

پردازش تکاملی

نظریه داروین

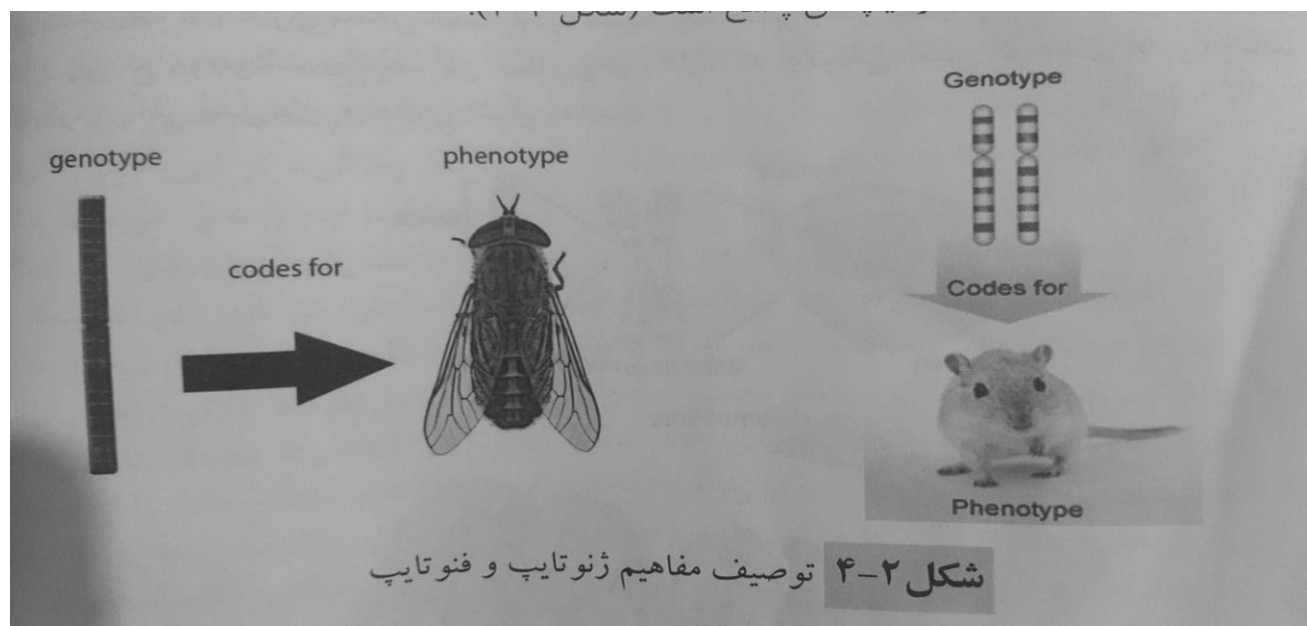
- وجود نیروی هدایت کننده در طبیعت با نام انتخاب طبیعی
- انتخاب طبیعی راز بقا برترین ها در جانوران است.
- آینده متعلق به برترین هاست.
- قانون بقا اصلح
- تفاوت های کوچک میان فرزندان و والدین آنها منجر به تفاوت های بزرگ تر و ایجاد گونه های متنوع جانوری در طی نسل های طولانی می شود.
- نقش بی بدیل در تعیین برترین موجود محیط زندگی است.
- گونه های مختلف موجودات برای زندگی در یک محیط مشخص در طی نسلهای طولانی تکامل می یابند.

نظریه داروین (بخش دوم)

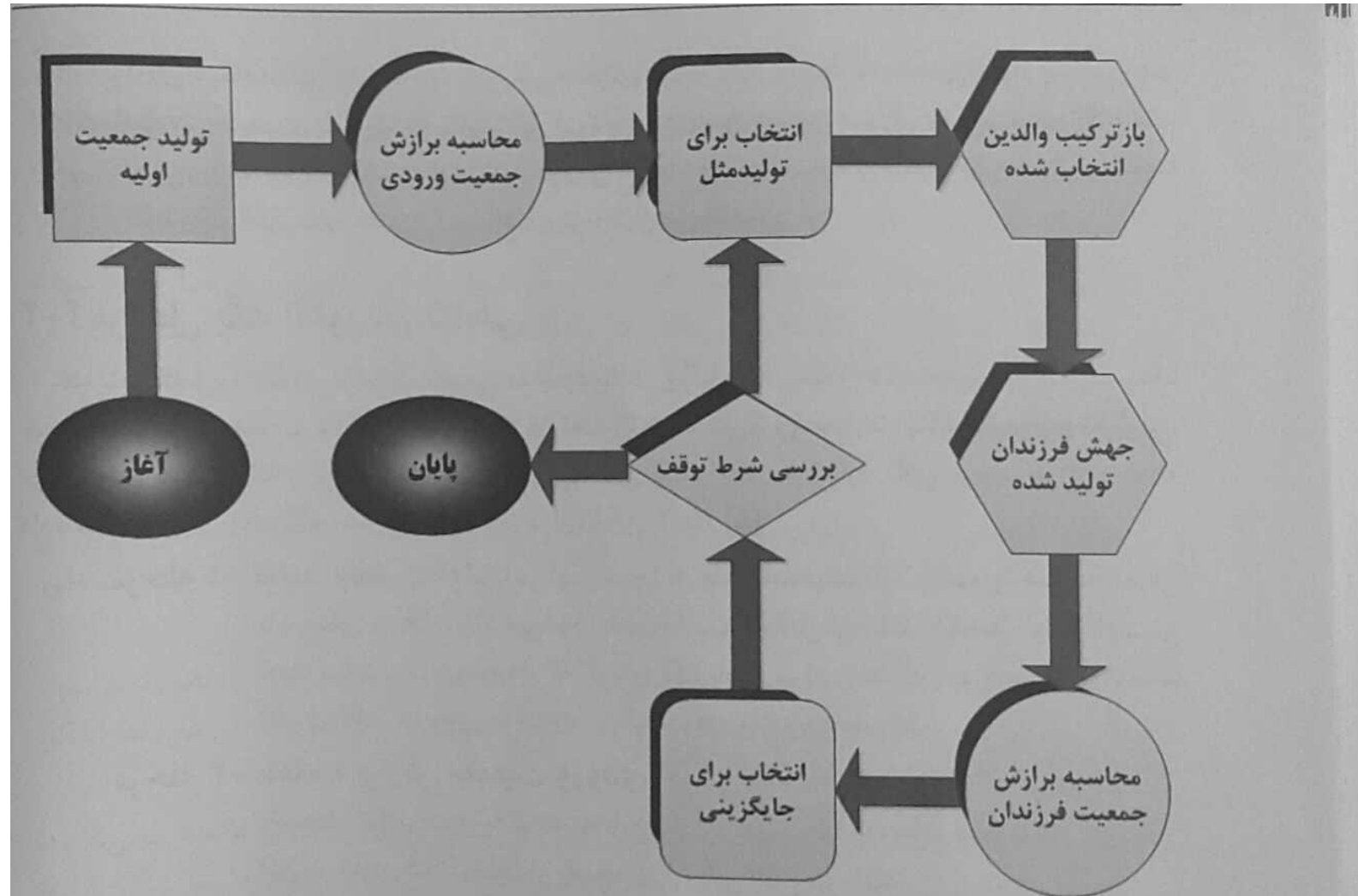
- در طول فرایند تولید یک فرزند اتفاقات تصادفی موجب تغییرات تصادفی در ویژگی های فرزند می شود.
- در صورتیکه این ویژگی های جدید برای فرزند مفید باشد شانس زنده ماندن آن فرزند افزایش مییابد.

اصطلاحات

- کروموزوم
 - ژن
 - الل
 - ژنوتایپ
 - فنوتایپ
- معادل پاسخ برای مسئله است. رشته گراف درخت یا دنباله صفر و یک
- خصوصیات گونه ها
- مقادیر مجاز برای ژن
- ترکیب کامل تمامی ژن ها برای یک فرد مشخص
- خصوصیات ظاهری یک شخص که از رمز گشایی یک ژنوتایپ حاصل می شود.



مراحل یک الگوریتم تکاملی



شکل ۲-۵ روندنمای یک الگوریتم تکاملی

روش های نمایش کروموزوم

0	1	1	0	1	0	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---

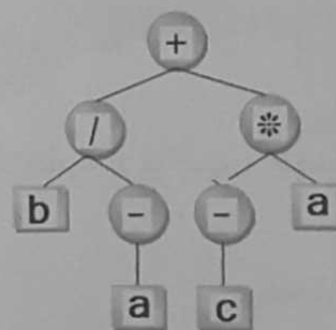
(الف)

1.12	32.6	15.1	19.4	6.19	0.12	10.5	12.3	65.1
------	------	------	------	------	------	------	------	------

(ب)

4	3	9	6	1	7	2	8	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---

(ج)



(د)

شکل ۲-۶ روش های نمایش در الگوریتم های تکاملی. (الف) نمایش دودویی، (ب) نمایش اعداد حقیقی؛ (ج) نمایش جایگشت عناصر؛ (د) نمایش درختی

جمعیت اولیه

- تصادفی
 - نسبت دادن مقدار تصادفی از دامنه مجاز به هریک از ژنهای هر کروموزوم
- هوشمندانه
 - بر اساس اطلاعات موجود از فضای جستجوی مسئله، کروموزوم های اولیه به گونه ای تولید می شود که برازندگی آنها در بدو تولد بالا باشد.
- اندازه جمعیت اولیه (تاثیر گذار در قابلیت پویش و انتفاع)
 - ثابت (الگوریتم ژنتیک)
 - متغیر (سیستم ایمنی مصنوعی)

عملگر انتخاب

- مستقیماً به مفهوم بقا اصلح مربوط می شود.
- فشار انتخاب : selective pressure
 - سرعت پرشدن جمعیت از راه حل های خوب توسط به کارگیری عملگر انتخاب
 - فشار انتخاب زیاد ← تنوع در جمعیت را به سرعت کاهش می دهد
 - فشار انتخاب زیاد ← همگرایی زودرس به جواب های بهینه محلی
 - فشار انتخاب زیاد ← توجه بیش از اندازه به اعضای برازنده در جمعیت
 - فشار انتخاب زیاد ← قابلیت پویش را محدود می کند.
 - فشار انتخاب زیاد ← قابلیت انتفاع را تقویت می کند.

