ارزیابی فرسایش خاک و در جه رسوب دهی در حوضه‌ی آبریز نمدان با استفاده از مدل MPSIAC و GIS

دکتر محمد ابراهیم عفیفی *

استادیار گروه جغرافیا (ژئومورفولوژی)، دانشگاه آزاد اسلامی لارستان، واحدلارستان، لارستان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۷/۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۱۳

چکیده

مرفولوژی مسطح و کم شیب دشت نمدان و چشمه سارهای حاشیه دشت باعث شده که رودخانه شادکام در بخش‌های میانه، فاقد دسترسی مستمر باشد و همین امر توسعه کشاورزی را در منطقه مشکل ساخته است. دشت نمدان دارای حوضه رسوبی آبرفتی عمیق است و ضخامت آبرفت در این حوضه ۱۰۰ متر پیش‌بینی شده است.

خاک از منابع طبیعی مهمی است و فرسایش آن علاوه بر ایجاد مخاطرات محیطی، آسیب‌پذیری جدی برای توسعه اجتماعی و اقتصادی به همراه دارد.

ما در این مقاله میزان رسوبدهی در حوضه آبریز نمدان را با مدل MPSIAC و GIS مورد ارزیابی قرار دادیم. هدف اول پهنه‌بندی درجه رسوبدهی محدوده مورد مطالعه از نظر تولید رسوب بود و دوم محاسبه میزان رسوبدهی (QS) میزان تولید رسوب کل و کلاسه بندی آنها در حوضه بود.

نتایج بدست آمده از پهنه‌بندی حوضه آبریز مورد مطالعه در سه کلاس فرسایشی بالا – متوسط – کم طبقه‌بندی شدند. همچنین پهنه‌بندی با رسوبدهی بالا از شمال غرب تا جنوب شرق حوضه در مسیر رودخانه شادکام در بخش‌هایی که نوع لیتولوژی و پوشش زمین را رودخانه و آبراهه، آبرفت‌های نهشته شده، رس سیلت و ماسه و قلوه تشکیل داده مشاهده می‌شود.

کلید واژه‌ها: مدل MPSIAC، میزان رسوبدهی، GIS، حوضه آبریز نمدان

* نویسنده عهده دار مکاتبات: Afifi.ebrahim6353@gmail.com

مقدمه

فرسایش فرآیندی است که طی آن ذرات خاک از بستر خود جدا شده و به کمک یک عامل انتقال دهنده به مکانی دیگر حمل می‌شود که این اساس می‌تواند در انواع فرسایش آبی[۱]، بادی[۲] و یخچالی[۳] طبقه‌بندی شود (علیزاده، ۱۳۸۷: ۳۵۰). در بررسی عوامل مؤثر در فرسایش خاک به طور ریشه‌ای نمی‌توان عامل مشخص و معینی را به عنوان عامل اصلی فرسایش آبی در یک منطقه معرفی نمود. بلکه شرایط فرسایش موجود در هر منطقه را باید معلول تأثیر متقابل مجموعه عوامل مؤثر در ایجاد فرسایش دانست. به طور مثال تأثیرات شدید فعالیت‌های انسانی (کشاورزی و نابودی مراتع) در فرسایش خاک به خوبی مشخص شده است (Passmore & Macklin, 1994:129). تغییر روز افزون چشم‌اندازهای زمین به منظور بهره برداری کشاورزی و تغییرات کاربری زمین که همراه با آن صورت می‌گیرد اغلب موجب صدمه دیدن کیفیت خاک و نابودی ذرات خاک توسط فرسایش می‌شود (Szilassi et al, 2006: 100). چرا که پتانسیل ایجاد رواناب سطحی و فرسایش خاک با کاربری زمین و زراعت به شدت زیاد می‌شود (Thornton & Jones, 1998: 508) در مطالعات انجام شده لوپز و همکاران (۲۰۰۱) عامل پوشش گیاهی را به عنوان یک عامل مهم مرتبط با خصوصیات فیزیکی و انسانی حوضه‌ها مورد توجه قرار داده است (Lopes et al, 2001:44) همین طور تأثیر عامل شیب، رخساره‌های زمین شناسی و عامل بارندگی در فرسایش خاک در بررسی‌های مختلف از جمله کارهای متریخت و گنزالس (۲۰۰۵) مورد تأیید قرار گرفته است (Metternicht & Gonzalez, 2005: 723) اغلب روش هایی که در مطالعات فرسایش خاک به کار می‌رود، مدل هایی تجربی و بر مبنای روش‌های مشاهده‌ای است. به طور مثال در بعضی کارها از کمی سازی روش‌های کیفی ژئومورفولوژی برای برآورد فرسایش استفاده شده است (احمدی و همکاران، ۱۳۸۷:۷۸۰). در برخی روش‌ها حساسیت سازندها نسبت فرسایش در رسوبدهی حوضه‌های آبریز مورد مطالعه قرار گرفته است (فیض‌نیا و همکاران، ۱۳۸٦: ۸۱۸). روش‌های زمین آمار همراه با آنالیزهای عددی نیز مورد استفاده قرار گرفته است (ایوبی و حسینعلی زاده، ۱۳۸٦: ۳۷٤). همین طور در روش‌های متکی به ابعاد فیزیوگرافیک حوضه‌ها با استفاده از منحنی هیپسومتریک، سطوح در معرض فرسایش و رسوب‌گذاری را مشخص می‌کند (نخعی و قنواتی، ۱۳۸۷: ٦۷) از مدل‌های تجربی منطق فازی (یمانی و همکاران، ۱۳۸٤: ۱۸۷) و خوشه‌بندی فازی نیز برای پهنه‌بندی مناطق فرسایشی استفاده شده است (فهمی و عبدی نیا، ۱۳۸۵: ۳۱). اما متداول ترین مدل هایی که امروزه به کار گرفته می‌شود شامل RUSLE[٤]، WEPP[٥]، LISEM[٦]، EUROSEM[۷]، GUEST[۸]، EPM[۹]، PSIAC[۱۰] و MPSIAC[۱۱] می‌باشد. بر طبق تحقیقات مقایسه‌ای صورت گرفته در ارتباط با کارایی مدل‌های

[1] Water erosion
[2] Wind erosion
[3] Glacial erosion
[4] Revised Universal Soil Lass Equation (RUSLE)
[5] Water Erosion Prediction Project (WEPP)
[6] Limborg Soil Erosion Model (LISEM)
[7] European Soil Erasion Model (EUROSEM)
[8] Griffith University Erosion System Template (GUEST)
[9] Erosion Potential Method (EPM).
[10] Pocific Southvest Interagency Committee (PSIAC)
[11] - Modified Pacific Southvest Interagancy Committee (MPSIAC)

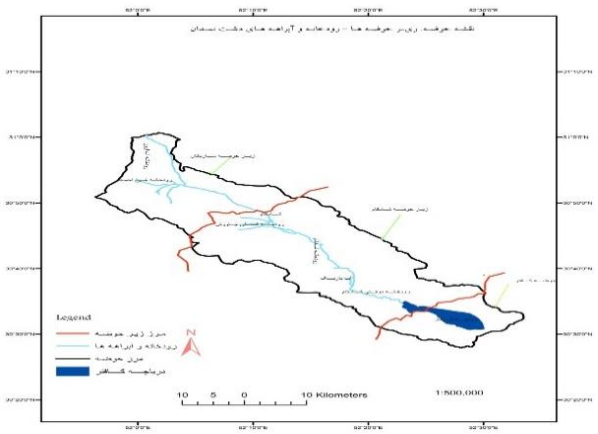
برآورد فرسایش و رسوب، مدلMPSIAC از درجه اطمینان بیشتری برخوردار است (راستگو و همکاران، ۱۳۸۵: ۱۰۱). از دلایل این امر به دخالت فاکتورهای زیاد در این مدل اشاره می‌شود (رنگزن و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۲۸) از این مدل، به عنوان یک مدل مدیریتی در حوضه‌های آبریز برای پهنه‌بندی فرسایش و رسوب استفاده شده است و تلاش بر این بوده که نتایج حاصل شده با مشاهدات صحرایی منطبق باشد (مقصودی و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۲۶؛ عسگری و جعفری، ۱۳۸۷: ۳۲). این مدل بر پایه فاکتورهایی است که هرکدام کمی‌سازی یک یا چند فرآیند و عامل محیطی را نشان داده، باهم تلفیق می‌کند و یک تخمین کلی از فرسایش خاک به دست می‌دهد. به نظر می‌رسد که در نهایت هدف از به کارگیری روش‌های مختلف در مبحث فرسایش و رسوب تهیه‌ی نقشه‌ی پهنه‌بندی است که به طور معمول شامل نوعی سیستم امتیازبندی است که با ترکیب مجموعه ای از نقشه‌های تک منظوره به دست می‌آید. در این مقاله، میزان رسوبدهی (QS) و متعاقب آن میزان تولید رسوب کل در حوضه‌ی آبریز طرق را با مدل MPSIAC مورد محاسبه قرار گرفته است. میزان رسوبدهی شاخص استانداردی است که میزان حجم رسوب را در واحد سطح و واحد زمان نشان می دهد. این ارقام بسته به متغیرهای زمین‌شناسی و فیزیوگرافی هر حوضه متفاوت است.

