ایسبوک ۲۷ · ۵ آذر ۱۴۰۵

بار مرده کف‌سازی ساختمان با هوش مصنوعی

کنترل واحدها و جلوگیری از دوباره‌شماری وزن دال

برای یک کف چهارلایه شیت بار می‌سازیم، داده را با ChatGPT تحلیل می‌کنیم و هر سطر را با محاسبه دستی بررسی می‌کنیم. خروجی نهایی، بار افزوده قابل ردیابی و فهرست داده‌هایی است که باید پیش از استفاده در پروژه تأیید شوند.

دکتر امیرحسین فهیمی و دکتر مجید ذکری

اگر نرم‌افزار وزن دال را خودش حساب کند، کدام عدد از شیت کف‌سازی باید وارد مدل شود؟



شکل ۱. وزن خودکار دال و بار لایه‌های افزوده به مدل.

فهرست مطالب

چرا بار مرده کل و بار افزوده یک عدد نیستند؟	۳
بار مرده طبق مبحث ششم از چه داده‌ای به دست می‌آید؟	۴
برای محاسبه، چه چیزهایی در CSV ثابت است؟	۵
چگونه از ChatGPT خروجی قابل بازبینی بگیریم؟	۶
کنترل دستی چهار سطر و جمع مدل چگونه است؟	۷
با تغییر ضخامت یا حذف واحد چه اتفاقی می‌افتد؟	۸
چطور جلوی دوباره‌شماری را در تحویل مدل بگیریم؟	۹
چک‌لیست کنترل و پاسخ تمرین	۱۰

چرا بار مرده کل و بار افزوده یک عدد نیستند؟

فرض کنید طراحی، وزن دال سازه‌ای را از ضخامت و وزن واحد حجم مصالح در مدل حساب کرده است. هم‌زمان دفتر فنی جدول شامل دال، ملات زیرسازی، کف‌پوش و اندود زیر دال را فرستاده است. اگر جمع کل جدول را دوباره روی دال اعمال کنید، وزن دال دوبار وارد می‌شود. اگر برای جلوگیری از این خطا همه سطرها را کنار بگذارید، وزن دائمی سه لایه دیگر حذف می‌شود.

در این درس، بار مرده کل به معنی مجموع وزن اجزای چهارگانه در ناحیه فرضی است. بار مرده افزوده بخشی است که طبق فرض در مدل خودکار نیامده است. ابتدا وضعیت هر سطر را روشن می‌کنیم و پس از آن عدد مورد استفاده را محاسبه می‌کنیم.



شکل ۱. سهم اجزای لایه‌های کف. دالِ خودکار یک‌بار در بار مرده کل حاضر است و سه لایه دیگر سهم افزوده را می‌سازند.

بار مرده طبق مبحث ششم از چه داده‌ای به دست می‌آید؟

در مبحث ششم ویرایش چهارم ۱۳۹۸، بند ۶-۳-۱ در صفحه چاپی ۲۱، وزن اجزای دائمی سازه‌ای و معماری و تجهیزات ثابت را در چارچوب بار مرده معرفی می‌کند. بند ۶-۳-۲-۱ به وزن واقعی مصالح و اجزای مصرفی اولویت می‌دهد و در نبود اطلاعات معتبر، مراجعه به جدول‌های مرجع مورد اشاره سند را وارد مسیر می‌کند. در تمرین، مقدارهای وزن واحد حجم فرضی‌اند. برای استفاده پروژه‌ای، مشخصات مصالح واقعی یا مستند معتبر جای این مقدارها می‌آیند.

