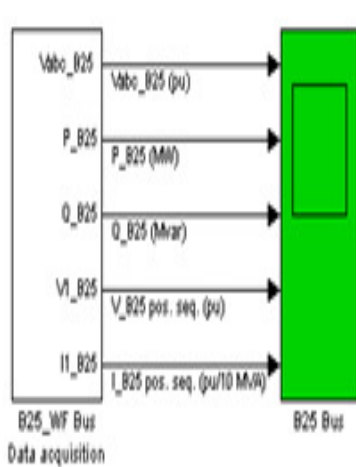
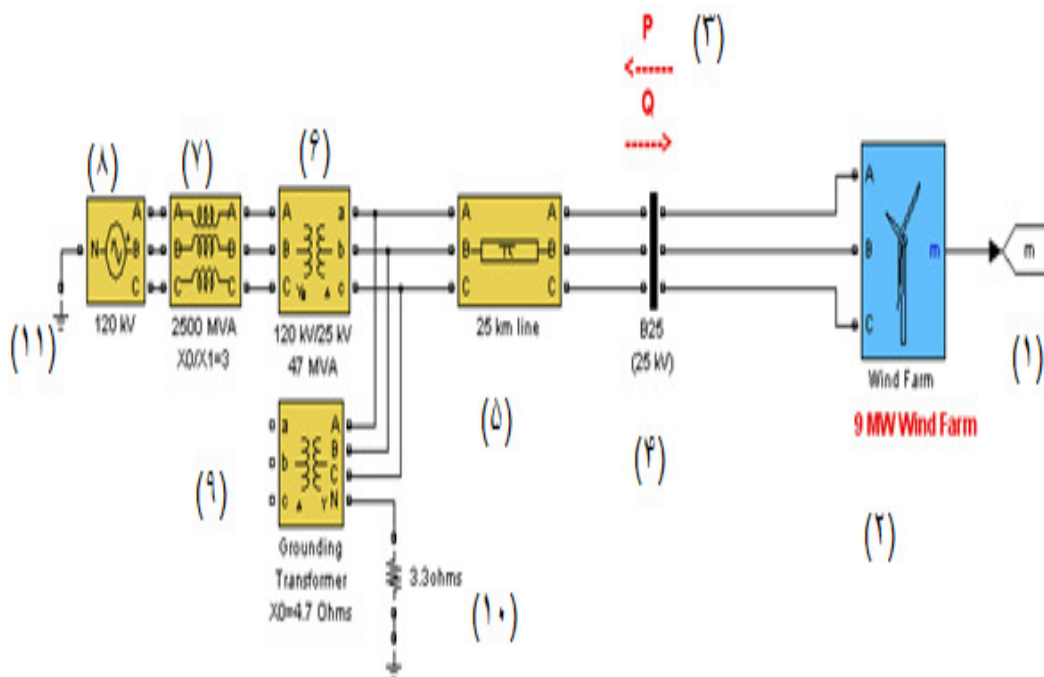
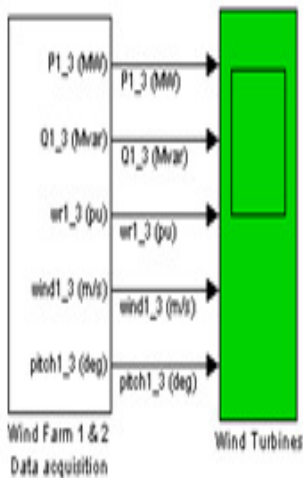


این نمایش شبیه سازی فازی یک مزرعه ی بادی ۹ مگاواتی را که از ژنراتورهای القایی (IG) که به وسیله ی توربین های بادی با زاویه متغییر کار می کنند را به تصویر می کشد.



(15)



(13)



(16)

(14)

(12)

