بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده منابع طبیعی
گروه مرتع و آبخیزداری

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی منابع طبیعی - آبخیزداری

ارزیابی خطر فرسایش خاک بر اساس منطق فازی و با استفاده ازسامانه اطلاعات جغرافیایی و داده های سنجش از دور در حوزه آبخیز قرناوه گلستان

پژوهش و نگارش:
پریسا قهرمانی

استاد راهنما:
دکتر مهدی عرفانیان

استاد مشاور:
دکتر حسین سعادت

تابستان 1391

تقدیم به:

پدرم به استواری کوه

مادرم به زلالی چشمه

همسرم به صمیمیت باران

تقدیر و تشکر:

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی‌مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

بدینوسیله بر خود لازم می دانم تا از زحمات بی دریغ **آقای دکتر مهدی عرفانیان** بعنوان استاد راهنمای پایان نامه کمال تشکر را بنمایم. همچنین از استاد گرانقدر **آقای دکتر حسین سعادت** که بدون راهنمایی های ایشان انجام این پایان نامه بسیار مشکل می بود، بسیار سپاسگزارم. از سایر اساتید ارزشمند **آقای دکتر محمود عرب خدری، آقای دکتر جواد معتمدی** و **آقای دکترهیراد عبقری** نیز قدردانی می‌کنم.

بر خود لازم می دانم که از همکاری‌های مداوم و مثمرثمر سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور و بالاخص همکاری های آقای مهندس نامدار و آقای مهندس شرافتی در این مجموعه، مراتب تشکر و قدردانی را نمایم. همچنین از همکاری های شرکت مدیریت منابع آب ایران نیز کمال تشکر را دارم.

در نهایت از پدر بزرگوارم که عالمانه به من آموخت تا چگونه در زندگی، ایستادگی را تجربه نمایم، و از مادرم، دریای بی کران فداکاری و عشق که وجودم برایش همه رنج بود و وجودش برایم همه مهر، همسرم؛ پناه خستگیم و امید بودنم، پدر مهربان و بزرگوار ایشان (حجت الاسلام علی حسنی) به خاطر همدلی و همیاری های بی شائبه ایشان ،از برادرانم که تکیه گاهم در مواجه با مشکلات و مایه صبر و بردباری من بودند قدردانی و سپاسگزاری می‌نمایم.

از همیاری صمیمانه دوستان عزیزم خانم ها نسرین وفایی، سحر بابایی، زهرا قنبرلو، پریسا سخی، سمانه دادآفرید و آقایان عزیز فتح اللهی، وحید ظهرابی، ایوب عزیزی و علیرضا فرهادی نیز کمال تشکر را دارم.

چکیده

آگاهی از میزان ریسک فرسایش خاک در حوزه‌های آبخیز امکان شناسایی نواحی بحرانی و اولویت‌بندی برنامه‌های مدیریتی و حفاظتی را فراهم می‌سازد. هدف از تحقیق حاضر تهیه نقشه ریسک فرسایش خاک بر اساس منطق فازی در حوزه آبخیز قرناوه گلستان است. تهیه نقشه ریسک فرسایش خاک در سه مرحله انجام گرفت: در مرحله اول، نقشه شاخص حفاظت خاک (SPI) با استفاده از دو فاکتور اولیه کاربری اراضی-پوشش اراضی و شاخص اختلاف نرمال‌شده پوشش گیاهی تهیه شد. در مرحله دوم نقشه شاخص پتانسیل فرسایش خاک (PERI) بر اساس سه لایه رستری درصد شیب، فرسایندگی باران و فرسایش‌پذیری خاک تهیه شد. در مرحله نهایی خروجی‌های حاصل از مدلسازی فازی مرحله اول و دوم (نقشه SPI و PERI) ترکیب و نقشه ریسک فرسایش خاک (AERI) بدست آمد. داده های باران ماهواره TRMM (TRMM 3B43) در مقیاس ماهانه به منظور تهیه فاکتور فرسایندگی باران (R) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج اعتبارسنجی نشان می‌دهد که داده‌های ماهواره‌ای، انطباق بالایی با مقادیر ماهانه ایستگاههای زمینی دارند. بنابراین نقشه فرسایندگی بر اساس منبع داده‌ای ماهواره‌ای بعنوان یکی از فاکتورهای ورودی مدل فازی در مرحله دوم استفاده شد. مدل RUSLE به منظور اعتبارسنجی نقشه فازی ریسک مورد استفاده قرار گرفت. ضریب کاپای 54 درصد مربوط به کلاس ریسک خیلی زیاد نشان می‌دهد که مدل فازی و قواعد فازی بکار رفته در سیستم استنتاجی فازی (FIS)، در مقایسه با کلاس ریسک متناظر در نقشه ریسک فرسایش خاک مدل RUSLE ، در شناسایی نواحی بحرانی یا کلاسهای ریسک زیاد تا خیلی زیاد از کارایی بالایی برخوردار می‌باشد. نقشه نهایی ریسک فرسایش خاک، اطلاعات کیفی و کاربردی در زمینه توزیع مکانی کلاسهای ریسک فرسایش خاک در حوزه آبخیز ارائه می‌دهد. نتایج این تحقیق می تواند به مدیران و تصمیم‌گیران در اجرای طرح‌ها، اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها و انتخاب عملیات آبخیزداری مناسب هر حوزه آبخیز کمک کند.