در کف چندلایه یکنواخت، حجم هر لایه بر یک مترمربع برابر ضخامت همان لایه به متر است. اگر وزن واحد حجم بر حسب کیلونیوتن بر مترمکعب باشد، حاصل ضرب ضخامت در آن، بر حسب کیلونیوتن بر مترمربع خواهد بود. جرم واحد حجم با وزن واحد حجم فرق دارد. اگر داده با کیلوگرم بر مترمکعب ثبت شده، قبل از ضرب باید متناسب با واحد هدف تبدیل شود.

$$q_i = \gamma_i \times t_i$$

در این رابطه، وزن سطحی لایه با q_i، وزن واحد حجم با γ_i و ضخامت با t_i نشان داده شده است. این روش برای لایه یکنواخت با ضخامت معلوم است. بار تیغه، تجهیزات نقطه‌ای، پوشش غیریکنواخت و بار زنده در این مثال وارد نشده‌اند و باید در پروژه جداگانه تعیین شوند.

منبع اصلی مبحث ششم، فصل بار مرده، صفحه چاپی ۲۱

برای محاسبه، چه چیزهایی در CSV ثابت است؟

فایل تمرین چهار سطر دارد. واحد ضخامت به عمد یکسان نیست تا خطای رایج نمایان شود. ستون وضعیت خودوزن به معنای آن است که همان سطر با همان هندسه و مصالح در مدل محاسبه شده است. در این تمرین فقط دال سازه‌ای این وضعیت را دارد. شناسه ناحیه، منبع مقدارها و نسخه مدل را برای پروژه واقعی کنار هر سطر بگذارید.

جدول ۱. داده‌های خام سناریوی پایه

لایه	ضخامت و واحد سند	وزن واحد حجم، کیلونیوتن بر مترمکعب	خودکار در مدل
دال بتن‌آرمه	۱۵ سانتی‌متر	۲۵	بله
ملات زیرسازی	۴۰ میلی‌متر	۲۱	خیر
کف‌پوش	۰٫۰۱۲ متر	۲۳	خیر
اندود زیر دال	۱٫۵ سانتی‌متر	۱۸	خیر



عکس ۱. سطح زیرسازی کف پس از پرداخت، اثر Hundehalter با مجوز CC BY-SA 3.0. ضخامت و وزن از عکس برداشت نمی‌شود.

منبع و مشخصات عکس کف‌سازی

متن مجوز عکس

چگونه از ChatGPT خروجی قابل بازبینی بگیریم؟

در محیطی که بارگذاری فایل در دسترس است، CSV را اضافه کنید و در پیش‌نمایش، سرستون واحد ضخامت، چهار سطر و وضعیت خودکار را ببینید. در صورت نبود بارگذاری، متن فایل را مستقیم بچسبانید. تصویر زیر نمونه راهنمای رسمی برای خواندن سطرها و ستون‌هاست و داده مربوط به تمرین حاضر را نشان نمی‌دهد. در این درس، پاسخ ثبت‌شده به ورودی متنی CSV در همین گفت‌وگو مربوط است.

Film Locations In San Francisco

	Title	Release Year	Locations	Fun Facts	Pro
1	Experiment in Terror	1962	The Sea Captain's Chest (Fisherman's Wharf)		Col Cor
2	Experiment in Terror	1962	100 St. Germain Avenue		Col Cor
3	Chan is Missing	1982	Li Po (916 Grant Avenue at Washington, Chinatown)		Nev
			Taylor and Jefferson		

شکل ۲. نمای واقعی راهنمای رسمی ChatGPT. پیش از تحلیل، از وجود تمام سطرها و سرستون‌های ورودی در پیش‌نمایش مطمئن شوید.

راهنمای رسمی پیش‌نمایش جدول و تحلیل فایل

متن دستور

واحد هر ضخامت را به متر تبدیل کن. از وزن واحد حجم داده‌شده استفاده کن و در صورت نبود واحد یا مقدار، همان سطر را نامعتبر اعلام کن. وزن سطحی هر سطر، جمع کل و جمع سه ردیف غیرداخلی مدل را جدا بده. برای ملات ۶۰ میلی‌متری سناریوی دوم را حساب کن. رقم‌ها و واحدها را پیش از جمع گرد نکن.

