جغرافیا و توسعه شمارهٔ ۵۴ بهار ۱۳۹۸
وصول مقاله: ۹۶/۰۱/۲۸
تأیید نهایی: ۹۶/۱۲/۰۸
صفحات : ۲۲۲-۲۰۵

بررسی تغییرات کاربری و اقلیم محلی در حوضهٔ رودخانهٔ گاوه‌رود پیش و پس از احداث سد گاوشان

دکتر امان‌اله فتح‌نیا[۱*]، مهدی شرافت[۲]، جمال نجفی[۳]

چکیده

احداث سد موجب تغییرات کاربری-پوشش زمین در بالادست و پایین‌دست حوضه می‌شود. این تغییرات، اقلیم محلی و فرایندهای طبیعی منطقه را به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. در این تحقیق با استفاده از تصاویر چندزمانهٔ لندست، تغییرات پوشش گیاهی و دمای سطح زمین، در سال‌های قبل و بعد از احداث سد گاوشان در حوضهٔ رودخانهٔ گاوه‌رود بررسی شد. برای محاسبهٔ تغییرات پوشش گیاهی، از شاخص‌های NDVI، EVI و SAVI استفاده شد که همهٔ آن‌ها افزایش پوشش گیاهی در پایین‌دست و جنوب سد را نشان دادند. برای محاسبهٔ دمای سطح زمین و توان تشعشعی سطح زمین به‌ترتیب از معادلهٔ پلانک و روش آستانه‌گذاری NDVI استفاده شد. بررسی تغییرات فضایی طبقات دمایی محاسبه‌شده از توان تشعشعی سطح زمین نشان داد که در پایین‌دست سد، طبقهٔ دمایی بسیار گرم از بین رفته و طبقهٔ دمایی خنک و خیلی‌خنک جایگزین آن شده است. بررسی شاخص NDVI نشانگر آن بود که میانگین از ۰/۱۳ به ۰/۱۶۵تغییر کرده است. تغییرات بقیهٔ شاخص‌های پوشش گیاهی نیز افزایشی بوده است. با تولید طبقات نرمال‌شدهٔ دما مشخص شد، مساحت طبقهٔ متوسط ۶۷ کیلومترمربع (۷/۳٪) افزایش و مساحت طبقهٔ بسیار گرم ۱۱ کیلومترمربع (۱۷/۵٪) کاهش یافته است. بررسی نمودار پراکندگی دمای سطح نرمال‌شده و کسر پوشش گیاهی (Fr/T) نشان داد که در دورهٔ مورد مطالعه، طول لبهٔ خشک کاهش‌یافته و طول لبهٔ مرطوب افزایش یافته است؛ این بدان معنی است که وجود پهنهٔ آبی در حوضهٔ آبخیز گاوه‌رود علاوه‌بر تغییر پوشش گیاهی و رطوبت خاک (درصد)، موجب تغییر دمای سطح زمین نیز شده است که این تغییرات در درازمدت موجب تغییر میکروکلیمای منطقه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: سد گاوشان، آشکارسازی تغییرات، دمای سطح زمین، سنجش از دور.

۱- استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران* a.fathnia@razi.ac.ir
۲- دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران m.sherafat@lu.ac.ir
۳- دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران j.najafi@razi.ac.ir

مقدمه

تغییرات کاربری- پوشش زمین با تبدیل پوشش طبیعی به نواحی ساخته‌شده، تأثیر بزرگی برروی اقلیم در مقیاس میکرو و متوسط دارد (*Zoran, 2010: 1*). برای اطمینان از مدیریت پایدار منابع طبیعی، درک تعیین کمیت فرایندهای تغییر چشم‌انداز ضروری است. همچنین لازم است به‌منظور توسعه، یک درک بهتر از عوامل تغییردهندهٔ کاربری-پوشش زمین صورت گیرد؛ به‌طوری که بتوان اقدامات متقابل کارآمدتری را انجام داد (*Petit et al, 2001: 3454*).

با احداث سد، زمین‌های زراعی ممکن است با استفاده از آب‌های سطحی ذخیره‌شده بیشتر آبیاری شوند و همچنین در مناطق پایین‌دست ممکن است به‌دلیل کاهش خطر جاری‌شدن سیل و افزایش دسترس‌پذیری محصولات و برق، شهرها توسعه یابند. این تغییرات نظام‌مند کاربری- پوشش زمین می‌تواند منجر به‌افزایش دردسترس‌بودن گردش رطوبت محلی در مقیاس میکروکلیما شوند (*Niyogi et al, 2010: 2*) که این به‌نوبهٔ خود می‌تواند توزیع دما و پوشش گیاهی را تحت‌تأثیر قرار دهد؛ بنابراین مطالعهٔ تغییرات پوشش گیاهی و درجه حرارت در مناطقی که عملیات سدسازی در آن‌ها انجام گرفته است، به‌عنوان شاخص نشان‌دهندهٔ شرایط زیست‌محیطی حاکم‌بر این مناطق از اهمیت خاصی برخوردار است. پوشش گیاهی از این جهت حائز اهمیت است که می‌تواند شرایط محیطی و تبادل انرژی را به‌وسیلهٔ انعکاس انتخابی و جذب تشعشعات خورشیدی کنترل کند(*Goward et al, 1985: 138*). درواقع پوشش‌های گیاهی، به علل مختلف و به‌مرور زمان در اثر عوامل طبیعی یا انسانی دچار تغییر شده که شرایط و عملکرد اکوسیستم را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد؛ بنابراین نیاز به آشکارسازی، پیش‌بینی و مراقبت چنین تغییراتی در یک اکوسیستم از اهمیت بسزایی برخوردار است. یکی دیگر از اثرات احداث سد در یک منطقه می‌تواند تغییر در الگوی بارش محلی باشد و انتظار می‌رود در حوضهٔ رودخانه، تغییری تدریجی در آب و هوای محلی و الگوی بارش به‌وجود آورد (*Avissar & Liu, 1996: 7500; Cotton & Pielke, 2007: 10; Pielke et al, 2009: 1*)

تعداد زیادی از برنامه‌های کاربردی مربوط به آب و اقلیم، مانند نظارت بر خشکسالی، بر پایهٔ رابطهٔ بین دمای سطح زمین (LST) و شاخص‌های پوشش گیاهی استوار است. بیشترِ این برنامه‌ها بر روی وجود یک شیب منفی بین دو متغیّر تکیه می‌کنند. شاخص‌های پوشش گیاهی[1](VIS) به‌دست‌آمده از داده‌های ماهواره‌ای، یکی از منابع اولیهٔ اطلاعات برای نظارت عملیاتی بر پوشش گیاهی زمین است.

این شاخص‌ها اندازه‌گیری‌های رادیومتریکی از الگوهای مکانی و زمانیِ فعالیت‌های فتوسنتز پوشش گیاهی هستند که با متغیّرهای بیوفیزیکی تاج پوشش گیاهی مانند شاخص سطح برگ[2] و زیست‌توده[3] و... در ارتباط می‌باشند (*Baret Guyot, 1991: 162*; *Asrar et al, 1985: 2*; *Richardson, 1992: 72; Gilabert et al, 1998: 396*)

این ترکیبات جبری برای به‌حداقل‌رساندن تأثیرات خارجی مانند تغییرات تابش خورشید با توجه به اتمسفر و با تغییرات در خاک زمینه و خواص نوری در پاسخ طیفی تاج پوشش گیاهی طراحی شده‌اند. دمای سطح زمین[4] (LST) با انرژی سطح و تعادل آب در مقیاس جهانی و منطقه‌ای در ارتباط است و اهمیت ویژه‌ای بر طیف گسترده‌ای از برنامه‌های کاربری مانند تغییرات اقلیمی، اقلیم شهری، چرخهٔ آب و نظارت بر پوشش گیاهی دارد (*Chapin et al, 2005: 658; Kamieli et al,2010:619;Zhang et al,2008: 6165; Rozenstein, 2014: 5768*)

1-Vegetation Indices
2-Leaf Area Index (LAI)
3-Biomass
4-Land Surface Temperature

دمای سطح زمین یکی از مهم‌ترین متغیّرهاست که توسط سنجش از دور اندازه‌گیری می‌شود. مجموعه‌ای از سنجنده‌های هوابُرد برای جمع‌آوری داده‌های حرارتی از سطح زمین توسعه یافته‌اند (مانند *HCMM*، *LandSat TM/ETM*، *AVHHR*، *MODIS*، *ASTER*، *TIMS*). علاوه‌بر اندازه‌گیری LST این سنجنده‌ها ممکن است برای برآورد توان تشعشعی[1] در دقت و قدرت تفکیک‌های متفاوت مورد استفاده قرار گیرند (*Weng,2009: 335*). به‌دلیل وجود عوارض مختلف سطح زمین مانند پوشش گیاهی، توپوگرافی و خاک، دمای سطح زمین دارای تغییرات سریعی در ابعاد مکانی و زمانی است (*Liu et al, 2006: 116; Neteler, 2010: 334; Prata et al, 1995: 175*) بنابراین تشریح توزیع دمای سطح زمین و تغییرات و تحولات زمانی آن، نیازمند اندازه‌گیری با نمونه‌گیری با تفکیک بالای زمانی و مکانی است و تنها داده‌های ماهواره‌ای این امکان را به‌صورت فضایی ارائه می‌دهند (*Li et al, 2013: 15*). مطالعه بر روی تأثیر احداث سد در تغییر اقلیم محلی از مدت‌ها قبل مورد توجه دانشمندان بوده است که عمدتاً با روش‌های میدانی و استفاده از ایستگاه‌های هواشناسی صورت گرفته است. مطالعات بر روی ۹۲ سد بزرگ آمریکا نشان می‌دهد که تأثیر این سدها عمدتاً بر نوع آب و هوای محلی مدیترانه‌ای و آب و هوای نیمه‌خشک است و این سدها بر روی آب و هوای مرطوب تأثیر حداقلی دارند (*Degu et al, 2011: 1*). روتلا[2] و همکاران (۲۰۰۲) در هند با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، تأثیرات سدسازی را در منطقهٔ سد تهری[3] طی یک دههٔ مورد مطالعه قرار دادند و نشان دادند که با احداث سد حدود ۲۶۷۸ هکتار از زمین‌های کشاورزی و ۳۳۴۷ هکتار از سایر کاربری‌های اطراف سد دچار تغییر شده‌اند. زاو[4] و همکارانش در سال ۲۰۰۹ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای MODIS به بررسی پوشش گیاهی از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۶ در دلتای رودخانهٔ یانگ‌تز چین پرداختند. ویجیساندارا و دایاوانسا[5] (۲۰۱۱) تأثیرات سدهای بزرگ بر کاربری اراضی را در استرالیا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مطالعه کردند. نتایج بیان‌گر این بود که سدهای بزرگ نقش مهمی در تغییرات کاربری اراضی در یک منطقه دارند. کیویو[6] و همکاران (۲۰۱۵) تغییرات فضایی و زمانی پوشش گیاهی و عوامل مؤثر بر آن را در فصل رشد در چین با استفاده از شاخص NDVI برای دورهٔ ۱۹۸۲ تا ۲۰۱۱ بررسی کرده و مشخص کردند که پوشش گیاهی در فصل رشد در این منطقه روند مثبتی داشته است؛ اما ارتباط پارامترهای اقلیمی با پوشش گیاهی پیچیده بوده و با تأخیر زمانی عمل می‌کند. اورهان و یاکار[7] (۲۰۱۶) با استفاده از تصاویر لندست به بررسی تغییرات دمای سطح در ترکیه، برای بازهٔ زمانی ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۴ پرداختند. آن‌ها در این تحقیق برای تعیین میزان خشکی از شاخص NDVI استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که دمای سطح زمین در بازهٔ زمانی مورد مطالعه حدود ۵ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش یافته است. چایسانیا[8] و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی تأثیر پوشش گیاهی در مناطق شهری هند بر دمای سطحی، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست در بازهٔ زمانی ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۵ پرداختند. آن‌ها در این مطالعه برای آشکارسازی پوشش گیاهی از شاخص تفاضلی نرمال‌شده (NDVI) و برای محاسبهٔ دمای سطح زمین از الگوریتم تک‌پنجره استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که ارتباطی منفی بین شاخص

