تحقیقات منابع آب ایران
Iran-Water Resources Research

سال یازدهم، شماره ۳ زمستان ۱۳۹۴
Volume 11, No. 3, Winter 2016 (IR-WRR)
۱۷۲-۱۸۱

پیش‌بینی پدیده جداشدگی جریان از مسیر اصلی‌اش بر روی مخروط افکنه‌ها با استفاده از مدل هیدرولیکی FLO-2D

زینب ملائی [۱*]، حمید مدنی [۲]، علیرضا فرید حسینی [۳] و کامران داوری [۴]

چکیده

خطرهای ناشی از سیل بر روی مخروط افکنه با پتانسیل تغییر مکان آبراهه در سرتاسر عرض مخروط افکنه ادغام شده و باعث خسارات فراوانی می‌گردد. این تغییر مکان جداشدگی (avulsion) نامیده می‌شود. با توجه به اینکه جریان بر روی مخروط افکنه‌ها دو بعدی می‌باشد از یک مدل دو بعدی بنام FLO-2D برای شناسایی نواحی با پتانسیل جداشدگی جریان در این پژوهش استفاده گردیده است. این پژوهش بر روی دو مخروط افکنه یکی (فریزی) در شمال شرقی و دیگری(سرباز) در جنوب شرقی ایران صورت گرفته است. با استفاده از این مدل جریان بر اساس دبی ۱۰۰ و ۵۰۰ ساله شبیه سازی شد، سپس با استفاده از تصاویر هوایی اخیر از مخروط افکنه با پلات کردن نتایج این مدل روی این عکس‌های هوایی ، نواحی که پتانسیل جداشدگی جریان دارند شناسایی گردید. برخی از این جداشدگی‌ها بیشتر در نواحی رخ داده اند که تاکنون احتمال خطر سیل در آنها وجود نداشته است، در حالی که نتایج نشان از وقوع جداشدگی‌های بزرگی بر روی آنها را می‌دهد. بنابراین استفاده از این روش می‌تواند به شناسایی نواحی با ریسک جداشدگی کمک کند و خسارات احتمالی ناشی از آن را کاهش دهد.

کلمات کلیدی: جداشدگی جریان ، مخروط افکنه، مدل FLO-2D

تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۶/۱۲
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۶/۵

۱- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی گروه مهندسی آب دانشگاه فردوسی مشهد ، مشهد، ایران
۲- کارشناس ارشد مدیریت منابع آب گروه مهندسی آب دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۳- استادیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۴- دانشیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
*- نویسنده مسئول

Prediction of Avulsion Phenomenon on Alluvial Fans Using FLO-2D Hydraulic Model

*Z. Mollaei [1] * , H. Madani [2] , A.R. Faridhosseini[3] and K. Davary[4]*

Abstract

The risk of flood incorporated with the potential of channel shift across the width of alluvial fans may cause substantial damages. This shift is called avulsion. The earlier methods of determining avulsion on alluvial fans (such as FAN mathematical model) were received negative criticism and did not give accurate results. Given that flow on alluvial fans is two-dimensional, FLO-2D model was used in this research to identify the areas with avulsion potential. The avulsion phenomenon was studied on two alluvial fans in Iran; one in the North-east (Ferizi) and one in the south-east (Sarbaz). Using this model, flow was simulated based on 100 and 500-year discharges. Then areas with avulsion potential were identified by plotting the results of the model on the recent aerial photographs of the alluvial fans. Results showed that massive evulsions had happened in the areas with no expectation of such phenomenon. Thus, using this method can help to identify areas with avulsion risk and reduce the potential damages caused by it.

Keywords: **Avulsion**, Alluvial fan, FLO-2D model

Received: September 3, 2014
Accepted: August 27, 2015

1- M.Sc. graduate, Drainage and Irrigation Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran; moolaee@gmail.com
2- M.Sc. graduate, Water Resources Management, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3- Assistant Professor, Department of Water Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
4- Associated Professor, Department of Water Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
*- Corresponding Author

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

جداشدگی جریان از کانال اصلی‌اش بر روی مخروط افکنه‌ها یک پدیده کاملا محتمل می‌باشد و تأثیر فراوانی بر روی ریسک سیلاب‌های مخروط افکنه‌ای دارد. اگر مخروط افکنه ریسک جداشدگی نداشته باشد ریسک سیلاب ساده‌تر از زمانی که جداشدگی داشته باشد با استفاده از مدل‌های دو بعدی قابل تعیین است. در واقع جداشدگی همراه می‌باشد با : ۱. عدم قطعیت و تغییر مکان جریان در فاصله بین دو سیلاب ۲. ریسک آبگرفتگی و رسوب در نواحی که قبلا دچار سیلاب نشده‌اند ۳. ناپایداری و تغییر سرعت جریان، ۴. تغییر نسبت توزیع جریان در نواحی پائین دست جداشدگی Fuller, (2012c). مطالعاتی که در گذشته بر روی جداشدگی صورت گرفته می‌تواند به صورت زیر طبقه‌بندی شود:

– بر اساس مشاهدات و شواهد تاریخی: برای شناسایی جداشدگی جریان از کانال اصلی‌اش می‌توان از فاکتورهایی مانند: الگوی کانال، سن وجنس سطوح و توپوگرافی منطقه استفاده کرد. مثلا الگوی شعاعی کنتور یکی از راههای تعریف پتانسیل جداشدگی و درجه خمیدگی خطوط کنتور به طور مستقیم متناسب با ریسک جداشدگی می‌باشد. سطوحی که از نظر زمین شناسی سازندهای جوان دارند فعال از لحاظ سیل گیری و در نتیجه دارای پتانسیل جداشدگی هستند. همچنین شبکه کانال‌های توزیعی، کانال‌های بدون پوشش یا با حداقل پوشش دارای پتانسیل جداشدگی می‌باشند. از افرادی که مطالعاتی با استفاده از این روش انجام داده‌اند می‌توان: Field, (2001)، Hjalmarson, (1991) و Tornqvist, (2003) را نام برد که جداشدگی را در مرکز و جنوب آریزونا مورد بررسی قرار دادند.

– مدل‌های فیزیکی : این مدل‌ها نشان می‌دهند که جداشدگی در هر نقطه‌ای از مخروط در فاصله بین راس تا پنجه اتفاق می‌افتد همچنین جداشدگی به طور مستقیم با دبی رابطه دارد اما با ذخیره رسوب رابطه کمی دارد. این مدل‌ها نمی‌تواند به طور مستقیم توانایی ما را برای پیش‌بینی وقوع و تناوب این پدیده افزایش دهند. همچنین به طور واضح علت جداشدگی را ارزیابی نمی‌کنند Bryant (1995)، Hooke (1965).

