بهینه سازی شبکه‌های تخت دولایه فضاکار با استفاده از الگوریتم ژنتیک

ارژنگ صادقی*، عضو هیأت‌علمی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران
مصطفی میرزائی اصل، کارشناس ارشد سازه
بهمن فرهمندآذر، عضو هیأت‌علمی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
مجید پورامینیان، عضو هیأت‌علمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رامسر، رامسر، ایران
*Arjang_sadeghi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۹/۰۳ تاریخ پذیرش نهایی: ۹۴/۰۲/۰۵

چکیده

هدف اساسی در مهندسی عمران ایجاد طرحی است که در برابر نیازهای مورد نظر و نیز شرایط موجود، بیشترین کارآیی را داشته باشد. در بهینه‌سازی سازه‌ها این عمل، معادل با تعیین گروهی از متغیرهای طراحی است که بر حسب بارهای اعمال شده و قیدها و پارامترهای از پیش تعیین شده، موجب کمینه شدن تابع هدف گردند. در این تحقیق جهت بدست آوردن طرح بهینه شبکه‌های تخت دولایه فضاکار از روش الگوریتم ژنتیک استفاده شده است. همچنین در این پژوهش سطح مقطع اعضاء و عمق شبکه دولایه به عنوان متغیرهای طراحی به صورت پیوسته بدست آورده شده، در ضمن وزن سازه نیز به عنوان تابع هدف انتخاب شده است. همچنین مقایسه شده کارآیی الگوریتم ژنتیک با برخی از روشهای دیگری با ذکر مثالی و برای بدست آوردن وزن بهینه با استفاده از الگوریتم ژنتیک از نرم افزار Matlab استفاده شده است. قید های که برای مسئله بهینه‌سازی در این پژوهش درنظر گرفته شده شامل تغییرمکان گره‌ها، تنش‌ها و ضریب لاغری اعضا می‌باشند. نتایج نشان داد که استفاده از روش بهینه‌سازی ژنتیک روشی مؤثر در بهینه سازی شبکه‌های تخت دولایه می‌باشد.

کلید واژگان: بهینه سازی سایز، تاشه، شبکه‌های تخت دولایه فضاکار، الگوریتم ژنتیک

۱- مقدمه

هدف اصلی طراحان سازه، دست یابی به بهترین طرح ممکن می باشد و در طراحی، ساخت و نگهداری هر دستگاه، مهندسان باید تصمیم‌های فنی و مدیریتی بسیار زیادی را بگیرند که هدف نهایی چنین کارهایی کاهش و حداقل کردن هزینه‌ها و یا حداکثر کردن مقاومت، ضریب اطمینان، ایمنی و سود حاصله می‌باشد [5]. در بهینه‌سازی شبکه‌های تخت دولایه سازه‌های فضاکار پژوهش‌های گوناگونی انجام شده. به عنوان مثال ابراهیمی فرسنگی برای بهینه سازی شکل سازه‌های فضاکار تخت دولایه تحت بارهای ثقلی، از روش الگوریتم وراثتی استفاده کرد. او مجموع نیروهای داخلی اعضای سازه را به عنوان تابع هدف انتخاب نمود [9]. سلاجقه و میر علی محمدی با استفاده از روش الگوریتم وراثتی و تحلیل تقریبی سازه‌ها، سطح مقطع اعضا و ارتفاع سازه‌های فضاکار تخت دولایه را بهینه نمودند. آنها فضای طراحی را به زیرفضای کوچکی کاهش دادند و پس از چهار بار جستجو در زیرفضای کاهش یافته، به جواب بهینه دست یافتند، همچنین هنگام محاسبه میزان خطای سازه، تمامی اعضا و

گره‌ها کنترل می‌شدند [3]. سلاجقه و مشایخی از الگوریتم وراثتی جهت یافتن شکل بهینه سازه‌های فضاکار تخت دو لایه استفاده نمودند. آنها سطح مقطع اعضا و نیز وجود و عدم وجود گره‌ها وستونهای سازه را به عنوان متغیرهای طراحی و قیمت اعضا، گره‌ها و لایه‌ها را به عنوان تابع هدف در نظر گرفتند [6].

