

ارزیابی عملکرد برخی مدل‌های ریزمقیاس‌سازی دمای هوای روزانه برای برخی از مناطق ایران

فرزین پرچی عراقی^۱، سید مجید میرلطیفی^{۲*}، شجاع قربانی دشتکی^۳، مجید وظیفه‌دوست^۴ و عدنان صادقی لاری^۵

چکیده

این پژوهش با هدف اشتقاق پارامترهای ریزمقیاس‌سازی دمای هوای روزانه و مقایسه عملکرد برخی از مدل‌های ریزمقیاس‌سازی دمای هوای روزانه انجام شد. بدین منظور، با استفاده از داده‌های بلندمدت سه ساعته و روزانه ۱۲ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک کشور، مدل‌های ریزمقیاس‌سازی دمای هوا، شامل مدل‌های WAVE I، WAVE II، WCALC، ERBS، ESRA و TM واسنجی شد و عملکرد آن‌ها در بازسازی تغییرات شبانه‌روزی دمای هوا مقایسه شد. نتایج نشان داد در مقایسه با مدل‌های WAVE I، WAVE II، WCALC، ERBS و ESRA، مدل TM واسنجی شده با ضریب کارایی مدل (EF) ۰/۹۷۷۰ تا ۰/۹۸۷۷ دارای بهترین عملکرد در ریزمقیاس‌سازی دمای هوای روزانه بود. همچنین، مدل‌های ریزمقیاس‌سازی دمای هوای روزانه که در آن‌ها زمان وقوع مقادیر دمای حداقل و حداکثر به عنوان توابعی از زمان طلوع و غروب خورشید بیان می‌شود در مقایسه با مدل‌هایی که یک زمان قراردادی ثابت را برای رخدادهای یاد شده در نظر می‌گیرند دارای عملکرد بهتری در تبیین تغییرات زمانی دمای هوای زیرروزانه بودند. نتایج نشان داد برای مناطقی که مقادیر اندازه‌گیری شده زیرروزانه اطلاعات هواشناسی موجود نیست، استفاده از مدل WAVE II قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: برآورد پارامتر، بهینه‌سازی رفتار جمعی اجزای یکپارچه، دمای هوا، ریزمقیاس‌سازی.

ارجاع: پرچی عراقی ف. میرلطیفی س. م. قربانی دشتکی ش. وظیفه‌دوست م. و صادقی لاری ع. ۱۳۹۵. ارزیابی عملکرد برخی مدل‌های ریزمقیاس‌سازی دمای هوای روزانه برای برخی از مناطق ایران. مجله پژوهش آب ایران. ۲۱: ۱۵۳-۱۶۶.

۱- دانشجوی دکتری گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
۲- دانشیار گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
۳- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.
۴- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان.
۵- استادیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه هرمزگان.

* نویسنده مسئول: mirlat_m@modares.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۰۴

مقدمه

برای مدل‌سازی هرچه واقع‌بینانه‌تر روابط آب، خاک، گیاه و جو، دسترسی به داده‌های هواشناسی در مقیاس‌های زمانی زیرروزانه، به ویژه در اراضی فاریاب مناطق خشک و نیمه‌خشک به دلیل تعدد رویدادهای آبیاری و تغییرات زمانی سریع اجزای بیلان آب در طول شبانه‌روز، امری ضروری است (دیبیل و همکاران، ۲۰۰۷ و سفیق و فارس، ۲۰۱۱). با این وجود، بزرگترین چالش در راستای حصول این امر، دسترسی به داده‌های هواشناسی زیادی است که در شرایط کشور ما غالباً، در مقیاس زمانی روزانه و سه ساعته (در مورد ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک) در دسترس پژوهشگران قرار دارد. دمای هوا یکی از متغیرهای مهم هواشناسی است که عامل محرک فرآیندهای مؤثر در سیستم‌های هیدرولوژیکی و بیولوژیکی است. تاکنون، منحنی تغییرات دمای هوا در طول شبانه‌روز از روش‌های مختلفی چون توسعه مدل‌های برازشی ساده بر پایه ترکیبی از توابع خطی، توانی، سینوسی و کسینوسی (دی‌ویت، ۱۹۷۸؛ دی‌ویت و همکاران، ۱۹۷۸؛ ویلکرسون و همکاران، ۱۹۸۳؛ اربز، ۱۹۸۴؛ اسرا، ۲۰۰۰ و کاساراجیو و همکاران، ۲۰۰۱) مدل‌های مبتنی بر آنالیز فوریه (کارسون، ۱۹۶۳) و مدل‌های پیچیده بیلان انرژی (براون، ۱۹۶۹) تبیین شده است. در عمل، استفاده از مدل‌های برازشی ساده رایج‌تر است. عملکرد مدل‌های ارائه شده برای ریزمقیاس‌سازی داده‌های هواشناسی بسته به نحوه توزیع مقادیر روزانه متغیرهای هواشناسی در طول ساعت‌های شبانه‌روز در مناطق مختلف متفاوت است (بیلباو و همکاران، ۲۰۰۲). بنابراین، اعتباریابی و مقایسه عملکرد این مدل‌ها در ریزمقیاس‌سازی داده‌های هواشناسی روزانه و شناسایی مدل‌هایی که عملکرد آن‌ها وابستگی مکانی کمتری دارد و توصیه آن‌ها برای مناطق بدون داده‌های هواشناسی زیرروزانه مورد نیاز برای واسنجی و اعتباریابی این مدل‌ها ضروریست. از سوی دیگر، بیشتر این مدل‌ها دارای پارامترهایی هستند که مقادیر آن‌ها یا به صورت تجربی تعیین شده و یا مقادیری قراردادی (مانند زمان وقوع دمای حداقل و حداکثر در طول شبانه‌روز) برای آن‌ها در نظر گرفته شده است. در تمامی بررسی‌های مشابه انجام شده، برای واسنجی مدل‌های ریزمقیاس‌سازی متغیرهای هواشناسی با فرض قابل قبول بودن مقادیر پیش‌فرض

برای پارامترهای قراردادی، فقط به واسنجی پارامترهای تجربی پرداخته شده است (کاساراجیو و همکاران، ۲۰۰۱؛ ویچلر و ویگموستا، ۲۰۰۳؛ دیبیل و همکاران، ۲۰۰۷ و سفیق و فارس، ۲۰۱۱). این در حالیست که در مدل‌های ریزمقیاس‌سازی مختلف برای یک پارامتر قراردادی مشابه، مقادیر متفاوتی پیشنهاد شده است و عدم تناسب مقادیر پارامترهای قراردادی با مقادیر واقعی آن‌ها در مناطق مختلف می‌تواند سبب اریب شدن پارامترهای تجربی برآورد شده و نیز کاهش توان تبیین‌کنندگی مدل‌های ریزمقیاس‌سازی متغیرهای هواشناسی شود. به نظر می‌رسد از طریق برآورد مقادیر مؤثر پارامترهای تجربی و قراردادی به کمک رویکرد مدل‌سازی معکوس، بتوان عملکرد این مدل‌ها را در تبیین تغییرات زمانی متغیرهای هواشناسی در طول شبانه‌روز، بهبود بخشید.

پس، هدف از این پژوهش، واسنجی، صحت‌یابی و مقایسه عملکرد برخی از مدل‌های ریزمقیاس‌سازی ساده دمای هوای روزانه و شناسایی مدل‌هایی که عملکرد آن‌ها دارای کمترین وابستگی به واسنجی و ویژگی‌های مختص به منطقه مطالعاتی برخوردار بوده و توصیه آن‌ها برای مناطق بدون داده‌های هواشناسی زیرروزانه^۱ مورد نیاز برای واسنجی این مدل‌ها بوده است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، از داده‌های هواشناسی بلندمدت سه ساعته و روزانه برخی از ایستگاه‌های سینوپتیک کشور استفاده شد که مشخصات آن‌ها به همراه مقادیر آماره‌های توصیفی متوسط دمای هوای روزانه ایستگاه‌های هواشناسی بالا در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس این جدول، دمای متوسط روزانه در مناطق آبادان و اردبیل دارای کمترین و بیشترین تغییرپذیری (به ترتیب، ۳۵/۷۸ و ۹۴/۱۸ درصد) بوده است. صحت مقادیر اندازه‌گیری متغیرهای هواشناسی با استفاده از معیارهای پیشنهادی از سوی الن و همکاران (۲۰۰۵) بررسی شد. همچنین، برای برآورد داده‌های هواشناسی گم شده، از یک رویکرد جستجو-بهبودسازی استفاده شد (لدس، ۲۰۰۴). برای ریزمقیاس‌سازی دمای هوای روزانه، امکان استفاده از مدل‌های WAVE I (دی‌ویت، ۱۹۷۸)، WAVE II

(دیویت و همکاران، ۱۹۷۸)، WCALC (ویلکرسون و همکاران، ۱۹۸۳)، ERBS (اربز، ۱۹۸۴)، ESRA (اسرا، ۲۰۰۰) و TM (کاساراجیو و همکاران، ۲۰۰۱) پژوهش شد (جدول ۲).

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک مورد بررسی

هوایستگاه	سال‌های مطالعاتی	طول و عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	آماره‌های توصیفی دمای هوای متوسط روزانه (درجه سانتی‌گراد)	ضریب تغییرات (درصد)
هوایستگاه	سال‌های مطالعاتی	طول و عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	حد اقل	میانگین
آبادان	۱۳۲۹-۱۳۸۹	۳۰°، ۲۲' شمالی	۴۸°، ۱۵' شرقی	۶/۶	۲۵/۵
اردبیل	۱۳۵۴-۱۳۸۹	۳۸°، ۱۵' شمالی	۴۸°، ۱۷' شرقی	۱۳۳۲/۰	۹/۱
ارومیه	۱۳۲۹-۱۳۸۹	۳۷°، ۴۰' شمالی	۴۵°، ۳' شرقی	۱۳۲۸/۰	۱۱/۴
اهواز	۱۳۳۹-۱۳۸۹	۳۱°، ۲۰' شمالی	۴۸°، ۴۰' شرقی	۲۲/۵	۲۵/۶
بیرجند	۱۳۳۹-۱۳۸۹	۳۲°، ۵۳' شمالی	۵۹°، ۱۲' شرقی	۱۴۹۱/۰	۱۶/۶
تبریز	۱۳۳۴-۱۳۸۹	۳۵°، ۸' شمالی	۴۶°، ۱۷' شرقی	۱۳۶۱/۰	۱۲/۵
رامسر	۱۳۳۴-۱۳۸۹	۳۶°، ۵۴' شمالی	۵۰°، ۴۰' شرقی	-۲۰/۰	۱۵/۹
رشت	۱۳۳۴-۱۳۸۹	۳۷°، ۱۹' شمالی	۴۹°، ۳۷' شرقی	-۸/۶	۱۶/۰
زاهدان	۱۳۳۴-۱۳۸۸	۲۹°، ۲۸' شمالی	۶۰°، ۵۳' شرقی	۱۳۷۰/۰	۱۸/۵
شیراز	۱۳۳۴-۱۳۸۸	۲۹°، ۳۳' شمالی	۵۲°، ۳۶' شرقی	۱۴۸۴/۰	۱۷/۸
کرج	۱۳۶۳-۱۳۸۹	۳۵°، ۵۵' شمالی	۵۰°، ۵۴' شرقی	۱۳۱۲/۵	۱۵/۳
مشهد	۱۳۳۴-۱۳۸۹	۳۶°، ۱۶' شمالی	۵۹°، ۳۸' شرقی	۹۹۹/۲	۱۴/۳

روزانه، با استفاده از سه تابع کسینوسی تبیین می‌شود. در مدل TM، منحنی تغییرات زمانی دمای هوا در طول شبانه‌روز به سه بخش تقسیم می‌شود که شامل زمان طلوع آفتاب تا زمان وقوع دمای حداکثر روزانه، از انتهای بازه زمانی قبل تا زمان غروب آفتاب و از غروب آفتاب تا زمان طلوع آفتاب در روز بعد است. مدل TM از دو تابع سینوسی در طول روز و یک تابع کاهشی ریشه دوم برای تبیین تغییرات زمانی دما در طول شب استفاده می‌کند و زمان وقوع دمای حداقل و حداکثر به ترتیب، مقارن با زمان طلوع خورشید و چهار ساعت قبل از غروب خورشید فرض می‌شود. مقدار دمای هوا در زمان غروب آفتاب با استفاده از یک معادله تجربی محاسبه می‌شود. بدین ترتیب، با استفاده از اطلاعات روزانه دمای هوا به عنوان داده‌های ورودی مدل‌های یاد شده، عملکرد آنها در بازسازی مقادیر دمای هوای سه ساعته (ساعت‌های ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۲۱ و ۲۴ به وقت GMT) ثبت شده در ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک مطالعاتی، ارزیابی شد. برای برآورد پارامترهای تجربی و قراردادی مدل‌های مورد بررسی، از گونه یکپارچه الگوریتم بهینه‌سازی رفتار جمعی اجزا

مدل WAVE I، تغییرات زمانی دمای هوا در طول شبانه‌روز را با استفاده از یک تابع کسینوسی و با فرض وقوع دمای حداکثر در ساعت ۱۵:۰۰ تبیین می‌کند. مدل WAVE II، از یک تابع کسینوسی برای تبیین تغییرات زمانی دمای هوا از زمان طلوع خورشید تا زمان وقوع دمای حداکثر و یک تابع کسینوسی دیگر برای مدل‌سازی تغییرات زمانی دمای هوا از انتهای بازه زمانی قبل تا زمان وقوع دمای حداقل در روز بعد استفاده می‌کند. در این مدل فرض بر آن است که مقادیر دمای حداقل و حداکثر روزانه به ترتیب، در زمان طلوع خورشید و ساعت ۱۴:۰۰ رخ می‌دهند. در مدل WCALC، منحنی تغییرات زمانی دما با فرض تغییرات خطی دما در طول شبانه‌روز به سه بخش شامل ساعت صفر بامداد تا دو ساعت بعد از طلوع خورشید، از انتهای بازه زمانی قبل تا غروب آفتاب و از غروب آفتاب تا ساعت ۲۴:۰۰ تقسیم می‌شود. مدل ERBS یک مدل تجربی است که برای تبیین متوسط ماهانه و روزانه تغییرات زمانی دمای هوا در طول شبانه ارائه گردیده است. در مدل ESRA، منحنی تغییرات زمانی دمای هوا بسته به زمان وقوع دماهای حداقل و حداکثر

است) توسعه یافته و توازن بین دو ویژگی اکتشاف و انتفاع در هنگام اجرای الگوریتم متغیر است، استفاده شد.