شکل ۱-۲- نمایش شبیه سازی فازی یک مزرعه بادی

- (1) این بلوک داده ها و خروجی نیروگاه بادی را به مکان دیگر انتقال می دهد. [۵]
- (۲) شبیه سازی شده یک نیروگاه بادی ۹ مگاواتی که در داخل آن از ۳ (توربین) جفت شده که هر کدام ۱/۵ مگاوات برق تولید می کند تشکیل شده است. [۵]
- (۳) در نیروگاه بادی ژنراتورها توان راکتیو مصرف می کنند و در عوض توان اکتیو به شبکه می دهند، که این حالت را در شکل مشاهده می کنید. [۳]
- (۴) باس (B25) یا شین B25، تمام ژنراتورها و ترانسفورماتورها و سیمها و کابلهای یک نیروگاه یا یک تبدیل گاه که ولتاژ مساوی دارند با یک شمش یا یک رسانا بنام شین در هر فاز به هم وصل میشوند. در کل میتوان گفت شین ها وسیله جمع و پخش انرژی در آن واحد می باشند. [۲]
- (۵) خط انتقال برق به طول ۲۵ کیلومتر میباشد که در این خط جریان باردهی بیشتر شده و باید ظرفیت خازنی موازی را در نظر گرفت برای این منظور از خط مدل (پی) استفاده کرده ایم. [۵]
- (۶) ترانسفورماتور کاهنده برای کم کردن ولتاژ برق شبکه که در اینجا ۱۲۰ کیلو میباشد را به ۲۵ کیلو تبدیل می کند. [۳]
- (۷) این بلوک نشان دهنده خاصیت سلفی مدار میباشد که در اینجا به صورت سه عدد سلف ۲۵۰۰ مگا وار نشان داده شده است. [۵]
- (۸) این بلوک شبکه ۱۲۰ کیلو ولت را به صورت منبع ولتاژ نشان داده است، و نیروگاه بادی به شبکه ۱۲۰ کیلو متصل است. [۵]
- (۹) ترانسفورماتور زمین: ترانسفورماتورهای زمین موجود در شبکه، که بمنظور حفاظت الکتریکی موثر از سیستم قدرت طراحی و ساخته شده اند، و وظیفه تحمل جریان خطا را دارا هستند.
- (۱۰) این مقاومت میزان مقاومت قسمت زمین شده را نمایش می دهد. [۵]
- (۱۱) این نماد زمین کردن برای این است که مشخصات مولد به زمین وصل شود تا مدار به طور کامل بسته شود. [۵]

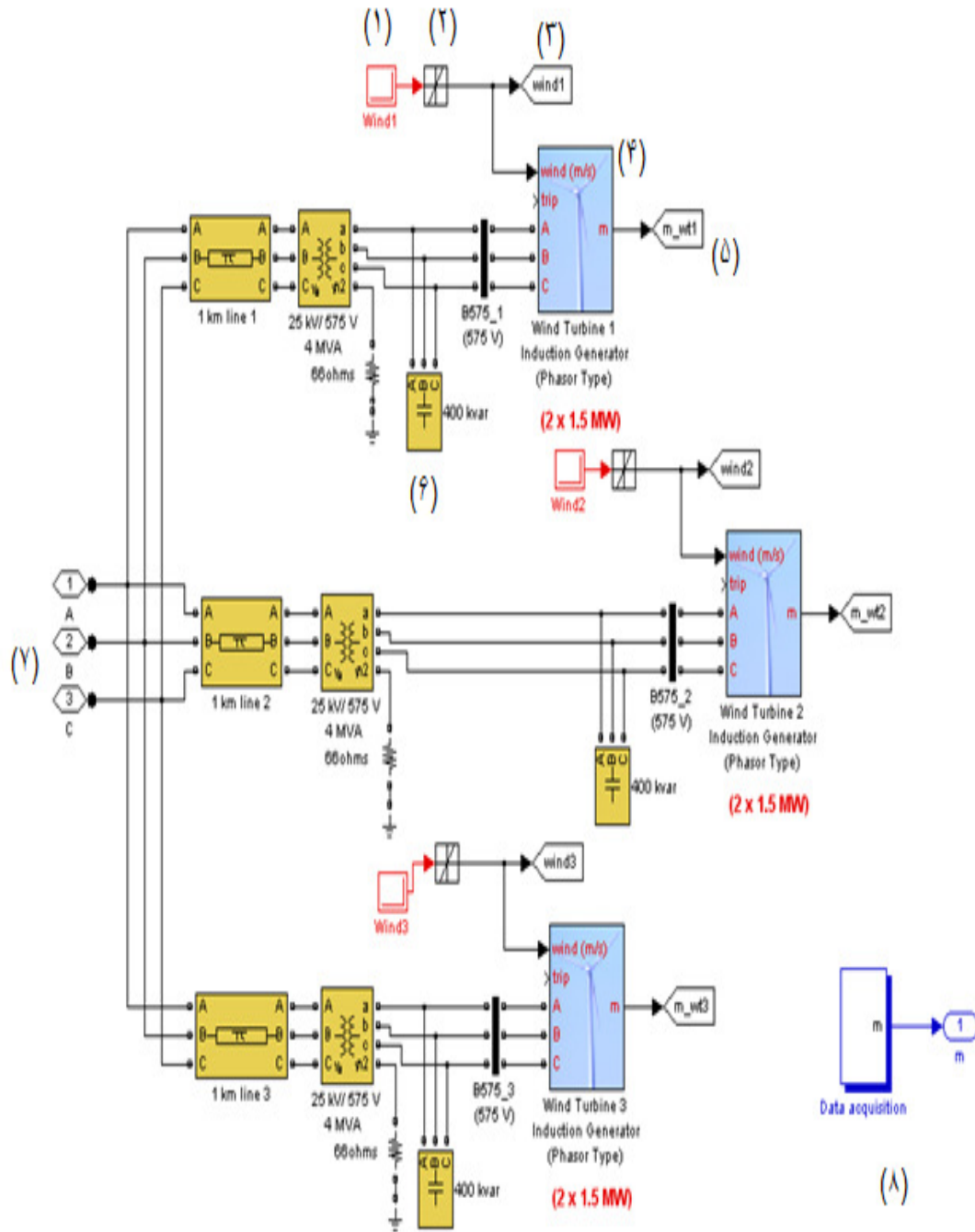
(۱۲) این بلوک مربوط به بلوک اسکوپ می باشد، که مقادیر به دست آمده از نیروگاه بادی را نمایش می دهد. [۵]

