

بررسی نقش ژئومورفولوژی در تراکم پوشش گیاهی در طاق‌دیس نواکوه

شهرام بهرامی* استادیار گروه آب و هواشناسی و ژئومورفولوژی، دانشگاه حکیم سبزواری

کامران شایسته، استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه ملایر

سجاد بهرامی، دانشجوی کارشناس ارشد محیط زیست، دانشگاه یزد

چکیده

زاگرس از جمله مناطقی است که دارای پوشش گیاهی متنوع و متراکم می‌باشد. عواملی مانند ژئومورفولوژی، آب و هوا، توپوگرافی، خاک و عوامل زیستی نقش مؤثری در تراکم پوشش گیاهی ایفا می‌کنند. هدف این تحقیق بررسی نقش ژئومورفولوژی در تراکم پوشش گیاهی در طاق‌دیس نواکوه است. منطقه مورد مطالعه بخش جنوب شرقی طاق‌دیس نواکوه است؛ که در جنوب شرق شهر سرپل ذهاب قرار دارد. بر اساس نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰، نقشه‌های شیب، جهت شیب و سطوح ارتفاعی منطقه تهیه گردید. سپس، با استفاده از تصاویر ماهواره ای کویک برد، نقشه پوشش گیاهی و رخساره‌های ژئومورفولوژی منطقه تهیه شد. پوشش گیاهی منطقه شامل مرتع، جنگل‌های نسبتاً متراکم، نیمه متراکم، کم تراکم و بسیار کم تراکم است. ژئومورفولوژی منطقه شامل رخساره‌های واریزه، سطوح مثلثی شکل، کارست کم تکامل یافته، متوسط و نسبتاً تکامل یافته می‌باشد. همپوشانی لایه‌ها نشان می‌دهد که رده جنگل کم تراکم بیشتر منطبق بر دامنه جنوب غربی و رده جنگلی نسبتاً متراکم منطبق بر دامنه شمال شرقی است. رده مرتع تنها در ارتفاعات بالای ۱۸۰۰ متری گسترش دارند. در حالی که بیشترین مساحت جنگل نسبتاً متراکم مربوط به ارتفاعات ۱۳۰۰ تا ۱۸۰۰ متری می‌باشد. انطباق نقشه‌های پوشش گیاهی و ژئومورفولوژی منطقه نشان می‌دهد که جنگل‌های کم تراکم و بسیار کم تراکم بیشتر منطبق بر واریزه‌ها و سطوح مثلثی دامنه جنوب غربی است در حالی که جنگل‌های نسبتاً متراکم و نیمه متراکم بیشتر با رخساره‌های کارستی و سطوح مثلثی دامنه شمال شرقی انطباق دارند. رخساره‌های کارستی متوسط و نسبتاً تکامل یافته بیشتر منطبق بر دامنه شمال شرقی و رخساره کارستی ضعیف و واریزه‌ها در دامنه جنوب غربی غالب هستند. به طور کلی تحقیق حاضر نشان می‌دهد نقش جهت دامنه‌ها در تراکم پوشش گیاهی نسبت به نقش شیب و سطوح ارتفاعی بارزتر است. با وجود لیتولوژی یکسان دامنه‌های شمال شرقی و جنوب غربی، در لندفرم‌های واقع در دامنه شمال شرقی، به علت وجود رطوبت بیشتر و غلبه فرسایش شیمیایی و میکروارگانیزم‌هایی مانند گل سنگها، خاک بیشتری تولید شده که این موضوع به افزایش تراکم جنگل منجر شده است.

واژگان کلیدی:

زاگرس، نواکوه، بیوژئومورفولوژی، پوشش گیاهی، جهت دامنه

مقدمه

تراکم پوشش گیاهی در مناطق کوهستانی تحت تاثیر تنوع شرایط محیطی از جمله اقلیم، خاک و زمین شناسی و ژئومورفولوژی است (هورش^۱ و همکاران، ۲۰۰۲؛ آبیت^۲ و همکاران، ۲۰۰۶). بررسی رابطه بین ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی قبل از دهه ۵۰ میلادی شامل بررسیهای کاملاً توصیفی بود. در سالهای اخیر، مطالعات سیستماتیک و علمی زیادی در زمینه تاثیر فرآیندهای ژئومورفولوژی در پوشش گیاهی در بخش های مختلف دنیا انجام شده است (سوانسون^۳ و همکاران، ۱۹۸۸؛ باتلر^۴ و همکاران، ۲۰۰۷؛ مارستون^۵، ۲۰۱۰). لندفرمهای ژئومورفولوژی چه در مقیاس بسیار بزرگ مانند سپرها و کوهستان های بزرگ و چه در مقیاس کوچک مانند چاله های کارستی و دره های کوچک تاثیر قابل توجهی در نوع و تراکم پوشش گیاهی ایفا می نمایند (کراکبرگ^۶، ۲۰۰۲)

تا کنون بیشتر مطالعات مربوط به رابطه ژئومورفولوژی- پوشش گیاهی روی تاثیر عناصر توپوگرافی مانند شیب و جهت شیب تمرکز داشته اند (ناگاماتسو^۷ و همکاران، ۲۰۰۳)، با این وجود، شکل زمین و فرآیندهای فرسایشی با تاثیر بر عوامل دیگر مانند خاک در ایجاد مکان های رویشی تأثیر بسزایی دارد (میر شفیع، ۱۳۹۰). بررسی رابطه بین ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی می تواند به درک صحیح فرایندها و عوامل موثر در رشد و تکامل پوشش گیاهی هر منطقه منجر شود. مطالعات زیادی در زمینه عوامل موثر در پراکنش و تراکم پوشش گیاهی توسط محققین مختلف انجام شده است. اشمیت^۸ و همکاران (۲۰۰۵) به بررسی روابط بین ژئومورفولوژی، خط درخت و بافت خاک در یک منطقه ساوان در ونزولای شرقی پرداختند. مطالعات آنها نشان داد که تراکم کلی درخت در بافت های شنی که دارای زهکشی بهتری هستند، بیشتر است. همچنین بررسی آنها نشان داد که تراکم درخت در لندفرمهای پایدارتر مانند مزاهای^۹ و دره های کوهرفتی^{۱۰} بیشتر است. آبیت^{۱۱} و همکاران (۲۰۰۶) به بررسی رابطه بین واحدهای ژئومورفولوژیک و پوشش گیاهی در مرکز ایتالیا پرداختند. بررسی آنها نشان داد که هر واحدهای مورفولوژیکی دارای نوع خاصی از پوشش گیاهی است. گارسیا آگیره^{۱۲} و همکاران (۲۰۰۷) به بررسی رابطه بین توزیع جوامع گیاهی و خصوصیات لندفرمها در منطقه آتشفشانی آجوسکو در مکزیک پرداختند. مطالعات آنها نشان داد که دامنه های شمالی و جنوبی، به علت تفاوت در فرآیندهای ژئومورفولوژی دوره های گذشته، دارای تفاوت زیادی از نظر نوع پوشش گیاهی هستند. مطالعات مورای^{۱۳} و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که اثر مخرب فرسایش یا رسوبگذاری روی اکوسیستم

1 - Hoersch

2 - Abbate

3 - Butler

4 - Swanson

5 - Marston

6 - Kruckeberg

7 - Nagamatsu

8 - Smith

9 - Mesa

10 - Colluvial valleys

11 - Abbate

12 - Garcia- Aguirre

13 - Murray

ها به اندازه تاثیر پوشش گیاهی روی مکانیزم های فرسایش - رسوبگذاری اهمیت دارد. رینهارت^۱ و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که عوامل زیستی از جمله پوشش گیاهی در فرآیندهای فیزیکی در مقیاس کوچک تاثیر دارند. از طرفی دیگر پوشش گیاهی نیز بر مقدار رواناب و نفوذ و دیگر فرآیندهای ژئومورفولوژی تاثیر دارد.