– مدل‌های ریاضی: مدل FAN PROGRAM می‌باشد که این مدل توسط Dawdy برای تعیین ریسک سیلاب بر روی مخروط‌افکنه استفاده می‌شود. علاوه بر آن برای تعیین تأثیر جداشدگی بر روی مخروط‌افکنه‌ها نیز بکار می‌رود (Dawdy, 1979 و FEMA, 1990). اگرچه نظریه Dawdy اولین مدلی بود که توسط ستاد مدیریت بحران امریکا (FEMA) مورد پذیرش قرار گرفت، اما به سرعت توسط بسیاری از متخصصان مورد نقد قرار گرفت (Fuller, (2012a. این مدل امروزه به صورت خیلی کم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بررسی تحقیقات و تمام مطالعات صورت گرفته بر روی مخروط‌افکنه‌ها نشان می‌دهند که عوامل فیزیکی متعددی باعث جداشدگی بر روی مخروط افکنه‌ها می‌گردد. برخی از این ویژگی‌ها در جدول ۱ شرح داده شده‌اند Fuller, (2012c).

بر اساس مطالعات صورت گرفته می‌توان مشاهده کرد که در واقع استاندارد مهندسی مشخصی برای ارزیابی جداشدگی جریان روی مخروط افکنه‌ها وجود ندارد. اگرچه شباهت‌های بنیادی بین روش‌هایی که بر اساس مهارت‌های مهندسی و ژئومورفولوژیک استفاده می‌شود وجود دارد، اما روش‌هایی که ذکر گردید و تاکنون صورت گرفته هر کدام کم و کاستی‌هایی دارندکه نمی‌توانند جداشدگی را بر روی مخروط افکنه‌ها بطور دقیق تعیین کنند. اخیرا به جای استفاده از مدل‌های ریاضی مانند FAN PROGRAM از مدل دوبعدی FLO-2D برای شناسایی ریسک جداشدگی بر روی مخروط افکنه استفاده می‌گردد. این مدل برای تخمین عمق و سرعت، پیش‌بینی نواحی آبگرفتگی، و شبیه‌سازی جریان به‌کار می‌رود (O Brien, 2007). این مدل یک ابزار مناسب برای مدیریت سیلابدشت و ریسک سیلاب می‌باشد و قابلیت شبیه‌سازی سیلاب‌های مخروط‌افکنه‌ای و جریانات واریزه‌ای و جریانات گلی را نیز دارا می‌باشد. اولین نسخه این مدل توسط ستاد مدیریت بحران امریکا برای مطالعات بیمه سیل در نواحی شهری در ایالت کلورادا مورد استفاده قرار گرفت. همچنین این مدل توسط هیاتی از متخصصان در امریکا برای سیلاب‌های ناپایدار بخصوص بر روی مخروط افکنه‌ها مورد پذیرش قرار گرفته است. از جمله Fuller که مطالعات گسترده ای بر روی مخروط افکنه‌های آریزونا انجام داده است. وی با استفاده از مدل FLO-2D جریان سیلاب را بر اساس Q100, Q500 و QPMP شبیه‌سازی کرد. بدین صورت که با تلفیق نتایج مدل FLO-2D و عکس‌های هوایی منطقه ، توانست نواحی دارای پتانسیل جداشدگی بر روی مخروط افکنه‌ها را شناسایی کند (Fuller, 2012b).

این مطالعه بر روی ۲ مخروط افکنه در شمال شرقی و جنوب شرقی ایران صورت گرفته است. با توجه به خساراتی که این نواحی در اثر سیلاب داشته اند و قرارگیری نقاط مسکونی و صنعتی بر روی این مخروط‌افکنه‌ها و با توجه به خطراتی که جداشدگی می‌تواند داشته باشد، تعیین جداشدگی بر روی این مخروط‌افکنه‌ها ضروری است. بنابراین با شناسایی نواحی دارای پتانسیل جداشدگی بر روی این

Archive of SID
www.SID.ir

مخروط افکنه‌ها می‌توان اقدامات لازم برای جلوگیری از خسارات ناشی از سیلاب را انجام داد. همانطور که گفته شد استفاده از مدل دو بعدی FLO-2D ابزاری موفق برای تعیین ریسک سیلاب و جداشدگی می‌باشد که در این مطالعه از این مدل استفاده گردیده است. هدف از این مطالعه، پیش بینی نواحی با پتانسیل جداشدگی و تأثیر ریسک این پدیده بر روی دو مخروط افکنه مورد مطالعه با استفاده از مدل هیدرولیکی دو بعدی FLO-2D می‌باشد.

۲-منطقه مورد مطالعه

این مطالعه بر روی دو مخروط افکنه صورت گرفته است. مخروط افکنه سرباز در جنوب شرقی ایران واقع در استان سیستان و بلوچستان در شهرستان سرباز در طول جغرافیایی ″۸۵ ′۰۵ ۱۲ ˚۲۶ و عرض جغرافیایی ″۲۰.۳۳ ′۴۴ ˚۶۱ قرار گرفته است. این منطقه با خصوصیاتی مانند کمی نزولات جوی، درجه حرارت بالا، رطوبت نسبی اندک، پوشش گیاهی فقیر و میزان فرسایش آبی و بادی زیاد شناخته می‌شود. این مخروط افکنه در نتیجه رسوبات ناشی از رودخانه سرباز به‌وجود آمده است. این منطقه غالبا از رسوبات تخریبی با دانه بندی درشت تشکیل یافته است. و ضخامت لایه آبدار در آن زیاد می‌باشد. این مخروط افکنه کاملا دست نخورده می‌باشد. در این ناحیه بارش‌ها به صورت رگبار می‌آید که باعث وقوع سیلاب‌های بزرگی شده است. مخروط افکنه فریزی در دامنه شمالی رشته کوه بینالود در شمال شرق ایران، واقع در استان خراسان در طول جغرافیایی ″۴۵ ′۰۵ ۳۴ ˚۳۶ و عرض جغرافیایی ″۲۷.۶۸ ′۰۵ ˚۵۹ قرار گرفته است. این مخروط از لحاظ اقلیم در منطقه‌ای با آب و هوای سرد و نیمه خشک قرار گرفته است. مخروط افکنه فریزی در نتیجه فرسایش حوضه بزرگ رودخانه فریزی و رسوب‌گذاری این رودخانه تشکیل شده است. و بدلیل عمق افزون‌تر و دانه‌بندی ریزتر، دارای خاک حاصلخیز و مستعد کشاورزی بوده و منابع آب سطحی و زیر زمینی آن غنی می‌باشد. بهمین دلیل سکونتگاه‌های شهری و روستایی مهم تری در پایکوه‌های این بخش تولد یافته و زمین‌های با کشت گسترده‌تری رونق یافته است. شکل ۱ موقعیت هر کدام از این دو مخروط‌افکنه را نشان می‌دهد. ویژگی‌های این دو مخروط افکنه بر اساس مساحت، شیب، دبی و نوع جریان در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی موثر بر جداشدگی جریان روی مخروط افکنه

