



برآورد دمای سطح زمین کاربری اراضی و پوشش زمین شهرستان دنا با استفاده از الگوریتم پنجره مجزا و داده‌های ماهواره لندست ۸

وجیهه قربان نیا خیبری^۱، میرمهرداد میرسنجری^{۱*}، هومان لیاقتی^۲ و محسن آرمین^۳

^۱ گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

^۲ گروه اقتصاد منابع و محیط زیست، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

^۳ پژوهشکده منابع طبیعی و زیست محیطی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۶/۶/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۶/۲/۱۰

قربان نیا خیبری، و. م. م. میرسنجری، ه. لیاقتی و م. آرمین. ۱۳۹۶. برآورد دمای سطح زمین کاربری اراضی و پوشش زمین شهرستان دنا با استفاده از الگوریتم پنجره مجزا و داده‌های ماهواره لندست ۸. فصلنامه علوم محیطی. ۱۵(۲): ۷۴-۵۵.

سابقه و هدف: دمای سطح زمین (LST) به‌عنوان متغیر مهم ریزاقلیم و تشعشع انتقالی داخل جو، یکی از معیارهای مهم در برنامه‌ریزی ناحیه‌ای و منطقه‌ای است از اینرو عامل مهمی در کنترل فرایندهای زیستی، شیمیایی و فیزیکی زمین است. فعالیت‌های طبیعی و انسان‌ساز به‌ویژه نوع کاربری اراضی و پوشش زمین با تغییر شرایط فیزیکی و زیستی یک منطقه پارامتر مهمی در مقدار دمای سطح زمین است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش رابطه بین دمای سطح زمین و پوشش زمین مرتبط با الگوهای کاربری‌های اراضی و پوشش زمین شهرستان دنا در سال ۲۰۱۶ با استفاده از الگوریتم پنجره مجزا روی مجموعه داده‌های ماهواره لندست ۸ برر سی شده است. الگوریتم پنجره مجزا یک ابزار ریاضی است که با استفاده از اطلاعات زمینی، دمای رو‌شنایی سنجنده حرارتی (TIRS)، قابلیت گسیلندگی زمین (LSE) و عامل پوشش گیاهی سبز جزء به جزء (FVC) به‌دست‌آمده از باند چند طیفی سنجنده OLI و دمای سطح زمین را برآورد می‌کند.

نتایج و بحث: بر اساس طبقه‌بندی تصویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ سال ۲۰۱۶ با درستی کل حدود ۸۰ درصد و ضریب کاپای ۰/۹۰، کاربری مرتع و مناطق مسکونی با ۵۰/۶۷ و ۰/۳ درصد، به ترتیب بیشترین و کمترین مساحت را در شهرستان دنا به خود اختصاص داده‌اند. میانگین دمای سطح زمین در شهرستان دنا حدوداً ۳۲ درجه سانتی‌گراد و میانگین شاخص پوشش گیاهی نیز حدوداً ۰/۱۴ است. در تجزیه و تحلیل رابطه بین LST و شاخص پوشش گیاهی (NDVI) در کل شهرستان دنا و در هر طبقه کاربری اراضی و پوشش زمین، نتایج روند متفاوتی را نشان داد به طوری که رابطه مثبت و معنی‌داری بین NDVI و LST در کل شهرستان دنا و کاربری مرتع وجود دارد. در صورتی که در سایر کاربری‌های جنگل، زراعت و باغ و مناطق مسکونی رابطه معنی‌داری یافت نشد.

نتیجه‌گیری: عوامل مختلفی بر نوع و شکل رابطه بین NDVI و LST اثرگذار است که از جمله می‌توان به نوع کاربری اراضی و پوشش

زمین، مقدار پوشش گیاهی، فصل سال، زمان روز، نوع اکوسیستم، عرض جغرافیایی و عوامل محدوده‌کننده و محرک رشد پوشش گیاهی مثل مقدار آب و انرژی خورشیدی اشاره کرد. عامل تعیین‌کننده مقدار دما در شهرستان دنا افزایش یا کاهش پوشش گیاهی نیست بلکه تغییرات ارتفاع از سطح دریا است. به عبارتی دیگر اثر تغییرات ارتفاع از سطح دریا بر دمای سطح زمین از اثر پوشش گیاهی بر دما مهم‌تر است. در ارتفاعات پایین‌تر شهرستان دنا که دمای نسبتاً زیاد برای رشد پوشش گیاهی کافی وجود داشته است، پوشش گیاهی متراکم‌تر و فراوان‌تر بوده است و به همین دلیل رابطه مثبتی بین دمای سطح زمین (LST) و شاخص پوشش گیاهی (NDVI) وجود دارد. بنابراین تأثیرگذاری پوشش گیاهی در کاهش دمای سطح زمین بستگی به مقدار پوشش گیاهی دارد.

واژه‌های کلیدی: دمای سطح زمین - الگوریتم پنجره مجزا - کاربری اراضی - پوشش گیاهی - لندست ۸ - شهرستان دنا.

مقدمه

خواهند شد. این امر ایجاب می‌کند از روش‌های علمی که امکان محاسبه دمای هر نقطه از سطح زمین را فراهم می‌کنند، استفاده شود تا بتوان تحقیقات و پروژه‌های علوم زمین را در رابطه با دمای سطح زمین انجام داد. ماهواره‌های سنجش از دور برای هر نوع شرایط توپوگرافی و اقلیمی یک منطقه به‌ویژه اقلیم‌های محلی متمایز (ریزاقلیم‌های زائیده سطوح زمین متفاوت)، داده تولید می‌کند. سنجش از دور (RS) ثبت بدون تماس اطلاعات از محدوده‌های ماوراء بنفش، مرئی و ریز موج طیف الکترومغناطیسی با ابزارهایی از قبیل دوربین‌ها، اسکنرها، لیزرها، آرایه‌های خطی و یا آرایه‌های سطحی مستقر بر روی سکوهایی مثل هواپیماها یا سفینه‌های فضایی و تجزیه و تحلیل اطلاعات به‌دست‌آمده از طریق پردازش بصری و دیجیتال تصویر است (John, 2009). تکنولوژی سنجش از دور مادون قرمز حرارتی یکی از ابزارهای مهم برای بررسی ویژگی‌های حرارتی سطح زمین است. با توجه به محدودیت‌های اطلاعاتی در تأمین داده‌ها به‌ویژه در وسعت زیاد و غیرممکن بودن دستیابی به آنها در زمان واقعی، استفاده از فناوری سنجش از دور با شرایط زمانی مورد اشاره همراه با ویژگی پیوستگی و داده‌برداری در محدوده‌های گسترده، می‌تواند بسیار کارآمد باشد (Jalili et al., 2008). الگوریتم‌های بسیاری به‌وسیله محققان مختلفی برای محاسبه دمای سطح زمین مثل الگوریتم پنجره مجزا (SW)، الگوریتم زاویه

دمای سطح زمین (Land Surface Temperature) یکی از معیارهای مهم در برنامه‌ریزی ناحیه‌ای و منطقه‌ای است زیرا عامل مهمی در کنترل فرایندهای زیستی، شیمیایی و فیزیکی زمین است (Alavipanah et al., 2009). کاربری اراضی یا پوشش زمین (LULC) یک منطقه پارامتر مهمی در مقدار دمای سطح زمین است. فعالیت‌های طبیعی و انسان‌ساز شرایط فیزیکی و زیستی یک منطقه را تغییر می‌دهد. این فعالیت‌ها همچنین بر مقدار دمای سطح زمین منطقه تأثیر می‌گذارد. چنانچه مقدار دمای سطح زمین تغییر کند، اشباع غیرمتوازن محیطی مثل ذوب یخچال‌ها، از بین رفتن پوشش گیاهی و بارندگی‌های غیرقابل پیش‌بینی ایجاد شده که منجر به تغییر اقلیم محلی یک منطقه خواهد شد (Rajeshwari et al., 2014). روش‌های سنتی برآورد دمای سطح مثل ایستگاه‌های هواشناسی و دیگر دیده‌بانی‌های بخش‌های خصوصی و عمومی برای همه انواع شرایط زمینی امکان‌ناپذیر و زمان‌بر هستند. در واقع ایستگاه‌های هواشناسی فقط اطلاعات دما را برای نقاط خاصی اندازه‌گیری می‌کنند و مقادیر به‌دست‌آمده فقط می‌تواند مربوط به همان نقطه باشد، با توجه به پوشش زمین و دیگر شرایط دمایی، دما در نقاط مختلف یک مکان می‌تواند چندین درجه سانتی‌گراد پایین‌تر یا بالاتر باشد، به عبارتی دیگر شرایط فیزیکی، پوشش زمین و تغییرات ایجاد شده، باعث تغییر دمای سطح زمین

آب کافی جهت ایجاد مناطق پوشش گیاهی و باغات پایین دست خود است. الگوریتم پنجره مجزا دمای سطح زمین را با استفاده از عامل درجه روشنایی (BT) مستخرج از باندهای سنجنده TIRS و عامل گسیلندگی سطح زمین مستخرج از پوشش گیاهی سبز جزء به جزء (FVC) باندهای نوری سنجنده OLI محاسبه می کند (Md Shagid Latif, 2014).