انواع عملگر انتخاب

- انتخاب تصادفی
- انتخاب نسبی proportional selection
- انتخاب رتبه ای rank-based selection
- انتخاب مسابقه ای tournament selection
- انتخاب برشی truncating selection

عملگر انتخاب تصادفی

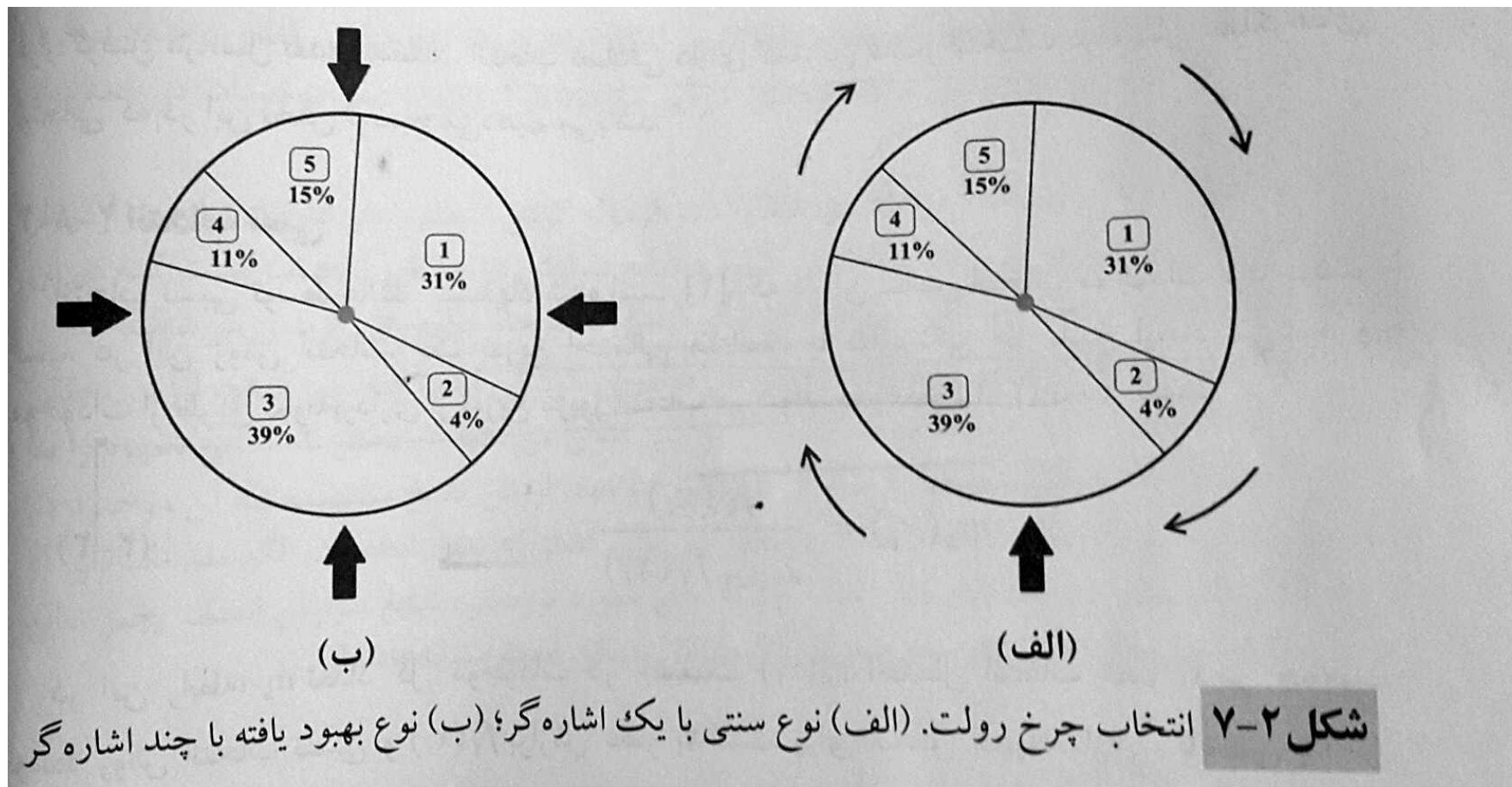
- هر موجود دارای احتمال انتخاب یکسان $1/ns$
- از مقدار برازش استفاده نمی شود
- بدترین و بهترین موجودات دارای احتمال یکسان هستند.

انتخاب نسبی (چرخ رولت)

- توسط هالند
- شانس موجودات برتر بیشتر است
- یک توزیع احتمالی متناسب هر پاسخ ایجاد می شود
- موجودات از طریق نمونه برداری از توزیع مزبور انتخاب می شوند.
- برای مسائل کمینه سازی باید بر ارزش را به بیشینه سازی معنا کنیم $g(x) = 1/f(x)$

$$\varphi_s(x_i) = \frac{f_Y(x_i)}{\sum_{l=1}^{n_s} f_Y(x_i)}$$

انتخاب نسبی (چرخ رولت)



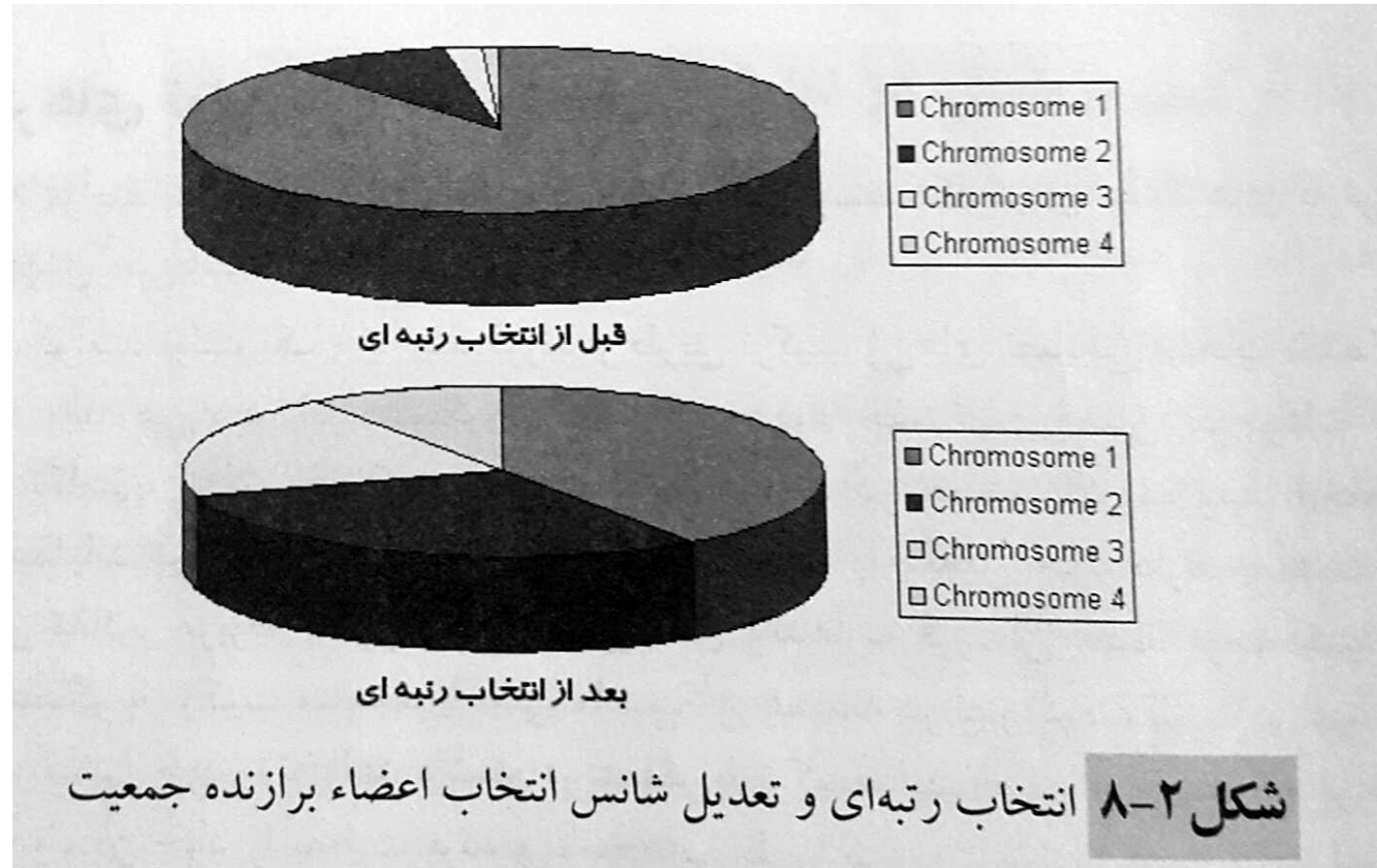
انتخاب نسبی (چرخ رولت)

- یک چرخ به تعداد کروموزوم ها
- هر بخش متناظر با برازندگی کروموزوم
- روش سنتی (یک اشاره گر)
- به تعداد اعضا در جمعیت چرخ چرخانده می شود. و هر بار یک عضو انتخاب می شود
- توجه به اعضای با برازش زیاد و فشارانتخاب بالاست و همگرایی زودرس
- روش بهبودیافته (تعداد اشاره گر به اندازه جمعیت)
- یک بار چرخش
- فاصله اشاره گرها یکسان
- احتمال انتخاب پاسخ ها بهم وابسته می شود
- فشار انتخاب کم می شود

انتخاب رتبه ای

- به جای استفاده از مقدار مطلق برازندگی از رتبه برازندگی استفاده می شود.
- برازندگی سورت می شود
- بالاترین برازندگی مقدار ns و به ترتیب یک واحد کم می شود
- فشار انتخاب کم می شود
- شانس بالای اعضای برازنده تعدیل می شود.

انتخاب رتبه ای



انتخاب مسابقه ای

- به تعداد t عدد $(t < ns)$ از موجودات به صورت تصادفی انتخاب می شود
- بهترین فرد این گروه انتخاب می شود.
- اگر t خیلی بزرگ نباشد از انتخاب بهترین افراد جلوگیری و فشار انتخاب کم می شود.
- اگر t خیلی کم باشد شانس انتخاب ضعیف ترین ها اضافه می شود
- فشار انتخاب ارتباط مستقیم با t دارد

