sina-pub.ir

# تکنیک جدید ردیابی نقطه حداکثرسراسری قدرت برای سیستم فتوولتائیک با شرایط سایه جزئی (PSC)


## چکیده

در طول یک سال، قرار گرفتن pv در موقعیتی از خورشید که حداکثر قدرت برق خورشیدی بدست آید الزامی است البته تولید برق به موقعیت خورشید زاویه و نحوه تابش و شرایط محیطی بستگی دارد و مقدار متغیر می باشد. در چنین شرایطی، در آرایه PV بزرگ متصل به هم بعلت اینکه تابش متفاوتی و غیر یکنواخت در قسمتهای مختلف آرایه ، بنابراین حداکثر مقادیر در مشخصات pv متفاوت خواهد بود . دراین مقاله به تعدادی از روشهای عمومی و تکنیکهای محاسبه نرم افزاری پیشنهاد می شود ، ولی امکان شناسایی قله ها در حالت سایه قوی تضمین نمی شود .الگوریتمهایی وجود دارد که به صورت تصادفی این قله ها را بدست می آورند در این مقاله یک روش به نام گرده افشانی گل (FPA ) مورد بررسی قرار گرفته است . روش ارائه شده قابلیت جستجوی حالت دوگانه را دارد که با جستحو با روش تصادفی FPA به MPPTا رسید . نتایج شبیه سازی و آزمایش عملی تحت شرایط مختلف و مقایسه با الگوهای مختلف نشان داد که روش FPA عملکرد مناسبی نسبت به روشهای عمومی P&O دارد.


## 1-مقدمه

با توجه به مزایای متعدد از جمله دوستدار محیط زیست ،عدم وجود قطعات متحرک، تعمیر و نگهداری کمتر، بدون ایجاد صدا و در دسترس بودن، تولید برق از طریق پانلهای فتوولتائیک(PV) غیر اجتناب می باشد . از طرفی بازده پایین پانلها در شرایط محیط و تغییرات آب و هوایی هنوز هم به عنوان یک نقطه ضعف پانل های PV خورشیدی می باشد بنابراین استفاده از سیستمهای ردیابی که بتواند بیشترین تولید برق MPPTرا در آرایه های پانلهای خورشیدی داشته باشدبسیار مهم .و پر اهمیت می باشد . پانلهای pتبدیل برق در دسترس، بنابراین برای بدست آوردن بهترین کارایی لازم است نقاط مربوط به MPPT توسط به تکنیک های ردیابی گردد.

به طور کلی آرایه های pv به صورت سری و یا موازی متصل می گردند از طرفی سایه های جزئی (PSC )باعث بوجود آمدن نقاط مختلف از لحاظ قله تابش می گردد . دراین وضعیت شناسایی قله با حداکثر خروجی بسیار اهمیت

sina-pub.ir

دارد.تکنیکهای مختلف برای بدست آوردن نقاط حداکثر توان وجود دارد که می توان آنرا به روشهای معمولی الگوریتم تکاملی / ازدحام (EA)و تکنیک های زیستی [2،3]. الگوریتم های متعارف طبق بندی کرد.تکنیکهای معمولی مقدار خروجی پایین بوده و از مقدار حداکثر انحراف دارد. برای غلبه برناتوانی روش های مرسوم تکنیکهای تطبیقی و اصلاحی پیشنهاد شده است. این الگوریتم عملکرد خوبی در تغییر مداوم شرایط محیطی داشته است قابل ذکر است که روشهای معمولی در هنگام تابش غیر همگن به شکست منجر می گردد.

شکست روش های مرسوم باعث شد محققان PV به استفاده از الگوریتم های تکاملی / ازدحام هوش مانند الگوریتم ژنتیک [7] (GA)، شبکه عصبی مصنوعی [8] (ANN) و کنترل فاز 9] (FLC،استفاده کنند این روشها برای حل مسائل غیر خطی و رسیدن به نقطه حداکثر توان PSC مورد استفاده قرار می گیرد با این حال، روش GA پیچیده و دارای محاسبات متقاطع، جهت دار می باشد . در حالی که روش شبکه های عصبی مصنوعی از روش سلول های عصبی استفاده نموده و روش FLC نیاز به پایگاه دانش برای ایجاد قوانین برای ردیابی دارد بنابراین به حافظه بزرگ و محاسبات پیچیده و دانش قبلی برای محدود کردن مسیر ها می باشد

علاوه بر این همیشه هر دو روش معمولی و پیاده سازی روشهای فوق MPPT برای رسیدن به نقطه ای با حداکثر توان به همگرایی نمی رسد.این روش ترکیبی از روشهای معمولی و روش های محاسبات نرم افزاری برای رسیدن به MPP می باشد. این روشهای ترکیبی اغلب باعث بهبود عملکرد می شوند ولی استفاده ازدو روش یا روش تنها هنوز دارای اشکالاتی هستند

به تازگی روش بهینه سازی شده ازدحام با موفقیت به کار گرفته شده است در استفاده از این روش اهداف غیر خطی،پاسخ سریع با همگرایی سریعتر به دست آمده است. الگوریتم تکاملی ازدحام با موفقیت مشکل مکان اوج سراسری با بهینه سازی ازدحام ذرات(PSO) ، PSOاصلاح شده (MPSO) ، PSOتخمین (DPSO) وروش های بهبود یافته PSO (IPSO) در شرایط سایه جزئی حل نموده است .با این حال، این روش نیاز به تکرارو تنظیم دوره ای و مقدار دهی مناسب اولیه برای پیدا کردن چرخه مطلوب دارد. علاوه بر این، نامناسب بودن تنظیم پارامتر با سرعت خطا کاهش می یابد [2]. از این رو یک روش متناوب PSO، مطابق روش های زیستی الهام گرفته از رفتار بیولوژیکی پرندگان، مورچه ها و زنبورها درردیابی MPP اعمال می شود

sina-pub.ir

روش هایی مانند بهینه سازی کلونی مورچه [2]،جستجوی فاخته،الگوریتم کرم شب تاب [16]، روش کلونی زنبور از روشهایی برای بدست آوردن MPPT می باشند که از روشهای زیستی الهام گرفته است

در این مقاله،الگوریتم گرده افشانی گل الگوریتم جدید (FPA) برای ردیابی MPP مورد استفاده و معرفی قرار می گیرد . روش FPA زیر تنها دو مرحله ساده (گرده افشانی چند گل و گرده افشانی محلی) در یک مرحله متغیرها ی چرخه را به روز رسانی می کند سادگی و قدرتمندی از ویژگی های است که باعث برتری روش FPA می گردد. علاوه بر این، در این روش متغیر های تصادفی در مراحل مختلف از مقادیر محلی به مقادیر سراسری می رسد. با مزایای زیاد الگوریتم FPAدر بسیاری از برنامه های کاربردی مانند استانه چند سطحی تصویر استفاده می شود ، (ب) مسائل پخش بار اقتصادی و سیستم های توزیع شعاعی استفاده می شود در این کار، عملکرد FPA برای MPPT با نتایج 4 تحقیق دیگر باروشهای مختلف PSOمعمولی و P & O در مقایسه شده است .

در بخش 2 PV خورشیدی مدل سازی شده است . در بخش 3 ساختار کنترل با اثر PSC توضیح داده شده است. در بخش 4 روش FPA با کاربرد MPPT ارائه می گردد .در بخش 5و 6 تجزیه و تحلیل شبیه سازی و سخت افزار و نتایج به دست آمده از طریق.FPA شرح داده شده است .در نهایت نتیجه گیری ارائه شده است.

**2-مدل سولار خورشیدی**

مدل سازی PV خورشیدی یکی از زمینه های تحقیقاتی مهم است که در آن با دقت ویژگی های PV داده شده است دو نوع مدل سازی شامل مدل تک دیودی و مدل دو دیودی وجود دارد مدل سازی دو دیودی د قیق تر اما نیاز به پارامترهای بیشتری را برای مدل سازی PVدارد .ا ز این رو، نویسندگان برای سادگی از مدل تک دیود ی استفاده می شود. شماتیک مدل تک دیودی در شکل نشان داده شده است.

