بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی و مهندسی

بخش مهندسی عمران

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته عمران گرایش سازه

قرارگیری بهینه دیوارهای برشی در پلان و در ارتفاع ساختمان‌های بتن‌آرمه

استاد راهنما :

دکتر محمد جواد فدایی

استادمشاور :

دکتر حامد صفاری

مؤلف :

علی امینی باغبادرانی

خرداد ماه ۱۳۹۰

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط درجه کارشناسی ارشد به

بخش مهندسی عمران

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو : علی امینی باغبادرانی

استاد راهنما : دکتر محمد جواد فدایی

استاد مشاور : دکتر حامد صفاری

داور ۱ : دکتر رضا رهگذر

داور۲ : دکتر حسین ابراهیمی

نماینده تحصیلات تکمیلی در جلسه دفاع : دکتر مجتبی برخورداری

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده : دکتر حجت الله رنجبر

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

تقدیم به الهه عشق و مهربانی : مادرم

و

تقدیم به اسطوره تلاش و فداکاری : پدرم

تشکر و قدردانی :

تشکر و سپاس معبودی را که عشق آموختن را در دل انسان ودیعه نهاد. به پاس احترام به مقام والای معلم، در مقابل اساتید بزرگواری که در محضرشان کسب فیض نموده و کویر تشنه وجودم را از چشمه وجودشان سیراب ساخته‌ام، سر تعظیم فرود آورده و مراتب سپاس و تقدیر و تشکر خود را از آنان ابراز و اعلام می‌دارم.

برخود می‌دانم از زحمات بی‌دریغ، تلاش‌های بی‌وقفه و راهنمایی‌های ارزشمند استاد راهنمای گرامی، جناب آقای دکتر محمد جواد فدایی در راستای انجام این پروژه تشکر و قدردانی نمایم.

چکیده :

دیوارهای برشی به دلیل سختی و مقاومت درون صفحه‌ای بالا و امکان تحمل بارهای جانبی و ثقلی بصورت همزمان، اثرات مطلوبی بر روی عملکرد ساختمان‌ها دارند. همچنین با توجه به اینکه موقعیت دیوارهای برشی تاثیر مستقیم بر فاصله میان مرکز جرم و مرکز سختی طبقات خواهد داشت، مکان قرارگیری دیوارهای برشی در ساختمان های با سیستم دوگانه، می‌تواند از مهمترین تصمیم‌های یک مهندس سازه محسوب گردد. برای مکان یابی صحیح دیوارهای برشی باید علاوه بر در نظر گرفتن تاثیر دیوار بر رفتار کلی سازه به قیود معماری هم توجه داشت. در تحقیق انجام شده با استفاده از الگوریتم ژنتیک، علاوه بر موقعیت مناسب دیوارهای برشی در پلان، امکان قطع دیوار برشی در ترازی از طبقات، به عنوان یکی از متغییرهای بهینه سازی مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور از نرم افزار SAP 2000، برای مدل ساز و تحلیل سازه و از زبان برنامه نویسی ویژوال بیسیک برای برنامه نویسی مسئله استفاده گردیده است. در انتها با تشریح چند مثال کارآیی روش پیشنهادی مورد ارزیابی قرار داده شده است.

کلمات کلیدی: موقعیت دیوار برشی، الگوریتم ژنتیک، بهینه سازی، مرکز جرم

فهرست مطالب:

فصل ۱- مقدمه ۴

فصل ۲- معرفی الگوریتم ژنتیک ۸

۲-۱- مقدمه ۹

۲-۲- الگوریتم ژنتیک ساده ۱۰

۲-۳- ویژگی‌های الگوریتم ژنتیک ۱۱

۲-۴ مراحل عملکرد الگوریتم ژنتیک ۱۲

۲-۴-۱- بدست آوردن طول رشته‌ها ۱۳

۲-۴-۲- ایجاد جمعیت اولیه ۱۴

۲-۴-۳- رمزگشایی ۱۶

۲-۴-۳-۱- متغیرهای گسسته ۱۷

۲-۴-۳-۲- متغیرهای پیوسته ۱۸

۲-۴-۴- تابع هدف ۱۹

۲-۴-۵- تابع هدف اصلاح شده ۲۰

۲-۴-۵-۱- تبدیل مسائل مقید به مسائل نامقید ۲۰

۲-۴-۵-۲- نا منفی کردن مقادیر تابع هدف ۲۱

۲-۴-۵-۳- تبدیل مسئله کمینه‌سازی به بیشینه‌سازی ۲۲

۲-۴-۶- معیارهای همگرایی ۲۴

۲-۴-۷- انتخاب ۲۶

۲-۴-۷-۱- انتخاب متناسب ۲۶

۲-۴-۷-۲- انتخاب چرخ‌گردان ۲۷

۲-۴-۸- جفت‌سازی ۲۸

۲-۴-۹- پیوند ۲۸

۲-۴-۱۰- جهش ۲۹

فصل ۳- اندرکنش قاب و دیوار برشی ۳۱
۳-۱- مقدمه ۳۲
۳-۲- رفتار قاب- دیوار ۳۲
۳-۳- معادلات دیفرانسیل حاکم ۳۴
۳-۴- تعیین صلبیت برشی ۳۶
۳-۵- افزایش اندرکنش متمرکز ۳۷
۳-۶- سازه های قاب-دیوار با دیوارهای کوتاه شده (قطع شده)..... ۳۸
۳-۷- رفتار سازه های قاب-دیوار با دیوار کوتاه شده ۴۰
۳-۸- حل تقریبی سازه های قاب-دیوار کوتاه شده با استفاده از مدل پیوسته ۴۲
۳-۸-۱- حل زیر سازه ۱ ..... ۴۵
۳-۸-۲- حل زیر سازه ۲ ..... ۴۸
۳-۹- سازه های قاب-دیوار واقعی ۴۹
فصل ۴- حل مسئله بهینه سازی ۵۱
۴-۱- مقدمه ۵۲
۴-۲- بهینه سازی ۵۲
۴-۳- مبانی بهینه سازی مسئله ۵۴
۴-۳-۱- پارامترهای بهینه سازی ۵۴
۴-۳-۲- تابع هدف ۵۴
۴-۳-۳- قیود (تابع جریمه) ۵۵
۴-۴- روند بهینه سازی ۵۶
فصل ۵- اصول تحلیل و طراحی ۶۰
۵-۱- مقدمه ۶۱
۵-۲- روش طراحی ۶۱
۵-۲-۱- طراحی در حالت حدی نهایی مقاومت ۶۲
۵-۲-۲- نیروی ایجاد شده در مقطع در حالت حدی نهایی ۶۲

۵-۳- تحلیل سازه ۶۳
۵-۴- ضوابط طراحی ستون ها ۶۳
۵-۴-۱- کلیات ۶۳
۵-۴-۲- کنترل ظرفیت ستون ۶۵
۵-۴-۳- ضوابط نیروی محوری نهایی ۶۵
۵-۵- اثر ترک خوردگی ۶۵
۵-۶- طبقات مهارشده جانبی ۶۶
۵-۷- ضوابط اثر لاغری ۶۶
۵-۸- روش تشدید لنگر های خمشی ۶۶
۵-۸-۱- تشدید لنگر در طبقات مهار شده ۶۶
۵-۸-۲- تشدید لنگر در طبقات مهار نشده ۶۷
۵-۹- حداقل برون محوری بار ۶۸
فصل ۶- مثال های عددی ۶۹
۶-۱- مقدمه ۷۰
۶-۲- فرضیات مسئله ۷۰
۶-۳- بارگذاری ۷۰
۶-۳-۱- بارهای ثقلی ۷۱
۶-۳-۲- بار زلزله ۷۱
۶-۳-۳- ترکیبات بارگذاری ۷۱
۶-۴- مثال اول: ساختمان ۱۲ طبقه با پلان منظم ۷۲
۶-۴-۱- مشخصات سازه اولیه ۷۲
۶-۴-۲- نتایج بدست آمده ۷۳
۶-۴-۳- نتایج بهینه سازی برای سازه اول ۸۰
۶-۴-۴- نتایج بهینه سازی برای سازه دوم ۸۲
۶- ۵- مثال دوم: ساختمان دوازده طبقه با پلان منظم ۸۴

