

هماهنگ سازی بهینه در رله های جریان زیاد جهت دار با استفاده از PSO-TVAC

چکیده

این مقاله یک تغییر بهینه در الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات¹ که به آن ضرایب شتاب تغییر پذیر با زمان گفته می شود را جهت حل کردن هماهنگ سازی بهینه رله های جریان زیاد جهت دار (DOCR) در یک سیستم قدرت عملی، با در نظر گرفتن جریان رشد بهینه (Ip) به صورت پارامتر گسسته، و تنظیمات صفحه زمانی به صورت پارامتر پیوسته به منظور دستیابی به حداقل زمان اجرا برای رله ها در حالیکه محدودیت های مرزی مختلف را برآورده کند، ارائه می کند. نتایج مقایسه با روش های بهینه سازی کلی استاندارد مانند GA با استفاده از جعبه ابزار متلب، PSO و دیگر روش ها، بیانگر بازده در متغیر پیشنهاد شده بوده و ظرفیت آن را جهت بهبود جواب هماهنگ سازی بهینه در رله های جریان زیاد، تایید می کند.

1. مقدمه

به سبب نیاز به امنیت سیستم های قدرت، رله های حفاظتی باید به خوب با همدیگر هماهنگ باشد. مشکل رله حفاظتی هماهنگ سازی در سیستم های قدرت شامل انتخاب تنظیمات مناسبی است که در آن عملکرد حفاظتی پایه تحت نیازمندی های حساسیت، انتخاب گری، قابلیت اطمینان سرعت برآورده می شود [1-4]. هماهنگ سازی بین رله های جریان زیاد به منظور حذف خطاها توسط جدا کردن کمترین بخش ممکن از شبکه انجام شده است [5]. در مسئله هماهنگ سازی رله، هدف به صورت حداقل کردن یک تابع هدف مشخص است که به صورت کل زمان اجرا در

رله اولیه است. در نتیجه، به صورت فرآیند تعیین تنظیمات رله (تنظیمات صفحه زمانی و جریان رشد یا تنظیمات تپ رشد برای رله های جریان زیاد جهت دارد) است به نحوی که رله اولیه نزدیک به خطا، سریعتر از دیگر رله های ثانویه کار می کند. در این مسئله محدودیت های مختلفی مانند محدودیت های مرزی و بازه زمانی هماهنگ سازی به منظور تضمین عملیات ترتیبی صحیح در این رله ها، در نظر گرفته می شود [1-5].

چندین روش متعارف برای هماهنگ سازی رله های جریان زیاد پیشنهاد شده است، اوراندتا و همکاران [1] اولین محققانی بودند که کاربرد نظریه بهینه سازی در هماهنگ سازی رله های جریان زیاد جهت دار را با استفاده از روش های برنامه نویسی خطی حل کردند. مشکل این روش های بهینه سازی، این است که آنها مبتنی بر حدس اولیه بوده و ممکن است در مقادیر بهینه محلی قرار بگیرند [7-10]. نویسندگان در [6] یک مرور از بخش های اصلی در این حوزه را ارائه کردند. اخیراً، به منظور حل مسائل هماهنگ سازی، به صورت یک مسئله بهینه سازی پیچیده و غیر محدب، روش های بهینه سازی مبتنی بر هوش پیشنهاد شده است [10].

کاربرد روش های تکاملی در هماهنگ سازی بهینه رله های جریان زیاد جهت دار استفاده شده است. در [3]، مشکل تعیین تنظیمات بهینه در DOCR به صورت یک مسئله برنامه نویسی غیرخطی فرموله شده و روش GA ترکیبی جهت یافتن جواب بهینه پیشنهاد شده است. نویسندگان در [2] یک ترکیبی بار در نظر گرفتن ساختارهای شبکه مختلف را پیشنهاد دادند. در [4]، نویسندگان یک الگوریتم جستجوگر را برای هماهنگ سازی رله های جریان زیاد جهت دار پیشنهاد دادند. در [5]، یک روش تحلیلی برای هماهنگ سازی بهینه رله های جریان زیاد تنظیم و اعمال شده است.

الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات توسط کندی و ابرهارت [7,8] معرفی شده و یکی از قدرتمندترین روش هایی است که با موفقیت جهت حل مسائل مختلف مرتبط با هماهنگ سازی حفاظت سیستم اعمال شده است. به منظور بهبود مشخصه همگرایی و کیفیت جواب PSO استاندارد، متغیرهای مختلف و نسخه های بهبود یافته ای مبتنی بر PSO برای حل مسائل هماهنگ سازی رله ها پیشنهاد داده شده است. متغیرهایی به نام بهینه سازی ازدحام ذرات (MPSO) برای حل هماهنگ سازی بهینه در رله های جریان زیاد جهت دار و فاصله با در نظر گرفتن جبران سازی سری

پیشنهاد شده است [12-16]. اخیراً، یک متغیر جدید مبتنی بر PSO به نام ضریب شتاب متغیر با زمان توسط نویسندگان در 17 جهت حل کردن توزیع اقتصادی با در نظر گرفتن محدودیت های مول غیر محدب، پیشنهاد کرده اند [18].

در این مقاله، مسئله تعیین مقادیر بهینه TDS (پارامتر پیوسته) و PTS (پارامتر گسسته) در DOCR به صورت یک برنامه غیرخطی فرموله شده و توسط الگوریتم PSO-TVAC حل شده است. روش پیشنهاد شده در یک سیستم تست 8-باس عملی تایید شده است.

2. فرموله کردن مسئله

در مسئله هماهنگ سازی رله در DOCRها، هدف اصلی طرح، حداقل کردن کل زمان اجرا رله های اولیه از طریق دو نوع از تنظیمات به نام تنظیمات صفحه زمانی TDS و تنظیمات تپ رشد PTS است. تابع هدف می تواند به صورت زیر تعریف شود [3]:

$$\min J = \sum_{i=1}^n w_i t_i \quad (1)$$

که در آن n تعداد رله ها و w_i احتمال مربوط به هر کدام در رخداد خطا داده شده در هر ناحیه حفاظت بوده و عموماً برابر یک ثابت شده و t_i زمان اجرا در رله i است.

2.1. مشخصه رله

زمان اجرا در رله جریان زیاد یک تابع غیرخطی از تنظیمات جریان رشد و تنظیمات صفحه زمانی است. معادلات متنوعی برای شبیه سازی مشخصه رله های افزایش جریان اعمال شده است. در این مقاله، ما از فرمول ریاضی تخمین برای یک مشخصه رله در مرجع [2-3] به صورت زیر استفاده کرده ایم

$$T_{ik} = TDS_i \frac{0.14}{\left(\frac{I_i}{I_{P_i}}\right)^{0.02} - 1} \quad (2)$$

که TDS_i و Ip_i تنظیمات جریان رشد اولیه و صفحه زمانی در رله ام بوده و Ia جریان خطا عبوری از طریق رله i ام است. مفهوم تنظیم تپ رشد می تواند به صورت زیر فرموله شود :

$$PTS_i = Ip_i / RC_i \quad (3)$$

که RC_i مخفف نسبت CT است.

2.2. محدودیت ها

مسئله هماهنگ سازی دارای دو نوع از محدودیت است، در ابتدا، محدودیت مشخصه رله و سپس محدودیت هماهنگ سازی. محدودیت رله ها شامل محدودیت های زمان اجرا رله و تنظیمات آن است. محدودیت های هماهنگ سازی مربوط به رله های پشتیبان و رله های اولیه می باشد.

A1. محدودیت زمان اجرا و مرزها در تنظیمات رله

• مرزها در زمان اجرا. محدودیت ها به صورت زیر بیان می شود:

$$TDS_i^{\min} \leq TDS_i \leq TDS_i^{\max}, \quad i = 1, \dots, m \quad (4)$$

$$PTS_i^{\min} \leq PTS_i \leq PTS_i^{\max}, \quad i = 1, \dots, m \quad (5)$$

که در آن T_{ik}^{\max} و T_{ik}^{\min} حداقل و حداکثر زمان اجرا در رله i ام و موقعیت k ام است.

محدودیت تنظیمات زمان اجرا. محدودیت ها در TDS و Ip_i به صورت زیر بیان می شود:

$$T_{ik} \geq T_{jk} + CTI; \quad CTI = 0.3 \quad (6)$$

که پارامترها هر کدام حداقل و حداکثر مقدار TDS_i و PTS_i در رله موقعیت k ام است.

