

فرسایش خندقی و تأثیر آن بر توسعه سکونت گاهی در بخش علامرودشت

مجتبی یمانی*

دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

مرضیه موغلی

استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی لارستان

هادی کریمی

دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی لارستان

چکیده

بخش علامرودشت در شمال شهرستان لامرد و جنوب استان فارس واقع شده است. این منطقه دارای اقلیم گرم و خشک بوده و شامل دشت همواری است که تاقدیس‌های زاگرس از شمال و جنوب آن را احاطه کرده است. در سال‌های اخیر فرسایش خندقی رودخانه علامرودشت باعث تخریب منابع طبیعی و تهدید سازه‌های احداث شده بر روی پادگانه‌های این رودخانه شده است. این موضوع رشد و توسعه آبی را نیز محدود ساخته است. هدف از این پژوهش، تعیین پهنه‌های قابل توسعه سکونتگاهی با توجه به محدودیت‌های مذکور است. برای دست یابی به این هدف، متغیرهای هیدرودینامیکی و ژئومورفولوژیکی مسیر آبراهه مورد بررسی قرار گرفته است و ابزارهای اصلی پژوهش را انواع نقشه‌ها، عکس‌های هوایی برای مقایسه تغییرات دوره ای گالی‌ها و تصاویر ماهواره‌ای منطقه شامل شده است. همچنین از نرم افزار GIS برای تجزیه و تحلیل و پهنه بندی امکانات و محدودیت‌های توسعه استفاده شده است. در این میان کارهای میدانی گسترده‌ای نیز با هدف مشاهده، بررسی تغییرات کوتاه مدت و ثبت و تطبیق یافته‌ها با GPS انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد که در میان ۶ پهنه تقسیم‌بندی شده، دشت‌های دامنه‌ای و قاعده مخروط‌افکنه‌ها به دلیل فاصله مکانی و نیز بافت خاک و شیب، مناسب‌ترین اراضی با قابلیت توسعه و نواحی پست دشت علامرودشت به ویژه اراضی پیرامون آبراهه به دلیل توسعه گالی‌ها دارای محدودیت توسعه می‌باشند. در این خصوص شاید بهترین راه کنترل توسعه خندق‌ها، کاهش و کنترل شیب آبراهه از طریق روش‌های مهندسی است.

واژگان کلیدی: علامرودشت، ژئومورفولوژی، توسعه سکونت‌گاه، فرسایش خندقی.

مقدمه

ساختار نظام استقرار سکونت‌گاه‌ها ضمن تاثیرپذیری از بنیان‌های انسانی، در ارتباط با بنیان‌های طبیعی شکل

گرفته شده است که این بنیان‌ها در مکان‌گزینی، پراکنش، حوزه نفوذ، توسعه فیزیکی، ارتباطات و مورفولوژی شهر و روستا اثر قاطعی دارند (استعلاجی و قدیری معصوم، ۱۳۸۴، ۱۳۳). یکی از مشکلات جهان امروز فرسایش و تخریب خاک^۱ است. فرسایش خندقی (آبکندی) سهمی معادل ۲۵ درصد از تلفات جهانی خاک سطحی در اراضی زراعی را به خود اختصاص می‌دهد و پس از توسعه شهری بیشترین خسارت را به اراضی زراعی دنیا وارد می‌سازد (صوفی، ۱۳۸۳، ۱). فرسایش آبکندی از پدیده‌های معمول در آب و هوای نیمه‌خشک می‌باشد که مناطق وسیع با شرایط مورفولوژیکی، خاک‌شناسی و آب و هوایی متفاوت را تحت تأثیر قرار می‌دهد (تقفی و اسماعیلی، ۱۳۸۸، ۱۳۳). این نوع فرسایش به دلیل تولید رسوب و خسارات فراوان به اراضی، راه‌ها و سازه‌های عمرانی در استان فارس از اولویت بالایی برخوردار است (سلیمان‌پور، صوفی و احمدی، ۱۳۸۸، ۱۳۱) به طوری که تمرکز مناطق آبکندی اغلب در اطراف مناطق دارای توسعه شهری و تمرکز جمعیت می‌باشد (صوفی، ۱۳۸۶). وجود گسترده‌ترین و مخرب‌ترین آبکندهای استان فارس در علامرودشت (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس، مهندسی مشاور حاسب کرجی، ۱۳۸۶)، این نوع فرسایش را در حال حاضر به شاخص‌ترین نوع فرسایش و عمده‌ترین مشکل تهدید کننده اراضی کشاورزی، پل‌ها، راه‌های ارتباطی، دکل‌های خطوط انتقال نیرو، روستاها و نقاط مسکونی منطقه علامرودشت تبدیل ساخته است (شکل ۱). وجود این آبکندها در اطراف رودخانه شور علامرودشت باعث تغییر در جلوه طبیعی و مورفولوژی دشت علامرودشت گردیده است. هدف این تحقیق، مطالعه و بررسی نقش عوامل ژئومورفولوژیک موثر در ایجاد و توسعه فرسایش خندقی در بخش علامرودشت و تأثیر این پدیده بر توسعه سکونت‌گاه‌های منطقه و در نهایت پهنه‌بندی محدوده مورد مطالعه از نظر قابلیت توسعه سکونت‌گاهی با توجه به عامل فرسایش خندقی می‌باشد.



عکس: هادی کریمی

شکل ۱: فرسایش خندقی در دشت علامرودشت

¹ - Land Degradation

ولمن^۱ در سال ۱۹۶۷ مدلی برای تغییرات کاربری زمین در شمال شرق ایالات متحده ارائه کرد که بر اساس آن جنگل زدایی را علت افزایش حمل رسوب، طی تقریباً ۱۰۰ سال گذشته می‌داند (گودرزی نژاد، ۱۳۷۷). در سال ۱۹۶۸، لئوپولد^۲ ضمن توجه به اهمیت ویژگی‌های کاربری زمین، روابطی بین شهرنشینی و تغییرات واحد هیدروگراف برقرار کرد و همچنین اثرات بین هیدرولوژی با شهرسازی و توسعه‌ی ساختمان‌های شهری را تجزیه و تحلیل کرده و نشان داد که دوره‌های طغیان رودخانه با توسعه شهری ارتباط مستقیم دارد (رجایی، ۱۳۷۳). نگارش (۱۳۸۲) در مقاله خود با عنوان «کاربرد ژئومورفولوژی در مکان‌گزینی شهرها و پیامدهای آن» نقش عوامل ژئومورفولوژیک در استقرار سکونت‌گاه‌های شهری و تأثیرات آن را مورد بررسی قرار داد. صیدایی و نوروزی آورگانی (۱۳۸۹)، در مقاله‌ای با عنوان «تحلیلی بر الگوهای استقرار فضایی سکونت‌گاه‌های روستایی در استان چهارمحال و بختیاری» نتیجه‌گیری کردند که الگوی استقرار فضایی سکونت‌گاه‌های این استان بیشتر تحت تأثیر عوامل طبیعی (ناهمواری‌ها، اقلیم، رودخانه) و همچنین عوامل انسانی و در مواردی تأثیر ترکیبی چند عامل سامان گرفته‌اند و الگوی پراکنش آن‌ها عمدتاً از نوع خطی است. قدوسی (۱۳۷۳) در مقاله‌ای تحت عنوان «رشد و گسترش خندق‌ها» در منطقه سرچم زنجان به این نتیجه رسید که شکل‌گیری و گسترش خندق‌ها رابطه مستقیمی با میزان املاح موجود در خاک، تمرکز رواناب‌های سطحی، خصوصیات افق‌های خاک، شدت بارندگی و پوشش گیاهی داشته و سازندهای زمین‌شناسی، نوع خاک، درصد شیب و کاربری اراضی از عوامل اصلی در ایجاد و رشد خندق به‌شمار می‌روند (احمدی، ۱۳۸۶، ۲۴۷). در پروژه تحقیقاتی - مطالعاتی کنترل فرسایش رودخانه علامرودشت که توسط معاونت آبخیزداری و امور زیربنایی جهاد استان فارس (۱۳۷۱) انجام شد، تخریب پوشش گیاهی و سیل‌خیز بودن حوضه به عنوان عوامل اصلی فرسایش رودخانه علامرودشت عنوان گردیده است. همچنین صوفی (۱۳۸۳) در طرح تحقیقاتی «فرآیند ایجاد خندق و نرخ رشد آن در لامرد و علامرودشت» نتیجه‌گیری نمود که دو عامل سطح لخت (فاقد پوشش گیاهی) و طول جاده‌ها تأثیر بسیاری در افزایش سطح آبکندها داشته‌اند، به طوری که ۷۸ درصد از تغییرات موجود در مساحت آبکندها توسط این دو عامل تفسیر می‌گردد، همچنین پیشروی طولی آبکندها (خندق‌ها) با مجموع باران در طول دوره پایش و یا باران حداکثر روزانه دارای رابطه قوی‌تر و معنادارتری است.

