****

**الگوریتم سنجاقک: یک تکنیک جدید بهینه­سازی فراابتکاری برای حل مسائل تک هدف، گسسته، و چند هدفه**

**چکیده**

یک تکنیک هوشمند جدید ارائه شده است که آن الگوریتم سنجاقک نام دارد (DA). الگوریتم اصلی DA از رفتارهای ایستا و پویا متشکل از رفتار سنجاقک در طبیعت است. دو مرحله ضروری برای بهینه­سازی، اکتشاف و بهره­برداری، با تعامل اجتماعی سنجاقک­ها که در جستجوی غذا و دوری از دشمنان در هنگام پیدایش هستند، طراحی شده­ است. این مقاله نسخه­های چند هدفه و باینری را که به ترتیب نسخه چند هدفه DA (BDA) و چند هدفه DA (MODA) نامیده می­شود را ارائه داده است. الگوریتم­هایی که چندین توابع آزمون ریاضی و یک مطالعه موردی را که به صورت کیفی و کمی سنجیده می­شوند را این مقاله ارائه کرده است. نتایج DA و BDA که باعث بهبود الگوریتم­ها می­شود و به صورت تصادفی مسائل را مقداردهی اولیه کرده است و به بهترین وجه بهینه­سازی سراسری را انجام داده است، و نتایج بسیار دقیقی را از الگوریتم­های دیگر در این ادبیات را ارائه کرده­اند. نتایج MODA نشان می­دهد که این الگوریتم بهترین راه­حل پارتو را برای طیف گسترده­ای از مسائل چند هدفه ارائه می­دهد. مجموعه­ای از طرح­ها مسائل زیردریایی پروانه را برای نشان دادن محاسن MODA و برای حل مسائل واقعی که هنوز در اصل پارتو ناشناخته هستند را به کار می­برند. توجه داشته باشید که الگوریتم­های BDA، DA و MODA به صورت عمومی در سایت <http://www.alimirjalili.com/DA.html>. قابل دسترس است.

**کلمات کلیدی**: بهینه­سازی، بهینه­سازی چند هدفه، بهینه­سازی محدود شده، بهینه­سازی باینری، معیار، هوش گروهی، تکاملی، الگوریتم­های بهینه­سازی ذرات، الگوریتم ژنتیک

**1 معرفی**

طبیعت پر از رفتارهای اجتماعی برای انجام وظایف مختلف است. گرچه هدف نهایی تمام افراد و رفتارهای جمعی زنده ماندن است، اما موجودات به دلایل مختلفی: به صورت شکار، دفاع، راه رفتن و غذا خوردن در گروه­ها، گله­ها، مدارس باهم تعامل دارند. به عنوان مثال، گرگ بسته به یکی از تعاملات اجتماعی برای شکار به صورت اختصاصی سازماندهی شده است. گرگ­ها به پیروی از رهبر به صورت اجتماعی برای شکار شیطانی در مراحل مختلف تمایل دارند: تعقیب شکارچیان، چرخاندن خزه­ها، آزار و اذیت قارچ­ها و حمله به قارچ­ها ]1،2[. یک نمونه از دفاع جمعی مدارس ماهی­ها در اقیانوس­ها است. هزاران ماهی یک مدرسه را ایجاد می­کنند و با هشدار دادن به یکدیگر از شکارچیان جلوگیری می­کنند و کار شکارچیان را دشوار می­کنند ]3[. اکثر شکارچیان به منظور تقسیم این مدارس به زیر مدارس با حمله به آنها و در نهایت شکار کردن افرادی که جدا شده­اند، تکامل پیدا می­کنند.

ناوبری یکی دیگر از دلایل ازدحام بعضی از موجودات است. پرندگان بهترین نمونه­هایی از این رفتارهای هستند که در بین قاره­ها و در گله­ها به راحتی مهاجرت می­کنند. ثابت شده است که پیکربندی v-shaped پرواز به شدت موجب صرفه­جویی در انرژی و به همان اندازه باعث توزیع در میان افراد گله می­شود. آخرین باری نیست، که خوردن غذا یکی دیگر از دلایل اصلی تعاملات اجتماعی بسیاری از گونه­ها در طبیعت است. مورچه­ها و زنبورها بهترین نمونه­هایی از رفتار جمعی با هدف تغذیه است. ثابت شده است که مورچه­ها و زنبورها قادر به یافتن و علامت­گذاری کوتاه­ترین مسیر لانه / کندو به منبع غذا هستند ]5[. آنها هوشمندانه غذاها را جستجو می­کنند و مسیر استفاده از فرومون را برای اطلاع دادن و هدایت دیگران نشان می­دهند.

