

تحلیل رابطه ژئومورفولوژی با پوشش گیاهی با تاکید بر معادله خط خاک

لیلا کاشی زنوزی - دانشجوی دکتری بیابان زدائی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان
هایده آراء * - استادیار گروه بیابان زدائی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان
محمد رحیمی - دانشیار گروه بیابان زدائی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان

پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۹/۱۴ تأیید نهایی: ۱۳۹۷/۰۴/۲۷

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی رابطه واحدهای ژئومورفولوژی با پوشش گیاهی حوزه آبخیز زیلبرچای انجام یافته است. برای دستیابی به هدف تحقیق، با استفاده از عکس‌های هوایی، نقشه پوگرافی و تصاویر ماهواره لندست ۸ نقشه واحدهای ژئومورفولوژی استخراج و طی بازدیدهای میدانی تصحیح هندسی شدند و نوع واحدها مطابقت داده شد. نقشه پوشش گیاهی با استفاده از شاخص NDVI از تصاویر ماهواره لندست ۸ تهیه شد. معادله رگرسیونی خط خاک در هر یک از واحدهای ژئومورفولوژی با تاکید بر بازتاب باند مادون قرمز نزدیک و باند قرمز برآورد شد. سپس ضرایب همبستگی بین واحدهای ژئومورفولوژی، پوشش گیاهی و شیب معادله خط خاک با سطح معنی‌داری ۰/۰۱ درصد محاسبه شدند. پس از محاسبه ضرایب همبستگی به تفکیک برای هر یک از واحدهای ژئومورفولوژی، واحد Qt بیشترین همبستگی منفی با شیب خط خاک به میزان ۰/۹۴۸- و همبستگی مثبت با پوشش گیاهی به میزان ۰/۸۱+ داشت و واحد mic دارای با شیب خط خاک همبستگی معنی‌دار در سطح ۰/۰۱+ نداشت در حالیکه با پوشش گیاهی همبستگی مثبت ۰/۳۹+ را نشان داد. با توجه به نتایج تحقیق چنین استنباط شد که با رابطه معنی‌داری بین پوشش گیاهی و شیب معادله خط خاک و واحدهای ژئومورفولوژی برقرار است بطوری که با افزایش شیب خط خاک، پوشش گیاهی همبستگی منفی بیشتری خواهد داشت و واحدهای ژئومورفولوژی که مبین پوشش گیاهی منطقه نیز می‌باشند، بنا به یافته‌های تحقیق رابطه معکوس با شیب معادله خط خاک دارند.

واژگان کلیدی: رخساره ژئومورفولوژی، ضریب خط خاک، پوشش گیاهی.

مقدمه

تعیین درصد پوشش گیاهی در بررسی پدیده خشکسالی، خطر آتش‌سوزی (بورگان^۱ و همکاران، ۱۹۹۶) و سایر پدیده‌های موثر بر سطح زمین و جوامع انسانی نیز بسیار ضروری است. تغییر پوشش گیاهی به صورت مستقیم بر تعادل انرژی از طریق تاثیر بر تعرق گیاهان، آلودگی سطح، گسیل مندی و ناهموازی سطحی تاثیرگذار است (آمان^۲ و همکاران، ۱۹۹۲). با توجه به اهمیت تعیین درصد پوشش گیاهی و کاربردهای گوناگون آن، تاکنون روش‌های زیادی به منظور محاسبه این متغیر ارائه شده است به عنوان نمونه می‌توان به روش‌های برداشت میدانی و همچنین استفاده از تصاویر ماهواره‌ای اشاره نمود. تعیین درصد پوشش گیاهی با استفاده از روش‌های سنتی برداشت نه تنها دید کاملی از پوشش گیاهی منطقه ارائه نمی‌دهد، بلکه باعث صرف زمان و هزینه زیاد می‌شود. همچنین خطاهای انسانی در تعیین درصد پوشش گیاهی به روش‌های سنتی می‌تواند زیاد باشد. امروزه اطلاعات ماهواره‌ای یک دید جامع از نظر زمانی و مکانی از سطح زمین و پوشش‌های مختلف آن فراهم می‌کند (درویش‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱).

در طول چند دهه گذشته شاخص‌های مختلف پوشش گیاهی مشتق شده از بازتاب طول موج‌های مختلف تصاویر ماهواره‌ای (به طور عموم ترکیبی از باندهای مادون قرمز و مادون قرمز نزدیک)، به منظور تخمین خصوصیات بیوفیزیکی پوشش گیاهی مانند شاخص سطح برگ (LAI)، بیومس، رشد گیاه و درصد پوشش ارائه شده، که هر کدام بسته به شرایط منطقه مورد مطالعه، نتایج خوبی نشان داده‌اند (کای^۳ و همکاران، ۱۹۹۴؛ روندیکس^۴ و همکاران، ۱۹۹۶؛ هیوت^۵ و همکاران، ۱۹۹۷؛ روز^۶، ۱۹۷۴). طبق یافته‌های ریچاردسون^۷ و ویگ^۸ (۱۹۹۷) خط خاک، خط فرضی رگرسیونی در فضای طیفی بازتاب خاک در باندهای مادون قرمز و مادون قرمز نزدیک است و تغییرات طیفی خاک‌های لخت و دارای پوشش گیاهی را در تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد و می‌توان با استفاده از ضریب خط خاک در معادله رگرسیونی محاسبه شده پوشش گیاهی سطح خاک را تحلیل نمود (درویش‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱). از طرفی اکولوژی گیاهی مدرن بر نقش خصوصیات ژئومرفیک خاک در توسعه پوشش گیاهی تاکید ویژه‌ای دارد (شاو^۹ و کوپر^{۱۰}، ۲۰۰۸). بعبارتی دیگر، موجودات زنده از جمله گیاهان فرایندهای ژئومرفیک خاک و توسعه لندفرم‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهند (باتلر^{۱۱}، ۱۹۹۵) و برعکس، مثال‌های متعددی موجود است که چطور خصوصیات ژئومرفیک و شکل لندفرم‌ها بر توزیع موجودات زنده و پوشش گیاهی تاثیرگذار می‌باشند (پارکر^{۱۲} و بندیکس^{۱۳}، ۱۹۹۶). بنابراین برای درک صحیح تغییرات اکوسیستم‌های مناطق خشک نیاز به شناخت رابطه پویای بین پوشش گیاهی و ژئومورفولوژی می‌باشد.

