



## جذب حداکثر توان یک سیستم فتوولتائیک و تهیه توان راکتیو برای بار محلی با استفاده از کنترلر

<sup>1</sup> فاطمه صارمی مفرد، عضو هیات علمی، دانشکده فنی خرم آباد

[f.saremi794@gmail.com](mailto:f.saremi794@gmail.com)

### چکیده

در مقاله حاضر، روش کنترلر منطق فازی برای کنترل سیستم فتوولتائیک ارائه گردید، که به کمک آن می توان به ازای تابش های مختلف بیشترین توان را از سیستم فتوولتائیک استخراج نمود. همچنین با شرایط ظرفیت منبع پراکنده، از آن برای تولید توان راکتیو یک بار محلی استفاده شد. با استفاده از شبیه سازی بر روی یک سیستم فتوولتائیک اثربخشی و مقاوم بودن کنترل کننده در برابر نقطه کار نشان داده شد. عملکرد کنترل کننده برای شرایط متغیر تابش و زوایای مختلف تابش و همچنین پاسخ زمانی تامین توان راکتیو بار متغیر محلی ارزیابی گردید. سپس میزان کارایی روش پیشنهادی از طریق مقایسه نتایج بدست آمده با روش رسانیای افزایشی مورد ارزیابی قرار گرفت.

**کلیدواژه ها:** سیستم فتوولتائیک PV، توان راکتیو، منطق فازی، رسانیای افزایشی، MPPT، FRT



## 1- مقدمه

در سیستم‌های قدرت سنتی، تولید توان به صورت متمرکز و سیلان توان به صورت یک‌طرفه از سیستم‌های انتقال به سمت سیستم توزیع و بارها بوده است، اما در سال‌های کنونی علاقه و جذابیت زیادی به اتصال منابع تولید برق در سطح توزیع ایجاد شده که مفهوم سیستم‌های تولید پراکنده را معرفی می‌کنند [1].

روش‌های مختلفی برای استحصال حداکثر توان از سیستم‌های فتوولتاییک وجود دارد. اصولاً آرایه‌های خورشیدی توسط مدارهای سوئیچینگ به باتری‌ها متصل می‌شوند، با فرض ثابت بودن ولتاژ باتری در خلال فرآیند سوئیچینگ، نوسانات جریان نمایانگر نوسانات توان می‌باشند. بنابر این با مشخص کردن اینکه در چه زمانی نوسانات جریان حداکثر می‌شوند می‌توان نقطه حداکثر توان را پیش بینی نمود و نقطه کار سیستم فتوولتاییک ماهواره را همواره نزدیکی آن هدایت کرد [8]. آرایه‌های خورشیدی به صورت مصنوعی بارگذاری و ولتاژ و جریان آنها بطور پیوسته اندازه‌گیری و برای تعیین نقطه حداکثر توان، ضرایب ولتاژ و جریان اندازه‌گیری شده به مدار نمایانگر حداکثر توان برای استحصال حداکثر توان از سیستم فتوولتاییک ارسال می‌گردند [9]. یکی دیگر از روش‌هایی که در زمینه دستیابی به نقطه حداکثر توان بسیار پر کاربرد و دقیق است و در سیستم‌هایی که نیاز به دقت بالایی دارند (مثل صنایع فضایی) مورد استفاده قرار می‌گیرد، روش نموی رسانایی است [12]. همچنین در مرجع [14] یک روش مبتنی بر منطق فازی برای تعقیب حداکثر توان در یک سیستم فتوولتاییک ارائه شده است.

## 2- متدولوژی

در میان انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی خورشید به دلیل گستردگی آن در سرتاسر جهان از اهمیت خاصی برخوردار است. توان الکتریکی تولید شده توسط سیستم‌های خورشیدی و فتوولتاییک تابعی از عایق‌بندی، دما و میزان تابش و زاویه تابش است. با تغییر مشخصات دما و تابش در زمان‌های متفاوت، توان تولیدی سیستم فتوولتاییک تغییر می‌کند، بنابراین کنترل نقاط عملکردی برای استحصال ماکزیمم توان دستگاه فتوولتاییک، ضروری و لازم است. همچنین ایجاد قابلیت تولید توان راکتیو برای آرایه خورشیدی در شرایطی که تابش خورشید در شرایط ایده آل قرار ندارد، مورد نظر می‌باشد تا از این طریق بهره‌برداری اقتصادی از تولید پراکنده حاصل آید.