بسیار جالب است که موجودات موقعیت مطلوب را پیدا می­کنند و وظایف را به صورت موثر در گروه­ها انجام می­دهند. واضح و روشن است که آنها در طول این قرن­ها تکامل پیدا کرده­اند تا رفتارهای مطلوب و کارآمد را دریابند. بنابراین، کاملا منطقی است که از آنها برای حل مسائلمان الهام می­بخشیم. این همان هدف اصلی مطالعه است که هوش گروهی نام دارد (SI)، که توسط بنی و وانگ در سال 1989 ارائه شده است ]6[. SI اشاره به اجرای مصنوعی / شبیه­سازی هوش جمعی و اجتماعی گروهی از موجودات زنده در طبیعت دارد ]7[. محققان در این زمینه سعی کردند قوانین محلی را برای تعاملات بین افراد که به هوش اجتماعی هدایت شده­اند، درک کنند. از آنجا که هیچ واحد کنترل متمرکزی برای هدایت افراد وجود ندارد، یافتن قوانین ساده میان برخی از آنها می­تواند رفتار اجتماعی کل جمعیت را شبیه­سازی کند.

الگوریتم بهینه­سازی کلونی مورچه (ACO) یکی از اولین تکنیک­های SI است که اطلاعات اجتماعی مورچه­ها را در هنگام پروش یک کلونی مورچه تقلید می­کند ]9،8[. این الگوریتم از واقعیت ساده الهام گرفته است که هر مورچه می­تواند مسیر خود را به سمت منابع غذایی خارج از لانه توسط فرومون نشان دهد. زمانی که مورچه یک منبع غذایی را پیدا می­کند، به لانه می­رسد و مسیر فرومون را نشان می­دهند تا دیگران مسیر را پیدا کنند. زمانی که مورچه­های مورچه­های دیگر علائم فرومون را می­بینند مسیر را دنبال می­کنند و فرومون­های خود را ترک می­کنند. کلید اصلی این است که آنها ممکن است راه­های مختلفی را برای منابع غذایی داشته باشند. از آنجا که یک مسیر طول می­کشد تا مورچه­ها سفر کنند، با این وجود، فرومون با میزان بالاتر قبل از آنکه توسط مورچه­های دیگر مشخص شوند تبخیر می­شود. بنابراین، کوتاه­ترین مسیر به سادگی با دنبال کردن مسیر باسطح قوی فرومون و رها کردن مسیرهای با سطح فرومون ضعیف به دست می­آید. دورینگو اولین بار از این مفاهیم ساده الهام گرفته و الگوریتم شناخته شده ACO را ارائه کرد ]10[.

الگوریتم بهینه­سازی ذرات (PSO) یکی دیگر از الگوهای شناخته شده SI است. فرآیند رفتاری این الگوریتم ناوبری گله­های پرنده را تقلید می­کند و توسط ابرهارت و کندی ارائه شده است ]11[. الهام بخش اصلی قوانین ساده تعاملات بین پرندگان است: پرندگان تمایل دارند مسیر پرواز خود را در جهت مسیر فعلی خود، بهترین محل منبع غذایی را به دست آورند و بهترین محل غذا را که تاکنون یافت شده است را حفظ کنند ]12[. الگوریتم PSO به سادگی این سه قاعده را تقلید می­کند و ذرات را به سوی بهترین راه حل­های بهینه توسط هر یک از افراد و به طور همزمان هدایت می­کنند.