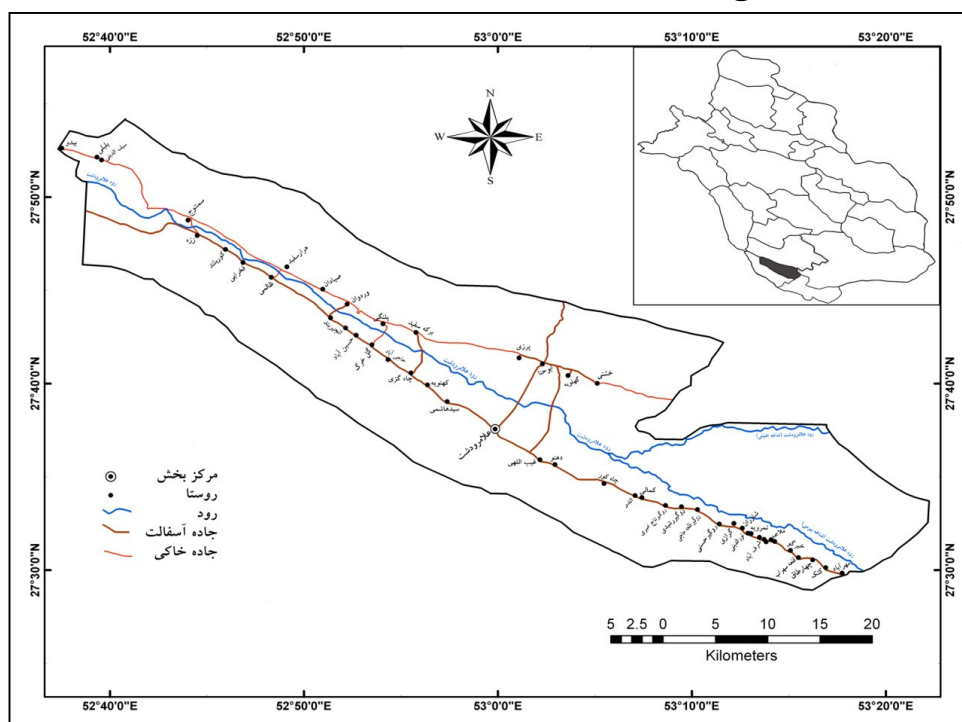
محدوده مورد مطالعه

بخش علامرودشت از توابع شهرستان لامرد در جنوب استان فارس است. این بخش با مساحت ۱۲۱۰ کیلومتر مربع در محدوده جغرافیایی ۲۷ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۲۷ درجه و ۵۴ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی واقع شده و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا حدود ۴۳۰ متر است (شکل ۲). مرتفع‌ترین نقطه بخش مورد مطالعه با ۱۸۱۹ متر ارتفاع در کوه نر در جنوب منطقه و پست‌ترین

¹ - Wolman M.G.

² - Leopold L.B.

نقطه محدوده مورد مطالعه نیز با ارتفاع ۳۶۴ متر در شمال غرب دشت واقع گردیده است. جمعیت بخش علامرودشت حدود ۱۵۰۶۶ نفر است. این بخش شامل دو دهستان علامرودشت و خیرگو، یک مرکز شهری (شهر علامرودشت) است و دارای ۴۸ آبادی است که تعداد ۳۳ آبادی آن بالای بیست خانوار و تعداد ۱۵ آبادی آن هم کمتر از بیست خانوار جمعیت دارد (شکل ۱). میانگین بارندگی سالانه این بخش ۲۶۸ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۲۴/۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. محدوده مورد مطالعه از دو واحد ژئومورفولوژی به نام‌های کوهستان و دشت‌سر تشکیل شده است. واحد کوهستان شامل دو تپ کوه (شامل ۷ رخساره) و تپه (شامل ۶ رخساره) و واحد دشت‌سر از ۳ تپ به نام تپ‌های دشت‌سر فرسایشی، اپانداژ و پوشیده و ۱۶ رخساره تشکیل شده است. اراضی تپ کوه دارای شیب زیاد بوده (۱۰۰-۴۰ درصد) و به همین دلیل خاک‌های این اراضی خیلی کم‌عمق می‌باشند. همچنین بافت خاک در این اراضی سبک است. تپ تپه‌ها دارای شیب کمتر از کوه‌ها و حدود ۴۰-۱۵ درصد دارای خاک خیلی کم‌عمق تا کم‌عمق و بافت سبک می‌باشند. تپ دشت‌سر فرسایشی در محدوده ارتفاعی ۴۵۰ تا ۶۰۰ متری و شیب‌های ۸ تا ۱۵ درصد گسترده شده است. دشت‌سر اپانداژ در منطقه علامرودشت در محدوده ارتفاعی ۴۵۰ تا ۵۵۰ متری و شیب‌های ۴ تا ۸ درصد واقع شده است. دشت‌سر پوشیده نیز در شیب‌های یک تا چهار درصد، در محدوده ارتفاعی ۴۰۰ تا ۵۰۰ متری قرار گرفته و مساحت زیادی را می‌پوشاند. این تپ شامل دشت آبرفتی نسبتاً هموار با شیب ملایم است که در آن سفره آب زیرزمینی عمیق بوده و عناصر سنگ‌ریزه‌ای و قلوه‌سنگی کمتر مشاهده می‌شود. خاک آبرفتی ریزدانه و عمیق و منابع آبی موجب شده تا غالب اراضی زراعی و کشاورزی این منطقه روی این واحد متمرکز شود (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس، مهندسی مشاور حاسب کرچی، ۱۳۸۶).



