

## پهنه بندی خطر ناپایداری تونل خط ۲ قطار شهری شیراز با استفاده از مثلث سلسله مراتبی فولر

علی ارومیه ای<sup>۱</sup>، سمانه خادمی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>استاد گروه زمین شناسی مهندسی دانشگاه تربیت مدرس / uromeia@modares.ac.ir

<sup>۲</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی دانشگاه تربیت مدرس / sam.khademi@modares.ac.ir

### چکیده

با توجه به این که شهر شیراز از کلان شهرهای ایران به شمار می آید، احداث مترو به منظور گسترش شبکه ی حمل و نقل امری حیاتی است.

ضرورت دارد جهت ارزیابی شرایط پایداری تونل در مسیر مترو، مطالعات زمین شناسی مهندسی در طول مسیر تونل انجام گیرد. نکته مهم در حفر تونل، ارزیابی پایداری در زمان اجرا و بهره برداری است.

در این مقاله توزیع ناپایداری تونل خط ۲ متروی شیراز مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. در این راستا پس از شناخت شرایط زمین شناسی منطقه به وسیله آزمایش ها و مطالعات صحرایی، عوامل موثر در ناپایداری تونل تعیین گردید. این عوامل به ترتیب شامل عدد

آزمایش نفوذ استاندارد<sup>۱</sup>، روبره، شاخص خمیری<sup>۲</sup>، درصد رطوبت و وزن واحد حجم می شوند. سپس با استفاده از روش تحلیل سلسله

مراتبی فولر به این عوامل وزن دهی شد، وزن دهی با توجه به میزان اهمیت هر کدام از عوامل صورت می گیرد. در ادامه وزن های محاسبه شده به لایه های تهیه شده در نرم افزار مورد نظر<sup>۳</sup> اعمال شده و نقشه

پهنه بندی نهایی تهیه گردید. مثلث فولر یکی از مدل های وزن دهی به شاخص ها و نمونه ای از روش های تحلیل سلسله مراتبی می باشد. این روش بر مبنای جدول

فولر که برای مقایسات به کار می رود، استوار است. بدین ترتیب که ابتدا جدولی تهیه می گردد که معیارها در سطرها و ستون های آن قرار گرفته و دو به دو با یکدیگر مقایسه می شوند.

### واژه های کلیدی

خط ۲ مترو شیراز، مثلث سلسله مراتبی فولر، پهنه بندی خطر ناپایداری، سامانه اطلاعات جغرافیایی

### ۱-مقدمه

با گسترش شهرها و افزایش جمعیت استفاده از فضاهای زیرزمینی برای توسعه خدمات شهری و زیربنایی افزایش یافته است. نمونه ای از استفاده بهینه از فضاهای زیرزمینی احداث خطوط قطارهای زیرزمینی شهری یا مترو و تأسیسات وابسته به آن است.

با حفر تونل تعادل تنش های موجود در زمین بر هم خورده و به دنبال آن شرایط ناپایداری فضای ایجاد شده فراهم می شود، در نتیجه مهم ترین مسئله در احداث مترو، ارزیابی پایداری تونل می باشد [۱].

طول خط ۲ مترو شیراز حدود ۱۳۷۹۶ متر خواهد بود و از میانورد در جنوب شهر آغاز شده و به سعديه منتهی می گردد. ایستگاه میدان امام حسین، ایستگاه مشترک بین دو خط ۱ و ۲ خواهد بود [۲].

روش های متعددی برای ارزیابی پایداری فضاهای زیرزمینی وجود دارد که یکی از آنها، روش تحلیل سلسله مراتبی است. روش های متعددی برای وزن دهی به معیارها وجود دارد. یکی از این روش ها با الگوی فولر انجام می شود [۳].

هنگامی که عمل تصمیم گیری با چند معیار و چند گزینه رو به روست، مورد استفاده قرار می گیرد، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ترکیب معیارهای کیفی همراه با معیارهای کمی را به طور همزمان امکان پذیر می سازد. اساس این روش بر مقایسه های زوجی گزینه ها و معیارهای تصمیم گیری است، برای چنین مقایسه ای نیاز به جمع آوری اطلاعات از تصمیم گیرندگان است. مبنای مقایسه بر اساس ارجحیت گزینه ها توسط کاربر انتخاب می شود [۴]. لایه های اطلاعاتی در نهایت منجر به تهیه نقشه پهنه بندی مسیر خواهد شد.

استفاده از مثلث سلسله مراتبی فولر برای نخستین بار توسط فردی به نام فولر ارائه شد، در مثلث فولر بین معیارها، مقایسه با طرح مثلثی انجام می شود [۵]. این روش در علوم مختلفی همچون منابع طبیعی، عمران و غیره کاربرد دارد.

پاولیک<sup>۴</sup> در سال ۲۰۰۶ پهنه بندی ژئوتکنیکی را یک فرآیند پیچیده دانسته که با تخمین و ارزیابی اولیه از همسانی خصوصیات زمین شناسی و مهندسی حاصله از بررسی ها و اکتشافات مقدماتی طرح شروع شده و همزمان با جمع آوری اطلاعات در طول مطالعات بعدی، حتی تا مرحله ی ساخت و بهره برداری سازه نیز پیش رفته و بازنگری و اصلاح می شود [۶].

در سال ۲۰۰۹ بهینه سازی محل تصفیه خانه فاضلاب با آنالیز چند متغیره و سیستم اطلاعات جغرافیایی در ماهاولی سریلانکا انجام شد. در این تحقیق، راتناپریا و دسیلوپس<sup>۵</sup> از مهیاسازی لایه های اطلاعاتی، از هم پوشانی پولتن استفاده نمودند [۷]. در سال ۱۳۹۵

<sup>۱</sup>Standard Penetration Test (SPT)

<sup>۲</sup>Plasticity Index (PI)

<sup>۳</sup>GIS (ESRI, ver 10.3)

<sup>۴</sup>Pavlic

<sup>۵</sup>Ratanpriya and Silva