



دانشگاه حکیم سهروردی

فرم پیشنهاد ایده رویداد ملی استارتاپ ویکند آب

1- مشخصات صاحب/ صاحبان ایده :

نام: محمدعلی
کارشناسی ارشد
رشته تحصیلی: مهندسی عمران
تحصیل: دانشگاه تهران
نشانی شهرستان: قم، خیابان شهید فاطمی، کوچه 7، کوچه 4، پلاک 71
سکونت: 025-37741544
تلفن همراه: 09102041226
پست الکترونیکی: m.moallemi75@ut.ac.ir
مقطع تحصیلی:
دانشگاه محل
تلفن ثابت محل

2- مشخصات صاحب/ صاحبان ایده :

نام: نوید
کارشناسی ارشد
رشته تحصیلی: مهندسی عمران
تحصیل: دانشگاه تهران
نشانی شهرستان: اصفهان، خیابان مشتاق اول، بن بست توانگر، پلاک 122
سکونت: 031-32250608
تلفن همراه: 09134120618
پست الکترونیکی: navid.yazdian@ut.ac.ir
مقطع تحصیلی:
دانشگاه محل
تلفن ثابت محل

2- عنوان ایده :

استفاده از آب خاکستری در شستوشو، اختلاط و عملآوری بتن

3- در صورتی که مطلبی برای توضیح یا مستندات برای ارائه دارید ذکر کنید.

1- مقدمه

در دهه‌های اخیر، مشاهده داده‌های آب و هوایی به وضوح نشان می‌دهد که روند گرم شدن در بسیاری از نقاط جهان به خصوص در ایران به علت دنباله‌ای از فرایندهای منجر به افزایش گازهای گلخانه‌ای، در حال وقوع است. در ایران، کمبودی که تحت شرایط آب و هوای خشک و نیمه‌خشک قرار دارد، ناهنجاریهای مهم آب و هوایی دیده می‌شود. در کنار مسائل مربوط به مدیریت، ایران با بسیاری از بلایای طبیعی از جمله کاهش تعداد قابل توجهی از دریاچه‌ها و رودخانه‌ها، از بین رفتن زمین، سیل و خشکسالی مواجه است [1]. از این رو میتوان از منابع غیرمتعارفی همچون آب خاکستری به عنوان یک منبع جایگزین بهره برد. آب خاکستری به عنوان یک شکل رقیق از فاضلاب، به طور متوسط 67 درصد فاضلاب خانگی را شامل میشود [2]. استفاده مجدد از آب خاکستری موجب کاهش مصرف آب و ذخیره سازی منابع آب، کاهش هزینه‌های تصفیه فاضلاب (به موجب کاهش فاضلاب خروجی) و در نتیجه سبب حفظ محیط زیست میشود [3]. آب خاکستری در مصارف مختلفی همچون آبیاری فضای سبز، سیستمهای سرمایش و گرمایش و صنعت ساختمان مورد استفاده قرار میگیرد [4].

امروزه بتن به عنوان پرمصرفترین مصالح ساختمانی در جهان شناخته شده است. هزینه کم، آسانی دسترسی به اجزاء تشکیل دهنده، شکل پذیری و دوام نسبتاً بالای این مخلوط، باعث توجه

روزافزون به آن شده است [5]. یکی از اجزای اصلی تشکیل‌دهنده بتن، آب میباشد که شامل مصارف شستشوی میکسرهای حمل بتن، پمپ‌های انتقال بتن، تجهیزات، سنگدانه‌ها، عملآوری و اختلاط بتن میشود [6]. برای تولید بتن در کشور ایران به‌طور متوسط در حدود 125 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 [7]. در این مطالعه با توجه به توضیحات ذکرشده و در راستای توسعه پایدار کشور، ایده استفاده از آب خاکستری در صنعت تولید بتن پیشنهاد میشود.