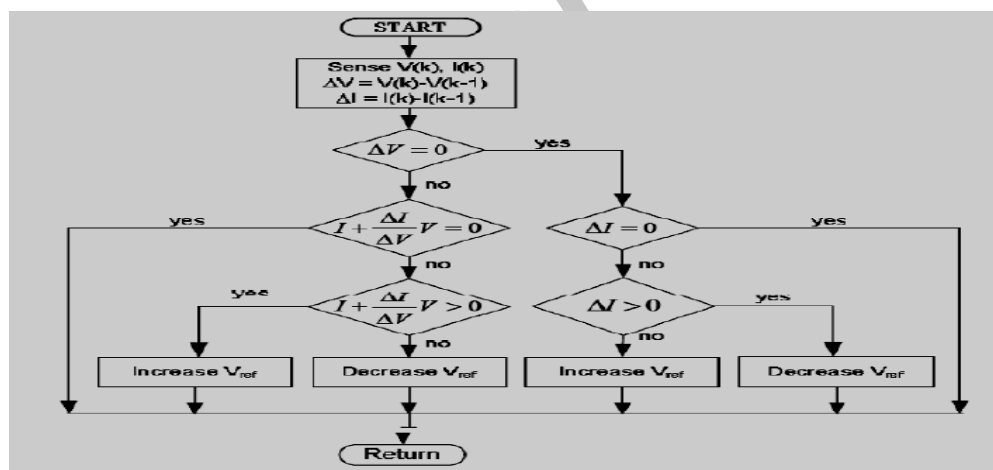
لذا در این مقاله، روشی برای کنترل سیستم فتوولتاییک ارائه می‌گردد که به کمک آن می‌توان به ازای تابش‌ها و زوایای مختلف تابش بیشترین توان را از سیستم فتوولتاییک استخراج نمود. همچنین در شرایطی که ظرفیت منبع پراکنده اجازه می‌دهد از آن برای تولید توان راکتیو یک بار محلی استفاده می‌شود. با استفاده از شبیه‌سازی بر روی یک سیستم فتوولتاییک اثربخشی و مقاوم بودن کنترل



کننده در برابر نقطه کار نشان داده خواهد شد. عملکرد کنترل کننده برای شرایط متغیر تابش و زوایای مختلف تابش و همچنین پاسخ زمانی تامین توان راکتیو بار متغیر محلی ارزیابی می گردد. مرسوم ترین الگوریتم های MPPT، الگوریتم های مشاهده و دنبال کردن (P & O)، رسانایی افزایشی و کنترل کننده منطق فازی هستند. این الگوریتم ها دارای معایبی نیز می باشند که باعث تنوع استفاده از آن می شوند.

## 1-2- روش رسانایی افزایشی

یکی دیگر از روشهایی که در زمینه دست یابی به نقطه حداکثر توان بسیار پر کاربرد و دقیق است و در سیستم هایی که نیاز به دقت بالایی دارند (مثل صنایع فضایی) مورد استفاده قرار می گیرد، روش رسانایی افزایشی است. در روش رسانایی افزایشی، از نمودار رسانایی  $di/dv$  برای بدست آوردن علامت  $dp/dv$  استفاده می شود. در شکل (1) فلوجارت روش رسانایی افزایشی نشان داده شده است، در این فلوجارت نویز و خطای اندازه گیری مشکل ساز می شود. دیگر عیب این روش پیچیدگی آن نسبت به روش های دیگر می باشد، همین دلیل باعث افزایش زمان محاسبات می شود.



شکل (1): فلوجارت روش نمودار رسانایی

## 2-2- کنترل منطق فازی (Fuzzy logic control)

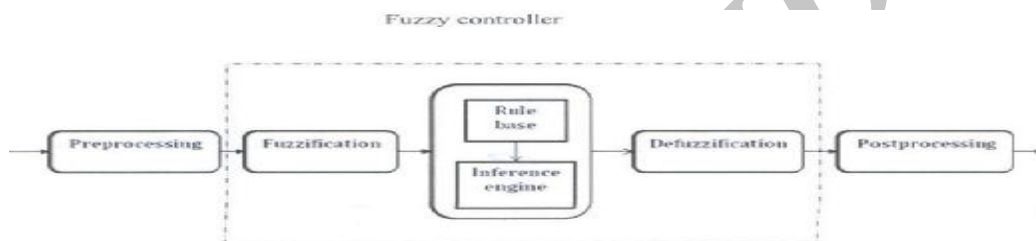
در دهه گذشته استفاده از کنترل کننده منطق فازی خیلی روایج یافته است. زیرا می تواند با ورودی های غیر دقیق کار کند، به مدل دقیق ریاضی نیاز ندارد و قابل کاربرد در سیستم های غیرخطی است. میکروکنترلرها نیز در رواج و محبوبیت کنترل منطق فازی کمک کرده اند. سیستم های فازی، مبتنی بر دانش یا قواعد می باشند. در این مقاله، از کنترلر منطق فازی می توان برای دنبال کردن نقطه MPPT در سیستم های فازی استفاده کرد که ساختار و مراحل انجام آن در بخش های زیر توضیح داده خواهد شد.



## 1-2-2- کنترل فازی

کنترل کننده های PI به مدل های ریاضیاتی دقیق نیاز دارند. به دست آوردن این مدل معمولاً پیچیده است و با تغییر پارامترها، غیرخطی بودن و اغتشاش در بارها عملکرد رضایت بخشی نخواهد داشت. اخیراً کنترل کننده های منطق فازی (FLCs) در کاربردهای مهندسی زیادی استفاده شده اند. مزایای کنترل کننده های منطق فازی نسبت به کنترل کننده های متعارف شامل عدم نیاز به مدل دقیق ریاضی، کار کردن با ورودی های غیر دقیق، عملکرد خوب در شرایط غیر خطی می باشد و همچنین از کنترل کننده های متعارف غیر خطی قویترند.