(UPSO) (پارسیپولوس و وراهاتیس، ۲۰۰۴) که از ترکیب گونه‌های lbest (که در آن ویژگی اکتشاف الگوریتم غالب است) و gbest (که در آن ویژگی انتفاع الگوریتم غالب

جدول ۲- شرح ریاضی مدل‌های مورد استفاده برای ریزمقیاس‌سازی دمای هوای روزانه

نام مدل	شرح ریاضی مدل
WAVE I (دی‌ویت، ۱۹۷۸)	$T(t) = AMP \cos\left(\frac{\pi(t - c_1)}{12}\right) + T_{ave}^j$
WAVE II (دی‌ویت و همکاران، ۱۹۷۸)	$T(t) = \begin{cases} T_{ave}^j + AMP \left(\cos\left(\pi t' / (c_2 + (t_{rise}^j + c_3))\right)\right) & 1 \leq t < t_{rise}^j + c_3 \\ T_{ave}^j - AMP \left(\cos\left(\pi(t - t_{rise}^j) / (c_4 - (t_{rise}^j + c_3))\right)\right) & t_{rise}^j + c_3 \leq t \leq c_4 \end{cases} ; t' = \begin{cases} t + c_2 & t < t_{rise}^j + c_3 \\ t - c_4 & t > c_4 \end{cases}$
WCALC (ویلکرسون و همکاران، ۱۹۸۳)	$T(t) = \begin{cases} TLIN - SLOPE(t + 24 - t_{set}^{j-1}) & 0 < t < t_{rise}^j + c_5 \\ T_{min}^j + (T_{max}^j - T_{min}^j) \sin(TAU) & t_{rise}^j + c_5 < t \leq t_{set}^j \\ TLIN - SLOPE(t - t_{set}^j) & t_{set}^j \leq t \leq 24 \end{cases} ; TAU = \begin{cases} \pi(t_{set}^{j-1} - t_{rise}^{j-1} - c_5) / (t_{set}^{j-1} - t_{rise}^{j-1}) & 0 < t < t_{rise}^j + c_5 \\ \pi(t - t_{rise}^j - c_5) / (t_{set}^j - t_{rise}^j) & t_{rise}^j + c_5 < t \leq t_{set}^j \\ \pi(t_{set}^j - t_{rise}^j - c_5) / (t_{set}^j - t_{rise}^j) & t_{set}^j \leq t \leq 24 \end{cases}$
ERBS (اریز، ۱۹۸۴)	$T(t) = T_{ave}^j + AMP \left[c_6 \cos(\alpha - c_7) + c_8 \cos(2\alpha - c_9) + c_{10} \cos(3\alpha - c_{11}) + c_{12} \cos(4\alpha - c_{13}) \right]; \alpha = 2\pi(t - 1)/2$
ESRA (اسرا، ۲۰۰۰)	$T(t) = \begin{cases} T_{ave}^j - AMP \cos\left(\frac{\pi(t_{min}^j - t)}{24 + t_{min}^j - t_{max}^j}\right) & 0 < t \leq t_{min}^j \\ T_{ave}^j + AMP \cos\left(\frac{\pi(t_{max}^j - t)}{t_{max}^j - t_{min}^j}\right) & t_{min}^j < t \leq t_{max}^j \\ T_{ave}^j - AMP \cos\left(\frac{\pi(24 + t_{min}^j - t)}{24 + t_{min}^j - t_{max}^j}\right) & t_{max}^j < t \leq 24 \end{cases} ; \begin{cases} t_{min} = t_{rise}^j - c_{14} \\ t_{max} = t_{set}^j - c_{15} \end{cases}$
TM (کاسارچیو و همکاران، ۲۰۰۱)	$T(t) = \begin{cases} T_{min}^j + \alpha \sin\left[\frac{\pi}{2} \left(\frac{t - (t_{rise}^j + c_{16})}{t_{max}^j - t_{rise}^j}\right)\right] & t_{rise}^j + c_{16} < t \leq t_{max}^j \\ T_{set}^j + R \sin\left[\frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{t - t_{max}^j}{c_{17}}\right)\right] & t_{max}^j < t \leq t_{set}^j \\ T_{set}^j + \beta \sqrt{t - t_{set}^j} & t_{set}^j < t \leq t_{rise}^{j+1} \end{cases} ; \begin{cases} t_{rise}^{j+1} = t_{rise}^j + 24 + c_{16} \\ t_{max}^j = t_{set}^j - c_{17} \\ T_{set}^j = T_{max}^j - c_{18} (T_{max}^j + T_{rise}^{j+1}) \\ \alpha = T_{max}^j - T_{min}^j \\ R = T_{max}^j - T_{set}^j \\ \beta = (T_{rise}^{j+1} - T_{set}^j) / \sqrt{(t_{rise}^{j+1} - t_{set}^j)} \end{cases}$

در روابط بالا، $T(t)$ دمای هوا (درجه سانتی‌گراد) در زمان t (ساعت)، T_{min} ، T_{max} ، T_{set} به ترتیب، مقادیر روزانه دمای حداقل، دمای حداکثر و دمای هوا در زمان غروب خورشید (درجه سلسیوس)، t_{rise} و t_{set} به ترتیب، زمان طلوع و غروب خورشید (ساعت)، $AMP = (T_{max} - T_{min})/2$ ، $T_{ave} = (T_{min} + T_{max})/2$ ، ضریب‌های ثابت c_1 تا c_{18} پارامترهای تجربی و قراردادی مدل‌ها و زان‌دیس بیانگر شماره روز است.

شد (پرچی عراقی و همکاران، ۲۰۱۳). برای سهولت مقایسه مدل‌های مورد بررسی، با توجه به آماره‌های MAE، RMSE و ضریب همبستگی پیرسون، رتبه‌ای به هر یک از مدل‌های مورد بررسی داده شده و میانگین این رتبه‌ها، به عنوان رتبه نهایی هر یک از مدل‌ها در نظر گرفته شد. همین‌طور، در صورت حاصل شدن رتبه نهایی یکسان برای دو یا چند مدل، از آماره ErM برای قضاوت

همچنین، از آماره ضریب کارایی مدل (نش و ساتکلیف، ۱۹۷۰) به عنوان تابع هدف استفاده شد. همچنین، برای ارزیابی و مقایسه عملکرد مدل‌های مختلف در بازسازی مقادیر معیار، از آماره‌های میانگین خطا (ME)، میانگین قدرمطلق خطا (MAE)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) ضریب همبستگی پیرسون (r) و ضریب کارایی مدل (EF) و حداکثر قدرمطلق انحراف (ErM) استفاده

هستند، در دامنه معقول خود قرار دارند. همچنین، مدل‌های WAVE II (بجز در مناطق بیرجند، رشت و مشهد) و ESRA زمان وقوع دمای حداقل را قبل از طلوع خورشید و مدل TM این زمان را بعد از طلوع خورشید پیش‌بینی کرده است (جدول ۳). مقادیر آماره‌های ارزیابی مورد استفاده برای مقایسه عملکرد مدل‌های ریزمقیاس‌سازی مورد بررسی به همراه رتبه عملکرد هر یک در بازسازی مقادیر زیرروزانه دمای هوا در جدول ۴ ارائه شده است. با توجه به این جدول، مقادیر آماره ME بیانگر آن است که ویرایش اصلی مدل‌های ESRA و WAVE II و ویرایش‌های اصلی و واسنجی شده مدل WCALC در تمامی مناطق مورد بررسی کم‌برآوردگر بوده‌اند. همچنین، ویرایش اصلی مدل‌های ERBS و TM در بیشتر مناطق کم‌برآوردگر و سایر مدل‌های مورد بررسی در اکثر مناطق مورد بررسی بیش‌برآوردگر بوده‌اند.

مقایسه مقادیر آماره‌های ME و MAE نشان از آن است که این بیش‌برآوردگری یا کم‌برآوردگری در هیچیک از مدل‌های مورد بررسی به طور سیستماتیک رخ نداده است و مقادیر آماره‌های RSB، RNU و RLC بیانگر آن هستند که بخش اصلی عدم هماهنگی مقادیر دمای زیرروزانه برآورد شده توسط مدل‌های مختلف با مقادیر اندازه‌گیری شده ناشی از کمبود همبستگی بین مقادیر اندازه‌گیری و برآورد شده است. به گونه‌ای که این عامل، ۷۱/۲۴ تا ۹۹/۹۹ درصد از عدم هماهنگی کل را به خود اختصاص داده است. این نکته از خطوط ۱:۱ ارائه شده در شکل‌های ۱-الف و ۱-ب نیز قابل استنباط است. با توجه به شکل‌های بالا، به طور کلی، بجز در مورد ویرایش‌های اصلی مدل‌های ERBS و ESRA در سراسر دامنه مقادیر اندازه‌گیری شده دمای هوا، میزان اختلاف بین مقادیر اندازه‌گیری شده و برآورد شده دارای دامنه به نسبت ثابتی بوده و از یک روند افزایشی یا کاهش‌ی خاص پیروی نمی‌کنند که این نکته از مقادیر کوچک آماره‌های RSB و RNU نیز قابل استنباط است (جدول ۴). مقادیر کم آماره RNU نشان از آن است که تمامی مدل‌های مورد بررسی (بجز ویرایش‌های اصلی مدل‌های ERBS و ESRA) قادر به بازسازی نوسانات دمای هوای زیرروزانه اندازه‌گیری شده بوده‌اند. مقادیر آماره ضریب همبستگی نشان از آن است که از نظر برازش مدل‌های مورد بررسی بر داده‌های اندازه‌گیری شده دمای هوا، ویرایش واسنجی شده مدل

نهایی در مورد رتبه نهایی مدل‌های بالا استفاده شد. همچنین، سهم هر یک از منابع عدم هماهنگی مقادیر اندازه‌گیری شده و برآورد شده با استفاده از روش جزءبندی آماره میانگین مربعات خطا (MSE) به شرح زیر تعیین شد (گاچ و همکاران، ۲۰۰۳):

$$RSB = 100 \frac{\left(\sum_{j=1}^n (P_j - O_j) \right)^2}{MSE} \quad (1)$$

$$RNU = 100 \frac{(1-b^2) \left(\sum_{j=1}^n (O_j - \bar{O})^2 / n \right)}{MSE} \quad (2)$$

$$RLC = 100 \frac{(1-r^2) \left(\sum_{j=1}^n (P_j - \bar{P})^2 / n \right)}{MSE} \quad (3)$$

که در آن‌ها O مقدار اندازه‌گیری شده، P مقدار برآورد شده، \bar{O} میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده، \bar{P} میانگین مقادیر برآورد شده، n تعداد مقایسه‌ها، b شیب خط رگرسیون بین مقادیر اندازه‌گیری شده و برآورد شده، RSB درصدی از MSE که ناشی از انتقال خط رگرسیون به بالا یا پایین خط ۱:۱ است، RNU درصدی از MSE که ناشی از دوران خط رگرسیون نسبت به خط ۱:۱ است، RLC درصدی از MSE که ناشی از کمبود همبستگی بین مقادیر اندازه‌گیری و برآورد شده است. بدیهی است که $RSB + RNU + RLC = 100$.