A2. ملاک های هماهنگ سازی

هماهنگ سازی رله های افزایش جریان جهت دار شامل یک انتخاب رله به نحوی است که هر خطا در سیستم، یک حداقل هماهنگ سازی مشخص از بازه یا زمان تاخیر بین رله اجرایی و اولیه داشته باشد و این بازه تضمین می کند که رله پشتیبان تنها زمانی که رله اولیه قادر به انجام وظیفه محول شده نباشد، کار می کند [2]. بازه هماهنگ سازی زمانی (CTI) معمولاً بین 0.2 و 0.5 ثانیه انتخاب می شود. در این مقاله، CTI به میزان 0.3 انتخاب شده است.

$$T_{ik} \geq T_{jk} + CTI; \quad CTI = 0.3 \quad (6)$$

که T_{jk} زمان اجرا و R_j رله اولیه برای موقعیت k ام است. زمان اجرا T_{ik} در رله پشتیبان R_i برای خطا مشابه در موقعیت k ام به صورت زیر است:

$$error = (T_{op-jk} - (T_{op-ik} + CTI)) \quad (8)$$

که در آن خطا در ملاک هماهنگی سازی بوده و T_{op-ik} و T_{op-jk} زمان اجرا در رله اولیه و رله پشتیبان است.

3. الگوریتم بهینه سازی

3.1. استاندارد PSO

بهینه سازی ازدحام ذرات، در ابتدا توسط کندی و ابرهت در سال 1995 معرفی شد و نسبتاً یک روش جستجو ابتکاری جدید در شبیه سازی رفتار سیستم اجتماعی است. خلاقیت پشت این مفهوم، به صورت توازن مناسب در کشف و بهره برداری از ظرفیت های موجود برای دستیابی به همگرایی بهتر در جواب بهینه است. در استاندارد PSO، یک جمعیت از اجزاء با موقعیت های تصادفی بیان شده توسط $x(t)$ و سرعت های تصادفی $v(t)$ مشخص می شوند. سرعت بهبود یافته و موقعیت هر جزء می تواند با استفاده از سرعت جریان و فاصله از $Pbest_i$ و $Gbest_i$ نشان داده شده در کلیت فرمول زیر بیان شود:

$$\begin{cases} v(t+1) = w * v(t) + c_1 rand_1 * (Pbest_i - x(t)) + c_2 rand_2 * (Gbest_i - x(t)) \\ x(t+1) = x(t) + v(t+1) \end{cases} \quad (9)$$

که در آن $V(t+!)$ و $V(t)$ جریان و سرعت بهبود یافته است و $rand1$ و $rand2$ اعداد تصادفی بیان 0 و 1 است. P_{besti} و G_{besti} بهترین مقادیر یافت شده توسط جزء i و گروه بوده است و $v(t+1)$ و $v(t)$ جریان و موقعیت بهبود یافته هستند. $C1$ و $C2$ ضرایب اجتماعی و شناختمند هستند.

$$\begin{cases} c_1 = (c_{1f} - c_{1i}) \frac{iter}{iter_{max}} + c_{1i} \\ c_2 = (c_{2f} - c_{2i}) \frac{iter}{iter_{max}} + c_{2i} \end{cases} \quad (10)$$

3.2. PSO مبتنی بر ضرایب شتاب تغییر پذیر با زمان

ایده پشت TVAC به صورت بهبود جستجو محلی در رله بخش بهینه سازی و تشویق اجزاء به همگرایی در بهینه محلی در انتهای جستجو است [17]. این مورد توسط تغییر ضرایب شتاب $C1$ و $C2$ با زمان به دست می آید به نحوی که مولفه شناختمند در حالیکه در مولفه اجتماع به صورت پروسه جستجو افزایش پیدا می کند، کاهش می یابد. ضرایب شتاب به صورت زیر بیان می شوند:

$$w = (w_{max} - w_{min}) * \frac{(iter_{max} - iter)}{iter_{max}} + w_{min} \quad (11)$$

که در آن ضرایب C بیانگر عوامل شتاب اجتماعی و متادیر ابتدایی و نهایی مولفه شناختمند هستند. مقدار این ضرایب از مراجع 18 و 19 بخش 2.5 به دست آمده است. مفهوم وزن ابتدایی متغیر با زمان در مرجع 17 معرفی شده است و جهت کاهش خطی از 0.9 تا 0.4 در مدت اجرا پیشنهاد شده است. وزن مانده به صورت زیر فرموله شده است: که در آن $iter$ تکرار جریان بوده در حالیکه $iter_{max}$ حداکثر تعداد تکرارها می باشد.

