

به كارهيپناني داتاكانى ههستكردن له دووره وه له دياريكردنى گۆراني روويوشي
 رووهكى و كاريگهري له سه ر پلهي گهرمي رووي زهوي
 (ئيدارهي سه ربه خوي سوران وهك نمونه)

پ.ی.د. گیلان رسول فقی

به شی جوگرافیا، فاکهلتی ئاداب، زانکۆی سوران

gailan.faqe@soran.edu.iq

د. شوان احمد علی

به شی جوگرافیا، فاکهلتی ئاداب، زانکۆی سوران

Shwan.ali@soran.edu.iq

رێکهوتی رهزامهندی بلاوکردنه وه ۲۱-۹-۲۰۲۵

رێکهوتی وه رگرتن: ۱۵-۸-۲۰۲۵

پوخته

تیگه یشتن له په یوه ندیی نیوان روويوشي رووهکی و پلهی گهرمی رووي زهوي (LST) Land surface temperature (LST) بنه مایه کی سه ره کییه بۆ هه لسه نگاندى گۆرانکارییه ژینگه ییه كان و دارشتنی پلانی به رده وام بۆ به كارهيپناني زهوي، ئامانج له م توێژینه وه به بریتیه له چاو دیریکردنی گۆرانی روويوشي رووهکی، به به كارهيپناني داتاكانى ههستكردن له دوورو ریبازی شیکاری ئاماری له ماوه یه کی دياریکراودا، هاوکات ده رخستنی رۆلی پۆشهری رووهکی له سه ر پلهی گهرمی رووي زهوي. به مه به ستی گه یشتن به وه ئه نجامه پینوینی جیاوازی پۆشهری رووهکی (NDVI) وهك پیره ریک بۆچری رووهك و په یوه ندیه که ی له گه ل گۆراوی (LTS)، له سه ر بنه مای ۳۹ خالی داهایی شیکراوه.

به های ره های هاوکۆلکه که (۰،۸۴۰۹-) (نه رینه). زۆر نزیکه له 1-، که ئه مه ش نیشاندهری په یوه ندیه کی هیللی زۆر به هیزه له نیوان هه ردوو گۆراوه که دا. به یپی ستانده ره به رکاره كان، هه ر په یوه ندیه ک له سه رووی ۰،۷ وه بیت به "به هیز" یان "زۆر به هیز" داده نریت. به گویره ی شیکاری ریکره یشتنی هیللی، له نیوان هه ردوو گۆراوه که دا په یوه ندی پیچه وانه ده رکه وتوو. هاوکۆلکه ی دياریکردنی (R^2) به به های ۰،۷۰۷، به ده ستها توو، که به واتای ئه وه دیت ۷۰،۷٪ ی گۆرانکارییه كانی LST ده توانریت له ریکه ی گۆرانکارییه كانی NDVI وه روونبکریته وه. به جۆریک که هاوکۆلکه ی

کاربگه ری NDVI یه کسان بووه به 0.01197 ($P < 0.001$)، ئەمهش به روونی دهیسه لمینیت که زیادبوونی چری روویۆشی رووهکی، کاربگه ریبهکی بهرچاوی ههیه له دابه زاندنی پلهی گهرمی رووی زهویدا به پێچهوانه شهوه. ئەم پرۆسهیه پشتراستی ئەو راستییه دهکاتهوه که رووهک رۆلێکی گرنگ له رێکخستنی پلهی گهرمی ژینگه دا دهبینیت، به تایبهتی رێگریکردن له پرۆسهی بهههلمبوون (Evaporation).

ووشه ی کللیه کان: (NDVI)، (LST)، په یوهندی نیوان دوو گۆراوه که، لادانی هێلی.

ABSTRACT

Understanding the relationship between vegetation cover and Land Surface Temperature (LST) is fundamental for assessing environmental changes and developing sustainable land-use plans. This study aims to monitor changes in vegetation cover using remote sensing data over a specified period and, through statistical analysis, evaluate the impact of vegetation cover on LST. For this purpose, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was used as a measure of vegetation density, and its relationship with LST was analyzed based on 39 data points. The absolute value of the correlation coefficient (-0.8409) is negative and very close to -1 , indicating a very strong linear relationship between the two variables. According to standard measures, any correlation above 0.7 is considered "strong" or "very strong." Furthermore, linear regression analysis revealed a negative (inverse) and statistically significant relationship between the two variables. The coefficient of determination (R^2) was 0.707 , meaning that 70.7% of the variations in LST can be explained by changes in NDVI. Specifically, the influence coefficient of NDVI was -0.01197 ($P < 0.001$), clearly demonstrating that an increase in vegetation density has a significant effect in lowering land surface temperature, and vice versa. This process confirms the crucial role of vegetation in regulating environmental temperature, particularly through the process of evapotranspiration.

Keywords: Vegetation cover, Land Surface Temperature, NDVI, Correlation Person, Linear regression.

1. Findings

The result of this study showed that the correlation coefficient (-0.8409) (negative). indicates a very strong linear relationship between NDVI and LST, while linear regression analysis revealed a statistically significant inverse relationship ($P < 0.001$). The coefficient of determination (R^2) was 0.707 , meaning that 70.7% of the variation in LST can be explained by changes in NDVI. The regression coefficient (-0.01197) demonstrated that increasing vegetation density clearly reduces LST, highlighting the critical role of vegetation in regulating environmental temperatures, particularly through evapotranspiration processes.

2. Conclusions

This study statistically and meticulously analyzes the relationship between the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Land Surface Temperature (LST). The results reveal a strong and statistically significant inverse relationship between the two variables, where the Pearson correlation coefficient (r) is -0.8409 (negative). and the coefficient of determination (R^2) is 0.707 . This means that approximately 71% of the variation in land surface temperature is attributable to changes in vegetation density.

This finding confirms the scientific understanding that the density and extent of vegetation have a significant impact on reducing land surface temperature. This cooling effect occurs primarily through two mechanisms: Shading, which prevents direct solar radiation from reaching the surface, and Evapotranspiration, which transfers heat from the plants to the atmosphere.

پیشه کی

بارودۆخی گهرمیی رووی زهوی، که به پلهی گهرمی رووی زهوی (LST) ناسراوه، گۆراویکی ژینگهیی سه ره کییه و رۆلکی بنه رتهی له هاوسه نگیی وزه ی گۆی زهوی و سیسته مه ژینگه ییه کاندای ده گپرپت. لیکۆلینه وه کانی کهش وئاووهه وای ژینگه یی و شارنشینی سوود له داتا کانی پلهی گهرمی رووی زهوی (LST) و بلا بوونه وه ی گهرمی (emissivity) وه رده گرن بۆ چهن دین مه به ست، به لام به شیوه یه کی سه ره کی بۆ شیکردنه وه ی شیوازه کانی (LST) و چۆنییه تی په یوه سته بوونیان به تایبه تمه ندییه کانی رووی زهوی، پیشبینیکردنی دوورگه ی گهرمی شاره کان و بۆ په یوه ندی نیوان (LST) و گۆرانکارییه کانی رووی زهوی، ئەمهش بۆ ئەوه ی رپکار و تایبه تمه ندی و شیوازه کانی دیمه نی سروشتی دیاری بکرین (Quattrochi and Luvall, 1999, p.6; Weng, 2009, p.4; Faqe Ibrahim, 2017, p.13)

رووپۆشی رووه کی به شیوه یه کی سروشتی پلهی گهرمی رووی زهوی رپکده خات، به لام گۆرانکاری له به کارهینانی زهویدا، به تایبه تی به هۆی گه شه ی به رده وامی شارنشینی و چالاکییه کانی مرؤقه وه، ئەم هاوسه نگییه سروشتیه تی کده دات. (Naserikia et al., 2023, p1).

