



مدیریت تکنولوژی نوین در ارتقا عملکرد تصفیه آب و فاضلاب

(مطالعه موردی: سامانه هوشمند نانو ازن در تصفیه و گندزدایی آب آشامیدنی)

رضا فضائی^۱، عبدالله نصر^۲

۱- گروه شیمی کاربردی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب
۲- کارشناس ارشد مدیریت فناوری - موسسه فناوری تکنوفست بلژیک

*ایمیل نویسنده مسول:

چکیده

با افزایش تقاضا برای آب سالم و بحران منابع آبی، فناوری‌های نوین در تصفیه و گندزدایی آب اهمیت دوچندانی یافته‌اند. این مقاله به بررسی یک سامانه هوشمند تصفیه آب آشامیدنی مبتنی بر نانو ازن می‌پردازد. این سامانه با بهره‌گیری از ژنراتور نانو ازن، واحد کنترل هوشمند و سنسورهای لحظه‌ای، توانسته گندزدایی مؤثر، صرفه‌جویی در مصرف مواد شیمیایی و بهبود کیفیت آب را به همراه داشته باشد. مطالعه میدانی و تحلیل داده‌ها نشان‌دهنده راندمان بالای سیستم و قابلیت بهینه‌سازی در شرایط متغیر می‌باشد.

واژگان کلیدی: نانو ازن، گندزدایی آب، تصفیه هوشمند، مدیریت فناوری، سیستم پایش آنلاین، یادگیری ماشین.

۱- مقدمه

تامین آب سالم به‌عنوان یک نیاز اساسی بشر، با چالش‌های فراوانی در دهه‌های اخیر مواجه شده است. روش‌های سنتی گندزدایی مانند کلرزنی، هرچند مؤثر، اما عوارض زیست‌محیطی به‌همراه دارند. فناوری نانو ازن، با ترکیب قابلیت اکسیدکنندگی بالای ازن و طراحی نانوساختارها، راهکاری نوین برای افزایش راندمان و کاهش اثرات جانبی در تصفیه آب ارائه می‌دهد.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

ازن با خاصیت اکسیدکنندگی قوی خود، قابلیت حذف طیف گسترده‌ای از میکروارگانیسم‌ها، ویروس‌ها و ترکیبات آلی را دارد. استفاده از فناوری نانو باعث افزایش سطح تماس، پایداری بالاتر و کارایی بیشتر ازن در تصفیه آب می‌شود. مطالعات اخیر [۱ و ۲] نشان داده‌اند که سامانه‌های هوشمند مبتنی بر نانو ازن، با کمک الگوریتم‌های یادگیری ماشین، می‌توانند گندزدایی مؤثری در زمان کوتاه انجام دهند و به‌صورت لحظه‌ای با تغییر کیفیت آب سازگار شوند [۳].

۳- روش تحقیق و محل اجرا

این پژوهش به‌صورت مطالعه موردی در یکی از مناطق روستایی استان فارس انجام شده است. سامانه مورد بررسی دارای واحدهای زیر می‌باشد:

- ژنراتور نانو ازن با قابلیت کنترل دقیق تولید
- دیفیوزر نانومتری
- راکتور تماس ازن با طراحی مارپیچ
- سنسورهای کیفیت آب، کدورت، دی، باقی‌مانده ازن
- کنترلر مرکزی با الگوریتم یادگیری ماشین
- سیستم پایش لحظه‌ای و قابلیت اتصال اینترنت اشیا



۴- یافته‌ها

- کاهش ۹۸٪ بار میکروبی در کمتر از ۳ دقیقه تماس
- کاهش ۳۰٪ مصرف انرژی نسبت به کلرزی
- تنظیم خودکار دوز ازن در پاسخ به تغییرات پارامترهای آب
- عدم باقی‌مانده مواد سمی و کاهش بوی نامطبوع

۵- نتیجه‌گیری

کاربرد نانو ازن در سامانه‌های هوشمند گندزدایی، علاوه بر افزایش راندمان و ایمنی، باعث کاهش مصرف مواد شیمیایی و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری می‌شود. این سامانه‌ها گزینه‌ای مناسب برای استفاده در مناطق روستایی، شهرهای کم‌آب و حتی شرایط بحران می‌باشند.

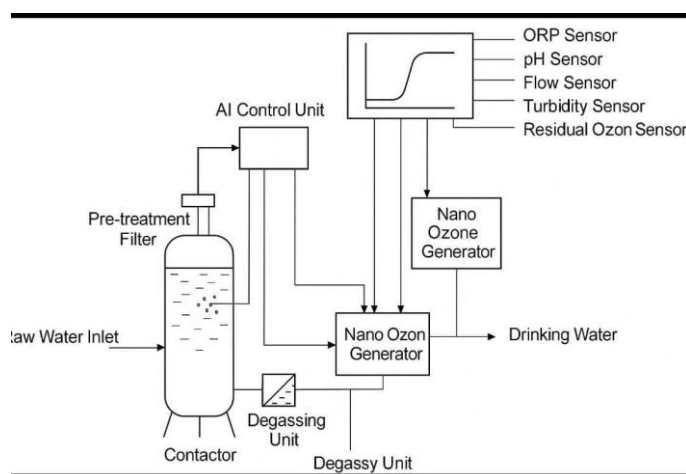
۶- پیشنهادات

- توسعه کاربرد نانو ازن در تصفیه‌خانه‌های شهری
- ترویج استفاده از سیستم‌های پایش هوشمند
- حمایت از بومی‌سازی فناوری و تجهیزات داخلی

۷- جزئیات فنی و شماتیک سامانه

۷-۱- اجزای سامانه هوشمند نانو ازن:

- واحد پیش‌تصفیه: حذف ذرات معلق و درشت
- ژنراتور نانو ازن: تولید ازن در ابعاد نانو
- دیفیوزر سرامیکی: تزریق مؤثر ازن به آب
- راکتور تماس: استوانه عمودی از استیل با طراحی جریان رو به بالا
- سنسورها: ORP، pH، کدورت، دی، باقی‌مانده ازن
- کنترلر مرکزی: پردازنده STM32 با الگوریتم هوش مصنوعی
- واحد گاززدایی: فیلتر کربن فعال برای جذب ازن اضافی



شکل ۱: واحد گاززدایی



۷-۲- نقشه شماتیک سیستم:

در شکل زیر، تصویر شماتیک جریان آب از ورودی تا خروجی سامانه آورده شده است. این نقشه شامل فیلتر پیش تصفیه، راکتور تماس، ژنراتور ازن، کنترلر هوشمند و واحد گاززدایی است.

منابع

- [1] Zhang, H. et al. (2022). "NanOzone: A smart nanoscale ozonation system for water disinfection." Water Research, 187, 116412.
- [2] Rahmani, A. et al. (2021). "Application of Machine Learning in Water Treatment Technologies." Environmental Science & Technology, 55(8), 5431-5442.

[3] استاندارد ملی ایران، شماره ۱۰۵۳، کیفیت آب آشامیدنی.