کلمات کلیدی: منطق فازی، TRMM، ریسک فرسایش خاک، قرناوه

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: مقدمه

1-1-مقدمه.....1
2-1- ارزیابی ریسک فرسایش خاک به روش منطق فازی.....4
3-1- بیان مسئله و ضرورت انجام تحقیق.....5
4-1- اهداف تحقیق.....7
5-1- فرضیه های تحقیق.....7
6-1- معرفی فصل های پایان نامه.....8

فصل دوم: بررسی منابع

1-2- سوابق تحقیق.....10
2-2- جمع بندی تحقیقات انجام شده.....17

فصل سوم: مواد و روشها

1-3- منطقه مورد مطالعه.....19
2-3- شناسایی و انتخاب فاکتورهای موثر در فرآیند فرسایش خاک.....22
1-2-3- فاکتورهای پویا.....22
2-2-3- فاکتورهای ایستا.....22
3-3- مدل ارزیابی و طبقه بندی فازی ریسک فرسایش خاک.....25
4-3- انتخاب توابع عضویت مناسب 26
5-3- تعریف قواعد فازی.....27
6-3- ارزیابی فاکتورهای موثر در فرآیند فرسایش خاک.....28
1-6-3- فاکتور کاربری اراضی-پوشش اراضی(LULC) 28
2-6-3- فاکتور شاخص اختلاف نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI).....30
3-6-3- درصد شیب 30
4-6-3- فاکتور فرسایش پذیری خاک(K) و معادلات محاسبه آن 35
5-6-3- فاکتور فرسایندگی باران (R).....40
1-5-6-3- روش های محاسبه فاکتور فرسایندگی باران(R).....41
2-5-6-3- الگوی توزیع بارندگی ماهانه در حوزه های آبخیز استان گلستان.....44
3-5-6-3- داده های ماهواره TRMM.....46

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

3-6-5-3- 1- اعتبارسنجی سری داده های TRMM 3B43 47
3-7- شاخص حفاظت خاک (SPI) 49
3-8- نقشه شاخص پتانسیل فرسایش خاک (PERI) 53
3-9- نقشه شاخص فرسایش طبیعی خاک (AERI) 58
3-10- مدل RUSLE و تولید نقشه ریسک فرسایش 59
3-10-1- محاسبه پارامتر LS 60
3-10-2- محاسبه پارامترهای C و P 61
3-11- ارزیابی صحت 63

فصل چهارم: نتایج

4-1-نتایج اعتبارسنجی سری داده های TRMM 3B43 65
4-1-1- مقیاس زمانی ماهانه 65
4-1-2- مقیاس زمانی فصلی 72
4-1-3- مقیاس زمانی سالانه 73
4-2- تهیه نقشه فرسایندگی باران 75
4-3- تهیه نقشه شاخص حفاظت خاک (SPI) 82
4-3-1- تغییرات زمانی SPI در ماه های مختلف سال 84
4-4-تهیه نقشه شاخص پتانسیل فرسایش خاک (PERI) 90
4-5- تهیه نقشه شاخص فرسایش طبیعی خاک (AERI) 95
4-6- تهیه نقشه RUSLE 100
4-7- اعتبارسنجی نقشه PERI 106
4-8- اعتبارسنجی نقشه AERI 108

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

5-1- نتایج تحقیق 111
5-2- ارزیابی مدل فازی ریسک فرسایش خاک 114
5-2-1- نقاط قوت مدل ارزیابی ریسک فرسایش 114
5-2-2- نقاط ضعف مدل ارزیابی ریسک فرسایش خاک 115
5-3- نتیجه گیری کلی 116
5-4- پیشنهادات 116

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

5-4-1- پیشنهادات پژوهشی.....117
5-4-2- پیشنهادات اجرایی.....118
فهرست منابع.....119

