


بر نام خدا



## کاربرد رویکردهای داده کاوی در حل مسائل بهینه سازی مدیریت منابع آب مبتنی بر الگوریتم های تطبیقی هوشمند

 <p>آرم دانشگاه</p>	عمران	رشته	نام و مقطع تحصیلی :محمد حسین ربیعی، دکتری	توسعه دهنده:
	سازه های هیدرولیکی	گرایش		
	بهینه سازی	حوزه تخصصی پروژه		
	MATLAB	نرم افزار / زبان برنامه نویسی استفاده شده		
محمد حسین ربیعی				تهیه کننده مستند:

۱۳۹۵/۰۳/۱۰

تاریخ تنظیم سند:

نسخه: ۱/۰

## فهرست مطالب

---

فصل ۱: راهنمای کاربری .....	۵
۱-۱. مقدمه .....	۵
۲-۱. راهنمای کاربری حل مسائل Benchmark .....	۶
۱-۲-۱. الگوریتم بهینه سازی PSO .....	۶
۱-۲-۱-۱. نمونه اجرای کد PSO .....	۸
۲-۲-۱. الگوریتم بهینه سازی GA .....	۱۰
۱-۲-۲-۱. نمونه اجرای کد GA .....	۱۱
۳-۲-۱. الگوریتم بهینه سازی ACO .....	۱۳
۱-۳-۲-۱. نمونه اجرای کد ACO .....	۱۴
۴-۲-۱. الگوریتم بهینه سازی DE .....	۱۶
۱-۴-۲-۱. نمونه اجرای کد DE .....	۱۸
۵-۲-۱. الگوریتم بهینه سازی CSS .....	۲۰
۱-۵-۲-۱. نمونه اجرای کد CSS .....	۲۲
1-3. راهنمای کاربری حل مسئله بهینه سازی سامانه مخازن .....	۲۴
فصل ۲: مستندات آموزشی .....	۳۰
۱-۲. مستندات آموزشی الگوریتمهای کاوشی .....	۳۰
2-1-1. سابروتین PSO .....	۳۰
2-1-2. سابروتین GA .....	۳۴
۳-۱-۲. سابروتین ACO .....	۳۶
۴-۱-۲. سابروتین DE .....	۴۰
2-1-5. سابروتین CSS .....	۴۲
2-1-6. سابروتین Function .....	۴۵
فصل ۳: مراجع .....	۴۷

## چکیده

به لحاظ شرایط اقلیمی، وضعیت ویژه زمین ساختاری و به تبع آن محدودیت منابع آب و همچنین با توجه به محدودیت‌های اعتباری و ظرفیت‌های اجرای کشور ایران، لزوم برنامه ریزی دقیق و منسجم در منابع آب جهت بهره‌برداری منطقی ایجاد می‌گردد. منابع آب که زیربنای فعالیت‌های عمرانی را تشکیل می‌دهند، می‌توانند برنامه‌ریزی‌های اقتصادی را متأثر سازند. یکی از مهمترین سامانه‌های منابع آب موجود، مخازن سدها و بدنه آبی بالادست و پایین‌دست آنها است. با توجه به اهمیت و نقشی که منابع آب و به خصوص سدها در رشد کشور دارند، برنامه‌ریزی برای برداشت‌های منطقی از سدها با چشم‌انداز توسعه پایدار و تخصیص مقدار آب برداشت شده به مصارف گوناگون به صورت بهینه، مطمئن و مقرون به صرفه، با استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی و برنامه‌ریزی به عنوان ابزارهای کارآمد در حل مسایل منابع آب امری اجتناب‌ناپذیر محسوب می‌شود. در سالهای اخیر با توجه به فعالیت‌هایی که در زمینه تولید و ارتقاء روشهای بهینه یابی صورت گرفته است، الگوریتم‌هایی بوجود آمده‌اند که دارای قدرت و سرعت زیادی در رسیدن به جوابهای بهینه و یا نزدیک به بهینه هستند. این روشها در بسیاری از رشته‌های مختلف کاربرد داشته و استفاده از آنها در مسائل مختلف بهینه یابی از جمله بهره‌برداری بهینه و مدیریت منابع آب در مخازن سدها رو به افزایش است. اغلب این الگوریتمها از طبیعت الهام‌گیری شده‌اند، به طوری که خود طبیعت نیز در مسائل دشوار از این روشها استفاده می‌کند. به طور کلی در این پژوهش ابتدا به حل مسایل توابع استاندارد ریاضی (Benchmark) با استفاده از الگوریتمهای فراکاوشی (هوشمند) از جمله GA، PSO، و DE، ACO و الگوریتم بهینه‌سازی جدیدی به نام CSS (Charged System Search) و مقایسه نتایج و عملکرد الگوریتمهای مختلف پرداخته شده است و سپس بهینه‌سازی بهره‌برداری از سامانه مخازن مبتنی الگوریتم‌های بهینه‌سازی فراکاوشی (هوشمند) و مقایسه نتایج و عملکرد الگوریتمهای مختلف ارائه شده است.

