

رتبه دوم مسابقه ایده‌های برتر استفاده از آب خاکستری در محیط شهری (۱۳۹۸)  
(برگزار شده توسط کمیته تخصصی بازیافت آب، انجمن آب و فاضلاب ایران)

عنوان: استفاده از آب خاکستری در شست‌وشو، اختلاط و عمل‌آوری بتن  
نگارندگان: محمدعلی معلمی و نوید یزدیان

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط‌زیست، دانشکده مهندسی عمران، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران

تاریخ: مرداد ۱۳۹۸

## چکیده

### مقدمه

امروزه یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین مصالح به‌منظور احداث سازه‌های زیربنایی در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، بتن است. بعد از آب، بتن پرمصرف‌ترین مصالح ساختمانی به‌شمار می‌رود. گسترش شهرها، کشاورزی و صنعت از یک طرف و افزایش آلودگی آب‌ها از طرف دیگر، استفاده از پساب‌ها (منابع آب غیرکارآمد) را در بتن مورد توجه قرار داده است. یکی از این منابع آب نامتعارف، آب خاکستری است که می‌توان از آن به‌عنوان یک منبع جایگزین آب شیرین در صنعت بتن بهره برد. آب خاکستری، آب خروجی از آشپزخانه، ظرف‌شویی، روشویی، حمام و ماشین لباسشویی است که به‌طور کلی غلظت آلاینده‌های بیولوژیکی و پاتوژن‌ها در آن قابل توجه نیست؛ هم‌چنین آب خاکستری به‌عنوان یک شکل رقیق از فاضلاب، به‌طور متوسط ۶۷ درصد فاضلاب خانگی را شامل می‌شود.

### تبیین ایده پیشنهادی

برای تولید بتن در کشور ایران به‌طور متوسط در حدود ۱۲۵ میلیون لیتر آب در روز مصرف می‌شود. از طرف دیگر، اکثر استانداردهای جهان، مشخصات آب اختلاط را محدود کرده‌اند که باید عاری از هرگونه ماده زیان‌آوری باشد. استفاده فعلی از آب شرب برای تهیه بتن با توجه به تقاضای بالای آب و کمبود منابع آن باعث تحمیل تنش بیش‌ازحد به منابع آب و محیط‌زیست می‌شود. ایده پیشنهادی این مطالعه استفاده از آب خاکستری به‌صورت تصفیه‌شده یا نشده به‌عنوان جایگزین آب شرب در صنعت تولید بتن است. فاصله محل منبع آب خاکستری تا محل استفاده از آن، باید حداقل فاصله ممکن باشد تا اهداف فنی و اقتصادی طرح برآورده شود. براساس استاندارد ASTM-C109 اگر مقاومت فشاری نمونه ۷ روزه بتن با آب غیرشرب یا غیرمتعارف

مساوی و یا بیشتر از ۹۰ درصد مقاومت نمونه شاهد با آب شرب باشد، آب مورد استفاده در نمونه می‌تواند به‌عنوان جایگزین آب شرب در بتن مورد استفاده قرار گیرد. مطابق استاندارد ASTM-C94 نیز گیرش اولیه و گیرش نهایی (نسبت به حالتی که از آب شرب استفاده شود) به‌ترتیب نباید کمتر از ۶۰ دقیقه و بیشتر از ۹۰ دقیقه باشد. در انتها توصیه EPA برای کیفیت آب بتن و حدود کیفیت ذکر شده آب خاکستری در مراجع مختلف نیز در جدول ۱ آمده است.

### واژه‌های کلیدی

بتن، منابع آب نامتعارف، آب خاکستری، محیط‌زیست

جدول ۱- کیفیت آب خاکستری

متغیر کیفی	واحد	توصیه EPA (صنعت بتن)	مراجع مختلف
pH	-	۶-۸	۶/۷-۸
SO <sub>4</sub>	mg/L	۲۰۰۰	۱۰-۲۰۰
Cl	mg/L	۵۰۰	۲۵۰~
COD	mg/L	۵۰۰	۱۸۰-۵۲۰
TDS	mg/L	۲۰۰۰	۱۰۰۰~
TSS	mg/L	۲۰۰۰	۲۲-۷۶۰
E. coli	MPN/100 ml	۲۰۰<	۲۰۰۰۰۰~