در ایران نیز محققین مختلفی به بررسی تاثیر عوامل مختلف از جمله عوامل ژئومورفولوژیک و توپوگرافیک در پوشش گیاهی پرداخته‌اند: احمدی و همکاران (۱۳۸۱) با بررسی ویژگیهای اکولوژیکی جوامع گیاهی با توجه به واحدهای ژئومورفولوژی در منطقه چنار راهدار استان فارس نشان دادند که در واحد کوهستان، استقرار جامعه گیاهی به طور عمده تحت تاثیر عامل آب و هوا و در نقاط کم ارتفاع و تپه ماهوری تحت تاثیر عامل خاک قرار دارد.

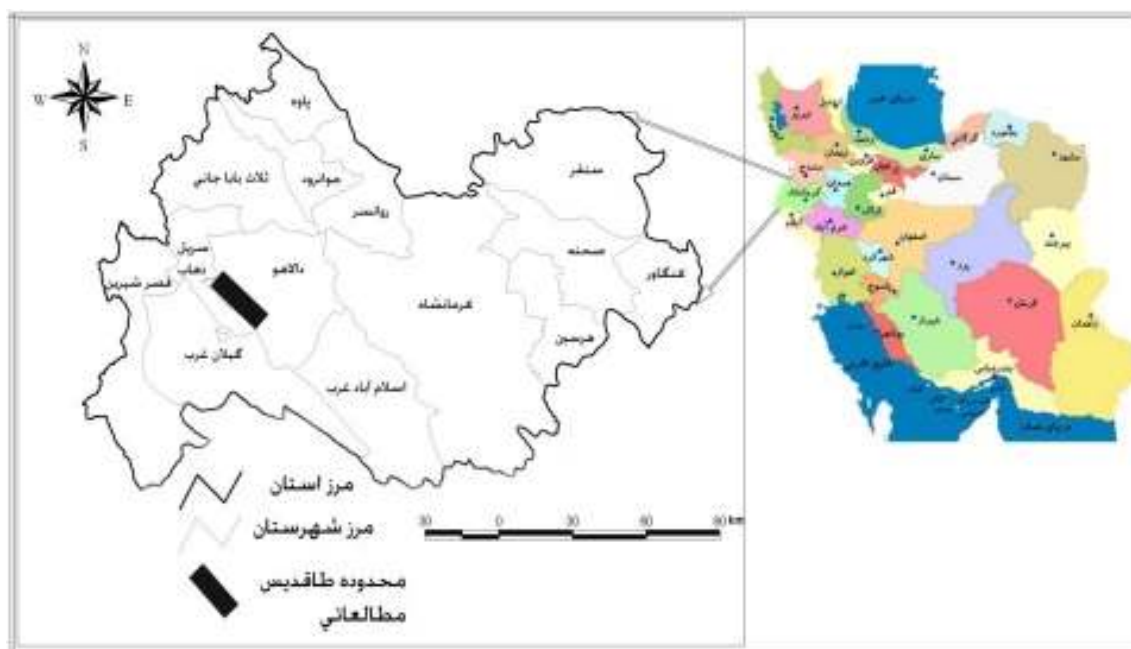
احسانی (۱۳۸۲) به بررسی رابطه بین ژئومورفولوژی و خاک و پوشش گیاهی در حوزه آبخیز بهشهر پرداخته و نشان داد که نقش عوامل ژئومورفولوژی، نوع سازند، شیب، عوامل توپوگرافی، شکل زمین و اقلیم در سیمای طبیعی و استقرار پوشش گیاهی موثر است. محبی و همکاران (۱۳۸۴) به بررسی رابطه عوامل توپوگرافی (شیب، ارتفاع، جهت) و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و تراکم و درصد پوشش در مراتع قندقلوی اردبیل پرداخت و نتیجه گرفتند که بیشترین تراکم پوشش گیاهی در دامنه شرق و کمترین تراکم در دامنه های جنوب شرق و جهت جنوب غربی قرار دارد. بررسی مرادی و همکاران (۱۳۸۵) نشان داد که هرچند جهت، شیب و ارتفاع حوضه واز بر درصد تاج پوشش و تراکم گونه ها تاثیر دارد، میزان این تاثیر بسته به نوع پوشش متفاوت است.

به طور کلی عوامل زمین شناسی و ژئومورفولوژیکی می توانند در توزیع و تراکم پوشش گیاهی موثر باشند. با توجه به این که هر منطقه ویژگی های ژئومورفولوژیکی مخصوص به خود را دارا می باشد، پوشش گیاهی مناطق مختلف می توانند تحت تاثیر ویژگیهای متفاوت ژئومورفولوژیکی قرار گیرد.

طاقدیس نواکوه از جمله طاقدیس های واقع در زاگرس چین خورده در جنوب شرق شهرستان سرپل ذهاب است. که از نظر لیتولوژی از سازند آسماری- شهبازان تشکیل شده است. تحت تاثیر عوامل مختلفی مانند ارتفاع، جهت دامنه، شیب و فرایندهای هوازدگی، لندفرم های ژئومورفولوژی مختلفی روی طاقدیس نواکوه ایجاد شده‌اند، در واقع هر لندفرم ژئومورفولوژی حاصل عملکرد فرآیندهای خاصی است. شدت و ضعف این فرایندها می توانند باعث خرد شدن سنگ ها و ایجاد مواد هوازده و خاک گردد. بررسی اولیه نشان داد که تراکم پوشش گیاهی در لندفرم های مذکور دارای تفاوت های زیادی است. با توجه به اهمیت نقش لندفرم های ژئومورفولوژی در پوشش گیاهی و همچنین کم بودن مطالعات صورت گرفته در این زمینه، تحقیق حاضر به بررسی نقش لندفرم های مختلف ژئومورفولوژیکی در تراکم پوشش گیاهی می پردازد.

