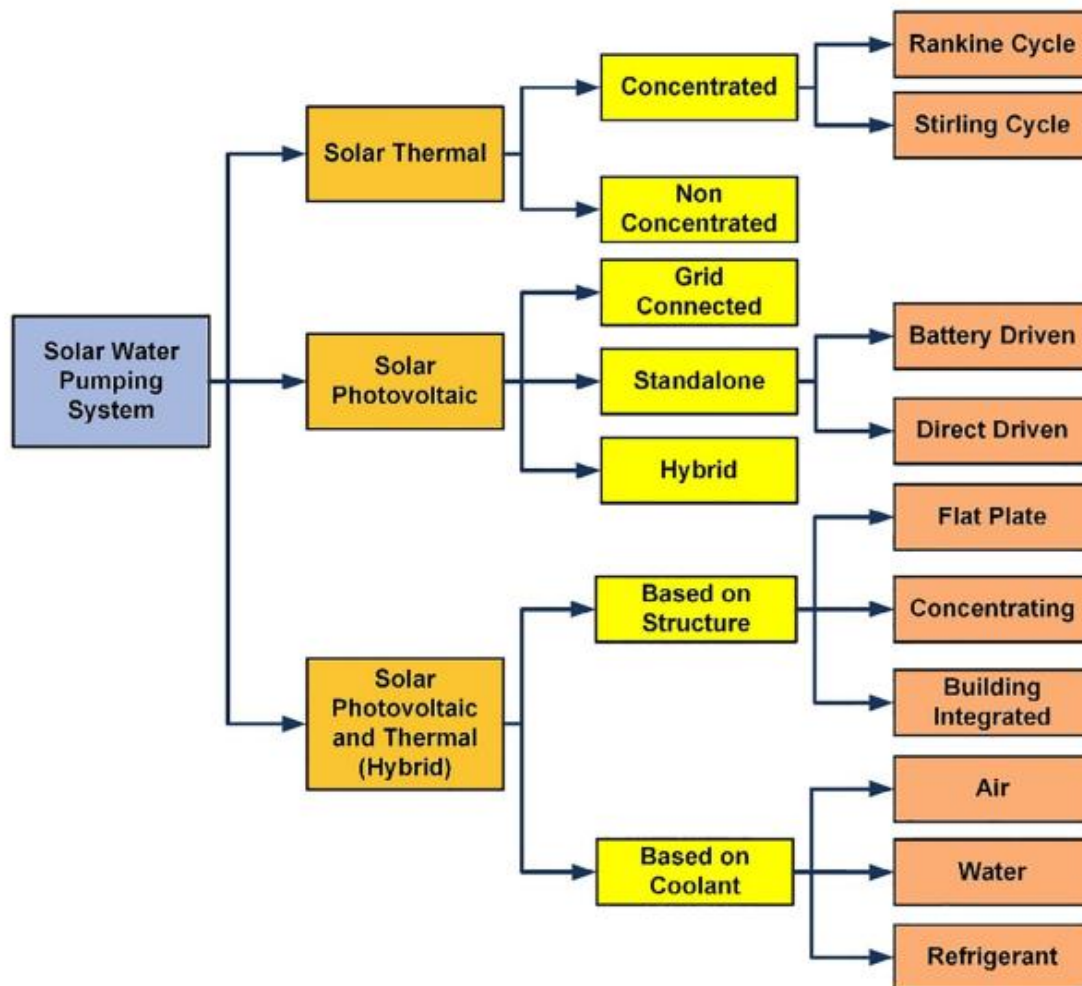


شکل ۱- اجزای مختلف یک سیستم پمپ آب خورشیدی

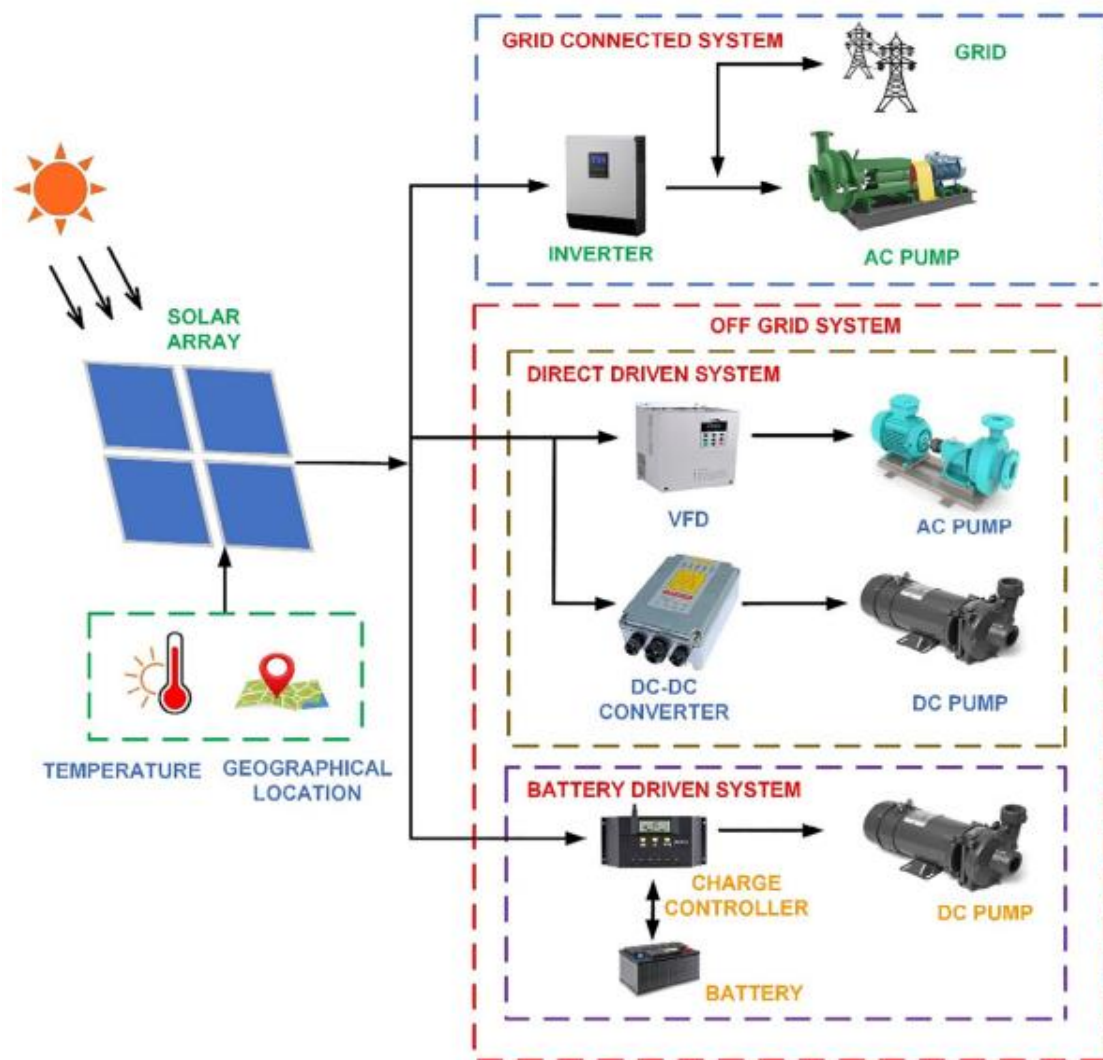


## طبقه بندی سیستم های پمپاژ آب خورشیدی

سیستم پمپاژ آب خورشیدی PV را می توان به دو نوع اصلی سیستم متصل به شبکه و سیستم خارج از شبکه طبقه بندی کرد. سیستم های خارج از شبکه خود به سیستم های مبتنی بر باتری و سیستم های مستقیم تقسیم می شوند از آنجا که انرژی تولید شده از PV خورشیدی از نوع جریان مستقیم DC است، تلفات تبدیل زمانی که از سیستم پمپاژ DC استفاده می شود حداقل است. بنابراین، هزینه اضافی متحمل شده برای پمپ های DC ممکن است این صرفه جویی را حذف کند. در حالی که سیستم پمپاژ آب AC با استفاده از یک اینورتر به دلیل در دسترس بودن آسان و تجهیز مجدد آن با سیستم خورشیدی موجود محبوب است. پیکربندی های مختلف سیستم پمپ آب خورشیدی از ترکیب های مختلفی از اجزای سیستم استفاده می کنند که به بار، ماهیت منبع و پیکربندی مبدل بستگی دارد