کنترل فازی استفاده از متغیرهای زبانی و دانش افراد خبره برای هدف کنترل می باشد که شامل بلوک های زیر است.

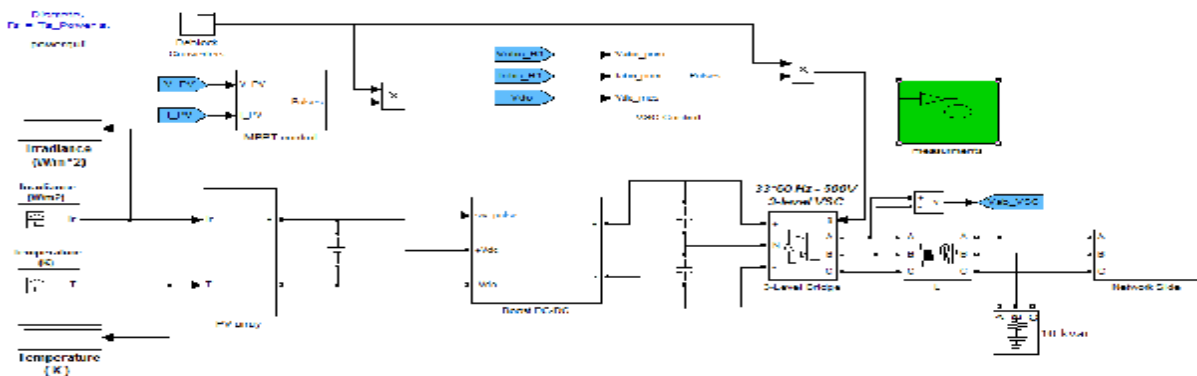


شکل (2): نمودار بلوکی یک کنترل کننده فازی

سیستم منطق فازی شامل سه مرحله است: فازی سازی، سیستم استنتاج و غیرفازی کردن. فازی سازی شامل فرایند تبدیل متغیرهای ورودی عددی به متغیرهای زبانی بر اساس درجه عضویت در مجموعه های خاصی است. توابع عضویت برای نسبت دادن یک درجه به هر عبارت زبانی استفاده می شود. تعداد توابع عضویت مورد استفاده بستگی به دقت کنترل کننده دارد اما به طور معمول تعداد آنها بین 5 و 7 در نظر گرفته می شود. در این جا، متغیرهای ورودی و خروجی، توابع عضویت و قوانین فازی سیستم فازی به گونه ای برای سیستم کنترل مبدل بوست PV انتخاب شدند که حداکثر توان از سیستم فتوولتائیک قابل استحصال باشد.

## 3- شبکه مورد مطالعه

سیستم فتوولتائیک یک رشته ای متصل به شبکه، مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. شکل (3) نمودار سیستم را به طور شماتیک نشان می دهد. بلوک های اصلی تشکیل دهنده سیستم فتوولتائیک عبارتند از: ماژولهای PV، اینورتر منبع ولتاژ (VSI) و یک فیلتر LC. در این سیستم فتوولتائیک متصل به شبکه، آرایه PV از طریق یک اینورتر الکترونیک قدرت که توان DC تولیدی را به توان AC تبدیل می کند به شبکه متصل شده است.



شکل (3): نمودار شماتیک سیستم فتوولتائیک چندرشته ای متصل به شبکه توزیع

روش ردیابی نقطه حداکثر توان برای استحصال حداکثر راندمان از ماژولهای فتوولتائیک در مبدلهای DC / DC اجرا می شود. در این قسمت، از دو نوع روش رسانیابی افزایشی و کنترل فازی برای کنترل مبدل بوست استفاده می شود. خروجی مبدل بوست از طریق یک خط DC به اینورتر متصل می شود.

#### 4- نتایج شبیه سازی

مدل ماژول فتوولتائیک مورد استفاده در شکل (3)، Sun Power SPR-305-WHT است و دارای حداکثر توان خروجی 120 وات است. مشخصات این ماژول در شرایط استاندارد و در دمای 25 درجه سانتی گراد در جدول (1) آورده شده است.

جدول (1): مشخصات ماژول Sun Power SPR-305-WHT در شرایط استاندارد

5/96	جریان اتصال کوتاه ( $I_{sc}$ )
5/58	جریان در نقطه ماکزیمم توان ( $I_{mpp}$ )
54/7	ولتاژ در نقطه ماکزیمم توان ( $V_{mpp}$ )
64/2	ولتاژ مدار باز ( $V_{oc}$ )
96	تعداد سلولهای هر ماژول

برای تولید ولتاژ و توان بیشتر تعدادی از این ماژولها با هم سری و موازی می شوند. تعداد ماژولهای سری و موازی رشته ی نوع Sun Power SPR-305-WHT در جدول (2) ثبت شده است. همچنین مقدار پارامترهای هر ماژول و مقادیر  $R_p$  و  $R_s$  آنها در جدول (3) ذکر شده است.

