نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال هجدهم، شماره ۴۸، بهار ۹۷

تخمین دمای هوا بر اساس پارامترهای محیطی با استفاده از داده های سنجش از دور

دریافت مقاله: ۹۶/۷/۵ **پذیرش نهایی**: ۹۶/۱۲/۱۷

صفحات: ۱۵۲-۱۳۱

چنور محمدی: دانشجوی دکتری اقلیم شناسی ماهواره ای دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
chenour.mohammadi@modares.ac.ir
منوچهر فرج زاده: استاد گروه اقلیم شناسی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.[1]
farajzam@modares.ac.ir
یوسف قویدل رحیمی: دانشیار گروه اقلیم شناسی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
webclima@gmail.com
عباسعلی علی اکبربیدختی : استاد گروه هواشناسی دانشگاه تهران، تهران، ایران.
bidokhti@ut.ac.ir

چکیده

هدف این مطالعه تخمین دمای هوای میانگین ماهانه با استفاده ازداده های دمای سطح زمین، شاخص تفاضلی نرمال شده پوشش گیاهی، عرض جغرافیایی، ارتفاع، شیب و کاربری اراضی در دوره زمانی ۲۰۱۵-۲۰۰۱ است. علیرغم برخی تشابهات فضایی بین الگوهای فضایی دمای هوا و دمای سطح زمین، این دو متغیر تغییرپذیری کاملا متفاوتی دارند بطوریکه ضریب تغییرپذیری دمای هوا چهار برابر دمای سطح زمین به دست آمد. همچنین نتایج تحلیل حاکی از این است که در زمستان ارتفاع نقش کلیدی را در توزیع پراکندگی اختلافات دمای سطح زمین ودمای هوا دارد، در حالیکه در دیگر فصول نقش شیب و پوشش گیاهی مشخص تر است. پس از مشخص کردن الگوهای فضایی دمای سطح زمین و دمای هوا، اقدام به تخمین دمای هوا از طریق مدل های رگرسیون با وضوح فضایی ۰/۱۲۵ درجه گردید. پایین ترین مقدار خطا در ماه های مه و اوت با ضریب تبیین ۷۰ درصد و خطای استاندارد ۱ درجه سانتیگراد به دست آمد. همچنین حداکثر خطا در فاصله ماه های می تا آگوست با ضریب تبیین ۵۹ تا ۶۳ درصد و خطای استاندارد ۱/۶درجه سانتیگراد محاسبه گردید که در سطوح ۰/۰۵ معنی دار هستند. به علاوه نتایج حاصل از ارزیابی هر ماه نشان داد که تخمین دمای هوا در ماه های سرد (نوامبر، دسامبر، ژانویه، و فوریه و مارس) دارای دقت بیشتری است. با در نظر گرفتن کاربری های مختلف، بالاترین ضریب تبیین به مناطق آبی و شهری با ضریب تبیین ۹۶ تا ۹۹ درصد در ماه های گرم و پایین ترین ضریب تبیین به جنگل مخلوط و علفزار با ضریب تبیین ۱۵ تا ۳۶ درصد در ماه های سرد مربوط است.

کلیدواژگان: دمای هوا، دمای سطح زمین، کاربری اراضی، مدلهای تخمین دمای هوا، رگرسیون

---

۱. **نویسنده مسئول:** تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم انسانی، گروه اقلیم شناسی. ۰۹۱۲۱۷۲۳۱۲۴

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]

مقدمه

شناسایی الگوی فضایی دمای هوا (T_a) از مهمترین اهداف اقلیم شناسان محسوب می شود . دمای هوای نزدیک سطح که توسط ایستگاه های جوی اندازه گیری شده است اطلاعات محدود و کمی در مورد توزیع فضایی الگوی دمای هوا در اختیار قرار می دهد (سان[۲] و همکاران،۲۰۱۴: ۸۲). تخمین درست الگو در دامنه وسیعی از علوم نظیر هیدرولوژی، اکولوژی و هواشناسی (ونبین[۳] و همکاران، ۲۰۱۳: ۶۳) و زیست شناسی بیماری های منتقله از طریق ناقلین کاربرد دارد (بنالی[۴] و همکاران: ۲۰۱۲، ۱۰۸). امروزه علم سنجش از دور قابلیت بالایی در تخمین بزرگ مقیاس دمای هوا با استفاده از تصاویر دمای سطحی را داراست (جنتیان و همکاران، ۲۰۱۶: ۱۱۸۲). پژوهشهای متعددی در این ارتباط صورت گرفته است. (بنالی و همکاران ۲۰۱۲) در پرتغال از داده های دمای سطح زمین (LST[۵]) مودیس استفاده نمودند و با استفاده از ۱۴ مدل بکارگرفته شده، مجذور مربع خطای میانگین (RMSE[۶]) میانگین دمای هوا را در بهترین مدل ممکن ۱,۳۳ درجه سانتیگراد و در بدترین مدل ۲,۲۴ درجه سانتیگراد بدست آوردند. (جنتیان و همکاران، ۲۰۱۶) با استفاده از متغیرهای مختلف نظیر تابش، زاویه سمت الرأس خورشید ، عرض جغرافیایی ، ارتفاع ، بازتاب و شاخص پوشش گیاهی و با استفاده از ۱۴ مدل رگرسیونی دمای هوا را از طریق تصاویر LST مودیس برآورد نموده اند. نتایج تخمین دمای روزانه و هفتگی با دقت مناسب و با خطای بین ۲,۳ و ۱,۸ درجه سانتیگراد را نشان داده است. (نوی پان[۷] و همکاران، ۲۰۱۷) با استفاده از ماشین بردار پشتیبان و مدلهای جنگل تصادفی به تخمین دمای هوا از روی تصاویر LST مودیس پرداختند. نتایج در بهترین حالت ممکن دارای مجذور مربع خطای میانگین ۱,۲ درجه سانتیگراد برای دمای میانگین هوا بود . همچنین عملکرد بهتر مدلهای جنگل[۸] تصادفی نسبت به ماشین بردار پشتیبان تأیید شد. در کار جالب (سان و همکاران، ۲۰۱۴) منطقه مطالعاتی به سه بخش دشت، نواحی کوهستانی و نواحی کوهستانی با ارتفاع بسیار بالا تقسیم شدند. از داده های پوشش گیاهی EVI[۹] و داده های دمای LST مودیس استفاده و روش TVX[۱۰] بکار گرفته شد . نتایج دقت بسیار بالای مدل بترتیب در نواحی دشت ، نواحی کوهستانی و نواحی کوهستانی با ارتفاع بسیار بالا بترتیب با ضریب تبیین ۰,۹۷، ۰,۹۸ و ۰,۹۶ و با RMSE بترتیب ۱,۸۴، ۲,۳۴ و ۲,۴۵درجه کلوین را نشان داد. در کارهای ذکر شده برخی محققین علاوه بر دمای میانگین هوا، دمای حداقل و حداکثر هوا را نیز بررسی نمودند. اما ونبین و همکاران (۲۰۱۳) تنها دمای حداقل و حداکثر و (پون[۱۱] و همکاران، ۲۰۱۴)، تنها دمای حداقل را مورد بررسی قرار دادند که ونبین و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند نتایج در مورد داده های میانگین حداکثر هوا به خوبی عمل نکرده و مجذور مربع خطای میانگین بالای ۶ درجه سانتیگراد بدست آمد اما با بکارگیری روش TVX این خطا از ۶ درجه به ۳,۷۹ درجه

2 Sun
3 Wenbin
4 Benali
5 Land Surface Temperature
6 Root Mean Square Error
7 Noi Pan
۸. جنگل‌های تصادفی یا جنگل‌های تصمیم تصادفی یک روش یادگیری ترکیبی برای دسته‌بندی، رگرسیون می‌باشد، که بر اساس ساختاری متشکل از شمار بسیاری درخت تصمیم، بر روی زمان آموزش و خروجی کلاس‌ها (کلاس‌بندی) یا برای پیش بینی‌های هر درخت به شکل مجزا، کار می‌کنند
9 Enhanced vegetation Index
10 Temperature Vegetation Index
11 Peon

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]

سانتیگراد کاهش یافت. شن[12] و لپتوک[13] (۲۰۱۱) با دخالت کاربری اراضی و با تصاویر LST مودیس و با بکارگیری مدل رگرسیونی در نواحی مرکزی و شرقی اوراسیا، خطای مطلق میانگین دمای حداکثر هوا را روی بیشه زار و علفزار بترتیب ۲,۴ و ۳,۲ درجه سانتیگراد و برای دمای حداقل ۳ درجه سانتیگراد بدست آوردند. ونکوتسم[14] و همکاران (۲۰۱۰) در اکوسیستمهای مختلف در افریقا و با روشهای رگرسیونی به این نتیجه رسیدند که اختلاف بین دمای سطحی و دمای حداکثر هوا شدیدا با تغییر اکوسیستم، تابش، ابرناکی و بطور فصلی تغییر می کند. آنها بطور جدا زاویه سمت الرأس خورشید و NDVI[15] را در برآورد دمای حداکثر هوا با استفاده از تصاویر LST بکار گرفتند و ارتباط معناداری بین این پارامترها مشاهده ننموده و پژوهشهای تکمیلی را پیشنهاد کردند. ژو[16] و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه ای که در منطقه نسبتا کوچک انجام دادند دریافتند که دقت رگرسیون خطی چند متغیره پیس وایز[17] در برآورد دمای هوا جز در موارد معدودی از رگرسیون ساده بالاتر است.در ایران مطالعات محدودی در این زمینه انجام شده است. لاله و همکاران (۱۳۸۹) دمای هوا را با استفاده از روش TVX در حوضه آبریز سفیدرود تخمین زدند. نتایج نشان داد که استفاده از روش همبستگی منفی بین دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی در مناطق با پوشش های متراکم از نتایج قابل قبولی برخوردار است. واعظ موسوی و مختارزاده (۱۳۹۴) با استفاده از محصول دمای سطح زمین مودیس، ۳ مدل مختلف را برای ایجاد ارتباط میان دمای سطح زمین و دمای هوا بررسی کردند .آن ها نتیجه گرفتند که به کارگیری مدلی که با استفاده از داده شبانه به تخمین دمای هوا می پردازد مناسب تر است. در این پژوهش سعی شده است در پهنه ایران با استفاده از داده های LST، ارتفاع ، شیب، عرض جغرافیایی و کاربری اراضی به تخمین دمای هوای پرداخته شود.

