جاده‌سازی و ناپایداری ژئومورفیکی در مناطق بیابانی

دکتر سیدرضا حسین‌زاده
استادیار ژئومورفولوژی دانشگاه فردوسی مشهد

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

چکیده

چنین به‌نظر می‌رسد که ایران در طول قرن ۲۱ با چالش های ژئومورفیکی مهمی‌مواجه خواهد بود. گر چه با توجه به شرایط خاص تکتونیکی و اقلیمی‌کشور که آنرا طی عهد حاضر در یک فاز فرسایش کاوشی قرار داده، ناپایداری‌های ژئومورفیکی تا حدی توجیه‌پذیر است، لیکن افزایش بهره‌برداری ها از منابع زمینی و توسعه فعالیت های عمرانی، این ناپایداری‌ها را شدت بخشیده و چالش ژئومورفیکی را به‌دنبال دارد. در این مقاله که به نمونه، اثرات جاده‌سازی بر تشدید فعالیت فرایندهای مورفودینامیک بیابانی مورد بررسی قرار گرفته، ملاحظه می‌شود که دخالت در محیط طبیعی چنانچه با متغیرهای سازنده آن همگام نباشد، حتی در محیط‌های نسبتاً تثبیت شده، ناپایداری هایی را به‌دنبال دارد که در نهایت به زیان همان فعالیت‌ها خواهد انجامید. منطقه مورد مطالعه از آن جهت دشت طبس انتخاب گردیده که به‌دلیل کمی‌جمعیت و محدود بودن دامنه سایر فعالیت‌ها، امکان تداخل و تعدّد متغیرهای تأثیرگذار دیگر کمتر فراهم بوده است.

واژه‌گان کلیدی: بیابان، جاده‌سازی، ناپایداری ژئومورفیکی، کویر، مخروط افکنه آبرفتی، دشت ریگی.

مقدمه

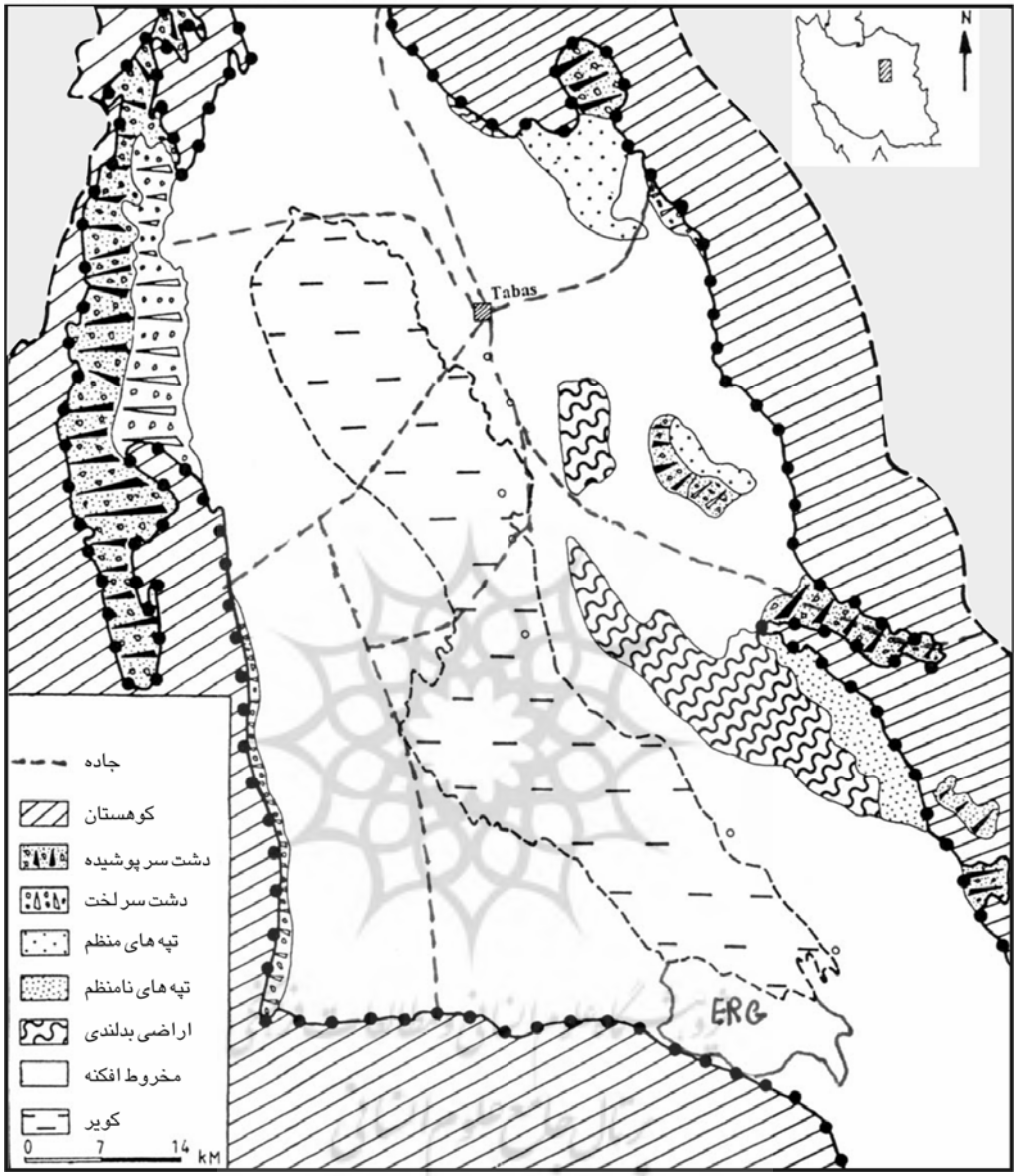
تحول لندفرم‌ها در دشت‌های بیابانی به‌صورت دوره‌ای انجام می‌گیرد و در طول دوره های سکون، اشکال ژئومرفولوژی عموماً تثبیت شده به‌نظر رسیده و یا تحول بسیار کندی را طی می‌نمایند. تجدید دوره‌های فعالیت در کنترل متغیرهای اقلیمی و تکتونیکی است. انسان به یک عامل جدید در بهره‌برداری از بیابان، تغییرات دوره‌ای لندفرم‌ها را به حالت مداوم یا سریع تغییر داده است. به‌عبارت دیگر در مقیاس زمانی دوره معاصر تحولات ناشی از دخالت انسان در محیط‌های بیابانی بسیار سریع رخ داده و موجبات ناپایداری ژئومورفیکی را در عرصه‌های مذکور فراهم آورده است.

