صص ۱۵-۱

تحلیل اثر تغییر اقلیم بر کیفیت زیستگاه‌های طبیعی (مطالعه موردی: کوهستان سهند)

علی‌اصغر آزاد
دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
منوچهر فرج زاده اصل*
استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
رضا برنا
دانشیار گروه جغرافیا، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۱۷

چکیده
بانک جهانی شاخص‌های توسعه جهان را در مورد برخی از شاخص‌های کلان محیطزیستی منتشر می‌کند که تحولات این شاخص‌ها ملاک تحولات و روندهای محیطزیستی در خصوص حفاظت از محیطزیست قرار می‌گیرد. این شاخص‌ها شامل مساحت مراتع، درصد اراضی کشاورزی، میزان افت سالانه آب‌های شیرین، بهبود منابع آب، بهبود سیستم‌های بهداشتی دفع فاضلاب در نواحی شهری، سرانه استفاده از انرژی، سرانه انتشار دی‌اکسید کربن و سرانه مصرف انرژی الکتریکی بوده و شاخص پایداری محیطزیست (ESI) توانایی کشورها برای حفاظت از محیطزیست طی چند دهه آینده را می‌سنجد. اهداف اصلی این مطالعه شناخت وضعیت موجود محیطزیست از جمله ویژگی‌های اقلیمی، تنوع زیستی بود تا با سناریوسازی و مقایسه وضعیت محیطزیست، اثرات تغییرات اقلیمی بر محیطزیست با استفاده از تکنولوژی نوین از جمله بهره‌گیری از توان تکنولوژی علم سنجش از دور، GIS و نرم‌افزار INVEST مورد بررسی قرار گیرد. برای انجام این مطالعه از داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک و تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که منطقه حفاظت شده کوهستان سهند که یک زیستگاه خشکی کوهستانی به دلیل نوع سنگ‌شناسی، توپوگرافیکی، اقلیم و پوشش گیاهی، دارای ویژگی‌های خاص اکولوژیکی است که نظر به دامنه تغییرات عوامل اقلیمی در طول سال‌های مورد بررسی و همچنین در طول فصول، سال‌ها و ماه‌ها اثرهای متفاوتی بر رشد پوشش گیاهی، تغذیه آب‌های زیرزمینی و تنظیم جریان آب‌های سطحی و همچنین کاربری اراضی داشته است لذا تغییر اقلیم و افزایش دما نه تنها در میزان بارندگی، نوع بارندگی، میزان نفوذ آب سطحی به آب‌های سطحی و افزایش سیل‌خیزی منطقه و فرسایش تأثیر منفی گذاشته، بلکه زمینه را برای تخریب بیشتر توسط عوامل انسانی فراهم کرده است.

واژگان کلیدی: **محیطزیست، شاخص پایداری، تغییر اقلیم، سنجش از راه دور، GIS**

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۷۲۳۱۲۴
Email: Fararjzam@modares.ac.ir

مقدمه

تغییرات آب و هوایی امروزه یکی از مهم‌ترین مخاطراتی است که به‌صورت مزمن حیات بشری را از جنبه‌های مختلفی تحت تأثیر قرارداده است. گرمایش جهانی که برخلاف اصطلاح تغییر اقلیم، در مورد آن وفاق جهانی وجود دارد، در واقع به افزایش میانگین دمای جهانی طی چند دهه اخیر اشاره دارد (Hulme et al, 2000). معمولاً تغییر در اقلیم پدیده‌ای طبیعی است که در مقیاس زمانی چند هزار ساله رخ می‌دهد اما تغییرات اقلیمی که اخیراً به وقوع پیوسته، در مقایسه با تغییرات اقلیمی دو میلیون سال پیش بسیار شدیدتر بوده است و زمین در طول سال‌های اخیر به اوج گرمای خود در دو هزار سال اخیر رسیده است. مطالعات مختلف نشان می‌دهند اگر روند تغییرات اقلیمی با همین روند ادامه یابد، مناطق حفاظت شده فعلی تضمین‌کنندهٔ ماندگاری و بقای طولانی مدت گونه‌ها نخواهند بود. مطالعات متعددی در ایران، به بررسی روابط مختلف میان تغییرات ویژگی‌های سرزمینی از قبیل شکل زمین و یا ارتفاع، با تنوع زیستی پرداخته‌اند. در زمینهٔ رابطه میان تنوع جوندگان و پوشش گیاهی در ارتباط با عامل ارتفاع، (مدبری و مینایی، ۱۳۹۳). در استفاده از تنوع زیستی گونه‌های گیاهی در ارزیابی کارایی مناطق حفاظت شدهٔ استان چهارمحال و بختیاری اشاره کرد.

شناخت ویژگی‌های پوشش گیاهی و روابط موجود در بین گونه‌های گیاهی و نیز عوامل محیطی همواره مورد توجه بوم شناسان بوده است (Magee et al, 2008). دلیل این توجه، اهمیت زیاد پوشش گیاهی از نظر زیستگاهی، تولید انرژی و دیگر ویژگی‌های مهم گیاهان بر روی کره زمین می‌باشد. پوشش‌های گیاهی، به علل مختلف و به‌مرور زمان در اثر عوامل طبیعی و یا انسانی دچار تغییر شده که شرایط و عملکرد اکوسیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ بنابراین نیاز به آشکارسازی، پیش‌بینی و مراقبت چنین تغییراتی در یک اکوسیستم از اهمیت به سزایی برخوردار است (Pettorelli et al, 2005). یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که در مسئله بررسی تغییرات پوشش گیاهی وجود دارد عدم ورود اطلاعات مکان‌دار دقیق از گذشته می‌باشد. تصاویر ماهواره‌ای و فناوری سنجش از دور این امکان را فراهم می‌کند تا با اتکا به اطلاعات تولیدی از آن به برنامه بهتری جهت مدیریت محیط‌زیست دست‌یافت (مالمیریان، ۱۳۸۳).

فارار و همکاران با مطالعه پوشش گیاهی، بارش و رطوبت خاک در بوتسوانا پی بردند که همبستگی بین پوشش گیاهی و بارش زمانی بالاست که پوشش گیاهی به‌وسیله رطوبت خاک کنترل می‌شود. همچنین دما تأثیر مستقیمی روی رشد گیاه دارد (Farrar et al, 1994). یانگ و همکاران همبستگی دما و پوشش گیاهی در نبراسکای ایالات متحد آمریکا موردمطالعه قراردادند و همبستگی بالایی را بین پوشش گیاهی با درجه روز رشد و دمای خاک مشاهده کردند (Yang et al, 1998). اسکولتز و هالپرت تغییرپذیری مکانی همبستگی پوشش گیاهی و دما و بارش را مطالعه کردند و پی بردند که تغییرات پوشش گیاهی همبستگی بالایی با آب و هوا ندارد، اما تأخیر زمانی یک‌ماهه بارش با پوشش گیاهی را معمول دانستند (Schultz and Halpert, 1995). یو و همکاران پی بردند که شروع سبزینگی گیاه در استپ‌های داخلی مغولستان وابسته به بارش و دمای رخ‌داده در پاییز و زمستان سال قبل و بهار سال موردمطالعه است (Yu et al, 2000). نظر به معیارهای منتخب مؤثر، ترازهای ارتفاعی در توپوگرافی زمین، کاربری اراضی نیز در تغییر اقلیم و تغییر

کیفیت محیط‌زیست متفاوت می‌باشد که برنامه‌ریزی تغییرات پوشش گیاهی و یا کاربری اراضی یک ضرورت مبرم و در عین‌حال یک کار پیچیده است که نیازمند در نظر گرفتن همه عوامل اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی به‌عنوان محرکه‌های چنین تغییراتی است. الحاق این عوامل چندگانه، چندبعدی و جامع در کار برنامه‌ریزی، به‌طور معمول با موانعی چون مشکلات روش‌شناختی و فقدان داده‌های فضایی، مواجه است (Veldkamp & Lambin, 2001).