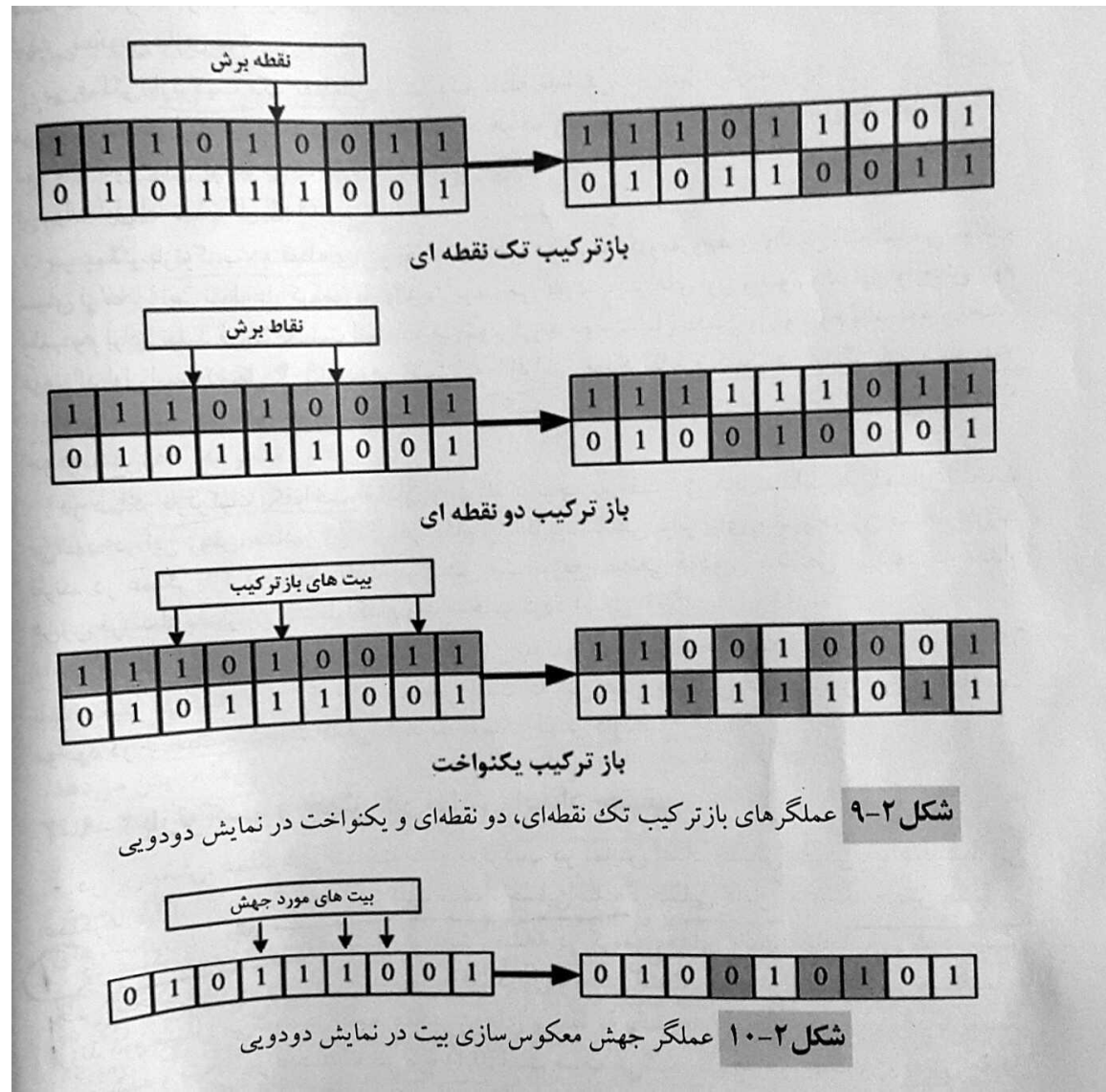
انتخاب برشی

- توسط گلد برگ
- براساس برازندگی مرتب
- از میان T درصد از برترین ها ns عضو به صورت تصادفی انتخاب می شود.
- T بزرگ فشار انتخاب را کم می کند.

عملگرهای تولید مثل (باز ترکیب و جهش)

- حاصل آن فرزندی هستند که خصوصیتی مشابه با والدین خود دارند.
- ماهیت مهم این عملگر انتقال مقادیر مربوط به ژن های کروموزوم های والدهابه فرزندان است
- ایده اصلی : فرزندان تولید شده ژن های والدین خود را به ارث برده و پاسخ هایی با برزش بهتر تولید کنند.
- انتخاب بر روی برترین پاسخ ها ← فشار انتخاب زیاد می شود

عملگر بازترکیب و جهش در نمایش دودویی

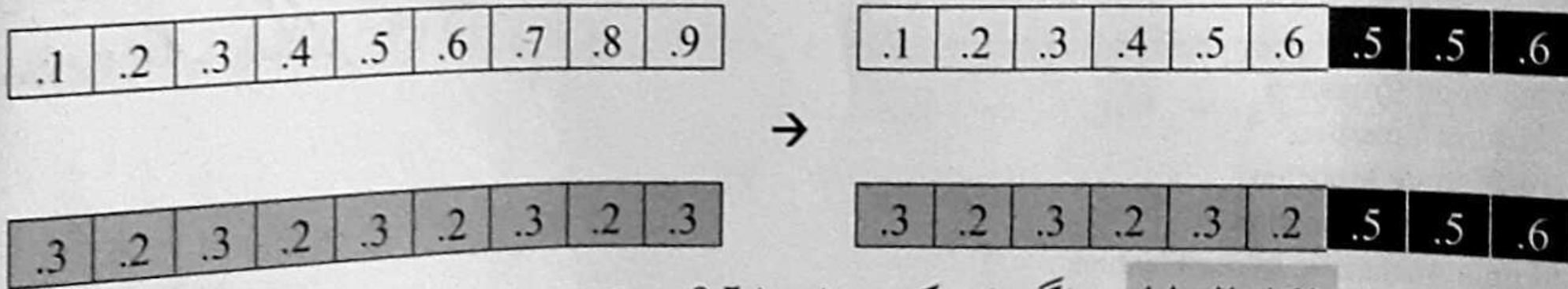


شکل ۹-۲ عملگرهای بازترکیب تک نقطه ای، دو نقطه ای و یکنواخت در نمایش دودویی

شکل ۱۰-۲ عملگر جهش معکوس سازی بیت در نمایش دودویی

عملگر بازترکیب ساده در نمایش اعداد حقیقی simple recom.

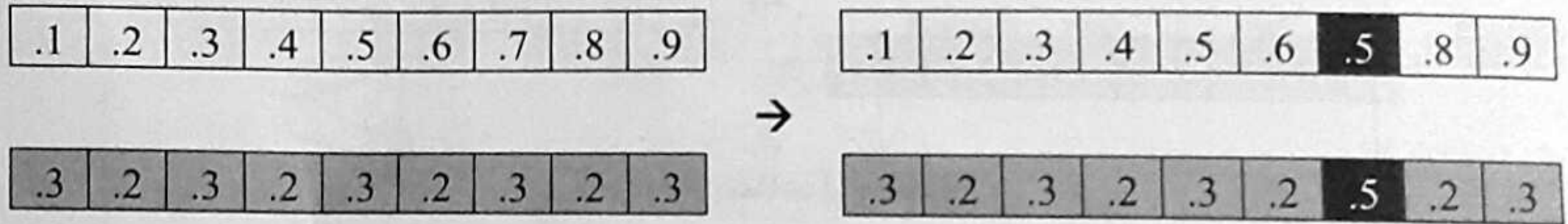
- ابتدا یک بخش مشابه در هر والد انتخاب می شود
- بخش انتخاب شده در هر دو والد به دو فرزند عیناً منتقل می شود
- مقداری ژن های انتخاب نشده با هم جمع شده و در عدد α در بازه (۰ و ۱) ضرب می شود و به فرزند اول منتقل می شود
- مثل بالا ولی حاصل جمع در $1 - \alpha$ ضرب می شود. و به فرزند دوم منتقل می شود



شکل ۲-۱۱ عملگر بازترکیب ساده با $\alpha = 0.5$ در نمایش اعداد حقیقی

عملگر بازترکیب حسابی ساده در نمایش اعداد حقیقی simple arithmetic recomb.

simple arithmetic recomb (۲)
عملگر بازترکیب حسابی تکین، مشابه با عملگر بازترکیب ساده است؛ با این تفاوت که تنها یک ژن در دو والد برای تولید فرزندان دست‌خوش تغییر می‌شود (شکل ۲-۱۲).



شکل ۲-۱۲ عملگر بازترکیب حسابی تکین با $\alpha = 0.5$ در نمایش اعداد حقیقی

عملگر بازترکیب حسابی کامل در نمایش اعداد حقیقی whole arithmetic recom.

Whole Arithmetic (۲۰)
در عملگر حسابی کامل، همه ژن‌ها در والدین تغییر کرده و فرزندان در هیچ‌کدام از ژن‌هایشان شباهتی به هیچ‌یک از والدین خود ندارند (شکل ۲-۱۳). این عملگر بازترکیب در مقایسه با دیگر عملگرهای بازترکیبی در نمایش اعداد حقیقی قابلیت پوشش بالاتری دارد.

.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
----	----	----	----	----	----	----	----	----



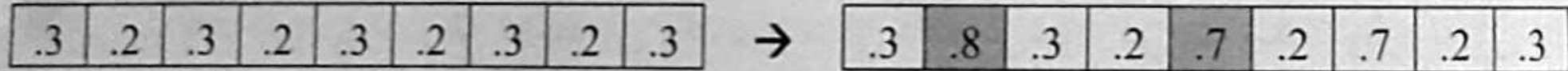
.2	.2	.3	.3	.4	.4	.5	.5	.6
----	----	----	----	----	----	----	----	----

.3	.2	.3	.2	.3	.2	.3	.2	.3
----	----	----	----	----	----	----	----	----

.2	.2	.3	.3	.4	.4	.5	.5	.6
----	----	----	----	----	----	----	----	----

شکل ۲-۱۳ عملگر بازترکیب حسابی کلی با $\alpha = 0.5$ در نمایش اعداد حقیقی

عملگر جهش مکمل در نمایش اعداد حقیقی complement mut.