در مدل تک دیودی به پنج پارامتر به مدلPV ،شامل IPVn ، ID ،RS ،RP ،RS نیاز می باشد. معادله جریان خروجی PV با استفاده ازKCL با رابطه زیر بدست می آید

$$I = I_{PVn} - I_D - \frac{V + I_{PV}Rs}{Rp}$$

sina-pub.ir

که در آن ID از معادله پایین بدست می آید که در آنIO ،جریان اشباع معکوس است

RS ، RP مقاومت سری و موازی می باشد

$$I_D = I_O\left(e^{V_D/aV_T} - 1\right)$$

که در آن 'A' فاکتور دیود ایده آل وVT ولتاژ حرارتی است $V_T = \frac{N_S KT}{q}$ که در آن "NS" تعداد سلول های متصل بصورت سری، 'K'ثابت بولتزمن $1.3805 \times 10^{-23}$ ، Tدرجه حرارت 'T' در شرایط آزمون و 'q' بار $1.9 \times 10^{-19}$ C می باشد همچنین معادله جریان یک ماجول PVمی تواند به صورت زیر نوشته شود

$$I = N_{pp}\left\{I_{PV} - I_O\left[\exp\left(\frac{V + I_{PV}R_S}{V_t N_{ss}}\right) - 1\right]\right\} - \left(\frac{V + I_{PV}R_S}{R_P}\right)$$

که NssوNpp تعداد سلولهای متصل به صورت سری و موازی هستند

**3- PV و مشخصه های آن**

برای توضیح وقوع سایه جزئی، 4 ماژول PV به صورت سری وصل و در معرض دو نوع سایه قرار گرفته اند سایه یکنواخت و سایه غیر یکنواخت که در شکل 2 نمایش داده شده است در اثر تابش غیر یکنواخت نقاط داغ بر روی پانل بوجود می آید که باعث کاهش توان تولیدی می گردد از طرفی دیودهای بای پس جهت جلوگیری و محافظت از بوجود آمدن نقاط داغ ،به صورت موازی به پانلها متصل می شود خروجی آرایه است این چیدمان تجهیزات باعث جلوگیری از تنشهای حرارتی و آسیب به پانلها می گردد . وقوع سایه جزئی باعث ایجاد چند قله در منحنی I-V P-V می گردد که در شکل 3 نشان داده شده. بنابراین بحث بالا منجر به نتیجه گیری برای پیدا کردن حداکثر نقطه قدرت در شرایط سایه جزئی، روش MPPT می گردد از این رو، در این مقاله کنترل FPA برای رسیدن به MPPT در شرایط مختلف تابش طراحی و تست شده است که در همه زمان ها حداکثر مقدار به دست آید.

sina-pub.ir

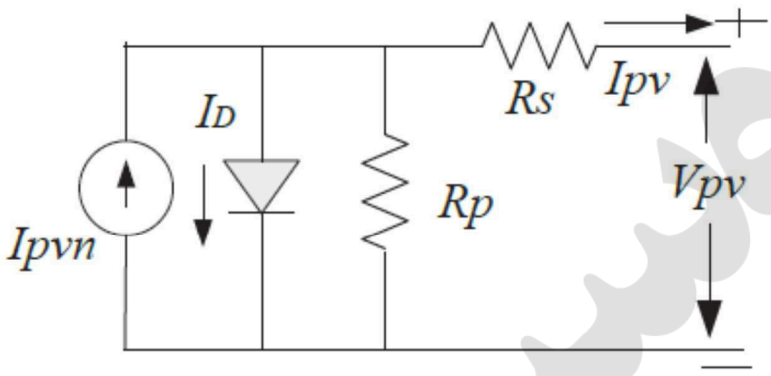
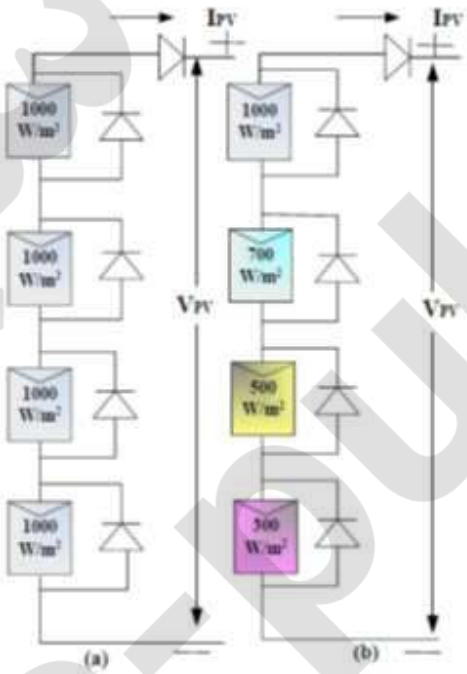



**Fig. 1.** Single diode model of solar PV.

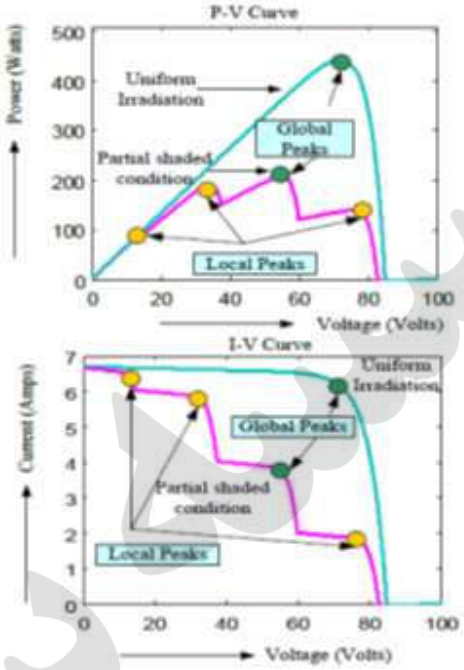
شکل 1




شکل 2

مرجع سینا sina-pub.ir

sina-pub.ir




شکل 3

**4-الگوریتم گرده افشانی از گونه ای به گونه دیگر است. فرآیند آن**

**4.1. الگوریتم گرده افشانی گل**

الگوریتم گرده افشانی اولین بار توسط ایکس یانگ در سال 2012 استفاده شده است الگوریتم گرده افشانی پدیدهای است که گرده از گل به گلی دیگر منتقل می شود

در این روش مقدار گرده افشانی به نوع گل بستگی دارد FPA شامل دو قسمت فرایند گرده افشانی محلی و انتقال گرده از یگل به گل دیگر می باشد که انتقاق دهنده می تواند زنبور باد و یا پرندگان باشد. بخاطر طول مسیر گرده افشانی ،پروازهای جمع آوری طولانی و باعث می شود گرده افشانی 10 ٪ در خود گل و 90 ٪ در گلهای دیگر انجام شود سوئیچ بین حالتهای محلی و گسترده احتمال 'P'می باشد . پیاده سازیFPA قوانین طراحی زیر را به دنبال دارد:

قانون 1: گرده افشانی متقاطع برای فرآیند گرده افشانی گسترده شامل پرواز جمع آوری و انتقال گرده می باشد

معادله مشخصه برای گرده افشانی گسترده به شرح ذیل می باشد

$$x_i^{t+1} = x_i^t + \gamma L(\lambda)(gbest - x_i^t)$$

sina-pub.ir

که در آن $L(\lambda)$ توزیع حرکت جمع آوری گرده از یک گل به گل دیگر است همچنین آن باعث بهبود فرآیند گرده افشانی می گردد گاما فاکتور اندازه است که اندازه گامها را کنترل می کند

$$L(\lambda) = \frac{\lambda\Gamma(\lambda)\sin(\pi\lambda/2)}{\pi}\frac{1}{S^{1+\lambda}}(S>>S_0>0)$$

که در آن $\Gamma(\lambda)$ تابع گاما استاندارد می باشد که برای توزیع پروازها با سایز بزرگتر از صفر قابل استفاده می باشد $(S>>S^0>0)$در این کار،اجرای FPA برای بدست آوردن MPPT می باشد

$\lambda = 1.5$ برای اطمینان از عملکرد مطلوب می باشد .

