

بررسی ژئومورفولوژیکی چمن سلطانیه (استان زنجان)

غلامحسن جعفری^{۱*} ، زینب کریمی^۲

^{۱*} - دانشیار جغرافیا، دانشکده جغرافیا ، دانشگاه زنجان

^۲ - کارشناس ارشد، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

*ایمیل نویسنده مسئول: jafarihas@znu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۱۶

چکیده

پوشش گیاهی بیش از ۳۵ کیلومترمربع از سراب زنجان رود، یکی از شاخه‌های اصلی قزل‌اوزن، چمن می‌باشد که به‌عنوان چمن سلطانیه معروف است. چمن، گیاهی علفی از تیره گندمیان، در شرایط اقلیمی سرد و گرم رشد می‌کند. برای بررسی ژئومورفولوژی چمن سلطانیه از نرم‌افزارهای Arc GIS، Google Earth، Global mapper، اکسل و نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی، مدل رقومی ارتفاعی (DEM) و داده‌های اقلیمی استفاده شد. با کمک مدل‌های تجربی رایت و پورتر، ارتفاع برف‌مرز و خط تعادل آب و یخ کواترنری برآورد شد. بررسی‌های میدانی از نقاطی که آبراه‌ها در نقشه‌های توپوگرافی به شکل دوشاخه نمایش داده شده‌اند، هیچ شواهدی از تغییر شیب یا تغییر رسوب و دریا بار دیده نشد. با توجه به وجود آثار سیرک-های یخچالی کواترنری در ارتفاعات شرقی و غربی سلطانیه، حاکمیت یخچال در دوره‌های سرد کواترنری در منطقه قریب به یقین بوده است. چمن-سلطانیه از نوع چمن‌های سردسیری است. متوسط دمای وزنی حوضه سلطانیه، از روابط رگرسیونی ۷/۸۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارش ۴۲۸/۷۵ میلی‌متر برآورد گردید و ارتفاع برف‌مرز و خط تعادل آب و یخ، به ترتیب ۲۲۶۸ و ۱۴۷/۵ متر برآورد گردید. شواهد منعکس شده در نقشه‌های توپوگرافی در ایجاد سطوح ارضی مستوی سراب زنجان رود، نمی‌تواند دلیلی بر وجود دریاچه یا پلایا بودن منطقه باشد؛ اقلیم معتدل متمایل به سرد و نیمه مرطوب، به-همراه خاک نفوذناپذیر در عمق کم خاک، مهم‌ترین نقش را در ایجاد چنین سطوحی داشته است.

کلمات کلیدی

"چمن سلطانیه" ، "سیرک" ، "یخچال" ، "روش رایت و پورتر"

Geomorphological study of Soltanieh grass (Zanjan province)

Gholamhasan jafari^{1*} , zeinab karimi²

1*. Associate Professor of Geomorphology, Zanjan University. Zanjan, Iran

2.MSc Geomorphology, University of Tabriz, Iran

*Email Address: jafarihas@znu.ac.ir

Abstract

Vegetation of more than 35 square kilometers of Sarab Zanjanrood, one of the main branches of Ghezel Ozan River is grass, which is known as Soltanieh grass. Grass, an herbaceous plant of the genus Wheat, grows in hot and cold climates. Software Arc GIS, Google Earth, Global mapper, Excel and geological maps, topography, digital elevation model (DEM) and climatic data were used to study the geomorphogenesis of Soltanieh grass. With the help of Wright and Porter experimental models, the height of the snow border and the water equilibrium line of the Quaternary were estimated. Field surveys of the points where the waterway are shown in the topographic maps in the form of Two-pronged , no evidence of slope change or change of sediment and seawater was seen. Due to the existence of Quaternary glacial circuses in the eastern and western heights of Soltanieh, the dominance of glaciers in the cold Quaternary periods in the region has been almost certain. Soltanieh grass is a type of cold grass. The average weight temperature of Soltanieh basin was estimated from regression relationships of 7.85 ° C and the average precipitation was 428.75 mm and the height of the snow border and the water balance line of Vikh were estimated to be 2268 and 1147.5 meters, respectively. Evidence reflected in topographic maps in the creation of land surfaces of the Zanjan River mirage, cannot be evidence of the existence of a lake or playa in the area; The temperate climate, which tends to be cold and semi-humid, and with impermeable soils at shallow depths, has played a major role in creating such surfaces.

Keywords

"Soltanieh grass", "Circus", "Glacier", "Wright Method and porter"

۱- مقدمه

نیز نشان داده است در طی دوره ۵۲ ساله ۲۳۸ هکتار از اراضی چمن مورد تخریب قرار گرفته است که به کاربری‌های دیگری تبدیل شده‌اند. نورالهی (۱۳۹۱)، در پژوهشی به بررسی تپه‌ی ناهور واقع در دشت سلطانیه اقدام نموده و در این پژوهش به خاک یکدست سفیدی که در عمق ۶۰ سانتی‌متری واقع شده، اشاره نموده که این خاک مانع از نفوذ آب به اعماق زمین می‌شود و موجب شکل‌گیری چمن سلطانیه شده است. ملاحمد نالوسی و همکاران (۱۳۹۳)، به مطالعه واکنش‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی چمن نسبت به تنش خشکی پرداخته و نتایج نشان داد که با طولانی شدن مدت تنش، محتوای نسبی آب برگ و میزان کلروفیل برگ به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرده است. غلامیان جزی (۱۳۹۵)، به بررسی چمن‌های فصل سرد و گرم پرداخته و چمن‌ها را از لحاظ شرایط اقلیمی به چمن‌های سردسیری و گرمسیری تقسیم کرده است؛ که چمن‌های گرمسیری در فصل‌های گرم و چمن‌های سردسیری در فصل‌های خنک (بهار و پاییز) بیشترین فعالیت را دارند. جعفری و بختیاری (۱۳۹۵)، در بررسی هیدرو-ژئومورفیک حوضه آبریز قزل‌اوزن از سلطانیه به‌عنوان یک ژئونون شبه مجازی یاد می‌کند که تمرکز آب در آن به‌صورت خطی نمی‌باشد. جعفری و اصغری سراسکانرود (۱۳۹۵)، در بررسی یخچال‌های حوضه زنگان رود ارتفاع برف‌مرز آن را ۲۲۷۰ متر برآورد نمودند. این نتایج نشان می‌دهد که در شرایط آب‌وهوایی مختلف چمن رشد نموده و وضعیت بسیار متفاوتی در مکان‌های مختلف دارد. بر این اساس در این مقاله به بررسی ژئومورفوژن چمن سلطانیه در استان زنگان پرداخته شده است و تغییرات آن در طی چند دهه اخیر برآورد گردیده است.

۲- روش انجام تحقیق

• محدوده مورد مطالعه

حوضه آبریز سلطانیه با وسعت ۶۶۴/۳۴ کیلومترمربع از شاخه‌های قزل‌اوزن می‌باشد و در موقعیت جغرافیای ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی و ۳۶ درجه و ۱۹ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۵ دقیقه طول شرقی قرار دارد (شکل ۱).