از دیدگاه زمین‌شناسی ناحیه‌ای دشت نمدان دشتی با امتداد شمال غرب – جنوب شرق است که با روند کوهزایی زاگرس تطابق خوبی را نشان می دهد. دشت نمدان در ناحیه زاگرس مرتفع و یا زون شکسته زاگرس قرار گرفته است. هدف: ارائه نقشه میزان فرسایش‌پذیری و مناطق فرسایشی و پهنه‌بندی درجه رسوبدهی و تعیین حساسیت محدوده مورد مطالعه از نظر میزان رسوبدهی (QS) میزان تولید رسوب کل برای حوضه است و میزان فرسایش ویژه (E) حوضه است.

روش‌شناسی تحقیق

محدوده مورد مطالعه در این تحقیق حوضه آبریز دشت نمدان است. حوزه آبریز دشت نمدان در جنوب غرب ایران، در ضلع جنوبی شهرستان اقلید و جنوب شرقی شهرستان آباده در استان فارس قرار دارد. و از دیدگاه زمین شناسی در ناحیه زاگرس مرتفع و یا زون شکسته زاگرس قرار گرفته است. حوضه آبریز دشت نمدان جز سرشاخه‌های رودخانه سیوند محسوب می شود.

این حوضه با مساحتی بالغ بر ۳۳۸۰ کیلومتر مربع در محدوده ۲۵ ۳۰ تا ۵ ۳۱ عرض شمالی و ۵۵ ۵۱ و ۵۵ ۵۲ طول شرقی قرار دارد و دارای ۲۱ کانون روستایی دارای جمعیت می‌باشد و به عنوان مهمترین قطبی کشاورزی و دامپروری شهرستان به شمار می‌رود و یکی از مناطق ییلاق عشایر است.

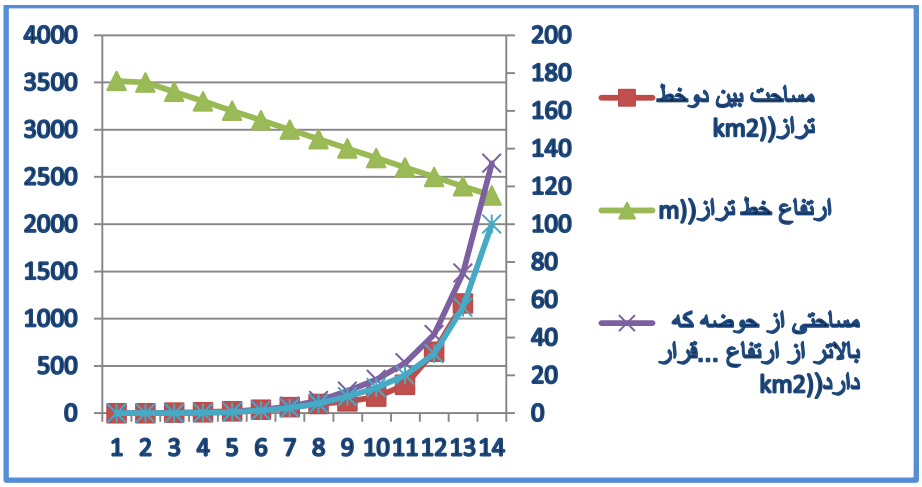


شکل۲ نقشه حوضه، زیر حوضه و رودخانه‌ها و آبراهه‌های دشت نمدان

شکل ۱ موقعیت حوضه مورد مطالعه در نقشه استان فارس

ضریب شکل حوضه معادل ۰/۱ می‌باشد که نشان دهنده کشیده بودن شکل حوضه می باشد مرتفع ترین بخش حوضه نمدان با ۳۵۱٤ متر در شمال غربی آن و پست ترین قسمت در تراز ۲۳۰۳ متر از جنوب شرقی حوضه و در محل خروجی آن واقع است که کنیک به عنوان مرز ژئومورفیک دشت و کوهستان منطبق است به طور تقریبی در قسمت جنوب شرقی حوضه و در تراز ارتفاعی ۲۳۰۷ متر با وسعتی حدود ۷۰۰ هکتار واقع شده است.

منحنی هیپسومتریک حوضه نشان می دهد که این حوضه به طور عموم در حال گذار از فاز بلوغ (مچور) به فازپیری (موناداک) می باشد.



نمودار ۱ نمودار هیپسومتری حوضه دشت نمدان

در تفسیر این موضوع می توان گفت که حوضه به تدریج در حال از دست دادن فعالیت‌های شدید فرسایش است.

از نظر زمین‌شناسی سنگ کف دشت نمدان آهک‌های کرتاسه می‌باشد تشکیلات ژوراسیک با فاسیس آهک‌های سیلیسی سیاه رنگ و ماسه سنگ، شیل در ارتفاعات غربی دشت گسترش دارد و در جنوب شرقی دشت در

ارتفاعات شمال شرقی کافتر تشکیلات ژوراسیک بر روی رسوبات تریاس قرار گرفته است.

این حوضه از نظر اقلیمی دارای آب و هوای نیمه خشک سرد است. میانگین بارندگی سالیانه بین حداکثر ۴۰۰ میلی متر و حداقل ۲۰۰ میلی متر در سال متغیر بوده است. میانگین سالانه حداقل دمای هوا ۱/۱- درجه سانتی‌گراد می باشد. (سازمان هواشناسی فارس- ایستگاه اقلید)

روش شناسی

تشریح مدل MPSIAC

این روش به منظور محاسبه ی فرسایش خاک و تولید رسوب در مناطق خشک و نیمه خشک ارایه گردید. در این مدل، ۹ عامل مختلف برای محاسبه و برآورد رسوب در نظر گرفته شده‌اند که این عوامل در جدول شماره ۱ ارائه شده است.ارزش هر عامل در محاسبه‌ی فرسایش، از طریق رتبه‌های که برای آن عامل استخراج می‌شود، مد نظر قرار می‌گیرد. به عبارت بهتر، هر کدام از عامل‌های ۹ گانه، دارای یک محدوده‌ی مشخص از نمره‌ی تأثیر می‌باشند که در جدول۲ ارایه شده‌اند. همچنین درجدول ۲ طبقه بندی شدت کیفی فرسایش و درجدول ۱ عوامل موثر در مدل MPSIAC و نحوه امتیاز دهی به آن آورده شده است.

جدول (۱) عوامل موثر در مدل MPSIAC و نحوه امتیاز دهی به آن(جداری عیوضی ، ۱۳۷٤).

ردیف	عامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب	نحوه محاسبه امتیاز در روش MPSIAC	شرح پارامترها
۱	زمین شناسی سطحی یا سنگ‌شناسی	Y۱=X۱	X۱= امتیاز حساسیت سنگ به فرسایش آبی
۲	خاک	Y۲=۱٦/۷٦ X۲	X۲= همان عامل فرسایش پذیری خاک در معادله USLE می‌باشد.
۳	آب و هوا	Y۳=۰/۲ X۳	X۳= بارندگی 6 ساعته با دوره برگشت 2 ساله
٤	رواناب (جریان‌های سطحی)	Y٤=۰/۲ X٤	X٤= (حجم هرزاب سالانه *۰/۳۰+ دبی پیک سالانه به متر مکعب بر ثانیه در کیلومتر مربع*۵۰)
۵	پستی و بلندی	Y۵=۰/۲ X۵	X۵= شیب متوسط حوضه بر حسب درصد اگر شیب حوزه، بیش از 30 درصد باشد؛ نمره ی 20 در نظر گرفته می شود. شیب حوزه ی کمتر از 20 درصد، نمره ی 10 می گیرد و شیب کمتر از 10 درصد، نمره ی صفر به خود اختصاص می دهد.
٦	پوشش زمین	Y٦=۰/۲ X٦	X٦= درصد زمین لخت
۷	استفاده از زمین (کاربری اراضی)	Y۷=۲۰-۰/۲ X۷	X۷= درصد تاج پوشش
۸	وضعیت فعلی فرسایش	Y۸=۰/۲۵ X۸	X۸= وضعیت سطح خاک و فرسایش با استفاده از روش B.L.M انجام گرفته، جهت تعیین این ضریب هفت عامل دخالت داده شده‌اند که عبارتند از ۱- فرسایش سطحی ۲- لاشبرگ سطحی ۳- پوشش گیاهی ٤- آثار تخریب خاک و

ردیف	عامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب	نحوه محاسبه امتیاز در روش MPSIAC	شرح پارامترها
			گیاه ۵- فرسایش شیاری و ابعاد آن ٦- جریان‌های سطحی و رسوبات آن ۷- اشکال فرسایش خندقی (گالی) و درصد آن،به عبارت دیگر مجموع امتیازات مدل B.L.M در صورت عدم مشاهده فرسایش نمره صفر و در صورتی که بیش از ۵۰ ٪ زمین درگیر فرسایش باشد نمره ۲۵ می‌گیرد.
۹	فرسایش رودخانه ای	Y۹=۱/٦۷ X۹	X۹= امتیاز فرسایش خندقی در مدت B.L.M

(جدول ۲) طبقه بندی شدت کیفی فرسایش در روش ژئومورفولوژی

وضعیت فرسایش	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
جمع امتیاز عوامل	<۵	۵-۱٦	۱۷-۳۱	۳۲-٦۲	>٦۲

مواد و روش‌ها

روش کار:

به منظور بررسی وضعیت فرسایش و رسوب با استفاده از روش MPSIAC در حوزه آبخیز دشت نمدان به روش زیر اقدام شد.