**کلمات کلیدی:** الگوریتم‌های فرا کاوشی، سامانه مخازن، بهینه‌سازی، الگوریتم جستجوی ذرات

باردار.

# فصل ۱: راهنمای کاربری

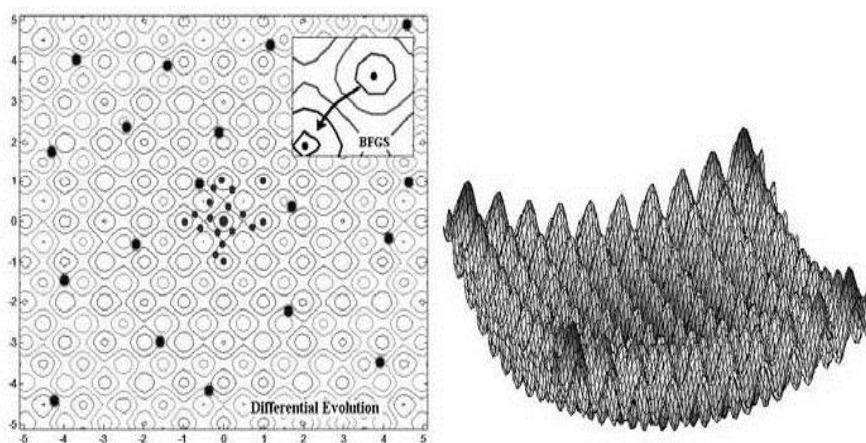
## ۱-۱. مقدمه

منظور از بهینه سازی یک سامانه کمینه یا بیشینه کردن تابعی است که این تابع معیاری از عملکرد سامانه می باشد. این عمل در نهایت به بهبود کارایی سامانه می انجامد. به طور کلی می توان از چهار مرحله مهم برای بهینه سازی یک سامانه نام برد: مرحله اول درک سامانه و متغیرهای مختلفی است که بر روی آن تاثیر می گذارند. مرحله دوم انتخاب تابعی به عنوان معیار عملکرد سامانه است. این معیار به متغیرهای سامانه وابسته است و تاثیر زیادی روی کارایی سامانه دارد. مرحله سوم تعیین قیدهای مسئله هست. و مرحله چهارم انتخاب مقدار متغیرهای سامانه است و این انتخاب به گونه ای است که سامانه بهینه می شود.

در مرحله اول طراح باید درک صحیحی از سامانه، نحوه عملکرد آن، متغیرهای مختلف تاثیر گذار بر سامانه و تاثیر متقابل متغیرها بر روی یکدیگر داشته باشد. در مرحله دوم باید معیار عملکرد سامانه تعریف شود. در مرحله آخر، طراح با استفاده از یک روش بهینه سازی مناسب به جستجوی مقادیر بهینه برای متغیرهای طراحی می پردازد. انتخاب روش بهینه سازی به عواملی نظیر خطی بودن مساله، تعداد متغیرهای طراحی، تعداد توابع هزینه و مقید یا غیر مقید بودن مساله بستگی دارد. منظور از تابع هزینه تابعی است که معیاری برای کارایی سامانه می باشد.

روش های بهینه سازی را می توان به دو گروه کلی دسته بندی کرد: روش های غیر مبتنی بر محاسبه گرادیان ها و روش هایی که بر مبنای محاسبه گرادیان ها می باشند. در روش های نوع اول هیچ اطلاعاتی از گرادیان های تابع هزینه نسبت به متغیرهای طراحی در خلال فرآیند بهینه سازی لازم نیست. و جستجو برای رسیدن به نقطه بهینه با مقایسه مقادیر تابع هزینه در نقاط طراحی مختلف انجام می شود. الگوریتم های فراکوشی از جمله PSO، GA، ACO، DE و CSS در این دسته قرار می گیرند. در روش های نوع دوم