جدول (2): تعداد ماژولهای سری و موازی

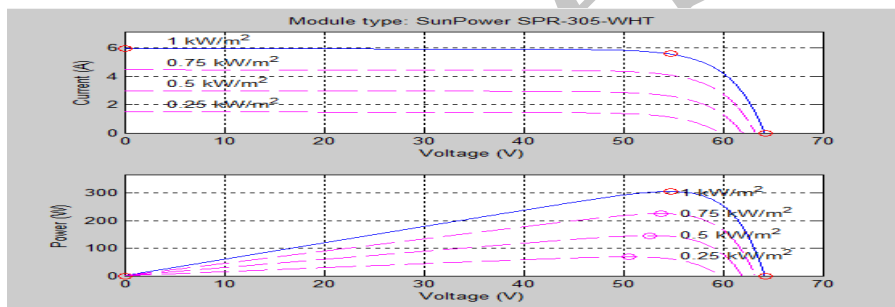
تعداد ماژول ها	ماژول Sun Power SPR-305-WHT
تعداد ماژولهای سری در هر رشته	5
تعداد رشته های موازی	66



جدول (3): مقدار پارامترهای ماژول Sun Power SPR-305-WHT در شرایط استاندارد

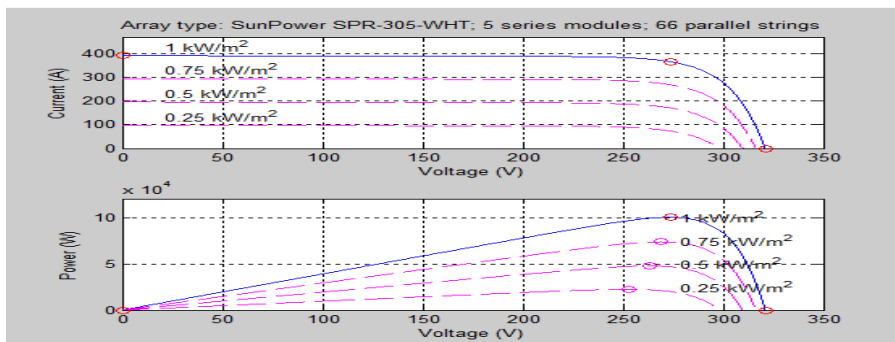
0/037998	مقاومت سری ( $R_s$ )
993/51	مقاومت موازی ( $R_p$ )
1/1753e-008	جریان اشباع معکوس دیود ( $I_{sat}$ )
5/9602	جریان نوری ( $I_{ph}$ )
1/3	ضریب کیفیت ( $Q_d$ )

در شکل (4) مشخصه های جریان - ولتاژ و توان - ولتاژ یک ماژول PV مربوط به مدل Sun Power SPR-305-WHT نشان داده شده است. مشاهده می شود که این ماژول به ازای تابش 1000 وات بر مترمربع دارای ماکزیمم جریان خروجی 5/96 آمپر و ماکزیمم ولتاژ 64/2 ولت است هم چنین ماکزیمم توان خروجی این نوع ماژول 305/2 وات است.



شکل (4): مشخصه ی جریان - ولتاژ و توان - ولتاژ ماژول نوع Sun Power SPR-305-WHT

شکل (5) منحنی های ولتاژ-جریان و توان - ولتاژ آرایه ی نوع Sun Power SPR-305-WHT را نشان می دهد. به ازای تابش 1000 وات بر متر مربع، ولتاژ و جریان آرایه، در نقطه حداکثر توان به ترتیب برابر با 273/5 ولت و 368/28 آمپر است و دارای حداکثر توان 100/73 کیلووات می باشد.





شکل (5): منحنی های ولتاژ - جریان و توان - ولتاژ آرایه ی نوع Sun Power SPR-305-WHT

منحنی های مربوطه در شکلهای بالا به ازای مقادیر مختلف تابش خورشیدی ترسیم شده اند. با توجه به این شکلهای ملاحظه می شود در صورتی که میزان تابش خورشیدی کاهش یابد ماکزیمم توان خروجی فتوولتاییک کاهش می یابد همچنین جریان خروجی PV با کاهش میزان تابش خورشیدی بطور قابل توجهی کاهش می یابد.

مبدل بوست سیستم فتوولتاییک و کنترلر MPPT آن همانطور که بیان شد ولتاژ خروجی آرایه ی خورشیدی از طریق مبدل DC / DC نوع بوست افزایش داده می شود. در مبدل بوست، روش ردیابی نقطه حداکثر توان برای استحصال حداکثر راندمان از ماژولهای فتوولتاییک اجرا می شود. پارامترهای سیستم فتوولتاییک به صورت زیر می باشند:

ولتاژ باس DC : 500 ولت (ولتاژ نامی)، 200 ولت (حداقل ولتاژ مجاز)

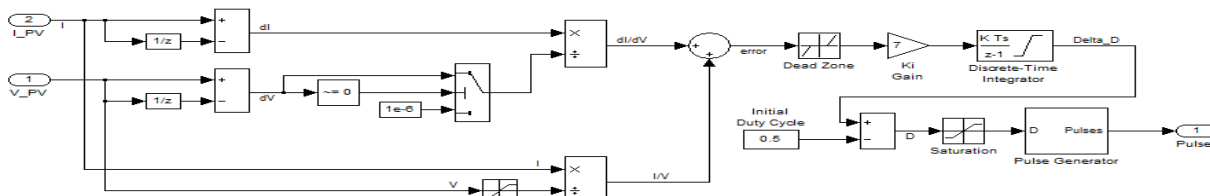
ولتاژ نامی ورودی مبدل بوست: 273/5 ولت

مقادیر اندوکتانس و خازن مربوط به مبدل بوست در جدول (4-5) داده شده اند.

