



مسئله شماره ۱- پل بستنی

یکی از اهداف اصلی در طراحی سازه‌ها، تأمین ایمنی و استحکام سازه و در عین حال کاهش هزینه‌ها است. این موضوع در پروژه‌های زیرساختی مانند پل‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بهینه‌سازی هزینه و مصالح در طراحی پل‌ها نه تنها به صرفه‌جویی اقتصادی کمک می‌کند، بلکه با کاهش وزن سازه، مصرف مصالح نیز کاهش یافته و از دیدگاه زیست‌محیطی مزایایی به همراه دارد. در عین حال، هرگونه کاهش وزن یا مصرف مصالح نباید به قیمت کاهش ایمنی تمام شود، و این مسئله چالشی است که طراحان پل‌ها با آن روبه‌رو هستند. هدف از ارائه یک طرح بهینه برای سازه، دستیابی به تعادلی است که بتواند سازه‌ای با کمترین وزن و هزینه اما با بیشترین مقاومت را فراهم آورد.

چالش: با استفاده از آبسنگ (قطعه‌ای شبیه چوب بستنی که برای معاینه دهان توسط پزشکان استفاده می‌شود)، یک پل با دهانه نیم متر بسازید. سعی کنید پل طراحی شده با حداقل مواد استفاده شده، حداکثر بار ممکن را تحمل کند. از روش‌های مناسب طراحی مهندسی استفاده کرده و روش‌های طراحی خود را به صورت کامل ارائه دهید.

مسئله شماره ۲- ساختمان ضد زلزله

زلزله یکی از پدیده‌های طبیعی مخرب است که می‌تواند آسیب‌های گسترده‌ای به ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها وارد کند. این پدیده در اثر جابه‌جایی سریع لایه‌های زمین ایجاد می‌شود و با ایجاد امواج لرزه‌ای خسارات شدیدی به سازه‌ها وارد می‌کند. از این رو، یکی از چالش‌های اصلی مهندسان، طراحی و ساخت ساختمان‌ها و سازه‌هایی است که مقاومت مناسب در برابر زلزله داشته باشند.

چالش: این ایده مطرح شده است که برای حفاظت ساختمان‌های بلند در برابر زلزله و باد می‌توان منبعی از آب در یکی از طبقات آن قرار داد تا نوسانات ساختمان هنگام زلزله و باد کاهش یابد. این ایده را بررسی کنید؛ و در صورت صحت، آن را برای یک مدل ساختمانی طراحی کنید. آیا می‌توانید این پدیده را در مقیاسی کوچک آزمایش کرده و بهبود صورت گرفته را نشان دهید؟ آزمایش در مقیاس کوچک تا چه حد به مسئله واقعی شباهت دارد؟

مسئله شماره ۳- سرریز عددی

سدها از مهم‌ترین سازه‌های مهندسی در مدیریت منابع آب و کنترل سیلاب‌ها هستند. یکی از بخش‌های حیاتی در طراحی سد، سرریز است. سرریزها ساختارهایی هستند که برای هدایت و کنترل جریان آب اضافی در هنگام پر شدن مخزن سد طراحی می‌شوند. این سازه‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که در شرایط اوج بارندگی و افزایش سطح آب، بدون ایجاد فشار اضافی بر سازه سد، آب اضافی را به پایین‌دست هدایت کنند. انتخاب و طراحی بهینه سرریزها می‌تواند نقش بسیار مهمی در جلوگیری از تخریب سد و جلوگیری از بروز سیلاب‌های ناگهانی ایفا کند.

چالش: عملکرد سرریز را در سدها مطالعه کنید. فایل راهنمایی برای این سوال ارائه خواهد شد. این فایل شامل یک شبیه‌سازی کامپیوتری با نرم افزار مهندسی Fluent است که عملکرد یک سرریز را به صورت عددی شبیه‌سازی می‌کند. این شبیه‌سازی را اجرا کرده و تلاش کنید با تغییر هندسه سرریز، آن را به بهترین شکل بهینه‌سازی کنید. در بهینه‌سازی به دنبال بهبود چه پارامترهایی خواهید بود؟

مسئله شماره ۴- میله در خاک

بررسی رفتار خاک و سازه‌هایی که داخل آن قرار می‌گیرند یکی از بخش‌های مهم در مهندسی ژئوتکنیک است. در بسیاری از پروژه‌های عمرانی، نیاز است که پایه‌های یک سازه به طور عمیق درون خاک قرار گیرند تا بتوانند نیروهای وارده را به طور مناسب تحمل کنند.