۶-۵-۱- مشخصات سازه اولیه ۸۴
۶-۵-۲- نتایج بدست آمده ۸۵
۶-۵- مثال سوم: ساختمان پنج طبقه با پلان نا منظم ۸۷
۶-۵-۱- مشخصات سازه اولیه ۸۷
۶-۵-۲- نتایج بدست آمده ۸۹
۶-۶- مثال چهارم: ساختمان پنج طبقه با پلان نامنظم ۹۱
۶-۶-۱- مشخصات سازه اولیه ۹۱
۶-۶-۲- نتایج بدست آمده ۹۳
فصل ۷- نتیجه گیری و ارائه پیشنهادها ۹۷
۷-۱- نتایج بدست آمده ۹۸
۷-۲- نتایج بدست آمده ۹۹
منابع ۱۰۰

علایم اختصاری

D = بار دایمی

E = بار زلزله

L = بار زنده

E_s = ضریب ارتجاعی فولاد

E_c = ضریب ارتجاعی بتن

f_c = مقاومت فشاری مشخصه بتن

f_y = مقاومت مشخصه فولاد

K = ضریب طول موثر برای اعضای فشاری

l_u = طول مهار نشده در عضو فشاری

r = شعاه ژیراسیون مقطع عضو فشاری

S_r = نیروی مقاوم مقطع

S_u = نیروی ایجاد شده در مقطع

$\emptyset_c$ = ضریب جزیی ایمنی مقاومت بتن

$\emptyset_s$ = ضریب جزیی ایمنی مقاومت فولاد

$\emptyset_n$ = ضریب اصلاحی

A_g = مساحت کل مقطع

A_{st} = سطح مقطع کل آرماتور طولی

M_r = لنگر خمشی مقاوم

M_u = لنگر خمشی نهایی

N_{rb} = نیروی محوری مقاوم نظیر مقطع متعادل

N_{rmax} = حداکثر نیروی محوری مقاوم

N_r = نیروی محوری مقاوم

N_u = نیروی محوری نهایی

N_c = بار بحرانی

M_c = لنگر خمشی نهایی تشدید شده

M_1 = کوچکترین لنگر خمشی نهایی دو انتهای عضو فشاری (مقدار M_1 مثبت است اگر انحنای ستون در یک جهت باشد و منفی است اگر انحنای ستون در دو جهت باشد).

M_{1b} = لنگر نهایی انتهای عضو فشاری، در انتهایی که M_1 بر آن اثر می کند، تحت اثر بارهایی که تغییر مکان جانبی قابل ملاحضه ای ایجاد نمی کنند.

M_{1s} = لنگر نهایی انتهای عضو فشاری، در انتهایی که M_1 بر آن اثر می کند، تحت اثر بارهایی که تغییر مکان جانبی قابل ملاحضه ای ایجاد می کنند.

M_2 = بزرگترین لنگر خمشی نهایی دو انتهای عضو فشاری

M_{2b} = لنگر نهایی انتهای عضو فشاری، در انتهایی که M_2 بر آن اثر می کند، تحت اثر بارهایی که تغییر مکان جانبی قابل ملاحضه ای ایجاد نمی کنند.

M_{2s} = لنگر نهایی انتهای عضو فشاری، در انتهایی که M_2 بر آن اثر می کند، تحت اثر بارهایی که تغییر مکان جانبی قابل ملاحضه ای ایجاد می کنند.

