

بررسی امکان پیش بینی زمان وقوع یخبندان با استفاده از روش تشخیص الگوها

نسرین سیاری^{۱*} - محمد بنایان^۲ - امین علیزاده^۳ - محمد باقر بهیار^۴

تاریخ دریافت: ۸۸/۳/۱۰

تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/۳

چکیده

از پیش‌بینی دقیق الگوهای ساعتی داده‌های آب و هوا می‌توان بعنوان ورودی مدل‌های شبیه‌سازی فرآیندهای گیاه همچون فتوسنتز و تعرق استفاده کرد. اطلاعات ثبت شده آب و هوای حاصل از ایستگاه‌های سینوپتیک همچنین می‌تواند بعنوان راهنمای حفاظت گیاه و مدیریت مؤثر در کاهش اثرات یخبندان بکار گرفته شود. پیشگویی دقیق حداقل دما برای پیش‌بینی یخبندان در دستیابی به استراتژی‌های کاهش آسیب رسانی به گیاهان بسیار مؤثر است. هدف اصلی از این مطالعه ارزیابی پیشگویی حداقل دمای روز با استفاده از دو روش توابع تریگونومتریک و تشخیص الگوها می‌باشد. برای این پیشگویی چندین سناریو انتخاب شد که عبارت بودند از: پیش‌بینی حداقل دما در روز اول اردیبهشت و روز اول آبانماه با استفاده از داده‌های مشاهده شده یک روز قبل از روز هدف، هفت روز قبل از روز هدف و از ابتدای سال تا روز هدف. داده‌های مورد استفاده داده‌های ۳ ساعتی دشت مشهد بمدت ۱۶ سال از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۷ بوده است. ارزیابی هر سه مدل با مقایسه آماری داده‌های شبیه‌سازی شده با داده‌های اندازه‌گیری شده در ایستگاه مشهد انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد که چنانچه دسترسی به داده‌های ساعتی به صورت ناقص و یا کمیاب باشد در بین دو روش سینوسی و سینوسی نمایی، روش سینوسی با دقت بالا قادر به شبیه‌سازی داده‌های ساعتی حداقل دما بود. برای پیشگویی حداقل دمایی که در شبانه روز ممکن است رخ دهد نتایج نشان داد که هر چه فاصله زمانی تا روز مورد نظر برای پیش‌بینی کمتر باشد دقت پیشگویی روش تشخیص الگوها بالاتر خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: دمای حداقل، یخبندان، مدل سینوسی، مدل سینوسی نمایی، پیش‌بینی، مشهد

مقدمه

می‌شود. پیش‌بینی دقیق حداقل دما برای پیش‌بینی زمان وقوع و شدت یخبندان در دستیابی به استراتژی‌های کاهش آسیب رسانی به گیاهان بسیار مؤثر است. درجه حرارت از متغیرهای کلیدی با اثرات مهم بر بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک گیاهان محسوب می‌شود. داده‌های درجه حرارت عمدتاً بصورت ماهیانه یا روزانه در دسترس می‌باشند. اگر چه استفاده از داده‌های روزانه راحت است اما محاسبه بسیاری از فعالیت‌های فیزیولوژیک گیاه شامل فتوسنتز، تنفس و یا تعرق با فاصله زمانی کمتر (مثلاً ساعتی) در محاسبه تولید نهایی گیاه امکان پذیر است. یخبندان غیرمنتظره می‌تواند اثرات بسیار مخربی بر عملکرد گیاهان زراعی داشته باشد. دستیابی به تخمینی از زمان وقوع یخبندان می‌تواند در کاهش آسیب رسانی ناشی از یخبندان به گیاهان مؤثر باشد. بدین ترتیب پیش‌بینی دمای حداقل بصورت ساعتی در طول شبانه روز بسیار مفید است. آسیب دیدگی گیاه بعلاوه وقوع یخبندان در اواخر پائیز و اوایل بهار یکی از خسارات عمده اقتصادی باغداران و کشاورزان منطقه دشت مشهد می‌باشد. وقوع یک یخبندان

در بسیاری از نقاط جهان در نیم قرن گذشته هواشناسان با مشکل پیشبرد روشهای پیش‌بینی دمای حداقل روبرو هستند. اکثر تکنیک‌های ارائه شده روش کاربردی را بطور کامل فراهم نمی‌سازند و نیازمند تغییر مقادیر پارامترهای فرمولاسیون معادلات بکار برده شده داشته در عین حال به نوعی آنها را می‌توان کمک به اقلیم شناسی در پیشگویی نامگذاری کرد. در استان خراسان وقوع یخبندان از مشکلات عمده زارعین و باغداران در طی فصل رشد محسوب

۱- دانشجوی دوره دکتری گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه

فردوسی مشهد

* - نویسنده مسئول: (Email: nasrin_Sayari@yahoo.com)

۲- دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد و عضو

هیات علمی گروه پژوهشی زیست محیطی خاوران

۴- استادیار پژوهشی، پژوهشکده هواشناسی تهران

مواد و روش‌ها

حداقل دمای هوا مورد استفاده در این مطالعه در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین اندازه‌گیری شده است. اندازه‌گیری‌ها در ۸ نوبت در ساعتهای ۰، ۳، ۳.۵، ۶.۰، ۹.۰، ۱۲.۰، ۱۵.۰ و ۲۱ انجام گرفته است. داده‌های دمای ثبت شده منطقه مشهد مربوط به دوره آماری از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۸ (۱۶ سال) بوده است. برای شبیه‌سازی ۲۴ ساعته و دستیابی به داده‌های دمای حداقل در ساعتی از روز که ثبت نشده انداز دو مدل به شرح زیر استفاده شد. برای پیشگویی حداقل دمای ساعتی در روز مورد نظر نیز از روش تشخیص الگوها (۳ و ۲) استفاده شد. برای انجام پیشگویی‌های مورد نظر از سناریوهای زیر استفاده شد.