الگورریتم کلونی زنبور عسل (ABC) یکی دیگر از الگوریتم­های مبتنی بر سیگنال جدید و محبوب است. این الگوریتم دوباره رفتار اجتماعی جوجه­های زنبور عسل را در هنگام تغذیه شهد توسط کارابوگا ارائه کرده است ]13[. تفاوت این الگوریتم در مقایسه با ACO، و PSO تقسیم زنبورهای عسل دیده­بانی، ناظر، و کارگر است ]14[. زنبورهای کارگر مسئول یافتن منابع غذایی و اطلاع رسانی به دیگران با یک رقص ویژه هستند. علاوه بر این، تماشاگران رقص را تماشا می­کنند، و یکی از آنها را انتخاب می­کند و مسیر را به سمت منابع غذایی انتخاب و آن را دنبال می­کنند. زنبورهای دید­ه­بانی منابع غذایی رها شده را کشف می­کنند و آنها را جایگزین منابع جدید می­کنند.

از آنجا که تعداد قابل توجهی از محققان تلاش کردند این الگوریتم­ها را در زمینه­های گوناگون مورد استفاده قرار دهند مسائل مربوط به آنها حل شده است ]20-15[. کاربرد موفقیت آمیز این الگوریتم­ها در علم و صنعت نشان دهنده شایستگی­های تکنیک مبتنی بر SI در عمل است. دلایل مربوط به استفاده از مزایای الگوریتم­های مبتنی بر SI عبارتند از: اولا، تکنیک­های مبتنی بر SI در طول مراحل تکرار در فضای جستجو به صورت اطلاعاتی ذخیره می­شوند، در حالی که این اطلاعات توسط الگوریتم­های تکاملی (EA) نسل به دور ریخته می­شوند. ثانیا، پارامترهای کنترل در الگوریتم مبتنی بر SI کمتر وجود دارند. سوما، الگوریتم SI مبتنی بر اپراتورها در مقایسه با الگوریتم EA مجهز هستند. سرانجام، تکنیک­های مبتنی بر SI از انعطاف پذیری سود می­برند، و به راحتی برای مسائل در زمینه­های مختلف به کار می­روند.

علی­رغم تعداد قابل توجهی از نشریات اخیر در این زمینه ]29-21[، در طبیعت هنوز رفتارهای پرخاشگری که مورد توجه قرار نگرفته­اند وجود دارد. یکی نوع حشرات متفن وجود دارد که به ندرت رنج می­برند. از آنجایی که ادبیات مطالعاتی برای شبیه­سازی هوش فردی و اجتماعی سنجاقک­ها وجود ندارد، این مقاله برای اولین بار ابتدا ویژگی­های اصلی سنجاقک را پیدا می­کند. سپس یک الگوریتم براساس مشخصات ارائه می­شود. قضیه ناهارخوری رایگان (NFL) ]30[ از انگیزه این کار برای ارائه بهینه­ساز استفاده می­کند، به این دلیل که این الگوریتم ممکن است الگوریتم­های دیگری را برای برخی از مسائل نتواند حل کند. ادامه مقاله به شرح زیر است:

بخش 2 الهام و پایه­های بیولوژیکی مقاله را ارائه می­دهد. مدل­های ریاضی و الگوریتم DA در بخش 3 ارائه شده­اند. همچنین این بخش نسخه­های باینری و چند هدفه DA را ارائه می­کند. یک مطالعه جامع تطبیقی در چندین معیار توابع و یک مطالعه موردی واقعی در بخش 4 برای تایید عملکرد الگوریتم­های BDA، DA و MODA ارائه شده است. سرانجام، بخش 5 نتیجه کار است و برخی از دستورالعمل­ها برای مطالعات آینده را نشان می­دهد.

**2 الهام بخش**

سنجاقک­ها (Odonata) حشرات تفننی هستند. حدود 3000 گونه مختلف این حشره در سراسر جهان وجود دارد ]31[. همانطور که در شکل 1 نشان داده شده است، چرخه حیات سنجاقک شامل دو مرحله اصلی است: نیچه و بالغ. آنها بخش عمده­ای از طول عمر خود را در نیچه می­گذارند و دگرگون می­شوند تا بزرگسال شوند ]31[.



شکل 1. a. سنجاقک واقعی، b چرخه زندگی سنجاقک­ها (تصویر چپ حسن نیت مهرداد مانی است که از سایت [www.mehrdadmomeny.com](http://www.mehrdadmomeny.com) قابل دسترس است.)

