بهره برداری بهینه دینامیکی نیروگاه های برقابی زنجیره ای- حرارتی مبتنی بر الگوریتم ترکیبی بهینه سازی ذرات گروهی-جستجوی گرانشی (PSOGSA) با در نظر گرفتن آلودگی

امین عبایی‌فر * [۱] ، حسن براتی [۲] ،

*۱- دانشجوی کارشناسی ارشد برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، amin_abaee67@yahoo.com
۲- استادیار گروه برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، barati216@gmail.com

تاریخ دریافت: تاریخ پذیرش:

چکیده: الگوریتم جستجوی گرانشی (GSA) یک روش بهینه سازی تصادفی نوین است که از قانون گرانش و اثر متقابل بین جرم های ذره ها الهام گرفته است. در این مقاله از یک مدل نوین ترکیبی اصلاح شده از بهینه سازی ذرات عمومی (PSO) و GSA جهت کنترل پذیری یا کنترل توانایی جستجوی بهینه سازی عمومی و افزایش عملکرد مدل ترکیبی PSOGSA استفاده شده است.بهره-گیری از این روش ترکیبی اصلاح شده برای حل مساله توزیع اقتصادی روزانه در سیستم‌های حرارتی (DHS[۱]) در یک مقیاس بزرگ به عنوان یک مسئله بهینه‌سازی می تواند نقش مهمی را در بهره‌برداری اقتصادی سیستم‌های قدرت ایفا می کند. که در این مقاله الگوریتم جستجوی گرانشی (PSOGSA[۲]) را برای حل مسئله (DHS) مطرح می کند. امکان‌پذیری و استفاده از روش PSOGSA در حل مساله توزیع اقتصادی بار در سیستم‌های آبی-حرارتی در محیط نرم‌افزاری MATLAB ، شبیه‌سازی کامپیوتری شده-است.نتایج بدست آمده از روش PSOGSA مطرح شده با تکنیک اکتشافی دیگر در متن مقایسه می شوند و نتایج مقایسه نشان می‌دهد که روش مطرح شده می تواند به یک حل نزدیک به بهینه و بهبود عملکرد روش ترکیبی PSOGSA استاندارد همگرا شود.

واژه‌های کلیدی: مخازن آبشاری، توزیع اقتصادی، الگوریتم جستجوی گرانشی، استراتژی جستجو اکتشافی

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1392.2.3.1.4]

۱- مقدمه

توزیع اقتصادی روزانه در سیستم های حرارتی (DHS) در یک مقیاس بزرگ به عنوان یک مسئله بهینه سازی که محدودیت های دینامیکی غیر خطی را شامل می شود، نقش مهمی را در بهره برداری اقتصادی سیستم های قدرت ایفا می کند. در سیستم های آبی حرارتی منابع آبی برای تولید برق که در واقع نمایندگان جاری شدن به نیروگاه های آبی و ذخیره شده در مخازن هستند، قابل دسترسی می باشد. این مقاله الگوریتم جستجوی گرانشی ترکیبی باالگوریتم بهینه سازی ذرات عمومی (PSOGSA) را برای حل مسئله (DHS) مورد استفاده قرار می دهد.

این روش شامل سه مرحله می باشد. اول. بهینه سازی ازدحام ذرات (PSO) که به طور یک پارچه ای کامل کننده الگوریتم جست جوی گرانشی برای به روز رسانی سرعت عوامل است.

دوم: استراتژی های جست و جوی اکتشافی بر پایه انتخاب تصادفی از میان دشارژ(تخلیه آب) از نیروگاه های آبی و میانگین لیست حق

تقدم هزینه دربار کامل از واحدهای حرارتی که با توجه به قیود مساوی مسئله (DHS) به تقویب رسیده اند.

سوم: تکنیک های مقایسه ای انتخاب مبتنی بر امکان سنجی که به طور مؤثری بر کنترل قیود نامساوی در PSOGSA در حال ابداع هستند، و به ضریب جریمه یا پارامترهای مضاعف دیگر نیاز ندارند و می توانند عامل را به سرعت به منطقه امکان پذیر راهنمایی کنند.

به علت محدودیت‌های الگوریتم‌های بهینه‌سازی سنتی در حل کردن مسائل بهینه‌سازی با بعدهای بالا، اخیراً الگوریتم‌های بهینه سازی متااکتشافی مختلفی توسعه یافته‌اند برای حل این نوع مسائل بهینه-سازی این الگوریتم‌ها را به این شکل می توانیم لیست کنیم. الگوریتم ژنتیک (GA) [۱]، الگوریتم دیفرانسیل تکاملی(DE) [۲]، کلونی زنبورعسل مصنوعی (ABC) [۳]، الگوریتم بهینه سازی ذرات عمومی(PSO) [۴]، الگوریتم کلونی مورچگان (AC) [۵] ، پختن شبیه سازی شده(SA) [۶]، الگوریتم جستجوی هارمونی(HAS) [۷]، الگوریتم ژنتیک مرتب سازی غیر غالب شده II (NSGAII) [۸]، جستجوی سیستم‌های شارژشده(CSS) [۹]، بهینه سازی مبتنی بر جغرافیا(BBO) [۱۰] و الگوریتم بهینه سازی جستجوی غذای باکتری(BFO) [۱۱].

تابع هدف همهٔ الگوریتم‌های بهینه‌سازی برای پیدا کردن بهترین جواب (بهینه سازی عمومی) برای مسائل بهینه‌سازی عمل می‌نماید. با این حال، این الگوریتم‌های متااکتشافی باید خودشان دارای ۲ ویژگی اصلی که اکتشاف و بهره‌برداری است، باشند. اکتشاف به عنوان توانایی الگوریتم برای جستجوی همه قسمت های مشخص شده مسال بهینه‌سازی در فضای جستجو معرفی می شود. بهره‌برداری به عنوان قابلیت همگرایی بهترین جواب خروجی بدست آمده نزدیک به راه حل بهینه سازی عمومی توصیف می شود[۱۲].تابع هدف مساله ELD به عنوان مینیمم‌ساز مجموعه هزینه سوخت تولید انرژی الکتریکی برای برطرف کردن تقاضای بار مصرفی با مینیمم کردن مجموع هزینهٔ سوخت معرفی می‌شود در حالی که رضایت همه واحدهای تولیدی و قیود مساوی و نامساوی سیستم را برطرفی نماید[۱۳].یکی از الگوریتم‌های متااکتشافی بهبود یافته اخیر الگوریتم جستجوی گرانشی (GSA) می باشد، که مبتنی بر قانون گرانش نیوتن و قانون حرکت است. و بوسیله راشدی و همکارانش در سال ۲۰۰۹ مطرح گردیده شد[۱۳].میرجلیلی و هشیم [۱۲]یک الگوریتم نوین ترکیبی با بهینه سازی ذرات عمومی و الگوریتم جستجوی گرانشی (PSOGSA) را مطرح نمودند. این الگوریتم بدنبال جستجوی راه حل بهینه عمومی خیلی بهتر از روش های PSO,GSA می باشد. که سرعت کل عامل PSOGSA با الگوریتم قید ماکزیمم سرعت تنظیم می شود.