اولین گزارش ملی تغییر اقلیم که بخش‌های مختلف را در بر می‌گرفت در سال ۲۰۰۳ تهیه و به دبیرخانه کنوانسیون تغییر اقلیم ارائه گردید. باید توجه داشت که عوامل تغییرات در عرصه‌های منابع طبیعی متعدد و متنوع بوده و بر اساس گزارشی که توسط فائو ارائه شده است، عوامل تغییرات در جنگل در دهه ۱۹۹۰ میلادی در قاره‌های مختلف دنیا عمدتاً به‌خاطر تغییر کاربری بوده است (نقش عوامل انسانی در چرخه غذایی). در قاره آسیا حدود ۲۳٪ تغییرات در سطح جنگل به سایر عوامل بستگی دارد که تغییرات اقلیمی را می‌توان تحت این مجموعه به‌حساب آورد. آمار جدیدی در این رابطه به سازمان غیرانتفاعی پشتیبانی و فرصت‌های اجتماعی ارائه نگردید و اطلاعات منتشر شده در گزارش ارزیابی منابع جنگلی که در سال ۲۰۰۰ منتشر گردیده را، هنوز معتبر می‌دانند (GFRA, 2005). دی استاسیو و همکاران بر روی پتانسیل اثرات جهانی تغییر اقلیم بر پارامترهای فیزیکی، ماهیان و پلانکتون‌های موجود در بستر دریاچه‌های North-temperate واقع در ایالت Wisconsin آمریکا مطالعاتی را انجام داده‌اند. طی بررسی‌های صورت گرفته توسط این پژوهشگران، وجود ارتباط مستقیم بین فوق اشباع بودن آب دریاچه‌ها از دی‌اکسید کربن اتمسفر موضوعی است که بسیار حائز اهمیت بوده و مطالعاتی خاص را می‌طلبد (De Stasio et al, 1996).

موریسون و همکاران نیز به بررسی اثر تغییر اقلیم بر الگوهای جریان و دما در رودخانه Fraser و تأثیر آن بر تخم‌ریزی ماهی قزل‌آلا (Oncorhynchus) پرداختند؛ علت انجام این پروژه وجود ارتباط معنی‌دار بین مرگ و میر تخم‌ها و دمای بالای آب بود. آن‌ها با استفاده از داده‌های مدل گردش عمومی CGCM1 و HadCM2، جریان و دمای آب مدل‌سازی شده را با موارد ثبت شده در زمان‌های گذشته مورد مقایسه قرار دادند. در نهایت نتایج نشان داد که تغییرات شدید در میانگین یا حداقل پارامترهای جریان رودخانه Fraser قابل پیش‌بینی نیست، ولی کاهش در حداکثر دبی جریان قابل وقوع است (Morrison et al, 2002).

ریجوندراپ به بررسی آثار تغییر اقلیم پدیده بر چرخه زندگی ماهی آزاد از زمان تخم تا آخرین مرحله از حیات آن پرداختند؛ آن‌ها در گام اول مطالعه‌ای بر متغیرهای محیط‌زیستی و جنبه‌های اقیانوس‌شناسی مرتبط با ماهی که بیش‌ترین تأثیر را از تغییر اقلیم متحمل می‌شوند، انجام دادند. نتایج کار آن‌ها نشان داد که تغییر اقلیم علاوه بر دما، بر میزان اکسیژن، pH و میزان شوری آب تأثیرگذار خواهد بود که باعث تغییر در بازده تولید این ماهی خواهد شد (Rijnsdorp et al, 2009).

پراداهانگ و همکاران به‌منظور بررسی اثر زیست‌محیطی تغییر اقلیم بر حیات آبزیان در قسمت‌های شمالی امریکا، پس از شبیه‌سازی دبی رودخانه توسط مدل SWAT از شاخص IHA استفاده کردند. این شاخص قادر است تغییرات

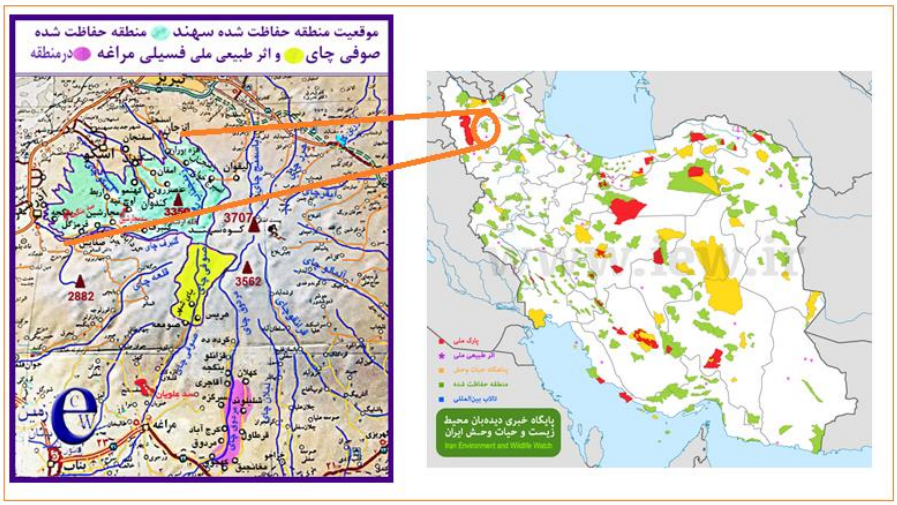
پارامترهای اکولوژیک رودخانه را ارزیابی و اثر هر یک از آن‌ها را بر اکوسیستم بیان کند. طبق نتایج به دست آمده در این بررسی در شرایط تغییر اقلیم انتظار می‌رود مدت سیل‌های بزرگ کاهش یابد، در حالی که مقدار حداکثر سیل در حال افزایش است. این افزایش ناگهانی تهدیدی برای پایداری دیواره رود به شمار می‌رود. این تغییر در دیواره خود بر زیستگاه جانوران و آبزیان سازگار یافته در آن شرایط تأثیر می‌گذارد (Pradhan gang et al, 2013).

با توجه به روش‌ها و تجربیات مطالعه‌های فوق‌الذکر در زمینه مطالعات مرتبط با موضوع پژوهش، هر چند راهکارهای مناسبی در استفاده از تجربه‌های دانشمندان فوق‌الذکر وجود دارد، ولی دیدگاه یک‌طرفه در اکثر مطالعات مذکور مشاهده می‌شود؛ از طرفی موقعیت مکانی برخی از مطالعات متفاوت از منطقه موردمطالعه در ایران بوده است؛ بنابراین به‌کارگیری روش مقایسه‌ای بازه‌های زمانی گذشته و حال برای سناریوی روند تغییرات در اثر تغییر اقلیم و به‌تبع آن تغییر اکوسیستم منطقه هدف مطالعه حاضر را تشکیل می‌دهد.

داده‌ها و روش‌ها

عرصه موردمطالعه

منطقه حفاظت شده سهند قسمتی از توده کوهستانی سهند در فلات آذربایجان در شرق دریاچه ارومیه بوده که اکثر برون‌زدهای منطقه را گدازه‌های آتشفشانی در دهانه‌ها و پیروکلاست‌های وابسته به آن‌ها تشکیل می‌دهد، مرتفع‌ترین این دهانه قله سهند با ارتفاع ۳۵۴۲ متر از سطح دریا است. با توجه به نقشه مذکور منطقه حفاظت شده سهند با مساحت ۶۶۰۰۰ هکتار در ارتفاعات سهند در حوزه استحفاظی شهرستان‌های تبریز، اسکو و آذرشهر در استان آذربایجان شرقی با حداقل تراز ارتفاعی ۱۴۵۰ متر در غرب امامزاده عقیل و روستای دیزج و حداکثر ارتفاع آن ۳۴۶۰ متر از سطح دریاهای آزاد در قله ارتفاعات سهند (امامزاده سلطان اسامه) قرار گرفته است (شکل ۱).