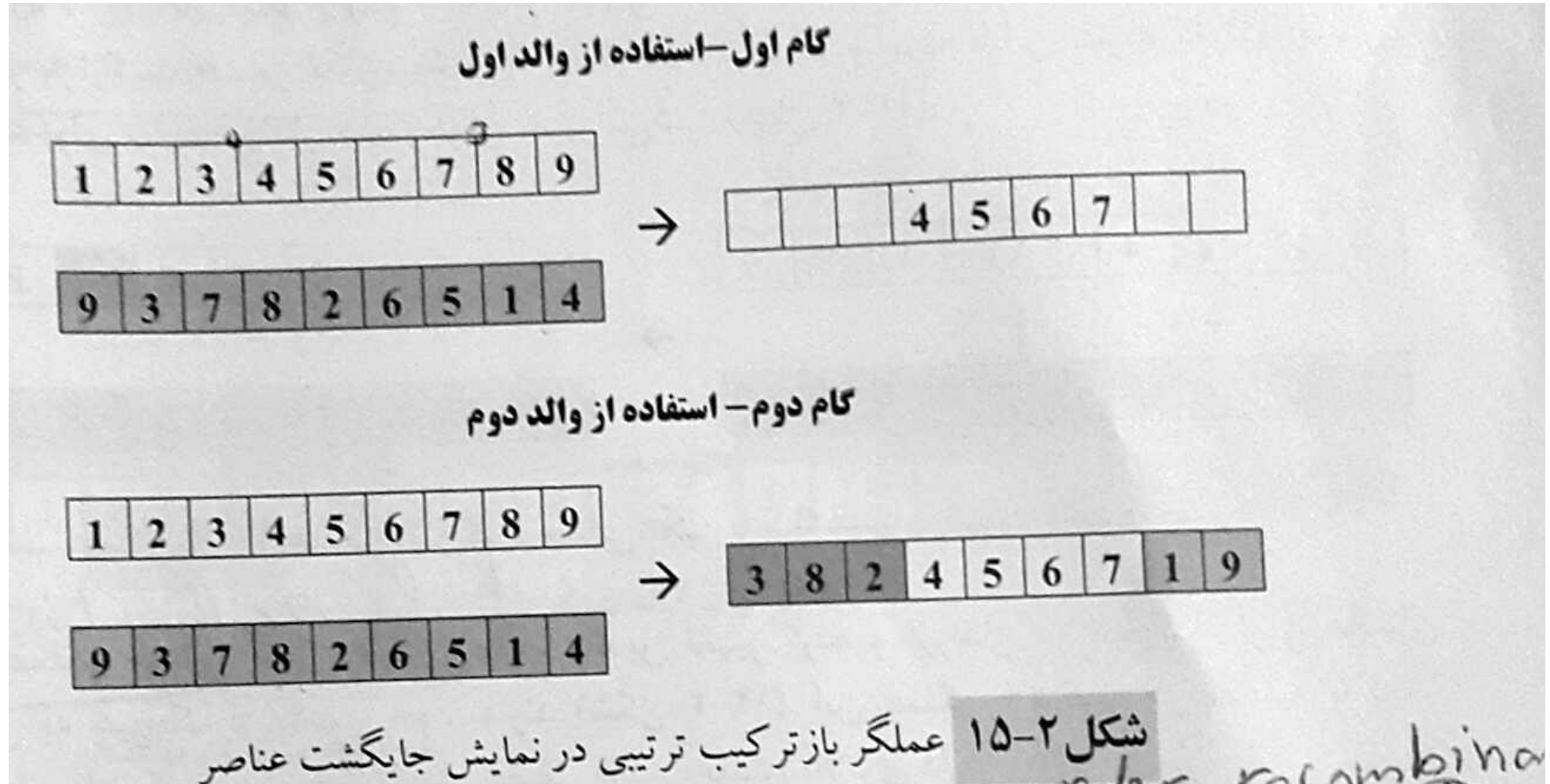


شکل ۲-۱۴ عملگر جهش مکمل در نمایش اعداد حقیقی

عملگر بازترکیب ترتیبی در نمایش جایگشت عناصر order recom.

- دو نقطه تصادفی
- دنباله میان دو نقطه منتقل می شوند
- از بعد از نقطه دوم تا آخرین ژن از ژنهای والد دوم در صورت تکراری نبودن منتقل می شود
- پس از رسیدن به انتهای والد دوم به ابتدای آن رفته و تا رسیدن به نقطه اول ادامه میدهیم

عملگر بازترکیب ترتیبی در نمایش جایگشت عناصر order recom.

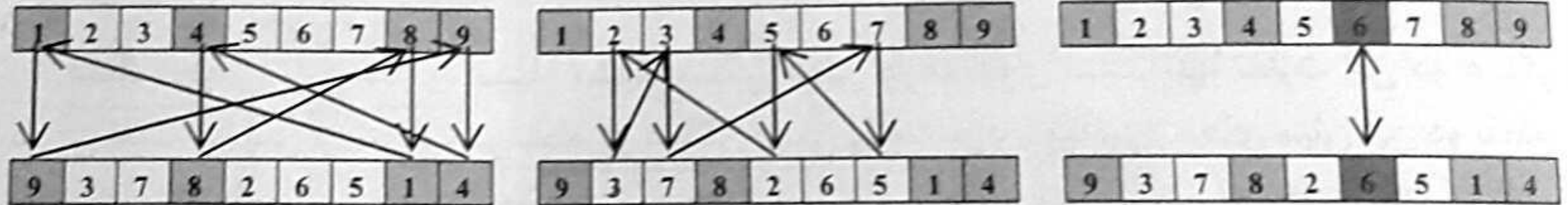


عملگر بازترکیب پرخشی در نمایش جایگشت عناصر cycle recom.

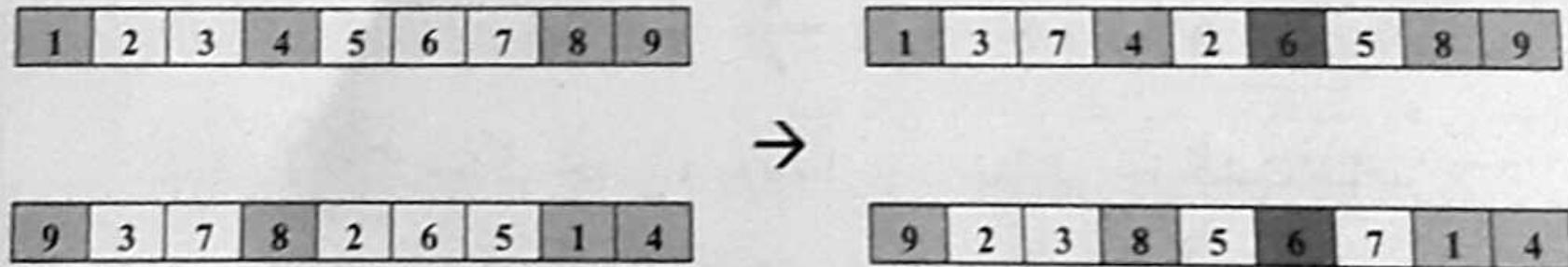
- گام اول : دور های موجود در دو والد شناسایی می شوند
- گام دوم : ژنهای مشخص شده در والد اول که حاصل دور اول هستند را به ژنهای معادل فرزند اول منتقل می کنیم.
- و برای ژن های باقی مانده این فرزند از ژن های مشخص شده والد دوم در دور دوم بهره می بریم.
- ادامه تا تکمیل مقادیر ژنهای فرزند

عملگر بازترکیب پرخشی در نمایش جایگشت عناصر cycle recom.

گام اول - تعیین دورها



گام دوم - کپی کردن دورها در فرزندان



شکل ۲-۱۶ عملگر بازترکیب پرخشی در نمایش جایگشت عناصر

عملگر جهش جابجایی در نمایش جایگشت عناصر swap mut.

مقادیر دو ژن تصادفی با یکدیگر جابه جا می شوند.



شکل ۲-۱۷ عملگر جهش جابجایی در نمایش جایگشت عناصر

عملگر جهش درجی در نمایش جایگشت عناصر insert mut.

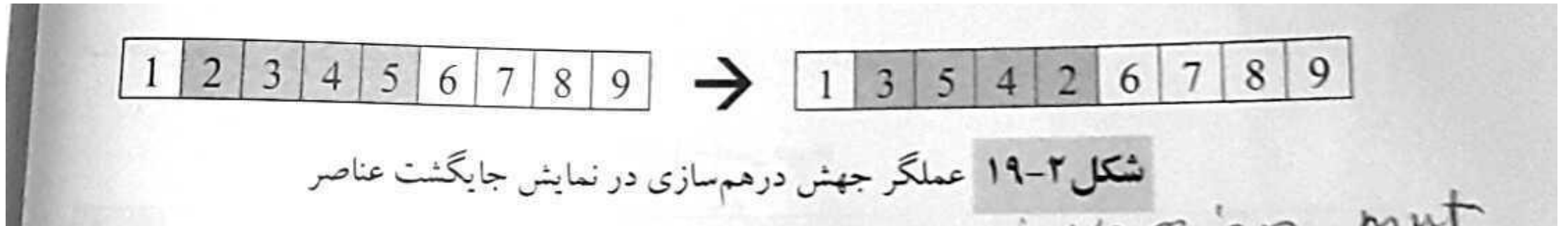
- دو ژن تصادفی
- ژن دوم همسایه ژن نخست میشود
- بقیه شیف



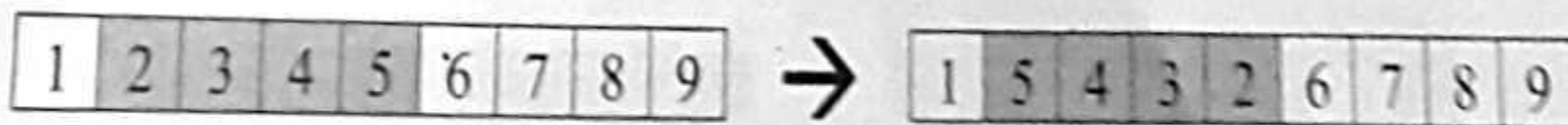
شکل ۲-۱۸ عملگر جهش درجی در نمایش جایگشت عناصر

عملگر جهش درهم سازی در نمایش جایگشت عناصر scramble mut.

- دو نقطه تصادفی
- ژن های میان دو نقطه به صورت تصادفی جابه جا می شوند

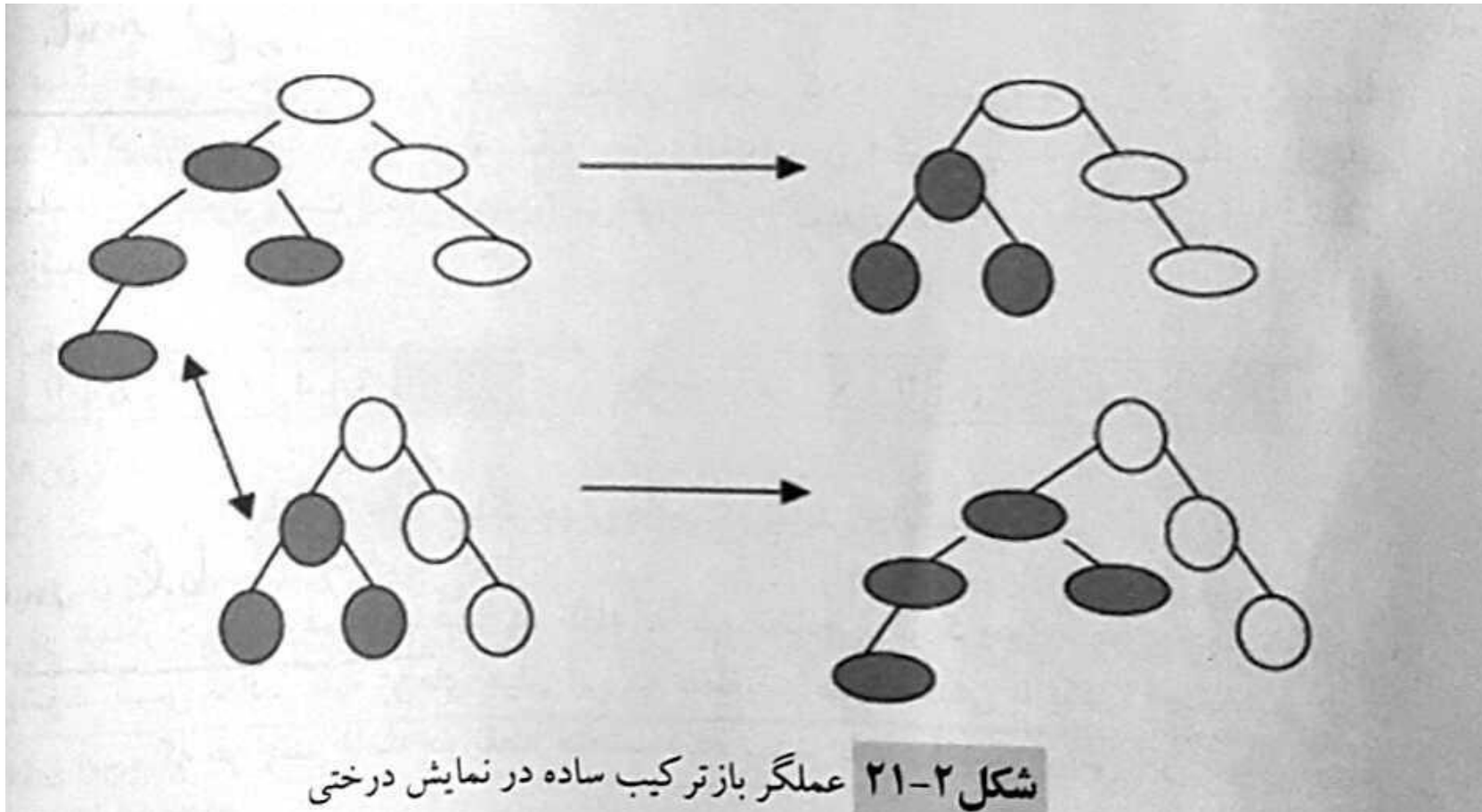


عملگر جهش وارونه سازی در نمایش جایگشت عناصر inversion mut.

