نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال پنجم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷
صفحات ۱۲۵ تا ۱۴۴

بررسی و پیش‌بینی اثرات مخاطره‌ای دمای فرین ماهانه بر روی محصولات باغی و کشاورزی در نوار شمالی ایران (استان‌های گلستان، گیلان و مازندران)

بهروز سبحانی، دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، اقلیم‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
وحید صفریان زنگیر[1]، دانشجوی دکتری گروه جغرافیای طبیعی، اقلیم‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

دریافت مقاله : ۱۳۹۷/۰۵/۰۱ پذیرش نهایی:۱۳۹۷/۱۰/۰۱

چکیده

با توجه به اهمیت فرین دما در بخش تولیدات کشاورزی و باغی که هر ساله خسارات قابل توجه‌ی را در این بخش به بار می‌آورد. برای جلوگیری از خسارات وارده در این بخش باید پژوهش‌های دقیق انجام گرفته و سپس با مدیریت و برنامه‌ریزی بر این مساله فایل آمد. هدف پژوهش حاضر بررسی و پیش‌بینی اثرات مخاطره‌ای دمای فرین ماهانه بر روی محصولات باغی و کشاورزی در نوار شمالی ایران می‌باشد. برای این منظور ابتدا داده‌های فرین دمای تمامی ایستگاه در بازه زمانی ۳۰ ساله (۲۰۱۸-۱۹۸۸) اخذ شد و سپس با استفاده از مدل شبکه عصبی تطبیقی Anfis داده‌ها برای خطاسنجی و پیش‌بینی برای ۶ سال آینده انجام شد سپس برای سنجش تناسب اراضی نوار شمالی ایران برای کشت براساس داده‌های پیش‌بینی شده با به کارگیری دو مدل Vikor و Topsis اقدام شد. براساس یافته‌های پژوهش با توجه به مدل‌سازی خطایابی فرین دمای حداکثر کم‌ترین خطایابی را نسبت به حداقل دما نشان داد. در استان گلستان فرین‌های دمای حداکثر و حداقل هر دو در حالت افزایشی ضعیف می‌باشد ولی استان گیلان فرین‌های دمای حداکثر و حداقل هر دو در حالت افزایشی و حداکثر دما شدت بیش‌تری را دارا می‌باشد. استان مازندران فرین‌های دمای حداکثر و حداقل هر دو در حالت افزایشی و حداقل دما شدت بیش‌تری را نشان داد. هر دو مدل تصمیم‌گیری چند متغیره تاپسیس و ویکور تلفیق داده‌ها، حداقل دما ایستگاه‌ها را به خوبی منعکس کردند ولی در دمای حداکثر در ایستگاه‌های با اولویت بدتر را به خوبی منعکس نکردند.

واژه‌گان کلیدی: مخاطره، دمای فرین، محصولات باغی و کشاورزی، شمال ایران، ANFIS.

[1]. نویسنده مسئول: Email: safariyan.vahid@Gmail.com

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]