حوضه مورد مطالعه در مسیر ترانزیتی زنگان- قزوین و راه ارتباطی زنگان- قیدار- همدان قرار دارد. حوضه آبریز سلطانیه توسط کوه‌های شمالی حوضه زنگان‌رود (کوه‌های طارم (بخشی از ارتفاعات البرز مرکزی)) و کوه‌های جنوبی سلطانیه محدود شده است. بیشترین ارتفاع حوضه مورد مطالعه ۲۷۵۹ متر و کمترین ارتفاع ۱۷۴۰ متر می‌باشد. متوسط بارش سالیانه حوضه ۳۵۸ میلی‌متر و متوسط دما ۹ درجه سانتی‌گراد است که بیشترین ایام سال شرایط سرد بر منطقه مستولی می‌گردد. بخشی از حوضه آبریز مورد مطالعه را چمنی فراگرفته است. چمن سلطانیه در سراب زنگان‌رود، مرتفع‌ترین نقطه فلات زنگان و ابهر است که در ۳۵ کیلومتری شرق زنگان و ۲ کیلومتری شمال شهر سلطانیه قرار دارد. این چمن در شکل‌گیری شهر تاریخی سلطانیه نقش داشته است.

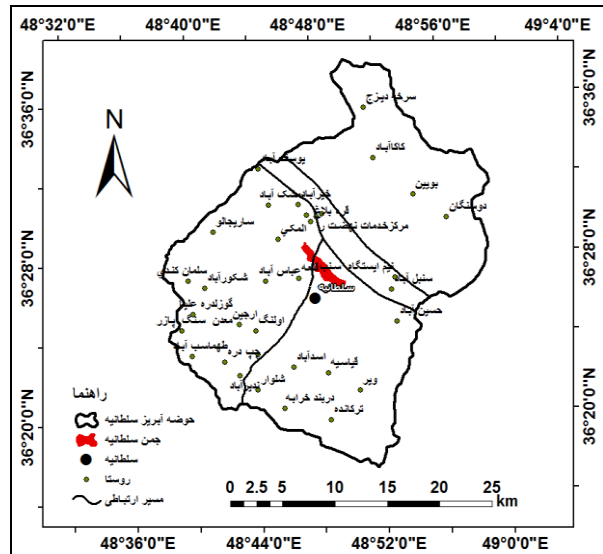
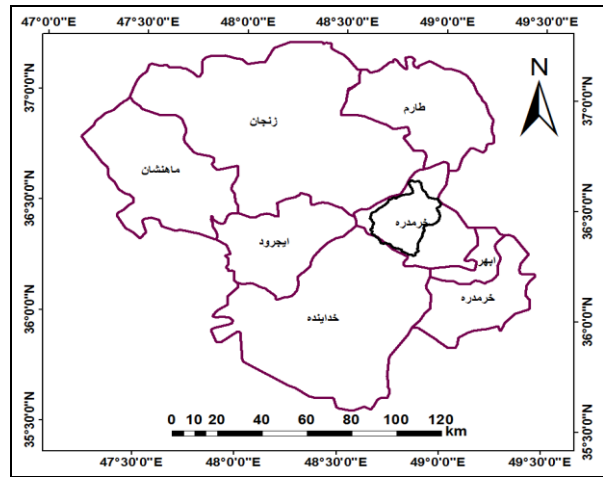
چمن‌ها گیاهانی علفی از تیره گندمیان هستند که در طول دوره رشد، یا فاقد رشد طولی ساقه بوده و یا به میزان اندکی رشد طولی ساقه خواهند داشت (فرهادی، ۱۳۹۳). چمن‌ها از لحاظ شرایط آب‌وهوایی و اقلیمی به دو گروه چمن‌های فصل گرم و فصل سرد تقسیم می‌شوند. دامنه بهینه‌دمای هوا برای رشد شاخساره چمن‌های فصل گرم ۱۸ تا ۹۵ درجه فارنهایت (۲۷ تا ۳۵ درجه سلسیوس) است. دمای مناسب هوا برای رشد شاخساره چمن‌های فصل خنک (سرد) بین ۶۴ و ۷۵ درجه فارنهایت (۱۶ و ۲۴ درجه سلسیوس) است (غلامیان جزی، ۱۳۹۵؛ خاوری و همکاران، ۱۳۹۵). به دلیل شباهت زیاد با چمن‌های مغولستان، ایلخانان بعد از انتخاب تبریز به‌عنوان پایتخت، متوجه سلطانیه که در آن زمان معروف به شروپاز یا شهرپاز بود شدند و از آن پس این شهر را به‌عنوان پایتخت برگزیدند؛ تا قبل از حمله مغول سلطانیه به شکل مرغزار و چمنزار بوده و آثار ساختمانی در آن دیده نمی‌شد (ولایتی و همکاران، ۱۳۹۶). چمن‌ها در خوزستان از نوع گرمسیری و چمن سلطانیه (استان زنجان) از نوع سردسیری می‌باشد، در ارتفاعات شرقی و غربی چمن سلطانیه آثار سیرک‌های یخچالی کواترنری وجود دارد که دال بر حاکمیت یخچال در دوره‌های سرد کواترنری در منطقه است. آبراهه‌هایی که از ارتفاعات اطراف به سمت چمن سلطانیه سرازیر می‌شوند به دلیل شیب بسیار کم سطوح ارضی، یا در خاک فرو می‌روند، یا با رسیدن به چمن و حتی قبل از آن، تقریباً راکد شده و به‌صورت آبراهه‌های دوشاخه‌ای در نقشه‌های توپوگرافی نمایش داده می‌شوند. از طرفی نقاط ارتفاعی منفرد بیانگر سطوح مستوی یا با شیب بسیار کم نیز در داخل و اطراف چمن سلطانیه، در نقشه‌های توپوگرافی منعکس شده است. چنین انعکاسی از سطوح ارضی در نقشه‌های توپوگرافی، دال بر پلایا بودن منطقه قلمداد می‌گردد (رامشت، ۱۳۹۳). در این زمینه مطالعات متعددی انجام پذیرفته که به چند نمونه از آن اشاره می‌شود: ژیانگ و هوانگ (۲۰۰۱)، به بررسی خشک‌سالی و تنش‌های گرما به برگ‌های چمن‌های فصل خشک پرداخته‌اند و نتایج این بررسی نشان داد که خشکی باعث کاهش کیفیت چمن‌های فصل سرد می‌شود که پیامد آن کاهش در رشد ریشه، پتانسیل آب برگ و کاهش در ذخیره‌سازی کربوهیدرات‌ها می‌شود. کارو و دانکن (۲۰۰۳)، در پژوهشی به بررسی مقاومت انواع چمن‌ها در برابر خشک‌سالی و پایداری در برابر طوفان اقدام نموده‌اند. نتایج این مطالعه بر روی چمن‌ها بیانگر آن است که با کاهش محتوای نسبی آب، کیفیت چمن نیز کاهش قابل توجهی می‌یابد. مگنی و همکاران (۲۰۰۳)، نشان دادند که بافت سبک شنی منجر به افزایش سطحی چمن و میزان عبور بهتر آب در پروفیل خاک می‌گردد. هویت (۲۰۱۳)، به بررسی تغییرات فصلی در حرکت یخ به دلیل ذوب آن پرداخته و نتایج حاکی از شتاب حرکت یخ در اوایل فصل تابستان می‌باشد که به‌صورت موقتی انجام می‌گیرد. حرکت یخ بیشتر در قسمت حاشیه آن است و در قسمت‌های دیگر سرعت و فشار کمتر می‌باشد. وانگ و همکاران (۲۰۱۳)، به بررسی یخچال‌های طبیعی و دریاچه‌های یخچالی در فلات تبت مرکزی پرداخته و نتایج نشان می‌دهد که با عقب‌نشینی یخچال‌ها سطح دریاچه‌های یخچالی افزایش یافته است. یخچال‌های طبیعی از سال ۱۹۷۷ تا ۲۰۱۰ (۲۲ درصد) از پوشش خود را از دست دادند. داورپناه و خلفی (۱۳۸۷)، به بررسی روند تغییرات چمن سلطانیه با استفاده از RS-GIS پرداخته‌اند که نتایج این بررسی

