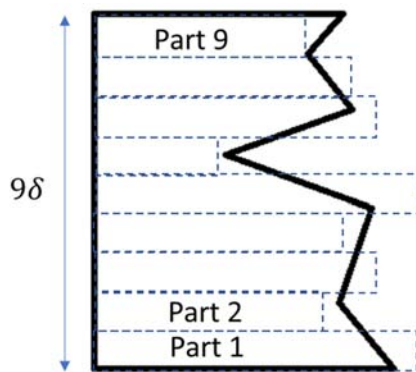


۱- در یک پارک با ابعاد ۱۰۰ متر در ۱۰۰ متر، ۲۰ سنسور سنجش رطوبت خاک قرار داده شده است. قصد داریم با قراردادن ۳ دستگاه پاشنده آب مزرعه را به طور مکانیزه آبیاری کنیم. با توجه به تنوع گیاهی در پارک می‌خواهیم طوری مکان آب‌پاش‌ها و زمان آبیاری (چند ساعت در یک شبانه‌روز) هر کدام را تعیین کنیم که هر سنسور رطوبت بر روی میزان مطلوب خود تنظیم شود. با استفاده از الگوریتم PSO این کار را انجام دهید. در پاسخ خود ذره، مکان، سرعت، محدوده تغییرات ذرات و همچنین تابع سازگاری را مشخص کنید.



۲- یک قطعه چوب به عرض ثابت  $\delta$  و طول  $L$  سانتی‌متر داریم. می‌خواهیم آن را به ۹ قطعه تقسیم کنیم به صورتی که اگر قطعات جدا شده را به ترتیب از قطعه اول تا قطعه نهم مطابق شکل روبه‌رو روی هم بچینیم، به بهترین نحو شکل مشخص شده روبه‌رو را پوشش دهد (کمترین مساحت برای بخش‌هایی که پوشش داده نشدند و بخش‌های پوشش داده شده در خارج از شکل). می‌خواهیم مسئله را با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات (PSO) حل کنیم.

الف) بردارهای مکان و سرعت در این مسئله به چه صورت هستند؟ ابعاد را به طور دقیق مشخص کنید. محدوده تغییرات هر یک از درایه‌های بردارها را نیز مشخص کنید.

ب) تابع سازگاری را مشخص کنید. اگر از ترم جریمه استفاده می‌کنید، حتما در تابع سازگاری آن را در نظر بگیرید.

۳- در یک مسئله بهینه‌سازی، رمزگذاری پاسخ به صورت یک رشته از اعداد حقیقی به طول ۵ ژن است که محدوده تغییر هر یک از ژن‌ها ۰ تا ۱۰ است. می‌خواهیم مسئله را با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات (PSO) حل کنیم.

الف) بردارهای مکان و سرعت در این مسئله به چه صورت هستند؟ فرمول‌های به‌روزرسانی بردارهای مکان و سرعت را در الگوریتم PSO بنویسید. محدوده تغییرات را نیز در نوشتن فرمول‌ها در نظر بگیرید.

ب) اگر مسئله به گونه‌ای باشد که رمزگذاری پاسخ به صورت یک رشته از اعداد حسابی به طول ۵ ژن باشد که محدوده تغییر هر یک از ژن‌ها ۰ تا ۱۰ باشد (یعنی حالت گسسته قسمت (الف))، فرمول‌های به‌روزرسانی بردارهای مکان و سرعت را در الگوریتم PSO بنویسید.

ج) اگر مسئله قسمت (ب) را به گونه ای تغییر دهیم که رمزگذاری پاسخ به صورت یک رشته به طول ۵ ژن باشد که آلل های هر یک از ژن ها یازده کاراکتر A تا K باشد (یعنی ۱۱ آلل که ترتیب و فاصله برای آنها معنی ندارد، همان قدر A و B متفاوت هستند که A و K متفاوتند)، فرمول های به روزرسانی بردارهای مکان و سرعت را در الگوریتم PSO بنویسید.

راهنمایی: در بخش های مختلف سوال ممکن است نتوانید فرمول ها را به صورت روتین و در یک خط بنویسید و نیاز باشد تغییرات زیادی در فرمول مرسوم PSO اعمال کنید. مهم این است که ایده اصلی PSO حفظ شود نه نحوه فرمول بندی آن.