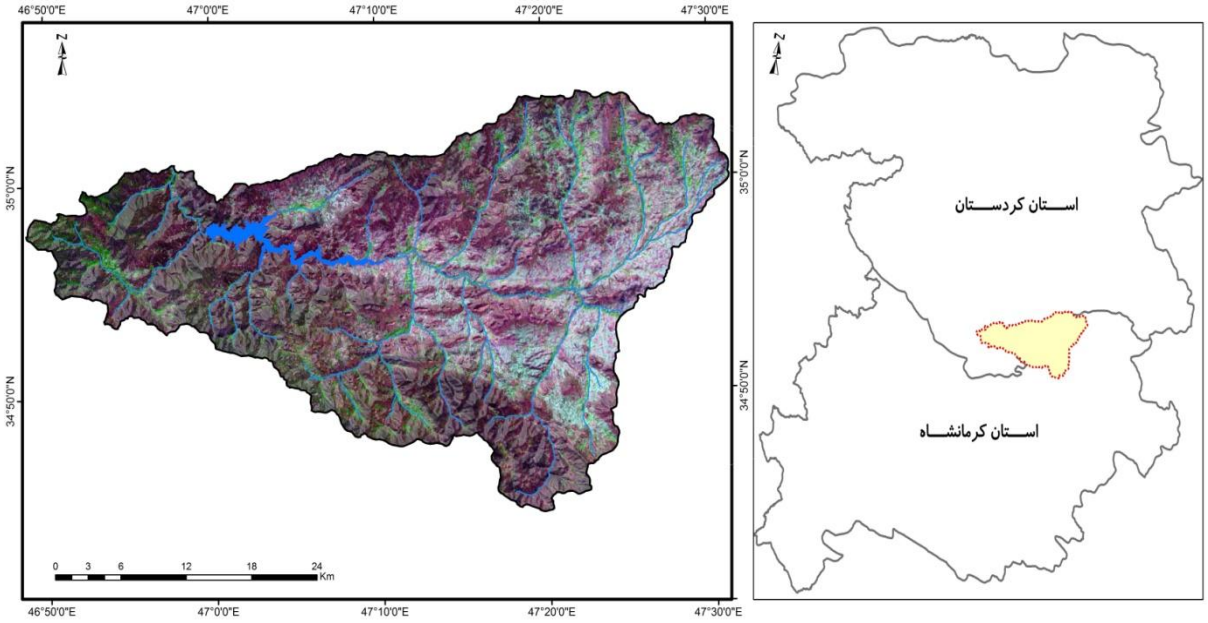
1-Emissivity
2-Rautela
3-Tehri
4-Zhao
5-Wijesundara and Dayawansa
6-Qu
7-Orhan and Yakara
8-Chaithanya

NDVI و دمای سطح زمین در مناطق شهری وجود دارد و در دورهٔ مورد مطالعه دمای سطح افزایش و پوشش گیاهی شهری کاهش یافته است. سعیدی و همکاران (۱۳۸۹) با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور در بازهٔ زمانی ۲۰ ساله، به بررسی ارتباط تغییرات پوشش اراضی با احداث سد طالقان پرداختند. نتایج بررسی آن‌ها نشان داد که احداث سد باعث دگرگونی بسیاری در کاربری اراضی شده است. پیرستانی و شفقتی (۱۳۸۸) در پژوهش خود آثار زیست‌محیطی احداث سد را مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که احداث سد هرچند تأثیرات مثبتی دارد، اما برای کاهش اثرات منفی آن بهتر است از سایر روش‌های مهار آب استفاده کرد. مددی و اشراف‌زاده (۱۳۹۱) تأثیر سد کرخه را بر الگوی پراکنش مکانی جنگل‌های کنار رودی پارک کرخه مطالعه کردند. نتایج مشخص کرد که فرایندهای هیدرولوژیک و سیمای سرزمین در حاشیهٔ رودخانه دارای کنش متقابل هستند. هادیان و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی آثار سد حنا بر تغییرات سطح کشت و کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره لندست پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که در سال ۱۹۹۸ حدود ۷۰۴ هکتار از مراتع و زمین‌های کشاورزی به‌دلیل ساخت سد حنا تخریب شده‌اند. همچنین یک کاهش ۱۰ درصدی در وسعت مراتع از سال ۱۹۷۶ (۱۹۵۹۰۶ هکتار) تا سال ۲۰۱۱ (۱۷۶۸۲۷ هکتار) مشاهده شده است. مطالعهٔ همزمان تغییرات پوشش گیاهی با دمای سطح زمین در حوضه‌های آبخیز در اقلیم خشک و نیمه‌خشک ایران و خشکسالی‌های اخیر و ارتباط آن با گرمایش جهانی، می‌تواند جالب توجه باشد. با توجه به اینکه ذخیرهٔ آب در یک منطقه باعث تغییر در آب و هوا به‌خصوص دما و رطوبت به‌صورت میکرو اقلیم می‌شود، همچنین احداث در محل تجمع آب ممکن است باعث به زیر آب رفتن اراضی بالادست و تغییرات کاربری اراضی پایین‌دست سد شود. فرض بر این است که احداث سد در مناطق نیمه‌خشک باعث کاهش دما در مناطق بالادست سد و افزایش دما در پایین‌دست سد شود. همچنین باعث رشد پوشش گیاهی با افزایش رطوبت و استفاده از سد شود؛ ازاین‌رو هدف از پژوهش حاضر بررسی ارتباط تغییرات دمای سطح زمین و پوشش گیاهی در حوضهٔ سد گاوشان قبل و بعد از احداث، با تصاویر ماهواره‌ای است. اساساً هر تغییری در محیط طبیعی ممکن است اثرات مثبت یا منفی داشته باشد که ایجاد سد می‌تواند مخاطرات طبیعی مانند کاهش دبی رودخانه، افزایش دما و رطوبت و پوشش گیاهی در پایین‌دست رودخانه شود. هرچند اثرات مثبتی نیز به‌همراه دارد. به‌طورکلی امروزه تبعات منفی احداث سد به‌خصوص در بُعد زیست‌محیطی آشکار شده است.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد مطالعه

سد مخزنی گاوشان با طول "۲۹'۵۶°۴۶ شرقی و عرض "۱۴'۴۸°۳۴ شمالی در شهرستان کامیاران، با گنجایش مخزن ۵۵۰ میلیون مترمکعب و تونل انتقال آب و نیروی برق‌آبی به ظرفیت ۱۱ مگاوات احداث شده است. همچنین ۳۱ هزار هکتار اراضی زراعی و بخشی از آب شرب شهر کرمانشاه را تأمین می‌کند. عملیات اجرایی این سد، از سال ۱۳۷۷ شروع شده و در سال ۱۳۸۴ به پایان رسیده است. سد گاوشان ۱۱۳ متر از بستر رودخانه ارتفاع دارد و تراز تاج آن ۱/۵۵۱ متر از سطح دریا بالاتر است. نوع سد سنگریزه‌ای با هستهٔ رسی و طول تاج آن ۶۴۸ متر است *(گزارش آب منطقه‌ای استان کرمانشاه، ۱۳۹۴)*.



شکل ۱: موقعیت حوضهٔ آبریز سد گاوشان

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۵

روش‌شناسی

در این تحقیق از تصاویر ماهواره لندست (سال‌های ۲۰۱۱، ۲۰۰۶، ۲۰۰۲، ۲۰۰۰) استفاده شد (جدول ۱). همهٔ تصاویر مربوط به ماه ژولای هستند. ابتدا تصحیح هندسی (با استفاده از هدر فایل)، سپس اتمسفری (مدل عبور اتمسفری MODTRAN4) و برخی تبدیلات بر روی تصاویر برای استخراج اطلاعات صورت گرفت که به قرار زیر است.

محاسبهٔ رادیانس طیفی در سنجنده[1]

برای تبدیل ارزش‌های خام پیکسل[2] به رادیانس از از رابطهٔ ۱ استفاده شد (*Chander et al, 2009: 897*).

رابطه ۱:

$$L_\lambda = \left(\frac{Lmax\lambda - Lmin\lambda}{Qcalmax - Qcalmin}\right)(Qcal - Qcalmin) + Lmin\lambda$$

Lλ: رادیانس طیفی در سنجنده [W/ (m^2 sr µm)]؛ Qcal:مقدار پیکسل؛ Qcalmin: حداقل مقدار پیکسل؛ Qcalmax: حداکثر مقدار پیکسل؛ Lminλ و Lmaxλ: حداقل و حداکثر رادیانس طیفی در سنجنده[W/ (m^2sr µm)] . جزئیات دقیق دربارهٔ مقدار Lmin و Lmax برای تصاویر ماهواره‌ای لندست در مقالهٔ *چاندر و همکاران (۲۰۰۹)* موجود است.

1-At Sensor Spectral Radiance
2-Pixel Value

جدول ۱: مشخصات تصاویر دریافتی

تاریخ تصاویر	ماهواره	سنجنده	ساعت گذر (به وقت محلی)	وضعیت سد	گذر/ ردیف
۳۱/۰۷/۲۰۰۰	لندست ۵	TM	۱۱:۴۶	قبل از احداث	۳۶/۱۶۷
۲۹/۰۷/۲۰۰۲	لندست ۷	ETM+	۱۱:۴۵	قبل از احداث	
۲۴/۰۷/۲۰۰۶	لندست ۷	ETM+	۱۱:۴۶	بعد از احداث	
۳۰/۰۷/۲۰۱۱	لندست ۵	TM	۱۱:۴۵	بعد از احداث	

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

محاسبهٔ ضریب انعکاس[1]

ضریب انعکاس برروی زمین طبق رابطهٔ ۲ محاسبه شد (*Chander et al, 2009: 900*):

رابطهٔ ۲: $$\rho_\lambda = \frac{\pi.L_\lambda.d^2}{ESUN_\lambda.cos\theta_s}$$

ρ_λ: ضریب انعکاس؛ π = ۳/۱۴۵۹؛ L_λ: رادیانس طیفی در سنجنده [W/(m^2 Sr μm)]؛ d: فاصلهٔ زمین تا خورشید (واحد نجومی)؛ ESUN: میانگین تابش خورشید [W/ (m^2 sr μm)] و θ: زاویهٔ زنیت خورشید[2] (درجه) است.

