



یکی از چالش‌های بکارگیری الگوریتم‌های تکاملی در حل مسائل، تعیین صحیح مؤلفه‌ها و پارامترهای این الگوریتم‌هاست. بدست آوردن درک جامع از نحوه تأثیرگذاری گزینه‌های مختلف برای مؤلفه‌ها و پارامترها در عملکرد الگوریتم می‌تواند در بکارگیری هر چه بهتر این الگوریتم‌ها مفید باشد. هدف این تمرین بررسی و تحلیل عملکرد جستجوی تکاملی در شرایط مختلف برای حل برخی مسائل محک (benchmark) قابل نمایش به صورت دودویی (binary) و عددی (integer) است. چارچوب الگوریتم تکاملی مورد استفاده در این تمرین در بخش ۱ معرفی شده است. توابع برازندگی مسائل محک با نمایش دودویی و شرایط مورد نظر برای بررسی الگوریتم در بخش ۲ مشخص شده‌اند. مسأله حدس گذرواژه که به صورت عددی نمایش داده می‌شود و توابع مختلف برازندگی مرتبط با آن در بخش ۳ معرفی شده‌اند. مواردی که باید تحویل داده شوند نیز در بخش ۴ آورده شده است. مهلت تحویل این تمرین پایان روز جمعه ۶ آبان ۱۴۰۱ خواهد بود.

۱ - چارچوب الگوریتم تکاملی مورد استفاده

مراحل اصلی الگوریتم تکاملی در شبه کد زیر نشان داده شده است.

Algorithm: EvolSearchExercise	
1	$pop = \text{Generate } popSize$ initial candidate solutions of size $problemSize$
2	$popFit = \text{Evaluate } pop$ using $f(x)$
3	While not Terminate()
4	$parentsPool = \text{Select } popSize$ solutions from pop using $popFit$
5	$parentPairs = \text{Shuffle } parentsPool$ and randomly pair solutions
6	$offspr = \text{Perform Recombination}$ on $parentPairs$ with P_c
7	$offspr = \text{Perform Mutation}$ on $offspr$ with P_m
8	$offsprFit = \text{Evaluate } offspr$ using $f(x)$
9	$[pop, popFit] = \text{Best } popSize$ solutions from joint $pop + offspr$ using $popFit$ and $offsprFit$
10	Return best solution in pop

در گام اول یک جمعیت با اندازه $popSize$ از راه‌حلهایی با طول $problemSize$ به صورت تصادفی تولید می‌شود. مقادیر مختلفی برای این دو پارامتر باید در نظر گرفته شود که در بخش ۲ (برای نمایش دودویی) و در بخش ۳ (برای نمایش عددی) توضیح داده خواهد شد. در گام دوم با استفاده از تابع برازندگی مرتبط با مسأله محک مورد نظر راه‌حل‌های جمعیت ارزیابی می‌شوند، و پس از آن در حلقه مشخص شده در خط‌های ۳ تا ۹ روند اصلی تکامل صورت می‌گیرد. در این حلقه، در خط ۴ با استفاده از یک روش انتخاب (Select) یک نمونه‌برداری از روی جمعیت انجام گرفته و والدین بدست می‌آیند. گزینه‌های متفاوتی که باید برای این مؤلفه در نظر گرفته شود که در ادامه این بخش توضیح داده خواهد شد. پس از ایجاد جفت‌های تصادفی از روی والدین انتخاب شده (خط ۵)، روی هر جفت والد با احتمال P_c عملگر بازترکیب (Recombination) اعمال شده و دو فرزند تولید می‌شود. گزینه‌های متفاوتی که باید برای عملگر بازترکیب مورد بررسی قرار گیرد در ادامه این بخش توضیح داده شده است. کلیه فرزندان تولید شده از روی همه جفت والدین، جمعیت اولیه فرزندان را تشکیل می‌دهند (خط ۶). هر یک از فرزندان به صورت جداگانه جهش (Mutation) داده می‌شود تا جمعیت نهایی فرزندان ایجاد شود (خط ۷). برای اینکار مقدار هر ژن از هر فرزند با احتمال P_m تغییر می‌کند. در نهایت پس از ارزیابی فرزندان جدید تولید شده، در خط ۹ بهترین $popSize$ فرد از مجموعه مشترک ایجاد شده از افراد جمعیت و فرزندان جدید برای حضور در جمعیت نسل بعد انتخاب می‌شوند. برای اینکار ابتدا افراد جمعیت و فرزندان