روش تحقیق

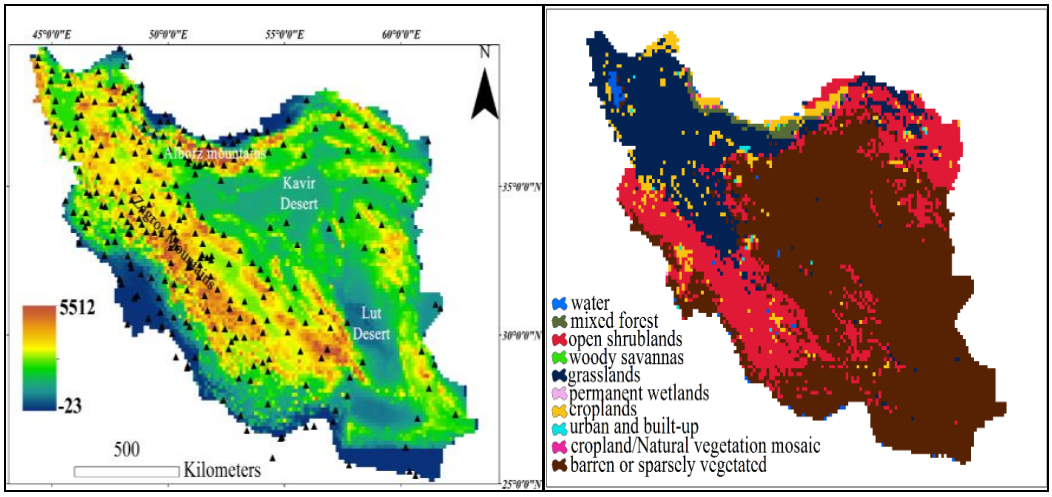
منطقه مطالعه

ایران در محدوده جغرافیایی تقریباً ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی و ۴۵ تا ۶۰ درجه طول شرقی واقع شده است شکل(۱). توصیفی از دماهای سطحی ایران توسط مرادی و همکاران (۲۰۱۶) توسط داده های مودیس انجام شده است و نواحی دمایی ایران به چهار دسته اصلی خیلی داغ، گرم ، معتدل و سرد تقسم شدند . نواحی معتدل و سرد در کوههای زاگرس و البرز واقع شده اند در صورتیکه نواحی گرم و داغ در بیابانها و عرضهای جنوبی ایران دیده شده اند. قاسمی (۲۰۱۵) تغییرات روند دمای هوا در سالهای ۱۹۶۱-۲۰۱۰ در ایران را بررسی نمود و نشان داد دما بطور کلی در یک روند افزایشی با مقدار بین ۰,۰۹ تا ۰,۳۸ درجه سانتیگراد در دهه روند صعودی دارد که این روند افزایش در بهار و تابستان مشهودتر است. شکل(۱) توزیع فضایی ایستگاههای مورد مطالعه را نمایش می دهد. عدم توزیع مناسب ایستگاه‌ها در قسمت‌های مرکزی ایران کاملا

12 Shen
13 Leptoukh
14 Vancutsem
15 Normalized Difference Vegetation Index
16 Zhou
17 piecewise multi-variable linear regression

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]

مشخص است که این عامل لزوم استفاده از تصاویر ماهواره ای را دو چندان می نماید. شکل(۱) توزیع کاربری اراضی را در سطح کشور نشان می دهد.



شکل (۱). نقشه منطقه مورد مطالعه(ایستگاه های جوی دارای کاملترین آمار در بازه زمانی ۲۰۱۵-۲۰۰۱) در تصویر با سمبل مثلث نشان داده شده است (راست). توزیع کاربری اراضی در منطقه مطالعه (چپ).

داده و روش

جدول (۱) مشخصات داده های مورد استفاده را نشان می دهد. در این مطالعه بدلیل استفاده از منابع داده ای گوناگون با وضوح فضایی متفاوت بدلیل دستیابی به یک الگوی فضایی مشخص ، تمامی نقشه ها براساس وضوح فضایی ۰,۱۲۵ درجه قوسی تبدیل شدند . این کار در نرم افزار GIS و با روش درونیابی bilinear انجام شده است. از آنجایی که هدف اساسی این تحقیق آشکارسازی و تبیین ارتباط فضایی بین میانگین ماهانه دمای هوا و میانگین ماهانه دمای سطح زمین(MOD11C3) میباشد در این راستا از مدل های تحلیل روابط فضایی مانند تحلیل همبستگی فضایی در سطح اطمینان ۰/۹۵ (P_value=0.05)، استفاده گردید. با استفاده از تحلیل های آمار فضایی که مبتنی بر ویژگی های توزیع فضایی متغیر در سطح منطقه هستند، ویژگی های آماری توزیع فضایی دمای هوا، و دمای سطح زمین مشخص گردید، الگوی توزیع فضایی این دو مؤلفه نیز با بکارگیری شاخص خودهمبستگی فضایی MORAN عمومی مشخص گردید. همچنین ارتباط بین دمای هوای ایستگاهی با داده های مودیس و داده های دمای هوای داده های ERA-interim با داده های دمای مودیس مشخص گردید. در انتها براساس نوع کاربری اراضی مدل‌های رگرسیونی برآورد دمای هوای بر اساس دمای سطحی، ارتفاع، شیب، پوشش گیاهی و عرض جغرافیایی ارایه شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]

جدول (۱). مشخصات داده های مورد استفاده در تحقیق

داده	نام	منبع	رزلوشن فضایی
میانگین دمای هوا	ERA-Interim	ERA-Interim mean daily data	0.125 درجه قوسی
	شبکه ایستگاه های هواشناسی کشور	IRIMO	۲۸۰ایستگاه سینوپتیک
دمای سطح زمین	MOD11C3	MODIS-Land webpage	۰,۰۵ درجه قوسی
پوشش گیاهی	MOD13C2	MODIS-land webpage	۰,۰۵ درجه قوسیی
ارتفاع و درجات شیب	-DEM	ASTER	۳۰ متر
عرض جغرافیایی	تصویر زمین مرجع شده با داتوم -WGS 84		۰,۱۲۵درجه قوسی
کاربری اراضی	MCD12C1	MODIS-land webpage	۰,۰۵ درجه قوسی

میانگین دمای هوای مشاهداتی ERA-interim

دی[18] و همکاران (۲۰۱۱) چگونگی تولید داده های ERA-interim با طرح داده گواری در چرخه ۱۲ ساعتی را توصیف کرده است. در هر چرخه ، مشاهدات با اطلاعاتی که توسط مدلهای پیش بینی بدست آمده است ترکیب می شوند که حالت جو و سطح زیرین آن را تخمین می زنند . آن ها اشاره کرده اند این فرایند به داده های سطحی ،نزدیک سطح و داده های جو بالا نیازمند است. این داده ها دارای ده وضوح فضایی مختلف می باشد که در این مقاله از داده های دمای میانگین روزانه در وضوح فضایی ۰,۱۲۵ درجه استفاده شده است.

میانگین دمای هوای مشاهداتی ایستگاهی

داده های میانگین دمای هوای روزانه از ۲۸۰ ایستگاه سینوپتیک از سازمان هواشناسی ایران طی دوره مطالعاتی ۲۰۰۱-۲۰۱۵ دریافت گردید. داده های ایستگاههای سینوپتیک بصورت هشت بار در روز و در فواصل زمانی ۳ ساعته فراهم می شوند. در این پژوهش از داده های روزانه مطابق با گذر ماهواره های مورد نظر استفاده شده است.

دمای سطح زمین LST

داده های دمای سطح زمین یکی از محصولات بخش زمینی سنجنده مودیس می باشد که ۷ محصول دمای سطح زمین (LST) را بطور جدا برای دو ماهواره ترا و اکوا با وضوح فضایی جهانی و ناحیه ای و وضوح زمانی روزانه، هشت روزه و ماهانه فراهم می نماید. در این مطالعه از میانگین روزانه ی محصولات MOD11C3 و MYD11C3 (تر[19]ا و آکوا[20])استفاده شده است . این محصول در وضوح فضایی ماهانه و در مقیاس فضایی ۰,۰۵ درجه فراهم می گردد.

18 Dee
19 Terra
20 Aqua

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]

پوشش گیاهی

شاخص های پوشش گیاهی شبکه بندی شده سنجنده مودیس بصورت۱۶ و۳۰ روزه می باشد که با تصحیحات اتمسفری-در شرایط عاری از ابر و با تعدیل در نقطه نادیر با وضوح ۲۵۰متر- یک کیلومتر و ۰٫۰۵درجه فراهم شده اند .که وضوح فضایی ۰٫۲۵ درجه بعنوان شبکه مدلسازی اقلیمی شناخته میشود. دو الگوریتم به منظور برآورد شاخص پوشش گیاهی در محدوده مادون قرمز نزدیک و قرمز استفاده می شود که عبارتست از :NDVI وشاخص پوشش گیاهی بارزسازی شده (EVI). در این مطالعه از محصول ماهانه MOD13C2 با وضوح فضایی ۰٫۰۵ درجه به منظور برآورد NDVI استفاده شده است. داده های ماهانه میانگین گیری شد و در مقیاس سالانه مورد استفاده واقع شده است. این شاخص برای دوره مطالعه بطور سالانه در دامنه ای بین ۰/۱- تا ۰/۷۵ بی بعد قراردارد.

داده های توپوگرافی(ارتفاع و شیب)

در این پژوهش از داده های مدل ارتفاع رقومی سنجنده ASTER در وضوح فضایی ۳۰ متر استفاده شده است . ناحیه مورد مطالعه در دامنه ارتفاعی بین۲۳- تا ۵۵۱۲ متر قرار دارد. نقشه شیب در قالب درجه از روی این مدل در نرم افزار GIS تهیه گردید.

کاربری اراضی

در این مطالعه از داده کاربری اراضی مودیس با نام اختصاریMCD12C1 استفاده شده است. این محصول شامل ۵ لایه مختلف طبقه بندی است که یکی از آنها IGBP[۲۱] می باشد که دارای ۱۷ نوع شاخص کاربری اراضی است. این نوع طبقه بندی بر اساس طبقه بندی نظارت شده می باشد. جدول(۲). وضوح فضایی این محصول ۰٫۰۵ درجه و دارای وضوح زمانی سالانه می باشد.

