



## شناخت خصوصیات منبع آلاینده آب زیرزمینی با استفاده از ماشین‌های بردار پشتیبان احتمالاتی

سید ناصر باشی ازغدی<sup>۱</sup>، رضا کراچیان<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-آب، دانشگاه تهران

۲- دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران

kerachian@ut.ac.ir  
s.naserbashi@yahoo.com

### خلاصه

در این مقاله با توجه به اهمیت در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های موجود در مسأله پایش نشت آلودگی، یک مدل غیرقطعی برای تشخیص خصوصیات منبع آلاینده آب زیرزمینی ارائه شده است. الگوریتم پیشنهادی شامل یک مدل بهینه‌سازی چندهدفه است که با مدل‌های شبیه‌سازی خودکار کمی و کیفی آبخوان پیوند یافته است. تحلیل داده‌های حاصل از سیستم پایش برای شناخت خصوصیات منبع آلاینده با استفاده از مدل شبیه‌سازی ماشین‌های بردار پشتیبان احتمالاتی صورت می‌گیرد. روش پیشنهادی با استفاده از اطلاعات آبخوان تهران در منطقه پالایشگاه تهران ارزیابی شده است که نتایج نشان‌دهنده کارایی مناسب این روش در شناخت خصوصیات منبع آلاینده است.

**کلمات کلیدی:** شناخت خصوصیات منبع آلاینده، ماشین‌های بردار پشتیبان احتمالاتی، پایش کیفی آب زیرزمینی، پالایشگاه تهران

### ۱. مقدمه

آب زیرزمینی یکی از اصلی‌ترین منابع آب برای کاربردهای کشاورزی، صنعتی و خانگی است. بنابر این لازم است تا جهت اطمینان از قابل قبول بودن سطح کیفیت منابع آب زیرزمینی، آنها را از منابع آلودگی مانند صنایع، پالایشگاه‌ها، آفت‌کشهای کشاورزی و محل‌های دفن زباله حفظ کرد. مطالعات قبلی صورت گرفته در زمینه شناسایی منبع آلاینده در آب زیرزمینی بیشتر به دو موضوع زیر توجه کرده‌اند: (۱) کاربرد مشخصات آماری مربوط به زمین منطقه مورد نظر در طراحی شبکه‌های پایش برای شناسایی مشخصات محل آلودگی و (۲) استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی و شبیه‌سازی عددی در مکانیابی محل نقاط پایش برای شناسایی هاله آلودگی در مناطق دارای آلودگی خطرناک. از مهمترین این مطالعات صورت گرفته می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: (Gorelick et al. (1983)، (Loaiciga et al. (1992)، (Hudak (1997)، (Angulo et al. (1999)، (Atmadja and Bagtzoglou (2001)، (Datta and Chakrabarty (2003)، (Singh and Datta (2007)، (Datta et al. (2008) و (Solouki et al. (2009). سلوکی در سال ۱۳۸۸ و در قالب پایان‌نامه خود یک مدل غیرقطعی برای بهینه‌سازی پایش نشت از یک منبع آلودگی آب زیرزمینی را ارائه کرد. سلوکی و همکاران نیز در سال ۱۳۸۸ و در ادامه کارهای قبلی صورت گرفته، نشان دادند که دقت شبکه بیزی برای تشخیص امید ریاضی میزان نشت از منبع آلاینده مناسب است. باشی و کراچیان در سال ۱۳۸۸ مدل‌های قبلی را توسعه داده و نشان دادند که نمونه‌برداری متوالی از منابع آب زیرزمینی تأثیر بسزایی بر تحلیل احتمالاتی داده‌های حاصل از شبکه‌های پایش دارد.

همچنین در سال‌های اخیر مطالعاتی در زمینه کاربرد مدل‌های شبیه‌سازی احتمالاتی در پایش منابع آب زیرزمینی صورت گرفته است. به عنوان مثال، (Asefa et al. (2005) برای نخستین بار ماشین‌های بردار پشتیبان (SVM) را به عنوان جایگزینی برای شبیه‌سازی‌های مونت کارلو و شبیه‌سازی‌های مکرر عددی آبخوان، در طراحی سیستم پایش مخصوص تشخیص نشت معرفی کردند. بر اساس الگوریتم پیشنهادی در این مقاله، یک SVM بر اساس نتایج شبیه‌سازی عددی محدودی آموزش یافته و با یک مدل بهینه‌سازی تلفیق می‌گردد. مدل بهینه‌سازی به جای استفاده از مدل شبیه‌سازی عددی، از SVM استفاده می‌کند که باعث کاهش زمان محاسبات مربوط به تعیین احتمال تشخیص نشت می‌شود. به بیان دیگر، زمان انجام محاسبات طراحی سیستم پایش کاهش داده شده است.