

## تأثیر لایه ژئوتکستایل در کاهش آب‌شستگی موضعی پایه استوانه‌ای پل

علی نوری امام‌زاده‌یی<sup>۱\*</sup>، منوچهر حیدرپور<sup>۲</sup>، محمدرضا نوری امام‌زاده‌یی<sup>۳</sup> و بهزاد قربانی<sup>۳</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۷/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۲۰)

### چکیده

جریان‌های سیلابی با ایجاد آب‌شستگی موضعی در کناره‌های پایه پل‌ها، از عوامل تهدیدکننده پایداری پل محسوب می‌شوند. یکی از روش‌های کاهش آب‌شستگی موضعی تقویت بستر در مقابل تنش‌های وارده است. از جمله روش‌هایی که به‌صورت مستقیم در کاهش و کنترل آب‌شستگی موضعی پایه‌های پل می‌تواند مناسب واقع شود، به‌کار بردن ژئوتکستایل در اطراف پایه پل می‌باشد. در تحقیق حاضر، تأثیر لایه ژئوتکستایل در کاهش آب‌شستگی موضعی تک پایه استوانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت و بهترین الگوی پوشش برای بیشترین تأثیر به‌دست آمد، به‌طوری که لایه‌هایی با اشکال دایروی و بیضی به‌صورت نسبی از قطر پایه در اطراف پایه قرار گرفت و عملکرد هر کدام با حالت پایه بدون محافظ مقایسه گردید. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که با نصب لایه ژئوتکستایل با پوشش بیضوی در کنار پایه عمق نهایی آب‌شستگی به ۱/۲۵D می‌رسد. همچنین در مقایسه ژئوتکستایل و طوقه به ابعاد ۲D، کارکرد ژئوتکستایل در تأخیر فرایند آب‌شستگی حدود ۴۰ برابر بیشتر از کارایی طوقه است ولی طوقه عمق نهایی آب‌شستگی را بیشتر کاهش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: آب‌شستگی موضعی، گرداب برخاستگی، پایه پل، ژئوتکستایل، قطر پایه

۱. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان  
۲. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان  
۳. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد  
\*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: a\_noori110@yahoo.com

## مقدمه

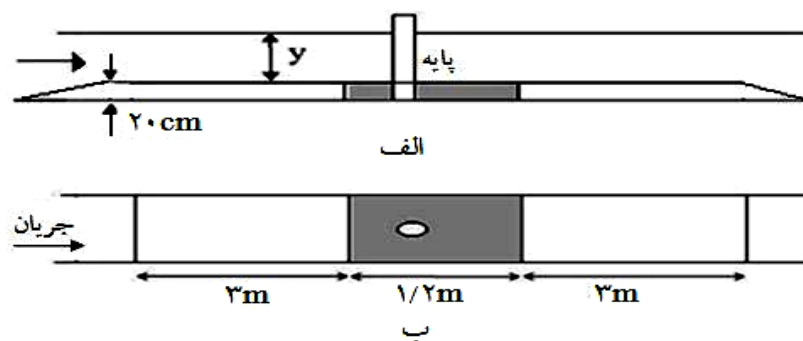
توزیع زمانی آب‌شستگی در کنار پایه محافظت شده توسط طوقه‌ای به قطر ۲D و ۳D، روند تغییرات عمق نسبت به زمان را برای دو قطر پایه ۱۱۵ و ۷۳ میلی‌متر به دست آورد (۱). براساس نتایج او طوقه مذکور در کنار پایه ۱۱۵ میلی‌متری باعث کاهش عمق نهایی آب‌شستگی تا ۲۵ درصد، و در کنار پایه ۷۳ میلی‌متری باعث کاهش ۲۰ درصدی آن شده است. وی همچنین مشاهده نمود که زمان رسیدن به تعادل در پایه محافظت شده به مراتب بیشتر از زمان تعادل در پایه بدون طوقه است.

ژئوتکتستایل‌ها که از الیاف پلی‌پروپیلن و پلی‌استر تولید می‌شوند گروه بزرگی از محصولات ژئوسنتتیک را تشکیل داده و و از نظر ساختار تجاری در دو دسته بافته شده و نبافته در بازار موجودند. اولین تحقیقات آزمایشگاهی بر روی ژئوتکتستایل برای حفاظت از سواحل توسط ری، و ژاکوب انجام شد که به دلیل کوچک بودن مدل‌ها جامعیت کافی را نداشت (۸). هری و همکاران (۶) ماسه خشک را با لایه‌های مختلف ژئوتکتستایل مسلح نمودند و دریافتند که با استفاده از ۳ لایه ژئوتکتستایل، استحکام نهایی و کشش محوری نمونه افزایش، و میزان آماس و اتساع آن کاهش می‌یابد. نورزاد و میرمرادی (۱۳)، با مسلح‌سازی نمونه رسی با لایه‌های ژئوتکتستایل، دریافتند که با افزایش تعداد لایه‌ها، زاویه اصطکاک داخلی نمونه افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه مطالعات زیادی برای استفاده از ژئوتکتستایل در کاربردهائی همچون تقویت و مسلح‌سازی دیواره‌های حایل، زهکشی در کانال‌های انتقال آب و سدها، و... انجام شده است، به نظر می‌رسد این ماده بتواند به منظور تقویت بستر رودخانه در مجاورت پایه پل‌ها و کنترل آب‌شستگی اطراف آنها استفاده گردد و کارکردی شبیه سنگچین و طوقه را به‌طور همزمان ایفا نماید. بر این اساس، این تحقیق با هدف تعیین کارائی پوشش ژئوتکتستایل در کنترل آب‌شستگی پایه پل‌ها برای به حداقل رساندن پدیده آب‌شستگی انجام شده است.

