ارزیابی میزان فرسایش پذیری و رسوب زائی در حوضه‌ی آبخیز پیله رود اردبیل با رویکرد تکنیک منطق فازی

رسول صمد زاده*- استاد یار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل
شراره حدّادی- کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی

دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۰۶/۱۹ پذیرش نهایی: ۱۳۸۹/۰۳/۱۶

چکیده

در منتهی الیه ضلع خاوری فلات آتشفشانی آذربایجان ، در داخل ارتفاعات سبلان و باغرو داغ ، چاله ی زمین ساختی نسبتا بسته ای تحت عنوان دشت اردبیل جای گرفته است که تمامی جریان های سطحی ارتفاعات پیرامون به سمت آن هدایت می شوند . و جود سازند های مختلف با مقاومت های متفاوت ،برخورداری از شرایط آب و هوایی نیمه خشک سرد ، فقر پوشش گیاهی و در کنار آن حاکمیت روند ها و گرایش های منفی بر بخش وسیعی از عرصه های مرتعی کوهستان های منتهی به دشت باعث گردیده تا این گستره ها به ویژه حوضه های آبخیز شکل گرفته در بطن آن ها از توان فرسایش پذیری نسبتا بالایی برخوردار باشد.

ارزیابی میزان فرسایش و رسوب زایی در حوضه ی آبخیز پیله رود به عنوان یکی از زیر حوضه های ارتفاعات چین خورده ی نمین واقع در ضلع شمالی اردبیل هدف اصلی پژوهش حاضر است.

***نویسنده مسئول: ۰۹۱۴۳۵۳۷۷۳۵ E-mail:** Drr.samadzadeh@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

روش تجربی پسیاک مورد مقایسه قرار گرفته و محدوده های فرسایشی مشخص شده از طریق مشاهدات و مطالعات میدانی بررسی و تطبیق داده شده است.

با استفاده از مدل سازی فازی با حداقل داده ها به روش دو متغییر ه و مقایسه آن با روش پسیاک به این نتیجه می رسیم که مدل پیش بینی منطق فازی در مکان یابی و تفکیک پهنه های مختلف فرسایشی با حداقل داده های ورودی از کار آمدی بهتری برخوردار هستند.

واژگان کلیدی: فرسایش‌پذیری،رسوب‌زایی،حوضه‌ی‌آبخیزپیله‌رود،رویکرد تکنیک‌فازی، اردبیل

۱. مقدمه :

شواهد روز افزون موجود حاکی از این است که با توجه به افزایش بی رویه جمعیت در کشورهای در حال توسعه و همچنین بهره برداری غیر اصولی و بی رویه از محیط بدون در نظر گرفتن توانمندی ها و ظرفیت های آن ،همواره فشار مضاعفی بر پیکره ی محیط طبیعی تحمیل می گردد، که ره آورد آن بروز فهرستی از مشکلات عدیده محیطی است.

یکی از این مشکلات که از پراکنش سیاره ای برخوردار بوده و همواره بخشی از دغدغه های فکری متخصصین علوم زمین را معطوف خودساخته فرسایش و در نهایت از بین رفتن خاک است بدیهی است که دامنه و وسعت این پدیده در کشورهای خشک و نیمه خشک به مراتب بیشتر از بقیه نقاط جهان است.

سرزمین ایران و طبیعتاً استان اردبیل نیز از این قاعده مستثنی نمی باشد. این استان واقع در ضلع خاوری فلات آتشفشانی آذربایجان یکی از مناطق کوهستانی و سردسیر کشور است که از لحاظ منابع آب و خاک از غنای خاصی برخوردار بوده و در سطح آن حوضه های آبخیز در ابعاد و اندازه های متفاوت وجود دارد که تمامی آنها از زیر حوضه های خزر محسوب می شوند. این حوضه ها از دیرباز مورد توجه و بهره برداری های بی رویه ساکنان آن بوده و هست.

یکی از این عرصه ها، حوضه آبخیز پیله رود در بطن ارتفاعات چین خورده ی شمالی دشت اردبیل است که به عنوان یکی از زیر حوضه های مستقل حوضه ی آبخیز قره سو محسوب می شود. این حوضه به لحاظ برخورداری از شرایط خاص محیطی همچون آب و هوای نیمه خشک، بارش های رگباری ، مجموعه های سنگی حساس به تخریب و فرسایش، روند منفی حاکم بر مراتع و ... یکی از پهنه های فرسایش پذیر استان می باشد، لذا ضروری است که مورد مطالعه ی جدی علمی قرار گیرد.

Archive of SID

www.SID.ir

در این راستا برای ارزیابی فرسایش و تهیه نقشه های فرسایش روش ها و مدل های مختلفی ارائه گردیده است که برای ارزیابی فرسایش در حوضه های آبخیز معمولاً از روابط تجربی استفاده می گردد.

این روابط به صورت الگو ریتمی از عوامل فرسایشی هستند که توسط روش های همبستگی از داده های تجربی به دست می آیند. این داده ها در یک بازه ی زمانی مشخص مثل سال و در یک محیط مکانی در یک حوضه ی آبخیز طبقه بندی می شوند.

با توجه به پیشرفت فزاینده نظام های علمی جهان سعی و تلاش تمامی تحلیل گران و پژوهشگران مسائل محیطی و جغرافیایی در این زمینه بر این است که از راهکارها، تکنیک ها و مدل هایی استفاده کنند که حتی الا مکان نتایج پژوهش با واقعیت های موجود هم خوانی و مطابقت بیشتری داشته باشند.

روش تحلیل طبقه بندی فازی یا تحلیل خوشه ای با توجه به ویژگی های که دارا است می تواند یک راهکار مفید برای شناخت هر چه دقیق تر و تحلیل و ارزیابی فرسایش و رسوب زایی در سطح حوضه های آبخیز و در پی آن نتایج، استدلال، کنترل و تصمیم گیری صحیح در مدیریت حوضه های آبخیزی باشد.

این روش با طبقه بندی و تنظیم نمودن داده های فراوان مربوط به یک مسئله، رویکرد تحلیل گرا نسبت به آن را روشن کرده و باعث اتخاذ تصمیم گیری صحیح در جهت حل مشکلات و بهره برداری بهینه از حوضه های رود خانه ای می گردد.

- ناشناخته ماندن حوضه از جنبه های مختلف سرزمینی و بالا بودن رسوب زایی در سطح آن با توجه به ویژگی های خاص محیطی حاکمیت روند منفی بر منابع محیطی حوضه.

- اطلاع از میزان فرسایش خاک سالانه در سطح حوضه و زیر حوضه های آن به منظور اجرای مدیریت صحیح و اصولی.

- این مطالعه با هدف تسهیل فرایند تصمیم گیری با ارائه نقشه پهنه بندی فرسایش خاک در سطح وسیع با استفاده از مفاهیم جدید منطق فازی صورت گرفته است . این نتایج می توانند در شناسایی نواحی مستعد فرسایش خاک به کار روند و به این طریق نسبت به روش های سنتی – میدانی در زمان و منابع صرفه جویی کرد .

Archive of SID

www.SID.ir

-معرفی تکنیک های منطق فازی ، با زمینه های کاربردی آن در مبحث فرسایش و رسوب زایی و مقایسه ی کارایی آن با مدلهای تجربی موجود (پسیاک).

- مدل سازی فرسایش و رسوب زایی در سطح حوضه با استفاده از تکنیک خوشه بندی فازی و کلاسیک

- تحلیل سیستمی بر مبنای قوانین فازی برای پیش بینی فرسایش خاک در حوضه آبخیز بزرگ با استفاده از دو قانون اساسی یا بنیادی که تنها در تعداد متغیرهای ورودی متفاوت هستند

- تعیین تاثیر ، تغییرات اندازه شبکه بندی نقشه ها و مقیاس آن ها در داده های ورودی بر روی نتایج خروجی با استفاده از مبانی قانون فازی . از مهمترین اهداف تحقیق حاضر به شمار می‌روند.