برای محاسبهٔ شاخص NDVI از رابطهٔ ۳ استفاده شد (*علوی‌پناه، ۱۳۸۵: ۲۸*).

رابطهٔ ۳: $$NDVI = \frac{\rho NIR-\rho RED}{\rho NIR+\rho RED}$$

در این رابطه، ρNIR: انعکاس مادون قرمز نزدیک باند ۴ TM و ρRED: انعکاس قرمز باند ۳ TM است.

SAVI[3]: این شاخص با معرفی یک فاکتور کالیبراسیون خاک (L) به معادلهٔ NDVI، برای به‌حداقل‌رساندن اثرات خاک پس‌زمینهٔ ناشی از فعل و انفعالات طیفی خاک و گیاه ایجاد شده است (*Huete et al, 1994: 227*). برای محاسبهٔ شاخص SAVI از رابطهٔ ۴ استفاده شد.

رابطهٔ ۴: $$SAVI = \frac{(1+L)(\rho NIR-\rho RED)}{(\rho NIR+\rho RED+L)}$$

L: فاکتور کالیبراسیون خاک برابر ۰/۵ است.

EVI[4]: این لگوریتم برای مناطق با بیومس بالا و بهبود نظارت بر پوشش گیاهی ازطریق بهبود سیگنال پس‌زمینهٔ تاج پوشش گیاهی و کاهش اثرات جوّی بهبود یافته است (*Huete et al, 1999: 213*). شاخص EVI از رابطهٔ ۵ محاسبه شد.

رابطهٔ ۵: $$EVI = G * \frac{(\rho NIR-\rho RED)}{(L+\rho NIR+C1\rho RED-C2\rho BLUE)}$$

که درآن $\rho BLUE$: انعکاس باندآبی و L= 1، C2= 7.5، C1=6 و G= 2.5 است.

محاسبهٔ دمای درخشندگی

داده‌های باندهای حرارتی می‌تواند از رادیانس طیفی در سنجنده به دمای درخشندگی تبدیل شود. دمای درخشندگی با فرض اینکه زمین جسم سیاه[5] است (emissivity=1) محاسبه می‌شود و شامل تأثیرات اتمسفر است (جذب و تشعشع). دمای درخشندگی با استفاده از ضرایب کالیبرلسیون سنجنده از رابطهٔ ۶ به‌دست می‌آید (*Chander et al, 2009: 900*):

1-Reflectance
2-Solar Zenith Angle
3-Soil Adjusted Vegetation Index

4-Enhanced Vegetation Index
5-Black Body

رابطهٔ ۶: $$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_\lambda}+1\right)}$$

T: دمای مؤثر درخشندگی در سنجنده برحسب کلوین؛ K2: ضریب کالیبراسیون ۲ برحسب کلوین (۱۲۸۲/۷۱)؛ K1: ضریب کالیبراسیون ۱ معادل ۶۶۶/۰۹ برحسب $[W/(m^2\ sr\ \mu m)]$ و Lλ: رادیانس طیفی در سنجنده است.

محاسبهٔ دمای سطح زمین

محاسبهٔ دمای سطح زمین نیازمند دانش پیرامون توان تشعشعی سطح زمین[1] (LSE) است. برای محاسبهٔ توان تشعشعی سطح زمین از روش آستانهٔ NDVI استفاده شد. توان تشعشعی سطح زمین (LSE)، با استفاده از روش آستانهٔ NDVI از رابطهٔ ۷ برآورد شد (*Amiri et al, 2009: 2609*).

رابطهٔ ۷: $$FVC = \frac{NDVI - NDVI_S}{NDVI_V - NDVI_S}$$

رابطهٔ ۸: $$LSE = \varepsilon_S(1 - FVC) + \varepsilon_V \times FVC$$

در این رابطه ε_S و ε_v به‌ترتیب مقادیر توان تشعشعی خاک و پوشش گیاهی و FVC کسر پوشش گیاهی است (رابطهٔ ۸). در این رابطه، NDVIs: بیشترین میزان در پوشش گیاهی و NDVIv: کمترین میزان در خاک است. لازم به ذکر است که در اینجا از آستانهٔ ۰/۰۵ برای استخراج پوشش گیاهی استفاده شد.

بعد از محاسبهٔ توان تشعشعی باید اصلاحاتی برای مناطق دارای آب صورت گیرد؛ چون در تصاویر NDVI آب دارای ارزش منفی است و توان تشعشعی آب حدود ۰/۹۹ است. برای این کار از شاخص SMI[2] (نسبت دو باند مادون قرمز میانی و برای سنجندهٔ TM=band5/band7) استفاده و مناطق دارای آب و خاک‌های مرطوب شناسایی شد. با محاسبهٔ مقادیر توان تشعشعی نهایی، دمای سطح زمین از رابطهٔ ۹ محاسبه شد (*Artis and Carnahan, 1982: 314*).

رابطهٔ ۹: $$Ts = \frac{T}{\left[1+\left(\frac{\lambda T}{\rho}\right)ln\varepsilon\right]}$$

Ts: دمای سطح زمین؛ T: دمای درخشندگی، λ: طول موج رادیانس ساطع‌شده $(\lambda = 11.5)$ $\rho = 1.438 * 10^{-2}$ و ε: توان تشعشعی.

درنهایت به‌دلیل همزمان‌نبودن تصاویر حرارتی برای بررسی تغییرات، دمای سطح محاسبه‌شده با استفاده از رابطهٔ ۱۰ نرمال شد. مناطق دارای بیشترین حرارت (Tmax) و خنک‌ترین حرارت (T_0) به‌ترتیب برای خاک خشک و آب در همهٔ تصاویر تعیین شد و برای تولید حرارت نرمال‌شده در رابطهٔ ۱۰ قرار گرفت (*Owen et al, 1998: 1664*).

رابطهٔ ۱۰: $$T^* = (T_S - T_0)/(T_{max} - T_0)$$

نرمال‌سازی که از رابطهٔ ۱۰ محاسبه شد، می‌تواند خطای رخ‌داده در کالیبراسیون و تصحیحات اتمسفری را نیز کاهش دهد (*Owen et al, 1998: 1664*). نسبت پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر به‌دست‌آمده به‌صورت رابطهٔ ۱۱ محاسبه شد (*Amiri et al, 2009: 2609*).

رابطهٔ ۱۱: $$Fr = FVC^2$$

بحث و نتایج

مقایسهٔ دمای ایستگاه هواشناسی روانسر با مقدار محاسبه‌شده در همان نقطه در تصاویر ماهواره‌ای (جدول ۲) نشان داد که مقادیر حدود ۲ تا ۳ درجه با هم اختلاف دارند. دلیل انتخاب ایستگاه روانسر نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی (۳۰ کیلومتر) و وجود آمار دمای ساعتی در دورهٔ زمان‌های موردنظر بود.

1-Land Surface Emissivity
2-Soil Moisture Index

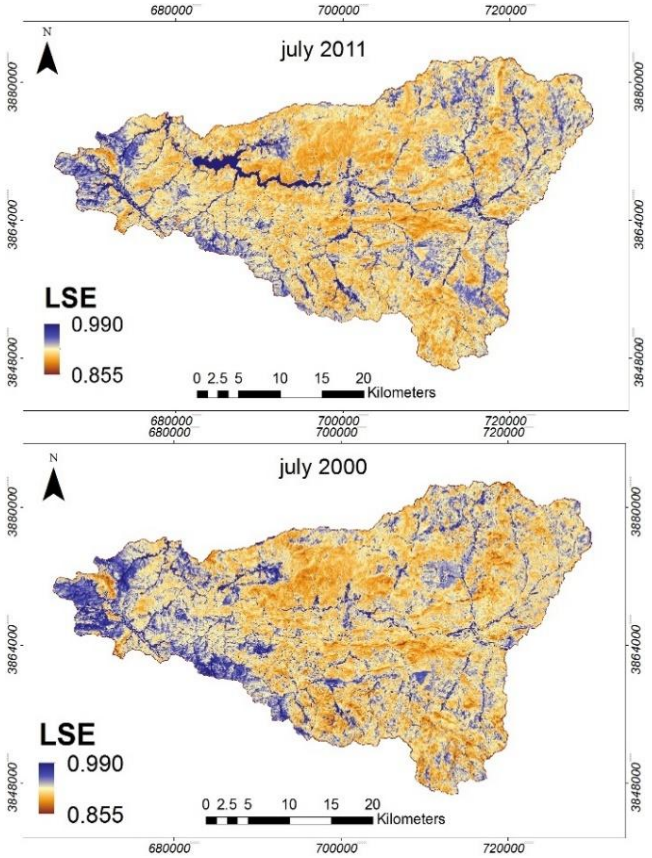
جدول ۲: مقایسهٔ دمای ایستگاهی با دمای محاسبه شده

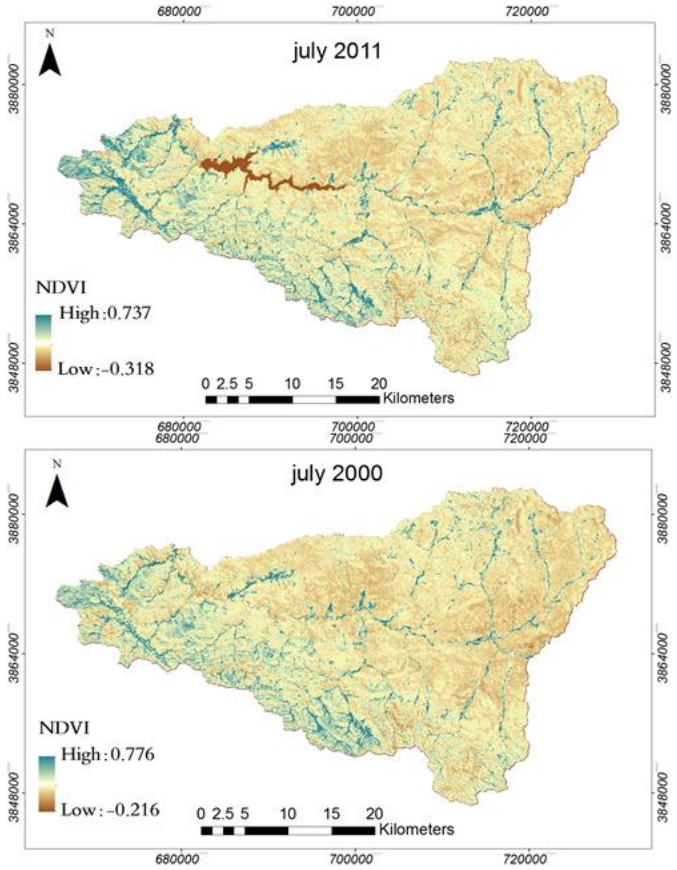
تاریخ	دمای ایستگاهی (C°)	دمای محاسبه‌شده (C°)
۳۱/۰۷/۲۰۰۰	۳۳	۳۵
۲۹/۰۷/۲۰۰۲	۲۹	۳۱,۲
۲۴/۰۷/۲۰۰۶	۳۱	۳۲,۵
۳۰/۰۷/۲۰۱۱	۳۱,۴	۳۳

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

نتایج حاصل از تغییرات توان تشعشعی زمین و شاخص گیاهی تفاضلی نرمال‌شده در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۱ در شکل ۲ نشان داده شده است.