جدول (۲). ۱۷ نوع کاربری اراضی در محصول MCD12C1 کاربری اراضی مودیس و تعداد پیکسلهای هر کاربری در وضوح فضایی ۰٫۱۲۵×۰٫۱۲۵ درجه برای ایران

تعداد پیکسل	نام	مقدار
۵۷	آب	۰
	جنگل سوزنی برگ همیشه سبز	۱
	جنگل پهن برگ همیشه سبز	۲
	جنگل سوزنی برگ خزان دار	۳
	جنگل پهن برگ خزان دار	۴
۱۰۶	جنگل مخلوط	۵
	بیشه زار بسته	۶
۲۰۸۴	بیشه زار باز	۷
۲	ساوانای پردرخت	۸
	ساوانا	۹

21 International Geosphere–Biosphere Programme Classification

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]

۱۰	علفزار	۱۸۱۲
۱۱	تالاب دائمی	۳
۱۲	کشتزار	۴۱۴
۱۳	شهر و ساخته شده	۲۴
۱۴	کشتزار/پوشش گیاهی طبیعی	۱۵
۱۵	برف و یخ	
۱۶	بایر و پوشش تنک گیاهی	۵۴۷۸
۲۵۴	طبقه بندی نشده	

عرض جغرافیایی

یکی از مهمترین پارامترهایی که به دلیل تاثیر بسیار بالای آن در دما مورد استفاده قرار میگیرد عرض جغرافیایی است. روادکار[۲۲] و همکاران (۲۰۱۳) تاثیر عرض جغرافیایی را در وقایع حدی دمایی مورد بررسی قرار داده اند و نقش آن را به همراه ارتفاع برای آسیای جنوبی تفسیر کرده اند. بدلیل تغییرات عرضی زیاد ایران در این پژوهش این عامل مورد استفاده قرار گرفته است که از لایه های رستری مورد نظر براساس داتوم WGS1984 در نرم افزار GIS استخراج شد. عرض ایران در دامنه ای بین ۲۵تا ۴۰ درجه در ابعاد ۰,۱۲۵ درجه قرار دارد.

نتایج

در شکل(۲) میانگین سالانه بلندمدت دمای هوا و دمای سطح زمین درایران ارائه شده است. در جدول (۳) مشخصات آمار فضایی میانگین دمای هوا و دمای سطح زمین و ویژگی های توزیع فضایی این دو مولفه در منطقه مورد بررسی نشان داده شده است. همانطور که مشاهده میگردد، میانگین فضایی دمای سطح زمین در منطقه مورد بررسی برابر۳۶,۶ درجه سانتیگراد است. در پهنه فضایی ایران به طور متوسط حدود ۶,۳۵ ± درجه سانتیگراد انحراف نسبت به این میانگین مشاهداتی وجود دارد. بنابراین تغییرپذیری فضایی سالانه دمای سطح زمین برابر ۱۷درصد میباشد. میانگین دمای هوا در منطقه مورد بررسی برابر ۱۸,۰۴ درجه سانتیگراد می‌باشد در حالی که میزان انحراف از این میانگین برابر۷,۴۶ درجه سانتی گراد بوده است بنابراین ضریب تغییرپذیری فضایی سالانه در دوره مطالعه دمای هوا در ایران برابر ۴۱درصد است. اختلاف زیادی بین دمای هوا و سطح زمین وجود دارد. می توان گفت به دلیل تنوع مواد تشکیل دهنده سطح (آسفالت، خاک، تنوع پوشش گیاهی و غیره) و به دنبال آن ویژگی های حرارتی و بازتاب این مواد مانند گرمای ویژه، ظرفیت گرمایی، رسانایی و بازتاب و آلبدو، دمای سطح زمین الگوهای مختلفی را در رابطه با تابش آفتاب نشان می دهد (گوان[۲۳] ۲۰۱۱؛ یانگ[۲۴] ۲۰۱۱). بنابراین تغییرات فضایی دمای سطح در کوتاه مدت در مقایسه با دمای هوا بالاتر است. در حالیکه تغییرات دمای هوا در سال های مختلف به دلیل تغییر شرایط سینوپتیک و ابرناکی و ورود توده هواهای مختلف به منطقه مطالعه بالاتر است. برای آگاهی از الگوی توزیع فضایی دو مولفه دمای هوا و دمای سطح

22 Revadekar
23 Guan
24 Yang

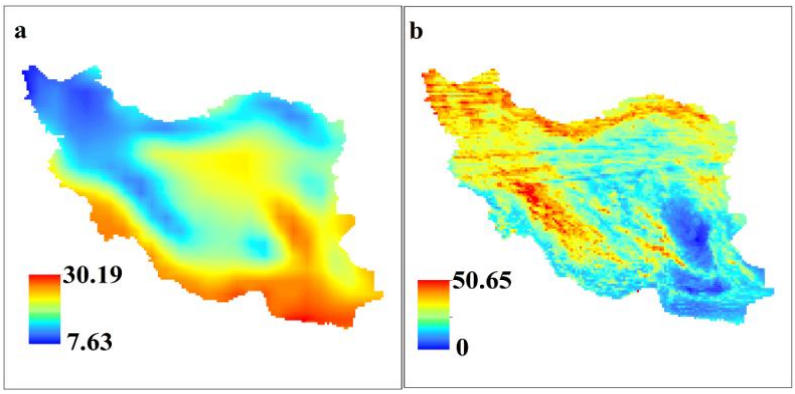
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]

زمین در منطقه مورد مطالعه از شاخص خودهمبستگی فضایی Moran عمومی استفاده شده است که نتایج آن نیز در جدول (۳) ارائه شد. همانطور که مشاهده میگردد، برای دمای هوا و دمای سطح زمین مقدار شاخص Moran مشاهداتی به ترتیب برابر ۰/۹۸ و ۰/۸۷ بوده است که نشان دهنده این است که توزیع فضایی این دو متغیر در منطقه به هیچ وجه تصادفی نیست و کاملا توزیع خوشه ای دارد. جدول (۴) همبستگی بین دمای سطح زمین را با داده های دمای هوای استخراج شده از منبع داده ای ERA-Interim و همچنین با داده های دمای هوای مشاهداتی ایستگاهی نشان می دهد. در ماههای سرد همبستگی نسبت به ماه های گرم بالاتر است. همچنین همبستگی قوی تر دمای سطح زمین با داده های بازتحلیل دمای هوا نسبت به داده های ایستگاهی دمای هوا کاملا مشهود است. در هر دو مورد همبستگی در سطح ۰,۰۱ معنی دار است. به طور کلی همبستگی بالای بین این دو متغیر به دلیل تبادل حرارتی بالا بین هوا و سطح زمین است(شن و لپتوک، ۲۰۱۱). کاواشیما[۲۵] و همکاران (۲۰۰۰) در پژوهشی که در راستای ارتباط بین دمای هوا و دمای سطحی انجام داده است نشان داده که دمای سطحی تا ۸۰ درصد تغییرات دمای هوا را تبیین می کند با این وجود وارونگی که در فصول سرد رخ می دهد ممکن است باعث تشدید این همبستگی شود. به عبارت دیگر، آهنگ افت محیطی نقش کلیدی در میزان این همبستگی ایفا می کند. پپین[۲۶] و همکاران (۲۰۱۵) ارتباط بین دمای هوا و دمای سطحی را با دخالت دادن پارامتر ارتفاع و پوشش گیاهی بررسی کرده اند و نشان دادند اختلاف بین این دو با ارتفاع کاهش می یابد و پوشش گیاهی میتواند بعنوان متغیری برای پیش بینی این اختلافات عمل کند اما در نواحی کوهستانی پیچیده، کنترل این اختلافات توسط این پارامتر نیز تا حدی اثبات نشده است.

شکل (۳) قدر مطلق اختلافات بین دمای هوا و دمای سطحی را در مقیاس زمانی فصلی نشان می دهد. بیشترین اختلافات در ماه تابستان در مناطق مرکزی ایران مشاهده می گردد . درصورتیکه با نزدیک شدن به مناطق ساحلی از اختلافات کاسته شده است. شن و لپتوک (۲۰۱۱) نیز کمترین همبستگی میان دمای هوا و سطح را در مناطق خشک و در تابستان به دست آوردند. آن ها بیان کردند که در مناطق خشک، زمانی که دمای هوا بالاتر از ۱۰ درجه است دمای سطح در تابستان بسیار بالاتر از دمای هوا است در حالی که در زمستان دمای سطح اندکی از دمای هوا پایین تر است. این امر باعث اختلاف بالاتر میان دمای هوا و سطح در طول تابستان و مناطق داخلی ایران که بدون پوشش گیاهی و یا دارای پوشش اندک هستند می شود. جدول (۵) همبستگی فضایی بین پارامترهای دخالت داده شده در مطالعه حاضر را با قدر مطلق اختلاف بین دمای هوا و دمای سطحی را نشان می دهد. نکته مهم حائز اهمیت این جدول اینست که با افزایش عرض جغرافیایی، افزایش NDVI ، افزایش شیب و افزایش ارتفاع از میزان اختلافات کاسته شده و همانطور که مشاهده می گردد رابطه ها منفی می شود که در سطح ۰,۰۱ معنادار است اما این نوع رابطه کامل نبوده و در سرتاسر ایران صدق نمی کند. تنها در ماه تابستان ارتباط بین ارتفاع و این اختلافات و همچنین عرض جغرافیایی و این اختلافات مثبت است بدین معنی که با افزایش ارتفاع و افزایش عرض جغرافیایی، اختلافات نیز افزایش می یابد.