M_{2min} = حداقل لنگر خمشی M_2

Q = ضریب پایداری طبقه

δ_s = ضریب تشدید متعلق به اثر تغییر مکان جانبی

δ_b = ضریب تشدید متعلق به اثر انحنای قطعه

δ_u = تغییر مکان جانبی طبقه نسبت به طبقه زیرین به ازای هر ترکیب بار مشخص

α_1 = ضریب تنش معادل یکنواخت در بلوک فشاری مقطع

C_m = ضریبی که مقادیر واقعی لنگر را به مقادیر معادل با لنگر یکنواخت تبدیل می کند.

e_{min} = حداقل برون محوری بار

h = ارتفاع مقطع

h_s = ارتفاع طبقه

H_u = بار کل جانبی نهایی وارد بر طبقه

I_e = ممان اینرسی موثر مقطع

I_g = ممان اینرسی کل مقطع

N_d = تعداد متغییرهای گسسته

L_{Chrom}= طول کروموزوم

ρ= چگالی مصالح

L_i= طول عضو i ام

$Gol_i(X)$ = مقدار تابع هدف مربوط به بردار i ام

$Fit_i(X)$ = مقدار تابع برازندگی مربوط به کروموزوم i ام

Gol_{max} = بزرگترین مقدار تابع هدف

Gol_{min} = کمترین مقدار تابع هدف

Q_H = نیروی اندرکنش افقی

GA = صلبیت برشی قاب

فصل اول

مقدمه

به دلیل عملکرد مناسب دیوارهای برشی در ساختمان های بتنی، طرح ساختمان های بتنی با سیستم دوگانه (قاب خمشی و دیوار برشی) از مسائل رایج در مهندسی سازه می‌باشد. از طرفی با توجه به اینکه موقعیت دیوارهای برشی تاثیر مستقیم بر فاصله میان مرکز جرم و مرکز سختی طبقات خواهند داشت، تعیین مناسب موقعیت دیوارها در طرح سازه از اهمیت خاصی برخوردار است. برای مکان یابی صحیح دیوارهای برشی باید علاوه بر در نظر گرفتن تاثیر دیوار بر رفتار کلی سازه به قیود معماری هم توجه داشت. در این تحقیق علاوه بر موقعیت مناسب دیوارهای برشی در پلان، امکان قطع دیوار برشی در ترازی از طبقات نیز به عنوان یکی از پارامترهای بهینه سازی مد نظر می باشد.

در مورد بهینه‌سازی ساختمان‌های بتنی با دیوارهای برشی، در سالهای گذشته کارهای زیادی انجام گرفته است. از جمله می‌توان به کمینه‌سازی هزینه ساختمان‌های بتنی باسیستم دوگانه، (با مکان مشخصی برای دیوار برشی) توسط فدایی و گریرسون در سال ۱۹۹۶ [۱]، طراحی بهینه قاب‌های بتن مسلح با استفاده از الگوریتم ژنتیک توسط چارلز و شهرام پزشک در سال ۲۰۰۳ [۲]، بهینه سازی موقعیت دیوارهای برشی برای بارگذاری‌های مختلف توسط جان در سال۲۰۰۷ [۳]، طراحی بهینه ساختمان‌های بتنی بر اساس سطح عملکرد توسط نیکس در سال ۲۰۰۹ [۴]، تاثیر موقعیت دیوارهای برشی بر اعضای یک ساختمان ۲۵ طبقه، توسط اشرف و همکارانش[۵] و همچنین مکانیابی بهینه دیوارهای برشی توسط پورفر [۶]، اشاره نمود.