پلهی گهرمی رووی زهوی ته نها به سترای نییه به کهش وئاووهه وای ناوچه ییه وه، به لکو به شیوه یه کی راسته وخۆ کارلیک له گه ل تایبه تمه ندییه کانی رووی زهویدا ده کات، وه ک جۆری رووپۆشی رووه کی، شی ی خاک، و تایبه تمه ندییه کانی تیشکدانه وه ی گهرمی (He et al., 2024, p.908).

هه ستردن له دووره وه (Remote Sensing) ئامرازکی کارا و پیشکته وتوو دابین ده کات بۆ چاودپریکردنی داینامیکی LST و په یوه ندی له گه ل رووپۆشی رووه کی له سه ر ئاستی شوینی و کاتی. داتای مانگه ده سترده کانی (Landsat) یارمه تیدهرن له نه خشه کپشان و شیکردنه وه ی گۆرانکارییه کانی پلهی گهرمی، بایه خیکی زۆری هه یه بۆ تیگه یشتن له کاریگه ریه کانی گۆرانی ژینگه و دارشتنی سیاسه تی گونجاو بۆ به رپوه بردنی به رده وام. (Zhou et al., 2023, p19).

کیشه ی توژیینه وه

که می توژیینه وه ی زانستی وورد له سه ر ئەم بابته که پشتبه ستوو بیته به داتای وورد و شیکردنه وه ی ئاماری له سه ر په یوه ندی نیوان پۆشه ری رووه کی و پلهی گهرمی رووی زهوی (LST) له سه ر ئاستی ناوچه یی بوونی نییه. ئەم که لینه زانستییه رپگری ده کات له دارشتنی سیاسه تی کارا بۆ به رپوه بردنی زهوی و که مکردنه وه ی دهره نجامه نه رپنییه کانی وه ک دیارده ی "دوورگه ی گهرمی شاره کان، بۆیه پیوستیه کی هه نووکه یی هه یه بۆ به کارهینانی ته کنیکه نوپیه کانی وه ک هه ستردن له دووره وه (Remote Sensing) به مه به ستی شیکردنه وه ی ئەم په یوه ندییه ئالۆزه و دابینکردنی بنه مایه کی زانستی بۆ پلاندانانی ژینگه یی.

پرسیاری توژیینه وه

چۆن رووپۆشی رووه کی له ناوچه ی توژیینه وه دای گۆراوه له کاتی هه لپژێردراودا؟
 شیوازی شوینی و کاتی پلهی گهرمی رووی زهوی له هه مان ماوه ی سالدای چهنده؟
 ئایا په یوه ندییه کی ئاماری له نیوان پپوه ره کانی رووه ک و پلهی گهرمی رووی زهویدا هه یه؟

گریمانەى توئیزینه وه

1. بهراوردکردنى دەلتای ΔLST بۆ $\Delta NDVI$ له رینگای رېگرېشن وهلامدانه وهى ئەم کارلېکەيه، جیگیره یاخود ناجیگیره.

2. په یوهندى نیوان گۆراوه کانى $NDVI$ له گەل LST به نه گۆر هه ژمار ده کرېت.

گرنگى توئیزینه وه

ئەم توئیزینه وه یه دیدگایه کى هه مه لایه نه ده خاته روو سه بارهت به لیکه وته ژینگه ییه کانى گۆرانى رووپۆشى رووه کى، به تايبه تى له چوارچيوى گۆرانكارىيه کانى كەش و ئاووههوا و شىوازەکانى به رپوه بردنى زهويدا. له رینگەى شىکردنه وهى وهلامدانه وهى گهرمى پوو زهوى بۆ گۆرانكارى له رووپۆشى رووه كيدا، ئەم توئیزینه وه یه زانیاری به سوود دهسته بهر دهكات، ئەم زانیاریانه یارمه تیدەر دەبن بۆ پلان دارپژهران و پسپۆرانى پلاندانان تاوهكو ستراتىژى كارىگه رتر بۆ به كارهياننى زهوى دابريژن، ئامانج له م ستراتىژىانه به هیزکردنى خۆپاگرى سىسته مه ژینگه ییه كانه به رامبه ر به گۆرانى كەش و ئاووههوا و ههنگاونانه به رهو گه شه پیدانى به ردهوام.

ئامانجى توئیزینه وه

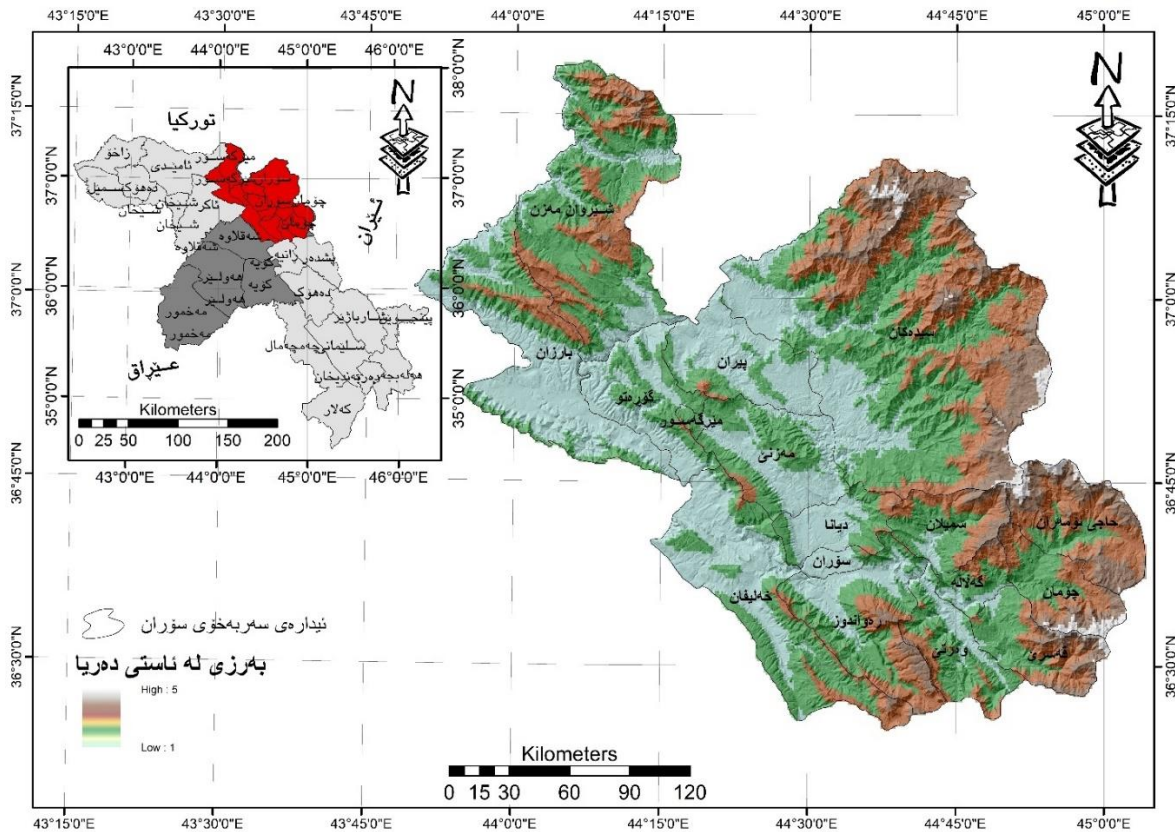
بۆ چاوديرکردنى گۆرانكارىيه کانى رووپۆشى رووهك به به كارهياننى داتای ههستکردن له دووره وه له ماوهى ديارىكراودا.

