

بهینه سازی خرپای پل تحت عبور بار متحرک با استفاده از الگوریتم ژنتیک

علی کیهانی، استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده عمران و معماری، دانشگاه صنعتی شاهرود*
بهروز حسنی، استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده عمران و معماری، دانشگاه صنعتی شاهرود**
محمدحاج محمدیان، کارشناسی ارشد سازه، دانشکده عمران و معماری، دانشگاه صنعتی شاهرود***

* تلفن: ۰۲۷۳-۳۳۳۲۲۰۴، شماره: ۰۲۷۳-۳۳۳۴۴۱۹، پست الکترونیک: a_keyhani@hotmail.com

** تلفن: ۰۹۱۲-۱۷۳۳۱۲، شماره: ۰۲۷۳-۳۳۳۴۴۱۹، پست الکترونیک: b_hassani@computermail.net

*** تلفن: ۰۹۱۵-۵۰۹۷۵۵۴، شماره: ۰۲۷۳-۳۳۳۴۴۱۹، پست الکترونیک: m.hajmohammadian@yahoo.com

چکیده

خرپای پل یکی از مهمترین خرپاهای رایج می باشد. علیرغم تحقیقات فراوان در زمینه بهینه سازی خرپاها، توجه کمتری نسبت به بهینه سازی این نوع سازه ها تحت عبور بار متحرک صورت گرفته است. در این مقاله مقاطع اعضای خرپای پل با در نظر گرفتن ضوابط آیین نامه ای و تحت اثر چند نوع بار متحرک با استفاده از الگوریتم ژنتیک بهینه می گردند. همچنین با توجه به شیوه بارگذاری متحرک در این مقاله و وجود حالت های بارگذاری مختلف بر روی خرپا، دو روش برای تعیین میزان تقاض محدودیت ها در نظر گرفته شده است، که در پایان نتایج حاصل از این دو روش با یکدیگر مقایسه می گردند.

کلید واژه ها: بار متحرک، خرپای پل، الگوریتم ژنتیک، بهینه سازی.

۱- مقدمه

بهینه سازی یک طرح، هدف اصلی هر طراح است که می کوشد ترکیبی از عوامل گوناگون را انتخاب نماید یا تصمیمی بگیرد و یا دستگاهی را تولید کند، به گونه ای که مجموعه ای از نیازها و ضوابط را برآورده سازد. از آنجا که سازه پل ها می بایست تحت عبور وسایل نقلیه مطابق آیین نامه های موجود بارگذاری شود، هر یک از اعضای خرپای پل ممکن است در یک موقعیت خاص از بار متحرک تحت اثر نیروی بحرانی قرار گیرند، که این امر یافتن طرح بهینه را پیچیده می سازد. لذا هدف مقاله حاضر پرداختن به این موضوع می باشد.

الگوریتم ژنتیک یکی از تکامل یافته ترین روشهای بهینه سازی الهام گرفته از طبیعت می باشد، در سال ۱۹۷۵ اصول اولیه این روش توسط جان هلند در دانشگاه میشیگان [۱] ارائه شد، در سال ۱۹۹۲ راجیو و کریشنا مورتی [۲] توانستند از این روش برای بهینه کردن خرپاها استفاده کنند.

در این مقاله جهت بهینه سازی خرپای پل تحت عبور بار متحرک برنامه ای با نام GATBRIDGE تهیه شده است. پس از وارد کردن اطلاعات اولیه مورد نیاز برنامه و اجرای آن، متغیرهای طراحی با استفاده از الگوریتم ژنتیک بنحوی تعیین می گردند که وزن سازه حداقل گشته و قیود مسئله بهینه سازی نیز ارضاء گردند.

۲- بارگذاری خرپای پل تحت عبور بار متحرک

آیین نامه های پل های جاده و راه آهن، بارهای متحرک متفاوتی را به منظور بارگذاری بر روی پل ها در نظر می گیرند. در واقع نوع بارها، فاصله محوره های وسائل نقلیه و همچنین وزن آنها در آیین نامه های گوناگون با یکدیگر یکسان نمی باشد. در برنامه GATBRIDGE امکان تعریف اغلب این بارها وجود دارد.