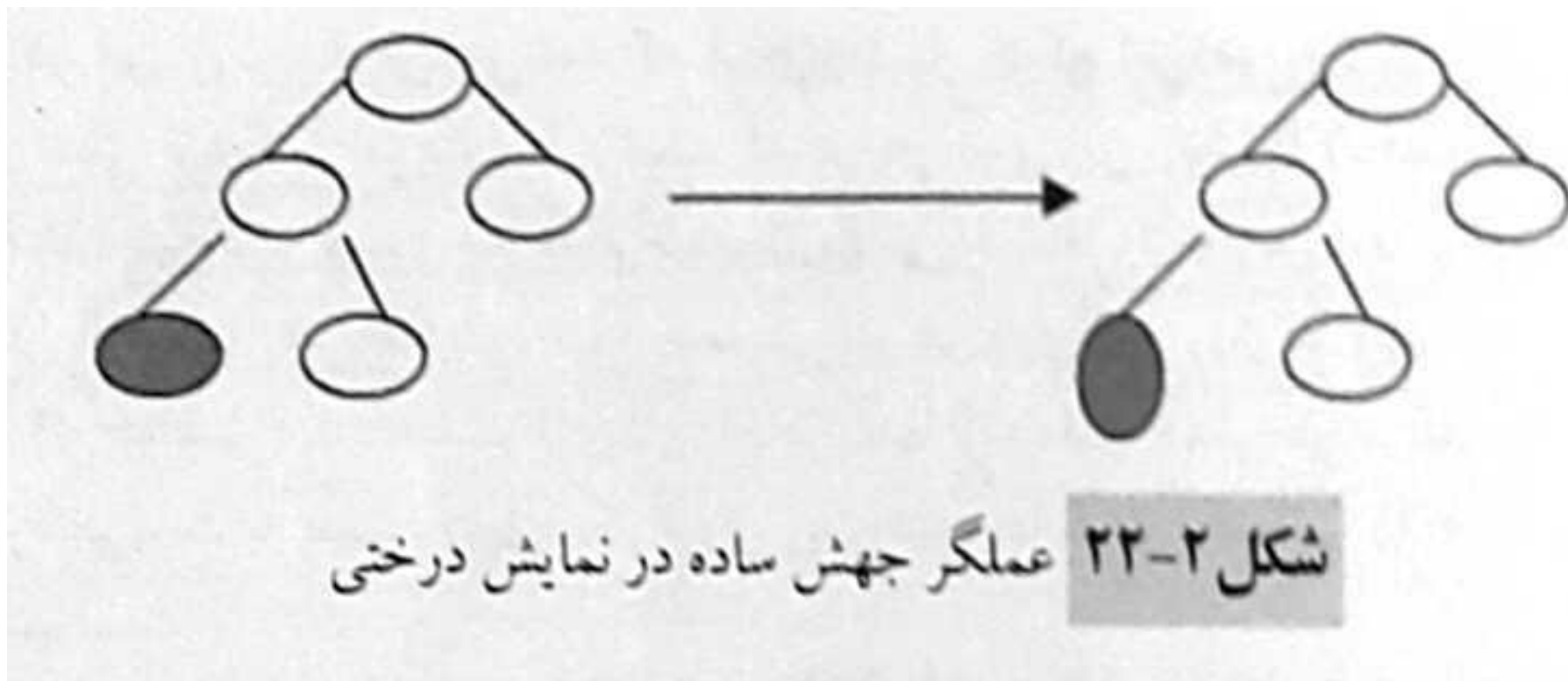


شکل ۲-۲۰ عملگر جهش وارونه سازی در نمایش جایگشت عناصر

عملگر بازترکیب ساده در نمایش درختی



عملگر جهش ساده در نمایش درختی



عملگر جایگزینی حالت پایدار steady state rep.

- بخش بزرگی از والدین را حفظ می کند
- درصد کوچکی از آن با بهترین فرزندان جایگزین می شود.
- بافت کلی جمعیت تغییر نمی کند و گوناگونی جمعیت حفظ می شود
- هدف : حفظ تنوع جمعیتی و جلوگیری از همگراشدن به بهینه محلی
- درصد تغییر : $prep$
- $Prep$ بزرگ باعث از دست رفتن گوناگونی جمعیت میشود.

عملگر جایگزینی نسلی generational replacement

- کل جمعیت والدین با جمعیت فرزندان تولید شده جایگزین می شود.
- باعث تسریع همگرایی

• نخبه سالاری elitism

- برای جلوگیری از نابودی برترین پاسخ ها، بهترین عضو جمعیت والدین با ضعیفترین فرزند جایگزین می شود .
- احتمال از دست رفتن بهترین عضو در کل جمعیت والدین و فرزندان از بین می رود.

عملگر جایگزینی نسلی generational replacement

(استراتژی تکامل)

- جایگزینی انتخاب $(\mu + \lambda)$
- تعداد μ عضو برتر از مجموع μ والد و λ فرزند انتخاب شده و به نسل بعد می روند

- جایگزینی انتخاب (μ, λ) و $(\mu < \lambda)$ فرض
- تعداد μ عضو برتر از تعداد λ فرزند انتخاب شده و به نسل بعد می روند
- هیچ گونه تقیدی به حفظ جمعیت والدین مستقل از برآزش آنها وجود ندارد.

- امکان از دست رفتن تنوع جمعیتی در هر دوی اینها وجود دارد

شرایط توقف

- پاسخ بهینه سراسری را یافته باشد. (در صورتیکه بهترین برآزش از قبل تعیین شده باشد)
- محدود کردن تعداد نسلها
- همگرا شدن جمعیت در آخرین نسل
- جمعیت راكد (ركود جمعیت) *stagnant*
- اگر در زمان توقف نتایج حاصل رضایت بخش نباشد باید قابلیت پوشش را اضافه کرد. مثلاً با افزایش تنوع در جمعیت. (افزایش احتمال جهش)

کنترل قابلیت های پویش و انتفاع

- موفقیت یک الگوریتم تکاملی در برقراری مصالحه و توازن پویش و انتفاع است
- نتیجه :
 - سرعت کاهش فشار انتخاب کنترل می شود
 - ازهمگرایی زودرس و بهینه محلی اجتناب می شود
- روشها
 ۱. کنترل پارامترها
 ۲. استفاده از توابع مناسب
 ۳. حفظ تنوع جمعیتی

۱. کنترل پارامترها

- احتمال باز ترکیب p_c :
 - افزایش آن $\leftarrow$ تقویت قابلیت انتفاع
 - کاهش آن $\leftarrow$ تضعیف قابلیت انتفاع
- احتمال جهش p_m :
 - افزایش آن $\leftarrow$ تقویت توان پویش
 - کاهش آن $\leftarrow$ تضعیف توان پویش
- درصد جایگزینی p_{rep} :
 - افزایش آن $\leftarrow$ تقویت قابلیت انتفاع
 - کاهش آن $\leftarrow$ تضعیف قابلیت انتفاع
- تعداد اعضای مورد گزینش در انتخاب مسابقه ای p_{tourn} :
 - افزایش آن $\leftarrow$ تقویت قابلیت انتفاع
 - کاهش آن $\leftarrow$ تضعیف قابلیت انتفاع
- درصد اعضای مورد بررسی در انتخاب برشی p_{trunc} :
 - افزایش آن $\leftarrow$ تقویت توان پویش
 - کاهش آن $\leftarrow$ تضعیف توان پویش

۲. استفاده از توابع مناسب

- با توجه به ماهیت فضای جستجوی مسئله یک تابع مناسب برای مراحل مختلف انتخاب شود
- تابع انتخاب چرخ رولت ساده $\leftarrow$ تقویت قابلیت انتفاع
- تابع انتخاب چرخ رولت با چند اشاره گر $\leftarrow$ تقویت پویا
- باز ترکیب تک نقطه ای $\leftarrow$ افزایش قابلیت انتفاع
- انتخاب باز ترکیب یکنواخت $\leftarrow$ تقویت توان پویا
- جهش با تخریب بیشتر $\leftarrow$ افزایش قابلیت پویا

۳. حفظ تنوع جمعیتی

- سعی در حفظ گوناگونی اعضا در جمعیت و جلوگیری از کاهش سریع تنوع جمعیتی ← مصالحه میان پویش و انتفاع حاصل می شود.