مقدمه

تغییر هر چند کم در دما موجب تغییر در وقوع پدیده های حدی نظیر خشکسالی، بارش های سنگین و توفان می‌شود(ورشاویان و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۶۹). دما از عناصر اساسی شکل گیری اقلیم است، تغییرات آن می‌تواند ساختار آب و هوایی هر محل را دگرگون سازد (اسدی و حیدری، ۱۳۹۰: ۱۳۷). دما متغییر جوی بسیار مهمی است که تغییر آن منشا بسیاری از تحولات فیزیکی، شیمیایی و زیست محیطی است (خوش‌اخلاق و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۹۹). دما اثرات انکارناپذیری بر فعالیت های انسانی و فرایندهای طبیعی هم‌چون چرخه آب بر جای می گذارد(کرم‌پور و یاراحمدی، ۱۳۹۴: ۶۸). تغییر آب و هوا یکی از چالش های برجسته سده جاری است در این میان تغییرات دما به عنوان یکی از پایه ای ترین عنصر آب و هوایی هر ناحیه از اهمیت ویژه ای برخوردار است از آنجا که دما جزء عناصر اساسی شکل‌گیری اقلیم می‌باشد(سبحانی و گلدوست، ۱۳۹۵: ۲۸). تغییرات دما، موضوعی است که امروزه مطالعات بیشماری را به خود اختصاص داده است و سرعت افزایش دما نسبت به گذشته افزایش چشم‌گیری داشته است(تووکش، ۲۰۰۲: ۹۴۷). کاهش در تغییر پذیری دماهای روزانه سبب گردیده است که فراوانی وقوع حداقل های دما به خصوص در زمستان‌ها کاهش یابد شیفینگر و همکاران(Scheifinger and et al, ۲۰۰۳: ٤١-٥١). دمای جهان را به عنوان معیار عمومی برای پایداری اقلیم جهان معرفی می‌کند(هنسن و همکاران، ۲۰۰۶: ۱۴۲۹۰). در بین متغیرهای اقلیمی، دما از اهمیت بسزایی برخوردار است و شبیه‌سازی دقیق دما در مطالعات هواشناسی و کشاورزی از اهمیت بالایی برخوردار است (تاتارته و همکاران(Tanarhte and et al, ۲۰۱۲)، با توجه به اهمیت پارامتر دما در بحث کشاورزی و محصولات باغی که از سال‌های گذشته توجه بسیاری از پژوهشگران و محققان در زمینه بهره‌برداری و خسارات وارده از آن را به خود جلب کرده است در این پژوهش نیز به بررسی و پیش‌بینی اثرات مخاطره‌ای دمای فرین ماهانه بر روی محصولات باغی و کشاورزی در نوار شمالی ایران پرداخته شد از جمله مطالعاتی که در این زمینه انجام شده در ادامه اشاره می‌شود: علیجانی و همکاران(۱۳۹۰) به بررسی تغییرات کمینه ها و پیشینه های سالانه دما در ایران پرداخته اند نتایج بدست آمده که بیشتر گستره ایران، هم شاهد تغییرات در میانگین دماهای حداکثر و هم حداقل بوده است؛ اگر چه این تغییرات در گستره ایران به یک شکل و اندازه نبوده است. میانگین حسابی آماره های آزمون من - کندال برای دماهای حداکثر ۰,۲۴ و برای میانگین دماهای حداقل ۰/۴ بدست آمد که حاکی از تقریبا دو برابر بودن تغییرات در میانگین دماهای حداقل در مقایسه با میانگین دماهای حداکثر است. خوش اخلاق و همکاران(۱۳۹۰) به بررسی تغییرات حداقل های مطلق دما در پهنه ایران زمین پرداخته اند نتایج بدست آمده که تغییرات شدید مکانی و زمانی حداقل دما در بین ایستگاه‌های شمال‌غرب و نواحی کوهستانی منفرد کشور و نیز تغییرات ملایم در ایستگاههای مرکزی و جنوبی کشور است. تغییرات و توزیع تعداد روزهای مساوی و کمتر از ۴- درجه سلسیوس نیز الگوی مشابهی را در کشور نشان می دهد. به طور کلی حداقل دما در سطح کشور در طول دوره آماری روند افزایشی را طی کرده است. احمدی و همکاران(۱۳۹۴) به بررسی نقش دما بر رشد و توسعه گیاه پنبه در استان گلستان پرداخته اند نتایج بدست آمده طی ۴ مرحله از رویش تا برداشت آستانه های ۱۶ تا۳۴ درجه سانتی گراد موثر می باشد و روند آن بر اساس ماه هایی از اواسط فروردین تا اواخر مهر است و هم‌چنین جنوب استان دارای اقلیم معتدل نیمه مرطوب و مساعد برای کشت این گیاه می باشد. چنانچه به توان با توجه به اهمیت جهانی این گیاه برنامه ریزی مناسب در طول سال انجام داد می توان نسبت به مدیریت و افزایش بهره برداری راندمان تولید در منطقه اقدام کرد. پدرام و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی ریزش برف و ارتباط آن با دما در استان کردستان پرداخته اند نتایج بدست آمده به هنگام ریزش برف، دما به طور میانگین در بیشتر ایستگاه های مورد مطالعه، منفی است. به سبب گذر دما از فاز مثبت به منفی،

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]