ویژگی	توضیحات
فیزیوگرافی مخروط	
• شیب مخروط	• مخروط‌ها با شیب تندتر تجربه جداشدگی بیشتری دارند.
• پوشش گیاهی سیلابدشت	• تأثیر بر روی انتقال و پایداری جریان دارد.
• مقاومت به فرسایش	• کم شدن چسبندگی (cohesive) خاک سیلابدشت، آنرا متمایل به جداشدگی می‌کند.
• مساحت زهکش	• زهکش‌ها با مساحت بزرگ، دبی و حجم بیشتری دارند و دارای پتانسیل جداشدگی بیشتری می‌باشند.
• الگوی کنتور	• ضعیف بودن خطوط کنتور، پتانسیل جداشدگی بزرگتری را نشان می‌دهد.
دبی	
• حجم سیل	• حجم بالای سیل باعث توانایی بیشتر برای جداشدگی می‌شود
• ترتیب وقوع سیل	• برای ایجاد جداشدگی مهم و تأثیرگذار است.
• سرریز شدن جریان از کناره‌ها (Overbank flooding)	• این عامل یک وضعیت ضروری برای وقوع جداشدگی است.
الگوی جریان	
• جریان ورقه ای	• جداشدگی بیشتر در نواحی جریانات ورقه ای رخ می‌دهد.
انتقال رسوب	
• ذخیره رسوب	• هر چه ذخیره رسوب بیشترباشد تناوب جداشدگی بیشتراست.
• پتانسیل جریان واریزه ای	• جداشدگی معمولا روی مخروط واریزه ای رخ می‌دهد.
• آبرفت گذاری	• آبرفت گذاری یک وضعیت ضروری برای جداشدگی است.
• شیب	• هرچه شیب تندتر باشد احتمال وقوع جداشدگی بیشتر خواهد بود .

Archive of SID
www.SID.ir

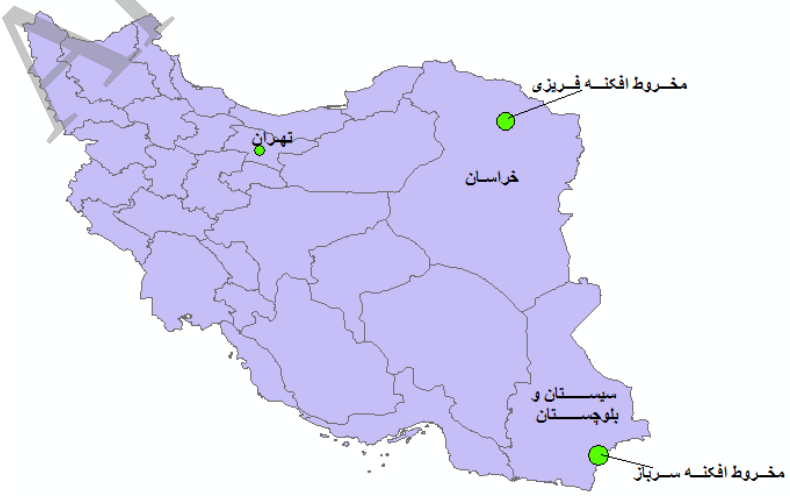
با بازدید میدانی، استفاده از نقشه توپوگرافی منطقه، نقشه زمین شناسی منطقه و مشاهده تصاویر Google earth از مخروط افکنه سرباز که در شکل ۲ مشخص شده است می‌توان دریافت که این مخروط افکنه دارای ۳ جداشدگی می‌باشد. جداشدگی A در نزدیکی راس مخروط قرار گرفته و B و C در نواحی میانی مخروط می‌باشند. جداشدگی A از نوع MAJOR می‌باشد در حالی که بقیه جداشدگی‌ها از نوع MINOR می‌باشد. جداشدگی‌های بزرگ دراین ناحیه در نواحی فعال مخروط و نزدیک به راس هیدروگرافی رخ داده است. جداشدگی‌های کوچک روی نواحی میانی و قسمت‌های جریانات ورقه‌ای اتفاق افتاده است. نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه نشان می‌دهند که، این ناحیه بیشتر از رسوبات آبرفتی عهد حاضر تشکیل شده است. از طرفی رسوبات آبرفتی دوران چهارم به صورت دگر شیب بر روی تشکیلات قدیمی‌تر قرار گرفته اند. که این نشان دهنده این است که سیلاب‌های اخیر حجم بالایی از رسوبات را با خود به این ناحیه آورده اند و این مناطق را تبدیل به مناطقی فعال از لحاظ سیلاب کرده‌اند. شکل ۲ تقسیم بندی مخروط افکنه سرباز را بر اساس تعداد و نوع جداشدگی (MAJOR,MINOR) موجود در آن را نشان می‌دهد.

همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌گـــردد تنها یک جـــداشدگی MAJOR روی این مخروط وجود دارد که این می‌تواند ناشی از این باشد که اخیرا سیلاب بزرگی در این دوره ثبت نشده است. با استفاده از اطلاعات جدول ۱ می‌توان دریافت که، مهم ترین عامل در وقوع جداشدگی‌های کوچک در این منطقه حجم بالای رسوب و وجود پشته‌های رسوبی بوده است. وجود شبکه کانال‌های توزیعی نیز از دلایل وجود جداشدگی بر روی این مخروط‌افکنه می‌باشد. مخروط افکنه سرباز دارای دبی پیک بالا و پوشش گیاهی ضعیف می‌باشد هچنین آبرفت گذاری و ذخیره رسوب در این منطقه بالاست که تمام اینها از دیگر عواملی هستند که باعث وقوع جداشدگی بر روی این مخروط‌افکنه شده‌اند.