۲. مروری بر ادبیات موضوع

۲-۱. پیشینه ی تحقیق

تفکر فازی از دیدگاه فلسفی نشات می گیرد که سابقه ای چندین هزار ساله و به قدمت تاریخ فلسفه دارد. این تفکر با ابهام از فلسفه شرقی ،جهان را همان گونه که هست معرفی می کند.

در فلسفه ارسطویی مرزها کاملا مشخص و تعریف شده اند ولی در تفکر فازی مرز مشخص وجود ندارد و تعلق عناصر مختلف به مفاهیم و موضوعات گوناگون،نسبی است. (بارت۱۳۸۴)

با این حال سابقه تاریخی منطق فازی را می توان در آثار هیسن[۵] برگ در دهه ی ۱۹۳۰-۱۹۲۰ تحت عنوان multivalent ردیابی نمود . وی با طرح این مقوله عدم قطعیت را در اصول ماشین های کوانتومی ابراز داشت.ولی در اثر جغرافی دانان و ادبیات جغرافیای سده بیستم منطق فازی دیده نمی شود.

---

[5] - Heisen bergs
[2] – schumm
[3] – Malason
[4] - chaos thory

[5]-دانشمند ایرانی الاصل مقیم آمریکا ست که در غرب به نام زاده معروف است .

Archive of SID

www.SID.ir

اگر چه در کارهای اخیر شوم[۲] (۱۹۸۱) چنین منطقی به ویژه در صحبت پایداری کرانه های رودخانه ای بکار گرفته شده است.

ولی نامی از آن در میان نیست. مالاسون[۳] نیز با طرح نظریه " آشوب[۴]" در جغرافیای طبیعی همین مضمون را دنبال نمود. (را مشت،۱۳۷۸)

منطق فازی در سال ۱۹۶۵ میلادی تولد یافت. در آن سال لطفی زاده[۵] از دانشگاه کالیفرنیا در برکلی مقاله ای با عنوان "مجموعه های فازی در مجله ی اطلاعات و کنترل به چاپ رساند. این مقاله گویا دو سال قبل از چاپ و انتشارش تدوین و تکمیل شده بود اما بخاطر نظرات و اندیشه های اساسی و ریشه ای ارئه شده در آن هیچ ، مجله ی علمی پژوهشی جرات پذیرش و چاپ آن را نداشت. در آن دوره از زمان قبول ابهام و عدم صراحت در زمینه مسائل مهندسی دور از ذهن به نظر می رسید. تنها مجله اطلاعات و کنترل که سردبیر آن خود زاده بود مبادرت به چاپ این مقاله نمود.

انجمن بین المللی سیستم فازی (ifsa) به عنوان اولین سازمان آکادمیک برای نظریه پردازان منطق فازی و مجریان کاربردهای آن در سال ۱۹۸۴ تاسیس شد. این انجمن هر دو سال یکبار یک سمپوزیوم بین المللی تشکیل می دهد. در همین سال ها بود که گزارش کاربردهای علمی منطق فازی در ژاپن به ویژه در زمینه کنترل آغاز شد. در سال ۱۹۸۹ میلادی انجمن "سیستمها و نظریه فازی" پایه گذاری شد و آزمایشگاه بین المللی مهندسی فازی در ژاپن افتتاح گردید. در اوایل دهه ی۱۹۹۰ میلادی منطق فازی در ساخت محصولات الکتریکی خانگی بکار گرفته شد و عموم نیز در مورد سیستم های فازی آگاهی یافتند.(کازاواتاناکا ،۱۹۶۲)

با آغازه سده ی بیست و یکم و رشد فزاینده ی دانش بشری، جغرافی دانان نیز به تدریج با انجام پژوهش های متعددی با رویکرد منطق فازی ، عملا این تکنیک را وارد دانش جغرافیا نمودند.اوج این فعالیت ها منجربه چاپ کتابی تحت عنوان " مدلسازی فازی با استفاده از اطلاعات مکانی برای مسائل جغرافیایی"[۶] در سال ۲۰۰۵ می گردد. این کتاب مجموعه ای است از مقالات متعدد در مورد کاربردهای منطق فازی در گرایش های مختلف جغرافیای طبیعی. نگاهی به عناوین مقاله های تهیه شده با این

[6] –ROBINSON PETRRY modeling fuzzy with spatial information for geographic problems, 2005

Archive of SID

www.SID.ir

رویکرد نشان می دهد که در این زمینه بیشتر جغرافی دانان طبیعی پیشقدم بودند تا انسانی.

اشلگ موریس[۷] و پیتر جان کویکس[۸] (۲۰۰۰-۱۹۹۸) در پژوهشی تحت عنوان "تصمیم گیری فضایی با استفاده از GIS" سیستم های اطلاعات جغرافیایی و پایگاه اطلاعات فضایی را برای عدم قطعیت در شبیه سازی و نمایش و ذخیره داده های فضایی با فازی سازی را ارائه کردند، که یکی از موفقیت ها وپیشرفت های چشم گیر GIS بود، با ترکیب و تلفیق مدل های پایش ، تصمیم گیری فضایی با مکانیسم های سوالی GIS صورت گرفت.که در رویکرد کلاسیک برای ادغام این تکنیک ها از تکنیک های بولین که بر اساس صفر و یک می باشند ، در تصمیم گیری با تصاویر از پدیده های فضایی برای ایجاد نقشه های ثابت استفاده شده بود ، در حالی که این مقاله شامل سیستم فوسبال[۹] که هم دارای ویژگی چند گانه و هم GIS فازی مثلثی بود ، که با ادغام این دو ویژگی بسیاری از ضعف های متداول سیستم ها رااز میان برداشتند . (پتری و همکاران ۲۰۰۵ ص۲۵۷)

یان شی[۱۰] و ایکسینگ زو[۱۱] و رون گسن وانگ[۱۲] (۱۹۹۴-۲۰۰۱) نمونه گیری فازی اشکال ویژه زمین با استفاده از رویکرد شبیه سازی که مبتنی بر تصویر فازی مکان ها می باشد ، در فرایند مدل سازی محیطی به ویژه در مطالعات خاک-چشم انداز بکار بردند. .(پتری و همکاران ۲۰۰۵ ص۲۳۳)

سپس فرانک ویتلوکس[۱۳] و بن درودر[۱۴](۲۰۰۰) در پژوهشی تحت عنوان "تصمیم گیری فضایی با استفاده از جدول تصمیم گیری فازی" که متشکل از" نظریه ها ، کاربردها و محدودیت های آن" با هدف ، تصمیم گیری با استفاده از جدول تصمیم گیری فازی [۱۵] انجام دادند که در آن بر مفاهیم و تعاریف استاندارد ، تاکید شده بود و نتیجه جدول تصمیم گیری یا خروجی آن، فرمول بندی بود ، ولی قادر به بحث در برخورد با ابهام و عدم دقت نبود ، با این حال تکنیک های جدید مدل سازی عناصر

---

[7] - Ashleg Morris
[8] - piotr gankowsvi
[9] -foosball
[10] - yun shi
[11] - A- Xing zhu
[12] - Ron gxun Wang
[13] - Frank wit lox
[14] - Ben Derudder
[15] - FDT s

Archive of SID

www.SID.ir

مجموعه فازی به نام جدول تصمیم گیری فازی را تعمیم داد.(پتری و همکاران ۲۰۰۵ ص۲۵۳)

زیجین لیو[۱۶] و روی جورج[۱۷](۲۰۰۱) برای تعیین داده های آب و هوایی از تحلیل خوشه بندی فازی بر مبنای الگوریتم K– میانگین استفاده کردند و خوشه بندی فازی را برای داده های آب و هوا یی جنوب آمریکای مرکزی بکار بردند و باتوجه به کارایی این تکنیک در خصوص ارزیابی میزان و زمان اثر گذاری عوامل آب و هوایی در مقیاس سیاره ای آن را تعمیم داده و بدین ترتیب ، گام بزرگی را در خوشه بندی فازی برداشتند. (پتری و همکاران ۲۰۰۵ ص۱۰۵)