شبیه‌سازی ۲۴ ساعته برای هر یک از سالهای آماری با استفاده از داده‌های ثبت شده با استفاده از دو مدل نمایی سینوسی و سینوسی.

استفاده از روش تشخیص الگوها برای پیشگویی دمای ساعات ۰، ۳.۰، ۳.۵ و ۲۱ با استفاده از داده‌های ثبت شده روز گذشته در ساعات ۶.۰، ۹.۰، ۱۲.۰ و ۱۵.۰. برای انجام این کار ۲ روز معین از سالهای مختلف که امکان وقوع یخبندان و آسیب رسیدن به گیاهان هست انتخاب شد.

استفاده از روش تشخیص الگوها برای پیشگویی دمای ساعات ۰، ۳.۰، ۳.۵، ۶.۰، ۹.۰، ۱۲.۰، ۱۵.۰ و ۲۱ با استفاده از داده‌های ثبت شده هفت روز قبل از روز مورد نظر. روز مورد نظر نیز همان روز‌های انتخاب شده در مورد قبلی بوده است.

استفاده از روش تشخیص الگوها برای پیشگویی دمای ساعت ۳.۵ صبح با استفاده از داده‌های ثبت شده از ابتدای سال تا ساعت ۲۱ شب قبل از روز مورد نظر، روز مورد نظر نیز همان روز‌های انتخاب شده در موارد قبلی بوده است.

تکنیک‌های مورد استفاده برای شبیه‌سازی

مدل نمایی سینوسی (Sine/Exponential model)

در این مدل هر شبانه روز به دو دوره ذیل تفکیک گردید:
از زمان ثبت حداقل دما تا هنگام غروب خورشید
از هنگام غروب خورشید تا زمان وقوع حداقل دما که معمولاً این حداقل دما در هنگام صبح رخ می‌دهد.
میزان دما در هر زمان مشخص از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$T(t) = T_l + (T_h - T_l) \times \sin[\pi/2 \times (t - t_l)/(t_h - t_l)] \quad (1)$$

که در آن:

شدید در طی ۲۶ تا ۲۹ اردیبهشت سال ۱۳۸۶ در ایالات متحده آمریکا منجر به خسارت ۲۵۷/۵ میلیون دلاری در تولید هلو، فندق، ذرت و غلات دانه ریز شد. اساساً گیاهان نیمه گرمسیری بسیار به یخبندان قبل و در طی برداشت حساس هستند. درختان برگ‌ریز نیز حساسیتشان به دمای یخبندان از شروع تولید اولین غنچه تا اوایل میوه‌دهی افزایش می‌یابد.

اطلاعات قابل اعتماد از دمای حداقل قبل از وقوع یخبندان ممکن است در کاهش اثرات نامطلوب با بکارگیری معیارهای مناسب گرمادهی، استفاده از آبیاری و غیره (اشنایدر و ملوآبلور، ۲۰۰۵) مفید است. برای پیش‌بینی دمای حداقل عمدتاً از روش‌های آماری (۴) و شبکه‌های عصبی (۱، ۲، ۳) و ساخت مدل‌های ریاضی مبتنی بر فیزیک محیط (۵) استفاده شده است. به نظر می‌رسد که منحنی دما در طی روز به نوعی مرتبط با فرم سینوسی تشعشع جهانی است که حداقل در روزهای صاف صادق است (کمبل، ۱۹۷۷). با فرض وجود چنین رابطه‌ای برای کل شبانه روز دویست (۱۹۷۸) و هوگن بوم و هایک (۱۹۸۶) توابع پیوسته دما را برای مدل شبیه‌سازی رشد و نمو گیاهان زراعی با فرض وقوع حداکثر دما در ساعت ۱۴۰۰ و حداقل دما در غروب با استفاده از توابع سینوسی ارائه نمودند. پارتن و لوگان (۱۹۸۱) دمای طول دوره شب را توسط یک معادله نمایی شبیه‌سازی کردند. فلویید و براداک (۱۹۸۴) توابع سینوسی را برای طول روز و یک تابع خطی برای دوره شب استفاده نمودند.

تقریباً تمامی مدل‌های ارائه شده توسط محققین مبتنی بر تغییرات دما در روزهای صاف و تابستانی است. زمانی که نیاز به شبیه‌سازی یک سیستم یا فرآیند در دیگر زمان‌های سال است یا شبیه‌سازی کل سال مورد نیاز است، مهم است که مدلها این توانایی را نیز به نمایش بگذارند. به منظور دستیابی به روش مطلوب در همه شرایط سال از سه تکنیک متفاوت استفاده شد. بازه‌ای از روش‌های تجربی برای تخمین دمای سطح زمین بطور موفقیت آمیزی استفاده شده است (کانگری، ۱۹۵۹ و جورج، ۱۹۷۸). روش‌های تشخیص مبتنی بر موازنه انرژی (کالما و همکاران، ۱۹۹۲؛ اشنايدر و ملو-آبرو، ۲۰۰۶) و روشهای مبتنی بر سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (هالیو همکاران، ۲۰۰۳) برای پیش‌بینی دمای سطحی یا کنوپی از داده‌های مشاهده شده استفاده گردیده است. یکی دیگر از روش‌های شناخته شده استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی است (اسمیت و همکاران، ۲۰۰۶) که ابزار مطمئنی نشان داده است (جین و همکاران، ۲۰۰۶). پیشگویی یخبندان با استفاده از مدل‌های پیش‌بینی آب و هوا بعلا اثرات متقابل غیرخطی اجزای متفاوت موازنه آب باعث عدم دقت در پیشگویی می‌شود (گاتوسکی و همکاران، ۲۰۰۳).

