

## تحلیل پایداری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی و ارائه راهکار مناسب برای ارتقای میزان پایداری

اردشیر محمدی<sup>۱</sup>، ایرج بختیاری<sup>۲</sup>، مسلم چمنی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۵/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۲

### چکیده

مقدورات و قابلیت سامانه‌های پدافند هوایی ایجاب می‌نماید تا همواره تحت امر یک شبکه فرماندهی و کنترل یکپارچه، مستحکم و «پایدار» عمل نمایند. پایداری یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های سامانه‌های پدافند هوایی از جمله سامانه‌های فرماندهی و کنترل است که میزان دوام، استقامت و بقاء سامانه را در عرصه نبرد بیان نموده و متأثر از سه عامل اصابت‌پذیری، آسیب‌پذیری و برگشت‌پذیری است. در این تحقیق پایداری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی مورد مطالعه قرار گرفته و راه‌کاری جهت ارتقاء آن ارائه گردیده است. تحقیق انجام شده از نوع کاربردی، توسعه‌ای و روش آن توصیفی با رویکرد آمیخته است. به منظور گردآوری داده‌ها، از مطالعات کتابخانه‌ای با استفاده از ابزار فیش‌برداری و مطالعات میدانی با استفاده از ابزار پرسشنامه بهره گرفته شده است. جامعه آماری در این تحقیق ۱۲۰ نفر، حجم نمونه ۹۲ نفر و روش نمونه‌گیری هدفمند بوده است. به منظور سنجش پایایی پرسشنامه از ضریب آلفای کرونباخ و برای تحلیل کمی داده‌ها از آزمون رگرسیون خطی به کمک نرم‌افزار SPSS استفاده شده و برای ارزیابی صحت ضرایب معادله خط ارائه شده نیز از تست فیشر و تی-استیودنت بهره گرفته شده است. نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهد که هر چند رویکرد تمرکزی در فرماندهی و کنترل و عدم تمرکز در اجرا به عنوان روشی متداول در شبکه‌های فرماندهی و کنترل پدافند هوایی محسوب می‌شود اما این روش، پایداری شبکه‌های فرماندهی و کنترل پدافند هوایی را در روبرویی با تهدیدهای هوایی پیشرفته با چالش روبرو نموده و اجرای مأموریت پدافند هوایی را غیرممکن خواهد نمود. نتایج تحقیق مؤید آن است که عدم تمرکز در فرماندهی و کنترل و اجرا روشی است که می‌تواند با کاهش میزان اصابت‌پذیری، کاهش میزان آسیب‌پذیری و ارتقاء برگشت‌پذیری، ارتقاء پایداری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی را به همراه داشته و دوام و بقای سایر سامانه‌های پدافند هوایی را تضمین نماید.

**واژگان کلیدی:** پایداری، اصابت‌پذیری، آسیب‌پذیری، برگشت‌پذیری، فرماندهی و کنترل غیرمتمرکز

<sup>۱</sup> - کارشناس ارشد مدیریت علوم دفاعی، عضو هیئت علمی دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، Ardeshir1348@gmail.com

<sup>۲</sup> - دکترای پدافند غیر عامل، عضو هیئت علمی دانشگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء(ص)، Eraj.baktiar@yahoo.com

<sup>۳</sup> - کارشناس ارشد مدیریت علوم دفاعی، نویسنده مسئول Moslem\_chamani1355@yahoo.com

## ۱- کلیات

## ۱،۱- بیان مسئله

با تغییر رهنامه ارتش آمریکا از قدرت آتش و مانور به نبرد هوایی-زمینی<sup>۱</sup> که بر سه مؤلفه سرعت، وحدت فرماندهی و حملات سنگین هوایی با تکیه بر قدرت هوایی و موشکی تأکید دارد، انقلابی شگرف در جنگ‌های کلاسیک به وجود آمد. جنگ‌های خلیج فارس، یوگسلاوی و افغانستان به‌خوبی نشان داد که اولین اهداف در نبردهای هوایی، سامانه‌های پدافند هوایی، مراکز فرماندهی و کنترل و سپس مراکز حیاتی و حساس اقتصادی، سیاسی و تصمیم‌گیری کشور مورد تهاجم خواهند بود. این موضوع جایگاه نیروهای پدافند هوایی را در دفاع از این منابع بیش‌ازپیش آشکار نموده و نشان می‌دهد که سامانه‌های پدافند هوایی بایستی با اجرای عملیات اثربخش ضمن دفاع از خود، مراکز حیاتی و حساس را نیز تحت پوشش پدافندی داشته باشند.

یک نیروی پدافند هوایی کارآمد همواره نیازمند سه عامل اصلی زیر در اجرای مأموریت خود است که فقدان هرکدام چالشی اساسی در اجرای مأموریت به حساب خواهد آمد:

- ۱) مجهز بودن به جنگ‌افزارهای مدرن در حوزه کشف تهدید، شناسایی و طبقه‌بندی و رهگیری و درگیری
  - ۲) برخورداری از آموزش صحیح و کافی کارکنان در جهت به‌کارگیری جنگ‌افزارهای متنوع پدافندی
  - ۳) برخورداری از یک شبکه مجهز و یکپارچه فرماندهی و کنترل (دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، ۱۳۸۹:۵)
- انجام عملیات پدافند هوایی مؤثر و کارآمد، همواره مستلزم وجود مراکز فرماندهی و کنترل منسجم، مقاوم و

پویاست که بتواند در طول حملات هوایی گسترده دشمن، مستحکم و پایدار باقی بماند. بدیهی است که صرف وجود یک شبکه فرماندهی و کنترل متشکل از مراکز گوناگون، مشکلات و چالش‌های نیروهای پدافندی را در رویارویی با تهدیدهای هوایی حال و آینده، برطرف ننموده و اجرای موفقیت‌آمیز مأموریت محوله را تضمین نمی‌نماید، بلکه قابلیت بقاء، استقامت و پایداری شبکه و مراکز آن است که اجرای عملیات پدافندی را مقدر و موفقیت آن را در تضمین خواهد نمود.

پایداری<sup>۲</sup> یکی از ویژگی‌های سامانه‌های پدافندی است که به عنوان قابلیت حفظ و نگهداری توان عملیاتی پس از هر درگیری تعریف شده و متأثر از دو مؤلفه اصابت‌پذیری، آسیب‌پذیری<sup>۳</sup> است. به عبارت دیگر پایداری رزمی یک سامانه به‌عنوان «قابلیت آن سامانه در دور ماندن یا مقاومت در محیط تهدیدی که دشمن ایجاد نموده است» تعریف می‌گردد. (E.Ball., 2003:13)

پایداری، توانایی یک سامانه را برای فراهم نمودن خدمات اساسی در زمان حمله و یا بروز ایرادات و بازگشت به وضعیت خدمات‌دهی کامل در یک بازه زمانی که محیط بر او تحمیل می‌کند، ارائه می‌نماید. برای بیشتر سامانه‌های حیاتی که در پدافند ملی، سازمان‌های خدمات درمانی و زیرساخت‌های عمومی، به‌کار گرفته می‌شوند، پایداری یک نیازمندی کلیدی است. امروزه یک تعلل جدی در خصوص انجام پژوهش‌های اساسی بر روی دلایل سیستمی و الزامات مورد نیاز جهت نیل به پایداری سیستم‌ها وجود دارد. بازگشت سریع یک سامانه در شرایط بحرانی، پایداری خوب آن را نشان می‌دهد. پایداری یک سامانه معرف میزان برگشت‌پذیری آن

<sup>۲</sup>- Susceptibility, Vulnerability, Recoverability

<sup>۱</sup>- Air-land battle

<sup>۲</sup>- Survivability

است. (YANJUN ZUO, 2010)

تنوع تهدیدهای هوایی، اقدامات جنگ الکترونیک، مسائل و مشکلات مربوط به آماد و پشتیبانی، معضلات سامانه‌های ارتباطی و معماری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی و البته مطالعه نبردهای هوایی اخیر نشان می‌دهد که مقاومت و پایداری این شبکه‌ها یکی از مشکلات و چالش‌های حیاتی نیروهای پدافندی در زمان بحران، به‌ویژه بحران‌های ناشی از جنگ و وجود تهدیدهای هوایی بوده و عملکرد این شبکه‌ها را با مشکلات عدیده‌ای روبرو خواهد نمود.

این تحقیق به دنبال آن است تا ضمن تحلیل پایداری شبکه‌های فرماندهی و کنترل پدافند هوایی و تشریح مؤلفه‌های تأثیر گذار بر آن، راه‌کاری را جهت ارتقاء پایداری آنها ارائه نماید.

## ۱،۲- اهمیت و ضرورت موضوع تحقیق

مسئله، یکی از معضلات و مشکلاتی که نیروهای پدافند هوایی در نبردهای احتمالی آینده پیش‌رو خواهند داشت تلاش نیروهای مهاجم جهت کسب برتری هوایی به منظور تضمین آزادی عمل سایر نیروهای خود است. نیروهای پدافند هوایی به‌عنوان متولی دفاع از حریم هوافضایی وظیفه دارند تا با سلب برتری هوایی دشمن، مأموریت خود را در دفاع از مناطق حیاتی، حساس و مهم (پشتیبانی کلی<sup>۱</sup>) و پوشش پدافندی سایر نیروهای سطحی (پشتیبانی مستقیم<sup>۲</sup>) به انجام رسانند. (قنوت، ۲۰:۱۳۸۸)

نیروهای پدافند هوایی باید اثربخشی تلاش هوایی دشمن را آنقدر محدود نمایند تا آزادی عمل نیروهای خودی فراهم گردد. برای رسیدن به این هدف، تلاش نیروهای پدافند هوایی باید اثربخش بوده و از قابلیت

پایداری برخوردار باشد. تعادل صحیح بین این دو عامل برای موفقیت نیروهای پدافند هوایی ضروری است. (آقابالا، زاده، ۶۲:۱۳۹۱)

یک سامانه‌ی فرماندهی و کنترل با به تصویر کشیدن صحنه نبرد، ضمن فراهم نمودن آزادی عمل غیرمتمرکز نیروهای درگیر، باعث دقت بیشتر در آتش گردیده (مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، ۷:۱۳۸۴) و تحقق اصل وحدت فرماندهی<sup>۳</sup> را در نیروهای پدافند هوایی تضمین می‌نماید.