مواد و روش ها

معرفی منطقه مورد بررسی

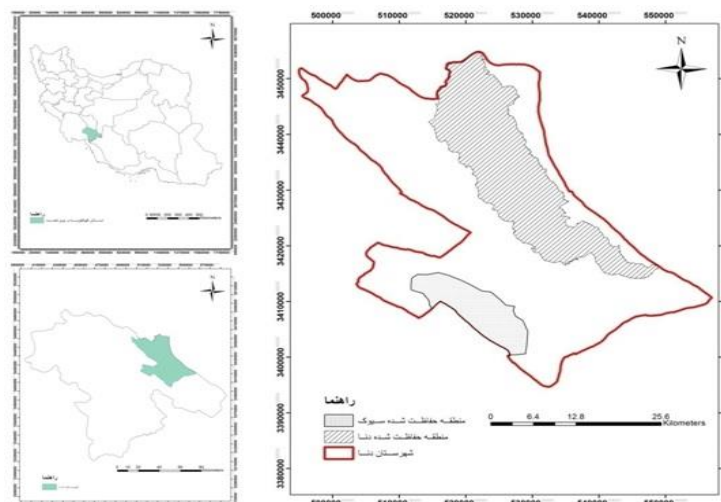
شهرستان دنا در شمال استان کهگیلویه و بویراحمد واقع شده و دارای مساحتی بالغ بر ۱۵۷۷ کیلومتر مربع است. این شهرستان از شمال به شهرستان سمیرم در استان اصفهان و شهرستان لردگان در استان چهار محال و بختیاری و از جنوب به شهرستان بویراحمد محدود می شود. اقلیم شهرستان دنا تحت تأثیر کوهستان دنا، سردسیری است و قسمتی از پائیز و سرتاسر زمستان از برف پوشیده است و همین باعث پرآبی منطقه می شود. شهر سی سخت به عنوان مرکز شهرستان دنا به سبب موقعیت جغرافیایی و قرارگیری در دامنه کوه دنا دارای هوای مطبوع و خوشایند، آب سالم و فراوان است. موقعیت جغرافیایی شهرستان دنا در کشور ایران و استان کهگیلویه و بویراحمد در شکل ۱ نشان داده شده است.

در این تحقیق دمای سطح زمین کاربری اراضی و پوشش زمین شهرستان دنا بررسی شده است که ابتدا روش تهیه نقشه کاربری اراضی و پوشش زمین و در ادامه هم روش برآورد دمای سطح زمین با استفاده از الگوریتم پنجره مجزا تشریح خواهد شد. الگوریتم پنجره مجزا با استفاده از اطلاعات زمینی، اطلاعات دمای روشنائی سنجنده حرارتی (TIRS)، قابلیت گسیلندگی زمین (LSE) و عامل پوشش گیاهی سبز جزء به جزء (FVC) به دست آمده از باند چند طیفی سنجنده OLI

دوتایی (DA)، الگوریتم کانال مجزا (SC) و غیره طراحی شده است. از آنجایی که الگوریتم SW از هر دو باند OLI و TIRS استفاده می کند، دمای سطح زمین استخراج شده با استفاده از آن معتبرتر و دقیق تر است (Suresh *et al.*, 2016). در مطالعه‌ای رابطه بین تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین و دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر لندست ۵ سنجنده‌های TM و ETM ارزیابی شده است. برای طبقه‌بندی کاربری اراضی از روش شی‌گرا و برای برآورد دمای سطح زمین از روش الگوریتم پنجره مجزا استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان داد که دمای سطح زمین به مقدار زیادی تحت تأثیر کاربری اراضی و پوشش زمین است و مقدار دمای سطح زمین ارتباط معنی‌داری با درصد سطوح غیر قابل نفوذ (سطوح مسکونی و شهری) دارد. این پژوهش قویاً توصیه می کند که کاربرد چنین تحقیقاتی در جاهایی امکان پذیر است که در معرض شهری شدن سریع قرار گرفته‌اند (Zhi-qiang and Qi-gang, 2011). برای برآورد دمای سطح زمین در منطقه‌ای در هند به نام Devikulamtaluk از تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست ۵ و سنجنده ETM ماهواره لندست ۷ سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۱ و ۲۰۱۰ استفاده شده است. نتایج نشان داد که متوسط دما با روند ثابتی در حال افزایش است (Suresh *et al.*, 2016). Fyzi Zadeh *et al.*, (2015) دمای سطح زمین را با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۸ و الگوریتم پنجره مجزا در حوزه آبریز مه‌باد برآورد کردند. نتایج نشان داد مناطق دارای سطوح آبی و پوشش گیاهی زیاد دارای دمای کم و مناطق دارای خاک‌های لخت و پوشش گیاهی کم دارای دمای زیادی هستند. رابطه دمای سطح زمین و شاخص بهنجار شده پوشش گیاهی در شهر اصفهان توسط Babaei Fini (2015) بررسی شد. نتایج نشان از انطباق مناطق کمینه دمای شهری با مناطق پوشش گیاهی مترکم است که علت اصلی آن وجود زاینده رود و نقش تعدیل کننده دمای پیرامون و وجود

بین دمای سطح زمین و پوشش گیاهی نیز در طبقات مختلف کاربری سطح زمین بررسی شده است.

دمای سطح زمین را برآورد می‌کند. بعد از تهیه نقشه کاربری اراضی و پوشش زمین و دمای سطح زمین، رابطه



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهرستان دنا در کشور ایران و استان کهگیلویه و بویراحمد
 Fig. 1- Geographical position of Dena County in Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Province (Iran)

شد که حاصل آن تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد بررسی در سال ۲۰۱۶ است.

تهیه نقشه کاربری اراضی و پوشش زمین

برای تشخیص هر چه بهتر عوارض بر روی تصاویر، با استفاده از دو روش ترکیب رنگی (باندهای ۱، ۳، ۴، ۲، ۳، ۵ و ۳۴۵) بسط کنتراست تصاویر آشکارسازی شدند. پس از آشکارسازی، تصاویر با استفاده از دو روش طبقه‌بندی نظارت‌نشده و نظارت‌شده طبقه‌بندی شدند. طبقه‌بندی نظارت‌نشده به روش ISOCLUST و طبقه‌بندی نظارت‌شده به روش حداکثر احتمال انجام شد. در طبقه‌بندی نظارت‌نشده، هر کدام از تصاویر به صورت یک تصویر ۲۴ طبقه‌ای، طبقه‌بندی شدند. در طبقه‌بندی نظارت‌شده با استفاده از مراحل شش‌گانه، تعیین نمونه‌های تعلیمی و رقومی کردن محدوده آنها، استخراج نشان طیفی ویژه هر یک از کاربری‌ها از طیف‌های تصویر، بررسی قابلیت جداسازی نشان‌های طیفی کاربری‌ها و پوشش، انتخاب یک طبقه‌بندی‌کننده و یا قاعده تصمیم‌گیری، طبقه‌بندی

تهیه تصاویر و پیش‌پردازش آنها

لندست ۸ آخرین تصویر از سری لندست NRS۸ است. داده‌های لندست ۸ به صورت رایگان در وب‌سایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا (USGS) به تارنمای <https://earthexplorer.usgs.gov> وجود دارند. در این پژوهش از تصاویر لندست ۸ سنجنده‌های OLI و TIRS مربوط به ۲۶ اوت سال ۲۰۱۶ میلادی (معادل ۵ شهریور ۱۳۹۵ هجری خورشیدی) شامل سین‌های با گذر ۱۶۴ و ردیف‌های ۳۸ و ۳۹ در برگیرنده منطقه مورد بررسی برای تهیه نقشه کاربری اراضی و پوشش زمین و دمای سطح زمین استفاده شد. با توجه به اینکه منطقه مورد بررسی در دو ردیف ۳۸ و ۳۹ قرار گرفته، از نرم‌افزار IDRISI Selva 17.0 برای Layer stacking باندهای مورد نظر و موزاییک کردن دو تصویر استفاده شد. ابتدا نقشه مرز منطقه مورد بررسی در محیط نرم‌افزار Arc Map 10.0 تهیه و به صورت یک Shape File وارد نرم‌افزار ایدرسیسی شد. سپس نقشه پلی‌گونی منطقه مورد بررسی به یک نقشه رستری تبدیل شد و نقشه رستری در تصویر موزائیک‌شده ضرب

برآورد دمای سطح زمین

سنجنده‌های TIRS (حرارتی) لندست ۸ داده‌های درجه حرارت را دریافت کرده و این اطلاعات را به صورت ارزش رقومی (DN) در یک دامنه صفر و ۲۵۵ ذخیره می‌کنند. دست‌ورالعمل تفصیلی گام به گام زیر برای محاسبه درجه حرارت سطحی (LST) مورد استفاده قرار گرفته است:

گام یک- رادیانس طیفی لایه بالای اتمسفر از باندهای ۱۰ و ۱۱ سنجنده TIRS و باندهای ۲ تا ۵ سنجنده OLI با استفاده از رابطه (۱) برآورد می‌شود. این الگوریتم ارزش رقومی تصویر خام را به رادیانس طیفی تبدیل می‌کند.

$$L_{\gamma} = M_L Q_{cat} + A_L \quad (1)$$

که:

L_{γ} : رادیانس طیفی لایه بالای اتمسفر ($\mu m^{-1} Sr^{-1} Wm^{-2}$), M_L : عامل مقیاس‌سازی ضربی باند خاص (RADIANCE_MULTI_BAND_X,) (Where X is the band number 10 or 11), A_L : عامل مقیاس‌سازی جمعی باند خاص (RADIANCE_ADD_BAND_X, Where X is the band number 10 or 11), Q_{cat} : ارزش رقومی باند خاص (DN). مقادیر M_L و A_L از فایل مرجع تصویر استخراج شده‌اند. بنابراین L_{γ} برای منطقه مورد بررسی به صورت زیر است:

$$L_{\gamma} = 3.342 \times 10^{-4} \times Q_{cat} + 0.1$$

گام دوم- با استفاده از ثابت‌های حرارتی ارائه شده در فایل مرجع تصویر رادیانس طیفی به دمای روشنائی (BT) تبدیل می‌شود. دمای روشنائی تشعشع الکترومغناطیسی انتقالی رو به بالا از لایه بالای اتمسفر زمین است. فرایند تبدیل حرارتی با تبدیل مقادیر ارزش رقومی باندهای حرارتی خام سنجنده TIRS به رادیانس طیفی لایه بالای اتمسفر انجام می‌شود و سپس با استفاده از رابطه ۲ (رابطه پلانک) دمای روشنائی

تصویر، ۶. بررسی گزارش درستی طبقه‌بندی، کاربری‌ها و تیپ پوششی بر روی تصویر شناسایی و طبقه‌بندی انجام شد. برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی با استفاده مشاهدات صحرایی و نرم‌افزار Google Earth برای هر کدام از طبقات کاربری اراضی و پوشش زمین نمونه‌های واقعی به صورت تصادفی از سطح منطقه تهیه شد و پس از پیاده‌سازی نمونه‌های واقعی بر روی تصویر، ماتریس خطای طبقه‌بندی استخراج شد. در این ماتریس مشخصات آماری شامل درستی تولیدکننده، درستی مصرف‌کننده، درستی کل و شاخص کاپا برای هر یک از طبقات کاربری اراضی و پوشش زمین نمایش داده می‌شود. درستی تولیدکننده نشان‌دهنده آن است که بر اساس تعداد پیکسل‌های مورد استفاده در ارزیابی درستی، میزان صحت طبقه‌بندی چقدر است. درستی مصرف‌کننده نشان‌دهنده احتمال درستی هر یک از طبقات نقشه کاربری اراضی در روی زمین است.