۴- می خواهیم بازی "فکر بکر" را با استفاده از الگوریتم بهینه سازی کلونی مورچگان حل کنیم. بازی به این صورت است که کامپیوتر یک رشته ۴ تایی از رنگ ها که به طور تصادفی از ۶ رنگ (آبی B، قرمز R، سبز G، زرد Y، نارنجی O و سفید W) انتخاب شده اند را در نظر می گیرد. این اطلاع اضافی به ما داده شده است که احتمال انتخاب دو رنگ یکسان متوالی توسط کامپیوتر نصف احتمال انتخاب رنگ های ناهمسان است. ما باید این رشته را حدس بزنیم. بازی به این صورت است که ما هر بار یک رشته را به کامپیوتر نشان داده و کامپیوتر با توجه به میزان شباهت آن با رشته مورد نظر یک امتیاز بین ۰ تا ۸ به ما می دهد. این امتیاز به صورت زیر محاسبه می شود: (رشته هدف را با  $T_{goal}$  نشان داده و رشته حدس زده شده را با  $T$  نمایش می دهیم).

امتیاز = تعداد رنگ هایی که در  $T$  بوده و در  $T_{goal}$  هم هستند + تعداد رنگ هایی که در  $T$  بوده و در  $T_{goal}$  هم هستند و مکانشان نیز درست است.

به طور مثال اگر رشته هدف  $T_{goal} = RGRB$  باشد و رشته حدس زده شده  $T = BORW$  باشد، تعداد رنگ های درست حدس زده شده ۲ بوده (B و R) و تعداد آنهایی مکانشان نیز درست است ۱ است (فقط R). پس امتیاز ۳ به ما داده می شود.

مسئله را با الگوریتم بهینه سازی کلونی مورچگان حل کنید. در پاسخ حتماً موارد زیر را به طور دقیق مشخص کنید:

الف) گره ها و یال های گراف، ب) نحوه تولید پاسخ نامزد، پ) قیدها، ت) مفهوم فرومون بر روی یال ها (و احتمالاً گره ها)، ث) اطلاعات مفید

۵- در یک مسئله تخصیص کار به کارگر، می‌خواهیم  $N$  کار متفاوت  $L_1$  تا  $L_N$  را به  $M$  کارگر  $W_1$  تا  $W_M$  تخصیص دهیم.

- برای افزایش سرعت انجام کارها، هر کار می‌تواند به حداکثر سه بخش مساوی تقسیم شود و به صورت موازی توسط حداکثر سه کارگر انجام شود (یعنی یک کار می‌تواند (۱) تماماً توسط یک کارگر انجام شود، (۲) دو نیمه از کار توسط دو کارگر انجام شود، یا (۳) سه بخش مساوی (ثلث کار) توسط سه کارگر انجام شوند).
- زمان انجام کامل کار  $n$ -ام توسط کارگر  $m$ -ام به صورت  $T_{nm}$  است و اگر قرار باشد فقط  $P$  درصد از کار توسط کارگر انجام شود، زمان به صورت خطی کاهش می‌یابد (یعنی زمان اجرای  $P$  درصد کار برابر  $\frac{P}{100} \times T_{nm}$  خواهد شد).
- دستمزد انجام کامل کار  $n$ -ام توسط کارگر  $m$ -ام به صورت  $V_{nm}$  است و اگر قرار باشد فقط  $P$  درصد از کار توسط کارگر انجام شود، دستمزد به صورت خطی کاهش می‌یابد (یعنی دستمزد اجرای  $P$  درصد کار برابر  $\frac{P}{100} \times V_{nm}$  خواهد شد).
- به یک کارگر ممکن است کاری تخصیص داده نشود یا اینکه بیش از یک کار تخصیص داده شود.
- بدیهی است کارها توسط کارگران به صورت موازی انجام خواهند شد اما اگر به یک کارگر بیش از یک کار سپرده شود، بایستی آنها را به صورت سری انجام دهد.

می‌خواهیم مسئله را به گونه‌ای حل کنیم (یعنی برای هر کار مشخص کنیم به کدام کارگرها و هر کدام چند درصد از کار تخصیص داده می‌شود) که زمان انجام کل کارها کمینه شود و مجموع دستمزدها نیز کمتر یا مساوی  $V_{max}$  شود.