(۱۳) این بلوک مربوط به داده های است که ما از نیروگاه بادی می گیریم، و شامل: توان اکتیو، توان راکتیو، سرعت باد، زاویه پره میباشد. [۵]

(۱۴) این بلوک مربوط به اسکوب باس B25 می باشد، که مقادیر باس B25 که شامل: ولتاژ سه فاز، توان اکتیو، توان راکتیو، ولتاژ باس و جریان باس می باشد. [۵]

(۱۵) این بلوک مقادیر یا داده های باس B25 را به ما می دهد که شامل: ولتاژ سه فاز، توان اکتیو، توان راکتیو، ولتاژ باس، جریان باس می باشد. [۵]

(۱۶) رایت گرافیکی بین محیط بلوک و مدل نیروگاه بادی می باشد. [۵]



شکل ۲-۲- نمایش شبیه سازی شده فازای یک نیروگاه ۹ مگاواتی

- (۱) این بلوک مربوط به بلوک دیاگرام زمان می باشد، که در بازه زمانی مشخص که در این جا (۲ ۰) و میزان باد (۸ ۱۱) مشخص شده است. [۵]
- (۲) محدود کننده سرعت: این بلوک سرعت باد را در چند زمان حدود باد را کنترل می کند. [۵]
- (۳) این بلوک اطلاعات خروجی را برای استفاده در قسمت های دیگر می گیرد، و این اطلاعات را انتقال می دهد. [۵]

(۴) بلوک دیاگرام توربین نیروگاه بادی که در آن مقدار ورودی باد بر ثانیه داریم و در خروجی میزان برق حاصل را بدست می آوریم، که به صورت  $C, b, a$  مشخص شده است، که خود این بلوک توربین از در توربین ۱/۵ مگا واتی تشکیل شده است. [۵]

(۵) خازن 400kvar که به برق سه فاز وصل است، برای اصلاح شبکه. دلیل گذاشتن این خازن برای این است که چون نیروگاه بادی توان راکتیو مصرف می کند، برای جبران این توان مصرفی از یک خازن استفاده می کنیم. [۲]

(۶) بلوک گرافیکی انتقال برق تولید شده به رابط گرافیکی در صفحه اصلی [۵]

(۷) و (۸) بلوک انتقال دادهها به صفحه اصلی [۵]

## ۲-۱- توصیف مدل

این مزرعه ی بادی تشکیل شده است از ۶ توربین بادی ۱.۵ مگاواتی که به یک سیستم توزیع 25kv و در طول ۲۵ کیلومتر به یک شبکه ی ۱۲۰ کیلو ولت فرستاده می شود. مزرعه ی بادی ۹ مگاواتی با سه جفت از توربین های بادی 1.5mw شبیه سازی شده اند. توربین های بادی از ژنراتورهای القایی قفس سنجابی استفاده می کنند.