شکل ۲: موقعیت جغرافیایی بخش علامرودشت در استان فارس و سکونت‌گاه‌های آن ترسیم: هادی کریمی

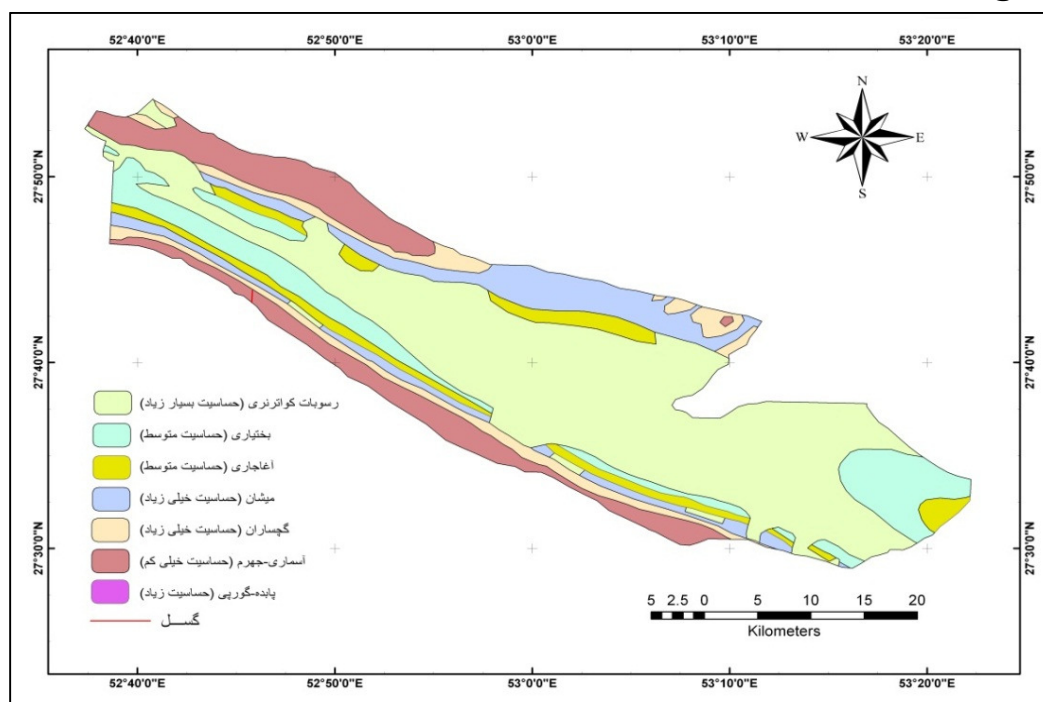
مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر گسترش فرسایش خندقی بر توسعه سکونت‌گاه‌های منطقه، عوامل و متغیرهای ژئومورفولوژیک و هیدرودینامیک موثر بر بروز و گسترش فرسایش خندقی در منطقه با استفاده از نقشه‌های مختلف زمین‌شناسی، توپوگرافی و...، عکس‌های هوایی با فاصله زمانی به منظور بررسی میزان گسترش خندق‌ها، وضعیت پوشش گیاهی و...، تصاویر ماهواره‌ای و همچنین بازدیدهای میدانی با هدف بررسی تغییرات کوتاه مدت و ثبت و تطبیق یافته‌ها با GPS مورد بررسی قرار گرفت. پس از بررسی عوامل موثر در ایجاد فرسایش خندقی، به منظور بررسی دقیق رشد طولی خندق‌ها و تعیین میزان پیشروی آن‌ها به سمت مناطق مسکونی، محدوده‌ای در شمال غرب شهر علامرودشت که دارای فرسایش خندقی شدید بوده و خندق‌های موجود در آن بزرگ‌ترین و نزدیک‌ترین خندق به شهر علامرودشت می‌باشد، به عنوان منطقه نمونه انتخاب گردید و با مقایسه عکس‌های هوایی سال ۱۳۳۴ و تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۳۸۴ میزان پیشروی طولی خندق در دوره زمانی پنجاه ساله تعیین شد. همچنین به منظور تعیین نرخ پیشروی خندق در دوره ۶ ساله اخیر (۲۰۰۵-۲۰۱۱)، محدوده گسترش خندق در فوریه ۲۰۰۵ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و در فوریه ۲۰۱۱ با بازدیدهای میدانی و استفاده از دستگاه GPS مشخص گردید و پس از مقایسه محدوده دارای فرسایش خندقی، میزان پیشروی طولی خندق در دوره زمانی مذکور تعیین گردید. پس از تجزیه و تحلیل اطلاعات با تعیین میزان اهمیت و نقش هر یک از این عوامل در گسترش خندق‌ها و تأثیر آن بر توسعه سکونت‌گاه‌های منطقه و با هم‌پوشانی لایه‌های مختلف در محیط GIS محدوده مورد مطالعه از نظر توسعه سکونت‌گاهی بر اساس تأثیر فرسایش خندقی پهنه‌بندی شده است.

متغیرهای موثر در ایجاد و گسترش فرسایش خندقی در علامرودشت

زمین‌شناسی: نوع مصالح و خاک مواد بستر و ویژگی‌های آن بستگی به مواد مادری آن‌ها دارد که خود متأثر از عوامل زمین‌شناسی است. خندق‌ها معمولاً در سازندهایی که دارای انحلال پذیری زیاد می‌باشند، ایجاد می‌شوند. در مناطقی که از نظر ژئومورفولوژی از تیپ رس و مارن (همراه با لایه‌های گچ و نمک) می‌باشند، در اثر انحلال، راهروهای زیرزمینی ایجاد شده و به تدریج در نتیجه توسعه آبراهه زیرزمینی، سقف آن ریزش کرده و در نهایت خندق تشکیل می‌شود (احمدی، ۱۳۸۶، ۲۵۲). یکی از عوامل مهم بروز فرسایش در علامرودشت وجود سازندهای حساس و فرسایش‌پذیر به‌ویژه سازندهای گروه فارس (گچساران، میشان و آغاچاری) و گسترش زیاد آن‌ها در منطقه است که عمدتاً حاشیه دشت‌ها را اشغال می‌نماید و در بیشتر ناودیس‌ها و دامنه تاقدیس‌های حوضه آبریز علامرودشت گسترش دارند (شکل ۳). توجه به سازند گچساران که از تناوب مارن، آهک، نمک (با ضخامت زیاد) و انیدریت تشکیل یافته است، نشان دهنده حساسیت این سازند به تخریب می‌باشد. در مناطقی که رودخانه‌های دائمی و یا موقتی از سازند گچساران عبور می‌کنند، تخریب شدید و بستر با شیب تند ایجاد می‌شود که تخریب زمین‌های کشاورزی را فراهم می‌سازند (احمدی،

۱۳۸۶، ۷۲). ساختار سازند میشان نشان می‌دهد که قسمت فوقانی عموماً نرم با نوارهایی از سنگ آهک شیلی مقاوم و قسمت تحتانی از سنگ آهک شیلی به همراه مارن خاکستری تشکیل شده است، بنابراین در قسمت زیرین با مارن قرمز ژپس‌دار گچساران مخلوط شده و حساس به فرسایش می‌گردد (احمدی، ۱۳۸۶، ۷۶). سازند گچساران نیز به دلیل وجود مارن‌های ژپس‌دار، حساس به فرسایش می‌باشد که در صورت مساعد بودن شرایط و از بین رفتن پوشش گیاهی، تخریب بسیار شدید خواهد بود (احمدی، ۱۳۸۶، ۷۸). همچنین در مرکز محدوده مورد مطالعه، دشت‌های آبرفتی (کوآترنری) وسیعی ایجاد شده که عمدتاً از ذرات سیلت و رس تشکیل یافته و به شدت فرسایش‌پذیر می‌باشند (صوفی، ۱۳۸۳، ۱۸). همچنین عوامل تکتونیکی در منطقه که خود از عوامل مهم در فرسایش است وابسته به ویژگی‌های زمین‌شناسی منطقه‌ای است که رودخانه در آن جریان دارد (تلوری، ۱۳۸۳، ۱۴۲). وجود گسل‌های معکوس در پی سنگ منطقه علامرودشت در زمان پلیوسن و کوآترنری باعث حرکات تکتونیکی و جنبش‌های مربوط به آن در منطقه علامرودشت می‌باشند. هر گونه فعالیت تکتونیکی در منطقه که با روند عمومی زاگرس و حرکات تکتونیکی آن هماهنگی داشته باشد، می‌تواند در فرسایش رودخانه علامرودشت تأثیر داشته باشد. یکی از اثرات تکتونیکی بر روی فرسایش در منطقه علامرودشت، عملکرد تاقدیسی است که تا مرکز دشت ادامه پیدا کرده است. این تاقدیس به طرف غرب پلانژ داشته و در اثر چین خوردگی این تاقدیس، سنگ کف در منطقه علامرودشت بالا می‌باشد. هرچه این چین خوردگی شدیدتر گردیده است، سنگ کف نیز بالاتر می‌آمده است. بالا آمدن سنگ کف در محل، علاوه بر به هم زدن نیمرخ تعادلی رودخانه‌ها که یکی از عوامل فرسایشی در رودخانه‌ها است، باعث نزدیکتر شدن سنگ کف به سطح زمین می‌گردد (جهاد سازندگی استان فارس، کمیته امور آب، ۱۳۶۹، ۸۶).