سنجاقک­ها به عنوان شکارچیان کوچک در نظر گرفته می­شوند و تقریبا تمام حشرات کوچک طبیعت را شکار می­کنند. نیچه سنجاقک­ها روی سایر حشرات دریایی و حتی ماهی­های کوچک هم وجود دارد. واقعیت جالب در مورد سنجاقک­ها این است که آنها منحصر به فرد و رفتار گروهی نادری دارند. سنجاقک­ها فقط برای دو هدف اهمیت دارند: شکار و مهاجرت. در ابتدا ازدحام ایستا نام داشتند (تغذیه)، و بعدا ازدحام پویا نامگذاری شده­اند (مهاجرت).

در ازدحام ایستا، سنجاقک­ها گروه­های کوچکی را تشکیل می­دهند و در یک منطقه کوچک پرواز می­کنند تا سایر شکارچیان پرواز به عنوان مثال پروانه­ها و پشه­ها را شکار کنند ]32[. جنبش­های محلی و تغییرات ناگهانی در مسیر پرواز، ویژگی­های اصلی ازدحام ایستا است. با این حال، در ازدحام پویا، شمار زیادی از سنجاقک­ها برای مهاجرت در یک مسیر در مسافت­های طولانی می­چرخند ]33[.

الگوریتم اصلی DA از رفتارهای ازدحام ایستا و پویا حاصل می­شوند. این دو رفتار روحیه بسیار شبیه به دو مرحله اصلی بهینه­سازی با استفاده از فراشناختی دارد: اکتشاف و بهره­برداری. سنجاقک­ها زیرگروهی را در بیش از مناطق مختلف به صورت ایستا که هدف اصلی آن فاز اکتشاف است را ایجاد می­کنند. با این حال، در ازدحام ایستا، دره­های بزرگ و در امتداد یک جهت، که در مرحله بهره­برداری مطلوب است، پرواز می­کنند. این دو مرحله به صورت ریاضی در بخش زیر اجرا می­شوند.

**3 الگوریتم سنجاقک**

**3.1 اپراتورهایی برای اکتشاف و بهره­برداری**

بر طبق نظر رینولدز، رفتار ازدحام به سه اصول ابتدایی زیر اشاره دارند ]34[:

* جداسازی، که به اجتناب از برخورد ایستا افراد به همسایگی افراد دیگر اشاره دارد.
* هماهنگی، که تطبیق سرعت افراد در همسایگی افراد دیگر را نشان می­دهد.
* انسجام، که به گرایش افراد نسبت به مرکز همسایگی جرم اشاره دارد.

هدف اصلی هر گونه ازدحام زنده ماندن است، بنابراین تمام افراد باید منابع غذایی و دشمنان بی­نظیر را جذب کنند. با توجه به این دو رفتار، پنج عامل اصلی در ارتقاء موقعیت افراد در سموم وجود دارد که در شکل 2 نشان داده شده است.

هر یک از این رفتارها به صورت ریاضی به شرح زیر هستند:

عمل جداسازی، با استفاده از فرمول زیر محاسبه می­شود ]34[:

(3.1)

X موقعیت فعلی فرد است، Xj نشان دهنده موقعیت jام در همسایگی فرد است، و N تعداد افراد همسایه است.

ترازبندی به صورت زیر محاسبه می­شود:

(3.2)

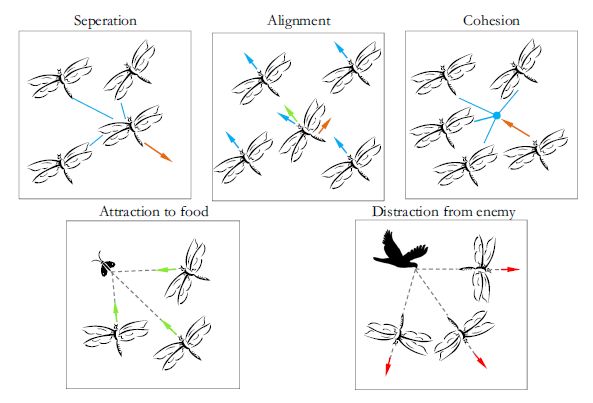
Xj، jام سرعت یک فرد همجوار را نشان می­دهد.

انسجام به صورت زیر محاسبه می­شود:

(3.3)

X موقعیت فعلی فرد است، N تعداد همسایه­ها است، و Xj ، jام موقعیت همسایه فرد را نشان می­دهد.