کنترل دستی چهار سطر و جمع مدل چگونه است؟

گام ۱. ۱۵ سانتی‌متر به ۰٫۱۵ متر، ۴۰ میلی‌متر به ۰٫۰۴ متر، ۰٫۰۱۲ متر به همان مقدار و ۱٫۵ سانتی‌متر به ۰٫۰۱۵ متر تبدیل می‌شوند. گام ۲. هر ضخامت را در وزن واحد حجم سطر خودش ضرب کنید. مثلاً برای ملات ۰٫۰۴ در ۲۱ برابر ۰٫۸۴ است.

جدول ۲. جدول کنترل نتیجه در سناریوی پایه

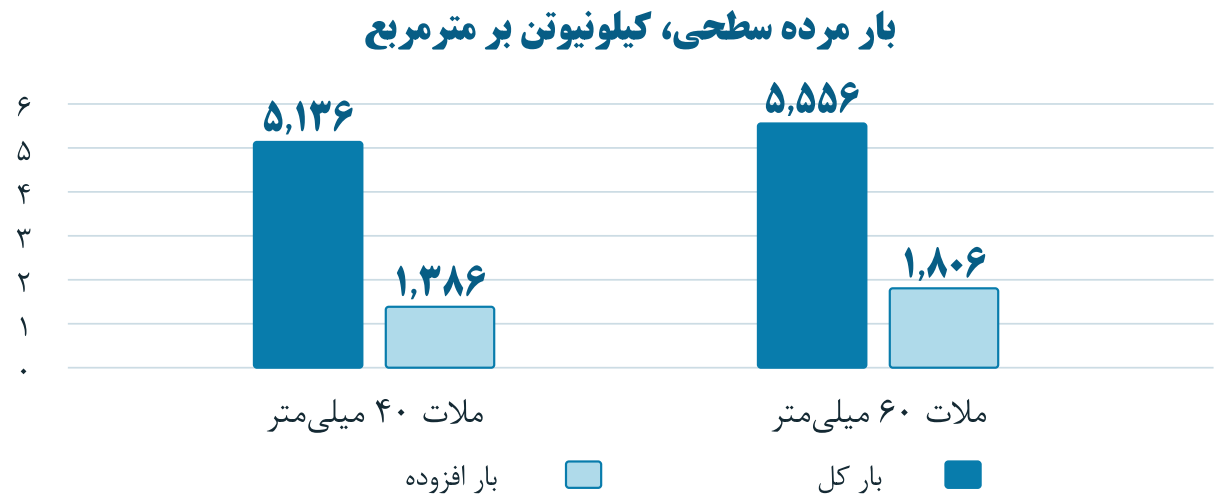
لایه	ضخامت تبدیل‌شده، متر	بار، کیلونیوتن بر مترمربع	سهم از بار افزوده
دال	۰٫۱۵۰	۳٫۷۵۰	صفر
ملات	۰٫۰۴۰	۰٫۸۴۰	۰٫۸۴۰
کف‌پوش	۰٫۰۱۲	۰٫۲۷۶	۰٫۲۷۶
اندود	۰٫۰۱۵	۰٫۲۷۰	۰٫۲۷۰

گام ۳. جمع سه سطر غیرداخلی، ۱٫۳۸۶ است. با افزودن ۳٫۷۵۰ دال، بار کل ۵٫۱۳۶ کیلونیوتن بر مترمربع می‌شود. پاسخ ثبت‌شده ChatGPT با این اعداد یکسان بود. کنترل مستقل. از جمع کل، وزن دال را کم کنید. حاصل باید همان ۱٫۳۸۶ شود. اگر برنامه وزن دال را خودکار حساب نکرده است، اول منشأ آن را در مدل تعیین کنید و سپس یک‌بار لحاظ کنید.