اعتبارسنجی مدل

برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی یا بررسی خطای طبقه‌بندی لازم است که تصویر طبقه‌بندی شده با یک تصویر مرجع حاوی تعدادی نقاط کنترل زمینی مقایسه شود. برای انجام این کار نمونه‌های تعلیمی با استفاده از مشاهدات صحرایی و نرم‌افزار Google Earth برای هر کدام از طبقات کاربری اراضی و پوشش زمین به صورت تصادفی از سطح منطقه تهیه شد و پس از پیاده‌سازی نمونه‌های تعلیمی بر سطح تصویر، ماتریس خطای طبقه‌بندی استخراج شد. در این ماتریس مشخصات آماری شامل درستی تولیدکننده، درستی مصرف‌کننده و شاخص کاپا برای هر کدام از طبقات کاربری و پوشش زمین نمایش داده می‌شود. بنابراین به این صورت طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۶ به دو روش نظارت‌شده و نظارت‌نشده انجام شد و فیلتر ۵*۵ MODE به منظور حذف تک پیکسل‌ها بر روی تصویر اعمال شد.

$$FVC = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2 \quad (4)$$

مقدار $NDVI_{max}$ و $NDVI_{min}$ منطقه مورد بررسی به ترتیب $0/3$ و $0/6$ بوده است. گام پنجم- گسیلندگی سطح زمین (LSE) با استفاده از رابطه (۵) برآورد می‌شود. نسبت بین گسیلش از یک شیء به گسیلش از جسمی سیاه در دمای ثابت را گسیل‌مندی می‌گویند. گسیلندگی سطح زمین معیاری از ویژگی‌های ذاتی سطح خاک و توانایی آن برای تبدیل انرژی حرارتی یا گرمایی به انرژی تشعشعی است. مقدار گسیل‌مندی برای تبدیل دمای روشنایی به دمای جنبشی سطح مورد نیاز است، چرا که دمای روشنایی به‌دست‌آمده از رابطه (۲) دمایی است که جسم سیاه برای تولید رادیانس معلوم در طول موج معلوم (۱۱/۵) دارد. یکی از روش‌های مؤثر برای تخمین گسیل‌مندی سطح زمین، مدل ترکیبی درصد پوشش زمین است، با این فرض که خاک لخت و پوشش گیاهی مقدار گسیل‌مندی مشخصی دارند (Shakiba et al., 2009).

$$\varepsilon = mFVC + n \quad (5)$$

که در آن FVC پوشش گیاهی سبز جزء به جزء و ε گسیل‌مندی است. مقادیر m و n از رابطه (۶) قابل محاسبه هستند.

$$m = \varepsilon_v - \varepsilon_s - (1 - \varepsilon_s)F\varepsilon_v \quad (6)$$

$$n = \varepsilon_s + (1 - \varepsilon_s)F\varepsilon_v$$

ε_s ، گسیل‌مندی خاک و ε_v ، گسیل‌مندی پوشش گیاهی است. برای گسیل‌مندی پوشش گیاهی مقدار $0/99$ ولی با توجه به تنوع بالای گسیل‌مندی خاک در مقایسه با پوشش گیاهی مقدار $0/97$ برای خاک در نظر گرفته شد (Sobrino et al., 2004). ضریب شکل که مقدار میانگین آن $0/55$ است. با توجه به رابطه (۵) گسیل‌مندی منطقه مورد بررسی به صورت زیر است:

$$\varepsilon = 0.004 FVC + 0.986$$

محا سبه می‌شود. در واقع در این مرحله واریانس طیفی به دمای جسم سیاه در سطح سنجنده تبدیل می‌شود.

$$BT = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\gamma} + 1\right)} \quad (2)$$

که BT دمای روشنایی ماهواره برحسب کلونین، K_1 ثابت حرارتی اول (تبدیل حرارتی باند خاص از فایل مرجع تصویر (K1-Constant_Band_X, Where X is the band number 10 or 11) معادل $0/89/774$ ، K_2 ثابت حرارتی دوم (تبدیل حرارتی باند خاص از فایل مرجع تصویر (K2-Constant_Band_X, Where X is the band number 10 or 11) معادل $0/08/1321$ و L_γ رادیانس طیفی لایه بالای اتمسفر بر حسب $(\mu m^{-1} Sr^{-1} (Wm^{-2}))$ است. بر اساس رابطه (۲)، BT برای منطقه مورد بررسی به صورت زیر است:

$$BT = 1321.08 / \ln(774.89/Band10Radiance + 1) - 273$$

گام سوم- با استفاده از رابطه (۳) شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده (NDVI) با استفاده از باندهای نوری سنجنده OLI برآورد می‌شود.

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (3)$$

گام چهارم- در این پوشش گیاهی سبز جزء به جزء (FVC) با استفاده از رابطه (۴) برآورد می‌شود. پوشش گیاهی سبز جزء به جزء نسبتی از منطقه که دارای پوشش گیاهی است را نشان می‌دهد. یک روش برای برآورد FVC شامل ترکیب غیرخطی از دو عنصر طیفی در یک تصویر ماهواره‌ای شامل خاک لخت و پوشش گیاهی سبز است. در الگوریتم پنجره مجزا برای برآورد گسیل‌مندی سطح زمین (LSE) از پوشش گیاهی سبز جزء به جزء استفاده می‌شود. لایه NDVI به خاک لخت و پوشش گیاهی طبقه‌بندی شد و NDVI برای خاک و پوشش محاسبه شد و FVC بر اساس رابطه (۴) برآورد شد.

دمای سطح زمین (LST) در هر عدد ارتفاع از سطح دریا برای کل شهرستان دنا و برای هر طبقه کاربری اراضی و پوشش زمین با استفاده از ماژول EXTRACT در نرم افزار IDRISI Selva 17 استخراج شده است.

نتایج و بحث

نتایج تحقیق در سه بخش تهیه نقشه کاربری اراضی و پوشش زمین، تهیه نقشه دمای سطح زمین و بررسی رابطه بین شاخص پوشش گیاهی و دمای سطح زمین ارائه شده است.

نقشه کاربری اراضی و پوشش زمین

در شکل ۲ نقشه کاربری اراضی و پوشش زمین شهرستان دنا در سال ۲۰۱۶ ارائه شده است. مساحت و درصد اختصاص یافته به هر کدام از طبقات کاربری موجود در شهرستان دنا در جدول ۱ ارائه شده است.

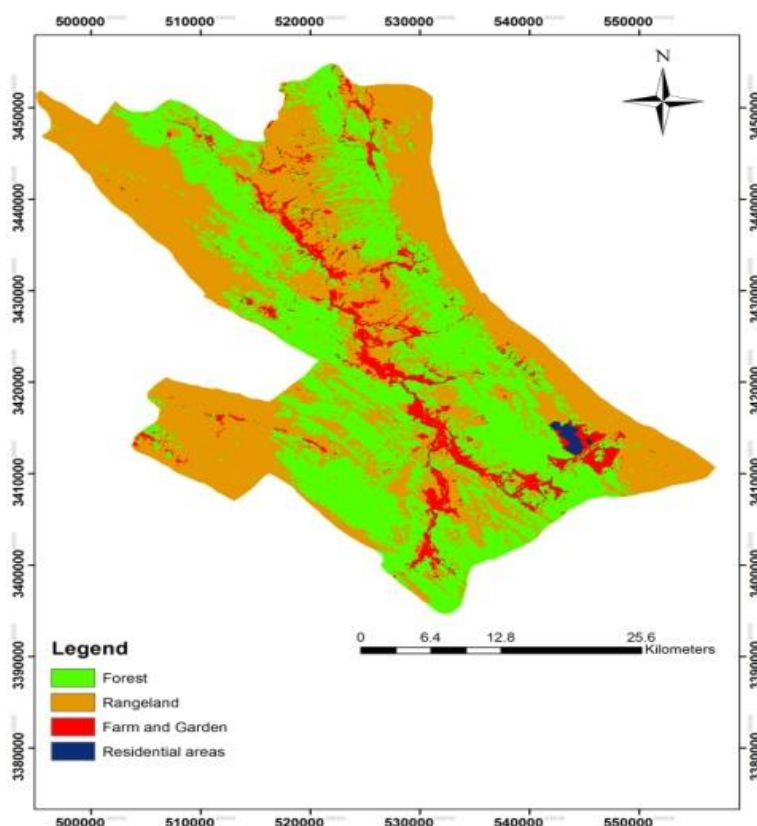
گام ششم- دمای سطح زمین با استفاده از رابطه (۷) برآورد شد (Artis & Carnahan, 1982).

$$LST = \frac{BT}{1 + W\left(\frac{BT}{\rho} * \ln \epsilon\right)} - 273 \quad (7)$$

که در آن LST دمای سطح زمین بر حسب درجه سانتی‌گراد، W طول موج راد یانس بر حسب متر $\rho = \frac{hc}{k}$ ضریب ثابت که از رابطه $\rho = \frac{hc}{k}$ به دست می‌آید که h ثابت پلانک $(6.62 * 10^{-34} \text{J} \cdot \text{sec})$ ، سرعت نور $(2.998 * 10^8 \text{m/sec})$ ، k ثابت استفان-بولتزمن $(1.38 * 10^{-23} \text{J/k})$ و ϵ گسیل‌مندی است.