فراوانی بارش برف در دماهای ۰/۵۰°C بیش از گستره های دیگر است. بارش برف در دماهای بیش از ۳°C در سطح ایستگاه های استان به ندرت رخ می دهد. بیشینه احتمال بارش برف در دماهای مثبت، حدود ۲۵ درصد، برای دماهای بین ۱ °C تا ۰/۳ °C است. رحیم‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی و ارزیابی روند و جهش نمایه های حدی دما و بارش در استان هرمزگان پرداخته اند نتایج بدست آمده که تشدید گرمایش و کاهش بارش در این استان به همراه افزایش نوسانات شدید بارش و مقادیر حدی دما بوده است که لزوم توجه برنامه ریزان استان را به این مهم می طلبد. محمدی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی تاثیر دما بر نیاز آبی گیاه پنبه در شهرستان سبزوار پرداخته اند نتایج بدست آمده در شهرستان سبزوار روند دما از نرخ افزایش شدیدی برخوردار است و بیشینه آن برای حداقل دما است، زیرا در هر سه مقیاس سالانه، فصلی و ماهانه بیش‌ترین روند افزایشی در این پارامتر قابل مشاهده است. رفتار میانگین متوسط شبیه به رفتار حداقل دما است. روند فصلی دما از روند سالیانه تبعیت می‌کند یعنی روند افزایشی در دمای حداقل قابل توجه است. بررسی روند میزان تبخیر و تعرق برای دوره مورد مطالعه نیز بیانگر روند صعودی این پارامتر می‌باشد. پژوهشگران و محققان دیگری هم در زمینه خشکسالی تحقیق کرده‌اند عبارتند از: صادقی و همکاران (۱۳۹۲)، سبحانی و همکاران، کرمپور و یاراحمدی (۱۳۹۴)، احمدی و همکاران (۱۳۹۴)، دالایی و همکاران (۱۳۹۴)، برنا و جهان (۱۳۹۴)، عزیزی و همکاران (۱۳۹۴)، خورشید دوست و همکاران (۱۳۹۵)، سبحانی و گلدوست (۱۳۹۵)، معروف‌نژاد و قاسمی (۱۳۹۶)، قویدل رحیمی و همکاران (۱۳۹۶)، دیوید (David, ۱۹۹۷)، وینسنت و همکاران(Vincent and et al, ۲۰۰۰)، گریزر و همکاران(Grieser and et al, ۲۰۰۲)، گادگیل و دهورد(Gadgil and Dhorde, ۲۰۰٤)، الکساندر و همکاران(Alexander and et al, ۲۰۰٦)، بوزیورت و ازدرم(Bozyurt and Ozdemir, ۲۰۱٤)، راو و همکاران(Rao and et al, ۲۰۱٤)، دانشمند و همکاران(Daneshmand and et al, ۲۰۱٥)، سینگ و همکاران(Singh and et al, ۲۰۱٥)، تیا و همکاران(Tao and et al, ۲۰۱۷)، پندی و همکاران(Pandey and et al, ۲۰۱۷)، دیمری و همکاران(Dimri and et al, ۲۰۱۸). با توجه مطالعات صورت گرفته مذکور در اهمیت دما برای کشت محصولات باغی و کشاورزی و تجربیات به دست آماده در مورد روش مورد مطالعه می‌توان اذعان کرد که پارامتر دما اهمیت بسزای در کشت محصولات باغی و کشاورزی دارد هدف از پژوهش حاضر به دست آوردن اطلاعات لازم و استفاده تخصصی و عمومی از داده‌های حداقل و حداکثر دما در نوار شمالی ایران در ارتباط با برنامه‌ریزی‌های و بررسی و پیش‌بینی اثرات مخاطره‌ای دمای فرین ماهانه بر روی محصولات باغی و کشاورزی در نوار شمالی ایران(استان‌های گلستان، گیلان و مازندران) می‌باشد. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته روش‌های موجود برای مطالعه فرین‌های دمای که تا حالا انجام شده به صورت کلی بوده و کفایت موضوع رو نداشته است برای فایق آمدن به این موضوع ابتدا داده‌های دما آنالیز شده سپس با استفاده از مدل ANFIS برای شش سال آینده پیش‌بینی می‌شود و در نهایت با استفاده از مدل‌های چند متغیره Vikor و Topsis برای اولویت‌بندی اراضی نواحی نوار شمالی ایران استفاده می‌شود.