مخروط‌افکنه فریزی به دلیل اقدامات کشاورزی بر روی آن، دستخوش تغییر گردیده است. با بازدید میدانی صورت گرفته از این مخروط افکنه و مشاهده تصاویر Google earth می‌توان دریافت که یک جداشدگی بزرگ درست در زیر راس هیدروگرافی آن رخ داده است. اما اخیرا این جداشدگی دستخوش تغییر قرار گرفته و طرح تغذیه مصنوعی بر روی آن صورت گرفته است. از طرفی شهرک سازی بر روی این مخروط افکنه و اقدامات کشاورزی بر روی برخی از نواحی این مخروط باعث شده است که اگر جداشدگی هم بر روی آن رخ داده بوده با این اقدامات ازبین رفته باشد. شکل ۳ موقعیت جداشدگی بر روی این مخروط‌افکنه را نشان می‌دهد. جداشدگی A که از نوع MAJOR می‌باشد بر روی تصویر مشخص شده است. همچنین جداشدگی‌های کوچک دیگری هم بر روی این مخروط مشاهده می‌شود که خیلی به چشم نمی‌آیند. از دلایلی که باعث فقدان جداشدگی بر روی این مخروط‌افکنه شده است می‌توان شیب کم منطقه، دبی کم و همچنین اقدامات کشاورزی و شهرک‌سازی را نام برد.

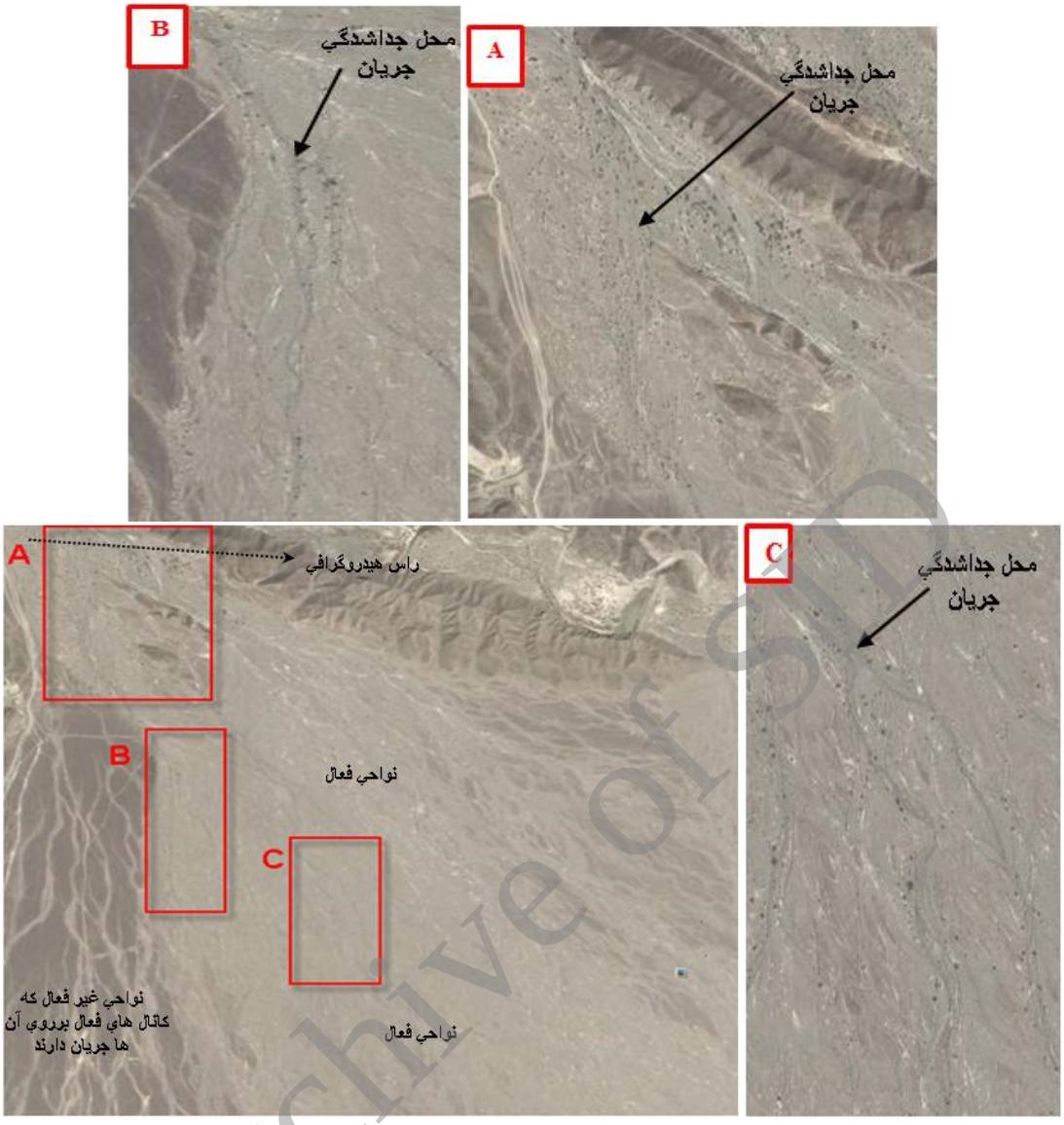
جدول۲- ویژگی‌های مخروط افکنه‌های مورد مطالعه

	فریزی	سرباز
مساحت مخروط افکنه (km^2)	۱۵۵	۷۰
شیب مخروط افکنه (٪)	۱.۸۳	۱.۰۳
دبی ۱۰۰ ساله (m3/s)	۸۰/۸	۱۰۸
دبی ۵۰۰ ساله (m3/s)	۱۱۸	۲۰۳



شکل ۱- موقعیت مخروط افکنه‌های مورد مطالعه

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲- انواع جداشدگی جریان بر روی مخروط افکنه سرباز جداشدگی A (MAJOR) و جداشدگی‌های B و C (MINOR)

۳- مواد و روش‌ها

به منظور پیش‌بینی پتانسیل جداشدگی بر روی مخروط افکنه‌های مورد مطالعه از مدل FLO-2D استفاده گردیده است. این مدل دو بعدی برای شبیه سازی جریان در رودخانه، جریانات واریزه‌ای و گلی و سیلاب‌های شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. شبیه سازی سیلاب روی مخروط افکنه‌های گسترش یافته و سیلابدشت‌ها از مهم ترین ویژگی‌های این مدل می‌باشد. برای شبیه‌سازی سیلاب در این مدل دو گام مهم وجود دارد ابتدا باید نقشه رقومی زمین (DTM) از منطقه تهیه گردیده و با شبکه بندی که داخل مدل انجام می‌دهیم هم پوشانی شود. بنابراین هرکدام از شبکه‌های موجود داخل مدل دارای یک ارتفاع می‌باشند. در مرحله بعد نیاز به یک هیدروگراف ورودی جریان می‌باشد تا شبیه‌سازی انجام شود. این مدل بر اساس معادلات پیوستگی و معادله حرکت (معادله موج مومنتم) جریان را روندیابی می‌کند.