جدید در کنار هم در یک لیست مشترک قرار می‌گیرند، سپس این لیست بر اساس مقادیر برازندگی مرتب‌سازی می‌شود و در انتها $popSize$ فرد بالای لیست که دارای بیشترین برازندگی هستند انتخاب خواهند شد. شرایط توقف حلقه تکامل در خط ۳ توسط تابع **Terminate()** تعیین می‌شود که شامل تحقق یکی از این دو مورد است: (۱) یافتن راه‌حل بهینه مسأله، (۲) تعداد تکرارهای حلقه (تعداد نسل‌ها) به ۳۰۰ برسد. پس از پایان حلقه تکامل، بهترین راه‌حل بدست آمده در خط ۱۰ به عنوان پاسخ الگوریتم برگردانده می‌شود.

سوال ۱: فرض کنید در نمایش دودویی در خط ۵ الگوریتم EvolSearchExercise دو والد ۱۱۱۰۰۰۱۱۱۱ و ۱۰۰۰۱۱۱۱۰۰ با هم جفت (pair) شوند و در خط ۶ با احتمال $P_c = 1$ عمل بازترکیب انجام شود، به سوالات زیر پاسخ دهید:

- ا. با فرض این که در خط ۶ از تقطیع تک نقطه‌ای (Single-point Crossover) استفاده شود، آیا رشته ۱۰۱۰۰۰۰۱۱۱ می‌تواند یکی از فرزندان حاصل باشد؟
 - ب. با فرض این که در خط ۶ از تقطیع دو نقطه‌ای (Double-point Crossover) استفاده شود، آیا رشته ۱۱۱۰۰۰۱۱۱۱ می‌تواند یکی از فرزندان حاصل باشد؟
 - ج. با فرض این که در خط ۶ از تقطیع یکنواخت (Uniform Crossover) استفاده شود، آیا رشته ۱۰۱۰۱۰۱۱۰۰ می‌تواند یکی از فرزندان حاصل باشد؟
- در هر مورد اگر پاسخ مثبت است، نحوه تولید آن را توضیح دهید و فرزند دیگر را به دست بیاورید و اگر پاسخ منفی است، علت آن را تشریح کنید.

گزینه‌های اصلی مدنظر برای روش انتخاب به شرح زیر هستند:

- در روش **انتخاب متناسب با برازندگی (Fitness Proportionate)**، هر یک از افراد جمعیت با احتمالی می‌توانند انتخاب شوند که این احتمال بر اساس مقدار برازندگی آن به صورت زیر تعریف می‌شود: (\vec{x}_i, i) آمین فرد از جمعیت است)

$$P(\vec{x}_i) = \frac{f(\vec{x}_i)}{\sum_{j=1}^{popSize} f(\vec{x}_j)}$$

- در روش **انتخاب رقابت دودویی (Binary Tournament)**، دو فرد از جمعیت به صورت تصادفی برای حضور در رقابت گزینش شده و فرد برازنده‌تر به عنوان برنده رقابت انتخاب می‌شود. تعداد رقابت‌ها برابر با تعداد افرادی است که باید انتخاب شوند و افرادی که به صورت تصادفی برای حضور در یک رقابت گزینش شده‌اند می‌توانند در رقابت‌های دیگر هم حضور داشته باشند.

گزینه‌های اصلی که در این تمرین برای بازترکیب در نمایش دودویی مورد استفاده قرار می‌گیرد عبارتند از:

- در **تقطیع تک نقطه‌ای (Single-point Crossover)**، هر والد به صورت تصادفی به دو بخش تقسیم می‌شود (بخش‌بندی در هر دو والد کاملاً یکسان است) و سپس بخش‌های والدین با هم جابه‌جا می‌شوند به گونه‌ای که فرزند اول از ترکیب بخش اول از والد اول و بخش دوم از والد دوم ایجاد می‌شود، و فرزند دوم به صورت بالعکس.