در مطالعه بررسی علل تخریب بسیاری از پل‌ها، آب‌شستگی ناشی از وقوع جریان‌های سیلابی به‌عنوان اصلی‌ترین علت شکست شناخته شده است. آب‌شستگی پدیده‌ای طبیعی است که در نتیجه فرسایش بستر و کناره‌های رودخانه‌های آبرفتی توسط جریان آب رخ می‌دهد. با برخورد جریان به پایه‌های پل حفره‌هایی در اطراف پایه تشکیل و سامانه‌های گردابی پیچیده‌ای به وجود می‌آید که عملکرد آنها باعث حفرگودالی در اطراف پایه‌ها شده که حفره آب‌شستگی نامیده می‌شود. الگوی جریانی که در اطراف پایه پل شکل می‌گیرد به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم با یکی از دو عامل برخورد جریان به پایه و جداشدن جریان از پایه در ارتباط می‌باشد، به‌طوری که برخورد جریان به پایه، گرداب نعل اسبی را شکل داده و جدایی جریان از پایه باعث به وجود آمدن گرداب‌هایی که به گرداب‌های برخاستگی موسومند، می‌شود.

برای جلوگیری و کاهش آب‌شستگی در پایه پل‌ها دو روش اساسی، ارائه شده است. روش مستقیم که در آن مقاومت بستر در مقابل تنش‌های وارده افزایش می‌یابد و دیگری روش غیرمستقیم که در آن با تغییر الگوی جریان در اطراف پایه از تأثیر نیروهای مخرب کاسته می‌شود (۷). از جمله روش‌های مستقیم کاهش و کنترل آب‌شستگی موضعی پایه‌های پل مستحکم نمودن پایه از طریق سنگ‌چین کردن کنار پایه است. از جمله تحقیقاتی که در کاربرد سنگچین برای کنترل آب‌شستگی پایه پل انجام شده است می‌توان به مطالعات گیلز، بوناسونداس، نیل و پوزی در مورد الگوی پوشش سنگچین دور پایه اشاره نمود (۱۱).

از روش‌های غیرمستقیم در کاهش آب‌شستگی نیز می‌توان به قراردادن طوق در اطراف پایه اشاره کرد. مطالعات توماس، تاناکا و یانو، نیل و اتما نشان می‌دهد که قرار دادن یک طوق در اطراف پایه پل می‌تواند عمق آب‌شستگی را کاهش دهد (۴ و ۹). زراتی و همکاران (۱۵) نشان دادند با افزایش قطر طوقه راندمان آن در کاهش آب‌شستگی افزایش می‌یابد. البی با بررسی



شکل ۱. الف) پروفیل طولی و ب) پلان محل نصب سکوها و منطقه مورد آزمایش

پایه بر قطر متوسط ذرات بستر ۲۵-۲۰ باشد (۲). شرط یکنواخت بودن اندازه ذرات این است که انحراف استاندارد هندسی ذرات ( $\sigma_g$ ) کمتر از ۱/۳ باشد (۱۲). بر این اساس، در این تحقیق از یک نوع ماسه ریخته‌گری شسته شده گردگوشه با چگالی نسبی ۲/۶۵ استفاده شد. قطر متوسط اندازه ذرات ماسه انتخاب شده برابر ۰/۸۱ با انحراف معیار ۱/۱۵ بود که با استفاده از دیاگرام اصلاح شده شیلدز سرعت برشی آستانه حرکت ذرات ( $u_*^*$ )، ۰/۱۹ تخمین زده شد. کلیه آزمایش‌های این طرح با شیب طولی کانال معادل صفر درجه و با دبی ۵۵lit/Sec انجام شد. براساس نظر رودکیوی مبنی بر این که نسبت عرض کانال به قطر پایه نباید از ۶/۲۵ کمتر باشد در این آزمایش‌ها از مدل پایه استوانه‌ای از جنس پلاستیک تفلون با قطر پایه ثابت ۵cm استفاده شد (۱۴).