۱ Burgan

۲ Aman

۳ Qi

۴ Rondeaux

۵ Huete

4- Rouse

۷ Richardson

۸ Wieg

۹ Shaw

۱۰ Cooper

۱۱ Butler

۱۲ Parker

۱۳ Bendix

به طور کلی تراکم پوشش گیاهی تحت تاثیر تنوع شرایط محیطی از جمله اقلیم، خاک، زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی است (آبیت^۱ و همکاران، ۲۰۰۶). در سال‌های اخیر، مطالعات سیستماتیک و علمی زیادی در زمینه تاثیر فرایندهای ژئومورفولوژی در پوشش گیاهی در بخش‌های مختلف دنیا انجام شده است (باتلر و همکاران، ۲۰۰۷ و مارستون^۲، ۲۰۱۰). لندفرم‌های ژئومورفولوژی و فرایندهای فرسایشی با تاثیر بر عوامل دیگر مانند خاک در ایجاد مکان‌های رویشی تاثیر بسزایی دارد (میرشفیعی، ۱۳۹۰). اشمیت^۳ و همکاران (۲۰۰۵) به بررسی روابط بین ژئومورفولوژی، خط درخت و بافت خاک در یک منطقه ساوان در ونزوئلا شرقی پرداختند. مطالعات آنها نشان داد که تراکم کلی درخت در بافت‌های شنی که دارای زهکشی بهتری هستند، بیشتر است. همچنین در سطح لندفرم‌های پایدارتر مانند دره‌های کوهرفتی تراکم درخت بیشتر است. وانگ^۴ و همکاران (۲۰۱۲) اثر عوامل توپوگرافی را بر تغییرات فضایی شاخص پوشش گیاهی NDVI در جزیره جیاتودونگ واقع در شرق چین مطالعه نمودند. نتایج نشان داد که ۳۸/۳ درصد واریانس NDVI توسط متغیرهای ژئومورفومتری قابل تبیین است. کپاد^۵ و تیخیل (۲۰۱۳) در بررسی رابطه متغیرهای ارتفاع، شیب و جهت دامنه با شاخص گیاهی NDVI در ناحیه اوتارکانادای هندوستان به این نتیجه رسیدند که مقادیر NDVI با افزایش ارتفاع تا ۶۲۵ متری افزایش یافته ولی از آن به بعد تا ۸۷۵ متری که بیشترین میزان ارتفاع منطقه بود، کاهش نشان داد. مکرم و ساتیامورتی (۲۰۱۶) جهت مدل‌سازی روابط میان لندفرم‌ها و پوشش گیاهی در جنوب غرب استان فارس به تحلیل روابط میان شاخص موقعیت توپوگرافی (TPI) و شاخص پوشش گیاهی NDVI پرداخته و به این نتیجه رسیدند که در کل همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شاخص NDVI و لندفرم‌ها ($r=0/64$) وجود داشت. قراچورلو و همکاران (۱۳۹۶) روابط بین ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی را در زیرحوزه‌های آبخیز ارسباران با استفاده از شاخص NDVI و بر اساس تحلیل روابط رگرسیونی مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های ایشان نشان داد ضرایب تعیین بالا، متوسط و پایین در روابط رگرسیونی پارامترهای ژئومورفیک با فراوانی پوشش گیاهی، گویای دامنه تغییرات شرایط محیطی یا همان پوشش گیاهی حوزه آبخیز می‌باشند. کاسالینی و همکاران (۲۰۱۷) روابط ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی را در محیط‌های خشک و نیمه‌خشک بر اساس روابط رگرسیونی بین عوامل خاک و پوشش گیاهی مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد دلیل استقرار و پراکنش گونه‌های گیاهی در لندفرم‌های مختلف بستگی به خصوصیات خاک آنها دارد.

با توجه به مطالب فوق انتظار بر این است که بتوان به منظور تحلیل تراکم پوشش گیاهی در هر یک از لندفرم‌های سطح زمین از ضرایب معادله خط خاک استفاده نمود. در این تحقیق با فرض روابط موجود بین لندفرم‌های سطح زمین و پوشش گیاهی از یک طرف و همچنین پوشش گیاهی و ضرایب خط خاک از سوی دیگر، ضرایب خط خاک در لندفرم‌های سطح حوزه آبخیز زیلبرچای بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز زیلبرچای با مساحت ۲۶۱۴۳۷ هکتار، بخشی از زیرحوضه آبریز قطورچای را تشکیل می‌دهد که این زیرحوضه نیز در حوزه آبخیز ارس واقع شده است. این محدوده در گستره جغرافیایی $30^{\circ} 5' 45''$ الی $06^{\circ} 06'$ طول شرقی و $38^{\circ} 16' 06''$