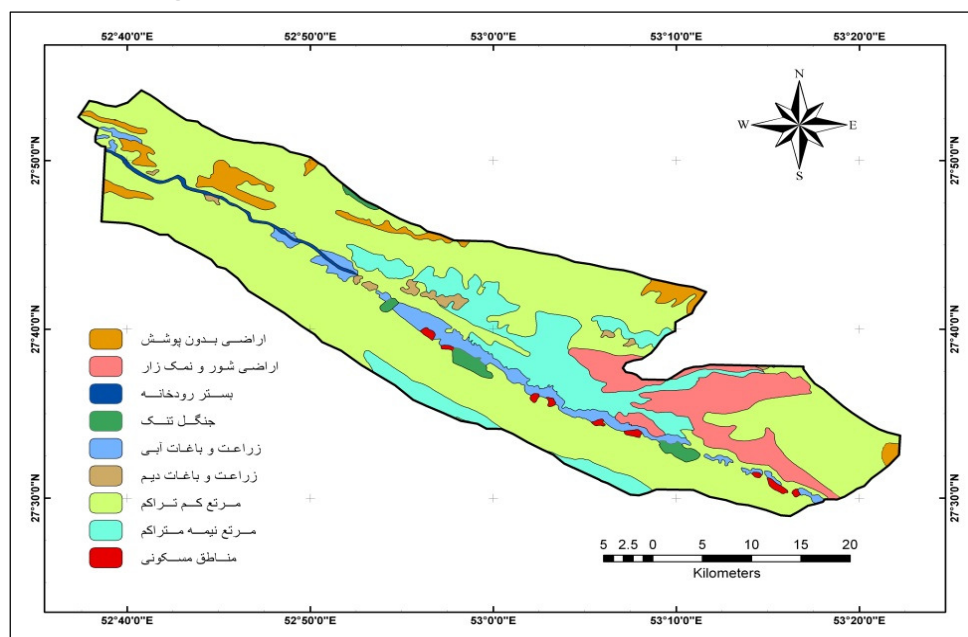


شکل ۳: سازندهای زمین‌شناسی بخش علامرودشت و میزان حساسیت آن‌ها به فرسایش ترسیم: هادی کریمی

خاک شناسی: خاک زراعی دشت علامرودشت شامل مخروطافکنه‌های واقع در دامنه‌ها و خاک‌های دشت آبرفتی است که در زیر مخروطافکنه‌ها قرار می‌گیرند. مخروطافکنه‌ها کم عمق تا عمیق همراه با سنگریزه، قلوه سنگ و سنگ‌های کوچک و بزرگ می‌باشند. در حالی که خاک‌های دشت آبرفتی بدون سنگریزه دارای شیب ملایم، پستی و بلندی کم و اغلب مطبق می‌باشند. بافت خاک در این واحد فیزیوگرافی ابتدا متوسط و به طرف دشت سنگین‌تر می‌شود. این خاک در سیستم طبقه‌بندی آمریکایی *Fine loamy mixed calcareous hyperthermia of typic torrifuvents*، در طبقه‌بندی فائو *Calcaric fluvisols* و در طبقه‌بندی ایرانی *Stratified alluvial soil* می‌باشد (عادل پور، صوفی و بهنیا، ۱۳۸۵). بر اساس ارائه نتایج آزمایشگاهی و بر طبق طبقه‌بندی خاک‌ها از لحاظ شوری و قلیائیت، خاک‌های حوضه آبخیز علامرودشت از نوع خاک‌های شور و قلیا می‌باشد. زیرا میزان هدایت الکتریکی (EC) بالای ۴ میلی‌موس بر سانتی‌متر و درصد سدیم تبادل (ESP) خاک نیز در اکثر موارد بیش از ۱۵ درصد می‌باشد. همچنین میزان نسبت جذب سدیم (ESP) نیز با توجه به نوع و مقدار رس بین ۱۰-۲۰ است که حاکی از قلیائیت خاک می‌باشد. هر زمان که درصد سدیم تبدلی خاک از ۱۵ درصد تجاوز کند، سیر قهقرایی ساختمان خاک شروع شده و به حالت انتشار درآمده و حتی در شیب‌های کمتر از یک درصد نیز فرسایش قابل توجهی صورت می‌گیرد. با بررسی بافت خاک مشخص می‌گردد که اصولاً میزان سیلیت در خاک‌های منطقه علامرودشت بالا می‌باشد که این موجب فرسایش پذیری خاک می‌گردد. همچنین میزان سدیم در خاک‌های منطقه بالاست که می‌تواند از علل فرسایش خاک باشد (جهاد سازندگی استان فارس، کمیته امور آب، ۱۳۶۹، ۹۷).

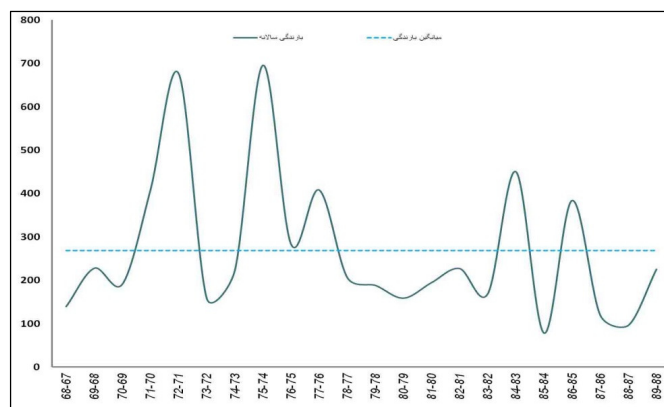
پوشش گیاهی: خشک بودن منطقه علامرودشت باعث عدم تنوع در پوشش گیاهی و تراکم گیاهی در سطح اراضی منطقه شده است (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس، مهندسی مشاور حساب کرجی، ۱۳۸۶). به طور کلی در نقاط غربی و ارتفاعات حوضه آبخیز علامرودشت، گونه‌های درختی و جنگلی پراکنش دارند که در قدیم از تراکم نسبتاً خوبی برخوردار بوده‌اند. در ارتفاعات بالا در دامنه‌های شمالی و جنوبی حوضه آبخیز علامرودشت، بنه (*Pistacia mutica*)، در ارتفاعات پایین‌تر کلخنگ (*pistacia khinjuk*) و بادام کوهی (*Amygdalus Scoparia*) وجود دارد و در کوهپایه‌ها و دشت‌ها کنار (*Ziziphus spina christi*) و لمریک (*Ziziphus numelaria*) مشاهده می‌شود. در آبراهه‌ها گونه گز بومی (*Tamarix sp.*)، گونه‌های علوفه‌های خوشخوراک (*Hordeum sp.*)، *Astragalus* و *Stipa barbata* مشاهده می‌گردند. در نقاط دشتی گونه آتریپلیکس بومی (*Atriplex sp.*) و علف گندمی پایای شور پسند (*Phomis sp.*) مخصوصاً در نقاط ماندابی یا مسیرهای رواناب سطحی که رطوبت خاک بیشتر بوده، مشاهده می‌گردند (صوفی، ۱۳۸۳، ۱۹) (شکل ۴). با توجه به عکس‌های هوایی مشخص می‌شود که مشکل فرسایش قبل از سال ۱۳۳۲ وجود داشته و به مرور زمان این مشکل شدیدتر و وخیم‌تر شده است. مقایسه پوشش گیاهی در طی سال‌های ۱۳۳۲ تا ۱۳۶۹ نشان می‌دهد که به طور کلی تراکم پوشش گیاهی در ارتفاعات و بخش‌های واریزه‌ای و به طور خاص در مسیر آبراهه‌ها با توجه به عکس‌های ۱۳۳۲ در شرایط خیلی بهتری نسبت به عکس‌های ۱۳۴۲ و