جدول ۱- طول دوره آماری ۱۳۷۷-۱۳۹۵ (مأخذ: سایت هواشناسی

کشور		
نام ایستگاه	ارتفاع	دما
زنجان	۱۶۶۶	۱۱/۳۶
قلموق	۱۸۰۰	۱۰/۲۸
ذاکر	۱۹۵۰	۱۰
نیماور	۱۷۲۸	۱۰/۷
خیرآباد	۱۸۰۰	۱۰/۵

جدول ۲- طول دوره آماری ۱۳۵۶-۱۳۹۲ (مأخذ: سایت هواشناسی

کشور		
نام ایستگاه	ارتفاع	بارش
صائین قلعه	۱۶۸۲	۳۱۸/۸۲
سلطانیه	۱۷۸۵	۳۵۲/۱۳
ارهان	۲۰۷۵	۳۶۸/۰۲
قلموق	۱۸۰۰	۳۴۱/۴۵
چرگر	۱۹۸۰	۳۴۸/۷۵
زنجان	۱۶۶۶	۲۹۸/۱۱
قیدار	۲۰۵۴	۳۹۲/۶۹



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (مأخذ: نگارندگان)

روش مطالعه

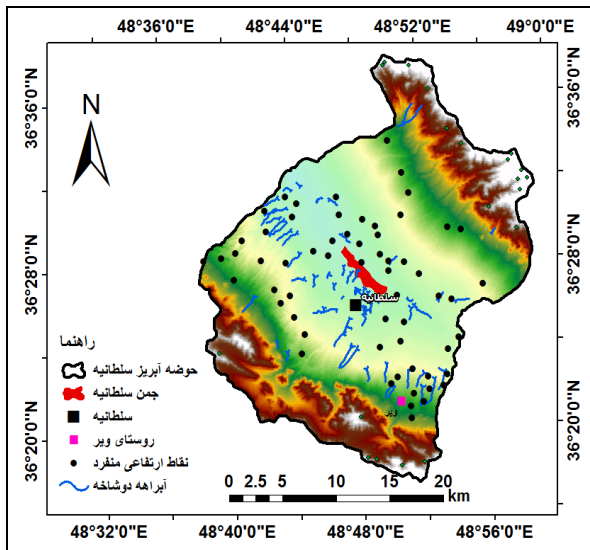
در مناطق کوهستانی لندفرم‌هایی به صورت نیم‌دایره وجود دارد که در زمستان و فصول بارشی، مملو از برف می‌شوند گاه این برف تا چند سال باقی می‌ماند و یخچال‌های کوچک را تشکیل می‌دهد. این نیم دایره‌وارها دال بر فرسایش یخچالی در ارتفاعات هستند و در واقع نقش کاسه را در ذخیره یخ دارند (سپهری، ۲۰۰۸: ۱۵). این چال برف‌ها بعد از پایان دوره یخچالی به صورت حفره‌های یک‌سوی باز باقی می‌ماند که در نقشه‌های توپوگرافی به خوبی ردیابی می‌شود این نکته را باید به یادداشت آنچه در نقشه‌های توپوگرافی شناسایی می‌شود آثار برجای‌مانده سیرک‌های یخچالی است و نه خود سیرک‌ها (رامشت، ۱۳۹۲: ۶۸). براین اساس آثار سیرکی موجود در ارتفاعات اطراف حوضه آبریز سلطانیه شناسایی شد و ارتفاع برف‌مرز حوضه با استفاده از روش‌های رایج و برتر و در نهایت ارتفاع خط تعادل آب و یخ برآورد و تحلیل گردید (روابط ۱ و ۲). به این ترتیب که ابتدا ارتفاع سیرک‌های شناسایی شده در محیط ArcGIS به صورت نزولی رتبه‌بندی و سپس تعداد آن‌ها در ۰/۶ ضرب شد؛ عدد به‌دست‌آمده در رتبه سیرک‌های مرتب‌شده، مشخص شد؛ در واقع روش رایج با تعیین مکان سیرک‌ها و گذراندن خط ۶۰ درصد از آن، برف‌مرز دائمی تعیین می‌شود (جغرفیگلو و همکاران، ۱۳۹۳).

$$R = n \times 60$$

رابطه (۱)

$$X = (H_{max} - H_{min}) / 100 \times 60 \quad R = H_{min} + X \quad \text{رابطه (۲)}$$

برای بررسی فضایی، چمن سلطانیه در وسعت بزرگ‌تری در حوضه آبریز سلطانیه مورد بررسی قرار گرفت. برای رسیدن به اهداف تحقیق، از نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ (برگ‌های سلطانیه ۵۷۶۲I، ۵۷۶۲IV، ۵۷۶۲II و ۵۷۶۳III)، نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ برگ سلطانیه و طارم، مدل رقومی ارتفاعی (DEM) ۳۰*۳۰ و نرم‌افزارهای Global mapper20, Google Earth, ArcGIS 10.5 استفاده شد؛ چندین بار از چمن سلطانیه بازدید میدانی به عمل آمد و یافته‌های اسنادی مورد ارزیابی قرار گرفت. در بازدیدهای میدانی شواهدی از تراس‌های دریاچه‌ای و تغییرات شیب دال بر پلویال بودن محیط یافت نشد. از تصاویر ماهواره‌ای SRTM (۲۰۱۵ و ۲۰۰۰) برای بررسی دقیق تغییرات ایجادشده در وسعت چمن در نرم‌افزار ENVI 5 استفاده گردید. علاوه بر آن براساس آبراهه‌های دوشاخه و نقاط ارتفاعی منفرد منعکس شده در نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰، بیان‌کننده سطوح دریاچه‌ای گذشته چمنزار تعیین حدود گردید. با استفاده از داده‌های اقلیمی شرایط اقلیمی کوآرترنری بازسازی و تحلیل شد. برای ترسیم نقشه‌های هم‌دما و هم‌بارش حال، ابتدا بین ارتفاع با متوسط دما و متوسط بارش سالیانه ایستگاه‌های هواشناسی داخل و اطراف حوضه، روابط خطی برآورد گردید (جدول ۱ و ۲)؛ سپس با اعمال روابط به‌دست‌آمده در لایه DEM منطقه، نقشه‌های هم‌دما و هم‌بارش ترسیم و تحلیل گردید.



شکل ۲- موقعیت آبراهه دوشاخه و نقاط ارتفاعی منفرد در اطراف چمن سلطانیه و روستای ویر (مأخذ: نگارندگان)