شبکه فرماندهی و کنترل مقاوم و پایدار در صحنه نبرد، اثربخشی سامانه‌های پدافند هوایی را به همراه داشته و دفاع از کلیه منابع و زیرساخت‌های مهم، حساس و حیاتی را تأمین و نهایتاً به "ارتقاء پایداری ملی" که در سند پدافند غیرعامل کشور مصوب سال ۱۳۹۰ از آن به‌عنوان یک اصل یاد شده است منجر خواهد شد. امروزه جنگ‌های فرماندهی و کنترل دارای دو شکل اساسی است:

- ۱) هدف قرار دادن سر فرمانده<sup>۴</sup>: در گذشته همواره این نوع عملیات بر حذف فیزیکی فرماندهی عالی جنگ متمرکز بوده و به طور کلی حذف آنها تأثیرهای قابل توجهی بر نتایج جنگ داشته است. امروزه افزون بر اهمیت نقش فرماندهان، مراکز فرماندهی و کنترل به‌عنوان مؤلفه بسیار مهم این نوع عملیات ایفای نقش می‌کند. حمله به یک مرکز فرماندهی و کنترل به ویژه اگر به موقع انجام گیرد، می‌تواند حتی بدون زدن یک فرمانده عالی‌رتبه دشمن، عملیات را مختل کند. هر چند نوع حمله

<sup>۳</sup>- Unity of command

<sup>۴</sup>- Anti-head

<sup>۱</sup>- General Support

<sup>۲</sup>- Direct Support

سامانه‌های فرماندهی و کنترل دشمن قرار خواهد گرفت.

## ۱,۳- هدف‌های تحقیق

### ۱,۳,۱- هدف اصلی

هدف اصلی از انجام این پژوهش تحلیل قابلیت پایداری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی، تشریح مؤلفه‌های تأثیرگذار بر آن و ارائه راه‌کاری جهت ارتقاء پایداری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی در برابر تهدیدهای هوایی است.

### ۱,۳,۲- هدف‌های فرعی

- ۱) تحلیل مؤلفه اصابت‌پذیری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی و تبیین میزان تأثیر آن در ارتقاء پایداری شبکه در صورت رویارویی با تهدیدهای هوایی
- ۲) تحلیل مؤلفه آسیب‌پذیری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی و تبیین میزان تأثیر آن در ارتقاء پایداری شبکه در صورت رویارویی با تهدیدهای هوایی
- ۳) تحلیل مؤلفه برگشت‌پذیری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی و تبیین میزان تأثیر آن در ارتقاء پایداری شبکه در صورت رویارویی با تهدیدهای هوایی

### ۱,۴- پیشینه تحقیق

عباس فرجپور علمداری در سال ۱۳۹۰ در تحقیقی با

ممکن است حذف فیزیکی نباشد و با استفاده از روش‌هایی مانند نفوذ و فریب، فرآیند تصمیم‌سازی و صدور فرمان‌ها را دچار اختلال اساسی نماید.  
 ۲) هدف قرار دادن گردن فرمانده<sup>۱</sup>: این عملیات علیه خطوط ارتباطی و اطلاعاتی فرماندهی و بخش‌های مختلف صحنه عملیات انجام می‌شود. قطع این ارتباط می‌تواند منجر به شکست شود. (کشتکار، ۱۳۹۶)  
 عدم وجود یک شبکه فرماندهی و کنترل پویا و مقاوم، انجام عملیات پدافند هوایی مؤثر و کارآمد را غیرممکن نموده و سبب کاهش توان رزمی نیروهای پدافندی شده و مسائل و مشکلات زیر را به همراه خواهد داشت:

- ۱) هرم فرمان در شبکه پدافند هوایی گسسته شده و تبادل اطلاعات در آن قطع و ارتباط فرماندهان مستقر در مراکز تصمیم‌گیری با یگان‌های اجرایی در میدان نبرد از بین خواهد رفت.
- ۲) اتخاذ تصمیم و انجام اقدام تاکتیکی مناسب و به موقع غیرممکن خواهد شد.
- ۳) واگذاری هدف به سامانه‌های پدافندی و هدایت آنان غیرممکن و وحدت تلاش در یگان‌های پدافند هوایی از بین می‌رود.
- ۴) ارتباط حسگرها با شلیک‌کننده‌ها<sup>۲</sup> از بین رفته و آتش بی‌هدف نیروهای پدافند هوایی هیچ تأثیری در میدان نبرد نخواهد داشت.
- ۵) جنگ فرماندهی و کنترل<sup>۳</sup> عملاً معنای خود را از دست داده و کل حریم هوافضایی در اختیار

<sup>۱</sup>- C2 Warfare

<sup>۱</sup>- Anti-neck

<sup>۲</sup>- Sensors to Shooters

تحلیل پایداری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی ....

عنوان بازطراحی شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی در کلیه سطوح سازمانی جهت مقابله با تهدیدها ناهمگون بیان می‌دارد که نیاز است تا یک نظام فرماندهی و کنترل با قابلیت‌های افزایش سرعت، دقت و اثربخشی در فعالیت‌های دفاع هوایی، گردآوری، تحلیل، ذخیره‌سازی و توزیع اطلاعات برای استفاده در قبل، حین و بعد از عملیات در کشور طراحی گردد.

علی ستاری‌خواه و همکاران در سال ۱۳۹۳ در تحقیقی با عنوان ارائه الگوی مطلوب سامانه‌ی فرماندهی و کنترل راهبردی اجا در افق ۱۴۰۴ بیان می‌دارند که لازم است یک الگوی مطلوب برای سامانه‌ی فرماندهی و کنترل اجا با ویژگی‌ها و قابلیت خاص و روزآمد در اختیار باشد تا سامانه‌ی فرماندهی و کنترل اجا از امکانات، تجهیزات، ارتباطات، روش‌ها و نیروی انسانی واجد شرایط به منظور طرح‌ریزی، هدایت و کنترل عملیات نیروهای تحت امر خود متناسب با مأموریت محوله، فرماندهی و کنترل مفید و مؤثر را اعمال نماید.

محمد رضا رزمخواه در ۱۳۸۰ در مقاله‌ای تحت عنوان ویژگی‌های جنگ‌های مدرن و جایگاه سامانه‌های فرماندهی و کنترل در جنگ‌های آینده در همایش سراسری مشترک انجمن‌های علمی ICT&C4I و وزات دفاع بیان می‌دارد که پیشرفت تکنولوژی نظامی در ابعاد مختلف و به‌ویژه در زمینه سامانه‌های فرماندهی و کنترل و عدم توانمندی برخی کشورها در این رقابت سنگین، باعث آسیب جدی سامانه‌های فرماندهی و کنترل خواهد شد.

اریکسون در سال ۲۰۰۸ در کتابی با عنوان سامانه فرماندهی و کنترل برای دفاع شبکه محور بیان می‌دارد که سرویس محور بودن سامانه فرماندهی و کنترل، راه حلی برای دفاع شبکه محور بر اساس معماری سرویس محور، شبکه‌ای از شبکه‌ها با استفاده از انواع فناوری

ارتباطات، وضعیت منطبق بر ترکیبی از واحدها و سیستم‌ها می‌باشد.

### ۱,۵- پرسش تحقیق

پرسش اصلی تحقیق عبارتست از اینکه راه‌کار مناسب جهت ارتقاء پایداری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی در رویارویی با تهدیدهای هوایی چیست؟

### ۱,۶- فرضیه تحقیق

(۱) احتمالاً به‌کارگیری رویکرد غیرمتمرکز در ساختار شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی موجب کاهش اصابت پذیری مراکز فرماندهی و کنترل گردیده و ارتقاء پایداری این شبکه را به همراه خواهد داشت.

(۲) احتمالاً به‌کارگیری رویکرد غیرمتمرکز در ساختار شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی موجب کاهش آسیب پذیری مراکز فرماندهی و کنترل گردیده و ارتقاء پایداری این شبکه را به همراه خواهد داشت.

(۳) احتمالاً به‌کارگیری رویکرد غیرمتمرکز در ساختار شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی موجب ارتقاء برگشت پذیری مراکز فرماندهی و کنترل گردیده و ارتقاء پایداری این شبکه را به همراه خواهد داشت.

### ۱,۷- روش‌شناسی تحقیق

هدف از انجام این مطالعه، تحلیل ویژگی پایداری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی بوده و نتایج حاصل از تحقیق می‌تواند مورد استفاده مسئولین و فرماندهان در شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی قرار گیرد. از این رو بر اساس هدف، تحقیق انجام شده از نوع کاربردی توسعه‌ای است. روش تحقیق توصیفی موردی

ایجاد رویکرد غیرمتمرکز در شبکه فرماندهی و کنترل  
پدافند هوایی اشاره دارند می‌پردازد.

- ساختار سازمانی
- روش‌ها و روال‌ها
- شرح وظایف و مأموریت

جدول شماره ۳: سؤالات پرسشنامه مرتبط با هر متغیر

میانگین پاسخ‌ها	متغیر مستقل	متغیرهای وابسته مرتبط	شماره سؤالات
۴,۱۱	رویکرد غیرمتمرکز	اصابت‌پذیری	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۱۷,۱۸,۱۹,۲۰
۴,۲۰		آسیب‌پذیری	۷,۸,۹,۱۰,۲۱,۲۲,۲۳,۲۴
۴,۳۹		برگشت‌پذیری	۱۱,۱۲,۱۳,۱۴,۱۵,۱۶, ۲۵,۲۶,۲۷,۲۸

به منظور سنجش پایایی پرسشنامه از ضریب آلفای کرونباخ استفاده گردیده که ضریب محاسبه شده برای کل پرسشنامه معادل ۰/۹۲۴ بوده است.

به منظور تحلیل کمی داده‌های جمع‌آوری شده از پرسشنامه و تعیین میزان تأثیرپذیری سه عامل اصابت‌پذیری، آسیب‌پذیری و برگشت‌پذیری و سنجش فرضیات تحقیق، از آزمون رگرسیون خطی در نرم‌افزار SPSS استفاده شده و جهت ارزیابی صحت ضرایب معادله خط ارائه شده توسط آزمون رگرسیون نیز از تست فیشر و تی-استیودنت بهره گرفته شده است.