منطقه مورد مطالعه

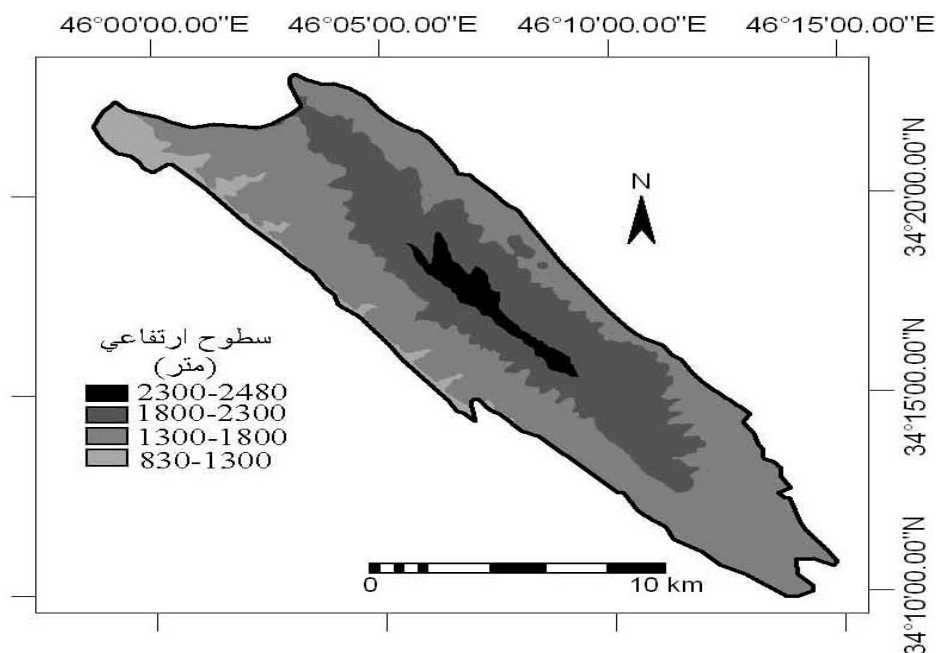
منطقه مورد مطالعه بخش جنوب شرقی طاق‌دیس نواکوه در جنوب شرق شهر سرپل ذهاب می باشد (شکل ۱). محدوده مطالعاتی در طول جغرافیایی $45^{\circ} 58' 41''$ تا $46^{\circ} 13' 32''$ شرقی و عرض جغرافیایی $34^{\circ} 9' 30''$ تا $34^{\circ} 23' 20''$ شمالی قرار گرفته است. مساحت منطقه مورد مطالعه $174/85$ کیلومتر مربع است. مرتفع‌ترین نقطه طاق‌دیس، 2480 متر در بخش مرکزی آن قرار دارد. از نظر زمین شناسی طاق‌دیس نواکوه بخشی از واحد زمین ساختی زاگرس چین خورده است؛ که با روند شمال غرب- جنوب شرق و در امتداد روند اصلی چین خوردگی زاگرس واقع شده است. مورفولوژی این منطقه همچون سایر بخش‌های زاگرس تحت تأثیر آخرین فاز کوهزایی زاگرس (پاسادین) قرار گرفته است (درویش زاده، ۱۳۸۳). از نظر چینه شناسی تقریباً تمامی منطقه مورد مطالعه از سازند آسماری-شهبازان (آهک و آهک دولومیتی) تشکیل شده است؛ که به طور هم شیب روی سازند تله زنگ قرار دارد. میانگین درجه حرارت سالیانه نزدیک ترین ایستگاه سرپل ذهاب طی دوره آماری $1989-2003$ ، 20 درجه سانتی گراد می‌باشد. بالاترین درجه حرارت ماهانه مربوط به ماه ژوئیه (تیر ماه) $33/5$ درجه است. سردترین ماه سال نیز ژانویه (بهمن) با دمای متوسط $7/7$ درجه سانتی گراد می‌باشد. بارش متوسط سالانه ایستگاه سرپل ذهاب (دوره آماری $1987-2000$) 468 میلی متر می‌باشد.



شکل (۱): نقشه موقعیت طاق‌دیس مورد مطالعه

روش تحقیق

متغیرهای مورد بررسی در این تحقیق شامل لندفرم های ژئومورفولوژیکی، شیب، جهت شیب و رده‌های پوشش گیاهی در طاقدیس نواکوه هستند. ابتدا محدوده منطقه‌ی مورد مطالعه (طاقدیس نواکوه) با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ و همچنین تصاویر ماهواره‌ای کوچک برد تعیین گردید. نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه مورد مطالعه در محیط نرم افزار ILWIS رقومی گردید. نقشه سطوح ارتفاعی (شکل ۲) و شیب (شکل ۳) منطقه تهیه گردید و مساحت هر رده شیب و سطح ارتفاعی بدست آمد. با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، نقشه پوشش گیاهی منطقه تهیه شد. محدوده رده‌های پوشش گیاهی، شامل مرتع، جنگل نسبتاً متراکم، نیمه متراکم، کم تراکم و بسیار کم تراکم، وارد محیط نرم افزار ILWIS شد و مساحت آنها به دست آمد. بر اساس تصاویر ماهواره‌ای کوچک برد، رخساره‌های ژئومورفولوژی تعیین گردید و محدوده‌ها وارد نرم افزار ILWIS شد. با کراس دادن نقشه‌های پوشش گیاهی با نقشه‌های رخساره-های ژئومورفولوژی، سطوح ارتفاعی، جهت دامنه و شیب، مساحت رده‌های مختلف به دست آمد و داده‌ها به صورت جدول تهیه شد. در نهایت رابطه بین پوشش گیاهی و ویژگی‌های ژئومورفولوژی و توپوگرافی، تجزیه و تحلیل گردید.



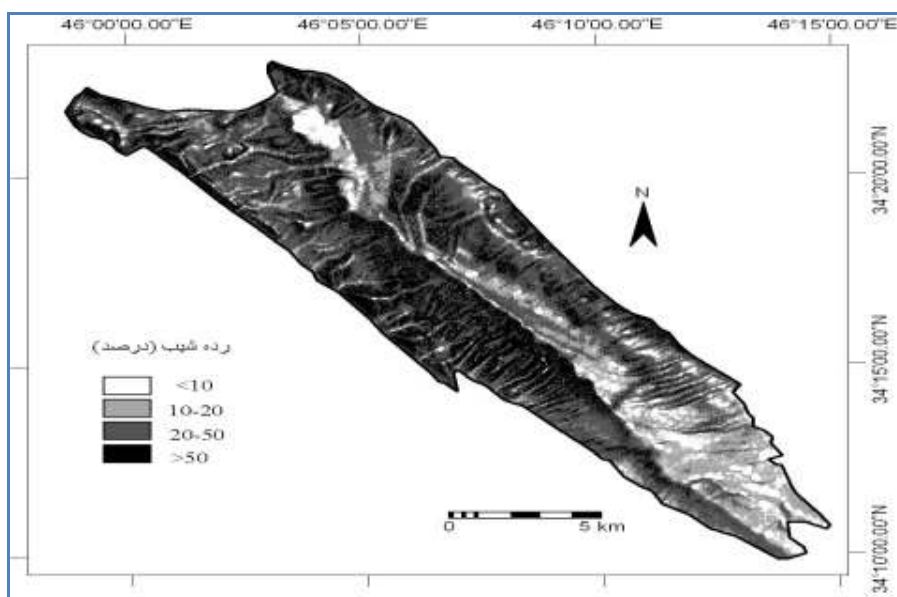
شکل (۲): سطوح ارتفاعی منطقه مورد مطالعه

بر اساس نقشه سطوح ارتفاعی، مساحت و سهم نسبی مساحت هر رده محاسبه گردید (جدول ۱). همان‌گونه که جدول ۱ نشان می‌دهد، سطوح ارتفاعی ۸۳۰ تا ۱۳۰۰ متر ۵/۸ درصد، رده ۱۳۰۰ تا ۱۸۰۰ متر، ۵۸/۳ درصد، رده ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۲۳۰۰ متر، ۳۲/۲۸ درصد و رده ارتفاعی ۲۳۰۰ تا ۲۴۸۰ متر ۳/۶ درصد مساحت کل طاقدیس را شامل می‌شوند.

جدول شماره (۱): مساحت و سهم نسبی رده‌های ارتفاعی

سهم نسبی (%)	مساحت (کیلومتر مربع)	رده ارتفاعی
۵/۸	۱۰/۱۴۶	۸۳۰-۱۳۰۰
۵۸/۳۱	۱۰/۱۹۶	۱۳۰۰-۱۸۰۰
۳۲/۲۸	۵۶/۴۵	۱۸۰۰-۲۳۰۰
۳/۶	۶/۳	۲۳۰۰-۲۴۸۰
۱۰۰	۱۷۴/۸۵۲۸	مجموع

شکل (۳) رده‌های شیب منطقه را نشان می‌دهد. بر اساس این نقشه، مساحت و سهم نسبی مساحت رده‌های شیب محاسبه گردید (جدول ۲). جدول ۲ نشان می‌دهد که بیشترین مساحت مربوط به رده‌های شیب ۲۰ تا ۵۰ درصد و سپس رده بالای ۵۰ درصد است که بیانگر شیب بالای منطقه است.