در ایران نیز که بخش‌های وسیعی از آن جزو قلمروهای بیابانی است، طی سال‌های اخیر به دلیل بهره‌برداری از منابع معدنی، گسترش اراضی کشاورزی، اجرای طرح‌های احیاء بیابان، احداث نیروگاه‌های بزرگ سوخت فسیلی و جاده‌سازی، لندفرم‌های بیابانی تغییرات سریعی را آغاز نموده‌اند. در این بین جاده‌سازی به‌علت گسترش طولی زیاد، نیاز به مصالح فراوان و نگهداری سالانه، بیشترین تأثیر را بر ناپایداری ژئومورفیکی سطوح بیابانی داشته است. در این مقاله اثرات متقابل جاده‌سازی و لندفرم‌های مهم بیابانی یعنی کویرها، مخروط افکنه‌های آبرفتی و دشت‌های ریگی بر یکدیگر مورد بررسی قرار گرفته است. فشارهای ناشی از جاده‌سازی در داخل حوضه‌های آبریز طی دهه‌های اخیر وارد چرخه‌های تحقیقی و مدیریتی شده، ولی در مورد بیابان ها فعالیت‌های کمتری صورت گرفته است. بر مبنای مطالعات قبلی اثرات جاده‌سازی بر فرایندهای هیدرولوژیکی و ژئومورفیکی شامل افزایش مقادیر فرسایش سطحی (رِید[۱] و دونه[۲] ۱۹۸۴ و دانکن[۳] و دیگران ۱۹۸۷)، ایجاد زمین لغزه (سوان سون[۴] و دیرِنس[۵] ۱۹۷۵ و مگاهان[۶] و دیگران ۱۹۷۸)، تغییر در شدت دبی پیک و زمان تمرکز (کینگ[۷] و تِنی سون[۸] ۱۹۸۴) و فشار بر رسوب‌گذاری جریان و مرفولوژی کانال (بیل بای[۹] و دیگران ۱۹۸۹) می گردد. در مطالعات جدیدتر توسط جونز[۱۰] و گرانت[۱۱] (۱۹۹۶)، افزایش ۵۰ درصدی دبی پیک طی یک دوره ۵ ساله پس از احداث جاده‌ها تأیید گردیده و مطالعات بِورلی[۱۲] و دیگران (۱۹۹۶) در دو حوضه آبریز به مساحت های ۶۲ و ۱۱۹ کیلومترمربع در کاسکادهای غربی اورگون نشان می‌دهد که پس از جاده‌سازی دبی پیک افزایش، تراکم زهکشی کاهش و گالی‌ها توسعه یافته‌اند. در تحقیق دیگری که به‌وسیله جولیا جونز و دیگران (۲۰۰۰) صورت گرفته اثرات متقابل شبکه جاده‌ای و شبکه زهکشی مورد بررسی قرار گرفته و افزایش شدت سیلاب‌ها و جریان مواد ناشی از جاده‌سازی تشخیص داده شده است.

منطقه مورد مطالعه و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه دشت بیابانی طبس در استان یزد به وسعت تقریبی ۶۰۰۰ کیلومتر مربع به عنوان یکی از نمونه‌های تیپیک بیابان‌های بسته دنیا انتخاب شده است. عوارض ژئومورفولوژی این منطقه شامل تپه‌ها، دشت سرها، مخروط افکنه‌های آبرفتی، کویر و ریگزار است. دشت‌های ریگی، نبکاها، سطوح ماسه‌ای و چاله‌های کوچک کویری در سطح و یا حاشیه عوارض فوق به‌طور پراکنده به‌وجود آمده‌اند. فرایندهای برتر دینامیک بیرونی در منطقه شامل هوازدگی حرارتی، هوازدگی نمکی، تشکیل قشرهای سخت کربناته، سیلاب‌های اتفاقی و باد است که در دوره معاصر با شدتی کمتر از گذشته به دستکاری محدود لندفرم ها می‌پردازند. در این منطقه حدود ۳۶۰ کیلومتر جاده‌های ارتباطی کشیده شده که نحوه توزیع این جاده‌ها بر سطح انواع لندفرم‌ها در نقشه ۱ و جدول ۱ ارائه گردیده است.

