

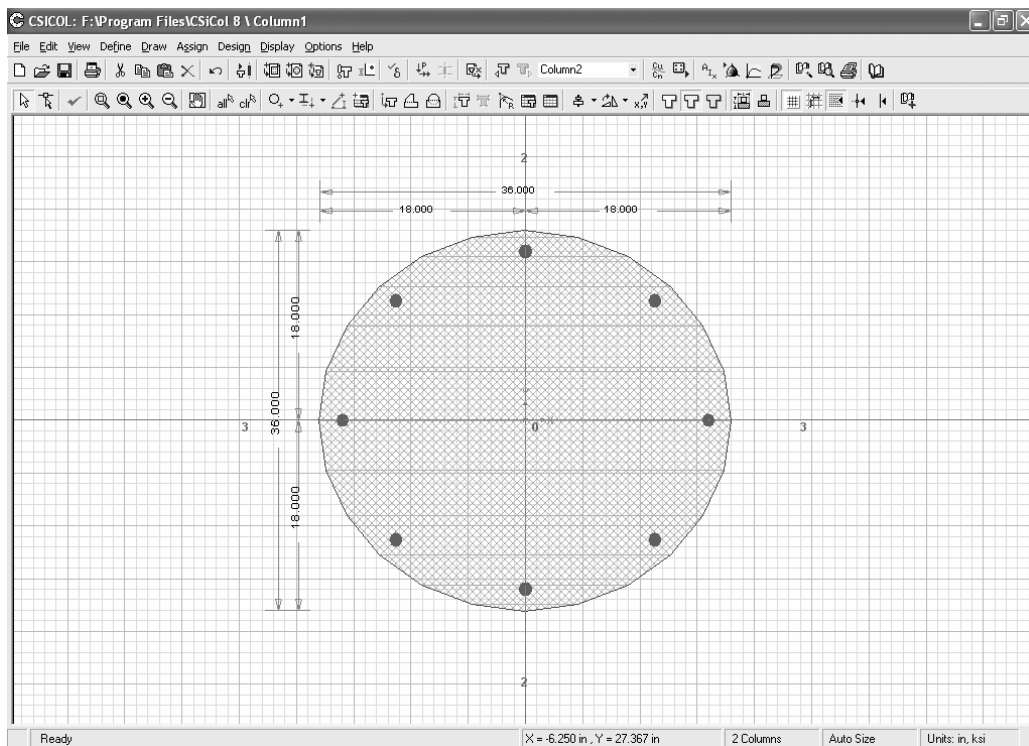


## قابلیتهای نرم افزار CSICOL 8.01 و مقایسه قابلیت های آن با نرم افزار PCACOL 3.6

سید مهدی داودنی

### مقدمه:

برنامه CSICOL، نرم افزاری جامع برای تحلیل و طراحی ستونهای پیچیده بتنی، بتن آرمه و بتن آرمه مرکب می باشد. با استفاده از قابلیت طراحی سریع این برنامه، به سهولت تمامی عملیات مربوط به طراحی ستونها قابل انجام است. در برنامه CSICOL، انجام عملیات طراحی بر اساس آیین نامه های مختلفی همانند **ACI 1999, 2002** و **CSA-A23.3-94** صورت می گیرد. در شکل ۱ نمای کلی برنامه CSICOL نمایش داده شده است. محیط گرافیکی این نرم افزار، شباهت زیادی به نرم افزار **Section Builder** دارد که یکی دیگر از نرم افزارهای شرکت **CSI** می باشد.



شکل ۱

برنامه CSICOL قادر به طراحی سطح مقطع ستونها تحت بارهای محوری و لنگرهای اعمال شده می باشد. همچنین در برنامه امکان محاسبه لنگرهای تشدید یافته در اثر لاغری ستونها نیز وجود دارد. برای هر دو وضعیت ستون مهاربندی شده و مهاربندی نشده می توان به تعداد دلخواه ترکیب بارگذاری تعریف نمود. همچنین کنترل های مربوط به وضعیت مهاربندی شده و مهاربندی نشده، بر اساس آیین نامه طراحی انتخاب شده قابل انجام هستند. بعلاوه برنامه CSICOL قادر به محاسبه ضریب طول مؤثر بر اساس وضعیت سازه ای و وضعیت دو انتهای ستونها است. قابلیت طراحی خودکار مقطع، امکان انتخاب اندازه و آرماتور گذاری را در ستون فراهم می سازد.