شکل (۳): نقشه رده‌های شیب منطقه مطالعاتی

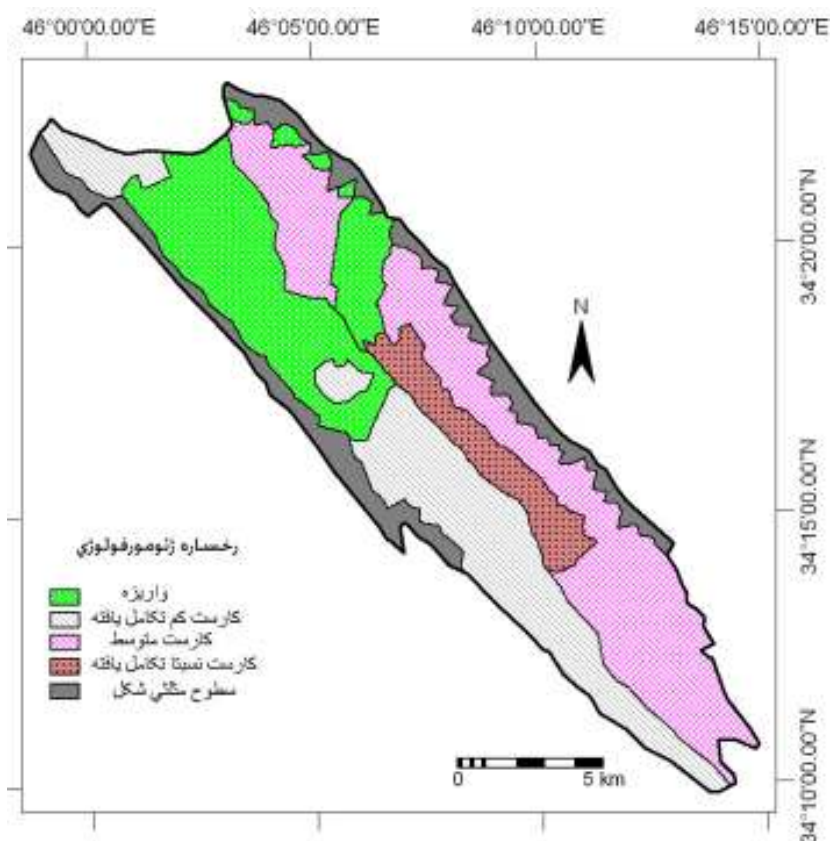
جدول (۲): مساحت و سهم نسبی رده‌های شیب

سهم نسبی (%)	مساحت (کیلومتر مربع)	رده شیب
۸/۷۵	۱۵/۳۱	<math><10</math>
۱۸/۳۸	۳۲/۱۳	۱۰-۲۰
۴۸/۱۰	۸۴/۱۱	۲۰-۵۰
۲۴/۷۷	۴۳/۳۱	<math>50 <</math>
۱۰۰	۱۷۴/۸۵	مجموع

نتایج و بحث

طاقدیس نواکوه بخشی از سیستم زاگرس چین خورده است؛ که شامل مجموعه‌ای از طاقدیس‌ها و ناودیس‌هایی می‌باشند که در امتداد شمال غرب- جنوب شرق و در دوره میوسن چین خورده و تحت تأثیر آخرین فاز کوهزایی زاگرس (پاسادنین) قرار گرفته است. دخالت فرآیندهای درونی زمین (تکتونیک) به همراه فرآیندهای بیرونی (فرسایشی) باعث ایجاد اشکال خاص فرسایشی در منطقه مطالعاتی شده است. عوامل تخریب و فرسایش در نتیجه تغییرات اقلیمی، باعث ایجاد تغییراتی در واحدهای سنگ شناسی می‌شوند و سیستم‌های فرسایشی خاصی را خلق می‌کنند. این سیستم‌های فرسایشی به نام "رخساره‌های ژئومورفولوژیکی" معروف هستند (احمدی، ۱۳۷۴).

پس از بررسی تصاویر ماهواره‌ای کوچک برد و همچنین مطالعات میدانی و کنترل زمینی شکل‌ها و فرآیندهای ژئومورفولوژی، به تهیه نقشه رخساره‌های ژئومورفولوژی (شکل ۴) به روش واحدهای کاری اقدام گردید. همان گونه که شکل ۴ نشان می‌دهد، رخساره‌های ژئومورفولوژی طاقدیس نواکوه شامل واریزه، سطوح مثلثی، کارست ضعیف، کارست متوسط و کارست نسبتاً تکامل یافته می‌باشد؛ که در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.



شکل (۴): نقشه رخساره‌های ژئومورفولوژی طاقدیس نواکوه

واریزه‌ها

یکی از اشکال فرسایشی طاق‌دیس نواکوه، واریزه‌هایی هستند که در پای پرتگاه‌ها ایجاد شده‌اند. تخریب سنگ‌های آهکی سخت در اثر انجماد و ذوب یخ و تغییرات درجه حرارت عامل مهمی در ایجاد پهنه‌های واریزه‌ای است. مساحت واریزه‌ها در منطقه مورد مطالعه ۴۱/۸۳ کیلومتر مربع است که ۳۲/۵۴ کیلومتر مربع آن در دامنه جنوب غربی و ۹/۲۹ کیلومتر مربع آن در دامنه شمال شرقی قرار دارد (جدول ۳).

جدول (۳): مساحت و سهم نسبی رخساره‌های ژئومورفولوژی

رخساره ژئومورفولوژی	مساحت (کیلومتر مربع)	سهم نسبی (%)
کارست کم	۴۰/۲۸	۲۳/۰۴
کارست متوسط	۵۵/۸۳	۳۱/۹۳
کارست نسبتاً تکامل یافته	۱۲/۹۲	۷/۳۹
واریزه	۴۱/۸۳	۲۳/۹۲
سطوح مثلثی	۲۴	۱۳/۷۳

اشکال کارستی

وجود آهک‌های آسماری و آسماری-شهبازان و قابلیت انحلال بالای آنها باعث شده است که در تمامی طاق‌دیس مطالعاتی اشکال متنوعی از فرسایش کارستیک تشکیل شود. انحلال کربنات کلسیم، دولومیت و دولومیت‌های آهکی باعث توسعه اشکال کارستیکی در دوران چهارم به ویژه دوره‌های مرطوب‌تر شده است. از جمله اشکال کارستیکی منطقه می‌توان به لاپیه‌ها، دولین‌ها و اوولا اشاره کرد. مهم‌ترین و فراوان‌ترین اشکال کارستیکی منطقه مورد مطالعه لاپیه‌ها هستند. این شکل‌ها شامل شیارهای طولی و مدور با ابعاد میلی متری تا یک متر می‌باشند. شکل‌های مذکور تقریباً بر روی تمامی آهک‌های آسماری و آسماری-شهبازان گسترش دارند.