^۱ Abbate

^۲ Marston

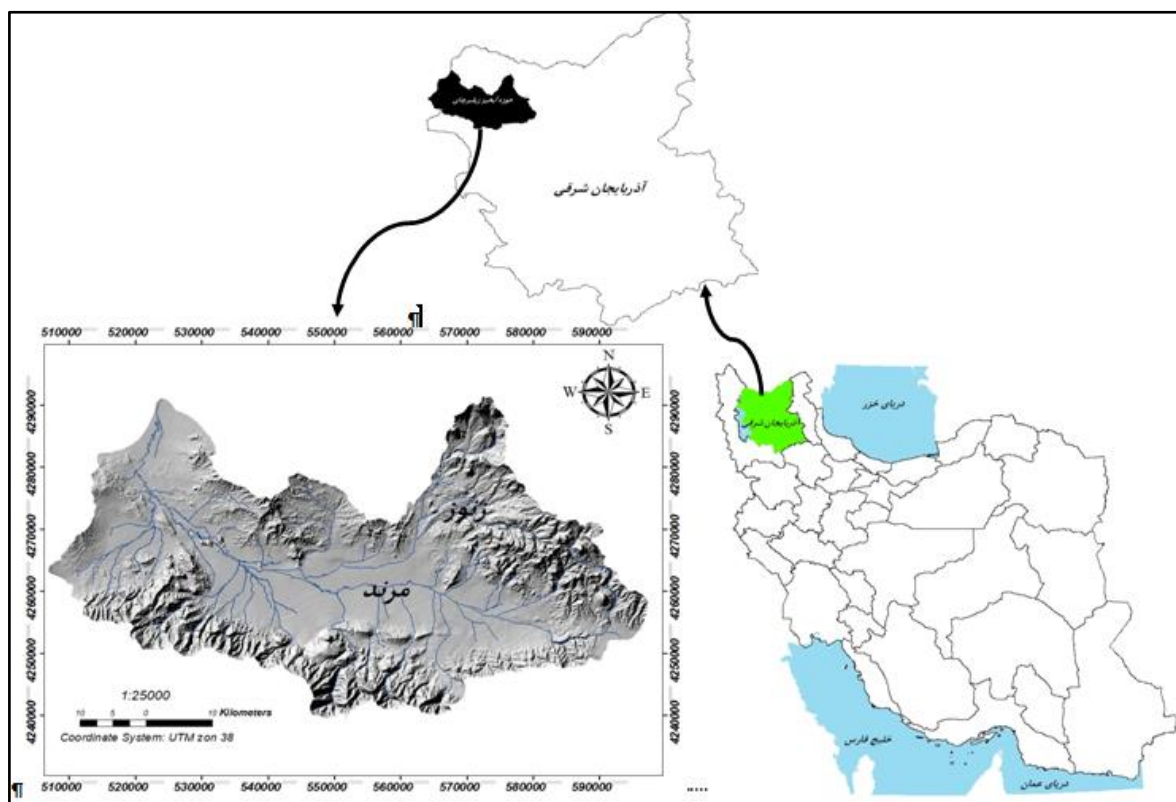
^۳ Smith

^۴ -Wang

^۵ Koppad

^۶ - Sathyamoorthy

الی $38^{\circ}46'45''$ عرض شمالی قرار گرفته است. (شکل ۱) ارتفاع متوسط این زیر حوضه $1517/6$ متر از سطح دریا می باشد. مطابق بررسی های به عمل آمده میزان متوسط سالانه بارندگی برای کل محدوده مطالعاتی $311/8$ میلی متر می باشد و بر اساس تقسیم بندی آمبرژه منطقه مورد مطالعه در محدوده مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارد. (طرح تفصیلی-اجرایی سازمان جنگل ها و مراتع کشور، ۱۳۹۰)



شکل ۱-محدوده جغرافیایی حوزه آبخیز زیلبرچای

داده های مورد نیاز

- تصاویر ماهواره لندست ۸ در سال های ۲۰۱۲ و ۲۰۱۸
- نقشه توپوگرافی حوزه آبخیز زیلبرچای برای تهیه مدل ارتفاع رقومی حوزه آبخیز
- نقشه زمین شناسی
- عکس های هوایی مربوط به عکس برداری سال ۱۳۷۵ با مقیاس ۱:۴۰۰۰۰
- نقشه واحدهای شکل زمین (تهیه شده طی طرح تفصیلی-اجرایی سازمان جنگلها و مراتع کشور در سال ۱۳۹۰
- نرم افزارهای EXCEL, Erdas Imagine9.02, ENVI5.3, Arc\GIS10.3, SPSS18.0

تعیین واحدها، تیپها و رخساره های ژئومورفولوژی

جمع آوری اطلاعات از منابع اطلاعاتی متفاوت همانند مدل ارتفاعی رقومی با دقت ۱۰ متر و تصاویر ماهواره لندست ۸ مربوط به سال ۲۰۱۲ و تلفیق آنها با بازدید میدانی و ترسیم آنها در محیط ArcGIS و نهایتاً با استفاده از منابع مورد استفاده نقشه ۱:۲۵۰۰۰ منطقه را ترسیم و در ArcGIS نمادگذاری گردید .

عکس های هوایی تهیه شده از سازمان نقشه برداری با مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ با ERDAS IMAGINE 9.2 استفاده از نرم افزار مربوط به عکس برداری سال ۱۳۷۵ به روش آفاین دوبعدی، اورتوفتو شده و با عینک های آنالیز و با تاکید بر اصول عملیات

که همان زبرجسته‌بینی، در منطقه همپوشانی هر زوج عکس تفسیر شدند و به صورت رقومی تهیه شدند. همچنین عامل متوسط ارتفاع هر زوج عکس هوایی است تصحیح گردید تا وضوح تصویر در منطقه همپوشانی بیشتر گردد. در مرحله بعد طی چندین مرحله بازدیدهای صحرائی، اطلاعات مربوط به هریک از نقاط شامل مختصات جغرافیایی، نوع به جدول اطلاعاتی *Arc/GIS* برداشت شدند و با استفاده از نرم‌افزار *GPS* رخساره‌های ژئومورفولوژیکی، با استفاده از دستگاه با نقشه‌ی ژئومورفولوژی قطع داده شدند تا اطلاعات *Arc/GIS* نقاط مزبور لینک شدند. این نقاط با استفاده از نرم‌افزار مشاهداتی به نقشه‌ی ژئومورفولوژی منتقل شوند و در نهایت محدوده و نوع واحدهای ژئومورفولوژی تصحیح و تدقیق شد.

تهیه نقشه پوشش گیاهی

برای تهیه نقشه پوشش گیاهی تصاویر ماهواره لندست ۸ مربوط به سال ۲۰۱۷ از سایت *Google Earth* تهیه و پیش‌پردازش تصاویر شامل تصحیحات هندسی و رادیومتریک انجام شد. با استفاده از شاخص *NDVI* با ترکیب باندهای ۴ و ۵ تصاویر ماهواره لندست ۸ پوشش گیاهی حوزه آبخیز زیلبرچای استخراج شده و در ۱۲ کلاس طبقه‌بندی شد. در مرحله بعد، اندازه‌گیری تاج پوشش گیاهان در منطقه مطالعاتی داخل یک منطقه معرف در طول خط ترانسکت انجام شده است. مراد از تاج پوشش سطح سایه اندازه هر گونه می‌باشد. برای این منظور از پلات‌های ۱×۱ متر با توجه به تنوع پوشش گیاهی و فرم ظاهری گیاهان استفاده گردید.

محاسبه شیب خط خاک در هر یک از واحدهای ژئومورفولوژی

به منظور محاسبه خط خاک در یک منطقه، نخست باید پیکسل‌هایی که دارای خاک لخت بوده و هیچ پوشش گیاهی ندارند جدا شوند. سپس ارزش پیکسل‌های جدا شده در باند قرمز و مادون قرمز استخراج و معادله رگرسیونی بین ارزش پیکسل‌ها در این دو باند محاسبه می‌شود. ضرایب معادله رگرسیون بیان‌کننده ضرایب خط خاک و شیب خط ترسیمی همان شیب خط خاک است. در این تحقیق به منظور محاسبه معادله خط خاک، واحدهای ژئومورفولوژی با تصاویر ماهواره انطباق داده شدند و در هر واحد ژئومورفولوژی تعداد ۶۰ پیکسل و در مجموع تعداد ۷۲۰ پیکسل خالص خاک با استفاده از موقعیت واحدهای ژئومورفولوژی استخراج و با ترسیم مقادیر بازتاب این پیکسل‌ها در محدوده باند قرمز و مادون قرمز نزدیک ضرایب خط خاک برای هر واحد ژئومورفولوژی محاسبه شد.