برداشت اولیه هر محقق از سطوح ارضی موجود در محدوده مورد مطالعه، وجود یک ژئونون حقیقی است که بستر دریاچه گذشته را نمایش می‌دهد، در صورتی که این سطوح ارضی یک چمنزار طبیعی است که هرچند به صورت مستوی و کم شیب ظاهر می‌گردد ولی آبراهه‌های دوشاخه‌ای اطراف آن ارتفاع واحدی ندارند و ثانیاً آبراهه‌های دوشاخه‌ای به‌طور کامل آن را محصور نمی‌کنند به این دلیل از آن به‌عنوان ژئونون مجازی یاد شده است. جغرافی و بختیاری در بررسی هیدرو-ژئوتیک حوضه آبی قزل‌اوزن به آبراهه‌های دوشاخه‌ای سلطانیه اشاره کرده و از آن‌ها به‌عنوان ژئونون مجازی یاد می‌کنند که با مشخصه‌ی متمرکز نشدن آب، سرعت کم، بستر وسیع، حرکت ورقه‌ای آب و پایین بودن دما، به‌عنوان مثال سلطانیه که قبلاً در مجاورت ژئونون مجازی بوده، در حال حاضر نیز به‌عنوان یک ژئونون شبه مجازی عمل می‌کند که تمرکز آب در آن به‌صورت خطی نمی‌باشد. ولی شواهد میدانی حاکی از آن است که آب جاری در چنین آبراهه‌هایی به علت حجم کم و شیب ملایم بستر، در طول ماه‌های سرد، یخ‌زده یا در زمین نفوذ می‌کند و به پایین‌دست منتقل نمی‌شوند و به‌صورت دوشاخه درمی‌آیند که از آن‌ها به‌عنوان ژئونون مجازی یاد می‌شود. مسلماً در طی دوره‌های سرد کواترنری شرایط برودتی بسیار حادتر از شرایط کنونی بوده در سلطانیه (سراب زنگان‌رود) و بقیه مناطق ارتفاعی بالاتر از ۲۰۰۰ متر چنین شرایطی حکم‌فرما بوده است (جعفری و بختیاری، ۱۳۹۵). روستای اسداباد در شمال چمن، مرز دشت‌سر و دشت را مشخص نموده است و در غرب چمن روستاهای قلعه و المکی قرار دارد. چمن سلطانیه به‌عنوان یکی از لندفرم‌های شکل‌گرفته در سیستم‌های شکل‌زای مختلف برودتی- رطوبتی- حرارتی توسط آبادی‌هایی همچون قلعه، المکی، قره‌بلاغ، خیرآباد، مشک‌آباد و حسین‌آباد محدود شده است که در طی زمان با گسترش مزارع، چمن را مورد تهدید قرار داده‌اند. علاوه بر گسترش مزارع، عبور راه ارتباطی زنگان- سلطانیه- قیدار از وسط چمن (شکل ۳) و لوله انتقال گاز به سلطانیه که اولی با عرضی بیش از ۴۰ متر و طول ۴/۸ کیلومتر و دومی با عرض بیش از ۱۶ متر و طول ۲ کیلومتر چمن را تخریب نموده است؛ که مسیر ارتباطی، مساحتی حدود ۱ کیلومتر و مسیر لوله انتقال گاز ۰/۵ کیلومتر از چمن سلطانیه را اشکال کرده‌اند و موجب نابودی و تغییر پوشش گیاهی در چمن شده‌اند.

که n فراوانی کل سیرک‌ها در حوضه مورد نظر، X تفاوت ارتفاع برف‌مرز دائمی از ارتفاع پایین‌ترین سیرک شناسایی شده، H_{max} بالاترین ارتفاع سیرک، H_{min} پایین‌ترین ارتفاع سیرک و R ارتفاع برف‌مرز است (قهرودی‌تالی و همکاران، ۱۳۹۴). برای بررسی دقیق‌تر ارتفاع برف‌مرز از روش بورتور نیز استفاده شد؛ از نظر بورتور، یخچال زمانی سیرک را پر می‌کند که خط برف‌مرز خیلی بالاتر از میانگین ارتفاع کف سیرک نباشد (رابطه ۳).

$$\text{رابطه (۳)} \quad Mo \times \frac{d1}{d1+d2} h$$

=

که Mo ارتفاع کف سیرک، L حد پایین طبقه نما دار، $d1$ تفاضل فراوانی طبقه ماقبل طبقه نما دار از فراوانی طبقه نما دار، $d2$ تفاضل فراوانی طبقه مابعد طبقه نما دار از فراوانی طبقه نما دار و h اختلاف ارتفاع طبقه نما دار است (سیف و همکاران، ۱۳۹۴).

برای ترسیم نقشه هم‌دما زمان گذشته، از ارتفاع برآورد شده خط برف‌مرز دائمی به روش رایج استفاده شد؛ ارتفاع برف‌مرز برآورد شده در رابطه خطی دما و ارتفاع قرار داده شد و سپس دمای کنونی آن ارتفاع برآورد گردید. با احتساب دمای صفر درجه دوران گذشته برای ارتفاع برف‌مرز کواترنری، حدود تغییرات دمایی آن زمان از شرایط کنونی برآورد گردید. مقدار تغییر برآورد شده از دمای کنونی هر کدام از ایستگاه کسر شده و رابطه بین ارتفاع و دمای گذشته برآورد و با استفاده از لایه رقومی ارتفاع، خطوط هم‌دما گذشته نیز ترسیم و تحلیل گردید. ارتفاع خط تعادل آب و یخ برآورد شده با احتساب دمای پنج درجه برآورد و تحلیل گردید.

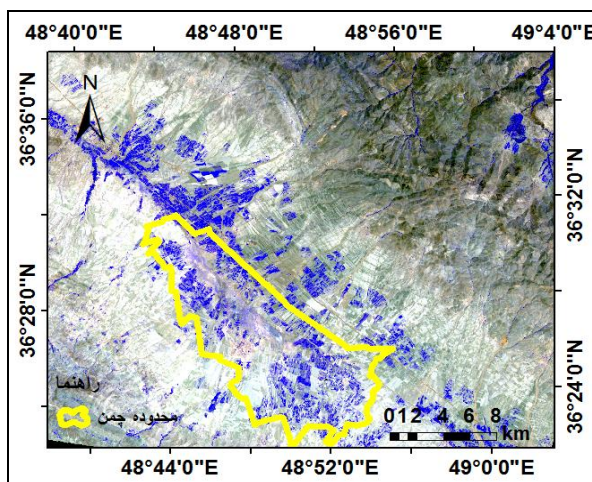
۳- نتایج

برآیند فرایندهای مختلف در طول زمان نهایتاً به ظهور لندفرم‌های مختلفی منجر شده است. بعضی از لندفرم‌ها براساس فرم ظاهری مشابهی که دارند در نگاه اول این‌طور به نظر می‌رسند که براساس یک فرایند به وجود آمده‌اند، در صورتی که وقتی به‌درستی مورد بررسی قرار گیرند مشخص می‌گردد که سیستم‌های شکل‌زای یا فرایندهای مختلف می‌توانند لندفرم‌های مشابه را ایجاد نمایند. سطوح مستوی که به‌وسیله آبراهه‌های دوشاخه‌ای در نقشه‌های توپوگرافی تعیین حدود می‌شوند یکی از این لندفرم‌ها هستند. در نقشه‌های توپوگرافی هر جا رودخانه‌ای به علت شیب یا کاهش شدید دبی قادر به ادامه جریان نباشد با آبراهه دوشاخه‌ای نمایش داده می‌شود. به عبارتی آبراهه دوشاخه‌ای به همراه نقاط منفرد ارتفاع در نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰، دلالت بر سطوح مستوی دارد که بر اثر آب‌های راکد شکل‌گرفته‌اند. در شرق سلطانیه سطوح ارضی وجود دارد که آبراهه‌های دوشاخه‌ای، بخصوص در غرب آن به‌وفور دیده می‌شود. آبراهه‌های دوشاخه‌ای که در حوضه‌ی آبریز سلطانیه وجود دارند به دو بخش آبراهه‌های شمال روستای ویر و آبراهه‌های اطراف و داخل چمن سلطانیه تقسیم می‌شوند. ارتفاعی که آبراهه‌ها در شمال ویر دوشاخه شده‌اند از ۱۸۲۸ متر تا ۱۸۷۵ متر متغیر است. ولی در اطراف چمن این ارتفاع از ۱۷۵۲ متر تا ۱۸۲۲ متر می‌باشد و ارتفاع آبراهه‌ی دوشاخه‌ای داخل چمن ۱۷۶۸ متر است که در این ارتفاع خارج از چمن نیز آبراهه‌های دوشاخه‌ای شده است (شکل ۲).