روش‌های مختلفی برای بهینه‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرند. از جمله روش‌های حساب دیفرانسیل، مضارب لاگرانژ، حساب تغییرات و برنامه ریزی‌های خطی و غیر خطی. همچنین الگوریتم‌های ژنتیک، جامعه مورچگان و جامعه پرندگان از جمله روش های الهام گرفته از طبیعت هستند که برای مسائل بهینه سازی کاربرد دارند. در این تحقیق از الگوریتم ژنتیک برای حل مسئله بهره گرفته شده است. الگوریتم ژنتیک، مبتنی به روند تکاملی می‌باشد که برگرفته از نظام طبیعت است. نسل های موجودات قویتر بیشتر زندگی می‌کنند و نسل های بعدی نیز قویتر می‌شوند و یا به عبارت دیگر می توان گفت: طبیعت افراد شایسته را برای زندگی بر می‌گزیند.

نظر و پیشنهاد استفاده از یک مجموعه طرح اولیه جهت حل مسائل عملی و کاربردی مهندسی بارها در طول دهه‌های ۱۹۵۰ و۱۹۶۰ مورد توجه قرار گرفت تا اینکه اصول الگوریتم ژنتیک در سال ۱۹۶۲ توسط جان هلند[1]، همکاران و دانشجویانش در دانشگاه میشیگان آمریکا ارائه شد. جان

[1]-John Holland

هلند کتاب خود تحت عنوان "سازش در سیستم‌های طبیعی و مصنوعی" را در سال ۱۹۷۵ منتشر نمود که در حال حاضر می‌توان آن را مرجع اصلی در مبحث الگوریتم ژنتیک دانست[۷]. پس از آن مقاله‌ها و بحث‌های فراوانی در مورد اعتبار و کارایی این الگوریتم در حل مسائل بهینه‌سازی ارائه شد، که تمامی آنها مبین توانایی این روش در حل مسائل گوناگون بهینه‌سازی می‌باشد.

در زمینه کاربرد الگوریتم ژنتیک در مسائل مهندسی کارهای فراوانی انجام شده‌است که از آن جمله می‌توان به کارهای ارزشمند راجیو و کریشنامورتی [۸]، راجان [۹]،گریسون و پاک [۱۰]، عادلی و کمال [۱۱]، اشاره نمود.

الگوریتم‌های ژنتیک عملیات جستجو را از چندین نقطه در فضای پاسخ آغاز می‌کنند، که هر کدام از این نقاط یک طرح اولیه و یا به بیان دیگر یک کروموزوم می‌باشد. با توجه به این موضوع الگوریتم ژنتیک ابتدا تعدادی از این کروموزوم‌ها را ایجاد می‌کند که به آن جمعیت اولیه گفته می‌شود. پس از ایجاد جمعیت اولیه الگوریتم ژنتیک به بررسی این کروموزوم‌ها (که در حقیقت طرح‌های اولیه می‌باشند) پرداخته و متناسب با برآزندگی آنها مقادیری را به آنها نسبت می‌دهد به طوری که هر چه طرح با شرایط مورد احتیاج ما، سازگارتر باشد، برآزنده‌تر بوده و بنابراین مقدار عددی بیشتری را به خود منسوب خواهد کرد.

پس از اتمام بررسی برآزندگی تمام افراد جامعه، الگوریتم ژنتیک افراد بهتر را برای ایجاد نسل آینده انتخاب کرده و افراد ضعیف را حذف می‌نماید. سپس افراد انتخاب شده جهت ایجاد نسل بعدی تحت عمل عملگرهای تصادفی همچون انتخاب، پیوند و جهش قرار می‌گیرند. پس از اعمال این عملگرها، نسل جدیدی ایجاد می‌شود که معمولاً دارای برآزندگی بیشتری نسبت به نسل پیش از خود (والدین) است. نسل جدید جانشین نسل پیشین شده و این چرخه تا برآورده شدن معیارهای توقف الگوریتم ادامه خواهد یافت و در نتیجه برآزنده‌ترین فرد نسل همگرا شده، جواب مسئله خواهد بود.