در این پژوهش برای بهینه‌سازی تاشه شبکه‌های تخت دولایه فضاکار از روش الگوریتم ژنتیک استفاده شده و متغیرهای طراحی عم شبکه دولایه و سطح مقطع اعضاء برای مسئله بهینه‌سازی به صورت پیوسته حاصل شده و محدودیت تنش‌ها و لاغری اعضا و تغییرمکان گره‌ها در نظر گرفته شده و با ذکر چند مثالی کارآئی روش الگوریتم ژنتیک نشان داده می‌شود.

۲- تاشهٔ سازه های فضاکار

منظور از تاشه به همبندی اعضاء و نحوهٔ اتصال آنها به همدیگر می‌باشد. نوع تاشه یکی از پارامترهای مهم در بهینه سازی یک سازهٔ فضاکار می باشد؛ به طوری که با تغییر دهانه ها و توزیع تگیه گاهها، شکل سازه با یک نوع تاشه نسبت به دیگری مقاومتر و اقتصادی تر می گردد[1].

۳- روش بهینه سازی الگوریتم ژنتیک

الگوریتم‌های ژنتیکی از فنونی استفاده می‌کنند که از علوم زیستی گرفته شده و بر مبنای نظریهٔ بقای داروین استوار است. هنگامی که یک جمعیت از عناصر زیستی در نسلهای مختلف تکامل می‌یابند، ویژگیهای فردی که برای بقا مفیدند، تمایل به انتقال به نسلهای آینده دارند، زیرا عناصری که حامل آن ویژگیهایند شانس بیشتری برای پرورش دارند. آن ویژگی های فردی در جمعیتهای زیستی در رشته های کروموزومی ذخیره می شوند. حرکت ژنتیک طبیعی بر مبنای عمل هایی است که به تبادل ساختاری تصادفی اطلاعات ژنتیکی (یعنی وراثت مفید) بین رشته های کروموزومی والدین تولد یافته می انجامد، و عبارت است از تولیدمثل، تقاطع، جهشهای گاه به گاه و واژگونگی رشته های کروموزومی[2] .

۴- الگوی مسئله بهینه سازی

نخستین گام در حل هر مسئلهٔ بهینه سازی ارائه یک الگوی مناسب از طرح مورد نظر می‌باشد. این الگو با در نظر گرفتن کلیه ویژگیهای مورد نظر باید به گونه‌ای باشد که بتواند نحوه رفتار سازه را در برابر بارهای وارده بیان نموده و ضوابط مورد نیاز را برای رسیدن به طرح مناسب دارا باشد. یک مسئله بهینه سازی که شامل تابع هدف و متغیرهای طراحی و نیز قیدهای طراحی می باشد را می توان به شکل مجموعه ای از معادلات و یا نامعادلات بیان کرد.

هدف یافتن متغیرهای طراحی (X) است به گونه‌ای که شرایط زیر برقرار گردد :

تابع هدف : $F(X)$ (۱)

محدودیت‌ها : $g_j(X) \le 0 \qquad j = 1, 2, ..., m$

شرایط مرزی : $X_k^l \le X_k \le X_k^u \qquad K = 1, 2, ..., n$

که : $X^T = \{X_1, X_2, ..., X_n\}$

در روابط بالا $F(X)$ تابع هدف $g_j(X)$ قیدهای نامساوی و رابطه آخر شرایط مرزی می باشند و (X) یک بردار n بعدی از متغیرهای طراحی است. m تعداد قیدهای نامساوی و n تعداد متغیرهای طراحی می‌باشند [5] .

۵- تابع هدف

برای طراحی یک سیستم، طرح‌های زیادی وجود دارد که بعضی از این طرح‌ها با توجه به شرایط سیستم بهتر می‌باشد. برای دست‌یابی به بهترین طرح سازه باید طرح‌های مختلف را با هم مقایسه کنیم. این معیار باید به صورت یک کمیت عددی باشد. مقدار این تابع اسکالر بر هر طرحی به صورت مقدار عددی مشخص می‌شود که تابعی از متغیرهای طراحی می‌باشد، به چنین تابعی که باید بهینه شود تابع هدف می‌گویند. وزن یک سازهٔ فضاکار برابر مجموع وزن اعضای آن می باشد که با رابطهٔ زیر بیان می‌شود :

$$f(x) = w = \sum_{i=1}^{n_i} \rho A_i L_i \qquad (۲)$$

در این رابطه (۲) ، W وزن سازه و n_i و ρ و A_i و L_i به ترتیب تعداد و چگالی اعضاء ، سطح مقطع و طول عضو i ام است.