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hV}{\partial x} = i \qquad (۱)$$

$$S_f = S_0 - \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{V}{g}\frac{\partial V}{\partial x} - \frac{1}{g}\frac{\partial V}{\partial t} \qquad (۲)$$

h: عمق جریان، v: سرعت جریان، I: شدت بارش و S_f : شیب خط انرژی و So : شیب بستر. بنابراین استفاده از نقشه توپوگرافی با دقت بسیار بالا و انتخاب سایز مناسب برای شبکه بندی داخل مدل، نقش بسیار مهمی در دقت نتایج دارد. زیرا نتایج مدل به این دو پارامتر بسیار حساس می‌باشد. در این مطالعه، مدل با شبکه‌هایی با فاصله ۲۵ متر برای هر کدام از مساحت‌های مناطق مورد مطالعه اجرا شده است.

Archive of SID
www.SID.ir

شکل ۳- موقعیت جداشدگی جریان بر روی مخروط افکنه فریزی شامل جداشدگی A (MAJOR)

نقشه‌های توپوگرافی با دقت ۳ متر برای هر کدام از مناطق مورد استفاده قرار گرفته است. مقدار ضریب زبری نیز بر اساس کاربری اراضی منطقه درنظر گرفته شده است.

این روش شامل:

۱- نتایج مدل FLO-2D بر اساس دبی با دوره بازگشت ۱۰۰سال و ۵۰۰سال : مدل هیدروگراف سیلاب را روی سطح مخروط‌افکنه براساس اطلاعات توپوگرافی و دیگر پارامترها در مدل شبیه‌سازی می‌کند. در این روش هیدروگراف دبی با دوره بازگشت ۱۰۰ و ۵۰۰ سال انتخاب شده است. حال برای شناسایی پتانسیل جداشدگی بر روی مخروط افکنه، با پلات کردن نتایجی که مدل شبیه‌سازی کرده بر روی عکس هوایی اخیر از مخروط افکنه، می‌توان نواحی با پتانسیل جداشدگی را شناسایی کرد. این هم پوشانی نشان می‌دهد، کانال‌هایی وجود دارند که بر روی عکس هوایی مشاهده نمی‌شوند در حالی که نتایج شبیه‌سازی مدل این کانال‌ها را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج مطالعاتی که تاکنون صورت گرفته حداقل عمق ۱ متر به عنوان آستانه جداشدگی بر روی مخروط‌افکنه پذیرفته شده است Pearthree (2004). بنابراین با استفاده از این روش می‌توان پتانسیل جداشدگی که در طول ۱۰۰ سال ممکن است بر روی مخروط افکنه رخ بدهد را شناسایی کرد.

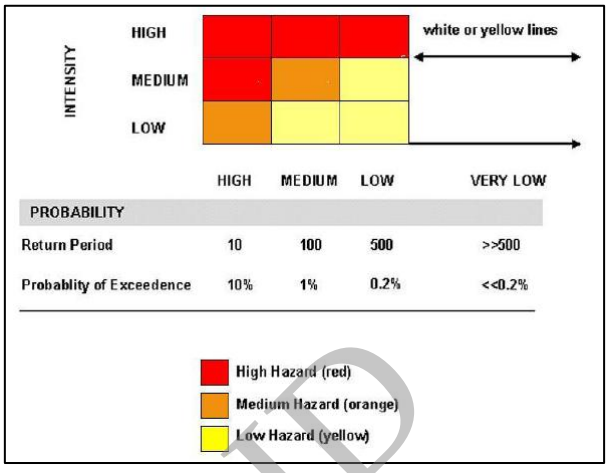
۲- نتایج مدل FLO-2D بر اساس سرعت : همانطور که در جدول ۱ گفته شد OVERBANK یکی از ویژگی‌هایی است که باعث جداشدگی بر روی مخروط افکنه می‌شود. برای اینکه این پدیده اتفاق بیافتد لازم است که انرژی کافی برای فرسایش سطح سیلابدشت وجود داشته باشد. بر اساس نتایج مطالعات صورت گرفته رابطه ای وجود دارد بین سرعت جریان و فرسایش سطح، که نتایج مطالعاتی که تاکنون صورت گرفته نشان می‌دهد که سطح مخروط افکنه با سرعت بیشتر از ۲ متر بر ثانیه در معرض فرسایش قرار می‌گیرد، بنابراین با بدست آمدن نتایج سرعت از مدل FLO-2D می‌توان نواحی که دارای سرعت‌های بیشتر از۲ متر بر ثانیه می‌باشند را به عنوان نواحی با پتانسیل جداشدگی شناسایی کرد.

طبقه بندی ریسک : مدل FLO-2D یک سری جداولی را تهیه کرده است که در واقع میزان درجه بندی ریسک را بر اساس عمق و سرعت نشان می‌دهد. میزان ریسک سیلاب بر اساس ۳ رنگ : درجه بالا (قرمز)، متوسط (نارنجی) و کم (زرد) بر روی نقشه مشخص گردیده است. بنابراین می‌توان پتانسیل ریسک جداشدگی را با استفاده از این روش و نواحی که احتمال بیشتری برای وقوع جداشدگی دارند را با استفاده از این جداول شناسایی کرد. همچنین با یکی کردن این نتایج بر روی عکس‌های هوایی اخیر از منطقه می‌توان نواحی که با شبکه کانال‌های موجود بر روی مخروط افکنه رابطه ندارند، درحالی که نتایج مدل نشان از پتانسیل جداشدگی بر روی آن‌ها دارد را شناسایی کرد. این طبقه بندی در شکل ۴ نشان داده شده است. تمام روش‌های ذکر شده تاکنون تلاش می‌کنند که قسمت‌هایی از مخروط افکنه که کانال روی آنها وجود ندارد اما احتمال جداشدگی در آن جا هست را شناسایی کنند. در هر ۳ روش

Archive of SID

www.SID.ir

موقعیت پتانسیل جداشدگی، به‌وسیله پلات کردن نتایج مدل FLO-2D بر روی عکس‌های هوایی اخیر از مناطق تعریف می‌گردد.