در مرحله بارگذاری ابتدا خطوط تأثیر اعضای خرپا تعیین گشته و سپس بارهای تعریف شده به گونه ای بر روی پل حرکت می کنند که بحرانی ترین وضعیت را در ناحیه مثبت و یا منفی خط تأثیر ایجاد کنند.

۳- الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی خرپای پل

در الگوریتم ژنتیک، متغیرها بوسیله رشته هایی از اعداد (در اینجا دودویی) که به آنها ژن گفته می شود مشخص می شوند، از کنار هم قرار دادن رشته های مربوط به هر متغیر، رشته ای با طول مشخص ایجاد می شود که آنرا کروموزوم یا فرد می نامیم. هر کروموزوم نشان دهنده نقطه ای از فضای جستجو می باشد. پس از تعیین طول رشته مربوط به هر کروموزوم، تعداد مشخصی از رشته ها بصورت تصادفی و یا انتخابی ایجاد می شوند که به آنها جمعیت اولیه گفته می شود، سپس با استفاده از عملگرهای الگوریتم ژنتیک در چندین تکرار یا نسل جمعیت جدیدی جایگزین جمعیت قبلی می شود. در توالی نسلها شایستگی متوسط کروموزومها افزایش می یابد و این روند تا رسیدن به جواب بهینه و یا ارضای شرط همگرایی ادامه می یابد [۳].

۴- فرمول سازی مسئله بهینه سازی

۴-۱- متغیرهای مسئله بهینه سازی

در مقاله حاضر سطح مقطع عرضی اعضاء خرپای پل به عنوان متغیرهای طراحی در نظر گرفته شده اند. استفاده از متغیرهای مربوط به مقطع عرضی اعضاء شامل دو مرحله است:

طول زیر رشته مربوط به مقطع عرضی اعضاء بستگی به تعداد متغیرهای مستقل برای هر عضو دارد. اگر بتوان مقطع عرضی عضو i ام را از بین m پروفیل انتخاب نمود، طول زیر رشته مربوط به سطح مقطع i ام (l_i) از رابطه زیر تعیین می شود:

$$2^{l_i} \geq m \quad (1)$$

در مرحله رمز گشایی ابتدا زیر رشته با ارقام دودویی، با استفاده از رابطه زیر به عدد دهدهی I تبدیل می شود:

$$I = \sum_{i=1}^l c(i).2^{(l-i)} + 1 \quad (2)$$

در رابطه فوق l طول زیر رشته و $c(i)$ مقدار عددی بیت i ام است که مقدار آن صفر و یا یک می باشد. در مرحله بعد با ایجاد تناظر یک به یک از I به مجموعه نیمرخهای عرضی مقدار فیزیکی نیمرخ عرضی هر عضو تعیین می شود.

۴-۲-تابع هدف اصلاح شده

تابع هدف در مسئله بهینه سازی خرپای پل تحت عبور بار متحرک، وزن خرپا بوده و قیود طراحی شامل تغییر مکان گره ها، حداکثر تنش و لاغری مجاز اعضاء مطابق ضوابط آیین نامه آشتو[۴] و یا مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ایران[۵] (بنا به انتخاب کاربر) در نظر گرفته شده اند که در نهایت تابع هدف اصلاح شده بصورت زیر خواهد بود:

$$\phi(X) = f(X).(1 + K.C_g) \quad (3)$$

در این رابطه $\phi(X)$ تابع هدف اصلاح شده، $f(X)$ وزن سازه، C_g میزان نقض محدودیت ها می باشد که در این مقاله به دوشیوه محاسبه شده است. در روش اول C_g برابر بیشترین میزان نقض محدودیت ها از میان حالات بار موجود، و در روش دوم به صورت مجموع این مقادیر در نظر گرفته می شود. K نیز ضریب جریمه می باشد که به صورت زیر تعریف می گردد[۶]:

$$K = k_j + Ln(j') \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, nk \quad ; \quad j' = 1, 2, \dots, ng \quad (4)$$