برنامه CSICOL قادر به ایجاد انواع مختلف نتایج می باشد. این نتایج شامل رویه اندرکنش ظرفیت مقطع، منحنی های بار-لنگر، منحنی های لنگر-لنگر، منحنی های لنگر-انحنا برای حالت های مختلف گسیختگی، کانتورهای تنش الاستیک محوری-خمشی، تنش های آرماتورها، تنش های مقطع ترک خورده، موقعیت بار نقطه ای، بردار ظرفیت، عمق محور خنثی و راستای آن می باشد.

در برنامه CSICOL به منظور ایجاد سریعتر مقاطع مرکب، انواع نیمرخهای از قبل تعریف شده شامل نیمرخهای اصلی فولادی، بتنی و سایر نیمرخها وجود دارند. با استفاده از انواع قابلیت های ویرایشی، ترسیمی و ترکیبی برنامه، امکان ایجاد انواع مقاطع پیچیده میسر می باشد. همچنین برنامه دارای انواع

ابزارها برای همراستا سازی، هم‌مرز سازی و تعیین موقعیت نیمرخها است. با استفاده از ابزارهای مختلف مربوط به آرایش آرماتورها، امکان قرار دادن آرماتورها در هر موقعیت دلخواهی از مقطع (گوشه‌ها، پیرامون، وجوه، دایره‌ای و یا سایر آرایشها) وجود دارد. برای تعریف آرماتورها امکان استفاده از انواع طبقه بندیهای استاندارد (ASTM، متریک و انگلیسی) وجود دارد. همچنین کاربرد در صورت لزوم می‌تواند طبقه بندی آرماتور مورد نظر خود را تعریف کند.

### قابلیتهای تحلیل و طراحی برنامه CSICOL

از قابلیتهای تحلیل و طراحی برنامه CSICOL می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- قابلیت طراحی خود کار مقطع ستون
- طراحی ستون بر اساس آیین‌نامه انتخاب شده
- تعریف ترکیبات بارگذاری مورد نظر برای وضعیتهای مهاربندی شده و مهاربندی نشده
- امکان تعریف جزئیات بارگذاری به دو صورت ساده و کلی برای ستونهای کوتاه و بلند
- انجام عملیات تحلیل و طراحی با در نظر گرفتن اثرات لاغری
- انجام طراحی جداگانه برای دو انتهای فوقانی و تحتانی ستون

### ملاحظات مربوط به لاغری

از مواردی که برنامه CSICOL در مورد لاغری ستونها در نظر می‌گیرد، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- انجام کنترلهای مربوط به وضعیتهای مهاربندی شده و مهاربندی نشده بر اساس آیین‌نامه طراحی انتخاب شده
- محاسبه ضریب طول مؤثر ستون بر اساس شرایط گیرداری انتهای ستون
- انجام عملیات تحلیل و طراحی با در نظر گرفتن اثرات لاغری
- امکان تعریف ضرایب کاهش سختی برای ستونها

### قابلیتهای مربوط به ایجاد مقطع ستون

از قابلیتهای مربوط به ایجاد مقطع ستون می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- امکان تعریف مقاطع مختلف در یک فایل
- ایجاد سریع و گام به گام ستونهای مستطیلی و دایره‌ای
- امکان ایجاد مقاطع مرکب پیچیده با استفاده از نیمرخهای اصلی پیش فرض برنامه و نیمرخهای موجود در کتابخانه‌های نیمرخ و نیمرخهای ترسیم شده توسط کاربر
- ترکیب نیمرخهای مختلف برای ایجاد نیمرخهای پیچیده جدید
- اضافه کردن آرماتورها با اندازه دلخواه در سطح مقطع ستون
- امکان استفاده از طبقه بندیهای مختلف آرماتور همانند ASTM، متریک و انگلیسی برای تعریف شماره و سطح مقطع آرماتورها

### نتایج ایجاد شده

از نتایج ایجاد شده توسط برنامه CSICOL می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ایجاد رویه‌ها و منحنی‌های اندرکنش ظرفیت مقطع
- ایجاد منحنی‌های لنگر-انحنای برای هر سطح مقطع دلخواه ستون جهت تعیین کارآیی و شکل پذیری ستون
- ترسیم تنشهای ناشی از اعمال بار محوری  $P$  و لنگرهای  $M_x$  و  $M_y$  بر مقطع ستون
- نمایش موقعیت بار نقطه‌ای و خروج از مرکزیت آن در سطح مقطع ستون
- نمایش تنشهای بوجود آمده در آرماتورها برای ترکیبات بارگذاری انتخاب شده

- نمایش تنشهای مقطع ترک خورده
- محاسبه و گزارش مشخصات هندسی اصلی مقطع، همانند  $A$ ،  $I_{xx}$ ،  $I_{yy}$  و سطح مقطع برشی
- محاسبه و گزارش مشخصات سازه‌ای دیگر مقطع، همانند  $S_x$ ،  $S_y$ ،  $Z_x$ ،  $Z_y$ ،  $r_x$  و  $r_y$