شکل۴- جدول طبقه‌بندی ریسک سیلاب بر گرفته از (FLO-2D Mapper Manual version, 2009)

۴- نتایج

۴-۱- نتایج مدل FLO-2D بر اساس دبی ۱۰۰ سال و ۵۰۰ سال

همانطور که شکل A۵ نشان می‌دهد، تعداد ۵ جداشدگی با دبی ۱۰۰ ساله در مخروط افکنه سرباز وجود دارد. یک جداشدگی بزرگ در نواحی میانی مخروط افکنه (با رنگ مشکی بر روی شکل مشخص شده است) و ۴ جداشدگی کوچک (با رنگ نارنجی بر روی شکل مشخص شده است) درحوالی آن اتفاق افتاده است. همچنین یک جداشدگی بر اساس دبی ۵۰۰ ساله نیز در نواحی میانی مخروط افکنه (با رنگ قرمز معلوم گردیده است) نیز مشاهده می‌شود. با توجه به نتایج مدل می‌توان دریافت که تعداد جداشدگی روی آن اندک می‌باشد که یکی از دلایل آن می‌تواند وجود شبکه متراکم زهکشی بر روی این مخروط باشد که مانعی برای شناسایی جداشدگی‌های بیشتر بر روی این مخروط افکنه شده است. همچنین می‌توان دریافت که جداشدگی بیشتر در نواحی میانی اتفاق افتاده است و از رأس هیدروگرافی منطقه فاصله دارد جداشدگی‌های موجود در نواحی میانی می‌تواند برای بسیاری از روستاها و نواحی مسکونی که معمولا در قسمت‌های میانی و پایینی مخروط افکنه قرار میگیرند خطرساز باشد. نتایج مدل بر روی مخروط افکنه فریزی وجود ۱ جداشدگی بزرگ (با رنگ مشکی بر روی شکل مشخص شده است) و ۳ جداشدگی کوچک (که با رنگ نارنجی بر روی شکل B۵ مشخص شده‌اند) را برای سیلاب ۱۰۰ ساله نشان می‌دهد همانطور که مشاهده می‌گردد جداشدگی بزرگ تقریبا در فاصله کمی از رأس هیدروگرافی قرار گرفته است. دو جداشدگی کوچک در نواحی میانی مخروط‌افکنه رخ داده‌اند. همچنین دو جداشدگی بر اساس سیلاب ۵۰۰ ساله (با رنگ قرمز بر روی شکل مشخص شده است) بر روی مخروط مشاهده می‌شود که این جداشدگی‌ها تقریبا در نواحی میانی و پائینی مخروط‌افکنه رخ داده‌اند. از طرفی شهرک صنعتی چناران درست در مکان جداشدگی بزرگ ۱۰۰ ساله قرار گرفته است. بنابراین با توجه به اینکه مخروط افکنه فریزی تقریبا دست خورده شده است اما پتانسیل جداشدگی روی برخی از نواحی آن مشاهده می‌گردد.

۴-۲- نتایج مدل FLO-2D بر اساس سرعت

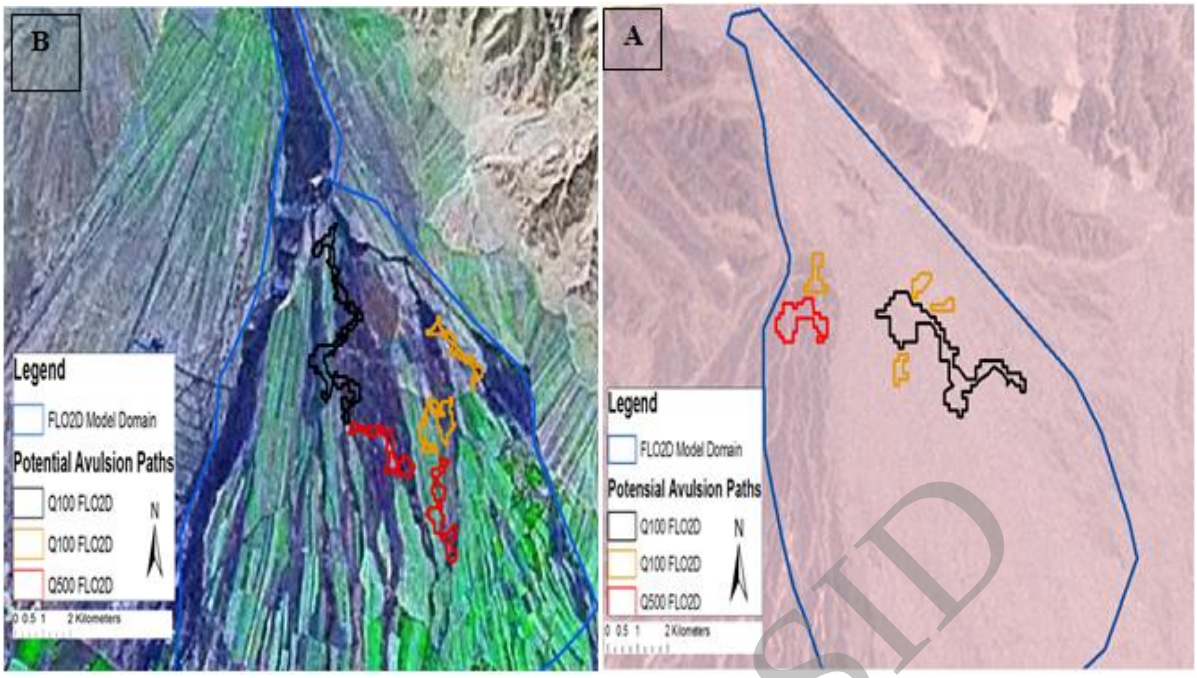
شکل ۶ نتایج حاصل از اطلاعات سرعت که در مدل FLO-2D به دست آمده است را نشان می‌دهد که هر سرعت با رنگ جداگانه مشخص شده است. نتایج حاصل از مدل بر روی مخروط افکنه فریزی نشان می‌دهد که سرعت در نزدیکی رأس هیدروگرافی بسیار زیاد اما در نواحی میانی و پائینی مخروط کم می‌شود. در حالی که در مخروط‌افکنه سرباز سرعت در نواحی میانی زیاد می‌باشد. این نشان می‌دهد که مخروط‌افکنه سرباز پتانسیل جداشدگی در نواحی میانی را دارد که می‌تواند برای بسیاری از روستاها و مناطقی که در نواحی میانی این مخروط‌افکنه قرار گرفته‌اند خطرناک باشد. بیشتر جداشدگی‌هایی که در روش دبی ۱۰۰ ساله شناسایی شده‌اند در روش سرعت تعریف نشده‌اند. ولی حداقل با استفاده از این روش می‌توان نواحی را که ممکن است براساس سرعت در آستانه جداشدگی قرار بگیرند را شناسایی کرد.