در رابطه فوق k_j مقدار ثابت وابسته به حلقه تکرار j ام (به تعداد کل nk)، ng تعداد کل نسلها و j' شماره حلقه تکرار مربوط به هر نسل می باشد. به عنوان مثال با قرار دادن $k_1 = 0.2$ ، $nk = 20$ و با در نظر گرفتن نمو تغییرات در حلقه تکرار برابر 0.2 مقدار $k_{nk} = 4$ خواهد بود. واضح است در صورتیکه C_g برابر با مجموع میزان نقض محدودیت های حالات بار موجود در نظر گرفته شود، پارامترهای ضریب جریمه می بایست نسبت به روش اول مقادیر کوچکتری را اختیار کنند.

۴-۳- تابع شایستگی

با توجه به اینکه در مسئله بهینه سازی خرپای پل به دنبال وزن کمینه هستیم لذا تابع هدف را از یک عدد ثابت بزرگ کم می کنیم تا مسئله بیشینه سازی تابع هدف به یک مسئله کمینه سازی تبدیل شود. به تابع حاصل تابع شایستگی اطلاق می گردد [۲].

$$F = [\phi_{\max}(x) + \phi_{\min}(x)] - \phi(x) \quad (5)$$

در این رابطه F تابع شایستگی، $\phi(x)$ تابع هدف اصلاح شده و $\phi_{\max}(x)$ و $\phi_{\min}(x)$ به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار تابع هدف اصلاح شده در نسل مورد بررسی است.

از آنجایی که در نسلهای بالا ممکن است بدلیل کاهش اختلاف بین شایستگی افراد تصمیم گیری و انتخاب آنها برای پیوند مشکل شود، با استفاده از درجه بندی توانی تابع شایستگی [۷] اختلاف بین شایستگی های متفاوت افزایش می یابد.

$$F' = [1 - \frac{F_{\max} - F}{F_{\max} - F_{\min}}]^3 \quad (6)$$

در این رابطه F' شایستگی درجه بندی شده، F شایستگی محاسبه شده از رابطه (۵)، F_{\max} و F_{\min} به ترتیب، بیشینه و کمینه شایستگی ها می باشند.

۴-۴- عملگر انتخاب

این عملگر در هر نسل برای کروموزومهای با شایستگی بیشتر، شانس بیشتر و برای کروموزومهای با شایستگی کمتر، شانس کمتری برای بقا و مشارکت جهت تولید نسل بعد ایجاد می کند. در روش بکار گرفته شده در این مقاله کروموزومها پس از تعیین شایستگی به ترتیب نزولی مرتب شده و تعدادی از کروموزومهای با بیشترین شایستگی به نسل بعد منتقل می شوند، سپس از روش چرخ گردان [۸] بدون در نظر گرفتن ۱۰٪ از طرح هایی که کمترین شایستگی را دارا می باشند، زوجهای پیوند برای تولید دیگر کروموزومهای مورد نیاز نسل بعد درون حوضچه آمیختگی ریخته می شوند.