به منظور تعیین شرایط هیدرولیکی جریان، قبل از نصب پایه و شروع آزمایشات آب‌شستگی، با انجام آزمایش‌های متعدد (بدون حضور پایه) مشاهده شد که عمق آستانه حرکت ذرات برابر ۲۷cm است لذا با توجه به معیار رودکیوی برای حادث شدن ماکزیمم عمق آب‌شستگی ( $u/u_* = 0/95$ ) عمق جریان برابر ۲۹cm انتخاب گردید (۱۴) (جدول ۱). براساس معیار کومار و همکاران زمان تعادل مدت زمانی است که در طی سه ساعت متوالی تغییرات عمق آب‌شستگی کمتر از یک میلی‌متر باشد، برای رسیدن به این معیار، آزمایش‌ها تا ۵۶ ساعت ادامه یافت (۱۰).

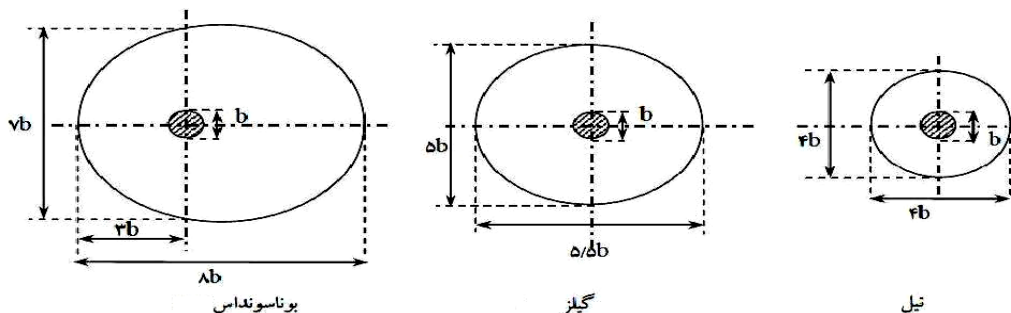
### مواد و روش‌ها

آزمایش‌های این تحقیق در فلوم آزمایشگاهی دارای مقطع مربع مستطیل به ابعاد ۶۰ در ۶۰ سانتی‌متر و طول ۲۰ متر انجام شد. کف فلوم فلزی و دیواره‌های آن از جنس فایبرگلاس و شفاف می‌باشد. آب ذخیره شده در مخزن آزمایشگاه توسط یک پمپ سانتریفوژ وارد کانال شده و مجدداً به مخزن بر می‌گردد و به این ترتیب جریان آب در حین آزمایش، سیکل بسته‌ای را طی می‌نماید. از عمق سنج مجهز به کولیس برای سنجش عمق جریان و برای سنجش سرعت از دستگاه سرعت سنج سه‌بعدی (ADV) استفاده شد. برای برداشت پروفیل‌های سرعت در هر موقعیت بسته به عمق آب بین ۱۵ تا ۲۵ پروفیل توری برداشت گردید که فاصله نقاط برداشت در نزدیکی بستر کمتر باشد، چرا که تغییرات سرعت در این ناحیه بیشتر است. نرخ نمونه برداری توسط دستگاه ۲۰۰ هرتز و زمان اندازه‌گیری برای برداشت هر پروفیل ۲ دقیقه در نظر گرفته شد یعنی برای هر نقطه ۲۴۰۰۰ داده سرعت ثبت شد. منطقه آزمایش به طول ۱/۲ متر از مصالح بستر با ضخامت ۲۰ سانتی‌متر پر شد. سکوها تحتانی به طول ۳ متر با اندازه کافی بزرگ است که جریان در منطقه آزمایش، توسعه یافته محسوب گردد (شکل ۱).

ماسه دانه‌بندی شده مواد بستر به گونه‌ای انتخاب شد که در بستر منطقه آزمایش ریپل تشکیل نشود لذا قطر متوسط رسوبات می‌بایست از ۰/۷ میلی‌متر بزرگ‌تر باشد. همچنین، برای حذف اثر اندازه رسوبات روی عمق آب‌شستگی بایستی نسبت قطر

جدول ۱. شرایط هیدرولیکی جریان در آزمایش

Fr	$u/u_c$	$u^*_c$ (m/s)	$u_c$ (m/s)	y/d	y(m)	d/D <sub>۵۰</sub>	D <sub>۵۰</sub> (mm)	d(mm)
۰/۱۸۷	۰/۹۳	۰/۰۱۹۵	۰/۳۴۰	۵/۸	۰/۲۹	۶۱/۷	۰/۸۱	۵۰