دولین‌ها از دیگر شکل‌های فرسایشی انحلالی منطقه هستند. دولین‌ها چاله‌های بسته‌ای هستند که در اثر عملکرد انحلال در منطقه تشکیل شده‌اند. ابعاد دولین‌ها در حوضه‌های مطالعاتی بسیار متفاوت می‌باشند. در بررسی‌های میدانی در ارتفاعات ۲۲۰۰ متری نواکوه دولین‌هایی با شعاع حدود ۱۰ متر و عمق ۳ متر شناسایی گردید (شکل ۵). دولین‌ها، بیشتر در ارتفاعات حدود ۲۰۰۰ متر و بالاتر و در دامنه شمال شرقی طاق‌دیس تشکیل شده‌اند. یکی از مشخص‌ترین اشکال فرسایش انحلالی در طاق‌دیس نواکوه، اوولای واقع در ارتفاع ۱۹۰۰ متری در راس طاق‌دیس نواکوه است (شکل ۶). اوولای مذکور از بهم پیوستن چند دولین ایجاد شده است.



شکل (۵): نمونه ای از دولین تشکیل شده در ارتفاع ۲۲۰۰ متری در دامنه شمال شرقی طاقدیس نواکوه



شکل (۶): اوولای واقع در ارتفاع ۱۹۰۰ متری نواکوه

در این تحقیق سه رخساره کارست ضعیف، کارست متوسط و کارست نسبتاً تکامل یافته مشخص شد. کارست ضعیف بیشتر شامل شیارهای لایه ای کوچک در دامنه جنوب غربی طاقدیس است (شکل ۷). کارست متوسط در ارتفاعات بالاتر و بیشتر شامل لایه های مدور و دولین ها می باشد. این نوع کارست بیشتر در دامنه شمال شرقی که دارای رطوبت بیشتر است، توسعه یافته است.

رخساره کارست نسبتاً تکامل یافته شامل دولین های نسبتاً بزرگ و لایه های مدور بزرگ در ارتفاعات بالای ۲۰۰۰ متر در دامنه شمال شرقی است (شکل ۷). رخساره های کارست ضعیف، متوسط و نسبتاً تکامل یافته به ترتیب ۲۳/۰۴، ۳۱/۹۳ و ۷/۳۹ درصد مساحت کل طاقدیس را شامل می شوند.



شکل (۷) (الف): لایپه‌های مدور به عنوان رخساره کارستی نسبتاً تکامل یافته در دامنه شمال شرقی ، (ب): لایپه‌های کوچک به عنوان رخساره کارستی ضعیف در دامنه جنوب غرب نواکوه

رخساره سطوح مثلثی

سطوح مثلثی شکل شامل سطوح صاف تشکیل شده بین دو آبراهه در پهلوی طاق‌دیس هستند که در قسمت پائین دست (جبهه کوهستان) عریض و به سمت بالا دست کوچک تر می‌شوند (شکل ۸). به طور کلی جبهه‌های کوهستانی با تکتونیک شدیدتر ، دارای سطوح مثلثی بزرگتر و پر شیب تر و دارای قاعده طولانی تری هستند در حالی که جبهه‌های کوهستانی با تکتونیک ضعیف تر، به علت فرسایش بیشتر آبراهه‌ها، دارای سطوح مثلثی کم تر، کوچک تر، با قاعده‌های کوچک تر هستند (بهرامی، ۲۰۱۲). سطوح مثلثی در دامنه‌های پرشیب طاق‌دیس نوکوه تشکیل شده اند. شکل ۸ نمونه ای از سطوح مثلثی دامنه جنوب غربی طاق‌دیس را نشان می‌دهد. جدول ۳ نشان می‌دهد که مساحت سطوح مثلثی، ۲۴ کیلومتر مربع معادل ۱۳،۷۳ درصد از مساحت کل منطقه است. بررسی این تحقیق نشان می‌دهد که، با وجود لیتولوژی یکسان دامنه‌های شمال شرقی و جنوب غربی، سطوح مثلثی دامنه شمال شرقی دارای پوشش جنگلی بیشتری نسبت به دامنه‌های جنوب غربی هستند (شکل ۹) که این موضوع ناشی از دریافت کم تر تابش خورشید و رطوبت بیشتر است که به تشکیل بیشتر خاک و بنابراین، جنگل متراکم منجر شده است.



شکل (۸): نمونه ای از سطوح مثلثی شکل در دامنه جنوب غربی طاقدیس نواکوه

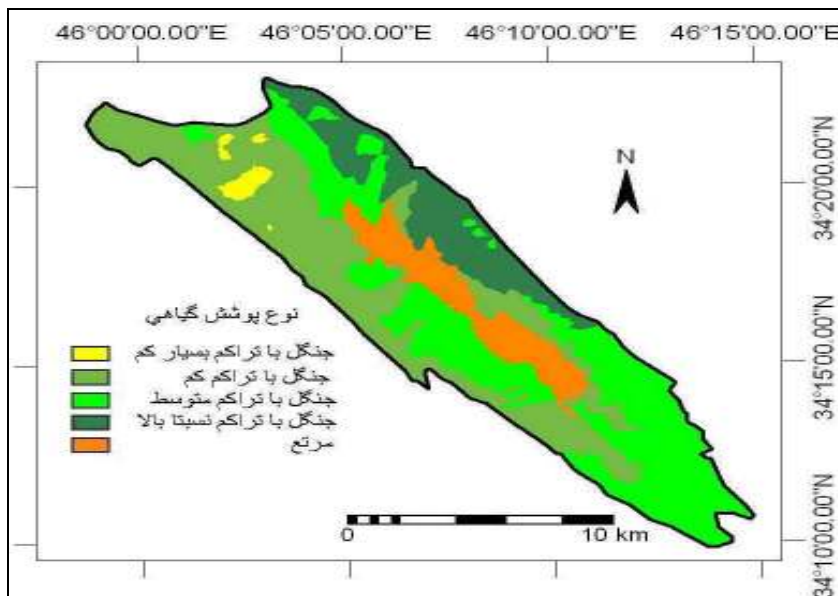


شکل (۹): تراکم بالای پوشش جنگلی در سطح مثلثی دامنه شمال شرقی (الف) و تراکم پایین پوشش جنگلی در سطح مثلثی دامنه جنوب غربی طاقدیس نواکوه

پوشش گیاهی

به علت وجود بارندگی نسبتاً مناسب، سطح طاقدیس نواکوه پوشیده از جنگل‌ها و مراتع می‌باشد. پوشش گیاهی این منطقه شامل گونه‌های متعددی است که از جمله می‌توان بلوط، بادام وحشی، بنه، گلابی، زالزالک، ون و گیلان وحشی اشاره کرد. ارتفاعات ۸۰۰ تا ۲۲۰۰ متری شامل پوشش جنگلی (غالباً بلوط) و بالاتر از ۲۲۰۰ متری شامل پوشش مرتعی می‌باشد. بر اساس تصاویر ماهواره‌ای کویک برد، مراتع و پوشش جنگلی

منطقه شناسایی شد. پوشش جنگلی منطقه به چهار کلاس نسبتاً متراکم، نیمه متراکم، کم تراکم و بسیار کم تراکم تقسیم گردید (شکل ۱۰).