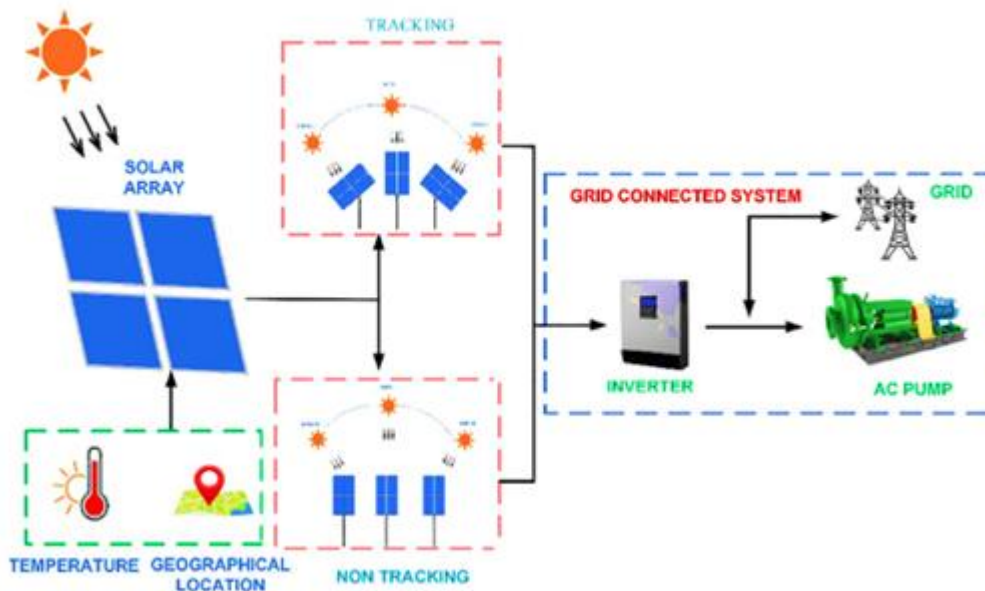
شکل ۲- طبقه بندی سیستم های پمپاژ آب خورشیدی



شکل - ۳ ساختار کلی سیستم‌های پمپ آب خورشیدی

### سیستم پمپ آب خورشیدی متصل به شبکه

سیستم‌های پمپ آب خورشیدی متصل به شبکه بیشتر برای مکان‌های شهری و نیمه شهری ترجیح داده می‌شوند. پیکربندی ساده این سیستم‌ها در شکل ۴ نشان داده شده است. سیستم‌های متصل به شبکه به طور کلی شامل اینورتر، موتور AC همراه با پمپ AC و شبکه هستند و می‌توانند دارای ردیاب نور خورشید باشند یا نباشند. در برخی از موارد، PV متصل به شبکه، توان اضافی را به شبکه تزریق می‌کند، زیرا هیچ گونه امکانات ذخیره سازی ندارد.



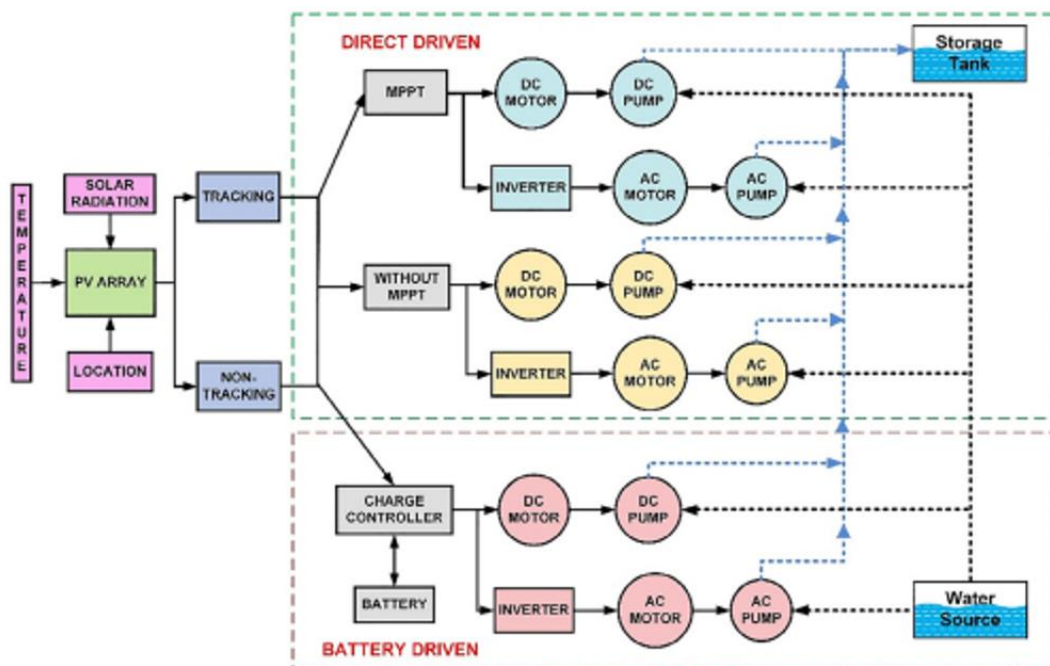
شکل ۴ - پیکربندی سیستم‌های پمپ آب خورشیدی متصل به شبکه با یا بدون ردیاب نور خورشید