قانون 2: گرده افشانی برای حالت محلی از معادله زیر حاصل می شود

$$x_i^{t+1} = x_i^t + \varepsilon\left(x_k^t - x_j^t\right)$$

$x_k^t$ و $x_j^t$ گرده همان محل می باشند . اصطلاح ε اپسیلون نشان دهنده جستجوی محلی در توزیع یکنواخت است $\varepsilon\in[0,1]$

3- قانون سوم:گرده افشانی باعث توسعه و ثبات گلها و تولید گونه های جدید می گردد

4-قانون 4: احتمال گرده افشانی محلی و گسترده بین 0 و1 محدود شده و در اکثر حالات بهترین وضعیت 0.8 می باشد

بخاطر اینکه روش FPA دارای دو روش محلی و متقاطع یا گسترده است می تواند برای بهینه سازی مسائل غیر خطی و کاربردهای MPPT در سولارهای خورشیدی جهت بدست آوردن نقطه حداکثر قدرت و بهره وری بالای آن مورد استفاده قرار گیرد.تا کنون هیچ الگوریتمی وجود ندارد که دو تحقیق را با یک گام حل نماید ولی پردازش می تواند از دو الگوریتم استفاده نماید .ولی در حالتی که از دو الگوریتم استفاده می شود بعلت تنظیم پارامترها پیچیدگی حل مساله افزایش می یابد.

### 4.2 اجرای FPA برای MPPT

sina-pub.ir

استفاده از روش برنامه FPA برای MPPTدارای مراحل زیر است. با توجه به تابع هدف تابع f (x) به عنوان حداکثر قدرت خروجی تعریف می شود فرض می کنیم که در چرخه های مختلف از X1 ، X2،... Xnبه طور موثر در حالتهای گرده افشانی محلی و متقاطع یا گسترده استفاده می شود

مقدار دهی اولیه پارامترهای: تنظیم حداکثر تعداد تکرار 25 و جمعیت اولیه 5 چرخه گرده محدودیت برای چرخه asXmin و Xmax و سوئیچ به عنوان احتمال 0.8 تعریف می شود.

2. تشخیص بهترین گرده افشانی : برای پیکربندی PV ، اعتبار در چرخه ماکزیمم توان بدست می آید بعد از شروع از چرخه اول هر چه تکرار انجام می گردد مقدایر بروز شده و بهترین توان در مجموع بدست خواهد آمد.

3.به روز کردن افشانی از طریق گرده افشانی محلی و گسترده : بر اساس سوئیچ احتمال، گرده افشانی محلی و گسترده به مقادیر جدید در چرخه خواهند رسید که این مقادیر جدید میتوانند برای تکرار بعدی چرخه گرده استفاده شوند.برای حالت گسترده تابع $x_i^{t+1} = x_i^t + \gamma L(\lambda)(gbest - x_i^t)$ : و برای حالت محلی $x_i^{t+1} = x_i^t + \epsilon(x_k^t - x_j^t)$. استفاده می شود.

4همگرایی به سمت حداکثر گسترده : مراحل2 و 3 ادامه می یابد و مقادیر بروز شده به طور مداوم برای حالت محلی و گسترده استفاده می گردد تا همگرایی بهترین قدرت به دست آید.

5.معیار ختم: اگر $P^{opt} = P^{max}$ باشد مراحل انجام به پایان می رسد.

6.مقدار دهی اولیه تحقیقات برای تغییر تابش نور : با توجه به تغییرات محیطی. مشخصات pv تغییر می کند در چنین شرایطی، MPP به محل دیگری بسته به سایه تغییر می کند . از این رو، گرده افشانی برای جستجوی مکان جدید MPPT باید دوباره مقداردهی اولیه شود.

این با ثبت تغییر آستانه ای ولتاژ و جریان دربین تکرارها قابل شناسایی هست برای پیدا کردن

محدوده بهینه آستانه ، تجربیات متعدد بر اساس روش آزمون و خطا برای پیکربندی های مختلف PV نیاز می باشد.

بر اساس مقایسه پیدا کردن بهترین ولتاژ و جریان مطلوب است تغییرا ت تابش 0.1 و 0.2 می باشد . لازم به ذکر است که این مقادیر در تابش کم نیز قابل استفاده می باشند.

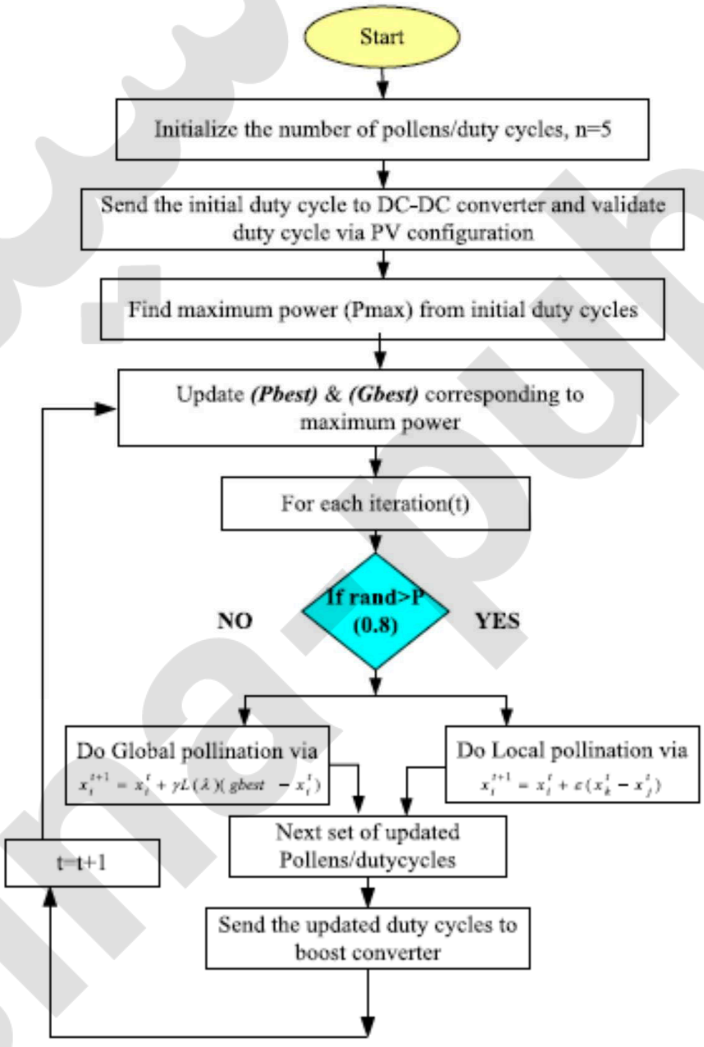
sina-pub.ir

حتی در تابش کمتر مؤثر بر داشت جهت تشخیص صحت مقادیر ولتاژ و جریان در روش FPA ، معادلات مورد استفاده در تشخیص PSC در زیر آورده شده.

$$\frac{V_{PV}(k) - V_{PV}(k-1)}{V_{PV}(k)} \geq 0.2 \qquad (7)$$

$$\frac{I_{PV}(k) - I_{PV}(k-1)}{I_{PV}(k)} \geq 0.1 \qquad (8)$$

که Vpv ولتاژ و Ipv جریان PV می باشد فلوچارت شکل 4 مراحل کار استفاده از روش FPA را برای یافتن MPPT نشان می دهد