4. نتایج شبیه سازی

4.1. مطالعات موردی

سه حالت تست در نظر گرفته شده است:

1- تست اول شامل اعمال جعبه ابزار الگوریتم ژنتیک است (GATOOL).

2- تست دوم توسط اعمال PSO اصلی جهت حل کردن مسئله هماهنگ سازی رله اعمال می شود (PSO-TVAC)

3- مسئله هماهنگ سازی DOCR با استفاده از تنظیم جمعیت اولیه یافت شده از PSO-TVAC 1 حل می شود.

تنظیمات پارامترها در سه الگوریتم در جدول 1 نشان داده شده است.

جدول 1- تنظیم پارامترها در سه الگوریتم

GA Toolbox	PSO-TVAC 1	PSO-TVAC 2
Population size 200	Population size 200	Population size 200
Max- generations 4000	Max- generations 1000	Max- generations 1000
Selection, Crossover and Mutation.(Gatool:)	C1f=0.2, C1i=2.5 C2f=2.2, C2i=0.2 Wmin=0.4, Wmax=0.9	C1f=0.2, C1i=2.5 C2f=2.2, C2i=0.2 Wmin=0.4, Wmax=0.9

4.2. الگوریتم پیشنهاد شده به یک شبکه 8-باس

اعمال شده است. نمودار تک خط در این سیستم تست در شکل 1 نشان داده شده است. در این مقاله، بازه زمانی

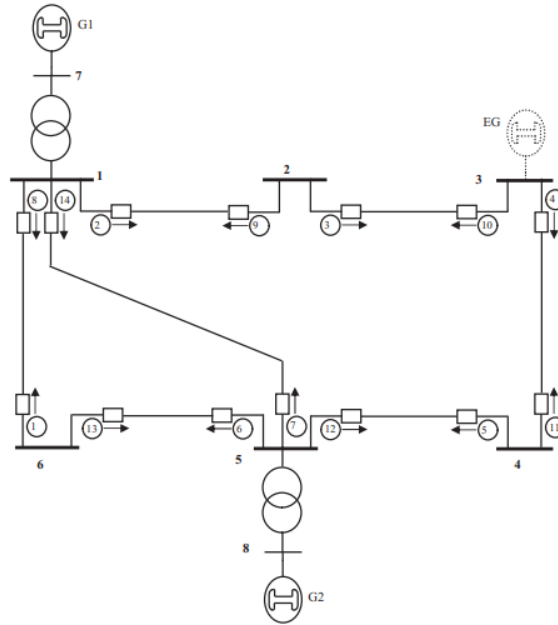
هماهنگ سازی CTI برابر با 0.3 فرض شده و مقادیر TDS می تواند به صورت پیوسته در محدوده 0.1 تا 1.1 باشد

در حالیکه هفت مقدار تپ رشد گسسته PTS به ترتیب برابر با 0.5، 0.6، 0.8، 1، 1.5، 2، و 2.5 است [2]. نسبت

جریان ترانس های در رله (1، 2، 4، 5، 6، 8، 10، 11، 12 و 13) و (3، 7، 9؛ 14) به ترتیب برابر با 240 و 160

در نظر گرفته می شوند. جریان اتصال کوتاه برای خطاهای اتصال کوتاه نزدیک انتها در جدول 2 داده شده است. داده

فنی با جزئیات بیشتر می تواند از مرجع 4 به دست آید .