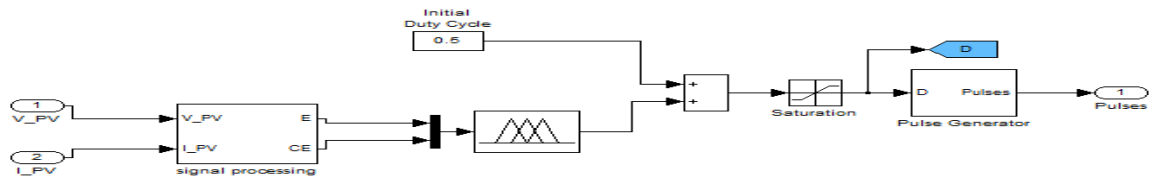
جدول (4): مقدار پارامترهای مبدل بوست

ولتاژ نامی ورودی (V)	0/037998
ولتاژ نامی خروجی (V)	993/51
خازن ورودی $C_{in}$ ( $\mu F$ )	1/1753e-008
خازن خروجی $C_{out}$ ( $\mu F$ )	5/9602
اندوکتانس بوست $L_{boost}$ ( $\mu H$ )	1/3

شکل (6) بلوک دیاگرام سیستم کنترل مبدل بوست با استفاده از روش رسانایی افزایشی را در محیط *SIMULINK/MATLAB* و شکل (7) بلوک دیاگرام سیستم کنترل مبدل بوست با استفاده از کنترل فازی نشان داده شده است.



شکل (6): بلوک دیاگرام سیستم کنترل مبدل بوست با استفاده از روش رسانایی افزایشی



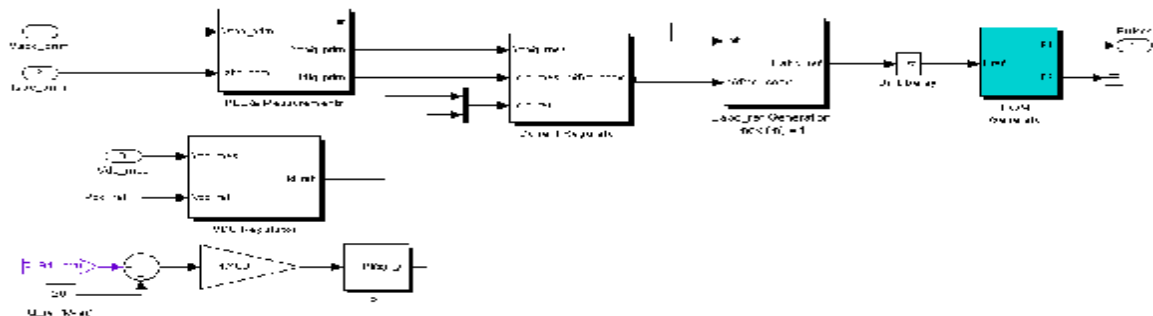
شکل (7): بلوک دیاگرام سیستم کنترل مبدل بوست با استفاده از کنترل فازی

#### 4-1- مبدل DC / AC سیستم فتوولتاییک و سیستم کنترل آن

در این شبیه سازی خروجی مبدل بوست به اینورتر سه فاز متصل می شود. کنترل MPPT در مبدل بوست هنوز هم نقطه حداکثر توان آرایه خورشیدی را دنبال و ردیابی می کند. فرکانس موج حامل 5 کیلو هرتز است و زمان نمونه برداری 5/4 میکروثانیه است.

اینورتر منبع ولتاژ (VSI) ولتاژ باس DC را در 500 ولت تنظیم می کند و ضریب توان را واحد نگه می دارد. سیستم کنترل اینورتر شامل دو حلقه کنترلی، حلقه کنترل خارجی که ولتاژ لینک DC را تنظیم می کند و یک حلقه کنترل داخلی که مولفه های اکتیو و راکتیو جریان شبکه ( $I_q$  و  $I_d$ ) را تنظیم می کند.

طرح کنترلی اینورتر منبع ولتاژ در شکل (8) نشان داده شده است. ولتاژهای خروجی  $V_q$  و  $V_d$  کنترلر جریان تبدیل به سه سیگنال مدولاسیون می شوند که قابل استفاده توسط PWM می شوند.