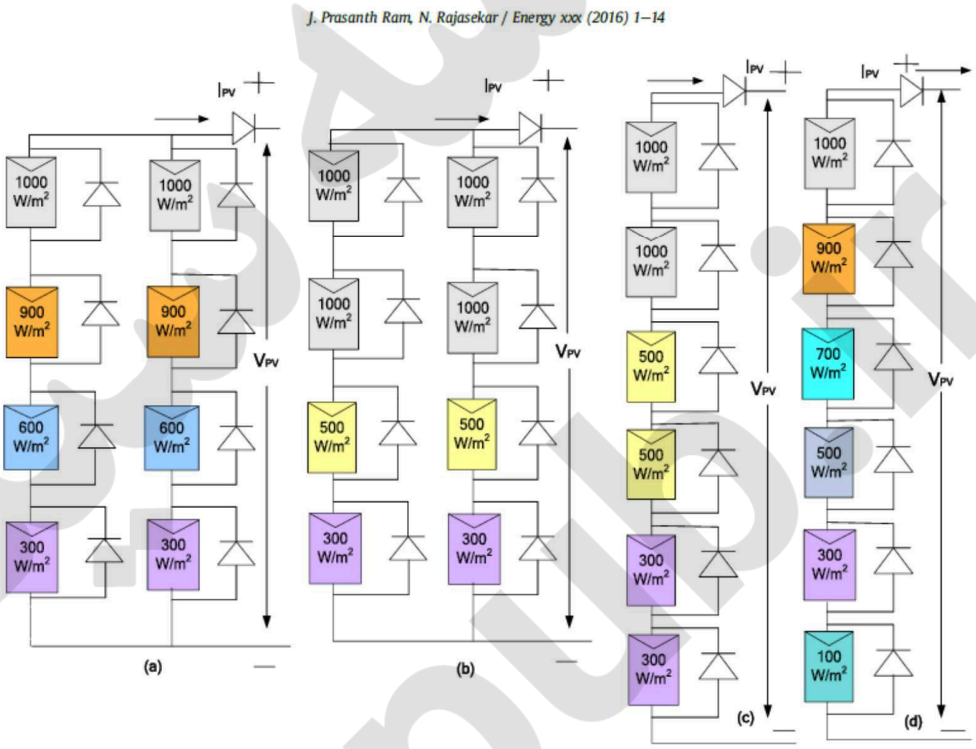


sina-pub.ir

شکل 4

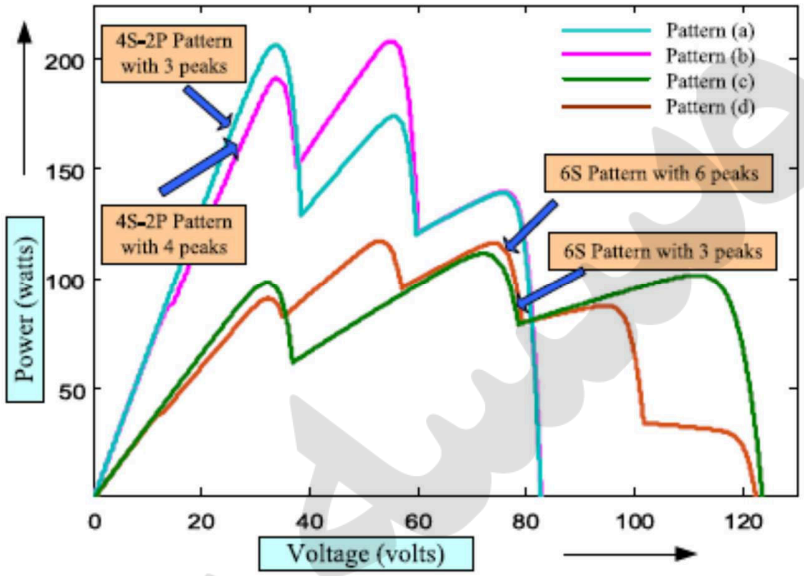
**5.نتایج شبیه سازی**

برای تحقیق مناسب بودن FPA برای MPPT، از ترکیب 6S , 4S-2P PV استفاده شده که در شکل 5 نمایش داده شده است از طرفی با توجه به مشخصات PV برای 4 نوع الگوی تابش در شکل 6 نمودار P-Vنمایش داده شده .




شکل 5

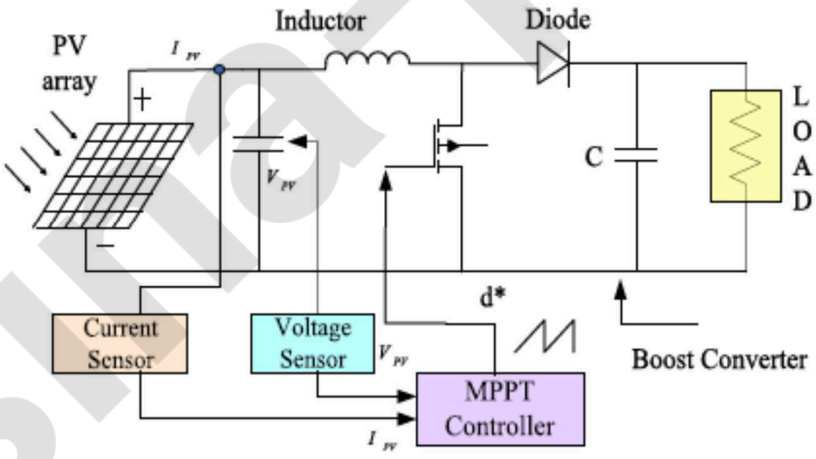
sina-pub.ir




شکل 6

برای آزمایش مناسب بودن روش FPA در شرایط سایه جزئی ،با سایبان نازک به طوری که بتواند شرایط اوج با شش اوج و چهار وقوع اوج را بوجو د آورد انجام گرفته است الگوریتم در نرم افزارMATLAB با سیستم توسعه یافته با 500گیگابایت حافظه، 4 گیگابایت رم و پردازنده Core i7 پردازنده اینتل انجام گرفت

در نهایت مقادیر با روشهای PSO وP&O مقایسه و تایید می شوند.تمام الگوریتمهای FPA PSO P&O که در این مقاله اورده شده است بدقت مورد محاسبه قرا رگفته است. سیستم کنترلی تجهیزات یک مبدل بوست DC-DC می باشد که د ر شکل 7 نمایش داده شده است



sina-pub.ir

شکل 7

زمان نمونه برداری 0.03 ثانیه می باشد.

یکی از موارد مهم تنظیم پارامترها است که در صورت عدم دقت باعث افزایش محاسبات و عدم همگرایی می گردد در PSO 6 پارامتر شامل متغیرهای یعنی محدودیت -سرعتC1، C1min، C2وC2min و اینرسی وزن Wmin و Wmax، می باشد در صورت که در روش FPAتنها شامل دو پارامتر احتمال سوئیچ (P) و فاکتور اندازه (گاما) بوده و روش عمومی P&O دارای دو متغیر می باشد جزئیات مقدار دهی اولیه برایFPA ، PSOو P & O در جدول 1ارائه شده است.