تکنیک ارائه شده در این مقاله از دو روش استفاده می‌کند. این دو روش شامل استفاده از توابع تریگونومتریک و روش تشخیص الگوها است.

$$T(t) = (T_h + T_l) / 2 + (T_h - T_l) / 2 \times \cos[\pi \times (t - t_h) / (t_l - t_h)] \quad (6)$$

تمامی متغیرها مشابه مدل اول می‌باشند (Wit et al. 1978).

روش تشخیص الگوها (K-nearest neighbor (K-NN)

روش K-NN روشی است که از روش غیرپارامتریک تشخیص الگوها منشاء گرفته است. در این روش تشابه الگوی داده‌های مورد نظر با الگوی کلی داده‌ها ارزیابی و مقایسه می‌شود. مبانی تئوریک این روش توسط یاکووتیز (۱۷) توصیف شده است. از روش تشخیص الگوها در مطالعات متعددی از جمله در سنجش از دور (۷)، پیشگویی ترافیک (۸)، بیولوژی (۱۶)، خاکشناسی (۱۲)، پیشگویی هوا (بنیان و هوگنبوم) و مقادیر پارامترهای مدل‌های شبیه سازی گیاهان زراعی (بنیان و هوگنبوم) استفاده شده است. الگوریتم اولیه ارائه شده توسط راجاگوبالان و لال (۱۵) در این مطالعه بصورت زیر بکاربرده شده است:

در یک وضعیت مشخص انتظار می‌رود که داده‌های مرتبط با حداقل دما بصورت ساعتی اندازه‌گیری و ثبت شده باشد. این مجموعه ساعتی داده‌ها برای هر روز معین مجموعه هدف نامیده می‌شود. دمای حداقل گزارش شده بدنبال مجموعه داده‌هایی خواهد بود که الگوی تغییرات مشابهی با الگوی تغییرات داده‌های مجموعه هدف پیروی کرده و بر این اساس نزدیکترین همسایه را معرفی نماید.

تعداد همسایه‌ها (K) از ۱ تا \sqrt{N} قابل تغییر است که در آن N تعداد کل روزهای تاریخی با دمای حداقل ثبت شده می‌باشند. در این مطالعه مدل با فرض K=1 ساخته شده و فواصل ایوکلیدین (d) را بین مجموعه هدف و با داده‌ها محاسبه می‌کند. روزی که کمترین d را نشان دهد بعنوان شبیه‌ترین روز به مجموعه هدف بوده و نزدیکترین و بهترین تقریب از الگوی رخداد حداقل دمای ساعتی در نظر گرفته می‌شود.

فاصله (d) در نظر گرفته شده بعنوان تشابه دماهای ساعتی بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$d_j = \sqrt{\sum_{i=1}^d S_i (V_{ij} - V_{mj})^2} \quad (7)$$

که در آن d، فاصله ایوکلیدین، d تعداد متغیرهاست مثل ساعات اندازه‌گیری، V_{ij} و V_{mj} آمین عضو مجموعه هدف و آمین همسایه است. S_i مقیاس وزنی بکاربرده شده برای هر ساعت است که چون داده‌ها تقریباً در یک مقیاس بودند، در این مطالعه S_i برابر با یک قرار داده شد.

ارزیابی دقت پیش‌بینی حداقل دما

برای مقایسه داده‌های مشاهده شده و پیشگویی شده از روش

T: دما ($^{\circ}C$)؛ t: زمان خورشیدی واقعی (ساعت یا ثانیه)؛ T_h : حداکثر دما ($^{\circ}C$)؛ T_l : حداقل دما ($^{\circ}C$)؛ t_l : زمان حداقل دما (ساعت یا ثانیه)؛ t_h : زمان حداکثر دما (ساعت یا ثانیه).

دمای شب با استفاده از تابع نمایی منفی زیر محاسبه گردید:

$$T(t) = T_l + (T_{(s)} - T_l) \times e^{-b \times N / L} \quad (2)$$

که در آن:

$T(s)$: دما در هنگام غروب خورشید ($^{\circ}C$)؛ b: ثابت تجربی و بدون بعد است؛ N: زمان از غروب خورشید (s)؛ L: طول شب (s) $T(s)$ با استفاده از معادله قبل محاسبه گردید. Parton and Logan نشان دادند که ضریب b تقریباً برابر ۲/۲ می‌باشد. لذا در این مطالعه $b=2/2$ در نظر گرفته شد.

برای به دست آوردن زمان واقعی خورشیدی بصورت زیر عمل گردید:

$$\Delta T = \frac{i}{15} (\theta_s - \theta_l) \quad (3)$$

i برای ایران که در شرق نصف‌النهار قرار گرفته است برابر ۱+ است. ساعت رسمی در ایران نسبت به نصف‌النهار تهران سنجیده می‌شود. به همین دلیل زمانی که در تهران ظهر اعلام می‌شود در سایر نقاط ظهر واقعی نخواهد بود. به طوری که در مشهد که در شرق تهران قرار دارد حدود ۲۷ دقیقه از ظهر گذشته است. ΔT اختلاف ساعت رسمی و محلی است. θ_l و θ_s بترتیب طول جغرافیایی تهران و مشهد بر حسب درجه می‌باشند، اختلاف ساعت بر حسب ساعت بدست می‌آید که اگر این مقدار را به ظهر واقعی اضافه کنیم (اگر جواب منفی شود، در صورت اضافه کردن از ظهر واقعی کمتر خواهد شد) ساعت خورشیدی واقعی محاسبه خواهد شد. طول جغرافیایی مشهد و تهران بترتیب برابر ۵۹ درجه شرقی و ۵۲ درجه شرقی می‌باشند. در این مدل منظور از زمان خورشیدی واقعی، ظهر محلی در مکان مورد نظر است. با محاسبه این اختلاف:

$$\Delta T = \frac{+1}{15} (52 - 59) = -0.46hr = -27.6 \text{ min} \quad (4)$$

برای محاسبه تنها لازم است این مقدار را به ساعت (ظهر رسمی) اضافه کنیم تا بتوانیم ساعت خورشیدی واقعی را در هر نقطه محاسبه کنیم.