رابطه بین پوشش گیاهی و درجه حرارت سطح زمین در کاربری‌های مختلف زمین

برای بررسی رابطه بین پوشش گیاهی و دمای سطح زمین، مقدار میانگین پوشش گیاهی (NDVI) و



شکل ۲- نقشه کاربری اراضی و پوشش زمین شهرستان دنا
Fig. 2- Map of Land use and land cover of Dena County

جدول ۱- مساحت و درصد اختصاص یافته به هر طبقه کاربری اراضی در شهرستان دنا

Table 1. Area and percentage assigned to each class of land use and land cover in Dena County

درصد مساحت Percent of area	مساحت (هکتار) Area (Hectare)	کاربری Land use	سال Year
41.7	65830.6	جنگل Forest	2016
50.67	80007.6	مرتع Rangeland	
7.3	11286.2	زراعت و باغ Farm and Garden	
0.3	537.1	مناطق مسکونی Residential areas	

جدول ۲- ارزیابی صحت طبقه‌بندی نقشه کاربری اراضی و پوشش زمین شهرستان دنا

Table 2. Accuracy evaluation of land use and land cover classification map of Dena County

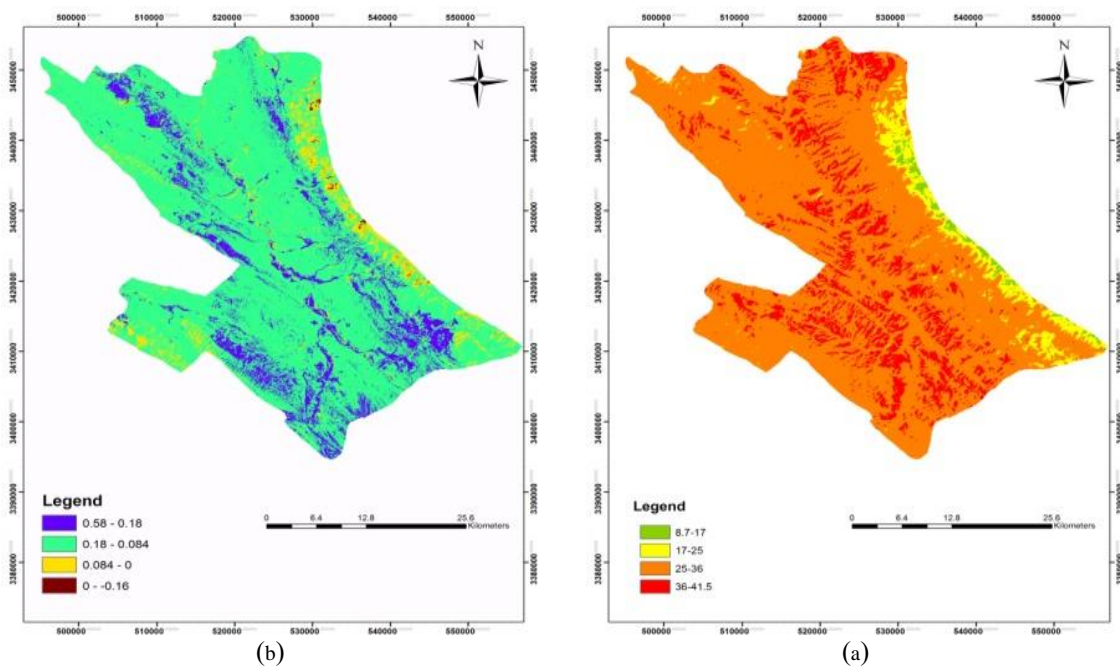
ضریب کاپا Kappa coefficient	درستی تولیدکننده Producer accuracy	درستی مصرف‌کننده Consumer accuracy	طبقات کاربری Land use class	سال Year
0.93	0.98	0.90	جنگل Forest	2016
	0.90	0.87	مرتع Rangeland	
	0.87	0.78	زراعت و باغ Farm and Garden	
	1	0.99	مناطق مسکونی Residential areas	

زمین درجه حرارت بالایی را نشان می‌دهد که با نتایج Lo (1997) *et al.* مبنی بر اینکه مناطق شهری و مسکونی به دلیل ساخته شدن از مواد غیرمتخلخل مانند فلز، آسفالت و بتن، درجه حرارت بالاتری دارند، مطابقت دارد. مهمترین کانون دمای حداقل در شهرستان دنا مناطق مرتفع همجوار قله دنا با ارتفاع حدود ۴۴۰۰ متر از سطح دریا است. رودخانه بشار در بخش جنوب- غرب منطقه مورد بررسی، نشان‌دهنده یک منطقه سردتر نسبت به محیط اطراف است. وجود باغات متراکم در حومه شهر سی سخت باعث کاهش نسبی دما نسبت به مناطق اطراف شده است. مناطق حومه شهر (باغات) و اراضی زراعی حاشیه رودخانه بشار در منطقه مورد بررسی به دلیل دارا بودن زیتوده سبز نسبتاً زیاد، دارای بیشترین مقدار شاخص پوشش گیاهی (NDVI) هستند. چنانچه در نقشه و وضعیت دمای سطح زمین دیده می‌شود، اثر محیط حرارتی شهر را می‌توان با این تفسیر که مقادیر LST در مناطق مسکونی و مرکز شهر در مقایسه با حومه شهر نسبتاً بیشتر است، به وضوح تشخیص داد.

در جدول ۲ ارزیابی صحت طبقه‌بندی نقشه کاربری اراضی و پوشش زمین منطقه مورد بررسی ارائه شده است. کاربری مرتع و مناطق مسکونی با ۵۰/۶۷ و ۰/۳ درصد، به ترتیب بی‌شترین و کمترین مساحت را در شهرستان دنا به خود اختصاص داده‌اند. اراضی زراعی و باغات در پایین‌ترین تراز ارتفاعی منطقه مورد بررسی عمدتاً در حاشیه رودخانه بشار به‌عنوان مهمترین شاهراه آبی موجود در منطقه قرار دارند. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، طبقه‌بندی با درستی کل حدود ۸۰ درصد و ضریب کاپا ۰/۹۰ صورت گرفته که نشان‌دهنده دقت بالای طبقه‌بندی است.

تفسیر بصری دمای سطح زمین (LST) و شاخص پوشش گیاهی (NDVI)

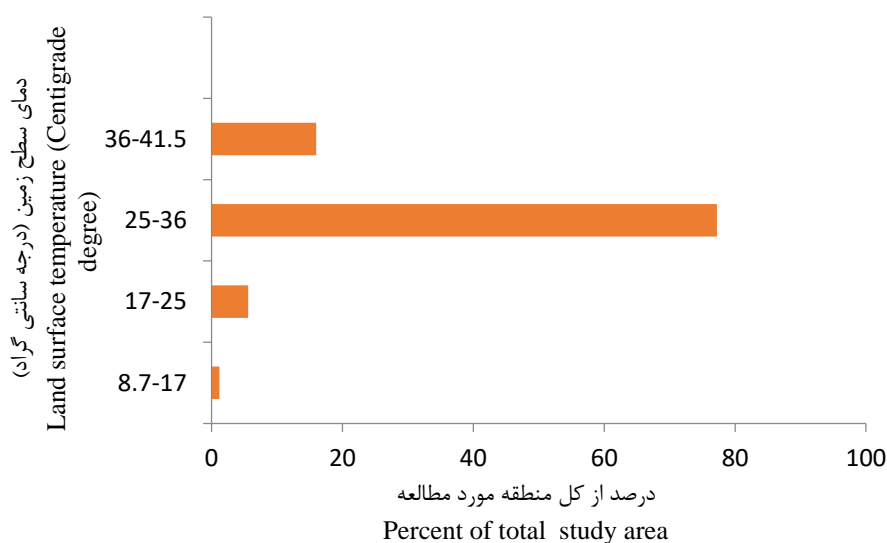
برای بهبود درک الگوی LST و NDVI، در شکل ۳ (a) و (b) ترسیم بصری از دمای سطح زمین و پوشش گیاهی در شهرستان دنا فراهم شده است. شهر سی سخت در جنوب شرق منطقه مورد بررسی در نقشه دمای سطح



شکل ۳- نقشه دمای سطح زمین (a) و شاخص پوشش گیاهی (b) شهرستان دنا
 Fig. 3- Map of land surface temperature (a) and vegetation cover index (b) of Dena County

جدول ۳- آماره‌های دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی در شهرستان دنا
 Table 3. Statistics of land surface temperature and land cover index in Dena County