در جدول 1.

| PSO | P&O | FPA |
|---|---|---|
| C2 = 1.8 | D = 0.75 | P = 0.8 |
| C2min = 1 | ΔD = 0.005 | γ = 1.5 |
| Wmax = 0.3 | – | – |
| Wmin = 1 | – | – |
| C1 = 1.4 | – | – |
| C1min = 1 | – | – |

جدول 1

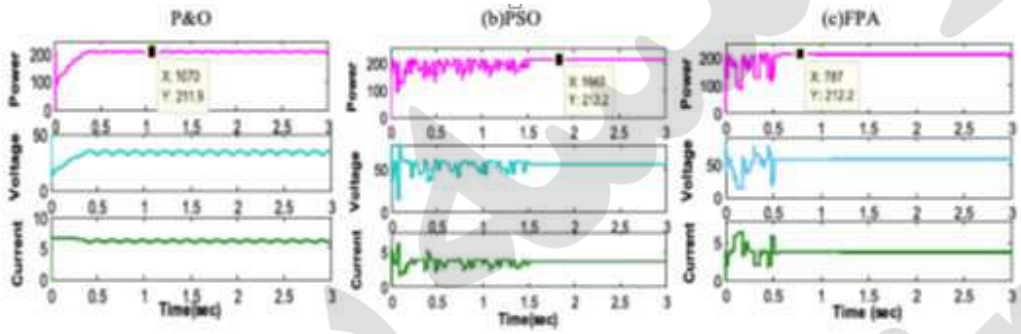
**5.1.نتایج شبیه سازی برای الگوی S-2P- 4(الف) و (ب)**

برای نشان دادن شدت شرایط سایه جزئی دو حالت متفاوت شامل سایه داشتن سه قله و چهار قله در منحنی P-V در نظر گرفته است برای الگوی اول 3 قله داریم که مجموع توان در حالت حداکثر 212.2وات می شود که دوقله محلی دیگر آن 181.5 و 142.3 وات می باشد. روش FPA در 0.523 ثانیه مقدار MPPT را با دقت 99.7٪ بدست آورد .از آنجا که تفاوت قدرت بین قله های محلی و سراسریبسیار بالا نیست ، در الگوی اول بعلت سایه کم ، محاسبا پیچیده نیست.از این رو روش PSO بعد از گذشت 1.6 ثانیه همگرا شده است . به طور مشابه روشP&A معمولی سریع همگرا می شود

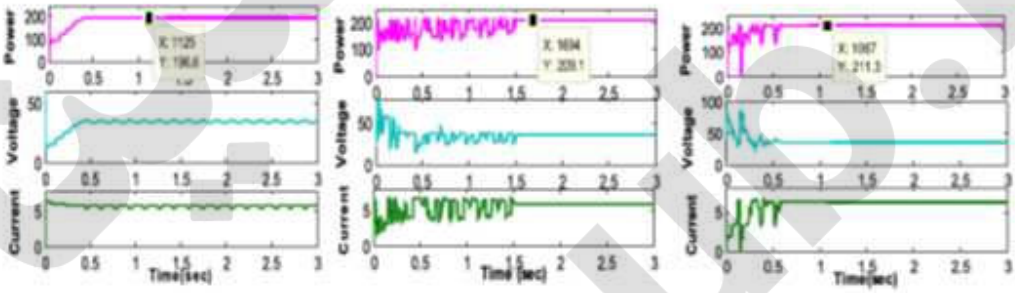
در الگوی (ب)،منحنی P-V دارای 4 قله که در آن GMPP حداکثر 212.9 وات و نقاط دیگر محلی 86.68 وات و 196.7 وات و 139.5 وات می باشد روش سایه دهی مانند روزهای ابری است که نقاط سایه بیشتری بوجود می آورد

sina-pub.ir

. در این روش نیز روش FPA بعد از 0.6 ثانیه همگرا می گردد و روش PSO در 1.6 ثانیه همگرا می شود هر چند سایه شدید تر از حالت قبل است ولی بخاطر اینکه 3 قله اصلی در منحنی P-V وجود دارد محاسبات مانند الگوی اول همگرا می گردد ولی در روش P-O در مقدار دیگری از قله 196.7همگرا می گردد منحنی محاسبات در شکلهای 8 و 9 نمایش داده شده است.




شکل 8



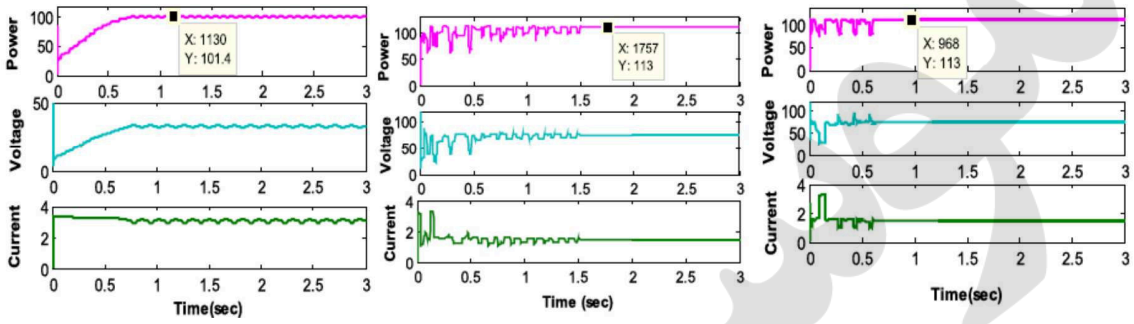

شکل 9

### 5.2 نتایج شبیه سازی برای الگوی 6S

برای ارزیابی عملکرد الگوریتم ، یک PV با ساختار 6S را در شرایط با 2 الگوی متفاوت تابش نوری قرار می دهند . الگوی (ج) شامل تولید سه قله با اوج حداکثر در 113 و قله های

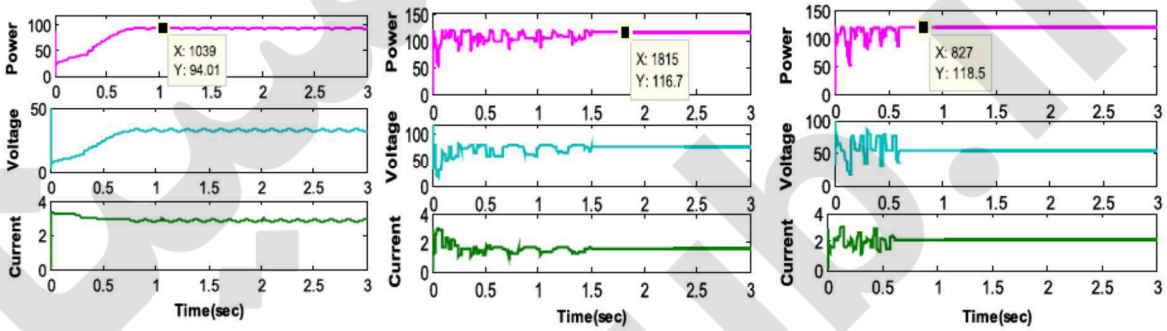
محلی در 101.3 105.6 وات می باشد . اگر چه، مقادیر قدرت نزدیک هستند اما فاصله و بین قله ها زیاد هستند ولتاژ ها و جریانها در قله ها متفاوت می باشند. شروع با مقادیر اولیه تصادفی برای هر دو روش FPA وPSO باعث همگرایی به GMPPمی گردد در حالی که روش P & O در اوج محلی .101.3W به دام افتاده اگرچه روش PSO با زمان طولانی تری در حل و فصلGMPP ، همگرا شده است

sina-pub.ir




شکل 10

در الگوی D سایه شدید شامل 6 قله مورد بررسی قرار گرفته است در روش FPA بعد از مدت زمان 0.6 ثانیه محاسبه به مقدار حداکثر 118.5 وات می رسد ولی روش PSO با خطا مواجه شده و یک عدد حداکثر محلی 116.7 وات را می دهد