در این مقاله، مساله توزیع بهینه روزانه کوتاه مدت سیستم‌های آبی حرارتی (DHS) با استفاده از الگوریتم جستجوی گرانشی (GSA) حل خواهد شد. . همچنین روش بهینه سازی ازدحام ذرات به الگوریتم جستجوی گرانشی برای به روز رسانی سرعت عوامل معرفی می شود که GSA را یک استراتژی حرکتی در فضای جستجو با توجه به تبعیت از قانون جاذبه و دریافت راهنمای حافظه و اطلاعات اجتماعی،می سازد. به منظور بررسی امکان سنجی و تاثیر پذیری روش PSOGSA مطرح شده، یک سیستم آزمایش آبی حرارتی با مخازن آبشاری زنجیره ای و همچنین با نیروگاه حرارتی، را با روش PSOGSA حل کرده ایم. نتایج بهینه سازی بدست آمده بوسیله PSOGSA با دیگر روش های بهینه سازی گزارش شده در منابع مقایسه می شوند. سازمان دهی مقاله به صورت زیر می باشد.

بخش ۲: فرمول های ریاضی مسئله DHS را فراهم می کند.

بخش ۳: به طور خلاصه اصول اولیه GSA را معرفی می کند.

بخش ۴: PSOGSA را برای حل مساله DHS ارائه می دهد.

بخش ۵: مثال عددی می دهد.

بخش ۶: نتیجه گیری را تشریح می کند.

۲- پخش بار اقتصادی نیروگاه‌های آبی-حرارتی

یک توزیع اقتصادی موثر نه تنها هزینه تولید سیستم‌های آبی-حرارتی را کاهش می‌دهد، بلکه توانایی ذخیره‌سازی انرژی را نیز حداکثر می کند. بنابر این با توجه به این اهم تابع هدف و قیود مرتبط با مساله توزیع اقتصادی به اختصار در زیر بیان می شود

تابع هدف:

$$\min F = \sum_{t=1}^{T}\sum_{i=1}^{N_S} f_i(P_{si}^t) = \sum_{t=1}^{T}\sum_{i=1}^{N_S}\left\{ \begin{matrix} a_i + b_i P_{si}^t + c_i (P_{si}^t)^2 + \\ \left| d_{gi} \times \sin\{e_{gi} \times (PG_{i\,min} - PG_i)\} \right| \end{matrix} \right\} \quad (۱)$$

که F تابع هزینه سوخت مرکب است،

$f_i(P_{si}^t)$هزینه سوخت واحد i ام حرارتی در مدت زمان t،

N_s تعداد واحدهای حرارتی، Tمجموع زمان های مورد نظر،

a_i وb_iوc_i ضرائب تولید حرارتی از واحد i ام،

d_{gi} و e_{gi} ضرائب مربوط به اثر شیر بخار از واحد i ام

P_{si}^tتوان تولیدی واحد حرارتی i ام در فاصله زمانی t می باشند.

محدودیت تولید توان نیروگاه حرارتی :

$$P_{sj}^{min} \le P_{sj}^t \le P_{sj}^{max} \quad j = 1,2 \dots N_s; t = 1,2 \dots T \quad (۲)$$

که P_{sj}^{min}و P_{sj}^{max} مینیمم و ماکزیمم توان تولیدی واحد حرارتی j هستند.

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1392.2.3.1.4]

قید تامین بار:

$$\sum_{i=1}^{N_h} P_{hi}^t + \sum_{j=1}^{N_s} P_{sj}^t = P_D^t, \quad t = 1,2 \dots T \qquad (۳)$$

که P_D^t بار معرفی سیستم در دوره زمانی t
، Nh تعداد نیروگاه‌های آبی،
P_{hi}^t توان تولیدی نیروگاه آبی i در دوره زمانی t می باشند.

تابع تولید نیروگاه های آبی:

$$P_{hi}^t = C_{1i}.(V_i^t)^2 + C_{2i}.(Q_i^t)^2 + C_{3i}.V_i^t.Q_i^t + C_{4i}.V_i^t + C_{5i}.Q_i^t + C_{6i} \qquad (۴)$$

که در آن
که $C_{1i}, C_{2i}, C_{3i}, C_{4i}, C_{5i}, C_{6i}$ ضرائب تولید برق نیروگاه برق آبی i ام هستند.
V_{it} : حجم آب ذخیره شده واحد آبی iام در ساعت t ام
Q_{it} : دبی آب خارج شده از واحد آبی iام در ساعت t ام
PH_{it} : انرژی تولید شده واحد آبی iام در ساعت t ام
که البته محدودیت‌های تولید توان نیروگاه آبی به صـــورت زیر بیان می‌گردد

$$P_{hi}^{min} \le P_{hi}^t \le P_{hi}^{max}, \quad i = 1,2 \dots N_h; \quad t = 1,2 \dots T \qquad (۵)$$

محدودیت مربوط به حجم مخازن :

$$V_i^{min} \le V_i^t \le V_i^{max} \quad i = 1,2 \dots N; t = 1,2 \dots T \qquad (۶)$$

که V_i^t اندازه‌ی آب مخزن i درپایان دوره‌ی زمانی t،
V_i^{min} و V_i^{max} مینیمم و ماکزیمم اندازه آب مخزن i هستند.

همچنین حجم ذخیره ســازی اولیه و عبوری مخزن به صــورت زیر معرفی می گردد

$$V_i^0 = V_i^{begin}, \; V_i^T = V_i^{end} \quad i = 1,2 \dots N \qquad (۷)$$

که V_i^{begin}حجم ذخیره اولیه مخزن i
V_i^{end}حجم ذخیره نهایی مخزن iدر پایان توزیع مورد نظر می‌باشد.

محدودیت مربوط به دبی خروجی سدها:

$$Q_i^{min} \le Q_i^t \le Q_i^{max} \qquad (۸)$$

$i = 1,2 \dots N; t = 1,2 \dots T$

که Q_i^t آب تخلیه شده از نیروگاه آبی i در فاصله زمانی t،
Q_i^{min} و Q_i^{max}مینیمم و ماکزیمم تخلیه آب نیروگاه هستند.