الف- تعیین امتیاز فاکتور زمین شناسی سطحی در مدل MPSIAC از طریق رابطه Y1=X1 که در آن Y1 عامل زمین‌شناسی و X1 شاخص فرسایش زمین‌شناسی سطحی است که بر اساس نوع سنگ، سختی، شکستگی و هوازدگی تعیین می شود.

ب- تعیین امتیاز فاکتور خاک در مدل MPSIAC در هر یک از واحدهای کاری از طریق رابطه X2=16.67K که در آن X2 امتیاز عامل رسوبدهی خاک در روش MPSIAC و K عامل فرسایش‌پذیری خاک در فرمول جهانی فرسایش خاک می باشد.

پ- تعیین امتیاز آب و هوا در مدل MPSIAC در هر یک از واحدهای کاری از طریق رابطه Y3=0.2X3 که در آن Y3 امتیاز عامل آب و هوا و X3 مقدار بارندگی 6 ساعته با دور برگشت ۲ سال بر حسب میلی متر می‌باشد.

ت- تعیین امتیاز هرز آب یا روآن آب از طریق رابطه X4=0.2(0.03+50QP)=0.006R+10QP که X4 امتیاز عامل روآن آب در روش MPSIAC

R= ارتفاع روآن آب سالانه بر حسب میلی متر

QP = دبی ویژه پیک بر حسب متر مکعب در ثانیه بر کیلومتر مربع است.

ث- تعیین فاکتور پستی و بلندی در مدل MPSIAC در هریک از واحدهای کاری از طریق رابطه X5=0.33 که در آن X5 درجه رسوبدهی و S شیب متوسط حوزه بر حسب درصد می‌باشد.

ج- تعیین امتیاز فاکتور پوشش گیاهی در MPSIAC از طریق رابطه X6=0.2PB که در آن X6 امتیاز عامل پوشش زمین و PB در صد اراضی لخت و فاقد پوشش گیاهی می‌باشد.

چ- تعیین امتیاز استفاده از اراضی در مدل MPSIAC از طریق رابطه X7=20-0.2PB که درآن X7 امتیاز درجه رسوبدهی عامل نحوه استفاده از اراضی و PB مقدار تاج پوشش بر حسب درصد می باشد.

ح- تعیین امتیاز فاکتور وضعیت فعلی فرسایش در مدل MPSIAC از طریق رابطه 0.25SSF= که در آن X8 امتیاز عامل وضعیت فعلی فرسایش و SSF امتیاز عامل سطحی خاک می‌باشد که با استفاده از روش BLM به دست می اید. جهت تعیین ضریب BLM هفت عامل دخالت داده شده اند که عبارتند از: (۱) فرسایش سطحی، (۲) لاشبرگ سطحی، (۳) پوشش سطحی، (٤) اثار تخریب خاک و گیاه، (۵) فرسایش شیاری و آبعاد آن، (٦) جریان های سطحی و رسوبات، (۷) اشکال فرسایش خندقی و در صد آن.

خ- تعیین امتیاز فرسایش رودخانه‌ای (آبراهه‌ای) در مدل MPSIAC از طریق رابطه X9=1.67SSF.g که در آن X9 امتیاز عامل فرسایش رودخانه‌ای و SSF.g نمره نهائی فرسایش خندقی عامل سطحی خاک در روش BLM است

د- امتیاز ۹ عامل در مدل MPSIAC با استفاده از روابط موجود در هر واحد کاری تعیین گردیده، در نسبت مساحت آن ضرب شده و با هم جمع امتیازهای بدست آمده میزان درجه رسوبدهی (R) کل حوزه مورد مطالعه بدست آمد.

با قرار دادن میزان R در رابطه شماره ۱ به شرح زیر:

رابطه۱:

$$Qs = 38.77e^{0.0353R}$$

که در آن:

QS: میزان رسوبدهی سالانه (رسوب ویژه) بر حسب متر مکعب در کیلومتر مربع در سال

R: درجه رسوبدهی که نشان دهنده فرسایش نیز می باشد (مجموع نمرات روش MPSIAC).

e: لگاریتم عدد نپرین که تقریبا برابر۲/۷۱۵ می باشد، مقدار رسوب ویژه برآورد گردید.

با ضرب نمودن مقدار رسوب ویژه بر حسب متر مکعب در هکتار در سال در وزن مخصوص ذرات رسوب (بطور متوسط ۱/۳۲۵) مقدار رسوب بر حسب تن در کیلومتر مربع در سال بدست آمد و با استفاده از جدول شماره ۲ شدت رسوبدهی و کلاس فرسایش منطقه مورد مطالعه مشخص شد و در نهایت نقشه شدت فرسایش حوزه در محیط GIS تهیه گردید .طبق مطالعات انجام شده هر چه حوضه زهکشی بزرگ‌تر شود، مجموع فرسایش و رسوب بیشتری در آن رخ می دهد اما در واحد سطح با افزایش سطح زهکشی میزان تولید فرسایش و رسوب کم می‌شود (جورلی و همکاران، ۱۳۷۱: ۱۱۲) به بیان دیگر درجه رسوبدهی نسبت به تولید رسوب کل حوضه، معیار مناسب‌تری برای درجه بندی حوضه های زهکشی است. ما نیز در این مقاله ابتدا به تهیه نقشه پهنه بندی درجه رسوبدهی حوضه اقدام کردیم و سپس میزان رسوبدهی و تولید رسوب کل حوضه را محاسبه نمودیم.

ارزیابی عوامل ۹ گانه‌ی مؤثر در فرسایش و رسوب دهی در حوضه دشت نمدان

زمین شناسی سطحی دشت نمدان

برای تعیین عامل زمین‌شناسی سطحی اراضی دشت نمدان، نقشه‌ی زمین‌شناسی تهیه گردید با توجه به زمین شناسی عمومی و سطحی منطقه دشت نمدان که عمدتا حاوی سنگ‌های آهکی سیلیسی ودولومیتی، ماسه سنگ، کوه‌های دولومیتی، سیلیس و لایه‌های شیل، لایه‌های ماسه سنگی و سیلت که به سنگ‌های آهکی رسی کم عمق تبدیل شده‌اند، ماسه سنگ توده‌ای، لایه‌های نازک آهک مارنی، رسوبات واریزه ای و مخروط افکنه‌ای که از قطعات مختلف سنگ و سنگ ریزه، شن، ماسه و رس و سیلت با دانه‌بندی مختلف، رسوبات آبرفتی رودخانه‌ای و دریاچه‌ای می باشد، و همچنین رگه‌های‌هایی از کنگلومرای بختیاری و سنگ‌های آهکی با لایه‌های ضخیم نیز مشادهده می‌شود، می توان بر اساس فرمول ۲ و جدول ٤ یک نمره کلی بر ای زمین شناسی سطحی حوضه دشت نمدان در نظر گرفت، که براین اساس نمره کمی متوسط ۵ را درنظر گرفته و از نظر کیفی نمره متوسط را در برمی‌گیرد.

رابطه ۲: $Y_1 = X_1 = 5$

که در این فرمول:

X_1 = شاخص فرسایش زمین‌شناسی سطحی است که بر اساس نوع سنگ و سختی آن تعیین می‌گردد .در جدول٤-٦چگونگی تعیین مقدار X_1 بر مبنای نوع سازند و نمره کمی و کیفی هرسازند آورده شده است.

جدول ٤ نوع ساختار زمین شناسی و نمره کمی و کیفی هر ساختار(صالحی،۱۳۹۳).