مأخذ: http://www.earthwatchers.org/URUMIEH-2b.html

شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

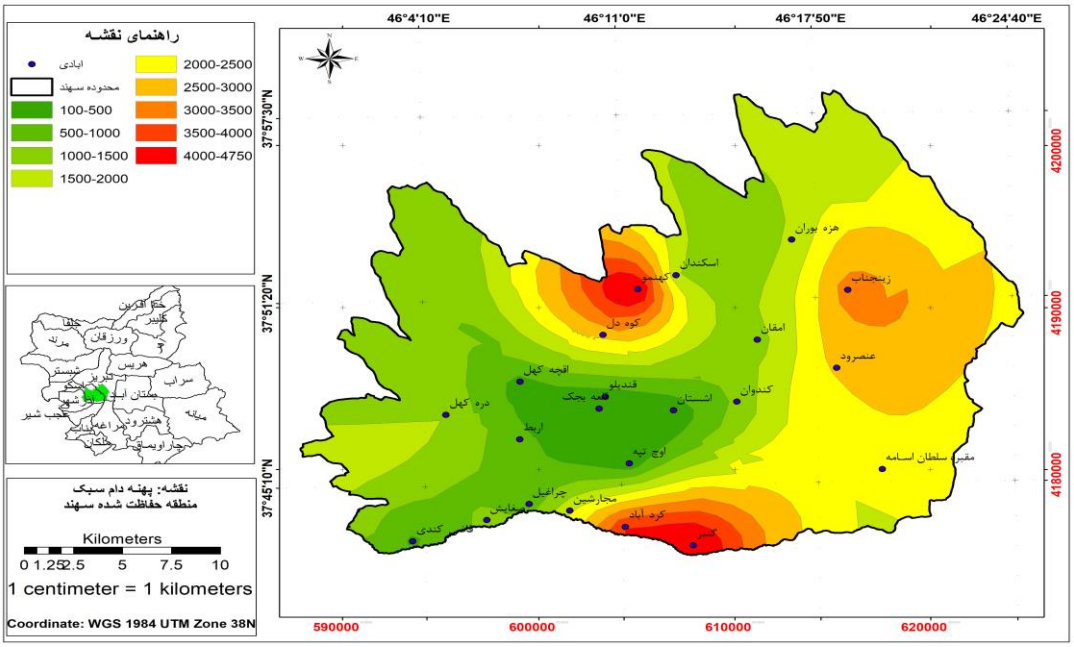
مؤلفه‌های کیفیت محیطزیست

تجربه و روش پژوهش علوم محیطی در مطالعه، نشان می‌دهد شناسایی ویژگی محیطزیست بر اساس مؤلفه‌های فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی است که بررسی آن به شرح زیر ارائه می‌گردد.

بخش فیزیکی محیطزیست شامل هوا و اقلیم‌شناسی، توپوگرافی، خاک و زمین‌شناسی و هیدرولوژی بوده و بخش بیولوژیکی پوشش گیاهی و گونه‌های جانوری و زیستگاه حیات‌وحش و بخش اقتصادی اجتماعی در این مقاله بیشتر تأکید روی کاربری اراضی، روند رشد جمعیت و فعالیت‌های عوامل انسانی (بیشتر به‌عنوان تهدید) مورد بررسی قرار می‌گیرد که بررسی اثرات تغییر اقلیم بر محیطزیست و به‌ویژه کیفیت آن، مستلزم شناخت وضعیت قبلی، موجود و پیش‌بینی آینده پارامترهای تشکیل‌دهنده اکوسیستم هر منطقه بوده تا بتوان با مقایسه وضعیت هرکدام از این پارامترها، روند تغییرات را مورد بررسی قرارداد.

داده‌های اقلیمی یکی از شاخص‌های مهم در کنترل کیفیت محیطزیست بوده که بررسی داده‌های هواشناسی ایستگاه‌های منتخب نشان می‌دهد میانگین دمای متوسط ایستگاه‌های منتخب ۹/۶ درجه سانتی‌گراد بوده و انحراف معیار آن ۱/۹ است. میانگین دمای حداکثر ۱۲/۶۹ درجه سانتی‌گراد بوده و انحراف معیار آن ۳/۲ می‌باشد، میانگین دمای حداقل ۶/۵ درجه سانتی‌گراد بوده و انحراف معیار آن ۰/۶ است و متوسط باران ایستگاه‌های منتخب در طول ۳۰ سال به میزان ۳۴۴ میلی‌متر بوده و انحراف معیار آن ۳۸ می‌باشد. بررسی ویژگی پوشش گیاهی نشان می‌دهد سال ۲۰۰۵ اواخر ماه می حدود ۱۴,۱۳ درصد اراضی تخریبی (زراعت دیم و مرتعی بسیار کم تراکم)، حدود ۳۸ درصد مراتع کم تراکم، ۳۴ درصد اراضی با تراکم متوسط و حدود ۱۴ درصد اراضی متركم و مراتع بسیار متراکم بسیار کم است. حدود ۹۳۸۰ هکتار از اراضی پوشش به‌صورت پوشش کم تراکم در سال ۲۰۱۰ حدود ۱۶۵۴۵ هکتار جزو پوشش بسیار کم گردیده است و حدود ۳۶۳۳ هکتار از اراضی پوشش به‌صورت پوشش بسیار کم تراکم در سال ۲۰۱۰ بوده و در سال ۲۰۱۵ حدود ۵۳۱۸ هکتار جزو پوشش بسیار کم تراکم شده است. وجود کوه‌های بلند و برف‌گیر سهند و قلل کوه‌های رابط و تخت سلیمان، موجب جاری شدن رودهای پرآبی را در این منطقه سبب شده که می‌توان به زینجناب، اسکو چای، کندوان چای، گنبرچای و قلعه چای اشاره کرد که رودخانه‌های نسبتاً دائمی بودند و با توجه به تغییرات به عمل آمده طول جریان این رودخانه در فصل گرم سال کاهش‌یافته و در واقع مصب رودخانه‌ها به سمت ارتفاعات کشیده شده است. تعداد آن‌ها ۲۶۲ حلقه در سال ۱۳۷۵ بوده و تعداد چاه‌های موجود (سال ۱۳۹۵) به ۶۴۱۸ حلقه رسیده و عمق چاه‌ها نیز از ۱۶۰ متر به بیش از ۲۵۰ متر افزایش یافته است. بررسی شکل ۲ نشان می‌دهد تراکم دام در اراضی روستاهای قلعه بچک، اربط، آقچه کهل و اوچ تپه به دلیل کمبود آب سطحی و چشمه تراکم دام کمتر بوده (۵۰۰ رأس) و اخیراً با لوله‌کشی آب به روستای اربط انتظار می‌رود دام این روستا افزایش پیدا کند. در اراضی روستای گنبر که در کنار رودخانه دائمی گنبر قرار دارد و روستای کهنمو که در پایین‌دست سد کندوان قرار دارد و رودخانه نسبتاً دائمی در آن جریان دارد تعداد دام زیاد (۴۵۰۰ رأس) می‌باشد. همچنین در اراضی روستای زینجناب که رودخانه عنصر آباد از داخل آن جریان دارد موجب تأمین

آب مورد نیاز احشام می‌شود و این در حالی است اخیراً رودخانه‌ها به‌عنوان محل گدار حیات‌وحش برای زیستمندان نا امن شده است و در گذشته تعداد شاکیان در خصوص خسارات وحوش زیانکار از جمله گراز بیشتر بود، ولی بنا به گزارش‌های محلی اهالی یا به دلیل نا امن شدن این رودخانه‌ها، بیشتر جمعیت گرازها از این منطقه مهاجرت کرده و یا مستقیماً توسط اهالی کشته می‌شوند.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۲: نقشه فشار دام بر مراتع در منطقه حفاظت شده سهند سال ۲۰۱۵