سیم پیچ استاتور مستقیما به شبکه با فرکانس ۶۰ هرتز متصل شده است و روتور با یک توربین بادی با قابلیت variable-pitch چرخانده می شود. زاویه پره به منظور محدود کردن توان خروجی ژنراتور در مقدار نامی خود کنترل می شوند. برای تولید توان، سرعت ژنراتور القایی باید کمی بالاتر از سرعت سنکرون باشد. سرعت تقریبا بین 1pu در بی باری و 1.005pu در بار کامل تغییر می کند. هر توربین بادی یک سیستم مانیتورینگ حفاظتی ولتاژ، جریان و سرعت ماشین، دارد.

بخشی از توان جذب شده به وسیله ی ژنراتورهای القایی توسط بانک های خازنی متصل شده به هر باس ولتاژ پایین توربین بادی جبران می شود (۴۰۰ کیلووار برای هر جفت توربین ۱.۵ مگاواتی).

توان مکانیکی توربین تابعی از سرعت توربین برای سرعت های باد در رنج ۴ تا ۱۰ متر بر ثانیه می باشد.

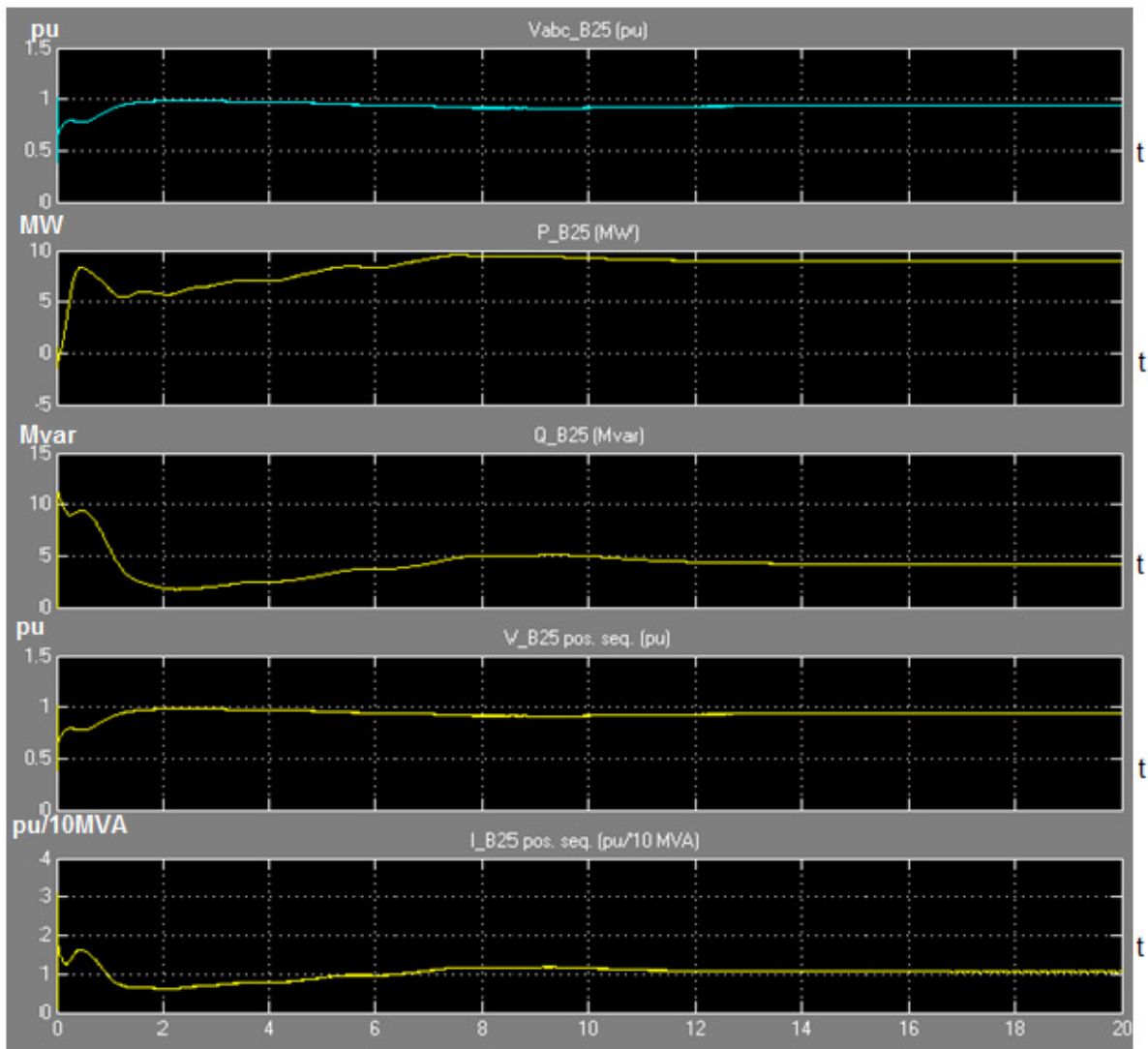
سرعت باد اعمال شده به هر توربین بوسیله ی بلوکهای wind1 تا wind3 کنترل شده است. ابتدا سرعت باد در ۸ متر بر ثانیه تنظیم شده سپس در  $t=2s$  برای توربین اول شروع می شود. سرعت باد در ثانیه سوم به ۱۱ متر بر ثانیه می رسد. به توربین های دوم و سوم نیز به طور مشابه با تاخیر ۲ و ۴ ثانیه به ترتیب اعمال می شود.