## ۲- ادبیات و مبانی نظری تحقیق

### ۲,۱- فرماندهی و کنترل

فرماندهی و کنترل عبارت است از بهره‌گیری از عناصر و اختیارات و نیز هدایت و رهبری توسط یک فرمانده تعیین شده، در جهت هدایت نیروهای تحت امر وی و انجام یک مأموریت. فعالیت‌های فرماندهی و کنترل از طریق هماهنگی نیروی انسانی، تجهیزات، ارتباطات و فرآیندهای کاری اعمال می‌شود تا فرمانده در انجام

بوده و از نظر رویکرد، تحقیقی آمیخته است. به منظور گردآوری داده‌ها در این تحقیق، از مطالعات کتابخانه‌ای با استفاده از ابزار فیش‌برداری برای تهیه ادبیات موضوع و مطالعات میدانی با استفاده از ابزار پرسشنامه و برای تبدیل داده‌های کیفی به کمی از طیف پنج‌گزینه‌ای لیکرت بهره گرفته شده است. جامعه آماری در این تحقیق جامعه آماری محدودی است که عبارت خواهد بود از مدیران شاغل در حوزه پدافند هوایی. دلیل توجیهی‌گزینه این گروه خاص به‌عنوان جامعه آماری، آن است که کارکنان موصوف به لحاظ موقعیت شغلی در سه سطح تاکتیکی، عملیاتی و راهبردی از ویژگی‌ها و خصوصیات لازم برخوردار بوده و با وضعیت شبکه‌های فرماندهی و کنترل پدافند هوایی و ساختار آنها و همچنین تهدیدهای هوایی آشنایی داشته و با چالش‌ها و تنگناهای این حوزه آگاهی کامل دارند. با توجه به اینکه جامعه آماری مورد مطالعه دارای طبقه‌بندی است، لذا تعداد این جامعه با اعمال یک ضریب خاص ۱۲۰ نفر در نظر گرفته شده و حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران معادل ۹۲ نفر و روش نمونه‌گیری در این تحقیق هدفمند بوده است.

جدول شماره ۱: توزیع فراوانی میزان تحصیلات جامعه نمونه

سطقات/مقادیر	دکتر	کارشناسی ارشد	کارشناسی	جمع کل
تعداد	۸	۳۶	۴۸	۹۲
درصد	۸,۶۹٪	۳۹,۱۳٪	۵۲,۱۷٪	۱۰۰٪

به منظور بررسی روابط متغیرهای تحقیق از پرسشنامه محقق‌ساخته شامل ۲۸ پرسش به شرح جدول شماره ۳ استفاده شده است. پرسشنامه محقق‌ساخته، پس از تهیه به رؤیت تعداد ۱۰ نفر از صاحب‌نظران رسیده و اصلاحات لازم در آن اعمال تا از روایی لازم برخوردار گردد.

سؤالات پرسشنامه ضمن سنجش تأثیر به‌کارگیری رویکرد غیرمتمرکز بر سه متغیر اصابت‌پذیری، آسیب‌پذیری و برگشت‌پذیری، به سه حوزه زیر که به

تحلیل پایداری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی ....

مأموریت ابلاغ شده بتواند به موارد طرح ریزی، هدایت، هماهنگی و کنترل نیروها و عملیات بپردازد. (باوری، ۶: ۱۳۸۴)

## ۲،۲- رویکردهای سه گانه در فرماندهی و کنترل

در فرآیند فرماندهی و کنترل سه رویکرد عمده وجود دارد:

- فرماندهی و کنترل متمرکز و اجرای متمرکز
- فرماندهی و کنترل متمرکز و اجرای غیرمتمرکز
- فرماندهی و کنترل غیرمتمرکز و اجرای غیرمتمرکز (بحیرایی، ۱۳۸۸:۱۵۳)

## ۲،۳- ویژگی‌های یک سامانه‌ی فرماندهی و کنترل

هر سامانه‌ی فرماندهی و کنترل کارآمد و مؤثر بایستی دارای ویژگی‌های زیر باشد تا بتواند فرماندهی و کنترل مداوم و مستمر را میسر و موفقیت در نبرد را تضمین نماید:

تطبیق پذیری، استطاعت، دسترسی، قابلیت اتصال، همبستگی، توسعه پذیری، انعطاف پذیری، اطلاع رسانی، یکپارچگی، سازگاری، تعمیرپذیری، قابلیت اطمینان، قابلیت برنامه ریزی مجدد، قابلیت پایداری، برترسازی، پیونددهی، به هنگام و ایمن<sup>۱</sup> (ستاری خواه و همکار، ۱۳۹۱:۴۵)، احتمال رهگیری کم، ایمن در مقابل اختلالات<sup>۲</sup> (دافوس آجا، ۱۳۸۸:۴۵)

## ۲،۴- نقش سامانه‌های فرماندهی و کنترل به عنوان عامل برترساز

عوامل برترساز را می‌توان نوعی دانایی، دانش

تخصصی، قابلیت‌های اکتسابی و ذاتی فردی، جمعی (ملی) و شرایط آمادگی و نوع سازماندهی هر نیروی مسلح، در به کارگیری امکانات کشور توسط رهبران و سلسله مراتب فرماندهی در نیروهای مسلح، به منظور افزایش قدرت نظامی در جهت حفظ و استمرار صلح پایدار دانست.

هر سامانه‌ی فرماندهی و کنترل به خودی خود یکی از عوامل برترساز صحنه عملیات به شمار می‌آید ولی میزان تأثیر آن در توان و آمادگی رزمی، به کارکرد آن در یک نیرو یا مجموعه‌ای از نیروهای مسلح در انجام عملیات‌های محیطی، مشترک و مرکب یا در یک سازمان یا مجموعه‌ای از سازمان‌های غیرنظامی در انجام مفید و مؤثر وظایف ذاتی در سطوح خرد و کلان بستگی دارد. (بختیار و همکار، ۱۳۹۶:۱۰)

## ۲،۵- تهدیدات هوایی در حوزه سامانه‌های فرماندهی و کنترل

اگر چه تهدیدهای ناشی از هواپیما و بالگردها کماکان اذهان تحلیلگران را در این زمینه به خود مشغول داشته است، اما روند تکثیر سلاح‌ها به سمت توسعه سیستم‌هایی با عامل غیرانسانی<sup>۳</sup> یعنی موشک‌های بالستیک تاکتیکی، موشک‌های کروز، هواپیماهای بدون سرنشین و راکت‌ها است.<sup>۴</sup> این سیستم‌ها به‌طور ذاتی دارای توانایی‌های مهلکی هستند طوری که طرف مقابل را وادار می‌سازند تا نسبت به آن‌ها از خود دفاع نماید، به‌طور روزافزون نیز تهیه آن‌ها در بازار جهانی تسلیحات امکان پذیرتر و قابل دسترس هستند. (منطقی، ۲۰: ۱۳۸۰)

(۱) موشک‌های بالستیک تاکتیکی:

اهداف: مراکز سیاسی و جمعیتی، بندرها و فرودگاه‌ها،

<sup>۱</sup>- LPI, Immunity Of jamming

<sup>۲</sup>- Unmanned system

<sup>۳</sup>- Tactical ballistic Missile (TBM), Cruise Missile (CM), Unmanned aerial vehicle (UAV), Rocket

<sup>۴</sup>- Adaptability, Affordability, Availability, Connectivity, Correlation, Expandability, Flexibility, Information, Integration, Interoperability, Maintainability, Reliability, Re-Programmability, Survivability, Superiority, Connectivity, Timely, Secure

مناطق لجستیکی، مراکز فرماندهی و کنترل، مراکز تمرکز یگانها

قابلیت‌های کنونی: برد از ۸۰ تا ۳۰۰۰ کیلومتر، دقت تا ۵۰ متری هدف، اثر راداری کم، سرهای جنگی متعارف و کشتار جمعی (FM 44-100, 2012: 2-10)

۲) راکت‌های کالیبر بالا

اهداف: مناطق تجمع نیروها، موقعیت‌های پدافند هوایی، مواضع پدافندی، یگان‌های حمله‌ور، نقاط مسدود شده و راه‌ها

قابلیت‌های کنونی: میزان شلیک بالا، بارگیری سریع، بسیار متحرک، اثرات کم در مسیر پرواز، همه‌گونه سر جنگی (FM 44-100, 2012: 2-10)

۳) موشک‌های کروز

اهداف: مراکز سیاسی و جمعیتی، بندرگاه‌ها و فرودگاه‌ها، مناطق لجستیکی، مراکز فرماندهی و کنترل، مراکز تمرکز واحدها

قابلیت‌های کنونی: برد پروازی از ۳۰ تا ۳۰۰۰ کیلومتر، بسیار دقیق، تهدید هدف از ۳۶۰ درجه، اثرات راداری بسیار کم، قابلیت شلیک از دریا، زمین و هوا، حمل هر نوع سر جنگی (FM 44-100, 2012: 2-10)

۴) پرنده‌های بدون سرنشین

اهداف: مناطق تجمع و لجستیکی نیروها، مراکز فرماندهی و کنترل، یگان‌های مانوری، گره‌های ارتباطی و تسلیحات و تجهیزات نظامی

قابلیت‌های کنونی: مراقبت، شناسایی و هدف‌یابی<sup>۱</sup>، جنگ الکترونیک، عملیات آفندی، برد پروازی تا ۱۹۰۰ کیلومتر، ارتفاع پروازی از ۳۰۰ متر تا بیش از ۱۷ کیلومتر،

قابلیت کشف دورایستا از فاصله ۲۵ کیلومتر، به‌کارگیری تلویزیون با قابلیت کارکرد در روز، به‌کارگیری دوربین، سر جنگی‌های قدرتمند، هدف‌یابی لیزری (FM 44-100, 2012: 2-10)

۵) بالگردها

اهداف: خودروها و یگان‌های زرهی، مراکز فرماندهی و کنترل، کاروان‌های نظامی

قابلیت‌های کنونی: تهاجمی، RISTA، نقش‌های الکترونیکی، برد پروازی تا ۳۵۰ کیلومتر و سرعت تا ۳۷۰ کیلومتر بر ساعت، پرواز در ارتفاع کم و استفاده از پست و بلندی‌ها جهت پوشش، به‌کارگیری انواع توپ‌ها، موشک‌ها، راکت‌ها، مین‌ها، سیستم‌های لیزری و مقدرات جنگ الکترونیک (FM 44-100, 2012: 2-10)

۶) هواپیماها

اهداف: مناطق تجمع و لجستیکی نیروها، مراکز فرماندهی و کنترل، مراکز سیاسی و جمعیتی، یگان‌ها و واحدهای مسلح

قابلیت‌های کنونی: ایفای نقش در مأموریت‌های پشتیبانی نزدیک هوایی، عملیات سرکوب پدافند هوایی دشمن، RSTA، جنگ الکترونیک و مجزا کردن منطقه نبرد، حمله دقیق، به‌کارگیری تجهیزاتی همچون موشک‌ها، توپ‌ها، راکت‌ها، بمب‌ها و تسلیحات کشتار جمعی (FM 44-100, 2012: 2-10)

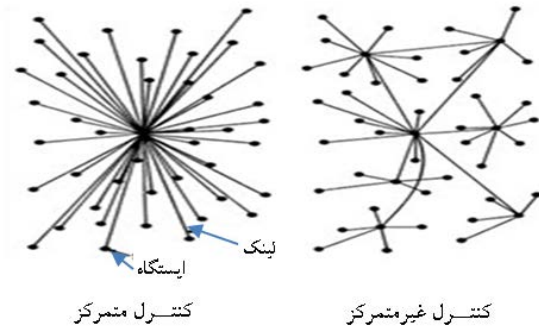
## ۲,۶- تعریف تمرکز و عدم تمرکز

بیشتر نظریه‌پردازان عقیده دارند که تمرکز به میزانی که تصمیم‌گیری در یک نقطه واحد در سازمان متمرکز شده، اشاره دارد. تراکم قدرت در یک نقطه دلالت بر تمرکز داشته و عدم تراکم یا تراکم کم نشانه عدم تمرکز

<sup>۱</sup> - RISTA: Reconnaissance, Intelligence, Surveillance, Target Acquisition



تحلیل پایداری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی ....



