بررسي معيار زمين‌شناسي موثر بر تخريب اراضي در واحدهاي ژئومورفولوژي (مطالعه موردي: بخش شرقي حوزه‌ي آبخيز رودخانه‌ي شور)

سادات فيض‌نيا*[1]، امين صالح‌پورجم[2]، حسن احمدي[1] و جمال فدوسي[3]
[1] استاد گروه احياء مناطق خشك و كوهستاني، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[2] كارشناس ارشد آبخيزداري، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[3] استاديار مركز تحقيقات حفاظت خاک و آبخيزداري، ايران
(تاريخ دريافت: ٨٦/١/١٨، تاريخ تصويب: ٨٦/١٢/٦)

چكيده

حوزه‌ي آبخيز رودخانه‌ي شور گستره‌اى حدود ١٧٠٠٠ كيلومتر مربع داشته، ٤٢ درصد از كل اراضي حوضه به صورت دشت و مابقي به صورت كوهپايه در ارتفاع‌ها مي‌باشد. به منظور بررسي معيار زمين‌شناسي موثر بر تخريب اراضـي در واحـدهاي ژئومورفولـوژي نخـست اقدام به گزينش بخشي از حوزه آبخيز رودخانه‌ي شور بر روي نقشه زمين‌شناسي شد، به طـوري كـه انـواع واحـدهاي سـنگي منفـصل و متصل موثر بر تخريب اراضي و بيابان‌زايي را شامل شود. پس از مشخص شدن منطقه هدف[1]، اقدام به تهيه نقشه طبقه‌هـا شـيب، كـاربري اراضي و زمين‌شناسي كاربردي شد تا از راه روي هم قرار دادن و تقاطع اين نقشه‌ها، نقشه واحدهاي كاري بدست آمـد. در ايـن پـژوهش سه شاخص حساسيت‌پذيري نسبت به فرسايش، شوري و نفوذپذيري واحدهاي سنگي در نظر گرفته شـدند كـه در نهايـت هـر يـک بـه صورت نقشه‌اي طبقه‌بندي شده ارائه شدند. سپس از راه روي هم قرار دادن و تقاطع اين سه نقشه، نقشه جديدي بدست آمـد كـه گويـاي پهنه‌بندي منطقه مورد بررسی از نظر شاخص‌هاي ذكر شده پيشين مي‌باشد. از آنجايي كه تعيين و مشخص نمودن شدت يا توان بيابان‌زايي واحدهاي بدست آمده از تقاطع شاخص‌ها با به كارگيري روابط رياضي يا آماري محض ميسر نبود، از اين رو از اصول و مفاهيم منطـق و رياضيات مرحله‌اى جهت دستيابي به نتيجه مورد نظر بهره‌گيري شد و پس از تعيين وزن يا امتياز عامل هـا از تـابع‌هـاى جمـع، ضـرب و گاماي مرحله‌اى بهره‌گيرى شد. نتايج بدست آمده از مقايسه نقشه‌هاي مربوط به از عملگرهاي مختلف با نقـشه شـاهد بـه عنـوان عرصـه كنترل و شامل كمينه و بيشينه شدت بيابان‌زايي اندازه‌گيري شده در منطقه مورد بررسی بيانگر اين واقعيـت اسـت كـه مناسـب‌تـرين تـابع مرحله‌اى جهت پهنه‌بندي شدت يا توان بيابان‌زايي در منطقه مورد بررسی و جاهاى همانند آن تابع گاماي مرحلـه‌اى ٠/٨ (عملگـر ٠/٨ = gamma از مدل Fuzzy logic) مي‌باشد. همچنين تقاطع و رويهم گذاري نقشه پهنه‌بنـدي تـوان يـا شـدت بيابـان‌زايـي از نظـر معيـار زمين‌شناسي در منطقه مورد بررسی حاصل از عملگر gamma =٠/٨ با نقشه زمين‌شناسي منطقه مورد بررسـی، جايگـاه انـواع واحـدهاي سنگي را از ديدگاه توان بيابان‌زايي در منطقه مورد بررسی مشخص نمود.

واژه‌هاي كليدي: بيابان‌زايي، منطق مرحله‌اى، معيار زمين‌شناسي، نقشه شاهد و شاخص‌هـاي حـساسيت‌پـذيري نـسبت بـه فرسـايش، شوري و نفوذپذيري واحدهاي سنگي

* نويسنده مسئول: تلفن: ٠٢٦١-٢٢٤٩٣١٣ فاكس: ٠٢٦١-٢٢٤٩٣١٣ E-mail: sfeiz@chamran.ut.ac.ir

١- منطقه هدف (Target area)؛ همچنين به آن منطقه‌ي پژوهش يا منطقه‌ي مورد بررسی نيز گويند.

مقدمه

تخريب اراضي در اقليم‌هاي مختلف موجب انهدام بوم نظام‌هاي طبيعي شده و كاهش توان توليد زيست شناختی طبيعت را به همراه دارد. بررسي روند بيابان‌زايي و تخريب اراضي مستلزم درک پديده‌هايي است که هم به طور منفرد و هم در كنش و واكنش بايكديگر در یک ناحیه تغییرهایی را به وجود آورده‌اند که اين تغييرها منجر به تخريب اراضي (بيابان‌زايي) شده است.

امروزه بررسی‌های بسياري در زمینه نقش واحدهاي سنگي شور در تخريب اراضي صورت گرفته که از آن جمله مي‌توان به بررسی‌های صورت گرفته توسط فیض نیا (۱۳۸۱ و ۱۳۷٦ الف و ب)، كاشكي (۱۳۷٦)، رجبي آلني (۱۳۸۰)، گرجي اناري (۱۳۷۲)، سرابيان (۱۳۸۱)، اسنو و همکاران[1] (۱۹۹۹)، کاشاليا[2] (۱۹۹۲) و مترنيک و زينک[3] (۱۹۹۶) اشاره نمود. طهماسبي (۱۳۷۷) عامل‌های موثر در شور شدن آب و خاک و گسترش بيابان در حوزه رودخانه شور اشتهارد را بررسي نموده و منابع شوركننده نقطه‌اي (گنبدهاي نمكي) و پراكنده (مارن‌هاي تبخيري) را مشخص نموده و ميزان تاثير آنها را در تخريب آب و خاک منطقه بررسي كرده است. فيض نيا (۱۳۷٤) حساسيت‌پذيري انواع واحدهاي سنگي را در اقلیم‌های مختلف مورد بررسي قرار داده و ضريب مقاومت به فرسايش واحدهاي سنگي مختلف را ارائه نموده است. در مورد ضريب نفوذپذيري واحدهاي منفصل بررسی‌های بسياري توسط هرمان باوئر[4] (۱۹۷٦)، والتن[5] (۱۹۷۰) و ديگران صورت گرفته به گونه‌ای که هرمان باوئر (۱۹۷٦) ضريب نفوذپذيري انواع واحدهاي سنگي منفصل را طي جدولي ارائه نموده است.

هدف از اين پژوهش، ارائه شاخص‌هايي جهت مشخص شدن تاثير معيار زمين‌شناسي در تخريب اراضي و همچنين پهنه‌بندي توان يا شدت بيابان‌زايي منطقه‌ي مورد بررسي بر پايه معيار زمين‌شناسي مي‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

حوزه آبخيز رودخانه شور با گستره‌ای حدود ۱۷۰۰۰ كيلومترمربع بوده و شامل بخش‌هايي از استان تهران، زنجان و نيز قسمت كوچكي از استان مركزي است. اين حوضه در محدوده جغرافيايي ۳۰´ ۴۸° تا ۵۱° شرقي و ۲۱´ ۳۵° تا ۳۰´ ۳٦° شمالي و بين دو سامانه و ساختار زمين‌شناسي به نسبت متفاوت البرز جنوبي و ايران مركزي واقع شده است. اين حوضه از نظر اقليمي دارای ميانگين بارش سالانه حدود ۲۰۰mm در دشت تا ۳۵۰mm در ارتفاع‌ها را دارا مي‌باشد.

روش انجام پژوهش

به منظور بررسي معيار زمين‌شناسي موثر بر تخريب اراضي در واحدهاي زمين ريخت‌شناختی نخست اقدام به گزينش بخشي از حوزه آبخيز رودخانه شور بر روي نقشه زمين‌شناسي شد، به طوري كه انواع واحدهاي سنگي منفصل و متصل موثر بر تخريب اراضي و بيابان‌زايي را شامل شود. سپس اقدام به تهيه نقشه طبقه‌های شيب، كاربري اراضي و زمين‌شناسي كاربردي منطقه مورد بررسی شد تا از راه روي هم قرار دادن و تقاطع اين نقشه‌ها، نقشه‌ي واحدهاي كاري مشخص شود.