شکل (۱۰): نقشه پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه

جدول (۴): مساحت و سهم نسبی رده‌های پوشش گیاهی

سهم نسبی (%)	مساحت (کیلومتر مربع)	رده پوشش گیاهی
۱۰/۶۲	۱۸/۸۵	مرتع
۱/۴۹	۲/۶۰	جنگل بسیار کم تراکم
۳۶/۴۲	۶۳/۶۸	جنگل کم تراکم
۳۶/۸۰	۶۴/۳۴	جنگل نیمه متراکم
۱۴/۶۸	۲۵/۶۶	جنگل نسبتاً متراکم
۱۰۰	۱۷۴/۸۵	مجموع

بر اساس نقشه پوشش گیاهی، مساحت هر کدام از رده‌های پوشش گیاهی در محیط ILWIS بدست آمد. جدول (۴) نشان می‌دهد که تنها ۱۰/۶۲ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه را مراتع تشکیل می‌دهند. بیشترین مساحت، مربوط به جنگل‌های نیمه متراکم و کم تراکم است. جنگل نسبتاً متراکم ۱۴/۶۸ درصد مساحت کل منطقه را شامل می‌شود.

جهت تجزیه و تحلیل نقش عوامل ژئومورفولوژی در پوشش گیاهی، همپوشانی لایه‌های مختلف ژئومورفولوژی، جهت دامنه، سطوح ارتفاعی و شیب با پوشش گیاهی انجام شد و داده‌های مورد نیاز استخراج شد. جدول (۵) نشان می‌دهد که بخش اعظم مساحت مراتع که در ارتفاعات بالای طاق‌دیس قرار دارند، شامل

رخساره کارست نسبتاً تکامل یافته است. جنگل بسیار کم تراکم منطبق بر واریزه های دامنه جنوب غربی است. جنگل کم تراکم منطبق بر واریزه ها، سطح های مثلثی شکل و سطح های کارستی است. با این وجود بیشترین مساحت جنگل های کم تراکم منطبق بر رخساره واریزه ها می باشد. در این نوع جنگل مساحت کارست نسبتاً تکامل یافته بسیار کم است. بیشترین مساحت جنگل نیمه متراکم مربوط به رخساره های کارست متوسط و کم تکامل یافته است. جدول (۵) نشان می دهد که بیشتر مساحت جنگل نسبتاً متراکم را رخساره های کارست متوسط و سطوح مثلثی دامنه شمال شرقی تشکیل می دهند.

جدول (۵): مساحت و سهم نسبی رده های پوشش گیاهی در رخساره های ژئومورفولوژی

نام رده پوشش گیاهی	نام تیپ ژئومورفولوژی	مساحت (کیلومتر مربع)	سهم نسبی (%)
مرتع	کارست ضعیف	۳/۵۲	۲/۱۰
	کارست متوسط	۰/۸۲	۰/۴۷
	کارست نسبتاً تکامل یافته	۱۰/۱۳	۵/۷۹
	واریزه (دامنه جنوب غربی)	۱/۹۷	۱/۱۳
	واریزه (دامنه شمال شرقی)	۲/۱۳	۱/۲۲
جنگل بسیار کم تراکم	واریزه (دامنه جنوب غربی)	۲/۶	۱/۴۹
	سطوح مثلثی (دامنه جنوب غربی)	۱۲/۴	۷/۰۹
	سطوح مثلثی (دامنه شمال شرقی)	۰/۰۱	۰/۰۰
	کارست کم	۱۳/۱۹	۷/۵۴
	کارست متوسط	۶/۶۶	۳/۸۱
	کارست نسبتاً تکامل یافته	۲/۳۶	۱/۳۵
	واریزه (دامنه جنوب غربی)	۲۷/۶۸	۱۵/۸۳
	واریزه (دامنه شمال شرقی)	۱/۳۷	۰/۷۹
	سطوح مثلثی (دامنه جنوب غربی)	۰/۰۳	۰/۰۲
	سطوح مثلثی (دامنه شمال شرقی)	۲/۸۶	۱/۶۳
جنگل نیمه متراکم	کارست کم	۲۳/۵۷	۱۳/۴۸
	کارست متوسط	۳۴/۱۲	۱۹/۵۱
	کارست نسبتاً تکامل یافته	۰/۱۵	۰/۰۹
	واریزه (دامنه جنوب غربی)	۰/۲۹	۰/۱۷
	واریزه (دامنه شمال شرقی)	۳/۳۲	۱/۹
	سطوح مثلثی (دامنه شمال شرقی)	۸/۷	۴/۹۸
	کارست متوسط	۱۴/۲۳	۸/۱۴
جنگل نسبتاً متراکم	کارست نسبتاً تکامل یافته	۰/۲۷	۰/۱۵
	واریزه (دامنه شمال شرقی)	۲/۴۶	۱/۴۱
	مجموع	۱۷۴/۸۵	۱۰۰

جدول (۶) مساحت و سهم نسبی رده های پوشش گیاهی را در جهت های شمال شرقی و جنوب غربی نواکوه نشان می دهد. مساحت مراتع در دامنه شمال شرقی بیشتر از دامنه جنوب غربی است. دامنه جنوب

غربی فاقد رده جنگل بسیار کم تراکم است. همچنین جنگل کم تراکم در دامنه شمال شرقی بسیار کم تر از دامنه جنوب غربی است. مساحت جنگل نیمه متراکم در دامنه شمال شرقی بسیار بیشتر از دامنه جنوب غربی است. رده جنگل نسبتاً متراکم تنها در دامنه شمال شرقی دیده می‌شود.

جدول (۶): مساحت و سهم نسبی رده های پوشش گیاهی در جهات شمال شرقی و جنوب غربی

نام رده پوشش گیاهی	دامنه شمال شرقی		دامنه جنوب غربی	
	مساحت (کیلومتر مربع)	سهم نسبی (%)	مساحت (کیلومتر مربع)	سهم نسبی (%)
مرتع	۱۳/۰۷	۷/۴۸	۵/۵	۳/۱۵
جنگل بسیار کم تراکم	۰	۰	۲/۶	۱/۴۹
جنگل کم تراکم	۱۰/۳۲	۵/۹	۵۳/۳۶	۳۰/۵۲
جنگل نیمه تراکم	۳۷/۱۴	۲۱/۲۴	۲۷/۲	۱۵/۵۶
جنگل نسبتاً متراکم	۲۵/۶۶	۱۴/۶۸	۰	۰

جدول (۷) مساحت و سهم نسبی رده‌های پوشش گیاهی را در سطوح ارتفاعی نواکوه نشان می‌دهد. بر اساس جدول مذکور، رده مرتع تنها در ارتفاعات بالای ۱۸۰۰ متری گسترش دارند. جنگل بسیار کم تراکم تنها در ارتفاعات ۱۳۰۰ تا ۱۸۰۰ متری دیده می‌شوند. جنگل کم تراکم در تمامی رده‌های ارتفاعی دیده می‌شود. با این حال در ارتفاعات ۱۳۰۰ تا ۱۸۰۰ متری بیشتر گسترش دارد. جنگل نسبتاً متراکم نیز تنها در رده‌های ۱۳۰۰ تا ۱۸۰۰ متری و ۱۸۰۰ تا ۲۳۰۰ متری دیده می‌شود. بیشتر مساحت این نوع جنگل مربوط به ارتفاعات ۱۳۰۰ تا ۱۸۰۰ متری می‌باشد.