نتایج و بحث

مقادیر واسنجی شده پارامترهای قراردادی c_1 و c_3 که بیانگر زمان وقوع دمای حداکثر روزانه به وقت محلی و پارامترهای c_{15} و c_{17} که بیانگر اختلاف زمان وقوع دمای حداکثر روزانه و زمان غروب آفتاب هستند، با مقدار پیش‌فرض پارامترهای بالا به ترتیب، به میزان ۰/۰۰ تا ۴/۷۸، ۱/۰۴ تا ۱۹/۸۷، ۱۸/۲۷ تا ۳۷/۴۰ و ۴/۵۲ تا ۴۹/۰۸ درصد تفاوت دارند (جدول ۳). در منابع مختلف، زمان وقوع دمای حداکثر بین ساعت ۱۳:۰۰ (به وقت محلی) تا دو ساعت قبل از غروب خورشید ذکر شده است (براون، ۱۹۶۹؛ پارتون و لوگان، ۱۹۸۱ و مدلو و همکاران، ۲۰۱۲) و مقادیر واسنجی شده پارامترهای بالا در دامنه معقول خود قرار دارند. همچنین، در منابع مختلف، زمان وقوع دمای حداقل بین سه ساعت قبل تا دو ساعت بعد از طلوع خورشید ذکر شده است (ته، ۲۰۰۶). بنابراین، مقادیر پارامترهای c_2 ، c_{14} و c_{16} که بیانگر ویژگی فوق

واسنجی شده مدل‌های TM (بجز در منطقه اردبیل) و ویرایش اصلی مدل ERBS به ترتیب، دارای بهترین و ضعیف‌ترین عملکرد در بازسازی مقادیر زیرروزانه دمای هوا بوده‌اند. به طور کلی، مقادیر ضریب کارایی مدل در دامنه ۰/۷۵ تا ۱/۰۰، ۰/۶۵ تا ۰/۷۵ و ۰/۵۰ تا ۰/۶۵ به ترتیب، به عنوان عملکرد بسیار خوب، خوب و قابل قبول در نظر گرفته می‌شوند (موریاسی و همکاران، ۲۰۰۷). براساس نتایج این پژوهش، مدل‌های ریزمقیاس‌سازی دمای هوای مورد بررسی، دارای عملکرد قابل قبول تا بسیار خوبی در شبیه‌سازی تغییرات زمانی دمای هوا در طول شبانه‌روز بوده‌اند. نمونه‌ای از برازش ویرایش‌های اصلی و واسنجی شده مدل‌های ریزمقیاس‌سازی دمای هوا به ترتیب در شکل‌های ۲- الف و ۲- ب نشان داده شده است.

TM (بجز در منطقه اردبیل) در رتبه اول و ویرایش اصلی مدل ERBS در رتبه آخر قرار دارد (جدول ۴). در بررسی‌های مشابه انجام شده، دامنه مقادیر آماره ضریب همبستگی پیرسون برای مدل‌های WAVE I، WAVE II، WCALC، ERBS، ESRA و TM به ترتیب در دامنه ۰/۸۹۳ تا ۰/۹۹۵، ۰/۸۸۹ تا ۰/۹۸۰، ۰/۸۸۹ تا ۰/۹۷۰، ۰/۸۷۴ تا ۰/۹۲۰، ۰/۹۰۴ تا ۰/۹۹۵ و ۰/۹۴۹ تا ۰/۹۸۵ گزارش شده است (ریکوسکی و همکاران، ۱۹۸۹؛ کاسارچیو و همکاران، ۲۰۰۱؛ دیبیل و همکاران، ۲۰۰۷ و سفیق و فارس، ۲۰۱۱).

در این پژوهش، دامنه تغییرات مقادیر این آماره برای مدل‌های واسنجی شده نشان از واسنجی مؤثرتر مدل‌های مورد بررسی است. همچنین، بر اساس مقادیر آماره‌های MAE و RMSE ارائه شده در جدول ۴، ویرایش‌های

جدول ۳- مقادیر پیش‌فرض و بهینه پارامترهای تجربی و قراردادی مدل‌های ریزمقیاس‌سازی دمای هوا

نام مدل	پارامتر	مقدار پارامتر												
		واسنجی شده												
	پیش‌فرض	آبادان	اردبیل	ارومیه	اهواز	بیرجند	تبریز	رامسر	رشت	زاهدان	شیراز	کرج	مشهد	
WAVEI	c_1^\dagger	۱۵/۲۷۰	۱۴/۹۹۹	۱۴/۸۳۲	۱۵/۶۶۴	۱۵/۱۳۹	۱۵/۳۵۳	۱۴/۴۶۳	۱۵/۰۶۲	۱۵/۳۳۴	۱۵/۴۵۲	۱۵/۶۸۹	۱۵/۲۸۸	
	c_2^\dagger	-۰/۳۳۰	۱/۱۱۱	-۰/۷۰۷	-۰/۳۱۵	-۰/۳۴	-۰/۵۲۸	-۰/۱۶۶	۱/۰۳۸	-۰/۰۰۵	-۰/۳۱۱	-۰/۳۹۹	-۰/۱۹۹	
WAVEII	c_3^\dagger	۱۳/۶۰۴	۱۱/۲۱۹	۱۳/۰۰۷	۱۳/۸۲۷	۱۲/۵۰۰	۱۳/۸۵۵	۱۱/۴۷۷	۱۱/۳۰۸	۱۲/۸۰۴	۱۳/۱۴۴	۱۴/۳۸۷	۱۲/۶۷۵	
	c_4^\dagger	۱۲/۵۹۶	۱۵/۰۰۰	۱۳/۴۷۴	۱۳/۷۱۴	۱۵/۰۰۰	۱۲/۶۱۸	۱۵/۰۰۰	۱۵/۰۰۰	۱۵/۰۰۰	۱۵/۰۰۰	۱۲/۳۹۹	۱۵/۰۰۰	
WCALC	c_5^\dagger	۲/۰۸۹	۱/۸۸۷	۱/۸۳۱	۲/۳۱۵	۱/۹۸۹	۲/۱۳۳	۱/۵۴۴	۱/۸۶۵	۲/۱۰۵	۲/۱۳۹	۲/۳۹۰	۲/۰۸۳	
	$c_6^{\dagger\dagger}$	۰/۴۶۳	۰/۴۶۶	۰/۴۱۸	۰/۴۶۴	۰/۴۵۶	۰/۴۶۹	-۰/۴۳۹	۰/۴۱۲	۰/۴۲۶	۰/۴۸۱	۰/۴۴۵	۰/۴۵۱	
ERBS	$c_7^{\dagger\dagger}$	۳/۸۰۵	۹/۱۹۱	۲/۸۲۲	۲/۸۳۶	۲/۹۹۷	-۳/۷۷۷	۶/۰۵۴	۲/۶۴۶	۲/۸۴۲	۲/۶۳۲	۲/۸۶۴	۲/۷۰۱	
	$c_8^{\dagger\dagger}$	-۰/۰۹۸	-۰/۱۰۶	-۰/۱۳۵	۰/۰۸۶	۰/۱۰۴	-۰/۰۲۹	۰/۰۹۱	۰/۱۱۴	۰/۱۱۸	-۰/۰۲۱	-۰/۱۱۶	-۰/۰۹۱	
ESRA	$c_9^{\dagger\dagger}$	۴/۹۳۰	۴/۹۳۰	-۴/۹۳۰	-۱/۴۹۳	-۱/۶۱۷	۰/۷۲۹	-۱/۲۲۴	-۲/۱۸۷	۴/۷۶۱	۱/۴۷۷	۱/۲۳۶	۱/۲۶۵	
	$c_{10}^{\dagger\dagger}$	-۰/۰۱۷	-۰/۰۴۱	-۰/۰۱۲	-۰/۰۶۶	-۰/۰۳۳	-۰/۰۵۲	-۰/۰۳۸	۰/۰۶۴	-۰/۰۴۵	-۰/۰۶۱	-۰/۰۵۶	-۰/۰۳۷	
TM	$c_{11}^{\dagger\dagger}$	۰/۸۲۲	-۱/۲۹۷	۲/۳۲۵	-۱/۸۷۷	-۱/۶۰۵	۸/۳۲۷	۱/۲۶۳	-۱/۸۰۴	۱/۴۸۲	۰/۰۲۸	۷/۴۹۸	۰/۵۹۸	
	$c_{12}^{\dagger\dagger}$	۰/۰۱۴	۰/۰۳۴	-۰/۵۱۱	-۰/۲۱۸	-۰/۰۱۴	۰/۰۲۷	-۰/۰۶۰	-۰/۲۱۵	۰/۱۴۸	-۰/۰۲۸	-۰/۲۳۹	۰/۱۲۲	
WAVEI	$c_{13}^{\dagger\dagger}$	۳/۵۱۳	۴/۱۱۸	۶/۸۵۴	۳/۶۱۶	۱/۶۷۹	۲/۲۴۳	۳/۵۰۲	۳/۵۳۷	۳/۷۷۷	۲/۶۴۵	۳/۵۵۵	۳/۸۳۵	
	$c_{14}^{\dagger\dagger}$	-۰/۰۰۰	-۱/۹۹۷	-۲/۶۷۸	-۲/۷۹۰	-۱/۸۸۱	-۲/۶۸۲	-۲/۲۱۳	-۳/۰۰۰	-۲/۳۰۵	-۲/۶۹۸	-۲/۵۹۰	-۲/۶۶۰	
WAVEII	$c_{15}^{\dagger\dagger}$	۴/۰۰۰	۲/۸۶۱	۳/۰۲۱	۳/۲۶۹	۲/۵۳۱	۲/۷۳۲	۲/۷۹۸	۳/۰۹۸	۲/۸۷۷	۲/۶۰۷	۲/۶۰۲	۲/۶۸۵	
	c_{16}^\dagger	-۰/۰۰۰	-۰/۹۲۰	۱/۳۹۰	-۰/۴۷۲	۱/۱۶۳	۱/۰۲۶	۰/۷۸۷	۰/۹۳۶	۰/۸۹۲	۰/۹۹۵	۱/۰۲۲	۰/۵۷۹	
WAVEI	c_{17}^\dagger	۳/۲۵۱	۵/۲۷۹	۳/۷۳۳	۳/۲۲۷	۴/۴۹۶	۲/۸۳۳	۵/۹۶۳	۳/۵۲۹	۴/۴۶۷	۴/۱۸۱	۲/۷۰۱	۲/۹۸۷	
	c_{18}^\dagger	-۰/۳۹۰	-۰/۱۸۳	-۰/۲۳۶	-۰/۲۲۱	-۰/۱۱۹	-۰/۱۳۹	-۰/۱۷۶	-۰/۲۱۴	-۰/۲۴۱	-۰/۰۸۰	-۰/۰۹۸	-۰/۱۵۷	

†: پارامترهایی که دارای مقادیر قراردادی هستند.

††: پارامترهایی که دارای مقادیر تجربی هستند.

جدول ۴- آماره‌های ارزیابی مورد استفاده در بررسی عملکرد مدل‌های ریزمقیاس‌سازی دمای هوای روزانه (درجه سانتی‌گراد)^(*)