نقشه طبقه‌های شيب

در راستاي ايجاد نقشه طبقه‌های شيب منطقه هدف نخست اقدام به تهيه نقشه عوارض نگاری منطقه شد. سپس نقشه نامبرده اسكن شد تا امكان بهره‌گيری از آن در جهت تهيه نقشه طبقه‌های شيب در محيط نرم‌افزاري ILWIS 3.3 مشخص شود. پس از زمين مرجع كردن نقشه اسكن شده اقدام به رقومي كردن خطوط

۱- Esenov et al.

۲- Kaushalya

۳- Metternicht, G. and Zinck, A.

٤- Bouwer, H.

۵- Walton, C.W.

عوارض‌نگاری شد، سپس مدل رقومي زمين[1] يا مدل رقومي ارتفاعي[2] تهيه شد تا از راه آن نقشه شيب بدست آورده شود، آنگاه از راه حدود طبقه‌های مندرج در شکل ١ نسبت به طبقه‌بندي نقشه شيب و در جهت ايجاد نقشه طبقه‌های شيب اقدام شد (شکل ١).

نقشه کاربري اراضي

به منظور تهيه نقشه کاربري اراضي با توجه به پايشي که در سطح منطقه با در نظر گرفتن قابل دسترس بودن منطقه مورد بررسی به لحاظ شبکه راه‌ها به عمل آمد و همچنين از راه ارزيابی بررسی‌های صورت گرفته پيشين از جمله طرح سيماي حوزه‌هاي آبخيز کشور (١٣٨٢) و بهره گيری از تصويرهای ماهواره‌اي Landsat 7، سنجنده ETM+ (٢٠٠۴) و نيز از راه تصويرهای گرفته شده از سايت Google earth (٢٠٠۶ و ٢٠٠۵)، نقشه کاربري اراضي منطقه مورد بررسی با توجه به تفسير و تجزيه و تحليل چشمي و در پاره‌اي موارد رقومي و يا به عبارت درست‌تر به روش تلفيقي تهيه شد (شکل ٢).

نقشه زمين‌شناسي کاربردي

به منظور تهيه نقشه زمين‌شناسي کاربردي منطقه هدف، نخست نقشه‌هاي زمين‌شناسي با مقياس ١:١٠٠٠٠٠ برگه‌هاي اشتهارد[3] و کرج[4] اسکن شدند، سپس از راه نرم افزار ILWIS 3.3 اقدام به کنار هم قرار دادن دو نقشه (merge) پس از Georeference و Geocordinate کردن آنها شد. با توجه به متفاوت بودن نامگذاري واحدهاي سنگي در برگه‌هاي کرج و اشتهارد، پس از کنار هم قرار دادن دو برگه مجاور، ورقه کرج مبنا قرار گرفته و نامگذاري واحدهاي سنگي بر پايه آن صورت پذيرفت. در راستاي همسان سازي نام واحدهاي سنگي يکسان با در نظر گرفتن نام واحدهاي سنگي موجود در برگه کرج به عنوان مبنا، تغيير نام واحدهاي سنگي اشتهارد در جدول ١ آورده شده است. لازم به توضيح است که واحد سنگي M^m (مارن گچ‌دار و گل سنگ باميان لايه‌هاي سنگي و گچي موجود در ورقه کرج M^{m1} تغيير نام يافت.

پس از مشخص نمودن واحدهاي سنگي‌اي که مي‌بايست با يکديگر تلفيق شوند و همچنين تهيه راهنماي نقشه زمين‌شناسي مربوطه اقدام به رقومي سازي نقشه زمين‌شناسي منطقه مورد بررسی شد (شکل ٣ و جدول ٢).

تهيه نقشه واحدهاي کاري

بدين منظور پس از تهيه سه نقشه واحدهاي سنگي، طبقه های شيب و کاربري اراضي از راه نرم افزار ILWIS 3.3 و به شيوه روي هم گذاري و تقاطع لايه‌ها (تابع Cross)، نقشه واحدهاي کاري ايجاد شد (شکل ۴).

پس از تهيه نقشه واحدهاي کاري اقدام به پهنه‌بندي منطقه مورد بررسی از نظر سه شاخص حساسيت‌پذيري نسبت به فرسايش، شوري و نفوذپذيري واحدهاي سنگي شد.

١- DTM (Digital Terrain Model)

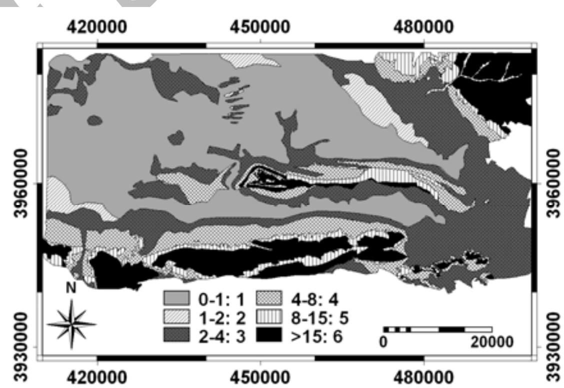
٢- DEM (Digital Elevation Model)

٣- Eshtehard

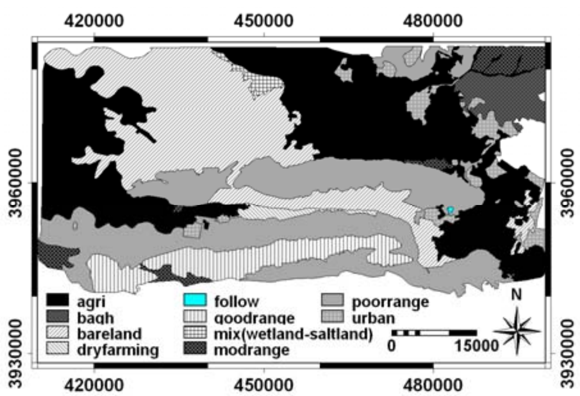
٤- Karaj

جدول ۱- همسان سازي نام واحدهاي سنگي يكسان (با در نظر گرفتن نام واحدهاي سنگي موجود در برگه‌ي كرج به عنوان مبنا)

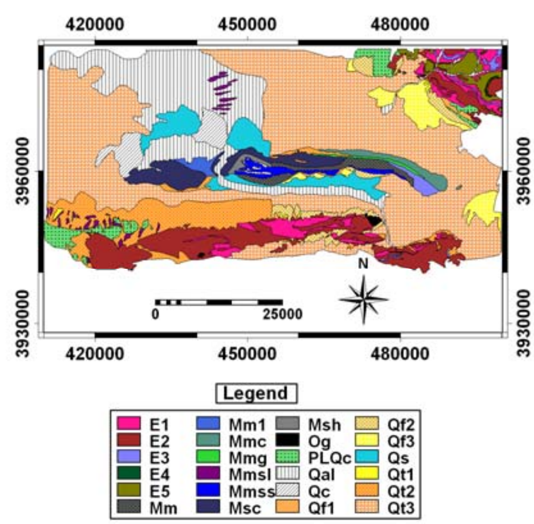
نام واحد سنگي موجود در برگه اشتهارد	نام جديد واحد سنگي	ويژگی‌های واحدهاي سنگي جديد
Q^{cu}	Q_3^t	پادگانه‌هاي آبرفتي بسيار جوان
M^m	M^{m1}	تناوب مارن كرم تا خاكستري با ميان لايه‌هاي مارن قهوه‌اي حاوي شن
Q^{sl}	Q^s	كفه‌هاي نمكي
Q^{fp}	Q^{al}	آبرفت‌هاي رودخانه‌اي و دشت‌هاي سيلابي
Q_2^t	Q_3^t	پادگانه هاي آبرفتي بسيار جوان
E_2^{ap}	E_2^{ta2}	تراكي آندزيت آفانتيک تا مگاپورفيري و آندزيت
E_2^{rt}	E_2^{t1}	توف سبز تراكيتي و برش
$M^{m,g}$	M^m	مارن گچ‌دار و گل سنگ با ميان لايه‌هاي ماسه سنگي و گچ
$M^{s,g}$	M^{sc}	ماسه سنگ توده‌اي سخت نشده، كنگلومرا، سيلت سنگ و گچ
M^{rsh}	M^{mss}	مارن، نمک، سيلت سنگ با ميان لايه‌هاي گچ