1- Reid. L.M 2- Dunne.T 3- Duncan.S.H 4- Swanson.F.G 5- Dyrness 6- Megahan 7- King.J.G 8- Tennyson.L.C 9- Bilby 10-Jones.A.J 11- Grant.G.E 12- Beverley.C.W



شکل ۱- جاده‌های ارتباطی و مناظر عمده مورفولوژیک منطقه مطالعاتی

مأخذ : تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۹۸۷ و نقشه راه‌های منطقه

از آن‌جایی که فرضیه اصلی این مقاله، اثرات جاده‌سازی در ناپایداری ژئومورفیکی سطوح بیابانی است، لذا برای ثبت تغییرات از روش‌های زیر کمک گرفته شده است.

۱- مشاهده و ثبت تغییرات از طریق عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۵۶ تا ۲۰۰۲.

۲- بازدیدهای میدانی طی سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۳.

جدول ۱– عوارض ناهمواری و جاده‌ها در منطقه مورد مطالعه

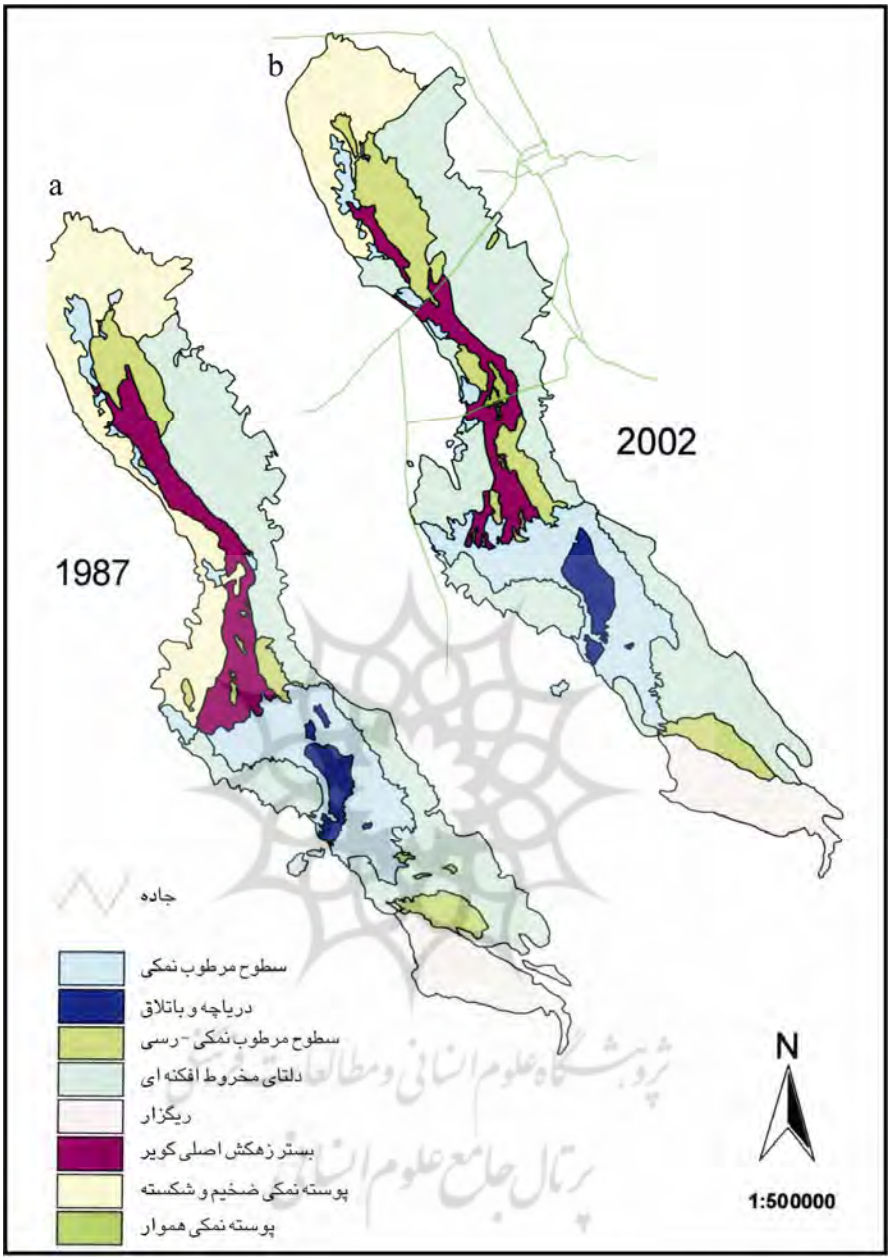
نوع عارضه ژئومرفولوژی		مساحت (km^2)	طول جاده (km)	مساحت اشغال شده توسط جاده (km^2)		کل سطوح تغییر یافته(km^2)
				سطح آسفالته یا فشرده شده جاده	حاشیه‌های جاده	
تپه‌ها و بدلندها		۶۶۷/۶۴	۳۴	۰/۵۱	۲/۷۲	۳/۲۳
دشت سر	پوشیده	۷۷۶/۰۸	۲۵	۰/۳۷۵	۲	۲/۳۷۵
	لخت	۳۱۸/۲	۱۲	۰/۱۸	۰/۹۶	۱/۱۴
مخروط افکنه آبرفتی	قدیمی	۳۳۳/۹	۵/۲	۰/۷۸	۰/۳۱۲	۰/۳۹
	متوسط	۷۵۰	۷۵/۴	۱/۱۳۱	۶/۰۳۲	۱/۱۶۳
	جوان	۱۶۳۷/۱	۱۶۱/۸	۲/۴۳	۱۲/۹۴	۱۴/۹۲
کویر و اراضی پست		۱۳۶۷	۲۲/۴	۰/۳۳۶	۰/۲۲۴	۰/۵۶
تپه‌های ماسه‌ای		۷۰۷	--	--	--	--
دشت ریگی روی مخروط افکنه‌ها و دشت سرها		۳۵۶۹	۱۶۶/۶*	۲/۴۹	۱۳/۲۸	۱۵/۷۷
جمع کل		۵۹۵۶/۹۵	۳۳۵/۸	۷/۵	۳۸/۴	۳۹/۵