رتبه نهایی	RLC	RNU	RSB	MSE	EF	ErM	r	RMSE	MAE	ME	نام مدل	وب‌سایت مدل	منطقه مطالعاتی
۸	۹۵/۳۳۸	۱/۸۷۵	۲/۷۸۸	۴/۱۵۸	-۰/۹۶۳	۱۳/۵۹۰(۸)	-۰/۹۸۲(۸)	۲/۰۳۹(۸)	۱/۵۰۶(۸)	-۰/۳۴۰	WAVE I		آبادان
۴	۸۶/۰۵۶	۱/۲۶۸	۱۲/۶۷۶	۲/۹۳۰	-۰/۹۷۴	۱۰/۲۷۵(۵)	-۰/۹۸۸(۴)	۱/۷۱۲(۴)	۱/۲۰۷(۴)	-۰/۱۶۰۹	WAVE II		
۵	۸۶/۰۸۶	۶/۸۸۶	۷/۰۲۸	۴/۰۲۷	-۰/۹۶۴	۱۰/۴۱۵(۶)	-۰/۹۸۳(۵)	۲/۰۰۷(۶)	۱/۴۷۶(۵)	-۰/۵۳۲	WCALC	اصلی	
۱۲	۹۲/۹۲۳	۷/۰۲۷	-۰/۰۴۹	۲۳/۵۹۱	-۰/۷۸۸	۱۶/۱۲۸(۱۱)	-۰/۸۹۲(۱۲)	۴/۸۵۷(۱۲)	۴/۰۷۰(۱۲)	-۰/۱۰۸	ERBS		
۱۱	۹۱/۰۰۵	۶/۹۶۳	۲/۰۳۲	۱۶/۶۰۱	-۰/۸۵۱	۲۲/۷۴۱(۱۲)	-۰/۹۲۵(۱۱)	۴/۰۷۴(۱۱)	۲/۷۵۰(۱۱)	-۰/۵۸۱	ESRA		
۹	۹۷/۶۶۷	-۰/۵۸۵	۱/۷۴۸	۴/۳۰۱	-۰/۹۶۱	۹/۹۸۶(۴)	-۰/۹۸۱(۹)	۲/۰۷۴(۹)	۱/۵۷۵(۱۰)	-۰/۲۷۴	TM		
۷	۹۵/۴۶۷	۱/۸۱۴	۲/۷۱۹	۴/۰۳۰	-۰/۹۶۴	۱۳/۵۹۹(۹)	-۰/۹۸۲(۷)	۲/۰۰۸(۷)	۱/۴۸۸(۷)	-۰/۳۳۱	WAVE I		
۲	۹۸/۹۴۹	۱/۰۵۱	-۰/۰۰۰	۲/۴۴۴	-۰/۹۷۸	۹/۱۲۱(۲)	-۰/۹۸۹(۲)	۱/۵۶۳(۲)	۱/۱۳۲(۲)	-۰/۰۰۰	WAVE II		
۶	۸۷/۴۰۱	۶/۹۷۳	۵/۶۲۶	۳/۹۸۳	-۰/۹۶۴	۹/۹۸۰(۳)	-۰/۹۸۳(۶)	۱/۹۹۶(۵)	۱/۴۸۰(۶)	-۰/۴۷۳	WCALC	واستجی شده	
۳	۹۴/۶۷۹	۲/۸۳۲	۲/۴۹۰	۲/۵۳۸	-۰/۹۷۷	۱۱/۵۷۱(۷)	-۰/۹۸۹(۳)	۱/۵۹۳(۳)	۱/۱۵۹(۳)	-۰/۲۵۱	ERBS		
۱۰	۹۹/۷۹۴	-۰/۱۱۲	-۰/۰۹۴	۴/۵۱۵	-۰/۹۵۹	۱۳/۸۷۰(۱۰)	-۰/۹۸۱(۱۰)	۲/۱۲۵(۱۰)	۱/۵۵۶(۹)	-۰/۰۶۵	ESRA		
۱	۹۹/۴۵۸	-۰/۵۱۰	-۰/۰۳۲	۱/۸۴۶	-۰/۹۸۳	۶/۴۹۹(۱)	-۰/۹۹۲(۱)	۱/۳۵۹(۱)	-۰/۹۸۷(۱)	-۰/۰۲۴	TM		
۹	۹۷/۴۵۵	۱/۶۵۸	-۰/۸۸۷	۶/۰۵۰	-۰/۹۳۵	۲۱/۱۸۱(۱۰)	-۰/۹۶۸(۹)	۲/۴۶۰(۹)	۱/۷۶۰(۹)	-۰/۲۳۲	WAVE I		اردبیل
۵	۹۳/۳۹۷	-۰/۸۵۰	۵/۷۵۳	۴/۲۷۰	-۰/۹۵۴	۹/۹۰۳(۲)	-۰/۹۷۸(۵)	۲/۰۶۶(۶)	۱/۴۵۴(۵)	-۰/۴۹۶	WAVE II		
۴	۹۱/۳۹۷	۳/۴۵۴	۵/۱۵۰	۳/۹۵۷	-۰/۹۵۷	۱۱/۸۱۹(۳)	-۰/۹۸۰(۴)	۱/۹۸۹(۴)	۱/۴۴۲(۴)	-۰/۴۵۱	WCALC	اصلی	
۱۲	۹۲/۵۰۸	۷/۴۴۵	-۰/۰۴۶	۲۱/۱۴۰	-۰/۷۷۲	۱۸/۵۳۳(۸)	-۰/۸۸۴(۱۲)	۴/۵۹۸(۱۲)	۳/۶۲۰(۱۲)	-۰/۰۹۹	ERBS		
۱۱	۹۳/۹۳۹	۴/۳۳۰	۱/۷۳۱	۱۳/۷۷۸	-۰/۸۵۲	۲۷/۸۸۹(۱۲)	-۰/۹۲۶(۱۱)	۳/۷۱۲(۱۱)	۲/۴۵۲(۱۱)	-۰/۴۸۸	ESRA		
۷	۹۹/۰۰۷	-۰/۱۷۵	-۰/۸۱۸	۴/۳۰۰	-۰/۹۵۴	۱۴/۵۹۶(۶)	-۰/۹۷۷(۶)	۲/۰۷۴(۷)	۱/۴۹۴(۷)	-۰/۱۸۸	TM		
۸	۹۷/۴۵۴	۱/۶۵۸	-۰/۸۸۷	۶/۰۵۰	-۰/۹۳۵	۲۱/۱۸۱(۹)	-۰/۹۶۸(۸)	۲/۴۶۰(۸)	۱/۷۶۰(۸)	-۰/۲۳۲	WAVE I		
۱	۹۸/۹۸۲	-۰/۸۸۹	-۰/۱۲۹	۳/۲۰۴	-۰/۹۶۶	۷/۳۴۷(۱)	-۰/۹۸۳(۱)	۱/۷۹۰(۱)	۱/۲۸۰(۱)	-۰/۰۶۴	WAVE II		
۳	۹۰/۱۰۰	۳/۱۸۳	۶/۷۱۷	۳/۹۲۱	-۰/۹۵۸	۱۲/۲۶۴(۴)	-۰/۹۸۰(۳)	۱/۹۸۰(۳)	۱/۴۳۱(۳)	-۰/۵۱۳	WCALC	واستجی شده	
۶	۹۵/۱۰۸	۴/۴۷۶	-۰/۴۱۶	۴/۲۶۶	-۰/۹۵۴	۱۷/۵۷۲(۷)	-۰/۹۷۷(۷)	۲/۰۶۵(۵)	۱/۴۸۵(۶)	-۰/۱۳۳	ERBS		
۱۰	۹۸/۸۰۵	-۰/۰۴۷	۱/۱۴۸	۷/۳۰۵	-۰/۹۲۱	۲۲/۷۸۸(۱۱)	-۰/۹۶۳(۱۰)	۲/۷۰۳(۱۰)	۱/۹۵۳(۱۰)	-۰/۲۹۰	ESRA		
۲	۹۹/۸۷۱	-۰/۰۳۸	-۰/۰۹۱	۳/۲۷۰	-۰/۹۶۵	۱۲/۴۳۷(۵)	-۰/۹۸۳(۲)	۱/۸۰۸(۲)	۱/۳۰۷(۲)	-۰/۰۵۴	TM		
۷	۹۶/۰۱۳	۳/۲۴۲	-۰/۷۴۵	۳/۶۴۴	-۰/۹۶۷	۲۰/۰۰۰(۱۱)	-۰/۹۸۴(۷)	۱/۹۰۹(۷)	۱/۴۰۴(۷)	-۰/۱۶۵	WAVE I		ارومیه
۵	۸۸/۰۰۵	۴/۰۳۸	۷/۹۵۷	۳/۵۶۵	-۰/۹۶۸	۹/۹۴۳(۴)	-۰/۹۸۵(۵)	۱/۸۸۸(۵)	۱/۳۱۹(۵)	-۰/۵۳۳	WAVE II		
۹	۸۸/۹۸۴	۶/۸۲۰	۴/۱۹۶	۴/۱۴۱	-۰/۹۶۳	۱۳/۴۳۸(۶)	-۰/۹۸۲(۹)	۲/۰۳۵(۹)	۱/۴۸۸(۱۰)	-۰/۴۱۷	WCALC	اصلی	
۱۲	۹۳/۱۸۸	۶/۷۱۰	-۰/۱۰۱	۱۸/۱۹۵	-۰/۸۳۷	۱۸/۰۳۳(۷)	-۰/۹۱۷(۱۲)	۴/۲۶۶(۱۲)	۳/۴۶۶(۱۲)	-۰/۱۳۶	ERBS		
۱۱	۹۱/۰۳۹	۷/۱۹۵	۱/۷۶۵	۱۱/۷۸۸	-۰/۸۹۴	۲۰/۰۴۳(۱۲)	-۰/۹۴۷(۱۱)	۳/۴۳۳(۱۱)	۲/۳۳۳(۱۱)	-۰/۴۵۶	ESRA		
۳	۹۶/۳۴۵	۱/۲۸۶	۲/۳۶۹	۲/۶۹۴	-۰/۹۷۶	۹/۳۷۲(۳)	-۰/۹۸۸(۲)	۱/۶۴۱(۳)	۱/۱۹۴(۳)	-۰/۲۵۳	TM		
۶	۹۵/۹۹۱	۳/۲۵۰	-۰/۷۶۰	۳/۶۱۲	-۰/۹۶۸	۱۹/۹۹۶(۱۰)	-۰/۹۸۴(۶)	۱/۹۰۰(۶)	۱/۴۰۱(۶)	-۰/۱۶۶	WAVE I		
۴	۹۶/۵۶۹	۳/۳۵۲	-۰/۰۷۹	۲/۸۴۱	-۰/۹۷۴	۸/۸۶۸(۲)	-۰/۹۸۷(۴)	۱/۶۸۶(۴)	۱/۲۳۶(۴)	-۰/۰۴۷	WAVE II		
۸	۸۶/۸۱۰	۶/۴۳۷	۶/۷۵۳	۴/۰۵۲	-۰/۹۶۴	۱۲/۳۷۴(۵)	-۰/۹۸۳(۸)	۲/۰۱۳(۸)	۱/۴۶۱(۸)	-۰/۵۳۳	WCALC	واستجی شده	
۲	۹۳/۸۷۳	۵/۱۵۹	-۰/۹۶۸	۲/۶۸۴	-۰/۹۷۶	۱۹/۱۱۸(۸)	-۰/۹۸۸(۳)	۱/۶۳۸(۲)	۱/۱۹۰(۲)	-۰/۱۶۱	ERBS		
۱۰	۹۸/۵۱۶	-۰/۰۰۰	۱/۴۸۴	۴/۱۵۲	-۰/۹۶۳	۱۹/۱۶۱(۹)	-۰/۹۸۲(۱۰)	۲/۰۳۸(۱۰)	۱/۴۷۵(۹)	-۰/۲۴۸	ESRA		
۱	۹۸/۶۲۶	۱/۲۴۹	-۰/۱۲۵	۱/۹۷۶	-۰/۹۸۲	۶/۵۲۹(۱)	-۰/۹۹۱(۱)	۱/۴۰۶(۱)	۱/۰۲۴(۱)	-۰/۰۵۰	TM		