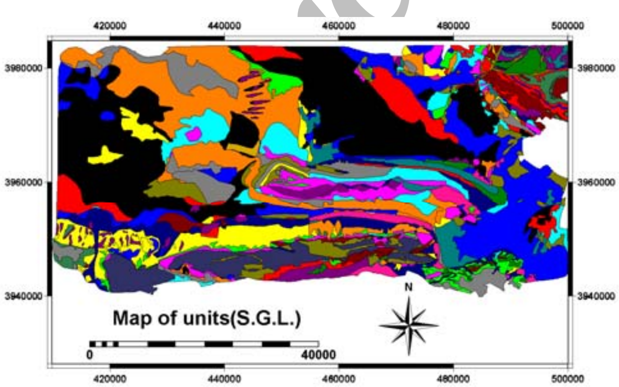
شكل ۱- نقشه طبقه‌های شيب منطقه هدف (طبقه و درصد شيب)



شكل ۲- نقشه كاربري اراضي منطقه هدف



شكل ۳- نقشه زمين‌شناسي كاربردي منطقه هدف



شكل ٤- نقشه‌ي واحدهاي كاري منطقه هدف

جدول ٢- راهنماي نقشه زمين‌شناسي كاربردي منطقه هدف

سن: دوران	سن: دوره	سن: دور	علامت	ويژگی‌های سنگ شناسي منطقه مورد بررسی	گستره (هكتار)	گستره (درصد)
سنوزوئيک		-	Q^{al}	آبرفت‌هاي رودخانه‌اي و دشت‌هاي سيلابي	٥٠١١٠/١١	١٣/٩٨
	كواترنر	-	Q^c	كفه‌هاي رسي	٨١٦٠/٠٥	٢/٢٨
		-	Q^s	كفه‌هاي نمكي	١٤٣٥٥/٢٠	٤/٠٠
		-	Q_3^t	پادگانه‌هاي آبرفتي بسيار جوان	١٤٨٧١٨/٨٧	٤١/٤٨
		-	Q_3^f	مخروط افكنه‌هاي بسيار جوان	١١٠٨٧/٨٨	٣/٠٩
		-	Q_2^t	پادگانه‌هاي آبرفتي جوان	٢٧٢٢٨/٤٩	٧/٥٩
		-	Q_2^f	مخروط افكه‌هاي جوان	٧٩٥٥/٥٣	٢/٢٢
		-	Q_1^t	پادگانه‌هاي آبرفتي مرتفع و قديمي	٤٩٨/٠٣	٠/١٤
		-	Q_1^f	مخروط افكنه‌هاي قديمي	٧٩٢/٣٧	٠/٢٢
	ترشيري	-	PlQ^c	كنگلومراي تراكم نيافته با ميان لايه‌هاي سيلتي و رسي	٨٠٣٠/٥١	٢/٢٤
		-	M^{msl}	مارن قرمز با ميان لايه‌هاي ژيپس و نمک، ماسه سنگ و سيلت سنگ سبز آهک نازک لايه	٢٥٦٧/٩٦	٠/٧٢
		-	M^{mc}	مارن، گل سنگ و كنگلومرا	٣٢٩٢/٢٥	٠/٩٢
		-	M^{mg}	مارن قرمز گچ‌دار با ميان لايه‌هاي سيلت و گچ	٨٤٨/٩٩	٠/٢٤
		-	M^{m1}	تناوب مارن كرم تا خاكستري با ميان لايه‌هاي مارن قهوه‌اي حاوي شن	١٥٧٤/٥٣	٠/٤٤
		-	M^{sc}	ماسه سنگ توده‌اي سخت نشده	١٢٠٤٢/٣٠	٣/٣٥
		-	M^{m}	مارن گچ‌دار و گل سنگ با ميان لايه‌هاي ماسه سنگي و گچ	٤٨١٧/٠٥	١/٣٤
		-	M^{sh}	شيل قرمز	١٠٠٩/١٤	٠/٢٨
		-	M^{mss}	مارن، نمک، سيلت سنگ، با ميان لايه‌هاي گچ	٣٠٥١/٥٧	٠/٨٥
		اليگوسن	O^g	سنگ‌هاي آذرين نفوذي شامل گرانيت، كوارتز مونزونيت	٥١١/٢٢	٠/١٤
		ائوسن	E^1	آذرآوري (توف و ايگنيمبريت)	١٢٢٨٨/٨٢	٣/٤٣
			E^2	گدازه (بازالت و آندزيت)	٣٢٧٧٧/٦١	٩/١٤
			E^3	ماسه سنگ	١٤٠٩/٠٥	٠/٣٩
			E^4	آهک	١٢١/٨٨	٠/٠٣
			E^5	شيل	٥٢٥٨/٦٦	١/٤٧

پهنـــه‌بنـــدي منطقـــه مـــورد بررســـی از نظـــر شـــاخص حساسيت‌پذيري واحدهاي سنگي نـسبت بـه فرسـايش بـه منظور تهيه نقشه حـساسيت‌پـذيري واحـدهاي سـنگي بـه فرسايش پس از تهيه نقشه زمين‌شناسي كـاربردي منطقـه مورد بررسی، طبقه‌بنـدي واحـدهاي سـنگي بـر پايـه روش فيض نيا (١٣٧٤) صورت پذيرفت (جدول ٣)، سـپس از راه نـرم افـزار ILWIS 3.3 پهنـه‌بنـدي منطقـه از نظـر حساسيت‌پذيري واحدهاي سنگي نسبت به فرسايش صورت گرفت (شكل ٥).

جدول ۳- طبقه‌بندي حساسيت‌پذيري واحدهاي سنگي نسبت به فرسايش

واحدهاي زمين‌شناسي	رده‌ي حساسيت به فرسايش	ضريب حساسيت به فرسايش	واحدهاي در برگيرنده
واحدهاي كواترنر	حساس	٤-۳	Q_2^t ، Q_3^f ، Q_2^f ، Q^{al} ، Q^c ، Q^s ، Q_3^t
	نسبتاً حساس	٦-۵	Q_1^t ، Q_1^f
واحدهاي ماقبل كواترنر	حساس	٤-۳	M^{m1} ، M^m ، M^{mss} ، M^{sc} ، M^{sh} ، M^{msl} ، M^{mc} ، M^{mg}
	نسبتاً حساس	٦-۵	E^5 ، PLQ^c
	حساسيت متوسط	۷	E^4 ، E^3
	مقاوم	$>$ ۸	E^1 ، E^2 ، o^g

پهنه‌بندي منطقه مورد بررسی از نظر شاخص شوري

به منظور پهنه‌بندي منطقه مورد بررسی از نظـر شـاخص شـوري نخـست نمونـه‌گيـري از واحـدهاي كـاري صـورت پذيرفت و دست‌كم در هر واحد كاري سه نمونه گرفته شد، گو اينكه در برخي از واحدها حتي ده نمونه نيز برداشت شد (نمونه‌ها از ۲۰ سانتيمتر بـالايي واحـدهاي سـنگي پـس از كنار زدن عمق خاك رويي برداشت شـدند). لازم بـه بيـان است كه در واحـدهايي كـه از گـستردگي پـراكنش بـالايي برخـوردار بودنـد بـا توجـه بـه شـكل و گـستردگي آنهـا تقسيم‌بندي‌هـاي ديگـري صـورت پـذيرفت و حتـي عمـل نمونه‌گيري در آنها در راستاي شمال به جنوب و شـرق بـه غرب با فاصله‌هاي يكسان انجام گرفت تا تغييرهاي احتمالي در آنها مشخص شود. بدين منظور هدايت الكتريكي عـصاره اشباع مربوط به ٤٠٦ نمونه با دستگاه EC متـر بـر حـسب ميلي موس بر سانتيمتر[1] محاسبه شـد و در نهايـت بنـا بـه طبقه‌بندي شوري به روش USSL، بـا در نظـر گـرفتن ۴ طبقه شـوري كـم ($۰\leq EC_e<۲$)، متوسـط ($۲\leq EC_e<۴$)، زيـاد ($۴\leq EC_e<۸$) و خيلـي زيـاد ($۸\leq EC_e$) پهنـه‌بنـدي منطقه مورد بررسی به لحاظ شاخص شوري صورت گرفـت (شكل ٦).