با توجه به سختی قاب و اندرکنش بین آن و دیوار برشی در ساختمان های با سیستم دوگانه، علاوه بر بود و نبود دیوارهای برشی در مکان‌های ممکن قرار گیری و تراز قطع دیوار، مقاطع تیرها و ستون ها نیز به عنوان پارامترهای بهینه سازی انتخاب گردیده اند. قیود حاکم بر مسئله، شامل تغییر مکان طبقات، پیچش طبقات، نیروی کشش زیر پی، ظرفیت ستون ها جهت طراحی و قیود معماری می‌باشد. همچنین با اعمال قیود ساختمانی (اجرایی)، شامل بزرگتر نبودن ابعاد ستون‌های

بالاتر نسبت به ستون های پایین‌تر و همچنین، بزرگتر نبودن عرض تیرها نسبت به ستون‌های اطراف آن، (جهت در نظر گرفتن تیر ضعیف، ستون قوی) سعی شده است تا فضای کلی جواب های مسئله کاهش داده شود.

تابع هدف، وزن ساختمان می‌باشد و در جواب‌هایی که قیود مسئله از مقادیر مجازشان تجاوز نمایند، با روش تابع جریمه خارجی، تابع هدف جریمه می گردد.

برنامه بهینه سازی توسط زبان برنامه نویسی ویژال بیسیک، نوشته شده است. جهت تحلیل سازه ها از برنامه SAP 2000 استفاده شده است. این کار توسط API[1] برنامه SAP 2000 که توسط شرکت CSI تهیه شده است، انجام گرفته است.

[1]-Application Programming Interface

فصل دوم

معرفی الگوریتم ژنتیک ساده

۲-۱- مقدمه

طبیعت همواره بزرگترین و بهترین معلم انسان‌ها بوده است. آدمی با الهام از طبیعت دست به ساخت وسایل و ارائه روش‌هایی زده است که اکثراً در بین موارد مشابه خود بهترین بوده‌اند. الگوریتم ژنتیک نیز یکی از این روش‌ها می‌باشد. الگوریتم ژنتیک یک روش بهینه‌سازی عددی است که بر پایه اصول داروین بوده و در آن از ژنتیک طبیعی الهام گرفته شده‌است. این روش یکی از روش‌های مجموعه الگوریتم‌های تکاملی است.[۱۲]

در طبیعت افراد یک جامعه برای دست‌یابی به منابعی از قبیل غذا، آب و سرپناه با یکدیگر رقابت می‌کنند. در این بین افرادی که به منابع بیشتری دست یابند، امکان بیشتری جهت بقا نسبت به سایر افراد برای خود ایجاد کرده‌اند و با تولید نسل بیشتر نسبت به افراد ضعیف، نمایندگان بیشتری نسبت به سایر افراد در نسل‌های بعدی خواهند داشت. دسترسی به منابع بیشتر بیانگر توانایی بیشتر این افراد نسبت به سایرین در سازگاری با شرایط محیط زندگی می‌باشد. همچنین با پیوند دو فرد که دارای توانایی بالایی می‌باشند فرزندانی تولید خواهد شد که به احتمال زیاد نسبت به والدین خود دارای توانایی‌های بیشتری جهت سازگاری با محیط زندگی می‌باشند.[۱۲]

با الهام از چنین مفهومی الگوریتم ژنتیک ارائه شد و با توجه به توانایی‌های بالای این روش در بسیاری از شاخه‌ها و گرایش‌های کاربردی مورد استفاده قرار گرفت. به طوری که در حال حاضر این روش قادر است به حل طیف وسیعی از مسائل، از قبیل طراحی بهینه خرپاها، طرح بهینه سازه‌های فضاکار، طرح بهینه سازه های بتنی و ... بپردازد.