نمره‌ی کیفی	کم	متوسط	زیاد
نمره‌ی کمّی	۰	۵	۱۰
ساختار زمین‌شناسی	مارن و شیل	سنگ‌های با سختی متوسط و سنگ‌های دگرگونی	سازندهای سخت و فشرده (آذرین)
	گچ و مارن املاح‌دار	سنگ‌های خردشده یا هوادیده‌ی متوسط	دولومیت‌ها
	ماسه‌سنگ	سنگ با درز و شکاف متوسط	لایه‌های ضخیم آبرفتی
	سنگ‌های سخت به‌همراه لایه‌های مارن یا شیل	کنگلومرا	گرانیت‌ها
		سنگ آهک با لایه‌های ضخیم	انواع سنگ‌های متبلور

خاک

نخست با استفاده از خصوصیات فیزیکی خاک شاهد منطقه(شکل ٤)، ساختمان، درصد شن ریز، درصد مواد آلی، درصد شن ۰/۱ تا ۲ میلی متر و نفوذپذیری، فرسایش‌پذیری خاک‌ها (K) با استفاده از نموگراف ویشمایر (نمودار ۲) تعیین می‌شود. سپس عامل خاک با استفاده از فرمول ۳ زیر محاسبه می‌گردد:

رابطه ۳:

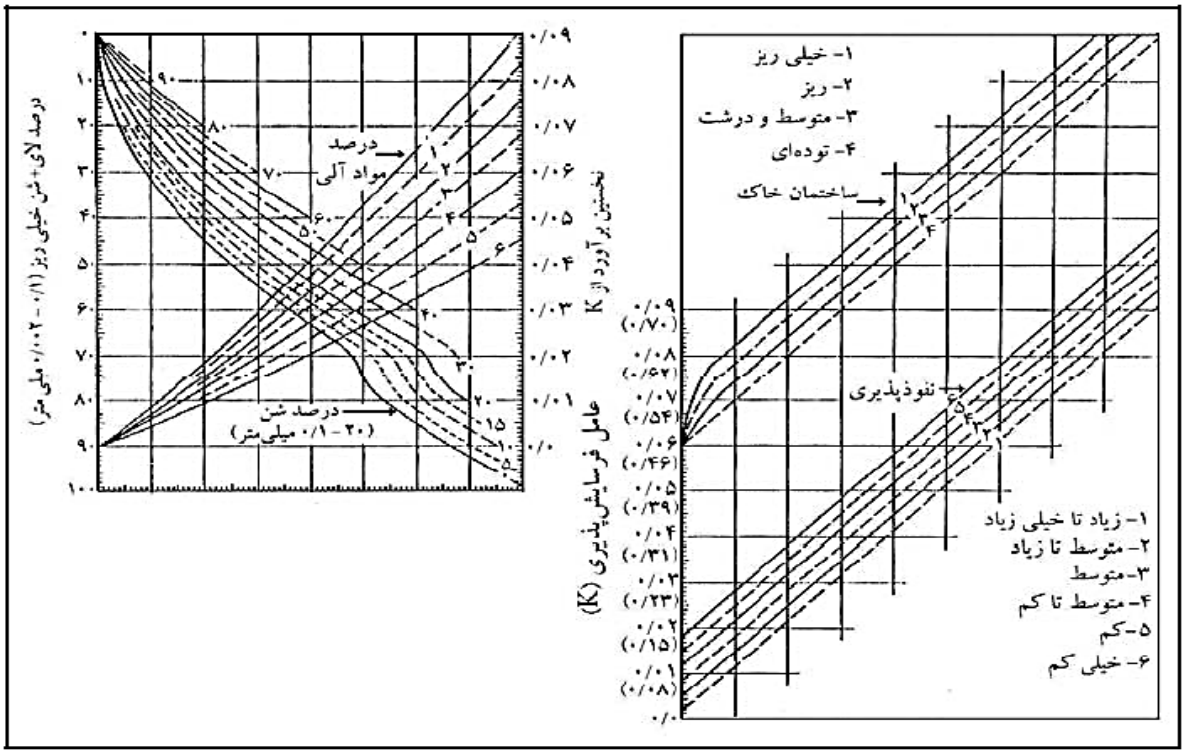
$$Y2 = 16/6X2$$

$$X2 = K$$

بر اساس ویژگی‌های خاک منطقه دشت نمدان و زیر حوضه‌های آن که درجدول ٤ آورده شده است می‌توان میزان K را بدست آورد.

جدول ٤ ویژگی‌های خاک زیرحوزه‌های مورد مطالعه در دشت نمدان

علامت زیرحوزه	الف (ساریاتان)	ب (شادکام)	پ (کافتر)
چگالی ظاهری(g/m3)	۱,۲	۱,۳	۱,٤
گروه هیدرولوژیک	C	C	C
درصد مواد آلی	0.4	0.6	1.3
نفوذپذیری(mm/h)	0.9	1.4	1.6
ساختمان	ریز	متوسط و درشت	خیلی ریز
شن (درصد) (0/1-2 mm)	۱۵	۱۸	۳۸
شن (درصد) (0/05- 0/1 mm)	۳۰	۳۰	۳۰
سیلت(درصد)	۳۰	٤۵	٤۰
رس (درصد)	۳۵	٤۵	٤۰



نمودار ۲ نموگراف فرسایش پذیری خاک بر اساس سامانه متریک (صالحی،۱۳۹۳)

برای تعیین گروه هیدرولوژیک خاک از روش‌های موجود در کتاب دکتر علیزاده (علیزاده، ۱۳۸۵) استفاده شد و

با توجه به اینکه میزان نفوذپذیری خاک حوضه دشت نمدان با توجه به آمار و اطلاعات موجود بین ۱/۳ تا ۳/۸ میلی متر در ساعت برآورد شده است، طبق جدول طبقه‌بندی خاک‌های حوضه بر حسب نفوذپذیری (جدول ٤) در گروه c قرار می‌گیرد. همچنین بر اساس نوع پوشش سطح منطقه، که بیشتر دارای مراتع طبیعی با پوشش جنگلی خوب و اراضی کشاورزی زیر کشت حبوبات می‌باشند، اعداد CN در محدوده حوضه دشت نمدان ٦٨ به دست می‌آید. متوسط درصد مواد آلی منطقه حدود ۰/۰۷ و بیشتر ساختمان خاک منطقه ریز دانه بوده و به شکل مکعبی می‌باشد. میزان درصد شن ریز ۲۳/٦، درصد ومیزان نفوذپذیری خاک منطقه، متوسط برآورد می‌شود. بنابراین با توجه به موارد ذکر شده و با استفاده از نمودار بالا می‌توان مقدار K را برآورد کرد که عامل فرسایش پذیری برای حوضه دشت نمدان حدود ۰/۰٦ برآورد می‌شود که بر اساس فرمول ۱۱:

رابطه ٤: $Y2 = 16/6X2$

$X2 = K=0/06$

$Y2 = 16/6*0/06=0.996$

آب و هوا

آب و هوا نقش اساسی در توسعه‌ی پوشش گیاهی، نوع خاک و مقدار تولید روان آب دارد. برای محاسبه‌ی نمره‌ی عامل اقلیم از فرمول ۵ استفاده می‌شود:

رابطه ۵ : $Y3 = 0/02X3$

که در آن:

X3 = مقدار بارندگی شش ساعته‌ی حوزه با دوره‌ی بازگشت دو سال (بر حسب میلی‌متر). که براساس اطلاعات موجوددر جدول‌های اقلیمی (جدول ۵) و مطالعات هیدرولوژی منطقه‌ی دشت نمدان می‌توان میزان Y3 را به دست آورد. براساس اطلاعات موجود در جدول ۵، مقدار بارندگی شش ساعته‌ی حوزه دشت نمدان با دوره‌ی بازگشت دو سال برابر است با ۳/٦٨ میلی متر می‌باشد که میزان Y3 برابر است با:

Y3 =۰,۰۲*۳,٦٨= 0.0736

جدول ۵ برآورد شدت بارش(mm/hr) با تداوم ها و دوره بازگشت‌های مختلف در دشت نمدان

(شرکت مهندسین مشاور حاسب فارس، ۱۳۸۹)

Return period (yr)							duration	
500	100	50	25	10	5	2	min	hr
69/75	55/97	50/00	43/98	35/83	29/34	19/48	15	0/25
49/15	39/45	35/24	31/00	25/25	20/68	13/73	30	0/5
39/96	32./07	28/65	25/20	20/53	16/81	11/16	45	0/75
34/64	27/80	24/84	21/85	17/80	14/57	9/68	60	1
27/57	22/13	19/77	17/39	14/17	11/60	7/70	90	1.5
23/72	19/04	17/01	14/96	12/19	9/98	6/63	120	2
16/71	13/73	12/44	11/13	9/35	7/91	5/60	180	3
10/98	9/.02	8/17	7/31	6/14	5/19	3/68	360	6
7/21	5/93	5/37	4/80	4/04	3/41	2/42	720	12
4/74	3/89	3/53	3/16	2/65	2/24	1/59	1440	24

تحلیل نتایج آماری ایستگاه سینوپتیک در دوره ی آماری ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۳ باعث شد تا نقشه ی هم باران ۴۰۰ تا ۲۸۰ میلیمتری برای میزان بارش سالانه تهیه گردد(شکل ۵)

روان آب

روان آب تولید شده در حوزه‌ی آبخیز، نقش مهمی در ایجاد فرسایش و انتقال رسوب دارد. مقدار و شدت بارندگی در مقدار روان آب و شدت آن و در نتیجه، تخریب خاک و حمل رسوب تأثیر دارد. پتانسیل تولید روانآب با استفاده از اطلاعات خاک رخ‌ها از قبیل بافت، ساختمان، عمق خاک، لایه‌ی محدودکننده و مقدار سنگریزه در قالب گرو ههای هیدرولوژیکی A، B، C و D (علیزاده، ۱۳۸۵) بررسی می‌گردد و سپس با استفاده از رابطه‌ی ۶/۷ زیر محاسبه می‌شود:

رابطه ۶: $Y4 = 0/2X4$

رابطه ۷: $X4 = 0/2 \times (0/03R + 50QP) = 0/006R + 10QP$

که در آن:

QP = دبی ویژه‌ی بیشینه‌ی سالانه (بر حسب مترمکعب در ثانیه در کیلومترمربع)

مقدار QP، از تقسیم دبی بیشینه‌ی سیلاب هر واحد به مساحت آن واحد به دست می‌آید.