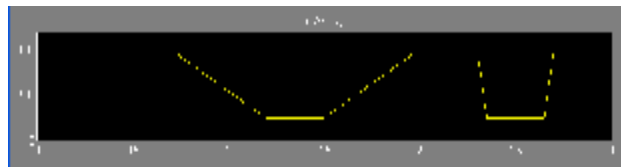


شکل (8): طرح کنترلی اینورتر منبع ولتاژ

شبیه سازی شکل (3) در محیط نرم افزار SIMULINK/MATLAB در مدت زمان 3 ثانیه اجرا می شود. کنترل کننده های MPPT رسانایی افزایشی و سیستم فازی تحت شرایط زیر شبیه سازی می شوند.

به ازای درجه حرارت ثابت، تابش خورشیدی آرایه ی PV در ابتدا دارای مقدار  $[W / 1000 M2]$  است و در لحظه  $t = 0.5$  ثانیه با شیب کاهشی به مقدار  $[W / M2] 250$  کاهش پیدا می کند و در لحظه  $t = 1.5$  ثانیه با شیب افزایشی بر روی مقدار  $[W / M2] 1000$  تثبیت می شود. منحنی تغییرات تابش خورشیدی ( $I_T$ ) در این حالت در نمودار (1) ترسیم شده است.

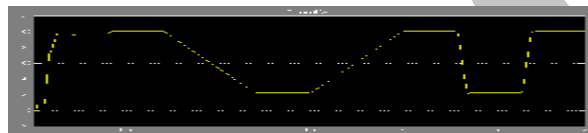


نمودار (1): منحنی تغییرات تابش خورشیدی ( $I_p$ )

4-1-1- نتایج شبیه سازی کنترلر رسانایی افزایشی به ازای درجه حرارت ثابت

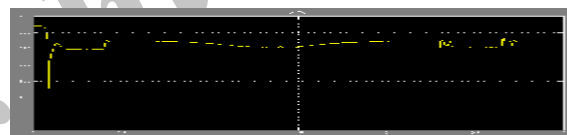
توان، جریان و ولتاژ خروجی فتوولتاییک

نمودار (2) منحنی تغییرات توان تولیدی آرایه ی PV را به ازای تابش خورشیدی  $I_p$  نشان می دهد. توان خروجی PV از 100/7 به 22/6 کیلووات تغییر می یابد. با مقایسه توان تولیدی آرایه ی خورشیدی و شکل (5) مشاهده می شود هنگامی که تابش خورشیدی تغییر می کند آرایه ی خورشیدی در نقطه حداکثر توان عمل می کند.



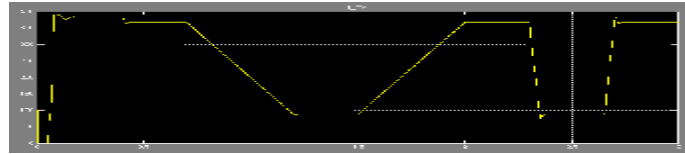
نمودار (2): منحنی تغییرات توان تولیدی آرایه ی خورشیدی

در نمودار (3) ولتاژ خروجی آرایه ی PV به ازای تابش خورشیدی  $I_p$  نشان داده شده است. ولتاژ خروجی آرایه بر اساس الگوریتم رسانایی افزایشی حول ولتاژ نقطه ماکزیمم توان نوسان می کند.



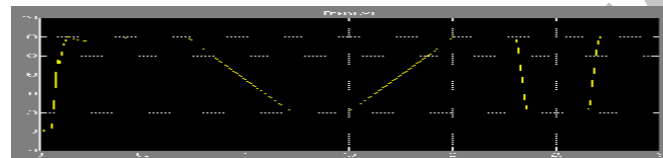
شکل (3): ولتاژ خروجی آرایه ی PV به ازای تغییرات تابش خورشید

در نمودار (4) ملاحظه می شود وقتی تابش خورشیدی تغییر می کند جریان خروجی آرایه ی PV نیز تغییر پیدا می کند. جریان PV بعد از گذشت زمان 0/0002 ثانیه به مقدار حالت ماندگار می رسد. وقتی که تابش خورشیدی افت پیدا می کند جریان PV از مقدار 368/25 به 89/5 آمپر کاهش می یابد. جریان 89/5 آمپر در واقع جریان نقطه ماکزیمم توان PV تحت تابش 250 [W / M<sup>2</sup>] است. بنابراین در این مورد نیز جریان آرایه بر اساس الگوریتم رسانایی افزایشی حول جریان نقطه ماکزیمم توان نوسان می کند.



نمودار (4): جریان خروجی آرایه ی PV به ازای تغییرات تابش خورشید

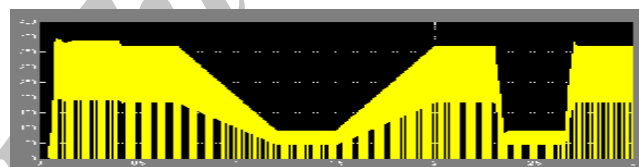
توان، ولتاژ و جریان خروجی مبدل بوست نمودار های (5)، (6) و (7) به ترتیب توان، ولتاژ و جریان خروجی مبدل بوست را نشان می دهند. به ازای مقدار تابش خورشیدی  $1000 [W / M^2]$  توان خروجی مبدل بوست هنوز برابر با  $100/7$  کیلو وات است. مبدل بوست ولتاژ ورودی را از  $273/5$  ولت به  $500$  ولت افزایش می دهد.