شکل ۲. الگوهای اولیه برای اندازه پوشش ژئوتکستایل

جدول ۲. مشخصات فیزیکی و مکانیکی صفحات ژئوتکستایل

مشخصه	واحد	روش آزمایش	کمیت
جرم در واحد سطح	g/m	DIN EN ۲۹۰۷۳/۱	۴۰۰
ضخامت	mm	DIN EN ۲۹۰۷۳/۲	۴
حداکثر کشش طولی و عرضی	KN	DIN EN ۲۹۰۷۳/۳	۲۶
مقاومت سوراخ (CBR)	KN/m	DIN EN ISO ۱۲۲۳۶	۴/۱
نفوذپذیری آب در جهت عمودی	$m/sec \ 10^{-3}$	DIN EN ISO ۱۱۰۵۸	۲/۴
نیروی قابل انبساط و کشش طولی و عرضی	N	ASTM D ۴۶۳۲	۱۳۸۰
استحکام پارگی دوزنقه در طول و عرض	N	ASTM D ۴۵۳۳	۵۱۰
شاخص فشردن و مقاومت	N	ASTM D ۴۸۳۳	۷۲۰

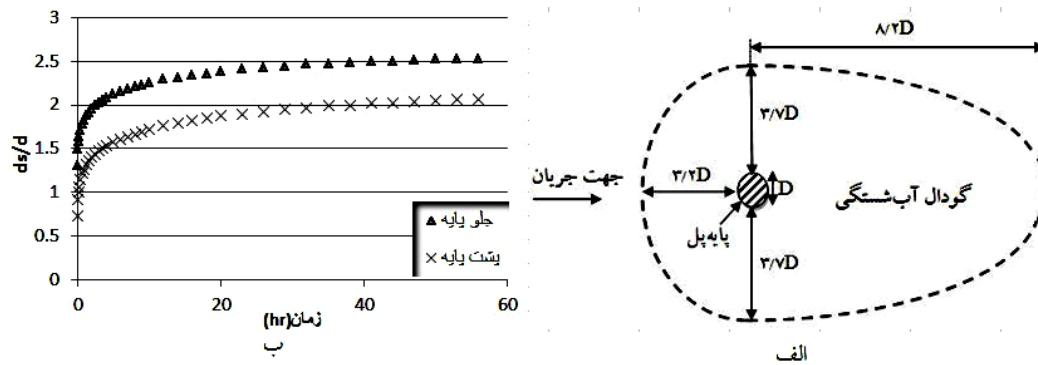
به آزامی در فلوم برقرار شد. مشاهده گردید که با ایجاد گرداب نعل اسبی، مصالح جلو پایه شسته شده و در دو طرف آن پشته‌ای تشکیل می‌دهد که به تدریج به سمت پایین دست حرکت می‌کند. با رسیدن پشته‌ها به انتهای پایه، گرداب‌های برخاستگی سرعت می‌یابد که باعث عمیق‌تر شدن حفره آب‌شستگی و در نتیجه ریزش دیواره‌های آن می‌شود. همچنان که در نمودار توسعه زمانی مشاهده می‌گردد، سرعت آب‌شستگی در ابتدای آزمایش زیاد بوده و به تدریج کم می‌شود و ابعاد گودال آب‌شستگی تثبیت می‌گردد (شکل ۳).

نمودار توسعه زمانی نشان می‌دهد که تغییر در عمق آب‌شستگی بعد از ۸ ساعت بسیار کم بوده و بیش از ۷۵ درصد آب‌شستگی در ۸ ساعت اول رخ می‌دهد که با نتایج آزمایش

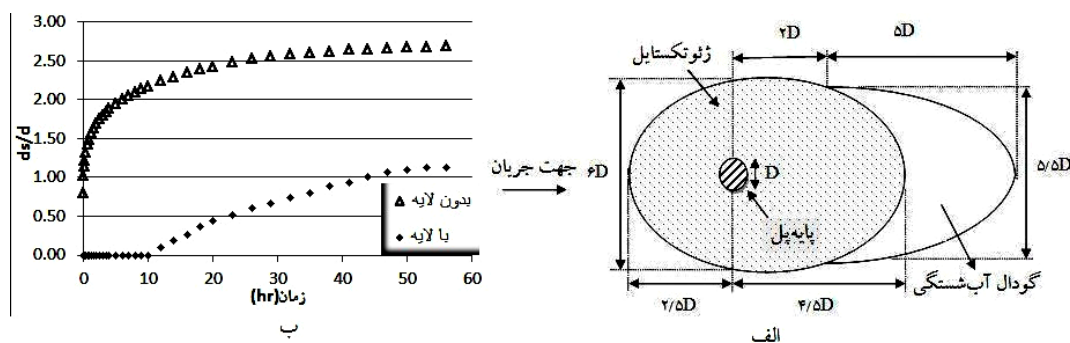
هندسه صفحات ژئوتکستایل در آزمایش‌های این تحقیق شامل کاربرد صفحات بیضوی شکل، در اندازه‌های متفاوت به صورت نسبی از قطر پایه بود و به همراه تیمار شاهد (بدون پوشش)، برای تعیین کارایی پوشش بکار رفت. اندازه این صفحات براساس مطالعات انجام شده بر روی سنگ‌چین و الگوهای پیشنهادی آن مورد آزمایش قرار گرفت (شکل ۲) (۱۱). در این آزمایش‌ها از صفحه‌های ژئوتکستایل با مشخصات فیزیکی و مکانیکی مذکور استفاده شد (جدول ۲).