ادامه جدول ۴ -

۸	۹۲/۴۹۲	۴/۵۹۷	۲/۹۱۱	۴/۰۶۲	۰/۹۶۶	۱۱/۹۸۶(۹)	۰/۹۸۴(۹)	۲/۰۱۵(۸)	۱/۵۱۰(۸)	۰/۳۴۴	WAVE I	اصلی
۴	۸۴/۱۴۷	۲/۹۸۹	۱۲/۸۶۴	۳/۲۰۵	۰/۹۷۳	۹/۸۷۶(۲)	۰/۹۸۸(۴)	۱/۷۹۰(۴)	۱/۲۵۵(۴)	۰/۶۴۲	WAVE II	
۹	۸۱/۱۲۳	۷/۱۷۷	۱۱/۷۰۰	۴/۴۵۵	۰/۹۶۳	۱۰/۰۸۵(۳)	۰/۹۸۴(۸)	۲/۱۱۱(۹)	۱/۵۲۱(۹)	۰/۷۲۲	WCALC	
۱۲	۹۱/۳۰۰	۷/۱۶۳	۱/۵۳۷	۱۹/۷۴۲	۰/۸۳۶	۱۵/۹۲۸(۱۱)	۰/۹۱۸(۱۲)	۴/۴۴۳(۱۲)	۳/۶۷۸(۱۲)	۰/۵۵۱	ERBS	
۱۱	۸۹/۴۳۲	۵/۸۹۳	۴/۶۷۵	۱۴/۳۶۷	۰/۸۸۱	۱۹/۲۰۶(۱۲)	۰/۹۴۲(۱۱)	۳/۷۹۰(۱۱)	۲/۵۵۶(۱۱)	۰/۸۲۰	ESRA	
۱۰	۹۷/۱۵۰	۱/۷۳۳	۱/۱۱۸	۵/۴۶۷	۰/۹۵۵	۱۰/۴۳۲(۶)	۰/۹۷۸(۱۰)	۲/۳۳۸(۱۰)	۱/۸۰۹(۱۰)	۰/۲۴۷	TM	
۵	۹۴/۳۵۹	۴/۳۲۴	۱/۳۱۷	۳/۳۲۰	۰/۹۷۲	۱۱/۹۵۸(۸)	۰/۹۸۶(۵)	۱/۸۲۲(۵)	۱/۳۶۹(۵)	۰/۲۰۹	WAVE I	امروز
۲	۹۶/۶۶۱	۲/۰۸۱	۱/۲۵۸	۱/۹۹۰	۰/۹۸۴	۱۰/۳۱۳(۵)	۰/۹۹۲(۲)	۱/۴۱۱(۲)	۱/۰۰۰(۳)	۰/۱۵۸	WAVE II	
۷	۸۴/۲۰۴	۷/۳۳۱	۸/۴۶۵	۴/۰۲۲	۰/۹۶۷	۱۲/۱۲۵(۱۰)	۰/۹۸۵(۷)	۲/۰۰۶(۷)	۱/۴۶۶(۷)	۰/۵۸۴	WCALC	
۳	۹۲/۵۴۰	۷/۳۷۹	۰/۰۸۱	۲/۰۱۳	۰/۹۸۳	۱۰/۱۷۴(۴)	۰/۹۹۲(۳)	۱/۴۱۹(۳)	۰/۹۷۰(۲)	۰/۰۴۰	ERBS	
۶	۹۹/۸۵۱	۰/۰۸۶	۰/۰۶۳	۳/۵۰۳	۰/۹۷۱	۱۱/۴۳۰(۷)	۰/۹۸۶(۶)	۱/۸۷۲(۶)	۱/۳۹۲(۶)	۰/۰۴۷	ESRA	
۱	۹۸/۸۷۲	۱/۰۹۴	۰/۰۳۴	۱/۶۵۳	۰/۹۸۶	۶/۴۹۷(۱)	۰/۹۹۳(۱)	۱/۲۸۶(۱)	۰/۹۱۰(۱)	۰/۰۲۴	TM	
۵	۹۵/۶۰۹	۳/۹۵۶	۰/۴۳۶	۴/۸۴۸	۰/۹۵۸	۲۰/۱۹۹(۸)	۰/۹۷۹(۸)	۲/۲۰۲(۴)	۱/۶۱۰(۳)	۰/۱۴۵	WAVE I	اصلی
۶	۸۰/۳۱۸	۱/۸۲۲	۱۷/۸۶۰	۵/۳۳۱	۰/۹۵۴	۱۱/۱۷۲(۴)	۰/۹۸۱(۳)	۲/۲۸۷(۷)	۱/۶۸۶(۶)	۰/۰۹۷	WAVE II	
۸	۷۹/۹۶۶	۸/۵۷۹	۱۱/۴۵۴	۵/۳۸۲	۰/۹۵۳	۱۲/۰۸۳(۶)	۰/۹۷۹(۶)	۲/۳۲۰(۹)	۱/۷۴۸(۸)	۰/۰۷۸۵	WCALC	
۱۲	۸۹/۱۵۱	۱۰/۷۶۸	۰/۰۸۱	۳۶/۷۹۱	۰/۶۸۰	۲۳/۹۶۸(۱۱)	۰/۸۳۶(۱۲)	۶/۰۶۶(۱۲)	۵/۰۷۱(۱۲)	۰/۰۱۷۲	ERBS	
۱۱	۹۰/۰۳۶	۸/۶۸۶	۱/۲۷۸	۲۵/۱۰۱	۰/۷۸۱	۴۳/۱۴۸(۱۲)	۰/۸۸۹(۱۱)	۵/۰۱۰(۱۱)	۳/۳۹۸(۱۱)	۰/۰۵۶۶	ESRA	
۳	۹۳/۴۱۶	۰/۷۷۶	۵/۸۰۸	۴/۸۵۱	۰/۹۵۸	۱۰/۷۶۹(۳)	۰/۹۸۰(۴)	۲/۲۰۲(۵)	۱/۶۱۴(۴)	۰/۰۵۳۱	TM	
۴	۹۵/۶۴۷	۳/۹۳۸	۰/۴۱۵	۴/۸۱۲	۰/۹۵۸	۲۰/۱۴۵(۷)	۰/۹۷۹(۷)	۲/۱۹۴(۳)	۱/۶۱۹(۵)	۰/۱۴۱	WAVE I	بازچند
۲	۹۶/۸۸۴	۳/۰۱۶	۰/۱۰۰	۲/۵۷۳	۰/۹۷۸	۹/۱۳۴(۲)	۰/۹۸۹(۲)	۱/۶۰۴(۲)	۱/۱۸۱(۲)	۰/۰۰۵۱	WAVE II	
۷	۷۹/۷۶۹	۸/۵۲۳	۱۱/۷۰۸	۵/۳۸۱	۰/۹۵۳	۱۲/۰۲۲(۵)	۰/۹۷۹(۵)	۲/۳۲۰(۸)	۱/۷۴۶(۷)	۰/۰۷۹۴	WCALC	
۹	۹۳/۴۴۰	۶/۲۸۸	۰/۲۷۲	۵/۲۱۹	۰/۹۵۵	۲۱/۰۰۲(۹)	۰/۹۷۷(۹)	۲/۲۸۴(۶)	۱/۷۶۵(۹)	۰/۱۱۹	ERBS	
۱۰	۹۹/۰۲۲	۰/۰۷۰	۰/۹۰۷	۵/۸۱۵	۰/۹۴۹	۲۲/۱۲۳(۱۰)	۰/۹۷۶(۱۰)	۲/۴۱۱(۱۰)	۱/۸۱۲(۱۰)	۰/۰۲۳۰	ESRA	
۱	۹۸/۵۹۱	۰/۵۹۸	۰/۸۱۱	۲/۲۵۹	۰/۹۸۰	۷/۴۹۸ (۱)	۰/۹۹۰(۱)	۱/۵۰۳(۱)	۱/۱۲۲(۱)	۰/۱۳۵	TM	
۹	۹۷/۷۱۱	۰/۸۳۴	۱/۴۵۴	۳/۰۲۵	۰/۹۷۵	۱۳/۵۹۸(۹)	۰/۹۸۸(۹)	۱/۷۳۹(۹)	۱/۲۸۱(۹)	۰/۲۱۰	WAVE I	اصلی
۴	۹۱/۲۸۵	۱/۴۶۴	۷/۲۵۱	۲/۴۴۹	۰/۹۸۰	۱۰/۱۵۴(۶)	۰/۹۹۱(۴)	۱/۵۶۵(۴)	۱/۱۰۷(۴)	۰/۰۴۲۱	WAVE II	
۷	۹۴/۰۳۲	۲/۸۱۲	۳/۱۵۶	۲/۸۸۵	۰/۹۷۶	۱۰/۱۳۲(۵)	۰/۹۸۸(۷)	۱/۶۹۸(۷)	۱/۲۴۳(۷)	۰/۰۳۰۲	WCALC	
۱۲	۹۶/۳۶۸	۳/۳۰۱	۰/۳۳۱	۱۱/۶۹۴	۰/۹۰۵	۱۴/۶۴۵(۱۱)	۰/۹۵۲(۱۲)	۳/۴۲۰(۱۲)	۲/۸۳۵(۱۲)	۰/۱۹۷	ERBS	
۱۱	۹۴/۶۹۳	۴/۲۹۹	۱/۰۰۷	۹/۵۵۱	۰/۹۲۲	۱۸/۷۱۰(۱۲)	۰/۹۶۱(۱۱)	۳/۰۹۰(۱۱)	۲/۰۹۶(۱۱)	۰/۰۳۱۰	ESRA	
۶	۹۹/۰۴۵	۰/۰۳۹	۰/۹۱۶	۲/۸۳۶	۰/۹۷۷	۱۰/۱۱۹(۴)	۰/۹۸۹(۵)	۱/۶۸۴(۵)	۱/۲۵۷(۸)	۰/۰۱۶۱	TM	
۸	۹۷/۶۸۰	۰/۸۲۳	۱/۴۹۸	۲/۹۱۵	۰/۹۷۶	۱۳/۵۸۱(۸)	۰/۹۸۸(۸)	۱/۷۰۷(۸)	۱/۲۴۲(۶)	۰/۲۰۹	WAVE I	اصلی
۲	۹۸/۷۵۷	۰/۹۰۴	۰/۳۳۹	۲/۱۰۴	۰/۹۸۳	۱۰/۰۴۰(۳)	۰/۹۹۱(۳)	۱/۴۵۰(۳)	۱/۰۳۰(۲)	۰/۰۸۴	WAVE II	
۵	۹۵/۱۶۲	۳/۰۰۲	۱/۸۳۷	۲/۸۴۴	۰/۹۷۷	۱۰/۰۱۷(۲)	۰/۹۸۹(۶)	۱/۶۸۶(۶)	۱/۲۴۰(۵)	۰/۰۲۲۹	WCALC	
۳	۹۵/۳۲۳	۲/۷۲۳	۱/۹۵۴	۲/۲۰۴	۰/۹۸۲	۱۱/۱۹۷(۷)	۰/۹۹۱(۳)	۱/۴۸۴(۳)	۱/۰۹۳(۳)	۰/۰۲۰۸	ERBS	
۱۰	۹۷/۵۷۳	۱/۰۳۲	۱/۳۹۴	۳/۵۱۴	۰/۹۷۱	۱۳/۷۵۶(۱۰)	۰/۹۸۷(۱۰)	۱/۸۷۵(۱۰)	۱/۳۳۵(۱۰)	۰/۰۲۲۱	ESRA	
۱	۹۹/۸۳۴	۰/۰۲۰	۰/۱۴۶	۱/۵۰۶	۰/۹۸۸	۸/۵۰۸ (۱)	۰/۹۹۴(۱)	۱/۲۲۷(۱)	۰/۸۶۴(۱)	۰/۰۴۷	TM	