### سیستم پمپ آب خورشیدی خارج شبکه

برخلاف سیستم‌های متصل به شبکه، تاسیسات پمپاژ آب خارج از شبکه در مکان‌هایی که دسترسی به برق وجود ندارد یا محدود است، اجرا می‌شود. سیستم‌های خارج از شبکه معمولاً در مناطق دورافتاده و روستایی که عملکرد مداوم پمپ آب حتی در روزهای با تابش کم امکان پذیر است، مفید هستند. این سیستم‌ها ویژگی‌های منحصر به فردی دارند که در بهبود معیشت و همچنین آبیاری روستایی نقش حیاتی ایفا می‌کنند. پیاده سازی سیستم خارج از شبکه به یکی از راه‌های ممکن نشان داده شده در شکل ۵ صورت می‌گیرد، یعنی هدایت مستقیم یا باتری محور. این سیستم یا با استفاده از انرژی ذخیره شده در باتری‌ها یا با استفاده مستقیم از برق dc تولید شده از آرایه خورشیدی کار می‌کند.

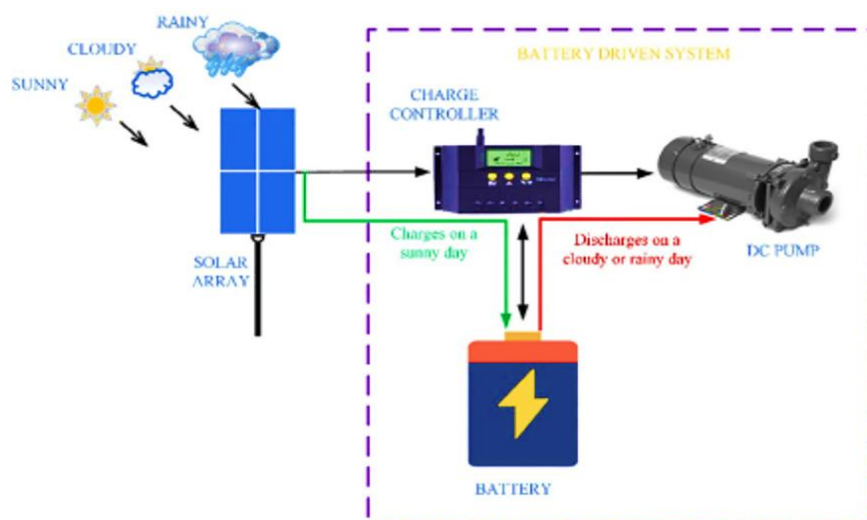
### سیستم پمپ آب خورشیدی مبتنی بر باتری

سیستم‌های پمپ آب مبتنی بر باتری، پیکربندی‌های قابل اعتمادی هستند که به عملکرد مداوم پمپ در هنگام سایه جزئی، خاموش شدن نیروگاه PV و روزهای غیرآفتابی کمک می‌کنند. شماتیک تعمیر یافته سیستم باتری محور در شکل ۶ ارائه شده است.



شکل ۵ - ساختار کلی سیستم‌های پمپ آب خورشیدی خارج از شبکه

بر اساس مبدل مورد استفاده، سیستم باتری محور می تواند از پمپ های AC یا DC پشتیبانی کند. انرژی اضافی تولید شده در باتری‌ها با استفاده از کنترل کننده‌های شارژ ذخیره می‌شود، بنابراین، ولتاژ DC ثابت را حفظ می‌کند و جریان مورد نیاز برای کارکرد پمپ را حتی در فصول ابری یا بارانی ارائه می‌کند. با این حال، بکارگیری باتری در این سیستم‌ها هزینه کلی پروژه را افزایش می‌دهد.