۶- متغیرهای طراحی

اولین گام مهم برای طراحی و فرموله نمودن مسئله، تعریف متغیرهای طراحی می‌باشد. متغیرهای طراحی برای مسئله بهینه‌سازی در این پژوهش سطح مقطع کلیه اعضاء و همچنین عمق شبکه دولایه تقسیم بندی شده است. برای بدست آوردن متغیر سطح مقطع اعضا با استفاده از الگوریتم ژنتیک محدوده‌ای به صورت پیوسته در این تحقیق به صورت $A_L \le A_i \le A_U$ گرفته شده، که مقدار A_U و A_L یعنی کران بالا و کران پایین سطح مقطع‌ها در این تحقیق در محدوده $2 \le A_i \le 50$ سانتی مترمربع می‌باشد. همچنین برای بدست آوردن متغیر طراحی عمق شبکه دولایه با استناد به مرجع[12] عمق مناسب برای شبکه دولایه فضاکار بین مقادیر $Lx/10$ و $Lx/15$ در نظر گرفته شده است که Lx طول دهانه می باشد.

۷- قیدهای تنشی

مهمترین عامل در همگرا شدن جوابها و قابل قبول بودن آنها اعمال قید مناسب (محدودیت مناسب) بر مسئله است با این کار الگوریتم به سمت تولید جواب های قابل قبول و صحیح پیش رفته و ثبات برنامه را به دنبال خواهد داشت. در تحقیق حاضر سه نوع قید تنشی، پایداری و تغییرمکانی اعمال شده است. بر اساس آئین نامه فولاد [7] تنش مجاز کششی و فشاری اعضا طبق آئین نامه از رابطهٔ ۳ تا ۶ استفاده می شود :

$$\sigma_{up} = 0.6F_y,\ for: \sigma_i \succ 0 \qquad \sigma_i^b\ for: \sigma_i \prec 0 \qquad (۳)$$

الف) اگر لاغری $(\lambda_i = \frac{KL_i}{r_i})$ آن کمتر از مقدار Cc باشد تنش مجاز فشاری طبق رابطهٔ زیر بدست می‌آید:

$$\sigma_i^b = \left[\left(1-\frac{\lambda_i^2}{2C_c^2}\right)F_y\right] \Big/ \left(\frac{5}{3}+\frac{3\lambda_i}{8C_c}-\frac{\lambda_i^3}{8C_c^3}\right) \rightarrow for: \lambda_i \prec C_c \qquad (۴)$$

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} \qquad (۵)$$

ب) اگر لاغری بزرگتر از Cc باشد تنش فشاری مجاز برای مقطع کلی عضو تحت اثر فشار محوری طبق رابطهٔ زیر تعیین می‌شود :

$$\sigma_i^b = \frac{12\pi^2 E}{23(\lambda_i)^2} \rightarrow for: \lambda_i \geq C_C \qquad (۶)$$

در فرمول بالا، (E) مدول الاستیسیته فولاد برحسب کیلوگرم بر سانتی مترمربع و (fy) تنش تسلیم فولاد برحسب کیلوگرم بر سانتی مترمربع و λ_i لاغری عضو فشاری i ام، $F.S$ ضریب اطمینان، Cc مقدار لاغری مرزی بین کمانش ارتجاعی و غیر ارتجاعی، L طول عضو، K ضریب طول مؤثر (برای اعضا شبکه سازه فضاکار $K=1$ می باشد.) و r شعاع ژیراسیون مقطع عضو که بر اساس مرجع [12] طبق رابطهٔ $r = 0.4993(A_i)^{0.6777}$ بدست آورده شده است.

۸- قیود لاغری در اعضا

طبق آئین نامه در اعضای که ملاک طراحی و محاسبهٔ آنها نیروی فشاری است لاغری حداکثر برای آنها نباید از ۲۰۰ بیشتر و در اعضای که ملاک طراحی آنها نیروی کششی است حداکثر لاغری برای آنها نباید از ۳۰۰ تجاوز کند.

۹- قیود تغییرمکان

برای کنترل تغییر مکان‌های گره‌های سازه مقادیر بدست آمده برای تغییرمکان‌ها به مقدار $\frac{L_x}{240}$ در نظر گرفته شده است.