مدل دوم: مدل سینوسی (Sinusoidal model)

در این مدل روز به دو دوره تقسیم گردید:

از زمان حداقل دما در صبح تا ماکزیمم دما در بعدازظهر:

$$T(t) = (T_h + T_l) / 2 - (T_h - T_l) / 2 \times \cos[\pi \times (t - t_l) / (t_h - t_l)] \quad (5)$$

تمامی ۲۴ ساعت را پوشش می‌دهد:

نوسانات مشاهدات و پیش‌بینی‌هاست. علاوه بر شاخصهای آماری بالا از شاخص توافق (d) نیز به شرح زیر استفاده شد:

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|x_i - \bar{x}| + |y_i - \bar{y}|)^2} \right] \quad (10)$$

که در آن n ، x_i و y_i قبلاً توصیف شده‌اند و \bar{y} میانگین مقادیر مشاهدات می‌باشد. شاخص توافق یک معیار توصیفی از توافق بین شبیه‌سازی مدل و مشاهدات است و معیاری از متوسط نسبی خطا محسوب می‌شود.

نتیجه‌گیری و بحث

در این بررسی ابتدا کلبماتولوژی وقوع یخبندان در ایستگاه مورد نظر بررسی گردید که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است. به منظور ارزیابی دو مدل سینوسی و سینوسی نمایی اولین قدم بررسی توانایی این دو مدل در شبیه‌سازی مشخصه‌های یخبندان در منطقه مورد نظر است. جدول ۲ نتایج شبیه‌سازی سه خصوصیت اصلی مرتبط با یخبندان را نشان می‌دهد.

ارائه شده توسط بنایان و همکاران (۲۰۰۸) استفاده شد. در این روش n مجموعه از داده‌های پیش‌بینی شده (x) و مشاهده شده (y) توسط میانگین مربعات خطا (MSD) بعنوان معیار اختلاف بین این دو استفاده شد:

$$MSD = \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 / n \quad (8)$$

خطای مربع (SB)، انحراف معیار مربعات اختلاف (SDSD) و همبستگی داده‌ها (LCS):

$$MSD = SB + SDSD + LCS \quad (9)$$

هر کدام از این اجزاء بصورت زیر تعریف می‌شوند:

$$SB = (\bar{x} - \bar{y})^2$$

$$SDSD = (SD_s - SD_m)^2$$

$$LCS = 2SD_s SD_m (1 - r)$$

که در آن \bar{x} و \bar{y} میانگین بترتیب مقادیر پیش‌بینی شده و مشاهده شده هستند. SD_s و SD_m انحراف معیار x و y هستند و r ضریب همبستگی بین x و y می‌باشد. MSD مؤید انحراف کلی پیش‌بینی از مشاهدات است. MSD بالا نشان دهنده اختلاف زیاد بین مشاهدات و پیش‌بینی‌ها محسوب می‌شود. در بین اجزای MSD، SB معرف خطای شبیه‌سازی، SDSD تفاوت در پراکنش داده‌ها از مشاهده شده و پیش‌بینی شده است و LCS معرف الگوی زمانی

(جدول ۱) - چگونگی وقوع یخبندان ها در ایستگاه مشهد

سال آماری	اولین روز سال که Tmin < 0	تعداد روزهای با Tmin < 0	ساعت وقوع
1992	2	71	۳/۵
1993	۱	۷۸	۳/۵
1994	۹	۶۳	۳/۵
1995	۱	۷۴	۳/۵
1996	۴	۸۱	۳/۵
1997	۴	۶۹	۳/۵
1998	۱	۵۹	۳/۵
1999	۲	۴۸	۳/۵
2000	۲	۵۹	۳/۵
2001	۱	۵۴	۳/۵
2002	۱۲	۶۷	۳/۵
2003	۱	۶۲	۳/۵
2004	۱	۳۵	۳/۵
2005	۶	۵۴	۳/۵
2006	۱	۵۲	۳/۵
2007	۱	۴۲	۳/۵
2008	۱	۶۴	۳/۵