گرایان‌های تابع هزینه نسبت به متغیرهای طراحی نقشی اساسی را در فرآیند بهینه‌سازی ایفاء می‌کنند. در این گزارش پنج الگوریتم بهینه‌سازی تکاملی را مورد بررسی قرار می‌دهیم. پس از مروری کوتاه بر کدهای نوشته شده و روش اجرای آن در فصل اول در فصل دوم نحوه پیاده‌سازی این الگوریتمها در قالب کد MATLAB به طور مفصل توضیح داده می‌شود. این روش‌ها اصولاً برای یافتن نقطه بهینه در توابعی که دارای نقاط کمینه یا بیشینه محلی هستند (مانند شکل (۱)) استفاده می‌شوند.



شکل (۱) یک تابع هزینه با نقاط اکسترمم محلی و نحوه یافتن نقطه کمینه سراسری

در ادامه، راهنمای کاربری مدل توسعه داده شده ارائه می‌شود و نمونه اجرای مدل در بخش‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## ۲-۱. راهنمای کاربری حل مسائل Benchmark

### ۱-۲-۱. الگوریتم بهینه‌سازی PSO

الگوریتم PSO (Particle swarm optimization) یک روش سراسری کمینه‌سازی است که با استفاده از آن می‌توان با مسائلی که جواب آنها یک نقطه یا سطح در فضای  $n$  بعدی می‌باشد، برخورد نمود. در اینچنین فضایی، فرضیاتی مطرح می‌شود و یک سرعت ابتدایی به آنها اختصاص داده می‌شود، همچنین کانال‌های ارتباطی بین ذرات در نظر گرفته می‌شود. سپس این ذرات در فضای پاسخ حرکت می‌کنند، و نتایج حاصله بر مبنای یک «ملاک شایستگی» پس از هر بازه زمانی محاسبه می‌شود. با گذشت زمان، ذرات به سمت ذراتی که دارای ملاک شایستگی بالاتری هستند و در گروه ارتباطی یکسانی قرار دارند، شتاب می‌گیرند. علی‌رغم اینکه هر روش در محدوده‌ای از مسائل به خوبی کار می‌کند، این روش در حل

مسائل بهینه سازی پیوسته موفقیت بسیاری از خود نشان داده است. در جدول زیر داده های ورودی به الگوریتم PSO مشخص شده است.

جدول (۱) اطلاعات ورودی الگوریتم PSO

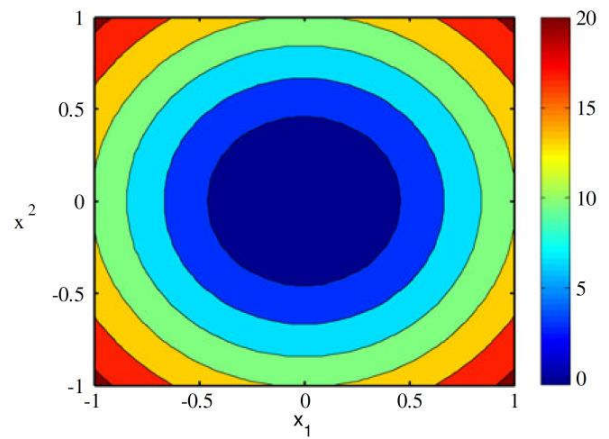
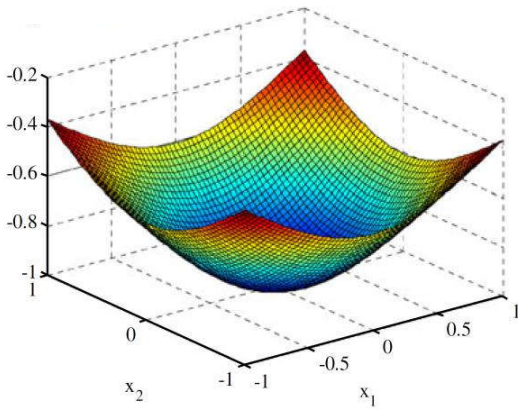
ردیف	نام متغیر	توضیحات
۱	F(x)	تابع هزینه یا تابع هدف (Cost Function)
۲	nVar	تعداد متغیرهای تصمیم (Number of Decision Variables)
۳	VarMin	دامنه پایین متغیرهای تصمیم (Lower Bound of Variables)
۴	VarMax	دامنه بالای متغیرهای تصمیم (Upper Bound of Variables)
۵	MaxIt	بیشترین تعداد تکرار
۶	nPop	تعداد ذرات
۷	w	وزن اینرسی (Inertia Weight)
۸	C1	ضریب یادگیری شخصی (Personal Learning Coefficient)
۹	C2	ضریب یادگیری جمعی (Global Learning Coefficient)
۱۰	VelMax	سرعت ماکزیمم ذرات
۱۱	VelMin	سرعت مینیمم ذرات