پهنه‌بندي منطقه مورد بررسی از نظر شاخص ضريب نفوذپذيري

به منظور پهنه‌بندي منطقه مورد بررسی از نظـر شـاخص ضريب نفوذپذيري همانند نمونه‌گيـري بـرای انـدازه‌گيـري شوري عمل شد، به طوري كه در هر واحد كاري دسـت‌كـم در سه تكرار به كمك GPS نسبت به گرفتن نمونه دسـت نخورده اقدام شد (نمونه‌ها از ۲۰ سانتيمتر بالايي واحدهاي سنگي پس از كنار زدن عمق خاك رويي برداشـت شـدند). نمونه‌گيري با استوانه‌ها و يا حلقه‌هاي برنجي ويـژه صـورت گرفت. نمونه‌هاي گرفته شده در پايان هر روز به آزمايـشگاه منتقل شده و ضريب نفوذپذيري آنها بنابه آزمايش دارسـي تعيين شد. بدين منظور ضريب نفوذپذيری مربوط بـه ٤٠۳ نمونه دست نخورده بنابه آزمايش دارسي بر حسب متـر در روز محاسـبه شـد و سـرانجام بنابـه طبقـه‌بنـدي ضـريب نفوذپذيري صورت گرفته توسط هرمان بـاوئر[2] (۱۹۷۸)، بـا در نظـر گـرفتن ۴ طبقـه ضـريب نفوذپـذيري خيلـي كـم (cm/min <۰/۰۶۹)، كـــم (۰/۰۶۹-۱/۳۸۸cm/min)، متوســط (۱/۳۸۸-۶/۹۴۴ cm/min) و زيـــاد (cm/min ۶/۹۴۴<) پهنه‌بندي منطقه مورد بررسی به لحاظ شـاخص ضريب نفوذپذيري صورت گرفت (شكل ۷).

۱- همچنين به آن دسي زيمنس بر متر نيز مي‌گويند.

۲- Herman Bouwer

پهنه‌بندي منطقه مورد بررسی از نظر هر سه شاخص

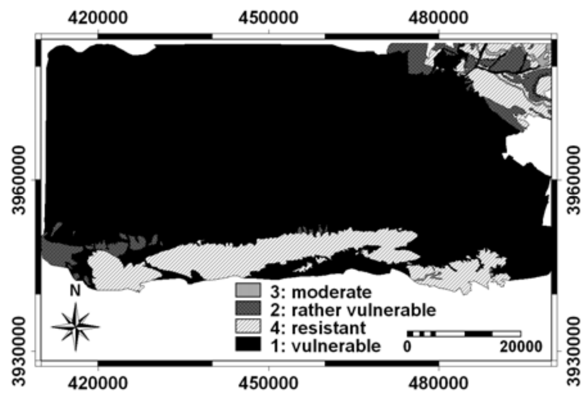
به منظور پهنه‌بندي منطقه مورد بررسی از نظر شاخص‌هاي یا شده، اقدام به روي هم قرار دادن و تقاطع نقشه‌هاي رقومي مربوط به هر یک از شاخص‌ها شد به طوري كه اين كار از راه نرم افزار ILWIS 3.3 و با به كارگيري تابع Cross صورت پذيرفت (شكل ٨). نقشه بدست‌آمده متشكل از ١٥ واحد بوده به طوري كه مبناي محاسبات ما را در روند كمي كردن در جهت دستيابی به نتيجه در منطق مرحله‌ای تشكيل می‌دهد.

محاسبه ميزان كمي شاخص‌ها در هر واحد

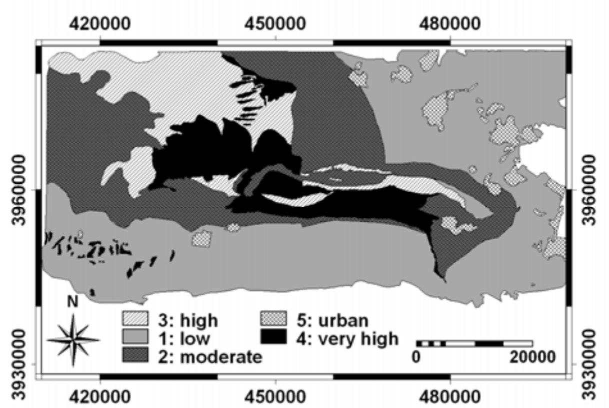
در اين مرحله محاسبه ميزان كمي شاخص‌ها در هر یک از واحدها صورت پذيرفت به طوري كه در هر واحد از راه ميانگين وزني گرفتن از محدوده‌هايي كه در درون آن واحد قرار مي‌گرفت، ميزان كمي مربوط به هر شاخص محاسبه شد (جدول ٤).

جدول ٤- ويژگي‌هاي واحدهاي كاري بر پايه سه شاخص ضريب حساسيت به فرسايش، شوري و نفوذپذيري واحدهاي سنگي

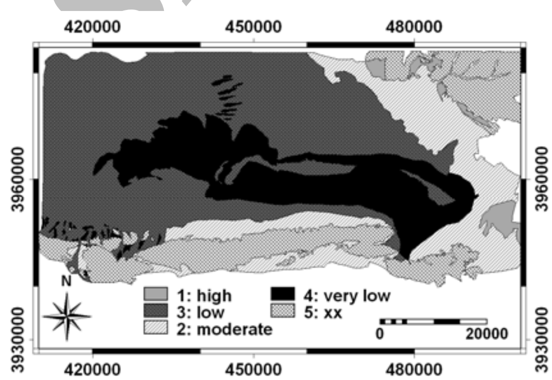
شماره واحد	نام واحد	نفوذپذيري (p)		شوري (s)		ضريب حساسيت به فرسايش واحدهاي سنگي (e)	
		طبقه كيفي	ميزان كمي (متر در روز)	طبقه كيفي	ميزان كمي (ميلي موس بر سانتيمتر)	طبقه كيفي	ميزان كمي (بدون بعد)
١	١-١-٢	زياد	١٣٧/٢٥١	كم	٠/٨٧٥	نسبتاً حساس (زياد)	٤/٥٠٠
٢	٢-١-٢	متوسط	٥٧/٨١٠	كم	٠/٧٥٥	نسبتاً حساس (زياد)	٤/٥٠٠
٣	٣-١-٢	كم	١٠/٥٤٠	كم	١/٠٧٢	نسبتاً حساس (زياد)	٤/٥٠٠
٤	٥-١-٢	زياد	٢٠٠/٠٠٠	كم	٠/١٠٠	نسبتاً حساس (زياد)	٥/٦٧٠
٥	١-١-١	زياد	١٥٦/٦٦٣	كم	٠/٩١٥	حساس (خيلي زياد)	٣/١٢٤
٦	٢-١-١	متوسط	٥٦/١٠٤	كم	١/٠٣٧	حساس (خيلي زياد)	٣/٢١٥
٧	٥-١-٤	زياد	٢٠٠/٠٠٠	كم	٠/١٠٠	مقاوم (كم)	١٢/٢١٥
٨	٣-١-١	كم	١٠/٧٠٤	كم	١/١٤٥	حساس (خيلي زياد)	٣/١٨٣
٩	٥-١-٣	زياد	٢٠٠/٠٠٠	كم	٠/١٠٠	حساسيت متوسط (متوسط)	٧/٠٠٠
١٠	٣-٣-١	كم	٥/٦٩٤	زياد	٥/٠٧٨	حساس (خيلي زياد)	٣/٠٠٠
١١	٣-٢-١	كم	٩/٠٨٠	متوسط	٢/٨٢٧	حساس (خيلي زياد)	٣/٠٠٠
١٢	٣-٤-١	كم	٥/٠٩١	خيلي‌زياد	١٧/٣١٠	حساس (خيلي زياد)	٣/٠٠٠
١٣	٤-٣-١	خيلي‌كم	٠/٤٣٦	زياد	٥/٧٦١	حساس (خيلي زياد)	٣/٠٣٦
١٤	٤-٤-١	خيلي‌كم	٠/٥٩٢	خيلي‌زياد	٢٣/٣٩٣	حساس (خيلي زياد)	٣/٠١٨
١٥	٤-٢-١	خيلي‌كم	٠/٤٥٣	متوسط	٣/٢٤٧	حساس (خيلي زياد)	٣/٠٠٩