جذابیت نسبت به منابع غذایی به صورت زیر محاسبه می­شود:



شکل 2. الگوهای اصلاحی اولیه بین گروهی از افراد

(3.4)

X موقعیت فعلی فرد است، و X+ موقعیت منبع غذایی را نشان می­دهد.

دور زدن دفاعی بیرون دشمن به صورت زیر محاسبه می­شود:

(3.5)

X موقعیت فعلی فرد است، و X- موقعیت دشمن را نشان می­دهد.

رفتار سنجاقک­ها در این مقاله به نظر می­رسد که ترکیبی از پنج اصلاح الگو است. برای به روز رسانی موقعیت سنجاقک­های مصنوعی در فضای جستجو و شبیه­سازی حرکت آنها، دو بردار در نظر گرفته می­شود: مرحله (DX) و موقعیت (X). مرحله بردار به طور مشابه­ای بردار سرعت PSO و الگوریتم DA براساس چارچوب الگوریتم PSO توسعه داده است. مرحله بردار حرکت سنجاقک­ها را نشان می­دهد و به صورت زیر تعریف می­کند (توجه داشته باشید که مدل­ به روز رسانی موضع سنجاقک مصنوعی را در یک بعد تعریف می­کند، اما روش دیگری را می­تواند برای گسترش در ابعاد بالاتر معرفی کند):

Δ)

s وزن جداسازی را نشان می­دهد، Si، iام فرد جداسازی را نشان می­دهد، a تراز وزن است، A تراز iام فرد را نشان می­دهد، c وزن انسجام را نشان می­دهد، Ci انسجام iام فرد است، f عامل غذا است، Fi ، iام منبع غذایی فرد است، e عامل دشمن است، Ei، iام موقعیت فرد دشمن است، w وزن اینرسی است، و t مقیاس تکرار است.

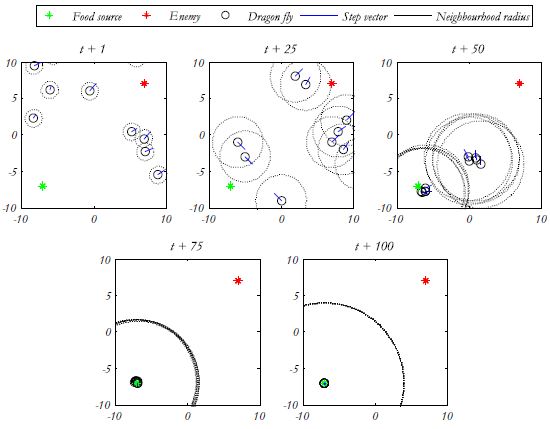
پس ازمحاسبه مرحله بردار، موقعیت بردارها به صورت زیر محاسبه می­شوند:

(3.7)

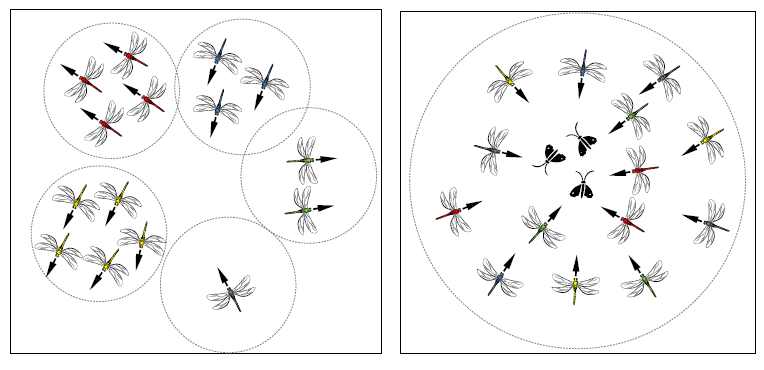
که t تکرار فعلی است.

با تجزیه، هم­ترازی، انسجام، مواد غذایی، و عوامل دشمن (s,a,c,e)، رفتارهای مختلف کاوشگر و استثمارگر می­توانند در طول بهینه­سازی به دست آیند. همسایگان سنجاقک­ها بسیار مهم هستند، بنابراین همسایگی (دایره در 2 بعد، کره در یک فضای سه بعدی، یا ابرکره در یک فضای n بعدی) با شعاع خاصی فرض می­شوند که در اطراف هر یک از سنجاقک­های مصنوعی هستند. یک مثال از رفتار ازدحام سنجاقک­ها با افزایش شعاع همسایگی با استفاده از مدل ریاضی در شکل 3 نشان داده شده است.