چالش: یک میله فلزی یا چوبی محکم بردارید و آن را با ضربات یک چکش در زمین خیلی نرم باغچه بکوبید. مقدار فرورفتن میله در خاک با هر ضربه تابع چه پارامترهایی است و چه ارتباطی با این پارامترها (مثل مقداری که بیشتر در خاک فرو رفته، قطر میله، شدت ضربه و غیره) دارد؟ پدیده را بررسی کنید.

مسئله شماره ۵- ترافیک انسانی

تحلیل و پیش‌بینی رفتار و حرکت جمعی افراد در فضاهای عمومی و پرتدد از موضوعات مورد توجه در حوزه مهندسی ترافیک است که هدف از آن، طراحی محیط‌هایی است که با هدایت جریان حرکت، از ایجاد تراکم‌های خطرناک و ازدحام ناگهانی جلوگیری شود. با افزایش جمعیت و رشد شهرنشینی، مدیریت ترافیک انسانی برای مهندسان و طراحان شهری به چالشی اساسی تبدیل شده است. شناخت الگوهای حرکتی افراد در شرایط عادی و بحرانی به طراحی بهینه فضاهای عمومی و ایجاد مسیرهای ایمن‌تر و کارآمدتر کمک می‌کند.

چالش: هدف این سوال، بررسی رفتار افراد پیاده در مسیرهای پرتدد است. گذرگاه‌هایی شلوغ پیدا کنید و نحوه حرکت افراد را در آن‌ها بررسی کنید. آیا می‌توانیم رفتار افراد را پیش‌بینی کنیم؟ به بیان دیگر، اگر حجم جمعیت، شرایط محیط یا اتفاقات اطراف جمعیت همگی عوض شود، رفتار جمعیت و مسیر حرکت جمعیت را چگونه می‌توان پیش‌بینی کرد (مثلا پیش‌بینی کنیم چگونه می‌شود اگر به‌جای شرایط نرمال، ناگهان یک حادثه رخ دهد و باعث ترس در جمعیت شود)؟ ابزار این پیش‌بینی چیست؟

مسئله شماره ۶- عملیات خاکی

عملیات خاکی یکی از مراحل اساسی و کلیدی در اجرای پروژه‌های عمرانی است. هدف از این فرآیند، آماده‌سازی زمین برای ساخت و ساز، افزایش پایداری سازه و تضمین ایمنی طولانی‌مدت پروژه است. یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در عملیات خاکی، مدیریت و برنامه‌ریزی جهت بهینه‌سازی فرآیند خاک‌برداری، جابه‌جایی خاک و خاک‌ریزی به نحوی است که هزینه‌ها و زمان انجام کار به حداقل برسد. این موضوع به ویژه در پروژه‌های بزرگ که حجم عملیات خاکی قابل توجه است، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

چالش: فرض کنید در یک پروژه عمرانی، به مرحله‌ای از عملیات خاکی رسیده‌ایم. قسمتی باید خاک‌برداری شده و خاک بایستی به نقطه دیگری منتقل شود. هدف، بهینه‌سازی این فرایند برای کمینه کردن هزینه پروژه است. فرضیات مناسبی برای این مسئله اتخاذ کنید و برنامه‌ای بنویسید که با فرضیات در نظر گرفته شده بهترین جواب را برای چنین مسئله‌ای بیابد.