هه لسه نگاندى گۆرانى شوين و كاتى پلهى گهرمى پوو زهوى و په یوهندى له گەل رووپۆشى رووه كيدا. مېتۆد و داتای به كارها توو

شوینى جوگرافى ناوچهى توئیزینه وه

له م توئیزینه وه یه شوینى جوگرافى ئیدارهى سه ربه خۆى سۆران وهك ناوچهى توئیزینه وه ديارىكراوه به گویرهى فهله كى، هه لکه وتهى شوینى به گویرهى بازنه کانى پانى و هیله کانى دريژى ناوچهى ليلكۆلینه وه ده كه ویتته نیوان بازنه کانى پانى (° 37'24"00) و (° 37'20"00) باكوور، ههروهه هیله کانى دريژى (° 50'50"00) و (° 45'4"00) رۆژهه لات، به م پیه سنورى ئیدارهى سۆران ده كه ویتته نیوان دوو بازنهى پانى و سن هیللى دريژى. سه بارهت به رووبه رى ئیدارهى سۆران برتیه به له (5018,085) كم². جياوازی ئاووههوا، واتا جياوازی به ركه وتنى تيشكى خۆ، له سنورى ناوچهى توئیزینه وه گارىگه رى له سه ر چالاكى دانىشتوان له ماوهى ديارىكراودا، ههروهه رهنگدانه وهى له سه ر بارودۆخى ناوچه كه دا هه یه، به تايبه ت توانستى رهگه زه کانى ئاووههوا (تيشكى خۆر پلهى گهرمى، با، دابارين) و هه لکه وتهى شوینى. ههروهك له نه خشهى ژماره (1)ى ناوچهى توئیزینه وه دا خراوه ته روو، به گویرهى سنورى هه ریمى كوردستان.

نەخشەى ژمارە (۱) ناوچەى توپۆزینەوہ بە گوپڑەى سنورى ھەرىمى كوردستان



كارى توپۆزەر: پشت بەست بە ArcMap, Improved by Online Base map (سۆران، ۲۰۲۳/۱۰/۸).

داتای بە کارهاتوو:

بۆ گەيشتن بە ئامانجى ئەم توپۆزینەوہیە پشت بە چەندین جوړى داتا بەستراوه وەك: وینەى مانگى دەستکردى لاندسات له بەروارى (2024/3/1) بۆ (2024/9/31) بە مەبەستى بەدەستپێنانى گۆرانكارى رووپۆشى رووھكى بەپێى وەرزهكانى بەهارو ھاوین. لە ھەمانكاتدا پشت بەستراوه بە باندى (10, 11) مانگى دەستکردى لاندسات بە مەبەستى دیاریکردنى پلەى گەرمى سەر رووى زەوى. ھەرۆك لە خواروھە بە وردى ئاماژەى بە ھەموو ھەنگاوهكان كراوھ ھەرۆك لە خشتەى ژمارە (1) ئاماژەى پیدراوھ.

خشتەى ژمارە (1) 2024/9/31-2024/3/1 Landsat-8 OLI Satellite Images

Details of Landsat-8 OLI Satellite Images			
ژمارەى باندهكان	مەوداى شەبەنگى μm	ووردى يەكەى شوپنى (m)	ناوى باندهكان
1	0.435–0.451	30	شین
2	0.452–0.512	30	سەوز
3	0.533–0.590	30	سور
4	0.636–0.673	30	نزیك له ژېر سوور
5	0.851–0.879	30	ژېر سوورى شەپۆل كورت-۱

6	1.566–1.651	30	ژیر سووری گهرمی-۲
7	2.107–2.294	30	ژیر سووری شهپۆل کورت
8	0.503–0.676	15	Pan
9	1.363–1.384	30	Cirrus
10	10.60–11.19	100	TIR-1
11	11.50–12.51	100	TIR-2

سه رچاوه: پشت به ستن به ویبسیایتی (USGS) به به کارهینانی (GEE)

پیوهری ستانداردکراوی جیاوازیی رووهک (NDVI)

پیناسهی فورموول و به کارهینانی پیوهری ستانداردکراوی جیاوازیی رووهک (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI) یه کیکه له پیوهره شه به ننگه هه ره ناسراو و به کارهاتوووه کان بۆ پیوانه کردن و چاودیریکردنی گۆرانکارییه کانی رووهکی له ماوهی کاته کاندای (Huang et al, 2021, p.1)، ئه مهش له رینگهی تهکنه لۆژیایکانی ههستکردن له دووره وه (Remote Sensing) ئه م پیوهره له سه ر بنه مای داتای هه لگه رانه وهی (Reflectance) رووناکی له رووه که کاندای له دوو به شی شه به نگی کارؤموگناتیسی، که بریتیین له به شی سوور (Red) و به شی نزیک له ژیرسوور (Near-Infrared - NIR)، هه ژمارده کریت. لیره دا نه خشی NDVI به روونی شوینی (30) م مانگی دهستکردی لاندسات دروستکراون، هه رووهک له م هاوکیشه یه ی خواره وه روونکراوه ته وه (Townshend and Justice, 1986, p.11)

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

- NIR: بریتیین له به های هه لگه رانه وهی رووناکی له شه پۆلی نزیک له ژیرسوور.
 - Red: بریتیین له به های هه لگه رانه وهی رووناکی له شه پۆلی سوور.
- هه رووهک هه موو پیوهره کانی تری بواری ههسته وهری له دووره وه، به هاکانی NDVI له نیوان سنووریکی دیاریکراودا پۆلین ده کرین، که له م حاله ته دا له نیوان 1- بۆ 1+ دایه.
- به های نه رینی (Negative Values): به ها نه رینییه کان (نزیک له 1-) زۆرجار ئاماژه ن بۆ ئاو (دهریا، ده ریاچه، رووبار) یان هه وره کان.
 - به های نزیک له سفر: به های نزیک به سفر (بۆ نموونه له نیوان 0.1- بۆ 0.1+) به گشتی نوینه رایه تیی ناوچه رووته نه کان ده کهن، وهک به رد، لم، یان به فر.
 - به های ئه رینی مامناوه ند: (0.2 - 0.5) ئه م به هایانه ئاماژه ن بۆ بوونی رووهکی که م چر (Sparse Vegetation)، وهک له وه پگا و ده وه نزاره کان.
 - به های ئه رینی بهرز (زیاتر له 0.6): به های بهرز ئاماژه یه بۆ بوونی رووهکی چر و ته ندروست، وهک دارستانه چره کان و به ره مه کشتوکالییه گه شه کردوووه کان.

ئاماده کردنی نه خشه ی پله ی گهرمی رووی زهوی (LST):

پله ی گهرمی رووی زهوی (Land Surface Temperature) ناسراوبه (LST) ئامازه یه بۆ پله ی گهرمی تیشکی رووی زهوی، که له گه ل گۆرانگاریبهکانی به کارهینانی زهوی دهگۆریت. (LST) یه کیکه له توخمه گرنگهکان له وه سفکردنی بهردهوامی پله ی گهرمی رووی زهوی له ئاستی ناوخیی، ناوچه یی و جیهانیدا (Nimish et al., 2020, p. 7).