محاسبه ضریب همبستگی

برای بررسی نوع و شدت روابط بین واحدهای ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی منطقه و همچنین شیب خط ضریب همبستگی بین آنها محاسبه شد. بین مقادیر پوشش گیاهی و شیب خط خاک و واحدهای ژئومورفولوژی (پس از کدگذاری آنها) ضریب همبستگی پیرسون محاسبه شدند.

نتایج

در حوزه زیلبرچای غالب‌ترین واحد ژئومورفولوژی واحد کوهستان است که به مساحت ۱۱۶۶۱۷/۵ هکتار ۴۴/۶٪ کل حوزه را به خود اختصاص داده است. علاوه بر واحد کوهستان، دو واحد دشت و رودخانه و تپه ماهور با مرز مشخص در حوزه رخنمون دارند. در جدول ۱ به طور اجمالی هر کدام از واحدها، تیپ‌ها و رخساره‌های حوزه مورد بررسی ذکر شده است. شکل‌های ۲ تا ۵ برخی واحدها در حوضه مطالعاتی را نشان می‌دهند.

جدول ۱: واحدها، تیپها و رخساره‌های ژئومورفولوژیکی در حوزه زیلبرچای

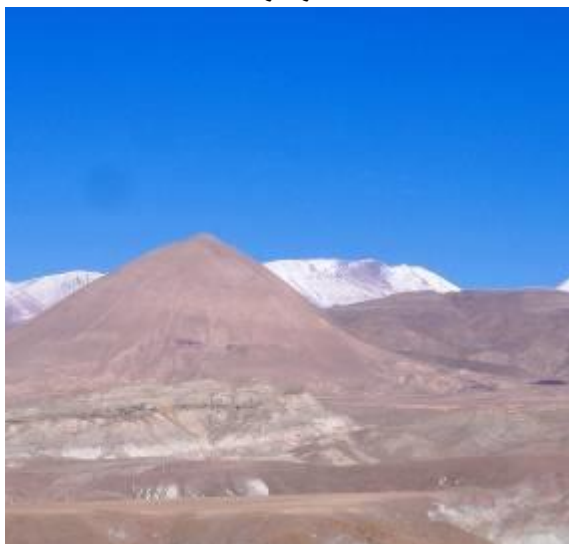
واحد	تیپ	رخساره
کوهستان	دامنه نامنظم با علامت i	<p>miö: دامنه‌های نامنظم با بیرون‌زدگی سنگی با هر دو شکل الگوی زهکشی موازی و شاخه‌ای و رخساره واریزه‌ای در مناطق کوهرفتی (پوشش مواد منفصل بین ۲۵ تا ۷۵٪)</p> <p>mic: دامنه‌های نامنظم با حداقل بیرون‌زدگی سنگی با الگوی زهکشی موازی و شاخه‌ای و پوشش ضخیم مواد کوهرفتی</p>
	دامنه منظم با علامت r	<p>mro: دامنه منظم در واحد کوهستان با رخنمون سنگی زیاد بین ۲۵ تا ۷۵٪ و الگوی زهکشی شاخه‌ای و موازی</p> <p>mrc: دامنه منظم در واحد کوهستان با پوشش ضخیم مواد منفصل با الگوی زهکشی شاخه‌ای و تراکم بوته و درختچه</p>
تپه ماهور	دامنه نامنظم با علامت i	<p>hic: دامنه نامنظم کوهرفتی با الگوی زهکشی دندریتی و شاخه‌ای با تراکم کم آبراهه‌ها</p> <p>hio: پهنه‌های با دامنه‌های نامنظم و برنزدگی سنگی و الگوی زهکش دندریتی و شاخه‌ای با تراکم متوسط (پوشش کولوویوم ۲۵ تا ۷۵ درصد)</p>
	دامنه منظم با علامت r	<p>hrc: دامنه منظم در واحد تپه ماهور با پوشش ضخیم مواد منفصل با الگوی زهکشی شاخه‌ای</p> <p>hro: پهنه‌های با دامنه‌های منظم و برنزدگی سنگی و الگوی زهکش دندریتی و شاخه‌ای با تراکم متوسط (پوشش کوهرفتی ۲۵ تا ۷۵ درصد)</p>
دشت و رودخانه	آبرفت‌های رودخانه‌ای	Qt: تراسهای مجاور رودخانه با منشاء آبرفتی و شیب ملایم
		Qal: رسوبات سیلابی کف رودخانه
		Qf: مخروط افکنه و یا مخروط افکنه‌های به هم پیوسته
		Qte: تراسهای قدیمی با ضخامت زیاد که در حال فرسایش بوده و الگوی زهکشی موازی دارند.
		Qs: پهنه‌های نمکی



شکل ۳: شوره زارهای واحد QS در جنوب روستای سعیدلو (سویدلو)



شکل ۲: رخساره کوهستان با دامنه منظم و برونزری سنگی (mro) کوه مگاته در شرق حوزه

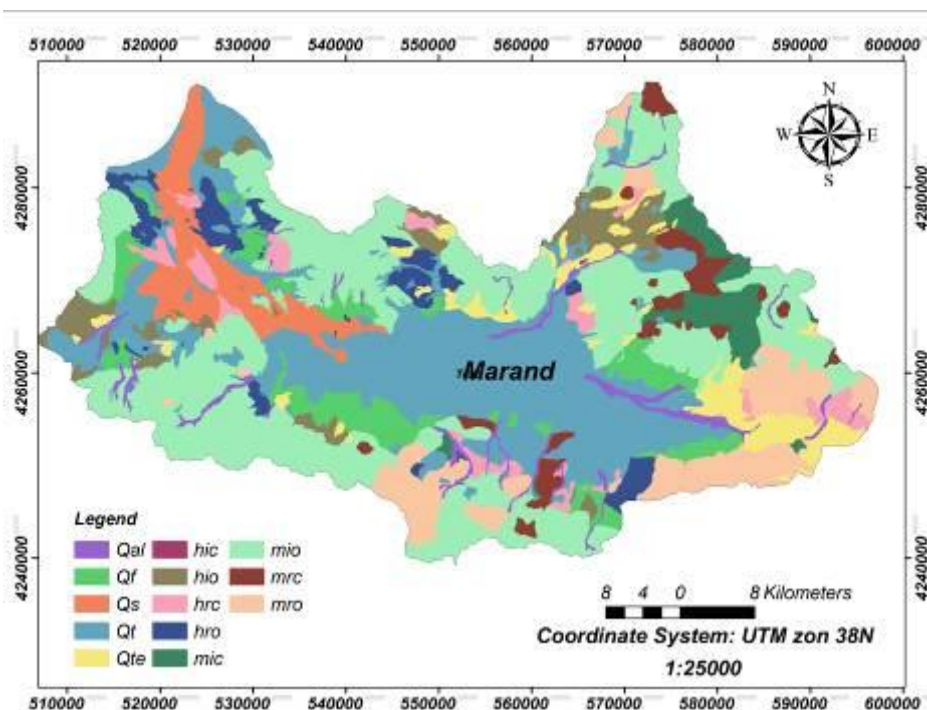


شکل ۵: رخساره دامنه منظم با پوشش کوهرفتی در واحد کوهستان (mrc)