نمودار (5): منحنی توان خروجی مبدل بوست



نمودار (6): منحنی ولتاژ خروجی مبدل بوست



نمودار (7): منحنی جریان خروجی (آمپر) مبدل بوست

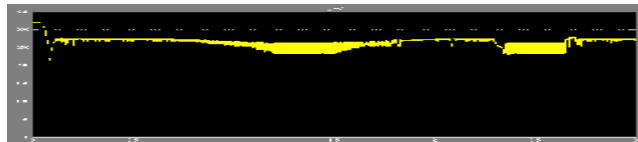
نتایج شبیه سازی کنترلر فازی به ازای درجه حرارت ثابت نمودار (8) منحنی تغییرات توان تولیدی آرایه ی PV را به ازای تابش خورشیدی  $I_T$  نشان می دهد. توان خروجی PV از  $100/7$  به  $22/6$  کیلووات تغییر می یابد. با مقایسه توان تولیدی آرایه ی خورشیدی و شکل (5) مشاهده می شود در حالت استفاده از کنترلر فازی نیز هنگامی که تابش خورشیدی تغییر می کند آرایه ی خورشیدی در نقطه حداکثر توان عمل می کند.





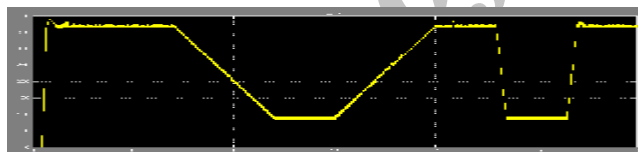
نمودار (8): منحنی تغییرات توان تولیدی آرایه ی خورشیدی

در نمودار (9) ولتاژ خروجی آرایه ی PV به ازای تابش خورشیدی  $I_p$  نشان داده شده است. در این حالت نیز ولتاژ خروجی آرایه حول ولتاژ نقطه ماکزیمم توان نوسان می کند.



شکل (9): ولتاژ خروجی آرایه ی PV به ازای تغییرات تابش خورشید

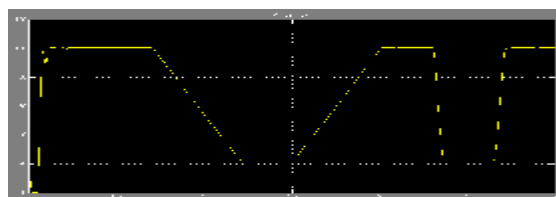
در نمودار (10) ملاحظه می شود وقتی تابش خورشیدی تغییر می کند جریان خروجی آرایه ی PV نیز تغییر پیدا می کند. جریان PV بعد از گذشت زمان 0/0002 ثانیه به مقدار حالت ماندگار می رسد. وقتی که تابش خورشیدی افت پیدا می کند جریان PV از مقدار 368/25 به 89/5 آمپر کاهش می یابد. جریان 89/5 آمپر در واقع جریان نقطه ماکزیمم توان PV تحت تابش 250 W / [M2] است. بنابراین در این مورد نیز جریان آرایه حول جریان نقطه ماکزیمم توان نوسان می کند.



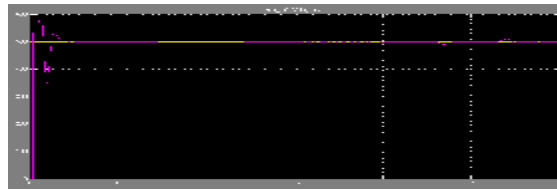
نمودار (10): جریان خروجی آرایه ی PV به ازای تغییرات تابش خورشید

توان، ولتاژ و جریان خروجی مبدل بوست

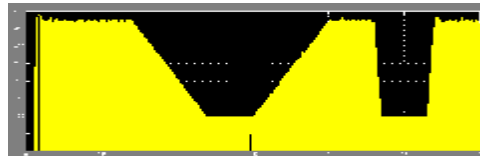
نمودار های (11)، (12) و (13) به ترتیب توان، ولتاژ و جریان خروجی مبدل بوست را نشان می دهند. به ازای مقدار تابش خورشیدی 1000 [W / M2] توان خروجی مبدل بوست هنوز برابر با 100/7 کیلو وات است. مبدل بوست ولتاژ ورودی را از 273/5 ولت به 500 ولت افزایش می دهد. همچنین در نمودار های (14) و (15) منحنی توان راکتیو تولیدی توسط سیستم فتوولتائیک به ازای تغییرات تابش خورشیدی برای حالت های استفاده از روش های کنترل فازی و رسانایی افزایشی نشان داده شده است.