شکل 11

در جدول 2 مقادیر محاسبا ت برای 4 الگو آورده شده است

**Table 2**
Performance assessment on P&O, PSO and FPA based for simulation studies.

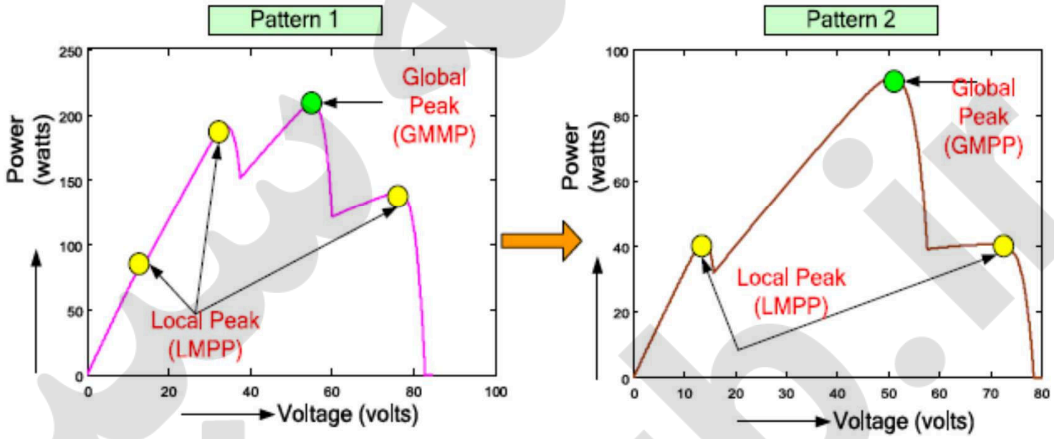
| S. No | PV configuration | Pattern number | Method | Power from MPP curve (watts) | Voltage at MPP (Volts) | Current at MPP (Amps) | Power at MPP (Watts) | Efficiency (%) | Tracking speed (sec) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4S-2P | Pattern (a) | FPA | 212.28 | 33.5 | 6.308 | 212.26 | 99.71 | 0.523 |
| | | | PSO | | 35.9 | 5.826 | 212.20 | 99.67 | 1.7 |
| | | | P&O | | 35.24 | 6.422 | 209.4 | 98.82 | 0.35 |
| | | Pattern (b) | FPA | 212.9 | 56.79 | 3.737 | 211.36 | 99.10 | 0.6 |
| | | | PSO | | 56.79 | 3.721 | 209.12 | 98.58 | 1.6 |
| | | | P&O | | 35.78 | 5.49 | 196.6 | 92.25 | 0.35 |
| 2 | 6S | Pattern (c) | FPA | 113.2 | 74.66 | 1.514 | 113.1 | 99.82 | 0.47 |
| | | | PSO | | 74.66 | 1.512 | 113 | 99.72 | 1.52 |
| | | | P&O | | 34.12 | 3.177 | 101.4 | 89.57 | 0.75 |
| | | Pattern (d) | FPA | 118.73 | 55.27 | 2.143 | 118.5 | 99.80 | 0.52 |
| | | | PSO | | 76.7 | 1.521 | 116.7 | 98.29 | 1.68 |
| | | | P&O | | 33.04 | 2.904 | 94.01 | 79.17 | 0.7 |

جدول 2

sina-pub.ir

### 5.3نتایج شبیه سازی با تغییر وضعیت تابش

ارایه PV در تابش ثابت کمتر دارای پیچیدگی می باشد و نقطه کار کمتر تغییر می کند در صورتی که در عمل نقطه کار با تغییر وضعیت باید بصورت دینامیک تغییر نماید تا حداکثر توان بدست آید بدین منظور 2 الگو 1 و 2 در شکل 12 نمایش داده شده است هر دو الگو مربوط به پانل 4S-2P می باشد که دارای 4 و 3 قله می باشند به ترتیب. هر الگو برای 5 ثانیه اجرا شده ، روش FPA مساله حداکثر میزان توان را در کمتر از 0.65 ثانیه محاسبه می نماید در حالی که روش PSO به تکرار وزمان بیشتری برای همگرا شدن نیاز دارد.



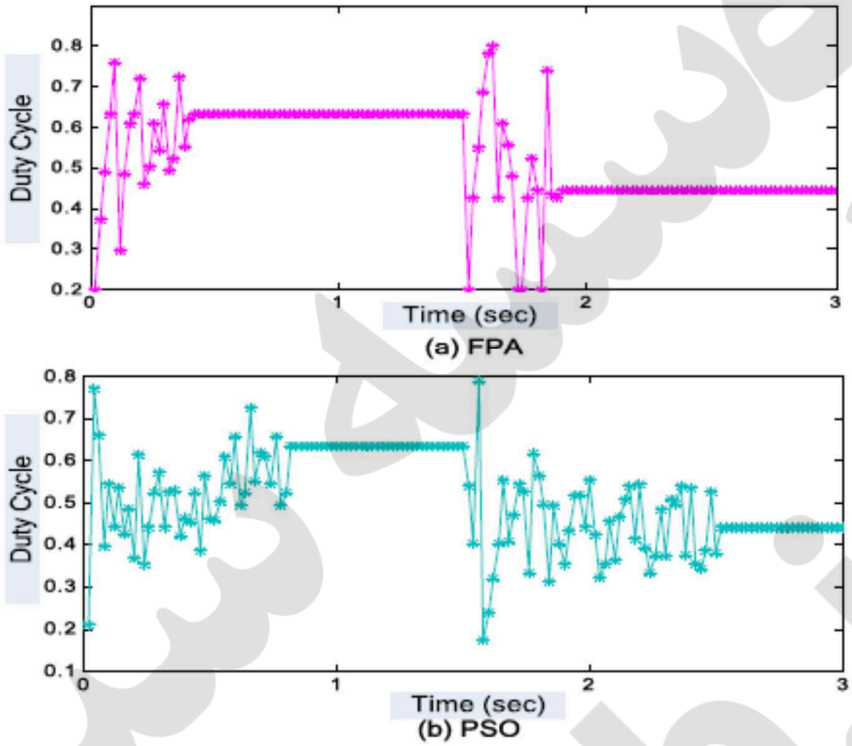

شکل 12

برای درک سرعت همگرایی در روش FPA و مقایسه آن با PSO منحنی چرخه کار با مدت زمان همگرایی در شکل 14 رسم شده است

از شکل دیده می شود که FPA در دستیابی به همگرایی بسیار سریع است. همچنین در FPA یک باره به موقعیت حداکثر را در چرخه کار یافته و با تغییر در مجاورت آن به موقعیت مورد نظر GMPPمی رسد که در شکل 14 به

sina-pub.ir

وضوح قابل رویت می باشد که خود باعث سرعت در رسیدن به جواب نهایی می گردد.




شکل 12

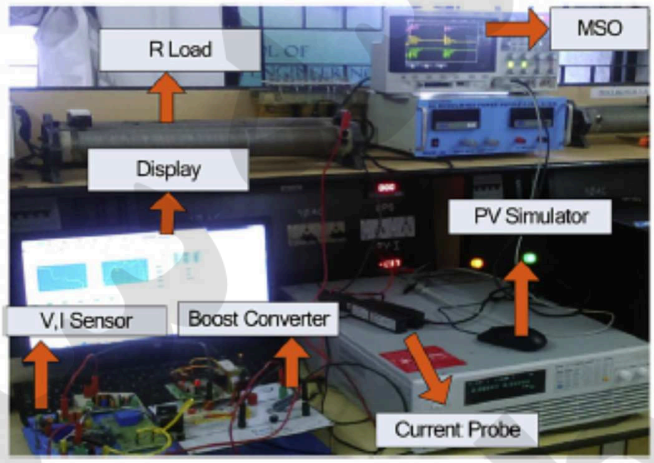
**6-اعتبارسنجی عملی**

برای تصدیق نتایج شبیه سازی شده، یک مدل نمونه اولیه ازسیستم MPPT شامل یک منبع PV ، و یک مبدل DC-DCبوست در آزمایشگاه ساخته شد .در این تحقیق، یک شبیه ساز PV اختصاصی CHROMA 62050H به عنوان منبع PV و پنل SM55 برای تست الگوریتم و بدست آوردن MPPT استفاده شده است الگوریتم MPPT در کنترلر Arduino Unoکدگذاری شد. .این کنترلر با فرکانس 10 کیلو هرتز با تنظیم مدار دو تایمرمی تواند کار کند.مشخصات مبدل DC-DC بوست در جدول 3 آورده شده است .هر 4 الگو بصورت عملی توسط تجهیزات آزمایش و نتایج اندازه گیری گردید.مبدل بصورت پیوسته در مقادیر کمتر ریپل از جهت حفاظت سیستم کار می کند .تجهیزات آزمایشگاهی در شکل 15 نمایش داده شده است.

sina-pub.ir

| S.No | Parameter | Value |
|---|---|---|
| 1 | Switching frequency | 10 KHz |
| 2 | Inductor | 0.5 mH |
| 3 | Capacitor | 450 V,100 μF |
| 4 | Load resistance | 10 A,100 Ω |
| **Shell SM55 panel details** | | |
| 1 | Voltage at MPP | 16.5 V |
| 2 | Power at MPP | 55 W |
| 3 | Short circuit current | 3.382 A |
| 4 | Open circuit voltage | 20.5 V |

جدول 3




شکل 15

واحد شامل سنسور ولتاژ LEM برای ولتاژ و اندازه گیری جریان و مبدل DC-DC برای رابطه PV رابط. با اندازه گیری مقادیر جریان و ولتاژ در یک سیکل کاری ،توسط کنترلر و با استفاده الگوریتم MPPT پالسها تولید می شود . برای ایزوله کردن پالسهای کنترل از TLP350استفاده می شود.

