

## بهینه‌سازی طراحی گنبد‌های فضاکار با استفاده از الگوریتم‌های فراکاوشی

مهدی بابایی<sup>۱</sup>، سمیه ملایی<sup>۲\*</sup>

۱- استادیار گروه مهندسی عمران دانشگاه بناب، m.babaei@bonabu.ac.ir

۲- استادیار گروه مهندسی عمران دانشگاه بناب، s.mollaei@bonabu.ac.ir

### چکیده

طراحی سازه‌های ویژه و غیررایج، نظیر سازه‌های مشبک فضاکار، از دیر باز به عنوان یک چالش مهندسی توجه جامعه مهندسی عمران و معماری را به خود جلب کرده است. این سازه‌ها به علت برخورداری از ویژگی‌های متمایزی چون سبکی، استحکام و زیبایی کانون توجه مهندسیین بوده اند. در مقابل همه مزایایی که با این سازه‌ها ارائه می‌دهند، طراحی آنها با پیچیدگی‌ها و دشواری‌های خاصی همراه است. گنبد‌ها به علت انحنای دو و سه طرفه تدابیر و روش‌های طراحی خاصی را می‌طلبند. در این تحقیق سعی بر آن بوده است که روش‌ها و الگوریتم‌هایی جدید و کاربردی برای طراحی هندسه و سازه گنبد‌های تک‌لایه و دولایه مشبک فضاکار ارائه شود. در ابتدا با ارائه ایده‌ی استفاده از توابع پارامتریک ریاضی، از منظر جدیدی به پارامترهای طراحی هندسی نگریسته شده و یک روش ساینبدی اصلاح شده برای مواجهه با طراحی سطح مقاطع اعضای این سازه‌ها در پیش گرفته شده است که با ترکیب این روش‌ها از تعداد پارامترهای طراحی تا حد امکان کاسته خواهد شد. روش‌های پیشنهادی برپایه‌ی الگوریتم‌های فراتکاملی اجتماع ذرات و ژنتیک و نیز ابزارهای هوش مصنوعی مانند منطق فازی و الگوریتم ژنتیک است. در نهایت، با ارائه مثال‌های عددی برای هر کدام از روش‌های پیشنهادی و با طراحی چندین گنبد مشهور، نشان داده می‌شود که روش‌های پیشنهادی به شکل موثری قادر به کاهش وزن سازه‌های گنبدی بوده و می‌توانند طرح‌هایی با مطلوبیت بالا ارائه دهند.

**واژه‌های کلیدی:** سازه‌ی فضاکار، گنبد دولایه، طراحی بهینه، الگوریتم ژنتیک، الگوریتم اجتماع ذرات، منطق فازی.

### ۱- مقدمه

محاسبات نرم مجموعه‌ای از روش جدید محاسباتی است که با تقبل نادقیق بودن و با الگوبرداری از عملکرد ذهن انسان پیش می‌رود [۱]. تعامل مناسب بین اجزاء محاسبات نرم، آن را قادر به گردآوری دانش انسان به شکل مؤثر در تقابل با مسائل و محیط‌های نادقیق و نامعین می‌سازد. به این ترتیب امکان فراگیری و سازگاری با محیط‌های ناشناخته و متغیر با کارایی بالاتری فراهم می‌شود. تعدادی از اجزا و ابزارهای مطرح در محاسبات نرم شامل الگوریتم ژنتیک، الگوریتم ازدحام ذرات و منطق فازی است. ایده‌ی الگوریتم ژنتیک اولین بار توسط جان هالند [۲] فیزیولوژیست و دانشمند علوم کامپیوتر مطرح شد و ایده‌ی الگوریتم اجتماع ذرات، توسط کندی و ابرهات ارائه گردید [۳]. مفهوم منطق فازی نیز نخستین بار، توسط دانشمند ایرانی، پروفیسور لطفی عسکرزاده ارائه گردید [۱].

الگوریتم ژنتیک برای اولین بار توسط گلدبرگ و سامتانی در سال ۱۹۸۶ برای بهینه‌سازی خرپاها استفاده شد [۴]. عدلی و چنگ نیز از الگوریتم ژنتیک در بهینه کردن سازه‌های فضاکار بهره بردند [۵]. هاجلا و همکاران یک پروسه دومرحله‌ای بهینه‌سازی مشتمل بر یافتن چندین توپولوژی بهینه و سپس سطح مقطع بهینه اعضای خرپایی برای هر یک از این توپولوژی‌ها را به کار بردند [۶]. اسکوانیر و خانتاکوس روش عمومی برای اعمال قیدها در بهینه‌سازی خرپاها را ارائه کردند و آن را روی