2- تبیین ایده پیشنهادی

ایده پیشنهادی این مطالعه استفاده از آب خاکستری به‌صورت تصفیه‌شده یا نشده به‌عنوان جایگزین آب شرب در صنعت تولید بتن میباشد. فاصله محل منبع آب خاکستری تا محل استفاده از آن، بایستی حداقل فاصله ممکن باشد تا اهداف فنی و اقتصادی طرح برآورده شود. براساس استاندارد ASTM-C109 اگر مقاومت فشاری نمونه 7 روزه با آب غیرشرب یا غیرمتعارف مساوی و یا بیشتر از 90 درصد مقاومت نمونه شاهد با آب شرب باشد، آب مورد استفاده در نمونه می‌تواند به‌عنوان جایگزین آب شرب در بتن مورد استفاده قرار گیرد [8]. مطابق استاندارد ASTM-C94 نیز گیرش اولیه و گیرش نهایی (نسبت به حالتی که از آب شرب استفاده شود) به ترتیب نباید کمتر از 60 دقیقه و بیشتر از 90 دقیقه باشد [9]. همچنین توصیه EPA برای کیفیت آب بتن و کیفیت معمول آب خاکستری در جدول 1 آمده است [10-13]؛ همانطور که مشاهده می‌گردد آب خاکستری در اکثر متغیرهای کیفیت توصیه‌های EPA را برآورده می‌سازد. تنها موردی که توصیه EPA را رعایت نکرده است شاخص اشرسایاکلی است که میتوان با استفاده از یک پیش‌تصفیه ساده (به‌طور مثال گندزدایی) یا در مواردی که بتن در تماس مستقیم با انسان نیست (مانند بتن پیش‌ساخته) مورد استفاده قرار گیرد [10]. با توجه به موارد ذکر شده و مرور پیشینه مطالعات (که در ادامه به آن اشاره خواهد شد)، آب خاکستری دارای پتانسیل بالایی برای استفاده در صنعت بتن میباشد.

جدول 1- مقایسه کیفیت معمول آب خاکستری و توصیه EPA برای کیفیت آب بتن

E. coli	TSS	TDS	COD	Cl	SO ₄	pH	
MPN/100 ml	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	-	واحد
2×10^5	22-760	1000	180-520	250	10-200	6.7-8	آب خاکستری
200	2000	2000	500	500	2000	6-8	توصیه EPA

البرعدای و همکاران به مقایسه نمونه‌های بتن ساخته شده از 2 نوع آب مختلف، یکی با استفاده از آب خاکستری و دیگری با استفاده از آب زیرزمینی، بر اساس خواص دوام و مکانیکی آنها پرداختند. برای این هدف، آزمون‌هایی مانند مقاومت فشاری و مقاومت خمشی برای مقایسه آنها صورت گرفت. بدین منظور ابتدا آب خاکستری تحت تصفیه هوازی قرار گرفت. نتایج آزمایشها روی نمونه‌های مختلف بتن مشابه بود و نشان از مناسب بودن استفاده از آب خاکستری در بتن میداد [5].

الغام و همکاران نمونه‌های بتنی در دو حالت تازه و سخت شده را تهیه کردند که در آنها متغیر اصلی، نوع آب مورد استفاده برای اختلاط و عملآوری بود به‌طوری‌که 4 حالت مختلف شامل آب شرب هم در اختلاط و هم عملآوری، آب خاکستری هم در اختلاط و هم عملآوری، آب شرب در اختلاط و آب خاکستری در عملآوری و آب خاکستری در اختلاط و آب شرب در عملآوری مورد آزمایش قرار گرفت. این مطالعه نشان داد که استفاده از آب خاکستری در مدت زمان گیرش بتن تأثیر ناچیزی دارد، درحالی‌که سایر خواص بتن همچون مقاومت فشاری در حد استاندارد بوده است به شرطی که آب خاکستری با محدودیت‌های اعمال‌شده در استانداردهای گفته شده

مورد استفاده قرار گیرد [14].

قریر و همکاران، آب خاکستری تصفیه شده و آب خاکستری تصفیه نشده را به جای آب شرب در مخلوط‌های بتنی مورد استفاده قرار دادند. مشاهده گردید که زمان گیرش اولیه بتن زیاد ولی مقدار اسلامپ آن کم شد [که در این حالت می‌توان از روان کننده‌ها به عنوان اصلاح کننده اسلامپ استفاده کرد]. استفاده از آب خاکستری تصفیه شده مقاومت فشاری 7 روزه بتن را افزایش داد در حالی که آب خاکستری تصفیه نشده اثرات منفی کوچکی بر مقاومت فشاری بتن گذاشت که علت آن وجود میکروارگانیسمها میباشد [در این حالت نیز میتوان آب خاکستری را پیش تصفیه کرد یا از آن به عنوان آب در بتن غیر سازه‌ای استفاده کرد] [10].

ریسک استفاده از آب خاکستری در مصارف مختلف میتواند اثرات جبرانناپذیری داشته باشد. به طور مثال در آبیاری فضای سبز، استفاده از آب خاکستری برای طولانی مدت منجر به افزایش قلیائیت خاک، شوری و نسبت جذبی سدیم میشود. در حالی که ریسک استفاده از آب خاکستری در بتن، اثرات جانبی کمتری دارد که به سادگی قابل برطرف کردن میباشد. عوامل خطر آفرین، اثرات و راهحلهای استفاده از آب خاکستری در بتن در جدول 2 قابل مشاهده میباشد [15].