- در تقطیع یکنواخت (Uniform Crossover)، هر ژن از والد اول به صورت تصادفی به یکی از فرزندان داده می‌شود و فرزند دیگر ژن مربوطه را از والد دوم دریافت خواهد کرد و این کار برای همه ژن‌ها تکرار می‌شود.

روش جهش در نمایش دودویی، تعویض بیت‌ها (Bit-flipping) است که در آن مقدار هر بیت از هر فرزند با احتمال P_m تغییر می‌کند. روش جهش در نمایش عددی، خزیدن (Creep) است که در آن به هر ژن از هر فرزند با احتمال P_m یک مقدار تصادفی اضافه یا کم می‌شود. توزیع احتمال این مقدار تصادفی را یکنواخت از -5 تا $+5$ در نظر بگیرید.

۲- مسائل محک با نمایش دودویی

تابع ارزیابی $f(\mathbf{x})$ مورد نظر در این تمرین از دسته توابع شبه بولی (pseudo Boolean) به صورت $f: \{0,1\}^n \mapsto \mathbb{R}$ است که در جدول 1 تشریح شده است:

جدول 1. توابع برازندگی مسائل محک با نمایش دودویی

OneMax	$f(\vec{x}) = \sum_{i=1}^{problemSize} x_i$
Peak	$f(\vec{x}) = \prod_{i=1}^{problemSize} x_i$
FlipFlop	$f(\vec{x}) = \sum_{i=1}^{problemSize-1} (x_i \text{ XOR } x_{i+1})$
FourPeaks	$f(\vec{x}, T) = \max(\text{tail}(0, \vec{x}), \text{head}(1, \vec{x})) + R(\vec{x}, T)$ $\text{tail}(b, \vec{x}) = \text{number of trailing } b\text{'s in } \vec{x}$ $\text{head}(b, \vec{x}) = \text{number of leading } b\text{'s in } \vec{x}$ $R(\vec{x}, T) = \begin{cases} problemSize & \text{if } \text{tail}(0, \vec{x}) > T \text{ and } \text{head}(1, \vec{x}) > T \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$
SixPeaks	$f(\vec{x}, T) = \max(\text{tail}(0, \vec{x}), \text{head}(1, \vec{x})) + R(\vec{x}, T)$ $\text{tail}(b, \vec{x}) = \text{number of trailing } b\text{'s in } \vec{x}$ $\text{head}(b, \vec{x}) = \text{number of leading } b\text{'s in } \vec{x}$ $R(\vec{x}, T) = \begin{cases} problemSize & \text{if } (\text{tail}(0, \vec{x}) > T \text{ and } \text{head}(1, \vec{x}) > T) \text{ or } \\ & (\text{tail}(1, \vec{x}) > T \text{ and } \text{head}(0, \vec{x}) > T) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$
Trap	$f(\vec{x}) = 3 \times problemSize \times \prod_{i=1}^{problemSize} x_i - \sum_{i=1}^{problemSize} x_i$

با توجه به دامنه در نظر گرفته شده برای توابع، مشخص است که راه‌حل‌های مسأله به صورت دودویی (رشته‌های بیتی) نمایش داده می‌شوند.

سوال ۲: به ازای هر یک از توابع برازندگی بالا راه حل (های) بهینه چیست؟ مقدار برازندگی آن (ها) چقدر است؟ (در توابع FourPeaks و SixPeaks مقدار T را برابر ۲ در نظر بگیرید و فرض کنید که طول رشته حداقل ۵ است) راهنمایی: مثلاً در تابع OneMax راه حل بهینه رشته تمام ۱ (۱...۱) است، زیرا اگر حتی یکی از بیت‌ها هم صفر باشد، مجموع آن از رشته تمام ۱ کمتر و در نتیجه طبق تابع برازندگی OneMax، ارزش آن هم کمتر خواهد بود.