### قابلیتهای عمومی برنامه CSICOL

از قابلیتهای عمومی برنامه CSICOL می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- طراحی مقاطع مرکب ایجاد شده از مصالح مختلف برای حل مسائل مربوط به بازسازی و یا تحکیم ستونهای از قبل ساخته شده
- امکان استفاده از انواع سیستمهای واحد طول انگلیسی، متریک و SI
- نمایش موقعیت مرکز هندسی و ابعاد کلی مقطع
- امکان ایجاد گزارشهای کامل از نتایج گرافیکی و مشخصات نیمرخها و مقاطع
- امکان نمایش نیمرخها با رنگهای متمایز بر اساس نوع مصالح نیمرخ و یا نوع نیمرخ
- امکان استفاده از انواع منحنیهای تنش - کرنش برای بیان رفتار مصالح فولادی و بتنی

### لنگرهای تشدید شده

برنامه CSICOL برای بدست آوردن لنگرهای طراحی تشدید شده، محاسبات لاغری ستون را مطابق آیین‌نامه طراحی انتخاب شده و برای هر دو حالت مهاربندی شده و مهاربندی نشده انجام می‌دهد. برای مشاهده جزئیات محاسبات انجام شده توسط برنامه می‌توان از گزارش ایجاد شده توسط برنامه استفاده نمود. برای بدست آوردن اطلاعات بیشتر، فصل ششم را ملاحظه کنید.

### طراحی خود کار مقطع

قابلیت طراحی خود کار مقطع برنامه CSICOL، ابزاری قدرتمند برای طراحی ستونهای مهاربندی شده و مهاربندی نشده (با در نظر گرفتن یا بدون در نظر گرفتن اثرات لاغری) می‌باشد. این قابلیت برنامه امکان طراحی مقطع ستون را بر اساس متغیرهای مختلف طراحی فراهم می‌سازد. متغیرهای طراحی که شامل آیین‌نامه‌های طراحی می‌شوند، توسط کاربر قابل تعریف هستند. برنامه با محدود کردن نسبت آرماتورها و یا محدود کردن اندازه آرماتور به حداقل آرماتور تعریف شده توسط کاربر، مقاطع ستونها را از لحاظ طراحی بهینه می‌کند. محدود سازهای طراحی را می‌توان به همراه حداقل و حداکثر ارتفاع و عرض مقطع بکار برد.

محیط گرافیکی و ابزارهای ساخت مدل در برنامه CSICOL بسیار شبیه به برنامه Section Builder است و کاربرانی که با برنامه Section Builder آشنایی دارند به سهولت می‌توانند مبانی مدلسازی را در این نرم‌افزار فرا گیرند. با این وجود انجام بارگذاری‌ها، شیوه انجام عملیات طراحی و تفسیر نتایج به تجربه مهندس طراح و اطلاع از آیین‌نامه‌های جدید (همانند ACI 318-02) بستگی دارد. به عنوان نمونه ممکن است نسبت ظرفیت انتهایی ستونی که بر اساس آیین‌نامه ACI 318-99 طراحی شده کوچکتر از واحد گردد؛ اما طراحی این ستون بر اساس آیین‌نامه ACI 318-02 نشان دهنده نسبت ظرفیتی بزرگتر از واحد باشد.

این نرم‌افزار همانند نرم‌افزار Section Builder دارای کتابخانه مقاطع بتنی و فولادی مختلف است. با توجه به اینکه برنامه CSICOL قادر به طراحی مقاطع مرکب فولاد و بتن نیز می‌باشد و با توجه به کاربرد کتابخانه نیمرخهای جدول اشتال در ایران، نشر علم عمران نسخه جدید فایل مقاطع جدول اشتال را که شامل (نیمرخهای INP، JPE، JPB، T، L، Pipe، Tube، Z، U، Plate، CIPE، CIPB، ...) می‌باشد تهیه کرده است.

در ادامه و در جدول ۱ علاوه بر بیان قابلیتهای برنامه CSICOL به صورت خلاصه، مقایسه‌ای نیز بین قابلیتهای این نرم‌افزار و نرم‌افزار PCACOL صورت گرفته است. نرم‌افزار PCACOL متعلق به شرکت PCA بوده و برای طراحی ستونهای بتنی همانند برنامه CSICOL توسعه داده شده است. از دیگر نرم‌افزارهای این شرکت می‌توان به نرم‌افزار PCAMAT، PCASLAB، PCAWALL اشاره نمود.