R = ارتفاع روان آب سالانه (بر حسب میلی متر).

برای محاسبه ارتفاع رواناب در منطقه حوضه دشت نمدان می‌توان از روش‌های معمول در هیدرولوژی روش پیشنهادی سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) برای حوضه‌های فاقد داده‌های اندازه‌گیری دبی رواناب استفاده کرد. در روش SCS ارتفاع رواناب حاصله از یک بارندگی بصورت رابطه ۸,۹ محاسبه می‌گردد.

رابطه ۸: $R = (P - 0.2S)^2/(P + 0.8S)$

که در این رابطه:

R= ارتفاع رواناب برحسب اینچ

P= ارتفاع بارندگی (اینچ)

S= عامل مربوط به نگهداشت آب در سطح زمین است که مقدار آن برابر است با :

رابطه ۹: $S = {}^{1000}/_{CN} - 10$

همچنین در این روش CN شماره منحنی مربوط به مقدار نفوذ آب در حوضه می‌باشد که در بخش ارزیابی عوامل۹ گانه‌ی مؤثر در فرسایش و رسوب دهی در حوضه دشت نمدان قسمت خاک جدول ٤ مقدار CN برای حوضه دشت نمدان بر اساس روش‌های موجود در کتاب اصول هیدرولوژی کاربردی دکتر علیزاده بدست آورده شده است که مقدار آن برابر با ٦٨ می باشد . بنابر این با داشتن میزان بیشترین بارندگی در سال۹۳ در حوضه دشت

نمدان که به طور (۵۵ میلی متر) در اسفند ماه رخ داده است و با داشتن مساحت کل حوضه دشت نمدان با وسعت ۳۳۸۰ کیلومتر مربع می‌توان ارتفاع رواناب را در این حوضه به طورتقریبی بدست آورد. لذا داریم:

$$S = {}^{1000}/_{68} - 10$$

S=4.706

$$R = (2.2 - 0.2 * 4.706)^2/(2.2 + 0.8 * 4.706)$$

inch $R = 0.266$
R=6.76mm

که میزان حجم رواناب برای کل حوضه(با وسعت۳۳۸۰۰۰هکتار) برابر است با:

$${}^{6.76}/_{1000} * (338000 * 10000) = 22848800m^3$$

وبا توجه به اینکه میانگین گسترش سیلاب در کل حوضه دشت نمدان برابر با ۲۱,۱۲۵ کیلومتر مربع برآورد می‌شود، میزان حجم رواناب برابر است با:

$$21.125km^2 = 2112.5he$$
$${}^{6.76}/_{1000}(2112.5 * 10000) = 142805m^3$$

براساس موارد ذکر شده مساحت کل زیر حوضه‌های دشت نمدان ۳۳۸۰ کیلومتر مربع می‌باشد که مقدار دبی بیشینه سالیانه در این حوضه ۵,۳٤ متر مکعب بر ثانیه با ارتفاع رواناب تقریبی ٦/٧٦ میلی متر می‌باشد. رواناب سالانه زیر حوضه‌های دشت نمدان ۸٤,۵۸میلیون متر مکعب در سال تخمین زده می شود و میانگین سطح گسترش سیلاب در کل حوضه ۲۱,۱۲۵ کیلومتر مربع برآورد می‌گردد. لذا بر اساس این موارد می‌توان گفت که:

QP=5.34(m3/s)/3380km2=0.00158(m3/s*km2)
Y4 = 0/2X4
X4 = 0/2 × (0/03R + 50QP) = 0/006R + 10QP
0.006*142805m3+10*(0.00158(m3/s*km2))
856.83m3+0/0158(m3/s*km2)
X4=856/846 m3/s*km2
Y4 = 0/2(X4)=171/369

ناهمواری‌ها (پستی و بلندی‌ها)

شیب یک حوضه‌ی آبخیز، رابطه‌ی مهم و پیچیده‌ای با مقدار روان آب و سرعت جریانات سطحی و نیز رطوبت خاک دارد. شیب‌های تند باعث افزایش سرعت جریان آب و کاهش زمان تمرکز یک حوضه می‌گردند. ظرفیت نفوذ خاک، تحت تأثیر شیب منطقه می‌باشد و با افزایش شیب، میزان آب کمتری در داخل خاک نفوذ می‌کند و سبب افزایش فرسایش می‌شود. برای محاسبه‌ی نمره‌ی ناهمواری‌ها از فرمول ۱۰ استفاده می‌شود:

رابطه ۱۰: Y5 = 0/33X5

که در آن:

X5= مقدار شیب متوسط در هر کدام از واحدهای جداشده (بر حسب درصد)

مقدار X5، با استفاده از نقشه ی شیب و یا بازدیدهای صحرایی تعیین می‌شود. بر اساس جدول مشخصات فیزیوگرافی حوضه دشت نمدان شیب متوسط حوضه ۱۲,۳۷ درصد می‌باشد که بر این اساس:

X5=12/37%

Y5 = 0/33*12/37=4/0821/100=0/040821

پوشش زمین

پوشش زمین در هر کدام از واحدها در قسمت‌های مختلف منطقه برآورد می‌شود و با استفاده از فرمول ۱۱، نمره‌ی پوشش تعیین می‌گردد. بر اساس بازدیدهای میدانی انجام شده از دشت نمدان اکثر زمین‌های کوهپایه‌ای و دامنه کوه‌ها و کوه‌های مجاور از پوشش گیاهی مناسبی برخوردار بوده و درقسمت دشت حوضه نمدان و زیرحوضه‌های آن سطح زمین به طور متوسط از پوشش‌های سنگی ریز و درشت وبوته‌ها و محصولات کشاورزی پوشیده می‌باشد، بنابراین میزان درصد زمین لخت در منطقه کم می‌باشد و حدود ۲۵ درصد است.

رابطه ۱۱: Y6 = 0/2 X6

که در آن:

X6= درصد زمین لخت

Y6 = 0/2 *25/100=0/05

کاربری سرزمین

نوع استفاده از زمین، نقش اساسی در تولید فرسایش و رسوب دارد. استفاده از اراضی، بدون توجه به قابلیت و استعداد آن‌ها موجب فرسایش خاک می‌شود. در صحرا درصد تاج پوشش گیاهی یا پوشش تاجی در هر یک از واحدها تعیین می گردد. البته از نتایج مطالعات پوشش گیاهی نیز می‌توان استفاده کرد. سپس با استفاده از فرمول ۱۲، نمره ی کاربری سرزمین تعیین می‌گردد:

رابطه ۱۲: Y7 = 20 - 0/2X7

که در آن:

X7 = درصد تاج پوشش گیاهی

بر اساس بازدید میدانی به عمل آمده از منطقه دشت نمدان مشخص شد که قسمتی از این منطقه از پوشش طبیعی گیاهی مناسبی برخوردار بوده و بخش دیگری از منطقه بویژه دشت‌ها که برای کشاورزی استفاده می‌شود فاقد پوشش طبیعی بوده و بیشتر در فصول کشاورزی دارای پوشش می‌باشند که این قسمت از زمین‌ها مستعد فرسایش و رسوب می‌باشند (شکل ۷). بنابراین درصد تاج پوشش گیاهی با توجه به کاربردهای گوناگون زمین‌ها و دشت‌های منطقه حدود ۱۵ درصد برآورد می‌شود و بر اساس فرمول زیر محاسبه می‌شود که برابر است با ۱۹,۹۷.

Y7 = 20 - 0/2*15/100=19/97

فرسایش مناطق بالادست

این نوع فرسایش، بیشتر بر روی اراضی شیب دار صورت می‌گیرد و در حقیقت، وضعیت کنونی فرسایش خاک را نشان می‌دهد. برای تعیین نمره‌ی این عامل از فرمول ۱۳ استفاده می‌شود:

رابطه ۱۳: $Y8 = 0/25X8$

که در آن:

X8= عامل سطحی

برای تعیین عامل سطحی، از روش سازمان مدیریت اراضی آمریکا (BLM) جدول ٦ استفاده می‌شود. بر اساس بازدید میدانی از منطقه دشت نمدان مشخص شد که در خاک منطقه حضور سنگ و سنگ ریزه به صوررت لکه لکه و پراکنده دیده می‌شود که دارای امتیاز ۳ تا ۵ می‌باشد که امتیاز کلی ۵ را در نظر می‌گیریم. همچنین شیارهایی در سطح زمین مشهود بودند ولی عمق این شیارها کمتر از ۱/۵ سانتی متر و با فاصله بیش از ۳ متر می‌باشد که دارای امتیاز ٤ تا ٦ بوده که از این میان امتیاز ۵/۵ در نظر گرفته می‌شود. بر اساس بازدیدهای میدانی از وضعیت آبراهه‌ها مشاهده شد که در کف آبراهه ها ذرات سیلت و شن وجود دارد که امتیاز ۱۰ تا ۱۲ را شامل می‌شود که امتیاز داده شده از این لحاظ عدد ۱۱ می‌باشد. در نهایت بر اساس میانگین موارد مشاهده شده در حوضه دشت نمدان، امتیاز کلی در عامل فرسایش مناطق بالادست ۱۷/۷ می باشد.