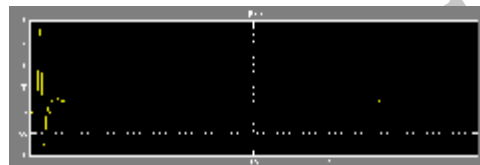
نمودار (11): منحنی توان خروجی مبدل بوست



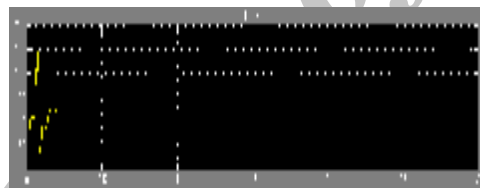
نمودار (12): منحنی ولتاژ خروجی مبدل بوست



نمودار (13): منحنی جریان خروجی (آمپر) مبدل بوست



نمودار (14): توان راکتیو تحویلی به شبکه توسط PV (کنترلر فازی)



نمودار (15): توان راکتیو تحویلی به شبکه توسط PV (رسانایی افزایشی)

با مقایسه شکل موجهای (2) و (8) می توان نتیجه گرفت که کنترل کننده فازی دارای پاسخ سریعتری نسبت به کنترل کننده رسانایی افزایشی است. وقتی که از کنترلر فازی برای کنترل مبدل بوست استفاده می شود توان تولیدی سیستم فتوولتاییک در مدت زمان 0/12 ثانیه به حالت ماندگار می رسد و در حالت استفاده از کنترلر رسانایی افزایشی، توان سیستم فتوولتاییک در زمان 0/42 ثانیه به حالت ماندگار می رسد. بنابراین با استفاده از کنترلر MPPT فازی، پاسخهای سریعتر و ماندگارتری حاصل می شوند و قادر به یافتن نقطه ماکزیمم توان در مدت زمان اجرای کمتری نسبت به سایر کنترل کننده های سنتی است.

## 5- نتیجه گیری

سیستم های ارائه شده در بالا، بر روی یک شبکه توزیع دارای سیستم فتوولتاییک اعمال گردید. ابتدا اثر تغییرات تابش خورشیدی بر عملکرد سیستم فتوولتاییک مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که



تغییر تابش خورشیدی، مشخصه های ولتاژ- جریان و توان- ولتاژ سیستم فتوولتاییک را تحت تاثیر قرار می دهد. سپس به منظور استحصال حداکثر توان از سیستم فتوولتاییک به ازای تغییرات تابش خورشیدی و درجه حرارت، از دو نوع روش کنترلی رسانایی افزایشی و سیستم کنترل فازی برای کنترل مبدل بوست DC / DC سیستم فتوولتاییک استفاده گردید. همچنین به منظور ارزیابی کارایی دو نوع روش کنترلی، نتایج حاصل از اعمال دو روش با یکدیگر مقایسه شد. نتایج حاصل از شبیه سازی نشان می دهد که کنترل کننده فازی دارای پاسخ سریعتری نسبت به کنترل کننده رسانایی افزایشی است و قادر به یافتن نقطه ماکزیمم توان در مدت زمان اجرای کمتری نسبت به سایر کنترل کننده های سنتی است.

## مراجع

- [1] A. Chambers, Schnoor, B., Hamilton, S., Distributed generation: a nontechnical guide: Pennwell Corp, 2001.
- [2] E "Installing & Maintaining Your PV System", [www.cimat.com:2003](http://www.cimat.com:2003)
- [5] GO OKADA , Katsuya HIRACHI , and Shigeyasu NAKAGAWA, " DEVELOPMENT OF AHIGH SPEED SYSTEM MEASURING A MAXIMUM POWER OF PV MODULES," IEEE photovoltaic Energy conversion conference 2006;5:2262-2263
- [6] Chihchiang Hua , jongrong Lin, " A modified tracking algorithm for maximum power tracking of solsr array" ELSEVIER Energy conversion and Management 2004:911-925
- [7] J.M.Enrique , E.Duran , M.sidrach – de – cardona J.M.Andujar, " Theoretical of the maximum power point tracking efficiency of photovoltaic facilities with different converter topologies " , ELSEVIER Solar Energy81 2007:31-38.
- [8] M.A.S.Masoum , M . Sarvi, " Design , simulation and Construction of a new Fuzzy – Based Maximum power point tracker for photovoltaic applications".
- [9] Chen-chi chu , chieh –Li chen, " Robust maximum power point tracking method for photovoltaic cell : A sliding control approach" ELSEVIER Solar Energy83 2009:1370-1378.
- [10] Jancarle L. Santos , Fernando Antunes , Anis Chehab , Cicere Cruz, " A maximum power point tracker for PV systems using a high performance boost converter " ELSEVIER Solar Energy80 2006:772-778.
- [11] V.Salas , E .Olias , A.Lazaro , A.Barrado, " New algorithm only one variable measurement applied to a maximum power point tracker " ELSEVIER Solar Energy Materials & solar cell87 2005:675-684
- [12] Frederick M.Ishengoma , Lars E.Norum, " Design and implementation of a digitally controlled stand – alone photovoltaic power supply".
- [13] R.bin roslan, " A MAXIMUM POWER POINT TRACKING CONVERTOR FOR PHOTOVOLTAIC " 2009.
- [14] L.K. Letting, J.L. Munda, Y. Hamam, "Optimization of a fuzzy logic controller for PV grid inverter control using S-function based PSO", Solar Energy 86 (2012) 1689–1700.