سوال ۳: در توابع FourPeaks و SixPeaks اگر مقدار ابرپارامتر T افزایش پیدا کند، برازندگی راه حل بهینه و احتمال رسیدن به راه حل بهینه (سهولت دستیابی به آن) چه تغییری می‌کند؟ به طور خاص تغییر مقدار T از ۱ تا ۴ را در یک مسئله با $problemSize=10$ بررسی کنید.

هر یک از مسائل محک ارائه‌شده در جدول ۱ را برای هر یک از حالت‌های جدول ۲ با استفاده از الگوریتم‌های تکاملی حل کنید. در هر سطر از این جدول یکی از پارامترها متغیر و بقیه ثابت هستند. تاثیر تغییر پارامترهای متغیر را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده و تعداد فراخوانی تابع برازندگی با استفاده از نمودارهای مناسب تجزیه و تحلیل کنید. به بیان دقیق‌تر موارد خواسته شده به شرح زیر است (در توابع FourPeaks و SixPeaks مقدار T را برابر $0.1 * problemSize$ در نظر بگیرید):

- ۱- تاثیر افزایش اندازه مسئله ($problemSize$) را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از مسائل محک در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر اول جدول ۲ باشد، بررسی کنید.
- ۲- تاثیر افزایش اندازه مسئله ($problemSize$) را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از مسائل محک در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر دوم جدول ۲ باشد، بررسی کنید.
- ۳- تاثیر افزایش اندازه جمعیت ($popSize$) را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از مسائل محک در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر سوم جدول ۲ باشد، بررسی کنید.
- ۴- تاثیر افزایش اندازه جمعیت ($popSize$) را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از مسائل محک در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر چهارم جدول ۲ باشد، بررسی کنید.
- ۵- تاثیر افزایش احتمال بازترکیب (P_c) را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از مسائل محک در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر پنجم جدول ۲ باشد، بررسی کنید.
- ۶- تاثیر افزایش احتمال بازترکیب (P_c) را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از مسائل محک در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر ششم جدول ۲ باشد، بررسی کنید.
- ۷- تاثیر افزایش احتمال جهش (P_m) را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از مسائل محک در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر هفتم جدول ۲ باشد، بررسی کنید.
- ۸- تاثیر افزایش احتمال جهش (P_m) را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از مسائل محک در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر هشتم جدول ۲ باشد، بررسی کنید.

- ۹- تاثیر **نوع روش انتخاب** را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از مسائل محک در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر **نهم** جدول ۲ باشد، بررسی کنید.
- ۱۰- تاثیر **نوع روش انتخاب** را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از مسائل محک در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر **دهم** جدول ۲ باشد، بررسی کنید.
- ۱۱- تاثیر **نوع عملگر بازترکیب** را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از مسائل محک در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر **یازدهم** جدول ۲ باشد، بررسی کنید.
- ۱۲- تاثیر **نوع عملگر بازترکیب** را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از مسائل محک در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر **دوازدهم** جدول ۲ باشد، بررسی کنید.

جدول ۲. گزینه‌ها یا مقادیر مختلف هر یک از مولفه‌ها و پارامترها برای مسئله نمایش دودویی

