

استفاده از روش های گراف تئوریک برای بهبود خوش وضعی ماتریس نرمی سازه در تحلیل بهینه سازه ای

علی کاوه^۱، مصطفی خانزادی^۲، فرزاد شفیعی دیزجی^۳

۱- استاد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، نارمک، تهران

۲- استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، نارمک، تهران

۳- کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، نارمک، تهران

First Author E-mail: alikaveh@iust.ac.ir

خلاصه

در تحلیل کامپیوتری سازه ها بهینه حالت تحلیل مسئله باید به صورتی باشد که علاوه بر کاهش فضای کامپیوتر و زمان اجرای محاسباتی کامپیوتر، خطاهای محاسباتی نیز به کمترین مقدار ممکن برسد؛ این امر با ارائه ماتریسهای سازه ای مناسب که در حین پر صفر و خوش ساختار بودن، خوش حالت نیز می باشد؛ تحقق خواهد یافت. این یک مسئله بهینه سازی چندمنظوره خواهد بود. در این پایان نامه بر روی خطاهای محاسباتی، اعم از خطاهای گرد کردن و ... در تشکیل ماتریس نرمی سازه و کاهش این خطاها با ارائه الگوریتمهای مناسب، پایدار و کارا تاکید شده است. لیکن زمانی که به دلیل ساختارهای بخصوصی، ماتریس نرمی به صورت بد وضع درمی آید خطاهای محاسبات افزایش می یابند؛ این حالت در سازه های که دارای اعضای با سختی های متفاوت میباشند مشهودتر است. استفاده از اعضای ضعیف سبب ایجاد درایه های بزرگ غیر قطری در ماتریس نرمی می شود که نتیجه آن ایجاد خطاهای محاسباتی است. در محاسبات عددی بد- وضعی یک ماتریس را با جابجایی سطرها و یا جایگزین کردن چند سطر بهینه می کنند. در این نوشته سعی بر این است که تغییرات فوق قبل از تشکیل ماتریس نرمی تشخیص داده شده و اعمال گردند. برای این منظور از خصوصیات توپولوژیکی و جبری ساده در تحلیل به طور موثر استفاده میگردد و این امر با معرفی پایه سیکلهایی با خواص ویژه صورت می پذیرد که منجر به تشکیل ماتریس نرمی با شرایط موزونی نزدیک به بهینه شده و در نتیجه خطاهای محاسباتی به مقدار قابل توجهی کاهش می یابد.

کلمات کلیدی: روش های گراف تئوریک، روش نیرو، خوش وضعی ماتریس های سازه ای

۱. مقدمه

منتج تنش پخش شده به سبب یک بارگذاری داده شده روی یک سازه S که با یک روش نیرو بدست آمده است می تواند به صورت رابطه (۱) داده شود:

$$r = B_0 p + B_1 q \quad (1)$$

که B_0 و B_1 ماتریس های مستطیلی شکل اند و هر کدام M سطر و به ترتیب N و $\gamma(S)$ ستون دارند. $B_0 p$ که بعنوان یک حل خصوصی شناخته می شود. تعادل را ارضا می کند و توسط بارها وضع می شود و $B_1 q$ که حل مکمل یک مجموعه حداکثر از سیستم های خود- متعادل تنش (S.E.Ss) است، بعنوان یک پایه استاتیکی شناخته می شود. ستون های B_1 یک پایه استاتیکی S را تشکیل می دهند. با استفاده از معادلات و شرایط سازگاری و همچنین استفاده از معادله (۱) نتایج تنش در یک سازه به صورت زیر بدست می آید.

$$r = [B_0 - B_1 (B_1^T F_m B_1)^{-1} B_1^T F_m B_0] p \quad (2)$$

که $G = B_1^T F_m B_1$ به عنوان ماتریس نرمی یک سازه معروف است. برای یک سازه که $\gamma(S)$ درجه نامعین استاتیک است B_1 ستون B_1 شامل یک SES هم بست شده با $q_i = 1$ است. B_0 ستون B_0 منتج تنش در عضو های S به علت بارگذاری واحد p_i را نشان می دهد و ماتریس F_m به عنوان ماتریس نرمی مجزای عضوها استفاده می گردد. با متحد کردن یک پایه استاتیکی یک مجموعه هم بست شده دیگری با مدل گرافی S یک سازه وجود دارد. این مجموعه شامل $b_1(S) = M(S) - N(S) + b_0(S)$ سیکل از S است که $M(S)$ ، $N(S)$ ، $b_0(S)$ به ترتیب اعضاء، گره ها و اجزای گراف S هستند. روی هر سیکل ۳ یا ۶ سیستم خود متعادل با توجه به اینکه S به ترتیب سازه مسطح و یا فضایی باشد می تواند تشکیل شود. این مجموعه به عنوان یک پایه سیکل از S شناخته شده است. برای یک روش نیروی موثر ماترس G باید: الف) پر صفر. ب) دارای باند عرض ماتریس کم (خوش ساختار). ج) خوش حالت (درایه های قطری ماتریس نسبت به غیر قطری بزرگ باشند). باشد. [9] Kaveh پر صفری و خوش ساختاری ماتریس G به عنوان یک