لیره دا نه خشه ی پله ی گهرمی رووی زهوی به روونی شوینی (۱۰۰) مه تر و (۱۲۰) مه تر له داتا کانی ژیر سووری گهرمی مانگی دهستکردی لاندسات دروستکراون، به به کارهینانی ئه لگۆریتمی (Mono-Window)، که له لایهن (Qin) و هاورییهکانی له سالی (2001) پهره ی پیدراوه (Qin et al., 2021, p.24). مه ودای شه بهنگی ژیر سووری گهرمی له نیوان (10.4) و (12.5) میکرومتر دایه و بۆ وه رگرتنی تیشکدانه وهکان له رووی زهویبه وه به کارهینراوه (Liu & Zhang, 2011, p. 1539). چهنده نگاویکی بۆ دهستکوتنی نه خشه ی پله ی گهرمی سه ر رووی زهوی (LST) پیویسته وهک:

هه نگاوی یه که م گۆرینی ژماره دیجیتالییهکان (DN) بۆ هه لگه پانه وه ی سه ره وه ی به رگه هه وا Top of Atmospheric –TOA:

بۆ شیکردنه وه ی و هه ژمارکردنی (LST) له م هه نگاوه دا ته نها باندی (10) به کارده هینریت. به هاکانی ناو وینه خامهکانی وینه ی لاندسات دابه زینراون پییان دهوتریت ژماره ی دیجیتالی هه سته وه ره که. له هه نگاوی یه که م دا پیویسته ئه مانه بگۆرین بۆ به هاکانی رهنگدانه وه ی (TOA) به به کارهینانی ئه م هاوکیشه یه ی خواره وه (6-6):

$$(6-6) \dots\dots\dots L(\lambda) = \text{gain} * \text{DN} + \text{offset}$$

به م شیوه به ش ده توانریت ده ربیریت:

$$(7-6) \dots\dots\dots L(\lambda) = (\text{LMAX} - \text{LMIN}) / 255 \times \text{DN} + \text{LMI}$$

که $L(\lambda) =$ درهوشانه وه ی شه بهنگ وات-

$$\text{LMIN} = 1.238 \text{ (درهوشانه وه ی شه بهنگ به های ژماری دیجیتالی (DN))}$$

$$\text{LMAX} = 15.600 \text{ (درهوشانه وه ی شه بهنگ به های (255) ژماری دیجیتالی (DN))}$$

$$\text{DN} = \text{ژماره ی دیجیتالی}$$

Where $L(\lambda) =$ Spectral radiance $w \cdot sr^{-1} \cdot m^{-3}$

$\text{LMIN} = 1.238$ (Spectral radiance of DN value 1)

$\text{LMAX} = 15.600$ (Spectral radiance of DN value 255)

$\text{DN} =$ Digital Number

دووه م هه نگاو گۆرینی به هاکانی تیشکی شه بهنگیبه بۆ پله ی گهرمی رووناکي مانگی دهستکرد، که له م حاله ته دا به های (LST) به کيلقبينه ئه مه ش به م هاوکیشه یه ی خواره وه ئه نجام ده دریت:

$$(8-6) \dots\dots\dots [TB =] \left[\frac{K2}{\ln(K1/R+1)} \right]$$

Where

$K1 =$ Calibration Constant 1 (۶۰۷,۷۶)

$K2 =$ Calibration Constant 2 (۱۲۶۰,۵۶)

$R =$ Radiance values $W/m^2 SR\mu m$

$TB =$ Surface Temperature K

ههژمارکردنی (NDVI): ناماده کردنی بهای (NDVI) گرنگه، چونکه، دواتر، ریزه‌ی رووهک (Pv) که په یوه ندیبه کی زۆری به (NDVI) ههیه، دهرچوونی (ε) که په یوه ندی به (PV) ههیه، ده بپت ناماژه‌ی پین بکریت. به پپی هاوکیشه‌ی بههای (NDVI) ده سته که ویت:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \dots\dots\dots (9-6)$$

ههژمارکردنی ریزه‌ی رووهکی (PV) : به گشتی ده توانریت که مترین و زۆرتین به هاکانی وینه‌ی (NDVI) راسته و خو له وینه که دا پیشان بدریت. به پپی ئەم هاوکیشه‌ی خواره وه:

$$PV = \text{Square} \left(\frac{NDVI - NDVI\text{-min}}{NDVI\text{-max} - NDVI\text{-min}} \right) \dots\dots\dots (10-6)$$

ههژمارکردنی (ε - Emissivity): به پپی ئەم هاوکیشه‌یه:

$$\epsilon = 0.004 * Pv + 0.986 \dots\dots\dots (11-6)$$

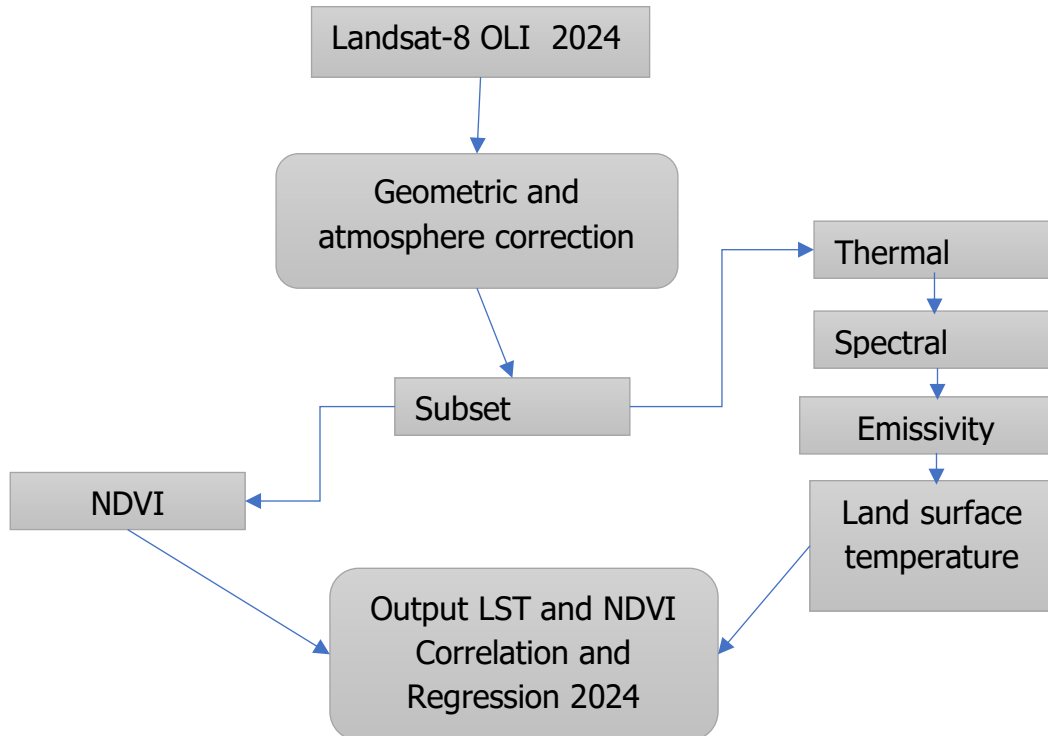
ههژمارکردنی پله‌ی گهرمی سهر رووی زهوی (LST): به پپی ئەم هاوکیشه‌ی خواره وه:

$$LST = (BT / (1 + (0.00115 * BT / 1.4388)) * \text{Ln}(\epsilon)) \dots\dots\dots (12-6)$$

له ههنگاوی کۆتاییدا، په که‌ی کیلقین بهم هاوکیشه‌یه‌ی خواره وه ده گۆرپریت بۆ په که‌ی سهدی (هاوکیشه‌ی 13-6):

$$TB = TB - 273.15 \dots\dots\dots (13-6)$$

هیلکاری ژماره (1) میتۆدی به کارهاتوو



دهرئه نجام

شيكاريي بهراوردكاريي پلهي گهرمي رووي زهوي (LST) له نيوان وهرزهكاني هاوين و بهاردا به بهكارهيناني