جدول ٦ نحوه ی امتیازدهی هفت عامل مورد نیاز مدل BLM (صالحی،۱۳۹۳).

شرح	حدود امتیاز	وضعیت ظاهری
حرکت توده‌ای خاک	۰تا۳	حرکت قابل ملاحظه‌ای دیده نمی‌شود.
	٤ تا ۵	حرکت مختصر ذرات خاک، قابل درک است.
	٦ تا ۸	حرکت متوسط ذرات خاکف قابل مشاهده است.تعداد کمی تراس با ارتفاع کمتر از ۲,۵ سانتی‌متر تشکیل شده است.
	۹ تا ۱۱	آثار تجمع خاک و ذرات مختلف در مقابل موانع کوچک مشهود می‌باشد که با هر روان آب این عمل اتفاق می‌افتد.
	۱۲ تا ١٤	خاک زیرین در بستر مناطق ظاهر می‌گردد و به وضوح دیده می‌شود. تپه‌های شنی و فرسایش بادی هم دیده می‌شود.
پوشش لاشبرگ	۰ تا ۳	تجمع بقایای گیاهی در یک منطقه دیده می‌شود.
	٤ تا ٦	بقایای گیاهی، دارای حرکت کمی می‌باشند.
	۷ تا ۸	حرکت متوسط لاشبرگ آشکار است و در مقابل موانع رسوب کرده است.
	۹ تا ۱۱	حرکت زیاد لاشبرگ آشکار است و مقدار زیادی در مقابل موانع، رسوب کرده است.
	۱۲ تا ١٤	لاشبرگ سطحی، خیلی کم است.
پوشش سنگی سطح زمین	۰ تا ۲	حضور سنگ و سنگ ریزه به خوبی توسعه یافته و به صورت یکسان پراکنده است.
	۳ تا ۵	حضور سنگ و سنگ ریزه به صورت لکه لکه و پراکنده است.

شرح	حدود امتیاز	وضعیت ظاهری
	٦ تا ٨	مقداری سنگ کوچک و بزرگ با پراکنش خیلی ضعیف وجود دارند.
	٩ تا ١١	سنگ و سنگ ریزه‌ها بصورت منفرد هستند و حرکت کمی را نشان می‌دهند.
	١٢ تا ١٤	سنگ و سنگ ریزه ها به میزان زیاد وجود دارند، اما بوسیله‌ی شیارها و خندق‌ها از هم جدا شده‌اند.
قطعات سنگی تحکیم یافته	٠ تا ٣	شواهد قابل ملاحظه ای دیده نمی‌شود.
	٤ تا ٦	در مسیرهای جریان فرسایش ستونی به میزان کم وجود دارد.
	٧ تا ٩	وجود سنگ‌های کوچک و گیاهان در شبکه جریان مشهود است.
	١٠ تا ١٢	سنگ‌های کوچک و گیاهان به صورت برجستگی‌ها در آمده‌اند و به طور عمده ریشه گیاهان دیده می‌شود.
	١٣ تا ١٤	گسترش خیلی زیاد سنگ‌ها و گیاهان به صورت تحکیم یافته مشاهده می‌شود

فرسایش رودخانه ای

در این عامل، خندق ها از نظر تعداد و اندازه مهم هستند و خطر آن ها در ایجاد فرسایش بررسی می‌شود. به منظور ارزیابی این عامل، از نمر ه‌هایی که برای خندق‌ها در بررسی عامل سطحی خاک توسط روش BLM به دست می‌آیند، استفاده می شود:

رابطه ١٤: $Y9 = 1/67X9$

که در آن:

X9 = نمره‌ی پایانی برای فرسایش خندقی در روش (BLM) می‌باشد، که بر اساس بازدید محلی توسعه فرسایش خندقی چندان در منطقه دیده نشد و بر اساس مشاهدات نمره ۳ به X9 داده می‌شود که:

$Y9 = 1/67*3=5.01$

پس از تعیین عامل‌های ۹ گانه در هر یک از واحدهای تعیین شده، مجموع آن‌ها نشان دهنده ی میزان فرسایش و رسوب در هر واحد خواهد بود که با توجه به جدول ۷، کلاس فرسایشی خاک و میزان تولید رسوب سالانه‌ی دشت نمدان به دست می‌آید. همچنین در جدول ۸ میزان پارامترهای ۹ گانه محاسبه شده در روش*MPSIAC* برای حوضه دشت نمدان آورده شده است.

جدول ۷ –تعیین میزان فرسایش و رسوب در هر واحد بر اساس جمع عامل های ۹ گانه(صالحی،۱۳۹۳).

کلاس فرسایش	طبقه‌بندی کیفی فرسایش	جمع عامل‌های نُه‌گانه (MPSIAC)	تولید رسوب سالانه m^3/Km^2	تولید رسوب سالانه ton/Km^2
V	خیلی زیاد	>١٠٠	>١۴۵٠	>٢۵٠٠
IV	زیاد	٧۵ -١٠٠	۴۵٠ – ١۴۵٠	١۵٠٠ – ٢۵٠٠
III	متوسط	۵٠ -٧۵	٢۵٠ – ۴۵٠	۵٠٠ – ١۵٠٠
II	کم	٢۵ – ۵٠	٩۵ – ٢۵٠	٢٠٠ – ۵٠٠
I	خیلی کم	٠ - ٢۵	<٩۵	<٢٠٠

جدول ۸ میزان پارامترهای ۹ گانه محاسبه شده در روشMPSIAC برای حوضه دشت نمدان

ردیف	عامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب	میزان امتیاز محاسبه در روش MPSIAC
۱	زمین شناسی سطحی یا سنگ شناسی	Y۱=۵
۲	خاک	Y۲=۰,۹۹٦
۳	آب و هوا	Y۳=۰,۰۷۳٦
٤	رواناب (جریان‌های سطحی)	Y٤=۱۷۱,۳٦۹
۵	پستی و بلندی	Y۵=۰,۰٤۰۸۲۱
٦	پوشش زمین	Y٦=۰,۰۵
۷	استفاده از زمین (کاربری اراضی)	Y۷=۱۹,۹۷
۸	فرسایش مناطق بالادست	Y۸=۷,۱۷
۹	فرسایش رودخانه ای	Y۹=۵,۰۱
	مجموع	۲۰۹,٦۷۹

بنابراین بر اساس محاسبات انجام شده در عامل‌های ۹ گانه موثر در حوضه دشت نمدان، که مجموع این عوامل برابر است با ۲۰۹,٦۷۹، که بر اساس طبقه‌بندی کیفی فرسایش در روش برآورد فرسایش و رسوب MPSIAC (جدول ۸)، وضعیت کیفی فرسایش در منطقه دشت نمدان کم بوده و میزان تولید رسوب سالانه بیش از ۹۵-۲۵۰ مترمکعب بر کیلومتر مربع برآورد می‌شود.

محاسبه و تعیین میزان فرسایش و رسوب کلی در حوضه دشت نمدان

به منظور دقت بیشتر برای محاسبه‌ی میزان فرسایش و رسوب، ابتدا میزان رسوب از فرمول زیر محاسبه می گردد:

رابطه۱۵:

$$Q_s = 38/77e^{(0.0353*R)}$$

که در این فرمول:

Qs = میزان رسوب (بر حسب مترمکعب در کیلومترمربع در سال)

e= عدد نپر ۲/۷۱۸

R= درجه ی رسوب دهی (به عبارت دیگر، مجموع عامل‌های ۹ گانه) =۲۰۹/٦۰۷

که در این پژوهش میزان درجه رسوب برای حوضه دشت نمدان ۲۰۹,٦۷۹ می‌باشد، لذا داریم:

$$Q_s = 38/77e^{(0.0353*R)}$$
$$Q_s = 38/77 * 2/718^{(0.0353*209.679)}$$
$$Q_s = 63484/307 m^3.\mathrm{km}^2.\mathrm{yer}$$

با توجه به موارد انجام شده در بالا و مجموع عوامل ۹ گانه ذکر شده در بالا میزان رسوب کل حوضه دشت نمدان برابر است با: $63484.307 m^3.\mathrm{km}^2.\mathrm{yer}$

فرسایش ویژه:

برای به دست آوردن فرسایش ویژه دراین حوزه از رابطه‌ی زیر استفاده می‌گردد:

رابطه ۱۶: $E = Qs/ SDR$

که در آن:

E= مقدار فرسایش ویژه ی حوزه

SDR = نسبت تحویل رسوب

نسبت تحویل رسوب (SDR)، بخشی از مواد فرسایش یافته است که به صورت رسوب در می‌آید و به عوامل زیر بستگی دارد:

۱- مساحت حوزه ی آبخیز: هر چه مساحت حوزه ی آبخیز بیشتر باشد، SDR کمترمی‌شود.

