

- ✓ در تابع initialize\_population، چند ارایه به صورت تصادفی (یک پرموتیشن تصادفی) از ایندکس‌های شهرها تولید می‌کند. مثلاً اگر ۵ شهر داشته باشیم، یکی از خروجی‌ها میتواند [3, 1, 4, 0, 2] باشد. هر یک از این آرایه‌ها را tour مینامیم.
- ✓ در تابع calculate\_distance، فاصله‌ی tour را نیز محاسبه می‌کنیم که همان Distance میباشد.

## ۱. انتخاب (Selection) و محاسبه‌ی فیتنس (Fitness Calculation):

### روش مورد استفاده: انتخاب تناسبی (Roulette Wheel Selection)

- ❖ احتمال انتخاب هر tour برای تولید مثل به صورت تناسبی با مقدار فیتنس آن است.
- ❖ فیتنس هر tour برابر با معکوس مسافت کل هر tour است.  $1/\text{Distance} = \text{Fitness}$
- فیتنس همه‌ی tour ها محاسبه می‌شود.
- مجموع فیتنس‌ها محاسبه شده و احتمال انتخاب هر tour به صورت نسبت فیتنس آن tour به کل فیتنس‌ها تعیین می‌شود.

## ۲. ترکیب (Crossover)

### روش مورد استفاده: Partial Map Crossover (PMX)

- ❖ این روش ترکیب بخشی از توالی ژن‌های یک والد را به فرزند انتقال می‌دهد و بقیه توالی را از والد دیگر پر می‌کند.
- ❖ نحوه انجام:
  ۱. دو نقطه تصادفی در tour والد اول انتخاب می‌شود.
  ۲. بخش انتخاب‌شده از والد اول مستقیماً در فرزند قرار می‌گیرد.
  ۳. بقیه ژن‌ها از والد دوم پر می‌شوند، به ترتیبی که تکراری نباشند.
  ۴. این روش تنوع را حفظ کرده و ترتیب نسبی شهرها را نیز تا حدی نگه می‌دارد.

## ۳. جهش (Mutation)

### روش مورد استفاده: Swap Mutation

- دو موقعیت تصادفی در tour انتخاب شده و مقادیر آن‌ها جابه‌جا می‌شود.
- هدف این روش، ایجاد تنوع و جلوگیری از همگرایی زودهنگام الگوریتم است.

## ۴. تولید نسل جدید (Generation)

### روش مورد استفاده:

- در هر نسل:
  ۱. تولید فرزندان:
- برای هر tour در جمعیت جدید، دو والد با استفاده از روش Selection انتخاب می‌شوند.

۲. ایجاد فرزند:  
فرزند جدید با استفاده از crossover تولید می‌شود.
۳. اعمال جهش:  
به احتمال مشخصی جهش بر روی فرزند اعمال می‌شود.
۴. به‌روزرسانی جمعیت:  
جمعیت قبلی با جمعیت جدید جایگزین می‌شود.

در این کد از روش تناسبی (Roulette Wheel) برای selection استفاده شده است. اگر از روش تورنومنت (Tournament Selection) استفاده شود، تفاوت خروجی بدین صورت خواهد بود:

#### مقایسه خروجی با دو روش

۱. روش تناسبی: (Roulette Wheel)
  - والدین با احتمال تناسبی نسبت به فیتنس انتخاب می‌شوند.
  - این روش به افراد با فیتنس بالا وزن بیشتری می‌دهد، اما افراد با فیتنس پایین نیز شانس انتخاب دارند.
  - ممکن است در مراحل اولیه، تنوع بیشتری ایجاد شود.
۲. روش تورنومنت: (Tournament Selection)
  - والدین از میان گروهی تصادفی انتخاب می‌شوند که تضمین می‌کند افراد با فیتنس بالاتر احتمال بیشتری برای انتخاب دارند.
  - این روش اغلب سریع‌تر به سمت بهترین جواب همگرا می‌شود، اما ممکن است تنوع جمعیت را کاهش دهد (وابسته به اندازه تورنومنت).

#### ۱. روش تناسبی:

- بهترین تور: تعدادی از شهرها به ترتیب
- بهترین مسافت: حدوداً مقدار خاصی (مثلاً ۴۰۰۰)

#### ۲. روش تورنومنت:

- بهترین تور: احتمالاً همان یا متفاوت بسته به پارامترهای الگوریتم
- بهترین مسافت: معمولاً کمتر یا مساوی روش تناسبی (به دلیل انتخاب دقیق‌تر والدین).

#### نتیجه‌گیری:

- اگر اندازه تورنومنت کوچک باشد (مثلاً ۳)، الگوریتم ممکن است به خوبی روش تناسبی تنوع جمعیت را حفظ کند.
- اگر اندازه تورنومنت بزرگ‌تر شود (مثلاً ۵ یا بیشتر)، تنوع کاهش یافته و همگرایی سریع‌تر به جواب نزدیک رخ می‌دهد.