۱۰- همپایه کردن قیود مسئله

با توجه به مقید بودن تابع هدف، یک سری قید برای ارضا تابع الزامی است. از آنجا که الگوریتم ژنتیک جهت بهینه یابی توابع نامقید کاربرد دارد، و اکثر مسائل مطرح شده مقید می‌باشند لذا ضروری است آنها را به یک مسأله بهینه‌یابی نامقید تبدیل کنیم. این کار می‌تواند با استفاده از توابع جریمه صورت پذیرد. در تحلیل این مسائل قیود نرمال شده و میزان نقض آنها بر این مبناء ارزیابی می‌شود. این نتایج خوبی را به دنبال خواهد داشت زیرا به لحاظ کمی میزان نقض تنش بسیار متفاوت با نقض تغییرمکان و ... است و نرمال کردن قیود سبب می شود ارزش کمی یکسانی به آنها اختصاص یابد. قیدهای نرمال شده برای مسئله بهینه‌سازی به صورت روابط (۷) قابل بیان است :

$$g_2 = \frac{\lambda_i}{\lambda_{im}} - 1 \leq 0 \quad ، \quad g_1 = \frac{|\sigma_i|}{\sigma_{im}} - 1 \leq 0 \qquad (۷)$$
$$g_3 = \frac{|\Delta_j|}{\Delta_{jm}} - 1 \leq 0$$

که در روابط فوق σ_i تنش در عضو i ام ، σ_{im} تنش مجاز عضو i ام، λ_i لاغری عضو i ام ، λ_{im} لاغری مجاز عضو i ام ، Δ_j تغییرمکان گره j ام، Δ_{jm} تغییرمکان مجاز گره j ام می باشد.

۱۱- تابع پنالتی

تعاریف متنوعی برای تابع جریمه در پژوهش‌های مختلف معرفی شده است. در این پژوهش از تعریف تابع جریمه معرفی شده در مقاله راجیو و کریشنامورتی از مرجع [11] به شرح ذیل استفاده شده است :

$$f_{penalty} = W.K.C \qquad (۸)$$

$$C = \sum_{q=1}^{Q} \max[0, g_p(x)] \qquad (۹)$$

در این روابط بالا W وزن سازه، Q تعداد کل قیود حاکم بر مسئله، C نشانگر جمع کل نقض‌های صورت گرفته توسط سازه، $g_p(x)$ مشخصهٔ تابع نقض برای هر طرح و K ضریب تابع جریمه می باشد.

۱۲- تابع شایستگی

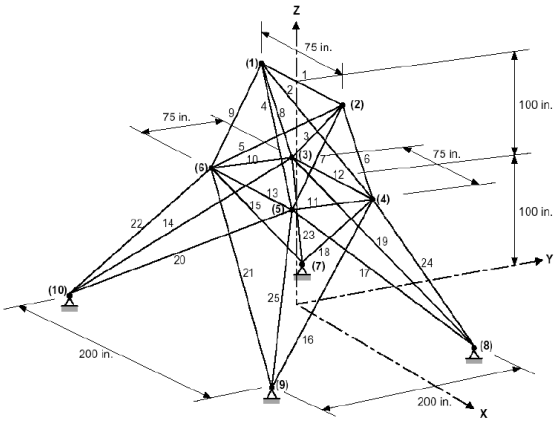
تابع شایستگی برای مسئله بهینه‌سازی این پژوهش بدین صورت معرفی می‌شود:

$$FM = W + f_{penalty} \qquad (۱۰)$$

FM تابع برازندگی می‌باشد.

۱۳- صحت سنجی برنامه بهینه‌ساز ی

مصالح ضریب الاستیک $10^7\ psi$ و چگالی $0.1lb/in^3$ را دارند. حداکثر تنش مجاز در هر عضو خرپا و حداکثر تغییرشکل هر گره به ترتیب $\pm 40ksi$ و $0.35in$ می‌باشد. اعضا خرپا به ۸ گروه تقسیم‌بندی می‌شود، به طوری که همهٔ قطعات موجود در یک گروه دارای ماده‌ای یکسان و مشخصات سطح مقطع یکسانی هستند. بارگذاری در گره های ۱ و۲ در جهت های y و z بار $-10kips$ و در گره ۱و ۳ و ۶ در جهت x به ترتیب بارهای $1kips$، $0.5kips$، $0.6kips$ وارد می شود. مقادیر متغیر های سطح مقطع‌ها از ۳۰ مقاطع گسسته (in^2) S={0.1,0.2,…,2.6,2.8,3.0,3.2,3.4} که آقای کریشنامورتی و راجیو در سال ۱۹۹۲ تعیین کرده بودند بدست آمده است[11].