25 Kavashima
26 Pepin

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]



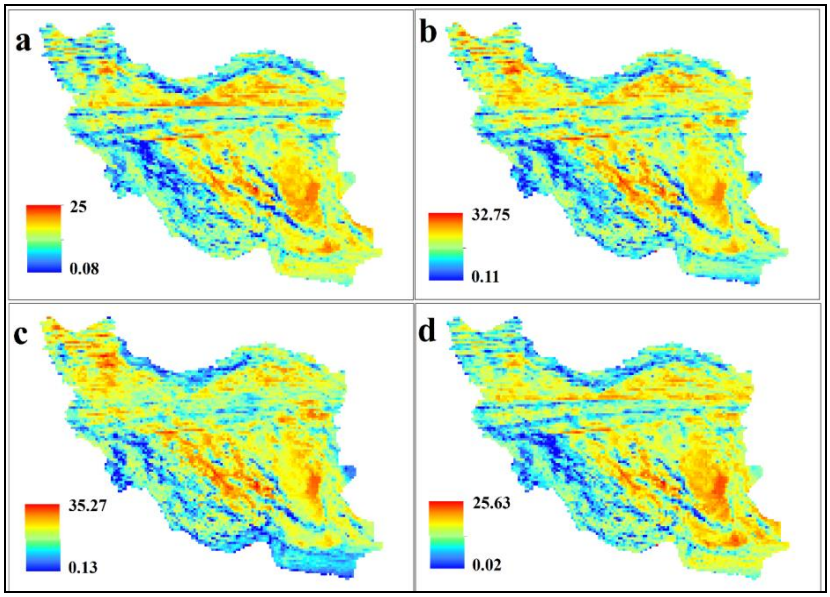
شکل (۲). الگوی فضایی سالانه ی دمای هوا (a) و دمای سطح زمین (b) طی بازه ۲۰۱۵-۲۰۰۱.

جدول(۳). مشخصات آمار فضایی میانگین دمای هوا و دمای سطح زمین

آماره های توزیع فضایی	تعداد نقاط	دمای حداقل	دمای حداکثر	میانگین فضایی	انحراف معیار فضایی	ضریب تغییرات فضایی	شاخص Moran مشاهداتی	شاخص Moran مورد انتظار	Z-score	P_value
T_a	۹۹۹۰	۷,۶۳	۳۰,۱۹	۱۸,۰۴	۷,۴۶	۰,۴۱	۰,۹۸	۰۰/۰۰	۱۳۸,۱۵	۰۰/۰۰
LST	۹۹۹۰	۰	۵۰,۶۵	۳۶,۶	۶,۳۵	۰,۱۷	۰/۸۷	۰۰/۰۰	۱۲۳,۰۸	۰۰/۰۰

جدول(۴). همبستگی فضایی بین LST و داده های دمای هوای منبع ERA-interim و LST و داده هایدمای هوای (همبستگی در سطح ۰,۰۱ معنادار است).

		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
داده های ERA_Interim	همبستگی	۰/۸۴	۰/۸۳	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۶۹	۰/۶۲	۰/۵۹	۰/۶۵	۰/۷۶	۰/۸۲	۰/۸۵
	Sig	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
داده های ایستگاهی	همبستگی	۰,۷۹	۰,۷۷	۰,۶۶	۰,۶۲	۰,۶۲	۰,۵۱	۰,۴۶	۰,۴۲	۰,۴۵	۰,۵۸	۰,۶۸	۰,۷۷
	Sig	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰



شکل (۳). قدر مطلق اختلافات بین دمای هوا و دمای سطحی در زمستان (a)، بهار (b)، تابستان (c) و پاییز (d) در دوره مطالعه.

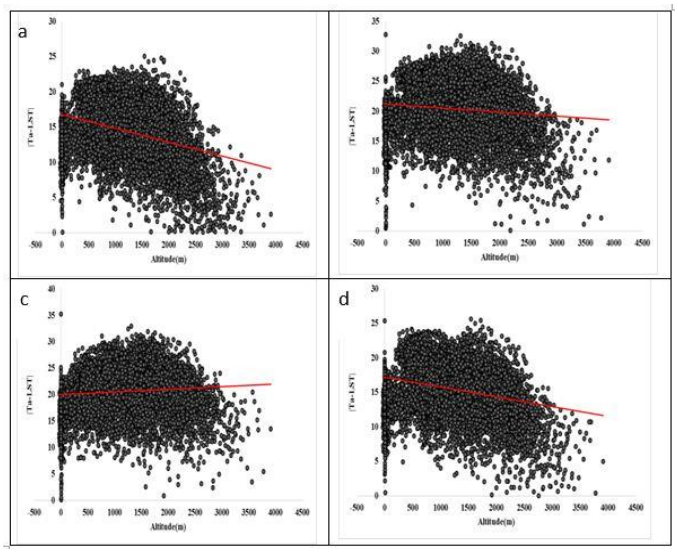
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]

جدول (۵). ضریب تبیین همبستگی فضایی بین مقادیر مطلق اختلافات و چهار عامل محیطی عرض جغرافیایی، پوشش گیاهی،شیب و ارتفاع.

	Latitude		NDVI		Slope		H	
	ضریب تبیین	همبستگی	ضریب تبیین	همبستگی	ضریب تبیین	همبستگی	ضریب تبیین	همبستگی
زمستان	۰,۲۳	-۰,۴۸**	۰,۰۸	-۰,۲۹**	۰,۱۶	-۰,۴۱**	۰,۱	-۰,۳۳**
بهار	۰,۰۲	-۰,۱۵**	۰,۰۶	-۰,۲۶**	۰,۱۳	-۰,۳۷**	۰,۰۱	-۰,۱۰**
تابستان	۰,۰۴	۰,۲۱**	۰,۰۶	-۰,۲۵**	۰,۰۹	-۰,۳۱**	۰,۰۰۴	۰,۰۷**
پاییز	۰,۰۱	-۰,۱۰**	۰,۱۲	-۰,۳۵**	۰,۱۶	-۰,۴۱**	۰,۰۶	-۰,۲۵**

** همبستگی در سطح ۰,۰۱ معنادار است.

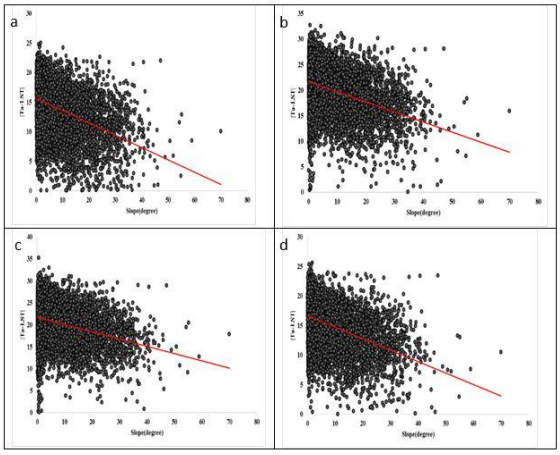
اشکال (۴) تا (۷) ارتباط بین پارامترهای تحقیق با قدر مطلق اختلافات دمای هوا و دمای سطح زمین را بطور جداگانه برای هر فصل نمایش می دهد. همانطور که از این اشکال و جدول (۴) بر می آید مهمترین عامل درکنترل دمای هوا درفصل زمستان عرض جغرافیایی است که تا ۲۳ درصد پراکندگی این اختلافات را توجیه می نماید و سپس درجه شیب و ارتفاع هر کدام در حدود ۱۶ و ۱۰ درصد این تغییرات را توجیه می نماید درصورتیکه پوشش گیاهی در این فصل نقش چشمگیری در توجیه پراکندگی ندارد. در ماههای بهار و پاییز نیز درجات شیب نقش بالایی در توجیه پراکندگی اختلاف بین دمای هوا و دمای سطحی دارند. عرض جغرافیایی و فصل میزان تابش یک محل را تعیین میکند (کولومبی[۲۷] و همکاران، ۲۰۰۷). به دلیل تابش کمتر در زمستان، عرض جغرافیایی نقش کلیدی را در دریافت میزان تابش ایفا می کند، در حالیکه در فصول دیگر شیب مهمترین عامل اختلاف بین دمای هوا و سطح است.



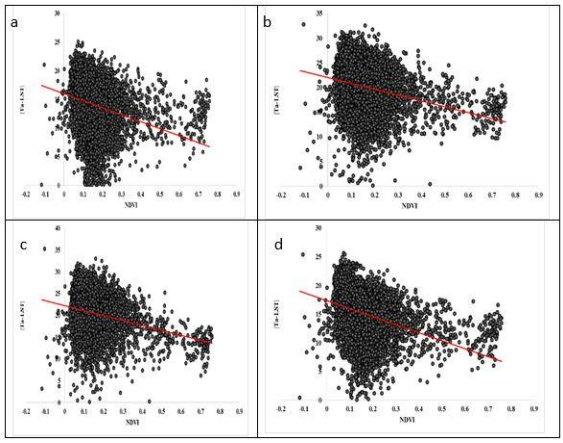
شکل(۴). نمودار پراکنش بین ارتفاع و قدر مطلق اختلافات دمای هوا و دمای سطح زمین در زمستان (a)، بهار (b)، تابستان (c) و پاییز (d).

27 Colombi

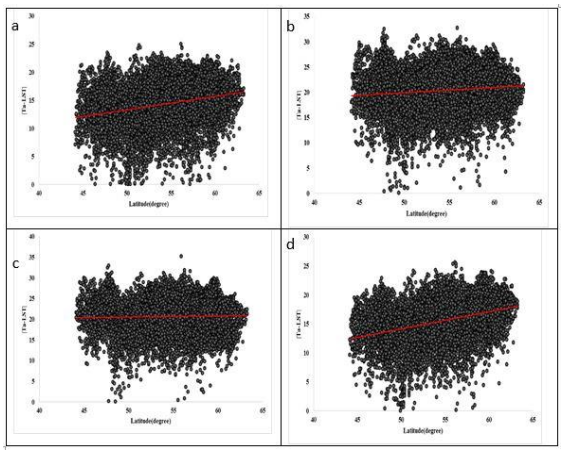
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]



شکل (۵). نمودار پراکنش بین شیب و قدر مطلق اختلافات دمای هوا و دمای سطح زمین در زمستان (a)، بهار (b)، تابستان (c) و پاییز (d).



شکل(۶). نمودار پراکنش بین NDVI و قدر مطلق اختلافات دمای هوا و دمای سطح زمین در زمستان (a)، بهار (b)، تابستان (c) و پاییز (d).