استفاده شده. برای حفظ یکنواختی در اندازه گیری های شبیه سازی با مقدار دهی توسط الگوریتمهای PSO و FPA انجام شده است . زمان متناوب نمونه سیکل کاری 300 ms می باشد.آزمایش برای 4 الگو و دو پانل 6S, 4S-2P انجام و نتایج مقایسه شده است

### 6.1 نتایج آزمایش عملی برای 4S-2P با 2 الگو a وb

مشابه شبیه سازی نتایج FPA از طریق آزمایش عملی و نتایج روشهای PSO و P&O بدست آمد که در شکل 16 و 17 آورده شده است.با روش FPA سریعتر نتایج حاصل گردید .در هر دو الگو از طریق الگوریتم FPA با زمان

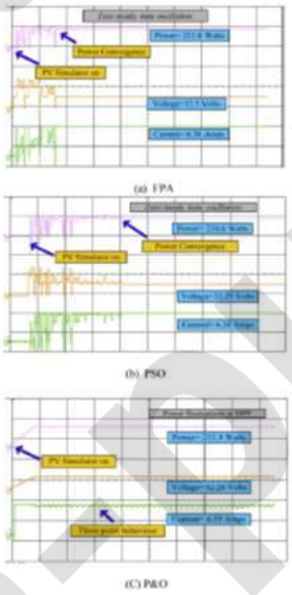
sina-pub.ir

0.8و0.67 به GMPP رسیده است با روش PSO نیز به GMPP با زمان طولانی تر می رسد .برای الگوی اول روش P&O به نتیجه رسیده ولی در روش الگو دوم یکی از مقادیر محلی بدست آمده است.

پانلهای 6PV در دو الگوی مختلف سایه C D,بصورت عملی آزمایش و نتیجه برای استفاده از 3 الگوریتم جمع آوری و قابل مقایسه می باشد .در روش FPA در 4 تکرار به مقدار حداکثر در 0.42و0.41 ثانیه رسید

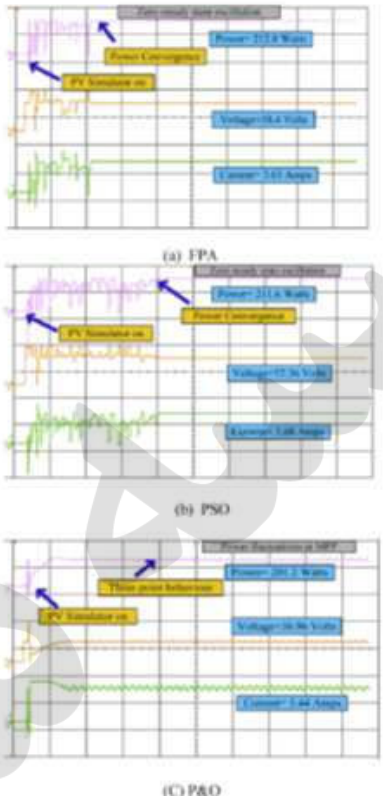
نتایج آزمایش عملی مانند شبیه سازی بوده و PSO با زمان بیشتر همگرا می گردد و لی ، روش P & O در یکی از قله های محلی به دام می افتد . تحقق نتایج سخت افزار الگوهای (ج) و (د) در شکل 18 و 19نشان داده شده است.

برای آزمایش تاثیر تغییر تابش و برای تست دقت روش ارائه شده در شرایط سایه جزئی، آزمایش تغییر از الگوی (1) به (2) شکل 12 انجام شده است هر الگو به مدت 50 ثانیه ساخته شده است ورسیدن به MPP جدید در شکل 20 نمایش داده شده .

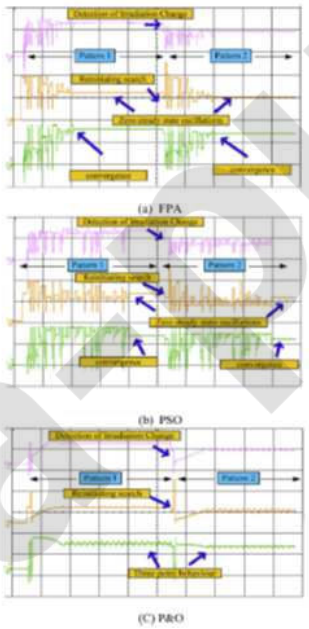


شکل 16

sina-pub.ir




شکل 17




شکل 18

**8.صرفه جویی در انرژی و تولید درآمد**

sina-pub.ir

ردیابی نقطه حداکثر قدرت یک ابزار کلیدی برای استخراج حداکثر انرژی است

با این حال، صرفه جویی در انرژی و تولید درآمد از طریق ردیابی نقطه حداکثر قدرت به دینامیک بودن سیستم انتخابی بستگی دارد.از این رو، نویسندگان الگوریتم را برای شرایط واقعی با سیستم های PV 2.1 کیلو وات ،واقع در برج تکنولوژی ساختمان دانشگاه VIT با هشت پانل 250وات متصل در یک رشته اجرا نمودند ، حداکثر خروجی تحویلی توسط سیستم KW 2.1 برآورد شده بود. از آنجا که سیستم با سایه شرایط پیچیده تر و چالش برانگیزی در ردیابی دارد ، متفاوت است الگوی PV که اغلب در یک روز به دلیل عبور ابر و رخ و سایه ساختمان حالتهای مختلفی برای پانل بوجود می آید که برای ارزیابی صرفه جویی در انرژی در بسیار ضروری است. قابل ذکر است که، سرعت ردیابی و یکی از پارامترهای مهم در بهره وری مقدار انرژی ذخیره شده و درآمد تولیدی دارند . جهت اعتبار سنجی ارزیابی روشهای PSO, و P & O نیز اجرا ونتایج مقایسه شدند.

بیش از یک ماه مشخصات تابش در Vellore تحت نظر قرار گرفت و مشاهده گردید ساعت بین 10 صبح تا 17 نور خورشید موثر می باشد .

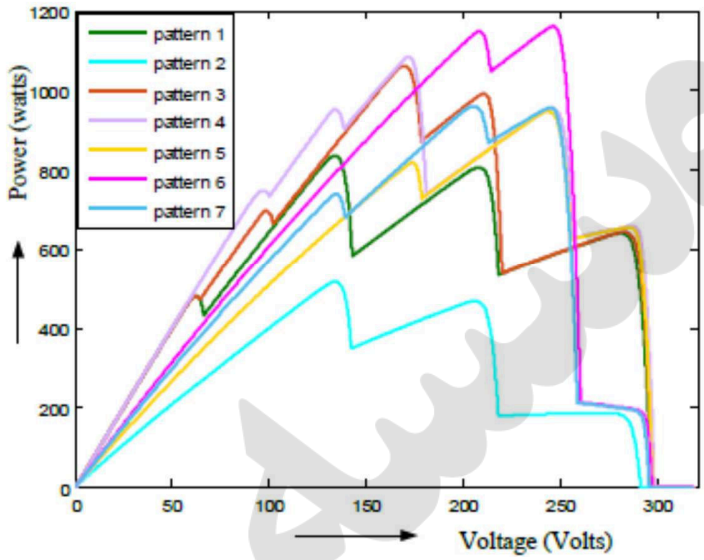
علاوه بر این، برای تجزیه و تحلیل هفت الگوهای مختلف در فواصل مختلف یک روز به صورت تصادفی اتفاق می افتد که اطلاعات مربوطه در جدول 5 آورده شده است

به منظور بررسی عملکرد الگوریتم تحت وقوع اوج متعدد،منحنی P-V برای همه الگوهای PV مورد مطالعه در نظر گرفته ،با استفاده از نرم افزار MATLAB شبیه سازی شده و در شکل 21 رسم شد.