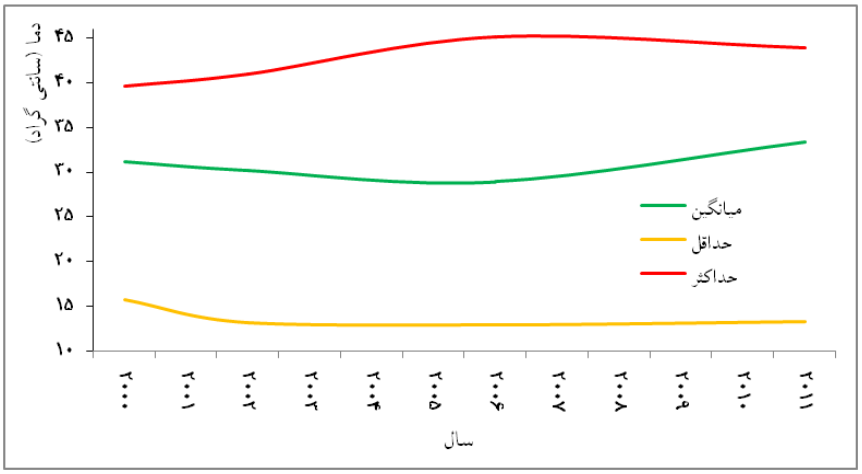
براساس آزمون شیب روند مقدار دمای سطح زمین در حوضهٔ گاوه‌رود در دورهٔ مورد مطالعه (شکل ۳) نشان می‌دهد که دمای حداکثر حدود ۰/۷۶، دمای میانگین حدود ۰/۴۸ و دمای حداقل حدود ۰/۶۲- تغییر کرده است و درمجموع به‌سمت افزایشی بوده است. هر چند دمای حداقل نیز کاهش داشته است.





شکل ۲: تغییرات NDVI و LSE در دورهٔ مورد مطالعه

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۵



شکل ۳: نمودار تغییرات دمای سطح زمین در حوضه

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۵

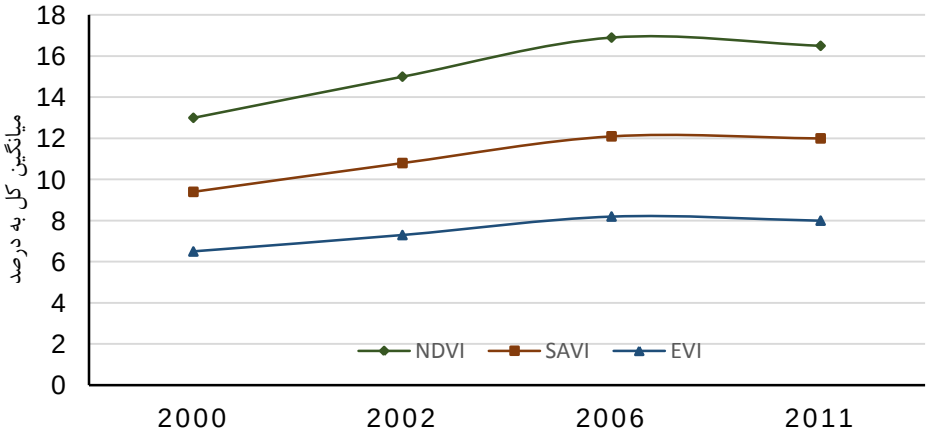
برای یافتن تغییرات پوشش گیاهی در سال‌های مورد مطالعه بر روی تصاویر به‌دست‌آمده، از شاخص‌های پوشش گیاهی بررسی آماری صورت گرفت که نتایج در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳: آمار مقادیر شاخص‌های پوشش گیاهی برای سال‌های مورد مطالعه

سال	NDVI				EVI				SAVI			
	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف‌معیار	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف‌معیار	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف‌معیار
۲۰۰۰	-۰/۲۲	۰/۷۸	۰/۱۳	۰/۰۵	-۰/۰۷	۰/۷۱	۰/۰۶	۰/۰۳۱	-۰/۱۲	۰/۶۳	۰/۲۵	۰/۰۴
۲۰۰۲	-۰/۱۸	۰/۷۸	۰/۱۵	۰/۰۷	-۰/۰۶	۰/۶۳	۰/۰۷	۰/۰۴	-۰/۱۱	۰/۶۳	۰/۱۱	۰/۰۵
۲۰۰۶	-۰/۲۲	۰/۷۵	۰/۱۷	۰/۰۷	-۰/۰۶	۰/۶۶	۰/۰۹	۰/۰۴۲	-۰/۱۲	۰/۶۳	۰/۱۳	۰/۰۶
۲۰۱۱	-۰/۲۲	۰/۷۴	۰/۱۷	۰/۰۷	-۰/۰۷	۰/۶۸	۰/۰۸	۰/۰۴	-۰/۱۲	۰/۵۸	۰/۱۲	۰/۰۵

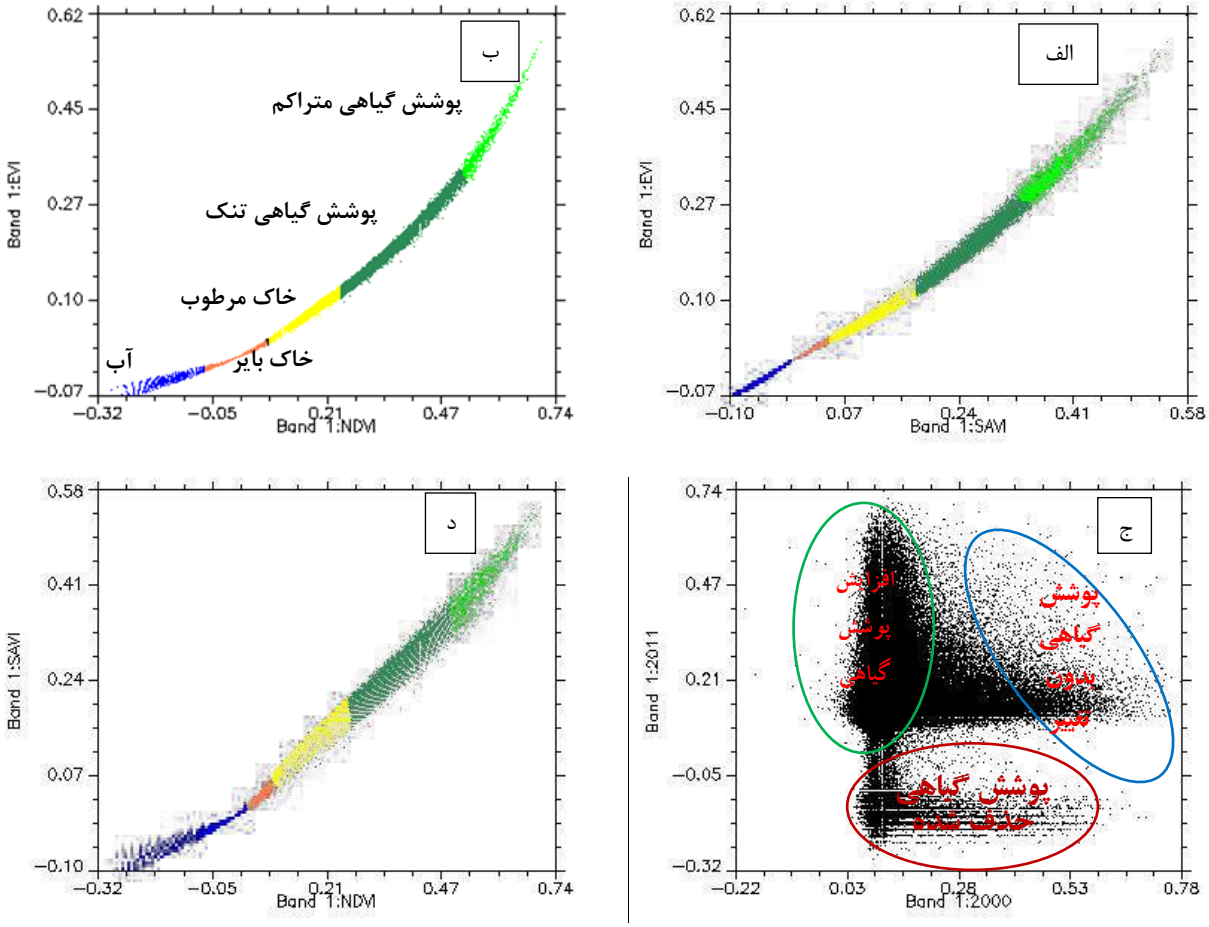
مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

مقدار حداقل ارزش برای شاخص‌های پوشش گیاهی دارای ارزش منفی، به‌علت وجود آب و خاک‌های نمناک است که به‌علت جذب بیشتر انرژی خورشیدی وارده در محدودهٔ مادون قرمز طیف الکترومغناطیس و بازتاب پایین در این محدوده، در شاخص‌های پوشش گیاهی ارزش منفی می‌گیرند. مقدار حداکثر ارزش شاخص‌های پوشش گیاهی، سیر نزولی داشته است که علت آن ممکن است حذف پوشش‌های گیاهی متراکم و با انعکاس بالا در محدودهٔ مادون قرمز انعکاسی به‌علت تغییر کاربری باغات به زمین‌های کشاورزی یا تغییر الگوی کشت باشد. مقدار میانگین شاخص‌های پوشش گیاهی به‌علت استفاده از همهٔ ارزش پیکسل‌ها می‌تواند گویای تغییرات پوشش گیاهی باشد. این مقدار برای همهٔ سال‌ها افزایش یافته و سیر صعودی دارد (شکل ۴).