محدودیت مربوط به بقاء آب:

$$V_i^t = V_i^{t-1} + I_i^t - Q_i^t - S_i^t + \sum_{m=1}^{N_u} \left[Q_m^{t-\tau_{m,i}} + S_m^{t-\tau_{m,i}} \right] \qquad (۹)$$
$$i = 1,2 \dots N; t = 1,2 \dots T$$

که I_i^t جریان طبیعی به مخزن i در دوره‌ی زمانی t،
S_i^tآب نشت داده شده نیروگاه آبی i در فاصله زمانی t،
N_u تعداد نیروگاه‌های آبی بالا دست مسیر نیروگاه آبی i،
$\tau_{m,i}$ زمان تاخیر انتقال آب از مخزن m به i.

تابع تولید آلوذگی:

$$F_{ei}(PG_{it}) = \left[10^{-2}(a_{Gi} + \beta_{Ci}PG_{it} + Y_{Gi}PG_{it}^2)\right] + \left|\eta_{Gi} \exp(\delta_{Gi}PG_{it}\right| \qquad (۱۰)$$

۲- الگوریتم ترکیبی PSOGSA

۳-۱- الگوریتم جستجوی گرانشی (GSA)

الگوریتم جستجوی گرانشی یکی از جدیدترین الگوریتم جستجوی تصادفی توسعه یافته شده بوسیله گروه راشدی و همکاران می باشد که در ســال ۲۰۰۹ بدســت آمد[۱۳]. این الگوریتم که بر پایه قانون جاذبه ی نیوتن و اثر متقابل جرم می باشــد، دارای یک پتانســیل بســیار زیاد به یک روش بهینه ســازی از طریق شــکســتن اســت. در GSA، عواملی در نظر گرفته می شــوند مانند اشــیاء و عملکرد آن‌ها که بو سیله جرم شان اندازه گیری می شوند. همه‌ی آن ا شیاء جذب یکدیگر می‌شــوند بوســیله نیروی گرانشــی و این نیرو باعث حرکت عمومی همه ا شیاء نسبت به ا شیاء با توده‌ای سنگین تر می شود. از این رو توده با اســتفاده از یک فرم مســتقیم ارتباطی از طریق قدرت گرانشــی همبســته می‌شــوند. توده‌های ســنگین راه حل‌های خوب و حرکت آهســته تر دارد. و بر عکس توده ســبک راه حل‌های ضــعیف دارند و حرکت به طرفین آن از توده‌های ســنگین بســیار ســریع‌تر است.

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1392.2.3.1.4]

این گام، بهره بردای الگوریتم را تضـــمین می‌کند. هر جرمی (عاملی) دارای ۴ خصوصیات در GSA است. موقعیت، اینرسی جرم، جرم گرانشی فعال و جرم گرانشی غیر فعال.

برخی از سرعت و موقعیت طرح به روز شده عوامل در اینجا به کار گرفته شده اند. سرعت هر عامل بعد از محاسبه شتاب هر عامل با استفاده از قانون نیوتن به روز می شود. در نتیجه مکان هر عامل با استفاده از سرعت اصلاح شده به روز می‌شود.

موقعیت جرم به راه‌حل بهینه‌سـازی مسـاله مربوط می‌شـود و همچنین گرانش و جرم‌های اینرســی (جرمی که از قانون اینرســی نیوتن تبعیت می کند) تابع متناســب را نمایش می‌دهد. الگوریتم GSA می تواند به صورت مراحل زیر خلاصه شود.

مرحله اول مقداردهی اولیه: که فرض می‌کنیم یک سـیتم با N (بعد از فضـای جسـتجو) جرم‌ها، موقعیت جرم i ام به شـکل زیر توصـیف می شـود. در ابتدا، موقعیت توده‌ها و جرم‌ها به طور اتفاقی تنظیم می‌شوند. که به صورت $X_i = (x_i^1, x_i^2, \dots, x_i^d, \dots x_i^n)$ است که x_i^dموقعیت جرم i ام در بعد d ام می‌باشد.

مرحله دوم ارزیابی متناسب کردن همه عوامل:

در این مرحله برای اجرای همه عوامل در هر تکرار و بهترین و بدترین تناسب را در هر تکرار به شرح زیر محاسبه می‌کنند

برای یک مسئله مینیمم‌سازی

$$worst(tt) = \max_{j\in\{1,\dots,N\}} fit_j(tt) \qquad (۱۱)$$

برای یک مسئله ماکزیمم‌سازی

$$best(tt) = \max_{j\in\{1,\dots,N\}} fit_j(tt) \qquad (۱۲)$$

$$worst(tt) = \min_{j\in\{1,\dots,N\}} fit_j(tt) \qquad (۱۳)$$

که $fit_j(tt)$ تناســب عامـل jام از تکرار tt، $best(tt)$ و $worst(tt)$ بهترین (مینیمم) و بدترین (ماکزیمم) تناســب همه عوامل هستند.

مرحله سوم: محاسبه ثابت گرانشی G(tt)

در این مرحله ثابت گرانشـی در تکرار tt به شـکل زیر محاسـبه می‌شود.

$$G(tt) = G_0 \exp(-\alpha \frac{tt}{T_{max}}) \qquad (۱۴)$$

که G مقدار اولیه ثابت گرانشی است که به صورت اتفاقی انتخاب شـده اسـت α ثابت اسـت، tt تکراری جاری اسـت، T_{max} مجموع تعداد تکرارها می‌باشند.

مرحله چهارم: به روز کردن گرانش و اینرسی جرم:

در این مرحله گرانشی و اینرسی جرم‌ها برای هر عامل در هر تکرار به صورت زیر به روز می‌شود.

$$M_{ai} = M_{pi} = M_{ii} = M_i, \quad i = 1,2,\dots N \qquad (۱۵)$$

$$m_i(tt) = \frac{fit_i(tt) - worst(tt)}{best(tt) - worst(tt)} \qquad (۱۶)$$

که $fit_i(tt)$ تناسب عامل iام در تکرار tt می باشد.

$$M_i(tt) = \frac{m_i(tt)}{\sum_{j=1}^{N} m_j(tt)} \qquad (۱۷)$$

که M_{ai} جرم گرانشـی فعال از عوامل iام، M_{pi} جرم گرانشـی غیر فعال از عامل iام، M_{ii} جرم اینرسی عامل iام، $M_i(tt)$جرم عامل iام در تکرار tt می‌باشند.

مرحله پنجم: محاسبه نیروی کل:

در این مرحله نیروی کل قطعی روی عامل $(F_i^d(tt))$ به شکل زیر محاسبه می‌شود.

$$F_i^d(tt) = \sum_{j=1, j\neq i}^{N} rand_j . F_{ij}^d(tt) \qquad (۱۸)$$

$$best(tt) = \min_{j\in\{1,\dots,N\}} fit_j(tt) \qquad (۱۱)$$

که $rand_j$ عدد اتفاقی بین فاصله [۰و۱] است.