هر الگوی PV به مدت یک ساعت اجرا و مقادیر نهایی با روشهای مختلف PSO، P & Oو FPA بررسی گردید . قدرت،ولتاژ و جریان در MPP تحت نظارت و جدول بندی مشاهده گردید

که در روش FPA در همه موارد و تغییرات شرایط آب و هوایی بدرستی نقطه MPPT تعیین گردید.در صورتی که استفاده از الگوریتم PSO و P & O باعث توان خروجی کمتر گردید

sina-pub.ir



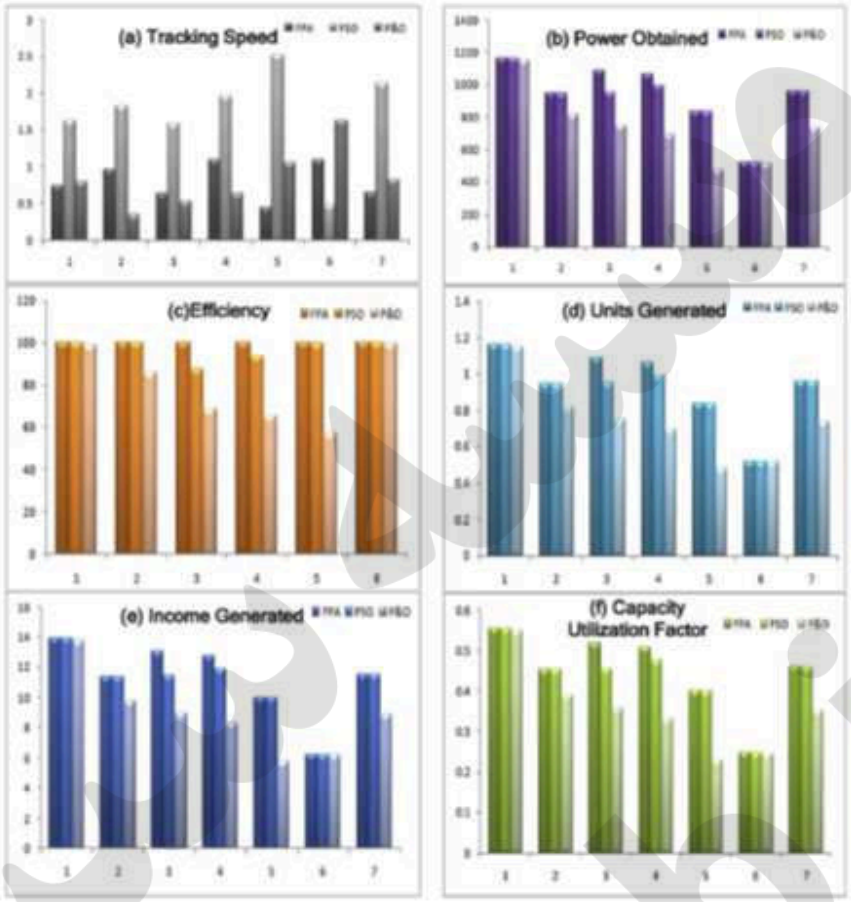

شکل 21خلاصه اطلاعات مربوط به 7الگو مختلف تابش نور و با استفاده از 3 الگوریتم در جدول 6 جمع آوری شده است

**Table 6**
Performance assessment on energy savings for FPA, PSO and P&O methods.

| Pattern no | Type of method | Maximum attainable Power | Tracking speed | Power obtained | GMPP/ LMPP | Efficiency | Units generated | Income generated at Rs. 12/ unit | Capacity utilization factor |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pattern 1 | FPA | 1160 | 0.75 | 1159.6 | GMPP | 99.97 | 1.16 | 13.92 | 0.56 |
| | PSO | | 1.63 | 1158.7 | GMPP | 99.89 | 1.16 | 13.90 | 0.56 |
| | P&O | | 0.8 | 1148.3 | LMPP | 98.99 | 1.15 | 13.78 | 0.55 |
| Pattern 2 | FPA | 946.2 | 0.96 | 946.15 | GMPP | 99.99 | 0.95 | 11.35 | 0.45 |
| | PSO | | 1.83 | 945.38 | GMPP | 99.91 | 0.95 | 11.34 | 0.45 |
| | P&O | | 0.35 | 814.82 | LMPP | 86.11 | 0.81 | 9.78 | 0.39 |
| Pattern 3 | FPA | 1085 | 0.63 | 1084.3 | GMPP | 99.94 | 1.08 | 13.01 | 0.52 |
| | PSO | | 1.58 | 950.82 | LMPP | 87.63 | 0.95 | 11.41 | 0.46 |
| | P&O | | 0.53 | 747.29 | LMPP | 68.87 | 0.75 | 8.97 | 0.36 |
| Pattern 4 | FPA | 1062 | 1.09 | 1061.15 | GMPP | 99.92 | 1.06 | 12.73 | 0.51 |
| | PSO | | 1.96 | 991.5 | LMPP | 93.36 | 0.99 | 11.90 | 0.48 |
| | P&O | | 0.63 | 694.8 | LMPP | 65.42 | 0.69 | 8.34 | 0.33 |
| Pattern 5 | FPA | 835.1 | 0.45 | 834.52 | GMPP | 99.93 | 0.83 | 10.01 | 0.40 |
| | PSO | | 2.52 | 832.96 | GMPP | 99.74 | 0.83 | 10.00 | 0.40 |
| | P&O | | 1.05 | 477.86 | LMPP | 57.22 | 0.48 | 5.73 | 0.23 |
| Pattern 6 | FPA | 516.4 | 1.1 | 516.32 | GMPP | 99.98 | 0.52 | 6.20 | 0.25 |
| | PSO | | 0.49 | 515.93 | GMPP | 99.91 | 0.52 | 6.19 | 0.25 |
| | P&O | | 1.62 | 513.81 | GMPP | 99.50 | 0.51 | 6.17 | 0.25 |
| Pattern 7 | FPA | 958.7 | 0.65 | 958.52 | GMPP | 99.98 | 0.96 | 11.50 | 0.46 |
| | PSO | | 2.14 | 957.3 | GMPP | 99.85 | 0.96 | 11.49 | 0.46 |
| | P&O | | 0.82 | 737.68 | LMPP | 76.95 | 0.74 | 8.85 | 0.35 |

همچنین در شکل 22 منحنی ستونی مربوط به سرعت ردیابی ، توان تولیدی،موثر بودن روش،واحد برق تولید شده ،درآمد حاصل شده ،شاخص استفاده از ظرفیت نمایش داده شده است و مشخص است که در همه الگوها با روش الگوریتم FPA بیشترین خروجی را خواهیم داشت.واز لحاظ شبیه سازی و عملی ثابت می شود این روش می تواند به عنوان یک روش دقیق مورد استفاده قرار گیرد.

sina-pub.ir




شکل 22

## 9.نتیجه گیری

در این مقاله یک الگوریتم گرده افشانی گل جدید FPAبرای بدست آوردن MPPT و ردیابی نقطه حداکثر توان در سولارهای خورشیدی پیشنهاد گردید و مشخص گردید علاوه بر سرعت عمل و سادگی محاسبات ، در شرایط سایه قوی نیز بدرستی عمل نماید .لذا در عمل و در سیستمها پویا تر بوده و عملکرد مناسب تری را دارد و در صورت استفاده در سیستمهای PV می تواند باعث افزایش بهره وری و میزان توان و درآمد گردد.