روشها

• کرانه سازی niching

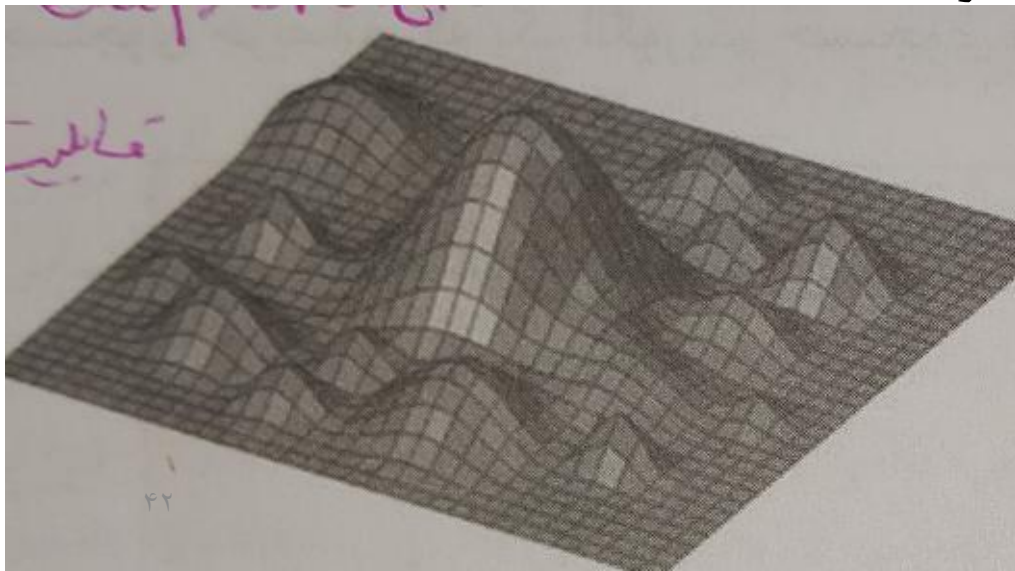
- مشترک سازی برآزش
- انبوه سازی

• گونه سازی

- جفت گیری محدودشده
- بیت نشانه

۳. حفظ تنوع جمعیتی کرانه سازی niching

- ایده اصلی از تنوع موجودات در طبیعت
- انواع مختلف موجودات به طور موازی در حال تکامل هستند
- تنوع گونه های مختلف جانوری نشانه پاسخ های مشخصی هست که تکامل برای هر کدام از محیط ها و شرایط زندگی موجودات یافته است.
- اگر قله ها را یک پاسخ مناسب برای شرایط مشخص فرض کنیم منطقی است که با جلوگیری از رقابت ناعادلانه پاسخ های هر قله (کرانه) تنوع جمعیتی را حفظ کنیم.
- اعضا در جمعیت تکاملی به سمت کرانه ها(قله ها) پراکنده میشوند



- استفاده از این ایده باعث حفظ گوناگونی در جمعیت اولیه و بهبود در متوسط برازش پاسخ ها می شود.

حفظ تنوع جمعیتی (کرانه سازی niching) مشترک سازی برآزش

- توسط گلدبرگ و ریچاردسون
- بر اساس راهکار به اشتراک گذاری منابع محدود در طبیعت توسط موجوداتی که در یک منطقه زندگی می کنند.
- یک برآزش کاذب برای هر عضو جمعیت (با هدف ترغیب به پویش بیشتر و جلوگیری از همگرایی زودرس)
- برآزش کاذب
- D فاصله زنوتایی است

$$f'(i) = \frac{f(i)}{\sum_{j=1}^n sh(d(i,j))}$$

$$sh(d(i,j)) = \begin{cases} 1 - \left(\frac{d(i,j)}{\sigma_{share}}\right)^\alpha & d(i,j) < \sigma_{share} \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

حفظ تنوع جمعیتی (کرانه سازی niching) انبوه سازی

- انبوه سازی
- ایده اصلی : اعضا جدید جایگزین اعضا مشابه خود در جمعیت شوند.
- در این صورت گوناگونی در جمعیت ابتدایی به صورت یک سرمایه حفظ می شود. و به صورت تدریجی به پاسخ نهایی همگرا می شود.
- روش اول : با استفاده از رویکرد جایگزینی حالت پایدار توسط دی جانگ:
- تنها به بخشی از اعضا در جمعیت اجازه تولید مثل و مرگ داده شده
- در جمعیت نسل جاری ۱۰٪ توسط چرخ رولت برای بازترکیب و جهش انتخاب می شوند
- سپس برای هر فرزند جدید تعداد CF در بازه [2,5] از اعضای جمعیت انتخاب می شود و با فرزند جدید مقایسه می شود.
- فرزند جدید جایگزین شبیه ترین آنها می شود.

حفظ تنوع جمعیتی (کرانه سازی niching) انبوه سازی

- روش دوم : توسط هاریک رویکرد حالت پایدار
- از یک روش انتخاب مسابقه ای محدود
- از رقابت یک پاسخ در جمعیت با پاسخ های بسیار متفاوت با ان جلوگیری می شود.
- ابتدا دو پاسخ به صورت تصادفی انتخاب می شوند. و با باز ترکیب و جهش دو فرزند ایجاد می کنند.
- به اعضای هر فرزند تعداد W از اعضای جمعیت انتخاب و شبیه ترین پاسخ اگر بدتر از فرزند جدید بود جایگزین می شود.
- فرزند جدید جایگزین شبیه ترین آنها می شود.

حفظ تنوع جمعیتی (گونه سازی speciation)

- امکان یافتن پاسخ های متفاوت و تنوع را فراهم می کند.
- گونه : دسته ای از اعضا که در مقایسه با سایر اعضا در جمعیت شباهت بیشتری با هم دارند.
- آینده اصلی : تنها به اعضای مشابه در جمعیت تکاملی اجازه تولید مثل داده شود.
- بر خلاف کرانه سازی است که از باز ترکیب اعضا کرانه های متفاوت جلوگیری نمی کند. (ایجاد پاسخ های مهلک (lethal solution))

- روشهای گونه سازی
 - جفت گیری محدود شده
 - بیت نشانه

حفظ تنوع جمعیتی

(گونه سازی (speciation)

جفت گیری محدود شده

- دب و گلدبرگ : بر اساس برآزش های ژنوتایپی و فنوتایپی
- یک عضو جمعیت به نام m را انتخاب می کند.
- یک عضو دیگر به صورت تصادفی انتخاب و فاصله آن با m محاسبه می شود.
- اگر این فاصله از δ_{mating} کمتر بود عملگر بازترکیب اعمال می شود.
- در غیر این صورت عضو دیگری انتخاب می شود.
- اگر هیچ عضوی نزدیک نبود با یک عضو تصادفی بازترکیب می شود.

حفظ تنوع جمعیتی (گونه سازی speciation) بیت نشانه

- اسپیرز :
- هر کروموزوم با يك يا چند بیت نشانه برچسب زده می شود. (نشانه عضویت در يك گونه مشخص)
- هر عضو جمعیت فقط متعلق به يك گونه است.
- برآزش نسبی عضو i كه متعلق به مجموعه S_j است برابر با $|S_j|/|fi|$ می باشد
- برآزش نسبی اعضا در مجموعه های کوچکتر تقویت می شود.
- و این تقویت باعث افزایش شانس انتخاب این اعضا شده و از انقراض آنها جلوگیری می کند.
- باز ترکیب تنها میان اعضای يك گونه هست
- عملگر جهش روی بیت نشانه هم کار می کند.

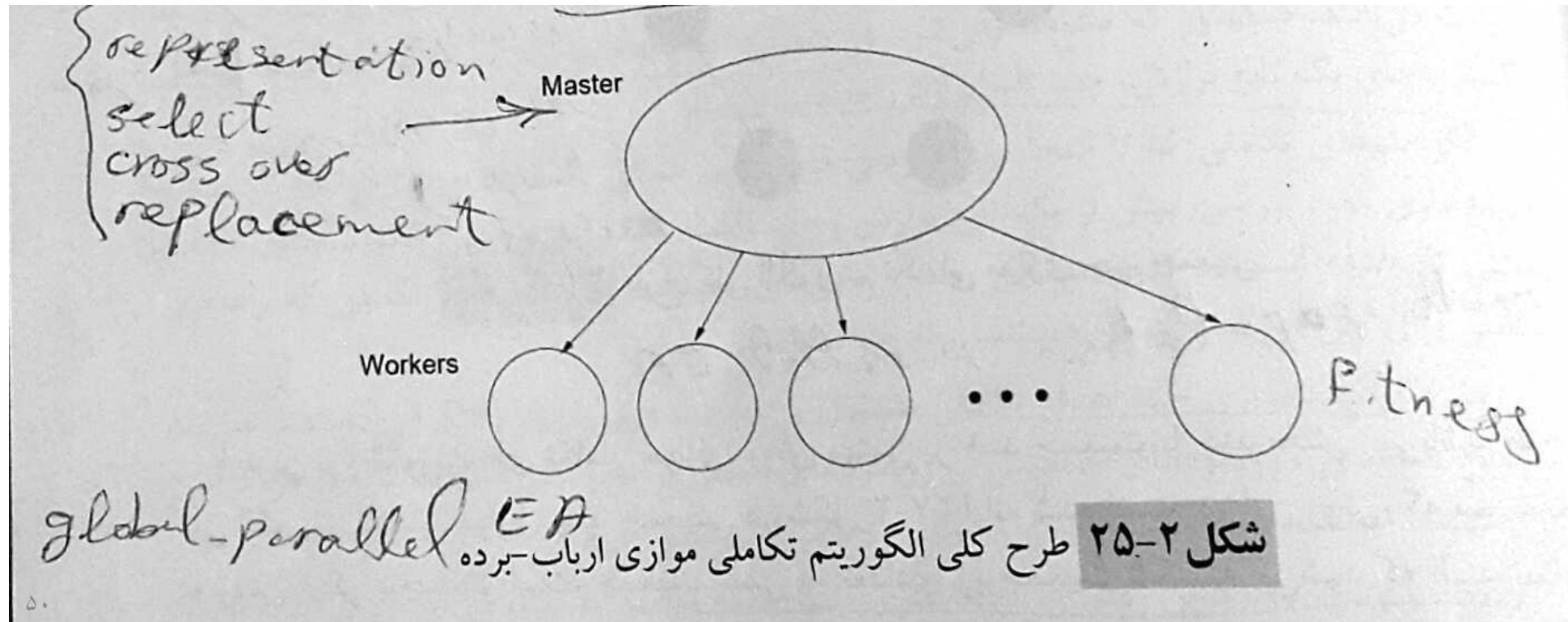
الگوریتم های تکاملی موازی

- الگوریتم های تکاملی عملکرد کند دارند.
- موازی شدن سرعت می آورد
- الگوریتم زنتیک جزیره ای هم گفته می شود. Island GA
- انواع :
 - ارباب و برده
 - ریز دانه ای
 - چندجمعیتی

الگوریتم های تکاملی موازی ارباب برده

Master Slave Parallel EA

- کل جمعیت در پردازنده ارباب
- مناسب مسایل که محاسبات تابع برازش سنگین باشد. مانند داده کاوی
- الگوریتم موازی سراسری نامیده میشود.