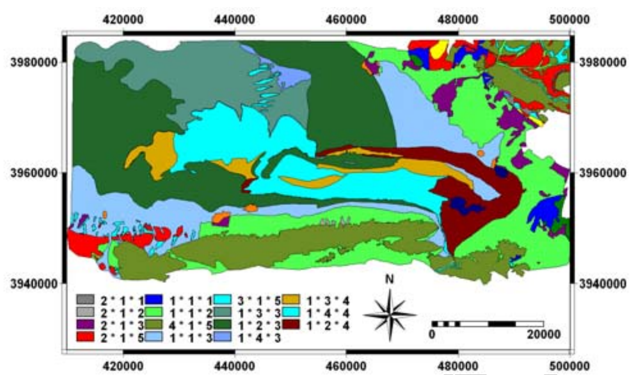
شکل ٥- نقشه‌ي پهنه‌بندي حساسيت‌پذيري واحدهاي سنگي نسبت به فرسايش در منطقه هدف



شکل ٦- پهنه‌بندي شوري در منطقه هدف



شکل ٧- نقشه پهنه‌بندي ضريب نفوذپذيري در منطقه هدف



شکل ٨- نقشه‌ي پهنه‌بندي شده منطقه مورد بررسی از نظر سه شاخص شوري، نفوذپذيري و حساسيت‌پذيري واحدهاي سنگي به فرسايش

تلفيق لايه‌هاي اطلاعاتي

با توجه به تعيين و ميزان کمي سه شاخص حساسيت‌پذيري نسبت به فرسايش، شوري و نفوذپذيري واحدهاي سنگي در هر يک از واحدهاي کاري در قالب اجزاي واحد اراضي، درکل مشتمل بر ١٥ واحد (جدول ٤) و با در نظر گرفتن اينکه درعمل بر پايه ويژگي‌هاي سه گانه بيان شده به شرح بالا به عنوان شاخص‌هاي ارزيابي و تعيين توان يا شدت بيابان‌زايي در منطقه مورد بررسی، واحد کاري با شماره کد ٥-١-٤ بدون علامت‌هاي بيابان‌زايي از ديدگاه شاخص‌هاي يادشده بوده و واحد کاري با شماره کد ٤-٤-١ داراي بيشترين علامت‌هاي بيابان‌زايي در منطقه مي‌باشد. از آنجايي که مشخص نمودن شدت يا توان بيابان‌زايي ديگر واحدها در همخوانی و مقايسه با دو واحد بدون علامت‌هاي بيابان‌زايي و بياباني شده در منطقه مورد بررسی با توجه به ترکيب‌هاي متفاوت با به کارگيري رابطه‌هاي رياضي يا آماري محض ميسر نمي‌باشد، از اين رو از اصول و مفاهيم منطق و رياضيات مرحله‌ای به منظور دستيابي به نتيجه مورد نظر بهره‌گيري شده است.

در روش مرحله‌ای با توجه به نظريه مجموعه‌هاي مرحله ای لازم است اقدام به تعيين درجه عضويت هر عضو در يک زير مجموعه مانند زير مجموعه A از مجموعه مرجع مي‌شود که داراي مرزهاي به‌کلی مشخص مي‌باشد که به شرح رابطه زير قابل ارائه است (جانگ و همکاران[1]، ١٩٩٢؛ اصغرپور، ١٣٧٧ و مصطفايي، ١٣٨٠).

١- Juang et al

$$A = \{x, \mu A(x)\} \quad (1)$$

كه در آن:

A: زير مجموعه مرحله‌ای، x عضوي از مجموعه مرجع (μ) و μA (x) درجه وابستگي مرحله‌ای A است. در اين پژوهش نظر به لزوم تعيين وزن مشاركتي عامل‌ها موثر در بيابان‌زايي و به منظور تعيين ارزش قطعي مشاركت عامل‌ها برای طبقه‌بندي شدت يا توان بيابان‌زايي بر پايه مشخص شدن ميزان كمي يا عددي هر يک از شاخص‌ها از سيستم وزن دهي مبتني بر نظريه اطلاع[1] به شرح رابطه ۲ استناد شده است (اصغرپور، ١٣٧٧).

$$W_i = 1 - e^{-2(I)} \quad (2)$$

كه در آن:

I معيار اطلاع متقابل و W_i ارزش وزني عامل مورد نظر است.

با شرح مطالب بالا برای جهت دستيابي به رابطه يا تابع عضويت مرحله‌ای از رابطه ۳ به شرح زير استناد شده است (قدوسي، ١٣٨٢):

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \dfrac{x-a}{b} \\ 1 & \end{cases} \quad (3)$$

كه در آن:

μ (x) تابع عضويت مرحله‌ای، x ميزان متغير مستقل، a فاصله طبقه‌های داده‌ها و $b=X_{max}-h$ است كه در آن نيز X_{max} بيشينه ميزان كمي ديده شده مربوط به هر يک از شاخص‌ها و h از رابطه ارائه شده توسط استورجس[2] تحت عنوان قانون استورجس بنابه رابطه های ۴ و ۵ به شرح زير محاسبه مي‌شود:

$$h = \frac{R}{K} = \frac{X_{max} - X_{min}}{K} \quad (4)$$

$$K = ۱ + ۳/۳ \log N \quad (5)$$

كه در آن N شمار يا حجم و R فاصله بين كمينه و بيشينه ميزان‌های اندازه‌گيري يا ديده شده مي‌باشد.

بر اين پايه محاسبه‌ها انجام شد كه نتايج در جدول‌های ۵ و ٦ ارائه شده است.

با دستيابي به ميزان كمي برای تعيين شدت بيابان‌زايي در منطقه مورد بررسی به شرح جدول ٦ به منظور تهيه نقشه پهنه‌بندي شدت بيابان‌زايي با توجه به مشخص بودن امتيازهای مربوط به هر يک از طبقه‌ها از تابع‌های جمع، ضرب و گاماي مرحله‌ای مربوط به عملگرهاي γ=۰/۲، γ=۰/۵ و γ=۰/۸ بهره‌گيری شد (بنهام ـ كارتر[3]، ١٩٩٦).

نتايج

پس از تهيه نقشه پهنه‌بندي بيابان‌زايي با انواع عملگرها، اقدام به مشخص نمودن مناسب‌ترين پهنه‌بندي شد. به منظور ارزيابي مدل‌ها نخست اقدام به تهيه نقشه‌اي تحت عنوان نقشه شاهد شد، چنين نقشه‌اي با توجه به مشخص بودن واحدهاي داراي بيشترين و كمترين علامت بيابان‌زايي از نظر معيار زمين‌شناسي در محيط نرم‌افزار ILWIS 3.3 تهيه شد. اين نقشه شامل سه پهنه مي‌باشد، پهنه‌هاي داراي بيشترين و كمترين علايم بيابان‌زايي كه به ترتيب با كدهاي صفر (۰) و يک (۱) به نمايش درآمده‌اند و پهنه‌اي كه در حقيقت بدون طبقه مشخص شدت بيابان‌زايي بوده و با كد دو (۲) به نمايش در آمده است (شكل ۹).

آنگاه از راه روي هم گذاري و تقاطع هر يک از نقشه‌هاي پهنه‌بندي شده شدت بيابان‌زايي (از نظر معيار زمين‌شناسي) بدست آمده از عملگرهاي γ=۰/۲، γ=۰/۵ و γ=۰/۸ با نقشه شاهد در محيط نرم افزاري ILWIS 3.3 و از راه تابع Cross اقدام به مشخص نمودن همپوشاني طبقه‌های داراي بيشترين و كمترين مشكل شد (جدول ۷).