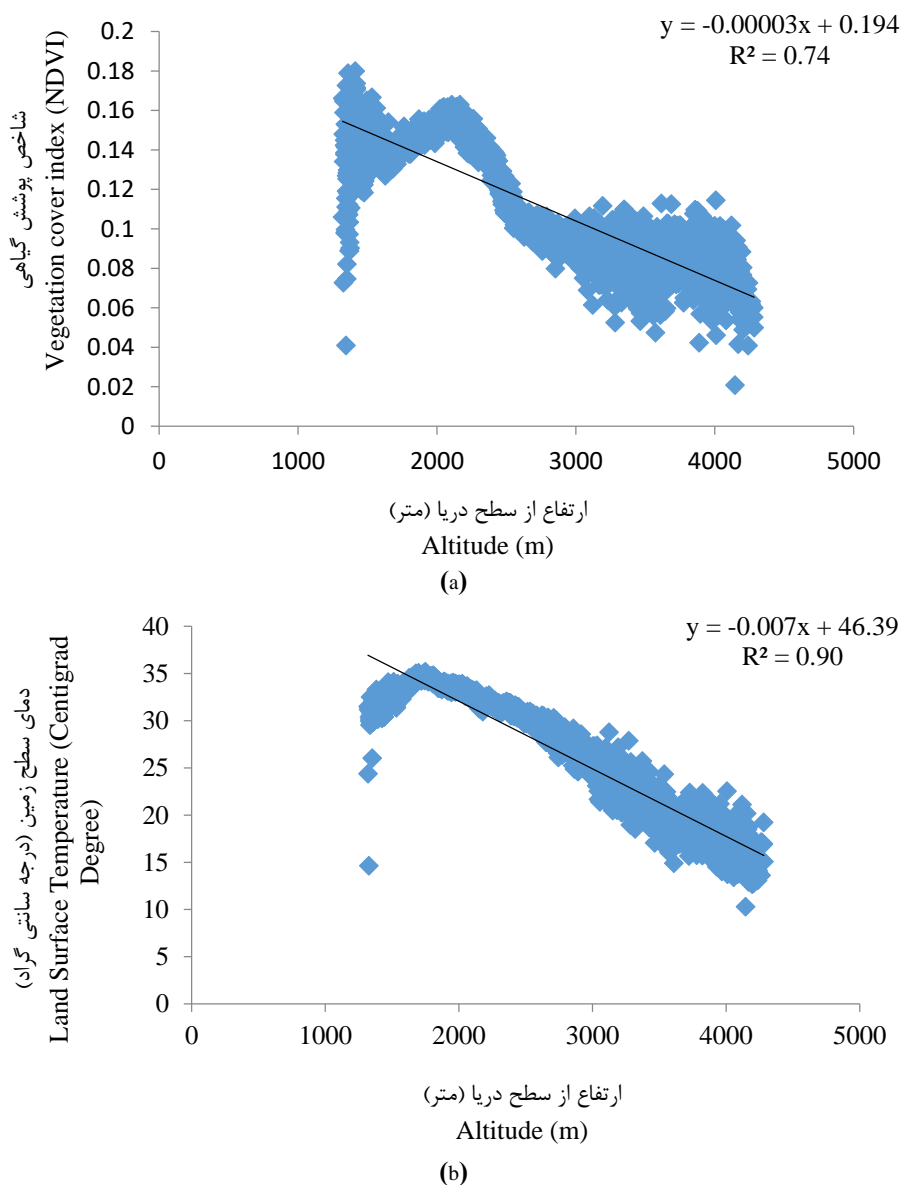
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (Percent)	انحراف معیار Standard deviation	میانگین Mean	حداکثر Max	حداقل Min	نقشه‌ها Maps
34.56	0.047	0.136	0.58	-0.165	شاخص پوشش گیاهی Vegetation cover index
13.84	4.43	31.99	41.5	8.74	دمای سطح زمین Land surface temperature



شکل ۴- درصد مساحت اختصاص یافته به هر طبقه دمایی در شهرستان دنا
 Fig. 4- Percent of the area assigned to each temperature class in Dena County

دنا نشان داده شده است. دمای سطح زمین در حدود ۸۰ درصد شهرستان دنا در محدوده ۲۵ تا ۳۶ درجه سانتی‌گراد قرار می‌گیرد. بر خلاف تصور عامه که شهرستان دنا یک شهرستان سرد سیری است، مشاهده می‌شود که دمای‌های پایین مساحت چندانی را به خود اختصاص ندادند. به منظور آشکارسازی تغییرات LST و NDVI، مقادیر میانگین LST و NDVI در ارتفاعات مختلف استخراج شده که رابطه آنها در شکل ۵ (a) و (b) نشان داده شده است.

در جدول ۳ آماره‌های دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی در شهرستان دنا نشان داده شده است. با توجه به جدول ۳، میانگین دما در شهرستان دنا حدوداً ۳۲ درجه سانتی‌گراد و میانگین پوشش گیاهی منطقه نیز حدوداً ۰/۱۴ است. با توجه به اغلب منابع تحقیقاتی موجود درباره طبقه‌بندی پوشش گیاهی بر اساس شاخص NDVI، می‌توان گفت که شهرستان دنا دارای پوشش گیاهی متوسط است. در شکل ۴ در صد مساحت اختصاص یافته به هر طبقه دمایی در شهرستان

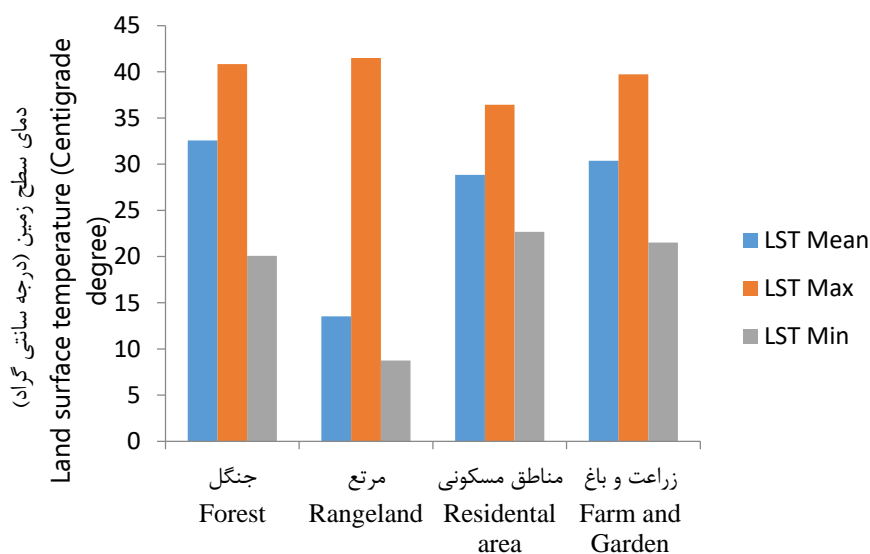


شکل ۵- رابطه تغییرات ارتفاع از سطح دریا با پوشش گیاهی (a) و دمای سطح زمین (b)
 Fig. 5- Relationship between altitude and vegetation cover (a) and land surface temperature (b)

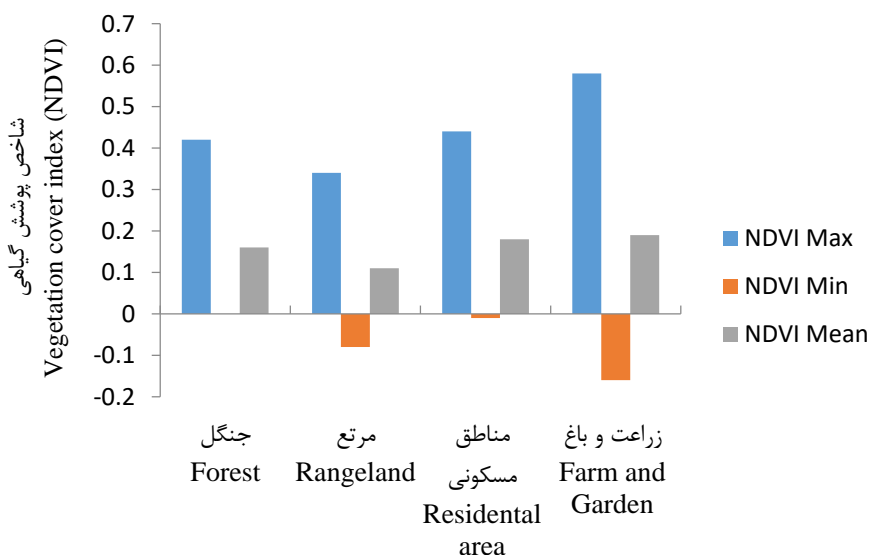
اختلاف در میانگین LST و NDVI در هر طبقه کاربری اراضی و پوشش زمین

برای تشخیص بهتر رابطه بین LST و کاربری اراضی و بنابراین شاخص فراوانی پوشش گیاهی (NDVI)، باید وضعیت دمایی و پوشش سبز هر کاربری بررسی شود. به همین منظور شاخص‌های حداکثر، میانگین و حداقل LST و NDVI مرتبط با هر کاربری اراضی و پوشش زمین در شکل ۶ (a) و (b) نشان داده شده است.

با توجه به شکل ۵ (a) و (b) رابطه معنی‌دار معکوسی بین ارتفاع از سطح دریا با شاخص پوشش گیاهی و دمای سطح زمین وجود دارد. یعنی با افزایش ارتفاع از سطح دریا پوشش گیاهی و دمای سطح زمین در شهرستان دنا کاهش خواهند یافت. به عبارتی در شهرستان دنا ارتفاع از سطح دریا به ترتیب توجیه‌کننده ۷۵ و ۹۰ درصد تغییرات پوشش گیاهی و دمای سطح زمین است.



(a)



(b)

شکل ۶- آماره‌های LST (a) و NDVI (b) مرتبط با هر کاربری اراضی
Fig. 6- LST (a) and NDVI (b) statistics associated with each land use

مختلف، یک تجزیه و تحلیل رگرسیونی بین میانگین مقادیر LST و NDVI در هر کاربری اراضی انجام شد. نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون بین LST و NDVI برای کل شهرستان دنا در شکل ۷ نشان داده شده است. هر نقطه بیانگر میانگین مقادیر LST و NDVI و خط مشکی هم نتیجه شبیه‌سازی خطی است، تابع رگرسیون نیز نشان داده شده است.