	اندازه مسئله (problemSize)	اندازه جمعیت (popSize)	احتمال بازترکیب (P_c)	احتمال جهش (P_m)	روش انتخاب	روش بازترکیب
۱	10-30-50-100	200	0.7	0.5	رقابت دودویی	تقطیع تک‌نقطه‌ای
۲	10-30-50-100	100	1	0.1	رقابت دودویی	تقطیع یکنواخت
۳	50	50-100-200-300	0.7	0.05	رقابت دودویی	تقطیع یکنواخت
۴	30	50-100-200-300	0.5	0.3	متناسب با برازندگی	تقطیع یکنواخت
۵	10	50	0.5-0.7-0.9-1	0.3	رقابت دودویی	تقطیع تک‌نقطه‌ای
۶	50	300	0.5-0.7-0.9-1	0.1	متناسب با برازندگی	تقطیع تک‌نقطه‌ای
۷	100	200	0.9	0.05-0.1-0.3-0.5	متناسب با برازندگی	تقطیع یکنواخت
۸	30	100	0.5	0.05-0.1-0.3-0.5	متناسب با برازندگی	تقطیع تک‌نقطه‌ای
۹	10	50	1	0.05	متناسب با برازندگی - رقابت دودویی	تقطیع یکنواخت
۱۰	50	300	0.7	0.5	متناسب با برازندگی - رقابت دودویی	تقطیع تک‌نقطه‌ای
۱۱	100	300	1	0.1	رقابت دودویی	تقطیع تک‌نقطه‌ای -تقطیع یکنواخت
۱۲	30	50	0.9	0.3	متناسب با برازندگی	تقطیع تک‌نقطه‌ای -تقطیع یکنواخت

۳- مسئله حدس گذرواژه با نمایش عددی

فرض کنید ما به دنبال حدس یک گذرواژه *problemSize* رقمی هستیم که هر یک از ارقام آن می‌تواند یکی از اعداد صفر تا ۹ باشد و تکرار رقم هم در آن مجاز است. سه تابع برازندگی زیر را برای این مسئله در نظر بگیرید:

تابع برازندگی f_1 : اگر تمام ارقام وارد شده صحیح باشد مقدار برازندگی ۱ و در غیر این صورت حتی اگر یک رقم هم نادرست وارد شده باشد، مقدار برازندگی **صفر** است. مثلاً اگر گذرواژه اصلی ۱۱۱۱۷۷۷۷۹۹ باشد، مقدار برازندگی رشته ۱۱۱۱۷۷۷۷۹۹ برابر ۱ و مقدار برازندگی هر رشته دیگر برابر ۰ است.

تابع برازندگی f_2 : این تابع هر رقم از گذرواژه را به صورت جداگانه مورد بررسی قرار می‌دهد. اگر یک رقم با رقم متناظر در گذرواژه اصلی یکسان باشد، امتیاز ۱ و در غیر این صورت امتیاز ۰ می‌گیرد. در نهایت مقدار برازندگی کل رشته از مجموع امتیاز تمام ارقام آن به دست می‌آید. مثلاً اگر گذرواژه اصلی ۱۱۱۱۷۷۷۷۹۹ باشد، مقدار برازندگی رشته ۰۱۲۳۴۵۶۷۸۹ برابر ۳ و مقدار برازندگی ۸۸۵۸۰۷۷۷۹۲ برابر ۴ است.

تابع برازندگی f_3 : این تابع هم هر رقم از گذرواژه را به صورت جداگانه مورد بررسی قرار می‌دهد. اگر یک رقم با رقم متناظر در گذرواژه اصلی یکسان باشد، امتیاز ۰ و در غیر این صورت امتیازی برابر منفی فاصله رقم تخمینی تا رقم اصلی می‌گیرد. در نهایت مقدار برازندگی کل رشته از مجموع امتیاز تمام ارقام آن به دست می‌آید. مثلاً اگر گذرواژه اصلی ۱۱۱۱۷۷۷۷۹۹ باشد، مقدار برازندگی رشته ۰۱۲۳۴۵۶۷۸۹ برابر ۱۱- و مقدار برازندگی رشته ۸۸۵۸۰۷۷۷۹۲ برابر ۳۹- است.

Suppose the password is 1111777799 $\Rightarrow f_3(0123456789) = -(|1-0| + |1-1| + |1-2| + |1-3| + |7-4| + |7-5| + |7-6| + |7-7| + |9-8| + |9-9|) = -11$

بدیهی است که راه حل بهینه برای هر سه تابع بالا همان **گذرواژه اصلی** با مقدار برازندگی به ترتیب ۱، **problemSize** و **صفر** است. هر یک از توابع ارزیابی معرفی شده در مسئله حدس گذرواژه را برای هر یک از حالت‌های جدول ۳ با استفاده از الگوریتم‌های تکاملی حل کنید. در هر سطر از این جدول یکی از پارامترها متغیر و بقیه ثابت هستند. تاثیر تغییر پارامترهای متغیر را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده و تعداد فراخوانی تابع برازندگی با استفاده از نمودارهای مناسب تجزیه و تحلیل کنید. به بیان دقیق‌تر موارد خواسته شده به شرح زیر است:

- ۱- **تاثیر افزایش اندازه مسئله ($problemSize$)** را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از توابع برازندگی مسئله حدس گذرواژه در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر **اول** جدول ۳ باشد، بررسی کنید.
- ۲- **تاثیر افزایش اندازه مسئله ($problemSize$)** را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از توابع برازندگی مسئله حدس گذرواژه در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر **دوم** جدول ۳ باشد، بررسی کنید.
- ۳- **تاثیر افزایش اندازه جمعیت ($popSize$)** را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از توابع برازندگی مسئله حدس گذرواژه در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر **سوم** جدول ۳ باشد، بررسی کنید.
- ۴- **تاثیر افزایش اندازه جمعیت ($popSize$)** را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از توابع برازندگی مسئله حدس گذرواژه در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر **چهارم** جدول ۳ باشد، بررسی کنید.
- ۵- **تاثیر افزایش احتمال بازترکیب (P_c)** را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از توابع برازندگی مسئله حدس گذرواژه در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر **پنجم** جدول ۳ باشد، بررسی کنید.

- ۶- تاثیر افزایش احتمال بازترکیب (P_c) را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از توابع برازندگی مسئله حدس گذرواژه در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر ششم جدول ۳ باشد، بررسی کنید.
- ۷- تاثیر افزایش احتمال جهش (P_m) را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از توابع برازندگی مسئله حدس گذرواژه در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر هفتم جدول ۳ باشد، بررسی کنید.
- ۸- تاثیر افزایش احتمال جهش (P_m) را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از توابع برازندگی مسئله حدس گذرواژه در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر هشتم جدول ۳ باشد، بررسی کنید.
- ۹- تاثیر نوع روش انتخاب را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از توابع برازندگی مسئله حدس گذرواژه در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر نهم جدول ۳ باشد، بررسی کنید.
- ۱۰- تاثیر نوع روش انتخاب را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از توابع برازندگی مسئله حدس گذرواژه در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر دهم جدول ۳ باشد، بررسی کنید.
- ۱۱- تاثیر نوع عملگر بازترکیب را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از توابع برازندگی مسئله حدس گذرواژه در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر یازدهم جدول ۳ باشد، بررسی کنید.
- ۱۲- تاثیر نوع عملگر بازترکیب را بر روی بهترین برازندگی به دست آمده از هر یک از توابع برازندگی مسئله حدس گذرواژه در حالتی که مولفه‌ها و پارامترها به صورت سطر دوازدهم جدول ۳ باشد، بررسی کنید.

جدول ۳. گزینه‌ها یا مقادیر مختلف هر یک از مولفه‌ها و پارامترها برای مسئله حدس گذرواژه

	اندازه مسئله (problemSize)	اندازه جمعیت (popSize)	احتمال بازترکیب (P_c)	احتمال جهش (P_m)	روش انتخاب	روش بازترکیب
۱	5-7-10-15	100	0.7	0.5	رقابت دودویی	تقطیع تک‌نقطه‌ای
۲	5-7-10-15	200	1	0.1	متناسب با برازندگی	تقطیع یکنواخت
۳	5	50-100-200-300	0.5	0.05	متناسب با برازندگی	تقطیع یکنواخت
۴	15	50-100-200-300	1	0.3	متناسب با برازندگی	تقطیع تک‌نقطه‌ای
۵	10	200	0.5-0.7-0.9-1	0.5	رقابت دودویی	تقطیع یکنواخت
۶	5	50	0.5-0.7-0.9-1	0.3	متناسب با برازندگی	تقطیع یکنواخت
۷	7	200	0.9	0.05-0.1-0.3-0.5	رقابت دودویی	تقطیع یکنواخت
۸	15	300	0.7	0.05-0.1-0.3-0.5	رقابت دودویی	تقطیع تک‌نقطه‌ای
۹	10	100	0.7	0.1	متناسب با برازندگی - رقابت دودویی	تقطیع تک‌نقطه‌ای
۱۰	7	50	1	0.05	متناسب با برازندگی - رقابت دودویی	تقطیع تک‌نقطه‌ای
۱۱	7	50	0.9	0.05	متناسب با برازندگی	تقطیع تک‌نقطه‌ای -تقطیع یکنواخت
۱۲	5	300	0.5	0.1	رقابت دودویی	تقطیع تک‌نقطه‌ای -تقطیع یکنواخت