* از مجموع ۸/۳۳۵ کیلومتر جاده را شامل می‌شود

در مرحله اول نقشه ژئومورفولوژی منطقه از طریق عکس‌های هوایی سال ۱۹۵۶ تهیه و پس از تبدیل مقیاس به‌عنوان نقشه‌های پایه مورد استفاده قرار گرفته و برای ثبت تغییرات بعدی از تصاویر ماهواره ای سال‌های ۱۹۷۳، ۱۹۸۷ و ۲۰۰۲ استفاده شده است. در مرحله دوم یعنی در بازدیدهای میدانی، نقاط مشخصی تعیین و در بازدیدهای متوالی مورد مشاهده و اندازه‌گیری قرار گرفته است.

۳- بحث و نتایج

در این مطالعه بین سال‌های ۱۹۵۶ تا ۱۹۷۳ تقریباً تغییرات مشخصی در شرایط ژئومورفیکی سطح دشت مشاهده نگردید. بین سال‌های ۱۹۷۳ تا ۱۹۸۷ عمدتاً تغییرات مربوط به کاربری اراضی است که به‌دنبال زمین‌لرزه مخرب سال ۱۹۷۸ اتفاق افتاده است. طی ۱۵ ساله ۲۰۰۲ – ۱۹۸۷ که جاده‌ها در منطقه



شکل ۲- مقایسه وضعیت کویر در دوره‌های مختلف مطالعه

مأخذ : تصاویر ماهواره‌ای TMلندست سال ۱۹۸۷ و ۲۰۰۲ و بازدیدهای میدانی

گسترش یافته‌اند، تحولات چشمگیر شده و در امتداد جاده‌ها و همچنین مرز واحدهای ژئومرفولوژی تغییرات قابل ثبت بوده است. جاده‌سازی در سطح بیابان بر میزان آب و رسوب، شدت فرسایش آبی، مسیرهای حمل آب و رسوب و گسترش فرسایش بادی تأثیر گذاشته که در زیر به تفکیک در هر یک از واحدهای عمده ژئومورفولوژی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد:

۱-۳- اثر جاده‌سازی بر ناپایداری ژئومورفیکی کویر

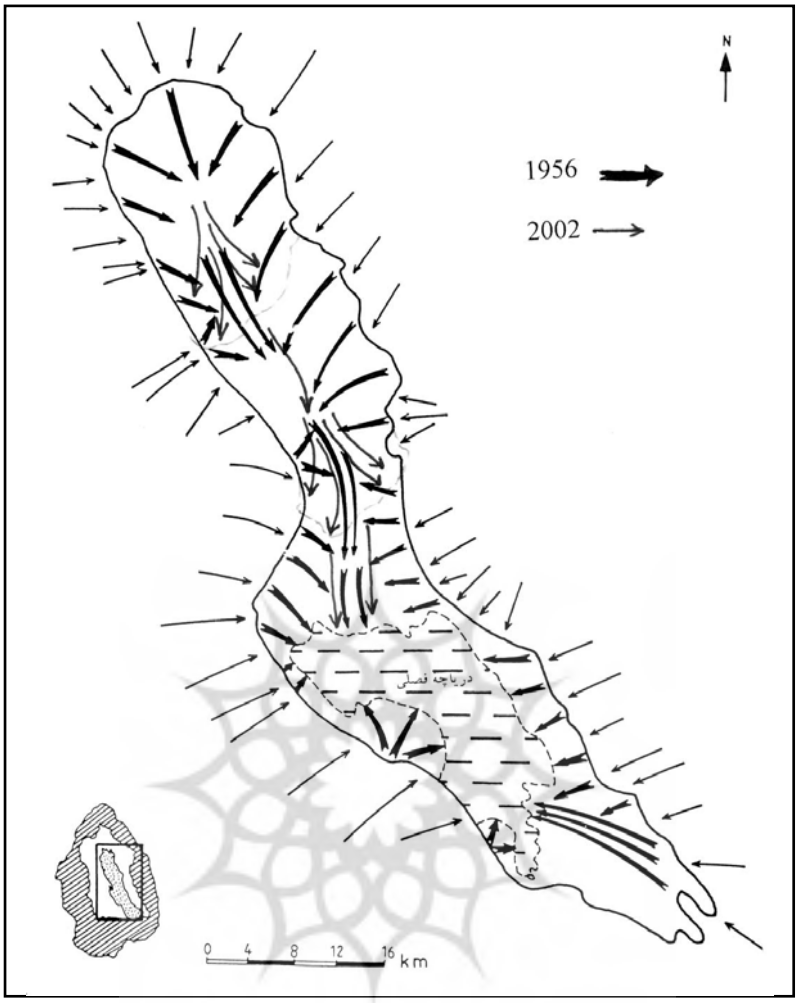
جاده‌های ارتباطی مورد مطالعه به طول ۲۲/۴ کیلومتر در سطح کویر، آن‌را به طور عرضی قطع می‌نمایند. پس از احداث جاده‌های فوق، مرز کویر به سرعت رو به توسعه گذاشته، الگوی جابه جایی آب و رسوب در داخل کویر تغییر کرده و مرفولوژی سطحی آن نیز تغییرات اساسی داشته است. (شکل ۲) جدول ۲ تغییرات مساحت کویر را طی سال‌های مختلف مورد بررسی نشان می‌دهد. تا سال ۱۹۸۷ تغییرات زیادی در ابعاد کویر رخ نداده ولی بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۲ مساحت رو به افزایش گذاشته و این افزایش در مجاورت جاده‌های ارتباطی کاملاً آشکار و غیرمعمول است.