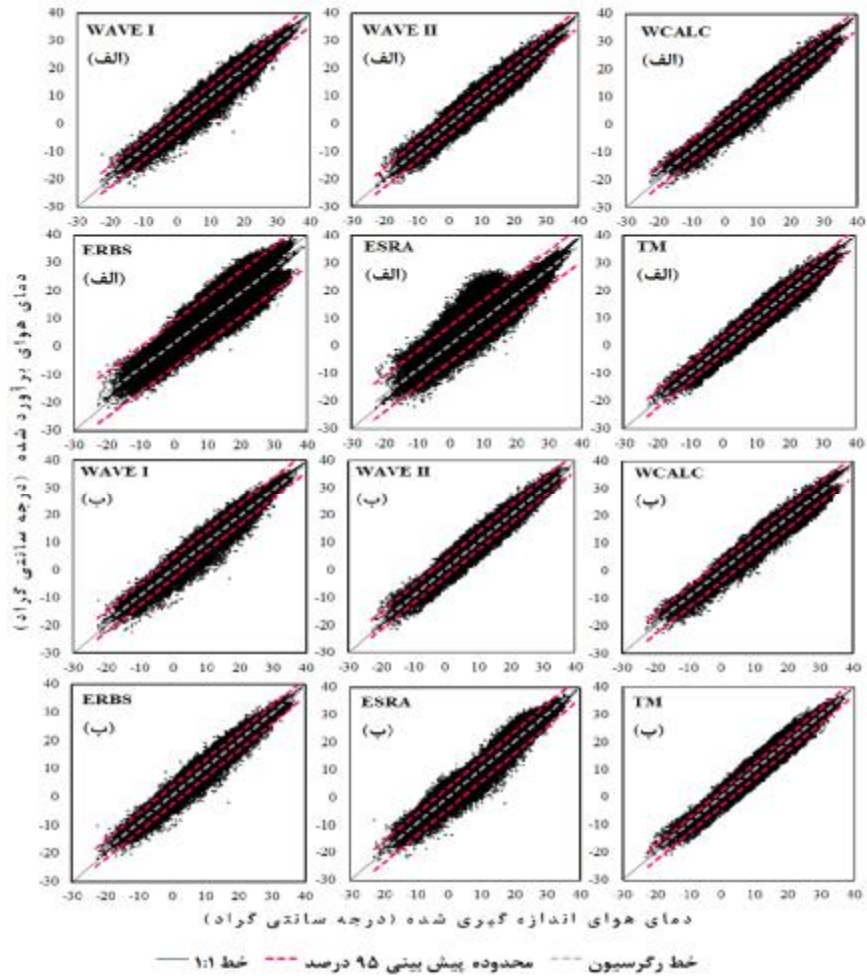
ادامه جدول ۴ -

۸	۹۸/۳۸۲	۱/۵۵۰	۰/۰۶۸	۱/۹۳۸	۰/۹۶۵	۱۴/۸۹۷(۹)	۰/۹۸۲(۸)	۱/۳۹۲(۷)	۰/۹۷۹(۸)	۰/۰۳۶	WAVE I	اصلی
۷	۹۰/۲۰۷	۰/۷۶۶	۹/۰۲۷	۲/۰۶۹	۰/۹۶۳	۱۲/۰۳۸(۴)	۰/۹۸۳(۷)	۱/۴۳۸(۹)	۰/۹۶۲(۷)	۰/۰۴۳۲	WAVE II	
۱۰	۹۱/۲۸۰	۱/۷۹۰	۶/۹۳۰	۲/۱۰۸	۰/۹۶۲	۱۴/۶۵۰(۸)	۰/۹۸۲(۱۰)	۱/۴۵۲(۱۰)	۰/۹۸۲(۹)	۰/۰۳۸۲	WCALC	
۱۲	۹۵/۶۶۰	۴/۰۹۳	۰/۲۴۷	۷/۱۳۳	۰/۸۷۲	۲۱/۰۵۰(۱۱)	۰/۹۳۶(۱۲)	۲/۶۷۱(۱۲)	۲/۰۲۹(۱۲)	۰/۰۱۳۳	ERBS	
۱۱	۹۴/۴۴۱	۳/۲۰۶	۲/۳۵۴	۴/۹۴۳	۰/۹۱۱	۲۳/۳۴۶(۱۲)	۰/۹۵۶(۱۱)	۲/۲۲۳(۱۱)	۱/۴۸۳(۱۱)	۰/۰۳۴۱	ESRA	
۳	۹۳/۵۷۰	۰/۰۰۲	۶/۴۲۹	۱/۳۴۷	۰/۹۷۶	۸/۷۰۵(۳)	۰/۹۸۹(۳)	۱/۱۶۱(۳)	۰/۸۰۷(۳)	۰/۰۲۹۴	TM	
۵	۹۸/۴۱۲	۱/۵۴۸	۰/۰۴۰	۱/۸۵۴	۰/۹۶۷	۱۵/۵۸۰(۱۰)	۰/۹۸۳(۶)	۱/۳۶۱(۵)	۰/۹۴۷(۵)	۰/۰۲۷	WAVE I	واستجی شده
۲	۹۷/۰۷۵	۱/۰۱۳	۱/۹۱۲	۱/۲۶۷	۰/۹۷۷	۸/۹۷۱(۳)	۰/۹۸۹(۳)	۱/۱۲۶(۲)	۰/۷۵۸(۲)	۰/۰۱۵۶	WAVE II	
۶	۸۴/۰۹۵	۱/۳۰۳	۱۴/۶۰۲	۱/۸۸۲	۰/۹۶۶	۱۲/۲۹۴(۵)	۰/۹۸۶(۵)	۱/۳۷۲(۶)	۰/۹۴۸(۶)	۰/۰۵۲۴	WCALC	
۴	۹۶/۴۸۳	۳/۲۷۴	۰/۲۴۳	۱/۳۶۶	۰/۹۷۵	۱۲/۵۹۸(۶)	۰/۹۸۸(۴)	۱/۱۶۹(۴)	۰/۸۵۲(۴)	۰/۰۰۵۸	ERBS	
۹	۹۹/۹۸۵	۰/۰۱۲	۰/۰۰۳	۲/۰۲۹	۰/۹۶۴	۱۳/۷۸۲(۷)	۰/۹۸۲(۹)	۱/۴۲۴(۸)	۱/۰۱۲(۱۰)	۰/۰۰۷	ESRA	
۱	۹۹/۹۳۴	۰/۰۵۵	۰/۰۱۰	۱/۱۲۲	۰/۹۸۰	۶/۵۵۷(۱)	۰/۹۹۰(۱)	۱/۰۵۹(۱)	۰/۷۲۵(۱)	۰/۰۰۱۱	TM	
۸	۹۳/۰۷۹	۲/۲۵۵	۴/۶۶۶	۲/۴۷۰	۰/۹۶۳	۲۰/۹۶۳(۱۰)	۰/۹۸۲(۸)	۱/۵۷۲(۹)	۱/۰۶۸(۸)	۰/۰۳۴۰	WAVE I	اصلی
۳	۹۶/۶۹۹	۱/۰۹۸	۲/۲۰۳	۱/۸۸۵	۰/۹۷۲	۱۰/۲۸۰(۳)	۰/۹۸۶(۴)	۱/۳۷۳(۴)	۰/۹۰۵(۳)	۰/۰۲۰۴	WAVE II	
۷	۹۴/۳۳۰	۲/۶۵۲	۳/۰۱۸	۲/۱۳۷	۰/۹۶۸	۱۲/۸۶۸(۶)	۰/۹۸۴(۷)	۱/۴۶۲(۷)	۱/۰۰۴(۷)	۰/۰۲۵۴	WCALC	
۱۲	۹۴/۲۸۸	۵/۵۰۳	۰/۲۰۸	۱/۰۰۶۶	۰/۸۵۰	۱۵/۹۵۰(۷)	۰/۹۲۴(۱۲)	۳/۱۷۳(۱۲)	۲/۴۱۳(۱۲)	۰/۰۱۴۵	ERBS	
۱۱	۹۵/۶۳۲	۲/۷۲۲	۱/۶۴۶	۶/۲۸۱	۰/۹۰۶	۲۲/۱۳۷(۱۲)	۰/۹۵۴(۱۱)	۲/۵۰۶(۱۱)	۱/۵۳۱(۱۱)	۰/۰۳۲۲	ESRA	
۵	۹۹/۸۴۶	۰/۱۵۴	۰/۰۰۰	۲/۱۰۱	۰/۹۶۹	۱۱/۱۳۱(۴)	۰/۹۸۴(۶)	۱/۴۵۰(۵)	۰/۹۹۴(۵)	۰/۰۰۰۱	TM	
۹	۹۳/۲۴۶	۲/۲۴۵	۴/۵۰۸	۲/۴۶۸	۰/۹۶۳	۲۰/۹۷۶(۱۱)	۰/۹۸۲(۹)	۱/۵۷۱(۸)	۱/۰۶۸(۹)	۰/۰۳۳۴	WAVE I	واستجی شده
۲	۹۸/۵۷۵	۱/۱۱۷	۰/۳۰۸	۱/۷۹۷	۰/۹۷۳	۹/۴۷۴(۲)	۰/۹۸۷(۳)	۱/۳۴۰(۲)	۰/۹۱۰(۳)	۰/۰۷۴	WAVE II	
۶	۹۳/۲۶۶	۲/۶۷۴	۴/۰۶۰	۲/۱۰۲	۰/۹۶۹	۱۲/۰۰۶(۵)	۰/۹۸۵(۵)	۱/۴۵۰(۶)	۰/۹۹۷(۶)	۰/۰۲۹۲	WCALC	
۴	۹۳/۶۵۳	۴/۲۷۶	۲/۰۷۱	۱/۸۳۸	۰/۹۷۳	۱۶/۷۶۴(۸)	۰/۹۸۶(۳)	۱/۳۵۶(۳)	۰/۹۲۲(۴)	۰/۰۱۹۵	ERBS	
۱۰	۹۷/۹۰۰	۰/۰۳۹	۲/۰۶۲	۲/۷۹۳	۰/۹۵۸	۲۰/۲۰۰(۹)	۰/۹۸۰(۱۰)	۱/۶۷۱(۱۰)	۱/۱۶۰(۱۰)	۰/۰۲۴۰	ESRA	
۱	۹۹/۶۷۷	۰/۲۵۰	۰/۰۷۴	۱/۵۳۹	۰/۹۷۷	۸/۵۰۲(۱)	۰/۹۸۹(۱)	۱/۲۴۰(۱)	۰/۸۴۹(۱)	۰/۰۳۴	TM	
۵	۹۴/۷۲۸	۴/۹۹۸	۰/۲۷۴	۵/۶۹۸	۰/۹۴۶	۱۹/۱۷۲(۸)	۰/۹۷۳(۱۰)	۲/۳۸۷(۵)	۱/۷۱۰(۳)	۰/۰۱۲۵	WAVE I	اصلی
۶	۷۳/۵۸۸	۱/۹۷۵	۲۴/۴۳۶	۶/۰۰۵	۰/۹۴۳	۱۱/۲۶۶(۵)	۰/۹۷۸(۳)	۲/۴۵۰(۱۰)	۱/۸۴۵(۸)	۰/۰۲۱۱	WAVE II	
۸	۷۲/۸۷۶	۱۱/۹۸۳	۱۵/۱۴۰	۵/۸۷۰	۰/۹۴۴	۱۰/۶۰۵(۴)	۰/۹۷۷(۴)	۲/۴۲۳(۹)	۱/۸۵۰(۹)	۰/۰۹۴۳	WCALC	
۱۲	۸۶/۷۵۶	۱۳/۱۵۱	۰/۰۹۲	۳۷/۹۰۱	۰/۶۳۹	۱۹/۷۸۷(۱۱)	۰/۸۱۴(۱۲)	۶/۱۵۶(۱۲)	۵/۱۲۴(۱۲)	۰/۰۱۸۷	ERBS	
۱۱	۸۵/۹۴۲	۱۳/۲۹۲	۰/۷۶۶	۳۰/۳۴۹	۰/۷۱۱	۲۵/۳۶۴(۱۲)	۰/۸۵۰(۱۱)	۵/۵۰۹(۱۱)	۳/۸۶۶(۱۱)	۰/۰۴۸۲	ESRA	
۷	۸۷/۴۲۳	۲/۶۲۹	۹/۹۴۸	۵/۸۴۲	۰/۹۴۴	۱۰/۴۶۹(۳)	۰/۹۷۵(۷)	۲/۴۱۷(۸)	۱/۸۰۰(۷)	۰/۰۷۶۲	TM	
۴	۹۴/۷۰۹	۴/۹۹۷	۰/۲۹۳	۵/۴۸۴	۰/۹۴۸	۱۹/۳۹۹(۹)	۰/۹۷۴(۸)	۲/۳۴۲(۴)	۱/۷۱۲(۴)	۰/۰۱۲۷	WAVE I	واستجی شده
۲	۹۳/۳۱۵	۵/۰۰۰	۱/۶۸۴	۲/۷۱۵	۰/۹۷۴	۸/۴۳۲(۲)	۰/۹۸۷(۳)	۱/۶۴۸(۲)	۱/۲۱۰(۲)	۰/۰۲۱۴	WAVE II	
۹	۷۴/۷۵۴	۱۲/۸۴۱	۱۲/۴۰۵	۵/۸۰۵	۰/۹۴۵	۱۱/۳۰۲(۶)	۰/۹۷۶(۵)	۲/۴۰۹(۷)	۱/۸۵۰(۱۰)	۰/۰۸۴۹	WCALC	
۳	۹۳/۰۸۷	۶/۵۸۶	۰/۳۲۶	۵/۰۷۵	۰/۹۵۲	۱۹/۰۵۵(۷)	۰/۹۷۶(۶)	۲/۲۵۳(۳)	۱/۷۳۵(۵)	۰/۰۱۲۹	ERBS	
۷	۹۹/۵۴۹	۰/۴۲۱	۰/۰۳۰	۵/۷۶۴	۰/۹۴۵	۱۹/۵۵۲(۱۰)	۰/۹۷۳(۹)	۲/۴۰۱(۶)	۱/۷۷۶(۶)	۰/۰۰۴۲	ESRA	
۱	۹۶/۴۷۲	۲/۶۹۵	۰/۸۳۳	۲/۱۶۳	۰/۹۷۹	۸/۷۳۶(۱)	۰/۹۹۰(۱)	۱/۴۷۱(۱)	۱/۰۸۸(۱)	۰/۰۱۳۴	TM	