نیروی قطعی روی جرم iام $M_i(tt)$ از جرم jام $M_i(tt)$در تکرار خاص tt بر اساس توصیف تئوری گرانشی به شکل زیر می‌باشد:

$$F_{ij}^d(tt) = G(tt).\frac{M_{pi}(tt) \times M_{aj}(tt)}{R_{ij}(tt) + \varepsilon}\left(x_j^d(tt) - x_i^d(tt)\right) \qquad (۱۹)$$

که $R_{ij}(tt)$ فاصـله اقلیدسـی بین عوامل iام و jام اسـت $\left|\left|X_i(tt) - X_j(tt)\right|\right|_2$ و ε ثابت کوچک است.

مرحله ششم: محاسبه شتاب و سرعت

در این مرحله شتاب $a_i^d(tt)$ و سرعت $v_i^d(tt)$ از عامل iام در تکرار (tt) در بعد d از طریق قانون جاذبه و قانون حرکت به شـکل زیر محاسبه می‌شوند:

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1392.2.3.1.4]

$$a_i^d(tt) = \frac{F_i^d(tt)}{M_{ii}(tt)} \quad (۲۰)$$

$$v_i^d(tt+1) = rand_i \times v_i^d(tt) + a_i^d(tt) \quad (۲۱)$$

که $rand_i$ عدد اتفاقی بین فاصله [۰و۱] است.

مرحله هفتم: به روز کردن موقعیت عوامل:

در این مرحله موقعیت بعدی عوامل iام در بعد dام $x_i^d(tt+1)$به شکل زیر به روز می‌شوند.

$$x_i^d(tt+1) = x_i^d(tt) + v_i^d(tt+1) \quad (۲۲)$$

مرحله هشتم: تکرار:

در این مرحله، مراحل ۲ تا ۷ تکرار می شـــوند تا وقتی که تکرار ها به معیار برســـند. در تکرار نهایی، بازده الگوریتم، مقدار موقعیت های عامل مربوطه در ابعاد مشـــخص را می‌دهد. این مقادیر راه‌حل‌های عمومی مسئله بهینه‌سازی هستند.

۳-۲- الگوریتم بهینه سازی ذرات عمومی(PSO)

الگوریتم PSO یک روش بهینه‌سازی جستجوی تصادفی جدید ا ست که تو سط کندی و آبرهارت ابداع شده‌ا ست[۴]. این الگوریتم از مشـــاهده رفتار اجتماعی پرندگان، ماهی‌ها و زنبورها نشـــات گرفته‌است. در الگوریتم PSO مجموعه‌ای از ذرات (معادل هر یک از جواب های کاندیدا برای حل مسـئله بهینه‌ســازی) گروه را تشـکیل می‌دهند. هر ذره فضای اطرافش را برای پیدا کردن کمینه یا بیشینه محلی جستجو می‌کند. در طی جستجو هر ذره موقعیت خود را طبق تجربه خودش و تجربه بهترین همسایه‌اش اصلاح می‌کند.

برای فرموله کردن الگوریتم PSO دو متغیر x و v به ترتیب با عنوان موقعیت و سرعت ذره تعریف می‌شود. بهترین موقعیت ذره (از لحاظ شایستگی در تابع هدف) با P-best و بهترین موقعیت بهترین ذره در کل گروه با عنوان g-best شناخته می شود. برای اطمینان از همگرایی PSO ا ستفاده از ضرایبی مو سوم به ضرایب انقباض برای تنظیم مناســب پارامترهای PSO لازم اســت. روابط اصــلاح شــده سرعت و موقعیت ذره را با توجه به ضرایب انقباض می‌توان بصورت زیر نوشت:

$$v_{d+1} = a*(w*v_d + \varphi_1 * RAND * (P_best - x_d) + \varphi_2 * rand * (g-best - x_d)) \quad (۲۳)$$

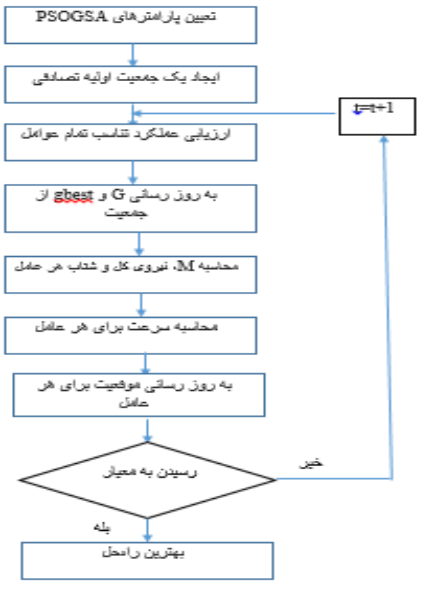
$$x_{d+1} = x_d + v_{d+1} \quad (۲۴)$$

۳-۳- ترکیب الگوریتم PSO با الگوریتم GSA

این امر جهت به روز رسانی سرعت عوامل انجام می پذیرد. بر طبق اصل GSA، به روز کردن سرعت عوامل کلیدی برای نفوذ عملکرد GSA است همانطور که برای ما شناخته شده، بهینه‌سازی ازدحام ذرات (pso) به خوبی با جمعیت مبتنی بر الگوریتم جستجوی تصادفی در هر دوی GSA و PSO ، بواسطه فرآیند بهینه‌سازی بدست آمده با حرکت عامل در فضای جستجو و موقعیت عوامل به روز شده با سرعت مشخص می‌شود.PSO استفاده از یک نوع حافظه و اطلاعات جمعی در میان عوامل، که از اعضای جمعیت می‌تواند انتظار برود به حرکت به سمت راه حل بهینه به همان سرعتی که ممکن است، عمل می‌نماید. ما می‌توانیم PSO را به GSA بوسیله معرفی ایده‌ی مموری و اطلاعات جمعی PSO به بهبود کارایی GSA ادغام نمائیم. الگوریتم جستجوی گرانشی افزایش PSOGSA یک استراتژی حرکتی نوین در فضای جستجوگر، اطاعت از قانون جاذبه و دریافت راهنمایی حافظه و اطلاعات جمعی را دارد.

معادله ی به روز رسانی اصلاح سرعت از رابطه(۲۵) برای الگوریتم ترکیبی PSOGSA بدست می آید[12] .

$$v_i^d(tt+1) = rand(0,1) \times v_i^d(tt) + a_i^d(tt) + rand(0,1).\left(gbest^d(tt) - x_i^d(tt)\right) + rand(0,1).\left(pbest_i^d(tt) - x_i^d(tt)\right) \quad (۲۵)$$



شکل(۱) روند نمای مربوط به الگوریتم PSOGSA

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1392.2.3.1.4]

۴-شبیه‌سازی کامپیوتری

برای سنجش کارایی و بررسی موثر بودن الگوریتم PSOGSA در حل مساله DHS که هدف مساله مینیمم کردن هزینه تولید نیروگاه-های حرارتی با بهره‌گیری از ماکزیمم ظرفیت تولید نیروگاه‌های برقآبی می باشد. یک سیستم هفت نیروگاهی(شامل چهار نیروگاه آبی و سه نیروگاه حرارتی) در این مقاله ،مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

پیکره بندی این سیستم در شکل (۲) نشان داده شده است. جزئیات اطلاعات استفاده شده برای شبکه آزمایشی ارائه شده در جداول (۱) تا (۶) داده شده است.