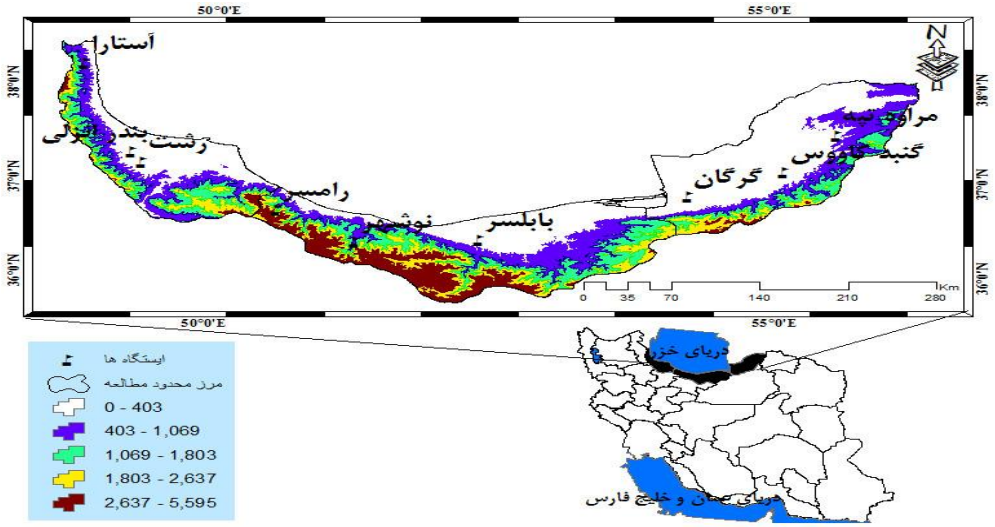
داده‌ها و روش‌کار

این پژوهش در نوار شمالی ایران انجام شد، نوار شمالی ایران شامل سه استان(گیلان، مازندران و گلستان) می‌باشد که هر سه استان در جوار پایین دست دریای خزر قرار دارد و از لحاظ رطوبت غنی می‌باشند. و نوار شمالی ایران متاثر از رشته کوه البرز می‌باشند. استان گیلان در ساحل جنوب‌غربی دریای کاسپین قرار دارد، مرکز این استان شهر رشت که در غرب رودخانه‌ی سفیدرود قرار دارد، باران فراوان و رطوبت بالای هوا از مشخصه اصلی اقلیم گیلان می‌باشد. استان مازندران در کرانه‌های مرکزی و شرقی دریای کاسپین قرار دارد و مرکز استان مازندران شهر ساری است استان مازندران دومین استان پربارش در ایران می‌باشد هر چند حجم بارش سالیانه در شرق استان نسبت به غرب پایین‌تر

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]

می‌باشد. استان گلستان کم‌ترین نوار ساحلی را با دریای کاسپین داراست، مرکز این استان شهر گرگان می‌باشد. استان گلستان بیش‌ترین مناطق با اقلیم خشک و نیمه‌خشک را در شمال ایران داراست. در شکل(۱) و جدول (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه و مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه در نوار شمالی ایران نشان داده شده است.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران

جدول ۱: موقعیت جغرافیای ایستگاه‌های مورد مطالعه در نوار شمالی ایران

ردیف	ایستگاه ها	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا
۱	رامسر	۳۶° /۵۴′	-۲۰
۲	نوشهر	۳۶° /۳۹′	-۲۰/۹
۳	بابلسر	۳۶° /۴۳′	-۲۱
۴	آستارا	۳۸° /۲۲′	-۲۱/۱
۵	بندر انزلی	۳۷° /۲۹′	-۲۳/۶
۶	رشت	۳۸° /۲۲′	-۲۱/۱
۷	گرگان	۳۶° /۵۴′	۰
۸	گنبد کاووس	۳۷° /۱۵′	۳۷/۲
۹	مراوه تپه	۳۷° /۵۴′	۴۶۰

در این پژوهش بعد از اخذ داده‌های فرین دمای با استفاده از مدل شبکه عصبی تطبیقی Anfis تجزیه و تحلیل‌های لازم برای مدل‌سازی خطاها و سپس پیش‌بینی آن‌ها انجام گرفت و در نهایت برو روی داده‌های پیش‌بینی شده برای ارزیابی اراضی برای کشت از دو مدل تصمیم‌گیری چند متغیره Vikor و Topsis استفاده شد.