داتاي ههستهوهري له دوورهوه

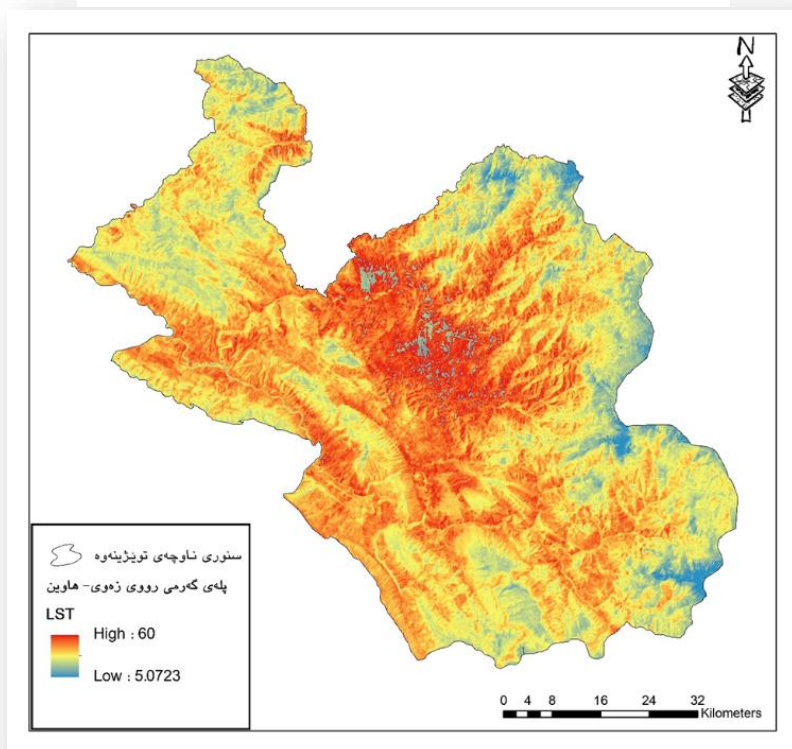
لهم تويزينهوهيهدا، شيكارييهكي وردى كاتي-شويني (spatiotemporal) بو پلهي گهرمي رووي زهوي (Land Surface Temperature - LST) له ناوچهي تويزينهوهدا نهجامدراوه، به پشت بهستن به پرؤسسكردنى ويئه سهتهلايتيبهكان. ئامانجى سهرهكى برىتى بوو له بهراوردكردنى ديناميكييه تي گهرمي نيوان دوو وهرزى سهرهكى هاوين و بههار.

بو وهرزى هاوين، له رېگهئى شيكردنهوهي كوومه له داتايهك كه پيكهاتبوو له (39) ويئه مانگى دهستكرد له كاته جياوازهكاندا، دهركهوت كه دابه شبوونى پلهي گهرمي رووي زهوي له مهودايهكي فراواندايه. نزمترین پلهي گهرمي تووماركوو (5.07) پلهي سهدي بووه، له كاتيكدى بهرزترین پله گهيشتووه ته (60) پلهي سهدي. ئه م مهودا فراوانه (thermal range) كه نزيكهئى (55) پلهي سهدييه، دهرخهري جياوازييهكي بهرچاوى تايبه تمه ندييه گهرمييهكاني رووي زهوييه، كه دهكرپت بگه ريندرپتهوه بو هوكارهكاني وهك جوړى رووپوشى زهوي (Land Cover)، رادهي شپى خاك و چرپى رووهك. نهخشهئى ژماره (2) ئه م دابه شبوونه شوينييهي پلهي گهرمي به روونى نيشان ده دات.

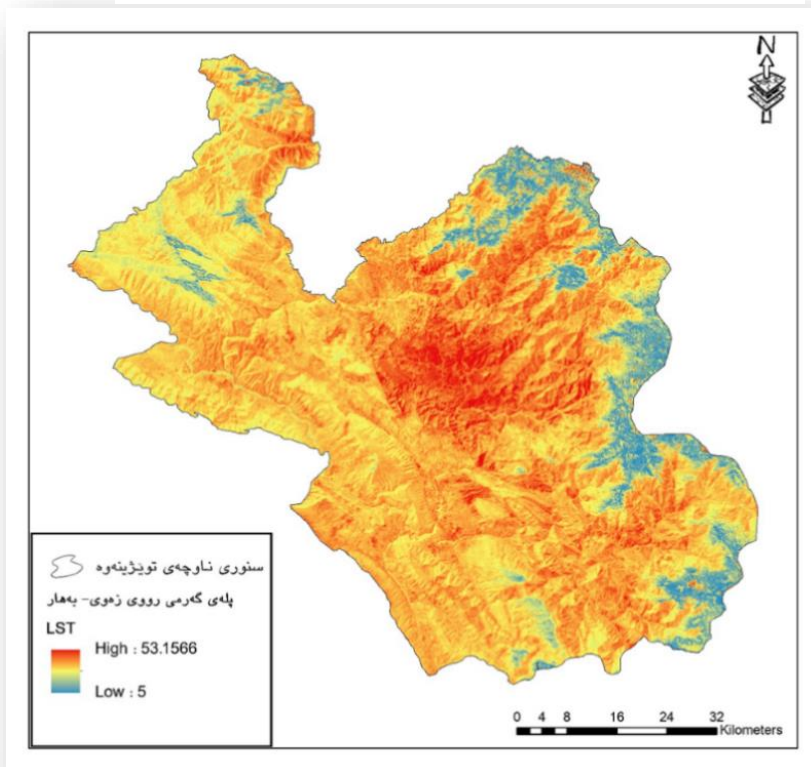
له لايهكي ديكهوه، بو هه لسه نگاندى وهرزى بههار، (28) ويئه مانگى دهستكرد شيكراونه تهوه. ئه نجامهكان دهريانخست كه پلهي گهرمي رووي زهوي له م وهرزهدا له نيوان (5) پلهي سهدي تا (53.1) پلهي سهدي گوړانكارى به سهردا هاتووه. وهك له نهخشهئى ژماره (3) دا دياره، جياوازيي گشتي پلهي گهرمي له م وهرزهدا (48.1) پلهي سهدي بووه.

شيكارييه بهراوردكارييه كه جياوازييه وهرزييه بنه رته تيبهكان ئاشكرا دهكات. له نيوان نزمترین پلهكاني گهرمييدا، جياوازييهكي كه م بهدي دهكرپت كه ته نها (0.07) پلهي سهدييه، ئه مهش ئه وه دهگه يه نيت كه ئه و رووبه رانهي له به هاردا ساردن (بو نموونه ئاوهكان يان ناوچه سيبه رهكان)، له هاوينيشدا به شپوهيهكي نزيك له يهك سارد ده ميئنه وه. به لام جياوازييه كه له بهرزترین پلهكاني گهرمييدا زور بهرچاوتره، كه دهگاته (6.9) پلهي سهدي. ئه مهش به هوئى چرپوونه وهي زياترى تيشكى خو، دريژبوونه وهي ماوهي رۆژ و كه مبوونه وهي شى له وهرزى هاويندا رووده دات، كه وادهكات رووبه ره رووتهكان و ناوچه ئاوه دانييهكان گهرمييهكي زور زياتر هه ليمزن و ئه م ده ره نجامانه گرنگي شيكاريي فره-كاتى (multi-temporal analysis) بو تيگه بشتن له گوړانكاريهي ژينگه يي و كهش وهه واييهكان دووپات ده كه نه وه .