و سپس جوزف بن دیکت [۱۸]و سوزان کراتوچیو[۱۹](۲۰۰۱-۲۰۰۰)موضوع GIS و چشم اندازها ،منطق فازی ، و خوشه ای را ، بر مبنای مدل سازی دینامیکی ارائه دادند که در ان چشم انداز را بعنوان پل ارتباطی GIS ، برای طرح و ترسیم مکان ها یی بود که شامل عدم قطعیت و ابهام بودند بکار رفت. .(پتری و همکاران ۲۰۰۵ ص ۱۵۹)

کوستا[۲۰] و ور دون[۲۱] (۲۰۰۳) با استفاده از مدل سازی فازی، پدیده های جغرافیایی که دارای ویژگی ها و مرزهای فضایی بودند مشخص کردند که هر ناحیه دارای مشخصات خاصی بوده و بااستفاده از چهار قانون فازی با ویژگی های از قبل تعریف شده به روش طبقه بندی مقایسه ای ، درجه بندی می شوند .در این بژوهش ، آن ها نظریه ی درجه عضویت ، مجموعه تصادفی و شباهت ها را مطرح کردند. .(پتری و همکاران ۲۰۰۵ ص۱۲۱)

در همان سال سوزان دراجسیویس[۲۲] در "تلفیقات چند بعدی با مجموعه های فازی" ، تکنیکی را ارائه نمود که در آن از داده های گسسته برای خلق تصاویر فضایی پیوسته از پدیده های جغرافیایی استفاده می شد و همچنین در پی یافتن کاربرد تلفیق نظریه ی مجموعه فازی و تکنیک های تلفیقی فضایی-زمانی با سیستم های اطلاعات

---

16 - zhijian liu
17 - Roy George
18 - Josef Benedikt
19 - Susanne kratochwil
20 - cidalia costa Fonte
21 - Weldon A. lodwick
22 - suzana Dragicevic

Archive of SID

www.SID.ir

جغرافیایی" GIS "در جهت پردازش چند بعدی پدیده های جغرافیایی است. .(پتری و همکاران ۲۰۰۵ ص۱۴۳)

پاسکال[۲۳] و دنیز[۲۴] نیز با، اقتباس ترکیبی داده ها ،رابطه توپولوژیکی از اشیائ مقعر دو بعدی ارائه کردند که در آن اهمیت توپوگرافی و روابط مستقیم بین اشیائ فضایی را در زمینه های مختلف به خصوص سیستم اطلاعات جغرافیایی 'GIS' مورد تاکید قرار دادند که در ادامه کارهای قبلی بود و با استفاده از مفهوم F- هیستوگرام ،به نمایش کمی از موقعیت مربوط به دو، شی دو بعدی پرداخته شده بود که برای درک ارگانیسم های سه بعدی ، از نواحی ،در تصاویر مورد استفاده قرار گرفته بود، ولی بعدها نشان دادند که F -هیستوگرام ها ابزارهای ارزشمندی جهت تعیین رابطه اطلاعات توپولوژیکی فراهم می سازد که اشیای فضایی در این طرح ممکن است محدب یا مسطح باشد. .(پتری و همکاران ۲۰۰۵ ص۱۵)

هوانگ و تیل[۲۵](۲۰۰۴)در پژوهشی مدل سازی مکان ها با مجموعه های فازی و GIS را مطرح کردند ، با توجه به ابهاماتی که در شناسایی و تعیین مرزهای دقیق بین اشکال جغرافیایی از قبیل کوه، دره، دامنه، ...وجود دارد و موجب می شود محدوده های بین آن ها بصورت تقریبی باشد و همچنین به دلیل خطاهای ابزارهای اندازه گیری و فردی همیشه استنباط های متفاوتی ارائه گردد ،با استفاده از این مدل سازی حد و مرزهایی را برای این قبیل عناصر توپوگرافیک تعیین نمودند. .(پتری و همکاران ۲۰۰۵ ص ۷۱)

پیتر فیشر[۲۶] و جوود[۲۷] (۱۹۹۶-۲۰۰۴) با عنوان نمودن موضوع "فازی سازی و ابهام در تحلیل چند مقیاسی در مورفومتری چشم اندازها" به شناسایی واحدهای مورفومتریک چشم اندازها و اختصاص عناصر چشم انداز به کلاس های مورفومتریک که مبهم می باشند ، آن ها را به وسیله مجموعه های فازی مدل سازی کردند . .(پتری و همکاران ، ۲۰۰۵ ،ص ۲۰۹)

علی رغم پژوهش های دامنه داری که با رویکرد منطق فازی در حال انجام است . متاسفانه در، محدود ه ی استان و هم چنین حوضه مورد مطالعه، هنوز در این زمینه ،

---

23 - Pascal matsakis
24 - Dennis Nikitenko
25 - Hwang & thill
26 - peter Fisher
27 - jo wood

Archive of SID

www.SID.ir

پژوهش اساسی و بنیادی صورت نگرفته است ، لذا پژوهش حاضر کوششی است در راستای رفع خلاء مطالعاتی در این حوضه .

۳. روش شناسی تحقیق

در این پژوهش برای مدل های تعمیم یافته ، هر متغیر ورودی جهت تصمیم گیری، کد گذاری شده ، فازی شده و در نهایت به روش استنباط فازی تحلیل گردیده است . ساختار این قانون بر مبنای سیستم فازی می باشد که توسط وانک و همکارانش در سال ۱۹۹۰ و بور در سال ۱۹۹۳ اصلاح شد .برقراری روابط بین شیب و فرسایش خاک و ترکیبشان بر مبنای قانون فازی توسط بث ورث و فوستر در سال ۱۹۷۲ اقتباس شد .

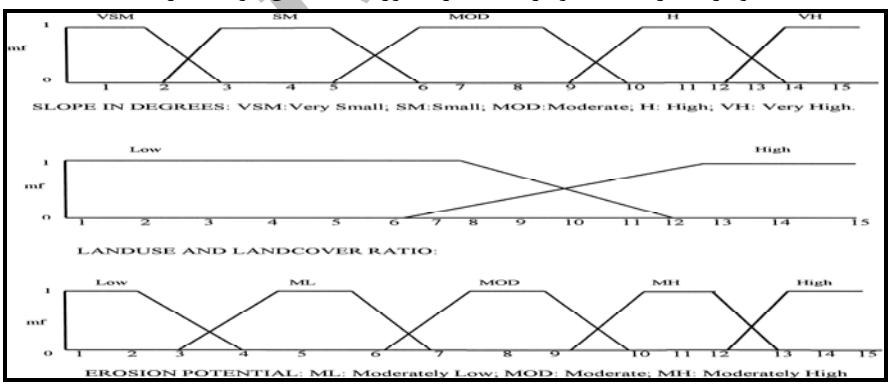
مدل دو متغییره :

ورودی های مدل دو متغیره شیب و نسبت کاربری اراضی می باشد ، نقشه ی شیب از نقشه های توپوگرافیک با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و به شکل دیجیتالی رستری با تفکیک سی متری تهیه و شیب با استفاده از معادله زیر محاسبه شد:

$$\tan\theta = \frac{cc \times ci}{3361}$$ معادله شماره (۱)

که در آن cc ، تعداد خطوط تراز در هر مایل و c_i ، فاصله خطوط تراز در هر فوت می باشد در مورد نقشه های با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰۰ شیب با سه انداز شبکه ی M^2 ۵۰ *۵۰ و ۱۰۰*۱۰۰و ۵۰۰ *۵۰۰ تبدیل گردید ،که می توان در جدول (۱) مشاهده کرد ، توابع عضویت ذوزنقه ای شکل برای متغیرها با استفاده از نرم افزار MATLAB انجام شده است ، نمودار شماره (۱) .