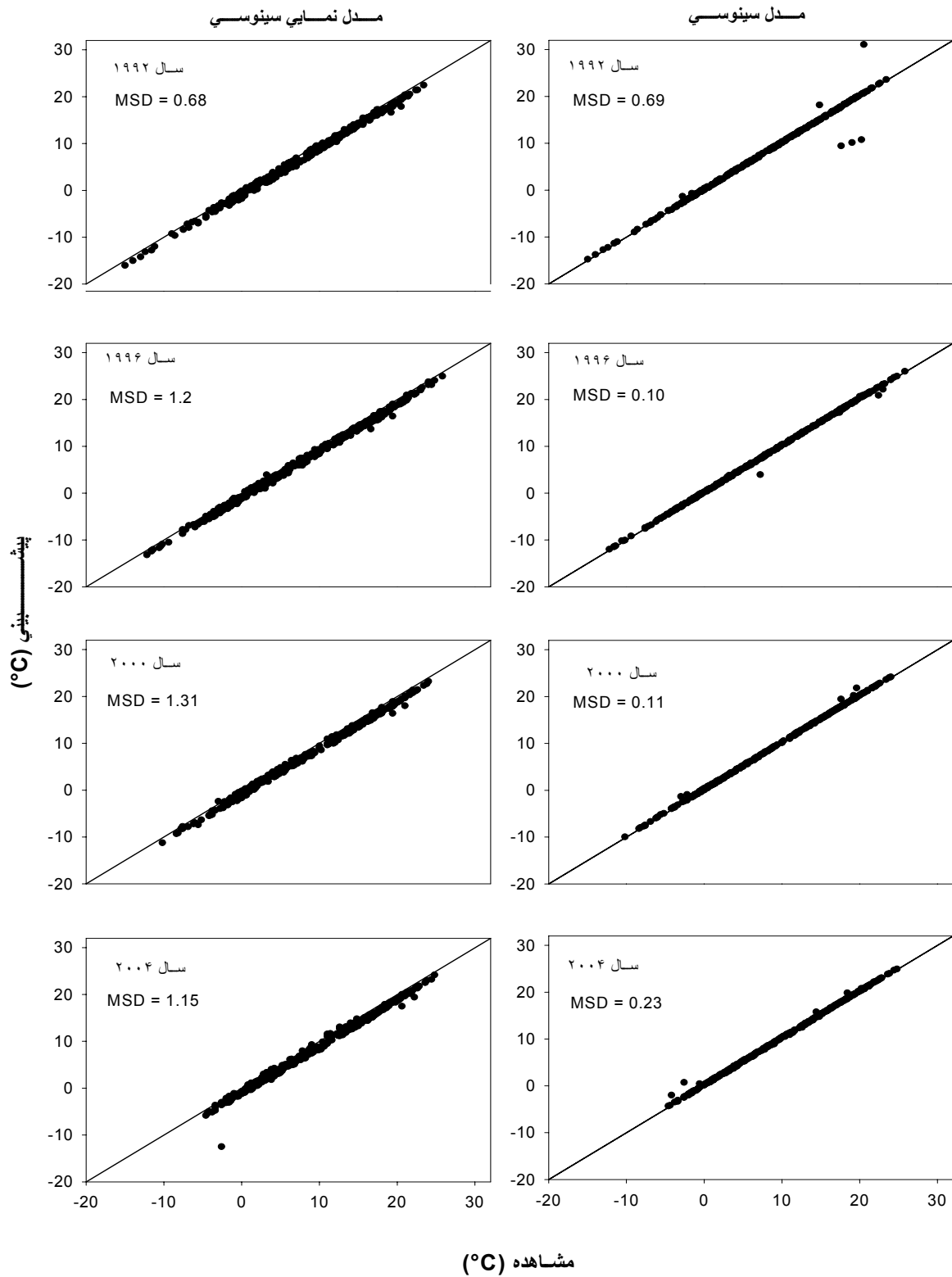
(جدول ۲) - مقایسه سه خصوصیت اصلی مرتبط با حداقل دما حاصل از شبیه سازی و مشاهدات ثبت شده

سال ۱۹۹۲			
مشاهده	شبیه سازی مدل سینوسی	شبیه سازی مدل سینوسی	شبیه سازی مدل نمایی سینوسی
حداقل دما	-۱۵	-۱۴/۷۶	-۱۶/۰۲
تعداد روزهای زیرصفردرجه	۷۱	۷۰	۸۶
روز سال	۲۹	۲۹	۲۹
سال ۱۹۹۳			
حداقل دما	-۹	-۸/۸۸	-۹/۵۱
تعداد روزهای زیرصفردرجه	۶۶	۶۵	۸۲
روز سال	۴۷	۴۷	۴۷
سال ۱۹۹۴			
حداقل دما	-۱۱/۶	-۱۱/۴۰	-۱۲/۴۵
تعداد روزهای زیرصفردرجه	۶۰	۵۸	۷۱
روز سال	۳۴۳	۳۴۳	۳۴۳
سال ۱۹۹۵			
حداقل دما	-۷	-۶/۸۶	-۷/۶۹
تعداد روزهای زیرصفردرجه	۷۳	۷۱	۹۰
روز سال	۳۴۳	۳۴۳	۵۱
سال ۱۹۹۶			
حداقل دما	-۱۲/۲	-۱۱/۹۷	-۱۳/۱۷
تعداد روزهای زیرصفردرجه	۸۱	۸۰	۹۰
روز سال	۱۵	۱۵	۱۵
سال ۱۹۹۷			
حداقل دما	۷/۴	-۷/۱۳	-۸/۵۴
تعداد روزهای زیرصفردرجه	۶۹	۶۷	۸۷
روز سال	۳۳	۳۳	۳۳
سال ۱۹۹۸			
حداقل دما	-۱۳/۸	-۱۳/۴۴	-۱۵/۳۳
تعداد روزهای زیرصفردرجه	۵۸	۵۳	۷۱
روز سال	۴۹	۴۹	۴۹
سال ۱۹۹۹			
حداقل دما	-۸/۶	-۸/۴۳	-۹/۷۷
تعداد روزهای زیرصفردرجه	۴۸	۴۴	۷۰
روز سال	۳	۳	۴
سال ۲۰۰۰			
حداقل دما	-۱۰/۲	۹۶/۹-	-۱۱/۲۴
تعداد روزهای زیرصفردرجه	۵۹	۵۶	۸۱
روز سال	۱۴	۱۳	۱۳
سال ۲۰۰۱			
حداقل دما	-۱۷/۲	-۱۸/۴۹	-۱۶/۹۴
تعداد روزهای زیرصفردرجه	۵۴	۷۲	۵۶
روز سال	۳۰	۳۰	۴
سال ۲۰۰۲			
حداقل دما	-۱۲/۸	-۱۲/۵۸	-۱۳/۷۵
تعداد روزهای زیرصفردرجه	۶۸	۶۶	۸۰