شکل ۴: رخساره برونزگی با دامنه نامنظم در واحد تپه ماهور (hio) شمال زنوز

از آنجا که تهیه‌ی نقشه‌ی موضوعی با واقعیت صد درصد زمینی بسیار هزینه‌بر می‌باشد و صرفاً در کارهای علمی محض انجام‌پذیر است نقشه تهیه شده (شکل ۶) را که براساس بازدیدهای میدانی تدقیق شده است می‌توان به عنوان نقشه نهایی ژئومورفولوژی برای حوضه آبریز مورد مطالعه معرفی نمود.



شکل ۶: نقشه واحدهای ژئومورفولوژی حوزه آبخیز زیلبرچای

در این تحقیق با توجه به اطلاعات مورد نیاز و قابلیت تولید اطلاعات و در نظر گرفتن ابزار کار و مقیاس مورد مطالعه، کاربرد های مختلف اراضی تفکیک گردید. تعریف واحد های مختلف کاربرد اراضی که در نقشه کاربرد اراضی حوزه آبخیز زیلبر چای تفکیک شده اند به شرح زیر است.

اراضی مرتعی: این واحد شامل اراضی است که بنا به عرف و قانون به عنوان مرتع شناخته شده و در حال حاضر به مرتع اختصاص دارند. بعضا بخصوص در حاشیه اراضی زراعی، مساحت های محدودی (کمتر از ۵ هکتار به صورت پیوسته) به صورت زراعت آبی، باغ و اراضی دیم وجود دارد که با توجه به مقیاس مطالعه، قابل تفکیک نبوده اند اما در صورتی که سطح این اراضی ۲۵ درصد از واحد سطح را تشکیل می داده است به عنوان مرتع در نظر گرفته شده است. این اراضی در روی نقشه کاربری با علامت R مشخص شده اند (شکل ۷).

اراضی کشاورزی دیم: این واحد شامل اراضی است که به کشاورزی دیم اختصاص دارد. در مناطق کوهستانی این اراضی عمدتا به صورت دیم خالص می باشد و یا به صورت پراکنده اراضی مرتعی پراکنده در سطوح کوچک در سطح آنها مشاهده می گردد. ولی در ارتفاعات پایین در سطح این واحد بعضا اراضی پراکنده زراعت آبی و باغ و مجتمع های درختی نیز مشاهده می گردد که با توجه به سطح آنها و مقیاس کار امکان تفکیک آنها وجود نداشته است. این اراضی در روی نقشه کاربری با علامت DF مشخص شده اند (شکل ۷).

اراضی کشاورزی آبی: این واحد شامل اراضی است که به کشاورزی آبی اختصاص دارد. در مناطق کوهستانی این اراضی عمدتا به صورت پراکنده و در سطح کم گسترش دارد. در ارتفاعات پایین و در بخش دشتی، بخصوص در بخش سرآب حوزه سطح این اراضی وسیع و بعضا اراضی پراکنده باغ و مجتمع های درختی در سطح آنها گسترش دارد که با توجه به سطح آنها و مقیاس کار امکان تفکیک آنها وجود نداشته است. در بخش دامنه ای حوزه این اراضی تقریبا به صورت مخلوط با اراضی کشاورزی آبی گسترش یافته است. این اراضی در روی نقشه کاربری با علامت IRF مشخص شده اند (شکل ۷).

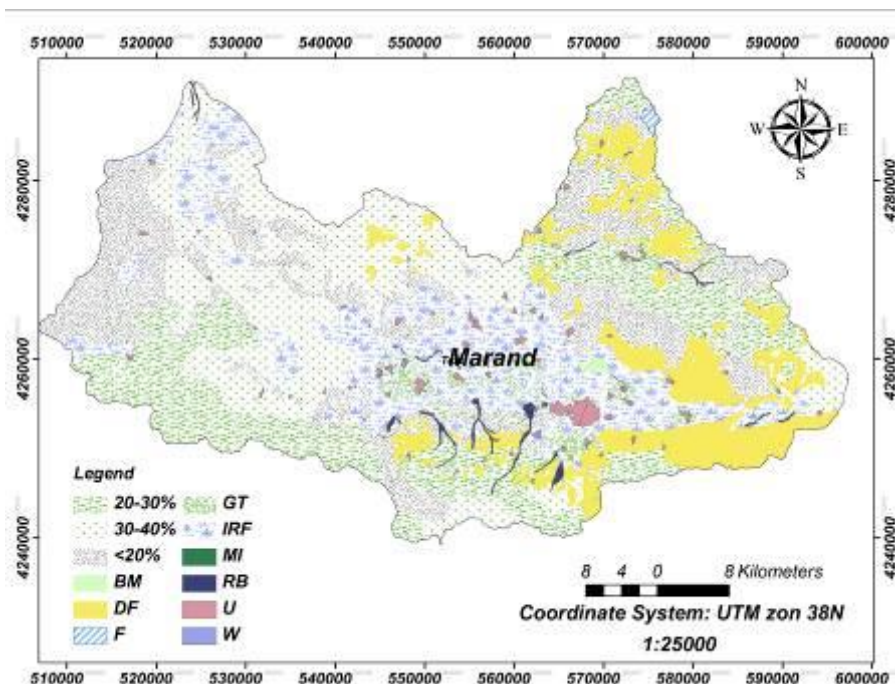
باغ و مجتمع های درختی: این واحد شامل آن دسته از اراضی زراعی است که با آب های سطحی و زیر زمینی آبیاری شده و به صورت باغ های دایر مورد بهره برداری قرار می گیرند. همچنین شامل آندسته از اراضی است که به صورت مجتمع های درختی (غیر متمر) گسترش یافته اند. با توجه به اینکه بیشتر این اراضی در حاشیه رودخانه ها و داخل دره ها گسترش دارند و با در نظر گرفتن قابلیت تفکیک اطلاعات ماهواره ای (لندست TM) مورد استفاده، تفکیک باغ ها و مجتمع های درختی ریز تر از نقشه ارائه شده میسر نبوده است. بنابراین این دو واحد به صورت مشترک ارائه شده است. این واحد در روی نقشه کاربری اراضی با علامت GT مشخص شده است (شکل ۷).