نمودار شماره (۱) نمودار اعداد فازی ذوزنقه ای مدل دو متغییر ه:



این‌متغیرها از شاخص‌های تفکیک نا پذیر پتانسیل فرسایش خاک محسوب می شوند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره(۱): توصیف کمی‌تابع عضویت ذوزنقه ای شیب، پوشش گیاهی و فرسایش‌خاک در مدل دو متغییره‌که a، b به ترتیب بیشینه و کمینه را نشان می دهند و a درجه عضویت هر تابع و روی محور yها بوده و b کلاس های فرسایشی روی قاعده ذوزنقه می باشد.

جدول شماره(۱): توصیف کمی‌تابع عضویت ذوزنقه ای شیب، پوشش گیاهی و فرسایش‌خاک

کلاس های مجموعه های فازی	کمینه		بیشینه	
	b	a	a	b
شیب				
خیلی کم	۰	۰	۱	۳
کم	۱	۲	۴	۶
متوسط	۵	۷	۹	۱۱
زیاد	۸	۱۰	۱۲	۱۴
خیلی زیاد	۱۳	۱۵	۳۸	۳۸
پوشش گیاهی				
مرتع	۰	۱	۶	۱۲
جنگل	۶	۱۳	۳۸	۳۸
فرسایش خاک				
خیلی کم	۰	۰	۲	۴
کم	۳	۵	۶	۷
متوسط	۶	۸	۹	۱۰
زیاد	۹	۱۱	۱۲	۱۳
خیلی زیاد	۱۱	۱۴	۱۶	۱۶

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره (۲) : درجه عضویت شیب هر زیر حوضه

زیر حوضه ها	کل مساحت زیر حوضه ها	شیب خیلی کم	شیب کم	شیب متوسط	شیب زیاد	شیب خیلی زیاد
p1221	2734	0	0.1	۰.۹	0	0
p1222	8177	0	0	1	0	0
p122int	8553	0	0	1	0	0
p11	2284	1	0	0	0	0
p121	2842	0	1	0	0	0
p1223	2712	0	0	1	0	0
p12int	5426	0.9	0.1	0	0	0
p1224	3125	0	0.7	0.3	0	0
p13	2257	0	1	0	0	0
p2	3497	10	0.9	0	0	0

طبقه بندی به طور تصادفی انجام شده و شکل منحنی توابع عضویت طوری تنظیم شده تا نتیجه مطلوب با توجه به مجموعه قوانین بکار رفته در تحقیق بدست آید .تنظیم توابع عضویت برای مدل دو متغییره از نقشه های نسخه چاپی به عنوان منبعی برای متغیرهای ورودی استفاده می کنند .

با توجه به جدول بالا زیر حوضه p1-1 دارای شیب خیلی کم و زیر حوضه های p1222 ، p122int ، p1223 دارای شیب متوسط می باشند ، در محیط رقومی شیب با استفاده از GRASS4.0 و با فرمان r.slope.aspect محاسبه می شود. (وستر ولت و همکاران ۱۹۸۹)

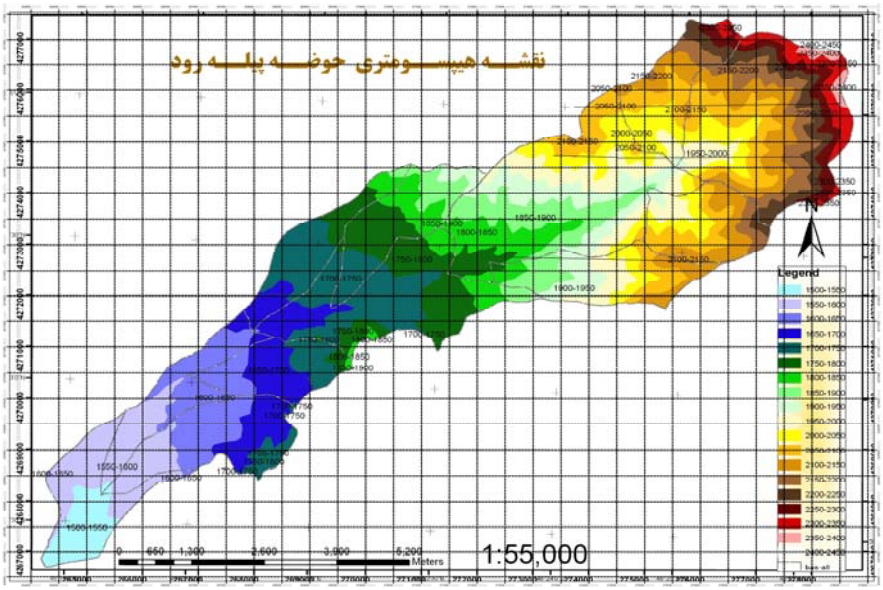
از آنجائیکه این گروه وسیع از شیب ها کاربرد عملی خیلی کمی دارد ، این داده ها دوباره به ۱۵ گروه دسته بندی شده و به ۵ مجموعه فازی تقسیم A شده است ،گروه های شیب در یک تفکیک ۳۰ متری در جدول (۳) ارائه شده اند.

Archive of SID

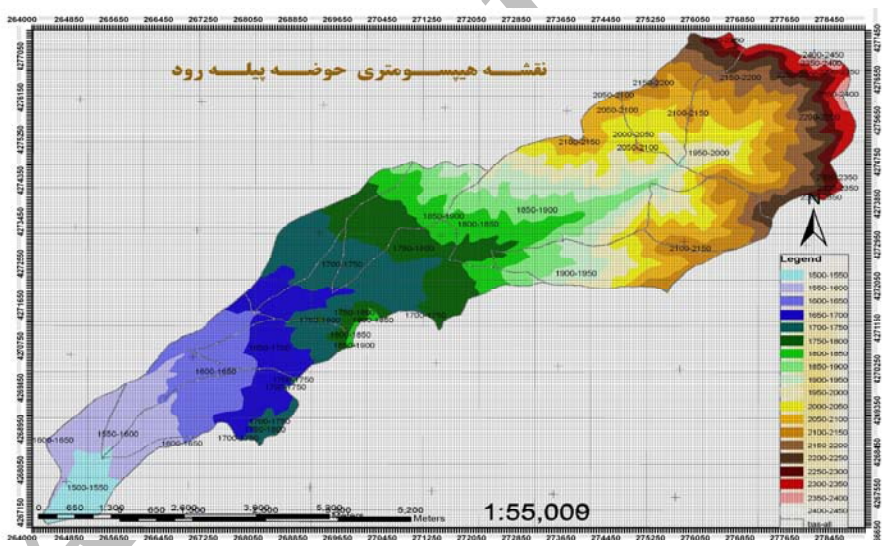
www.SID.ir

تعداد خطوط تراز در هر شبکه محاسبه شده و بر اندازه شبکه تقسیم شده و برش خطوط تراز در هر مایل با معادله (۱) بدست می آید.

نقشه شماره (۲) هیپسومتری حوضه پیله رود با شبکه بندی ۵۰۰*۵۰۰



نقشه شماره (۳) هیپسومتری حوضه پیله رود با شبکه بندی ۵۰*۵۰



www.SID.ir

جدول شماره (۳): جدول شیب زیر حوضه های پیله رود با روش فازی

کلا س های شیب	شیب	زیر حوضه ها
۷	۰.۷۳	**p11**
۶	۰.۶۲	**P121**
۹	۰.۹۱	**P1221**
۹	۰.۹۹	**P1222**
۹	۰.۹۸	**P1223**
۹	۰.۹۶	**P1224**
۹	۰.۹۸	**P122int**
۸	۰.۶۷	**P12int**
۷	۰.۸۰	**P13**
۱	۰.۱۴	**p1int**
۵	۰.۶۲	**P2**
۰	۰.۰۳	**pint**

میزان شیب متغیر درهر شبکه ۳۰ متری ، بین ۰ تا $^{\circ}$۹۹ می باشد.