## نتایج و بحث

در آزمایش شاهد (بدون لایه ژئوتکستایل)، مدل پایه بدون نصب لایه در مسیر جریان قرار گرفته و دبی و عمق مورد نظر



شکل ۳. الف) ابعاد گودال نهایی تشکیل شده و ب) توسعه زمانی آب شستگی، بدون لایه ژئوتکستایل



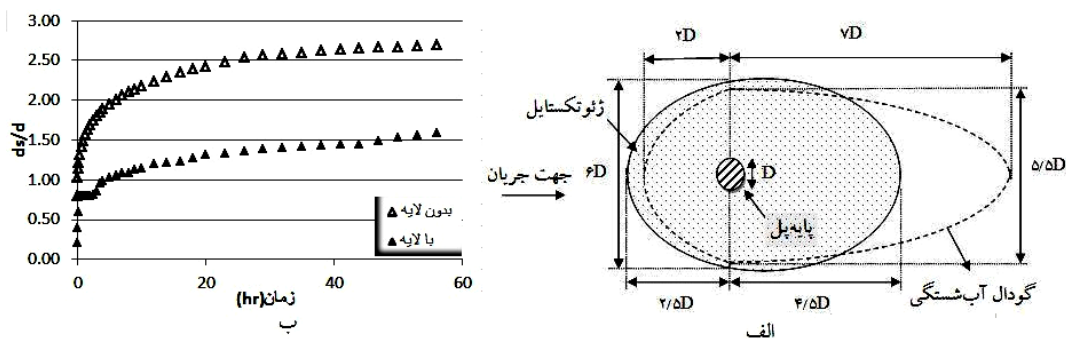
شکل ۴. الف) ابعاد لایه و گودال حفر شده و ب) توسعه زمانی آب شستگی در الگوی پیشنهادی بوناسونداس در ناحیه گودال

پشت پایه به علت وجود گرداب برخاستگی بعد از ۶ ساعت کل محدوده پوشیده شده توسط ژئوتکستایل از زیر لایه خاک روی آن خارج گردید. پس از ۱۰/۵ ساعت در منتهی‌الیه پایین‌دست لایه، آب شستگی با سرعت بسیار کندی آغاز شد که به سمت پایین‌دست دارای توسعه طولی، عرضی و عمقی بود و در محل تماس لایه با خاک در جوانب، به سمت بالادست پیشروی می‌کرد. سرعت پیشروی آبشویی به حدی کند بود که پس از گذشت ۵۶ ساعت عمق گودال در عمیق‌ترین نقطه به  $1/25D$  رسید و مقدار آب شستگی در محدوده‌ای که لایه روی سطح قرار گرفته است برابر صفر می‌باشد (شکل ۴)

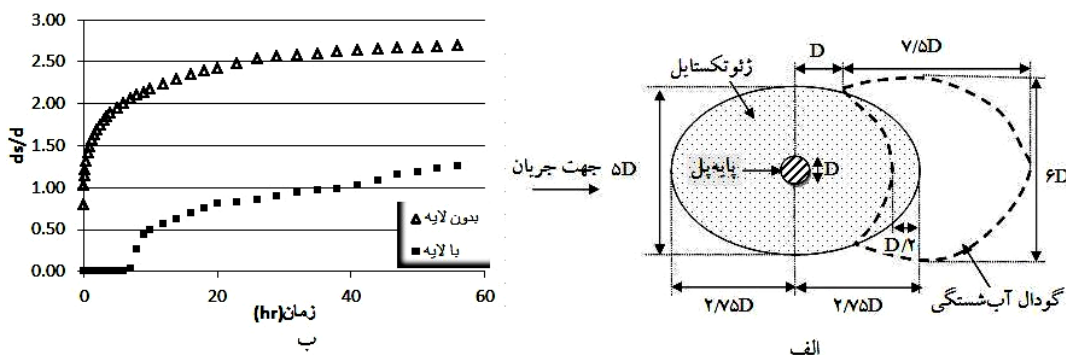
به‌منظور تعیین تأثیر عمق کارگذاری لایه ژئوتکستایل، لایه‌ای به همین اندازه (الگوی بوناسونداس) در عمق  $0/8D$  از سطح خاک قرار داده شد و مشاهده گردید که آب شستگی تا

قربانی و کلز (۵) مبنی بر این‌که بیش از ۷۰٪ آب شستگی در ۷ ساعت اولیه آزمایش اتفاق می‌افتد مشابهت خوبی دارد (۵). همچنین ماکزیمم عمق آب شستگی در جلو پایه به میزان  $11/9\text{cm}$  بود که تقریباً برابر  $2/4$  قطر پایه است (۳). در این مطالعه چون هدف تعیین کارایی ژئوتکستایل در کاهش عمق آب شستگی است، آزمایش‌ها تا انتهای زمان تعادل (۵۶ ساعت) ادامه یافت.