مناطق مسکونی و صنعتی: این اراضی شامل نواحی شهری بزرگ، مناطق روستایی و مناطق صنعتی با سطوح قابل تفکیک واقع در محدوده طرح می باشد و روی نقشه با علامت U مشخص شده است (شکل ۷). برکه یا دریاچه: سطوح پوشیده از آب که عمدتاً اراضی آبگرفته پشت سد های احداث شده را در شامل می شود. در روی نقشه کاربری این سطوح با علامت W مشخص شده است (شکل ۷).

مسیله: این واحد شامل اراضی داخل رودخانه های فصلی که معمولاً از شن پوشیده و فاقد پوشش گیاهی قابل قبول از نظر مرتع داری می باشند. این اراضی در روی نقشه با علامت RB مشخص شده است. (شکل ۷).

منطقه نظامی: اراضی که در حال حاضر به کاربری نظامی اختصاص دارد. این اراضی در روی نقشه با علامت Mi مشخص شده است. (شکل ۷).

محدوده کوره های آجرپزی: در نزدیکی شهر مرند (شمال - غربی)، منطقه نسبتاً وسیعی به احداث کوره های آجرپزی اختصاص یافته است. این واحد با علامت BM در روی نقشه کاربری مشخص شده است. لازم به ذکر اینکه، در سطح حوزه در نقاط دیگر نیز بعضاً کوره های آجرپزی وجود دارد ولی در سطوح محدود و کوره ها به صورت انفرادی می باشد. (شکل ۷).



شکل ۷: نقشه پوشش گیاهی حوزه آبخیز زیلبرچای

برای هریک از واحدهای ژئومورفولوژی شیب خط خاک به طور جداگانه محاسبه گردید. با افزایش تراکم پوشش گیاهی در واحدهای ژئومورفولوژی شیب خط خاک نیز افزایش یافته است (جدول ۲) که این امر بیانگر رابطه پوشش گیاهی بین تراکم پوشش گیاهی و شیب خط خاک با واحدهای ژئومورفولوژی منطقه است.

جدول ۲- میانگین تراکم پوشش گیاهی و معادله خط خاک در واحدهای ژئومورفولوژی

معادله خط خاک	میانگین تراکم پوشش گیاهی	نام اختصاری واحد ژئومورفولوژی
$Y=0.71x+10.34$ $R^2=0.84$	۴۹/۷	Mio
$y=0.45x+40.48$ $R^2=0.62$	۶۵/۰۶	hrc
$Y=0.61x+26.68$ $R^2=0.65$	۱۸/۴۵	hio
$Y=0.9x-12.4$ $R^2=0.87$	۳۳/۰۵	hic
$Y=0.71x+9.04$ $R^2=0.85$	۴۸	hro
$Y=0.8x+5.9$ $R^2=0.93$	۳۴/۸۶	mic
$Y=0.7x+14.84$ $R^2=0.86$	۴۴/۷۳	mrc
$Y=0.68x-13.11$ $R^2=0.87$	۳۲/۲۱	mro
$Y=0.72x+10.12$ $R^2=0.90$	۴۰/۶۸	Qte
$Y=0.55x+33.15$ $R^2=0.82$	۳۸/۰۵	Qs
$Y=0.69x+15.33$ $R^2=0.67$	۴۰/۲۵۶	Qal
$Y=0.6x+25.85$ $R^2=0.65$	۴۱/۶۳	Qf
$Y=0.49x+49.71$ $R^2=0.69$	۶۷/۲۳	Qt

ضرایب همبستگی پیرسون بین پوشش گیاهی و شیب خط خاک در هر یک از واحدهای ژئومورفولوژی و به طور پراکنده با حداقل سه تکرار با موقعیت مکانی متفاوت، در سطح حوزه به تفکیک محاسبه شدند. از آنجا که رابطه معکوس بین پوشش گیاهی و شیب خط خاک وجود دارد، ژئومورفولوژی حوزه آبخیز زیلبرچای با پوشش گیاهی همبستگی مثبت و با شیب خط خاک همبستگی منفی را نشان داد. پس از محاسبه ضرایب همبستگی به تفکیک برای هر یک از واحدهای ژئومورفولوژی، واحد Qt بیشترین همبستگی منفی با شیب خط خاک به میزان -0.948 و همبستگی مثبت با پوشش گیاهی به میزان 0.81 داشت و واحد mic دارای با شیب خط خاک همبستگی معنی دار در سطح 0.01 نداشت در حالیکه با پوشش گیاهی همبستگی مثبت 0.39 را نشان داد (جدول ۳).

جدول ۳: ضریب همبستگی بین عامل شیب خط خاک و پوشش گیاهی در هر یک از واحدهای ژئومورفولوژی

پوشش گیاهی	شیب خط خاک	ضریب همبستگی	
۰/۷۱**	-۰/۸۵۶**	ضریب همبستگی	mio
۰/۰	۰/۰	Sig. (2-tailed)	
۲۸۸	۲۸۸	تعداد	
۰/۸۲**	-۰/۸۹۵**	ضریب همبستگی	hrc
۰/۰۹	۰/۰	Sig. (2-tailed)	
۱۰۳	۱۰۳	تعداد	
۰/۶۱**	-۰/۴۵**	ضریب همبستگی	hio
۱۱۲	۲۱۶	Sig. (2-tailed)	
۷۴	۷۴	تعداد	
۰/۷۲**	-۰/۶۵**	ضریب همبستگی	hic
۰/۰	۰/۰	Sig. (2-tailed)	
۸۴	۸۴	تعداد	
۰/۶۹**	-۰/۸۸۶**	ضریب همبستگی	hro
۰/۰	۰/۰	Sig. (2-tailed)	
۷۷	۷۷	تعداد	
۰/۳۹**	۰/۰۸۵ ^{ns}	ضریب همبستگی	mic
۰/۰	۰/۰	Sig. (2-tailed)	
۳۸	۳۸	تعداد	
۰/۴۹**	-۰/۸۶۶**	ضریب همبستگی	mrc
۰/۰۷	۴۸۰	Sig. (2-tailed)	
۷۲	۷۲	تعداد	
۰/۷۹**	-۰/۸۷۱**	ضریب همبستگی	mro
۰/۰	۰/۰	Sig. (2-tailed)	
۷۴	۷۴	تعداد	
۰/۸۲**	-۰/۹۲۸**	ضریب همبستگی	Qte
۰/۰	۰/۰	Sig. (2-tailed)	
۹۶	۹۶	تعداد	
۰/۵۷**	-۰/۶۷۹**	ضریب همبستگی	Qs
۰/۰	۰/۰	Sig. (2-tailed)	
۶۳	۶۳	تعداد	
۰/۸۱**	-۰/۹۰**	ضریب همبستگی	Qal
۰/۰	۰/۰	Sig. (2-tailed)	
۱۵۷	۱۵۷	تعداد	
۰/۸۷**	-۰/۹۰۸**	ضریب همبستگی	Qf
۰/۰	۰/۰	Sig. (2-tailed)	
۱۳۸	۱۳۸	تعداد	
۰/۸۱**	-۰/۹۴۸**	ضریب همبستگی	Qt
۰/۰	۰/۰	Sig. (2-tailed)	
۲۵۹	۲۵۹	تعداد	