متعاقب آن در سال ۱۳۶۹ بوده است. (جهاد سازندگی استان فارس، کمیته امور آب، ۱۳۶۹، ۱۱۱). به طوری که این محل در سال ۱۳۳۲ از پوشش گیاهی نسبتاً مناسبی برخوردار بوده و کلیه مسیر آبراهه‌ها و همچنین قسمت واریزه‌ای، پوشش یکنواخت و نسبتاً متراکمی داشته است. در صورتی که پوشش گیاهی در سال ۱۳۴۲ به طور فاحشی کاهش یافته و فقط در مسیر آبراهه اصلی پوشش ضعیفی وجود داشته و در سال ۱۳۶۹ منطقه عاری از پوشش گیاهی شده است (سازمان جهاد کشاورزی فارس، مطالعات منطقه خلیج فارس، ۱۳۸۲).



شکل ۴: پوشش گیاهی بخش علامرودشت ترسیم: هادی کریمی

عوامل اقلیمی: کاهش رطوبت لایه‌های سطحی خاک در طی ماه‌های خشک و وقوع بارندگی‌های رگباری بر روی خاک‌های بی حفاظ، آبکنده‌های کوچک را به سرعت به خندق‌های بزرگ تبدیل می‌کند (بیاتی خطیبی، ۱۳۸۵، ۱۳۴). وقوع خشک‌سالی و نوسان شدید بارندگی در سال‌های مختلف و سیلابی بودن آن، منطقه علامرودشت را مستعد گسترش فرسایش خندقی نموده است. میزان نزول باران در برخی سال‌ها بیش‌تر از میانگین دوره آماری بوده و در برخی از سال‌ها نیز خشک‌سالی حکم‌فرما بوده است. وقوع دوره‌های خشک‌سالی می‌تواند سبب کاهش شدید پوشش گیاهی شده و از طرف دیگر به دلیل عدم وقوع سیلاب، تمرکز نمک‌ها در لایه سطحی خاک بیش‌تر شده که حساسیت بیش‌تری را نسبت به فرسایش ایفا می‌نماید (صوفی، ۱۳۸۳، ۵۰). درصد ضریب تغییرات سالیانه بارندگی در علامرودشت معادل $63/02$ درصد می‌باشد که نشان‌دهنده‌ی رژیم نامنظم بارندگی است. به عنوان مثال در سال زراعی ۷۵-۱۳۷۴ میزان بارندگی علامرودشت ۶۹۵ میلی‌متر و چند برابر میانگین بلند مدت منطقه بوده است و بروز سیلاب سبب وارد آمدن خسارات فراوان گردیده است در حالی که این منطقه در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ فقط $78/4$ میلی‌متر باران دریافت کرده و بر اثر خشک‌سالی پوشش گیاهی کاهش شدیدی یافته و به ذخایر موجود گیاهی نیز آسیب جدی وارد شده است (شکل ۵).



شکل ۵: تغییرات بارندگی سالانه علامرودشت ۱۳۶۷-۸۹

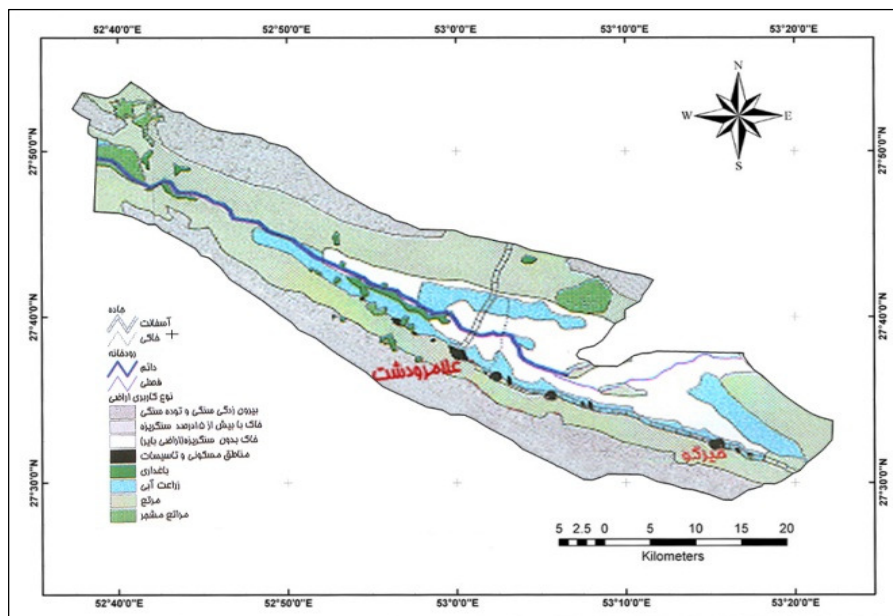
منبع: سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۹.

عوامل انسانی: در ایجاد و گسترش فرسایش خندقی، عوامل انسانی به‌ویژه راه‌سازی و بهره‌برداری‌های نادرست کشاورزی نقش عمده‌ای دارد (رفاهی، ۱۳۸۵، ۱۱۴). کشت خطی، چرای مفراط، کشیدن جاده، فشردن خاک در اثر عبور وسایل نقلیه کشاورزی، عبور مداوم دام از یک مسیر ویژه و... به عنوان عوامل انسانی محسوب می‌شوند که نقش عمده‌ای در تشکیل و توسعه خندق‌ها بازی می‌کنند (بیاتی خطیبی، ۱۳۸۵، ۱۱۶). در منطقه علامرودشت، علاوه بر عوامل طبیعی، عوامل انسانی و بهره‌برداری نادرست از محیط از مهم‌ترین دلایل بروز و تشدید پدیده فرسایش خندقی است.

چرای بی‌رویه دام: چرای دام پوشش گیاهی محافظ خاک را از بین می‌برد. لگدمال کردن، خاک را سفت و متراکم می‌کند و از ظرفیت نفوذپذیری آن کاسته می‌شود. چون زمین به اندازه کافی نمی‌تواند آب رانگهدارد، رواناب افزایش می‌یابد و در نتیجه خندق‌های جدید به وجود می‌آید یا خندق‌های پیشین بزرگ‌تر می‌شوند (عباسی، ۱۳۸۱، ۲). افزایش تعداد دام و قطع بسیاری از درختچه‌ها و درختان به منظور مصارف محلی سبب نابودی بخش وسیعی از درختان بنه و بادام در کوهستان و درختچه‌های گنار در دشت علامرودشت گردیده است. بر اثر این کار بزرگ‌ترین مانع بروز سیلاب و شسته شدن خاک از بین رفت و قدرت تخریبی آب‌های جاری به شدت افزایش یافت. در حال حاضر در مقابل یک مرتع در حوضه علامرودشت، ۲/۷ نسبت دام روی آن در چرا می‌باشند. ضمن این‌که حدود ۹۳ درصد از علوفه تأمین شده در حوضه، از بخش زراعت تولید می‌شود. این مسئله حکایت از سیر قهقرایی مراتع در منطقه، فشار زیاد دام روی مراتع و عدم رعایت تعداد، زمان ورود و زمان توقف دام در مراتع دارد (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس، مهندسی مشاور حاسب کرجی، ۱۳۸۶).