به‌عنوان تیمار اول لایه ژئوتکستایلی به اندازه ارائه شده توسط بوناسونداس برای پوشش سنگچین (شکل ۲)، اطراف پایه روی سطح خاک به گونه‌ای قرار گرفت که  $2\text{mm}$  خاک روی سطح آن را می‌پوشاند. با برقراری دبی و عمق مورد نظر مشاهده شد که به علت گرداب نعل اسبی در همان دقیقه اول  $2\text{mm}$  خاک روی لایه، در جلو و جوانب پایه شسته شده و سطح ژئوتکستایل مشخص گردید. این در حالی است که در



شکل ۵. الف) ابعاد گودال حفر شده و ب) توسعه زمانی آبشستگی در الگوی پیشنهادی بوناسونداس در ناحیه گودال



شکل ۶. الف) ابعاد لایه و گودال حفر شده و ب) توسعه زمانی آبشستگی در الگوی پیشنهادی گیلز در ناحیه گودال

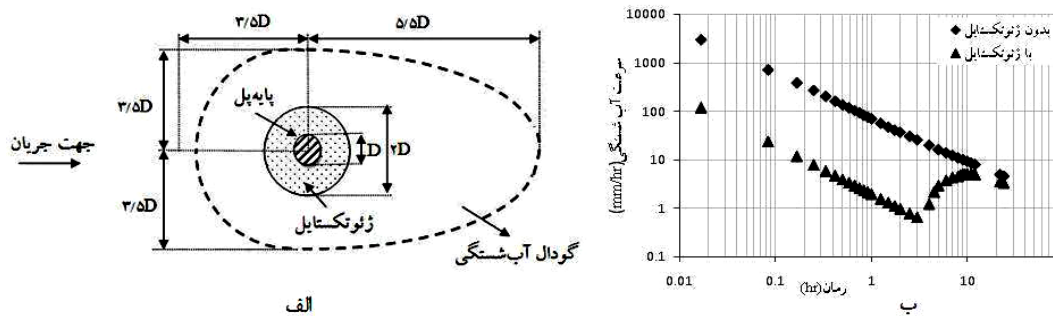
که از همه لحاظ از حالت پوشش بیضوی (بوناسونداس) بزرگ‌تر بود و عمق آن در عمیق‌ترین نقطه به  $1/6D$  می‌رسید (شکل ۶).

فرآیند آزمایش برای الگوی گیلز وقتی لایه در عمق  $0/8D$  قرار می‌گیرد شبیه آزمایش با الگوی بوناسونداس می‌باشد با این تفاوت که در این حالت طول گودال ایجاد شده حدود  $1/2D$  و عرض آن حدود  $0/8D$  افزایش نشان می‌داد.

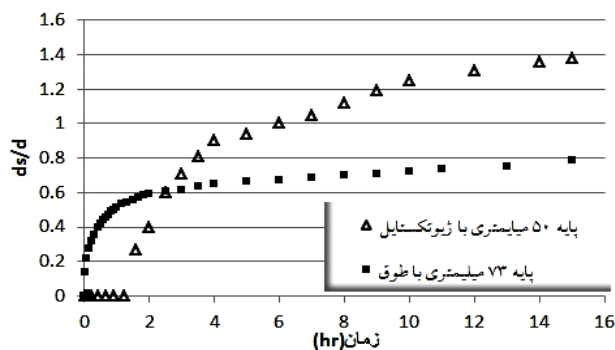
با قراردادن لایه دایره‌ای با الگوی نیل با همان شرایط قبل نیز مشاهده شد که پس از ۱ ساعت در جوانب لایه، زیرشویی در حال انجام است که به سمت بالادست در حال گسترش می‌باشد به طوری که در بالادست بعد از ۴ ساعت زیرشویی تا پایه ادامه یافته و در حال حفر گودال می‌باشد این در حالی است که این فرآیند در جوانب، بعد از  $4/5$  ساعت، و در پشت پایه بعد از  $8/5$  ساعت شروع می‌شود. با توسعه عمقی گودال و

سطح لایه مانند حالتی که لایه وجود ندارد ادامه یافته و پس از آن فقط در پایین دست گسترش طولی و عرضی می‌یابد به طوری که در ۲ دقیقه اول در جلو و جوانب پایه به واسطه گرداب نعل اسبی عمق گودال تا سطح لایه پیشروی کرد در حالی که در پشت پایه این فرآیند به دلیل گرداب برخاستگی ۴۲ دقیقه به طول انجامید (شکل ۵).