۱- Information theory

۲- Sturges Rule

۳- Bonham - Carter

جدول ۵- نتايج محاسبه امتياز طبقه‌های مختلف شدت يا توان بيابان‌زايي

شماره رديف	عامل سهيم در بيابان‌زايي	حدود تغييرهای کمي	وضعيت کيفي بر پايه شاخص کمي هر عامل	تابع عضويت مرحله‌ای x	تابع عضويت مرحله‌ای $\mu(x)$	ارزش عضويت (I)	ارزش وزني (W_i)	امتياز هر طبقه يا کلاس ($\bar{s}$)	طبقه توان بيابان‌زايي
۱	ميزان حساسيت واحد سنگي به فرسايش (E) (بدون بعد)	۳-۳/۲۱۵	خيلي زياد	۳	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۱۸	۰/۸۲	I
				۳/۰۰۹	۰/۱۱				
				۳/۰۱۸	۰/۱۱				
				۳/۰۳٦	۰/۱۱				
				۳/۱۲٤	۰/۱۲				
				۳/۱۸۳	۰/۱۳				
				۳/۲۱۵	۰/۱۳				
		۳/۲۱۵-۵/٦۷۰	زياد	٤/۵۰	۰/۲۵	۰/۳۰	۰/٤۵	۰/۵۵	II
				۵/٦۷	۰/۳۷				
		۵/٦۷-۷	متوسط	۷	۰/٤۹	۰/٤۹	۰/٦۲	۰/۳۸	III
		۷-۱۲/۲۱۵	کم	۱۲/۲۱۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۸٦	۰/۱٤	IV
۲	ميزان شوري (S) (ميلي‌موس بر سانتي‌متر)	۵/۷٦۱-۲۳/۳۹۳	خيلي زياد	۲۳/۳۹۳	۰/۰۰	۰/۱٦	۰/۲۸	۰/۷۲	I
				۱۷/۳۱۰	۰/۳۳				
		۳/۲٤۷-۵/۷٦۱	زياد	۵/۷٦۱	۰/۹۵	۰/۹٦	۰/۸۵	۰/۱۵	II
				۵/۰۷۸	۰/۹۸				
		۱/۱٤۵-۳/۲٤۷	متوسط	۳/۲٤۷	۱/۰۵	۱/۰۰	۰/۸٦	۰/۱٤	III
				۲/۸۲۷	۱/۱۰				
		۰/۱۰۰۰-۱/۱٤۵	کم	۱/۱٤۵	۱/۲۰	۱/۲۰	۰/۹۱	۰/۰۹	IV
				۱/۰۷۲	۱/۲۰				
				۱/۰۳۷	۱/۲۰				
				۱/۰۰	۱/۲۰				
				۰/۹۱۵	۱/۲۰				
				۰/۸۷۵	۱/۲۰				

				۰/۷۵۵	۱/۲۰				

ادامه جدول ۵- نتايج محاسبه امتياز طبقه‌هاى مختلف شدت يا توان بيابان‌زايي

شماره رديف	عامل سهيم در بيابان‌زايي	حدود تغييرهاى کمي	وضعيت کيفي بر پايه شاخص کمي هر عامل	تابع عضويت مرحله‌اى x	تابع عضويت مرحله‌اى $\mu(x)$	ارزش عضويت (I)	ارزش وزني (W_i)	امتياز هر طبقه يا کلاس ($\bar{s}$)	طبقه توان بيابان‌زايي
۳	ضريب نفوذپذيري (P) (متر در روز)	۲۰۰-۱۵۶/۶۶۳	خيلي زياد	۲۰۰	٤/۷۷	۱/۰۰	۰/۸۶	۰/۱٤	IV
		۱۵۶/۶۶۳-۵۷/۸۱۰	زياد	۱۵۶/۶۶۳	۳/۷۱	۰/۹۹	۰/۸۶	۰/۱٤	III
				۱۳۷/۲۵۱	۳/۲٤				
		۵۷/۸۱۰-۱۰/۷۰٤	متوسط	۵٦/۱۰٤	۱/۲۵	۰/۹۱	۰/۸۳	۰/۱۷	II
		۱۰/۷۰٤-۰/٤۳٦	کم	۱۰/۷۰٤	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۹۱	I
				۱۰/۵٤۰	۰/۱٤				
				۹/۰۸۰	۰/۱۰				
				۵/٦۹٤	۰/۰۲				
				۵/۰۹۱	۰/۰۰۷				
				۰/۵۹۲	۰/۰۰				
				۰/٤۵۳	۰/۰۰				
				۰/٤۳٦	۰/۰۰				

جدول ۶- خلاصه نتايج تلفيقي طبقه‌بندي شدت بيابان‌زايي در منطقه پژوهش بر پايه داده‌هاي جدول ۵

طبقه	حدود تغييرات امتيازات	ميانگين امتيازات ($\bar{S}$)	شدت يا توان كمي بيابان‌زايي	شدت يا توان كيفي بيابان‌زايي
I	۰/۷۲-۰/۹۱	۰/۸۱	۷۵-۱۰۰	خيلي زياد
II	۰/۳۸-۰/۷۲	۰/۵۵	۵۰-۷۵	زياد
III	۰/۱٤-۰/۳۸	۰/۲٦	۲۵-۵۰	متوسط
IV	۰/۰۹-۰/۱٤	۰/۱۱	۰-۲۵	كم

جدول ۷- ميزان همپوشاني عرصه‌هاي پيشنهادي (نقشه‌هاي حاصل از اپراتورهاي γ=۰/۲، γ=۰/۵ و γ=۰/۸ با عرصه‌هاي كنترل (نقشه‌ي شاهد)

نام واحد	گستره همپوشاني نقشه حاصل از اپراتور γ=۰/۲ با نقشه‌ي شاهد (هكتار)	گستره همپوشاني نقشه حاصل از اپراتور γ=۰/۵ با نقشه‌ي شاهد (هكتار)	گستره همپوشاني نقشه حاصل از اپراتور γ=۰/۸ با نقشه‌ي شاهد (هكتار)
0.I	-	۳۸٤٤۹	۳۸٤٤۹
1.IV	٤۵۳۷۱	٤۵۳۷۱	٤۵۳۷۱

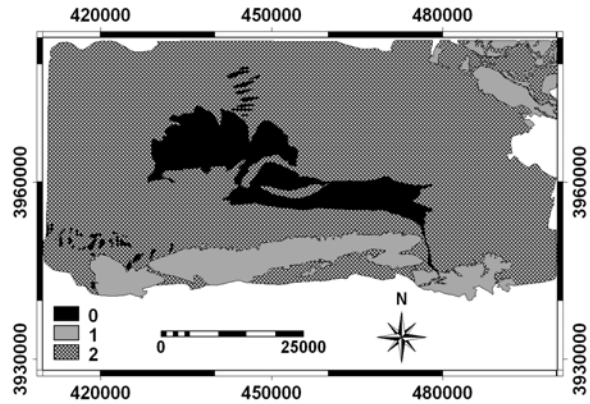
با توجه به اينكه نقشه بدست‌آمده از عملگر $\gamma=۰/۲$ بدون پهنه داراي بيشترين علامت بياباني زايي مي‌باشد، نقشه مناسبي نبوده و كنار گذاشته مي‌شود اما از آنجا كه گستره پهنه‌هاي داراي بيشترين و كمترين علامت بيابان‌زايي در نقشه شاهد در نقشه‌هاي بدست‌آمده از عملگر $\gamma=۰/۵$ و $\gamma=۰/۸$ به طور يكسان وجود دارد لذا براى دستيابى به نتيجه و گزينش بهترين نقشه اقدام به محاسبه خطاي نسبي برابر رابطه ٦ شد (جدول ۸).

$$\text{خطاي نسبي} = \frac{\text{گستره برآورد شده} - \text{گستره ديده شده}}{\text{گستره ديده شده}} \qquad (٦)$$

با توجه به خطاي نسبي بدست‌آمده مشخص شد كه نقشه بدست آمده از عملگر $\gamma=۰/۸$ داراي كمترين خطاي نسبي بوده و به عنوان بهترين نقشه براى پهنه‌بندي شدت يا توان بيابان‌زايي از نظر معيار زمين‌شناسي در منطقه‌ي هدف شناخته مي‌شود (شكل ۱۰).

جدول ۸- محاسبه خطاي نسبي نقشه‌هاي بدست‌آمده از عملگر γ=۰/۲، γ=۰/۵ و γ=۰/۸ نسبت به نقشه شاهد بر پايه گستره واحدهاي داراي بيشترين و كمترين علامت‌هاى بيابان‌زايي

نام طبقه	gamma = ۰/۲		gamma = ۰/۵		gamma = ۰/۸	
	گستره (هكتار)	خطاي نسبي	گستره (هكتار)	خطاي نسبي	گستره(هكتار)	خطاي نسبي
I	۰	۱	٤۱۲۲۸	۰/۰۷۲	٤۱۲۲۸	۰/۰۷۲
IV	۱۷۲۸۴۷	۲/۸۰۹	۱۳۰٤۳۳	۱/۸۷٤	٤۵۵٤۸	۰/۰۰٤

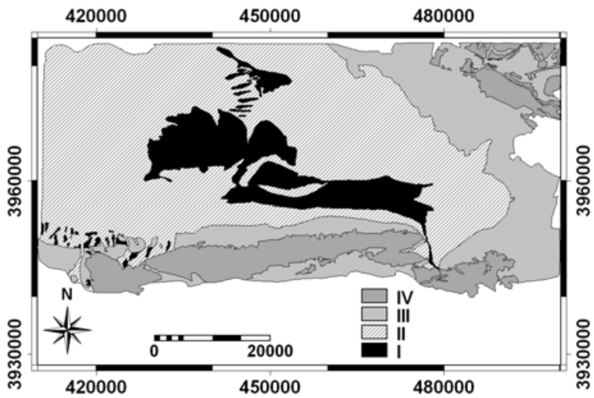


شكل ۹- نقشه شاهد
(اين نقشه به عنوان عرصه كنترل تلقي مي‌شود)