شکل (۱) خرپای فضایی بیست و پنج عضوی

جدول ۱ – گروه‌بندی خرپای بیست و پنج عضوی

گروه	1	2	3	4	5	6	7	8
شماره‌ی اعضاء	1	2 3 4 5	6 7 8 9	10 11	12 13	14 15 16 17	18 19 20 21	22 23 24 25

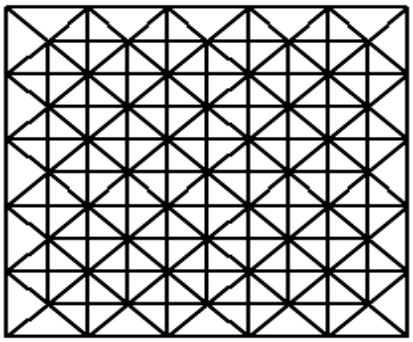
جدول ۲- نتایج بدست آمده با الگوریتم ژنتیک برای خرپای فضای ۲۵ عضوی[7]،[4]،[8]،[1]

	Improved Penalty Function Method (Cai and Thiereu, 1993)	Brach and Bound (Zhu, 1986)	Genetic Algorithms (Rajeev and Krishnamoorthy, 1992)	Difference Quotient Method(Thong and Liu, 2001)	Present study Genetic Algorithm
weight	487.41	546.01	562.93	485.05	484.8542
A1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
A2	0.1	1.8	1.8	0.5	0.3
A3	3.4	2.3	2.6	3.4	3.4
A4	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1
A5	2.0	0.1	0.1	1.9	2.1
A6	1.0	0.8	0.8	1.0	1.0
A7	0.7	1.8	2.1	0.4	0.5
A8	3.4	3.0	2.6	3.4	3.4

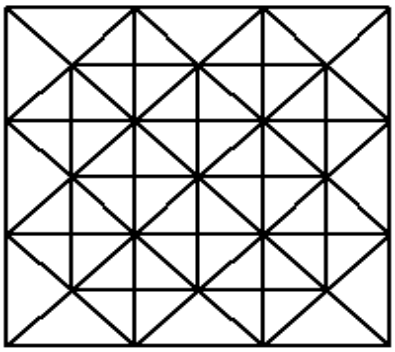
۱۴- مثال بهینه سازی شبکه‌های تخت دولایه

در شبکه‌های دولایه (۳*۳، ۵*۵) سطح مقطع‌ها اعضا در ۱۴ گروه تیپ‌بندی شده‌اند، در دور تا دور گره‌های لایه پایین تکیه‌گاه‌ها به صورت مفصلی در نظر گرفته شده است. همچنین مقادیر $P=7.833e^{-3kg/cm3}$، $fy=2400\ ^{kg/cm2}$، $E=2.1e6\ ^{kg/cm2}$ و برای بارگذاری سازه بار مرده‌ای به شدت ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمربع (سازه در منطقه با برف زیاد که بار برف معادل ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمربع و بار مرده سازه فضاکار ۵۰ کیلوگرم بر مترمربع) به صورت یکسان برای همه مثالها درنظر گرفته شده که این بار به صورت بارهای متمرکز بر تمام گره‌های لایه بالا شبکه دولایه و با توجه به نسبت سطح بارگیرشان توضیح داده شده است و همچنین ابعاد تاشه‌ها m ۱۵m ۱۵x می‌باشد.