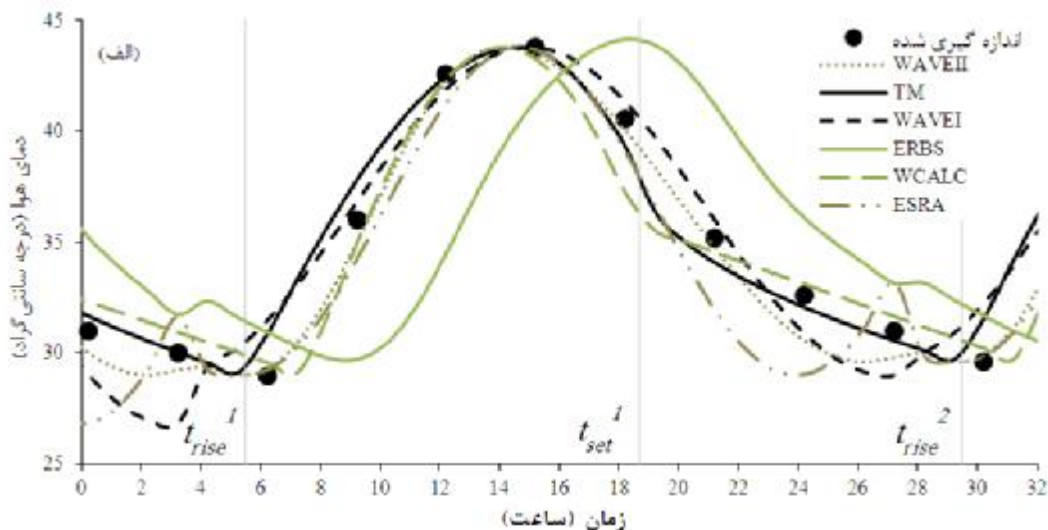
ادامه جدول ۴ -

ردیف	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	روش
اصلی	۸	۹۵/۳۶۲	۳/۹۰۴	۰/۷۳۴	۵/۱۸۴	۰/۹۵۱	۱۸/۶۰۸(۱۰)	۰/۹۷۵(۱۰)	۲/۲۷۷(۸)	۱/۶۷۵(۵)	-۰/۱۹۵	WAVE I	
	۷	۷۱/۳۱۳	۲/۳۲۰	۲۶/۳۶۸	۵/۴۱۷	۰/۹۴۹	۱۰/۷۲۶(۴)	۰/۹۸۱(۴)	۲/۳۲۸(۱۰)	۱/۶۸۷(۷)	-۱/۱۹۵	WAVE II	
	۶	۷۱/۲۳۹	۱۰/۷۷۹	۱۷/۹۸۲	۵/۰۹۷	۰/۹۵۲	۱۲/۷۴۰(۶)	۰/۹۸۱(۵)	۲/۲۵۸(۶)	۱/۶۹۷(۹)	-۰/۹۵۷	WCALC	
	۱۲	۸۹/۹۶۰	۹/۸۵۴	۰/۱۸۶	۲۶/۳۵۶	۰/۷۵۱	۱۹/۸۱۵(۱۱)	۰/۸۷۲(۱۲)	۵/۱۳۴(۱۲)	۴/۲۵۶(۱۲)	-۰/۲۲۱	ERBS	
	۱۱	۸۶/۴۳۸	۱۰/۹۹۴	۲/۵۶۸	۲۲/۳۲۱	۰/۷۸۹	۲۱/۹۲۲(۱۲)	۰/۸۹۳(۱۱)	۴/۷۲۴(۱۱)	۳/۳۵۸(۱۱)	-۰/۷۵۷	ESRA	
	۱۰	۸۶/۵۷۶	۱/۸۶۵	۱۱/۵۵۹	۵/۳۵۶	۰/۹۴۹	۱۰/۱۴۱(۲)	۰/۹۷۸(۷)	۲/۳۱۴(۹)	۱/۷۸۶(۱۰)	-۰/۷۸۷	TM	
شیراز	۴	۹۵/۳۱۰	۳/۸۹۴	۰/۷۹۷	۴/۸۳۸	۰/۹۵۴	۱۷/۳۳۲(۸)	۰/۹۷۷(۸)	۲/۲۰۰(۴)	۱/۶۴۴(۴)	-۰/۱۹۶	WAVE I	
	۳	۹۵/۸۸۴	۴/۱۱۶	۰/۰۰۰	۲/۶۶۰	۰/۹۷۵	۱۰/۳۹۰(۳)	۰/۹۸۷(۳)	۱/۶۳۱(۳)	۱/۲۳۱(۳)	۰/۰۰۰	WAVE II	
	۵	۷۴/۱۰۳	۱۱/۳۹۷	۱۴/۵۰۰	۴/۹۸۸	۰/۹۵۳	۱۱/۸۶۳(۵)	۰/۹۸۰(۶)	۲/۲۳۳(۵)	۱/۶۷۹(۶)	-۰/۸۵۰	WCALC	
	۲	۸۸/۳۳۸	۱۰/۰۶۵	۱/۵۹۷	۲/۵۲۴	۰/۹۷۶	۱۷/۴۹۸(۹)	۰/۹۸۹(۲)	۱/۵۸۹(۲)	۱/۱۴۹(۲)	-۰/۲۰۱	ERBS	
	۹	۹۹/۹۱۰	۰/۰۲۳	۰/۰۶۷	۵/۰۹۷	۰/۹۵۲	۱۶/۹۴۳(۷)	۰/۹۷۷(۹)	۲/۲۵۸(۷)	۱/۶۹۲(۸)	-۰/۰۵۹	ESRA	
	۱	۹۸/۵۶۱	۱/۴۳۴	۰/۰۰۶	۱/۹۳۸	۰/۹۸۲	۸/۵۰۱(۱)	۰/۹۹۱(۱)	۱/۳۹۲(۱)	۱/۰۲۷(۱)	-۰/۰۱۱	TM	
کرج	۷	۹۰/۲۷۱	۲/۷۹۵	۶/۹۳۴	۳/۵۹۶	۰/۹۶۹	۱۴/۷۴۵(۹)	۰/۹۸۶(۷)	۱/۸۹۶(۷)	۱/۳۸۶(۷)	۰/۴۹۹	WAVE I	
	۴	۹۴/۱۲۵	۲/۲۲۴	۳/۶۵۲	۳/۰۰۰	۰/۹۷۴	۱۰/۹۳۱(۶)	۰/۹۸۸(۴)	۱/۷۳۲(۴)	۱/۱۹۱(۴)	-۰/۳۳۱	WAVE II	
	۹	۹۰/۴۰۲	۴/۳۳۱	۵/۲۶۷	۴/۱۵۸	۰/۹۶۴	۹/۹۱۷(۳)	۰/۹۸۳(۹)	۲/۰۳۹(۹)	۱/۴۶۹(۹)	-۰/۴۶۸	WCALC	
	۱۲	۹۱/۱۸۲	۶/۶۳۶	۲/۱۸۲	۱۴/۸۴۸	۰/۸۷۳	۱۵/۱۸۷(۱۱)	۰/۹۳۶(۱۲)	۳/۸۵۳(۱۲)	۳/۱۸۱(۱۲)	-۰/۵۶۹	ERBS	
	۱۱	۹۳/۳۹۲	۲/۹۲۲	۳/۶۸۶	۹/۰۱۸	۰/۹۲۳	۱۹/۷۷۵(۱۲)	۰/۹۶۲(۱۱)	۳/۰۰۳(۱۱)	۲/۰۱۱(۱۱)	-۰/۵۷۶	ESRA	
	۱۰	۹۹/۳۴۷	۰/۶۲۰	۰/۰۳۴	۴/۴۸۱	۰/۹۶۲	۱۰/۵۱۰(۴)	۰/۹۸۱(۱۰)	۲/۱۱۷(۱۰)	۱/۵۸۱(۱۰)	۰/۰۳۹	TM	
اصلی	۵	۹۳/۳۳۰	۲/۸۵۹	۳/۸۱۱	۳/۰۵۰	۰/۹۷۴	۱۴/۷۶۹(۱۰)	۰/۹۸۷(۵)	۱/۷۴۶(۵)	۱/۲۵۳(۶)	۰/۳۴۱	WAVE I	
	۲	۹۸/۰۳۹	۱/۳۸۸	۰/۵۷۳	۲/۳۷۲	۰/۹۸۰	۹/۶۷۱(۲)	۰/۹۹۰(۲)	۱/۵۴۰(۲)	۱/۰۶۵(۳)	۰/۱۱۷	WAVE II	
	۸	۹۲/۲۰۸	۴/۵۶۳	۳/۲۲۸	۳/۷۶۶	۰/۹۶۸	۱۰/۹۰۲(۵)	۰/۹۸۴(۸)	۱/۹۴۱(۸)	۱/۴۰۶(۸)	-۰/۳۴۹	WCALC	
	۳	۹۴/۰۹۷	۴/۵۸۸	۱/۳۱۵	۲/۴۰۶	۰/۹۷۹	۱۲/۰۰۱(۷)	۰/۹۹۰(۳)	۱/۵۵۱(۳)	۱/۰۶۳(۲)	۰/۱۷۸	ERBS	
	۶	۹۹/۲۳۱	۰/۰۷۷	۰/۶۹۲	۳/۲۳۶	۰/۹۷۲	۱۳/۳۲۶(۸)	۰/۹۸۶(۶)	۱/۷۹۹(۶)	۱/۲۴۷(۵)	۰/۱۵۰	ESRA	
	۱	۹۹/۳۰۵	۰/۶۱۸	۰/۰۷۸	۱/۸۳۵	۰/۹۸۴	۸/۴۹۶(۱)	۰/۹۹۲(۱)	۱/۳۵۵(۱)	۰/۹۴۴(۱)	۰/۰۳۸	TM	
اصلی	۷	۹۷/۰۵۹	۲/۷۱۱	۰/۲۳۰	۴/۲۹۴	۰/۹۶۴	۱۸/۹۰۹(۱۰)	۰/۹۸۲(۸)	۲/۰۷۲(۷)	۱/۴۸۴(۵)	۰/۰۹۹	WAVE I	
	۹	۸۲/۰۳۲	۴/۲۶۴	۱۳/۷۰۴	۵/۳۹۱	۰/۹۵۵	۱۱/۴۲۷(۳)	۰/۹۸۰(۹)	۲/۳۲۲(۹)	۱/۷۴۱(۱۰)	-۰/۸۶۰	WAVE II	
	۶	۸۳/۹۰۶	۸/۵۵۶	۷/۵۳۹	۴/۳۱۵	۰/۹۶۴	۱۵/۶۹۸(۷)	۰/۹۸۳(۵)	۲/۰۷۷(۸)	۱/۵۸۰(۷)	-۰/۵۷۰	WCALC	
	۱۲	۹۱/۸۰۹	۸/۱۶۹	۰/۰۲۲	۲۷/۲۳۷	۰/۷۷۲	۲۵/۸۹۹(۱۲)	۰/۸۸۴(۱۲)	۵/۲۱۹(۱۲)	۴/۳۱۸(۱۲)	۰/۰۷۷	ERBS	
	۱۱	۹۱/۵۸۱	۷/۹۵۸	۰/۴۶۰	۱۹/۳۶۹	۰/۸۳۸	۲۳/۴۷۸(۱۱)	۰/۹۱۷(۱۱)	۴/۰۰۱(۱۱)	۳/۰۲۰(۱۱)	-۰/۲۹۹	ESRA	
	۴	۹۵/۴۱۶	۰/۶۷۶	۳/۹۰۸	۴/۰۷۷	۰/۹۶۶	۱۲/۵۱۶(۴)	۰/۹۸۴(۴)	۲/۰۱۹(۴)	۱/۵۱۴(۶)	-۰/۳۹۹	TM	
مشهد	۵	۹۷/۰۵۶	۲/۷۰۹	۰/۲۳۵	۴/۱۷۷	۰/۹۶۵	۱۸/۲۳۳(۹)	۰/۹۸۲(۷)	۲/۰۴۴(۵)	۱/۴۶۹(۴)	۰/۰۹۹	WAVE I	
	۲	۹۷/۲۴۹	۲/۷۳۷	۰/۰۱۴	۲/۶۰۶	۰/۹۷۸	۱۱/۰۴۸(۲)	۰/۹۸۹(۲)	۱/۶۱۴(۲)	۱/۱۸۵(۲)	۰/۰۱۹	WAVE II	
	۸	۸۵/۰۳۸	۸/۸۲۸	۶/۱۳۳	۴/۲۸۹	۰/۹۶۴	۱۵/۱۳۳(۶)	۰/۹۸۳(۶)	۲/۰۷۱(۶)	۱/۵۸۰(۸)	-۰/۵۱۳	WCALC	
	۳	۹۳/۴۶۲	۶/۲۲۸	۰/۳۱۱	۳/۰۱۴	۰/۹۷۵	۱۴/۲۰۵(۵)	۰/۹۸۸(۳)	۱/۷۳۶(۳)	۱/۲۸۰(۳)	۰/۰۹۷	ERBS	
	۱۰	۹۸/۰۹۰	۰/۰۱۱	۱/۸۹۹	۵/۵۰۱	۰/۹۵۴	۱۷/۸۲۸(۸)	۰/۹۷۸(۱۰)	۲/۳۴۶(۱۰)	۱/۷۲۸(۹)	۰/۳۲۳	ESRA	
	۱	۹۹/۳۹۴	۰/۶۰۶	۰/۰۰۰	۲/۰۶۲	۰/۹۸۳	۹/۵۰۶(۱)	۰/۹۹۱(۱)	۱/۴۳۶(۱)	۱/۰۵۹(۱)	۰/۰۰۱	TM	

(۳) اعداد داخل پرانتز در این جدول، بیانگر رتبه عملکرد هر مدل بر اساس آماره مربوطه است.