فلوچارت بارگذاری مبحث ششم ACE برای مرور دسته‌بندی بار و ترکیب بار

با تغییر ضخامت یا حذف واحد چه اتفاقی می‌افتد؟

اگر ملات ۶۰ میلی‌متر شود، اختلاف ضخامت ۰٫۰۲ متر است. کنترل مستقل اختلاف کل از ضرب ۰٫۰۲ در ۲۱، یعنی ۰٫۴۲۰ کیلونیوتن بر مترمربع، به دست می‌آید. بار افزوده به ۱٫۸۰۶ و بار کل به ۵٫۵۵۶ می‌رسد. در پاسخ ثبت‌شده، این دو مقدار نیز به دست آمدند. اگر در یک داده آزمایشی واحد ملات حذف شود، خروجی درست باید آن را نامعتبر اعلام کند و به جمع قطعی نرسد؛ ضخامت ۴۰ به‌خودی خود واحد را مشخص نمی‌کند.



شکل ۳. بار کل و افزوده برای دو ضخامت ملات. فاصله بین دو ستونِ هر سناریو همان ۳٫۷۵ کیلونیوتن بر مترمربع دال است.

کادر پیشرفته

مقدار متوسط یک زیرسازی شیب‌دار به‌تنهایی الگوی توزیع بار را مشخص نمی‌کند. ممکن است ناحیه‌بندی ضخامت یا تحلیل بار متغیر لازم باشد. مدل زبانی از CSV داده نشده، هندسه یا شرایط واقعی پروژه را نمی‌داند.

چطور جلوی دوباره‌شماری را در تحویل مدل بگیریم؟

کنترل کنید ضخامت و وزن واحد حجم واقعیِ تعریف‌شده در مدل با فرض شیت هماهنگ است. راهنمای رسمی CSI توضیح می‌دهد که درج ضریب خودوزن ۱ در دو الگوی باری که با هم ترکیب شوند می‌تواند خودوزن را دوبار اعمال کند. در تمرین، راه عملی این است که تعیین کنید خودوزن دال در کدام الگو یک‌بار اعمال می‌شود و مقدار ۱٫۳۸۶ فقط برای اجزایی تخصیص داده شود که مدل از قبل آن‌ها را حساب نکرده است.

اگر برای این ناحیه ۱۲ مترمربع مساحت ثابت فرض کنیم، وزن افزوده ۱٫۳۸۶ × ۱۲ برابر ۱۶٫۶۳۲ کیلونیوتن است. این جمع وزنی برای کنترل تعادل بار روی همان ناحیه است. وزن تیر، دیوار و بخش‌های دیگر را در مقایسه با واکنش یک طبقه با آن مخلوط نکنید.

راهنمای رسمی الگوی بار و ضریب خودوزن در ETABS

دوره نقشه‌خوانی و اجرای اسکلت بتنی ACE برای ردیابی مشخصات کف و ترازها از نقشه

چک‌لیست کنترل و پاسخ تمرین

جدول ۳. کنترل شیت پیش از انتقال به مدل

کنترل	خروجی قابل ثبت
ضخامت	مقدار از نقشه یا مشخصات، همراه واحد
وزن واحد حجم	داده معتبر، همراه واحد نیرو بر حجم
سطرهای خودکار	الگوی بار و مصالح مدل، همراه نسخه
جمع‌ها	جمع کل و جمع بار افزوده جدا
تحویل	ناحیه بارگذاری و نتیجه کنترل مستقل

اگر اشتباهاً ۴۰ میلی‌متر را ۰٫۴ متر ثبت کنیم، چه می‌شود؟ سهم ملات به ۸٫۴ می‌رسد. خطا یک مرتبه بزرگی است و با رجوع به ضخامت ۴ سانتی‌متر و کنترل یک سطر جدا آشکار می‌شود.

اگر کف‌پوش ضخامت مستند ندارد ولی وزن سطحی سازنده داده شده است؟ پس از تطبیق واحد و دامنه محصول، می‌توان وزن سطحی معتبر را مستقیم در ستون بار ثبت کرد. ضرب دوباره آن در ضخامت، واحد را خراب می‌کند.