اطلاعات بار مصرفی برای ۲۴ ساعت در جدول (۱) داده شده است. در حالی که جدول (۲) اطلاعات مربوط به نیروگاه های آبی را می‌دهد.. در جدول (۲) واحدهای ذخیره 10^4 m3 هستند، در حالی که واحدهای میزان تخلیه آب 10^4 m3/h هستند. اطلاعات مربوط به واحد حرارتی در جدول(۳) آورده شده است. اطلاعات مربوط به زمان تأخیر انتقال آب و تعداد نیروگاه های بالا دست در جدول (۴) داده شده است.

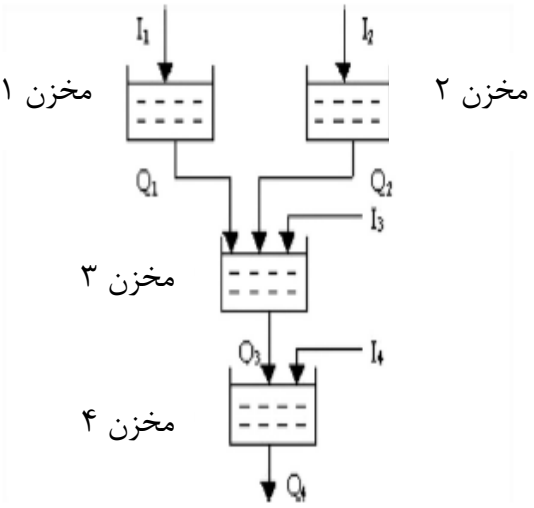
الگوریتم ترکیبی PSOGSA جهت حل مساله توزیع اقتصادی روزانه در سیستم مورد مطالعه در محیط نرم افزاری MATLAB کدنویسی شده است. دوره زمان‌بندی ۲۴ ساعته با فواصل یک ساعتی در نظرگرفته شده‌است. برای پیاده سازی الگوریتم PSOGSA برای حل مسئله DHS، تنظیمات بهینه پارامترهای مختلف موردنیاز هستند. برای این سیستم مورد مطالعه، برنامه کامپیوتری چندین بار اجرا شده است. بر این اساس پارامترهای بهینه ذیر مشخص شده‌اند تا بهترین عملکرد الگوریتم PSOGSA ارائه شده به دست آیند:

۵۰ = اندازه جمعیت

۱۳۰ = G0 ثابت گرانشی اولیه

۲۰ = فاکتور α

۲۵۰۰ = حداکثر تکرار تولید.



شکل (۲) سیستم شبکه مورد مطالعه هیدرولیکی

جدول (۱)بار مصرفی (MW)

Hour	PD(MW)	Hour	PD(MW)	Hour	PD(MW)
۱	۷۵۰	۹	۱۰۹۰	۱۷	۱۰۵۰
۲	۷۸۰	۱۰	۱۰۸۰	۱۸	۱۱۲۰
۳	۷۰۰	۱۱	۱۱۰۰	۱۹	۱۰۷۰
۴	۶۵۰	۱۲	۱۱۵۰	۲۰	۱۰۵۰
۵	۶۷۰	۱۳	۱۱۱۰	۲۱	۹۱۰
۶	۸۰۰	۱۴	۱۰۳۰	۲۲	۸۶۰
۷	۹۵۰	۱۵	۱۰۱۹	۲۳	۸۵۰
۸	۱۰۱۰	۱۶	۱۰۶۰	۲۴	۸۰۰

جدول (۲)اطلاعات نیروگاه های آبی

واحد	C_1	C2	C_3	C_4	C_5	C_6	V_h^{min} (m^3)	V_h^{max} (m^3)	V_{hini} (m^3)	V_{hend} (m^3)	Q^{min} **($\times 10^4$ m³/h)**	Q^{max} **($\times 10^4$ m³/h**	Ph_{min} MW	Ph_{max} MW
۱	-۰,۰۰۴۲	۰,۴۲ -	۰,۰۳۰	۰,۹۰	۱۰,۰	-۵۰	۸۰	۱۵۰	۱۰۰	۱۲۰	۵	۱۵	۰	۵۰۰
۲	-۰,۰۰۴۰	۰,۳۰ -	۰,۰۱۵	۱,۱۴	۹,۵	-۷۰	۶۰	۱۲۰	۸۰	۷۰	۶	۱۵	۰	۵۰۰
۳	-۰,۰۰۱۶	۰,۳۰ -	۰,۰۱۴	۰,۵۵	۵,۵	-۴۰	۱۰۰	۲۴۰	۱۷۰	۱۷۰	۱۰	۳۰	۰	۵۰۰
۴	-۰,۰۰۳۰	۰,۳۱ -	۰,۰۲۷	۱,۴۴	۱۴,۰	-۹۰	۷۰	۱۶۰	۱۲۰	۱۴۰	۶	۲۰	۰	۵۰۰

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1392.2.3.1.4]

جدول (۳)اطلاعات نیروگاه های حرارتی

Unit	a_s ($/h)	b_s ($/MWh)	c_s ($/(MW)^2h$	d_s ($/h)	e_s (rad/MW)	a_s (ton/h)	β_s (ton/MWh)	γ_s (ton/MW²h)	η_s (ton/h)	δ_s (1/MW)	P_s^{min} (MW)	P_s^{max} (MW)
۱	۱۰	۲,۰۰	۰,۰۰۳۷	۱۸	۰,۰۳۷	۴,۰۹۱	$-5.554E^{-2}$	$6.49E^{-4}$	$2.0E^{-4}$	$2.857E^{-2}$	۲۰	۱۷۵
۲	۱۰	۱,۷۵	۰,۰۱۷۵	۱۶	۰,۰۳۸	۲,۵۴۳	$-6.047E^{-2}$	$5.638E^{-4}$	$5.0E^{-4}$	$3.333E^{-2}$	۴۰	۳۰۰
۳	۲۰	۱,۰۰	۰,۰۶۲۵	۱۴	۰,۰۴۰	۴,۲۵۸	$-5.94E^{-2}$	$4.586E^{-4}$	$1.0E^{-6}$	$8.000E^{-3}$	۵۰	۵۰۰

۰ ۲ ۱ ۱ | (h) ،

تعداد نیروگاه : R_u زمان تاخیر عبور آب : τ_d

جدول (۵) تخلیه ساعتی نیروگاه آبی ($\times 10^4$ m³/h)