با شروع شبیه سازی با استفاده از اسکوپ می توانیم توان اکتیو و راکتیو، سرعت ژنراتور، سرعت باد و زاویه پره برای هر توربین را مشاهده کنیم.

برای هر جفت از توربین ها توان اکتیو تولید شده به آرامی شروع به افزایش می کند تا به مقدار نامی (۳مگاوات) در مدت زمانی حدود ۸ ثانیه، برسد.

## ۲-۲- نمایش مقادیر:

مقادیر باس B25



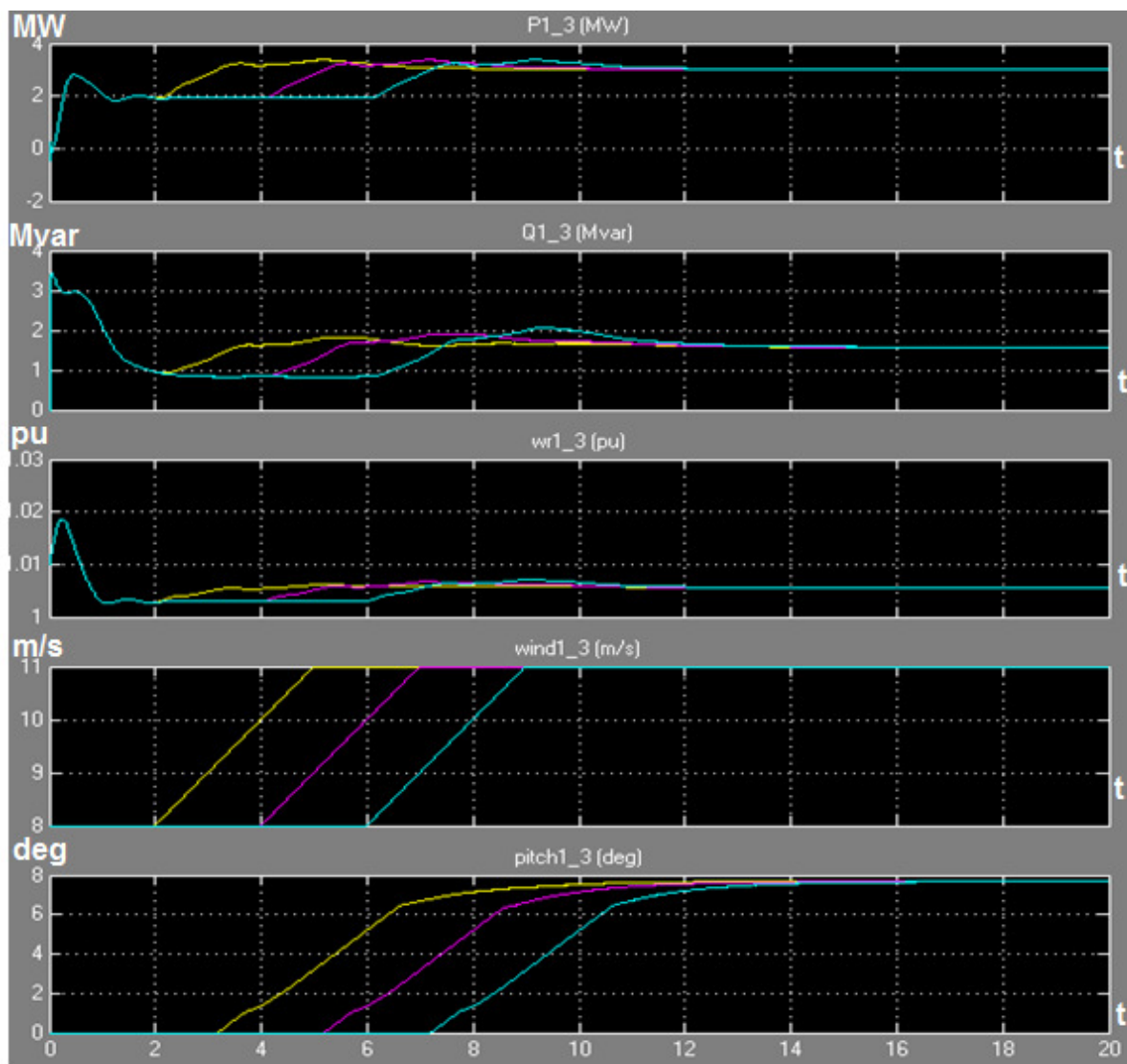
شکل ۲-۳- نمایش مقادیر باس B25 توسط اسکوپ