نهخشه‌ی (2) پله‌ی گهرمی رووی زهوی (هاوین)



نهخشه‌ی (3) پله‌ی گهرمی رووی زهوی (به‌هار)



سه‌رچاوه‌ی نه‌خشه‌ی (3,2): کاری توێژه‌ر پشت به‌ست به GEE, Remote Sensing data

روپوۆشی پوووکی له وهرزهکانی (هاوین ، بههار) شیکاریی په یوهندی نیوان روپوۆشی پوووکی (NDVI) و پلهی گهرمی رووی زهوی (LST)

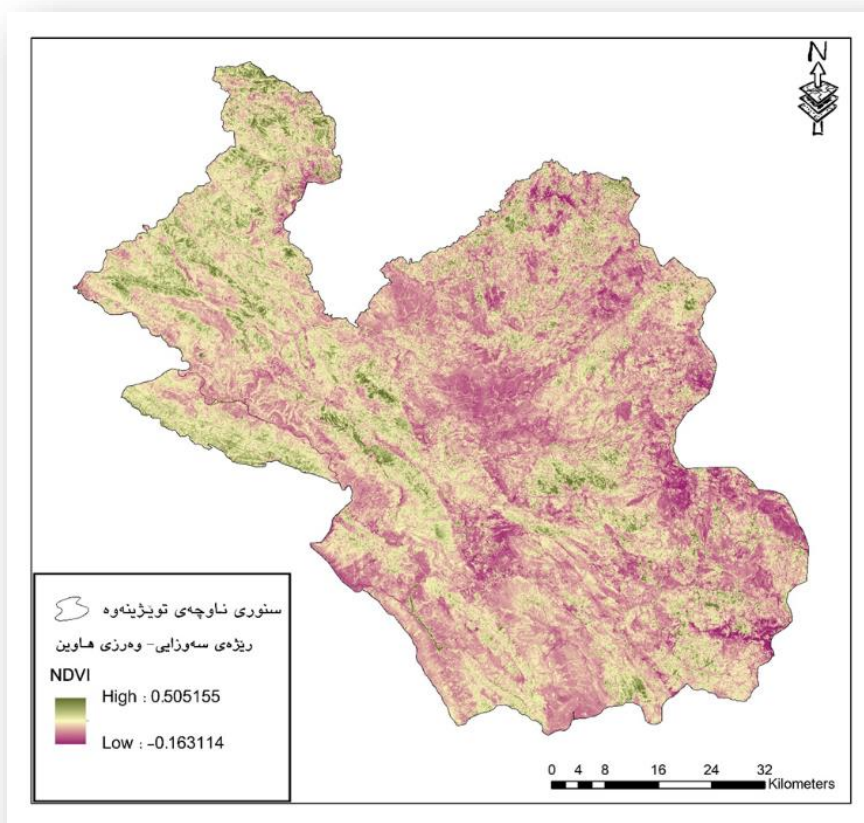
لهم توێژینه وهیه دا، په یوهندی نیوان روپوۆشی پوووکی و پلهی گهرمی رووی زهوی له رێگهی به کارهینانی پیوهری ستانداردکراوی جیاوازیی پوووک (NDVI) شیکراوه ته وه. ئەم پیوهره بۆ هه لسه نگاندنی چرپی و تهندروستیی پوووک به کاردیت و به هاکانی له نیوان -1 بۆ ناوچهی بێ پوووک و ئاو و +1 بۆ پوووکی زۆر چرپ و تهندروست دایه.

ئهنجامه کان بۆ وهزری هاوین، وهک له نه خشی ژماره (4) دا خراوه ته روو، ده ریده خهن که به هاکانی NDVI له ناوچهی توێژینه وه دا له نیوان (-0.16) بۆ (+0.50) بووه. ئەم مه و دایه ئاماژه یه بۆ بوونی پوووکی تا راده یه ک لاواز و پچر پچر له گه ل ناوچهی به رفرآوانی بێ پوووک یان خاکی رووت. به رزترین به های (+0.50) بوونی پوووکی مامناوه ند نیشان ده دات، له کاتیکدا به های نه رینی (-0.16) بوونی ئاو یان خاکی زۆر وشک و رووت ده سه لمینیت.

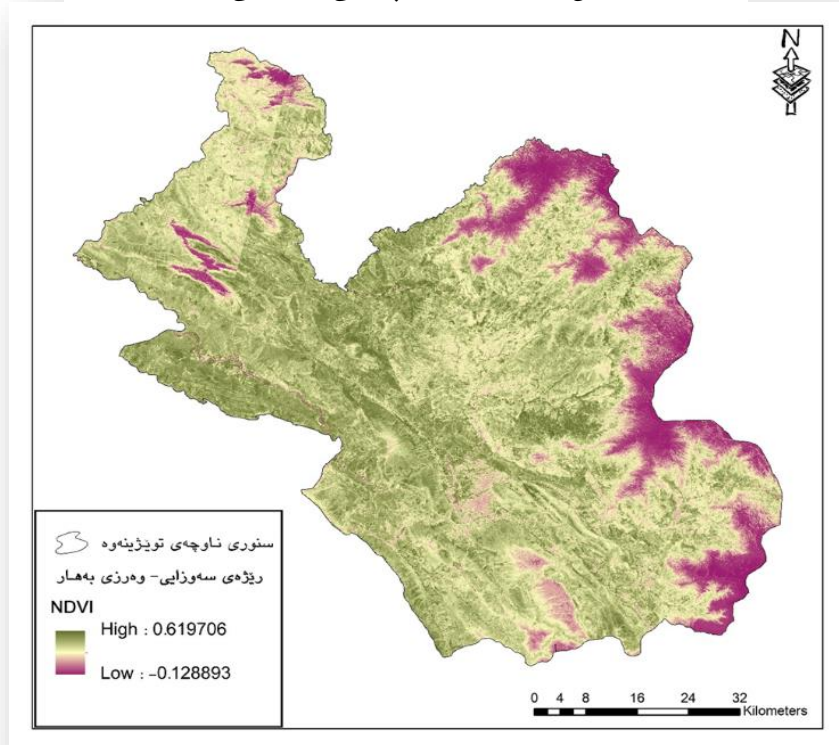
بۆ وهزری بههار، به پپی نه خشی ژماره (5)، رێژهی سه و زایی و روپوۆشی پوووکی به شیوه یه کی به رچاو زیاتر بووه، که به هاکانی NDVI له نیوان (-0.12) بۆ (+0.61) بووه. به رزبوونه وهی به رزترین به های بۆ (+0.61) ئاماژه یه کی روونه بۆ گه شه سه ندن و تهندروستیی باشتری پوووک لهم وهرزهدا به به راورد به وهزری هاوین. جیاوازیی گهرمی نیوان به هاکان لهم وهرزهدا (که نزیکه ی 0.73ه، ئەممه ش ده رخه ری فره چه شینی زیاتری روپوۆشی زهوییه له به هاردا. گرنگترین ده ره نجامی ئەم شیکردنه وه یه، ده رکه وتنی په یوهندیی کی پپچه وانهی (Inverse Correlation) روون و به هیزه له نیوان روپوۆشی پوووکی (نه خشی 4 و 5) و پلهی گهرمی رووی زهوی (نه خشی 2 و 3). واتا، هه رچه نده چرپی و رێژهی سه و زایی که متر بیته وه، پلهی گهرمی رووی زهوی به رزتر ده بیته وه.

ئەم په یوهندیی به تایبه تی له وهزری هاویندا زۆر به رجه سه یه. ئەو ناوچانه ی که که مترین رێژهی سه و زاییان هه یه، به تایبه تی له ناوه راستی ناوچهی توێژینه وه که دا، له هه مان کاتدا به رزترین پلهی گهرمییان تۆمار کردوه. ئەم دیارده یه له بهر ئەوه یه که پوووک له رێگهی کرداری ئاره قه کردن (transpiration) و دروستکردنی سیبه ر، ده بیته هۆی فینککردنه وهی ژینگه که ی، له کاتیکدا خاکی رووت و رووبه ره ده سترکه کان برپکی زۆر زیاتری تیشکی خۆر هه لده مژن، که ده بیته هۆی به رزبوونه وهی پلهی گهرمییان.

نەخشەى ژمارە (4) رووپۆشى رووهكى (هاوین)



نەخشەى ژمارە (5) رووپۆشى رووهكى (بەهار)



سەرچاوەى نەخشەى (4,5): کارى توپۆزەر پشت بەست بە GEE, Remote Sensing data

jsh.univsul.edu.iq

په یوه نډی نیوان پلهی گهرمی رووی زهوی و رووبه ری سهوزایی

له م توڤینه وه یه دا به ریگای شیکاری نیوان رووی زهوی (LST). بۆ ئەم مه به سته، هاوکۆلکه ی په یوه نډی نیوان دوو گۆراوی سه ره کیی خراوه ته روو: نیشاندهری (NDVI) و پلهی گهرمی رووی زهوی (LST). بۆ ئەم مه به سته، هاوکۆلکه ی په یوه نډی نیوان پیرسن (Pearson Correlation) و شیکاری پاشه کسه ی هیلی (Linear Regression) به کاره یئراون.