شکل ۶ - پیکربندی سیستم‌های پمپ آب خورشیدی خارج از شبکه مبتنی بر باتری

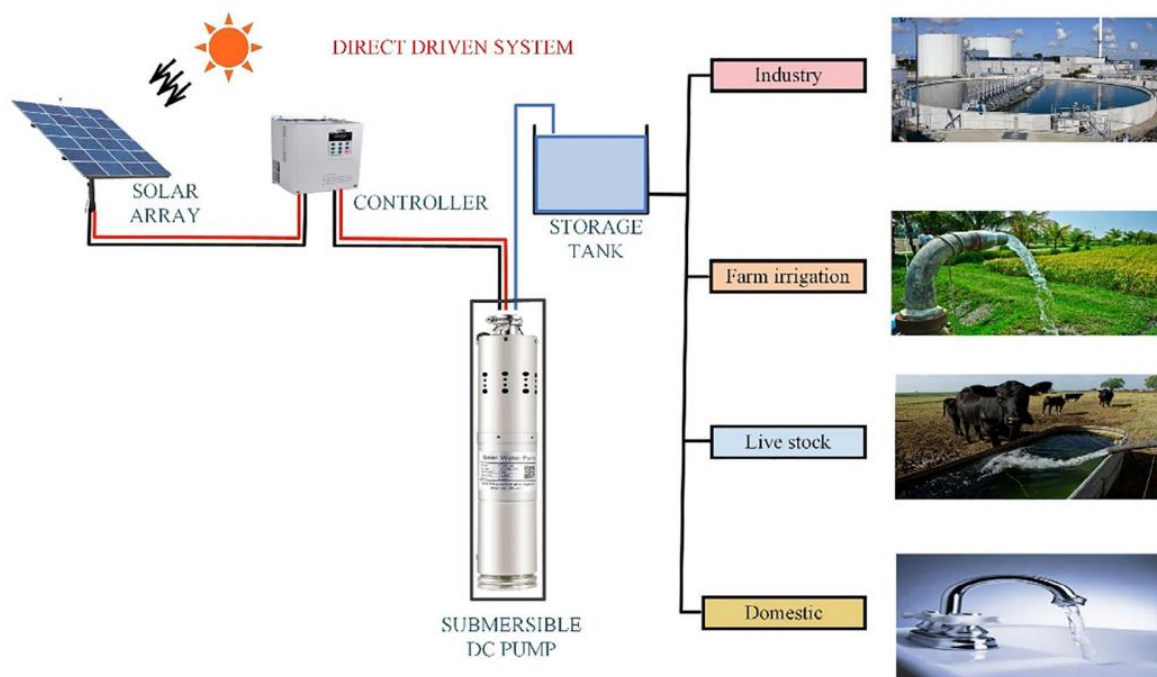
در مقایسه با شبکه‌های معمولی و دیزل ژنراتورها، هزینه پمپاژ آب با استفاده از سیستم مبتنی بر باتری برای سیستم‌های آبیاری و بارانی ارزان تر است. این سیستم به طور موثر برای آبیاری در ساعات اوج آفتاب کار می‌کند.



در سیستم‌های خارج از شبکه، سیستم مبتنی بر باتری در مقایسه با سیستم مستقیم به دلیل امکانات ذخیره سازی آن گران‌تر است. با این حال، می‌توان با افزایش ظرفیت مخزن آب، این هزینه را کاهش داد.