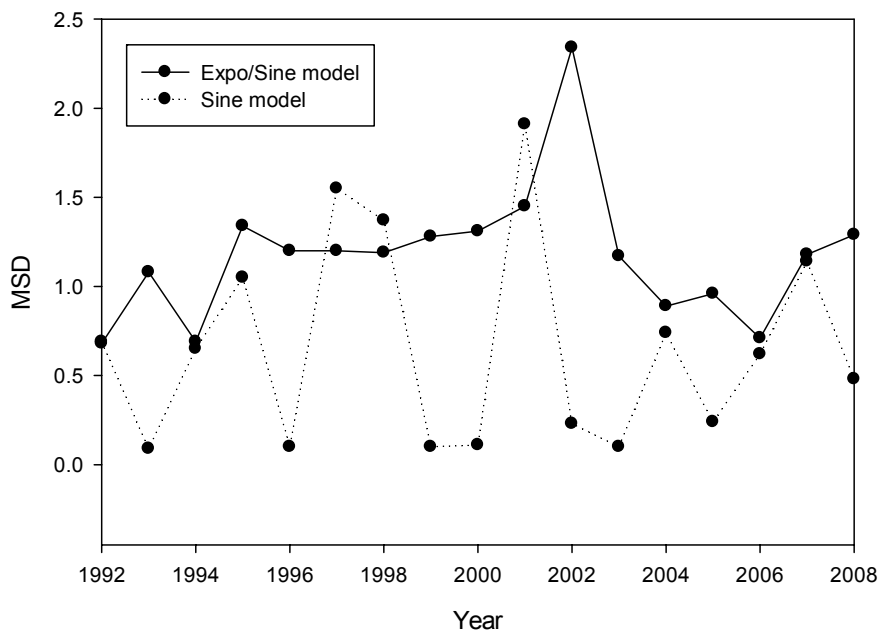
روز سال	۳۳۶	۳۳۶	۳۳۶
سال ۲۰۰۳			
حداقل دما	-۱۳/۲	-۱۲/۹۹	-۱۴/۰۸
تعداد روزهای زیرصفردرجه	۶۲	۵۹	۷۷
روز سال	۳۴۵	۳۴۵	۳۴۵
سال ۲۰۰۴			
حداقل دما	-۴/۶	-۴/۳۱	-۵/۸۴
تعداد روزهای زیرصفردرجه	۳۴	۳۲	۵۶
روز سال	۳۳۹	۳۳۹	۳۳۹
سال ۲۰۰۵			
حداقل دما	-۹	-۸/۸	-۹/۸۵
تعداد روزهای زیرصفردرجه	۵۴	۵۲	۶۰
روز سال	۴۱	۴۱	۴۱
سال ۲۰۰۶			
حداقل دما	۱۱/۲	-۱۰/۹۷	-۱۲/۱۸
تعداد روزهای زیرصفردرجه	۵۵	۵۲	۶۲
روز سال	۳	۳	۳
سال ۲۰۰۷			
حداقل دما	-۹/۸	-۹/۷	-۱۰/۳۹
تعداد روزهای زیرصفردرجه	۴۷	۳۹	۶۵
روز سال	۵۸	۵۸	۵۹
سال ۲۰۰۸			
حداقل دما	-۱۹/۸	-۱۸/۴۹	-۲۰/۶۲
تعداد روزهای زیرصفردرجه	۵۳	۵۲	۵۵
روز سال	۹	۸	۸

دو مدل فوق الذکر برای تولید داده های ساعتی زمانی که فرض بر وقوع دمای حداقل در ابتدای صبح باشد دقت بالایی دارد اما چنانچه زمان وقوع دمای حداقل متفاوت باشد و یا بخواهیم از دمای مشاهدات ساعتی از روز برای پیشگویی دمای بقیه ساعات همان روز و یا روز یا روزهای بعد استفاده کنیم تشخیص الگوها استفاده شد. نتایج نشان داد که هر چه فاصله زمانی از روز مورد نظر بیشتر میشود دقت پیش بینی برای داده های ساعتی کل روز ما نیز کاهش می یابد (شکل ۳). بالاترین دقت در پیش بینی حداقل دمای ساعات روزانه زمانی بدست آمد که از داده های روز قبل از روز مورد نظر استفاده شد و کمترین دقت هنگامی بود که از الگوی تغییرات ۳۲۵ روز قبل از روز هدف استفاده گردید. البته این نتایج برای هنگامی است که هدف پیش بینی دمای حداقل در کل ساعات روز باشد اما چنانچه بخواهیم کمترین دمایی که در یک روز ممکن است اتفاق بیافتد را پیش بینی کنیم نتایج نشان داد (شکل ۳) که روش تشخیص الگوها قادر است با استفاده از الگوی تغییرات در یک روز گذشته، هفت روز گذشته و ۱۱۰ روز گذشته با دقت بسیار بالایی پیش بینی کند.