فهرست جدول ها

عنوان **صفحه**

3-1- فاکتورهای مهم و موثر در مطالعات ریسک فرسایش خاک.....25
3-2- کلاسه بندی NDVI 31
3-3- طبقه بندی کلاسهای ساختمانی خاک.....37
3-4- طبقه بندی کلاسهای نفوذپذیری خاک.....37
3-5- مشخصات فیزیوگرافی و مقدار بارش در ایستگاه های بارندگی.....45
3-6- کلاسه بندی تعریف شده برای شاخص حفاظت خاک (SPI) 50
3-7- قواعد فازی تعریف شده برای شاخص SPI (بر مبنای اگرـآنگاه).....52
3-8- قواعد فازی تعریف شده برای شاخص PERI (بر مبنای اگرـآنگاه).....57
3-9- قواعد فازی تعریف شده برای تولید شاخص AERI.....59
3-10- مقادیر پیشنهادی برای عوامل C و P.....58
4-1- مقدار معیارهای آماری مختلف اعتبارسنجی داده های TRMM 69
4-2- مقایسه فصلی تخمین های TRMM و داده های مشاهده ای 73
4-3- مقایسه روشهای محاسبه فاکتور فرسایندگی سالانه باران.....77
4-4- نتایج درون یابی فاکتور R برای سه مدل کریجینگ و روش ID.....79
4-5- توزیع مکانی SPI (هکتار) مربوط به ماه مارس 2001 در کلاسهای کاربری موجود.....89
4-6- درصد تحت پوشش هر یک از کلاسهای ریسک فرسایش خاک در حوزه قرناوه در مدل.....105
4-7- درصد مساحت کلاسهای ریسک پتانسیل فرسایش خاک در روش منطق فازی و مدل RUSLE.....106
4-8- ضریب کاپای کلاسهای ریسک پتانسیل فرسایش خاک بر حسب درصد.....107
4- 9- درصد مساحت کلاسهای ریسک فرسایش خاک در روش منطق فازی و مدل RUSLE.....108
4-10- ضریب کاپای کلاسهای ریسک پتانسیل فرسایش خاک بر حسب درصد.....108

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

3-1- موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز قرناوه گلستان (الف) و مدل رقومی ارتفاعی (ب)..... 21
3-2- فلوچارت مراحل ارزیابی ریسک فرسایش خاک با استفاده ار منطق فازی..... 27
3-3- نقشه کاربری اراضی-پوشش اراضی (LULC) مربوط به حوزه قرناوه..... 29
3-4- نقشه شاخص نرمال شده اختلاف پوشش گیاهی (NDVI) سپتامبر 2001، حوزه قرناوه..... 32
3-5- نقشه DEM حوزه قرناوه تهیه شده از تصاویر سنجنده ASTER 33
3-6- نقشه شیب (درصد) مربوط به حوزه قرناوه..... 34
3-7- نقشه فرسایش پذیری خاک **(K)** مربوط به حوزه قرناوه..... 40
3-8- الگوی توزیع بارندگی ماهانه تعدادی از ایستگاه های بارندگی در یک دوره آماری 12 ساله..... 46
3-9- توابع عضویت متغیرهای ورودی a) LULC و b) NDVI و c) SPI..... 52
3-10- توابع عضویت متغیرهای a) شیب، b) فرسایش پذیری خاک، c) فرسایندگی باران و d) PERI..... 56
3-11- فلوچارت تهیه نقشه فرسایش خاک با استفاده از مدل RUSLE... 63
4-1- مقایسه داده های باران ماهانه سری داده های TRMM 3B43 و متوسط مقادیر مشاهده ای..... 68
4-2- رابطه خطی بین مقادیر TRMM و مقادیر مشاهده ای در مقیاس ماهانه متوسط منطقه ای 70
4-3- مقایسه مقادیر ماهانه TRMM و داده های مشاهده ای ایستگاه های انتخابی قبل از واسنجی..... 71
4-4- مقایسه مقادیر ماهانه TRMM و داده های مشاهده ای ایستگاه های انتخابی پس از واسنجی 71
4-5- مقایسه فصلی تخمین های TRMM و داده های مشاهده ای(2007-2002)..... 72
4-6- رابطه خطی بین تخمین های سالانه TRMM و داده های سالانه مشاهده ای باران..... 74
4-7- مقایسه تخمین های سالانه TRMM و داده های سالانه مشاهده ای باران(قبل از واسنجی)..... 74
4-8- مقایسه تخمین های سالانه TRMM و داده های سالانه مشاهده ای باران (پس از واسنجی)..... 75
4-9- بارش متوسط سالانه و شاخص فرسایندگی با استفاده از روش Renard و Freimund (1944)..... 76
4-10- بارش متوسط سالانه و شاخص فرسایندگی با استفاده از روش Roose (1977)..... 76
4-11- بارش متوسط سالانه و شاخص فرسایندگی با استفاده از روش Hellden (1987)..... 77
4-12- لایه شاخص فرسایندگی باران (R) حوزه قرناوه با استفاده از روش کریجینگ معمولی..... 80
4-13- لایه های شاخص فرسایندگی باران (R) با استفاده از داده های بارش ماهواره TRMM..... 81
4-14- نقشه SPI مربوط به سپتامبر 201..... 83
4-15- نقشه SPI مربوط به ماه ژوئن 2001(کم بارانترین ماه)..... 85
4-16- نقشه SPI مربوط به ماه جولای سال 2001(تا حدی پرباران)..... 86
4-17- نقشه SPI مربوط به ماه مارس (پربارانترین ماه سال)..... 87
4-18- رابطه رشد پوشش گیاهی و بارندگی ماهانه..... 88
4-19- تغییرات ماهانه کلاسهای ریسک SPI(بر اساس درصد کل حوزه) در سال 2001..... 88
4-20- نقشه غیرفازی شاخص پتانسیل فرسایش خاک (SPI) با استفاده از داده های مشاهده ای..... 91