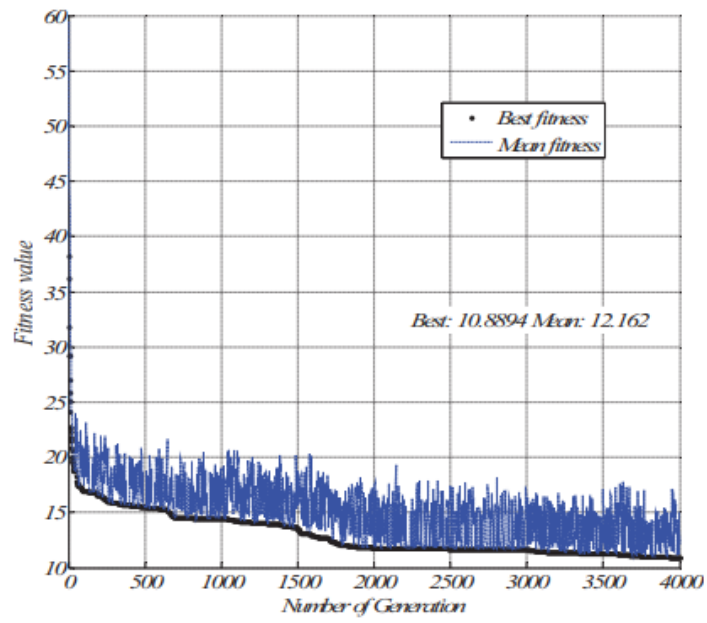


شکل 1- نمودار تک خط در سیستم 8-باس

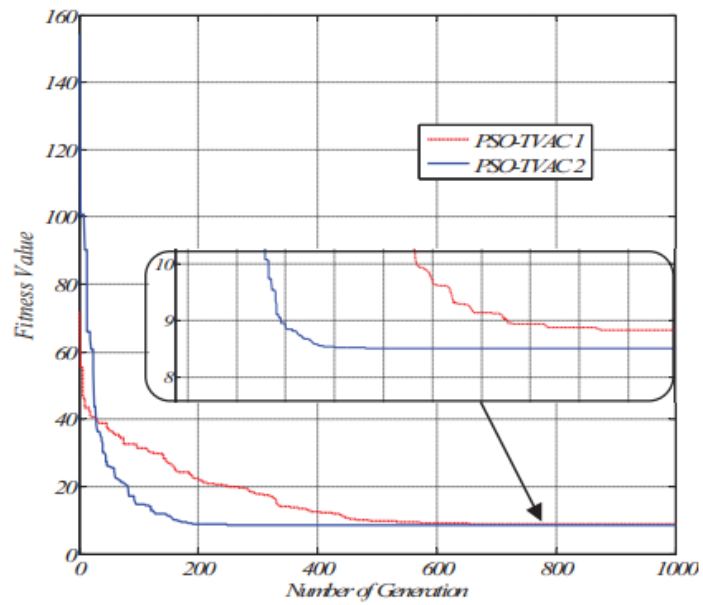
جدول 2- نتایج مدار اتصال کوتاه 3 فاز نزدیک به انتهای خط در سیستم 8-باس

	Primary Relay	Fault Current(A)	Backup relay	Fault Current(A)		Primary Relay	Fault Current(A)	Backup relay	Fault Current(A)
1	1	3232	6	3232	11	8	6093	7	1890
2	2	5924	1	996	12	8	6093	9	1165
3	2	5924	7	1890	13	9	2484	10	2484
4	3	3556	2	3556	14	10	3883	11	2344
5	4	3783	3	2244	15	11	3707	12	3707
6	5	2401	4	2401	16	12	5899	13	987
7	6	6109	5	1197	17	12	5899	14	1874
8	6	6109	14	1874	18	13	2991	8	2991
9	7	5223	5	1197	19	14	5199	1	996
10	7	5223	13	987	20	14	5199	9	1165

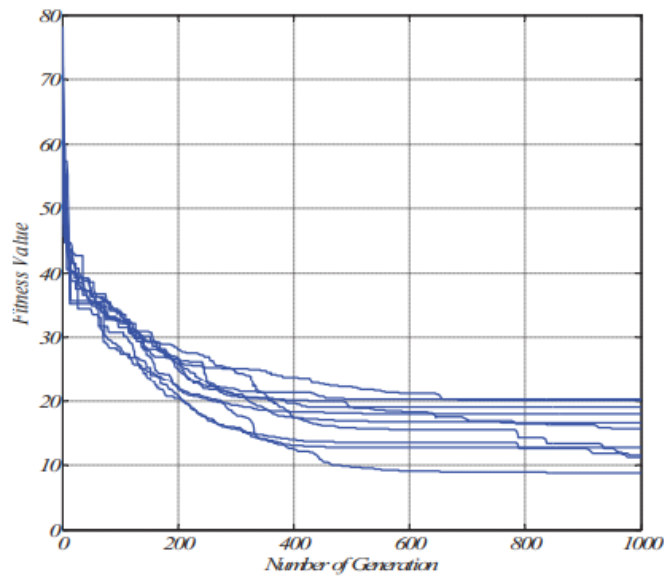
شکل 2 مشخصه همگرایی جعبه ابزار مبتنی بر GA را نشان می دهد. شکل 3 مشخصه همگرایی متغیر پیشنهاد شده به نام PSO-TVAC را نشان می دهد. نتایج به دست آمده به خولی در جدول 3 نشان داده شده و به وضوح اثبات کننده بازده متغیر پیشنهاد شده است. می تواند مشاهده کرد که PSO-TVAC2 (8.5) نتایج بهتری را در مقایسه با PSO-TVAC1 (8.8) و GA (10.88) ارائه می دهد. همانطور که به خوبی در جدول 4 نشان داده شده است، زمان اجرا به دست آمده توسط PSO-TVAC2 جهت دستیابی به مقدار بهینه برابر 12.48 ثانیه بوده که بهتر از زمان اجرا مورد نیاز با استفاده از جعبه ابزار GA است (293.8 ثانیه).