۲- شیب: هر چه شیب متوسط حوزه ی آبخیز بیشتر باشد، SDR بیشتر می‌شود.

۳- بافت یا نوع خاک: بافت‌های ریز و بافت‌های سیلتی، SDR را زیاد می‌کنند و در مقابل، بافت‌های شنی، SDR آن ها کمتر است. بافت خاک در حوزه های کوچک، بیشتر تأثیر خود را نشان می‌دهد.

مقدار نسبت تحویل رسوب (SDR) برای حوضه دشت نمدان را توسط فرمول زیر می‌توان محاسبه نمود.

فرمول زیر، نشانگر چگونگی محاسبه ی این ویژگی می‌باشد:

رابطه ۱۷: $\log SDR = 1/9384 - 0/14191 \log A$

که در آن:

A= سطح حوزه ی آبخیز (بر حسب کیلومترمربع)

(توجه: مقدار SDR محاسبه شده از فرمول بالا، بر حسب درصد خواهد بود.)

$A=3380km2$

$\log SDR = 1/9384 - 0/14191 \log A$

$\log SDR = 1/9384 - 0/14191 \log 3380$

$\log SDR = 1/9384 - 0.50078856894$

$\log SDR = 1.43761143106$

$SDR = 28$

داریم : $Q_s = 63484.307 m^3.\mathrm{km}^2.\mathrm{yer}$

$E = Qs/ SDR$

$E = 63484.307/ 0.28$

$E = 226729.668 m^3.\mathrm{km}^2.\mathrm{yer}$

لذا فرسایش ویژه در حوضه دشت نمدان برابر است با:

$$E = 226729.668 m^3.\mathrm{km}^2.\mathrm{yer}$$

و همچنین نقشه میزان فرسایش‌پذیری و مناطق فرسایشی در حوضه دشت نمدان در محیط جی ای اس با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ بر اساس اطلاعات بدست آمده ترسیم گردید.

بررسی کلی فرسایش پذیری سازندها در حوضه دشت نمدان:

فرسایش‌پذیری سازندها، رسوبات و واحدهای سنگی مختلف، نسبت به هم یک کمیت نسبی می‌باشد، لذا در اینجا بر اساس منابع موجود با توجه به لیتولوژی رسوبات مختلف رخنمون شده در حوضه و دشت نمدان، حساسیت پذیری رسوبات مختلف حوضه دشت نمدان، در سه کلاس به نام‌های رسوبات با فرسایش‌پذیری کم و رسوبات با فرسایش پذیری متوسط و رسوبات با فرسایش پذیری بالا طبقه‌بندی شده و در نهایت نقشه‌ی میزان فرسایش پذیری و مناطق فرسایشی دشت نمدان در محیط GIS ترسیم گردید. (شکل ۸)

نتیجه‌گیری

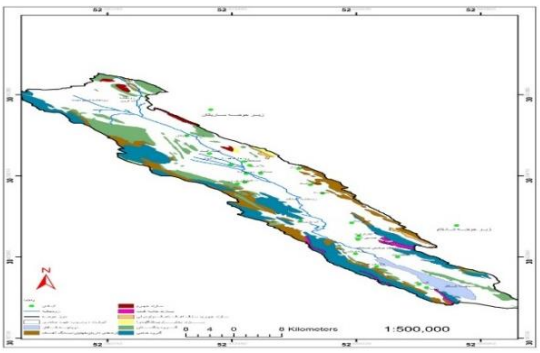
در این تحقیق، فاکتورهای ۹ گانه‌ی MPSIAC را تعیین و تشریح کردیم و عوامل مؤثر در فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضه نمدان و میزان تأثیرگذاری آنها در ایجاد فرسایش خاک بر اساس مدل تجربی MPSIAC برآورده شد. بر این اساس رواناب (جریان سطحی) بیشترین امتیاز و کاربری اراضی و فرسایش رودخانه‌ای در مراحل دوم و سوم بیشترین تأثیرگذاری در فرسایش و ایجاد رسوب منطقه دارند. همچنین بر اساس جمع امتیاز داده شده به هر یک از عو.امل مؤثر که برابر با ۲۰۹/٦۷۹ می‌باشد میزان رسوب کل و رسوب ویژه برای دشت نمدان برآورد گردید.

همچنین نقشه پهنه‌بندی درجه رسوبدهی حوضه آبریز در ۳ کلاس بدست آمد کلاس رسوبدهی با فرسایش پذیری زیاد بیشترین سطح حوضه را پوشانده است که از شمال غرب تا جنوب شرق حوضه در بستر رودخانه شادکام ادامه دارد که نوع لیتولوژی این بخش شامل رودخانه و آبراهه، آبرفت‌های شسته شده، رس، سیلت و ماسه و قلوه می‌باشد.

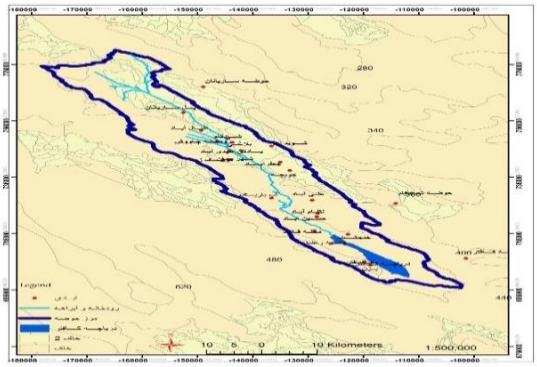
بنابراین، این موضوع علاوه بر تأثیر واحدهای سنگی سازنده بستر حوضه، نشان دهنده ارتباط بالای رسوبدهی حوضه با نحوه پوشش و کاربری زمین نیز می‌باشد.

بنابراین نتایج بدست آمده تا حد قابل اطمینانی با واقعیت‌های زمین‌شناسی حوضه نمدان در برآورد نرخ رسوب منطبق شد. به همین سبب این مدل می‌تواند در برنامه‌ریزی احداث و مکان‌یابی سد و سایر فعالیت‌های آبخیزداری در محدوده مشابه حوضه مفید باشد.

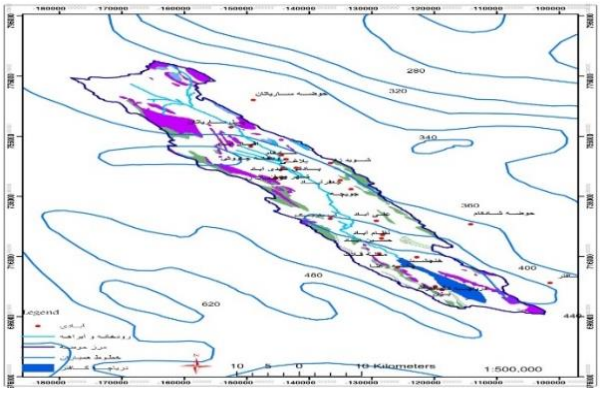
کلاس رسوبدهی با فرسایش پذیری متوسط کمترین بخش در حوضه را شامل می‌شد. رخساره این سازنده به صورت برون زدگی سنگی و توده سنگی می‌باشد.



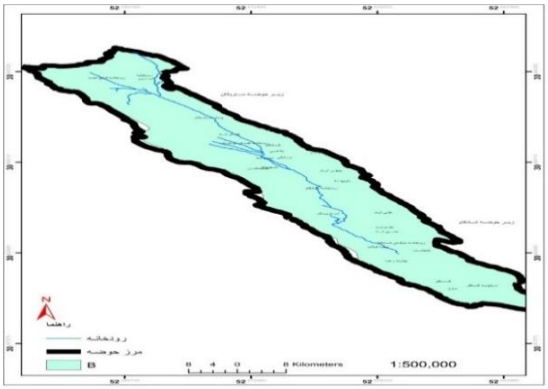
شکل ۳ نقشه زمین شناسی حوضه دشت نمدان و زیرحوضه‌های آن



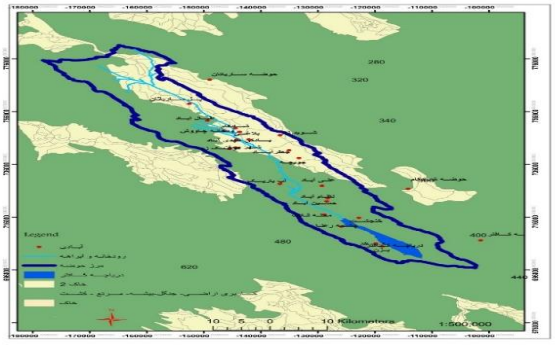
شکل ٤ نقشه خاک منطقه دشت نمدان



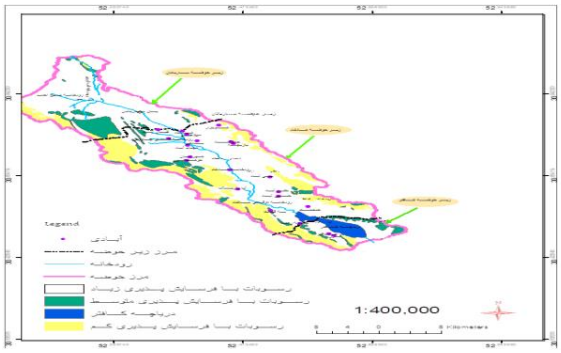
شکل ۵ نقشه همباران سالانه حوضه آبریز دشت نمدان



شکل نقشه ٦ شیب حوضه و زیر حوضه‌های دشت نمدان



شکل ۷ نقشه کاربری اراضی دشت نمدان



شکل ۸ نقشه میزان فرسایش پذیری و مناطق فرسایشی دشت نمدان در محیط GIS

منابع

۱. اداره کل هواشناسی استان خراسان رضوی، آمار ایستگاه های باران سنجی آغنج و مغان (۱۳۸٦-۱۳۷۷).