خشته ی ژماره (2) په یوه نډی (Correlation Matrix)

گۆراوه کان	NDVI	LST
NDVI	1.000	-0.8409
LST	-0.8409	1.000

له سه ر بنه مای داتا کانی سه ره وه، ده توانریت لیکدانه وه ی ده ره نجامه کان له م خالانه ده ستنیشانکران بخریته روو

ئاراسته ی په یوه نډی (Direction of Correlation):

هاوکۆلکه ی په یوه نډی (r) له نیوان NDVI و LST بریتیه له (-0.8409) نیشانه ی نه ری نی (سه لبی) ئامازه یه بۆ په یوه نډیه کی پیچه وانه. ئەمه به واتای ئەوه دیت که به زیادبوونی به هاکانی NDVI (واته زیادبوونی چری رووه ک)، به هاکانی LST (پلهی گهرمی رووی زهوی) داده به زن، و به پیچه وانه شه وه.

هیزی په یوه نډی (Strength of Correlation):

به های هاوکۆلکه که (0.8409) زۆر نزیکه له 1، که ئەمه ش نیشاندهری په یوه نډیه کی هیلی زۆر به هیزه له نیوان هه ردوو گۆراوه که دا. به پی پی پوه ره ستاندارده کان، هه ر په یوه نډیه ک له سه رووی 0.7 به "به هیز" یان "زۆر به هیز" داده نریت.

هاوکۆلکه ی دیاریکردن (Coefficient of Determination - R²):

له شیکاری پاشه کسه ی هیلیدا، "Multiple R" که به های 0.8409 سی هه یه، هاوتایه له گه ل به های هاوکۆلکه ی په یوه نډی پیرسن، چونکه شیکاری به ته نها له نیوان دوو گۆراودا کراوه. به دوو جا کردنی ئەم به هایه (-) $R^2 = 0.707 = (0.8409)^2$ ، هاوکۆلکه ی دیاریکردن به ده ست دیت. ئەمه ش واتای ئەوه یه که نزیکه ی 70.7% گۆرانکاری به کان له پلهی گهرمی رووی زهوی (LST) ده توانریت له ریگه ی گۆرانکاری له نیشاندهری رووه کی (NDVI) روونبکریته وه. ئەمه ش ده یسه لمی نیت که NDVI گۆراویکی پی شیبینی که ری زۆر کاریگه ره بۆ LST.

ده رخسته ی په یوه نډی نیوان روو پۆشی رووه کی (NDVI) و پلهی گهرمی رووی زهوی (LST)

به مه به سته لی کۆلینه وه له په یوه نډی نیوان روو پۆشی رووه کی و پلهی گهرمی، شیکاری به نیوانی به کاره یئانی مۆدیلی کۆرپه لیشه ی پی پیرسون و ریگریشن هیلی له سه ر (39) داتای هاوکات ئەنجام درا. ئەنجامی شیکاری په یوه نډیه که (Correlation Analysis) هاوکۆلکه یه کی پی پیرسونی (Multiple R) به بری -0.8409 نیشان دا.

ئەم بەها بەرزە ئاماژەیه بۆ بوونی پەیوەندییەکی نەرینی (بیچەوانە) و زۆر بەهیز لەنیوان دوو گۆراوەکەدا؛ واتە ھەرچەندە بەهای نیشانەری پوووک (NDVI) بەرزبیتەو، پلە گەرمی پوووی زەوی (LST) دادەبەزیت. بۆ تیگەبشتن لەرادە کاربەرییە، مۆدیلی ریگریشن ھیلی توانای پووونکردنەوێ مۆدیلەکی دەریخست. ھاوکۆلەکی دیاربکردن (R Square) بەبەهای 0.707 کە 70.7% ی کۆی گۆرانکارییەکانی پلە گەرمی پوووی زەوی (LST) دەتوانریت لەرێگە گۆرانکاری لەچری پوووکەو (NDVI) پووونکریتەو، کە ئەمەش نیشانە ئەوێ مۆدیلەکی توانایەکی زۆر باشی بۆ بیشبینیکردن ھەیه.

شیکاریی جیاوازی (ANOVA) گرنگیی ئاماریی مۆدیلەکی پشتراست کردەو، کە تییدا بەهای F-statistic یەکسان بوو بە (89.33) و ئاستی ماناداری (Significance F) بریتی بوو لە (2.09E-11) لەبەر ئەوێ ئەم بەهایە زۆر لە ئاستی ستانداردی (0.05) بچووکتەر، دەیسەلمینیت کە پەیوەندییەکی بەھیج شیوێیەکی پیکەوت نییە و لەپوووی ئامارییەو زۆر مانادارە (Highly Statistically Significant) لەکۆتاییدا، ھاوکۆلەکی گۆراوی NDVI لە مۆدیلەکەدا (-0.01197) بە شیوێیەکی کرداری پەیوەندییە بیچەوانەکە پووون دەکاتەو؛ واتە بۆ ھەریەکی بە زیادبوون لە بەهای NDVI، بیشبینی دەکریت پلە گەرمی پوووی زەوی بە بری (0.01) یەکە دابەزیت. ئەم دەرەنجامانە، کە لە خشتەکانی ژمارە 2,3,4 و گرافەکانی ژمارە 3,4 بۆ ھەردوو وەرزی بەھار و ھاوین بە شیوێی بینراو پشتراستکراونەتەو، بە شیوێیەکی زانستی پتەو دیاردە فیئیکەرەوێ پوووک لەسەر ژینگەکی دەسەلمین.

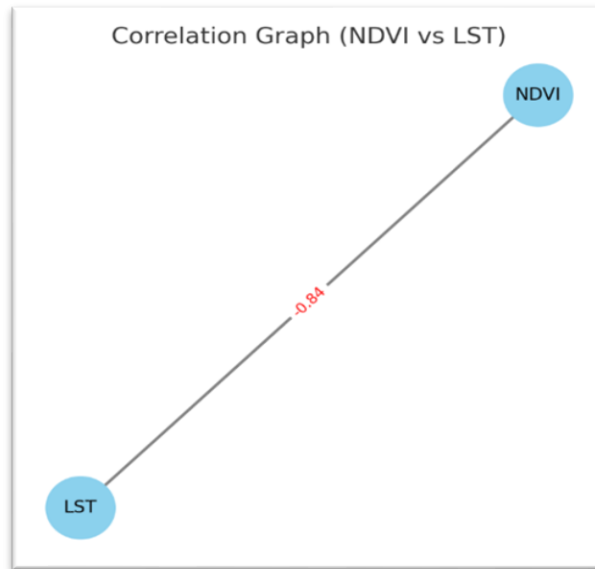
خشتە 3 (Correlation Matrix) پەیوەندی

گۆراوە	COEFFICIENT	P-VALUE	
INTERCEPT	0.491	4.72E-11	بری LST ئەگەر NDVI = 0
NDVI (X VARIABLE 1)	-0.01197	2.09E-11	بری LST داکویت بە 0.1197 بۆ ھەر زیادبوونی یەکی NDVI