شکل(۷). نمودار پراکنش بین عرض جغرافیایی و قدر مطلق اختلافات دمای هوا و دمای سطح زمین در زمستان (a)، بهار (b)، تابستان (c) و پاییز (d).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]

محققین زیادی نقش انواع پارامترها را در تخمین دمای هوا بررسی کرده اند. در این بین شی[۲۸] و همکاران (۲۰۱۶) ذکر کرده‌اند با وجود همبستگی قوی ۰,۸۹ درصدی بین دمای هوا و دمای سطحی در پژوهش آنها، برخی از تغییرات دمای هوا تنها با دمای سطحی قابل توجیه نمی باشد و بنابراین فاکتورهایی نظیر ارتفاع، پوشش گیاهی و کاربری اراضی نقش بسیار بالایی در این ارتباط ایفا می کند. جداول (۶ تا ۱۷) مدل‌های برآوردکننده دمای هوا در هر ماه را بطور جداگانه و با توجه به کاربری اراضی های مختلف نشان می دهد. مدلهای رگرسیونی در کاربری های اراضی ۸ ،۱۱ و ۱۴ در هیچ ماهی معنادار نمی باشد و در سایر کاربریها مدلهای استخراج شده معنا دارند. شی و همکاران (۲۰۱۷) مدلهای برآورد دمای تابستانه هوا را براساس دمای سطحی مودیس بدست آوردند و نقش بسیار بالای کاربری اراضی را نشان دادند و بالاترین خطاها را در کاربری اراضی جنگلی واقع در نواحی کوهستانی مشخص و اذعان کردند این امر ممکن است با تعدادکم نمونه ها در این کاربری اراضی مرتبط باشد. این موضوع در پژوهش حاضر نیز صدق می نماید و کاربری اراضی ۸ ، ۱۱ و۱۴ بترتیب تنها ۲،۳ و ۱۵ پیکسل از ناحیه را پوشش می دهد. کاربری ۸ و ۱۱ از جداول مدل های تخمین دمای هوا بدلیل تعداد پایین پیکسل‌ها و عدم معناداری آنها حذف شدند. نقش بسیار بالای پوشش گیاهی و عرض جغرافیایی در تمای مدل‌های بدست آمده قابل تشخیص است. با توجه به اینکه کنترل بیوفیزیکی پوشش گیاهی در تعدیل انرژی بسیار پیچیده است، بنالی و همکاران (۲۰۱۲) اشاره کرده اند که استفاده از شاخص پوشش گیاهی دقت تخمین هوا را بالا نمی برد. اگرچه لین[۲۹] و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی این موضوع نشان داد در نواحی مسطح (ارتفاعات کمتر از ۱۰۰۰متر) نیازی به استفاده از این شاخص نیست و براحتی دمای هوا از دمای سطح قابل تخمین است اما در نواحی کوهستانی پیچیده (ارتفاعات بالای ۱۰۰۰متر) شاخص پوشش گیاهی و رطوبت مطلق با بالا بردن ضریب تبیین(تا ۸۸درصد) و کاهش خطا نقش بالایی در بهبود نتایج دارد. نقش ارتفاع در این مدلها بسیار کمرنگ است. یانگ و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی مدلهای رگرسیونی با پارامترهای مختلف برای دستیابی به دمای هوا نشان داد که در برخی مواقع نقش عرض جغرافیایی بیشتر از نقش ارتفاع می باشد. آن ها همچنین نقش بسیار بالای کاربری اراضی را نشان دادند و مشخص کردند که مدلها در نواحی دشت بهتر از نواحی با ناهمواری پیچیده عمل می کنند. ضرایب تبیین در روی آبها (تا۹۹ درصد در دسامبر و ژانویه) ، نواحی شهری(تا ۹۶ درصد در ماه دسامبر) و در نواحی خشک با پوشش گیاهی پراکنده (تا ۹۲ درصد در دسامبر) در بالاترین مقدار ممکن می باشد. شاه[۳۰] و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی ایستگاهی برآورد و تخمین دمای هوا نشان دادند بین کاربری اراضی محصول و شهری، دقت تخمین روی نواحی شهری بالاتر است. شی و همکاران (۲۰۱۷) نیز کمترین خطا را در نواحی شهری و بالاترین خطاها را در کاربری اراضی جنگلی واقع در نواحی کوهستانی نشان دادند. همچنین ری[۳۱] و جانگ هو[۳۲] (۲۰۱۴) علت خطای بالای LST تصحیح نشده را در تخمین دمای هوا وجود درصد بالایی از نواحی تاثیر ناپذیر دانست که

28 Shi
29 Lin
30 Shah
31 Rhee
32 Jungho

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]

اختلافات بین دمای هوا و دمای سطح در روزهنگام را تشدید میکند که البته با تصحیح LST در کار آنها این مشکل رفع شد.

در این مطالعه کمترین ضریب تبیین ثبت شده مربوط به پوشش جنگل مخلوط در ژانویه و فوریه (بین ۱۵ تا ۲۷ درصد) است که در سطح ۰,۰۵ معنادار است. سپس ضریب تبیین علفزار در ماههای ژانویه تا مارس بین ۳۴ تا ۳۶ درصد است. با این حال هنگامیکه به ماههای گرم نزدیک می شویم ضریب تبیین این کاربری اراضی تا ۵۹ درصد در ماه جولای افزایش می یابد. گلکار و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی دمای استان فارس با پارامترهای جغرافیایی نظیر عرض و ارتفاع و با استفاده از روشهای مختلف نشان دادند بیشترین خطا در برآورد دمای هوا با داده های LST در نواحی کشاورزی و کوهستانی می باشد.

خطای استاندارد ماهانه در کاربری اراضی های مختلف در شکل (۸) نشان داده شده است. اگرچه از مارس تا اوت کمترین خطا در جنگل مخلوط محاسبه شده است به دلیل عدم معناداری در نظر گرفته نمی شود. بنابراین حداقل خطا مربوط به مناطق شهری است. در ماه های دیگر (ژانویه، فوریه و سپتامبرتا دسامبر) بعد از مناطق شهری کمترین خطا به جنگل مخلوط مربوط است که در سطح ۰,۰۵ معنادار است. بر اساس این نمودار در ژانویه و فوریه حداکثر خطا مربوط به علفزار و در ماه های سرد اکتبر، نوامبر و دسامبر مربوط به بیشه زار باز است. در ماه های گرم (مه تا سپتامبر) بالاترین خطا در اراضی کشاورزی رخ می دهد.

جدول (۶). مدل های برآورد کننده دمای هوای ماه ژانویه

Landuse	Intercept	Beta(Jan)					R^2	SE(C)	
		LST	H	Slope	NDVI	Y			sig
۰	٤٥,٢٦	۰,۰٤	-۰,۰۰	۰,۰۱	-۲,۲۸	-۱,۰٦	۰,۹۹	۰,۸٦	۰
٥	٢٤,٥٣	-۰,۰۷	-۰,۰۰	-۰,۰۲	۰,۳٤	-۰,٥٥	۰,۲۷	۰,۹۰	۰
۷	۳٥,۰۲	۰,۱۳	-۰,۰۰	۰,۰٤	-۳,۰٤	-۰,۸٦	۰,۸۲	۱,٥٤	۰
۸	۱,۹۳	۰	۰,۰۰	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۰	۱٥,٦۸	۰,۱٤	-۰,۰۰	۰,۰٥	٥,۲۰	-۰,٥۲	۰,۳٤	۱,۷۱	۰
۱۱	۱۱,٤۸	۰	۰,۳٤	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۲	۳۷,۹٦	۰,۰٤	-۰,۰۰	۰,۱۰	-۲,۰۸	-۰,۸۸	۰,۸٥	۱,۳۷	۰
۱۳	۳۷,٤۱	۰,۰۸	-۰,۰۰	۰,۱۹	-۱۰,۱٥	-۰,۸۳	۰,۹٥	۰,۸۳	۰
۱٤	۳۲,٦۷	-۰,۰٤	-۰,۰۰	-۰,۰۲	-۱,۲۸	-۰,۷٤	۰,٥٥	۰,۷۰	۰,۱۳
۱٦	۳۹,۱٥	۰,۰۷	-۰,۰۰	۰,۱۰	-۳,۲٤	-۰,۹۱	۰,۹۱	۱,۳	۰
mean							۰,۷٤	۰,۷۸	

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]

جدول (۷). مدل های برآورد کننده دمای هوای ماه فوریه

Landuse	Intercept	Beta(Feb)					R^2	SE(C)	
		LST	H	Slope	NDVI	Y			sig
۰	٤٧,٠٨	۰,۰٥	-۰,۰۰	۰,۰۰	-۳,٥۹	-۱,۰۷	۰,۹۸	۰,۹٦	۰
٥	۲۰,۷۱	-۰,۰٦	-۰,۰۰	-۰,۰۱	-۰,۲٥	-۰,۳۹	۰,۱٥	۰,۹۳	۰
۷	۳۹,۹۳	۰,۰۹	-۰,۰۰	۰,۰٤	-٥,۱۰	-۰,۹۱	۰,۸۱	۱,٥	۰
۸	۳,٤۷	۰	۰,۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	-
۱۰	۲۱,۹۰	۰,۱۰	-۰,۰۰	۰,۰٤	٤,۰۳	-۰,٦۱	۰,۳۸	۱,٦	۰
۱۱	۱٤,۳۲	۰	۰,٤۲	۰	۰	0	۱	۱	-
۱۲	٤۲,۹٦	۰,۰٤	-۰,۰۰	۰,۰۹	-۳,٤۲	-۰,۹٦	۰,۸٤	۱,٤	۰
۱۳	٤۲,۸۳	۰,۱۰	-۰,۰۰	۰,۱٤	-۱۳,۱٥	-۰,۹۱	۰,۹٥	۰,۸۲	۰
۱٤	٤۱,۳۰	-۰,۰٥	-۰,۰۰	-۰,۰۳	-۰,۸۷	-۰,۹۲	۰,٥۹	۰,۷	۰,۱۰
۱٦	٤۰,۷۳	۰,۰۷	-۰,۰۰	۰,۱۰	-٦,٥۰	-۰,۸۷	۰,۸۹	۱,٤	۰
mean							**۰,۷٥**	**۱,۰۳**	