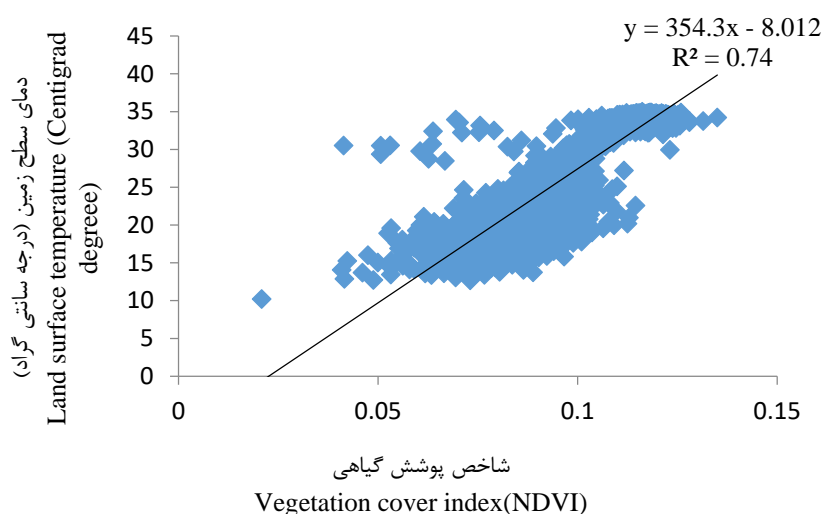
چنانچه در شکل ۷ مشاهده می‌شود رابطه معنی‌دار مثبتی بین پوشش گیاهی (NDVI) و دمای سطح زمین (LST) در شهرستان دنا وجود دارد، یعنی با افزایش پوشش گیاهی دمای سطح زمین بیشتر شده است. در شکل ۸ (a) و (b) رابطه بین LST و NDVI به ترتیب برای کاربری‌های زراعت و باغ و مناطق مسکونی ارائه شده است.

چنانچه در شکل ۸ (a) مشاهده می‌شود رابطه منفی بین LST و NDVI در کاربری زراعت و باغ در شهرستان دنا وجود دارد. به عبارتی دیگر با افزایش پوشش گیاهی، دمای سطح زمین کمتر خواهد شد. در شکل ۹ (a) و (b) رابطه بین LST و NDVI به ترتیب برای کاربری‌های جنگل و مرتع ارائه شده است.

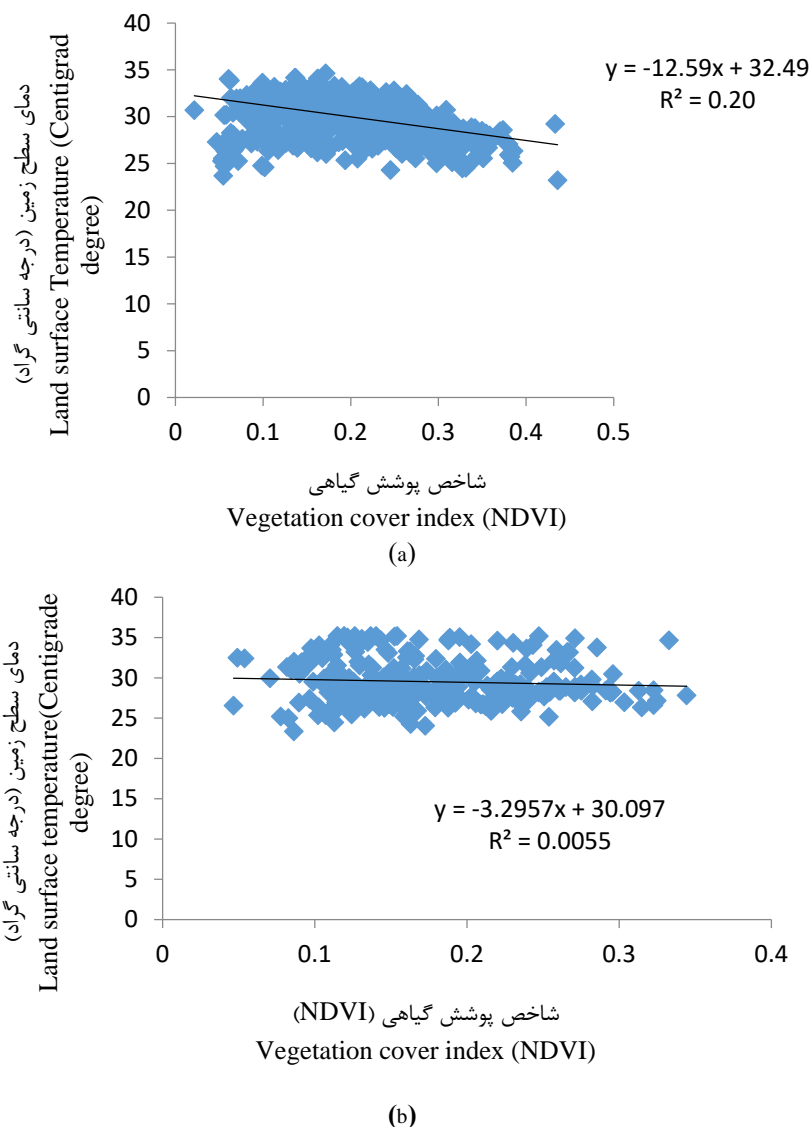
با توجه به شکل ۶ (a)، مشاهده می‌شود که میانگین دمای سطح زمین پوشش مرتع (۱۳/۵۲) درجه سانتی‌گراد، اختلاف بسیار زیادی با میانگین دمای سطح زمین در کل شهرستان دنا (۳۲ درجه سانتی‌گراد) دارد که این موضوع ناشی از قرار گرفتن مراتع در ارتفاعات بالا (مراتع ییلاقی) و رابطه کاهنده بین ارتفاع از سطح دریا و دمای سطح زمین است. مناطق مسکونی (شهر سی‌سخت) در شهرستان دنا نیز در ارتفاع بالایی (۲۰۰۰ تا ۲۴۰۰ متر) قرار گرفته است و انتظار می‌رود دمای کمتری داشته باشد اما مشاهده می‌شود که درجه حرارت حداقل در این کاربری، از سایر کاربری‌ها بیشتر است که این موضوع ناشی از فعالیت‌های انسان ساز و نقش این فعالیت‌ها در افزایش درجه حرارت است. در شکل ۶ (b) مشاهده می‌شود که کاربری‌های زراعت و باغ و مناطق مسکونی دارای حداکثر شاخص NDVI بیشتری نسبت به سایر کاربری‌ها هستند که این موضوع ناشی از زیتوده سبز نسبتاً بیشتر است.

رابطه بین LST و NDVI در هر طبقه کاربری اراضی و کل منطقه

به منظور ارزیابی دقیق اثر کاربری و پوشش‌های



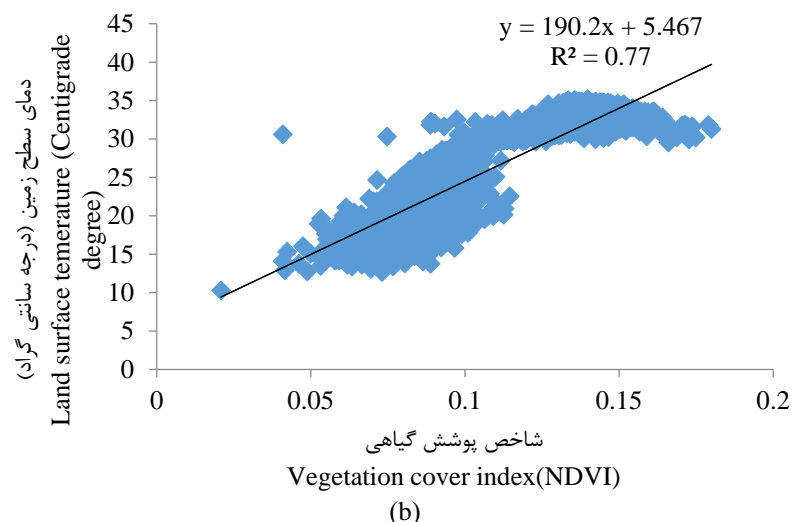
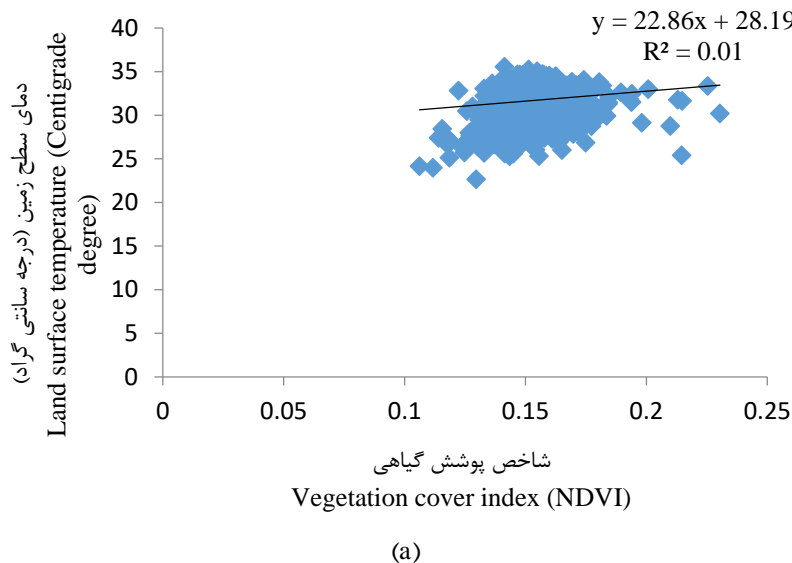
شکل ۷- رابطه بین LST و NDVI برای شهرستان دنا
Fig. 7- Relationship between LST and NDVI for Dena County



شکل ۸- رابطه بین LST و NDVI برای کاربری‌های زراعت و باغ (a) و مناطق مسکونی (b)
 Fig. 8- Relationship between LST and NDVI for farm and garden (a) and residential area (b)

به افزایش پوشش گیاهی سبز جزء به جزء و در نتیجه افزایش گسیل‌مندی خواهد شد. با توجه به رابطه (۷) با افزایش گسیل‌مندی، دمای سطحی زمین کاهش خواهد یافت. نکته مهم در توضیح رابطه این متغیرها این است که هر مقدار پوشش گیاهی قادر به کاهش دمای سطحی زمین نخواهد بود. در صورتی که مقدار پوشش گیاهی به اندازه‌ای باشد که منجر به افزایش گسیل‌مندی بیشتر از یک شود ($\epsilon < 1$)، در این حالت است که دمای سطحی کاهش خواهد یافت. مقدار گسیل‌مندی در منطقه مورد بررسی بین $0/98$ تا $0/99$ متغیر بوده است.