در شکل ۲-۳ مقادیر ۲۵-۲۵ توسط اسکوپ به نمایش در آمده است. در محور اول میزان ولتاژ سه خط a, b, c بر حسب (پریونید) نمایش داده شده است. بر طبق قانون سیستم نسبت به واحد (پریونید) طبق شکل، مقدار ولتاژ تولید شده بر مقدار ولتاژ مبنا عددی تقریباً ۱ بدست می آید. در نمودار دوم در لحظه  $t=0$  مقدار توان اکتیو برابر صفر بوده و در ادامه به مقدار نامی نیروگاه یعنی ۹ مگاوات می رسد، که برابر با  $t=8$  ثانیه است. در نمودار سوم در لحظه راه اندازی مقدار توان راکتیو که نیروگاه استفاده می کند بسیار بالا بوده و در ادامه خازن ها وارد مدار شده و در لحظه  $t=8$  ثانیه مقدار توان راکتیو جبران می شود.

در نمودار چهارم مقدار ولتاژ باس B25 بر حسب (Pu) یا همان پریونید نمایش داده می شود که حدود یک می باشد. در نمودار پنجم توان ظاهری باس B25 بر حسب Pu/10MVA است که طبق تعریف قانون سیستم نسبت به واحد باید حدود یک شود.

مقادیر مزرعه بادی





شکل 2-4- نمایش مقادیر مزرعه بادی توسط اسکوپ

در شکل 2-4 مقادیر مزرعه بادی توسط اسکوپ نمایش داده شده. در نمودر اول میزان توان اکتیو بر حسب MW که هر جفت توربین تولید می کند، را نمایش می دهد. در لحظه  $t=0$  برابر صفر بوده و در ادامه که  $t=8$  به مقدار نامی خود یعنی 3 مگا وات رسیده است. در نمودار دوم توان راکتیو بر حسب Mvar نمایش داده شده است، که در لحظه  $t=0$  بسیار زیاد حدود  $3/5$  Mvar بوده و در ادامه با ورود خازن ها کاهش یافته است و در نهایت در لحظه  $t=8$  به  $1/5$  رسیده اند. در نمودار سوم سرعت گردش ژنراتور بر حسب پریونید نمایش داده شده. یعنی مقدار سرعت تولید شده تقسیم بر مقدار سرعت مبنا که عددی حدود یک است. در نمودار چهارم سرعت باد را نمایش می دهد بر حسب m/s. بر طبق نمودار در لحظه  $t=2$  سرعت باد که به 8 متر بر ثانیه رسیده، ژنراتورها شروع به کار کرده اند، در ادامه با تاخیر 2 ثانیه ژنراتورهای دیگر کار خود را آغاز کرده اند. همچنین میزان باد را ما بین 8 تا 11 m/s تنظیم کرده ایم. در محور پنجم زاویه پره ها بر حسب سرعت باد تغییر می کند بر طبق نمودار در فاصله زمانی 3 تا 7 ثانیه زاویه پره ها از صفر تا هشت درجه تغییر کرده، تا به مقدار نهایی خود رسیده اند.