جدول (۸). مدل های برآورد کننده دمای هوای ماه مارس

Landuse	Intercept	Beta(Mar)					R^2	SE(C)	
		LST	H	Slope	NDVI	Y			sig
۰	٤۸,۸۸	۰,۰٦	-۰,۰۰	-۰,۰۰	-٥,۲۲	-۱/۰۲	۰,۹۷	۱,۲	۰
٥	۲۱,٦۰	-۰,۰٦	-۰,۰۰	-۰,۰۰	-۱,۰۳	-۰,۲۸	۰,۰۸	۰,۹۷	۰,۱۰
۷	٤۰,٤۲	۰,۱۱	-۰,۰۰	۰,۰٤	-۷,۹۲	-۰,۸۰	۰,۷٦	۱,۷٥	۰
۸	۷,٥٦	۰	۰,۰۰	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۰	۳۰,٤۷	۰,۰٥	-۰,۰۰	۰,۰٤	۲,۰۸	-۰,٦٦	۰,۳٦	۱,٦	۰
۱۱	۱۹,٤۹	۰	۰,٥۰	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۲	٤٦,۷۹	۰,۰۸	-۰,۰۰	۰,۰۹	-٥,۳۷	-۰,۹٦	۰,۸	۱,٦	۰
۱۳	٤٦,٦۱	۰,۱٤	-۰,۰۰	۰,۰٥	-۱٦,۱۳	-۰,۹۲	۰,۹۲	۰,۹۷	۰
۱٤	٥۳,۰۸	-۰,۰٦	-۰,۰۰	-۰,۰۲	-۱,۷۱	-۱,۰۹	۰,٥۲	۰,۸	۰,۱۷
۱٦	٤۰,٦۹	۰,۰۸	-۰,۰۰	۰,۱۰	-۱۰,۹۸	-۰,۷۱	۰,۸٤	۱,٥	۰
mean							**۰,۷۲**	**۱,۰۳**	

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]

جدول (۹). مدل های برآورد کننده دمای هوای ماه آوریل

Landuse	Intercept	Beta(Apr)					R^2	SE(C)	
		LST	H	Slope	NDVI	Y			sig
۰	۵۲,٦٤	۰,۰٦	-۰,۰۰	۰,۰۰	-۷,۳۱	-۱,۰۱	۰,۹٦	۱/۴	۰
۵	۳٤,۱۳	-۰,۰٤	-۰,۰۰	-۰,۰۰	-۱,۵٦	-۰,۵۰	۰,۰۹	۱,۰۲	۰,۰۸
۷	٤۰,۸۱	۰,۱۷	-۰,۰۰	۰,۰٤	-۷,۸۲	-۰,۷۵	۰,۷۳	۱,۸	۰
۸	۱۲,۰۷	۰	۰,۰۰	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۰	۳۲,۹٦	۰,۰۸	-۰,۰۰	۰,۰٤	۰,٦۹	-۰,٦۳	۰,۳٤	۱,٦	۰
۱۱	۲۵,۰۱	۰	۰,۵٦	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۲	۵۰,٦٦	۰,۱٦	-۰,۰۰	۰,۰۹	-٦,۰۲	-۱,۰۱	۰,۷۸	۱,۸۱	۰
۱۳	۵۲,٤۷	۰,۱٤	-۰,۰۰	۰,۰۵	-۱۷,۸۵	-۰,۹٦	۰,۹۳	۱,۱٦	۰
۱٤	۱۱۵,۱۱	-۰,٤۰	-۰,۰۰	-۰,۰۱	-۵,۲٦	-۲,۳۰	۵٤	۱,۰۵	۰,۱٤
۱٦	٤۱,٤٤	۰,۱۱	-۰,۰۰	۰,۱۱	-۱۱,۹۷	-۰,٦۲	۰,۸	۱,۷۹	۰
mean							۰,۷۱	۱,۱٦	

جدول (۱۰). مدل های برآورد کننده دمای هوای ماه مه

Landuse	Intercept	Beta(May)					R^2	SE(C)	
		LST	H	Slope	NDVI	Y			sig
۰	۵۹,٦٦	۰,۰۵	-۰,۰۰	-۰,۰۰	-۷,۱۹	-۱,۰۷	۰,۹٦	۱,٤	۰
۵	٤۱,۸۹	-۰,۰۸	-۰,۰۰	-۰,۰۱	-۲,۰۳	-۰,۵۳	۰,۰۹	۱,۱۷	۰,۰۸
۷	٤۸,٦۷	۰,۱٤	-۰,۰۰	۰,۰۵	-۸,۵۰	-۰,۸۰	۰,۷٤	۱,۹	۰
۸	۱٦,۵۰	۰	۰,۰۰	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۰	٤۲,۳۲	۰,۰۸	۰,۰۰	۰,۰٤	۰,۵۹	-۰,۷۷	۰,٤۰	۱,۷۷	۰
۱۱	۳۱,٤۱	0	۰,٦٤	۰	۰	۰	۰	۰	-
۱۲	۵۷,۸٤	۰,۲۰	-۰,۰۰	۰,۱۱	-٦,٤۰	-۱,۱۳	۰,۷۸	۲	۰
۱۳	٦۲,۲۲	۰,۱۸	-۰,۰۰	۰,۰۳	-۱۸,۱۷	-۱,۱٤	۰,۹۲	۱,۳	۰
۱٤	۱۱۱,۷۰	-۰,۲۸	-۰,۰۰	-۰,۰۰	-۷,۷۵	-۲,۱۰	۰,۳۹	۱,۵	۰,۳۸
۱٦	٤٦,۲۳	۰,۰۸	-۰,۰۰	۰,۱۱	-۹,۷۵	-۰,۵٦	۰,۷۹	۱,۸۱	۰
mean							۰,۷۰	۱,۲۸	

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]

جدول (۱۱). مدل های برآورد کننده دمای هوای ماه ژوئن

Landuse	Intercept	Beta(Jun)					R^2	SE(C)	
		LST	H	Slope	NDVI	Y			sig
۰	٥٦,٤٦	۰,۰٦	-۰,۰۰	-۰,۰۰	-۷,٦۷	-۰,۸۹	۰,۹۲	۱,٦	۰
٥	۳۹,٥۳	-۰,۱۰	-۰,۰۰	-۰,۰۱	-۲,٥۲	-۰,۳۲	۰,۰٦	۱,۲٦	۰,۱۹
۷	٥۱,٤۸	۰,۰۹	-۰,۰۰	۰,۰٤	-۷,۱۹	-۰,٦۹	۰,۷۱	۱,۸	۰
۸	۲۰,۳٤	۰	۰,۰۰	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۰	٥۸,٥۸	۰,۰۳	-۰,۰۰	۰,۰۲	-۰,۹٥	-۱,۰۰	۰,٥٥	۱,٦۱	۰
۱۱	۳٦,۱۰	۰	۰,٦۷	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۲	٥٤,٤۹	۰,۲۷	-۰,۰۰	۰,۱۰	-٤,۹۸	-۱,۰٥	۰,۷٦	۲,۱	۰
۱۳	٥۷,۹۰	۰,۲۸	-۰,۰۰	-۰,۰۲	-۱٤,۹۷	-۱,۰۷	۰,۹۱	۱,٤	۰
۱٤	٥۱,۲۱	۰,۲۳	۰	۰,۰۰	-۲,۹٦	-۰,۹٥	۰,۳۲	۱,۹۳	۰
۱٦	۳۹,۲٤	۰,۱۰	-۰,۰۰	۰,۱۰	-٦,۹۹	-۰,۲۸	۰,۷۰	۱,۷	۰
mean							**۰,٦۹**	**۱,۳٤**	

جدول (۱۲). مدل های برآورد کننده دمای هوای ماه جولای

Landuse	Intercept	Beta(Jul)					R^2	SE(C)	
		LST	H	Slope	NDVI	Y			sig
۰	۵۱,۹۰	۰,۰۸	-۰,۰۰	-۰,۰۰	-۸,۵۸	-۰,۷۲	۰,۸۸	۱,۷	۰
۵	۳۴,۷۲	-۰,۰۷	-۰,۰۰	-۰,۰۱	-۲,۲۲	-۰,۱۸	۰,۰۴	۱,۲	۰,۴۰
۷	۵۰,۰۴	۰,۱۱	-۰,۰۰	۰,۰۵	-۲,۲۵	-۰,۶۵	۰,۶۹	۱,۸	۰
۸	۲۲,۲۰	۰	۰,۰۰	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۰	۶۳,۳۱	۰,۰۵	-۰,۰۰	۰,۰۱	-۱,۰۱	-۱,۰۸	۰,۵۹	۱,۵	۰
۱۱	۳۷,۸۶	۰	۰,۶	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۲	۵۵,۸۲	۰,۲۷	-۰,۰۰	۰,۰۸	-۴,۷۶	-۱,۰۴	۰,۷۲	۲,۱	۰
۱۳	۵۹,۹۵	۰,۲۵	-۰,۰۰	-۰,۰۰	-۱۵,۰۸	-۱,۰۵	۰,۹۰	۱,۵	۰
۱۴	۳۸,۰۸	۰,۳۲	-۰,۰۰	۰,۰۰	-۲,۲۱	-۰,۶۷	۰,۳۳	۱,۹	۰,۵۲
۱۶	۳۲,۷۲	۰,۱۵	-۰,۰۰	۰,۱۰	-۳,۹۰	-۰,۱۳	۰,۶۲	۱,۷	۰
mean							**۰,۶۷**	**۱,۳۴**	

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]

جدول(۱۳). مدل های برآورد کننده دمای هوای ماه اوت

Landuse	Intercept	Beta(Aug)					R^2	SE(C)	
		LST	H	Slope	NDVI	Y			sig
۰	٤٦,٧٣	۰,۰۸	-۰,۰۰	۰,۰۱	-۹,۱۲	-۰,٥٦	۰,۸۸	۱,٦	۰
٥	۳۷,۷۱	-۰,۰۳	-۰,۰۰	-۰,۰۱	-۱,۹۱	-۰,۲۹	۰,۰٦	۱,۲	۰,۲۳
۷	٤۸,٤۸	۰,۰۹	-۰,۰۰	۰,۰٦	۱,۱۳	-۰,٦۱	۰,۷۰	۱,۹	۰
۸	۲۲,٦۳	۰	۰,۰۰	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۰	٥٦,۳۹	۰,۰۳	-۰,۰۰	۰,۰۱	-۰,۲٦	-۰,۸۸	۰,٥۳	۱,٤	۰
۱۱	۳۷,٥۲	۰	۰,٦۲	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۲	٥٤,۲۲	۰,۲۲	-۰,۰۰	۰,۰۹	-٤,۲٦	-۰,۹٤	۰,٦۹	۲,۱	۰
۱۳	٦۳,٥۳	۰,۱۲	-۰,۰۰	۰,۱۳	-۱۸,۱۲	-۰,۹٦	۰,۸۸	۱,٥	۰
۱٤	٤۰,٥۰	۰,۲۷	۰,۰۰	-۰,۰۰	-۲,۲۲	۰,٦۸	۰,۳۱	۱,۸	۰,٥٥
۱٦	۳۲,٦۱	۰,۱۱	-۰,۰۰	۰,۱۰	-۰,٥۷	-۰,۱۰	۰,٦۷	۱,٦	۰
mean							**۰,٦۷**	**۱,۳۱**	