### سیستم پمپ آب خورشیدی مستقیم (بدون باتری)

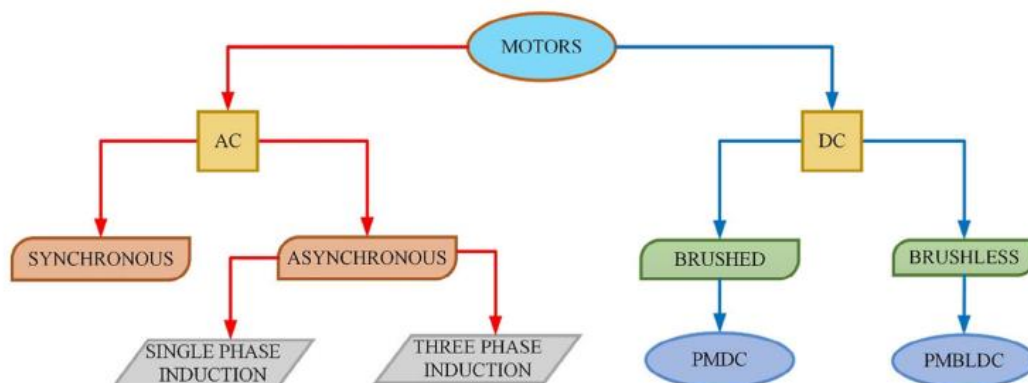
ساده‌ترین روش سیستم پمپ آب خورشیدی با اتصال پمپ به آرایه PV از طریق مبدل‌های قدرت بدون استفاده از باتری است. به طور کلی، سیستم بدون باتری برای بازگشت سریع سرمایه‌گذاری و کاهش هزینه سیستم ترجیح داده می‌شود. این آرایش شامل آرایه خورشیدی، کنترل‌کننده، پمپ شناور DC است که در شکل ۷ نشان داده شده است.



شکل ۷- آرایش سیستم پمپ آب خورشیدی مستقیم شامل آرایه خورشیدی، کنترل‌کننده، پمپ شناور DC

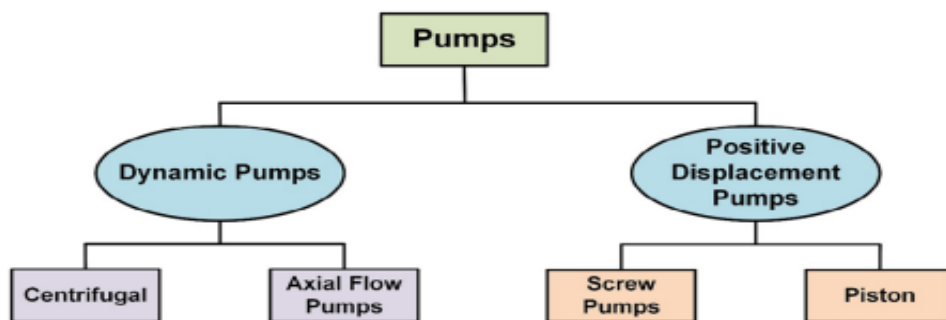
### نقش موتور و پمپ در عملکرد سیستم پمپاژ آب خورشیدی

جدایی ناپذیرترین بخش هر کاربرد پمپاژ آب، موتورها و پمپ‌ها هستند. در عمل انواع موتورها بر اساس عرضه، در دسترس بودن و هزینه مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این حال، انتخاب آنها بسته به بازده، هزینه و در دسترس بودن متفاوت است. بنابراین بررسی مناسب بودن آن با توجه به پارامترهای فوق اجتناب ناپذیر است. طبقه بندی انواع موتورهای مناسب برای کاربردهای پمپاژ آب در شکل ۸ نشان داده شده است.



شکل - ۸ طبقه بندی انواع موتورهای مناسب برای کاربردهای پمپاژ آب

انواع مختلف موتورها برای کاربرد سیستم پمپ آب خورشیدی را می‌توان به موتورهای DC موتورهای PMDC و موتورهای (AC سنکرون و آسنکرون) طبقه بندی کرد. اگرچه موتورهای DC گرانتر هستند، اما این موتورها از نظر تلفات تبدیل توان جذاب هستند، زیرا مستقیماً از سیستم PV بدون هیچ تبدیلی تغذیه می‌شوند. اما استفاده از جاروبک در موتورهای DC دوام و قابلیت اطمینان آن را کاهش می‌دهد و در نتیجه هزینه نگهداری را افزایش می‌دهد. محدودیت‌های فوق با معرفی موتورهای DC بدون جاروبک به خوبی برطرف شده‌اند. پمپ‌ها یکی دیگر از اجزای مهمی هستند که در سیستم‌های پمپ آب خورشیدی باید مورد توجه قرار گیرند. در درجه اول، پمپ‌ها انرژی جنبشی دریافتی از موتورها را به انرژی هیدرولیکی برای پمپاژ آب تبدیل می‌کنند. پمپ‌ها به طور کلی بر اساس کاربرد، اصول عملکرد، عمق، سرعت جریان، ظرفیت، هزینه، در دسترس بودن بازار و شرایط دیگر دسته بندی می‌شوند. به لحاظ کاربرد پمپ‌های یا به صورت شناور هستند و یا در سطح نصب می‌شوند. از نظر اصول عملکرد پمپ‌ها دو نوع اصلی پمپ‌های دینامیک و پمپ‌های جابجایی مثبت دارند. پمپ‌های دینامیک خود به دو دسته پمپ‌های گریز از مرکز و پمپ‌های جریان محوری تقسیم می‌شوند. این پمپ‌ها می‌توانند از نوع شناور یا سطحی باشند.