۴-۳- نتایج مدل FLO-2D براساس طبقه‌بندی ریسک سیلاب

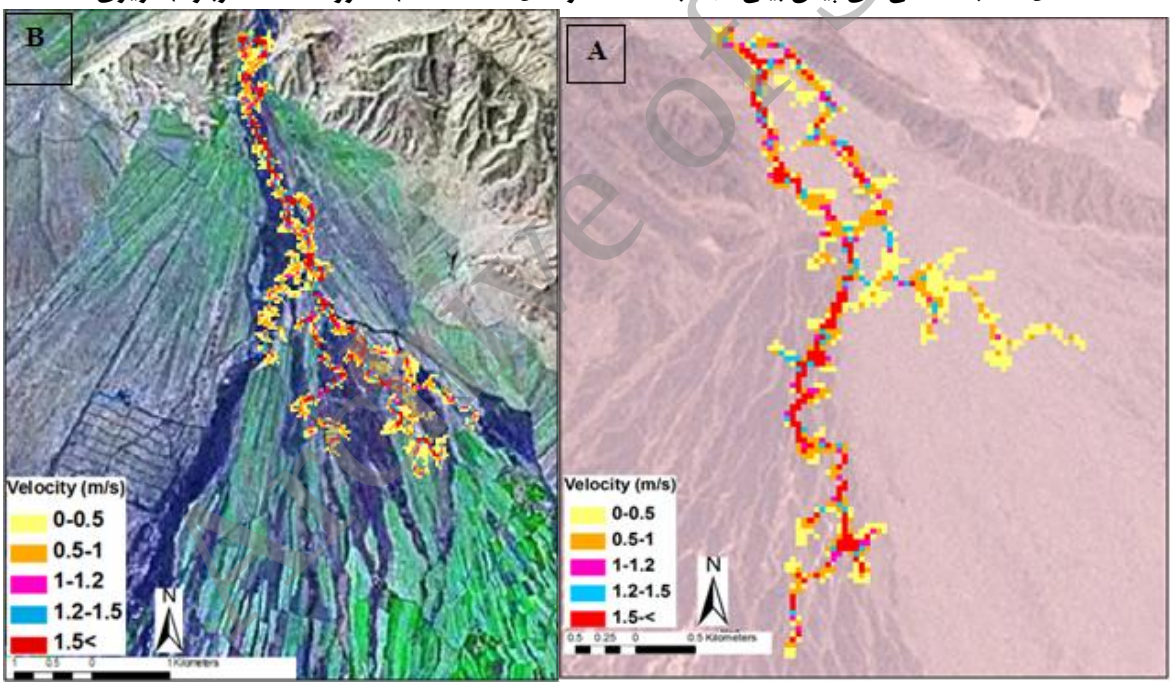
بر اساس طبقه بندی موجود در مدل FLO-2D که در شکل ۴ نشان داده شده است، میزان ریسک سیلاب برروی قسمت‌های مختلف مخروط افکنه‌های مورد مطالعه طبقه‌بندی گردیده است. نتایج نشان می‌دهد ریسک جداشدگی بر روی مخروط افکنه سرباز بالا می‌باشد به خصوص در نواحی میانی مخروط افکنه، که یکی از دلایل آن می‌تواند دبی بالای منطقه باشد. در مخروط افکنه فریزی نیز ریسک جداشدگی درنواحی ابتدایی و میانی زیاد می‌باشد بخصوص در ناحیه شهرک صنعتی چناران این ریسک بالا مشاهده می‌گردد (شکل ۷). بنابراین با استفاده از این روش می‌توان قسمت‌هایی از مخروط افکنه‌ها را که در نواحی با ریسک بالا قرار دارند و احتمال اینکه در معرض جداشدگی قرار بگیرند را شناسایی کرد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵- جداشدگی‌های پیش بینی شده با استفاده از مدل FLO-2D A) مخروط افکنه سرباز B) فریزی



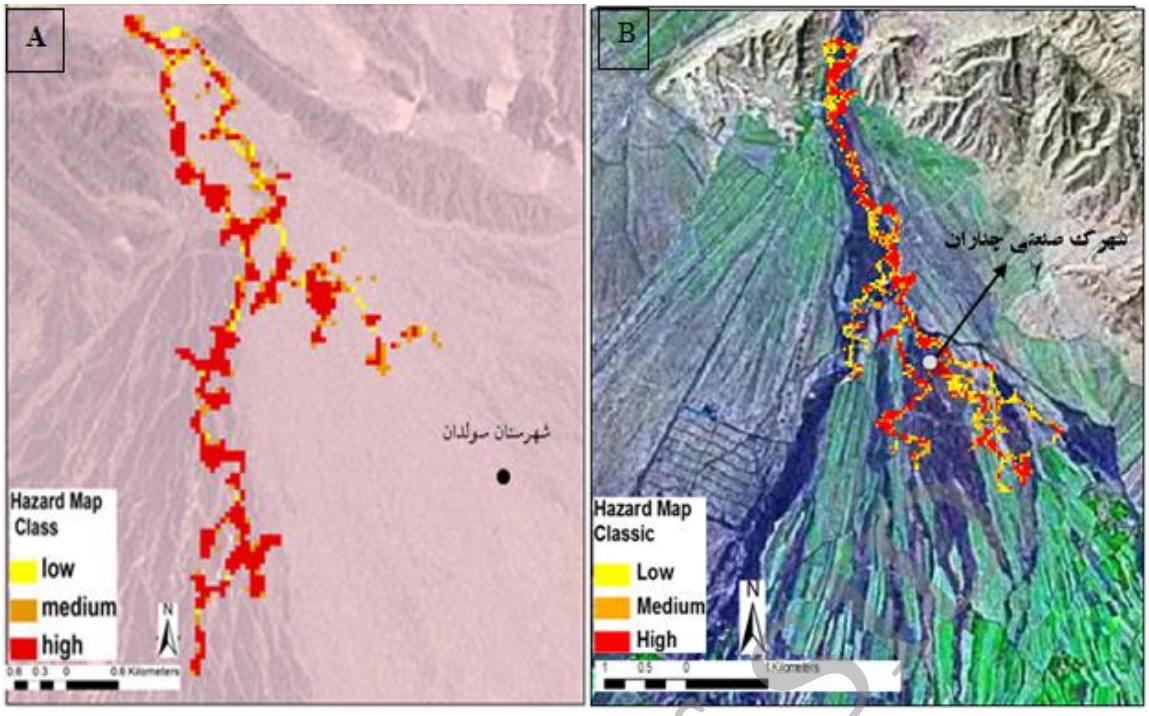
شکل ۶- نتایج مدل FLO-2D بر اساس سرعت A) مخروط افکنه سرباز B) مخروط افکنه فریزی