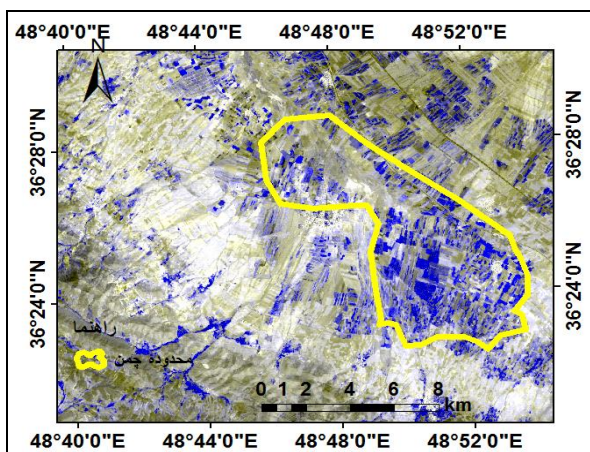


شکل ۵- تپه قلعه در داخل چمن (مأخذ: نگارندگان)

با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای روند تغییرات چمن و اطراف آن مورد بررسی قرار گرفت. محدوده چمن براساس آبراهه‌های دوشاخه مشخص شده و تغییراتی که از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ ایجاد شده در تصاویر ۶ و ۷ قابل مشاهده است؛ که از جمله این تغییرات می‌توان به کاهش وسعت چمن (سال ۲۰۰۰ وسعت چمن تقریباً ۱۳۲ کیلومترمربع و سال ۲۰۱۵ به ۶۵ کیلومترمربع کاهش می‌یابد) که به کاربری‌های دیگر تبدیل شده‌اند اشاره کرد و همین‌طور پهنه‌های آبی در سال ۲۰۱۵ به دلیل تغییرات اقلیمی و خشک‌سالی کاهش می‌یابد.



شکل ۶- چمن سلطانیه سال ۲۰۰۰



شکل ۷- چمن سلطانیه سال ۲۰۱۵

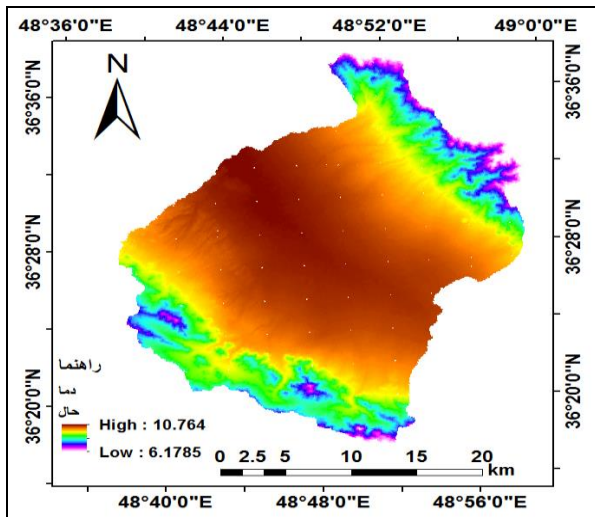


شکل ۳- مسیر عبور راه ارتباطی زنجان- سلطانیه- قیدار در داخل چمن (مأخذ: نگارندگان)

غیر از عبور راه ارتباطی سلطانیه - قیدار و عبور خط لوله گاز، گسترش مزارع، وجود آبادی‌هایی در اطراف چمن و گسترش اراضی کشاورزی آن‌ها (قره‌بلاغ و قلعه)، کاوش‌های باستانی شناسی در داخل چمن، شرایط آب‌وهوایی و خشک‌سالی (که اگر خشک‌سالی ادامه یابد، چمن سلطانیه به کانون ریز گرد تبدیل می‌شود)، موجودات حفار مثل موش کلاهو (به دلیل خشک‌سالی تعداد آن‌ها نیز بیشتر شده است)، تخریب چمن برای ایجاد جایگاه سوخت CNG و تعیین حدود مرز در بعضی از مکان‌ها نه به دلیل حفاظت از چمن بلکه حفاظت از تپه‌های باستانی در تخریب چمن سلطانیه نقش داشته‌اند (شکل ۴ و ۵)؛ در مناطقی که شیب سطوح ارضی بسیار کم و سطح آب زیرزمینی بالاست از قدیم‌الایام ایجاد تپه‌های باستانی رایج بوده است از جمله تپه‌های داخل چمن، تپه قلعه در نزدیکی روستای قلعه و در شمال غرب شهر سلطانیه هست.

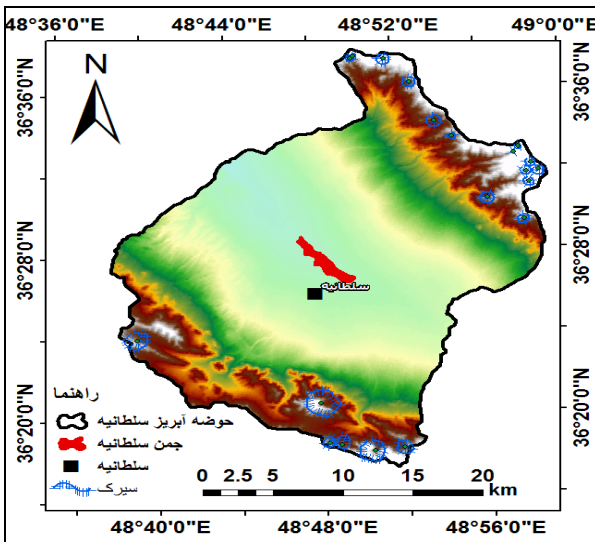


شکل ۴- تغییر پوشش گیاهی چمن به دلیل انتقال لوله گاز از داخل چمن و آثار فعالیت موجودات حفار (مأخذ: نگارندگان)



شکل ۹- نقشه هم‌دما کنونی حوضه آبریز سلطانیه (مأخذ: نگارندگان)

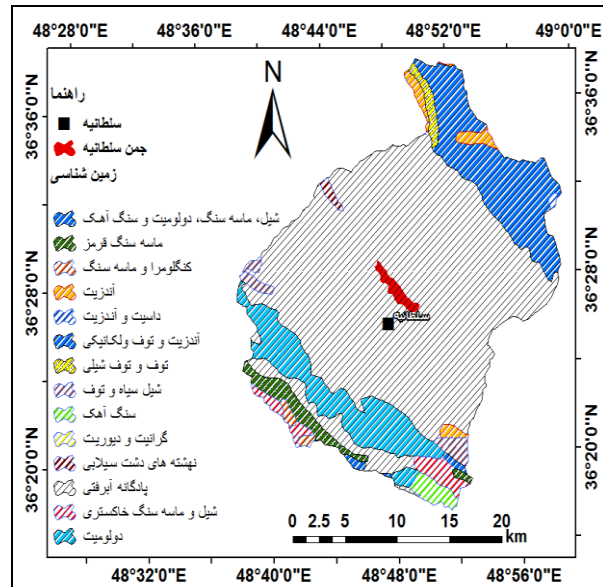
یخچال‌های طبیعی به دلیل وابستگی حساس به آب‌وهوای محلی و منطقه‌ای از شاخص‌های مهم آب‌وهوایی هستند (ماکسیمووک و همکاران، ۲۰۱۶)؛ از این رو آثار لندفرمی سیرک‌های یخچالی بخش شرقی و غربی حوضه‌ی آبریز، در ارتفاع بین ۲۱۶۲ تا ۲۵۳۶ متر شناسایی گردید (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- سیرک‌های موجود در حوضه‌ی آبریز سلطانیه (مأخذ: نگارندگان)

با توجه به روابط (۱ و ۲) حداکثر ارتفاع از حداقل ارتفاع سیرک شناسایی شده کم شد و حاصل آن بر عدد ۱۰۰ تقسیم و عدد حاصل در عدد ۰/۶ ضرب گردید. عدد به‌دست‌آمده با کمترین ارتفاع سیرک شناسایی شده جمع شد و به این ترتیب ارتفاع برف‌مرز کواترنری به روش رایت ۲۲۶۸ متر برآورد گردید. در روش بورتز ابتدا سیرک‌ها از نظر ارتفاعی بافاصله ۱۰۰ متر طبقه‌بندی شد و فراوانی نسبی سیرک در هر یک از طبقات به دست آمد (جدول ۳). ارتفاع برف‌مرز دائمی کواترنری در طبقه‌ای قرار دارد که سیرک بیشترین فراوانی را داشته باشد. با مشخص کردن طبقه نما دار طبق رابطه (۳) عمل شده است.