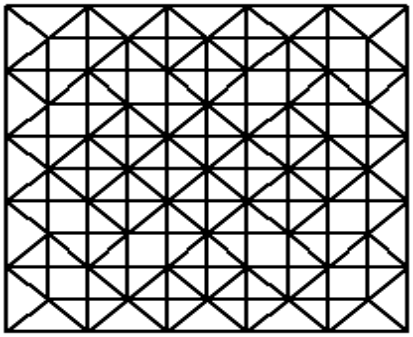
در بخش ابتدا مدل‌های اولیه شبکه‌های تخت دولایه (۵*۵ و ۳*۳) با روش الگوریتم ژنتیک مقطع اعضاء بهینه‌سازی سایز شده و نتایج حاصل شده و سپس مدل بهینه با عملکرد سازه بهتر این شبکه‌ها نیز از حذف دستی المانها به حالت‌های مختلف از مدل اولیه این شبکه‌ها حاصل شده است و نتایج بهینه شده با روش الگوریتم ژنتیک نیز برای این مدلها ارائه شده است. گفتنی است برای مطالعات دقیقتر بایستی بهینه سازی توپولوژی برای این بخش مورد استفاده قرار گیرد.



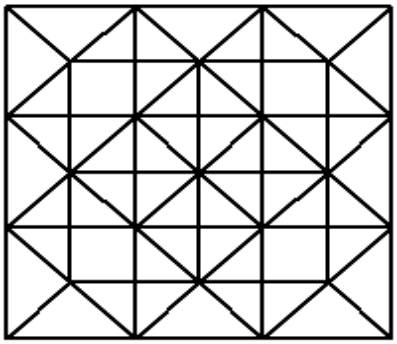
شکل (۲) مدل اولیه ۵*۵ –a



شکل (۴) مدل اولیه ۳*۳ –a



شکل (۳) مدل بهینه ۵*۵ – b



شکل (۵) مدل بهینه ۳*۳ –b

جدول ۳- مقاطع بدست آمده با الگوریتم ژنتیک برای تاشه شبکه‌های تخت دولایه فضاکار

configuration	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
a - 5*5	8.00	6.96	11.85	10.04	24.23	6.24	18.27	5.07	6.10	9.51	8.39	7.59	18.54	22.34
a - 3*3	37.56	17.65	31.50	15.75	21.88	16.85	23.58	12.27	41.56	18.29	23.83	13.50	17.70	25.93
b - 5*5	9.49	10.30	12.80	8.15	14.80	6.58	12.90	10.38	9.87	12.40	6.86	22.90	9.80	13.95
b - 3*3	19.67	14.99	18.69	18.16	27.80	21.90	24.94	19.86	37.00	25.70	14.70	16.48	22.44	14.75

جدول ۴- عمق و وزن بدست آمده با الگوریتم ژنتیک برای تاشه شبکه‌های تخت دولایه فضاکار

Weight(kg)	Depth(cm)
configuration a-(5*5) = 4.4992e+003	107.669
configuration a-(3*3) = 5.5302e+003	139.593
configuration b-(5*5) = 4.3990e+003	127.599
configuration b-(3*3) = 4.9789e+003	144.793

۱۵- نتیجه گیری

۱- همانطور که در نتایج و مدلها مشاهده می‌شود در این تحقیق ابتدا مدلهای اولیه شبکه‌های تخت دولایه (۵*۵و۳*۳) با روش الگوریتم ژنتیک مقطع اعضاء بهینه‌سازی شده و نتایج حاصل شده و سپس مدل با عملکرد سازه بهتر این شبکه‌ها نیز از حذف المانها به صورت‌های مختلف از مدل اولیه این شبکه‌ها حاصل شده است و نتایج بهینه شده با روش الگوریتم ژنتیک نیز برای این مدلها ارائه شده است. به عنوان پیشنهادی در پژوهش‌های آینده با این روش بدین صورت برای ارائه طرح بهینه بر روی چلیک های دولایه و گنبدها نیز به کار برده شود.

۲- همچنین با توجه به نتایج حاصل شده برای وزن تاشه شبکه‌های تخت دولایه در جدول ۴ مشاهده می‌شود، برای مدل‌های اولیه ۵*۵ و ۳*۳ در حدود تقریباً 2.23% و 9.97% کاهش وزن در مدل‌های بهینه شده نسبت به مدل اولیه سازه مشاهده می‌شود که کارآیی الگوریتم ژنتیک را برای بهینه سازی و ارائه مدل بهینه را همراه با نتایج بهتر را نشان می‌دهد.