جدول (۱۴). مدل های برآورد کننده دمای هوای ماه سپتامبر

Landuse	Intercept	Beta(Sep)					R^2	SE(C)	
		LST	H	Slope	NDVI	Y			sig
۰	٤۸,۸٥	۰,۰۷	-۰,۰۰	۰,۰۱	-۷,۸۸	-۰,٦۹	۰,۹۳	۱,٤	۰
٥	٤۹,۲٤	-۰,۰۷	-۰,۰۰	-۰,۰۱	-۱,۷۸	-۰,٦٦	۰,۱٥	۱,۱٤	۰
۷	٤۹,۹۱	۰,۰۸	-۰,۰۰	۰,۰٥	-۰,۱۳	-۰,۷٥	۰,۷٤	۱,۸	۰
۸	۱۹,٥۸	۰	۰,۰۰	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۰	٥۰,۳۹	۰,۰۱	-۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۱۹	-۰,۸۱	۰,٥۳	۱,۳	۰
۱۱	۳۳,۲۱	۰	۰,٥٦	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۲	٥٥,۹۲	۰,۱٥	-۰,۰۰	۰,۰۹	-٤,۲٤	-۰,۹۸	۰,۷٤	۱,۹	۰
۱۳	٥٦,۹۱	۰,۱٦	-۰,۰۰	۰,۱٥	-۱٥,۲٥	-۰,۹٤	۰,۹۱	۱,۳	۰
۱٤	۱۹,۳۲	۰,٤٦	۰,۰۰	-۰,۰۱	۱,٤۳	-۰,٤۱	۰,٤٤	۱,٥	۰,۳۰
۱٦	۳۸,۷۹	۰,۰٥	-۰,۰۰	۰,۱۰	-۰,۱۰	-۰,۳۰	۰,۷٥	۱,٦	۰
mean							**۰,۷۱**	**۱,۱۹**	

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]

جدول (۱۵). مدل های برآوردکننده دمای هوای ماه اکتبر

Landuse	Intercept	Beta(Oct)					R^2	SE(C)	
		LST	H	Slope	NDVI	Y			sig
۰	۵۱,۴۵	۰,۰۵	-۰,۰۰	۰,۰۱	-۶,۱۳	-۰,۸۷	۰,۹۷	۱,۲	۰
۵	۴۱,۰۸	-۰,۰۶	-۰,۰۰	-۰,۰۱	-۰,۹۶	-۰,۵۹	۰,۱۸	۰,۹۵	۰
۷	۴۹,۶۱	۰,۰۶	-۰,۰۰	۰,۰۵	-۲,۵۶	-۰,۸۴	۰,۷۷	۱,۷	۰
۸	۱۴,۹۶	۰	۰,۰۰	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۰	۴۰,۷۰	۰,۰۳	-۰,۰۰	۰,۰۳	۱,۷۸	-۰,۷۳	۰,۴۸	۱,۳	۰
۱۱	۲۷,۴۰	۰	۰,۵	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۲	۵۳,۷۹	۰,۰۹	-۰,۰۰	۰,۰۹	-۴,۱۵	-۰,۹۹	۰,۷۹	۱,۶	۰
۱۳	۵۲,۴۹	۰,۱۳	-۰,۰۰	۰,۱۷	-۱۴,۶۲	-۰,۹۱	۰,۹۳	۱	۰
۱۴	۵,۱۸	۰,۴۷	۰,۰۰	-۰,۰۲	۱,۵۸	-۰,۰۹	۰,۵۳	۰,۹۷	۰,۱۵
۱۶	۴۴,۶۳	۰,۰۰	-۰,۰۰	۰,۱۰	-۲,۹۷	-۰,۵۵	۰,۸۳	۱,۴	۰
mean							**۰,۷۴**	**۱**	

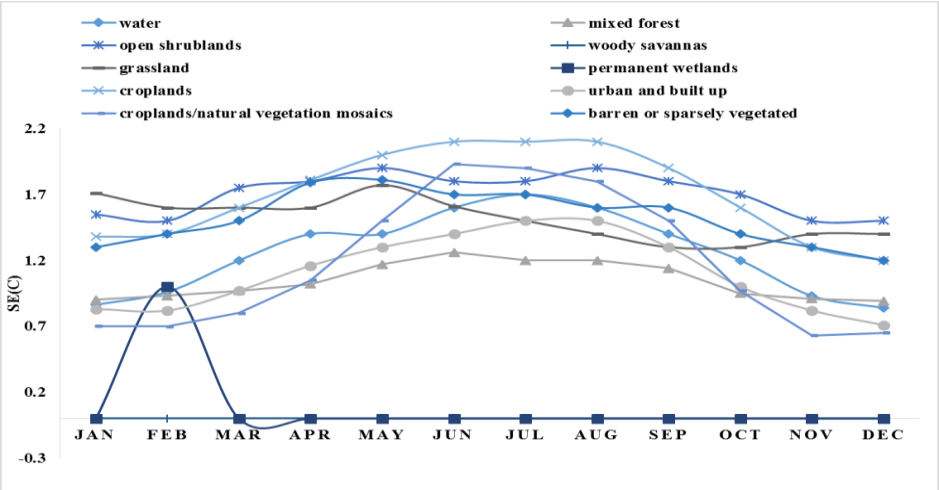
جدول (۱۶). مدل های برآوردکننده دمای هوای ماه نوامبر

Landuse	Intercept	Beta(Nov)					R^2	SE(C)	
		LST	H	Slope	NDVI	Y			sig
۰	٤۹,۳۹	۰,۰٤	-۰,۰۰	۰,۰۱	-٤,۲٤	-۰,۹۹	۰,۹۸	۰,۹۳	۰
۵	۱٦,٤۸	-۰,۰۳	-۰,۰۰	-۰,۰۲	-۰,۰۸	-۰,۱٦	۰,۱۵	۰,۹۱	۰
۷	٤۱,٤۵	۰,۱۲	-۰,۰۰	۰,۰۵	-۳,٦۳	-۰,۸۷	۰,۸۱	۱,۵	۰
۸	۸,۰٦	۰	۰,۰۰	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۰	۲۵,٤۵	۰,۰۷	-۰,۰۰	۰,۰٤	۳,۱۱	-۰,۵۵	۰,۳٤	۱,٤	۰
۱۱	۱۸,۲۰	۰	۰,۳۸	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۲	٤٤,۰۳	۰,۰٦	-۰,۰۰	۰,۰۹	-۲,۸۱	-۰,۸۸	۰,۸٤	۱,۳	۰
۱۳	٤۳,۳۸	۰,۱۱	-۰,۰۰	۰,۱٤	-۱۱,۲٤	-۰,۸٤	۰,۹۵	۰,۸۲	۰
۱٤	۲۲,٦۵	۰,۱٦	-۰,۰۰	-۰,۰۲	۰,۱٤	-۰,٤۳	۰,٦٤	۰,٦۳	۰,۰۵
۱٦	٤۳,۱۰	۰,۰۵	-۰,۰۰	۰,۱۱	-۲,٦۱	-۰,۸۱	۰,۸۹	۱,۳	۰
mean							۰,۷٦	۰,۸۷	

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]

جدول (۱۷). مدل های برآوردکننده دمای هوای ماه دسامبر

Landuse	Intercept	Beta(Dec)					R^2	SE(C)	sig
		LST	H	Slope	NDVI	Y			
۰	۴۸/۳	۰,۰۳	-۰,۰۰	۰,۰۱	-۲,۲۶	-۱,۰۹	۰,۹۹	۰,۸٤	۰
۵	۲۱,۲۳	-۰,۰۵	-۰,۰۰	-۰,۰۲	۰,٤۵	-۰,٤۲	۰,۲۳	۰,۸۹	۰
۷	۳۸,۱٤	۰,۱۱	-۰,۰۰	۰,۰٤	-۲,۲۹	-۰,۹۰	۰,۸۳	۱,۵	۰
۸	۳,۲۹	۰	۰,۰۰	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۰	۲۱,٦٦	۰,۱۲	-۰,۰۰	۰,۰٤	٤,۵۵	-۰,٦۲	۰,٤٤	۱,٤	۰
۱۱	۱۳,۰۵	۰	۰,۳٤	۰	۰	۰	۱	۰	-
۱۲	٤۱,۹٤	۰,۰۱	-۰,۰۰	۰,۰۹	-۲,۰۷	-۰,۹٤	۰,۸۲	۱,۲	۰
۱۳	۳۹,٤۹	۰,۰۸	-۰,۰۰	۰,۱٦	-۱۰,۰۰	-۰,۸۵	۰,۹٦	۰,۷۱	۰
۱٤	۳۰,۲٤	۰,۰٤	-۰,۰۰	-۰,۰۲	-۰,٦٦	-۰,٦۷	۰,٦۵	۰,٦۵	۰,۰۵
۱٦	٤۱,۵۳	۰,۰٦	-۰,۰۰	۰,۱۰	-۰,۰۰	-۰,۹٤	۰,۹۲	۱,۲	۰
mean							۰,۷۸	۰,۸۳	



شکل (۸). خطای معیار ماهانه به درجه سانتیگراد در کاربری های مختلف

نتیجه گیری

هدف اصلی پژوهش حاضر دستیابی به مدل‌های برآورد دمای هوا از روی دمای سطحی و سایر پارامترها نظیر ارتفاع، شیب، شاخص پوشش گیاهی و عرض جغرافیایی بوده است. مدل‌های رگرسیونی به منظور برآورد دمای هوا برای هر ماه ارائه گردید. نتایج به دست آمده در چند بخش قابل تقسیم بندی است:

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]

۱-بین دمای هوا و دمای سطحی بیشترین تغییر پذیری مربوط به دمای هوا است که در پهنه ایران بطور سالانه ضریب تغییر پذیری ۴۱ درصدی دارد. نا[۳۳] و همکاران (۲۰۱۴) ضریب تغییر پذیری بالایی برای دمای هوا در رودخانه Lancang مشاهده نمودند. این تغییر پذیری بالا بدین دلیل است که دمای هوا توسط اغتشاشات محلی تابش کنترل می شود(لیو و همکاران ،۲۰۱۶).