کشاورزی: به طور کلی در مورد زیان‌های فعالیت‌های کشاورزی که در مهیا ساختن خاک در مقابل فرسایش اثر فراوان دارند، می‌توان به این موارد زیر اشاره کرد: ابتدایی بودن روش‌های کشت در کشاورزی از قبیل شخم ناصحیح، انتخاب نامناسب نوع محصول، تبدیل بی‌رویه اراضی مرتعی و جنگلی به کشاورزی و سایر مصارف غیر اصولی، آبیاری نادرست اراضی، شخم زمین در جهت شیب و تشدید عامل بروز فرسایش

خاک. افزایش آبدوی در یک نهر معمولاً در نتیجه تغییر نحوه استفاده از زمین در اراضی بالادست می باشد. برای نمونه می‌توان تبدیل جنگل به اراضی مزروعی را نام برد. در این حالت آبراهه واقع در پایین دست جنگل کشتش آبدوی را ندارد و فرسایش خندقی به وجود خواهد آمد (رفاهی، ۱۳۸۵، ۱۱۴) (شکل ۷).



شکل ۶: کاربری اراضی بخش علامروشدت

منبع: جهاد کشاورزی فارس، مدیریت آبخیزداری، ۱۳۸۰



شکل ۷: شخم در جهت شیب زمین و گسترش فرسایش خندقی در اراضی کشاورزی عکس: هادی کریمی

در بسیاری از نقاط علامروشدت، اهالی منطقه به منظور تولید غلات و کسب مالکیت اراضی با بارش نخستین باران (و یا پیش از آن) در پائیز اقدام به شخم اراضی می‌نمایند. خاک موجود در دشت علامروشدت ناشی از فرسایش سازندهای زمین‌شناسی احاطه کننده این دشت می‌باشد. سازند عمده این منطقه عبارت از مارن‌های میوسن بوده که برخی از آن‌ها کاملاً فرسایش یافته اند که می‌توان به سازند آغاچاری، گچساران-

میشان و گوری اشاره نمود. شخم زدن این زمین‌ها اولاً سبب کاهش پیوستگی ذرات شده که در صورت بروز سیلاب به راحتی و سهولت شستشو شده و ذرات از منطقه خارج می‌گردند. ثانیاً شخم با ادوات سنتی و در جهت شیب زمین سبب قرار گرفتن رواناب سطحی در درون شیارهای شخم و حرکت به سمت خط القعر دشت گردیده که در اثر وجود آبکند یا زهکش قدیمی در خط القعر دشت منجر به ایجاد شیب هیدرولیکی در نهایت ایجاد فرسایش شیاری و سپس خندقی در اطراف اراضی دیم می‌شود (صوفی، ۱۳۸۳، ۳۰).

راه‌سازی: در بسیاری از مواقع احداث جاده و خاکریزی، مسیر طبیعی سیلاب را قطع می‌کند. قطع مسیر سیلاب در مواردی سبب تفاوت عمده پوشش گیاهی در دو سوی جاده می‌شود و در بسیاری از مناطق این نوع راه‌سازی قادر است مناطق پایین دست خود را از جریان سیلاب محروم کرده و سبب تشدید پدیده فرسایش سطحی و شیاری و آبکندی شود. علاوه بر تأثیر راه‌های، احداث پل‌ها و کالورت‌ها جهت گذر جریان سیلابی سبب تمرکز رواناب سطحی در نقاط خاصی از پهنه دشت علامرودشت شده است. قبل از احداث مسیرهای جدید و تمرکز سیلاب در آبگذرهای جاده‌ای، سیلاب با ارتفاع کمی بر روی پهنه دشت حرکت می‌کرده است اما در طراحی جدید مسیرهای ارتباطی، سیلاب با ارتفاع بیشتر از نقاط خاصی توسط آبگذرها وارد دشت شده و به دلیل مقاومت ناچیز سطحی خاک، فرسایش شیاری و آبکندی در امتداد مسیرهای ورود آب ایجاد گردیده و سپس به مرور در امتداد ورود آب به سمت آبگذرهای جاده‌ای پیشروی می‌نماید (صوفی، ۱۳۸۳، ۳۷). از زمان احداث جاده خنج به علامرودشت که مستقیماً از میانه دشت علامرودشت عبور می‌کند، به دلیل ایجاد سدی در برابر حرکت گسترده و دشت‌مال آب و اصرار برای جمع‌آوری زهکش آب‌های سطحی از کل دشت و عبور دادن آن تنها از یک نقطه (پل ایجاد شده در اواسط دشت) سرآغازی برای فرسایش خندقی و ایجاد بدلند به صورت گسترده در این دشت و در رسوبات دشت سیلابی گردیده است. این فرسایش به حدی پیشرفته شده که به طور کاملاً مشخص بر روی عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای منطقه قابل مشاهده است (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس، مهندسی مشاور حاسب کرجی، ۱۳۸۶) (شکل ۸).



شکل ۸: فرسایش خندقی اطراف رودخانه به علت تمرکز رواناب توسط جاده علامرودشت - خنج (Google Earth)

گسترش فرسایش خندقی در دهه‌های گذشته:

نتایج بررسی‌های عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰ سال ۱۳۳۴ و ۱:۴۰۰۰۰ سال ۱۳۷۳ نشان‌گر افزایش سطح مناطق مسکونی به میزان ۱۰ برابر، زراعت به میزان ۳ برابر و مساحت تحت اشغال آب‌کنند به حدود ۴ برابر از سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۷۳ می‌باشد. به عبارت دیگر بهره‌برداری از اراضی و سطوح تولید رواناب سطحی در منطقه در طی چهار دهه گذشته افزایش چشمگیری یافته است. مقایسه راه‌های موجود در منطقه نیز بیان‌گر افزایش راه‌های آسفالت‌ه و راه‌های جیپ‌رو بسیاری در سطح دشت بوده که خود مشکلات فزاینده‌ای را در ایجاد و گسترش آب‌کنند در علامرودشت به وجود آورده است. از طرف دیگر بررسی عکس‌های هوایی سال ۱۳۳۴ (مقیاس ۱:۵۵۰۰۰) نشان می‌دهد که اراضی زراعی فقط در اطراف روستاها واقع بوده و بقیه نقاط دشت به صورت مراتع طبیعی بوده است. اما عکس‌های هوایی ۱۳۷۳ (مقیاس ۱:۴۰۰۰۰) نشان‌گر تخریب بسیاری از نقاط دشت و تبدیل به اراضی زراعت سیلابی و سپس متروکه نمودن آن‌ها توسط اهالی منطقه است. تخریب اراضی مرتعی دشت و تبدیل به اراضی زراعی سیلابی سبب به‌وجود آمدن سطح وسیعی به صورت لخت و فاقد پوشش گیاهی در دشت علامرودشت است. البته اقدامات توسعه عمرانی و سیاست‌های کشاورزی در دو دهه پس از انقلاب را در تخریب پوشش گیاهی منطقه نایستی از نظر دور داشت که بر افزایش سطوح لخت و بالا بردن خطر ایجاد فرسایش آب‌کنندی افزوده است (صوفی، ۱۳۸۳، ۶۹).