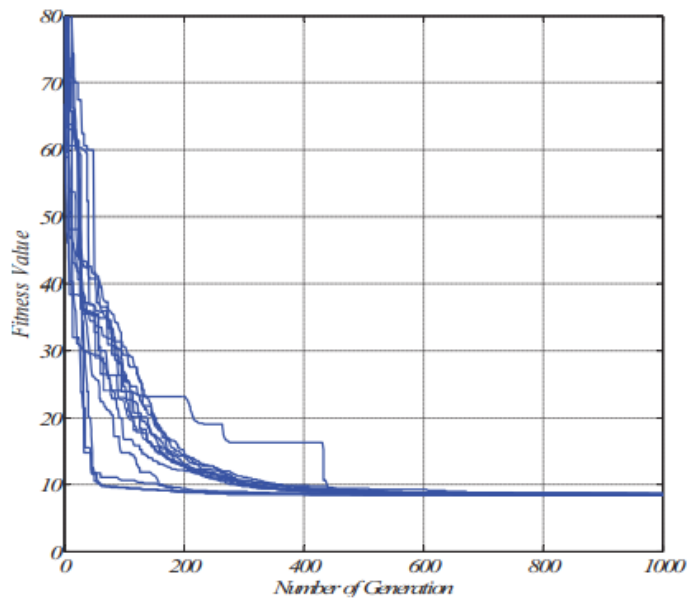
شکل 2- مشخصه همگرایی جعبه ابزار GA



شکل 3- مشخصه همگرایی جعبه ابزار متغیرهای PSO-TVAC 1 و PSO-TVAC 2



متغیر TVAC – PSO1 شکل 4- مشخصه همگرایی



شکل 5- مشخصه همگرایی متغیر PSO –TAVC2

به سبب جنبه آماری روش بهینه سازی محلی، بهترین جوال توسط آزمایش تجربی به دست می آید. شکل 4 و 5 مشخصه همگرایی PSO-TVAC 1 و PSO-TVAC2 را برای 10 دنباله نشان می دهد. می توان مشاهده کرد که PSO-TVAC2 نتایج بهتری را از نظر همگرایی در کمتر از 50 تکرار به دست می آورد، همچنین، مقدار میانگین نیز برابر 8.5 ثانیه است که بسیار بهتر از میانگین به دست آمده توسط جعبه ابزار PSO-TVAC 1 و GA است که این

مورد در جدول 5 نیز نشان داده شده است. به منظور تایید مقاوم بودن تغییرات پیشنهاد شده، یک مطالعه مقایسه ای برا تایید محدودیت ها در جدول 4 نشان داده شده است. مقادیر منفی بیانگر درجه محدودیت ها می باشد. از جدول 4 می توان عملکرد قابل توجه در تغییرات پیشنهاد شده به نام PSO-TVAC2 را در مقایسه با دیگر روش ها مشاهده کرد.