۴-۵- عملگر پیوند

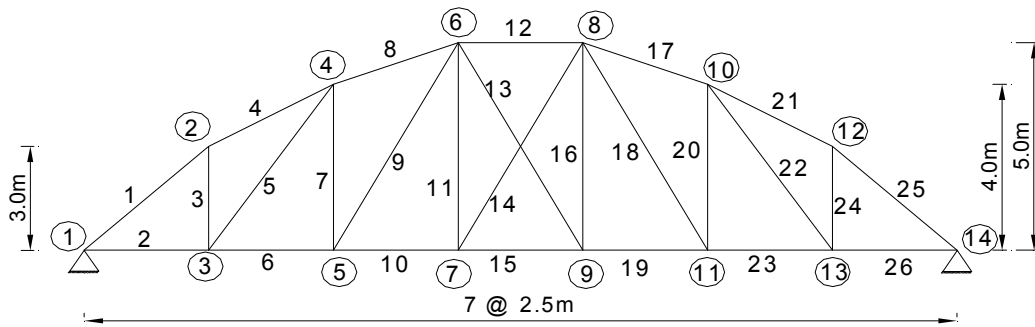
این عملگر ابتدا از حوضچه آمیزش، دو کروموزوم به عنوان والدین انتخاب می کند و سپس با تعیین موقعیت های تصادفی از کروموزومهای والدین و مبادله اعداد بیت های بین این موقعیت ها، دو کروموزوم جدید ایجاد می شود [۹].

۴-۶- عملگر جهش

هدف از جهش ایجاد پراکندگی بیشتر در محدوده کاوش فضای طراحی است. عملگر جهش ابتدا بیتی تصادفی از طول کروموزوم تعیین کرده و سپس مقدار این بیت را از یک به صفر و یا بالعکس تغییر می دهد.

۵-مثال عددی

در این قسمت طرح بهینه پل خریایی ۷ دهانه نشان داده شده در شکل (۱) بدست می آید، این پل دارای ۲۶ عضو بوده و مسیر عبور وسائل نقلیه بر روی گره های پایین خریا می باشد. تنشهای مجاز کششی



شکل (۱) پل خریایی ۲۶ عضوی

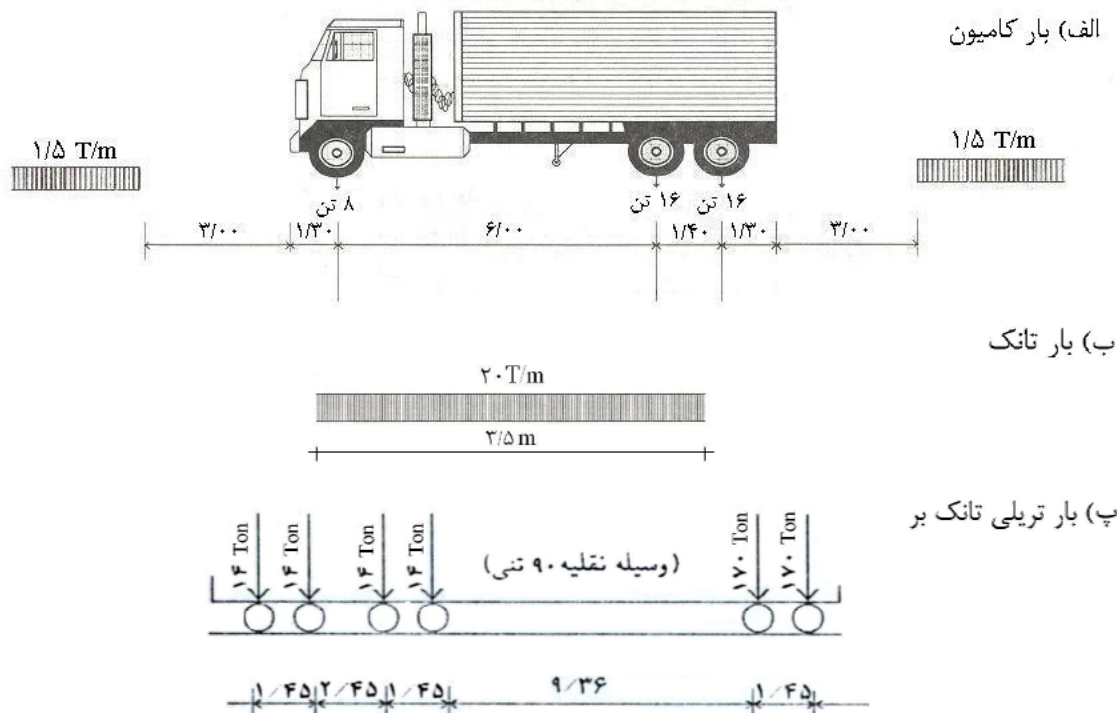
جدول (۱) گروه بندی عضوهای پل خریایی ۲۶ عضوی