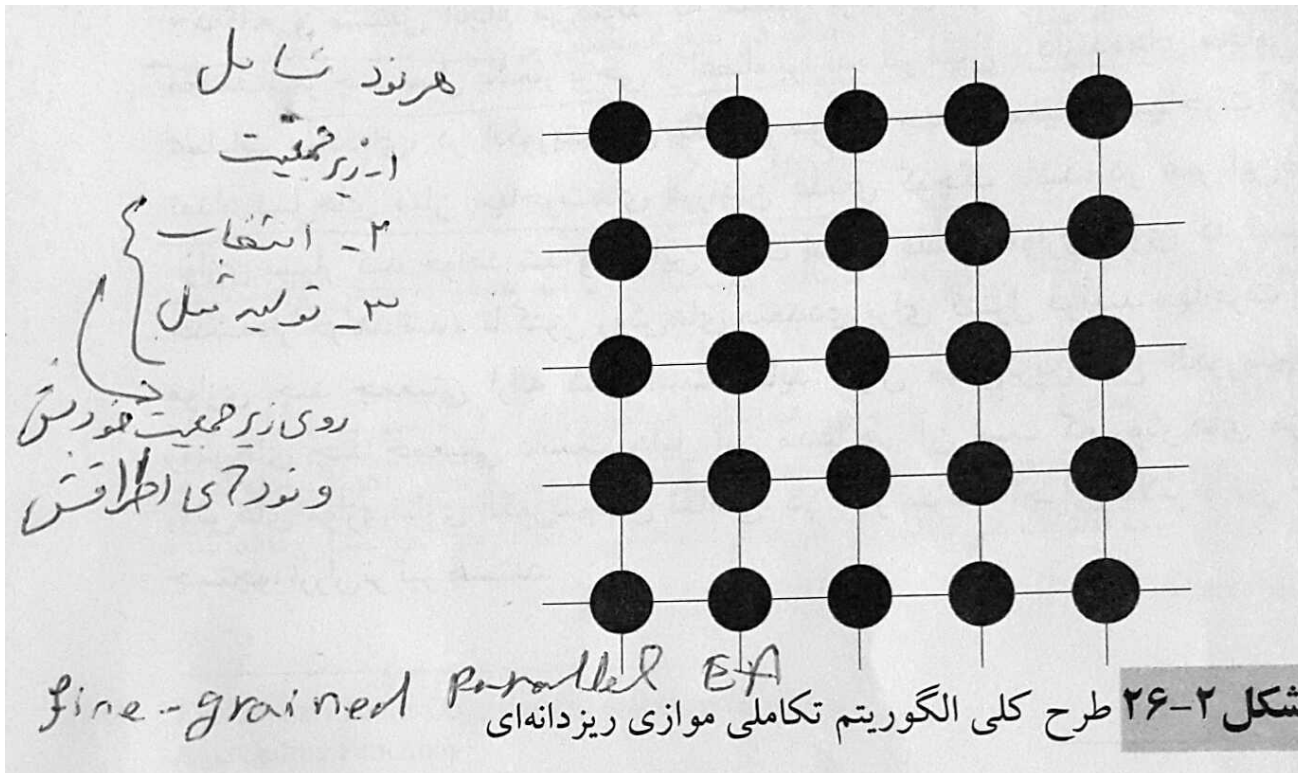
الگوریتم های تکاملی موازی ریز دانه ای

Fine Grained parallel EA

- کل جمعیت به تعدادی زیر جمعیت شکسته می شود و در پردازنده ها توزیع میشود

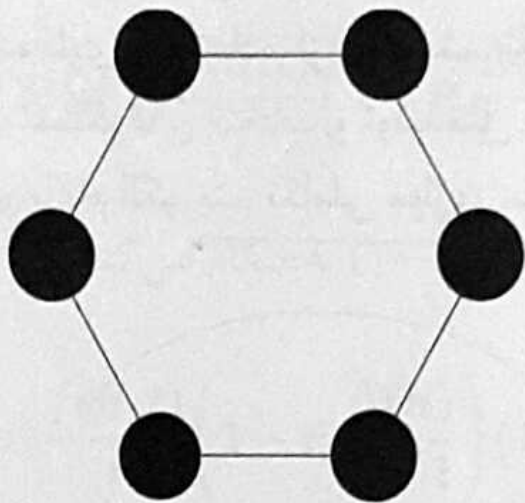
- بخشی از زیر جمعیت در پردازنده های مجاور مشترک است

- تغییرات رخ داده در زیر جمعیت یک پردازنده در فرآیند تکاملی الگوریتم به دیگر بخشها منتقل می شود.



الگوریتم های تکاملی موازی چند جمعیتی multiple population algorithm

- تعداد زیر جمعیتها کمتر است
- از لحاظ سخت افزاری ارزان تر است
- پردازنده ها در زیر جمعیت ها هیچ اشتراکی ندارند.
- عملیات انتخاب و تولید مثل جداگانه و مستقل
- هر چند نسل یکبار اعضای برازنده در میان پردازنده های مجاور مبادله می شوند. (مهاجرت migration)



- زیر جمعیت ایجاب می شود
- اشتراک ندارند
- انتخاب و تولید مثل مستقل
- هر چند نسل یکبار برخی اعضای
برازنده میان پردازنده های مجاور
مبادله می شود. (مهاجرت)

migration

شکل ۲-۲۷ طرح کلی الگوریتم تکاملی موازی چند جمعیتی
multiple population EA

بهینه سازی چند هدفی تکاملی

Evolutionary multi objective optimization

- به جای یک تابع برازش چند تابع برازش خواهیم داشت.
- سه دسته هستند
 - توابع انبوهشی aggregation functions
 - رویکردهای جمعیتی population based approaches
 - رویکردهای مبتنی بر پرتو Pareto based approaches

بهینه سازی چند هدفی تکاملی

روش توابع انبوهشی

- کلیه اهداف موجود با استفاده از عملیات ضرب و جمع و یا هر ترکیبی از عملگرهای ریاضی به یک هدف نگاشت می شوند.
- همه اهداف باید به صورت نرمال شده بکار رود تا از توجه ناعادلانه به یک هدف نسبت به سایر اهداف جلوگیری شود.

بهینه سازی چند هدفی تکاملی

روش استفاده از رویکردهای جمعیتی

- جمعیت مورد تکامل با توجه به تعداد اهداف مسئله به زیر جمعیت‌هایی تقسیم میشود. که بستگی به اهمیت هدف دارد
- در مرحله انتخاب برای تولید مثل اعضا مربوط به هر کدام از زیر جمعیتها را با توجه به تنها یکی از اهداف مسئله برگزیده و جمعیت جدید را می سازیم.
- پس از طی چندین نسل هر پاسخ در جمعیت با توجه به همه اهداف مسئله تکامل خواهد یافت.
- اشکال: هیچ کوششی برای حفظ پاسخهای غیر مغلوب نمی شود.
- پاسخ غیر مغلوب : پاسخهایی که هیچ پاسخی در جمعیت از هر حیث برتر از آنها نباشد. (پاسخ پرتو)