- **روش‌شناسی فرایند پیش‌بینی خشکسالی با سری‌های زمانی**

در این مرحله امکان مدل‌سازی و پیش‌بینی گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه با استفاده از مدل شبکه عصبی-فازی تطبیقی ANFIS بررسی می‌شود(انصاری، ۸۹ : ۲۹). در این پژوهش خشکسالی به صورت سری زمانی به طول ۲۷۶ ماه(۲۳×۱۲=۲۷۶) در دو مقیاس زمانی ۶ و ۱۲ ماهه در هر کدام از ایستگاه‌ها در نظر گرفته شده است. در یک سری

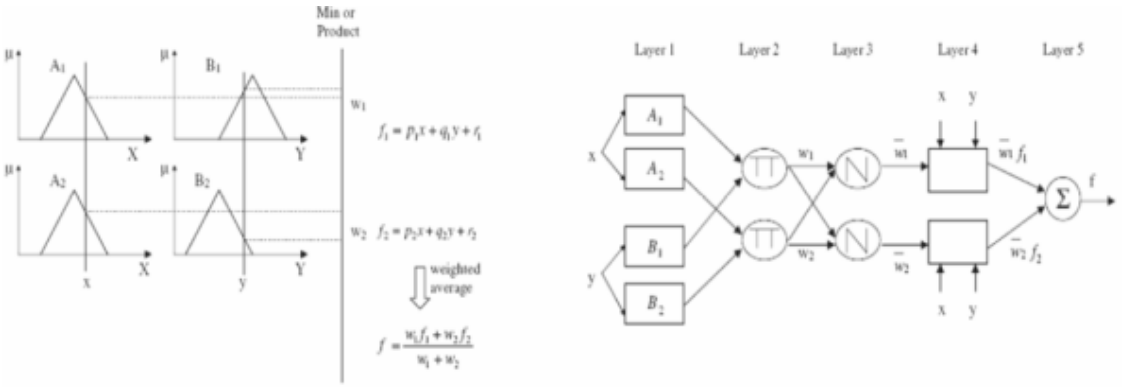
[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]

زمانی متشکل از n نمونه $x_1, x_2, \dots, x_n$ مقدار آتی تابعی(۱) از مقدار قبلی خود است (اصغری اسکوئی، ۱۳۸۱: ۷۵).

$X_K = F(X_{K-1}, X_{K-2}, \dots, X_{K-P})$ رابطه(۱)

- **سیستم‌های استنتاج عصبی- فازی تطبیقی[1]ANFIS**

سیستم فازی یک سیستم مبتنی بر قواعد منطقی"شرط- نتیجه" است که با استفاده از مفهوم متغیرهای زبانی و روند تصمیم‌گیری فازی، فضای متغیرهای ورودی را بر فضای متغیرهای خروجی تصویر می‌کند. ترکیب سیستم‌های فازی که مبتنی بر قواعد منطقی بوده، و روش شبکه‌های عصبی مصنوعی که توان استخراج دانش از اطلاعات عددی را دارند، منجر به ارائه سیستم استنتاج تطبیقی عصبی شده است. در شکل ۲ یک سیستم فازی سوگنو با دو ورودی، یک خروجی و دو قانون و سیستم ANFIS معادل آن آمده است. این سیستم دارای دو ورودی x و y و یک خروجی f می‌باشد. اگر خروجی هر لایه به صورت O_i^1 باشد (i و j امین گره از لایه j)، ساختار ANFIS از پنج لایه به شرح زیر تشکیل می‌شود (احمدزاده و همکاران، ۱۳۸۹: ۶۷۹). در پایان میزان خطای مدل‌های حاصل با هم مقایسه می‌شود و تابعی که کم‌ترین میزان خطا را در کم‌ترین زمان آموزش حاصل کند، به‌عنوان تابع عضویت برگزیده خواهد شد. اصولاً وارد کردن داده‌ها به صورت خام باعث کاهش سرعت و دقت شبکه‌ها می‌شود. از این رو برای جلوگیری از اشباع زود هنگام نرون‌ها و یکسان‌سازی ارزش داده‌ها برای شبکه، بایستی ورودی خالص آن‌ها در محدوده تابع سیگموئید (بین ۰ و ۱) قرار گیرد. این کار مانع از کوچک شدن بیش از حد وزن ها شده و از اشباع زود هنگام نرون‌ها جلوگیری می‌کند(کنارکوهی، ۱۳۸۹ : ۳۴).