گروه	شماره عضو
۱	۲, ۶, ۱۰, ۱۵, ۱۹, ۲۳, ۲۶
۲	۱, ۴, ۸, ۱۲, ۱۷, ۲۱, ۲۵
۳	۳, ۷, ۱۱, ۱۶, ۲۰, ۲۴
۴	۵, ۹, ۱۳, ۱۴, ۱۸, ۲۲

و فشاری نیز مطابق ضوابط مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ایران محاسبه شده و تغییر مکان مجاز گره ها برابر ۲/۱ سانتی متر می باشد. عضوهای خریای مورد بحث به ۴ گروه درج شده در جدول (۱) تقسیم شده اند.

متغیرهای سطح مقطع عضوهای سازه از میان ۶۴ پروفیل زوج نبشی دو طرف مساوی انتخاب می شوند. تنش تسلیم فولاد مصرفی $F_y = ۲۴۰۰ \text{ kg/cm}^2$ ، وزن مخصوص $\rho = ۷۸۵۰ \text{ kg/cm}^3$ و مدول الاستیسیته $E = ۲/۱ \text{e} - ۶ \text{ kg/cm}^2$ در نظر گرفته شده است.

بارگذاری خرپا شامل بار کامیون به وزن ۴۰ تن که ۳ متر جلو و ۳ متر عقب آن خالی است و در بقیه طول خط عبور بار یکنواختی به میزان ۱/۵ تن بر متر طول قرار دارد، بار تانک به میزان ۷۰ تن و بار تریلی تانک به وزن ۹۰ تن می باشد.