** ضریب همبستگی در سطح یک درصد معنی‌دار است.

ns عدم معنی‌داری ضریب همبستگی در سطح یک درصد

همچنین واحد hio با شیب خط خاک و پوشش گیاهی به ترتیب ضریب همبستگی پیرسون $0/45-$ و $0/62+$ بدست آمد. واحد hio بیشتر سطوح شامل برونزدگی سنگی و فاقد پوشش گیاهی بوده است و همبستگی ضعیفتر نسبت به سایر واحدهای لندفرمها داشت.

بحث

نتایج تحقیق نشان داد واحدهای ژئومورفولوژی که پوشش گیاهی در آنها دارای تراکم بالاتری بودند همبستگی قوی تری با ضریب خط خاک داشتند. ژئومورفولوژی همبستگی مثبت با پوشش گیاهی داشت که یافته‌های محققین قبلی از جمله کاشی‌زنوزی و همکاران (۱۳۹۰)، متاجی و همکاران (۱۳۸۶) و صحتی و همکاران (۱۳۹۵) نیز موید همین مطلب هستند. واحد ژئومورفولوژی Qt (تراس‌های آبرفتی حاشیه رودخانه) با میانگین پوشش گیاهی $67/23$ بیشترین همبستگی منفی با ضریب خاک ($0/948-$) را نشان داد. این امر موید حمل رسوبات درشت دانه توسط جریان آب و ته نشینی آنها در اطراف مسیر آبراهه پتانسیل بیشتری جهت استقرار و بقای پوشش گیاهی ایجاد شده است. البته واضح است که درصد تراکم پوشش گیاهی بستگی به عوامل مرفومتری ابراهه دارد. عرض و عمق آبراهه بر قدرت حمل جریان و انتقال و ته نشینی رسوبات تاثیر بسزایی دارد. واحد hio (پهنه‌های با دامنه‌های نامنظم و برون‌زدگی سنگی) با میانگین پوشش گیاهی $18/45$ کمترین همبستگی منفی با ضریب خط خاک داشت. دامنه‌های جنوبی و آفتاب‌گیر با شیب بالای 20 درصد خشک‌تر از دامنه‌های شمالی هستند و مساحت واریزه‌های سنگی در آنها بیشتر است.

در مناطق خشک شاخص‌هایی که بازتاب خاک را در نظر می‌گیرند در مقایسه با سایر شاخص‌ها درصد پوشش گیاهی را با دقت بیشتری تخمین می‌زنند. ضریب همبستگی بین پوشش گیاهی و ضریب خط خاک در هر یک از واحدهای ژئومورفولوژی (جدول ۳) نشان داد که پوشش گیاهی کاملاً متأثر از ضریب خط خاک می‌باشد که یافته‌های درویش‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) نیز با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. واحدهای mio و hio به ترتیب با پوشش گیاهی همبستگی $0/72+$ و $0/62+$ و با ضریب خط خاک $0/856-$ و $0/45-$ داشتند و واحد mic با پوشش گیاهی همبستگی $0/39+$ و با ضریب خط خاک رابطه معنی‌دار نداشت در حالی که واحدهای Qal، Qte، Qf و Qt که دارای بیشترین همبستگی مثبت با پوشش گیاهی بودند به همان نسبت بیشترین همبستگی منفی با ضریب خط خاک برای آنها بدست آمد و همچنین در مقایسه با واحدهای mio و hio (دامنه نامنظم با بیرون‌زدگی سنگی) واحدهای hro، mro و mrc (دامنه منظم با پوشش ضخیم مواد) همبستگی منفی بیشتری با ضریب خط خاک نشان دادند. همچنین واحد Qs (پهنه‌های نمکی) با میانگین پوشش گیاهی 38 درصد همبستگی نسبتاً ضعیفی با پوشش گیاهی و ضریب خط خاک داشت. بنابراین ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی هر منطقه از قبیل خصوصیات خاک و پوشش رخساره‌های ژئومورفولوژی با توجه به ضریب خط خاک قابل پیش‌بینی هستند و تحقیقات صحتی و همکاران (۱۳۹۵) همسو با یافته‌های تحقیق حاضر است.

با توجه به مطالعات صورت گرفته به وسیله برخی از پژوهشگران، شاخص NDVI نمی‌تواند به خوبی بیانگر درصد پوشش گیاهی در مناطق خشک باشد و شاخص‌هایی که بازتاب خاک را در نظر می‌گیرند، با دقت بیشتری می‌توانند درصد پوشش گیاهی را (درویش‌زاده و همکاران، ۲۰۰۸) تخمین بزنند. لیکن همانطور که قبلاً اشاره شده است بسیاری از محققان از شاخص NDVI برای برآورد پوشش گیاهی سطح زمین استفاده می‌کنند. یافته‌های تحقیق نیز نشان می‌دهد هر کدام از رخساره‌ها که از پوشش گیاهی بهتری برخوردار هستند ضریب خط خاک همبستگی منفی بیشتری نیز دارند. در این تحقیق پوشش گیاهی که با استفاده از شاخص NDVI برآورد شده است صرفاً جهت بررسی رابطه پوشش گیاهی با ضریب خط خاک می‌باشد و تعیین دقیق تراکم پوشش گیاهی مد نظر نبوده است. شاخص NDVI بدون در نظر گرفتن عامل خاک، پوشش گیاهی را برآورد می‌کند. در حالی که شاخص‌های دیگر از قبیل SAVI و غیره با در نظر داشتن عامل خاک پوشش گیاهی را برآورد می‌کنند. با توجه به هدف تحقیق که بررسی رابطه عامل خاک با پوشش گیاهی بود ترجیحاً

از شاخص NDVI استفاده شده است که تنها پوشش گیاهی را به ما نشان دهد و بتوانیم میزان همبستگی رابطه پوشش گیاهی را با عامل خاک به صورت آماری بررسی کنیم. رخساره‌های دامنه منظم، در مقایسه با رخساره‌های دامنه نامنظم که از پوشش گیاهی بهتری برخوردارند به همان نسبت ضریب خط خاک در آنها همبستگی منفی‌تر است. عامل ضریب خط خاک معیاری برای کاهش اثرات خصوصیات طیفی خاک روی بازتاب‌های طیفی تاج‌پوشش است. بنابراین برای ارزیابی پوشش گیاهی با استفاده از سنجش از دور بهتر است از شاخص‌های اصلاح شده که ضریب خط خاک نیز در آنها اعمال شده است، از قبیل MSAVI, MCARI2, MTVI2 (علوی‌پناه، ۱۳۹۰) به کار گرفته شوند.