شواهد منعکس شده در نقشه‌های توپوگرافی محل، مثل دوشاخه‌ای شدن آبراهه‌ها و نقاط ارتفاعی منفرد اطراف و داخل چمن دال بر پلایا گونه بودن محیط است در صورتی که براساس بررسی‌های میدانی، در هیچ قسمتی از سطوح ارضی اطراف چمن، ارتفاع به‌طور ناگهان تغییر نکرده که به‌عنوان ساحل در نظر گرفته شود؛ چمن در همه جوانب، شیب بسیار ملایمی به سمت زنگان رود دارد؛ که تبیین‌کننده این است که با آبراهه‌های دوشاخه‌ای نمی‌توان پلایا را تعیین حدود کرد؛ پس از عبور آبراهه‌ها از گلاسی‌ها و دشت‌سرهایی که براساس نقشه‌های زمین‌شناسی، در جنوب زیربنای آهکی و در شمال زیربنای آذرین دارند و رسیدن به مارن و رس مرکزی، بستر جریانشان عریض شده و با توجه به شیب کم، در ارتفاع متفاوت، تقریباً راکد می‌گردند (شکل ۸).



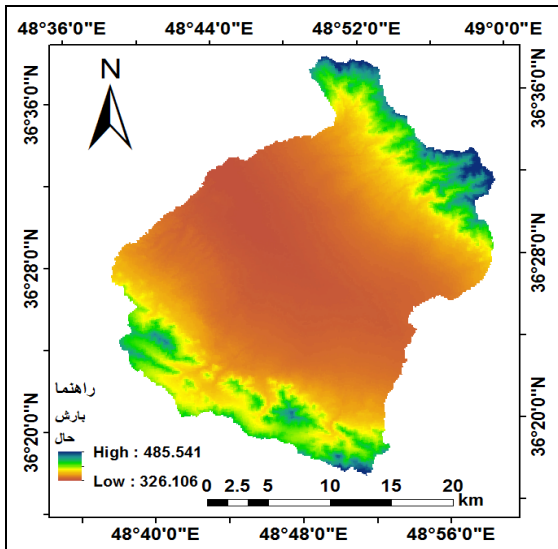
شکل ۸- نقشه زمین‌شناسی حوضه آبریز سلطانیه (مأخذ: نگارندگان)

با توجه به دمای پایین منطقه و برودت هوا (بیشتر روزهای سال دمای هوا پایین و شرایط سرد بر حوضه حکم‌فرما است) نه‌تنها اکثر بارش‌ها به‌صورت جامد و برف است بلکه ذوب تدریجی آن‌ها نیز مانع از ایجاد رواناب‌های شدید در منطقه می‌گردد. برای بررسی تغییرات اقلیمی از جمله دما و بارش باید دمای فعلی و بارش حوضه مورد مطالعه و نحوه تغییرات آن برآورد گردید؛ به این منظور رابطه‌ای بین ارتفاع و دما و ارتفاع و بارش برآورد گردید و با اعمال روابط در لایه ارتفاع رومی منطقه (DEM) نقشه‌های هم‌دما و هم‌بارش ترسیم شد. براساس رابطه بین دما و ارتفاع (رابطه ۴) به ازای هر ۱۰۰ متر افزایش ارتفاع ۰/۴۵ درجه سانتی‌گراد دما کاهش می‌یابد (شکل ۹). بیشترین دما ۱۰/۷۶ درجه سانتی‌گراد و کمترین دما ۶/۱۷ درجه سانتی‌گراد و اختلاف دمای متوسط سالانه در منطقه ۴/۵۸ درجه سانتی‌گراد است؛ که نشان‌دهنده پایین بودن دما حتی در شرایط کنونی و تسلط دمای صفر درجه سانتی‌گراد در اغلب ماه‌های سرد سال بر منطقه است.

$$T = -0.045 H + 18.594 = R^2 \quad \text{رابطه ۴) دما}$$

برای ترسیم نقشه‌ی هم‌بارش کنونی از داده‌های اقلیمی جدول (۲) ایستگاه‌های موجود در داخل و اطراف حوضه سلطانیه استفاده شد؛ به این‌گونه که بعد از مرتب و بازسازی داده‌ها، در محیط اکسل، بین ارتفاع و بارش رابطه خطی برآورد گردید (رابطه ۶)؛ سپس براساس این رابطه و به کمک لایه رقمی ارتفاع، نقشه‌ی هم‌بارش فعلی ترسیم شد (شکل ۱۲)؛ بیشترین بارش حوضه ۴۸۵/۵۴ میلی‌متر و کمترین بارش ۳۲۶/۱۰ میلی‌متر است. اختلاف میانگین بارش حوضه ۱۵۹/۴۴ میلی‌متر می‌باشد.

$$P = 0.1588 H + 49.794 \quad \text{رابطه (۶)} \quad R^2 = 0.77$$



شکل ۱۲- نقشه هم بارش حوضه آبریز سلطانیه (مأخذ: نگارندگان)

بر این اساس می‌توان گفت آب‌وهوای کنونی منطقه، معتدل متمایل به سرد و مرطوب است. با توجه به نقشه‌های هم‌دما در زمان گذشته و حال مشخص می‌شود که دما در گذشته نسبت به حال بسیار سردتر بوده به‌گونه‌ای که در ارتفاعات به زیر صفر درجه سانتی‌گراد می‌رسیده؛ براساس نقشه هم‌بارش، ارتفاعات همچنین دارای بیشترین بارش هستند و با توجه به افزایش بارش در دوره‌های سرد کواترنری، شرایط برای گسترش یخچال‌های کواترنری قرین به‌یقین بوده است. با توجه به اینکه خط تعادل آب و یخ در ۵ درجه سانتی‌گراد زمان کواترنری قرار داشته، ارتفاع خط تعادل آب و یخ ۱۱۴۷/۵ متر برآورد می‌شود که در خارج از منطقه بوده است. پس می‌توان نتیجه گرفت که در طی دوره یخچالی منطقه کلاً زیرپوشش یخ و برف بوده و به‌صورت شیت یخی در محل کنونی چمنزار نمایان می‌شده است. البته براساس نقشه زمین‌شناسی، خاک یکدست سفیدی که در عمق ۶۰ سانتی‌متری قرار دارد نیز مانع از نفوذ آب به اعماق می‌شود و آب را در سطح لایه فوقانی خاک در نزدیکی سطح نگهداری می‌کند و چمن را به‌صورت دائمی آبیاری می‌شود.