تصویر شماره ۱: کنترل متمرکز و غیرمتمرکز

عدم تمرکز، سیاست واگذاری تصمیم‌گیری به سطوح پایین‌تر در یک سازمان است. یک سازمان غیرمتمرکز طبقات کمتری در ساختار سازمانی خود دارد و حوزه گسترده‌تری از کنترل را میسر نموده و جریان پایین به بالای ایده‌ها و تصمیم‌ها را ارائه می‌دهد. یکی از مزایای این ساختار در صورتی که کنترل در آن درست انجام گیرد این است که تصمیمات توسط افسرانی گرفته می‌شود که با عملکرد و شرح وظایف طبقات پائین سازمان آگاهی کامل دارند. در کنترل غیرمتمرکز تصمیمات عمده توسط بالاترین مقام سامانه فرماندهی و کنترل اتخاذ و به مراکز پایین‌تر در شبکه ابلاغ می‌گردد. مراکز یادشده (پائین‌دستی) دستورات تکمیلی جزء به جزء را بر اساس ابلاغیه‌ها و تصمیمات ابلاغی، به یگان‌های عملیاتی تحت امر خود جهت اجرا صادر می‌نمایند. (بحیرایی، ۱۳۸۸:۱۵۵)

## ۱,۶,۲- مزایا و معایب سامانه‌های پدافند هوایی متمرکز

تصویر شماره ۲ ساختار یک سامانه متمرکز را نشان می‌دهد. سلسله‌مراتب و لایه‌های سازمانی مسیر گردش اطلاعات و فرامین را دیکته می‌نمایند. سامانه پدافند هوایی متمرکز در برابر حملات وسیع ناکارآمد خواهد بود. مسائل دیگری نیز همانند مقاوم نبودن، آسیب‌پذیری، ایجاد نقاط حساس در این سامانه از مشکلات اساسی این سامانه‌هاست. به‌طور خلاصه می‌توان مزایای سامانه

است. باید اذعان داشت که عدم تمرکز دلالت بر تفکیک سازمان بر اساس مناطق جغرافیایی ندارد. تمرکز به مسئله میزان پراکندگی اختیارات تصمیم‌گیری برمی‌گردد نه تفکیک جغرافیایی سازمان. (رابینز، ۱۳۷۹:۹۸)

تمرکز بدین صورت تعریف می‌شود: میزانی که افراد، واحدها و یا سطوح سازمانی برای انتخاب راه‌کارهای تصمیم‌گیری خود دارای اختیار رسمی بوده و بدین ترتیب کارکنان از حداقل اعمال رأی و نظر خود برخوردار شوند. این تعریف کامل و جامع به سؤالات فوق پاسخ خواهد داد. (رابینز، ۱۳۷۹:۹۹)

تمرکز به رأی و نظر تصمیم‌گیرندگان می‌نگرد. در جایی که اتخاذ تصمیمات به زیردستان تفویض شده ولی خط‌مشی‌های جامعی برای اعضاء سازمان در خصوص تصمیم‌گیری‌هایشان تدوین شده است تمرکز مضاعف وجود دارد. همچنین خود خط‌مشی‌ها می‌توانند عدم تمرکز را فزونی بخشند. (رابینز، ۱۳۷۹:۱۰۰)

کنترل متمرکز به معنی طرح‌ریزی، هدایت، اولویت‌بندی، تخصیص، هماهنگ‌سازی، یکپارچگی و عدم تناقض قابلیت‌های هوایی و فضائی به منظور نیل به اهداف فرماندهی یک نیروی مشترک می‌باشد. در کنترل متمرکز کلیه تصمیمات عملیاتی، رزمی و پشتیبانی در بالاترین رده سامانه فرماندهی و کنترل اتخاذ و جهت اجرا به رده‌های پایین‌تر ابلاغ می‌گردد. کنترل متمرکز باعث افزایش یکپارچگی عملیات شده و پدافند هوایی را قادر می‌سازد که تسهیلات، تجهیزات، جنگ‌افزارها و دیگر امکانات پدافندی را به نحوی گسترش دهد که اولویت‌های دفاعی محقق گردند به‌علاوه کنترل متمرکز، استفاده مناسب از امکانات پدافند هوایی جهت مقابله با تغییرات لحظه‌ای در شرایط عملیاتی و حصول نتایج قطعی را از لحاظ زمانی و مکانی امکان‌پذیر می‌سازد. (بحیرایی، ۱۳۸۸:۱۵۳)

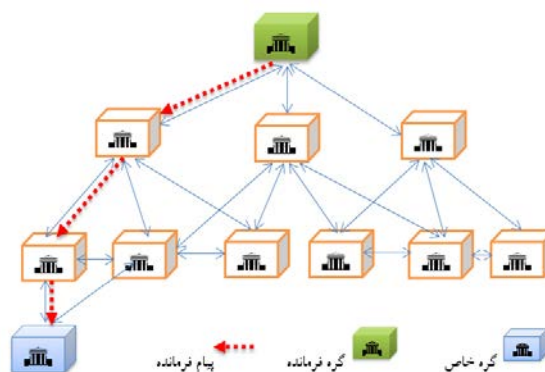
- در حملات سنگین تمامی لایه‌ها اشباع می‌شوند.
- نیاز به پهنای باند بالا برای ارتباطات وجود دارد.
- هزینه نگهداری سامانه از سودمندی آن بیشتر است و عملاً باعث می‌شود که تجهیزات زیادی صرف نگهداری و مراقبت از آن شود.
- در مقابل بمباران دقیق آسیب‌پذیر است.
- مدت‌زمان بازسازی مجدد آن زیاد است و نمی‌توان بخش‌های آسیب‌دیده آن را به‌سرعت تعمیر کرد.
- استفاده از تجهیزات متحرک در آن به‌راحتی امکان‌پذیر نیست.

از نظر فرماندهان نظامی سامانه متمرکز با توجه به امکان مشاهده و کنترل مستقیم، سامانه مناسبی است. ولی باید معایب و مزایای آن را نیز در نظر گرفت. مهم‌ترین این موارد آسیب‌پذیری سامانه و اشباع آن در مقابل حملات گسترده است. (پردیس، ۱۳۸۴:۳۱)

## ۲،۶،۲- مزایا و معایب سامانه پدافند هوایی غیرمتمرکز

تصویر شماره ۳ ساختار یک سامانه توزیع شده را نشان می‌دهد. هر گره یک سایت موشکی یا مرکز فرماندهی و کنترل مستقل را نشان می‌دهد که امکان ارتباط با گره‌های همسایه خود را دارا بوده و می‌تواند به‌صورت محلی با گره‌های همسایه خود ارتباط داشته باشد. (پردیس، ۱۳۸۴:۲۱)

متمرکز را به‌صورت زیر بیان نمود. بعضی از این خصوصیات در تمامی سامانه‌های متمرکز وجود دارد، اما بعضی دیگر با توجه به کاربرد سامانه‌ی مورد نظر در شبکه پدافند هوایی ایجاد می‌گردد: (پردیس، ۱۳۸۴:۳۰)



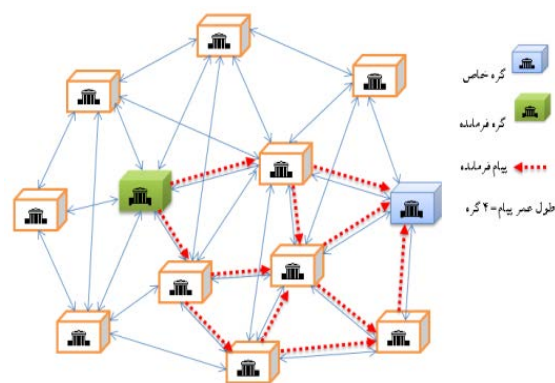
تصویر شماره ۲: شمایی از یک سامانه متمرکز و مسیر انتقال پیام فرمانده به یک گره خاص

### الف- مزایا

- در هر لحظه می‌توان وضعیت هوایی منطقه را مشاهده نمود.
- اطلاعات پخش نمی‌شود و از امنیت بالاتری برخوردار است.
- امکان هماهنگی بین مراکز فرماندهی و کنترل وجود دارد.
- امکان تحلیل به‌صورت متمرکز و به دست آوردن راه‌کارهای بهتر با استفاده از تجربیات افراد خبره وجود دارد.
- امکان مشاوره و کسب اجازه از مقام بالاتر وجود داشته و سلسله‌مراتب رعایت می‌شود.
- تبادل کدها به‌راحتی امکان‌پذیر است.
- احتمال ناپایداری سیستم و پخش اطلاعات نادرست کاهش می‌یابد.

### ب- معایب

- سامانه مقاوم نیست.
- برای نبردهای هوایی سنگین مناسب نیست.



تصویر شماره ۳: شمایی از پدافند هوایی غیرمتمرکز و مسیر انتقال پیام فرمانده به یک گره خاص

سامانه‌های پدافند هوایی غیرمتمرکز دارای مزایا و معایبی به شرح ذیل می‌باشند که بایستی در طراحی معماری شبکه‌های فرماندهی و کنترل مدنظر باشند.

(پردیس، ۳۲: ۱۳۸۴)

#### الف) مزایا

- سامانه مقاوم است.
- رابطه قدرت و تجهیزات در آن خطی است.
- تصمیم‌گیری در آن سریع می‌شود.
- هر دو هدف تصمیم‌گیری و تبادل اطلاعات در این حالت قابل دسترسی است.
- بازسازی و ترمیم آن به سرعت صورت می‌گیرد.
- از بسترهای موجود مخابراتی می‌توان بهره گرفت و هزینه بستر مخابراتی آن کاهش می‌یابد.
- امکان به روزرسانی و ارتقاء اجزاء آن به سادگی امکان‌پذیر می‌شود.
- امکان اجرای عملیات به صورت گسترده در آن مقدور و تأثیر بمباران بی‌هدف سامانه با توجه به پراکندگی کل سیستم کمتر می‌شود.
- ترافیک اطلاعات در آن توزیع شده و کل سیستم اشباع نمی‌گردد.