مقایسه عکس‌های هوایی سال ۱۳۳۴ با تصاویر ماهواره‌ای در سال ۱۳۸۴ نشان دهنده کاهش شدید پوشش گیاهی در سطح دشت علامرودشت می‌باشد. علی‌رغم این که عکس هوایی سال ۱۳۳۴ در فصل تابستان و تصویر ماهواره‌ای در زمستان گرفته شده است و وضعیت پوشش گیاهی دشت علامرودشت در زمستان دارای گستردگی و تراکم بیشتری نسبت به تابستان است، با این وجود محدوده دارای فرسایش خندقی در غرب شهر علامرودشت، در تابستان سال ۱۳۳۴ دارای پوشش گیاهی بسیار متراکم‌تر و انبوه‌تر نسبت به زمستان سال ۱۳۸۴ بوده است (شکل ۹ و ۱۰).



شکل ۹: وضعیت پوشش گیاهی و فرسایش خندقی در غرب شهر علامرودشت در سال ۱۳۳۴ (سازمان جغرافیایی کشور)



شکل ۱۰: وضعیت پوشش گیاهی و فرسایش خندقی در غرب شهر علامرودشت در سال ۱۳۸۴ (Google Earth)

به منظور بررسی میزان پیشروی خندق‌ها در دوره زمانی ۵۰ ساله، عکس هوایی سال ۱۳۳۴ متعلق به محدوده‌ای دارای فرسایش خندقی به وسعت ۲۳ کیلومتر مربع در غرب شهر علامرودشت پس از زمین مرجع^۱ شدن وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی گردید. در این محدوده بزرگ‌ترین خندق موجود به عنوان نمونه انتخاب شد. این خندق دارای نیمرخ U شکل بوده و در حال گسترش به سمت اراضی مجاور شهر علامرودشت می‌باشد (شکل ۸). اندازه‌گیری‌های انجام شده بر روی عکس هوایی در محیط نرم‌افزار ArcMap 10 و تصویر ماهواره‌ای Google Earth در محیط این نرم‌افزار نشان دهنده افزایش طول خندق اصلی از میزان تقریبی ۴۳۰ متر به ۱۷۰۰ متر (چهار برابر) در دوره مذکور دارد. هرچند مصاحبه با افراد محلی و بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد که در زمان گذشته به دلیل وجود پوشش گیاهی گسترده در دشت علامرودشت، خندق‌های موجود در اطراف رودخانه عمدتاً از نوع تثبیت شده بوده که در آن شیب بستر خندق و شیب دیواره‌ها به حالت پایدار رسیده و پوشش گیاهی انبوه که مانع از فرسایش خاک بوده است. با توجه به این که تصویر ماهواره‌ای Google Earth در این محدوده مربوط به فوریه ۲۰۰۵ می‌باشد، مختصات آخرین حد پیشروی خندق در فوریه ۲۰۱۱ نیز با دستگاه GPS اندازه‌گیری شد که نشان‌دهنده پیشروی طولی این خندق به میزان ۹۷/۵ متر طی دوره ۶ ساله ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۱ (میانگین ۱۶/۲۵ متر در سال) می‌باشد.

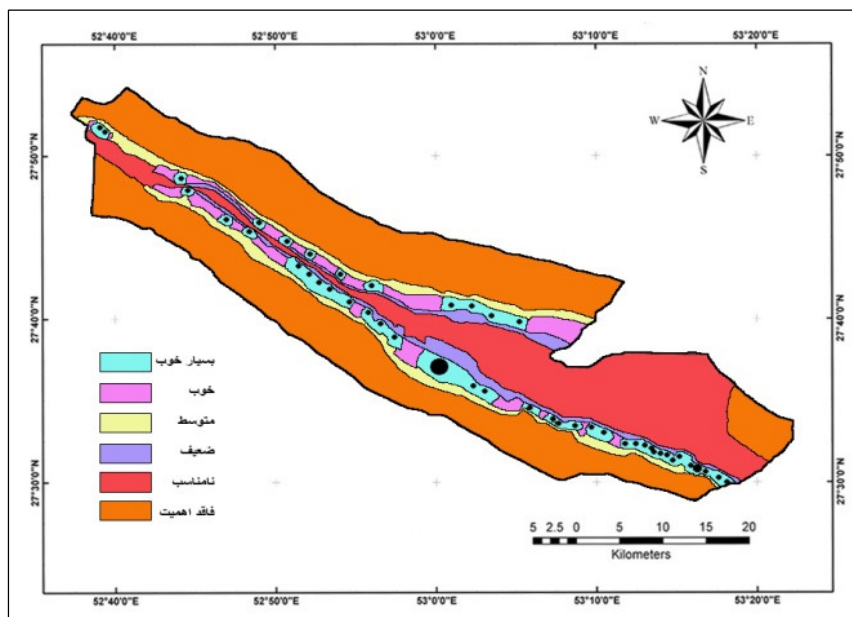
نتیجه‌گیری

هرچند در وضعیت کنونی، فرسایش خندقی تأثیر مستقیم بر سکونت‌گاه‌های بخش علامرودشت نداشته و بیشتر اثرات مخرب این پدیده متوجه اراضی کشاورزی و راه‌های ارتباطی بوده و به صورت غیرمستقیم بر توسعه سکونت‌گاه‌ها اثر می‌گذارد، ولی در صورتی که چاره‌ای برای کنترل خندق‌ها اندیشیده نشود بسیاری از

¹ - Geo Referencing

سکونت‌گاه‌های بخش علامرودشت به‌ویژه در قسمت‌های شرقی بخش در معرض تهدید پیشروی و گسترش خندق‌ها خواهند بود. در حال حاضر به دلیل وسعت نسبتاً زیاد اراضی دارای شیب و بافت خاک مناسب در بخش علامرودشت، توسعه سکونت‌گاه‌ها به سمت بالادست اراضی و قاعده مخروط افکنه‌ها است و به سمت دشت که علاوه بر فرسایش خندقی دارای بافت خاک رسی و منابع آب نامطلوب می‌باشد، توسعه‌ای صورت نمی‌پذیرد.

بر اساس وضعیت فرسایش خندقی در دشت علامرودشت و با بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی و همچنین مشاهده عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و بازدیدهای میدانی، بخش علامرودشت به ۶ پهنه بسیار خوب، خوب، متوسط، ضعیف، نامناسب و فاقد اهمیت از نظر قابلیت توسعه سکونت‌گاهی با تأکید بر تأثیرات فرسایش خندقی تقسیم شده است. پهنه با قابلیت بسیار خوب محدوده فعلی سکونت‌گاه‌ها و بالادست آن‌ها را در بر می‌گیرد. این پهنه که عمدتاً در قاعده مخروط افکنه‌ها واقع شده است دارای فاصله نسبتاً زیادی با اراضی فرسایش یافته می‌باشد و در آن طرح‌های آبخیزداری و تغذیه مصنوعی به منظور کنترل سیلاب انجام گرفته است. با توجه به این که در شرق بخش علامرودشت بافت خاک سنگین و رسی است و فرسایش خندقی در آن گسترش بیشتری دارد، این پهنه در شرق علامرودشت وسعت کمتری را به خود اختصاص می‌دهد. پهنه با قابلیت خوب از نظر طبیعی دارای وضعیتی مشابه پهنه بسیار خوب می‌باشد ولی به دلیل واقع شدن در فاصله بیشتری از سکونت‌گاه‌ها و عدم انجام اقدامات کنترل مسیل‌ها و آبراهه‌ها و طرح‌های آبخیزداری از نظر فرسایش‌پذیری خاک در معرض خطر بیشتری می‌باشد. پهنه با قابلیت متوسط در محدوده ارتفاعی بالاتر و شیب بیشتر نسبت به پهنه خوب و بسیار خوب قرار گرفته است. این پهنه به دلیل شیب بیشتر زمین و آبراهه‌ها، این پهنه نسبت به پهنه بسیار خوب و پهنه خوب از فرسایش‌پذیری بیشتری برخوردار است.