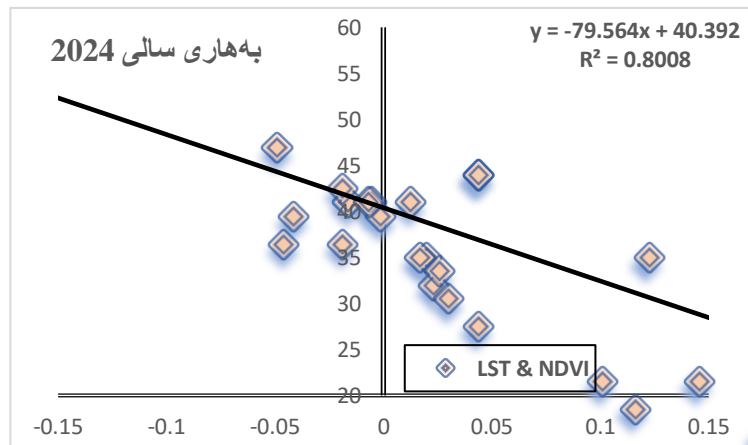
خشتە 4 (Regression Matrix) ریگریشن

بەش	DF	SS	MS	F	SIGNIFICANCE F
REGRESSION	1	0.251	0.251	89.33	2.09E-11
RESIDUAL	37	0.104	0.0028	—	—
TOTAL	38	0.355	—	—	—

گرافى ژماره (1) په یوه ندى نیوان پلهى گهرمى روى زهوى و روى پووشى روهكى بۇ وهرزى بهار

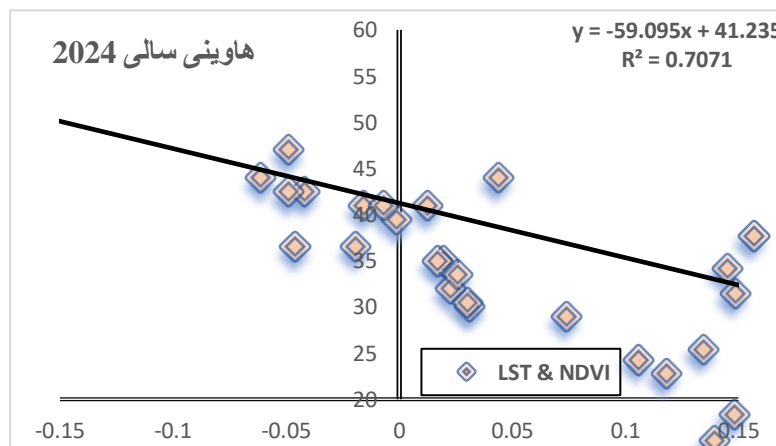


گرافى ژماره (2) په یوه ندى نیوان پلهى گهرمى روى زهوى و روى پووشى روهكى بۇ وهرزى بهار



سەرچاوه: پشت بهستن به خشتهى ژماره (1,2)

گرافى ژماره (3) په یوه ندى نیوان پلهى گهرمى روى زهوى و روى پووشى روهكى بۇ وهرزى هاوین



سەرچاوه: پشت بهستن به خشتهى ژماره (۱,۲)

پوخته ی دهره نجامه کان: (Conclusion)

ئهم توپژینه وه به شیوه به کی ئاماری و ورد، په یوه نیدی نیوان نیشاندهری جیاوازیی رووه کی ستانداردکراو (NDVI) و پله ی گهرمی رووی زهوی (LST) شیده کاته وه. دهره نجامه کان په یوه نیدی کی پیچه وانه ی به هیز و ئاماری مانادار له نیوان ههردوو گۆپاوه که دا دهره خات، که تپیدا هاوکۆلکه ی په یوه نیدی پیرسن (Pearson R) بریتییه له -0.8409 و ریژه ی روونکردنه وه (R^2) په کسانه به 0.707 . ئهمهش به واتای ئه وه دپت که نزیکه ی 71% گۆپانکاری له پله ی گهرمی رووی زهویدا ده گهرپته وه بۆ گۆپانکاری له چری رووه کدا.

ئهم دهره نجامه پشتراستی ئه و تپروانینه زانستییه ده کاته وه که چری و فراوانی رووه ک کاریگهرییه کی بهرچاوی له سه ر که مکردنه وه ی پله ی گهرمی رووی زهوی هه یه. ئهم کاریگهرییه ساردکه ره وه یه به شیوه یه کی سه ره کی له ریگه ی دوو میکانیزمه وه رووده ات: دروستکردنی سیهر (Shading) و هه لگه پانه ی تیشکه کان (Albedo) که ریگری له گه یشتنی راسته وخوی تیشکی خۆر ده کات. پرۆسه ی ئاره فکردنه وه (transpiration) ئهم پرۆسه یه شی له رووه که وه ده گوازیته وه بۆ بهرگه هه وا.

پاسپارده:

به له بهرچاوگرتنی ئهم په یوه نیدی به هیزه، نیشاندهری NDVI وه ک ئامرازیکی کیلی و کارا بۆ چاودیریکردنی ژینگه، به ریوه بردنی سه رچاوه کانی زهوی، و هه لسه نگانندی کاریگهری گۆپانکارییه کانی به کارهینانی زهوی داده نریت. بۆیه پیشنیار ده کریت که سیاسه تی به ریوه بردن و ریکاره ژینگه ییه کان پشت به م بنه ما زانستییه به ستن بۆ گه یشتن به بهرپیدانی به رده وام و ژینگه یه کی ته ندروستتر.

سه رچاوه:

1. Anbazhagan, S., & Paramasivam, C. R. (2016). Statistical correlation between land surface temperature (LST) and vegetation index (NDVI) using multi-temporal landsat TM data. *International Journal of Advanced Earth Science and Engineering*, 5(1), 333-346.
2. He, S., Zhang, C., Meng, F. R., Bourque, C. P. A., Huang, Z., Li, X., ... & Liu, C. (2024). Vegetation-cover control of between-site soil temperature evolution in a sandy desertland. *Science of the Total Environment*, 908, 168372.
3. Naserikia, M., Hart, M. A., Nazarian, N., Bechtel, B., Lipson, M., & Nice, K. A. (2023). Land surface and air temperature dynamics: The role of urban form and seasonality. *Science of The Total Environment*, 905, 167306.
4. Wang, F., Qin, Z., Song, C., Tu, L., Karnieli, A., & Zhao, S. (2015). An improved mono-window algorithm for land surface temperature retrieval from Landsat 8 thermal infrared sensor data. *Remote sensing*, 7(4), 4268-4289.
5. Zhou, S., Zheng, H., Liu, X., Gao, Q., & Xie, J. (2023). Identifying the effects of vegetation on urban surface temperatures based on urban-rural local climate zones in a subtropical metropolis. *Remote Sensing*, 15(19), 4743.

6. Qin, Q., Wu, Z., Zhang, T., Sagan, V., Zhang, Z., Zhang, Y., ... & Zhao, C. (2021). Optical and thermal remote sensing for monitoring agricultural drought. *Remote Sensing*, 13(24), 5092.
7. Yun, S. H. A. O., & Hasi, T. (2019). Research advances of SAR remote sensing for agriculture applications: A review. *Journal of integrative agriculture*, 18(3), 506-525.
8. Nimish, G., Bharath, H. A., & Lalitha, A. (2020). Exploring temperature indices by deriving relationship between land surface temperature and urban landscape. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 18, 100299.
9. Huang, S., Tang, L., Hupy, J. P., Wang, Y., & Shao, G. (2021). A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. *Journal of forestry research*, 32(1), 1-6.
10. Faqe Ibrahim, G. R. (2017). Urban land use land cover changes and their effect on land surface temperature: Case study using Dohuk City in the Kurdistan Region of Iraq. *Climate*, 5(1), 13.
11. 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(4), 335-344.
12. Quattrochi, D. A., & Luvall, J. C. (1999). Thermal infrared remote sensing for analysis of landscape ecological processes: methods and applications. *Landscape ecology*, 14(6), 577-598.
13. Townshend, J. R., & Justice, C. O. (1986). Analysis of the dynamics of African vegetation using the normalized difference vegetation index. *International journal of remote sensing*, 7(11), 1435-1445.
14. *Soran Independent Administration Office (1/1/2022)*.