برای درک تأثیر شکل لایه ژئوتکتایل، با توجه به الگوی پیشنهادی گیلز، شکل لایه از حالت بیضی به دایره متمایل شده و در روی سطح خاک قرار گرفت. با آغاز آزمایش مشاهده گردید که پس از ۲۵ دقیقه، از منتهی الیه پایین دست لایه، آب‌شستگی آغاز گردید. پس از  $8/5$  ساعت اولین نشانه‌ها از زیرشویی لایه پدیدار شد که به سمت بالادست در جهت طولی و به سمت پایه در جهت عرضی با سرعت بسیار کمی در حال پیشروی بود. در منتهی الیه پایین دست لایه گودالی تشکیل شد



شکل ۷. الف) ابعاد گودال حفر شده و ب) منحنی مقایسه‌ای سرعت آب‌شستگی در کاربرد لایه با الگوی نیل



شکل ۸. مقایسه نتایج آزمایش‌های آلبی (۱) بر روی طوقه، با نتایج آزمایش ژئوتکستایل به ابعاد ۲D

خالی شدن زیر لایه ژئوتکستایل، لبه‌های لایه به دلیل انعطاف پذیر بودن، به سمت پایین خم شده و از سرعت حفر گودال کاسته می‌شود (شکل ۷). به عبارتی تا زمانی که آب‌شستگی در زیر لایه به خود پایه نرسیده است (نقطه عطف منحنی)، ژئوتکستایل سرعت آب‌شستگی را کاهش می‌دهد ولی به محض رسیدن آب‌شستگی به خود پایه، سرعت آب‌شستگی افزایش یافته و به میزان سرعت در حالت بدون لایه، نزدیک می‌شود (شکل ۷ ب).

### نتیجه‌گیری

شدن زیر لایه ژئوتکستایل، لبه‌های لایه به دلیل انعطاف پذیر بودن، به سمت پایین خم شده و از سرعت حفر گودال کاسته می‌شود (شکل ۷). به عبارتی تا زمانی که آب‌شستگی در زیر لایه به خود پایه نرسیده است (نقطه عطف منحنی)، ژئوتکستایل سرعت آب‌شستگی را کاهش می‌دهد ولی به محض رسیدن آب‌شستگی به خود پایه، سرعت آب‌شستگی افزایش یافته و به میزان سرعت در حالت بدون لایه، نزدیک می‌شود (شکل ۷ ب).

نمودار مقایسه‌ای مشاهدات آزمایش‌های آلبی بر روی طوقه‌ای به ابعاد ۲ برابر قطر پایه، با نتایج آزمایش با لایه ژئوتکستایل با همین ابعاد (الگوی نیل در این تحقیق) نشان می‌دهد که تا زمانی که آب‌شستگی در زیر محافظ به خود پایه نرسیده است عملکرد ژئوتکستایل در کاهش عمق آب‌شستگی بهتر از طوقه می‌باشد ولی با رسیدن آب‌شستگی به زیر لایه به دلیل خم شدن لبه‌های ژئوتکستایل در اثر نیروی وزن سیال

به علت شدت گرداب‌های برخاستگی در پشت پایه الگوی دایره‌ای برای پوشش مناسب نمی‌باشد و لایه محافظ دایره‌ای، فقط آب‌شستگی را کاهش می‌دهد و به شروع فرآیند آن را به تأخیر می‌اندازد.

لایه ژئوتکستایل می‌تواند بهتر از سنگ‌چین در کاهش آب‌شستگی پایه پل عمل کند چرا که علاوه بر خواص سنگ‌چین، به علت کوچک بودن منافذ آن، تخریب غربالی

سرعت بیشتری نسبت به آزمایش مشابه با طوقه افزایش می‌یابد. لذا از لحاظ تأثیر بر عمق آب‌شستگی می‌توان عملکرد طوقه به قطر ۲D را بهتر از ژئوتکتایل با همین ابعاد دانست.

با به‌کار بردن ژئوتکتایل با پوشش بیضی‌شکل علاوه بر تأخیر فرآیند آبشویی، محل آب‌شستگی به پایین‌دست منتقل شده و عمق آب‌شستگی کاهش می‌یابد. به عبارتی لایه ژئوتکتایل بستر را در برابر جریان مقاوم می‌کند و آب‌شستگی را به پایین‌دست منتقل می‌نماید.

نداشته و لایه همواره ثابت باقی می‌ماند. لذا با پوشش سنگ‌چین و ژئوتکتایل مشابه، آب‌شستگی در مجاورت لایه ژئوتکتایل کمتر است.