شکل ۴: نمودار تغییرات میانگین شاخص‌های پوشش گیاهی در دورهٔ مورد مطالعه

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

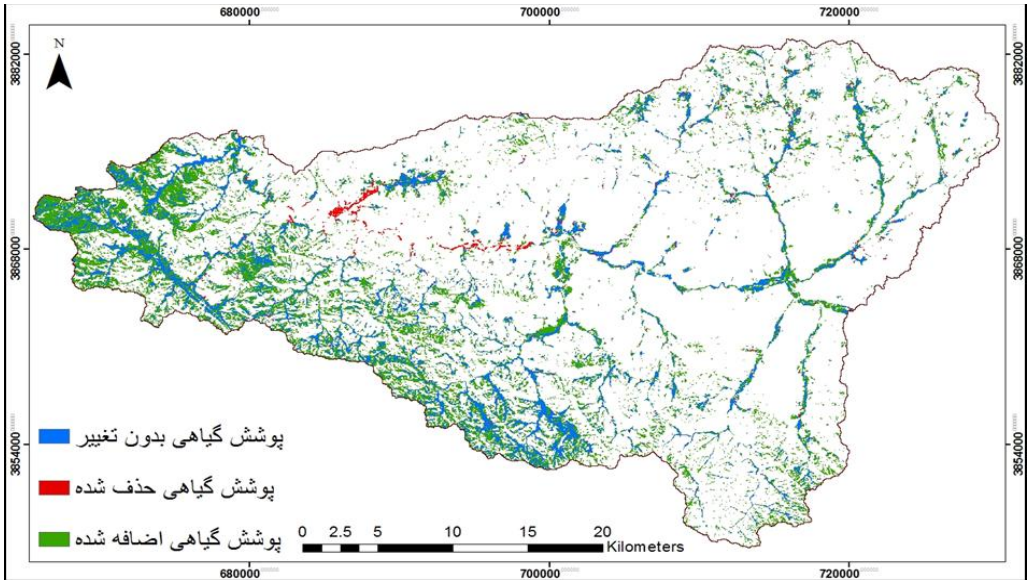


شکل ۵: نمودار پراکندگی داده‌ها الف) شاخص‌های EVI و SAVI، ب) شاخص‌های NDVI و EVI، ج) شاخص NDVI سال ۲۰۰۰ با NDVI سال ۲۰۱۱، د) شاخص‌های NDVI و SAVI.

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۵

با توجه به همبستگی شاخص‌های پوشش گیاهی مشخص شد که شاخص NDVI در مناطقی که دارای پوشش گیاهی انبوه‌تری هستند (شکل ۵ب) بهتر عمل می‌کند و پوشش گیاهی را تفکیک کند. در قسمت پایین‌دست و جنوب سد گاوشان استفاده از شاخص NDVI مناسب است، اما در قسمت بالادست که پوشش گیاهی کم‌تراکم است و برای از بین بردن اثر خاک، زمینهٔ شاخص SAVI بهتر عمل می‌کند (شکل ۵ الف و د) و می‌تواند پوشش گیاهی را در بالادست آشکار سازد. برای جاهایی که تفاوت‌های توپوگرافی زیاد است، استفاده از EVI مؤثرتر است.

شکل ۵ج مربوط به نمودار پراکندگی برای پوشش گیاهی سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۱ است که نشان‌دهندهٔ تغییرات پوشش گیاهی در دورهٔ مورد مطالعه است. مناطق پوشش گیاهی از بین رفته، بیشتر شده و بدون تغییر بر روی نمودار پراکندگی با شکل بیضی مشخص شده است. برای نمایش تغییرات فضایی پوشش گیاهی، ابتدا با استفاده از شاخص‌ها، پوشش گیاهی برای همهٔ سال‌ها استخراج شد و سپس با استفاده از تفریق تصاویر، تغییرات پوشش گیاهی در دورهٔ مورد مطالعه شناسایی شد (شکل ۶).



شکل ۶ : تغییرات فضایی پوشش گیاهی در دورهٔ مورد مطالعه

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۵

تغییرات پوشش گیاهی در شکل ۶ نشان می‌دهد که بیشترین میزان افزایش تغییر تراکم پوشش گیاهی در دورهٔ مورد مطالعه در پایین‌دست سد و بخش‌های جنوبی حوضه رخ داده است که می‌تواند ناشی از افزایش رطوبت خاک و هوا باشد، اما در بالادست و برخی مناطق جنوبی، پوشش گیاهی تغییری نداشته است. اغلب مناطق پوشش گیاهیِ از بین رفتهٔ حوضه، ناشی از پهنهٔ آبی سد گاوشان است.

جدول ۴: مساحت پوشش گیاهی در دورهٔ مورد مطالعه

سال	مساحت پوشش گیاهی (کیلومترمربع)	وضعیت سد
۲۰۰۰	۲۰۵/۳	قبل از
۲۰۰۲	۳۶۵/۷	قبل از
۲۰۰۶	۳۹۸/۸	بعد از احداث
۲۰۱۱	۳۴۸/۳	بعد از احداث

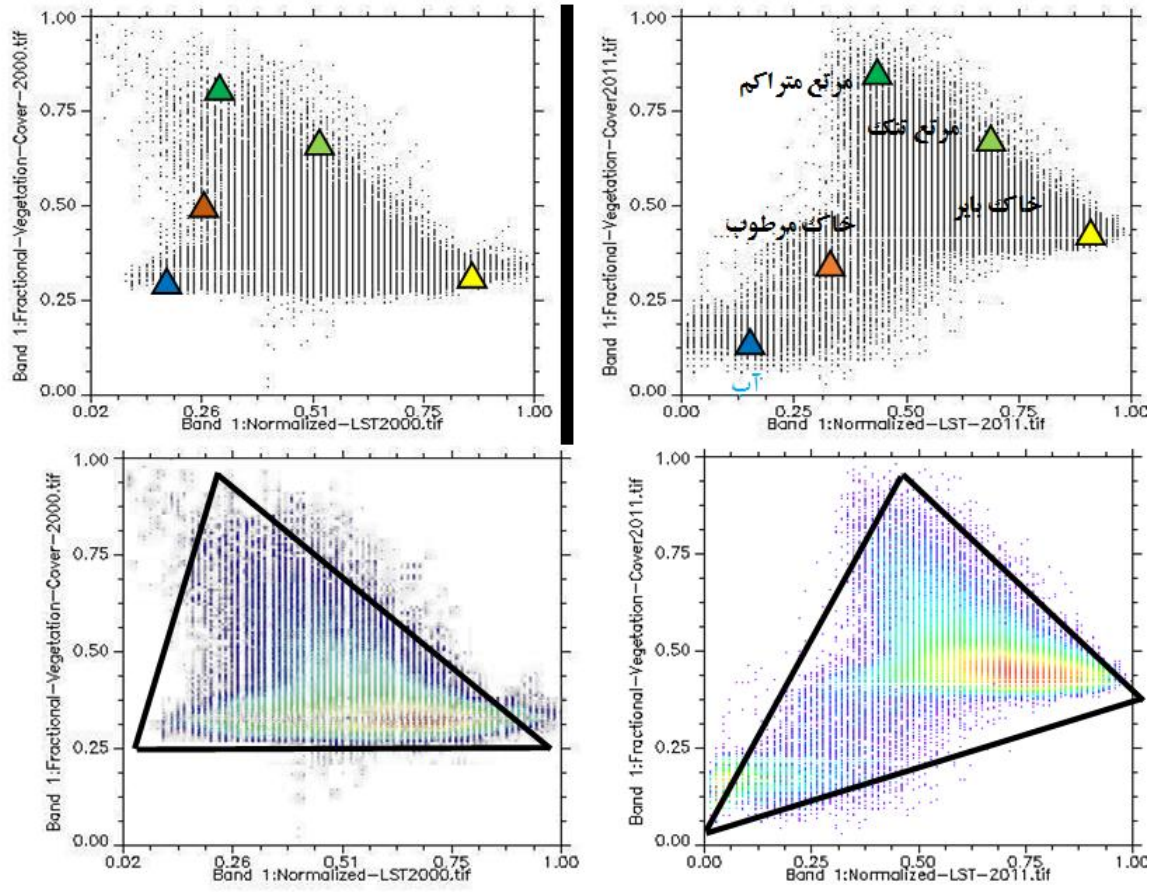
مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

جدول ۴ مساحت پوشش گیاهی در هر دورهٔ مورد مطالعه را نشان می‌دهد. قبل از احداث سد مساحت پوشش گیاهی درمجموع حدود ۲۰۵ کیلومترمربع بوده است؛ اما بعد از احداث سد تا ۳۹۸ کیلومترمربع افزایش یافته است و در اواخر دورهٔ مطالعه به ۳۴۸ کیلومترمربع کاهش یافته است. درمجموع براساس مطالعات صورت‌گرفته، حدود ۱۸۷/۲ کیلومترمربع از پوشش گیاهی از ابتدا تا انتهای دورهٔ مورد مطالعه بدون تغییر بوده، حدود ۱۸۱/۱ کیلومترمربع از مساحت پوشش گیاهی تا اواخر دورهٔ مورد مطالعه حذف شده و حدود ۱۶۱/۱ کیلومترمربع به مساحت پوشش گیاهی افزوده شده است.

رابطهٔ کسر پوشش گیاهی با دمای سطح زمین

کسر پوشش گیاهی از مقدار خاک بایر و پوشش گیاهی و تفاوت در تابش حرارتی بین خاک و تاج پوشش گیاهی تأثیر می‌پذیرد. در مثلث TS/NDVI (شکل ۷) خط‌های کشیده‌شده برای به‌دست‌آوردن اطلاعات دربارهٔ محتوای رطوبت خاک می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. لبهٔ خشک کمترین محتوای آب را دارد و لبهٔ مرطوب بیشترین تبخیر و تعرق و حداکثر دسترسی به آب را دارد که این امر باعث می‌شود از لبهٔ خشک به‌سمت لبهٔ مرطوب از دمای سطح زمین کاسته شود. برای یافتن رابطهٔ پوشش گیاهی با دمای سطح زمین در این تحقیق از نمودار پراکندگی کسر پوشش گیاهی و دمای سطح نرمال‌شده استفاده شد

(Fr/T). با توجه به شکل ۷، توزیع داده‌ها قبل و بعد از احداث سد دچار تغییر شده است. با اضافه‌شدن پهنهٔ آبی به منطقه و متعاقب آن، افزایش پوشش گیاهی طول لبهٔ خشک کاهش‌یافته و طول لبهٔ مرطوب افزایش‌یافته است که این امر منجر به بالارفتن رطوبت منطقه و بالارفتن تبخیر و تعرق شده است که بالارفتن تبخیر و تعرق موجب کاهش دما می‌شود.



شکل ۷: نمودار پراکندگی دمای سطح نرمال‌شدهٔ محور افقی با کسر پوشش گیاهی محور عمودی همراه با پیاده‌سازی کلاس‌های پوشش زمین برای سال ۲۰۰۰ (سمت چپ) و سال ۲۰۱۱ (سمت راست)

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۵

با توجه به شکل پهنه‌های آبی به‌علت جذب انرژی خورشید در محدودهٔ مادون قرمز نزدیک در تصاویر NDVI دارای کمترین ارزش هستند و همچنین به‌علت ظرفیت حرارتی بالا در طول روز دارای دمای پایینی است. خاک مرطوب به‌علت آبی که درون خود ذخیره می‌کنند، ظرفیت حرارتی بالایی دارند و دارای دمای پایینی در طول روز می‌باشند. البته میزان نم موجود در خاک در ظرفیت حرارتی خاک تأثیرگذار است. خاک و سنگ‌های بدون پوشش دارای ظرفیت حرارتی بسیار پایینی هستند، به‌نحوی که با طلوع خورشید به‌سرعت گرم می‌شوند و پوشش گیاهی به‌علت تعرقی که در آن‌ها صورت می‌گیرد، همیشه دارای حرارت کمی می‌باشند.