۳-مراجع:

[۱] – آیین‌نامه سازه‌های فضاکار کشور، نشریه شماره ۴۰۰ سازمان مدیریت

[۲]- آر.تی. هفتکه و زد. گوردل." مبانی بهینه‌سازی سازه‌ها"، ترجمه دکتر محمد حسین ابوالبشری، دانشکدهٔ مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد (۱۳۸۲).

[۳] – سلاجقه، ج. و میر علی محمدی، ح .(۱۳۸۶) بهینه‌سازی ارتفاع و سطح مقطع اعضای شبکه دولایه فضاکار همراه با تقریب سازی. دومین کنفرانس ملی سازه‌های فضاکار، دانشگاه تهران.

[۴] – سلاجقه ج. و مشایخی م. و خطیبی نیا م.(۱۳۸۷) بهینه‌سازی سازه‌های فضاکار تخت دولایه با استفاده از الگوریتم ژنتیک و تحلیل تقریبی موضعی سازه. چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه تهران

[۵]- حجازی، فرزاد. (۱۳۸۴) ، " بهسازی لرزه‌ای سازه‌ها با استفاده از سیستم‌های هوشمند "، انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر.

[۶]- مشایخی م . و سلاجقه ع. (۱۳۸۳) بهینه‌سازی شکل و تعیین محل بهینه ستون‌های سازه‌های فضاکار با استفاده از الگوریتم ژنتیک. اولین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف.

[۷] – مجموعه مقررا ت ملی ساختمان ایران، مبحث دهم، طرح و اجرای ساختمان های فولادی، ویرایش ۱۳۸۸.

[8]- Cai, J.B. and Thiereut, G., 1993, Discrete optimization of structures using an improved penalty function method, Engrg. Opt. 21, 293-306.

[9]- Farsangi, E. (2002) Topological optimization of double layer grids using genetic algorithms: Proceedings of 5th International Conference on Space Structure, Telford, London, 459-468.

[10] - Kaveh A. and Servati H. (2001) Design of layer grids using back propagation neural networks. Journal of Computers and Structures, 79, 1561-1568

[11]- Rajeev, S., and Krishnamoorthy, C. S., “Discrete Optimization of Structures Using Genetic Algorithms”, Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 118, No. 5, pp. 1233-1250, 1992.

[12]- Saka, M. P., "Optimum Design of Pin-Jointed Steel Structures with Practical Applications." J.Struct.Div., ASCE, 116(10), 2599-2620, 1990.

[13]- Salajegheh E., Mashayekhi M., Khatibinia M. and Kaykha M. (2005) Optimum shape design of space Structures by Genetic Algorithm. 8th International Conference on the Application of Artificial Intelligence to Civil, Structural and Environmental Engineering, B.H.V. Topping (Editor), Civil-Comp Press, Rome, Italy

[14]- Thong, W.H.T. and Liu, G.R., 2001, An optimization procedure for truss structures with discrete design variables and dynamic constraints, Comput. Struct. 79, 155-162.

[15]- Zhu, D.M., 1986, An improved Templeman's algorithm for the optimum design of trusses with discrete member sizes, Engrg . Opt. 9, 302-312.

Optimization of Double Layer Grids Using Genetic Algorithm Method

Arjhang Sadeghi
Assistant Professor, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
Mostafa Mirzaeiasl
Master of Science in Civil Engineering-Structure, Tabriz University, Tabriz, Iran
Bahman Farahmandazar
Assistant Professor, Tabriz University, Tabriz, Iran
Majid Pouraminian
Assistant Professor, Islamic Azad University, Ramsar Branch, Ramsar, Iran

ABSTRACT:

The main purpose of design in civil engineering is to establish a project which has the most versatility on the expected needs and existing conditions. Through optimization this is equivalent to determination of a group of design variables that cause minimizing the object function versus imposed loads, restraints and predetermined parameters. In this research, genetic algorithm method is used to design optimally the double layer grids. Furthermore, in this research the cross section of the members and the depth of the double layer grid are taken as the continuous variants, while the weight of the structure is set as the object function. Also the versatility of the genetic algorithm method is compared with other methods and for this an example is examined. The programming of the genetic algorithm is done by Matlab software. The adapted restraints for the example of this research consist of deflections of the nodes, stresses and slenderness ratio of the elements. The results show that application of genetic algorithm is very versatile for optimization of double layer grids.

Key words: optimization, double layer grids, algorithm genetics, target function