توابع درجه عضویت پوشش گیاهی را به صورت زیر تعریف نموده ایم:

پوشش گیاهی کم

$$\mu(c)=\begin{cases}1 & 0\le c<6\\ -\frac{x}{6}+2 & 6\le c<12\\ 0 & c\ge 12\end{cases}$$

پوشش گیاهی زیاد

$$\mu(s)=\begin{cases}0 & c<6\\ \frac{x}{6}-1 & 6\le c<12\\ 1 & 12\le c\le 16\end{cases}$$

گروه های کاربری اراضی حوضه آبخیز بدین قرارند:

Archive of SID

www.SID.ir

عرصه های درختی (F) ، مراتع و کشتزارها(P) در مقیاس ۱:۵۵۰۰۰، مقادیر $\frac{F}{P}$ از طریق مجموعه ای از عرصه های درختی و کشتزارها و مراتع محاسبه شده است .

ولی در مقیاس ۱:۳۵۰۰۰، مقادیر $\frac{F}{P}$ از طریق مجموعه ای از جنگل ها + مراتع درجه اول +مراتع درجه ۲+مراتع ضعیف + کشتزارها + مراتع همراه با پوشش پراکنده ی درختی محاسبه شد.

به دلیل مشابهت مولفه های پوشش گیاهی و درختی در سطح حوضه ، به جز ء مراتع درجه یک همه گروه ها در یک طبقه بندی با هم ترکیب شدند .

یکی از مشکلات تعمیم این رویکرد نسبت ، این است که نسبت $\frac{F}{P}$ می تواند بردی بین صفر تا بی نهایت داشته باشد.که برای نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) یعنی ((IDRISI(۴.۱)که بر مبنای رستری در این تحقیق استفاده شده ، غیر قابل قبول است، زیرا این کارایی نرم افزار فقط برای برد ۱ تا ۱۶ است. تابع ترکیب، S (حلقه)که بطور متداول در شبکه های عصبی بکار می رود به صوررت زیر نشان داده می شود:

$$y = \frac{1}{\exp(-x)}$$ معادله (۴)

که در آن x متغیر ورودی و y خروجی می باشد .

تابع s سپس بوسیله آزمون خطا کاملا اصلاح شد.

و با مقدار میانی برد معادله (۴) بصورت زیر تبدیل می شود.

$$y = \frac{11}{1+\exp(-x)}$$ معادله (۵)

که برد آن، اعداد صحیح از ۵ تا ۱۱ می باشد که حدودا دارای ۸ نقطه میانی می باشد.

باضرب کسر در $\frac{11}{5}$ خواهیم داشت:

معادله (۶)

$$y = \frac{32/2}{1+\exp(-x)}$$

Archive of SID

www.SID.ir

که برد خروجی آن از ۱۷/۴ تا ۳۳/۲ را می باشد.

که با تقریب ۱۷ برد مورد نظر را بدست می آوریم ،

بنابراین داریم:

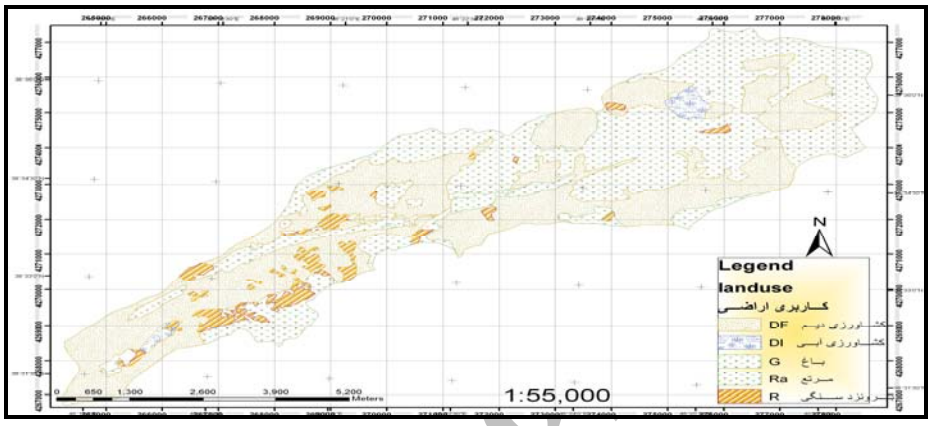
$$y = \frac{33/2}{1+\exp(-x)} - 16/8$$

معادله (۷)

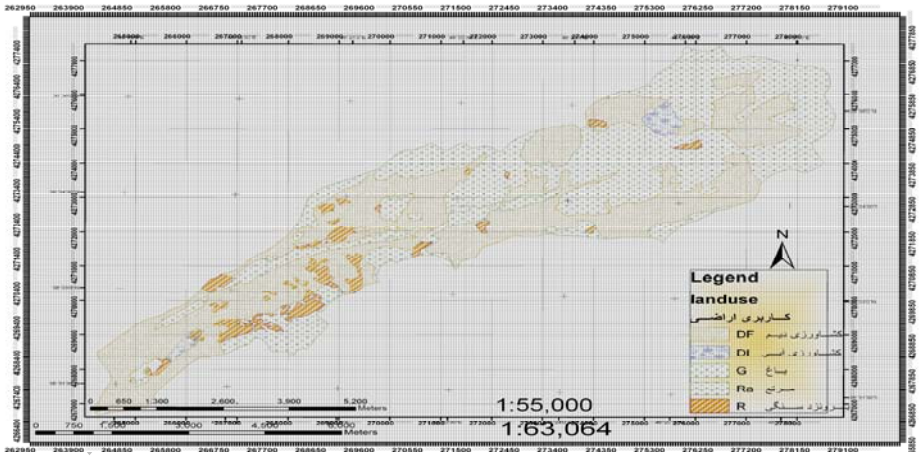
که معادله جدید بردی بین ۰/۲ تا ۱۶/۴ دارد و به برد مورد نظر نزدیکتر می باشد.

در معادله (۷) ، y نشان دهنده $\frac{F}{P}$ تغیر یافته و x نمایانگر $\frac{F}{P}$ اصلی و واقعی است.