جدول 3- تنظیمات بهینه سیستم 8-باس

Relay No	GA [2]		Hybrid GA-IP [2]		GA-Toolbox		PSO-TVAC 1		PSO-TVAC 2	
	TDS	TPS	TDS	TPS	TDS	TPS	TDS	TPS	TDS	TPS
1	0.29	1.0	0.3043	1.0	0.1837	1.5000	0.1000	2.5000	0.1000	2.5000
2	0.31	2.5	0.2917	2.5	0.3491	2.0000	0.2602	2.5000	0.2602	2.5000
3	0.26	2.5	0.2543	2.5	0.3543	1.5000	0.2251	2.5000	0.2251	2.5000
4	0.19	2.5	0.1851	2.5	0.3782	0.6000	0.1603	2.5000	0.1603	2.5000
5	0.18	1.5	0.1700	1.5	0.1436	2.0000	0.1000	2.5000	0.1000	2.5000
6	0.26	2.5	0.2711	2.5	0.2425	2.0000	0.3447	0.5000	0.3447	0.5000
7	0.54	0.5	0.5316	0.5	0.3224	2.0000	0.2428	2.5000	0.2428	2.5000
8	0.24	2.5	0.2387	2.5	0.2709	2.0000	0.1700	2.5000	0.1700	2.5000
9	0.17	2.0	0.1856	2.0	0.1721	2.5000	0.1535	2.5000	0.1473	2.5000
10	0.19	2.5	0.1895	2.5	0.4041	0.6000	0.3917	0.5000	0.1759	2.5000
11	0.21	2.5	0.2014	2.5	0.3115	1.5000	0.2095	2.5000	0.1869	2.5000
12	0.30	2.5	0.2890	2.5	0.3635	2.0000	0.2890	2.5000	0.2664	2.5000
13	0.23	1.5	0.2297	1.5	0.2652	1.0000	0.1000	2.5000	0.1000	2.5000
14	0.51	0.5	0.5278	0.5	0.3327	2.0000	0.2611	2.5000	0.2459	2.5000
Obj-	11.001		10.9499		10.8893		8.8423		8.5112	

جدول 4- مطالعه مقایسه ای. تایید محدودیت ها

Primary Relay	Backup relay	GA [2]	Hybrid GA-IP [2]	GA Toolbox	PSO-TVAC 1	PSO-TVAC 2
1	6	0.0021	0.0100	0.0001	0.0001	0.0001
2	1	0.1801	0.3041	0.0026	0.2968	0.2968
2	7	-0.0682	-0.0315	0.0001	0.0002	0.0002
3	2	0.0830	0.0301	0.0006	-0.0001	-0.0001
4	3	0.0282	0.0237	0.0011	-0.0002	-0.0002
5	4	-0.0056	0.0062	0.0002	0.0002	0.0002
6	5	-0.0301	-0.1203	0.1395	0.1164	0.1164
6	14	0.0304	0.0360	0.3440	0.2751	0.2073
7	5	-0.1311	-0.1752	0.0042	0.0619	0.0619
7	13	0.4130	0.4244	0.2086	0.4547	0.4547
8	7	0.1498	0.1356	0.2208	0.2760	0.2760
8	9	-0.0990	-0.0118	0.0875	0.1929	0.1527
9	10	0.0541	-0.0006	0.0176	0.0000	0.0001
10	11	0.0651	0.0234	0.0116	0.0001	-0.0001
11	12	0.0397	0.0306	0.0060	0.0001	0.0001
12	13	0.3823	0.4132	0.0053	0.2343	0.3020
12	14	-0.1013	-0.0301	0.0054	0.0003	0.0001
13	8	-0.0153	-0.0199	0.0002	0.0001	0.0001
14	1	0.2862	0.3269	0.1385	0.3797	0.4201
14	9	-0.2110	-0.1562	0.0026	-0.0001	0.0002

جدول 5- مقایسه نتایج شبیه سازی

	GA Toolbox	PSO-TVAC 1	PSO-TVAC 2
The Best	10.8893	8.8423	8.5112
The Mean	12.2875	15.8014	8.5854
The Max	12.3581	22.5068	8.7960
Time (s)	293.8489	12.6322	12.4822

5. نتیجه گیری

در این مقاله، یک روش موثر مبتنی بر PSO-TVAC به طور موفقیت آمیزی برای حل کردن مسئله هماهنگ سازی رله های افزایش جریان IDMT، تطبیق و اعمال شده است. در این تغییرات مبتنی بر PSO، عوامل اجتماعی و شناختمند ثابت نبوده اما به صورت دینامیکی جهت بهره برداری از تقریباً تمامی فضای جستجو به منظور حذف حداقل های محلی اتخاذ شده است. هدف اصلی روش بهینه سازی پیشنهاد شده، حداقل کردن کل زمان اجرا در رله های مرتبط نصب شده در موقعیت های مشخص شده در سیستم قدرت جهت بهبود عملکرد حفاظت سیستم قدرت است. مقاوم بودن متغیر پیشنهاد شده به نام PSO-TVAC در یک سیستم تست 8-باس عملی تایید شده است. نتایج شبیه سازی با GA و PSO استاندارد مقایسه شده و به وضوح بازده و مقاوم بودن متغیر پیشنهاد شده را برحسب کیفیت جواب و مشخصه همگرایی تایید می کند.