۲. ایوبی، شمس الله و محسن حسینعلی زاده (۱۳۸٦)، بررسی تغییرات مکانی فرسایش‌پذیری خاک با استفاده از روش زمین آمار و GIS (مطالعه موردی حوزه آبخیز مهر سبزوار) نشریه ی دانشکده ی منابع طبیعی دانشگاه تهران، دوره ی ٦۰، شماره ۲: ۳۸۲-۳٦۹.

۳. پورعلی، حسن، متکانف علی اکبر و امین حسینی اصل (۱۳۸۷). تهیه‌ی نقشه‌ی خطر فرسایش و تولید رسوب حوضه ی آبخیز سد دز با استفاده از سنجش از دور و GIS، نشریه‌ی علوم محیطی، سال ٦، شماره ۱: ۱۰۰-۸۳.

٤. چورلی، ریچارد جی، ای شوم، استانلی و دیوید ای سودن (۱۳۷۹).ژئومورفولوژی، جلد۳: فرآیندهای دامنه‌ای، آبراهه ای، ساحلی و بادی، ترجمه ی معتمد، احمد و ابراهیم مقیمی، انتشارات سمت، تهران، چاپ ۱: ۲٦۰.

۵. حسینی، صفدر، قربانی، محمد (۱۳۸٤)، اقتصاد فرسایش، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ ۱: ۹۸.

٦.جداری عیوضی جمشید ۱۳۷٤ ژئومورفولوژی ایران انتشارات دانشگاه پیام نور چاپ اول.

۷. دورکمپ، جی سی (۱۳۷۰)، تحلیل کمی در ژئومورفولوژی، ترجمه‌ی فریفته، جمشید، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ ۱: ۱۰-۸.

۸. راستگو، سعید؛ قهرمان، بیژن؛ ثنایی نژاد، حسین؛ داوری، کامران و سعیدرضا خداشناس (۱۳۸۵)، برآورد فرسایش و رسوب حوضه ی آبخیز تنگ کنشت با مدل های تجربی MPSIAC و EPM در GIS نشریه ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۰، شماره ی ۱: ۱۰٤-.۹۱

۹. رفاهی، حسینقلی (۱۳۸۵)، فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ ۵: ۲۸۷-۲۸٤.

۱۰. رنگزن، کاظم؛ زراسوندی، علیرضا و ارسلان حیدری (۱۳۸۷)، مقایسه دو مدل EPM و MPSIAC در برآورد فرسایش‌ورسوب حوضه‌ی پگاه سرخ گتوند خوزستان با استفاده از تکنیک‌های RS و GIS، نشریه پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ٦٤: ۱۳٦-۱۲۳.

۱۱. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور (۱۳٦۵). نقشه زمین شناسی مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰، برگه ی مشهد، شماره k-٤.

۱۱. سازمان نقشه‌برداری کشور، نقشه‌های توپوگرافی مقیاس ۱/۲۵۰۰۰، برگه‌ی شماره (SE,SW) ۲-۷۸٦۲ (NE,NW) و (NE,NW,SW) ۳-۷۹٦۲ و (SE) ۱-۷۸٦۲.

۱۲. سلیمانی، کریم و فاطمه بیات (۱۳۸٤)، به کارگیری داده‌های ماهواره‌ای در ارزیابی فرسایش و رسوب با استفاده از مدل MPSIAC در زیر حوضه‌ی سفیداب هراز، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷٦: ۱۲۲-۱۰۷

۱۳. سینگر، مایکل ج و دونالد ن مانس (۱۳۷۵). خاک شناخت، ترجمه ی حق نیا، غلامحسین، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ ۳: ٤۹۸.

۱٤. ضیائی، حجت الله (۱۳۸٦)، اصول مهندسی آبخیزداری، انتشارات دانشگاه امام رضا، مشهد، چاپ ۲: ۲۱۰.

۱۵. عسکری، شمس الله و محمدرضا جعفری (۱۳۸۷)، برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب حوضه ی سد ایلام با استفاده از مدل MPSIAC نشریه ی پژوهش های جغرافیایی، شماره ٦٤: ۳۵-۲۹.

۱۶. علیزاده، امین (۱۳۸۷)، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه امام رضا، مشهد، چاپ ۲۴: ۷۵۰.
۱۷.عفیفی محمد ابراهیم،حسینی افسانه، ۱۳۹۴ هیدروژئومورفولوژی و بررسی رسوب‌خیزی حوزه آبریز دشت نمدان اقلید،پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی لارستان.
۱۸. فتحی ملک کیان، شاهین؛ عباس افشار و سید جمشید موسوی (۱۳۸۵). توسعه مدل تشخیص الگوی فازی به منظور ارزیابی پتانسیل فرسایش‌پذیری حوضه‌ها بر مبنای روش PSIAC نشریه آب و فاضلاب، شماره ۵۷: ۵۹-۷۱.
۱۹. فهمی، هدایت و علی دلیر عبدی نیا (۱۳۸۵)، کاربرد خوشه‌سازی فازی در پهنه‌بندی فرسایشی حوضه آبریز تجن، نشریه‌ی تحقیقات منابع آب ایران، سال ۲، شماره ۱: ۳۵-۲۹.
۲۰. فیض نیا، سادات، محمدی، عبدالحسین؛ محسنی ساروی، محسن و فریدون قدیمی عروس محله (۱۳۸۶)، بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی و حساسیت سازندها به فرسایش در رسوب دهی حوضه‌های آبخیز (مطالعه‌ی موردی در حوزه‌ی آبخیز دریاچه‌ی نمک) نشریه ی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، دوره ۶۰، شماره ۳، نشریه ی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، دوره ۶۰، شماره ۳: ۸۳۸-۸۱۱.
۲۱. محمودآبادی، مجید؛ چرخابی، امیرحسین؛ رفاهی، حسینقلی و منوچهر گرجی (۱۳۸۴)، پهنه بندی فرسایش در حوضه ی آبخیز گل آباد اصفهان، نشریه ی علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۶، شماره ۲: ۵۲۰-۵۱۱.
۲۲. مرکز ملی آمار ایران، نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن (۱۳۸۵).
۲۳. مقصودی، مهرن، یمانی، مجتبی و ممند سالاری (۱۳۸۸)، برآورد فرسایش و رسوب از طریق ارزیابی متغیرهای تأثیرگذار در حوضه آبریز وزنه با استفاده از GIS، نشریه ی جغرافیا و توسعه، شماره ۱۶: ۱۳۴-۱۱۹.
۲۴. نخعی، محمد و عزت الله قنواتی (۱۳۸۵)، کاربرد منحنی‌های هیپسومتری بی‌بعد در تعیین مساحت‌های در حال فرسایش و رسوب گذاری حوضه خیرآباد استان کهگیلویه و بویر احمد، نشریه‌ی زمین‌شناسی ایران، سال ۲، شماره ۴: ۷۲-۶۵.
۲۵. دادرسی، ابوالقاسم، یمانی، مجتبیف و زهرا داورزنی (۱۳۸۴)، پهنه بندی فرسایش در حوضه‌ی آبخیز داورزن با استفاده از الگوهای منطق فازی، مجله‌ی جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ۵: ۲۰۰-۱۸۵.

26. Lopes, VL. Folliott, PF. Baker, MB. Impacts of vegetative practices on suspended sediment from watershed of Arizona, Water Recourses Planning and Management, No. 121: 41-47 (2001).
27. Martinez Casasnovas, J.A. A spatial information technology approach for the mapping and quantification of gully erosion, Catena, No. 50: 293-308 (2003).
28. Metternicht, G. Gonzalez, S. FUERO: foundations of a fuzzy exploratory model for soil erosion hazard prediction. Environmental Modelling & Software, No. 20: 715-728 (2005).
29. Passmore, D.G. and M.G. Macklin, Provenance of fine grained alluvium and late Holocene land-use change in the Tyne basin, Northern England, Geomorphology, No. 9(2): 127-142 (1994).
30. Szilassi, P. G. Jordan, A. Van Rompaey and G. Csillag, Impacts of historical land use changes on erosion and agricultural soil prpperties in the Kali Basin at Lake Balaton, Hungary, Catena, No. 68: 96-108 (2006).
31. Thornton, P.K. and P.O. Jones, A conceptual approach to dynamic agricultural land use modeling. Agric. Syst, No. 57 (4): 505-521 (1998).