شکل۳ وضعیت هیدرولوژیکی و الگوی حرکت آب و رسوب را در دو مقطع زمانی قبل و بعد از احداث جاده‌های ارتباطی نشان می‌دهد. قبل از احداث جاده‌ها هیچ مانعی برای انتقال آب شور و رسوب‌های ریزدانه در سطح کم شیب کویر وجود نداشته و توزیع رسوب به‌طور یکنواخت انجام می‌شده است پس از احداث جاده‌ها، چون امکان انتقال تمام آب و رسوب سطح کویر از طریق پل‌های ساخته شده وجود نداشته لذا مازاد رسوب در پشت خاکریز جاده‌ها بر جای گذاشته شده و نیمرخ طولی کویر کاملاً بهم خورده است. در مطالعات میدانی ضخامت انباشت رسوب‌های کویری در پشت جاده‌ها طی ۵ سال حدود ۲۰ سانتی متر اندازه‌گیری شده و چنانچه هر ساله نسبت به تخلیه رسوب و زهکشی سطح کویر اقدام ننمایند، سطح کویر با سطح جاده یکسان خواهد شد. در نتیجه زهکشی ضعیف، نفوذ آب شور و تبلور نمک در زیربنای جاده‌ها و همچنین پل های احداثی، کاهش عمر مفید آن‌ها را در پی دارد. علاوه بر آن، تغییرات به بار آمده در شرایط هیدرولوژیکی و

جدول ۲ - تغییرات در مساحت و نوع مرفولوژی سطحی کویر

مرفولوژی سطحی کویر	مساحت (km^2)		محدوده تغییر یافته (km^2)
	۱۹۷۸	۲۰۰۲	
سطوح مرطوب نمکی (پوسته نمکی در تابستان و باتلاق در زمستان)	۱۹۱/۸۸	۱۹۳/۷۶	+۱/۸۸
دریاچه و باتلاق	۲۸/۱۷	۳۳/۲۷	+ ۵/۱
سطوح مرطوب نمکی – رسی	۹۰/۳۵	۱۴۳/۲۴	+۵۲/۸۹
دلتای مخروط افکنه‌ای	۴۲۳/۷۳	۵۲۸/۹	+ ۱۰۵/۱۷
بستر زهکش اصلی کویر	۱۱۵/۱۸	۸۷/۱	+ ۲۸/۰۸
پوسته نمکی خرد شده و ضخیم	۲۵۵/۷۹	۱۳۵/۷	– ۱۲۰/۰۹
سطوح هموار رسی با قشری از نمک در سطح	۰	۹/۴	+۴/۹
جمع کل	۱۱۰۴/۵	۱۱۲۶/۸۷	

مأخذ : نقشه‌های ژئومورفولوژی و بازدیدهای میدانی



شکل ۳ – الگوی انتقال آب و رسوب در کویر

مأخذ : عکس های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه

رسوبشناسی کویر بر گسترش بیشتر مرز کویر و از بین رفتن اراضی زراعی و باغی روستاهای حاشیه کویر خواهد انجامید.