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

4-21- نقشه غیرفازی شاخص پتانسیل فرسایش خاک (PERI)بر اساس داده های ماهواره ای TRMM.....92
4-22- نقشه کلاسه بندی شاخص پتانسیل فرسایش خاک(PERI) با استفاده از داده های مشاهده ای.....93
4-23-نقشه کلاسه بندی شاخص پتانسیل فرسایش خاک بر اساس داده های ماهواره ای TRMM.....94
4-24- نقشه غیرفازی شاخص ریسک فرسایش خاک (AERI) با استفاده داده های مشاهده ای.....96
4-25- نقشه غیرفازی شاخص ریسک فرسایش خاک بر اساس داده های ماهواره ایTRMM.....97
4-26- نقشه کلاسه بندی شاخص ریسک فرسایش خاک (AERI) با استفاده داده های مشاهده ای.....98
4-27- نقشه کلاسه بندی شاخص ریسک فرسایش خاک بر اساس داده های ماهواره ای TRMM.....99
4-28- نقشهLS مربوط به حوزه قرناوه.....101
4-29- نقشه عامل C مربوط به حوزه قرناوه.....102
4-30- نقشه عامل P مربوط به حوزه قرناوه.....103
4-31- نقشه ریسک فرسایش خاک (تن در هکتار در سال).....104
4-32- نقشه کلاسه بندی فرسایش خاک مدل RUSLE.....105
4-33- مقایسه درصد کلاسهای مختلف پتانسیل ریسک کل حوزه بر اساس مدلهای فازی و RUSLE.....107
4-34- مقایسه درصد کلاسهای مختلف ریسک کل حوزه بر اساس مدلهای فازی و RUSLE.....109

AERI……..…..Actual Erosion Risk Index
AGNPS……...An agricultural non point source pollution model
AHP……Analytical Hierarchy Process
ANSWERS.....Areal Non point Source Watershed Environment Response Simulation
AOF……Onstad and Foster Mode
ASTER…….…Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection
AUSLE…….…Adopted USLE
CORINE……..…...Coordination of Information on the Environment
ETM……..…….Enhanced Thematic Mapper
EUROSEM….……European Soil Erosion Model
EUSLE…..…..…...European Universal Soil Loss Equation
EVI…….....….Enhanced Vegetation Index
F-WERCAM….....Fuzzy-Water Erosion Risk Classification and Assessment Model
GIS……..Geographical Information System
IDW……Inverse Distance Weighting
LULC…….....Land Use and Land Cover
MODIS…….…..…Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
MUSLE…….....…Modified Universal Soil Loss Equations
MUSLET..……...Modified Universal Soil Loss Equation Theoretical
MUSLE-E…….…..Modified Universal Soil Loss Equation for soil erosion
MUSLE-S……...Modified Universal Soil Loss Equation for sediment yield
NDVI…….….Normalized Difference Vegetation Index
PERI…….……..Potential Erosion Risk Index
RS……...Remote Sensing
RUSLE…….....Revised Universal Soil Loss Equations
SPI……..…....Soil Protection Index
TAM…….....Time Area Method
TRMM …….....…..Tropical Rainfall Measuring Mission
USLE……..…….Universal Soil Loss Equation
USBLM…….…….BLM United State Bureau of Land Management
USLE_M….…….....USLE Modification
WEPP…….…....…Water Erosion Prediction Project