رابطه بین LST و NDVI در کل شهر ستان دنا و کاربری مرتع مثبت با ضریب همبستگی بالا بوده است، در صورتی که در سایر کاربری‌های زراعت و باغ، مناطق مسکونی، جنگل رابطه‌ای یافته نشد. اگر چه محققان زیادی نشان دادند که رابطه بین پوشش گیاهی و دمای سطح زمین منفی است، ولی تحقیقاتی نیز وجود دارد که نشان می‌دهند رابطه بین پوشش گیاهی و دمای سطح زمین در محیط‌های آبی شامل رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و تالاب‌ها مثبت است. با توجه به رابطه‌های (۴) و (۵) در بخش مواد و روش‌ها، افزایش NDVI منجر



شکل ۹- رابطه بین NDVI و LST برای کاربری‌های جنگل (a) و مرتع (b)
 Fig. 9- Relationship between LST and NDVI for forest (a) and rangeland (b)

صدق می‌کند. به عبارتی دیگر افزایش پوشش گیاهی منجر به افزایش دما می‌شود (Yue *et al.*, 2007). در مطالعات دیگری نشان داده شده که افزایش تبخیر و تعرق ناشی از درجه حرارت بیشتر منجر به کاهش رطوبت خاک و کاهش NDVI خواهد شد، در حالی که پوشش گیاهی بیشتر منجر به تبخیر و تعرق بیشتر و کاهش LST خواهد شد (Price, 1990; Boegh *et al.*, Sun and Cafatos, 1998; Carlson *et al.*, 1994; 2007) دریافتند که در شمال شرق ایالات متحده آمریکا

به عبارتی دیگر مقدار پوشش گیاهی مورد نیاز برای تأثیرگذاری در کاهش دمای سطح زمین در شهرستان دنا وجود ندارد که مقدار میانگین ۰/۱۴ برای شاخص NDVI به وضوح گویای این مطلب است. البته در بعضی از کاربری‌ها و پوشش‌های زمین افزایش NDVI ممکن است منجر به افزایش میزان تبخیر و تعرق و افزایش تبادل گرمای محسوس و پنهان بین سطح زمین و اتمسفر در مقایسه با جاهایی که پوشش گیاهی کمتر است، شود که این مسئله در بیشتر مناطق توسعه یافته

دلیل عدم تأثیرگذاری پوشش گیاهی در کاهش دمای سطح زمین در شهرستان دنا عمدتاً ناشی از عدم وجود مقدار کافی پوشش گیاهی است. در کاربری‌های زراعت و باغ و مناطق مسکونی به دلیل پوشش گیاهی بیشتر (میانگین شاخص NDVI بیشتر در شکل ۶ (b)) رابطه بین دمای سطح زمین و شاخص NDVI یک رابطه معکوس نشان داده شده است. با توجه به شکل ۵ (a) و (b)، با افزایش ارتفاع از سطح دریا، پوشش گیاهی و دما کاهش خواهد یافت، بنابراین عامل تعیین‌کننده دما در شهرستان دنا افزایش یا کاهش پوشش گیاهی نیست بلکه تغییرات ارتفاع از سطح دریا است. به عبارتی دیگر اثر تغییرات ارتفاع از سطح دریا بر دمای سطح زمین از اثر پوشش گیاهی بر دما مهم‌تر است. این موضوع به نوعی در شکل ۸ (a) و (b) نیز قابل استنباط است. Sun and Cafatos (2007) در یافتند که رابطه بین LST و NDVI بستگی به فصل سال و زمان روز دارد. برای زمستان، رابطه بین LST و NDVI مثبت است و رابطه قوی منفی بین LST و NDVI فقط در طول فصول گرم مشاهده شده است. Price (1990) و Carlson *et al.* (1994) دریافته‌اند که نمودار پراکندگی شاخص‌های LST و NDVI اغلب منجر به یک شکل مثلثی خواهد شد. (Karnieli *et al.*, 2006) در یافتند که مشخصه اکوسیستم‌های شمالی عرض‌های جغرافیایی بالا رابطه مثبت بین LST و NDVI است، این موضوع به معنی آن است که افزایش درجه حرارت تأثیر مطلوبی بر فعالیت پوشش گیاهی دارد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از شاخص سلامت پوشش گیاهی (VHI) به‌ویژه در مناطق عرض‌های جغرافیایی بالا باید با احتیاط مورد استفاده قرار گیرد. (Karnieli *et al.* 2010) دریافته‌اند هنگامی که آب یک عامل محدودکننده برای رشد پوشش گیاهی باشد (وضعیت معمول برای عرض‌های جغرافیایی پایین منطقه مورد بررسی در طی اواسط فصل)، رابطه NDVI و LST منفی است. با این حال،

مقدار NDVI بیشتر (پوشش گیاهی متراکم) منجر به مقادیر کمتر LST خواهد شد و این موضوع به این دلیل است که پوشش گیاهی بیشتر منجر به تبخیر و تعرق بیشتر و انتقال بخشی از دما و سرد شدن سطح زمین خواهد شد (Price, 1990; Boegh *et al.* 1998; Carlson *et al.* 1994). تحقیقات زیادی در مورد بررسی رابطه بین درجه حرارت و NDVI وجود دارد. به عنوان مثال، Weng *et al.* (2004) با استفاده از هفت نوع کاربری اراضی و پوشش زمین در مقیاس‌های مختلف شامل (تجاری، صنعتی، مسکونی، زراعت، گراسلند، چراه‌گاه، جنگل و آب)، رابطه بین LST و NDVI را بحث کردند. همه نتایج همبستگی معنی‌داری معکوسی نشان دادند. Lo *et al.* (1997) با استفاده از تصاویر مادون قرمز حرارتی با وضوح بالا یک رابطه منفی قوی بین NDVI و حرارت تشعشعی انواع کاربری‌های مسکونی، کشاورزی و اراضی بایر/حمل و نقل در Huntsville پیدا کردند. مشخص شده که تابش انواع پوشش‌های زمین به شدت تحت تأثیر مقدار پوشش گیاهی است. کاربری‌های جنگل، کشاورزی و مسکونی با درجه متفاوتی از پوشش درختی، تمایز بیشتری با انواع کاربری‌های تجاری و خدماتی در مرکز شهر نشان دادند. به عبارتی می‌توان گفت که پوشش گیاهی و دمای سطح زمین در همه کاربری‌ها و پوشش‌های زمین رابطه و روند یکسانی ندارند و این رابطه به شدت تحت تأثیر مقدار پوشش گیاهی است. (Sobrino and Raissouni 2000) برای تشخیص و توصیف پویایی پوشش اراضی در مراکش از یک رابطه معکوس بین NDVI و معیارهای دمای سطحی تشعشعی استخراج شده از تصاویر رادیومتری چندزمانه پیشرفته با وضوح خیلی بالا (AVHRR) استفاده کردند. Wilson *et al.* (2003) دریافته‌اند که روابط بین دمای تشعشعی و NDVI برای کل شهر و همه طبقات زون مجزای داخل شهر از نقطه نظر ارزیابی اثرات زیست‌محیطی زون‌بندی در اکوسیستم‌های شهری مهم است. به نظر می‌رسد

انواع کاربری‌های اراضی و پوشش زمین، نتایج نشان می‌دهد که انواع کاربری‌های اراضی و پوشش زمین مختلف، اثرات مختلف معنی‌داری روی رابطه بین LST و NDVI دارند. اگر چه نتایج تحقیقات زیادی حاکی از منفی بودن رابطه بین پوشش گیاهی و دمای سطح زمین است اما از طرفی دیگر پژوهش‌هایی هم وجود دارند که نشان می‌دهند عوامل مختلفی بر نوع و شکل این رابطه اثرگذار است که از جمله می‌توان به نوع کاربری اراضی و پوشش زمین، مقدار پوشش گیاهی، فصل سال، زمان روز، نوع اکوسیستم، عرض جغرافیایی و عوامل محدودکننده و محرک رشد پوشش گیاهی مثل مقدار آب و انرژی خورشیدی اشاره کرد. دلیل عدم تأثیرگذاری پوشش گیاهی در کاهش دمای سطح زمین در شهرستان دنا عمدتاً ناشی از عدم وجود مقدار کافی پوشش گیاهی است. عامل تعیین‌کننده مقدار دما در شهرستان دنا افزایش یا کاهش پوشش گیاهی نیست بلکه تغییرات ارتفاع از سطح دریا است. به عبارتی دیگر اثر تغییرات ارتفاع از سطح دریا بر دمای سطح زمین از اثر پوشش گیاهی بر دما مهم‌تر است. در ارتفاعات پایین‌تر شهرستان دنا که دمای سطح زمین نسبتاً زیاد و کافی برای رشد پوشش گیاهی وجود داشته است، پوشش گیاهی متراکم‌تر و فراوان‌تر بوده است و به همین جهت رابطه مثبتی بین دمای سطح زمین (LST) و پوشش گیاهی (NDVI) وجود دارد.

وقتی انرژی عامل محدودکننده برای رشد پوشش گیاهی باشد (عرض‌های جغرافیایی و ارتفاعات بالاتر، بویژه در شروع فصل رشد) رابطه بین LST و NDVI مثبت است. تجزیه و تحلیل رگرسیون چندمتغیره نشان داد که در طی شروع و انتهای فصل رشد، تابش خورشیدی عامل عمده محرک رابطه بین LST و NDVI است، در حالی که دیگر متغیرهای بیوفیزیکی نقش کمتری را بازی می‌کنند. (chen *et al.* (2013) بیان می‌کنند که رابطه بین LST و NDVI با فصل تغییر می‌کند اما قاعده مشخصی ندارد.