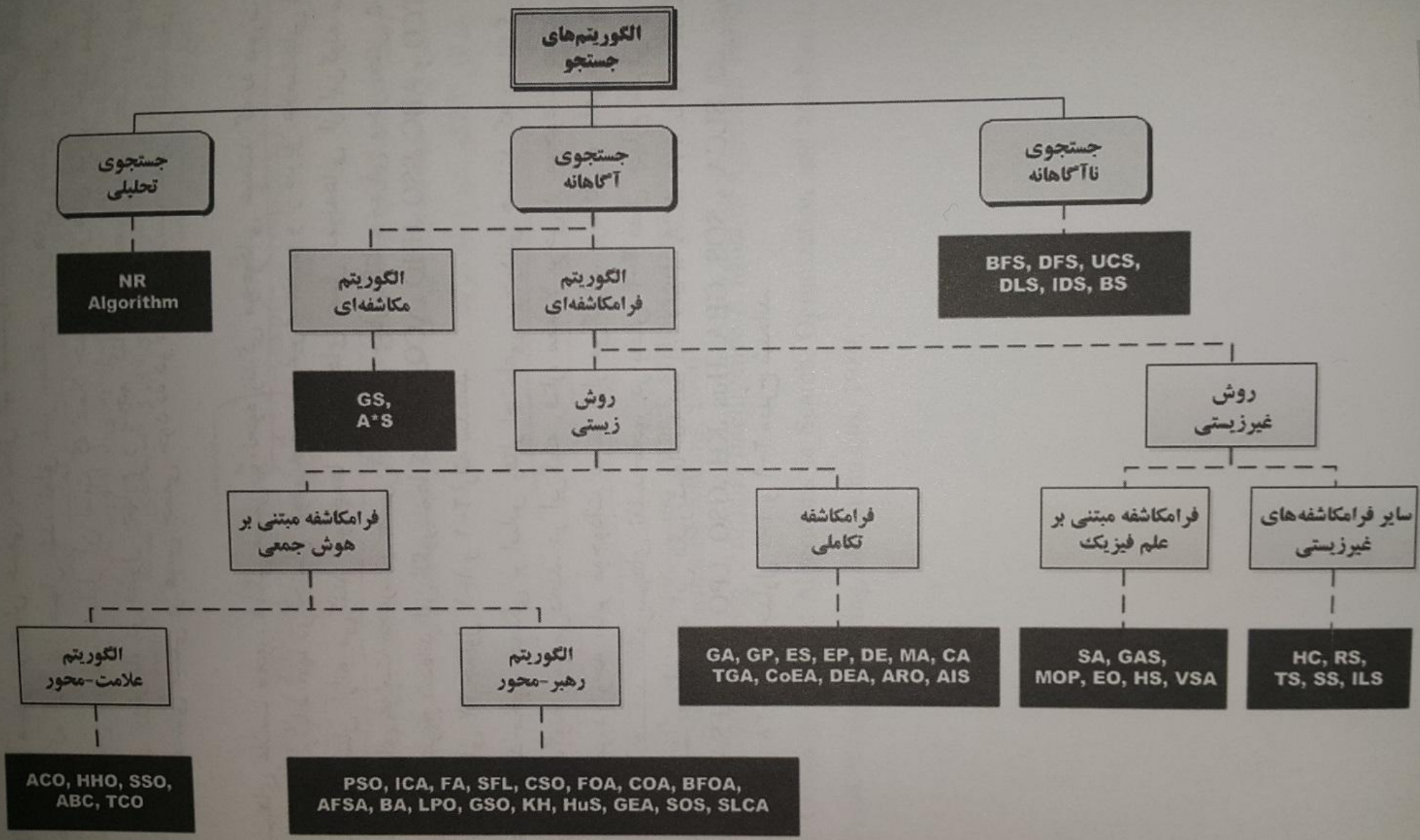
بهینه سازی چند هدفی تکاملی

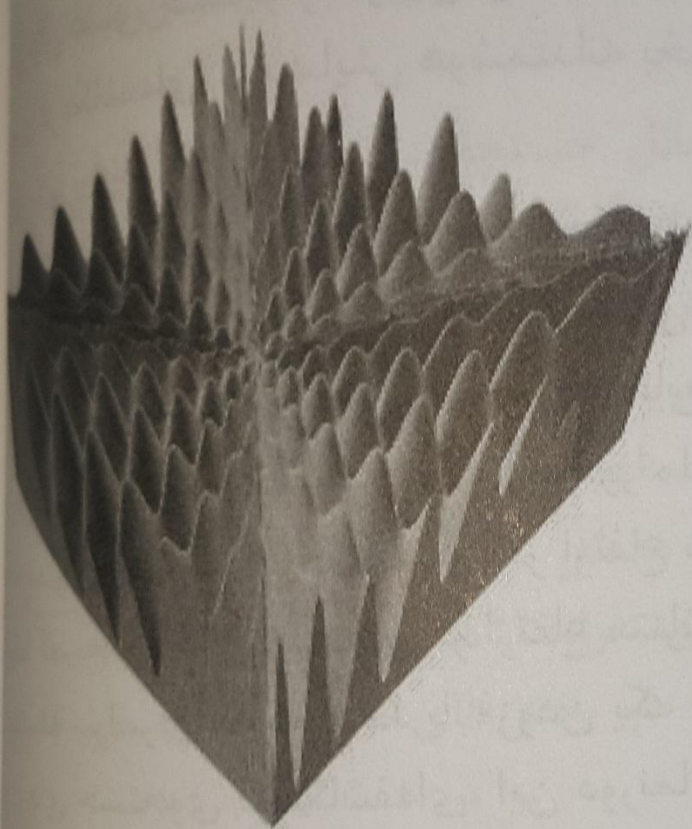
روش مبتنی بر پرتو

- پاسخهای غیر مغلوب در جمعیت را شناسایی و سعی در حفظ آنها می کنند.
- برای محاسبه برآزش هر پاسخ i ، تعداد پاسخهایی که i را مغلوب میکند به عنوان یکعدد مهم در نظر میگیرند.
- معمولاً جمعیت کوچکی از پاسخهای غیر مغلوب را در فرآیند جستجوی الگوریتم تکاملی همراه با جمعیت اصلی تکامل میدهند.
- در پایان یک مجموعه پاسخ برتر غیر مغلوب را (به جای فقط یک پاسخ) خواهند یافت.
- مناسب مسائلی است که ارزش همه اهداف یکسان باشد.

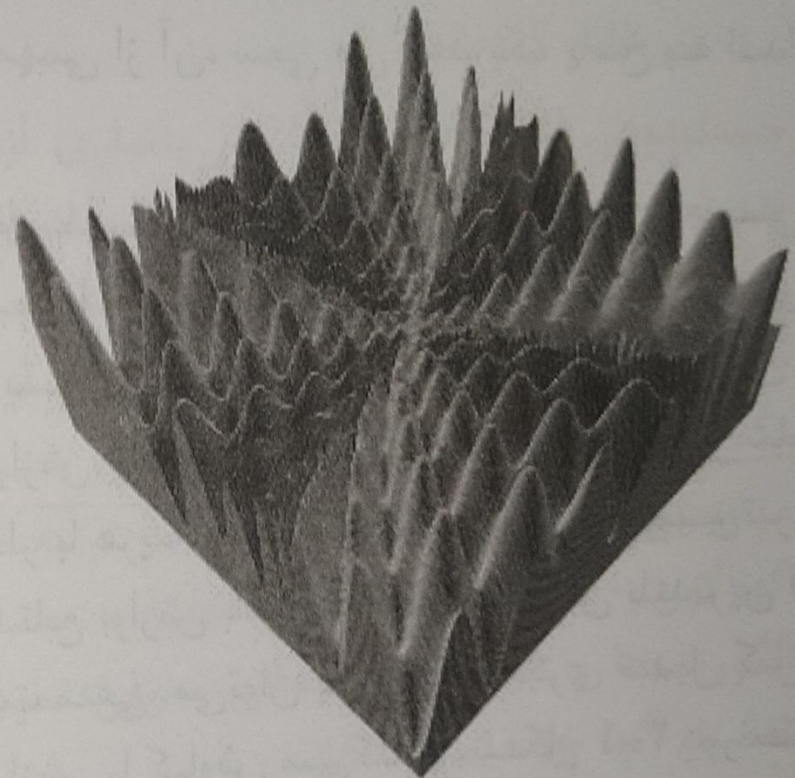
شکل ۷-۱

طبقه‌بندی الگوریتم‌های فرامکاشف‌ای مورد بحث در این کتاب





(ب)



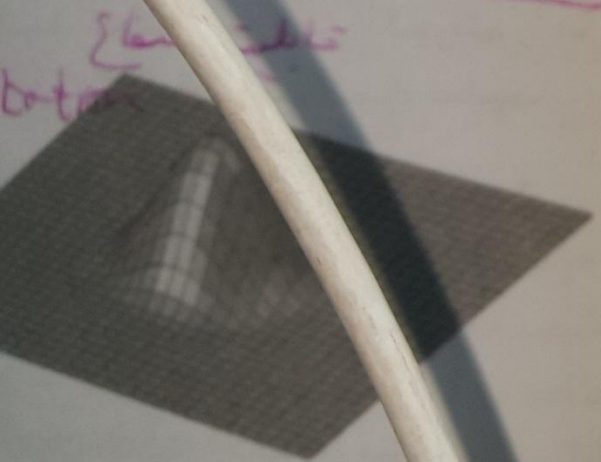
(الف)

شکل ۴-۱ دورنماهای خارپشتی برای دو فضای جستجوی دو بعدی

تفاوت‌های چشمگیر دورنماهای برازش در مسائل مختلف جستجو، باعث می‌گردد که نیاز الگوریتم‌های فرامکاشفه‌ای با قابلیت‌های کاملاً متفاوت، جهت کاوش مؤثر فضاهای جستجوی متناهی وجود داشته باشد. در بخش ۱-۳-۲ قابلیت‌های مختلف الگوریتم‌های فرامکاشفه‌ای را مورد بررسی دقیق‌تر قرار خواهیم داد.

exploration

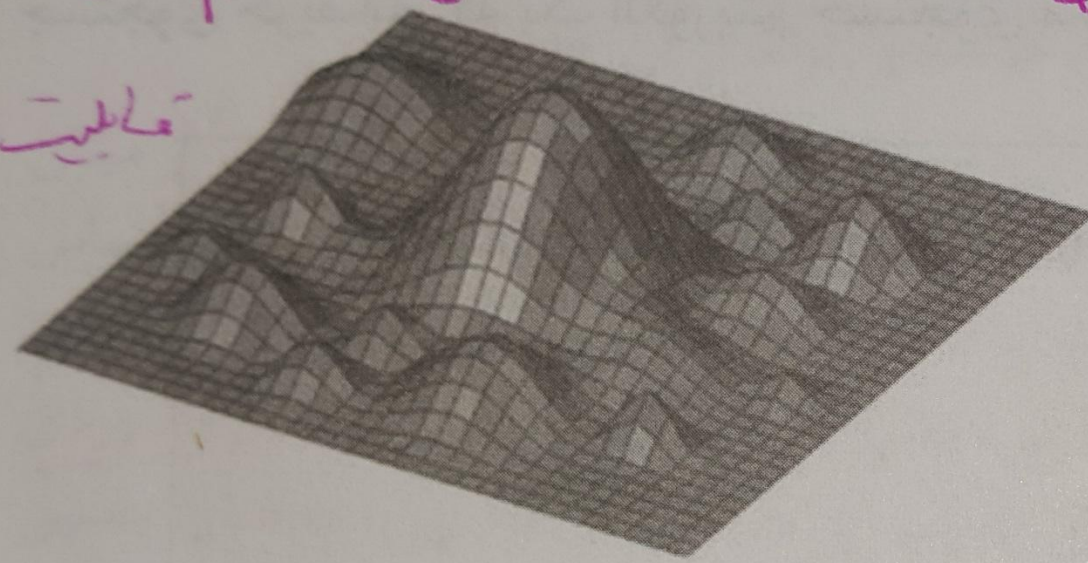
برای پیمایش و کاوش مؤثر یک مسأله فرامکاشفه‌ای با توجه به ماهیت مسأله مورد دو مسأله جستجو با دورنماهای برازش متناهی جستجوی تک قله‌ای و منظم است. برای الگوریتم را تقویت کرد. در نقطه مقابل، به شکل ۵-۱ (ب)، بایستی قابلیت پوشش را ذکر شده می‌توان نتیجه گرفت که هر چه استفاده از یک الگوریتم فرامکاشفه‌ای جستجو با دورنمای برازش خارپشتی بهتر می‌شود.



(الف)

exploration

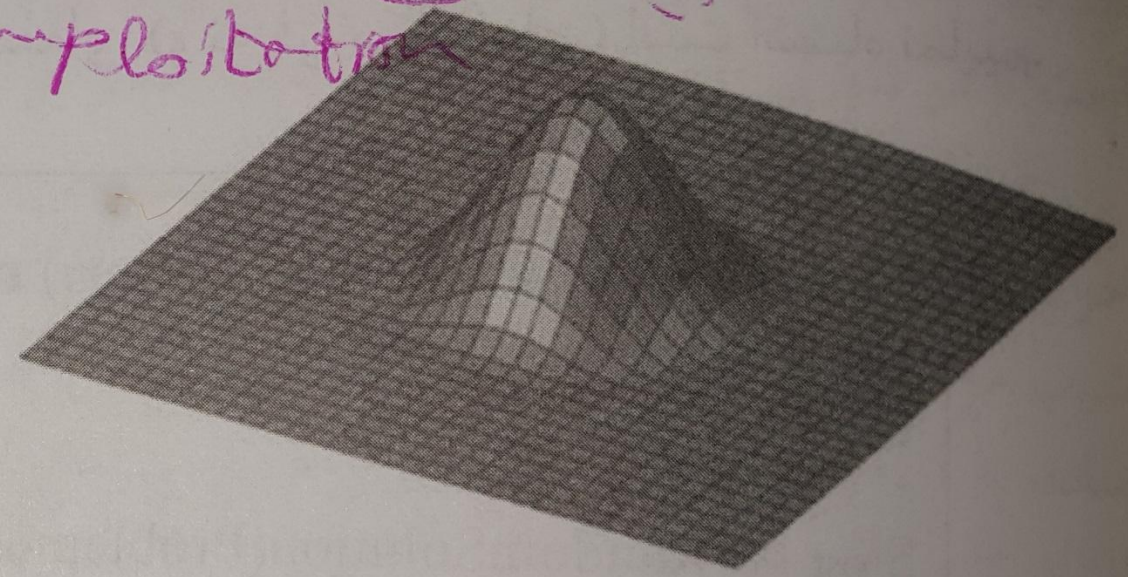
قابلیت پوشش



(ب)

قابلیت ارتفاع

exploitation



(الف)

شکل ۵-۱ انواع مختلف فضاهاى جستجو نیاز به الگوریتم‌هاى فرامکاشفه‌ای با قابلیت‌هاى پوشش و ارتفاع متفاوتی دارند. به عنوان نمونه در یک مسأله بهینه‌سازی با هدف بیشینه‌سازی داریم: الف- فضاهاى جستجو با قله‌هاى کم، نیاز به الگوریتم‌هاى فرامکاشفه‌ای با قابلیت بالای ارتفاع دارند. ب- فضاهاى جستجو با قله‌هاى زیاد، نیاز به الگوریتم‌هاى فرامکاشفه‌ای با قابلیت بالای پوشش دارند.