منابع

- درویش‌زاده، روشنگر، متکان، علی‌اکبر، حسینی اصل، امین، ابراهیمی خوسفی، محسن، ۱۳۹۰. درصد تخمین درصد پوشش گیاهی منطقه خشک ایران مرکزی با استفاده از تصاویر ماهواره‌های (مطالعه موردی: حوزه شیطان بافق). دوفصلنامه علمی پژوهشی خشکبوم، جلد ۲، شماره ۱، صص ۲۵-۳۸.
- علوی‌پناه، کاظم، ۱۳۹۰. اصول سنجش از دور نوین و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی. انتشارات دانشگاه تهران، ۷۸۱ص.
- قراچورلو، م، اسفندیاری، ف. و دلال‌اوغلی، ع، ۱۳۹۶. تحلیل رگرسیونی روابط بین ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی با تاکید بر مقیاس فضایی (مطالعه موردی، حوضه‌های آبخیز ارسباران: ناپشته‌چای، ایلگینه‌چای و مردانقل‌چای). پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۶(۲): ۷۹-۹۸.
- کاشی‌نوزوی، لیلا، سعادت، حسین، نامدار، محمد، ۱۳۹۰. بررسی رابطه‌ی ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک (مطالعه‌ی موردی: حوزه‌ی آبخیز شهرستان مرند). مجموعه مقالات هفتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، ۷-۸ اردیبهشت، اصفهان، ۷ص.
- صحتی، محمدطاهر، نوحه‌گر، احمد، اسماعیل‌پور، یحیی، غلامی، حمید، ۱۳۹۵. مطالعه بیوزئومورفولوژی سازندهای زمین‌شناسی مارنی با تاکید بر پوشش گیاهی (مطالعه موردی: شهرستان لامرد-استان فارس). دو فصلنامه علمی-پژوهشی خشکبوم، جلد ۶، شماره ۲، صص ۲۵-۳۸.
- متاجی اسدا...، بابایی کفایی، ساسان، ۱۳۸۶. بررسی جوامع گیاهی و شرایط فیزیوگرافیکی به منظور تهیه نيمرخ جوامع جنگلی شمال ایران (مطالعه موردی: جنگل خیرود کنار نوشهر). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد ۱۴، شماره ۳، صص ۲۵۸-۲۶۸.
- میرشفیعی، سیده سمیه، ۱۳۹۰. بررسی تاثیر عوامل ژئومورفولوژی با تاکید فرم و فرایند بر روی نوع و تراکم پوشش گیاهی با استفاده از GIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی.
- Abbate, G., Cavalli, R. M., Pascucci, S., Pignatti, S. and Poscolieri, M., 2006. Relations between Morphological Settings and Vegetation Covers in a Medium Relief Landscape of Central Italy. *Annals of Geophysics*, 49, pp 153-165.
- Aman, A. R. and Riamanantena, H. P., Podaire, A., & Froutin, R., 1992. Upscale integration of normalized difference vegetation index: The problem of spatial heterogeneity. *IEEE Transactions on Geoscience & Remote Sensing*, pp326-338.
- Burgan, R. E., Hartford, R. A. and Eidenshink, J. C., 1996. Using NDVI to assess departure from average greenness & its relation to the fire business (pp. 8). *Intermountain Research Station: USDA. Forest Service*.
- Butler, D. R., 1995. *Zoogeomorphology: Animals as Geomorphic Agents*. Cambridge - University Press, Cambridge, UK. 231 pp.

- Butler, D. R., Malanson, G. P., Walsh, S. J. and Fagre, D. B., 2007. Influences of geomorphology and geology on alpine treeline in the American West—more important than climatic influences? *Physical Geography*, 28, pp434–450.
- Casalini, A. I. and Bisigato, A. J., 2017. Geomorphology and soils control vegetation heterogeneity through differential species establishment at an arid ecotone. *Arid Environment*, 147:83-97.
- Darvishzadeh, R., Skidmore, A., Atzberger, C., & Wieren, S., 2008. Estimation of vegetation LAI from hyperspectral reflectance data: Effects of soil type and plant architecture. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 10, 358-373.
- Koppad, A.G., Tikhile, P., 2013. Influence of topography on spatial distribution of vegetation in Uttara Kannada district. *International Journal of Environmental Biology*, 3(3), pp. 96-99.
- Marston, R. A., 2010. Geomorphology and vegetation on hillslopes: Interactions, dependencies, and feedback loops. *Geomorphology*, 116, pp 206-217.
- Mokarram, M., Sathyamoorthy, D., 2016. Relationship between landform classification and vegetation (case study: southwest of Fars province, Iran). *Geosciences*, 8:302-309.
- Parker, K. C. and Bendix, J., 1996. Landscape-scale geomorphic influences on vegetation patterns in four environments. *Physical Geography*, 17, pp 113–141.
- Qi, J., Chehbouni, A., Huete, A. R. and Kerr, Y. H., Sorooshian, S., 1994. A Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI). *Remote Sensing of Environment*, 48, pp119-126.
- Richardson, A. J. and Wieg, C. L., 1977. Distinguishing vegetation from soil background information. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 43, pp1541–1552.
- Rondeaux, G., Steven, M. and Baret, F., 1996. Optimisation of soil-adjusted vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, 55, pp95–107.
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., Deering, D. W. and Harlan, J. C., 1974. Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation. *NASA/GSFC, Type III, final report, Greenbelt, MD*.
- Shaw, J. R. and Cooper, D. J., 2008. Linkages among watersheds, stream reaches, and riparian vegetation in dryland ephemeral stream networks, *Journal of Hydrology*, 350, pp 68-82.
- Smith, S., Silva, J. F., Farinas, M. R., 2005. Geomorphology, soil texture and tree density in eastern Venezuela, *Ecotropicos*, 18, pp 21-29.
- Wang, Y., Hou, X., Wang, M., Wu, L., Ying, L., Feng, Y., 2012. Topographic controls on vegetation index in a hilly landscape: a case study in the Jiaodong Peninsula, eastern China. *Environmental Earth Sciences*, 70 (2), pp. 625-634.