همانطور که در شکل زیر دیده می­شود، سنجاقک­ها فقط دو نوع ازدحام را نشان می­دهند: ایستا و پویا که در شکل 4 نشان داده شده است. همانطور که در این شکل دیده می­شود، سنجاقک­ها تمایل دارند پرواز خود را هماهنگ کنند در حالی که جدایی و انسجام پویا را در یک ازدحام حفظ می­کنند. با این حال، در ازدحام ایستا، هم سطحی بسیار کم است در حالی انسداد برای حمله به شکار بسیار بالا است. بنابراین، در هنگام کاوش فضای جستجو و هم­ترازی پایین و انسجام بالا در زمان بهره­برداری از فضای جستجو ما کاوش فضا را با مقیاس بالا و کم بودن وزن را تخصیص می­دهیم. برای انتقال بین اکتشاف و بهره­برداری، شعاع همسایه­ها با تعداد تکرارها بسیار مناسب است. راه دیگر برای تعادل اکتشاف و استثمار این است که در هنگام بهینه­سازی، عوامل ازدحام (s,a,c,f,e,w) به صورت سازگار تنظیم شوند.



شکل 3. رفتار ازدحامی پرواز سنجاقک­های مصنوعی (w=0.9-0.2, s=0.1, a=0.1, c=0.7, f=1, e=1)



شکل 4. ازدحام سنجاقک­های ایستا در مقابل پویا

در اینجا سوال می­تواند در مورد نحوه همگرایی سنجاقک­ها در زمان تضمین بهینه­سازی باشد. سنجاقک­ها نیاز به تغییر وزن به صورت سازگار برای انتقال از فضای جستجوی اکتشاف به فضای جستجو بهره­برداری دارند. همچنین فرض می­شود که سنجاقک­ها تمایل بیشتری برای دیدن و تنظیم مسیر پرواز به عنوان یک فرآیند بهینه­سازی دارند. به عبارت دیگر، منطقه همسایگی افزایش پیدا می­کند و بدین ترتیب در مرحله نهایی بهینه­سازی به یک گروه تبدیل می­شود تا به بهترین وجه به گروه سراسری تبدیل شود. منبع غذایی و دشمن از بهترین و بدترین راه حل­ها انتخاب می­شوند تا کل راه­حل­های بهینه را کشف کند. این باعث همگرایی مناطق امید بخش فضای جستجو و واپاشی مناطق بیرونی فضای جستجو می­شود.

برای بهبود تصادفی، رفتار تصادفی و اکتشاف سنجاقک­های مصنوعی، آنها زمانی که هیچ را حل برای همسایه وجود ندارد باید در اطراف فضای جستجو با استفاده از پرواز تصادفی (پرواز لووی) پرواز کنند. در این حالت موقعیت سنجاقک­ها با استفاده از معادله زیر به روز رسانی می­شود:

(3.8)

t تکرار فعلی است، و d ابعاد بردارهای موقعیت است.

پرواز Le’vy به صورت زیر محاسبه می­شود ]35[:

(3.9)

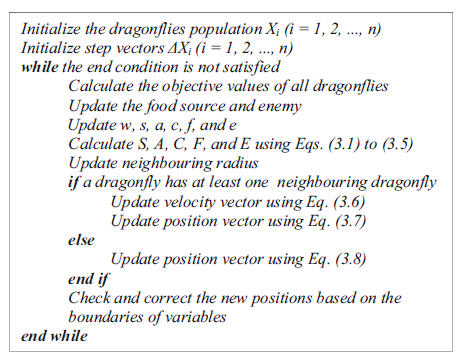
که r1 و r2 دو عدد تصادفی در بازه ]1،0[ است، و b یک ثابت است (و برابر با 1.5 است) و r به صورت زیر محاسبه می­شود:

(3.10)

که .