شکل ۱۱: پهنه‌بندی قابلیت توسعه سکونت‌گاهی بخش علامرودشت

پهنه با قابلیت ضعیف در پایین دست روستاها و در دشت سیلابی واقع شده است. این پهنه در شیب کمتر از یک درصد واقع شده است. این اراضی به دلیل دارا بودن خاک رسی و شور و فاصله نسبتاً کم با رود علامرودشت در معرض خطر گسترش فرسایش خندقی بوده و به دلیل فرسایش‌پذیر بودن از نظر توسعه سکونت‌گاه‌ها پتانسیل مطلوبی ندارد. پهنه با قابلیت نامناسب نقاط پست دشت سیلابی، اراضی فرسایش یافته مجاور رودخانه و دق‌های رسی را شامل می‌شود. در قسمت‌های شرقی دشت علامرودشت به دلیل گسترش بیشتر اراضی دارای فرسایش خندقی، این پهنه مساحت بسیار زیادی را شامل می‌شود. پهنه فاقد اهمیت از لحاظ پتانسیل توسعه سکونت‌گاه‌ها تپ کوهستان را شامل می‌شود که هرچند در معرض گسترش فرسایش خندقی نمی‌باشد ولی به دلیل شیب زیاد، وجود توده‌های سنگی، دامنه‌های نامنظم، تپه‌های پرشیب و واریزه‌های تثبیت نشده از نظر امکان استقرار و توسعه نقاط سکونتی فاقد اهمیت می‌باشد (شکل ۱۱).

به نظر می‌رسد مهم‌ترین راهکار جلوگیری از گسترش فرسایش خندقی در بخش علامرودشت انجام روش‌های مهندسی برای کنترل آبراهه‌ها در کوتاه مدت و اقدامات آبخیزداری و بیولوژیک به منظور کنترل رواناب در بلند مدت می‌باشد.

منابع

- ۱- احمدی، حسن، (۱۳۸۶)؛ ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۱ فرسایش آبی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس، مهندسی مشاور حاسب کرجی، (۱۳۸۶)؛ مطالعات اجرایی طرح مدیریت مناطق بیابانی علامرودشت لامرد، جلد اول (مطالعات پایه)، اداره امور بیابان.
- ۳- استعلاجی، علیرضا و قدیری معصوم، مجتبی، (۱۳۸۴)؛ بررسی عوامل جغرافیایی در نظام استقرار سکونت‌گاه‌ها با تأکید بر تکنیک‌های کمی (پژوهش موردی: ناحیه ویلکیج از توابع شهرستان نمین)، فصل‌نامه پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۳، صص ۱۳۶-۱۲۱.
- ۴- بیاتی خطیبی، مریم، (۱۳۸۵)؛ ویژگی‌های خندق‌ها و عوامل کنترل‌کننده‌ی فرآیندهای خندق زایی، دو فصل‌نامه جغرافیا و توسعه، شماره ۷، بهار و تابستان ۱۳۸۵ صص ۱۳۵-۱۱۵.
- ۵- تلوری، عبدالرسول، (۱۳۸۳)؛ اصول مقدماتی مهندسی و سامان‌دهی رودخانه، تهران، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
- ۶- تقفی، مهدی و اسماعیلی، رضا، (۱۳۸۸)؛ تحلیل‌های مورفومتری عوامل تشکیل و تحول آبکندها در حوضه آبریز شاخن (استان خراسان جنوبی)، فصل‌نامه جغرافیا و توسعه، شماره ۱۵.
- ۷- جهاد استان فارس، معاونت آبخیزداری و امور زیربنایی، (۱۳۷۱)؛ پروژه تحقیقاتی- مطالعاتی کنترل فرسایش رودخانه علامرودشت، جلد اول، مطالعات ویژگی‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی حوضه آبخیز رودخانه علامرودشت.
- ۸- جهاد سازندگی استان فارس، کمیته امور آب، (۱۳۶۹)؛ پروژه تحقیقاتی- مطالعاتی کنترل فرسایش رودخانه علامرودشت (گزارش میان مرحله‌ای).

- ۹- جهاد کشاورزی فارس، مدیریت آبخیزداری، (۱۳۸۰)؛ ارزیابی اصلاح کاربری اراضی حوضه آبخیز چاه‌عینی استان فارس، دایره ارزیابی و اطلاعات جغرافیایی.
- ۱۰- رجایی، عبدالحمید، (۱۳۷۳)؛ کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط، چاپ اول، تهران، انتشارات قومس.
- ۱۱- رفاهی، حسینقلی، (۱۳۸۵)؛ فرسایش آبی و کنترل آن، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۲- سازمان جغرافیایی کشور؛ عکس‌های هوایی ۱:۵۰۰۰۰ سال ۱۳۳۴.
- ۱۳- سازمان جهاد کشاورزی فارس، مطالعات منطقه خلیج فارس، (۱۳۸۲)؛ مطالعات اجرایی طرح‌های آبخیزداری فارس، جلد هشتم، گزارش مطالعات پوشش گیاهی خیرگو.
- ۱۴- سازمان هواشناسی کشور، (۱۳۸۹)؛ آمار بارندگی ایستگاه باران سنجدی علامرودشت.
- ۱۵- سلیمان‌پور، سید مسعود، صوفی، مجید و احمدی، حسن، (۱۳۸۸)؛ تحلیل عوامل مؤثر بر گسترش آبکندها در منطقه کنار تخته استان فارس، مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۳، شماره ۱، صص ۱-۱۳۱-۱۴۱.
- ۱۶- صوفی، مجید، (۱۳۸۶)؛ تعیین تأثیر تخریب پوشش گیاهی و توسعه شهری در گسترش آبکندهای در جنوب استان فارس، سومین همایش ملی فرسایش و رسوب.
- ۱۷- صوفی، مجید، (۱۳۸۳)؛ فرایند ایجاد خندق و نرخ رشد آن در لامرد و علامرودشت، تهران، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
- ۱۸- صیدایی، سید اسکندر و نوروزی آورگانی، اصغر، (۱۳۸۹)؛ تحلیلی بر الگوهای استقرار فضایی سکونت‌گاه‌های روستایی در استان چهارمحال و بختیاری، فصل‌نامه جغرافیا و توسعه، شماره ۱۸، صص ۶۸-۵۳.
- ۱۹- عادل‌پور، عبدالعلی، صوفی، مجید و بهنیا، عبدالکریم (۱۳۸۵)؛ بررسی تأثیر کاه و کلش‌های دیم بر حفاظت خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک جنوبی ایران، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال سیزدهم، شماره دوم.
- ۲۰- عباسی، علی‌اکبر، (۱۳۸۱)؛ دستورالعمل مهار فرسایش خندقی، تدوین ام پی جیک، تهران، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
- ۲۱- گودرزی نژاد، شاپور، (۱۳۷۷)؛ ژئومورفولوژی و مدیریت محیط، چاپ اول، تهران، انتشارات سمت.
- ۲۲- نگارش، حسین، (۱۳۸۲)؛ کاربرد ژئومورفولوژی در مکان‌گزینی شهرها و پیامدهای آن، فصل‌نامه جغرافیا و توسعه، شماره ۱.
- ۲۳- وزارت جهاد سازندگی، مرکز تحقیقات آب، (۱۳۶۹)؛ پروژه تحقیقاتی- مطالعاتی کنترل فرسایش رودخانه علامرودشت (گزارش میان مرحله‌ای).