فصل اول:
مقدمه

1-1- مقدمه

فرسایش خاک از جمله فرآیندهایی است که منابع آب و خاک کشور را بصورت مستقیم و غیرمستقیم تهدید می کند(مساعدی و همکاران، 1384). در دهه های اخیر فرسایش خاک به وسیله آب بعنوان یک موضوع جهانی مطرح شده است. (Eswaran et al, 2001; K.J.Lim,et al, 2005). فرسایش آبی بوسیله خصوصیات اقلیمی، توپوگرافی، خصوصیات خاک، پوشش گیاهی و مدیریت اراضی کنترل می شود(Lal 2001). از همپاشیدگی ذرات خاک معمولا بوسیله قطرات باران و نیروی حاصل از جریان آب حاصل می شود. ذرات پراکنده شده توسط جریان سطحی (فرسایش سطحی) و جریان متمرکز شده (فرسایش شیاری) حمل و در اثر کاهش نیروی آب و سرعت آن رسوبگذاری می نماید. در اثر ادامه فرسایش، فرسایش های آبی دیگر مانند فرسایش آبراهه ای و هزار دره نیز ممکن است رخ دهد(رفاهی، 1375).

زمین به عنوان یک عامل ژئوگرافیکی بسیار مهم و اساسی در توسعه و رشد سایر منابع بیوفیزیکی مورد توجه بوده است. به طور گسترده بسیاری از الگوها و فعالیت های دینامیکی سطح زمین به وسیله عوامل وضعیت سطحی کنترل می شوند؛ که به طور عمده شامل ارتفاع، شیب، خصوصیات خاک و فاکتورهای مربوط به آب، اقلیم و پوشش های طبیعی (Toy et al. 2002; Wischmeier and Smith. 1978; Morgan,. 1966). در قسمتهای مختلف جهان اراضی کشاورزی ، به صورت غیر قانونی جایگزین اراضی جنگلی، زمین های حاشیه ای، دشت های سیلابی و اراضی بالادست بدون در نظر گرفتن تناسب این اراضی برای فعالیت های کشاورزی شده و پوشش طبیعی نیز هرس و برای مصارف سوخت و تعلیف استفاده شده است. این فرآیند غیرطبیعی و غیرمعقول تخریب زمین موجب بحران محیطی بسیار جدی در مورد فرسایش خاک بالایی، افزایش تخلیه رسوب در رودخانه ها و کاهش تغذیه آبهای زیرزمینی می شود که این خود باعث آلودگی آبهای سطحی و تغییرات رژیم رودخانه می شود(Rison,2007; Ouyang and Bartholic,1997) . با مطالعه بر روی موضوع

فرسایش خاک در قسمتهای مختلف جهان، آشکار می شود که فرسایش آبی در تغییر حاصلخیزی و کاهش پتانسیل خاک جهت رشد گیاهی تاثیر بسزایی دارد(Lal, 1998).

نقشه ریسک فرسایش خاک، یک نقشه پایه و مهم در مطالعات فرسایش و رسوب است. نقشه برداری زمینی و یا استفاده از عکس های هوایی شاید روش مناسبی در تهیه نقشه های ریسک فرسایش خاک باشد؛ ولی بدلیل نیاز به هزینه و زمان، تهیه آن را در عمل مشکل می باشد. بنابراین تحقیقات به این سمت گرایش یافته که بتوان با پردازش تصاویر ماهواره ای و تلفیق لایه های اطلاعاتی موثر در فرسایش در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی نقشه ریسک فرسایش خاک را تهیه کرد(Wu et al. 2007) برای حفاظت از منابع طبیعی و اعمال برنامه ریزی های مدیریتی، فرسایش آبی باید در مقیاس منطقه ای مورد توجه و ارزیابی قرار گیرد. یک محدودیت مهم در این نوع ارزیابی ها، عدم وجود داده های کافی و کیفیت نامناسب آنهاست(Rompaey and Govers, 2002). سنجش از دور داده های همگن از مناطق وسیع و با قابلیت تکرارپذیری منظم فراهم کرده و می تواند بعنوان ابزاری مناسب در ارزیابی فرسایش آبی در مقیاس منطقه ای بکار گرفته شود (Siakeu et al, 2000). در طول 30 سال گذشته مطالعات زیادی به منظور ارزیابی ریسک فرسایش خاک به شیوه های مختلف انجام گرفته است که در برخی از آنها پارامترهای مورد استفاده در مدلهای فرسایش از تصاویر ماهواره ای استخراج شده است(Ty, 2008; Rahman et al, 2009; Prasannakumar, 2011).

نقشه خطر فرسایش خاک یک ابزار ضروری در نواحی مستعد فرسایش می باشد (Beskow et al. 2009). چراکه قادر به ارائه توزیع مکانی خطر یا ریسک در نواحی تحت تاثیر فرسایش می باشد. پس تهیه این نقشه برای سیاستگذاران و مجریان طرحها، در اولویت بندی مناطق فرسایشی دارای اهمیت است. ریسک فرسایش خاک در واقع پتانسیل شدت فرسایش در یک منطقه را بیان کرده و میتواند بعنوان یک پاسخ در مقابل تغییرات عوامل محیطی در نظر گرفته شود (Renard et al. 1997; Wang et al. 2005). یک مدل ارزیابی خطر فرسایش خاک باید بتواند چگونگی تاثیر فاکتورهایی مانند آب و هوا، خاک، توپوگرافی و کاربری اراضی را روی هدررفت خاک و عوامل مربوط به آن را ارائه کند.