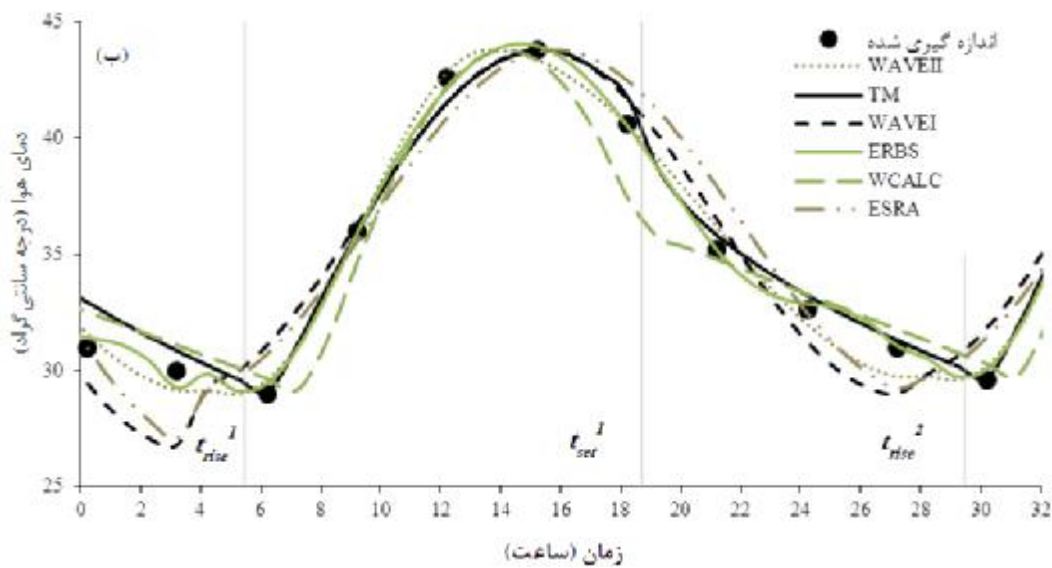


شکل ۱- مقایسه مقادیر زیرروانه دمای هوای اندازه‌گیری شده و برآورد شده (درجه سانتی‌گراد) از طریق ویرایش‌های اصلی (الف) و اسنجی شده (ب) مدل‌های ریزمقیاس‌سازی مورد بررسی (منطقه ارومیه)



شکل ۲- نمونه‌ای (ایستگاه آبادان، تاریخ ۲۱ مرداد ماه ۱۳۸۸) از برازش و ویرایش‌های اصلی (الف) و اسنجی شده (ب) مدل‌های ریزمقیاس‌سازی دمای هوا (درجه سانتی‌گراد)

t_{set}^1 ، t_{rise}^1 و t_{set}^2 به ترتیب، بیانگر زمان طلوع و غروب خورشید در روز فعلی و زمان طلوع خورشید در روز بعد (ساعت) هستند.



ادامه شکل ۲-

t_{rise}^1 , t_{set}^1 و t_{rise}^2 به ترتیب، بیانگر زمان طلوع و غروب خورشید در روز فعلی و زمان طلوع خورشید در روز بعد (ساعت) هستند.

بیانگر لزوم واسنجی این مدل برای شرایط اقلیمی متفاوت است. متقابلاً، رتبه عملکرد ویرایش‌های اصلی و واسنجی شده مدل WAVE II می‌تواند بیانگر آن باشد که عملکرد این مدل به واسنجی پارامترهای آن چندان حساس نبوده و به عبارت دیگر، مدلی واسنجی-آزاد است. بنابراین، در مناطقی که مقادیر زیرروزانه دمای هوای اندازه‌گیری شده برای واسنجی مدل‌های ریزمقیاس‌سازی دمای هوا وجود ندارد، استفاده از مدل WAVE II نسبت به سایر مدل‌های مورد بررسی برتری دارد. همچنین، بر اساس مقادیر انحراف معیار رتبه‌های نهایی محاسبه شده می‌توان نتیجه گرفت عملکرد ویرایش‌های اصلی مدل‌های ERBS و ESRA و ویرایش واسنجی شده مدل‌های TM و WAVEII به ترتیب، دارای کمترین وابستگی مکانی است. بدین معنی که عملکرد آن‌ها در تبیین تغییرات زمانی دمای هوا در طول شبانه‌روز، دارای کمترین وابستگی به ویژگی‌های مختص به منطقه مطالعاتی بوده است. بر این اساس، عملکرد ویرایش اصلی مدل TM دارای بیشترین وابستگی بوده است.

بر اساس شکل ۲-الف، استفاده از مقادیر پیش فرض پارامترهای مدل‌های ریزمقیاس‌سازی دمای هوا، سبب شده است که مدل‌های مختلف، به ویژه در ساعت‌های بین غروب تا طلوع آفتاب در روز بعد، الگوی دمایی متفاوتی را شبیه‌سازی کنند. اما بر اساس شکل ۲-ب، استفاده از مقادیر واسنجی شده سبب کاهش تفاوت در الگوهای به دست آمده در مدل‌های مختلف شده است. براساس رتبه‌های نهایی مدل‌های ریزمقیاس‌سازی دمای هوا (جدول ۴)، بجز در منطقه اردبیل، مدل TM واسنجی شده دارای بهترین عملکرد در مقایسه با سایر مدل‌های مورد بررسی بوده است. براساس مقادیر میانگین رتبه‌های نهایی ارائه شده در جدول ۵، ویرایش‌های واسنجی شده مدل‌های TM، WAVE II و ERBS و ویرایش اصلی مدل WAVE II به ترتیب، با احراز رتبه‌های اول تا چهارم، دارای بهترین عملکرد در مقایسه با سایر مدل‌های مورد بررسی بودند. این در حالیست که بر اساس میانگین مقادیر رتبه‌های نهایی محاسبه شده، ویرایش اصلی مدل TM در رتبه ششم ارزیابی قرار گرفت (جدول ۵). این امر

جدول ۵- میانگین و انحراف معیار رتبه نهایی عملکرد هریک از مدل‌های مورد بررسی در تبیین تغییرات زمانی دمای هوا در طول شبانه‌روز^(*)

انحراف معیار رتبه نهایی	میانگین رتبه نهایی	نام مدل	ویرایش مدل
۱/۳۱۱(۴)	۷/۴۱۷(۹)	WAVE I	اصلی
۱/۷۲۳(۷)	۵/۳۳۳(۴)	WAVE II	
۱/۸۲۶(۹)	۷/۳۳۳(۸)	WCALC	
۰/۰۰۰(۱)	۱۲/۰۰۰(۱۲)	ERBS	
۰/۰۰۰(۱)	۱۱/۰۰۰(۱۱)	ESRA	
۲/۸۴۳(۱۱)	۶/۴۱۷(۶)	TM	
۱/۷۴۹(۸)	۵/۸۳۳(۵)	WAVE I	واسنجی شده
۰/۷۱۸(۳)	۲/۱۶۷(۲)	WAVE II	
۱/۶۷۹(۶)	۶/۵۰۰(۷)	WCALC	
۱/۹۶۰(۱۰)	۳/۷۵۰(۳)	ERBS	
۱/۶۲۱(۵)	۸/۹۱۷(۱۰)	ESRA	
۰/۲۸۹(۲)	۱/۰۸۲(۱)	TM	

^(*) اعداد داخل پرانتز در این جدول، بیانگر رتبه عملکرد هر مدل بر اساس آماره مربوطه است.

نتیجه‌گیری

مختلف بود. عملکرد ویرایش‌های اصلی مدل‌های ERBS و ESRA و ویرایش واسنجی شده مدل‌های TM و WAVEII دارای کمترین وابستگی مکانی در شبیه‌سازی تغییرات دمای هوا در ساعات‌های شبانه‌روز بود. بر اساس مقادیر آماره ضریب کارایی مدل، نشان داده شد مدل‌های ریزمقیاس‌سازی دمای هوا، دارای قابلیت خوبی در تبیین تغییرات زمانی متغیر هواشناسی مورد نظر برخوردار بودند.

در این پژوهش، عملکرد ویرایش‌های اصلی و واسنجی شده برخی از مدل‌های ریزمقیاس‌سازی دمای هوای روزانه بررسی شد. نتایج نشان داد مقادیر واسنجی شده پارامترهای قراردادی و تجربی مدل‌های مورد بررسی در دامنه معقول خود قرار داشته و مقادیر واسنجی شده پارامترهای قراردادی با مقادیر پیش‌فرض آن‌ها متفاوت است. این امر بیانگر لزوم تصحیح پارامترهای قراردادی مدل‌های ریزمقیاس‌سازی برای شرایط اقلیمی و جغرافیایی مختلف است. نتایج این پژوهش نشان داد واسنجی همزمان پارامترهای تجربی و قراردادی مدل‌های فرم‌مقیاس‌سازی دمای هوای روزانه به کمک رویکرد مدل‌سازی معکوس، سبب واسنجی مؤثرتر این مدل‌ها و بهبود قابلیت آن‌ها در شبیه‌سازی تغییرات زمانی دمای هوا در طول شبانه‌روز شد. از بین ویرایش واسنجی شده مدل‌های مورد بررسی، مدل TM و از میان ویرایش اصلی مدل‌های مورد بررسی، مدل WAVE II بهترین عملکرد در تبیین تغییرات زمانی دمای هوا در طول شبانه‌روز بودند. پس، در شرایط عدم دسترسی به داده‌های زیرروزانه دمای هوای اندازه‌گیری شده برای واسنجی مدل‌های ریزمقیاس‌سازی دمای هوا، استفاده از مدل WAVE II قابل توصیه است. نتایج این پژوهش، نشان از لزوم واسنجی مدل‌های TM و مدل‌های تجربی ERBS و ESRA برای ریزمقیاس‌سازی دمای هوای روزانه در مناطق

منابع

- Allen R. G. Walter I. A. Elliott R. L. Howell T. A. Itenfisu D. Jensen M. E. and Snyder R. L. 2005. The ASCE standardized reference evapotranspiration equation. American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia. 192 p.
- Bilbao J. de Miguel A. H. and Kambezidis H. D. 2002. Air temperature model evaluation in the north Mediterranean belt area. Journal of Applied Meteorology. 41(8): 872-884.
- Brown G. W. 1969. Predicting temperatures of small streams. Water resources research. 5(1): 68-75.
- Carson J. E. 1963. Analysis of soil and air temperatures by Fourier techniques. Journal of Geophysical Research. 68(8): 2217-2232.
- Cesaraccio C. Spano D. Duce P. and Snyder R. L. 2001. An improved model for determining degree-day values from daily temperature data. International Journal of Biometeorology. 45(4): 161-169.
- De Wit C. T. 1978. Simulation of assimilation, respiration and transpiration of crops. Pudoc, Wageningen, The Netherlands. 148 p.

19. Reicosky D. C. Winkelman L. J. Baker J. M. and Baker D. G. 1989. Accuracy of hourly air temperatures calculated from daily minima and maxima. *Agricultural and Forest Meteorology*. 46(3): 193-209.
20. Safeeq M. and Fares A. 2011. Accuracy evaluation of ClimGen weather generator and daily to hourly disaggregation methods in tropical conditions. *Theoretical and applied climatology*. 106(3-4): 321-341.
21. Teh C. 2006. Introduction to mathematical modeling of crop growth. Brown Walker press, Boca Raton, Florida. 256 p.
22. Waichler S. R. and Wigmosta M. S. 2003. Development of Hourly Meteorological Values From Daily Data and Significance to Hydrological Modeling at HJ Andrews Experimental Forest. *Journal of Hydrometeorology*. 4(2): 251-263.
23. Wilkerson G. G. Jones J. W. Boote K. J. Ingram K. T. and Mishoe J. W. 1983. Modeling soybean growth for crop management. *Transactions of ASAE*. 26(1): 63-730.
7. De Wit C. T. Goudriaan J. van Laar H. H. Penning de Vries F. W. T. Rabbinge R. van Keulen H. Louwerse W. Sibma L. and de Jonge C. 1978. Simulation of Assimilation, Respiration and Transpiration of Crops (Simulation Monographs). Pudoc, Wageningen, The Netherlands. 141 p.
8. Debele B. Srinivasan R. and Parlange Y. J. 2007. Accuracy evaluation of weather data generation and disaggregation methods at finer timescales. *Advances in Water Resources*. 30(5): 1286-1300.
9. Erbs D. G. 1984. Models and applications for weather statistics related to building heating and cooling loads. University of Wisconsin-Madison, Wisconsin, Madison. 360 p.
10. ESRA. 2000. European Solar Radiation Atlas (ESRA). In Scharmer K., et al. (Eds.), Database and exploitation software, vol. 2. Commission of the European Communities, Ecole des Mines de Paris, France. 296 p.
11. Gauch H. G. Hwang J. T. and Fick G. W. 2003. Model evaluation by comparison of model-based predictions and measured values. *Agronomy Journal*. 95(6): 1442-1446.
12. LADSS 2004. Climate data cleaning process. (Available at: <http://www.macaulay.ac.uk/LADSS/reference.shtml>)
13. Medellu C. S. Soemarno M. and Berhimpon S. 2012. The Influence of Opening on the Gradient and Air Temperature Edge Effects in Mangrove Forests. *International Journal of Basic and Applied Sciences*. 12(2): 205-210.
14. Moriasi D. N. Arnold J. G. Van Liew M. W. Bingner R. L. Harmel R. D. and Veith T. L. 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *Transaction of the ASAE*. 50(3): 885-900.
15. Nash J. E. and Sutcliffe J. V. 1970. River flow forecasting through conceptual models part I—A discussion of principles. *Journal of hydrology*. 10(3): 282-290.
16. Parchami-Araghi F. Mirlatifi S. M. Ghorbani Dashtaki S. and Mahdian M. H. 2013. Point estimation of soil water infiltration process using Artificial Neural Networks for some calcareous soils. *Journal of Hydrology*. 481: 35-47.
17. Parsopoulos K. E. and Vrahatis M. N. 2004. UPSO: A unified particle swarm optimization scheme. In Simos T., et al. (Eds.), *Lecture Series on Computer and Computational Sciences*. VSP International Science Publishers, Zeist, The Netherlands. pp. 868-873.
18. Parton W. J. and Logan J. A. 1981. A model for diurnal variation in soil and air temperature. *Agricultural Meteorology*. 23: 205-216.