نقشه شماره (۴) کاربری اراضی حوضه پیله رود با شبکه بندی ۵۰۰*۵۰۰

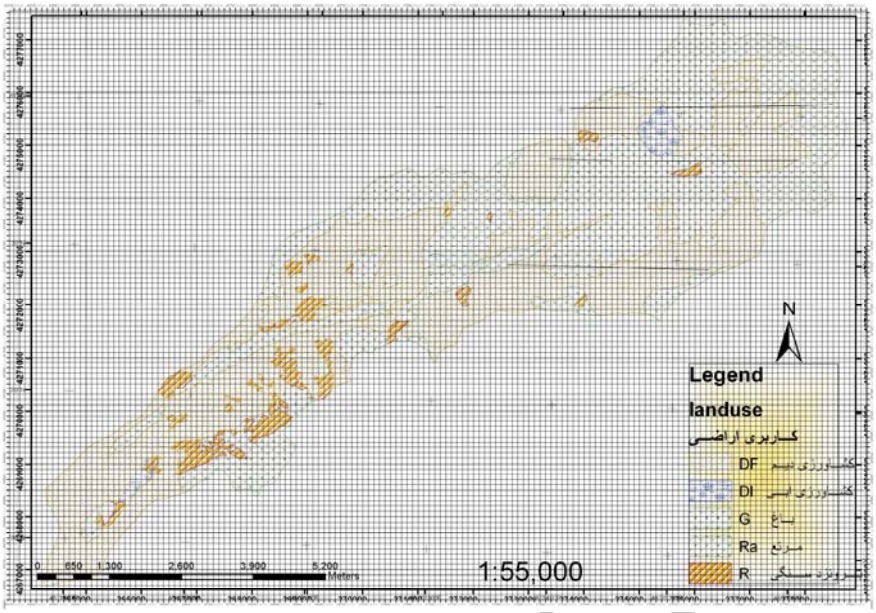


نقشه شماره (۵) کاربری اراضی حوضه پیله رود با شبکه بندی ۱۰۰*۱۰۰



www.SID.ir

نقشه شماره (۶) کاربری اراضی حوضه پیله رود با شبکه بندی ۵۰*۵۰



جدول شماره (۴)جدول محاسبه کاربری هر زیر حوضه در حوضه پیله رود

زیرحوضه‌ها	کل مساحت زیر حوضه ها	مساحت جنگل	مساحت مرتع	F/P	y=(33.2/(1+exp(-x))-16.8
p1221	2734	425	2309	0.18406236	1.323419066
p1222	8177	720	7457	0.09655357	0.600772653
p122int	8553	521	8032	0.06486554	0.338195271
p11	2284	110	2170	0.05069124	0.220647256
p121	2842	377	2468	0.15275527	1.06540907
p1223	2712	0	2712	0	-0.2
p12int	5426	210	5216	0.04026074	0.13411898
p1224	3125	200	2925	0.06837607	0.36730036
p1int	2437	1055	1382	0.7633864	5.845338372
p13	2257	362	1895	0.19102902	1.380736786
p2	3497	883	2614	0.33779648	2.577351398
Pint	2777	210	2567	0.08180756	0.478624296

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه مدل دو متغییره با مدل پسیاک

در ادامه ی پژوهش و مناطق فرسایش پذیر حوضه ی پیله رود که توسط مدل منطق فازی در کلاس های مختلف فازی پیش بینی و بر آورد شده با مدل پسیاک مورد مقایسه قرا گرفته ، در پراکنش مکانی نواحی مستعد خطر فرسایش می توان دید ،که خروجی روش پسیاک و مدل دو متغییر به ۵ کلاس به حدود زیر تقسیم می شوند.

جدول شماره (۵)کلاس رسوب دهی و فرسایش به روش پسیاک

کلاس رسوبدهی و فرسایش	شدت رسوبدهی	تولید رسوب سالانه		نمرات نشان دهنده شدت رسوبدهی
		مترمکعب در کیلومتر مربع	ایکرفوت در مایل مربع	
V	خیلی زیاد	>۱۴۲۹	>۳	>۱۰۰
IV	زیاد	۴۷۶-۱۴۲۹	۱-۳	۷۵-۱۰۰
III	متوسط	۲۳۸-۴۷۶	۰/۵-۱	۵۰-۷۵
II	کم	۹۵-۲۳۸	۰/۲-۰/۵	۲۵-۵۰
I	خیلی کم	<۹۵	<۰/۲	۰-۲۵

جدول شماره (۶)کلاس رسوب دهی به روش مدل دو متغییر ه فازی

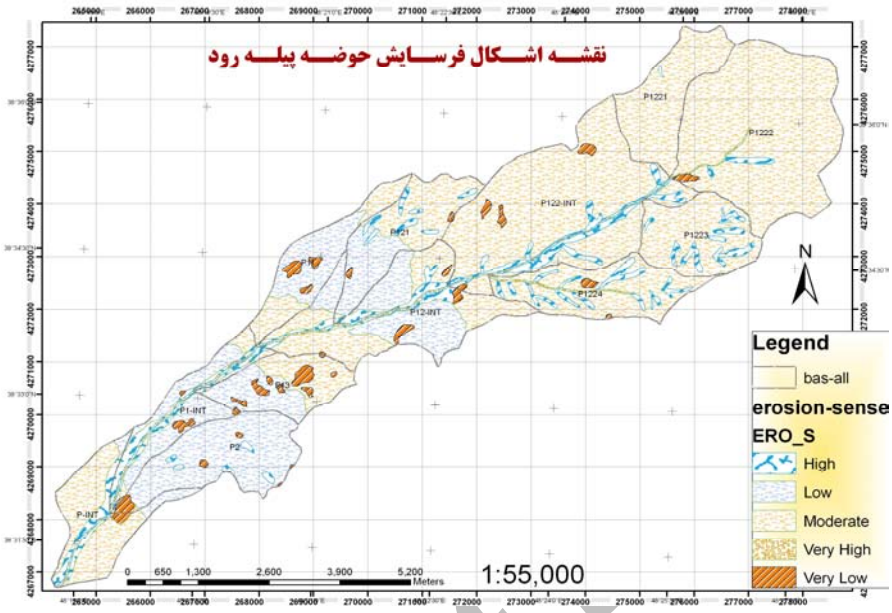
کلاس رسوبدهی و فرسایش	شدت رسوبدهی	نمرات نشان دهنده شدت رسوبدهی مدل دو متغییر
V	خیلی زیاد	۱۳-۱۵
IV	زیاد	۱۰-۱۲
III	متوسط	۷-۹
II	کم	۴-۶
I	خیلی کم	۱-۳

Archive of SID

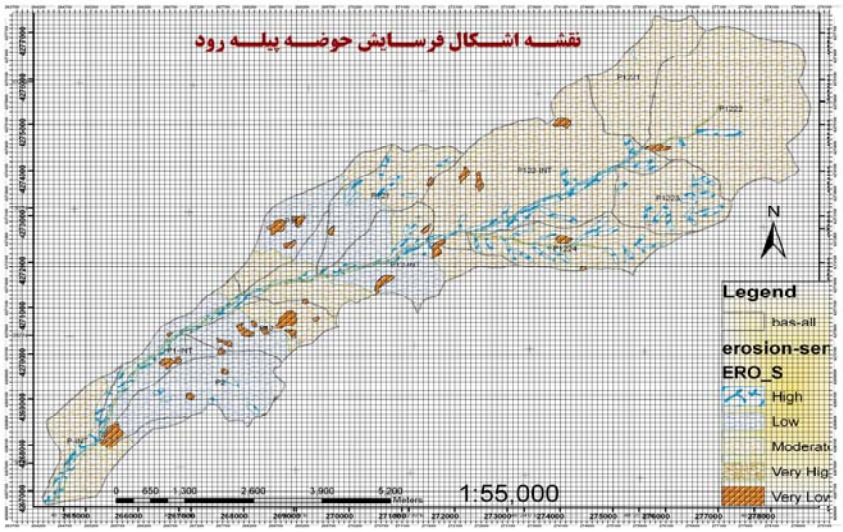
www.SID.ir

در مدل منطق فازی که وروی هایش شیب و کاربری اراضی بکار رفته دارای درصد فرسایش همانند ۵ کلاس مدل پسیاک را دارد نمودار شماره (۱).

نقشه شماره (۷) نقشه فرسایش حوضه پیله رود با شبکه بندی ۵۰۰*۵۰۰

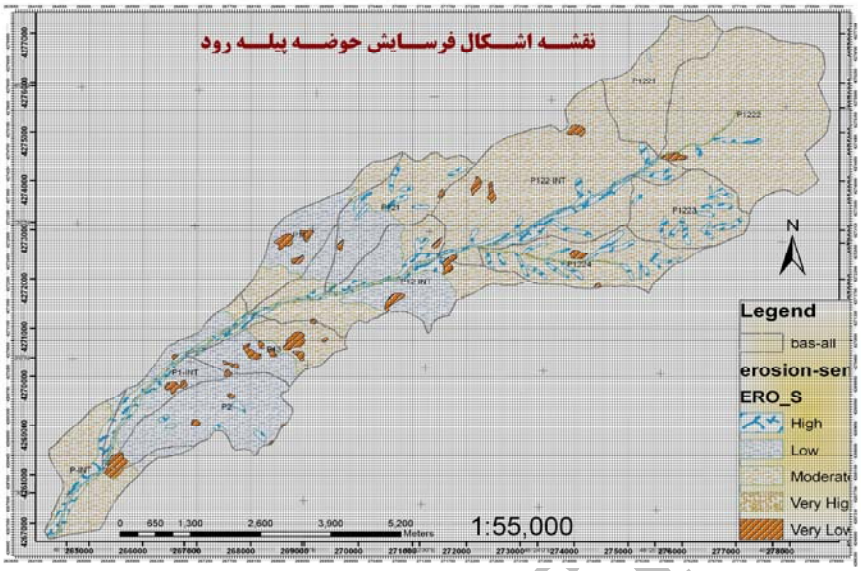


نقشه شماره (۸) نقشه فرسایش حوضه پیله رود با شبکه بندی ۱۰۰*۱۰۰



www.SID.ir

نقشه شماره (۹) نقشه فرسایش حوضه پیله رود با شبکه بندی۵۰*۵۰



جدول شماره (۷)جدول ترکیب شیب و پوشش گیاهی حوضه پیله رود و پیش بینی فرسایش با روابط فازی