زمان	نیروگاه۱	نیروگا ۲ه	نیروگاه۳	نیروگاه۴
۱	۵	۶	۱۲,۴۷۴	۱۳,۴۰۹
۲	۵,۷۶۲	۶	۱۲,۷۴۶	۱۵,۸۶۱
۳	۵	۶	۱۲,۹۲۵	۱۴,۳۰۲
۴	۵	۶	۱۳,۷۷۴	۱۳,۲۲۸
۵	۵	۶	۱۴,۰۲۲	۲۰
۶	۵	۶	۱۴,۲۳۴	۲۰
۷	۷,۹۵۵	۶	۱۴,۱۸۲	۲۰
۸	۹,۳۵۳	۶	۱۴,۳۲	۲۰
۹	۱۰,۷۹۶	۶,۳۲۷	۱۴,۳۹۲	۲۰
۱۰	۱۰,۶۸۶	۶,۵۰۲	۱۴,۶۹۸	۲۰
۱۱	۱۱,۰۰۱	۷,۵۲۱	۱۴,۹۶	۲۰
۱۲	۱۱,۷۳۱	۹,۲۶۱	۱۵,۱۴	۲۰
۱۳	۱۱,۴۱۷	۸,۹۰۹	۱۵,۶۳۳	۲۰
۱۴	۱۰,۵۱۲	۷,۳۳۳	۱۶,۴۴۱	۲۰
۱۵	۱۰,۴۸۶	۷,۴۶۹	۱۶,۹	۲۰
۱۶	۱۱,۱۷۹	۷,۰۹۷	۱۶,۹۸	۲۰
۱۷	۱۱,۱۸	۹,۴۲۱	۱۷,۳۴۴	۲۰
۱۸	۱۲,۲۱۱	۱۱,۶۵۴	۱۷,۰۲۷	۲۰
۱۹	۱۱,۸۷	۱۱,۴۵۲	۱۷,۶۳۱	۲۰
۲۰	۱۱,۸۶	۱۲,۰۷۱	۱۸,۰۳	۲۰
۲۱	۹,۶۹	۱۵	۲۰,۶۵۶	۲۰
۲۲	۱۴,۱۲۹	۱۵	۲۲,۷۶۶	۲۰
۲۳	۱۴,۵۹۲	۱۵	۲۲,۷۶۱	۲۰
۲۴	۱۴,۸۹	۱۵	۱۴,۷۶۷	۲۰

مقدار آب جاری شده به سد ها از جریان طبیعی رودخانه در مرجع[*14] آورده شده است.

بر اساس پارامترهای انتخاب شده، الگوریتم PSOGSA را ۲۵ بار از جمعیت‌های اولیه مختلف به‌صورت متوالی اجرا و بهترین نتیجه انتخاب می‌شود. مجموع هزینه نیروگاه حرارتی در فاصله زمانی به دست آمده برابر $ ۱۰۹۸۵۷ است. ساعت نهایی هر نشت مخزن، ذخیره سازی به دست آمده با GSA به ترتیب در جدول (۵) و جدول (۶) داده شده است.

به منظور اعتبارسنجی حاصل از اجرای الگوریتم PSOGSA جهت حل مساله DHS، در مقایسه با الگوریتم DE [۱۵] ، برنامه کامپیوتری تهیه شده، ۲۵ بار اجرا شده و بر اساس آن ماکزیمم، میانگین و مینیمم، هزینه کلی واحد حرارتی در دو حالت با و بدون اثر موقعیت شیر بخار در جدول (۷) مقایسه شده‌است و مقادیر هر بار اجرا در جدول(۸) آورده شده است.

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1392.2.3.1.4]

جدول (۶) ذخیره سازی ساعتی نیروگاه آبی ($\times 10^4\ m^3$)

ساعت	نیروگاه۱	نیروگاه۲	نیروگاه۳	نیروگاه۴
۱	۱۰۰	۸۰	۱۷۰	۱۲۰
۲	۱۰۵	۸۲	۶۲۶/۱۶	۱۰۹/۳۹
۳	۱۰۸/۲۳	۸۴	۱۰۸/۱۶	۹۵/۹۲
۴	۱۱۱/۲۳	۸۷	۱۸۷/۱۸	۸۳/۲۲
۵	۱۱۳/۲۳	۹۰	۱۸۷/۱۷	۷۰
۶	۱۱۴/۲۳	۹۲	۱۸۷/۱۵	۱۶۰
۷	۱۱۶/۲۳	۹۳	۱۸۷/۹۱	۱۶۰
۸	۱۱۶/۲۸	۹۳	۱۸۷/۷۳	۱۶۰
۹	۱۱۵/۹۳	۹۴	۱۸۶/۴۱	۱۶۰
۱۰	۱۱۵/۱۳	۹۵/۶۷	۱۸۶/۹۷	۱۶۰
۱۱	۱۱۵/۴۴	۹۸/۱۷	۱۸۸/۶۳	۱۶۰
۱۲	۱۱۶/۴۴	۹۹/۶۵	۱۹۱/۴۶	۱۶۰
۱۳	۱۱۴/۷۱	۹۸/۳۹	۱۹۵/۳۴	۱۶۰
۱۴	۱۱۴/۳	۹۷/۴۸	۲۰۱/۲۱	۱۶۰
۱۵	۱۱۵/۷۷	۹۹/۱۴	۲۰۷/۰۲	۱۶۰
۱۶	۱۱۶/۳۰	۱۰۰/۶۷	۲۱۳/۷۹	۱۶۰
۱۷	۱۱۵/۱۲	۹۹/۵۸	۲۱۸/۲۴	۱۶۰
۱۸	۱۱۲/۹۴	۹۷/۱۶	۲۲۰/۷۱	۱۶۰
۱۹	۱۰۸/۷۳	۹۱/۵۰	۲۲۴/۳۳	۱۶۰
۲۰	۱۰۳/۸۶	۸۷/۰۵	۲۲۷/۹۸	۱۶۰
۲۱	۹۸/۰۰۲	۸۲/۹۸	۲۳۲/۵۸	۱۶۰
۲۲	۹۵/۳۱	۷۶/۹۸	۲۳۷/۴۵	۱۶۰
۲۳	۸۹/۱۸	۷۰/۹۸	۲۴۰	۱۶۰
۲۴	۸۳/۵۹	۶۳/۹۸	۲۴۰	۱۶۰

جدول (۷) مقایسه هزینه کلی واحد حرارتی در روش GSA (برحسب$/h)

روش	مینیمم	متوسط	ماکزیمم
DE بدون‌اثر شیربخار	۱۲۶۸۹۰	۱۲۷۲۴۵	۱۲۷۷۳۴
PSOGSA بدون‌اثر شیربخار	۱۰۹۷۸۶	۱۰۹۹۹۷	۱۱۰۴۶۸
PSOGSA با اثر شیربخار	۱۰۹۸۵۷	۱۱۰۲۵۶	۱۱۰۴۸۹

جدول (۸) مجموع هزینه نیروگاه حرارتی در ۲۵ بار اجرای برنامه ($/h)

.