می‌خواهیم با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی کلونی مورچگان، مسئله را حل کنیم. موارد زیر را به طور دقیق مشخص کنید:

الف) گره‌ها و یال‌های گراف، ب) نحوه تولید پاسخ نامزد، ج) قیدها، د) مفهوم فرومون بر روی یال‌ها (و احتمالاً گره‌ها)، ه) اطلاعات مفیدی که می‌توان از آنها همراه با فرومون در فرمول احتمال انتخاب یال‌ها (یا گره‌ها) استفاده کرد.

۶- یک کشور شامل  $N$  استان است که تعداد شهرهای استان  $n$ -ام برابر با  $I_n$  است. فاصله شهر  $i$ -ام از استان  $n$ -ام با شهر  $j$ -ام از استان  $m$ -ام با  $d(n_i, m_j)$  ( $n, m \in \{1, \dots, N\}, n \neq m$ ) مشخص شده است. یک فروشنده دوره‌گرد می‌خواهد از یک شهر شروع کرده و در هر استان دقیقاً به یک شهر سفر کند و به همه استان‌ها سر بزند و سپس به شهر اول بازگردد یعنی یک دور شامل  $N$  شهر که هر شهر در یک استان است. با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی کلونی

مورچگان، الگوریتمی برای یافتن کوتاه‌ترین مسیر بسته ارائه کنید. در پاسخ حتماً موارد زیر را به طور دقیق مشخص کنید:

الف) گره‌ها و یال‌های گراف، ب) نحوه تولید پاسخ نامزد، ج) قیدها، د) مفهوم فرومون بر روی یال‌ها (و احتمالاً گره‌ها) ه) اطلاعات مفیدی که می‌توان از آنها همراه با فرومون در فرمول احتمال انتخاب یال‌ها (یا گره‌ها) استفاده کرد.

۷- در طراحی یک امتحان مجازی شامل ۸ سوال، ممتحن برای اینکه امکان تقلب را حداقل کند، از هر دسته سوال چند مدل طرح کرده است (مثلاً از سوال اول، ۴ مدل، از سوال دوم، ۷ مدل و ...). در این امتحان تعداد دانشجویان ۵۰ نفر است و ۸ دسته سوال وجود دارد. از هر دسته سوال  $i$ ،  $M_i$  ( $i = 1:8$ ) مدل مختلف طراحی شده است (مثلاً  $M_2 = 7, M_1 = 4, \dots$ ). ممتحن می‌خواهد طوری به هر دانشجو ۸ سوال از بین این دسته تخصیص دهد که حتماً از هر دسته یک سوال به هر دانشجو داده شود و در عین حال امکان تقلب کمینه شود.

فرض کنید تقلب فقط به صورت دو به دو انجام می‌شود. امکان تقلب کل امتحان به صورت مجموع امکان تقلب بین هر دو نفر تعریف می‌شود. امکان تقلب بین دو نفر  $i$  و  $j$  را نیز به صورت  $L_{i,j}^2$  تعریف می‌کنیم که  $L_{i,j}$  تعداد سوالات مشابه برای این دو نفر است.

الف) علت انتخاب امکان تقلب به صورت  $L_{i,j}^2$  چیست؟ چرا به طور ساده به صورت  $L_{i,j}$  تعریف نشده است؟

ب) مسئله را با الگوریتم بهینه‌سازی کلونی مورچگان حل کنید. در پاسخ حتماً موارد زیر را به طور دقیق مشخص کنید:

۱) گره‌ها و یال‌های گراف، ۲) نحوه تولید پاسخ نامزد، ۳) قیدها، ۴) مفهوم فرومون بر روی یال‌ها (و احتمالاً گره‌ها)، ۵) اطلاعات مفید

ج) فرض کنید دانشجویان از سه سال ورودی مختلف بوده و ممتحن بخواهد سوالات را به گونه‌ای تخصیص دهد که هر سوال حداکثر به ۳ نفر با یک سال ورودی مشابه تخصیص داده شود. بخش (الف) را با این فرض حل کنید (فقط تغییرات را نسبت به بخش (الف) بنویسید).