طبقه‌بندی و تغییرات فضایی دمای سطح زمین

برای بررسی تغییرات LST، تصاویر نرمال‌شده با استفاده از مقدار میانگین و انحراف معیار خود به پنج طبقه دمایی تقسیم شدند (*Xu et al, 2011: 3*؛ *صادقی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۱: ۳*). در جدول ۵ Tmean بیانگر دمای میانگین و std نشان‌دهندهٔ مقدار انحراف معیار هر یک از تصاویر نرمال‌شده است.

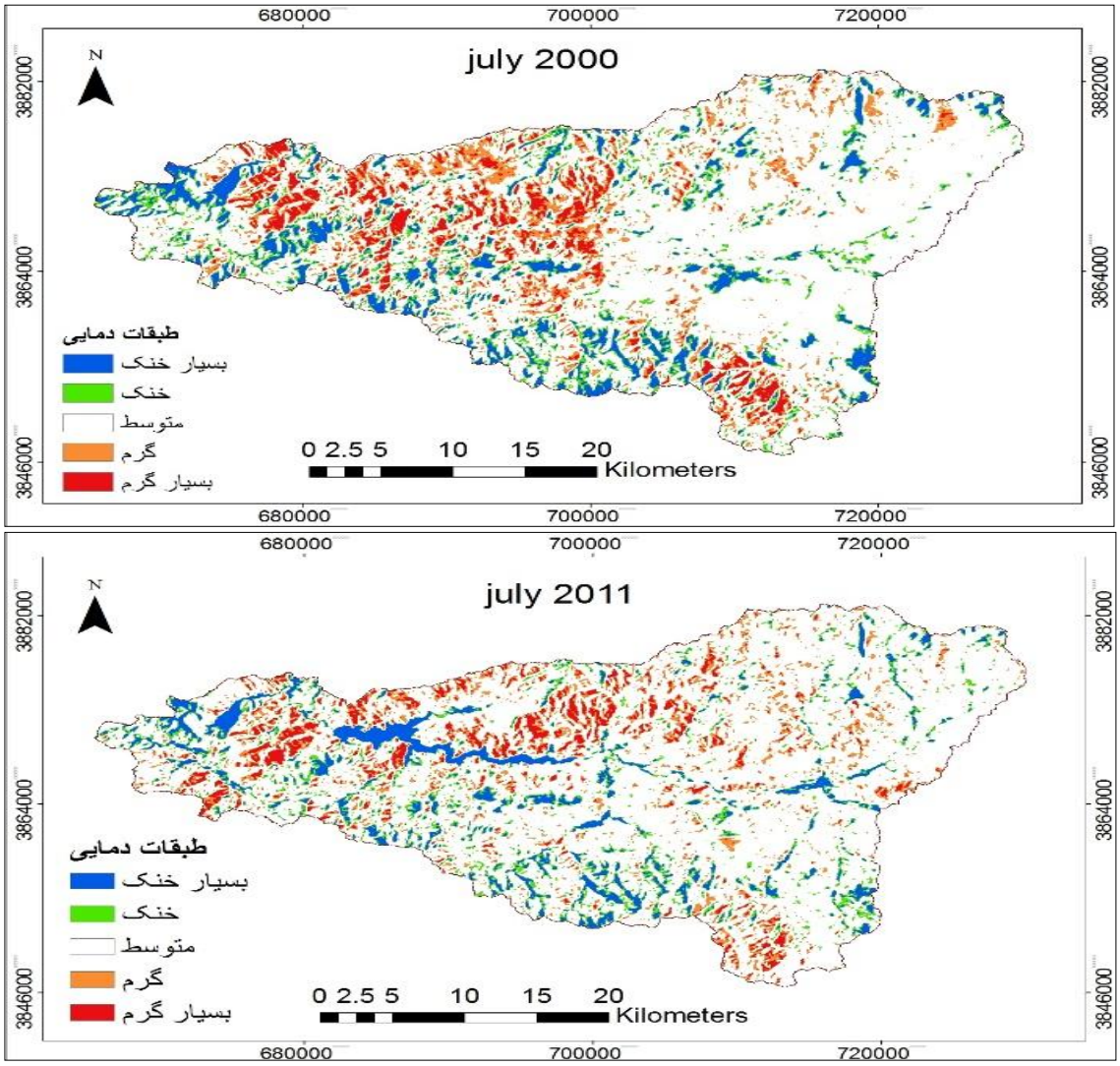
جدول ۵: طبقات دمایی سطح زمین تصاویر حرارتی

طبقات دما	دامنهٔ طبقات
بسیار خنک	$T \leq Tmean - 1.5\ std$
خنک	$Tmean - 1.5\ std < T < Tmean\text{-}std$
متوسط	$Tmean - std < T \leq Tmean + std$
گرم	$Tmean + std < T \leq Tmean + 1.5\ std$
بسیارگرم	$T > Tmean + 1.5\ std$

مأخذ : (Xu et al, 2011: 3؛ صادقی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۱: ۳)

شکل ۸: نمودار تغییرات مساحت طبقات دمایی در دورهٔ مورد مطالعه

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵



شکل ۹: تغییرات مساحت طبقات دمایی در دورهٔ مورد مطالعه

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۵

همان‌طور که در شکل ۹ تغییرات فضایی طبقات دمایی در دورهٔ مورد مطالعه مشخص است، در پایین‌دستِ سد طبقهٔ دمایی بسیار گرم از بین رفته و طبقهٔ دمایی خنک و خیلی‌خنک جایگزین آن شده است. در قسمت بالادست تغییرات معکوس است و طبقهٔ دمایی گرم افزایش یافته است و در اطراف سد طبقهٔ دمایی متوسط افزایش یافته است. درمجموع تطبیق نتایج تغییرات دمای سطح زمین و پوشش گیاهی نشان می‌دهد که در پایین‌دست سد مساحت دمای حداکثر کاهش یافته است که افزایش تراکم پوشش گیاهی نیز گواه آن است؛ اما در بالادست سد با افزایش سطح دمای حداکثر و کاهش رطوبت خاک پوشش گیاهی رشد نکرده است. آنچه بیش از همه خودنمایی می‌کند، افزایش سطوح دمای میانگین طی بازهٔ زمانی است که بیشتر ناشی از تغییر کاربری حوضهٔ بالادست، ایجاد سد سلیمانشاه در بالادست رودخانهٔ گاوه‌رود و کاهش سطح پوشش گیاهی است.

نتیجه

احداث سد در حوضهٔ آبریز می‌تواند اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر پوشش گیاهی، دمای سطح زمین، اقلیم محلی و فرایندهای حاکم‌بر منطقه در بالادست و پایین‌دست سد بر جای بگذارد. با توجه به نتایج این تحقیق، احداث سد گاوشان برروی رودخانهٔ گاوه‌رود موجب تغییراتی در پوشش گیاهی و دمای سطح زمین در بالادست و پایین‌دست حوضه شده است. مقادیر محاسبه‌شده در تصاویر ماهواره‌ای نشان‌دهندهٔ دمای ۲ تا ۳ درجه‌ای بیش از دمای ایستگاه‌هواشناسی روانسر است. درمجموع تحت‌تأثیر ایجاد سد در محدودهٔ مورد مطالعه، دمای حداکثر حدود ۰/۷۶، دمای میانگین حدود ۰/۴۸ و دمای حداقل حدود ۰/۶۲- تغییر کرده است و درمجموع روند افزایشی بوده است. مقدار میانگین مقادیر پوشش گیاهی در دورهٔ مورد مطالعه به‌دلیل تغییر کاربری به اراضی کشاورزی در پایین‌دست سد افزایش یافته و سیر صعودی دارد.

درمجموع براساس مطالعات صورت‌گرفته، حدود ۱۸۷/۲ کیلومترمربع از پوشش گیاهی از ابتدا تا انتهای دورهٔ مورد مطالعه بدون تغییر بوده است، حدود ۱۸۱/۱ کیلومترمربع از مساحت پوشش گیاهی تا اواخر دورهٔ مورد مطالعه حذف شده و حدود ۱۶۱/۱ کیلومترمربع به مساحت پوشش گیاهی افزوده شده؛ اما در بالادست و برخی مناطق جنوبی، پوشش گیاهی تغییرات اندکی داشته است و اغلب مناطق پوشش گیاهی از بین رفتهٔ حوضه ناشی از زیرآب روی پوشش گیاهی در اطراف رودخانهٔ گاوه‌رود طی آبگیری بوده است. بالارفتن رطوبت منطقه و افزایش تبخیر و تعرق باعث شده است که در پایین‌دست سد، مساحت طبقهٔ دمایی بسیار گرم از بین رود و مساحت طبقهٔ دمایی خنک و خیلی‌خنک جایگزین آن شود. در قسمت بالادست تغییرات معکوس است و مساحت طبقهٔ دمایی گرم افزایش یافته و در اطراف سد مساحت طبقهٔ دمایی متوسط افزایش یافته است. افزایش سطوح دمای میانگین طی بازهٔ زمانی است که بیشتر ناشی از تغییر کاربری حوضهٔ بالادست، ایجاد سد سلیمانشاه در بالادست رودخانهٔ گاوه‌رود و کاهش سطح پوشش گیاهی است، البته خشکسالی‌های اخیر و افزایش درجه حرارت جهانی نیز یکی از علل آن می‌تواند باشد.

منابع

- پیرستانی، محمدرضا؛ مهدی شفقتی (۱۳۸۸). بررسی اثرات زیست‌محیطی احداث سد. فصل‌نامهٔ پژوهش‌های جغرافیای انسانی. شمارهٔ ۳. سال اول. صفحات ۵۰-۳۹.
- صادقی‌نیا، علی‌رضا؛ بهلول علیجانی؛ پرویز ضیاییان (۱۳۹۱). تحلیل فضایی- زمانی جزیرهٔ حرارتی شهر تهران با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی. جغرافیا و مخاطرات محیطی. شمارهٔ ۴. صفحات ۱۷-۱.
- علوی‌پناه، سیدکاظم (۱۳۸۸). سنجش از دور حرارتی و کاربرد آن در علوم زمین.انتشارات دانشگاه تهران.۵۰۰ص.
- متکان، علی‌اکبر؛ خاطره سعیدی؛ علیرضا شکیبا؛ امین حسینی‌اصل (۱۳۸۹). ارزیابی تغییرات پوشش اراضی در ارتباط با احداث سد طالقان با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دوری. نشریهٔ تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. شمارهٔ ۱۹. جلد ۱۶. صفحات ۶۴-۴۵.
- مددی، حسین؛ محمدرضا اشرف‌زاده. (۱۳۹۱). تأثیر سد کرخه بر الگوی پراکنش مکانی جنگل‌های کنار رودی در پارک ملی کرخه. اکولوژی کاربردی. شمارهٔ دوم. سال اول. صفحات ۱۴-۱.
- هادیان، فاطمه؛ رضا جعفری؛ حسین بشری؛ نفیسه رمضانی (۱۳۹۲). بررسی آثار سد حنا بر تغییرات سطح کشت و کاربری اراضی. اکولوژی کاربردی. شمارهٔ ۴. سال ۲. صفحات ۱۱۳-۱۰۱.