- امکان ارتباط و تبادل اطلاعات بین گره‌های مختلف وجود داشته و فقط گره‌هایی که در وضعیت بحرانی قرار دارند باعث ایجاد وضعیت فوق‌العاده برای همسایگان می‌گردند.
- در مقابل حملات گسترده از جهات مختلف مقاوم است.

- امکان افزایش چگالی تجهیزات در مکان‌های راهبردی و کاهش تجهیزات در مکان‌های امن وجود دارد و سامانه به راحتی پیکربندی مجدد می‌شود.

- امکان شنود به راحتی امکان‌پذیر نیست و به نوعی با توجه به این‌که اطلاعات پخش نمی‌شود امنیت اطلاعاتی برقرار می‌شود.

- در صورت از بین رفتن مرکز اصلی، امکان ارتباط سایت‌ها با مراکز دیگر وجود دارد.
- امکان استفاده از سامانه‌های متحرک در آن وجود دارد.

#### ب) معایب

- پیاده‌سازی نرم‌افزاری این سامانه پیچیده است.
- بستر مخابراتی ناهمگون نیاز دارد.
- در مواقع صلح و برای مراقبت هوایی مناسب نیست.
- هماهنگی در آن به سادگی امکان‌پذیر نمی‌باشد.
- اولویت و سلسله‌مراتب در آن تا حدودی از بین می‌رود.
- تأخیر و اشتباه در گزارش ممکن است باعث پخش اطلاعات نادرست در کل سیستم شود.
- نیاز به نیروهای آموزش‌دیده و با توانایی بالا بیشتر می‌شود.
- امکان خودمختاری هر بخش از سیستم زیاد شده و احتمال انجام عملیات خرابکارانه و یا

پس از هر درگیری تعریف می‌شود. (E.Ball, 2003:15)

پایداری متشکل از سه مؤلفه اصابت‌پذیری، آسیب‌پذیری (E.Ball, 2003:15) و برگشت‌پذیری (Yanjun Zuo, 2010) است. اهدافی که در طراحی یک سامانه به‌صورت پایدار مدنظر قرار دارند عبارت‌اند از:

- تأخیر در کشف شدن سامانه تا حد امکان
- در صورت کشف شدن احتراز از شلیک علیه آن

- در صورت شلیک، احتراز از اصابت
- در صورت اصابت، کاهش خسارت و آسیب
- در صورت آسیب و وارد آمدن صدمه، احتراز از نابودی کامل
- در صورت اصابت و عدم نابودی، تعمیر سریع (Gilman, 1986:13)

## ۲،۲،۱- اصابت‌پذیری

اصابت‌پذیری یک سامانه به عدم توانایی آن در جلوگیری از کشف شدن و وارد آمدن ضربه در یک حمله نظامی تعریف می‌گردد. (Ball, 2003:16) برای کاهش احتمال اصابت‌پذیری یک سامانه در محیط تهدید اقدامات زیر مؤثر خواهد بود:

(۱) عوامل داخلی مؤثر بر اصابت‌پذیری یک سامانه

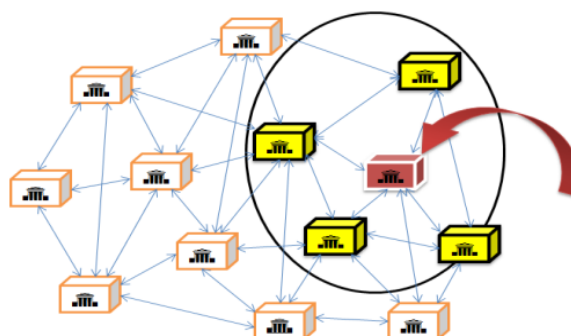
- به‌کارگیری سامانه‌های با احتمال رهگیری کم و کاهش اثرات سامانه در محیط
- اقدامات جنگ الکترونیک تدافعی<sup>۱</sup>
- به‌کارگیری تکنیک‌های پایدار (انجام مأموریت در فضایی خارج از سامانه‌های مراقبتی دشمن)
- هشدارهای وضعیتی (وجود سامانه‌های هشدار دهنده تهدید) (www.survice.com, National research council, 2010)

عوامل خارجی مؤثر بر اصابت‌پذیری یک سامانه

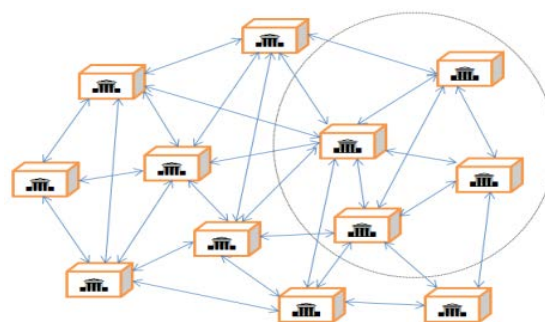
نفوذ به آن بخش بیشتر خواهد شد.

(پردیس، ۱۳۸۴:۳۲)

مطابق تصویر شماره ۴ در صورتی که تهدیدی علیه یک گره صورت پذیرد با از بین رفتن گره مورد تهدید گره‌های جدیدی می‌توانند به‌گونه‌ای پیکربندی شوند که آسیب وارد شده تا حدود زیادی اصلاح شود. تصویر شماره ۵ پیکربندی مجدد سامانه را پس از آسیب دیدن نشان می‌دهد. (پردیس، ۱۳۸۴:۳۲)



تصویر شماره ۴: تهدید یک گره خاص و وضعیت اضطراری برای همسایگان



تصویر شماره ۵: پیکربندی مجدد شبکه پس از حذف یک گره در اثر تهدید

## ۲،۲- پایداری

پایداری یا بر سر پا ماندن گویای قابلیت پدافند هوایی در انجام عملیات مؤثر در طول مدت حملات دشمن و حفظ و نگهداری توانایی کافی جهت مداومت عملیات پدافندی است. (دافوس آجا، ۱۳۸۹:۶) این قابلیت یکی از ویژگی‌های برجسته سامانه‌های پدافندی است و در یک محیط نظامی به‌عنوان قابلیت باقی ماندن با توان عملیاتی

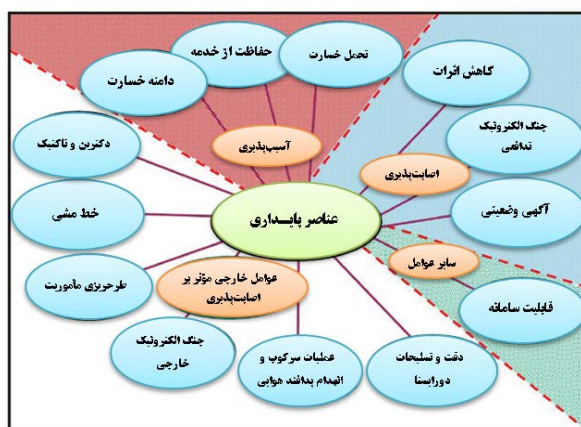
<sup>۱</sup>- Electronic protection (EP)

تحلیل پایداری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی ....

- به کارگیری تسلیحات دقیق و دورایستا توسط دشمن
- به کارگیری حملات سرکوب و انهدام پدافند هوایی توسط دشمن
- اختلال الکترونیکی خارجی (توسط دشمن)
- نوع طرح ریزی مأموریت سامانه در نبرد
- آیین نامه و تاکتیک دفاعی خودی در برابر دشمن
- خط مشی و رویه های خودی در نبرد ( www.survice.com, National research council, 2010:47)

### ۲,۷,۲- آسیب پذیری

آسیب پذیری یک سامانه به عدم توانایی آن در تحمل ضربه ی وارد شده در هنگام اصابت در یک حمله نظامی تعریف می گردد. (E.Ball, 2003:15)



تصویر شماره ۵: مؤلفه های پایداری ( www.survice.com )  
(www.nap.edu,

برای کاهش آسیب پذیری یک سامانه در محیط تهدید اقدامات زیر مؤثر خواهند بود:

- کنترل دامنه آسیب وارده به سامانه
- حفاظت از خدمه در مقابل ضربه
- میزان مقاومت سامانه در برابر آسیب
- قابلیت و توانمندی خود سامانه

- به کارگیری سامانه های حیاتی به صورت جداگانه (E.Ball, 2003:16)

### ۲,۷,۳- برگشت پذیری

برگشت پذیری یک سامانه به توانایی آن در بازیابی خود و برگشت به قابلیت رزمی پس از اصابت و وارد آمدن ضربه در یک حمله نظامی تعریف می گردد. برای نیل به برگشت پذیری مطلوب در محیط تهدید اقدامات زیر مؤثر خواهند بود: (Yanjun Zuo, 2010)

- تخلیه و جابجایی
- کنترل خسارات ناشی از حمله
- آماده نگه داشتن تجهیزات بحرانی به صورت جداگانه

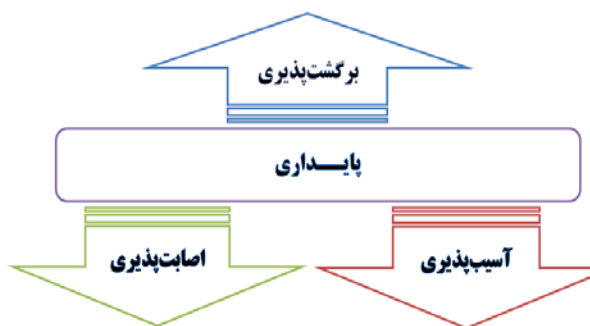
برابر تعاریف ارائه شده توسط کارگروه پایداری نظامی در اروپا، مفهوم پایداری عملیاتی ضمن تأکید بر سه حوزه محوری فوق می تواند به پایداری یک سامانه در طول یک عملیات کامل و یا پایداری یک عملیات به تنهایی نیز اطلاق گردد. در مطالعات اخیر تعریف مفهوم پایداری یک نیرو نیز ارائه شده است که به توانایی یک نیرو در حفظ قابلیت عملیاتی به جای یک سامانه ی تنها می پردازد. در تشریح سه مؤلفه اصابت پذیری، آسیب پذیری و برگشت پذیری هیچ ارجحیت واضحی وجود ندارد و به مشخصات و نقش خود سامانه بستگی دارد. بعضی از انواع سامانه ها و تجهیزات همانند زیردریایی ها و هواپیماها برای نیل به پایداری مطلوب ویژگی اصابت پذیری را کاهش داده اند و ممکن است در دو حوزه ی دیگر سازگاری و مصالحه بیشتری داشته باشند. تانک های قدرتمند جنگی نیز آسیب پذیری را با به کارگیری زره های محکم و نفوذناپذیر کاهش داده اند. طراحی ناوهای جنگی امروزی نیز تمایل دارد تا تعادلی را در هر سه حوزه در ترکیب با یکدیگر به کارگیرد تا پایداری آن ها در میدان نبرد افزایش یابد. ( National

ناهمتراز مورد بازبینی قرار گیرد و این مهم به عنوان یکی از نیازمندی‌های سیستمی قبل از گسترش و استقرار نیروها تعریف گردد.