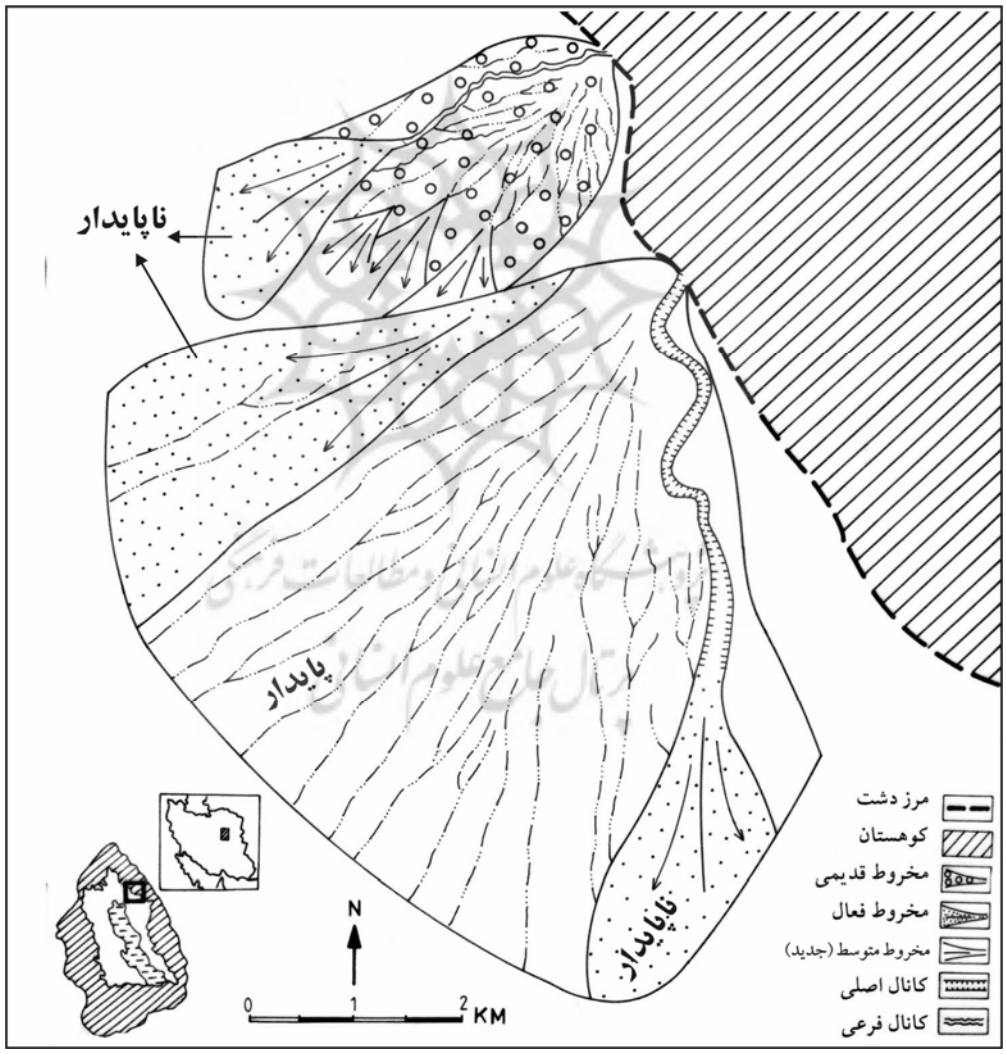
چشم انداز سطحی کویر نیز تحت تأثیر جاده‌سازی تغییراتی اساسی داشته است. ممانعت جاده‌ها برای انتقال آب و رسوب به بخشهای پایین تر کویر منجر به از بین رفتن کانال‌های فرعی، هموار شدگی و توسعه سطوح نمکی در پشت جاده‌های ارتباطی گردیده در حالی که در پایین دست احداث جاده، مرفولوژی سطحی کویر کاملاً متفاوت است. تفاوت های به بار آمده در عوارض سطحی کویر پس از جاده‌سازی را می‌توان با مقایسه نقشه‌های a وb در شکل ۲ و همچنین جدول ۲ درک نمود.

۲-۳- اثر جاده‌سازی بر ناپایداری ژئومورفیکی مخروط افکنه‌های آبرفتی

مخروط افکنه‌های آبرفتی منطقه مورد مطالعه با وسعت ۲۷۲۱ کیلومترمربع در سه گروه مخروط افکنه های قدیمی، جدید و فعال طبقه بندی شده‌اند. مخروط افکنه‌های جدید با سطحی نسبتاً هموار و شیب حدود ۵ درصد نتیجه تغییرات اقلیمی‌دوره کواترنر بوده و مخروط افکنه‌های فعال متعلق به دوره معاصر با سطحی بسیار

کمتر بر اثر حرکات تکتونیک جدید در انتهای کانال‌های اصلی به‌وجود آمده‌اند. (حسین زاده – سیدرضا،۱۳۸۲) به جز مخروط افکنه‌های کوچک و فعال دوره معاصر که به‌وسیله سیلاب‌های سالانه به شدت در معرض تغییر است. سایر مخروط افکنه‌های منطقه به‌طور طبیعی سطح پایدار و تثبیت شده‌ای را کسب نموده اند. اجزاء مخروط افکنه‌های جدید و قدیم، شامل کانال اصلی، کانال‌های فرعی و قطعات بین کانال‌هاست. (شکل۴)

مطالعه پوشش سطحی قطعات، مرفولوژی و رسوبشناسی کانال‌های فرعی نشان می‌دهد که هر دو جزء در دوره معاصر از پایداری طبیعی کافی برخوردارند. احداث جاده‌های ارتباطی در مخروط افکنه‌ها منجر به تغییر الگوی زهکشی، تمرکز سیلاب، ایجاد کانال‌های ناپایدار، حمل رسوب بیشتر و توزیع مجدد آن در قاعده مخروط افکنه‌ها و به‌طور کلی ناپایداری ژئومورفیکی عوارض فوق گردیده است. این تأثیرات زمانی که جاده‌ها عمود بر شبکه زهکشی کشیده شده‌اند بیش از حالتی است که در امتداد آن‌ها کشیده می‌شوند.



شکل ۴- الگوی تقطیع مخروط افکنه‌های آبرفتی در منطقه و پایداری و ناپایداری طبیعی آن

مأخذ : عکس‌های هوایی ۵۵۰۰۰ : ۱ منطقه سال ۱۹۵۶

در حالت اول، جاده‌ها کانال‌های فرعی فراوانی را قطع نموده و هدایت رواناب و تمرکز آن در محل پل‌ها موجب افزایش دبی سیلاب و شکل‌دهی کانال‌های جدید پس از پل‌ها می‌شود. کانال‌های جدید جزو کانال‌های کاملاً ناپایدار بوده و فرسایش عمقی و جانبی در آن‌ها به سرعت توسعه می‌یابد. تمرکز رواناب در این کانال‌ها و افزایش سرعت آب سایر ویژگی‌های محیطی مخروط افکنه‌ها را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. از جمله این تغییرات می‌توان به کاهش حجم نفوذ و از بین رفتن پوشش گیاهی بیابانی اشاره نمود.