در ادامه نتایج حاصل از اجرای مدل ابتدا برای یکی از توابع هدف به نام Sphere Function و سپس برای حل یک مسئله مدیریتی در تحلیل سامانه مخازن سد ارائه می شود.

### ۱-۲-۱-۱. نمونه اجرای کد PSO

در این قسمت برای یکی از توابع هدف Benchmark ریاضی به نام تابع Sphere که در ادامه فرمول آن به همراه نمودار ۲ بعدی ارائه شده است، خروجی الگوریتم PSO در اشکال زیر مشخص شده است.

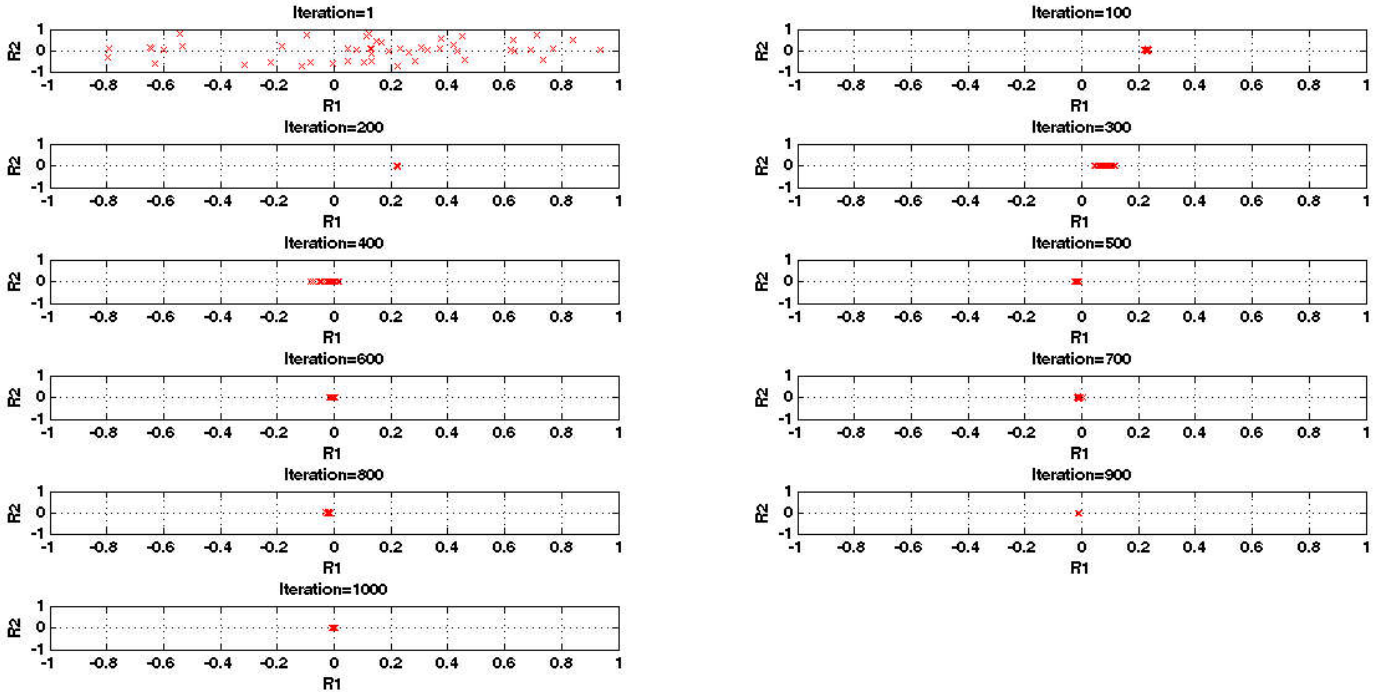
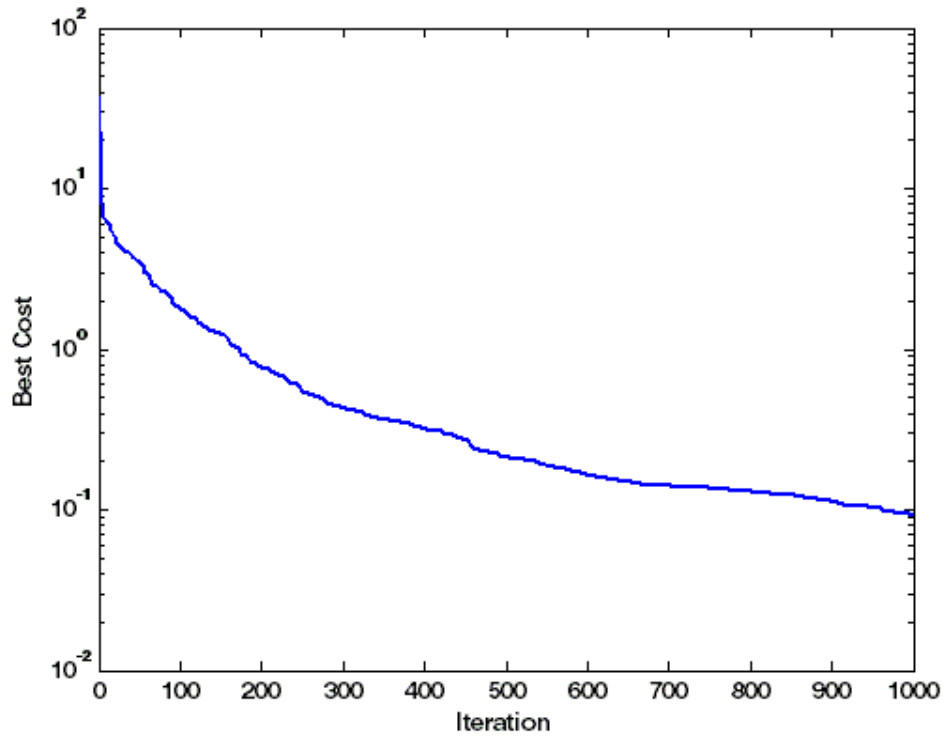
$$F(X) = \sum_{i=1}^n x_i^2$$