انجام مطالعات پیچیده و علمی روی کمیت و کیفیت تغییر پذیری منابع زمین و بهره برداری و استفاده عقلانی از آنها و بکارگیری کامل پتانسل ها برای رفع نیازهای مربوط به توسعه پایدار، یکی از مشکلات اساسی برای مدیران منابع طبیعی در دنیای امروز می باشد. مطالعه تاثیر تغییرات الگوهای کاربری اراضی در تنزل محیط مثل تاثیر زیان آور فعالیت های کاربری اراضی روی فرسایش خاک در مقیاس زمانی و مکانی، نیاز به درک و تحلیل فرآیندها با بکارگیری روشها و رویکردهای جدید دارد.

در چنین تحقیقاتی، هدف نمایش تفاوت ها در نتایج مدلها و مطالعات گذشته و تعمیم آنها به مناطق مختلف جهان برای زمان حال و آینده است(Oinam, 2010).

مدل کردن ریسک فرسایش خاک شامل فاکتورهای مختلف کنترل وضعیت محیط هستند که این پارامترها در واقع فازی (مبهم) می باشند. هدف منطق فازی، ارائه دقیقی از عوامل محیطی مبهم و غیردقیق است. در هنگام نقشه کردن ریسک فرسایش، برای تعریف کلاسها (مثل درجه خطر یا ریسک)، استفاده از مجموعه های فازی به جای مجموعه ای واقعی، به ترکیب درجات فازی شده هر یک از فاکتورهای به کار رفته در یک کلاس کمک می کند (Zadeh, 1965; Kandel, 1986; Bardossy and Duckstein, 1994; Mendel, 1995; Ross, 2004). با توسعه چارچوب فازی و استفاده از تکنیک تلفیق تجارب کارشناسی و پیشینه مطالعات انجام گرفته می توان ارزیابی ریسک فرسایش خاک را در قالب قواعد و مجموعه های فازی انجام داد (Vente and Poesen, 2005; Gobin et al., 2002).

صرف نظر از نوع فرآیندهای مورد استفاده، حجم وسیعی از داده ها و اطلاعات به روز که در رابطه با عوامل اقلیم، توپوگرافی و دخالت های بشری است از داده های اولیه و ضروری مدلسازی است (Lal, 2001). با پیشرفت تکنولوژی، داده های سنجش از دور می تواند یک سری داده به روز و نسبتا دقیق در مقیاس ناحیه ای و جهانی تولید کرده و بعنوان داده های مکمل در کنار داده ها یا مشاهدات زمینی به کار رود(رئوفی و همکاران، 1383). علاوه بر این، داده های مختلف بدست آمده از سنجش از دور می تواند برای مناطق با کمبود امار به منظور جبران خلا آماری نیز به کار رود. توسعه تکنولوژی زمین آمار، انعطاف پذیری در ترکیب، آنالیز و نمایش داده ها در مقیاس زمان و مکان را به وجود آورده است. GIS[1] به کاربر این امکان را می دهد که نتایج را به شکل قابل تفسیر ارائه دهد(Yitayew. 1999).

توسعه فن GIS، فرصتی را برای جمع آوری، آنالیز و تولید اطلاعات ضروری فراهم کرده و می تواند در شناسایی خصوصیات عوارض زمینی به کار رود. این تکنولوژی امکان شناسایی تغییرات الگوها، فرآیندها و ساختارها در مقیاس های مختلف زمانی و مکانی را فراهم می آورد(Mesev,2007). لایه های GIS مکانی بدست آمده از سنجنده های ماهواره ای RS[2] می تواند در فاکتورهای ورودی موضوعی مورد نیاز به منظور ارزیابی مشکلات محیطی ساده تا پیچیده مثل آنالیز تغییرات کاربری اراضی و نقشه کردن ریسک فرسایش خاک در مناطق ختلف جهان به کار رود. علاوه بر این، GIS می تواند تغییرات پویا در الگوها و فرآیندهای عوارض زمینی را در مقیاس های زمانی و مکانی به صورت نقشه ارائه دهد. در این تحیقیق، داده های زمین- مکانی به منظور آنالیز و کمی کردن فاکتورهای

1-Geographical Information System
2-Remote Sensing

مختلف موثر در فرآیندهای فرسایش خاک به کار رفته است. ArcGIS چهارچوبی به منظور ترکیب فرآیندهای فرسایشی و نمایش تغییرات شدت فرسایش را ارائه و نقشه توزیع ریسک فرسایش خاک قابل استفاده برای تصمیم گیران و مدیران طرح ها را فراهم می کند (Lee and Wong, 2001). با تغییر از سیستم مدیریت داده های مکانی به سیستم پشتیبانی تصمیم گیری مکانی، GIS می تواند توابع لازم به منظور جستجوی مکانی، تولید نقشه های پویا، زمین مرجع کردن و حتی شبیه سازی سناریوهای پیشنهادی طرح های آتی را ارائه دهد.