مرتبه اجرای برنامه	۱	۲	۳	۴	۵
هزینه کلی ($/h)	۱۱۰۰۱۱	۱۰۹۹۱۰	۱۰۹۹۱۹	۱۱۰۱۵۶	۱۱۰۰۸
مرتبه اجرای برنامه	۶	۷	۸	۹	۱۰
هزینه کلی ($/h)	۱۰۹۸۵۷	۱۱۰۰۲۰	۱۱۰۱۲۰	۱۱۰۲۱۰	۱۱۰۲۱۵
مرتبه اجرای برنامه	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
هزینه کلی ($/h)	۱۱۰۴۸۹	۱۰۹۸۷۹	۱۱۰۳۴۰	۱۱۰۲۵۶	۱۱۰۳۱۵
مرتبه اجرای برنامه	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
هزینه کلی ($/h)	۱۱۰۴۷۰	۱۰۹۹۵۸	۱۰۹۹۹۸	۱۱۰۲۵۹	۱۱۰۳۵۱
مرتبه اجرای برنامه	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵
هزینه کلی ($/h)	۱۱۰۱۸۰	۱۱۰۳۹۰	۱۱۰۰۱۹	۱۱۰۱۸۷	۱۱۰۳۰۱

پس از مشخص شدن بهترین جواب برای کمینه کردن هزینه تولید نیروگاه حرارتی، مقادیر تولید هریک از نیروگاه های آبی در جدول (۹) و همچنین میزان تولید نیروگاه های حرارتی و مجموع مقدار آلایندگی این واحدها درجدول (۱۰) برای هریک از ساعات شبانه‌روز نشان داده خواهد شد.

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1392.2.3.1.4]

جدول (۹) میزان تولید نیروگاه‌های آبی

ساعت	Ph1(MW)	Ph2(MW)	Ph3(MW)	Ph4(MW)
۱	۷۷,۱۰۹۲	۶۲,۵۸۹	۱۰,۵۲۸۴	۱۹۲,۵۶۹
۲	۸۵,۱۸۱۸	۶۳,۷۱۰۹	۵۲,۴۸۸۸	۱۷۵,۶۲۰۵
۳	۶۶,۵۳۹۶	۶۱,۴۷۲۹	۱۹,۹۶۸۶	۱۷۷,۱۷۱۹
۴	۵۹,۰۳۳۴	۶۴,۱۳۱۶	۱۱,۵۶۳۲	۱۲۷,۶۸۷۶
۵	۹۲,۱۵۸۸	۶۰,۱۶۶۳	۲۸,۰۶۹۶	۱۸۶,۷۴۶۲
۶	۷۷,۷۴۲۷	۵۲,۵۸۹۱	۳۰,۶۷۱۵	۱۱۷,۵۳۸۶
۷	۵۶,۶۳۱۹	۷۳,۵۴۰۷	۴۲,۶۰۷۱	۱۹۰,۲۲۴۲
۸	۸۳,۶۳۳۳	۵۳,۱۷۵۴	۳۵,۱۳۰۹	۲۴۳,۸۸۷۹
۹	۸۷,۸۱۱۷	۷۷,۲۲۱۷	۴۶,۲۱۳۸	۲۱۴,۴۳۷
۱۰	۷۶,۸۳۴۳	۴۹,۴۸۳۹	۴۴,۴۱۹۴	۲۳۹,۱۸۲۹
۱۱	۶۹,۷۶۱۵	۶۰,۰۶۰۵	۴۹,۷۰۲	۲۷۴,۰۸۵۱
۱۲	۶۵,۶۴۹۸	۶۴,۹۸۳۴	۴۹,۸۱۸۲	۲۴۹,۳۶۷۴
۱۳	۸۹,۹۰۰۶	۷۰,۹۵۲۸	۴۱,۴۴۹۱	۲۶۹,۸۸۲۱
۱۴	۶۴,۶۹۶	۶۳,۲۹۱۷	۵۲,۸۱۴۲	۱۹۷,۸۴۲۹
۱۵	۶۸,۱۰۸۵	۵۳,۲۱۱۲	۵۴,۷۲۰۳	۲۳۵,۲۰۲۹
۱۶	۸۵,۵۴۲۳	۷۰,۰۳۵۵	۵۶,۹۵۷۵	۲۶۲,۶۲۸۱
۱۷	۸۶,۱۰۴۸	۶۱,۳۶۷۱	۵۴,۰۳۰۵	۲۲۵,۰۷۵
۱۸	۸۵,۷۶۷۴	۶۳,۰۹۶۷	۵۵,۸۲۸۵	۱۹۰,۱۷۲۳
۱۹	۶۰,۳۷۶۶	۵۸,۲۶۲۵	۵۵,۶۹۹۸	۲۵۱,۴۵۵۴
۲۰	۷۸,۷۸۲	۵۸,۶۹۶۶	۴۸,۲۴۲۸	۲۲۰,۷۰۸۶
۲۱	۸۲,۲۵۰۶	۵۴,۶۹۵۷	۵۸,۹۲۳۶	۲۷۱,۷۳۰۳
۲۲	۶۶,۹۴۴۶	۵۸,۶۵۰۷	۵۸,۱۲۳۶	۲۱۹,۸۷۶۳
۲۳	۱۰۱,۱۰۱۹	۸۰,۶۳۱	۵۸,۹۰۶	۲۶۹,۴۸۰۹
۲۴	۷۱,۱۴۹۲	۵۶,۵۸۰۶	۴۰,۲۹۴۸	۲۸۴,۸۴۰۲