سوال ۴: هر یک از توابع برازندگی معرفی شده در مسئله حدس گذرواژه (بخش ۳) از نظر چشم‌انداز برازندگی به کدام یک از توابع برازندگی معرفی شده در نمایش دودویی (بخش ۲) شباهت دارد؟ این شباهت را به طور دقیق بررسی کنید.

سوال ۵: همان طور که می‌دانید رویکرد تکاملی یکی از روش‌های بهینه‌سازی توابع هدف است که این فرآیند را به صورت هوشمند طی می‌کند. هر یک از توابع معرفی شده در بخش‌های ۲ و ۳ چه ویژگی خاصی دارند؟ آیا نیروهای انتخاب و تغییر در رویکرد تکاملی در مواجهه با این ویژگی‌های خاص در فرآیند بهینه‌سازی موفق عمل کرده‌اند؟ توضیح دهید.

توجه: برای هر یک از توابع ارزیابی در بخش‌های ۲ و ۳ و هر ترکیب گفته شده در جداول ۲ و ۳، الگوریتم باید حداقل ۱۰ بار به صورت مستقل آزمایش شود و میانگین و انحراف معیار بهترین برازندگی به دست آمده و نیز میانگین و انحراف معیار تعداد فراخوانی‌های تابع برازندگی مشخص شود. هر گونه تحلیل باید با میانگین حداقل ۱۰ اجرا صورت گیرد و نه صرفاً با یک اجرا.

۴ – مواردی که باید تحویل داده شود

- فایل(های) کد برنامه مورد استفاده برای پیاده‌سازی تمرین در یک پوشه به نام Code
 - هر گونه نیازمندی‌ها یا وابستگی‌های نرم‌افزاری برای اجرای کدها مشخص شود.
 - هر گونه استفاده از ابزارها یا بسته‌های نرم‌افزاری در پیاده‌سازی باید صراحتاً با ذکر منبع بیان شود.
 - فایل گزارش با نام Doc.pdf شامل موارد زیر:
 - پاسخ به سوالات مفهومی ۱ تا ۵ (کادرهای سبز رنگ)
 - نتایج و نمودارهای مشخص شده در هر یک از ۱۲ قسمت بخش‌های ۲ و ۳
 - تشریح و تحلیل نتایج به دست آمده از نظر شما: با توجه به نتایج به دست آمده از بخش‌های ۲ و ۳، به صورت جامع‌تر تاثیر هر یک از مولفه‌ها و پارامترها را در روند الگوریتم‌های تکاملی با توجه به ویژگی‌های مسئله بررسی کنید. بدین منظور از مفاهیم بررسی شده در درس مانند چشم‌انداز برازندگی، فشار انتخاب، تنوع جمعیت، تمایل مکانی و تمایل توزیعی و ... استفاده کنید.
 - هر گونه توضیح اضافی در مورد نحوه انجام تمرین
- * دقت کنید که گزارش شما حتماً باید به صورت یک گزارش فنی باشد.
- فایل‌های کد و گزارش را به صورت یک فایل فشرده در قالب ZIP و با نام EC_Name_Family_HW1 در سایت کوئرا بارگذاری کنید (به جای Name نام و به جای Family نام خانوادگی خود را قرار دهید).

مهلت تحویل این تمرین تا پایان روز جمعه ۶ آبان خواهد بود.

موفق باشید

کارشناس