شکل (۲) تابع Sphere

نتایج ارائه شده برای تعداد تکرار MaxIt=1000 و تعداد ذرات nPop=20 ارائه شده است. همانگونه که ملاحظه می شود این الگوریتم به خوبی به جواب بهینه همگرا می شود.





شکل (۳) روند همگرایی الگوریتم PSO

## ۱-۲-۲. الگوریتم بهینه سازی GA

الگوریتم ژنتیک (Genetic Algorithm) با نماد اختصاری GA تکنیک جستجویی در علم رایانه برای یافتن راه حل تقریبی برای بهینه‌سازی و مسائل جستجو است. الگوریتم ژنتیک نوع خاصی از الگوریتم‌های تکامل است که از تکنیک‌های زیست‌شناسی فرگشتی مانند وراثت و جهش استفاده می‌کند. این الگوریتم برای اولین بار توسط جان هالند معرفی شد.

در واقع الگوریتم ژنتیک از اصول انتخاب طبیعی داروین برای یافتن فرمول بهینه جهت پیش‌بینی یا تطبیق الگو استفاده می‌کنند. الگوریتم‌های ژنتیک اغلب گزینه خوبی برای تکنیک‌های پیش‌بینی بر مبنای رگرسیون هستند.

در هوش مصنوعی الگوریتم ژنتیک یک تکنیک برنامه‌نویسی است که از تکامل ژنتیکی به عنوان یک الگوی حل مسئله استفاده می‌کند. مسئله‌ای که باید حل شود دارای ورودی‌هایی می‌باشد که طی یک فرایند الگوبرداری شده از تکامل ژنتیکی به راه‌حلها تبدیل می‌شود سپس راه حلها بعنوان کاندیداها توسط تابع ارزیاب (Fitness Function) مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و چنانچه شرط خروج مسئله فراهم شده باشد الگوریتم خاتمه می‌یابد.

الگوریتم ژنتیک بطور کلی یک الگوریتم مبتنی بر تکرار است که اغلب بخش‌های آن به صورت فرایندهای تصادفی انتخاب می‌شوند.

این الگوریتم‌ها از بخش‌های زیر تشکیل می‌شوند: تابع برازش - نمایش - انتخاب - تغییر

در جدول زیر داده‌های ورودی به الگوریتم GA مشخص شده است.