- Amiri, R., Weng, Q., Alimohammadi, A., & Alavipanah, S. K (2009). Spatial–temporal dynamics of land surface temperature in relation to fractional vegetation cover and land use/cover in the Tabriz urban area, Iran. Remote sensing of environment, 113, PP: 2606-2617.
- Artis, D. A., & Carnahan, W. H. (1982). Survey of emissivity variability in thermography of urban areas. Remote Sensing of Environment, 12, PP: 313-329.
- Asrar, G., Kanemasu, E. T., & Yoshida, M. (1985). Estimates of leaf area index from spectral reflectance of wheat under different cultural practices and solar angle. Remote Sensing of Environment, 17, PP: 1-11.
- Avissar, R., and Liu,Y(1996). three-dimensional numerical study of shallow convective clouds and precipitation induced by land surface forcing, J. Geophys. Res., 101, PP: 7499–7518.
- Baret, F (1995). Use of spectral reflectance variation to retrieve canopy biophysical character. In F. M. Danson, & S. E. Plumer (Eds.), Advances in environmental remote sensing. Chi Chester: Wiley (chap. 3).
- Baret, F., & Guyot, G. (1991). Potentials and limits of vegetation indices for LAI and PAR assessment. Remote Sensing of Environment, 35,PP: 161-173.
- Chaithanya, V.V., Binoy, B.V., Vinod, T.R., (2017). Estimation of the Relationship between Urban Vegetation and Land Surface Temperature of Calicut City and Suburbs, Kerala, India using GIS and Remote Sensing data, International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS, Volume 6, Issue 1, PP: 2088-2096.
- Chander, G., Markham, B. L., & Helder, D. L. (2009). Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. Remote sensing of environment, 113, PP: 893-903.
- Chapin, F. S., Sturm, M., Serreze, M. C., McFadden, J. P., Key, J. R., Lloyd, A. H., & Welker, J. M(2005). Role of land-surface changes in Arctic summer warming.Science,310,PP:657-660.
- Cotton, W. R., and R. A. Pielke Sr. (2007). Human Impacts on Weather and Climate, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U. K. 330 p.
- Degu, A. M., Hossain, F., Niyogi, D., Pielke, R., Shepherd, J. M., Voisin, N., & Chronis, T. (2011). The influence of large dams on surrounding climate and precipitation patterns. Geophysical Research Letters, 38, PP: 1-7.
- Goward, S. N., G. D. Cruickshanks, and A. S. Hope (1985). Observed relation between thermal emission and reflected spectral radiance of a complex vegetated landscape, Remote Sensing of Environment, 18, PP: 137-146.
- Gilabert, M. A., Gonza´lez-Piqueras, J., Garcı´a-Haro, J & Melia´, J (1998). Designing a generalized soil-adjusted vegetation index (GESAVI). In E. T. Engman (Ed), Remote sensing for agriculture, ecosystems & hydrology. Proceedings of SPIE, Vol. 3499, PP:396-404.
- Huete, A., Justice, C., & Liu, H. (1994). Development of vegetation and soil indices for MODIS-EOS. Remote Sensing of Environment, 49, PP: 224-234.
- Huete, A., Justice, C& Van Leeuwen, W. (1999). MODIS vegetation index (MOD13). Algorithm theoretical basis document, 3, 213p.
- Karnieli, A., Agam, N., Pinker, R. T., Anderson, M., Imhoff, M. L., & Gutman, G. G. (2010). Use of NDVI and land surface temperature for drought assessment: Merits and limitations. Journal of Climate, 23, PP: 618-633.
- Li, Z. L., Tang, B. H., Wu, H., Ren, H., Yan, G., Wan, Z., & Sobrino, J. A. (2013). Satellite-derived land surface temperature: Current status and perspectives. RemoteSensingof Environment, 131, PP: 14-37.
- Liu, Y., Hiyama, T., & Yamaguchi, Y. (2006). Scaling of land surface temperature using satellite data: A case examination on ASTER and MODIS products over a heterogeneous terrain area. Remote Sensing of Environment, 105, PP: 115-128.
- Neteler, M. (2010). Estimating daily land surface temperatures in mountainous environments by reconstructed MODIS LST Data. Remote Sensing, 2, PP: 333-351.
- Niyogi, D., C. M. Kishtawal, S. Tripathi, and R. S. Govindaraju (2010). Observational evidence that agricultural intensification and land use change may be reducing the Indian summer monsoon rainfall, Water resource. Res, 46, W03533, PP:1-17.
- Orhan, O. a, M. Yakara (2016). Investigating Land Surface Temperature Changes Using Landsat Data in Konya, Turkey, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLI-B8, PP: 285-289.

- Owen, T. W., Carlson, T. N., & Gillies, R. R. (1998). An assessment of satellite remotely-sensed land covers parameters in quantitatively describing the climatic effect of urbanization. International Journal of Remote Sensing, 19, 1663-1681.
- Petit, C., Scudder, T., & Lambin, E (2001). Quantifying processes of land-cover change by remote sensing: resettlement and rapid land-cover changes in south- eastern Zambia. International Journal of Remote Sensing, 22, 3435-3456.
- Pielke, R., Sr. (2009). Climate change: The need to consider human forcing besides greenhouse gases, Eos Trans. AGU, 90, 413 p.
- Prata, A. J., Caselles, V., Coll, C., Sobrino, J. A., & Ottlé, C. (1995). Thermal remote sensing of land surface temperature from satellites: Current status and future prospects. Remote Sensing Reviews, 12, PP: 175-224.
- Qu,B. Zhu,W. Jia,SH and Lv,A (2015). Spatio-Temporal Changes in Vegetation Activity and Its Driving Factors during the Growing Season in China from 1982 to 2011. Remote Sens, 7, PP: 13729-13752.
- Rautela, P., R. Rakshit, V. K. J. Rajesh, K. Gupta and A. Munshi (2002). GIS and remote sensing-based study of the reservoir-induced land-use! Land-cover changes in the catchment of Tehri dam in Garhwal Himalaya, Uttaranchal India .Current Science 83, PP: 308-311.
- Richardson, A. J., Wiegand, C. L., Wajura, D. F., Dusek, D & Steiner, J. L (1992). Multisite analyses of spectral- biophysical data for sorghum. Remote Sensing of Environment, 41, PP: 71-82.
- Rozenstein,O., Qin, Z., Derimian, Y., & Karnieli, A (2014). Derivation of Land Surface Temperature for Landsat-8 TIRS Using a Split Window Algorithm. Sensors, 14, PP: 5768-5780.
- Weng, Q (2009). Thermal infrared remote sensing for urban climate and environmental studies: Methods, applications, &trends. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 64, PP: 335-344.
- Wijesundara, C. J. and N. D. K. Dayawansa. (2011). Construction of Large Dams and their Impact on Cultural Landscape: A Study in Victoria Reservoir and the Surrounding Area. Tropical Agricultural Research 22, PP: 211-219.
- Xu, H., Chen, Y., Dan, S & Qiu, W. (2011). Spatial and temporal analysis of urban heat Island effects in Chengdu City by remote sensing. In Geoinformatics, 2011 19th International Conference on, PP: 1-5.
- Zhao, B; Yan, Y; Guo, H; He, M; Gu,Y; Li, B (2009). Monitoring rapid vegetation succession in estuarine wetland using time series MODIS-based indicators: Ana pplication in the Yangtze River Delta area, ecological indicators, 9, PP: 346-356.
- Zhang, R., Tian, J., Su, H., Sun, X., Chen, S., & Xia, J (2008). Two improvements of an operational Two-layer model for terrestrial surface heat flux retrieval. Sensors, 8, PP: 6165-6187.
- Zoran, M (2010). Heatwaves assessment in urban areas through remote sensing-based analysis. 38th COSPAR Scienti-c Assembly.

Geography and Development
17nd Year-No.54–Spring 2019
Received: 17/04/2017 Accepted: 27/02/2018

Investigating the Landuse and Local Climate Changes in Gavehrod Basin Before and After Gavoshan Dam Construction

Dr. Amanollah Fathnia
Assisstant Professor of Climatology
University of Razi

Mahdi Sherafat
Ph.D Student of Climatology
University of Lorestan

Jamal Najafi
Ph.D Student of Climatology
University of Razi

Introduction

Dam construction in a watershed causes changes in basin's entire land cover and landuse. These changes affect basin's local climate and governed natural process directly or indirectly. Changes the Land use-land cover by converting the natural cover to the built up areas has a large impact on the climate on the micro and medium scale (Zoran, 2010:1). With the construction of the Dam, the farmlands may be irrigated using more surface water, and also in the downstream areas, cities may be developed because of the reduced risk of flooding and the increased availability of products and electricity. These systematic land use-land cover changes could lead to an increase in the availability of the local moisture content is microclimate (Niyogi et al, 2010:2). This in turn can affect the distribution of temperature and vegetation. Vegetation is important because it can control environmental conditions and energy exchange by selective reflection and absorption of solar radiation (Goward et al, 1985: 138). Such is assumed that the construction of a dam in semi-arid areas would reduce the temperature in the upstream areas of the dam and increase the temperature at the downstream of the dam. It also increases the growth of vegetation by increasing moisture and using the dam. Therefore, the aim of this study was to investigate the relation between temperature and ground cover temperature in Gavoshan Dam basin before and after construction with satellite imagery.

Methods and Material

Gavoshan Dam with a reservoir capacity of 550 million m^3 in the township Kamyaran provides 31000 hectares of farmland and part of the drinking water of the city of Kermanshah. In this research, Landsat satellite images (2000, 2002, 2006 and 2011) were used. All images were for July. First, geometric correction, then atmospheric and some transformations were performed on the images for extraction of information. First, radiance was calculated. Then the reflection coefficient was calculated. In the following the brightness temperature was calculated. Eventually, the land surface temperature was calculated. For evaluation the calculated temperature from Ravansar station data was used.