۵- نتیجه‌گیری

روشی که در این مطالعه بمنظور شناسایی جداشدگی بر روی این دو مخروط‌افکنه صورت گرفته، استفاده از مدل دو بعدی FLO-2D است. جداشدگی بر روی هر کدام از این دو مخروط افکنه با استفاده از نتایج این مدل بر اساس دبی ۱۰۰ و ۵۰۰ سال و همچنین بر اساس سرعت و طبقه بندی ریسک سیلاب مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج حاصل از پلات عکس هوایی اخیر از مخروط افکنه‌ها با نتایج مدل FLO-2D نشان می‌دهد که مخروط افکنه‌های سرباز و فریزی دارای پتانسیل جداشدگی متعددی می‌باشند. همچنین نتایج حاصل از مدل، کانال‌های جریانی را بر روی دو مخروط افکنه نشان می‌دهد که بر روی عکس‌های هوایی مشاهده نمی‌گردد، این کانال‌ها مکان‌هایی هستند که مدل به عنوان جداشدگی پیش‌بینی کرده است.

www.SID.ir



شکل ۷- نتایج مدل FLO-2D بر اساس طبقه بندی ریسک سیلاب A) مخروط افکنه سرباز B) فریزی

نتایج حاصل از مدل برروی مخروط افکنه فریزی وجود چند جداشدگی را نشان می‌دهد که یکی از آنها بر روی نقطه خطرناکی (شهرک صنعتی چناران) قرار گرفته است. بنابراین باید اقدامات لازم بمنظور جلوگیری از خسارات احتمالی بر روی این ناحیه صورت گیرد. همچنین نتایج مدل وجود جداشدگی در نواحی میانی مخروط افکنه سرباز را نشان می‌دهد که می‌تواند برای شهرستان سولدان که تقریبا در نواحی پایینی این مخروط‌افکنه قرار گرفته است خطر ساز باشد.

اگرچه هنوز تکنیک ثابتی برای شناسایی و پیش بینی جداشدگی بر روی مخروط‌افکنه‌ها بوجود نیامده است. اما نتایج مطالعاتی که تاکنون صورت گرفته نشان می‌دهد که مدل FLO-2D یک ابزار قوی در مقایسه با مدل‌های دیگر برای تعیین جداشدگی می‌باشد. به طوری که نتایج مطالعات صورت گرفته بر روی مخروط افکنه‌های مرکز آریزونا با استفاده از این مدل نیز نشان دهنده موفقیت آمیز بودن این مدل می‌باشد Fuller (2012b). استفاده از مدل‌های یک بعدی مانند HEC-1 و مدل‌های دیگر بیانی از احتمال خطر سیل در اراضی اطراف رودخانه را مد نظر قرار می‌دهد و درخود فرض عدم جابجایی رودخانه را مستتر دارند در حالی که این جابجایی کاملا محتمل است. نتایج نشان داده شده بر اساس مدل FLO-2D بر روی مخروط افکنه سرباز و فریزی ضرورت استفاده از این مدل را برای شناسایی جداشدگی بر روی مخروط افکنه‌های دیگر پیشنهاد می‌کند. زیرا نواحی را نشان می‌دهد که تا کنون احتمال ریسک بالا روی آنها در نظرگرفته نشده در حالی که نتایج این مدل نشان از ریسک بالا روی آنها می‌دهد. بنابراین اگر بتوان این مدل را برای مخروط افکنه‌های دیگر بکار برد می‌توان تا حدودی از ریسک سیلاب کاهش داد و جلوی برخی از خسارات ناشی از آن را گرفت. با توجه به اینکه جداشدگی فرآیندی است که ریسک سیلاب را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین پیشنهاد می‌شود که تأثیر جداشدگی بر روی مخروط افکنه‌ها به عنوان یک عامل بسیار مهم در ریسک سیلاب‌های مخروط‌افکنه‌ای در مطالعات ریسک سیلاب بر روی مخروط افکنه‌ها مورد بررسی قرار گیرد.

۵- مراجع

Bryant MP, Falk and Paola C (1995) Experimental study of avulsion frequency and rate of deposition. Geology 23(4): 365-368.

Dawdy DR (1979) Flood frequency estimates on alluvial fan. Journal of the Hydraulics Engineering 105(11): 1407-1412.

FEMA (1990) An alluvial fan flooding computer program. Users Manual and Program Disk: Washington, D.C., Federal Emergency Management Agency.

Field J (2001) Channel avulsion on alluvial fans in southern Arizona. Geomorphology

Archive of SID
www.SID.ir

Hook RL (1965) Alluvial fans, Ph.D. Dissertation, California Institute of Technology, Pasadena, California.

O Brien JS (2007) FLO-2D flood routing model. Version 2007.06, Copyright 1989, 1993, 2004 FLO-2D Software Inc.

Pearthree PA, J.E. Klawon and T.W. Lehman (2004) Geomorphology and hydrology of an alluvial fan on Tiger Wash, Maricopa and La Paz Counties, West-central Arizona Geological Survey Open-File Report 04-02,40p.

Tornqvist TE and J.S. Bridge (2002) Spatial variation of overbank aggradation rate and its influence on avulsion frequency, Sedimentology, vol. 49: 891-905. URS, 2012, Rainbow Valley Area Drainage Master Plan, Report to the Flood Control District of Maricopa County.

FLO-2D (2012) FLO-2D User's Manual. FLO-2D Engineering.

Fuller JE (2012a) Alluvial fan flood hazard identification and mitigation methods, PFHAM Refinement Study, Final Report.

Fulle JE (2012b) Evaluation of avulsion potential on active alluvial fans in Central and Western Arizona. Arizona Geological Survey Contributed Report CR-12-D, Tucson, Arizona.

Fuller JE (2012c) Theoretical and Practical deficiencies in the FEMA fan methodology. Arizona Geological Survey Contributed Report CR-12-B, Tucson, Arizona.

Hjalmarson HW, S.P. Kemna (1991) Flood hazards of distributary-flow areas in southwestern Arizona: U.S. Geological Survay Water Resources Investigations Report 91-4171, 68 p.

Archive of SID

www.SID.ir