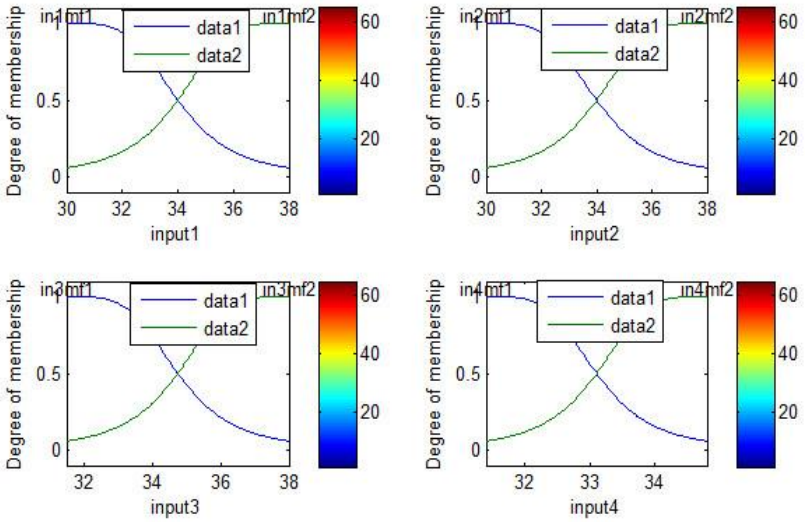
شکل ۲: یک سیستم فازی سوگنو با تابع عضویت مثلثی و سیستم ANFIS معادل با آن،کیسی و ازتورک(Kisi and Ozturk, ۲۰۰۷: ۳۷۰**).**

- **نحوه تنظیم سری‌های زمانی فرین دمای جهت پیش بینی و ورود به مدل ANFIS در Matlab با کد نویسی**

در این روش نیز از مدل ANFIS برای مثال پیش‌بینی، از داده‌های حداکثر دما ایستگاه رامسر استفاده شد که برای به‌دست آوردن توابع عضویت تولید شده توسط Genfis[1]، کل فضای ورودی را پوشش می‌دهند. پس از اجرای دستورات کد نویسی مورد نیاز، توابع عضویت ورودی نمودارها، شکل (۳) به دست آمد.

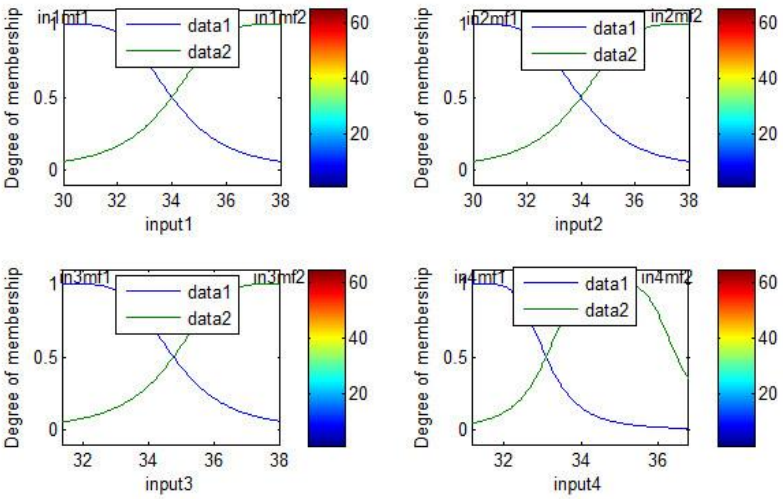
[1]- Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]



شکل ۳: توابع عضویت ورودی پیش‌بینی ایستگاه رامسر

برای شروع روال آموزش دستورات و کدهای مورد نیاز اجرا شد از آن‌جا که داده‌های وارسی به این تابع ارسال شده‌اند، Fis نهایی متناظر با کم‌ترین خطای روی مجموعه وارسی خواهد بود. نتیجه در Fismat۲ دخیره می‌شود. با اجرای دستورات مربوطه می‌توان تابع عضویت جدید را در نمودارهای ترسیم کرد(شکل ۴).