۴- نتیجه‌گیری

چمن سلطانیه با وسعت ۳۵ کیلومترمربع قسمتی از فلات زنگان-ابهر را در بر گرفته است (شکل ۱۳). این فلات از فاصله گرفتن دو رشته موازی که در جهت شرقی-غربی کشیده شده تشکیل یافته، ارتفاعات شمالی شامل کوه‌های طارم است و جزئی از رشته جبال البرز مرکزی

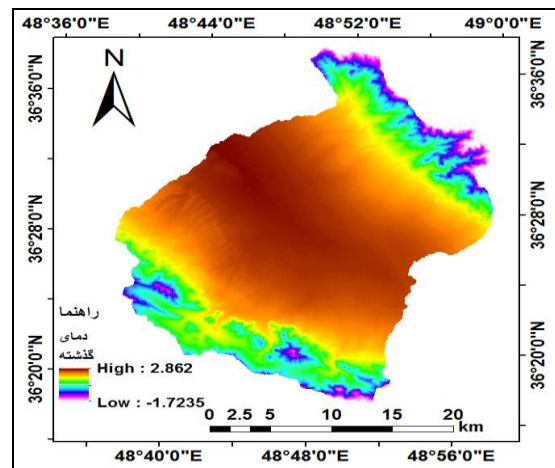
جدول ۳- توزیع ارتفاعی سیرک‌های حوضه سلطانیه (مأخذ: نگارندگان)

ارتفاع سیرک	فراوانی
۲۱۰۰-۲۲۰۰	۲
۲۲۰۰-۲۳۰۰	۹
۲۳۰۰-۲۴۰۰	۴
۲۴۰۰-۲۵۰۰	۳
۲۵۰۰-۲۶۰۰	۲

$$M_o = 2200 + \frac{7}{7+5} \times 100 = 2258.33$$

ارتفاع برف‌مرز روش بورتر ۲۲۵۸ متر برآورد گردید که تفاوت ناچیز آن با روش رایت (۲۲۶۸ متر) قابل‌اغماض است. با استفاده از روابط رگرسیونی و ارتفاع برف‌مرز دمای فعلی ۷/۸۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بدین ترتیب در سردترین دوره حاکم بر منطقه از ارتفاع ۲۲۶۸ متر به بالا برف به‌صورت دائمی در تمام طول سال وجود داشته است و متوسط دما بر روی این خط (ارتفاع) معادل صفر درجه سانتی‌گراد بوده است. با قرار دادن ارتفاع برف دائمی کواترنری در رابطه (۴)، دمای فعلی آن ارتفاع برآورد گردید؛ تفاوت دمای کنونی آن از صفر درجه سانتی‌گراد، افت دما نسبت به دوره‌های سرد کواترنری است. دمای کنونی ارتفاع برف‌مرز، ۷/۸۵ درجه سانتی‌گراد هست؛ این عدد را از دمای ایستگاه‌ها کسر و دمای دوره‌های سرد کواترنری آن‌ها برآورد می‌گردد؛ سپس بین ارتفاع با دماهای حاصله رابطه سنجی صورت گرفت (رابطه ۵) و با استفاده از این رابطه نقشه هم‌دمای دوره‌های سرد کواترنری ترسیم شد (شکل ۱۱)؛ کمترین دمای گذشته ۱/۷۲- درجه سانتی‌گراد و بیشترین دما ۲/۸۶ درجه سانتی‌گراد بوده است و اختلاف دمای گذشته حدود ۴/۵۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

$$T = -0.0045 X + 10.692 \quad \text{رابطه (۵)} \quad R^2 = 0.85$$



شکل ۱۱- نقشه هم‌دمای گذشته حوضه آبریز سلطانیه (مأخذ: نگارندگان)

حوضه آبریز سلطانیه از شاخه‌های قزل‌اوزن و چمن سلطانیه، در سراب زنجان رود و در محدوده سیاسی استان زنجان می‌باشد. به دلیل شیب کم سطوح ارضی در اطراف چمن، آبراهه‌ها در این محدوده به صورت دوشاخه‌ای در نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منعکس شده است؛ آب یا به زمین فرو می‌رود یا راكد می‌ماند؛ براساس یافته‌های رامشت (۱۳۹۵) چنین شواهدی همراه با نقاط ارتفاعی منفرد در پایین دست آبراهه‌های دوشاخه‌ای، در تعیین حدود دریاچه‌های گذشته یا شروع سطح اساس محلی بسیار مؤثر است؛ ولی در بررسی‌های میدانی، در اطراف آبراهه-های دوشاخه، شواهد تغییر شیب یا تغییر رسوب و لندفرم دریابار ماندی دال بر پلایا بودن منطقه دیده نشد. دمای فعلی حوضه مورد مطالعه که با استفاده از روابط رگرسیون به دست آمده است ۷/۸۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و ارتفاع برف‌مرز و خط تعادل آب و یخ به ترتیب ۲۲۶۸ و ۱۱۴۷/۵ متر بوده است؛ بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که منطقه مورد مطالعه در گذشته به دلیل سرمای حاکم بر منطقه و ریزش‌های جوی به صورت جامد، تحت حاکمیت فرایند یخچالی بوده است. در راستای یافته‌های نعمت‌الهی و رامشت (۱۳۸۵) در بررسی دشت نمدان اقلید، مناطقی که ارتفاع بالاتر از ارتفاع خط تعادل آب و یخ داشته باشند، به دلیل سردی هوا و بارش‌های جامد، در دوره‌های سرد کواترنری، به جای یخچال، شیت‌های یخی دارند که به مرور زمان سطوح ارضی کم شیب به وجود می‌آیند. چنین مناطقی بعد از دوره‌های سرد، در صورت وجود آب، معمولاً به صورت چمن زار درمی‌آیند. قرارگیری چمن سلطانیه در یک اقلیم متمایل به سرد، (در اغلب اوقات سال، خیرآباد، نزدیک‌ترین ایستگاه به چمن سلطانیه، سردترین ایستگاه استان زنجان معرفی می‌شود) همراه با لایه گل سفید در عمق ۶۰ سانتیمتری زمین، شرایط را برای بقای این میراث اقلیمی وابسته به دوره‌های سرد کواترنری تا حال حاضر فراهم نموده است؛ ولی خشک‌سالی‌های اقلیمی چند سال گذشته همراه با تغییرات کاربری چمن به اراضی کشاورزی و خدماتی، این میراث کهن را در معرض نابودی قرار داده است. از متولیان امر استعدا دارد آن را دریابند.

محسوب می‌شود و ارتفاعات جنوبی در این ناحیه به کوه‌های سلطانیه معروف شده است. (رنجبر و کرمی، ۱۳۹۱). کاوش‌های زمین‌شناسی و تحت‌الارضی نشان می‌دهد که در تمام منطقه‌ای که به چمن سلطانیه معروف است، یکی از عجیب‌ترین پدیده‌های زمین‌شناسی همیشه وضعی پیش می‌آورد که آب باران به اعماق زمین نفوذ نکند. براساس این بررسی، در عمق (حدود) ۶۰ سانتی‌متری سرتاسر دشتی که به چمن سلطانیه معروف است، سنگ سفید سختی زمین را پوشانده که آب باران به این حد که می‌رسد، متوقف می‌ماند و ذخیره می‌شود. از عمق (حدود) ۶۰ سانتی‌متری، آب به پایین‌تر نفوذ نمی‌کند و چمن را همیشه سرسبز نگه می‌دارد. به خاطر همین چمن، مغولان این خطه را انتخاب کردند (گیلانی، ۱۳۵۲). ارتفاع دشت سلطانیه نسبت به اطراف بیشتر است و تپه الله‌اکبر که بافاصله‌ی یک کیلومتری از چمن واقع شده (ارتفاع ۱۸۲۲ متر) مرز زنجان رود با ابهر رود، یا خط تقسیم آب دو حوضه خزر و ایران مرکزی است. زنجان رود از چمن سلطانیه و کوه‌های آق داغ در آن حوالی سرچشمه گرفته و پس از عبور از بخش حومه زنجان و اراضی چایپاره و دریافت رودخانه‌های محلی کوچک در حوالی رجین، به قزل‌اوزن می‌پیوندد. مسیر زنجان رود در داخل چمن سلطانیه به شکل منادری می‌باشد.