همچنین تمامی مقدرات و قابلیت‌های اساسی برای تأمین حفاظت از نیروها و نیل به پایداری، بایستی به عنوان یکی از نیازمندی‌ها به لیست اسناد و مدارک هر یگان ضمیمه گردد. این سیستم‌ها و تجهیزات شامل هر سامانه‌ای خواهد بود که امکان گسترش و استقرار آن در محیط ناهمتراز وجود داشته و هدف از به‌کارگیری آن ارتقاء پایداری باشد. (FY05 Sec.141)

## ۲،۸- پایداری و ارتباط آن با ایمنی سامانه

پایداری رزمی یک سامانه به‌عنوان قابلیت آن سامانه در دور ماندن یا مقاومت در محیط تهدیدی که دشمن فراهم نموده است تعریف می‌شود. این قابلیت می‌تواند از طریق محاسبه احتمال بقای سیستم ( $P_s$ ) در یک رویارویی در محیط تهدید اندازه‌گیری شود. عبارت کامل‌تر برای تعریف پایداری یک سامانه در محیط تهدید به توانایی و قابلیت سامانه در دور ماندن و یا مقاومت در محیطی که شامل رویدادهای طبیعی و رویدادهای ایجادشده توسط دشمن است بازمی‌گردد.



تصویر شماره ۷: مؤلفه‌های پایداری

رویدادهایی همانند رعد و برق، طوفان و زمین‌لرزه.

در هنگام ارزیابی پایداری یک سامانه نیاز است تا پایداری به‌صورت مجتمع و یکپارچه مورد بررسی قرار گیرد که به آن پایداری یکپارچه<sup>۱</sup> اطلاق می‌گردد. مفهوم پایداری یکپارچه شامل تمامی مؤلفه‌هایی است که بر توانایی یک سامانه برای عملکرد موفق در محیط تاکتیکی تأثیرگذار باشند. این مؤلفه‌ها نه تنها شامل عوامل و سیستم‌های درونی بوده بلکه تمامی منابع و عوامل بیرونی که پایداری آن سامانه را پشتیبانی نموده و یا بر آن تأثیر می‌گذارند نیز در بر می‌گیرد. عواملی همچون عملیات سرکوب پدافند هوایی، جنگ الکترونیک و حملات دورایستا.<sup>۲</sup> (www.survice.com)

فرآیند ارزیابی پایداری یکپارچه یک سامانه در صحنه نبرد، تعامل و ارتباط نسبی بین مؤلفه‌های بی‌شمار تأثیرگذار بر پایداری آن سامانه، همچون اثرات آن در محیط، قابلیت‌های ضد جنگ الکترونیک و آسیب‌پذیری در مقابل تهدیدات گوناگون را مورد توجه قرار می‌دهد. این ارزیابی چارچوبی را برای سنجش قابلیت یک سامانه جهت فعالیت در یک محیط مملو از تهدید با استفاده از منابع ملی و بومی و بقاء در صحنه نبرد و انجام مأموریت فراهم می‌نماید. (www.survice.com)

## ۲،۷،۴- نیازمندی‌های جدید برای پایداری

در بخش ۱۴۱ سند سالانه مجوز مالی پدافند ملی<sup>۳</sup> آمریکا، ملزومات محافظت از نیروها در محیط نبرد ناهمتراز به عنوان یکی از نیازمندی‌های جدید برای نیل به پایداری ضمیمه شده است. بر اساس این سند، وزیر دفاع نیاز خواهد داشت تا آیین‌نامه‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنمایی‌های وزارت دفاع به منظور ارزیابی میزان پایداری نیروها و تناسب آنها برای رویارویی با تهدیدات

<sup>۳</sup>-Fiscal Year 2005 Sec.141

<sup>۱</sup>- Integrated survivability

<sup>۲</sup>- Standoff attack



تحلیل پایداری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی ....

واژه رایج و تجاری "ایمنی سامانه" نیز تلاش دارد تا شرایطی را که به عنوان مخاطره شناخته شده و می‌تواند به یک حادثه در محیط منجر شوند ولی توسط دشمن ایجاد نمی‌گردند کاهش دهد. بنابراین هر دو مفهوم ایمنی و پایداری تلاش دارند تا یک عملکرد ایمن را حفظ نمایند و بقای سامانه را در تمام شرایط اعم از زمان صلح و جنگ ارتقاء دهند. (E.Ball, 2003:84)

اصابت‌پذیری به عدم توانایی سامانه برای دوری جستن از محیط عملیاتی ایجادشده توسط دشمن (توپ‌ها، موشک‌ها، رادارها، بالگردها و هر مؤلفه دیگری که نیروی مهاجم دشمن ایجاد نماید) تعریف می‌شود. به احتمال زیاد هر سامانه‌ای در هنگام انجام مأموریت توسط یکی از مکانیسم‌های تهاجمی و آسیب‌رسان دشمن مورد تهدید و اصابت قرار خواهد گرفت. لذا سامانه‌ای اصابت‌پذیر نیست که بتواند خود را در محیط تهدید دشمن از اصابت دور نگه دارد. اصابت‌پذیری می‌تواند با محاسبه احتمال اصابت سامانه ( $P_H$ ) توسط یکی از مکانیسم‌های تهاجمی دشمن اندازه‌گیری شود بنابراین: (E.Ball, 2003:85)

$$\text{Susceptibility} = P_H$$

آسیب‌پذیری به عدم توانایی سامانه در مقاومت کردن و تحمل ضربه واردشده توسط یکی از مکانیسم‌های تهاجمی دشمن در محیط تعریف می‌شود. به احتمال زیاد هر سامانه در اثر اصابت یکی از مکانیسم‌های تهاجمی دشمن مورد اصابت قرار خواهد گرفت لذا سامانه‌ای آسیب‌پذیر نیست که بتواند ضربه وارده توسط تجهیزات تهاجمی دشمن را تحمل نماید. آسیب‌پذیری می‌تواند با محاسبه احتمال شرایطی که سامانه پس از اصابت منهدم گردد اندازه‌گیری شود. بنابراین: (E.Ball, 2003:85)

$$\text{Vulnerability} = P_{KH}$$

عدم توانایی سامانه در دوری جستن از مکانیسم‌های تهاجمی دشمن (اصابت‌پذیری) و تحمل ضربه وارده توسط مکانیسم‌های تهاجمی (آسیب‌پذیری) معیاری را به نام فناپذیری<sup>۱</sup> معرفی می‌نماید. فناپذیری میزان سهولت انهدام یک سامانه توسط سیستم‌های تهاجمی دشمن را بیان نموده و می‌تواند با اندازه‌گیری احتمال انهدام سامانه ( $P_K$ ) محاسبه شود. فناپذیری به صورت احتمال مشترک آسیب‌پذیری و اصابت‌پذیری طبق رابطه زیر بیان می‌شود. (E.Ball, 2003:85)

$$P_K = P_H P_{KH}$$

$$\text{Killability} = \text{Susceptibility} \times \text{Vulnerability}$$

پایداری یک سامانه با فناپذیری آن یعنی اصابت‌پذیری، آسیب‌پذیری مرتبط است و با احتمال ( $P_S$ ) بیان می‌گردد. سامانه پایدار سامانه‌ای است که احتمال فناپذیری آن در میدان نبرد کمتر باشد. لذا با لحاظ احتمالات گفته‌شده معادله میزان پایداری یک سامانه عبارت خواهد بود: (<http://www.nap.edu>)

$$\text{Survivability} = 1 - \text{Killability}$$

$$= 1 - (\text{Susceptibility} \times \text{Vulnerability})$$

$$P_S = 1 - P_K = 1 - P_H P_{KH}$$

### ۳- تجزیه و تحلیل و یافته‌های تحقیق

به منظور بررسی فرضیه تحقیق مبنی بر تأثیر به‌کارگیری رویکرد غیرمرکزی در ساختار شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی و سنجش و ارزیابی میزان تأثیر متغیر مستقل "به‌کارگیری رویکرد غیرمرکزی" بر سه مؤلفه اصابت‌پذیری، آسیب‌پذیری و برگشت‌پذیری، از تحلیل رگرسیون استفاده شده به همین منظور سه فرضیه آماری زیر مطرح و معادلات خط رگرسیون بدست آمده به شرح ذیل تحلیل می‌گردند:

#### ۳،۱- فرضیه آماری اول:

<sup>۱</sup>- Kill ability

برای بررسی تأثیر به کارگیری رویکرد غیرمرکزی بر مؤلفه اصابت پذیری از فرضیه آماری زیر استفاده شده است:

$H_0$ : به کارگیری رویکرد غیرمرکزی در شبکه‌ی فرماندهی و کنترل اصابت پذیری آن را کاهش می‌دهد.

$H_1$ : به کارگیری رویکرد غیرمرکزی در شبکه‌ی فرماندهی و کنترل اصابت پذیری آن را کاهش نمی‌دهد.

$$\begin{cases} H_1: \beta_1 = 0 \\ H_0: \beta_1 \neq 0 \end{cases} \text{ (ضریب خط رگرسیون صفر نیست)}$$

در این فرض ( $H_1$ ) با این احتمال مطرح شده است که ضریب متغیر رویکرد غیرمرکزی در معادله خط رگرسیون مربوط به متغیر اصابت پذیری یعنی خط  $Y_1$  برابر صفر باشد. این فرض به مفهوم صفر بودن ضریب  $X_1$  یعنی  $\beta_1$  در معادله خط رگرسیون بوده و در نتیجه بیانگر عدم تأثیر رویکرد غیرمرکزی بر شکل گیری یا توسعه متغیر اصابت پذیری خواهد بود. در طرف مقابل فرض ( $H_0$ ) نشان‌دهنده وجود رابطه و اثر از سوی رویکرد غیرمرکزی بر میزان متغیر اصابت پذیری است، به صورتی که ضریب  $X_1$  یعنی  $\beta_1$  در معادله خط رگرسیون  $Y_1$  غیرصفر باشد.