تغییرات دما با استفاده از داده‌های اقلیمی در بازه زمانی طولانی مدت (حداقل ۳۰ ساله) مورد بررسی قرار گرفت تعیین ضریب همبستگی بین داده‌های اقلیمی و تراز ارتفاعی برای تهیه نقشه شکل زمین و نقشه هم‌دما و هم‌باران منطقه اقدام شد. تغییرات پوشش گیاهی را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ TM سال‌های ۱۳۸۵، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ در محیط نرم‌افزار ENVI مورد تفسیر قرار گرفت. بررسی وضعیت هیدرومتری و فیزیوگرافی منطقه با شناسایی زیر حوضه‌های آبخیز از روی نقشه شکل زمین، نقشه آبراهه از نقشه توپوگرافی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ استخراج و در محیط نرم‌افزار ArcGIS نسبت به تحلیل هیدرولوژیکی و هیدرومتری با توجه به روش SCS ارتش امریکا اقدام شد. برای تحلیل گونه‌های جانوری ابتدا زیستگاه و کری دورهای داخلی و بیرون‌های گونه‌های شاخص شناسایی شد و از روی نقشه مذکور آثار اقلیم بر زیستگاه به‌ویژه متغیرهای مؤثر (تغذیه، آب، گونه و جمعیت) در مطلوبیت زیستگاه در محدوده ترانس کت‌های انتخابی، مورد بررسی قرار گرفت. تشریح ویژگی‌های اجتماعی و ویژگی‌های اقتصادی منطقه با شناسایی مراکز سکونتی، تعداد خانوار، جمعیت در بازه زمانی ۱۳۸۵–۱۳۹۵ بر اساس سرشماری سال‌های مذکور و بررسی روند تغییرات جمعیتی و میزان مهاجرت نسبت به مشاغل، درآمد و وضعیت کاربری اراضی زراعی اقدام شد.

این مطالعه با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی و مطالعات میدانی انجام گرفت که در بحث توصیف کشف حقایق و شناخت پدیده و مرزهای دانش عمومی در این زمینه بوده و داده‌ها و اطلاعات اولیه با استفاده از روش کتابخانه‌ای گردآوری شد. در روش عملی با بازدیدهای میدانی ضمن پژوهش نقشه‌های تهیه شده، از آثار اراضی تخریبی از جمله وضعیت پوشش گیاهی، چشمه‌های خشک‌شده، کاربری‌های تغییر یافته، جاده‌های تازه احداث شده و ... به‌صورت محلی انجام شد. در روش تحلیلی از روش‌های آماری گرافیکی و همبستگی‌های چند متغیره استفاده شد و متناسب با هر متغیر، مدل و روش‌های خاص خود مورد استفاده قرارگرفته است.

پس از تهیه داده‌های عناصر اقلیمی با استفاده از نرم‌افزارهای مربوطه، روند افزایش دما در منطقه سهند را بر اساس داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی تبریز، سهند و مراغه مورد بررسی قرار گرفت و تغییرات پوشش گیاهی را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست TM ۷ سال‌های ۱۳۸۵، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ مورد تفسیر و بر اساس روش‌های آماری در محیط نرم‌افزار ARCGIS مورد تحلیل قرار گرفت و سپس سایر متغیرها از جمله کاربری اراضی تهیه شده، توپوگرافی منطقه، دما، بارندگی، زیستگاه‌های حیات‌وحش که بیشتر اراضی مرتعی و محل‌های گدار حیات‌وحش در نظر گرفته شده و تهدیدهای مورد نظر از جمله مراکز سکونتی، جاده‌ها، اراضی زراعی در محیط نرم‌افزار INVEST مورد تحلیل قرار گرفت و سناریوسازی برای کیفیت زیستگاه تهیه گردید.

مدل تنوع زیستی Invest، یک مدل زیستگاه محور است و داده‌های پوشش گیاهی و کاربری اراضی و نقشه کری دورهای حیات‌وحش را با اطلاعات مربوط به انواع تهدیدات تنوع زیستی ترکیب می‌نماید تا نقشه کیفیت زیستگاه از طریق آن استخراج شود که نحوه و فرایند علمی کار اجرای مدل برای محدوده موردمطالعه به شرح زیر است:

الف) با استفاده از یک روش ساده تقسیم‌بندی دوتایی، نقش انواع طبقات پوشش گیاهی و کاربری اراضی در تدارک زیستگاه برای گونه‌های گیاهی و جانوری تعیین شد. همه انواع پوشش طبیعی شامل مراتع، رودخانه‌ها و زمین‌های بایر نیز زیستگاه در نظر گرفته‌شده و ارزش عددی ۱ برای آن‌ها در پیکسل‌های مورد نظر در داده رستری تعیین شد. برعکس، برای همه انواع کاربری‌های انسان ساخت شامل: مزارع، سکونتگاه‌ها، جاده‌ها، باغ‌های مرکبات ارزش عددی صفر به‌عنوان غیر زیستگاه اختصاص داده شد. اساس این روش، متعلق به یک مدل جزیره اقیانوس است که فرض می‌نماید یک ماتریس مدیریت شده در سرزمین، لکه‌های طبیعی و غیر مدیریت شده اطراف را از منظر گونه‌ها به‌عنوان زیستگاه، غیرقابل استفاده می‌نماید. (MacArthur, 1967).

ب) مدل همچنین نیازمند داده‌های مربوط به تهدیدات زیستگاه، شدت و آثار آن‌ها بر کیفیت زیستگاه است. از آنجایی که انواع طبقات کاربری انسان ساخت منجر به قطعه قطعه شدن و شکل‌گیری آثار حاشیه‌ای بر پارسل‌های زیستگاهی از طریق تسهیل در ورود آلاینده‌ها، گونه‌های مهاجم و مانند آن می‌شوند، همه کاربری‌های انسان ساخت در محدوده موردمطالعه با اختصاص یک ارزش عددی ۱ به‌عنوان منبع حاوی تهدید در نظر گرفته شدند و برای سایر پوشش‌های طبیعی ارزش صفر منظور شد که به مفهوم فقدان تهدید است.

ج) سپس چهار عامل مهم که اثر تهدیدات در یک شبکه رستری می‌توانند به‌واسطه آن‌ها تعیین شود، در نظر گرفته شد: اثر نسبی هر تهدید که معرف شدت هر تهدید است. بعضی از تهدیدات می‌توانند آثار مخرب‌تری بر زیستگاه داشته باشند. در این پژوهش، یک ارزش طیفی بین صفر تا یک در نظر گرفته شد که یک به مفهوم شدیدترین تهدید است.

بر این اساس ارزش عددی شدت تهدید برای کاربری‌های باغی، زراعی، سکونتگاه و جاده‌های بر زیستگاه‌های طبیعی ۱ تعیین شد.

فاصله بین زیستگاه و منبع تهدید یک عامل تخفیف دهنده محسوب می‌شود، زیرا آثار یک تهدید بر زیستگاه‌های مجاور در طول فضا و بر اساس افزایش فاصله از منبع تخریب، کاهش می‌یابد. بر این اساس، انتظار می‌رود در یک نقشه رستری، پیکسل‌های نزدیک‌تر به منابع تهدید به‌واسطه شدت بیشتر آثار مربوطه، بیشتر مورد تخریب قرار گرفته است.