جدول 2- عوامل، اثرات و راهحلهای استفاده از آب خاکستری در بتن

عوامل	اثرات (ریسک)	راهحل
پایین بودن کیفیت بیولوژیکی (تعداد بالای میکروارگانیسمها)	به خطر افتادن سلامت کارگران	1- پیش تصفیه مانند گندزدایی 2- استفاده در بتنهای پیشساخته
پایین بودن کیفیت شیمیایی (آمونیم، منیزیم، آهن و ...)	خوردگی آرماتورها و ترک در بتن	1- استفاده در بتن غیر مسلح 2- استفاده مواد ضد خوردگی روی آرماتورها 3- پیش تصفیه مانند استفاده از جاذبها
پایین بودن کیفیت فیزیکی (TSS بالا)	تأثیر منفی در گیرش، اسلامپ و نسبت آب به سیمان بتن	1- پیش تصفیه مانند فیلتراسیون 2- استفاده از افزودنیهای اصلاح کننده مانند فوق روانکنندهها

3- جمع بندی

آب و بتن دو ماده‌ای هستند که به طور گسترده توسط بشر مورد استفاده قرار می‌گیرند. امروزه تقاضا برای بتن به دلیل افزایش تحولات زیربنایی که در سراسر جهان وجود دارد رو به افزایش است در حالی که منابع آب به دلیل شرایط اقلیمی و افزایش تقاضای آب شرب، محدود میباشند. ایده شرح داده شده ضمن کاهش هزینه‌های ناشی از جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب، هزینه تولید بتن را نیز کاهش میدهد. همچنین اثرات منفی (ریسک) احتمالی استفاده از آب خاکستری در بتن به راحتی قابل پیشبینی و پیشگیری میباشد. با توجه به موارد ذکر شده، استفاده از آب خاکستری پتانسیل بالایی به عنوان منبع آب جایگزین در صنعت تولید بتن را دارا میباشد و میتواند زمینه توسعه پایدار و حفظ منابع طبیعی کشور را فراهم نماید.

4- مراجع

- [1] S. A. Vaghefi et al., "The future of extreme climate in Iran," *Sci. Rep.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–11, 2019.
- [2] H. N. Chanakya and H. K. Khuntia, "Treatment of gray water using anaerobic biofilms created on synthetic and natural fibers," *Process Saf. Environ. Prot.*, vol. 92, no. 2, pp. 186–192, 2013.
- [3] W. H. O. Guidelines and F. O. R. The, "SAFE USE OF WASTEWATER , EXCRETA AND GREYWATER GUIDELINES FOR THE SAFE USE OF," vol. IV.

- [4] N. Shamabadi, H. Bakhtiari, N. Kochakian, and M. Farahani, "The investigation and designing of an onsite grey water treatment systems at Hazrat-e-Masoumeh University , Qom , IRAN," *Energy Procedia*, vol. 74, pp. 1337–1346, 2015.
- [5] H. Alradhawi and S. S. Angalekar, "Study the Feasibility of Use of Grey Water in Concrete," vol. 5, no. 6, pp. 493–498, 2016.
- [6] M. Shekarchi, M. Yazdian, and N. Mehrdadi, "Use of biologically treated domestic waste water in concrete," *Kuwait J. Sci. Eng.*, vol. 39, no. 2 B, pp. 97–111, 2012.
- [7] یزدیان، مهدی و محمد شکرچی زاده، ۱۳۹۳، بررسی روشهای کاهش اثرات زیست محیطی بتن در ایران، هشتمین کنگره ملی مهندسی عمران، بابل، دانشگاه صنعتی نوشیروانی.
- [8] ASTM C-109 or AASHTOT-106. Compressive strength of hydraulic cement mortar; 2010.
- [9] ASTM C94/C94M-14b. Standard specification for ready mix concrete; 1994.
- [10] A. M. Ghrair, O. A. Al-mashaqbeh, M. K. Sarireh, N. Al-kouz, M. Farfoura, and S. B. Megdal, "Influence of grey water on physical and mechanical properties of mortar and concrete mixes," *Ain Shams Eng. J.*, vol. 9, no. 4, pp. 1519–1525, 2018.
- [11] EPA, "Guidelines for Water Reuse," 2004.
- [12] A. M. Abdel-kader, "Studying the efficiency of grey water treatment by using rotating biological contactors system," *J. King Saud Univ. - Eng. Sci.*, vol. 25, no. 2, pp. 89–95, 2013.
- [13] A. Maimon and A. Gross, "ScienceDirect Greywater : Limitations and perspective," *Curr. Opin. Environ. Sci. Heal.*, vol. 2, pp. 1–6, 2018.
- [14] M. Alqam, A. Jamrah, and B. A. A. R. Al-zubi, "Fresh and Hardened Properties of Sustainable Concrete Using Recycled Household Greywater," pp. 1701–1708, 2014.
- [15] Cement Concrete and Aggregates Australia (CCAA), "Use of Recycled Water in Concrete Production," no. August, 2007.