در مقایسه ژئوتکتایل و طوقه به ابعاد ۲D، تا زمانی که آب‌شستگی در زیر لایه ژئوتکتایل به خود پایه نرسیده است عملکرد ژئوتکتایل در کاهش عمق آب‌شستگی بهتر از طوقه می‌باشد ولی با رسیدن آب‌شستگی به زیر لایه به دلیل خم‌شدن لبه‌های ژئوتکتایل در اثر نیروی وزن سیال عمق آب‌شستگی با

### منابع مورد استفاده

- Alabi, P. D. 2006. Time development of local scour at bridge pier fitted with a collar. Master degree thesis, Faculty of Civil Engineering, University of Saskatchewan, Canada.
- Breusers, N. H. C., G. Nicollet and H. W. Shen. 1977. Local scour around cylindrical piers. *J. Hydraulic Research, IAHR*. 15(3): 211-252.
- Chiew, Y. M. 2004. Local scour and riprap stability at bridge piers in a degrading channel. *J. Hydraulic Engineering, ASCE*. 130(3): 218-226.
- Ettema, R. 1980. Scour at bridge piers. Dept. of Civil Engineering, University of Auckland, New Zealand, Report No. 112.
- Ghorbani, B. and J. A. Kells. 2008. Effect of submerged vanes on the scour occurring at a cylindrical pier. *J. Hydraulic Research, IAHR*. 46(5): 610-619.
- Hari, S. M., R. Noorzad and A. M. Oskoorouchi. Effect of geotextile reinforcement on the mechanical behavior of sand. *J. Geotextiles and Geomembranes* 18(6): 385-402
- Heidarpour, M., Z. Khodarahmi and S. F. Mousavi. 2003. Control and reduction of local scour at bridge pier groups using slot. 30th IAHR Congress, 301-307. Thessaloniki, Greece.
- Hornsey, W. P., J. T. Carley and R. J. Coghlan 2011. Geotextile sand container shoreline protection systems: Design and application. *J. Geotextiles and Geomembranes* 29(4): 425-439.
- Izadinia, E. and M. Heidarpour. 2012. Simultaneous use of cable and collar to prevent local scouring around bridge pier. *J. Sediment Research* 27(3): 394-401.
- Kummar, V., K. G. RangaRaju and N. Vittal. 1999. Reduction of local scour around bridge piers using slot and collar. *J. Hydraulic Engineering ASCE*. 125(12): 1302-1305.
- Mashahir, M. B., A. R. Zarrati and E. Mokallaf. 2010. Application of riprap and collar to prevent scouring around rectangular bridge piers. *J. Hydraulic Engineering, ASCE*. 136(3): 183-187.
- Melville, B. W. and Y. M. Chiew. 1999. Time scale for local scour at bridge piers. *J. Hydraulic Engineering, ASCE*. 125(1): 59-65.
- Noorzad, R. and S. H. Mirmoradi. 2010. Laboratory evaluation of the behavior of a geotextile reinforced clay. *J. Geotextiles and Geomembranes* 28(4): 386-392.
- Raudkivi, A. J. 1998. Loose boundary hydraulics. A. A. Balkema. 4<sup>th</sup> Edition. 2-512. Rotterdam, The Netherland.
- Zarrati, A. R., M. Nazariha and M. B. Mashahir. 2006. Reduction of local scour in the vicinity of bridge pier groups using collars and riprap. *J. Hydraulic Engineering, ASCE*. 132(2): 154-162.



## The Effect of Geotextile Layer in Decreasing Local Scour of Cylindrical Bridge Pier

A. Nouri Emamzadehie<sup>1\*</sup>, M. Heidarpour<sup>2</sup>, M. R. Nouri Emamzadehei<sup>3</sup>  
and B. Ghorbani<sup>3</sup>

(Received: Oct. 22-2014 ; Accepted: Sept. 10-2016)

### Abstract

Flood currents are considered threatening factors by creating local scour along bridge piers. One method for decreasing local scour is to strengthen the bed against imposed tensions. Among methods which can directly be appropriate in decreasing and controlling local scour of bridge piers is to employ geotextile around bridge piers. In the present study, the effect of geotextile layer in decreasing local scour of cylindrical single-pier was investigated with the purpose of proposing the best effective method of covering bridge pier. So, layers with circular and oval shapes were put around the pier, in proportion with pier diameter, and the performance of each was compared with the unprotected pier. Test results showed that with installing the oval geotextile layer, final scour depth around the pier reached to 1.25D. Also, comparing geotextile and collar with 2D diameter, the delay of scour process around geotextile was 40 times higher than the collar, but the collar decreased the ultimate scour depth further than geotextile.

**Keywords:** Local scour, Wake vortex, Bridge pier, Geotextile, Pier diameter.

---

1. Dept of Water Eng. College of Agric., Lorestan Univ., Khorramabad, Iran.

2. Dept of Water Eng. College of Agric., Isf. Univ. of Technol., Isfahan, Iran.

3. Dept of Water Eng.-College of Agric., Shahrekord Univ., Shahrekord, Iran.

\*: Corresponding Author, Email: a\_noori110@yahoo.com