مدل مذکور بر اساس معادله ۱ محاسبه می‌نماید که اثر تهدید در طول فضا با چه سرعتی کاهش یا تنزل می‌یابد. اثر تهدید r که از سلول شبکه‌ای y ریشه می‌گیرد و به‌عنوان yr تعیین‌شده است، بر زیستگاه در سلول شبکه‌ای x، به‌صورت rxyi نشان داده می‌شود که در آن dxy عبارت است از فاصله خطی بین شبکه سلولی x و y و dr max عبارت است از حداکثر فاصله مؤثر از تهدید r که در طول فضا منتشر می‌شود.

$$i_{rxy=1-\left(\frac{d_{xy}}{d_{r\,max}}\right)} \qquad (۱)$$

ضمناً حداکثر فاصله مؤثر انتشار تهدیدات برای کاربری‌های اراضی باغی و زراعی به ترتیب ۸ و ۱۲ کیلومتر و کاربری‌های سکونتگاهی و جاده‌ای ۲۵ کیلومتر بر مبنای ادبیات موجود در نظر گرفته شد.

حساسیت هر یک از انواع زیستگاه‌ها نسبت به هر یک از عوامل تهدید، عامل نهایی برای محاسبه کل تخریب در هر پیکسل است. این عامل نیز با اختصاص ارزش طیفی بین صفر و یک تعیین می‌شود که ارزش‌های نزدیک‌تر به ۱ معرف حساسیت بیشتر است. مدل با محاسبه ۴ عامل بالا، کل تخریب در هر سلول را با استفاده از معادله ۲ محاسبه می‌نماید که در آن، y معرف همه سلول‌های شبکه‌ای در نقشه رستری r و rY نشان‌دهنده یک ست (مجموعه‌ای از سلول‌های شبکه‌ای) در نقشه مورد نظر است.

$$D_{xj=\sum_{r=1}^{R}\sum_{y=1}^{Y_r}\left(\frac{w_r}{\sum_{r=1}^{R}w_r}\right)r_y i_{rxy}\beta_x S_{jr}} \qquad (۲)$$

سپس، حین اجرای مدل، امتیاز تخریب یک سلول با استفاده از یک تابع نیمه اشباع مطابق معادله مذکور، به ارزش کیفیت زیستگاه ترجمه می‌شود که در آن کاربر باید ارزش نیمه اشباع را تعیین نماید؛ همان‌طور که امتیاز تخریب سلول افزایش می‌یابد، کیفیت زیستگاهی کاهش می‌یابد. کیفیت زیستگاه در پارسل x که در کاربری اراضی j قرار دارد با xjQ نشان داده می‌شود.

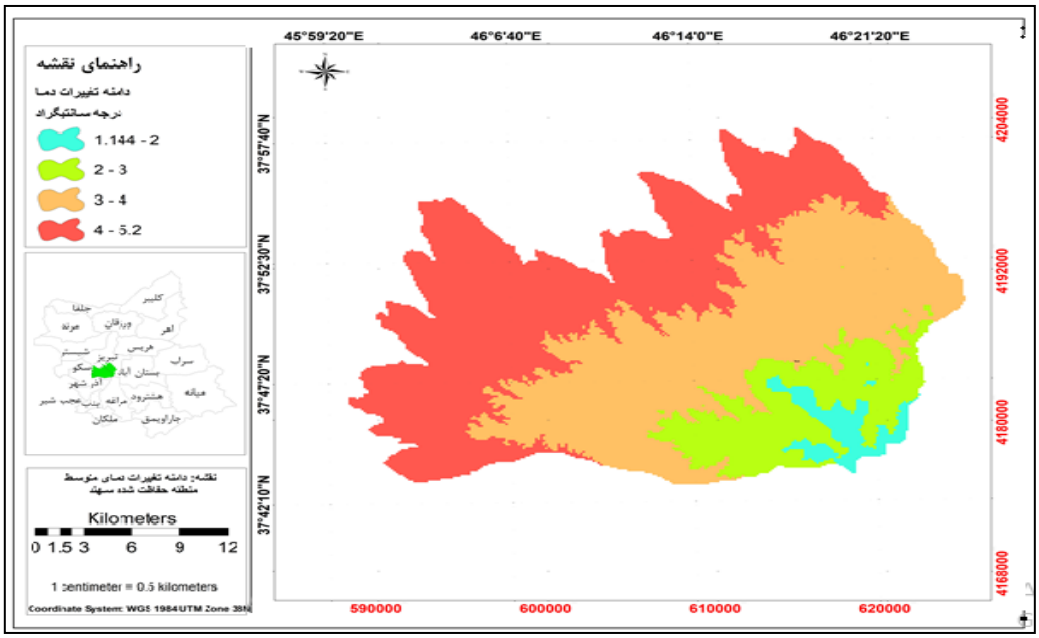
$$Q_{xj=H_j\left(1-\left(\frac{D_{xj}^{z}}{D_{xj+}^{z}+K^{z}}\right)\right)} \qquad (۳)$$

در معادله z۳ ۰/۲ برابر و k2 برابر پارامترهای مقیاسی هستند (ثابت‌ها) Qxj معادل صفراست اگر Hj=. Qxj۰ باشد

با افزایش jH و xjD، xjQ کاهش می‌یابد. هرگز نمی‌تواند بزرگ‌تر از ۱ باشد. ثابت k، ثابت نیمه اشباع است و توسط کاربر تنظیم می‌شود.

نتایج و بحث

با توجه روند افزایشی دما در طول ۳۰ سال مورد بررسی (۲۰۱۶–۱۹۸۵)، بررسی شکل ۳ تغییرات دامنه دمای متوسط منطقه موردمطالعه نشان می‌دهد تعداد ۳۰۶۷۶ پیکسل در محدوده وجود دارد که حداقل تغییرات ۱/۱۴ درجه سانتی‌گراد در قله کوه و حداکثر تغییرات ۵/۱۶ درجه سانتی‌گراد در دامنه‌های پست ارتفاعات سهند است و میانگین تغییرات ۳/۷۵ درجه سانتی‌گراد در تراز ارتفاعی متوسط منطقه بوده و انحراف معیار آن ۰/۷۵ می‌باشد. بیشترین افزایش دما در فصل تابستان (ژوئیه و اوت) بوده و در ماه دسامبر به تعادل می‌رسد به عبارت دیگر نوسان‌های دمایی در طول سال بیشتر است.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۳: نقشه دامنه تغییرات دمای متوسط منطقه حفاظت شده سهند

بررسی ضریب همبستگی بین دامنه تغییرات دما و ویژگی‌های بارش در منطقه سهند مطابق جدول ۱ که لایه یک مربوط به دامنه تغییرات دمای متوسط بوده که حداقل تغییرات ۱/۱۴ درجه و حداکثر تغییرات ۵/۲ درجه سانتی‌گراد است و لایه ۲ مربوط به بارندگی در سال پایه (۱۳۸۵) که حداقل ۰/۱ در ارتفاع‌ها و حداکثر ۰/۹ در اراضی پست و به‌طور متوسط ۰/۶۶ از نظر کیفی (بین صفر تا یک) می‌باشد و لایه ۳ مربوط به بارندگی متوسط سالانه در سال ۱۳۹۵ که حداقل ۰/۱ و حداکثر ۰/۹ و متوسط ۰/۶۳ است، نشان می‌دهد ضریب همبستگی در زمان پایه (سال ۱۳۸۵) و سال ۱۳۹۵، ۰/۹۸ بوده و بین میزان بارش سال پایه (۱۳۸۵) و بارش سال ۱۳۹۵، ۰/۹۷ می‌باشد که این بدین معنی بوده که

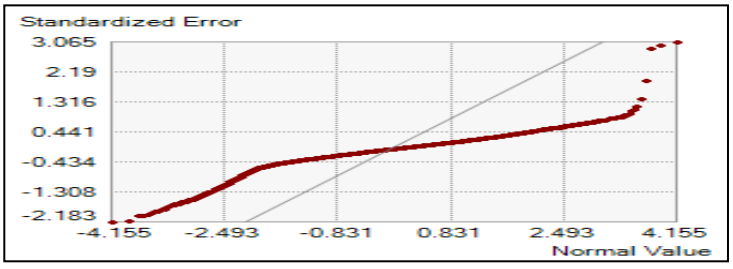
افزایش باران در ارتفاعli صورت گرفته و دامنه تغییرات در ترازهایی ارتفاعی متوسط و پایین کمتر بوده است. بررسی جدول ۱ نشان می‌دهد جذر میانگین مربعات سه پارامتر ۰/۰۵ و میانگین استاندارد شده ۰۵۴/- و ریشه متوسط مربع استاندارد شده ۰/۲۸ و میانگین خطای استاندارد شده ۰/۲۲ می‌باشد.