شرایط طبیعی حاکم بر حوزه، مسائل اقتصادی-اجتماعی و همچنین محدودیت های فنی و مالی ما را مجبور می کند که در هر حوزه آبخیز عملیات اجرایی به مناطق خاصی با شرایط بحرانی محدود شود(نصرآبادی، 1386). مهمترین دغدغه مدیران و کارشناسان طرح های اجرایی الویت زیرحوزه ها و اجرای عملیات آبخیزداری بر اساس شدت فرسایش در حوزه های مورد نظر است. منطق فازی می تواند با ترکیب پارامتر های مختلف موثر در فرسایش خاک بر اساس تجربه و دانش کارشناسی، به مدیران و مجریان طرح ها در انتخاب زیرحوزه ها جهت عملیات آبخیزداری و همچین انتخاب نوع عملیات آبخیزداری بر اساس وضعیت حاکم بر منطقه کمک کند(oinam, 2010).

1-2- ارزیابی ریسک فرسایش خاک به روش منطق فازی

منطق فازی در ارزیابی های محیطی و مطالعات اکولوژیکی دارای کاربرد گسترده ای است (Bankert er al, 2001; Salski, 1999; Salski etal. 2008). کاربرد منطق فازی در ارزیابی های محیطی بخصوص در مدیریت حوزه آبخیز، مدل کردن منابع آبی، فرآیندهای هیدرولوژی، مشکلات مربوط به کیفیت آب و پیش بینی سیل در منابع متعددی گزارش شده است (Zimmermann, 1995 ;Yu and Yang, 2000; Raj and Kumar, 1998;Mitra et al., 1998; Zhu and Mackay, 2001; Xiong et al., 2001; Kisi et al., 2006). این مطالعات بر استفاده از منطق فازی در بهبود مدلهای فرسایشی موجود، توسعه یک مدل فرسایشی جدید و ارزیابی های کلی از فرسایش خاک در نواحی ژئوگرافیکی مختلف جهان تاکید دارند (Mitra et al. 1998; Adinarayana et al. 2002; Bahrami et al, 2005; Tayfur et 1999; Ahamed et al. 2000; Tran et al. al, 2003; Gournellos et al, 2004; Metternicht and Gonzalez, 2005; Cohen et al, 2008). مطالعه تحقیقات انجام شده نشان می دهد که مزیتهای کاربرد منطق فازی در انعطاف پذیری، بکار گیری آن در مناطق جغرافیایی مختلف به طور گسترده با کاربرد داده های مربوط به شرایط محل، امکان ترکیب متغیرهای موثر مختلف با واحدهای اندازه گیری متفاوت و سهولت درک و کاربرد داده های خروجی مدل در مقایسه با مدلهای تجربی و فیزیکی است. همچنین در مطالعات

مربوط به پیش بینی فرسایش خاک، تعداد کم داده های ورودی موثر در فرآیند فرسایش خاک نیز حائز اهمیت می باشد که دستیابی سریع به خروجی مدل و کنترل آسان آن را در پی دارد (Mendel, 1995). البته چارچوب مدل باید طوری طرح ریزی گردد که قادر به حل محدودیت های موجود در سیستم فازی هم باشد. استفاده از یک مدل فازی چند مرحله ای به منظور ارزیابی ریسک فرسایش خاک می تواند موثر می باشد. در این صورت کاربر ، علاوه بر امکان ترکیب نتایج هر مرحله با مرحله دیگر، با ارزیابی هر مرحله به طور مستقل با تعداد قواعد فازی کمتری (بدلیل تعداد فاکتورهای ورودی کمتر) در هر مرحله مواجه است که این امکان ارائه سریع و آسان نتایج مدل را فراهم می آورد(Oinam, 2010).