Results and Discussion

Studies show that the maximum temperature was about 0.76, the average temperature was around 0.48 and the minimum temperature was about -0.62 has been changed, and in total it was incremental. However, the minimum temperature has also decreased. Investigation of vegetation indices (NDVI, SAVI and EVI) showed that the maximum amount was decreasing during the study period. Reducing dense vegetation can be due to changing the use of gardens to agricultural lands or to change the pattern of cultivation. Studies have shown that NDVI is suitable for studying downstream of the dam and SAVI for studying upstream of the Gavshan Dam. For places where the topography is Heterogeneous, EVI is more effective. Studies have shown that the downstream of the Gavoshan dam has been denser due to increased humidity of air and soil. Surface temperature studies showed that at the downstream of the Gavshan Dam, the temperature of the hot levels was reduced and is replaced the temperature levels very cool and cool. But on the upstream of the dam is the reversed.

Conclusion

In this research, the trend of vegetation land cover and land surface temperature changes for the period of before and after Gavoshan dam construction in Gavehrood basin was studied using temporal Landsat images. To obtain vegetation cover changes, NDVI, EVI and SAVI indices were used. They all show an increase in vegetation cover in the south of dam. To obtain LST and LSE, Planck equation and NDVI thresh holding method used respectively. Analysis of spatial variations of temperature classes from land surface emissivity show that Downward the dam of very warm temperature category are eliminated and cool and very cool temperature categories replaced instead. Analysis of NDVI index show it has been changed averages from 0.13 to 0.165. So, changes in other vegetation indices have been incremental. With production of normalized classes of Temperature was determined that area of average class increased about 67 Km^2 (7.3%) and area of very warm class about 11 Km^2 (17.5%) decreased. Analysis the dispersion diagram of temperature normalized and vegetation (Fr/T) shows in the course of study decreased the dry edge length and increased the wet edge length. This means that the existence of water surface in this Basin in addition to changing vegetation coverage and soil moisture causes land surface temperature change which in turn evolves the microclimate of the region in the long term.

Keywords: Gavmishan Dam, Change Detection, Land Surface Temperature, Remote Sensing.

Refrences

- Alavipanah, s. k (2009). Thermal remote sensing and application in earth sciences, Tehran University press, 500 P. [In Persian]
- Amiri, R., Weng, Q., Alimohammadi, A., & Alavipanah, S. K (2009). Spatial–temporal dynamics of land surface temperature in relation to fractional vegetation cover and land use/cover in the Tabriz urban area, Iran. Remote sensing of environment, 113, PP: 2606-2617.
- Artis, D. A., & Carnahan, W. H. (1982). Survey of emissivity variability in thermography of urban areas. Remote Sensing of Environment, 12, PP: 313-329.
- Asrar, G., Kanemasu, E. T., & Yoshida, M. (1985). Estimates of leaf area index from spectral reflectance of wheat under different cultural practices and solar angle. Remote Sensing of Environment, 17, PP: 1-11.
- Avissar, R., and Liu,Y(1996). three-dimensional numerical study of shallow convective clouds and precipitation induced by land surface forcing, J. Geophys. Res., 101, PP: 7499–7518.
- Baret, F. (1995). Use of spectral reflectance variation to retrieve canopy biophysical character. In F. M. Danson, & S. E. Plumer (Eds.), Advances in environmental remote sensing. Chi Chester: Wiley (chap. 3).

- Baret, F., & Guyot, G. (1991). Potentials and limits of vegetation indices for LAI and PAR assessment. Remote Sensing of Environment, 35, PP: 161-173.
- Chaithanya, V.V., Binoy, B.V., Vinod, T.R., (2017). Estimation of the Relationship between Urban Vegetation and Land Surface Temperature of Calicut City and Suburbs, Kerala, India using GIS and Remote Sensing data, International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS, Volume 6, Issue 1, PP: 2088-2096.
- Chander, G., Markham, B. L., & Helder, D. L. (2009). Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. Remote sensing of environment, 113, PP: 893-903.
- Chapin, F. S., Sturm, M., Serreze, M. C., McFadden, J. P., Key, J. R., Lloyd, A. H., & Welker, J. M(2005). Role of land-surface changes in Arctic summer warming.Science,310,PP:657-660.
- Cotton, W. R., and R. A. Pielke Sr. (2007). Human Impacts on Weather and Climate, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U. K. 330 p.
- Degu, A. M., Hossain, F., Niyogi, D., Pielke, R., Shepherd, J. M., Voisin, N., & Chronis, T. (2011). The influence of large dams on surrounding climate and precipitation patterns. Geophysical Research Letters, 38, PP: 1-7.
- Gilabert, M. A., Gonza´lez-Piqueras, J., Garcı´a-Haro, J., & Melia´, J. (1998). Designing a generalized soil-adjusted vegetation index (GESAVI). In E. T. Engman (Ed), Remote sensing for agriculture, ecosystems & hydrology. Proceedings of SPIE, Vol. 3499, PP:396-404.
- Goward, S. N., G. D. Cruickshanks, and A. S. Hope, (1985). Observed relation between thermal emission and reflected spectral radiance of a complex vegetated landscape, Remote Sensing of Environment, 18, PP: 137-146.
- Hadian, F., Jafari, R., Bashari, H., Ramezani, N (2013). Investigating the Effects of Hanna Dam Construction on Long-Term Land Use/ Cover Changes, Iranian Journal of Applied Ecology, Vol. 2, Issue 4, P: 101-114. [In Persian]
- Huete, A., Justice, C., & Liu, H. (1994). Development of vegetation and soil indices for MODIS-EOS. Remote Sensing of Environment, 49, PP: 224-234.
- Huete, A., Justice, C., & Van Leeuwen, W. (1999). MODIS vegetation index (MOD13). Algorithm theoretical basis document, 3, 213p.
- Karnieli, A., Agam, N., Pinker, R. T., Anderson, M., Imhoff, M. L., & Gutman, G. G. (2010). Use of NDVI and land surface temperature for drought assessment: Merits and limitations. Journal of Climate, 23, PP: 618–633.
- Li, Z. L., Tang, B. H., Wu, H., Ren, H., Yan, G., Wan, Z., & Sobrino, J. A. (2013). Satellite-derived land surface temperature: Current status and perspectives. Remote Sensing of Environment, 131, PP: 14-37.
- Liu, Y., Hiyama, T., & Yamaguchi, Y. (2006). Scaling of land surface temperature using satellite data: A case examination on ASTER and MODIS products over a heterogeneous terrain area. Remote Sensing of Environment, 105, PP: 115–128.
- Madadi, H. Ashrafzadeh, M. R (2013). Impacts of Karkheh Dam on Spatial Pattern of Riparian Zones in Karkheh National Park, Iranian Journal of Applied Ecology, Vol. 1, Issue 2, P: 1-14. [In Persian]
- Matkan, A.L., Saeidi, KH., Shakiba, A., Hosseini Asl, A (2010). Evaluation of Land Cover Changes in relation with Taleghan Dam Construction Using Remote Sensing, Journal of Applied researches in Geographical Sciences, v. 16, no. 19, pp: 45-64. [In Persian]
- Neteler, M. (2010). Estimating daily land surface temperatures in mountainous environments by reconstructed MODIS LST Data. Remote Sensing, 2, PP: 333-351.

- Niyogi, D., C. M. Kishtawal, S. Tripathi, and R. S. Govindaraju (2010). Observational evidence that agricultural intensification and land use change may be reducing the Indian summer monsoon rainfall, Water resource. Res, 46,W03533,PP:1-17.
- Orhan, O. a, M. Yakara, (2016). Investigating Land Surface Temperature Changes Using Landsat Data in Konya, Turkey, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLI-B8, PP: 285-289.
- Owen, T. W., Carlson, T. N., & Gillies, R. R. (1998). An assessment of satellite remotely-sensed land covers parameters in quantitatively describing the climatic effect of urbanization. International Journal of Remote Sensing, 19, 1663-1681.
- Petit, C., Scudder, T., & Lambin, E. (2001). Quantifying processes of land-cover change by remote sensing: resettlement and rapid land-cover changes in south-eastern Zambia. International Journal of Remote Sensing, 22, 3435-3456.
- Pielke, R., Sr. (2009). Climate change: The need to consider human forcing besides greenhouse gases, Eos Trans. AGU, 90, 413 p.
- Pirestani, M.R., Shafaghati, M (2009). Study of environmental effects of Dam construction, Quarterly Journal of Human Geography, No. 3, V. 1, PP: 39-50. [In Persian]
- Prata, A. J., Caselles, V., Coll, C., Sobrino, J. A., & Ottlé, C. (1995). Thermal remote sensing of land surface temperature from satellites: Current status and future prospects. Remote Sensing Reviews, 12, PP: 175-224.
- Qu,B. Zhu,W. Jia,SH and Lv,A (2015). Spatio-Temporal Changes in Vegetation Activity and Its Driving Factors during the Growing Season in China from 1982 to 2011. Remote Sens, 7, PP:13729-13752.
- Rautela, P., R. Rakshit, V. K. J. Rajesh, K. Gupta and A. Munshi (2002). GIS and remote sensing-based study of the reservoir-induced land-use! Land-cover changes in the catchment of Tehri dam in Garhwal Himalaya, Uttaranchal India .Current Science 83, PP: 308-311.
- Richardson, A. J., Wiegand, C. L., Wajura, D. F., Dusek, D., & Steiner, J. L. (1992). Multisite analyses of spectral– biophysical data for sorghum. Remote Sensing of Environment, 41, PP: 71-82.
- Rozenstein, O., Qin, Z., Derimian, Y., & Karnieli, A. (2014). Derivation of Land Surface Temperature for Landsat-8 TIRS Using a Split Window Algorithm. Sensors, 14, PP: 5768-5780.
- Sadeghinia, A., Alijani, B., Zeaieanfirouzabadi, P (2012). Analysis of Spatial-Temporal Structure of the Urban Heat Island in Tehran through Remote Sensing and Geographical Information System, Geography And Environmental Hazards, V. 1, No. 4, PP: 1-17. [In Persian]
- Weng, Q. (2009). Thermal infrared remote sensing for urban climate and environmental studies: Methods, applications, and trends. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 64, PP:335-344.
- Wijesundara, C. J. and N. D. K. Dayawansa. (2011). Construction of Large Dams and their Impact on Cultural Landscape: A Study in Victoria Reservoir and the Surrounding Area. Tropical Agricultural Research 22, PP: 211-219.
- Xu, H., Chen, Y., Dan, S., & Qiu, W. (2011). Spatial and temporal analysis of urban heat Island effects in Chengdu City by remote sensing. In Geoinformatics, 2011 19th International Conference on, PP: 1-5.
- Zhang, R., Tian, J., Su, H., Sun, X., Chen, S., & Xia, J. (2008). Two improvements of an operational Two-layer model for terrestrial surface heat flux retrieval. Sensors, 8, PP: 6165-6187.
- Zhao, B; Yan, Y; Guo, H; He, M; Gu,Y; Li, B (2009). Monitoring rapid vegetation succession in estuarine wetland using time series MODIS-based indicators: Ana pplication in the Yangtze River Delta area, ecological indicators, 9, PP: 346-356.
- Zoran, M. (2010). Heatwaves assessment in urban areas through remote sensing-based analysis. 38th COSPAR Scienti_c Assembly.