



## استفاده از روش تکاملی برنامه ریزی بیان ژن در برآورد میزان آبستگي پایه های پل در بستر های غیر چسبنده براساس داده های آزمایشگاهی و میدانی

کیومرث روشنگر<sup>۱</sup>، شبنم میرحیدریان<sup>۲</sup>

۱- استادیار دانشکده عمران، گروه آب، دانشگاه تبریز

۲- کارشناس ارشد مهندسی آب، دانشگاه تبریز

Email: Shabnam\_shm15@yahoo.com

### چکیده

همه ساله پل های زیادی بدلیل آبستگي پایه های آن در اثر جریان آب در رودخانه ها تخریب می شوند، بنابراین پیش بینی عمق آبستگي پایه های پل برای طراحی ایمن و اقتصادی پل ضروری است. تاکنون، تحقیقات آزمایشگاهی و صحرایی در زمینه آبستگي اطراف پایه های پل، منجر به ارائه روابط متعدد برای برآورد حداکثر عمق آبستگي شده است. در این تحقیق، روش برنامه ریزی بیان ژن (GEP) برای تخمین میزان آبستگي پایه های پل بستر با خاک غیر چسبنده مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج حاصل از شبیه سازی نشان داد که برنامه ریزی بیان ژن (GEP) در تخمین عمق آبستگي پایه های پل برای خاک های غیر چسبنده، در مقایسه با معادلات غیر خطی موجود عملکرد موثر و کارایی بهتری دارد. همچنین از بین معادلات موجود معادله CSU برای خاک های غیر چسبنده منجر به نتایج بهتری شده است. براساس آنالیز حساسیت سرعت جریان بیشترین تأثیر را بر میزان عمق آبستگي برای داده های آزمایشگاهی در حالت با بعد دارد، اما برای داده های میدانی عمق جریان موثر تر است.

**کلمات کلیدی:** آبستگي موضعی، برنامه ریزی بیان ژن، پایه پل، خاک های غیر چسبنده، داده های میدانی

### ۱. مقدمه

پل ها به عنوان کلید راههای ارتباطی از جمله مهمترین سازه های رودخانه ای هستند. هر ساله با وقوع سیلاب در هر رودخانه تعداد زیادی از این پل ها، درست زمانی که بیشترین نیاز به آنها وجود دارد تخریب می گردند. یکی از مهم ترین و مؤثرترین عوامل این تخریب ها آبستگي اطراف پایه های پل می باشد. به فرسایش بستر و کناره آبراهه در اثر عبور جریان آب، فرسایش بستر در پایین دست سازه های هیدرولیکی به علت شدت جریان زیاد و یا به فرسایش بستر در اثر بوجود آمدن جریانهای متلاطم موضعی، آبستگي گویند. همچنین عمق ناشی از فرسایش بستر نسبت به بستر اولیه را عمق آبستگي می نامند. تعیین دقیق عمق آبستگي پایه ها، برای طراحی ایمن و اقتصادی پایه های پل ضروری است. زیرا تخمین کم عمق آبستگي ممکن است منجر به تخریب پل و تخمین زیاد منجر به هزینه های اضافی گردد.

طی سال های اخیر مطالعات متنوعی در زمینه تخمین عمق آبستگي پایه های پل انجام گرفته است. از جمله شن در مطالعات خود به این نتیجه رسید که نسبت عمق آبستگي به عرض پایه با عدد فرود پایه ارتباط دارد [1]. کوتیاری و همکاران مطالعه ای بر روی تغییرات زمانی عمق آبستگي حول پایه های دایره ای در جریان آب زلال در شرایط جریان دائمی و غیر دائمی انجام داده و رابطه ای برای تخمین حداکثر عمق آبستگي موضعی ارائه کردند [2].

امروزه استفاده از سیستم های کامپیوتری در محاسبات پیچیده، گسترش بسیاری یافته است. از جمله این سیستم های کامپیوتری، الگوریتم تکاملی است. الگوریتم های تکاملی، روش هایی بر مبنای جستجوی تصادفی اند که از مدل سازی بیولوژیکی طبیعی الگو برداری شده اند. آنها بر روی پاسخ های ممکن کار می کنند که از ویژگی برتری برخوردارند و بقای نسل بیشتری دارند، لذا تخمین نزدیک تری از پاسخ بهینه بدست می دهند.

<sup>۱</sup> استادیار دانشگاه

<sup>۲</sup> کارشناس ارشد