جدول ۱: مشخصات آماری لایه‌ها و ضریب همبستگی تغییرات دما و میزان بارش
در دوره پایه (سال ۱۳۸۵) و سال ۱۳۹۵ در ارتفاع‌های سهند

		حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
مشخصات آماری لایه‌ها	لایه تغییرات دما	۱,۱۴۳۶	۵,۱۶۴۳	۳,۷۴۴۹	۰,۷۴۹۰
	بارش سال ۱۳۸۵	۰,۱۰۰۰	۰,۹۰۰۰	۰,۶۵۸۳	۰,۱۸۶۷
	بارش سال ۱۳۹۵	۰,۱۰۰۰	۰,۹۰۰۰	۰,۹۲۹۸	۰,۱۸۸۱
ضریب همبستگی لایه‌ها		لایه تغییرات دما	بارش سال ۱۳۸۵	بارش سال ۱۳۹۵	
	لایه تغییرات دما	۱	۰,۹۸۰۹۷	۰,۹۸۳۰۰	
	بارش سال ۱۳۸۵	۰,۹۸۰۹۷	۱	۰,۹۶۴۶۰	
	بارش سال ۱۳۹۵	۰,۹۸۳۰۰	۰,۹۶۴۶۰	۱	
آماره‌ها	جذر میانگین مربعات		۰,۰۴		
	میانگین استاندارد شده		-۰,۰۵۳		
	ریشه متوسط مربع استاندارد شده		۰,۲۷		
	میانگین خطای استاندارد شده		۰,۲۲		

مأخذ: نگارندگان

بررسی شکل ۴ توزیع بهنجار نشان می‌دهد خطای استاندارد شده در بررسی شاخص‌های پراکندگی متغیرهای دامنه تغییرات دمای متوسط و میزان اثر آن بر بارش منطقه حفاظت شده سهند بین ۲/۱۸۳- تا ۳/۰۶۵ در نوسان بوده که متوسط بیشترین توزیع آن بین ۰/۴۳۴- تا ۰/۴۳۴ می‌باشد و ارزش هنجار آن بین ۲- تا ۲/۵ است. این تغییرات در ارتفاع‌های کمتر بوده ولی در اراضی پست کرد بیشتری داشته است که در بحث‌های آمار نا پارامتریک، فرضیه رابطه‌ای بین چند متغیره در مقام آزمون به‌صورت مخالف یا صفر نوشته می‌شوند و در این بررسی رابطه دو میانگین فوق $\mu 1 \neq 2$ μ بوده و رابطه معنی‌داری (α=۰/۵) بین این متغیرهای بررسی شده وجود دارد و فرض صفر رد می‌شود به‌طوری که ۹۳/۱۳ درصد بین ضریب همبستگی و میانگین مربعات در این خصوص ارتباط دارد و تنها کمتر از ۷ درصد سایر عوامل در کاهش بارندگی منطقه مؤثر بوده است.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۴: نمودار رابطه تغییرات دما و میزان بارندگی در دوره پایه و اخیر در ارتفاع‌های سهند

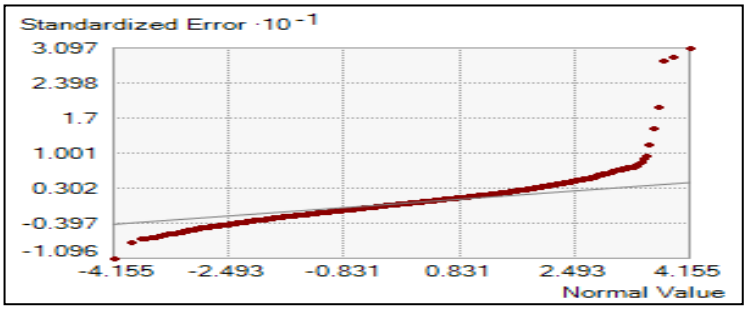
تغییرات دما و سطح آب زیرزمینی در منطقه سهند در زمان پایه (سال ۱۳۸۵) و در سال ۱۳۹۵، ۰,۳۱ بوده است و نشان می‌دهد از نظر آب‌های زیرزمینی، دامنه تغییرات دما اثر چندانی بر روی این متغیر محیطی نداشته است. هر چند در بین این دو متغیر رابطه معنی‌داری (α=۰/۵) وجود دارد و فرض صفر رد می‌گردد. به‌طوری که در جدول ۲ جذر میانگین مربعات به میزان ۰/۰۴ بوده و نشان می‌دهد رابطه رگرسیون و میانگین مربعات به میزان ۲۷/۰۳ درصد مربوط به اثر تغییرات افزایش دما بوده و حدود ۶۳ درصد مربوط به سایر عوامل مؤثر بوده است.

بررسی شکل ۵ و لایه‌های دامنه تغییرات متوسط دما و سطح آب زیرزمینی نشان می‌دهد انحراف معیار لایه اول که همان دامنه تغییرات دما می‌باشد ۰/۷۵ بوده ولی سطح آب زیرزمینی در سال پایه ۱۳۸۵، ۰/۱۴ و در سال ۱۳۹۵ نیز ۰/۱۴ است و نشانگر این واقعیت است که نمونه‌ها یا سری‌های مورد بررسی و سنجش متجانس‌تر و همگن‌تر هستند و تغییرپذیری آن‌ها کمتر است. ضریب همبستگی بین دامنه تغییرات دما و سطح آب زیرزمینی در منطقه سهند در زمان پایه (سال ۱۳۸۵) و در سال ۱۳۹۵، ۰,۳۱ بوده است و نشان می‌دهد که از دامنه تغییرات دما اثر چندانی بر روی سطح آب‌های زیرزمینی نداشته است. هر چند در بین این دو متغیر رابطه معنی‌داری (α=۰/۵) وجود دارد و فرض صفر رد می‌گردد. به‌طوری که در جدول ۲ جذر میانگین مربعات به میزان ۰/۰۴ بوده و نشان می‌دهد رابطه رگرسیون و میانگین مربعات به میزان ۲۷/۰۳ درصد مربوط به اثر تغییرات افزایش دما بوده و حدود ۶۳ درصد مربوط به سایر عوامل می‌باشد. همچنین بررسی شکل ۶ نیز نشان می‌دهد اثرات افزایش دما بر اراضی پست بیشتر بوده است.