جدول شماره ۳: ضرایب رویکرد غیرمرکزی در معادله خط میزان

اصابت‌پذیری

رویکرد غیرمرکزی بر اصابت‌پذیری	F-test	T-test
مقادیر معنی‌دار	۱۶/۵۳	۵/۲۵
P-Value	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
معادله خط رگرسیون	$Y_1 = 0/211 - 0/327X_1$	
ضریب تعیین (شدت تغییرات)	٪۴۷/۷	

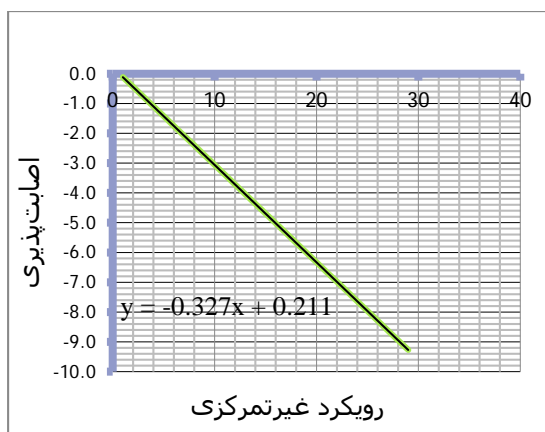
برای بررسی صحت این فرضیه آماری و معنی‌داری

ضریب معادله خط رگرسیون  $Y_1$  با توجه به اینکه  $P$ -Value محاسبه شده برای آزمون  $T$  کوچکتر از  $\alpha = 0/05$  است، بنابراین، فرض  $H_0$  تأیید می‌گردد، یعنی غیرصفر

بودن ضریب  $X_1$  در معادله خط رگرسیون  $Y_1$  با  $0/99/9$  اطمینان وجود دارد. با توجه به اینکه  $P$ -Value کوچکتر از مقدار  $\alpha = 0/05$  است، لذا غیرصفر بودن ضریب  $X_1$  یعنی  $\beta_1$  را با احتمال خطای  $0/002$  می‌توان اعلام نمود.

برای بررسی و تأیید معنی‌داری ضریب عرض از مبدأ در معادله خط، به کمک مقدار  $P$ -Value بدست آمده برای آزمون  $F$  که برابر  $0/002$  می‌باشد و توجه به این نکته که مقدار آن از  $\alpha = 0/05$  کوچکتر است، لذا وجود مقدار عرض از مبدأ در معادله خط رگرسیون  $Y_1$  مورد تأیید قرار می‌گیرد. در واقع آزمون آماری  $T$  و  $F$  در خصوص فرض بیان‌شده حاکی از تأیید ضرایب بدست آمده و در نهایت معادله خط رگرسیون محاسبه شده توسط نرم‌افزار SPSS است.

مطابق نتایج تحلیل و ضرایب رگرسیون خطی (معادله خط بدست آمده) تأثیر متغیر مستقل رویکرد غیرمرکزی بر میزان اصابت‌پذیری مستقیم است، اما نوع رابطه معکوس می‌باشد. در واقع افزایش میزان تغییرات مثبت متغیر مستقل منجر به ایجاد تغییرات منفی در متغیر وابسته می‌گردد. در مورد شدت تغییرات هم می‌توان گفت که ٪۴۷/۷ درصد تغییرات خط  $Y_1$  در این معادله با فرض استقلال متغیرها، مربوط به رویکرد غیرمرکزی است و پیش‌بینی می‌شود که سایر عوامل، ٪۵۲/۳ تغییرات متغیر وابسته اصابت‌پذیری را به خود اختصاص دهند.





نمودار شماره ۱: خط رگرسیون مربوط به مؤلفه اصابت پذیری

### ۳،۲- فرضیه آماری دوم:

برای بررسی تأثیر رویکرد غیرمتمرکز بر مؤلفه آسیب پذیری از فرضیه آماری زیر استفاده شده است:

$H_0$ : به کارگیری رویکرد غیرمتمرکز در شبکه‌ی فرماندهی و کنترل آسیب پذیری آن را کاهش می‌دهد.

$H_1$ : به کارگیری رویکرد غیرمتمرکز در شبکه‌ی فرماندهی و کنترل آسیب پذیری آن را کاهش نمی‌دهد.

$$\begin{cases} H_1: \beta_2 = 0 \\ H_0: \beta_2 \neq 0 \end{cases} \text{ (ضریب خط رگرسیون صفر نیست)}$$

در این فرض ( $H_1$ ) با این احتمال مطرح شده است که ضریب متغیر رویکرد غیرمتمرکز در معادله خط رگرسیون مربوط به متغیر آسیب پذیری یعنی خط  $Y_2$  برابر صفر باشد. این فرض به مفهوم صفر بودن ضریب  $X_2$  یعنی  $\beta_2$  در معادله خط رگرسیون خواهد بود و در نتیجه بیانگر عدم تأثیر رویکرد غیرمتمرکز بر شکل گیری یا توسعه متغیر آسیب پذیری خواهد بود. در طرف مقابل فرض ( $H_0$ ) نشان دهنده وجود رابطه و اثر از سوی رویکرد غیرمتمرکز بر میزان آسیب پذیری است، به صورتی که ضریب  $X_2$  یعنی  $\beta_2$  در معادله خط رگرسیون  $Y_2$  غیرصفر باشد.

جدول شماره ۴: ضرایب رویکرد غیرمتمرکز در معادله خط

میزان آسیب پذیری

رویکرد غیرمتمرکز بر اصابت پذیری	F-test	T-test
مقادیر معنی دار	۱۳/۰۵	۸/۴۱
P-Value	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
معادله خط رگرسیون	$Y_2 = 0/119 - 0/408X_2$	
ضریب تعیین (شدت تغییرات)	٪۵۳/۹	

برای بررسی صحت این فرضیه آماری و معنی داری

ضریب معادله خط رگرسیون  $Y_2$  با توجه به اینکه P-

Value محاسبه شده برای آزمون T کوچکتر از  $\alpha=۰/۰۵$  می‌باشد، بنابراین، فرض  $H_0$  تأیید می‌گردد، یعنی غیرصفر بودن ضریب  $X_2$  در معادله خط رگرسیون  $Y_2$  با ۹۹/۹٪ اطمینان وجود دارد. با توجه به اینکه P-Value کوچکتر از مقدار  $\alpha=۰/۰۵$  است، لذا غیرصفر بودن ضریب  $X_2$  یعنی  $\beta_2$  با احتمال خطای ۰/۰۰۱ را می‌توان اعلام نمود.

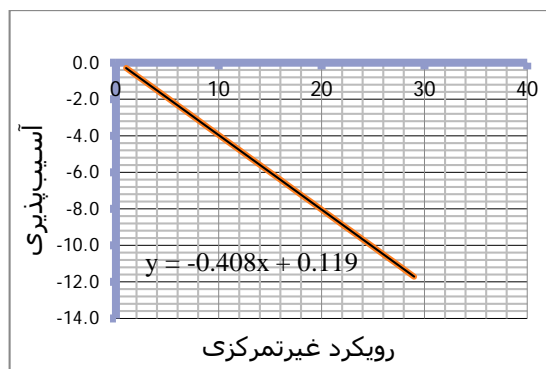
برای بررسی و تأیید معنی داری ضریب عرض از مبدأ در معادله خط، به کمک مقدار P-Value بدست آمده برای آزمون F که برابر ۰/۰۰۱ می‌باشد و توجه به این نکته که مقدار آن از  $\alpha=۰/۰۵$  کوچکتر است، لذا وجود مقدار عرض از مبدأ در معادله خط رگرسیون  $Y_2$  مورد تأیید قرار می‌گیرد. در نتیجه آزمون آماری T و F در خصوص فرض بیان شده حاکی از تأیید ضرایب بدست آمده و در نهایت معادله خط رگرسیون محاسبه شده توسط نرم افزار SPSS است.

مطابق نتایج تحلیل و ضرایب رگرسیون خطی (معادله خط بدست آمده) تأثیر متغیر مستقل رویکرد غیرمتمرکز بر میزان آسیب پذیری مستقیم است، اما نوع رابطه معکوس می‌باشد. در واقع افزایش میزان تغییرات مثبت متغیر مستقل منجر به ایجاد تغییرات منفی در متغیر وابسته می‌گردد. در مورد شدت تغییرات هم می‌توان گفت که ۵۳/۹٪ درصد تغییرات خط  $Y_2$  در این معادله با فرض استقلال متغیرها، مربوط به رویکرد غیرمتمرکز است و پیش بینی می‌شود که سایر عوامل، ۴۶/۱٪ تغییرات متغیر وابسته آسیب پذیری را به خود اختصاص دهند.

مقادیر معنی‌دار	۹/۰۸	۴/۲۷
P-Value	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
معادله خط رگرسیون	$Y_3 = 0/214 + 0/508X_3$	
ضریب تعیین (شدت تغییرات)	۰/۶۴/۱	

برای بررسی صحت این فرضیه آماری و معنی‌داری ضریب معادله خط رگرسیون  $Y_3$  با توجه به اینکه P-Value محاسبه شده برای آزمون T کوچکتر از  $\alpha=0/05$  می‌باشد، بنابراین، فرض  $H_0$  تأیید می‌گردد، یعنی غیرصفر بودن ضریب  $X_3$  در معادله خط رگرسیون  $Y_3$  با P-Value ۰/۰۰۲/۹۹/۹ اطمینان وجود دارد. با توجه به اینکه P-Value کوچکتر از مقدار  $\alpha=0/05$  است، لذا غیرصفر بودن ضریب  $X_3$  یعنی  $\beta_3$  را با احتمال خطای  $0/001$  می‌توان اعلام نمود.

برای بررسی و تأیید معنی‌داری ضریب عرض از مبدأ در معادله خط، به کمک مقدار P-Value بدست آمده برای آزمون F که برابر  $0/002$  می‌باشد و توجه به این نکته که مقدار آن از  $\alpha=0/05$  کوچکتر است، لذا وجود مقدار عرض از مبدأ در معادله خط رگرسیون  $Y_3$  مورد تأیید قرار می‌گیرد. در نتیجه آزمون آماری T و F در خصوص فرض بیان شده حاکی از تأیید ضرایب بدست آمده و در نهایت معادله خط رگرسیون محاسبه شده به وسیله نرم‌افزار SPSS است. در مورد شدت تغییرات هم می‌توان گفت که  $0/64/19$  درصد تغییرات خط  $Y_3$  در این معادله با فرض استقلال متغیرها، مربوط به رویکرد غیرمرکزی است و پیش‌بینی می‌شود که سایر عوامل،  $0/35/9$  تغییرات متغیر وابسته برگشت‌پذیری را به خود اختصاص دهند. علاوه بر آن رابطه بین متغیر مستقل اول با نتایج تحلیل بعد سوم از ارتقاء پایداری مستقیم و هم‌راستا می‌باشد. بنابراین تغییر یا تأثیر متغیر مستقل اثرات مستقیم و هم‌راستا با متغیر وابسته ایجاد خواهد کرد.