زیر حوضه ها	شیب	پوشش گیاهی	کلاس های فرسایشی
p11	**0.73**	**0.05**	**7-9**
P121	**0.62**	**0.15**	**7-9**
P1221	**0.91**	**0.18**	**7-9**
P1222	**0.99**	**0.09**	**10-12**
P1223	**0.98**	**0**	**10-12**
P1224	**0.96**	**0.068**	**10-12**
P122int	**0.98**	**0.064**	**10-12**
P12int	**0.68**	**0.16**	**10-12**
P13	**0.80**	**0.19**	**10-12**
p1int	**0.14**	**0.76**	**10-13**
P2	**0.52**	**0.33**	**10-12**
pint	**0.03**	**0.08**	**1-3**

با توجه به جدول بالا با روابط ترکیبی ..... اگر ..... آنگاه ....." . "
if.....then بیشترین کاربری اراضی در زیر حوضه p1223 با درجه ی عضویت شیب متوسط ۰.۹۸ در صد و درجه ی عضویت پوشش گیاهی صفر دارای

Archive of SID

www.SID.ir

فرسایش زیاد و زیر حوضه pint با درجه عضویت پوشش گیاهی ۰.۰۸ و درجه عضویت شیب ۰.۰۳ کمترین فرسایش را دارد.

۴. یافته‌های تحقیق

حوضه ی مورد مطالعه با مساحتی معادل ۴۶۸۲۹هکتار درقسمت شمالی دشت اردبیل و در ۲۷ کیلومتری ضلع شمال خاوری مرکز استان واقع شده است این حوضه به عنوان یکی از زیر حوضه های ، نمین چای محسوب می گردد که خود نمین چایی نیز یکی از سر شاخه های رودخانه قره سو را تشکیل می دهد.(نقشه شماره۱)

حدود ریاضی حوضه مورد مطالعه ″48°17′,23 تا ″48°27′,45 طول خاوری و ″38°30′,71 تا ″38°36′,50 عرض شمالی می باشد.حوضه ی مورد مطالعه از شمال و شمال شرقی به کوه اوچ دره داغ و از جنوب غرب به روستای قلیج قشلاق محدود می گردد.محدوده شمال و شمال شرقی حوضه را بخشی از مرز ایران و جمهوری آذربایجان تشکیل می دهند . در سمت شمال نیز پاسگاه فتح مقصود در مرز آذربایجان واقع شده است.این حوضه از دامنه های جنوبی کوه اوچ دره داغ از ارتفاع ۲۴۳۶ متری سرچشمه گرفته بعد از پیوستن به رودخانه نمین چایی به سمت دشت اردبیل جریان می یابد .رودخانه های موجود پس از اتصال به هم و تشکیل رودخانه قره سو پس از گذشتن از دشت مشکین شهر در شمال اردبیل و پیوستن به رودخانه اهر چایی با یک چرخش ۹۰ درجه ای در مسیر مستقیم بسوی شمال جریان یافته و سرانجام در این حوضه پس از طی مسیر از دشت اردبیل به حوضه ارس پیوسته و دریای خزر می ریزد.

این حوضه مستطیلی شکل ، از یک دره اصلی تشکیل شده که رودحانه پیله رود با راستای کلی شمال خاوری –جنوب باختری در وسط آن جریان دارد.حوضه مورد مطالعه در مجموع به صورت یک پهنه ی کوهستانی نسبتا مرتفعی است که فقط مناطق پست آن را دره های رودخانه ای تشکیل می دهند.

این دره ها به سبب برخورداری از خاک مناسب به همراه آب کافی و دسترسی آسان ، از دیر باز مورد توجه ساکنین حوضه بوده است . بیشتر روستاهای شمال باختری حوضه در حاشیه آبراهه ی اصلی واقع شده اند ، زیرا در بخش های جنوب باختری به دلیل کاهش ارتفاع و شیب کم ، خاک حاصل خیز و نفوذ پذیری کم آن، رودخانه ها پر آب بوده، در نتیجه منابع آب بیشتری در اختیار داشته و نسبت به قسمت های شمالی

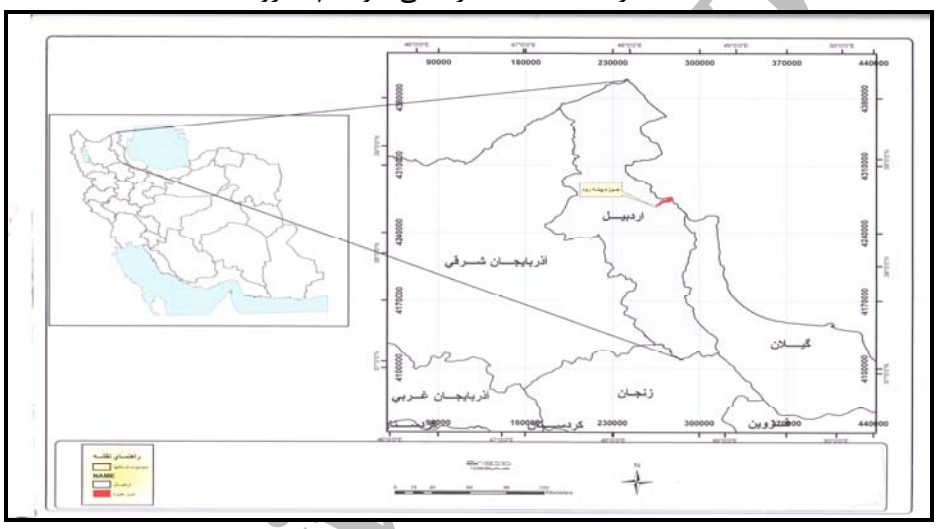
Archive of SID

www.SID.ir

آبادتر و پر جمعیت تر می باشد. به طوری که از مجموع ۱۲ روستایی که در سطح حوضه وجود دارند و بزرگترین آن آبادی بویاقچی است روستاهای فتح مقصود ، نظر علی کندی ، هشنه ، خوش آباد ، مسجد محله ، یوز باشی ، آقایار لو ، پیرزاده ، قلعه قاضی کندی ، گودلر ، سالار قشلاش در وسط این دره و کنار مجاری جریانی اصلی و فرعی شکل گرفته اند.

هر چند که این حوضه فاصله زیادی با ارتفاعات تالش و پهنه مرطوب خزری ندارد ولی از منابع رطوبتی آن چندان بهره مند نیست .به همین دلیل کل حوضه از شرایط آب و هوایی نیمه خشک و پوشش گیاهی تیپ استپی برخوردار می باشد.

نقشه شماره ۱ : جایگاه جغرافیایی حوضه پیله رود



۵. نتیجه گیری

تاثیر اندازه شبکه و مقیاس در مدل منطق فازی:

پیش بینی فرسایش خاک در مقیاس ۱:۵۵۰۰۰و۱:۳۵۰۰۰ :

برآورد پراکندگی مکانی فرسایش در حوضه پیله رود با مدل دو متغییر ه منطق فازی با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ و۱:۳۵۰۰۰ اندازه شبکه m^2 100*100, 50*50 m^2,500*500 m^2 در نقشه شماره (۲)و(۳)و (۴)آورده شده است.