در حالت دوم که جاده‌ها کانال‌های فرعی کمتری را قطع می‌نمایند تغییرات کمتری حاصل می شود. برای عبور جاده‌ها از کانال‌های اصلی مخروط افکنه‌ها، پل‌هایی طراحی شده که به‌دلیل ضعف در طراحی و مهندسی پل منجر به تغییر نیم‌رخ طولی رودخانه و ناپایداری ژئومورفیکی در این کانال‌ها گردیده است. در این‌گونه موارد بستر کانال‌های اصلی در پشت پل‌ها بر اثر رسوب‌گذاری بالا آمده ولی پس از گذر از پل بستر رود بر اثر فرسایش عمقی و جانبی، عمیق‌تر و عریض‌تر گردیده است. (شکل ۵) بافت رسوبات بستر نیز در مکان‌های اشاره شده تغییر قابل توجهی دارد یعنی در موقعیت قبل از پل رسوبات با بافت درشت ولی پس از پل از شن و ماسه ترکیب یافته است. یکی از اثرات مهم این ناپایداری‌ها تدارک رسوب ریزدانه برای فرسایش بادی است. هم‌چنین پخش رسوب ریزدانه در قاعده مخروط افکنه‌ها باعث کاهش نفوذپذیری سطح بیابان شده و بر روی آب زیرزمینی مورد نیاز سکونت‌گاه‌های منطقه تأثیر منفی می‌گذارد.

جدول ۳ – اثرات جاده‌سازی در ناپایداری ژئومورفیکی اجزاء مخروط افکنه‌های آبرفتی

نوع مخروط افکنه	تعداد کانال‌های اصلی		تعداد کانال‌های فرعی		تعداد پل‌های ساخته شده	فراوانی کانال‌های ناپایدار	مساحت قطعات ناپایدار بر اثر جاده‌سازی (Km^2)
	کل	تعداد تلاقی جاده و کانال	کل	تعداد تلاقی جاده و کانال			
قدیمی	۲۷	۲	۲۱۰	۴	--	۲	۱۶
متوسط	۳۱	۱۸	۳۵۰	۱۲۰	۱۱	۵	۶۵
جوان	۲۳	۱۳	۱۲۲۰	۸۲۰	۱۹۵	۳۷۵	۲۷۹
جمع کل	۸۱	۳۳	۱۷۸۰	۹۴۴	۲۰۶	۳۸۲	۳۶۰

مأخذ : نقشه‌های توپوگرافی ۲۰۰۰۰ : ۱، عکس‌های هوایی و بازدیدهای میدانی سال های ۸۳-۱۳۷۸

۳-۳ جاده‌سازی و توسعه فرسایش بادی (ناپایداری ژئومورفیکی دشت‌های ریگی)

بخش‌های وسیعی از چشم‌اندازهای آبرفتی بیابان طبس در سطح به‌وسیله فرایندهای تشکیل قشرهای سخت و تمرکز مواد درشت دانه به‌طور طبیعی تثبیت شده است. (حسین زاده، ۱۳۸۲ ، ص۲۰۰)

جاده‌سازی و عملیات نگهداری آن در برابر فرایندهای دینامیک بیرونی بدو طریق موجب فعال شدن مجدد فرسایش بادی و ناپایداری در برابر بادبردگی شده است. اول این‌که رسوبات ریزدانه حاصل از فرسایش کاوشی کانال‌های فرعی و اصلی مخروط افکنه‌های آبرفتی با توزیع مجدد در قاعده مخروط افکنه‌ها بهترین

شکل ۵- تصاویری از کانال‌های فرعی ناپایدار شده مخروط افکنه‌ها در ۲۸ کیلومتری جاده طبس به مشهد

شکل۶- کانال اصلی یکی از مخروط افکنه‌های منطقه (رودخانه سرگردان) قبل و بعد از پل احداثی

شکل ۷- تصاویری از دشت ریگی (با تثبیت نسبی) در منطقه مورد مطالعه

جدول ۵- اثرات جاده‌سازی بر ناپایداری ژئومورفیکی دشت‌های ریگی

نوع دشت ریگی	مساحت (km^2)	طول جاده (km)	سطوح ناپایدار تحت تأثیر جاده (km^2)
دشت ریگی با منشاء بادبردگی همراه با پوشش‌های نازک ماسه‌ای	۱۰۳۵	۴۲/۱۸	۶/۳۲
دشت ریگی حاصل از بادبردگی	۱۴۰۲	۶۷/۴۵	۱۰/۱۱
دشت سنگی با منشا شستشو	۶۰۳	۱۶/۳۸	۲/۴۵۷
دشت ریگی با منشا بادبردگی و شستشو	۴۵۵	۱۸/۵	۲/۸
دشت سنگی با منشا بادبردگی، شستشو و انجماد و ذوب	۷۴	۲۲/۰۷	۳/۳
جمع کل	۳۵۶۹	۱۶۶/۵۸	۲۴/۹۸

مأخذ : جدول (منبع شماره۲ و ۹ و بازدیدهای میدانی سال ۱۳۸۳)

مصالح را برای فرایند بادبردگی فراهم می‌آورد، دوم این‌که به منظور ساخت جاده و نگهداری سالانه آن، مساحت قابل ملاحظه‌ای از سطوح تثبیت شده زیر و رو گردیده و مجدداً در معرض بادبردگی قرار می گیرد. افزایش فراوانی طوفان‌های گرد و خاک، غبار آلودگی هوای منطقه طی ماه‌های گرم سال و افزایش حجم حمل و نقل بادی از اثرات مهم این دخالت‌هاست. چون در بخش وسیعی از دشت‌های ریگی کانی‌هایی مانند ژیپس و نمک در عمق کمی از خاک تجمع یافته‌اند با به‌هم زدن خاک سطحی د ر عملیات جاده سازی و نگهداری جاده، حمل و نقل بادی کانی‌های فوق را به اطراف و بر روی اراضی زراعی و باغی می‌گستراند و شور شدن خاک را سرعت می‌بخشد.