۲-در فصل زمستان پارامترهای عرض جغرافیایی ، درجه شیب ، ارتفاع و پوشش گیاهی بترتیب اصلی ترین نقش را در کنترل اختلافات بین دمای هوا و دمای سطحی دارند. بیشترین نقش در زمستان تا ۲۳ درصد مربوط به عرض جغرافیایی و کمترین آن مربوط به پوشش گیاهی تا ۰,۰۸ درصد است دراین فصل ارتفاع تا ده درصد تغییرات را توجیه می کند. در فصول دیگر شیب و پوشش گیاهی مهم ترین کنترل کنندگان این اختلافات هستند. محققان بسیاری در تعیین نقش این عوامل نشان دادند که توپوگرافی، پوشش گیاهی و شیب و درجه شیب از مهمترین عوامل تاثیر گذار در تخمین دمای هوا می باشد (میلدرکسلر[۳۴] و همکاران ۲۰۱۱؛ بنالی و همکاران، ۲۰۱۲).

۳-نقش کاربری اراضی در تخمین دمای هوا بسیار کلیدی است . علاوه بر این تعداد پیکسلهای واقع شده در هر کدام از کاربریها نیز می تواند نقش تعیین کننده ای در برآورد مدل ها داشته باشد. بالاترین مقدار ضرایب تبیین در روی آبها (تا۹۹ درصد در دسامبر و ژانویه)، نواحی شهری(تا ۹۶ درصد در ماه دسامبر) و در نواحی خشک با پوشش گیاهی پراکنده (تا ۹۲ درصد در دسامبر) میباشد وکمترین آن مربوط به علفزار و جنگل مخلوط در ماههای سرد سال است. ضریب تبیین علفزار با نزدیک شدن به ماههای گرم افزایش می یابد درحالیکه ضریب تبیین جنگل مخلوط در این ماه‌ها کاهش می یابد. شی و همکاران (۲۰۱۷) و شاه و همکاران(۲۰۱۳) کمترین خطا را در نواحی شهری و بالاترین خطاها را در نواحی جنگلی واقع در نواحی کوهستانی نشان دادند.

۴-دقت مدل های برآورد دمای هوا باتوجه به فصل و کاربری اراضی تفاوتهایی دارد. بطور کلی دقت همه مدلها در ماههای سرد سال بالاتر است. در این مطالعه به دلیل گستره مطالعاتی و تعداد نقاط بالاتر از ۹۰۰۰ به فواصل ۰,۱۲۵ درجه ای از رگرسیون چند متغیره استفاده شد. بنابراین پیشنهاد می شود که مطالعه ای با روش رگرسیون piecewise انجام شده و نتایج آن با این مطالعه مقایسه گردد.

منابع

واعظ موسوی، سید علی؛ مختارزاده، مهدی (۱۳۹۴). **تخمین دمای هوای سطح زمین با استفاده از داده LST سنجنده MODIS**، بیست و دومین همایش ملی ژئوماتیک-اردیبهشت ۱۳۹۴.

پرویز، لاله؛ خلقی، مجید؛ ولیزاده، خلیل (۱۳۸۹). **تخمین دمای هوا با استفاده از روش شاخص پوشش گیاهی-دما** (TVX)، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۵(۵۶): ۳۳-۲۱.

31 Na
32 Mildrexler

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]

Benali A, Carvalho AC, Nunes JP, Carvalhais N, Santos A. 2012. **Estimating air surface temperature in Portugal using MODIS LST data**. Remote Sensing of Environment, 124:108–121.

Colombi A, De Michele C, Pepe M, Rampini A. 2007. **Estimation of Daily Mean Air Temperature from Modis Lst in Alpine Areas**, EARSel eProceedings 6.

Dee DP, Uppala SM, Simmons AJ, Berrisford P, Poli P, Kobayashi S, Andrae U, Balmaseda MA, Balsamo G, Bauer P, Bechtold P, Beljaars ACM, van de Berg L, Bidlot J, Bormann N, Delsol C, Dragani R, Fuentes M, Geer AJ, Haimberger L, Healy SB, Hersbach H, H´olm EV, Isaksen L, Kallberg P, Kohler M, Matricardi M, McNally AP, Monge-Sanz BM, Morcrette J-J, Park B-K, Peubey C, de Rosnay P, Tavolato C, Th´epaut J-N, Vitart F. 2011. **The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system**. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 137: 553–597.

Ghasemi A. 2015. **Changes and trends in maximum, minimum and mean temperature series in Iran**, atmospheric science letters, 16: 366–372.

Golkar F, Sabziparvar AA, Khanbilvardi R, Nazemosadat MJ, Zand- Parsa S, Rezaei Y. 2018. **Estimation of instantaneous air temperature using remote sensing data**, International Journal of Remote Sensing, 39:258-275.

Guan K. 2011. **Surface and ambient air temperatures associated with different ground material: a case study at the University of California, Berkeley.** Surface and Air Temperatures of Ground Material

Janatian N, Sadeghi M, Sanaeinejad SH, Bakhshian E, Farid A, Hasheminia SM, Ghazanfari S. 2016. **A statistical framework for estimating air temperature using MODIS land surface temperature data**. International journal of climatology, 37:1181-1194.

Kawashima S, Ishida T, Minomura M, Miwa T. 2000. **Relations between Surface Temperature and Air Temperature on a Local Scale during Winter Nights.** Journal of applied meteorology, 39:1570-1579.

Lin X, Zhang W, Huang Y, Sun W, Han P, Yu L, Sun F. 2016. **Empirical Estimation of Near-Surface Air Temperature in China from MODIS LST Data by Considering Physiographic Features**, Remote Sens. 2016, 8, 629; doi:10.3390/rs8080629.

Liu S, Su H, Zhang R, Tian J, Wang W. 2016. **Estimating the Surface Air Temperature by Remote Sensing in Northwest China Using an Improved Advection-Energy Balance for Air Temperature Model**, Advances in Meteorology, http://dx.doi.org/10.1155/2016/4294219.

Mildrexler DJ, Zhao M, Running SW. 2011. **A global comparison between station air temperatures and MODIS land surface temperatures reveals the cooling role of forests**. Journal of Geophysical Research, 116(G3).

Moradi M. Salahi B, Masoodian S.A. 2016. **Land Surface Temperature Zoning of Iran with MODIS data**, Journal of Natural Environment, 5:101-116.

Na F, Gaodi X, Wenhua L, Yajing Z, Changshun Z and Na L. 2014. **Mapping Air Temperature in the Lancang River Basin Using the Reconstructed MODIS LST Data,** Journal of Resources and Ecology, 5(3):253-262.

Noi Phan T, Kappas M, Degener J. 2017. **Different combination of MODIS land surface temperature data for daily air surface temperature estimation in North West Vietnam**. Geophysical Research Abstracts, Vol. 19, EGU2017-5213-1, 2017.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]

Peón J, Recondo C, Calleja J.F. 2014. **Improvements in the estimation of daily minimum air temperature in peninsular Spain using MODIS land surface temperature**, International Journal of Remote Sensing, 35:5148-5166.

Pepin N, Bradley RS, Diaz HF, Baraer M, Caceres EB, Forsythe N, Fowler H, Greenwood G, Hashmi MZ, Liu XD, Miller JR, Ning L, Ohmura A, Palazzi E, Rangwala I, Schöner W, Severskiy I, Shahgedanova M, Wang MB, Williamson SN, Yang DQ. 2015. **Elevation-dependent warming in mountain regions of the world**. Natural Climate Chang, 5:424–430. https://doi.org/10.1038/ NCLIMATE2563

Revadekar JV, Hameed S, Collins D, Manton M, Sheikh M, Borgaonkar HP, Kothawale DR, Adnan M, Ahmed AU, Ashraf J, Baidya S, Islam N, Jayasinghearachchi D, Manzoor N, Premalal KHMS, Shresht ML. 2013. **Impact of altitude and latitude on changes in temperature extremes over South Asia during 1971–2000**, International journal of climatology. 33:199–209.

Rhee J, Im J. 2014. **Estimating High Spatial Resolution Air Temperature for Regions with Limited in situ Data Using MODIS Products**, Remote Sensing Journal. 6, 7360-7378; doi:10.3390/rs6087360.

Shah DB, Pandya M R, Trivedi HJ, Jani AR. 2013. **Estimating minimum and maximum air temperature using MODIS data over Indo-Gangetic Plain**. Journal of Earth System Science. 122:1593–1605.

Shen S, Leptoukh GG. 2011. **Estimation of surface air temperature over central and eastern Eurasia from MODIS land surface temperature**. Environmental Research Letters, 6:1-8.

Shi L, Liu P, Kloog I, Lee M, Kosheleva A, Schwartz J. 2016. **Estimating daily air temperature across the Southeastern United States using high-resolution satellite data: A statistical modeling study.** Environmental Research, 146:51–58.

Shi Y, Jiang Z, Dongi L, Shen S. 2017. **Statistical Estimation of High-Resolution Surface Air Temperature from MODIS over the Yangtze River Delta, China**. Journal of Meteorological Research, 31:448.454.

Sun H, Chen Y, Gong A, Zhao X, Zhan W, Wang M. 2013. **Estimating mean air temperature using MODIS day and night land surface temperatures**. Theoretical and Applied Climatology, 118: 81-92.

Vancutsem C., Ceccato P, Dinku T, Connor SJ. 2010. **Evaluation of MODIS land surface temperature data to estimate air temperature in different ecosystems over Africa**. Remote Sensing of Environment, 114:449-465.

Wenbin Z, Aifeng L, Shaofeng J. 2013. **Estimation of daily maximum and minimum air temperature using MODIS land surface temperature products**. Remote Sensing of Environment, 130:62-73.

Yang YZ, Cai WH, Yang J. 2017. **Evaluation of MODIS Land Surface Temperature Data to Estimate Near-Surface Air Temperature in Northeast China**, Remote Sensing Journal, 9(5), 410; doi:10.3390/rs9050410.

Zhou W, Peng B, Shi, J., Wang T, Dhital YP,Yao R, Yu Y, Lei Z, Zhao R. 2017. **Estimating High Resolution Daily Air Temperature Based on Remote Sensing Products and Climate Reanalysis Datasets over Glacierized Basins: A Case Study in the Langtang Valley, Nepal**, Remote Sensing Journal. 9, 959; doi:10.3390/rs909095.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.9.0]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.131]