برای اندازه شبکهm^2 500*500 تنها سه کلاس فرسایش خاک تعریف شده است , کلاس ۱۱،۸،۳ جدول(۴).

Archive of SID

www.SID.ir

در این اندازه شبکه حدود ۸۸٪ حوضه فرسایش متوسط تقریبا ۱۱٪ در کلاس فرسایش کم و حدود ۵٪ در کلاس فرسایش زیاد قرار دارند.

برای اندازه شبکه $100*100\ m^2$ با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ بین کلاس های فرسایشی ۳ تا ۱۱ متغییر می باشد. جدول(۴)

حدود ۶۰٪ حوضه در کلاس فرسایشی متوسط و ۷٪ در کلاس فرسایش زیاد و ۲۸٪ در کلاس فرسایش کم و ۵٪ حوضه دارای کلاس فرسایش خیلی کم قرار دارند.

برای اندازه شبکه $50*50\ m^2$، با همان مقیاس حدود ۵۵٪ حوضه در کلاس فرسایش متوسط و ۱۰٪ در کلاس فرسایش زیاد و ۳٪ در کلاس فرسایش خیلی کم و ۲٪ در کلاس فرسایش خیلی زیاد قرار دارند.

بطور کلی فرسایش حوضه آبخیز در اندازه شبکه $500*500\ m^2$ دارای کلاس های فرسایش کم می باشد در حالیکه در اندازه شبکه $100*100\ m^2$ کلاس فرسایشی متوسط تا زیاد بوده و در اندازه شبکه $50*50\ m^2$، کلاس فرسایشی کم تا خیلی زیاد متغییر است.

متغییر های ورودی برای مدل منطق فازی دو متغییر زاویه شیب و کاربری اراضی می باشد و متغییر خروجی تخمین فرسایش خاک و بر آورد آن می باشد .

فرسایش خاک بین گروه های ۲ خیلی کم تا ۱۴ خیلی زیاد می باشد.

وقتی کلاس های زاویه ی شیب و کاربری اراضی با هم ترکیب شدند کلاس های متوسط فرسایش خاک بیش از $\frac{2}{3}$ حوضه و کلاس فرسایش کم خاک حدود $\frac{1}{3}$ حوضه را به خود اختصاص دادند. در مدل دو متغییر با شبکه های بیشتر کلاس های فرسایش خیلی زیاد کم بیش از ۱٪ حوضه را اشغال کردند.

با استفاده از مدلسازی فازی با حداقل داده به روش دو متغییر که ورودی هایش شیب و کاربری اراضی می باشد مثل کلاس های فرسایشی با مدل پسیاک در صد مشابهی از حوضه را در بر داشت . در هر دو مدل مساحت منطقه تحت فرسایش خیلی زیاد کمی بیش از ۱٪ تخمین زده شد و پیش بینی گردید.

با استفاده از مدلسازی فازی با حداقل داده ها و همچنین مدل دو متغییره ، برای برآورد فرسایش خاک و مقایسه آن با روش پسیاک به این نتیجه می رسیم که مدل پیش بینی منطق فازی در مکان یابی و تفکیک و تفاوت بین مناطق فرسایش خاک با

Archive of SID

www.SID.ir

حداقل داده ها ی ورودی موفقند. لذا از لحاظ برای صرفه جویی در زمان و هزینه مناسب تر می باشد.

اولویت مبارزه با فرسایش بر حسب میزان تولید رسوب ویژه در واحدهای کاری حوضه به ترتیب از راست به چپ عبارت است از:

P1-int, Pint, P1-2-int, P2, P1-1, P1-3, P1-2-2-4, P1-2-2-int, P1-2-1, P1-2-p2-1, P1-2-p2-2, P1-2-2-3..

Archive of SID

www.SID.ir

۶. منابع

۱) رامشت محمد حسین ،۱۳۷۸ ،فازی در جغرافیا و سیستم های طبیعی،فصل نامه تحقیقات جغرافیای سال چهاردهم شماره پیاپی۵۲،۵۳

۲) رامشت محمد حسین، ۱۳۷۵،کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه ریزی،انتشارات دانشگاه اصفهان،چاپ اول

۳) کلر جورج، بویوان ; کلیر سنت ۱۳۸۱، تئوری مجموعه های فازی اصول و کار کردها ،ترجمه فاضل زرندی محمد حسین ، دانشگاه صنعتی امیر کبیر ، مرکز نشر

۴) کوره پزان دزفولی علی ،۱۳۸۴ ، اصول تئوری مجموعه های فازی و کاربردهای آن در مدل سازی مسائل مهندسی آب ،انتشارات دانشگاه امیر کبیر

۵) جرارد جان ، ۱۳۸۵، ژئومورفولوژی خاک ،ترجمه رسول صمد زاده انتشارات دانشگاه ازاد اسلامی واحد اردبیل

۶) کازاواتاناکا،۱۳۸۳، مقدمه ای بر منطق فازی برای کاربردهای عملی آن ،ترجمه علی وحیدیان کامیاد و حامد رضا طارقیان، انتشارات دانشگاه مشهد

۷) کاسکو بارت ۱۳۸۰ ، تفکر فازی ، ترجمه علی غفاری و همکاران ، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی ، چاپ سوم

۸) آسایش حسین و مشیری سید رحیم، ۱۳۸۴، روش شناسی و تکنیکهای تحقیق علمی در علوم انسانی با تاکید بر جغرافیا ،نشر قومس

۹) جمشیدی نیما و همکاران ۱۳۸۶ ، راهنمای کاربردی MATLAB 7.3 ، انتشارات عابد.

۱۰) جمشیدی نیما و همکاران ۱۳۸۶ ، آموزش کاربردی مباحث پیشرفته مهندسی برق با MATLAB ، انتشارات عابد.

12)Robinson B.Vincent, e.petry frdrick, 2004,fuzzy modeling with spatial Information for geographic problems

13)Joachim caspary Hans, stehlik jiri, baradossy andras,2002,automated,bjective classification of daily circulation patterns for precipitation and temperature down scaling based on optimized fuzzy rules

14)Gournelos th.,Vassilo poulos a., evelpreou v. 2000, An Erosion risk study on Samos Island, based on fuzzy models, Taking into consideration landuse situation after the fire of July 2000

Archive of SID

www.SID.ir

References (in Persian)

1. Ramshet, M.H., 2009, **Fuzzy in Geography and Natural System**, Geographical Researches, 14th year, No. 52, 53.
2. Ramshet, M.H., 1996, **Geomorphologic Application in Planning**, Publication of Esfahan University, 1st Edition.
3. Keler, G., Boyan, k., 2002, **Theory of Fuzzy Collections, Principles and Applications**, Translated by F azel ZarandiM.H., Publication Center, Amir Kabir university.
4. Korehepazan Dezfouli, A., 2005, Theoritical Principles of **Fuzzy Collections and Its Application in Modeling Water Engineering.** Publication of Amir Kabir university.
5. Gerard, J., 2006, **Geomorphology of Soil**, Translated by Samadzadeh, R., Publication of Ardabil Islamic Azad University.
6. Kazavatanaka, 2004, **An Introduction to Fuzzy Logic for Its Practical Applications,** Translated by Kamiad vahidian, A. &Tareghian, H., Publication of Mashahd University.
7. Kasko, B., 2001, **Fuzzy Thinking**, Translated by Ghafari, A. et al., 3rd Edition, Publication of Khajeh Nasir Tousi University.
8. Asayesh, H., Moshiri, S.R., 2005, **Methodology and Scientific Research Techniques in Humanities with an Emphasis on Geography**, Ghomes Publication.
9. Jamshidi, N. et al., **Applied Guidelines**, Matlab7.3, Abed Publication.
10. Jamshidi, N. et al., **Applied Teaching of Advanced Issues of Electronic Engineering with MATLAB**, Abed Publication.

Archive of SID

www.SID.ir