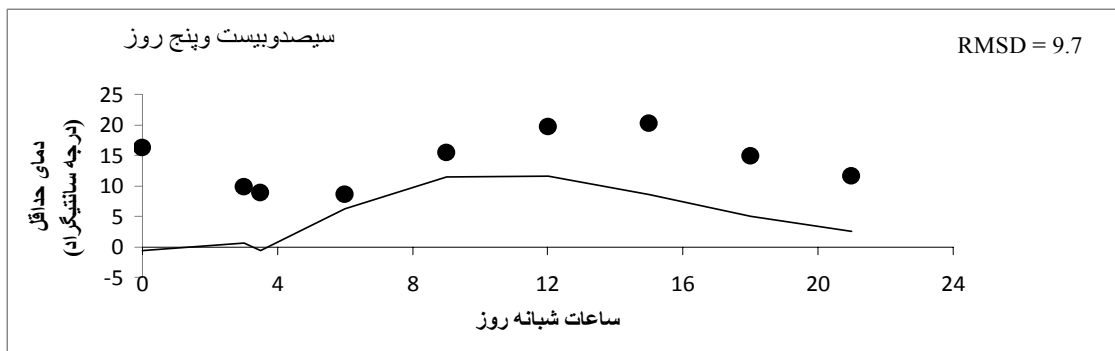
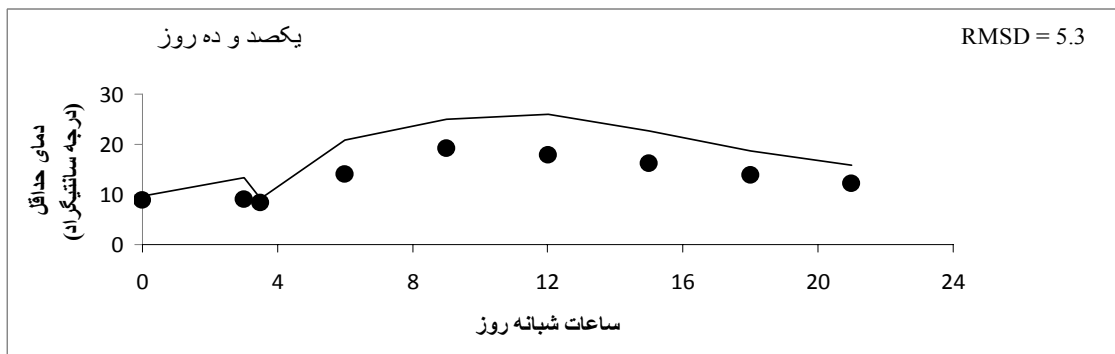
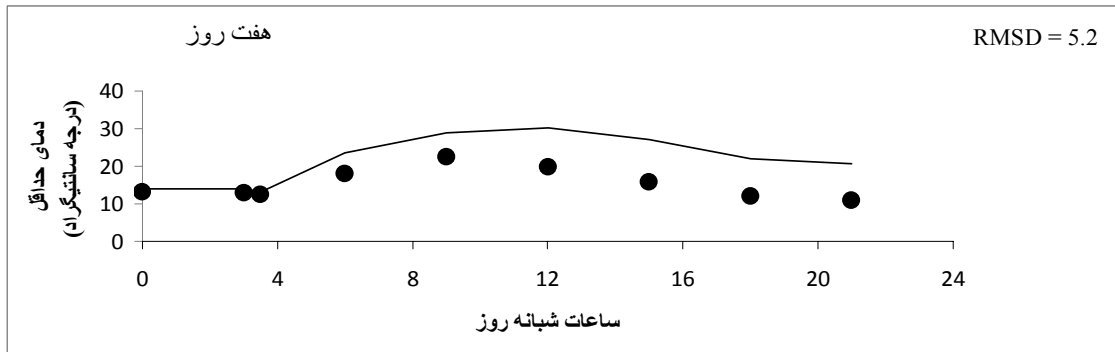
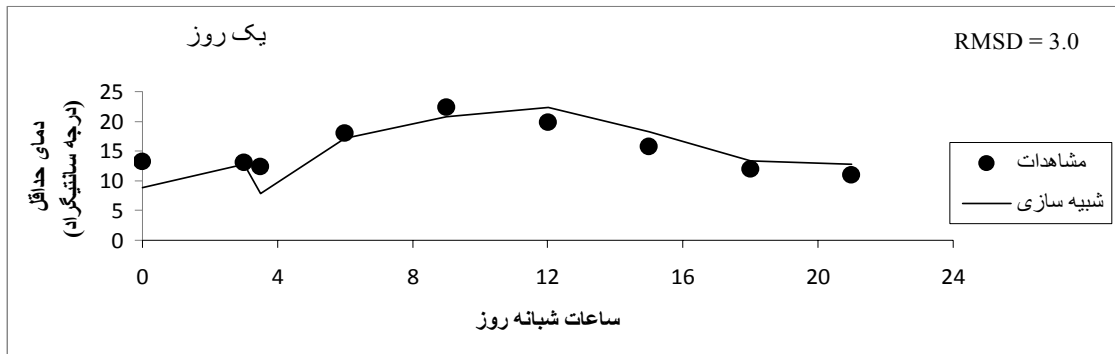
شبیه سازی سه خصوصیات مرتبط با حداقل دما نشان داد که اختلاف معنی داری بین نتایج هر دو مدل و مشاهدات از نظر روزی از سال که کمترین دما رخ داده است وجود ندارد. نتایج مدل سینوسی نمایی از نظر تعداد روزهای سال که دما کمتر از صفر درجه سانتیگراد بوده است و کمترین دمای سال با مشاهدات اختلاف معنی داری داشت اما مدل سینوسی این دو پارامتر را به خوبی شبیه سازی نمود و اختلاف معنی داری به دست نیامد. نتایج شبیه سازی هر دو مدل نشان داد که هر دو مدل با دقت قابل قبولی قادر بودند حداقل دمای رخ داده در هر روز از کل سالهای تحت مطالعه را شبیه سازی کنند (شکل ۲). در بین دو مدل مورد مطالعه مدل سینوسی در عمده سالها خطای کمتری در شبیه سازی نشان داد (شکل ۱). نکته جالب آنکه در بین سالهای آماری سالی که پائین ترین دمای حداقل را نشان داده است در نتایج شبیه سازی نیز همین نتایج بدست آمد. بنظر می رسد ادامه این تحقیق می تواند شامل بررسی ایستگاههای بیشتری باشد و خصوصیات منطقه و نوع استفاده از زمین و خاک که بر دمای حداقل اثر می گذارد نیز مورد بررسی قرار گیرد. برای مثال یک خاک شنی در مقایسه با خاکهای لومی سریعتر گرم و سرد می شود.