شکل ۱۳ - نمایی از چمن سلطانیه در فصل بهار (مأخذ: نگارندگان)

منابع

- انتظاری، ع. ر.، امیر احمدی، ا.، قرنچیک، ا. م.، جهانفر، ع.، شایان یگانه، ع. ا. ۱۳۹۴. بررسی ژئومورفولوژیکی تحولات اقلیمی حوضه آبریز گرگان رود در کواترن، فصلنامه کواترنری ایران، دوره ۱، شماره ۲، ص ۱۶۹-۱۸۰
- جعفریگلو، م.، یمانی، م.، عباس نژاد، ا.، زمان زاده، م.، ذهاب‌ناظوری، س. ۱۳۹۳. بازسازی برف‌مرزهای یخچال کواترنری در کوهستان بیدخوان کرمان، جغرافیا (فصلنامه علمی - پژوهشی و بین‌المللی انجمن جغرافیای ایران)، سال ۱۲، شماره ۴۰، صص ۱۰۷-۹۳.
- جعفری، غ. ح.، اصغری سراسکانرود، ص. ۱۳۹۱. بررسی آثار یخچالی کواترنری زنجان رود، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال سوم، شماره ۲، ص ۳۰-۱۶
- جعفری، غ. ح.، بختیاری، ف. ۱۳۹۵. بررسی هیدرو-ژئومورفوتیک حوضه آبی قزل‌اوزن، فصلنامه جغرافیا و توسعه، دوره ۱۴، شماره ۴۵، صص ۲۲۱-۲۴۲
- خاوری، ه.، گلدانی، م.، خواجه حسینی، م.، شور، م. ۱۳۹۵. تعیین درجه حرارت‌های کاردینال و واکنش جوانه‌زنی بذور به درجه حرارت‌های مختلف در پنج رقم بذر چمن (Turf grass)، نشریه علوم باغبانی، دوره ۳۰، شماره ۴، صص ۶۴۳-۶۵۰
- داورپناه، غ. ر.، خلفی، ج. ۱۳۸۷. بررسی تغییرات چمن سلطانیه با استفاده از GIS-RS، همایش ژئوماتیک ۸۷، تهران، سازمان نقشه‌برداری کشور
- رامشت، م. ح. ۱۳۹۳. نقشه‌های ژئومورفولوژی (نمادها و مجازها)، چاپ هشتم، انتشارات سمت
- رنجبر، م.، کرمی، م. ۱۳۹۱. امکان‌سنجی و مدیریت فرصت‌های جاذبه‌های بین‌المللی گردشگری (مطالعه موردی: گنبد سلطانیه، استان زنجان)، فصلنامه چشم‌انداز جغرافیایی (مطالعات انسانی)، دوره ۷، ششم ۱۸، صص ۴۲-۶۰

- سیف، ع. ا.، ثروتی، م. ر.، راهدان مفرد، م. ۱۳۹۴. بازسازی برف‌مرزهای کواترنری پایانی در محدوده سایت ریگ، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۳۰، شماره ۱، صص ۲۰۸-۱۹۳.
- غلامیان جزی، ز. ۱۳۹۵. بررسی مقاومت به خشکی چهار رقم چمن فصل سرد و گرم، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: نعمت‌اله اعتمادی، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی
- فرهادی، ه. ۱۳۹۳. بررسی اثر گونه و نوع بستر پوشاننده بذر بر صفات کمی و کیفی برخی چمن‌های فصل سرد بومی و تجاری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: فاطمه کاظمی، دانشگاه مشهد، دانشکده کشاورزی
- قهرودی‌تالی، م.، ثروتی، م. ر.، حسنی قارنایی، ر. ۱۳۹۲. تحلیل ناپایداری‌های حاصل از نهشته‌های یخچالی در حوضه رود زاب کوچک، فصلنامه فضای جغرافیایی، سال سیزدهم، شماره ۴۳، صص ۱-۱۷
- قهرودی‌تالی، م.، حسنی قارنایی، ر. ۱۳۹۴. شواهد یخچالی در مناطق کوهستانی مرز ایران، ترکیه، عراق (کوهستان بزسینا و دالامیر)، فصلنامه کواترنری ایران، دوره ۱، شماره ۴، صص ۳۳۷-۳۲۳.
- گیلانی، ف. ۱۳۵۲. دیداری از گنبد سلطانی، بزرگ‌ترین گنبد اسلامی، نشریه هنر و مردم، شماره ۱۳۴، صص ۲۰-۲۴
- ملاحمد نالوسی، ا.، حاتم زاده، ع. ا.، قاسم نژاد، م.، علی بیگلویی، م. ح. ۱۳۹۱. مطالعه واکنش‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی چمن *Agrostisstolonifera* و *Festucaarundinaceaschrab* نسبت به تنش خشکی، نشریه زیست‌شناسی گیاهی ایران، سال ششم، صص ۱۰۵-۱۱۶
- نعمت‌الهی، ف.، رامشت، م. ح. ۱۳۸۵. آثار یخساری در ایران؛ نشریه دانشکده علوم انسانی تبریز، دوره ۹، شماره ۴، صص ۱۳۰-۱۴۹.
- نورالهی، علی (۱۳۹۱)، تپه ناهور استقراری از دوره‌ی روستانشینی در دشت سلطانی، فصلنامه فرهنگ زنگان
- ولایتی، ر.، رضوان، ه.، ابراهیمی، ق. ۱۳۹۶. معماری ایلخانی در بستره‌ی دو شهر تاریخی اسلامی اوجان و سلطانی، نشریه یاغ‌نظر، سال ۱۴، شماره ۵۵، صص ۱۷-۲۸
- Carrow, R. N. Duncan, R. R. 2003. Improving drought resistance and persistence in Turf-type tall Fescue. *Crop Science*. Pp978-984
- Hewitt, I.J. 2013. Seasonal changes in ice sheet motion due to melt water lubriation, *Earth and Planetary Science Letters*. Pp 16-25
- Jang, Y. Huang, B. 2001. Drought and heat stress injury to two cool-season turfgrasses in relation antioxidant metabolism and lipid peroxidation. *Crop Science*. Pp1863-1869
- Magni, S. Voltrrari, M. Miele, S. 2003. Soccer pitches performance as affected by construction method sand type and turf grass mixture. *Ist International conference on Turf Grass Management and Sciece for sport fields*.
- Maksymiuk, Oliver. Mayer, Christoph. Still, Uwe. 2016. Velocity estimation of glaciers with Physically-based spatial regulaeization- Experiments using satellite SAR intensity images, *remote sensing of Environment*, Pp190-204
- Sepehri, S. 2008, *Glaciers (Landforms)*, Glaciers (Landforms), Rourke Publishing (FL), Vero Beach, Florida 32964
- Wang, Xu. Siegert, Florian. Zhou, Ali-guo. Jonas, Franke. 2013. Glacier and glacial lake chengesavd relationship in the context of climate change, central Tibetan Plateau 1972-2010. *Global and Planetary Change*. Pp246-257