بحث

نتـايج ارزيـابی و از مقايـسه نقـشه‌هـاي بدسـت‌آمـده از عملگرهاي مختلف با نقشه شاهد به عنوان عرصه كنتـرل و شامل كمينه و بيشينه شدت بيابان‌زايي اندازه‌گيـري شـده در منطقه مورد بررسی (شكل ۹) بيانگر اين واقعيـت اسـت كه مناسب‌ترين تابع مرحله‌ای برای پهنـه‌بنـدي شـدت يـا توان بيابان‌زايي در منطقه مورد بررسی و جاهای همانند آن تابع گاماي مرحلـه‌ای ۰/۸ مـي‌باشـد (شـكل ۱۰). گـستره مربوط به هر يک از پهنه‌هاي توان بيابان‌زايي منطقه مـورد بررسی از نظر معيار زمين‌شناسي در جدول ۹ آمـده اسـت. لازم به يادآوری است كه برخي از بررسی‌های صورت گرفته پيـــشين عملگـــر gamma = ۰/۱ تـــا gamma = ۰/۳ (حامدپناه و همكاران، ۱۳۷۹) و اپراتور ضرب جبري مرحله ای gamma = ۰/۱ و gamma =۰/۲ (سلطاني، ۱۳۸۱) از مدل Fuzzy Logic را برای تعيين جاهای مستعد پخش سـيلاب مناسـب دانـسته‌انـد، همچنـين قدوسـي (۱۳۸۲) مناسب‌ترين روش برای پهنه‌بندي خطر فرسايش خندقي را بهـره‌گيـری از عملگـر گامـاي مرحلـه‌ای بـا لحـاظ gamma = ۰/۸ معرفي مي‌كند.

تقاطع و رويهم گذاري نقشه پهنـه‌بنـدي تـوان يـا شـدت بيابان‌زايي از نظر معيار زمين‌شناسي در منطقه مورد بررسی بدست‌آمده از عملگر gamma=۰/۸ (شـكل ۱۰) بـا نقـشه



شكل ۱۰: نقشه پهنه‌بندي شدت بيابان‌زايي از نظر معيار زمين‌شناسي در منطقه هدف در عملگر γ =۰/۸

زمـين‌شناسـي منطقـه مـورد بررسـی (شـكل ۳) از راه بـه كارگيري تابع Cross نرم افزار ILWIS 3.3 و تهيه نقشه مربوطه، توان واحدهاي سنگي را از ديدگاه توان بيابان‌زايـي در منطقه مورد بررسی نشان مي‌دهد (جدول ۹ را ملاحظـه فرماييد).

شدت يا توان بيابان‌زايي واحـدهاي سـنگي منطقـه مـورد بررسی در جدول ۹ نشان داده شده است. همان طوري كـه از جدول مشخص مي‌باشد برخي از واحدهاي سنگي در سه رده، برخي در دو رده و برخي ديگـر نيـز در يـک رده قـرار گرفته‌اند. علت حضور يک واحد سنگي در دو يا سـه رده را مي‌توان به اين دليل عنوان نمود كه هرچه واحد سنگي بـه سازندهاي تبخيري نزديک‌تر بوده و يا از نظر زمـين‌ريخـت شناختی به منطقه‌های با شيب كمتر و داراي سـطح سـفره ي آب زيرزميني بالا نزديک‌تر باشد و همچنـين بـه لحـاظ افزايش دما و كاهش بارش ناشي از نزديكي به دشـت جـزء واحدهاي با توان بيابان‌زايي شديدتر تلقي مـي‌شـود. شـرح دقيق حضور واحدهاي سنگي در طبقه‌های مختلف توان يـا شدت بيابان‌زايي در زير آمده است:

* در طبقه I شدت يا توان بيابان‌زايي، واحد سـنگي Q^{al}، آبرفت رودخانه شور؛ Q^{c}، كفه رسي واقع در مركز دشـت و در مجاورت رودخانه شور و واحدهاي سـنگي Q_3^f، Q_2^t، و Q_2^f، مـشرف بـه دامنـه جنـوبي ارتفـاع‌هـای حلقـه دره مي‌باشند.

* در طبقه II شدت يا توان بيابان‌زايي، واحد سنگي Q^{al}، دشت سيلابي واقع در شمال منطقه مورد بررسی؛ Q^{c}، كفه رسي واقع در غرب ارتفاع‌های حلقه دره و واحدهاي Q_3^t، Q_2^t، Q_2^f، Q_1^t و Q_1^f واقع در دشت و شمال ارتفاع‌ها حلقه دره مي‌باشند.

* در طبقه III شدت يا توان بيابان‌زايي، واحد سنگي Q^{al}، آبرفت رودخانه كردان (واقع در شمال شرقي منطقه مورد بررسی) و واحدهاي Q_3^t، Q_3^f، Q_2^t، Q_2^f، Q_1^t و Q_1^f مشرف به دامنه‌هاي كوه‌هاي شمالي و جنوبي و دشت شرقي و شمال شرقي منطقه مورد بررسی مي‌باشند.

سپاسگزاری

از مساعدت‌ها و راهنمايي‌هاي ارزشمند دكتر مهدي شرفاء، زنده ياد دكتر جعفر غيوميان، مهندس محمدجعفر سلطاني، مهندس محمدكيا كيانيان، مهندس منصور حدادان، مهندس شهرام يوسفي، جناب آقاي مجيد خراساني، جناب آقاي رحماني و جناب آقاي نظرزاده و كادر آموزش دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران كمال تشكر و قدرداني را مي‌نماييم.

جدول ۹- توان واحدهاي سنگي از ديدگاه توان بيابان‌زايي در منطقه هدف

طبقه	شدت يا توان كيفي بيابان‌زايي	نام واحد سنگي	گستره واحد سنگي (هكتار)	گستره واحد سنگي (درصد)	گستره طبقه (هكتار)	گستره طبقه (درصد)
I	خيلي زياد	Q^{al}	۱۵۱۵۴	۴/۲۳	۴۱۲۲۸	۱۱/۵۰
		Q^{c}	۳۹۲۲	۱/۰۹		
		Q^{s}	۱۴۳۲۶	۴/۰۰		
		Q_3^f	۷۹۵	۰/۲۲		
		Q_2^t	۲۸۱	۰/۰۸		
		Q_2^f	۶۹۸	۰/۱۹		
		M^{msl}	۲۶۰۷	۰/۷۳		
		M^{sh}	۱۰۱۶	۰/۲۸		
		M^{mss}	۲۴۲۹	۰/۶۸		
II	زياد	Q^{al}	۳۳۶۷۲	۹/۳۹	۱۸۶۹۳۳	۵۲/۱۳
		Q^{c}	۴۲۳۳	۱/۱۸		
		Q_3^t	۱۰۸۰۲۸	۳۰/۱۲		
		Q_2^t	۱۷۴۸۷	۴/۸۸		
		Q_2^f	۸۵	۰/۰۲		
		Q_1^t	۱۸۲	۰/۰۵		
		Q_1^f	۴۸	۰/۰۱		
		M^{mc}	۳۲۸۳	۰/۹۲		
		M^{mg}	۸۴۶	۰/۲۴		
		M^{m1}	۱۵۷۶	۰/۴۴		
		M^{sc}	۱۲۰۳۸	۳/۳۶		
		M^{m}	۴۷۹۵	۱/۳۴		
		M^{mss}	۶۶۰	۰/۱۸		

ادامه جدول ۹- توان واحدهاي سنگي از ديدگاه توان بيابان‌زايي در منطقه هدف

طبقه	شدت يا توان كيفي بيابان‌زايي	نام واحد سنگي	گستره واحد سنگي (هكتار)	گستره واحد سنگي (درصد)	گستره طبقه (هكتار)	گستره طبقه (درصد)
III	متوسط	Q^{al}	۱۳۴۴	۰/۳۷	۸۴۸۸۵	۲۳/۶۷
		Q_3^t	۴۰۵۹۱	۱۱/۳۲		
		Q_3^f	۱۰۳۳۲	۲/۸۸		
		Q_2^t	۹۴۸۳	۲/۶۴		
		Q_2^f	۷۲۲۲	۲/۰۱		
		Q_1^t	۲۹۵	۰/۰۸		
		Q_1^f	۷۴۴	۰/۲۱		
		PLQ^c	۸۰۲۴	۲/۲۴		
		E^3	۱۴۴۸	۰/۴۰		
		E^4	۱۱۴	۰/۰۳		
		E^5	۵۲۸۸	۱/۴۷		
IV	كم	E^1	۱۲۳۱۷	۳/۴۳	۴۵۵۴۸	۱۲/۷۰
		E^2	۳۲۷۰۶	۹/۱۲		
		O^g	۵۲۵	۰/۱۵		

منابع

١- اصغرپور، جواد، ١٣٧٧. تصميم‌گيري‌هاي چند معياره. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

٢- حامد پناه، رامين و همكاران، ١٣٧٩. بررسي مكان پخش سيلاب با بهره گيری از پردازش تصاوير ماهواره‌اي و سيستم اطلاعات جغرافيايي. چكيده مقالات همايش كاربرد سنجش از دور و سامانه‌هاي اطلاعات جغرافيايي در بررسی مناطق بياباني، صفحه‌ي ٧.