شناسایی پارامتر های موثر در یک مدل فازی بر اساس قضاوت و تجربه کارشناسی است. از آنجایی که اساس این مدل بر درک اصول و مبانی منطق فازی استوار است، دستیابی به علم مربوط به فرآیند فرسایش خاک و توسعه مجموعه های فازی و قواعد فازی مربوطه از امور بسیار مهم در تهیه مدل فازی می باشد. برای این منظور، از منابع تحقیقاتی که در رابطه با فرآیندهای فرسایش خاک در منطقه مورد نظر انجام گرفته و همچنین از نتایج پاسخ به سوالات کارشناسی که از دانشمندان و محققان علم فرسایش خاک بدست آمده، به منظور تعیین مجموعه های فازی و قواعد فازی استفاده می شود (Murtha, 1995).

1-3- بیان مسئله و ضرورت انجام تحقیق

هر مدل ارزیابی فرسایش خاک باید بتواند چگونگی تاثیر فاکتورهای موثر بر فرآیند فرسایش و رسوب از قبیل اقلیم، خاک، توپوگرافی و کاربری اراضی بر هدر رفت خاک و متغیرهای مربوطه را ارائه کند. مدل کردن فرآیندهای فیزیکی و پویا مثل فرسایش خاک با مشکلات و خطاهایی همراه است. در دسترس بودن منابع داده ای صحیح، کیفیت داده های مورد استفاده، مسئله مقیاس در مدل کردن، خطاهای اندازه گیری و پیچیدگی خود مدل، از جمله مشکلاتی است که در مطالعات فرسایش خاک توسط بسیاری از محققان گزارش شده است. مدلهای فیزیکی فرسایش خاک موجود، مانند WEPP[1] (Nearing et al., 1989); ANSWERS[2] (Beasley et al., 1980); EUROSEM[3] (Morgan et al., 1998a); AGNPS[4] (Young et al., 1987) هم از نظر تعداد متغیرها و هم از جنبه دقت زمانی و مکانی متغیرها دارای نیاز داده ای متعددی می باشند. بنابراین فقدان و یا

1-Water Erosion Prediction Project
2-Areal Non point Source Watershed Environment Response Simulation
3-European Soil Erosion Model
4-An Agricultural Non Point Source Pollution Model

کمبود داده های ورودی موانعی را در کاربرد موفقیت آمیز مدلهای فیزیکی فرسایش را به وجود می آورد. از طرف دیگر، مدلهای تجربی مانند USLE[1] (Wischmeier and Smith, 1978); RUSLE[2] (Renard et al.,1991) and MUSLE[3] (Williams, 1975) با نیاز داده ای کم، برای مناطق خاصی که پلاتهای فرسایشی در آنها قرار داده شده، طراحی گردیده و کاربرد آنها تنها به مناطق محدود است(حکیم خانی و همکاران، 1379؛ رفاهی، 1378). سایر جنبه های مهم که در بسیاری از مطالعات مربوط به ارزیابی ریسک فرسایش خاک از آن چشم پوشی شده است، طبیعت خود فاکتورهای ورودی کنترل کننده محیطی مدل است. این پارامترها در واقع فازی هستند. بدین معنی که تغییرات آنها در سطح زمین به صورت پیوسته می باشد. مدلهای فیزیکی و تجربی موجود، هر عارضه و واحدهای مکانی در طبیعت را که دارای مرزهای مشخص می باشد را مورد توجه قرار می دهد. مرزهای موجود بر روی نقشه ها پیچیده بوده و همانند آنچه که در طبیعت هستند قابل نمایش نیستند. در نقشه کردن ریسک فرسایش خاک، استفاده از مجموعه های فازی به جای مجموعه های قطعی در ترکیب درجه های فازی مربوط به هریک از کلاسها به تعریف کلاسهای (درجه ریسک یا خطر) پارامتر های به کار رفته کمک می کند(Oinam, 2010).

در این تحقیق از منطق فازی برای مدل کردن و نشان دادن مسئله ریسک فرسایش آبی با استفاده از داده های سنجش از دور و داده های محدود زمینی در محیط GIS در منطقه قرناوه گلستان استفاده شده است. پروژه ارزیابی ریسک فرسایش خاک با استفاده از منطق فازی و کاربرد داده های سنجش از دور در محیط GIS با توجه به موارد زیر قابل توجیه است:

1- نیاز به ارائه مدل ساده و آسان برای ترکیب دانش کارشناسی و قضاوت کارشناسی.

2- دشواری در استفاده از مدلهای فیزیکی موجود از نظر کالیبره کردن و صحت برآورد فرسایش و رسوب در مقیاس ناحیه ای

3- لزوم استفاده از داده های سنجش از دور برای حل مشکل کمبود داده های زمینی در مدل کردن ریسک فرسایش

4- ارائه داده های ساده و قابل تفسیر از الویت مناطق و اجرای طرح ها مورد استفاده برای بسیاری از مدیران و مجریان

1-Universal Soil Loss Equation
2-Revised Universal Soil Loss Equation
3- Modified Universal Soil Loss Equation