جدول (۷) مساحت و سهم نسبی رده های پوشش گیاهی در سطح های ارتفاعی نواکوه

رده ارتفاعی	۸۳۰-۱۳۰۰		۱۳۰۰-۱۸۰۰		۱۸۰۰-۲۳۰۰		۲۳۰۰-۲۴۸۰	
	مساحت (کیلومتر مربع)	سهم نسبی (%)	مساحت (کیلومتر مربع)	سهم نسبی (%)	مساحت (کیلومتر مربع)	سهم نسبی (%)	مساحت (کیلومتر مربع)	سهم نسبی (%)
مرتع	۰	۰	۰	۰	۱۲/۳۷	۷/۰۷	۶/۲۱	۳/۵۵
جنگل بسیار کم تراکم	۰	۰	۲/۶	۱/۴۹	۰	۰	۰	۰
جنگل کم تراکم	۱۰/۰۵	۵/۷۵	۳۹/۶۵	۲۲/۶۸	۱۳/۸۹	۷/۹۴۴	۰/۰۸	۰/۰۴
جنگل متوسط	۰/۰۹	۰/۰۵	۴۳/۰۱	۲۴/۶	۲۱/۲۳	۱۲/۱۴	۰/۰۱	۰/۰۱
جنگل نسبتاً متراکم	۰	۰	۱۶/۷	۹/۵۵	۸/۹۶	۵/۱۳	۰	۰

مساحت و سهم نسبی رده‌های پوشش گیاهی در کلاس‌های شیب در جدول (۸) ارائه شده است. جدول مذکور نشان می‌دهد که بیشتر مساحت مرتع‌ها را شیب‌های ۲۰ تا ۵۰ درصد تشکیل می‌دهد. بخش بسیاری

از جنگل بسیار کم تراکم نیز منطبق بر شیب‌های ۲۰ تا ۵۰ درصد می‌باشد. جنگل کم تراکم بیشتر منطبق بر شیب‌های ۲۰ تا ۵۰ درصد و بالاتر از ۵۰ درصد می‌باشند. جنگل نیمه متراکم بیشتر منطبق بر شیب‌های ۲۰ تا ۵۰ درصد و ۱۰ تا ۲۰ درصد می‌باشد. بیشتر مساحت جنگل نسبتاً متراکم منطبق بر شیب‌های ۲۰ تا ۵۰ درصد و بالاتر از ۵۰ درصد می‌باشد.

جدول (۸): مساحت و سهم نسبی رده‌های پوشش گیاهی در رده‌های شیب

رده شیب	زیر ۱۰		۱۰-۲۰		۲۰-۵۰		بالای ۵۰	
	مساحت (کیلومتر مربع)	سهم نسبی (%)	مساحت (کیلومتر مربع)	سهم نسبی (%)	مساحت (کیلومتر مربع)	سهم نسبی (%)	مساحت (کیلومتر مربع)	سهم نسبی (%)
مرتع	۱/۹۳	۱/۱	۴/۸۱	۲/۷۵	۷/۸۷	۴/۵	۳/۹۷	۲/۲۷
جنگل بسیار کم تراکم	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۳۲	۰/۱۹	۱/۹۴	۱/۱۱	۰/۲۷	۰/۱۵
جنگل کم تراکم	۲/۵۹	۱/۴۸	۷/۴۶	۴/۲۷	۳۴/۹۷	۲۰	۱۸/۶۶	۱۰/۶۷
جنگل نیمه متراکم	۹/۹۹	۵/۷۲	۱۶/۷۸	۹/۶	۲۲/۳۳	۱۳/۳۴	۱۴/۲۴	۸/۱۴
جنگل نسبتاً متراکم	۰/۷۳	۰/۴۲	۲/۷۶	۱/۵۸	۱۶	۹/۱۵	۶/۱۷	۳/۵۳

جدول (۹) مساحت و سهم نسبی مساحت رخساره‌های ژئومورفولوژی در جهات دامنه‌ای را نشان می‌دهد. مساحت سطح‌های مثلثی در دامنه شمال شرقی و جنوب غربی تقریباً برابر است در حالی که مساحت رخساره کارست کم تکامل یافته (ضعیف) در دامنه جنوب غربی بیشتر است. مساحت کارست متوسط و نسبتاً تکامل یافته در دامنه شمال شرقی بسیار بیشتر از دامنه جنوب غربی است. این موضوع نشان می‌دهد که فرآیند کارستیفیکاسیون در دامنه شمال شرقی، به علت رطوبت بیشتر و دمای سردتر، بسیار بیشتر از دامنه خشک و آفتاب گیر جنوب غربی است. همچنین مساحت بیشتر واریزه‌ها در دامنه جنوب غربی بیانگر غلبه تخریب فیزیکی بر کارستیفیکاسیون است.

جدول (۹): مساحت و سهم نسبی رخساره‌های ژئومورفولوژی در جهات دامنه‌ای

شمال شرقی		جنوب غربی		جهت دامنه
مساحت (کیلومتر مربع)	سهم نسبی (%)	مساحت (کیلومتر مربع)	سهم نسبی (%)	رخساره‌های ژئومورفولوژی
۱۱/۵۷	۶/۶۲	۱۲/۴۳	۷/۱۱	سطوح مثلثی
۰/۰۹	۰/۰۵	۴۰/۱۹	۲۲/۹۹	کارست کم
۵۲/۳۹	۲۹/۹۶	۳/۴۴	۱/۹۷	کارست متوسط
۱۲/۸۳	۷/۳۴	۰/۰۸	۰/۰۵	کارست نسبتاً تکامل یافته
۹/۳۱	۵/۳۳	۳۲/۵۱	۱۸/۶	واریزه

با توجه به این که بخش بسیاری از منطقه مورد مطالعه از لندفرم‌های کارستی ضعیف و تکامل یافته تشکیل شده است، به نظر می‌رسد تفاوت در فرآیند کارستیفیکاسیون نقش مهمی در تنوع خاک و تراکم پوشش گیاهی منطقه ایفا کرده است.

هوازگی و انحلال در سنگ‌های آهکی باعث ایجاد لندفرم‌هایی مانند دولین‌ها و اوولا شده است. انحلال سنگ آهک می‌تواند باعث ایجاد خاک‌های رسی آهک‌زدایی شده در مناطق آهکی شود که به خاک‌های ترا روسا معروف هستند (آتالای^۱، ۱۹۹۷؛ دورن^۲، ۲۰۰۳). تکامل و ضخامت خاک‌های مناطق آهکی نقش مهمی در تنوع و تراکم پوشش گیاهی ایفا می‌نمایند. با وجود این که خاک‌های تشکیل شده در مناطق کارستی در مواردی بسیار حاصلخیز و غنی هستند (وایت^۳، ۱۹۸۸: ۳۵۵)، تنوع شرایط توپوگرافی، اقلیمی، لیتولوژیکی ممکن است باعث ایجاد فقیرترین تا غنی‌ترین خاک‌ها در مناطق کارستی شود. تغییر در وضعیت خاک‌ها نیز باعث ایجاد تنوع پوشش گیاهی در یک منطقه خاص گردد. بررسی تحقیق حاضر نشان می‌دهد که وجود یک لندفرم کارستی خاص مانند دولین در بخش‌های مختلف منطقه مورد مطالعه نقش متفاوتی در تراکم پوشش گیاهی دارد. این موضوع ناشی از تفاوت در توپوگرافی و خاک در بخش‌های مختلف منطقه مورد مطالعه است. به عنوان مثال، در دامنه‌های شمال شرقی، بعلا تابهش کمتر آفتاب، خاک بیشتری در کف دولین‌ها تشکیل می‌شود و خاک بیشتر باعث تقویت پوشش گیاهی و افزایش تراکم پوشش گیاهی می‌شود. در دامنه‌های شمال شرقی، وجود رطوبت بیشتر و دمای پایین‌تر باعث انحلال بیشتر و توسعه لندفرم‌های کارستی شده که این موضوع به تشکیل بیشتر خاک منتهی شده است. مساحت بیشتر جنگل‌های متراکم در دامنه شمال شرقی (جدول ۹) این موضوع را به وضوح نشان می‌دهد.