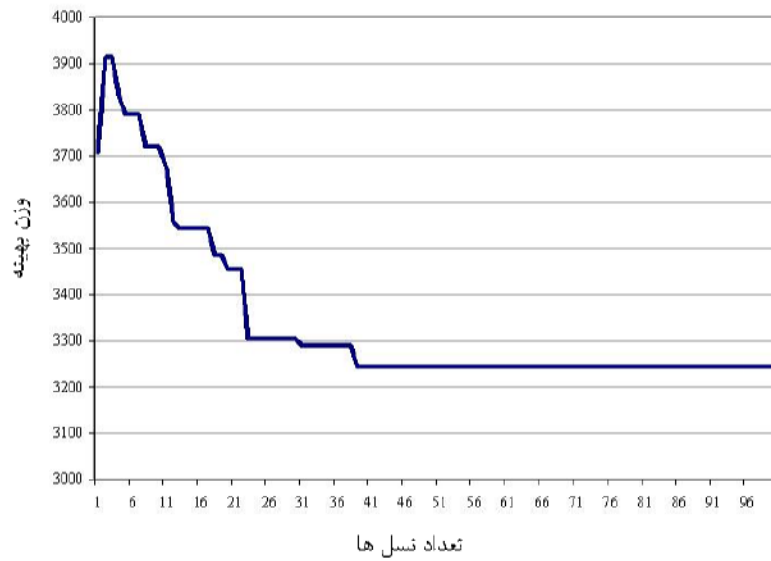


شکل (۲) بارگذاری خرپای پل ۲۶ عضوی

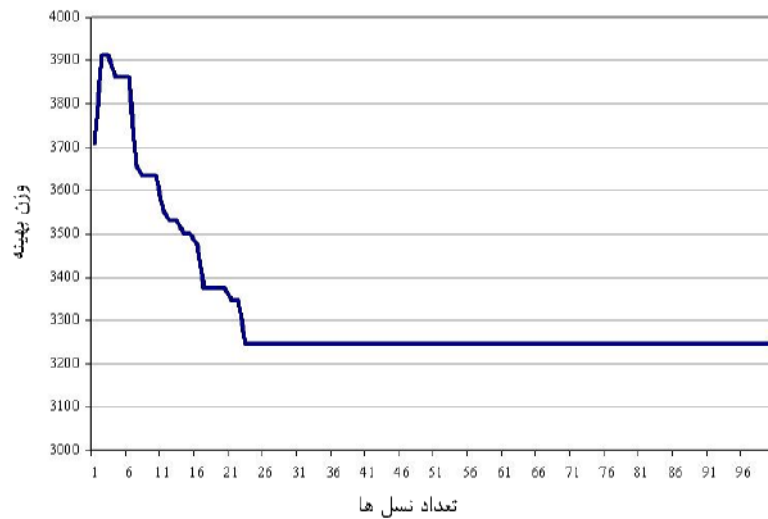
جدول (۲) نتایج مسئله بهینه سازی شامل سطح مقطع پروفیل‌های مربوط به تپه‌های مختلف (بر حسب سانتی متر مربع) به همراه وزن کل فولاد مصرفی را نشان می دهد. روند تغییرات وزن سازه بهینه با در نظر گرفتن دو شیوه مختلف تعیین نقض محدودیت ها در شکل (۳) آورده شده است.

جدول (۲) نتایج طرح بهینه خرپای ۲۶ عضوی

A4	A3	A2	A1	وزن سازه بهینه
۵۰/۸	۲۷/۸	۶۹/۶	۲۱/۶	۳۲۴۴/۲۷ (kg)



الف) نمودار تغییرات وزن سازه بهینه با در نظر گرفتن بیشترین میزان نقض محدودیت ها از میان تمامی حالات بار



ب) نمودار تغییرات وزن سازه بهینه با در نظر گرفتن مجموع میزان نقض محدودیت های تمامی حالات بار

شکل (۳) روند تغییرات وزن سازه بهینه

۶- نتیجه گیری

در طرح سازه های پل بدلیل شرایط خاص بارگذاری این نوع سازه ها یافتن طرح بهینه، مسئله پیچیده ای بوده و معمولاً تجربه طراح در این امر نقش بسزایی ایفا می کند. در این تحقیق برای بدست آوردن طرح بهینه خرپای پل تحت انواع بارهای متحرک از روشی علمی بهره گرفته شده است.

با توجه به وجود چندین حالت بارگذاری در خرپای پل، دو روش برای اعمال جریمه به کروموزومهایی که محدودیت های طراحی را نقض می کنند در نظر گرفته شد. با بررسی نتایج حاصله مشاهده شد که به طور معمول با در نظر گرفتن مجموع نقض محدودیت های حالات بارگذاری، الگوریتم سریعتر به جواب نهایی همگرا می گردد، در صورتیکه روش اول با سرعت پایین تری عمل کرده و در برخی موارد نتایج را با دقت بیشتری بدست می آورد.

۷-مراجع

- [1] Goldberg, D. E., 1989, Genetic Algorithm in Search Optimization and Machine Learning, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts.
- [2] Rajeev, S., and Krishnamoorthy, C. S., 1992, Discrete Optimization of Structures Using Genetic Algorithms, Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 118, No. 5, pp. 1233-1250.
- [3] Wu, S. J., and Chow, P. T., 1995, Steady-State Genetic Algorithm for Discrete Optimization of Trusses, Computer & Structures, Vol. 56, No. 6, pp. 979-991.
- [4] American Association of State Highway and Transportation Officials, 1989, Standard Specifications for Highway Bridges, Washington, D.C.
- [5] مقررات ملی ساختمان ایران- مبحث دهم: طرح و اجرای ساختمانهای فولادی، ۱۳۸۴، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان.
- [6] کلات جاری و. ، بهینه یابی مقاطع خرپا با استفاده از الگوریتم ژنتیک و روشهای جبری نیروها، ۱۳۷۵ ، پایان نامه کارشناسی ارشد عمران گرایش سازه، دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران.
- [7] Wu, S.- J. and Chow, P . T., 1995, Integrated Discrete and Configuration Optimization of Trusses Using Genetic Algorithms, Computers & Structures, Vol. 55, No. 4, pp. 695-702.
- [8] Huang,Mini-Wei and Arora.Jasbirs., 1997, Optimal Design with Discrete Valiables : Some Numerical Experiments , International Journal for Numerical Methods in Engineering , Vol.40,pp. 165-188.
- [9] Wu, S.- J. and Chow, P - T., 1995, Steady-State Genetic Algorithms for Discrete Optimization of Trusses," Computers & Structures, Vol. 56, No. 6, pp. 979-991.