نتیجه‌گیری

در اکوسیستم منطقه دنا، به استثنای حومه شهر سی‌سخت و اراضی حاشیه‌ای اطراف رودخانه بشار به‌عنوان مهمترین شاهراه آبی منطقه، اراضی جنگلی و مرتعی منطقه، مقادیر NDVI و پوشش گیاهی نسبتاً متوسطی دارند. دمای سطح زمین در حدود ۸۰ در صد شهرستان دنا در محدوده ۲۵ تا ۳۶ درجه سانتی‌گراد قرار می‌گیرد که مهمترین کانون کمینه آن مناطق مرتفع در برگیرنده قله دنا با حداقل دمای ۸/۷۴ درجه سانتی‌گراد است. بر خلاف تصور عمومی، دماهای نسبتاً پایین (کمتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد) مساحت چندانی را به خود اختصاص نمی‌دهند. توزیع فضایی NDVI همسو با توزیع فضایی LST بوده است اما در تجزیه و تحلیل

منابع

Alavipanah, S.K., Saradjian, M., Savaghebi, Gh.R., Komaki, Ch.B., Moghimi, E. and Karimpour Reyhan, M., 2007. Land surface temperature in the Yardang region of Lut Desert (Iran) based on field measurements and landsat thermal data. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 9, 287-303.

Artis, D.A., and Carnahan, W.H., 1982. Survey of

emissivity variability in thermography of urban area. *Remote Sensing of Environment*. 12, 313-329.

Babaei Fini, A., 2015. The Relationship between land surface temperature and normalized vegetation index in the urban environment (Case study: Isfahan metropolis). *Journal of Natural Geography*. 8(9), 75-90.

- Boegh, E., Soegaard, H., Hanan, N., Kabat, P., and Lesch, L., 1998. A remote sensing study of the NDVI-Ts relationship and the transpiration from sparse vegetation in the Sahel based on high resolution satellite data. *Remote Sensing of Environment*. 69, 224- 240.
- Carlson, T.N., Gillies, R.R. and Perry, E.M., 1994. A method to make use of thermal infrared temperature and NDVI measurements to infer soil water content and fractional vegetation cover. *Remote Sensing Reviews*. 52, 45-59.
- Chen, L., Mengyun, Li., Huang, F., and Xu, Sh., 2013. Relationships of LST to NDBI and NDVI in Wuhan city based on Landsat ETM+ image. In *Proceedings 6th International Congress on Image and Signal Processing (CISP)*, 16th-18th December, China.
- Daneshkar arasteh, P., Tajrishi, M., and Saghafian, B., 2011. Determination of the land surface temperature using remote sensing technology in the Sistan region. *Journal of Engineering and Watershed Management*. 3(2), 67-77.
- Fyzi zadeh , B., Didehban, KH., and Gholam nia, KH., 2015. Estimation of land surface temperature using Landsat 8 satellite images and single window algorithm, Case study: Mehabad basin. *Journal of Geographic Information*. 25(98), 171-181.
- Jalili, SH., Morid, S., and Ziaeian firoozabadi, P., 2008. Performance comparison of satellite and meteorological indices in drought monitoring. *Soil and Water Research of Iran*. 1, 139-149.
- John, R.J., 2009. *Remote Sensing of the Environment An Earth Resource Perspective*. Second Edition, Dorling Kindersley, Delhi.
- Karnieli, A., Agam, N., Pinker, R.T., Anderson, M., Imhoff, M.L., Gutman, G.G., Panov, N., and Goldberg, A., 2010. Use of NDVI and land surface temperature for drought assessment: Merits and limitations. *Journal of Climate*. 23, 3.
- Karnieli, A., Bayasgalan, M., Bayarjargal, Y., Agam, N., Khudulmur, S., and Tucker, C.J., 2006. Comments on the use of the vegetation health index over Mongolia. *International Journal of Remote Sensing*. 27, 2017-2024.
- Lo, C.P., Quattrochi, D.A., and Luvall, J.C., 1997. Application of high-resolution thermal infrared remote sensing and GIS to assess the urban heat island effect. *International Journal of Remote Sensing*. 18, 287-303.
- Price, J.C., 1990. Using spatial context in satellite data to infer regional scale evapotranspiration. *IEEE Transmission Geosciences Remote Sensing*. 28, 940-948.
- Rajeshwari, A., and Mani, N.D., 2014. Estimation of Land Surface Temperature of Dindigul District using Landsat 8 Data”, *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology*. 03, 05.
- Shahid Latif, M.D., 2014. Land surface temperature retrieval of landsat-8 data using split window algorithm- A case study of Ranchi District. *International Journal of Engineering Development and Research*. 2(4), 2321-9939.
- Sobrino, J.A., and Raissouni, N., 2000. Toward remote sensing methods of land cover dynamic monitoring, Application to Morocco. *International Journal of Remote Sensing*. 21, 353-366.
- Sobrino. A., Juan. C., and Paolinib. L., 2004. Land surface temperature retrieval form landsat TM 5. *Remote Sensing of Environment*. 90, 434-440.

Sun, D., and Kafatos, M., 2007. Note on the NDVI-LST relationship and the use of temperature-related drought indices over North America. *Geophys. Res. Lett.*, 34, L24406. doi:10.1029/2007GL031485.

Suresh, S., Ajay Suresh, V., and Mani, K., 2015. Analysis of land surface temperature variation using thermal remote sensing spectral data of landsat satellite in Devikulam Taluk Kerala-India. *International Journal of Research in Engineering and Applied Sciences*. 5 (5), 145-154.

Suresh, S., Ajay Suresh, V., and Mani, K., 2016. Estimation of land surface temperature of high range mountain landscape of Devikulam Taluk using landsat 8 data. *International Journal of Research in Engineering and Technology*. 5(1), 2321-7308.

Weng, Q., Lu, D., and Schubring, J., 2004. Estimation of land surface temperature vegetation abundance relationship for urban heat island studies. *Remote Sensing of Environment*. 89, 467–483.

Wilson, J.S., Clay, M., Martin, E., Stuckey, D., and Risch, K.V., 2003. Evaluating environmental influence of zoning in urban ecosystems with remote sensing. *Remote Sensing of Environment*. 86, 303–321.

Yue, W., Xu, J., Tan, W., and Xu, L., 2007. The relationship between land surface temperature and NDVI with remote sensing: application to Shanghai Landsat 7 ETM+ data. *International Journal of Remote Sensing*. 28(15), 3205–3226.

Zhi-qiang, L.V., and Qi-gang, Zh., 2011. Utility of landsat image in the study of land cover and land Surface Temperature Change, *Sciverse ScienceDirect-Procedia Environmental Sciences*. 1287-1292.





Environmental Sciences Vol.15 / No.2 / Summer 2017

55-74

Estimating land surface temperature of land use and land cover in Dena county using single window algorithm and landsat 8 satellite data

Vajihe Ghorbannia Kheybari¹, Mirmehrdad Mirsanjari^{1*}, Homan Liaghati² and Mohsen Armin³

¹ Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Environmental Science, Malayer University, Malayer, Iran

² Department of Resource Economic and Environment, Research Institute of Environmental Sciences, Shahidbeheshti University, Tehran, Iran

³ Natural Resources and Environmental Research Institute, Yasouj University, Yasouj, Iran

Received: 2017.04.30

Accepted: 2017.09.05

Ghorbannia Kheybari, V., Mirsanjari, M.M. Liaghati, H, and Armin, M., 2017. Land surface temperature estimation of land use and land cover in Dena county using single window algorithm and data of Landsat 8 satellite. *Environmental Sciences*. 15(2): 55-74.

Introduction: Land Surface Temperature (LST), a significant variable of micro climate and radiation transfer within the atmosphere, is one of the most important criteria in zonal and regional planning because it is a major factor in controlling the Earth's biological, chemical and physical processes. Natural and man-made activities, especially land use and land cover, by changing the physical and biological conditions of a region are an important parameter in the amount of land surface temperature.

Material and methods: In this study, the relationship between land surface temperature and vegetation cover associated with land use and the land cover patterns of Dena County in 2016 were investigated using a Single Window algorithm and Landsat-8 data. The split-window algorithm is a dynamic mathematical tool which estimates land surface temperature (LST) using ground information, brightness temperature of thermal bands of the TIRS sensor, the land surface emissivity (LSE) factor and fractional vegetation cover (FVC) obtained from a multiband OLI sensor.

Results and discussion: Based on classification of images of the Landsat-8OLI sensor in 2016 with an accuracy of about 80% and the kappa coefficient 0.90, rangeland and residential areas with 50.67 and 0.3 percent, respectively, were allocated the highest and the lowest areas of Dena county. The mean of land surface temperature in Dena County is about 32 ° C and the mean of the land cover index is about 0.14. In analyzing

* Corresponding Author. *E-mail Address:* mehrdadmirsanjari@yahoo.com

the relationship between LST and the vegetation index (NDVI) in Dena County and in each category of land use and land cover, results showed a different trend so that there is a positive and significant relationship between NDVI and LST in the whole of Dena County and rangeland in the event that there is no significant relationship in other land uses such as forest, farm and garden and residential area.

Conclusion: Various factors affect the type and shape of the relationship between NDVI and LST such as land use and land cover, vegetation cover, season, time of day, type of ecosystem, latitude and factors in triggering the growth of vegetation such as water and solar energy. The main cause of the ineffectiveness of vegetation cover in reducing the land surface temperature of Dena County is the lack of a sufficient amount of vegetation cover. However, the determining factor of temperature in Dena County is not increases or decreases in vegetative cover but is rather a change in the height above sea level. In other words, the effect of altitude on temperature is more important than the effects of vegetation on the Earth's surface temperature. At the lower altitude of Dena County where the temperature is relatively high and there is enough vegetation to grow, the vegetation cover is denser and more abundant and therefore there is a positive relationship between land surface temperature (LST) and vegetation cover index (NDVI).

Keywords: Land surface temperature, Single window algorithm, Land use, Vegetation cover, Landsat-8, Dena County.