شکل - ۹ طبقه بندی انواع پمپ‌های مناسب برای کاربردهای پمپاژ آب خورشیدی



- پمپ‌های جابجایی مثبت نیز به دو نوع پمپ پیچی (اسکرو) و پمپ پیستونی تقسیم می‌شوند.
- مزایای استفاده از پمپ DC در سیستم PV خورشیدی به شرح زیر است:
- (الف) تلفات تبدیل به حداقل می‌رسد.
- (ب) راندمان عملیاتی در مقایسه با پمپ‌های AC افزایش یافته است.
- (ج) قابلیت اطمینان بالاتر
- (د) حتی در تابش و دمای پایین عمل می‌کند.

پمپ‌های گریز از مرکز بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. در اکثر موارد، این پمپ‌ها به دلیل قابلیت عملکرد در هد بالا با حداکثر دبی ترجیح داده می‌شوند. این پمپ‌ها به طور گسترده برای مصارف خانگی استفاده می‌شوند.

### نتیجه گیری :

۱. افزایش مداوم هزینه سوخت، سیستم‌های مبتنی بر باتری را در مقایسه با سیستم پمپاژ آب مبتنی بر دیزل مقرون به صرفه‌تر می‌کند
۲. با توجه به کاهش قیمت پانل، افزایش راندمان و در دسترس بودن نور خورشید در مکان‌های اصلی، سیستم‌های مستقیم (بدون باتری) را به عنوان مطلوبترین سیستم پمپاژ برای کاربردهای روستایی تبدیل کرده و دارای مزیت بزرگی برای حل بحران انرژی در زمینه آبیاری در طول سال است
۳. اگرچه هزینه اولیه موتورهای DC بالا است، اما به دلیل تلفات تبدیل کمتر، از موتورهای BLDC برای سرعت جریان آب، راندمان و دوام بالاتر استفاده می‌شود.
۴. سیستم‌های پمپ آب خورشیدی مبتنی بر باتری برای ظرفیت‌های کم با هد کمتر از ۱۰ متر بسیار مناسب است و بکارگیری این سیستم‌ها حتی در شرایط کم تابش و ابری یا سایه جزئی سودمند است.
۵. موتورهای DC برای هدهای پایین کمتر از ۲۰۰ متر در مناطق روستایی و نقاط دورافتاده که دسترسی محدود به برق وجود دارد مناسب هستند.
۶. پمپ‌های AC شناور عمدتاً در سیستم‌های پمپ آب خورشیدی برای هد عملیاتی بالاتر از ۲۵۰ متر که در آنها دبی آب اهمیت چندانی ندارد استفاده می‌شوند. با این حال، عملکرد مداوم پمپ‌های AC شناور با استفاده از برق شبکه حتی در غیاب آفتاب از طریق یک کلید چنج آور امکانپذیر است.
۷. سیستم‌های پمپ آب خورشیدی برای هدهای بالاتر از ۳۵۰ متر به دلیل نیاز به ظرفیت زیاد پمپ خورشیدی و تجهیزات دیگر و افزایش هزینه‌ها اقتصادی نیست.
۸. مدت زمان بازگشت سرمایه طرح با استفاده از درایو DC در مقایسه با درایو AC به دلیل کاهش تلفات تبدیل، افزایش راندمان و سرعت جریان آب کمتر است.
۷. در ظرفیت‌های پمپاژ پایین، در مقایسه با سیستم‌های مولد بادی و دیزل، سیستم پمپ آب خورشیدی با هد مکش کمتر از ۲۰۰ متر در کشورهای آسیای غربی مقرون به صرفه‌تر است.