جدول ۲: مشخصات آماری و ضرایب همبستگی دمای متوسط و سطح آب زیرزمینی در دوره پایه (۱۳۸۵) و سال ۱۳۹۵ در ارتفاع‌های سهند

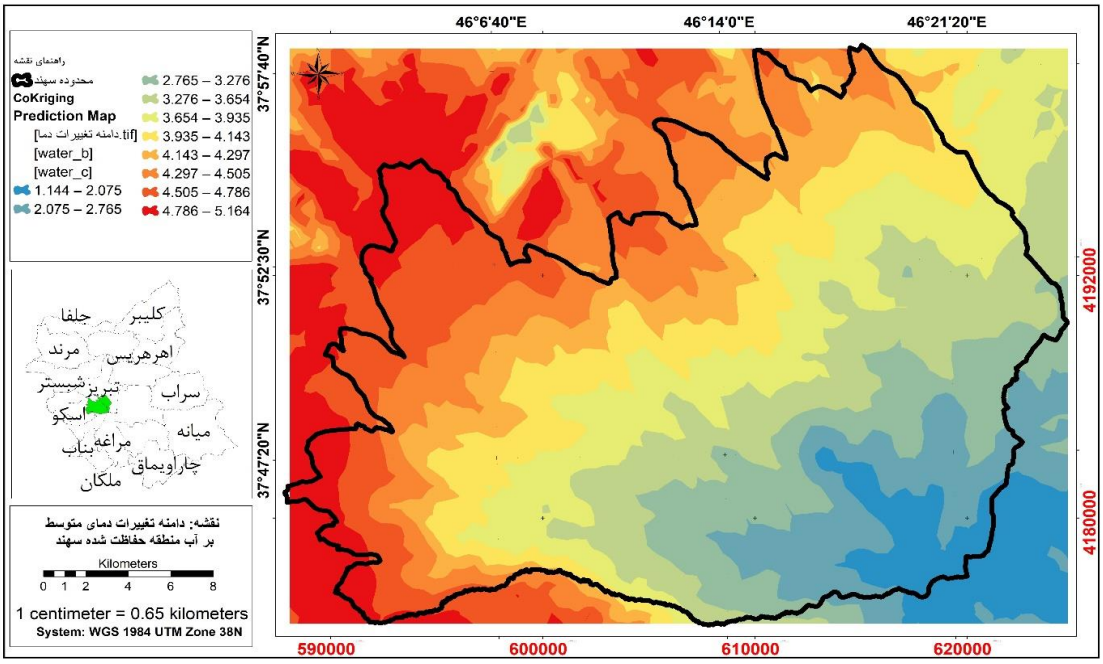
		حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
مشخصات آماری لایه‌ها	دمای متوسط	۱,۱۴۳۶	۵,۱۶۴۳	۳,۷۴۴۹	۰,۷۴۹۰
	سطح آب زیرزمینی سال ۱۳۸۵	۰,۱۰۰۰	۰,۹۰۰۰	۰,۳۵۶۵	۰,۱۴۱۴
	سطح آب زیرزمینی سال ۱۳۹۵	۰,۱۰۰۰	۰,۷۰۰۰	۰,۱۵۶۵	۰,۱۴۱۴
ضریب همبستگی لایه‌ها		دمای متوسط	سطح آب زیرزمینی سال ۱۳۸۵	سطح آب زیرزمینی سال ۱۳۹۵	
	دمای متوسط	۱	۰,۳۱۱۵۳	۳۱۱۵۱	
	سطح آب زیرزمینی سال ۱۳۸۵	۰,۳۱۱۵۳	۱	۱	
	سطح آب زیرزمینی سال ۱۳۹۵	۰,۳۱۱۵۳	۱	۱	
آماره‌ها	جذر میانگین مربعات		۰,۰۴۱		
	میانگین استاندارد شده		۰,۰۰۵		
	ریشه متوسط مربع استاندارد شده		۱,۶۲		
	میانگین خطای استاندارد شده		۰,۲		

مأخذ: نگارندگان



مأخذ: نگارندگان

شکل ۵: نمودار رابطه تغییرات دما و میزان آب زیرزمینی در دوره پایه (۱۳۸۵) و سال ۱۳۹۵ در ارتفاع‌های سهند



مأخذ: نگارندگان

شکل ۶: نقشه اثرات افزایش دما بر آب در منطقه حفاظت شده سهند

بررسی شکل ۷ و لایه‌های دامنه تغییرات متوسط دما و پوشش گیاهی نشان می‌دهد انحراف معیار لایه اول که همان دامنه تغییرات دما است ۰/۷۵ بوده ولی پوشش سطحی در سال پایه ۱۳۸۵، ۰/۴۱- و در سال ۱۳۹۵ نیز ۰/۵۲- می‌باشد و نشانگر این واقعیت است که نمونه‌ها یا سری‌های مورد بررسی و سنجش متجانس‌تر و همگن‌تر هستند و تغییرپذیری آن‌ها بیشتر است و در بین این دو متغیر رابطه معنی‌داری (α=۰/۵) وجود دارد و فرض صفر رد می‌شود. به‌طوری که بررسی جدول ۳ میزان ریشه میانگین مربعات ۰/۰۵۹ بوده و نشان می‌دهد رابطه رگرسیون و میانگین مربعات به‌صورت معکوس بوده و به میزان ۴۵ درصد کاهش تراکم گیاهی مربوط به اثر تغییرات افزایش دما بوده و حدود ۵۵ مربوط به سایر عوامل مربوط بوده است.

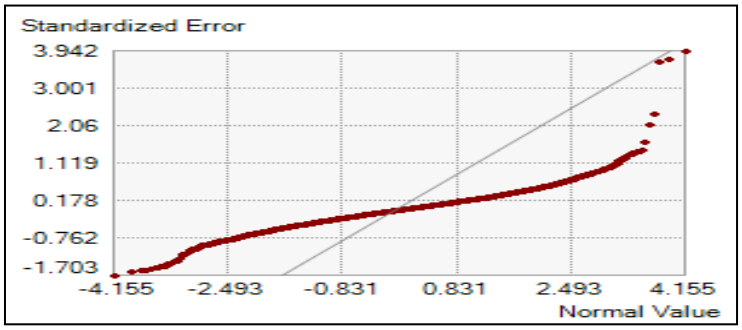
جدول ۳: ویژگی آماری تغییرات دمای متوسط و تغییر پوشش گیاهی در دوره پایه (۱۳۸۵) و سال ۱۳۹۵ در ارتفاع‌های سهند

		حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
مشخصات آماری لایه‌ها	تغییرات دما	۱,۱۴۳۶	۵,۱۶۴۳	۳,۷۴۴۹	۰,۷۴۹۰
	پوشش گیاهی سال ۱۳۸۵	−۰,۴۲۰۳	۰,۷۵۳۶	۰,۰۸۳۱	۰,۱۱۹۷
	پوشش گیاهی سال ۱۳۹۵	−۰,۱۱۹۷	۰,۶۳۱۴	۰,۱۶۸۱	۰,۰۹۲۱

		دمای متوسط	پوشش گیاهی سال ۱۳۸۵	پوشش گیاهی سال ۱۳۹۵
ضریب همبستگی لایه‌ها	تغییرات دما	۱	−۰,۴۰۵۰۷	−۰,۵۱۵۳۷
	پوشش گیاهی سال ۱۳۸۵	−۰,۴۰۵۰۷	۱	۰,۷۸۳۴۶
	پوشش گیاهی سال ۱۳۹۵	−۰,۵۱۵۳۷	۰,۷۸۳۴۶	۱

آماره‌ها	جذر میانگین مربعات	۰,۰۵۸
	میانگین استاندارد شده	۰,۰۵۸
	ریشه متوسط مربع استاندارد شده	۰,۲۷۷
	میانگین خطای استاندارد شده	۰,۲۱

مأخذ: نگارندگان



مأخذ: نگارندگان

شکل ۷: نمودار رابطه تغییرات دما و تغییر پوشش گیاهی در دوره پایه و اخیر در ارتفاع‌های سهند

نتیجه‌گیری

بررسی‌ها نشان می‌دهد حدود ۹۳۸۰ هکتار از اراضی به‌صورت پوشش کم تراکم در سال ۲۰۰۵ بوده و از این میزان در سال ۲۰۱۰ حدود ۱۶۵۴۵ هکتار جزو پوشش بسیار کم تراکم بوده و با توجه به موقعیت اراضی طبقه دو در تراز ارتفاعی ۱۶۰۰–۱۷۰۰ متر به دلیل سقوط درجه اراضی پوشش متوسط به یک درجه کم تراکم‌تر تغییریافته است. از اراضی با مرتعی متوسط در سال ۲۰۰۵ به میزان ۱۸۴۳ هکتار به ۱۴۸۷۸ هکتار رسیده و اراضی با پوشش خوب تبدیل به اراضی با پوشش متوسط شده است

اراضی با پوشش بسیار خوب در سال ۲۰۱۰ به مساحت ۸۱۱ هکتار بوده و به مساحت ۸۷۰ هکتار رسیده است. با توجه به اینکه این نوع تیپ گیاهی در ارتفاع‌ها وجود دارد، نشان می‌دهد با بهبود شرایط اقلیمی و افزایش دما در ارتفاع‌های که دارای رطوبت کافی نیز بوده است مراتع شرایط خود را تا حدودی حفظ کرده است.

همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد در سال ۱۳۸۵ از بین چاه‌های موجود ۸۱ درصد خشک‌شده است هر چند تعداد چاه‌های دارای آب از ۵۰ حلقه به ۴۱۶۶ حلقه افزایش یافته است و عمق چاه‌ها نیز از ۱۶۰ متر به بیش از ۲۵۰ متر افزایش یافته است و این نشان می‌دهد عمق چاه‌های آب از لایه اول عبور کرده است. بیش از ۵۰ درصد از جمعیت روستاهای داخل محدوده افزایش یافته و نظر به پراکنش روستاهای فوق‌الذکر و کاربری اطراف روستاهای موصوف، روستاهای نزدیک به شهرها و کاربری‌های با قابلیت زراعی، با کاهش جمعیت مواجه هستند ولی روستاهایی که از شهر فاصله دارد و اکثر کاربری‌های اراضی مرتعی هستند و امکان دامداری در آن‌ها وجود دارد، افزایش جمعیت دارند و با توجه به ظرفیت موجود دام تعداد ۱۴۷۸۴۴ رأس دام مازاد در این منطقه وجود دارد. بررسی‌ها نشان می‌دهد به‌طور متوسط برای هر یک نفر جمعیت روستایی ۴ دام وجود دارد از سویی دام‌های سنگین بیشتر از دام سبک بوده و یک دام سنگین معادل ۴ دام سبک است و در واقع برای هر نفر ۱۰ رأس دام در ارتفاع‌های سهند وجود دارد که در کنار آن حدود ۵۰ درصد از اراضی کاربری زراعی می‌باشد و این نشان می‌دهد بومیان این منطقه درآمدی بیشتر از یک کارمند دولت دارند و این در حالی است که در شهرها روند بیکاری در حال افزایش بوده و در نتیجه برای کارآفرینی و اجرای ایده‌های مربوطه، به فکر بهره‌برداری بیشتر از طبیعت هستند و ارتفاع‌های سهند به دلیل واقع‌شدن در بین ۱۰ شهر بزرگ به‌عنوان یک واحد تولیدی تبدیل شده است. به‌طوری که احداث باغ با استفاده از تغییر کاربری اراضی دیم‌زار برای جذب بیشتر توریسم و اشتغال‌زایی در دره‌ها به‌سرعت در حال افزایش می‌باشد.

بررسی‌ها نشان می‌دهد بر اساس مقایسه زیستگاه‌های مشابه و دستورالعمل‌های مربوط به تعیین کیفیت زیستگاه از جمله اثر امنیت، تأمین غذا، آب، جمعیت حیات‌وحش و تنوع گونه‌ای این منطقه جزو زیستگاه تخریب شده محسوب می‌گردد و لکه‌های زیستگاه مرغوب به دلیل وسعت کم و ناپایدار نمی‌تواند برای احیای سایر قسمت‌های زیستگاه به‌عنوان هسته عمل نماید و تنها عامل شیب و ارتفاع منطقه در حفظ منطقه نقش دارند که نظر به تغییرات مؤلفه‌های محیط‌زیستی، فوق‌الذکر در اثر تغییر اقلیم کیفیت محیط‌زیست کاهش‌یافته است.

منابع

۱- مدبری، ا؛ و مینایی، ح. (۱۳۹۳): .بررسی تنوع زیستی و غنای گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل فیزیوگرافیکی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (منطقه خان کمان دار خرم‌آباد)، علوم و مهندسی محیط‌زیست (۴) :۱۹-۲۷.

۲- مالمیریان، حمید؛ (۱۳۸۳): راهنمای تهیه نقشه‌های موضوعی از تصاویر ماهواره‌ای، انتشارات دانشگاه تهران.

3- De Stasio BT, Hill DK, Kleinhans JM, Nibbelink NP, Magnuson JJ (1996): Potential Effects of Global Climate Change on Small North-Temperate Lakes: Physic, Fish, and Plankton. Limnol. Oceanogr, 41(5):136-1149.
4- Farrar, T. J, Nicholson, S. E, and Lare, A. R, (1994): The Influences of Soil Type on The Relationships Between NDVI, Rainfall, and Soil Moisture in Semiarid Botswana, II. NDVI Response to Soil Moisture. Remote Sensing of Environment, 50, pp. 121–133.
5- GFRA (2005): Global Forest Resource Assessment (2005): Progress Towards Sustainable Forest Management, FAO Forestry Paper 147, Pp 320.
6- Hulme, M, Wigley, T.M.L, Barrow, E.M, Raper, S.C.B, Centella, A, Smith, S.J. and Chipanshi, A.C, (2000): Using a Climate Scenario Generator for Vulnerability and Adaptation Assessments, MAGICC and SCENGEN Version 2.4 Workbook. Climatic Research Unit, Norwich UK, Pp. 52.
7- MacArthur, R.H. (1967): The Theory of Island Biogeography (Vol. 1): Princeton University Press.
8- Magee, T. K, P. L. Ringold, and M. A. Bollman. (2008): Alien Species Importance in Native Vegetation Along Wade Able Streams, John Day River Basin, Oregon, USA. Plant Ecol. 195: 287-307.
9- Morrison J, Quick MC, Foreman MGG (2002): Climate Change in Fraser River Watershed: Flow and Temperature Projections. Journal of Hydrology 263: 230-244.
10- Pettorelli, N,Vik, O, Mysterud. A, Gaillard. J. M. Tucker. C. J and Stenseth .N. C. (2005): Using The Satellite –Derived NDVI to Assess Ecological Responses to Environmental Change. J. Trends in Ecology and Evolution. Vol. 9 No 20.
11- Pradhanang SM, Mukundan R, Schneiderman EM, Zion MS, Anandhi A, Pierson DC, Frei A, Easton ZM, Fuka D, Steenhuis TS (2013): Streamflow Response To Climate Change: Analysis Of Hydrologic Indicators In a New York City Water Supply Watershed. Journal of The American Water Resources Association, Vol. 49, No. 6.
12- Rijnsdorp A D, Peck MA, Engelhard GH, Mollmann C, Pinnegar JK (2009): Resolving The Effect of Climate Change on Fish Populations, ICES Journal of Marine Science, 66: 1570-1583.
13- Schultz, P. A, and Halp ert, M. S, (1995): Global Analysis of The Relationships Among a Vegetation Index, Precipitation, and Land Surface Temperature, International Journal of Remote Sensing, 16, pp. 2755- 2777.
14- Veldkamp, A. & Lambin, E.F. (2001): Predicting Land-Use Change. Agriculture, Ecosystems & Environment, 85(1), 1-6.
15- Yang, L, Wylie, B, Tieszen, L. L, and B. C, Reed, (1998): An Analysis of Relationships Among Climate Forcing and Time-integrated NDVI of Grasslands Over The U.S. Northern and Central Great Plains, Remote Sens. Environ, 65, pp. 25–37.
16- YU, F, PRICE, K. P, LEE, R, and ELLIS, J, (2000): Analysis of The Relationships Between Climatic Variation and Seasonal Grassland Development in Central Asia, Proceeding of The Annual ASPRS Meetings, Washington DC, 22–26 May, Pp. 11.