٣- رجبي آلني، م.، ١٣٨٠. بررسي نقش زمين‌شناسي در بيابان‌زايي حوزه‌ي آبخيز مند. پايان‌نامه‌ي كارشناسي ارشد گروه احياي مناطق خشك و كوهستاني، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران.

٤- سرابيان، ليلا، ١٣٨١. بررسي علل شور شدن آب و خاک در دشت گنبد ـ آلاگل. پايان نامه‌ي كارشناسي ارشد رشته‌ي بيابان زدايي، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران.

٥- سلطاني، محمدجعفر، ١٣٨١. ارزيابي اراضي به منظور مكان يابي عرصه‌هاي مستعد اجراي عمليات پخش سيلاب در محيط GIS (بررسی موردي ـ حوزه‌ي آبخيز سمل). پايان نامه‌ي كارشناسي ارشد رشته مهندسي عمران، سيستم اطلاعات جغرافيايي (GIS)، دانشگاه صنعتي خواجه نصيرالدين طوسي، ١٠٨ صفحه.

٦- طهماسبي، اصغر، ١٣٧٧. بررسي عوامل موثر در شور شدن آب و خاک و گسترش بيابان در حوزه‌ي رودخانه‌ي شور اشتهارد. پايان نامه‌ي كارشناسي ارشد رشته‌ي بيابان زدايي، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران، ١٥٥ صفحه با ضمايم.

٧- فيض نيا، سادات، ١٣٧٤. مقاومت سنگ‌ها در مقابل فرسايش در اقاليم مختلف ايران. مجله‌ي منابع طبيعي ايران، شماره‌ي ٤٧، صفحه ١١٦-٩٥.

۸- فيض نيا، سادات، ۱۳۷٦– الف. بيابان‌زايي ناشي از ويژگي‌هاي زمين‌شناسي ايـران، بررسـي‌ي مـوردي (گنبـدهاي نمكـي). مجله‌ي بيابان، جلد دوم، شماره‌هاي ۱، ۲، ۳ و ٤، صفحات ۵۸-٤۷.

۹- فيض نيا، سادات، ۱۳۷٦- ب، اثر گنبدهاي نمكي ايران در تخريـب منـابع طبيعـي، گـسترش اراضـي شـور و بيابـان‌زايـي، بررسي‌ي موردي حبله رود گرمسار. مجموعه مقالات دومين همـايش بيابـان‌زايـي و روش‌هـاي مختلـف بيابـان زدايـي، كرمـان، موسسه‌ي پژوهشات جنگل‌ها و مراتع، شماره‌ي انتشار ۷۵-۱۳۷٦، صفحات ۱۹۲-۱۸۵.

۱۰- فيض نيا، سادات، ۱۳۸۱. بررسي علل زمين‌شناسي بياباني شدن غرب حوزه مركـزي. موسـسه‌ي پژوهـشات جنگـل‌هـا و مراتع، شماره‌ي انتشار ۲۹٦-۱۳۸۱، ۱٦۵ صفحه.

۱۱- قدوسي، جمال، ۱۳۸۲. مدل سازي مورفولوژي فرسايش خندقي و پهنه‌بندي خطر آن (بررسي‌ي موردي در آبخيز زنجان رود). پايان‌نامه دكتري رشته‌ي علوم و مهندسي آبخيزداري، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران، ۳٦۸ صفحه با ضمايم.

۱۲- كاشكي، محمدتقي، ۱۳۷٦. بررسي روند شور شدن اراضي فارياب حاشـيه پلايـا، منطقـه‌ي روداب سـبزوار. پايـان‌نامـه‌ي كارشناسي ارشد رشته‌ي مديريت مناطق بياباني، مركز پژوهشات مناطق كويري و بياباني ايران، دانشگاه تهران.

۱۳- گرجي اناري، م.، ۱۳۷۲. تعيين فرسايش پذيري قسمت‌هايي از حوزه‌ي آبريز رودخانه‌ي آجي‌چاي و نقـش آن در شـوري آب‌هاي سطحي منطقه. پايان‌نامه كارشناسي ارشد خاكشناسي، دانشكده كشاورزي دانشگاه تهران.

١٤- مصطفايي، جواد، ۱۳۸۰. برآوردگر اطلاع متقابل بر پايه معيار استقلال مكـاني. پايـان نامـه‌ي كارشناسـي ارشـد رياضـي، دانشگاه تربيت مدرس.

15- Bonham-Carter, G.F., 1996. Geographic Information System for Geoscientists; Modelling with GIS. Computer methods in the Geosciences. Vol. 13, Pergamon, Elsevier Science Ltd. UK.

16- Bouwer, H., 1978. Groundwater Hydrology, New York: McGraw-Hill Inc.

17- Esenov, P.E. and K.R. Redjepbaeu, 1999. Desert Problems and Desertification in Central Asia, The Reclamation of Salin Soils, Springer Publishers, 239 p.

18- Kaushalya, Ramach and Ran, 1992. Monitoring the Impact of Desertification in Western Rajasthan Using Remote Sensing, Journal of Arid Environments 22, pp. 293-304.

19- Metternicht, Graciela, Zinck, Alfred, 1996. Modelling Salinity Alkalinity Classes for Mapping Salt-Affected Top soils in the Semi Arid Valleys of Coch Abamba (Bolivia), ITC Journal, Vol. 2.

20- Walton, C. W., 1970. Groundwater resource evaluation. MC-Graw. Hill, Inc., Kogakusha 664 p.

Investigation of geological criterion on land degradation in geomorphological units (Case study: Eastern part of Shoor river watershed)

S. Feiznia[*1], A. Salehpour Jam[2], H. Ahmadi[1] and J. Ghoddousi[4]
[1] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[2] M. Sc. Graduate, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[3] Assistant Prof., The Research Center of Soil conservation and Watershed Management, I. R. Iran
(Received: 07 April 2007, Accepted: 25 February 2008)

Abstract
Shoor river watershed has the area of 17000 km^2, 42% of the watershed is plain and the rest is pediment. In investigation of the effect of geological criterion on land degradation in geomorphological units, first a part of Shoor river watershed was selected on geological map in such a way that different consolidated and unconsolidated geological materials which are effective on land degradation and desertification are included. After determination of the studied area, the maps of slope and land uses were prepared and overlaid and the map of homogeneous units was prepared. In this research, three indices consisting of erodibility, salinity and permeability of rock units were chosen, by field and laboratory analyses and finally their classified maps were prepared, they were then overlaid and zonation map of the area according to the three indices were presented. Due to the fact that the determination of desertification intensity or potential in homogeneous units by using mathematical or statistical equations is not possible, therefore, the concept of fuzzy logic was used for zonation that after determination of the weight or value of the factors, fuzzy algebraic sum, fuzzy algebraic product and fuzzy gamma were used. The results obtained from the comparison of maps prepared using different fuzzy operators with a control map and maximum and minimum measured desertification in the studied region, has shown that the most suitable fuzzy operator for desertification potential or intensity in the studied area is 0.8 gamma fuzzy function. Finally by overlaying the zonation map of desertification intensity with respect to geological criterion and the geological map, different geological units were characterized based on their desertification effect.

Keywords: Desertification, Fuzzy logic, Geological criterion, Evidence map, Erodibility, Salinity, Permeability.

* Corresponding author: Tel: +98 261 2249313 , Fax: +98 261 2249313 E-mail: sfeiz@chamran.ut.ac.ir