**3.2 مسائل تک هدفه الگوریتم DA**

الگوریتم DA با ایجاد مجموعه­ای از راه حل­های تصادفی برای یک مسئله بهینه­سازی، شروع به بهینه­سازی می­کند. در واقع، موقعیت و بردارهای مرحله­ای سنجاقک­ها با مقادیر تعریف شده در مرزهای پایین و بالای متغیرها تنظیم می­شوند. در هر تکرار، موقعیت و مرحله هر نوع سنجاقک با استفاده از معادلات به روز رسانی (3.7) / (3.8) و (3.6) به روز رسانی می­شود. برای به روز رسانی بردارهای X و DX، محدوده هر نوع سنجاقک با محاسبه فاصله اقلیدسی بین تمام سنجاقک­ها و انتخاب N انتخاب می­شود. فرآیند به روز رسانی موقعیت به طور تکراری ادامه پیدا می­کند تا معیار آخر مورد رضایت باشد. شبه کد الگوریتم DA در شکل 5 ارائه شده است.



شکل 5. شبه کد الگوریتم DA

لازم به ذکر است که تفاوت اصلی بین الگوریتم DA و PSO در تفکر جداسازی، هم­ترازی، انسجام، جاذبه، توزیع، و راه رفتن به صورت تصادفی است. اگرچه برخی از آثار در ادبیات وجود دارد اما تلاش برای ادغام به صورت یکپارچه، همبستگی و انسجام PSO ]38-36[، در این مقاله رفتار ازدحام را به صورت ناگهانی با تمام عوامل امکان پذیر برای مدلسازی افراد را در نظر می­گیرد. مفاهیم ازدحام پویا و ایستا کاملا جدید هستند. مدل ارائه شده این کار کاملا متفاوت از PSO بهبود یافته و در ادبیات فعلی در بالا ذکر شده است.

**3.3 مسائل باینری الگوریتم DA (BDA)**

بهینه­سازی در یک فضای جستجوی باینری بسیار متفاوت از یک فضای پیوسته است. در فضای جستجوی پیوسته، عوامل جستجوی DA قادر به به روز کردن موقعیت خود با اضافه کردن بردارهای مرحله به بردار موقعیت هستند. در فضای جستجو باینری، موقعیت عامل­های جستجو را نمی­توان با اضافه کردن بردارهای مرحله به X به روز کرد به این دلیل که بردارهای موقعیت عامل­های جستجو فقط می­توانند با مقادیر 0 یا 1 مشخص شوند. با توجه به شباهت DA و دیگر تکنیک­های SI، روش­های فعلی برای حل مسائل باینری در ادبیات و برای این الگوریتم به راحتی قابل استفاده هستند.

با توجه به میرجلیلی و لوئیس ]39[، ساده­ترین و موثرترین روش برای تبدیل یک تکنیک مداوم SI به یک الگوریتم باینری بدون تغییر ساختار استفاده از یک تابع انتقال است. سرعت توابع انتقال (مرحله) را به عنوان ورودی دریافت می­کند و یک عدد را در بازه ]0،1[ بازمی­گرداند، و تغییر موقعیت­ها را به صورت احتمالی تعیین می­کند. خروجی چنین توابعی به طور مستقیم متناسب با مقادیر بردار سرعت هستند. بنابراین، مقادیر بزرگ برای سرعت عامل جستجو، به احتمال زیاد موقعیت خودشان را به روز رسانی می­کنند. این روش تغییرات ناگهانی ذرات را با مقادیر بزرگ سرعت به طور مشابه­ای بهینه­سازی و شبیه­سازی می­کند (شکل 6). دو مثال از توابع انتقال در ادبیات شکل 6 نشان داده شده است ]39-41[.

همانطور که در این شکل دیده می­شود، دو نوع توابع انتقالی وجود دارد که عبارتند از: s شکل در مقابل v شکل. به گفته صارمی و همکارانش ]40[ عملکردهای انتقال v شکل بهتر از توابع s شکل هستند به این دلیل که آنها مقادیر ذرات 0 یا 1 را تحمیل نمی­کنند. برای حل مسائل باینری با الگوریتم BDA، تابع انتقالی زیر مورد استفاده قرار می­گیرد ]39[:

(3.11)

این توابع انتقال در ابتدا برای محاسبه احتمال تغییر موقعیت تمام سنجاقک­های مصنوعی مورد استفاده قرار می­گرفته است. سپس فرمول موقعیت جدید زیر به روز رسانی می­شود و برای موقعیت عوامل جستجو در فضاهای جستجو باینری مورد استفاده قرار می­گیرد، به طوری که داریم:

(3.12)