٤- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

از مطالعه موجود می‌توان چنین نتیجه گرفت که سطوح و لندفرم‌های بیابانی علی‌رغم آن‌که در دوره معاصر تثبیت شده به‌نظر می‌رسند در برابر فعالیت‌های انسان بسیار حساس می‌باشند و با دخالت انسان در این مناطق ناپایداری ژئومورفیکی رخ می‌دهد. با توجه به نیاز روزافزون ایران به بهره‌برداری از منابع بیابانی لازم است در اجرای طرح‌های عمرانی قبل از هر چیز هشدارهای زیر جدی گرفته شود تا منجر به حساسیت‌پذیری بیش از پیش اکوسیستم‌های بیابانی نگردد :

۱- توسعه مطالعات تفصیلی ژئومرفولوژی در مناطق بیابانی
۲- همگامی طرح‌های عمرانی با فرآیندهای مؤثر مناطق بیابانی
۳- بالا بردن دانش مهندسی پروژه‌های زیربنایی
۴- دخالت بی‌چون چرای ژئومورفولوژیست‌ها در طرح‌های عمرانی مناطق بیابانی

در ارتباط با جاده‌سازی، مکان‌یابی صحیح مسیر و طراحی مناسب دهانه پل‌ها از مسائلی است که باید به دقت مورد بررسی و توجه قرار گیرد. در حال حاضر به‌نظر می‌رسد مطالعات کافی بر روی دینامیک جریان‌های سطحی، کیفیت رسوب‌های وابسته به آن‌ها و متغیرهای تأثیرگذار بر عمر مفید جاده در محیط‌ها و زیر محیط‌های ژئومورفیک مختلف انجام نمی‌گیرد و یا بسیار سطحی به آن نگریسته می‌شود. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که عدم توجه به موارد مذکور علاوه بر خسارات مستقیم وارده به خود جاده‌ها و ابنیه فنی آن‌ها، خسارات غیرمستقیم شامل پیشروی کویر و شورشدگی خاک، حمل بلورهای نمک به‌وسیله باد، افزایش طوفان های گرد و خاک و کاهش درجه کیفیت آب نادر زیرزمینی منطقه را به‌دنبال دارد.

منابع

۱- حسین‌زاده، سیدرضا، ۱۳۸۲، پایداری و ناپایداری نسبی سطوح مخروط‌افکنه‌ای در بیابان داخلی ایران، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره اول، صص ۲۰۷-۱۸۳.

۲- حسین‌زاده، سیدرضا، ۱۳۷۸، ژئومرفولوژی دشت‌های بیابانی ایران، دانشگاه تهران، رساله دکتری، ص ۲۲۱.

۳- سازمان جغرافیایی کشور، نقشه‌های توپوگرافی ۲۵۰۰۰۰ : ۱ و ۵۰۰۰۰ : ۱ منطقه مورد مطالعه.

۴- سازمان جغرافیایی کشور، عکس‌های هوایی ۵۵۰۰۰ : ۱ منطقه مورد مطالعه (سال ۱۹۵۶)

۵- سازمان زمین‌شناسی کشور، نقشه‌های زمین‌شناسی ۲۵۰۰۰۰ : ۱ منطقه مورد مطالعه .

۶- سازمان سنجش از دور ایران، تصاویر ماهواره‌ای لندست TM منطقه سال‌های ۲۰۰۲ و ۱۹۷۸ و ۱۹۷۳.

7- Beverley C. wemple, Julia A. Jones, and Grdon E. Grant 1996. Channel Network Extension By Logging Roads in two Basins, western cascades. Oregon water resources Bulletin, American water Resources Association vol 32. No 6.

8- Bilby. R. E, K. Sullivan, S. H. DunCan 1989. The Generation and fate of Road – Surface Sediment in forested watersheds in Sothwestern Washington. Forest science No 35-2. pp 453-466.

9- Cook. Ronald, Andrew warren , Andrew Gudie. 1993. Desert Geomorphology. Ucl press. England.

10-Duncan. S.H, R.E. Bilby, J.T.Heffner 1987. Transport of Road – Surface Sediment Through Ephemeral Stream Channals. Water Resources Bulletin 23-1. pp 113-119.

11-Julia A. Jones, Fredrick J. Swanson, Beverley C Wemple, Kaiu snyder. 2000. Effects of Roads Hydrology, Geomorphology and Disturbance Patches in Stream Networks Conservation Biology Vol 14. No 1.

12-King. J. G., L.C.Tennyson 1984. Alteration of Stream flow Characteristics Following Road Construction in North Central Idaho. Water Resources Research No 20-8. pp 159-163.

13-Megahan, W. F, N.F Day, T.M.Bliss 1978. Landslide occurrence in the western and Central Northern Rock Mountain, Physiographic Province in Idaho. Proccedings of the 5th North American Forest Soils Conference. Colorado State University , pp 116-139.

14-Reid.L.M, T. Dunne. 1984. Sediment Production From Road Surfaces. Water Resources Research No 20.

15-Swanson. F.J, C.T.Dyrness 1975. Impact of Clearcutting and Road Construction on Soil Erosion by landslides in the western Cascade Range, Orgon. Geology, No 3. pp 392-396.