(شکل ۱) - مقایسه مدل‌های سینوسی و نماوی سینوسی در پیش‌بینی دمای حداقل



(شکل ۲) - مقایسه میانگین مربعات خطا پیشبینی دمای حداقل بین دو مدل سینوسی نمایی و سینوسی



(شکل ۳) - دقت پیش بینی دمای ساعتی با استفاده از دمای روزهای قبل از روز مورد نظر

سپاسگزاری

انجام این تحقیق با حمایت مالی پژوهشکده هواشناسی صورت گرفته است که بدینوسیله سپاسگزاری می شود.

منابع

- 1- Anisimov O. 2001 Prediction pattern of near surface air temperature using empirical data. *Climatic Change*. 50: 297-315.
- 2- Bannayan M., and Hoogenboom G. 2008. Daily weather sequence prediction realization using the non-parametric nearest-neighbor re-sampling technique. *Int. J. Climatol*. 28 (10), 1357-1368.
- 3- Bannayan M., and Hoogenboom G. 2008. Weather Analogue: A tool for lead time simulation of daily weather data based on modified K-nearest-neighbor approach. *Env. Modeling and Software* 23, 703-713.
- 4- Bhutiyani M.R., Kale V.S. and Pawar N.J. 2007. Long-term trends in maximum, minimum and mean annual air temperatures across the Northwestern Himalaya during the twentieth century. *Climatic Change*, 85:159-177.
- 5- Bolstad P.V., Swift L., Collins F. and Regniere J. 1998. Measured and predicted air temperatures at basin to regional scales in the southern Appalachian Mountains. *Agricultural and Forest Meteorology*, 91:161-176.
- 6- Brandsma T. and Können G.P. 2005. Application of nearest-neighbor resampling for homogenizing temperature records on a daily to sub-daily level. *International Journal of Climatology*. Volume 26 Issue 1, Pages 75 – 89.
- 7- Chi M., and Bruzzone L. 2005. An ensemble-driven k-NN approach to ill-posed classification problems. *Pattern Recognition Letters* 27, 301e307.
- 8- Davis G.A., and Nihan N.L. 1991. Nonparametric regression and short-term freeway traffic forecasting. *Journal of Transportation Engineering*, ASCE 117 (2), 178e188
- 9- Debele B., Srinivasan R., and Parlange J.Y. 2007. Accuracy evaluation of weather data generation and disaggregation methods at finer timescales. *Advances in Water Resources*. (In press)
- 10- Ebrahimighombavani E., KHalili A., and Hajam S. 2007. Comparative study of different models of hourly air temperature. *Second International Conference on Earth System Modelling (ICESM)*. Vol. 1, ICESM2007-A-00008.
- 11- Emmanouil G., Galanis G., and Kallos G. 2006. Statistical methods for the prediction of night-time cooling and minimum temperature. *Meteorol. Appl.* 13:1-11.
- 12- Jagtap S.S., Lall U., Jones J.W., Gismn A.J., and Itchie J.T. 2004. Dynamic nearest neighbor method for estimating soil water parameters. *Journal of the American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 47(5): 1437-1444.
- 13- Orth P.G., and J.T. Bradley. 1971. Prediction of hourly temperatures on cold nights for inland Dade county, Florida. *Florida Agricultural Experiment Stations Journal Series No.* 4187.
- 14- Prodanovic P. and S.P. Simonovic. 2007. Development of rainfall intensity duration frequency curves for the City of London under the changing climate. *Water Resources Research Report*. Department of Civil and Environmental Engineering The University of Western Ontario London, Ontario, Canada.
- 15- Rajagopalan B., and Lall U. 1999. A k-nearest-neighbor simulator for daily precipitation and other variables. *Water Resources Research*, 35(10):3089-3101
- 16- Wu W., Xing E.P., Myers C., Mian I.S., and Bissell M.J. 2005. Evaluation of normalization methods for cDNA microarray data by k-NN classification. *Bioinformatics* 6, 191.
- 17- Yakowitz S. 1987. Nearest neighbor method for time series analysis. *Journal of Time Series Analysis* 8 (2), 235e247.

Possibility of employing pattern recognition to predict freezing occurrence

N. Sayari^{1*} - M. Bannayan² - A. Alizadeh³ - M.B. Behiar⁴

Abstract

Accurate prediction of hourly minimum temperature is required for various crop models which simulate photosynthesis and transpiration. Such data can be used for crop protection and reducing the crops injuries due to freezing as well. Our objective of this study is employing trigonometric and pattern recognition (k-NN) approaches to evaluate their potential in prediction of hourly temperature for the whole 24 hours and also minimum temperature time occurrence. Our observed data contain every 3 hours minimum temperature data for 16 years of synoptic Mashhad climate station. Various scenarios were employed to predict the minimum temperature for first of Aban and first of Ordibehesht using, 1 day, 7 days, 110 days and 315 days observed data for next day minimum temperature prediction. Our results showed that if there is no full access or partly access to the minimum temperature data then the trigonometric function including Sine function is able to reproduce the required data. k-NN approach showed that as the distance of data to target data decreased the accuracy of prediction increased.

Keywords: Minimum temperature, Freezing, Sine model, Sine-Expo model, Prediction, Mashhad

1 ,2,3,4- A Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad and khavaran Environmental Research Group, Mashhad

(* - Corresponding author Email: Nasrin_Sayari@yahoo.com)