PCACOL	CSICOL		قابلیتها
	•	طراحی خودکار مقطع	توانایی طراحی
•	•	طراحی خودکار آرماتورها	
•	•	جستجوی ابعاد مناسب برای مقطع	
•	•	ترکیبات بار گذاری	
•		کنترل بار نقطه‌ای	
•	•	خروجی متنی نتایج طراحی	
	•	مدلسازی چند ستون در یک فایل	
	•	آیین نامه ACI 318-02	
	•	آیین نامه ACI 318-99	
•	•	آیین نامه ACI 318-95	
•	•	آیین نامه CAN 3-A23.3-94	
•	•	محاسبات ضریب K (ضریب طول مؤثر)	طراحی ستونها
•	•	در نظر گرفتن اثرات لاغری	
	•	سهولت وارد کردن اطلاعات ورودی	
•	•	محاسبه ضریب تشدید لنگر	
•	•	در نظر گرفتن ضریب کاهش سختی	
•	•	ضریب مقطع ترک خورده	
	•	در نظر گرفتن مهار شدگی یا عدم آن	
•		وارد کردن بارهای بهره‌برداری	
•	•	منحنی‌های بار - لنگر	منحنی‌های ظرفیت
•	•	منحنی‌های لنگر - لنگر	
	•	منحنی‌های لنگر - انحنا	
	•	سطح اندرکنش P-M-M (سه بعدی)	
	•	کانتورهای تنش الاستیک (دو و سه بعدی)	
	•	تنش‌های آرماتورها (دو و سه بعدی)	
	•	کنترل تنشهای مقطع ترک خورده (دو و سه بعدی)	
	•	محل بار متمرکز (دو و سه بعدی)	
	•	محل قرارگیری محور خنثی (دو و سه بعدی)	
•	•	ویرایش ابعادی	ویرایش مقطع
•	•	ویرایش توسط انتقال نقاط (گرافیکی)	
•	•	ویرایش توسط انتقال نقاط (فایل متنی)	

	•	ترکیب نیمرخها	
	•	ترسیم نیمرخها	
•	•	دوران و انعکاس آینه‌ای نیمرخها	
•	•	همراستا سازی	
	•	هم‌مرز سازی	
	•	ایجاد ماهیچه در گوشه‌ها	
	•	تغییر ابعاد	
	•	توزیع خودکار آرماتور	
	•	ویرایش دستی محل قرارگیری آرماتورها	
•	•	حذف و اصلاح آرماتورها (گرافیکی)	
•	•	بازگشت عملیات	
	•	کپی و چسباندن (گرافیکی)	
	•	کپی و چسباندن (فایل متنی)	
	•	ایجاد خروجی‌های دلخواه	
	•	ذخیره هندسه نیمرخ به فرمت <b>dxf</b>	
	•	بازخوانی هندسه نیمرخ با فرمت <b>dxf</b>	
•	•	نیمرخ مستطیلی	نیمرخهای استاندارد آماده و پارامتریک
•	•	نیمرخ دایره‌ای	
	•	نیمرخهای بتنی اصلی (۱۵ عدد)	
	•	نیمرخهای فولادی اصلی (۹ عدد)	
	•	نیمرخهای کتابخانه <b>AISC</b> (تقریباً ۱۰۰۰ نیمرخ)	
	•	نیمرخهای کتابخانه <b>CISC</b> (تقریباً ۸۰۰ نیمرخ)	
	•	نیمرخهای پایه پل (۷ نیمرخ)	
	•	حفره‌های دلخواه در داخل نیمرخ	
	•	مقطع مرکب فولاد بتن	
	•	مقاطع مرکب از نیمرخها	
•	•	مستطیل ویتنی <b>ACI</b>	منحنی‌های تنش - کرنش
•	•	مستطیل <b>CSA</b>	
	•	سهمی ساده	
•	•	سهمی <b>PCA</b>	
		آرماتورها	
•	•	الاستو پلاستیک	
	•	سخت شوندگی کرنش	
•	•	مساحت	مشخصات مقطع

•	•	لنگر لختی
•	•	مدولهای الاستیک مقطع
	•	شعاع ژیراسیون
	•	زاویه اصلی
	•	مشخصات اصلی
	•	ثابت پیچشی
	•	سطح برشی
	•	مدولهای پلاستیک مقطع
•	•	نسبت آرماتور مقطع
	•	ایجاد مقطع معادل
	•	مشخصات تبدیل یافته

مرجع:

• وب سایت نشر علم عمران [www.elme-omran.com](http://www.elme-omran.com)

• برنامه تخصصی تحلیل و دیوارهای بتنی، سید مهدی داودنبی، سید مهار لاجوردی، نشر علم عمران، تابستان ۱۳۸۳