مسئله شماره ۷- خاکستری سبز

در دنیای امروز، صنعت ساخت و ساز یکی از اصلی‌ترین مصرف‌کنندگان مواد اولیه و منابع طبیعی است که به تولید مقدار زیادی از گازهای گلخانه‌ای و پسماندهای ساختمانی منجر می‌شود. از این رو، تلاش‌های بسیاری برای توسعه مصالح پایدار و سازگار با محیط زیست در صنعت ساخت و ساز صورت گرفته است. یکی از مصالح پرمصرف در این صنعت، بتن است؛ که به دلیل ویژگی‌های

مطلوب آن، در ساختمان‌ها، پل‌ها، سدها و بسیاری از زیرساخت‌ها استفاده می‌شود. یکی از راهکارهای پیشنهادی برای کاهش اثرات زیست‌محیطی تولید بتن، استفاده از مواد بازیافتی و پسماندها به عنوان بخشی از اجزای سازنده آن است. چالش: بتن یا یکی از مشتقات آن (مثل ملات یا خمیر سیمان) بسازید. سپس در کنار اجزای اصلی تشکیل دهنده، مقداری ضایعات یا مواد دورریز را هم در مخلوط استفاده کنید. آیا ممکن است این کار فوایدی داشته باشد؟ مسئله را از جوانب مختلف بررسی کنید.
مسئله شماره ۸- حباب حباب حباب‌ها به عنوان یکی از پدیده‌های طبیعی، در بسیاری از زمینه‌های علمی و مهندسی مورد توجه قرار می‌گیرند. در مسائل مهندسی، حباب‌ها نقش مهمی در فرآیندهای انتقال جرم، حرارت و نیز در سیستم‌های تصفیه آب و فاضلاب دارند. به عنوان مثال، استفاده از حباب‌ها در سیستم‌های تصفیه آب می‌تواند به کاهش آلودگی و بهبود کیفیت آب کمک کند. یکی از چالش‌های اصلی در تولید حباب‌ها، کنترل اندازه و تعداد آن‌ها است. حباب‌های ریز و یکنواخت در آب عملکرد بهتری از خود نشان می‌دهند. بنابراین بررسی و شبیه‌سازی شرایط تولید حباب‌ها با چنین ویژگی می‌تواند به بهینه‌سازی فرآیندها و کاربردهای مختلف کمک کند. چالش: ابزاری بسازید که درون آب قرار گرفته و با وارد شدن هوا به آن، در زیر آب حباب‌های زیادی تولید کند. اندازه حباب‌ها وابسته به چه متغیرهایی است؟ تلاش کنید به ریزترین حباب‌های ممکن برسید.
مسئله شماره ۹- سلامت برج برج‌ها و سازه‌های بلند تحت اثر نیروهای مختلفی مانند باد، وزن سازه و لرزش‌های ناشی از زلزله ممکن است به تدریج دچار آسیب شوند. بنابراین به منظور جلوگیری از بروز خسارات بیشتر، در بسیاری از مواقع لازم است به‌طور منظم وضعیت سلامت این سازه‌ها پایش شود. چالش: با استفاده از وسایل ساده و در دسترس، یک مدل کوچک برج بسازید و سیستمی طراحی کنید که بتواند وضعیت سلامت برج را تحت تأثیر نیروها و لرزش‌های وارد بر برج پایش کند.
مسئله شماره ۱۰- جمع‌آوری باران آب به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی، در زندگی بشر و محیط زیست نقش اساسی دارد. با توجه به تغییرات اقلیمی و افزایش تقاضا برای منابع آب شیرین، بسیاری از مناطق جهان با کمبود آب مواجه هستند. این موضوع در مناطق با جمعیت در حال رشد بیشتر مسئله‌ساز است. یکی از روش‌های پایدار برای تأمین آب در این شرایط، جمع‌آوری آب باران است که می‌تواند به کاهش وابستگی به منابع آب زیرزمینی و سطحی کمک کند. چالش: یک سیستم کوچک برای جمع‌آوری آب باران طراحی کنید که بتواند آب باران را به‌صورت مؤثری جمع‌آوری و ذخیره کند. درباره عوامل مختلف مؤثر در عملکرد سیستم طراحی شده فکر کنید. از طریق آزمایش، طرحی را تعیین کنید که بیشترین بازدهی را در جمع‌آوری و ذخیره آب داشته باشد.