جدول (۱۰) میزان تولید نیروگاه‌های حرارتی و میزان آلودگی

ساعت	$P_{S1(MW)}$	$P_{S2(MW)}$	$P_{S3(MW)}$	ef(ton)
۱	۱۴۱,۸۰۰۵	۱۳۷,۵۸۳۳	۱۱۲,۲۱۶۷	۰,۴۵۳
۲	۱۰۸,۰۶۲۲	۱۷۹,۲۸۸۷	۱۱۹,۱۲۹۸	۰,۵۴۵
۳	۱۱۳,۹۸۲۱	۱۰۹,۲۳۷۱	۱۹۵,۴۵۳۳	۰,۵۴۰
۴	۱۳۳,۶۱۰۹	۱۲۲,۸۴۰۶	۱۲۸,۳۴۳۸	۰,۵۳۶
۵	۳۳,۹۷۵۱	۱۱۵,۶۶۰۳	۱۵۰,۰۱۷۱	۰,۵۳۷
۶	۱۳۰,۸۷۱۷	۱۳۹,۷۵۴۳	۲۴۴,۶۰۸۱	۰,۵۴۹
۷	۱۲۴,۴۲۹۵	۲۳۷,۵۹۸۶	۲۶۴,۴۹۶	۰,۶۱۰
۸	۱۷۵	۱۴۸,۳۶۱۹	۲۴۴,۸۹۹	۰,۷۲۰
۹	۱۰۸,۴۹۴۲	۲۰۲,۵۸۲۴	۳۳۸,۷۴۵۳	۰,۷۳۲
۱۰	۱۶۲,۰۰۳۲	۱۷۸,۰۳۳۵	۲۹۸,۸۷۸۵	۰,۷۳۱
۱۱	۱۲۷,۷۲۷۲	۲۰۷,۰۶۹۸	۳۱۲,۰۲۷۴	۰,۹۲۰
۱۲	۱۳۷,۶۶۲۸	۱۷۲,۲۴۵۱	۳۷۱,۶۴۳۲	۰,۹۲۷
۱۳	۱۳۹,۱۰۵۷	۲۳۶,۶۳۸۴	۲۷۶,۸۰۹	۰,۹۲۲
۱۴	۱۵۹,۰۳۹۵	۲۰۲,۲۵۲۳	۳۲۰,۰۱۹۱	۰,۷۲۵
۱۵	۱۴۹,۹۲۰۱	۱۷۹,۶۲۰۲	۲۶۸,۷۴۸۳	۰,۷۲۲
۱۶	۱۱۵,۸۱۲۳	۲۲۶,۷۰۸۸	۳۰۳,۷۰۱۳	۰,۷۳۰
۱۷	۱۵۸,۶۵۴۲	۱۹۳,۹۶۷	۲۳۶,۰۳۱۳	۰,۷۲۵
۱۸	۱۵۵,۹۶۷۷	۲۲۹,۸۹۵۶	۳۲۲,۹۵۷۴	۰,۹۲۴
۱۹	۱۴۸,۸۹۱۸	۱۹۰,۲۷۰۲	۲۷۲,۱۱۵	۰,۷۲۸
۲۰	۱۵۹,۶۲۷	۱۸۴,۰۱۱۸	۲۶۹,۶۱۸۹	۰,۷۲۵
۲۱	۱۰۰,۳۹۱۶	۱۶۹,۰۳۲	۱۶۸,۴۷۰۲	۰,۶۰۵
۲۲	۱۵۹,۴۷۴۷	۱۳۷,۹۹۳۳	۱۳۹,۳۸۴	۰,۵۵۳
۲۳	۶۹,۰۶۵۱	۱۴۲,۷۷۰۵	۱۳۹,۰۶۲۸	۰,۵۵۲
۲۴	۱۲۳,۶۰۲۶	۱۰۳,۶۵۳۶	۸۹,۵۲۴۶	۰,۵۳۹

۶- نتیجه‌گیری

از آنجا که در کشـــورهایی چون ایران نیروگاه های برقابی و حرارتی در شـــبکه وجود دارد،برنامه ریزی و پخش بار اقتصـــادی در این شبکه‌ها امری ضروری است. همچنین با توجه به حضور نیروگاه های برقابی زنجیره ای و نیز در نظر گرفتن اثر موقعیت شیر بخار در واحد های حرارتی ، مساله برنامه ریزی در سیستم های آبی حرارتی، یک مساله غیر خطی می باشد. استفاده از الگوریتم ترکیبی PSOGSA با توجه به عدم نیاز به پارامترهای اضـــافی از جمله ضـــریب جریمه، می‌تواند برای حل مساله توزیع اقتصادی DHS ، جواب های منطقی و قابل قبولی را ارائه نماید.

مراجع

[1] Goldberg DE. Genetic algorithms in search optimization and machine learning. Reading: Addison-Wesley; 1989.

[2] Storn R, Price K. Differential evolution: a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces. J Global Optim 1997;11:341–59.

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1392.2.3.1.4]

[3] Karaboga D, Basturk B. A powerful and efficient algorithm for numerical function optimization: artificial bee colony (ABC) algorithm. J Global Optim 2007;39(3):459–71.
[4] Kenedy J, Eberhart RC. Particle swarm optimization. IEEE Int Conf Neural Netw 1995;4:1942–8.
[5] Dorigo M, Maniezzo V, Colorni A. The ant system: optimization by a colony of cooperating agents. IEEE Trans Syst Man Cybern Part B 1996;26(1):29–41.
[6] Kitkpatrick S, Gelatto CD, Vecchi MP. Optimization by simulated annealing. Science 1983;220:671–80.
[7] Geem ZW, Kim JH, Loganathan GV. A new heuristic optimization algorithm: harmony search. Simulation 2001;76(2):60–8.
[8] Deb K, Pratap A, Agarwal S, Meyarivan T. A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA II. IEEE Trans Evol Comput 2002;6(2):182–97.
[9] Kaveh A, Talatahari S. A novel heuristic optimization method: charged system search. Acta Mech 2010;213:267–89.
[10] Simon D. Biogeography-Based Optimization. IEEE Trans Evol Comput 2008;12(6):712–3.
[11] Passino KM. Biomimicry of bacterial foraging for distributed optimization and control. IEEE Control Syst Mag 2002:52–67.
[12] Mirjalili S, Hashim SZM. A new hybrid PSOGSA algorithm for function optimization. In: International conference on computer and information application (ICCIA 2010); 2010. p. 374–7.
[13] Rashedi E, Nezamabadi-pour H, Saryazdi S. GSA: a gravitational search algorithm. Inform Sci 2009;179:2232–48.
[14] **********
[15] Xiaohui Yuan , Bin Ji a, Zhijun Chen , Zhihuan Chen , "A novel approach for economic dispatch of hydrothermal system via gravitational search algorithm", Applied Mathematics and Computation, 247 535–546, 2014

رزومه



امین عبایی فرســـال (۱۳۶۷) در دزفول متولد شد. تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی برق- قدرت در سال (۱۳۸۹)، از دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، اخذ نمود و در حال حاضر دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت در دانشـگاه آزاد اسـلامی واحد دزفول می باشـد. فعالیت پژوهشـی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت و ادوات فکتس می باشد.



حسن براتی در دزفول متولد شده است (۱۳۴۸). تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی برق- الکترونیک از دانشگاه صنعتی اصفهان(۱۳۷۱)، کارشناسی‌ارشد مهندسی برق- قدرت از دانشگاه تبریز(۱۳۷۵) و دکتری مهندسی برق-قدرت از دانشگاه آزاد واحد علوم وتحقیقات تهران(۱۳۸۷) سپری کرده است. فعالیت‌های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه ادوات FACTS، کیفیت توان، و بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت است و در حال حاضر استادیار گروه برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول می‌باشد.

[1] dispatching of hydrothermal system
[2] Gravitational Search Algorithm

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1392.2.3.1.4]