صفحه اول جستجو در مقالات لیست کنفرانسها درباره سیویلکا تقویم کنفرانسها کنفرانسهای خارجی



راهنمای جستجو | لیست کنفرانسها

فارسی / انگلیسی

جستجو در بانک مقالات تخصصی سیویلکا

جستجو

جستجوی سریع: (عنوان، کلید واژه و خلاصه)

جستجوی پیشرفته - همه و یا تعدادی از فیلدهای زیر را تکمیل و کلید جستجوی زیر را فشار دهید.

عنوان مقاله:	<input type="text"/>	عین عبارت <input type="checkbox"/>	همه علوم سلامت (بزرگی) پرستاری پزشکی حرفه های پزشکی داروسازی / داروشناسی دامپزشکی دندانپزشکی
نویسنده: نام بهروز	<input type="text"/>	نام خانوادگی حسنی	
کلمه کلیدی:	<input type="text"/>	عین عبارت <input type="checkbox"/>	
خلاصه مقاله:	<input type="text"/>	عین عبارت <input type="checkbox"/>	

جستجو

نتایج از 11 تا 20 از مجموع 23

نمایش مقالات

نمایش کلیه اطلاعات | تعداد نتایج در هر صفحه 10 | مرتب سازی با | عنوان مقاله | صعودی | نزولی | صفحه 2 از 3

11. **بهینه سازی خرابی پل تحت عبور بار متحرک با استفاده از الگوریتم ژنتیک**
سرفصل مربوط: راه و پل سازی
سال انتشار: 1386
نوع آرایه: پوستر
محل انتشار: سومین کنگره ملی مهندسی عمران
نویسندهگان: علی کیهانی - بهروز حسنی - محمد حاج محمدیان
زبان مقاله: فارسی
 [تعداد صفحات: 8 | 289 بار مشاهده چکیده | 13 بار دریافت متن کامل]

12. **بهینه سازی شکل سازه ها با استفاده از روش تغییرات مرزی و برنامه ریزی ریاضی**
سرفصل مربوط: روش های عددی
سال انتشار: 1383
نوع آرایه: شفاهی
محل انتشار: اولین کنگره ملی مهندسی عمران
نویسندهگان: ناصر ظریف مقدم - بهروز حسنی
زبان مقاله: فارسی
 [تعداد صفحات: 8 | 244 بار مشاهده چکیده | 14 بار دریافت متن کامل]

13. **بهینه سازی همزمان شکل و ابعاد خرابهای با توپولوژی بهینه با استفاده از روشهای برنامه ریزی ریاضی**
سرفصل مربوط: سازه
سال انتشار: 1384
نوع آرایه:
محل انتشار: دومین کنگره ملی مهندسی عمران
نویسندهگان: ناصر ظریف مقدم - بهروز حسنی
زبان مقاله: فارسی
 [تعداد صفحات: 8 | 478 بار مشاهده چکیده | 15 بار دریافت متن کامل]

14. **برآورد خطای موجود در تحلیل ایروژنومتری صفحه تکرار تحت کشش**
سرفصل مربوط: مکانیک جامدات
سال انتشار: 1390
نوع آرایه:
محل انتشار: نوزدهمین همایش سالانه مهندسی مکانیک