نمودار شماره ۲: خط رگرسیون مربوط به مؤلفه آسیب‌پذیری

### ۳،۳- فرضیه آماری سوم:

برای بررسی تأثیر رویکرد غیرمرکزی بر میزان برگشت‌پذیری از فرضیه آماری زیر استفاده شده است:

$H_0$ : به‌کارگیری رویکرد غیرمرکزی در شبکه‌ی فرماندهی و کنترل برگشت‌پذیری آن را ارتقاء می‌دهد.

$H_1$ : به‌کارگیری رویکرد غیرمرکزی در شبکه‌ی فرماندهی و کنترل برگشت‌پذیری آن را ارتقاء نمی‌دهد.

$$\begin{cases} H_1: \beta_3 = 0 \\ H_0: \beta_3 \neq 0 \text{ (ضریب خط رگرسیون صفر نیست)} \end{cases}$$

در این فرض ( $H_1$ ) با این احتمال مطرح شده است که ضریب رویکرد غیرمرکزی در معادله خط رگرسیون مربوط به متغیر برگشت‌پذیری یعنی خط  $Y_3$  برابر صفر باشد. این فرض به مفهوم صفر بودن ضریب  $X_3$  یعنی  $\beta_3$  در معادله خط رگرسیون خواهد بود و در نتیجه بیانگر عدم تأثیر رویکرد غیرمرکزی بر شکل‌گیری یا توسعه متغیر برگشت‌پذیری خواهد بود. در طرف مقابل فرض ( $H_0$ ) نشان‌دهنده وجود رابطه و اثر از سوی رویکرد غیرمرکزی بر میزان برگشت‌پذیری است، به‌صورتی که ضریب  $X_3$  یعنی  $\beta_3$  در معادله خط رگرسیون  $Y_3$  غیرصفر باشد.

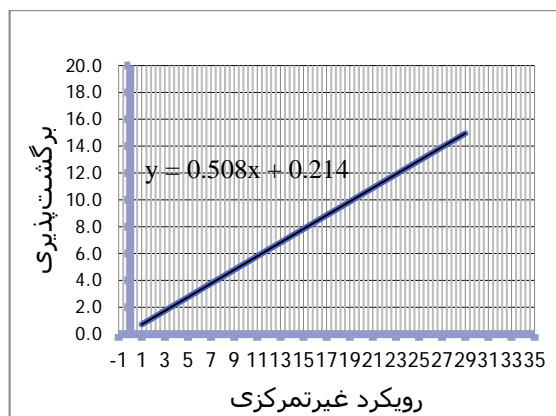
جدول شماره ۵: ضرایب رویکرد غیرمرکزی در معادله خط

میزان برگشت‌پذیری

رویکرد غیرمرکزی بر اصابت‌پذیری	F-test	T-test
--------------------------------	--------	--------

کنترل پدافند هوایی آنها محسوب می‌شود، اما استفاده از این رویکرد در مورد کشورهای که از فناوری‌های پیشرفته ارتباطی و اطلاعاتی برخوردار نیستند به ایجاد ساختارهای سلسله مراتبی با لایه‌های فراوان، کنترل کاملاً متمرکز، وابستگی شدید مراکز فرماندهی و کنترل به مراکز بالا دستی، عدم توانایی در اتخاذ تصمیم مناسب و به موقع و انعطاف‌پذیری بسیار کم در شرایط بحران و تهدیدهای هوایی گسترده منجر شده و عملاً اجرای مأموریت پدافند هوایی را غیرممکن خواهد نمود. نتایج نبردهای اخیر در منطقه نیز مؤید آن است که ساختارهای پدافندی سلسله مراتبی در برابر تهاجم گسترده نیروهای مهاجم که از راهبرد برتری هوایی همه‌جانبه بهره می‌گیرند کارایی چندانی نخواهد داشت. لذا در این تحقیق، عدم تمرکز در فرماندهی و کنترل به عنوان یک راه‌کار جهت ارتقاء پایداری مراکز و شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج حاصل از تحقیق مؤید این نکته است که چنانچه شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی با طراحی معماری عملیاتی، سیستمی و فنی مناسب و تعریف مأموریت، شرح وظایف و روش‌ها و روال‌های مناسب از حالت سلسله مراتبی فاصله گرفته و به سمت عدم تمرکز هم در فرماندهی و کنترل و هم در اجرا سوق یابد، پایداری آن در برابر تهدیدهای هوایی ارتقاء خواهد یافت.

از این‌رو نیاز است تا فضای کشور به مناطق مختلف پدافندی تقسیم و مسئولیت دفاع از هر منطقه به یک مرکز عملیات منطقه‌ای مشخص واگذار گردد. لایه‌های سازمانی در شبکه پدافند هوایی با ادغام مراکز مختلف با یکدیگر کم شده و با تعریف شرح وظایف مشخص برای مراکز فرماندهی و کنترل نحوه به‌کارگیری انواع حساسه‌ها و سامانه‌های سلاح در آنها به معنای واقعی به صورت حساسه به شلیک‌کننده اصلاح و از طولانی شدن



نمودار شماره ۳: خط رگرسیون مربوط به مؤلفه برگشت‌پذیری

#### ۴- نتیجه‌گیری:

پایداری یک نیازمندی اساسی برای سامانه‌هایی است که در سیستم یکپارچه پدافند هوایی هر کشوری خدمت می‌نمایند. مراکز فرماندهی و کنترل به عنوان عوامل برترساز در ساختار پدافند هوایی مطرح هستند. پایداری مطلوب مراکز فرماندهی و کنترل، دوام و اثربخشی عملیات پدافند هوایی را به همراه خواهد داشت. به منظور ارتقاء پایداری یک سامانه در شرایط بحرانی نیاز است تا عوامل مؤثر بر آن (اصابت‌پذیری، آسیب‌پذیری و برگشت‌پذیری) مورد تحلیل و بررسی قرار گیرند. هرچه احتمال اصابت‌پذیری سامانه‌ای در محیط تهدید کمتر باشد پایداری آن بیشتر خواهد بود. هرچه میزان آسیب‌پذیری یک سامانه در محیط تهدید کمتر باشد پایداری آن نیز بیشتر و هرچه میزان برگشت‌پذیری یک سامانه در محیط تهدید بیشتر، پایداری آن نیز بیشتر خواهد بود. هر چند امروزه کشورهای صاحب فناوری‌های پیشرفته ارتباطی و اطلاعاتی به دلیل ویژگی‌های خاص سامانه‌های پدافند هوایی و دستیابی به دو اصل وحدت فرماندهی و وحدت تلاش به دنبال متمرکز نمودن کنترل در ساختار پدافند هوایی بوده و به‌کارگیری رویکرد فرماندهی و کنترل متمرکز و اجرای غیرمتمرکز شیوه‌ای مرسوم در شبکه‌های فرماندهی و

چرخه اطلاعات و فرآیند اتخاذ تصمیم جلوگیری شود. نیاز است تا از مراکز فرماندهی و کنترل راه‌کنشی با قابلیت تحرک و جابجایی بالا و تعمیر و نگهداری آسان بهره گرفته و از روش‌های آماد و پشتیبانی مناسب جهت ارتقاء قابلیت برگشت‌پذیری این مراکز استفاده شود.

#### ۴،۱- منابع:

#### الف: منابع فارسی

- ۱) آقالزاده، علی‌اصغر، طرح‌ریزی عملیات پدافند هوایی، انتشارات دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، ۱۳۹۱
- ۲) بحیرایی، وهاب‌الدین، فرماندهی و کنترل، انتشارات دانشگاه هوایی شهید ستاری تهران، ۱۳۸۸
- ۳) بختیاری، ایرج و مسلم چمنی، فرماندهی و کنترل-۲، انتشارات دانشگاه خاتم‌الانبیاء(ص)، ۱۳۹۶
- ۴) پردیس، سیدرضا، اهمیت راهبردی سامانه فرماندهی و کنترل و تدوین راهبرد بهینه در توسعه و کاربرد فرماندهی و کنترل در نهجا، رساله دکتری، دانشگاه عالی دفاع ملی، ۱۳۸۴
- ۵) رابینز، استیفن، تئوری سازمان، ترجمه سید مهدی الوانی و حسن دانایی‌فرد، انتشارات صفار، ۱۳۷۹
- ۶) ستاری‌خواه، علی و سیدرضا پردیس، فرماندهی و کنترل ۱ (C4ISR)، جلد یکم، انتشارات دانشگاه هوایی، ۱۳۹۱
- ۷) فرچپور علمداری، عباس، بازطراحی شبکه و سامانه فرماندهی و کنترل (C4ISR) پدافند هوایی در کلیه سطوح

- سازمانی جهت مقابله با تهدیدات ناهمگون، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دافوس آجا، ۱۳۹۰
- ۸) فهیمی، مهدی و محمدرضا ولوی، "مروری بر ادبیات و معرفی طرح‌های مهم C4I"، انتشارات مؤسسه آموزشی تحقیقاتی صنایع دفاعی، ۱۳۸۴
- ۹) قنوات، مسعود، طرح‌ریزی جنگ‌افزار پدافند هوایی، انتشارات دافوس آجا، ۱۳۸۸
- ۱۰) کشتکار، مهران، شناخت ضرورت‌های سامانه ارتباطی در شبکه فرماندهی و کنترل و رتبه بندی آن، فصلنامه علمی و پژوهشی فرماندهی و کنترل C4I، سال اول، شماره یک
- ۱۱) گروه آموزش‌های تخصصی پدافند هوایی، مدیریت صحنه نبرد، دافوس آجا، ۱۳۸۹
- ۱۲) منطقی، مصطفی، "بررسی پدافند هوایی و نقش آن در قرن بیست و یکم"، مؤسسه آموزشی تحقیقاتی صنایع دفاعی، ۱۳۸۰
- ۱۳) یآوری، احیاء و مهدی فهیمی، مروری بر ادبیات و معرفی طرح‌های مهم C4I، انتشارات مؤسسه آموزشی تحقیقاتی صنایع دفاعی، ۱۳۸۴

#### ب) منابع انگلیسی:

- 14) Committee on Future Air Force Needs for Survivability, "Future Air Force Needs for Survivability", National Research Council, 2010
- 15) Fiscal Year 2005, Sec.141
- 16) FM 44-100, Chapter 2, 2012
- 17) Robert E. Ball, "The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design", Second Edition, American Institute of Aeronautics and Astronautics Education Series, 2003.
- 18) Robert john gilman, Survivability Consideration During Aircraft Conceptual Design, Postgraduated thesis, U.S Naval acdemy, 1986
- 19) YANJUN ZUO, 43rd Hawaii International Conference on System Sciences, , 2010 , Honolulu, HI, USA