1 - Atalay

2 - Dum

3 - White

نتیجه گیری

انتشار و پراکندگی جوامع گیاهی تحت تأثیر عوامل مختلف محیطی است. به طور کلی بررسی این تحقیق نشان می‌دهد که عواملی مانند ارتفاع، شیب و جهت شیب نقش مهمی در پراکندگی شکل‌ها و فرآیندهای ژئومورفولوژی ایفا نموده است. هر لندفرم ژئومورفولوژی با توجه به فرآیندهای غالب آن، نقش موثری در تراکم پوشش گیاهی دارد. بعنوان مثال فرایند غالب در لندفرم واریزه، تخریب فیزیکی و ریزش سنگ است که سطح‌های سنگی بدون خاک را ایجاد می‌کند که این امر باعث تراکم پایین پوشش جنگلی در این لندفرم شده است. در حالی که فرسایش کارستی منجر به ایجاد خاک شده و در افزایش پوشش گیاهی نقش مهمی ایفا کرده است. بررسی این تحقیق نشان می‌دهد که نقش جهت دامنه‌ها در پوشش گیاهی نسبت به نقش شیب و سطوح ارتفاعی بارزتر است. با وجود لیتولوژی یکسان دامنه‌های شمال شرقی و جنوب غربی، در لندفرم‌های واقع در دامنه شمال شرقی، به علت وجود رطوبت بیشتر و غلبه فرسایش شیمیایی و میکرو ارگانیزم‌هایی مانند گل سنگ‌ها، خاک بیشتری تولید شده که این موضوع به افزایش تراکم جنگل منجر شده است. وجود رطوبت بالا و دمای پایین‌تر در دامنه پشت به آفتاب شمال شرقی باعث ایجاد میکرو ارگانیزم‌هایی مانند گل سنگ‌ها و به طور کلی غلبه فرسایش شیمیایی بر تخریب مکانیکی شده است.

به طور کلی تحقیق حاضر نشان می‌دهد که تفاوت در فرآیندها و لندفرم‌های ژئومورفولوژی و همچنین جهت دامنه و توپوگرافی، باعث تفاوت در تراکم پوشش گیاهی طاق‌دیس نواکوه شده است.

فهرست منابع

- ۱- احسانی، علی، ۱۳۸۲، بررسی نقش و رابطه‌ی بین عوامل ژئومورفولوژی، خاک و پوشش گیاهی در حوضه آبخیز بهشهر، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۶۰، صص ۹۳-۱۰۲.
- ۲- احمدی، حسن، ۱۳۷۴. ژئومورفولوژی کاربردی، جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- احمدی، حسن، جوانشیر، کریم، قنبریان، غلامعباس و حبیبیان، سید حمید، ۱۳۸۱، بررسی ویژگی‌های اکولوژیک جوامع گیاهی با توجه به واحدهای ژئومورفولوژی: مطالعه موردی، منطقه چنار راهدار استان فارس، مجله منابع طبیعی ایران، ۱، صص ۸۱-۹۸.
- ۴- درویش زاده، علی، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران. انتشارات امیر کبیر.
- ۵- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۷۵، نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ شماره‌های ۳-۵۲۵۸ و ۴-۵۲۵۸.
- ۶- سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۸، نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰۰، شیت ۵۲۵۸.
- ۷- مرادی، حمیدرضا و احمدی پور، شهین، ۱۳۸۵، بررسی نقش مورفولوژی و خاک بر پوشش گیاهی با استفاده از GIS (مطالعه موردی: بخشی از مراتع حوضه واز)، پژوهش‌های جغرافیایی، ۵۸، صص ۱۷-۳۲.
- ۸- محبی، علی، جعفری، محمد، عرفان زاده، رضا و تیمور زاده، علی، ۱۳۸۴، بررسی رابطه‌ی مورفولوژی (شیب، جهت، ارتفاع) و خاک با تولید و درصد پوشش و انبوهی گونه‌ی گیاهی شبدر قرمز در مراتع فندقلوی اردبیل، فصلنامه جنگل و مرتع، ۶۷، صص ۱۱-۱۶.
- ۹- میر شفیعی، سیده سمیه، ۱۳۹۰، بررسی تاثیر عوامل ژئومورفولوژی با تاکید فرم و فرآیند بر روی نوع و تراکم پوشش گیاهی با استفاده از GIS. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه حکیم سبزواری. دانشکده جغرافیا و علوم محیطی.

10- Abbate, G., Cavalli, R.M., Pascucci, S., Pignatti, S., Poscolieri, M., 2006. **Relations between Morphological Settings and Vegetation Covers in a Medium Relief Landscape of Central Italy**. Annals of Geophysics, 49, 153-165.

Atalay, I., 1997. Red Mediterranean soils in some karstic regions of Taurus mountains, Turkey. Catena, 28, 247-260.

11- Bahrami, S., 2012. **Morphotectonic evolution of triangular facets and wine-glass valleys in the Noakoh anticline, Zagros, Iran: Implications for active tectonics**. Geomorphology, 159, 37-49.

12-Butler, D. R., Malanson, G.P., Walsh, S.J., Fagre, D.B., 2007. **Influences of geomorphology and geology on alpine treeline in the American West—more important than climatic influences?** Physical Geography, 28, 434-450.

13-Durn, G. 2003. **Terra Rossa in the Mediterranean region: Parent materials, composition and origin**. Geologia Croatica 56, 83-100.

14- Garcia-Aguirre, M. C., Ortiz, M. A., Zamorano, J. J., Reyes, Y., 2007. **Vegetation and landform relationships at Ajusco volcano Mexico, using a geographic information system (GIS)**, Forest Ecology and Management, 239, 1-12.

15- Hoersch, B., Braun, G and Schmidt, U., 2002. **Relation between landform and vegetation in Alpine regions of Wallis, Switzerland**. A multiscale remote sensing and GIS approach. Computers, Environment and Urban Systems, 26, 113-139.

16- Kruckeberg, A.R., 2002. **Geology and plant life: the effects of landforms and rock types on plants**. University of Washington Press, Seattle. 365pp.

17-Marston, R, A., 2010. **Geomorphology and vegetation on hillslopes: Interactions, dependencies, and feedback loops**. Geomorphology, 116, 206-217.

- 18- Murray, B. A., Knaapen, M. A. F., Tal, M., Kirwan, M.L. 2008. **Biomorphodynamics; physical-biological feedbacks that shape landscapes**. Water Resources Research, 44, W11301. doi:10.1029/2007WR006410.
- 19- Nagamatsu, D., Hirabuki, Y., Muchida, Y., 2003. **Influence of micro-landforms on forest structure, tree death and recruitment in a Japanese temperate mixed forest**. Ecological Research, 18, 533–547.
- 20- Reinhardt, L., Jerolmack, D., Cardinale, B. J., Vanacker, V., Wright, J., 2010. **Dynamic interactions of life and its landscape: feedbacks at the interface of geomorphology and ecology**. Earth Surface Processes and Landforms, 35, 78-101.
- 21- Smith, S., Silva, J. F., Farinas, M. R., 2005. **Geomorphology, soil texture and tree density in eastern Venezuela, Ecotropicos**, 18, 21-29.
- 22- Swanson, F.J., Kratz, T.K., Caine, N., Woodmansee, R.G., 1988. **Landform effects on ecosystem patterns and processes**. Bioscience, 38 (2), 92–98.
- 23- White, W.B., 1988, **Geomorphology and hydrology of karst terrains**: New York, Oxford University Press, 464 p.