References

- [1] A. Urdaneta, R. Nadira, and L. P. Jimenez, "Optimal coordination of directional overcurrent relays in interconnected power systems," *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 3, no. 3, pp. 903–911, Jul. 1988
- [2] A. Noghabi, J. Sadeh, and H. Mashhadi, "Considering different network topologies in optimal overcurrent relay coordination using a hybrid GA," *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 24, no. 4, pp. 1857–1863, Oct. 2009.
- [3] P. P. Bedekar, S. R. Bhide, "Optimum Coordination of Directional Overcurrent Relays Using the Hybrid Ga-NLP Approach" *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 26, no. 1, pp. 109–119, January. 2011.
- [4] T. Amraee, "Coordination of Directional Overcurrent Relays Using Seeker Algorithm" *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 27, no.34, pp. 1415–1422, July. 2012.
- [5] A. Mahari, H. Seyedi, "An analytic approach for optimal coordination of overcurrent relays". *IET Gener. Transm. Distrib.*, Vol.7, Iss. 7, PP. 674-680, 2013.
- [6] M. H. Hussaina., S. R. A. Rahima, I. Musirin, "Optimal Overcurrent Relay Coordination: A Review", *Procedia Engineering* 53 pp. 332 – 336, 2013
- [7] Kennedy J, Eberhart R., "Particle swarm optimization" In: *Proceedings of the IEEE conference on neural networks (ICNN'95)*, vol. IV. Perth, Australia; 1995. pp.1942–1948.
- [8] Eberhart RC, Shi Y. "Comparing inertia weights and constriction factors in particle swarm optimization". *Proc Congr Evol Comput* 2000;1,pp 84-88.
- [9] Bedekar PP, Bhide SR, Vijay SK. "Optimum coordination of overcurrent relay timing using simplex method". *Electr Power Compon Syst.* Vol. 38: pp 1175–93. 2010
- [10] Urdaneta AJ, Resterbo H, Sanchez J, Fajardo J. "Coordination of directional overcurrent relays timing using linear programming". *IEEE Trans Power Deliv*; Vol. 11, No. 1, pp. 122–129. 1996
- [11] B. Chattopadhyay, M. Sachdev, and T. Sidhu, "An on-line relay coordination algorithm for adaptive protection using linear programming technique," *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 11, no. 1, pp. 165–173, Jan. 1996.
- [12] Z. Moravej, M. Jazaeri, M. Gholamzadeh, "Optimal coordination of distance and over-current relays in series compensated systems based on MAPSO" *Energy Conversion and Management*. Vol. 56, pp. 140-151, 2012
- [13] H. Zeineldin, E. El-Saadany, and M. Salama, "Optimal coordination of overcurrent relays using a modified particle swarm optimization," *Elect. Power Syst. Res.*, vol. 76, no. 11, pp. 988–995, 2006.
- [14] M. Mansour, S. F.Mekhamer, and E.-S. N. El-Kharbawe, "A modified particle swarm optimizer for the coordination of directional overcurrent relays," *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 22, no. 3, pp. 1400–1410, Jul. 2007.
- [15] A. Rathinam, D. Sattianadan, K. Vijayakumar, "Optimal coordination of directional overcurrent relays using particle swarm optimization technique," *International Journal of Computer Applications (0975-8887)*, vol. 10, pp. 43-47, 2010.
- [16] H. H. Zeineldin, E.F. El-Saadany, M.M.A. Salama, "Optimal coordination of overcurrent relays using a modified particle swarm optimization," *Electric Power Systems Research*, vol. 76, pp. 988-995, 2006.
- [17] Krishna TC, Manjaree P, Laxmi S." Particle swarm optimization with time varying acceleration coefficients for non-convex economic power dispatch". , *Elect Power and energy Syst*, Vol 31, pp. 249-257. 2009
- [18] N. Mancor, B. Mahdad, K.Srairi, M Hamed. "Multi Objective ORPF Using PSO with Time Varying Acceleration Considering TCSC" *Proceedings of the 11th International Conference on Environment and Electrical Engineering, (EEEIC 2012) Venice Italy, 18 - 25 May 2012: 802-807*
- [19] N. Mancor, B. Mahdad, K.Srairi, M Hamed "Multi Objective For Optimal Reactive Power Flow Using Modified PSO Considering TCSC," *International Journal of Energy Engineering*, Vol.2 N.2, pp 1-7, 2012.