نظر و پیشنهاد استفاده از یک مجموعه طرح اولیه جهت حل مسائل عملی و کاربردی مهندسی بارها در طول دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ مورد توجه قرار گرفت تا اینکه اصول الگوریتم ژنتیک در سال ۱۹۶۲ توسط جان هلند، همکاران و دانشجویانش در دانشگاه میشیگان آمریکا ارائه شد.[۱۲]

در زمینه کاربرد الگوریتم ژنتیک در مسائل مهندسی کارهای فراوانی انجام شده‌است که از آن‌جمله می‌توان به کارهای ارزشمند، راجیو و کریشنامورتی ، راجان، گریسون و پاک، عادلی و کمال اشاره نمود.[۱۲]

۲-۲- الگوریتم ژنتیک ساده

الگوریتم ژنتیک[1] در انواع مختلفی وجود دارد. ولی بر خلاف شبکه‌های عصبی که انواع مختلفش تفاوت‌های زیادی با یکدیگر دارند، انواع مختلف الگوریتم‌های ژنتیک این چنین نمی‌باشد و تشابه‌ها و اشتراک‌های فراوانی بین آنها وجود دارد. در این قسمت با الگوریتم ژنتیک ساده که اولین نوع و در عین حال، الگوریتم قدرتمندی می‌باشد آشنا می‌شویم. بسیاری از اصطلاح‌های مورد استفاده در الگوریتم ژنتیک بر پایه شبیه‌سازی مواردی است که در زیست‌شناسی طبیعی استفاده می‌شود. هر چند بعضی از این شبیه‌سازی‌ها، زیاد به واقعیت نزدیک نیست، با این وجود مفید و سودمند می‌باشد. در الگوریتم ژنتیک هر متغیر معادل یک ژن[2] است که اکثراً به صورت دودویی کدگذاری می‌شود. این کد معادل الل[3] در ژنتیک طبیعی می‌باشد. با کنار هم قرار گرفتن این ژن‌ها رشته‌های[4] دودویی ایجاد می‌شود که به این رشته‌های دودویی (یا انواع دیگر کدگذاری) کروموزوم[5] گفته می‌شود و در الگوریتم ژنتیک اکثرا افراد را با یک رشته یا کروموزوم در نظر می‌گیریم. در الگوریتم ژنتیک هر کروموزوم معادل یک سری از مقادیر مشخص متغیرهای مسئله است یا به بیانی یک بردار جواب در فضای جستجو می‌باشد.[۱۲]

الگوریتم‌های ژنتیک عملیات جستجو را از چندین نقطه در فضای پاسخ آغاز می‌کنند، که هر کدام از این نقاط یک طرح اولیه و یا به بیان دیگر یک کروموزوم می‌باشد. با توجه به این موضوع الگوریتم ژنتیک ابتدا تعدادی از این کروموزوم‌ها را ایجاد می‌کند که به آن جمعیت اولیه گفته می‌شود. تولید جمعیت اولیه می‌تواند به صورت کاملاً تصادفی و یا با اعمال نظر کاربر صورت پذیرد. پس از ایجاد جمعیت اولیه الگوریتم ژنتیک به بررسی این کروموزوم‌ها (که در حقیقت طرح‌های اولیه می‌باشند) پرداخته و متناسب با برازندگی آنها مقادیری را به آنها نسبت می‌دهد. به طوری که هر چه طرح با شرایط مورد احتیاج ما، سازگارتر باشد، برازنده‌تر بوده و بنابراین مقدار عددی بیشتری را به خود منسوب خواهد کرد.[۱۲]

پس از اتمام بررسی برآزندگی تمام افراد جامعه، الگوریتم ژنتیک افراد بهتر را برای ایجاد نسل آینده انتخاب کرده و افراد ضعیف را حذف می‌نماید. سپس افراد انتخاب شده جهت ایجاد نسل بعدی تحت عمل عملگرهای تصادفی همچون انتخاب، پیوند و جهش قرار می‌گیرند. پس از اعمال

---

[1] -Genetic Algorithm
[2] -Gene
[3] -Allel
[4] -Strings
[5] -Chromosome