شکل ۴: توابع عضویت جدید پس از آموزش ایستگاه رامسر

هم‌چنین برای رسم نمودارهای خطا از کدهای مربوطه استفاده شد، جذر میانگین مربعات خطاها برای ایستگاه اردبیل ترسیم شد. منحنی بالایی شکل، مربوط به خطاهای آموزشی(Error۱) و منحنی پایین مربوط به خطای داده‌های وارسی (Error۲) می‌باشد و جدول(۲) میانگین خطای آموزش و میانگین خطای اعتبارسنجی مدل‌سازی به درصد ایستگاه رامسر نشان می‌دهد. برای به‌دست آوردن و درست کردن سری‌های زمانی و پیش‌بینی و هم‌چنین میانگین‌های خطاها از دستور کدنویسی استفاده شد. در شکل(۵) مقدار پیش‌بینی شده برای ۶ سال آینده، با رنگ سبز و مقدار مشاهده شده با رنگ خط دایره گونه قرمز رنگ قابل مشاهده و مقدار پیش‌بینی شده برای سال‌های آینده در جدول(۳) برای ایستگاه رامسر به‌دست آمده است. با توجه به روش اشاره شده مذکور می‌توان مقدار حداکثر دمای با استفاده از

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]

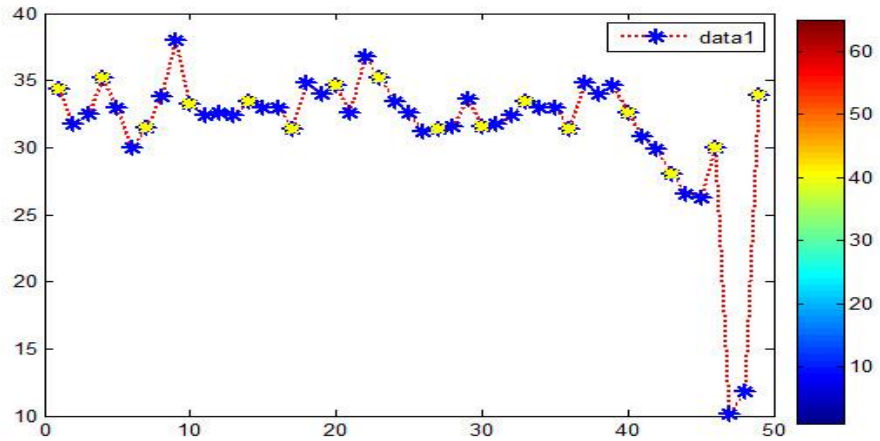
مدل Anfis را برای ایستگاه‌های مورد مطالعه پیش‌بینی نموده و توان مدل شبکه عصبی‌فازی Anfis را در مدل‌سازی و پیش‌بینی روند تغییرات سری‌زمانی شاخص ذکر شده مورد پایش و ارزیابی قرار داد.

جدول ۲: میانگین خطای آموزش و میانگین خطای اعتبارسنجی مدل‌سازی به درصد ایستگاه رامسر

میانگین خطای اعتبارسنجی، داده وارسی	میانگین خطای آموزشی
۱۵/۴۳	۰/۰۱۶

جدول ۳: مقدار پیش‌بینی به‌دست آمده از مدل‌سازی Anfis به درصد، ایستگاه رامسر برای ۶ سال آینده

ردیف	سال‌های آینده	مقدار پیش‌بینی شده
۱	۲۰۱۹	۳۲/۶
۲	۲۰۲۰	۳۱/۲
۳	۲۰۲۱	۳۱/۴
۴	۲۰۲۲	۱۵
۵	۲۰۲۳	۱۹/۷
۶	۲۰۲۴	۱۶/۵



شکل ۵: سال‌های مشاهده شده و سال‌های پیش‌بینی برای ۶ سال آینده ایستگاه رامسر

- **مدل تاپسیس**

مراحل انجام تاپسیس در هشت گام صورت می‌گیرد که به شرح ذیل می‌باشد:

مرحله اول: تشکیل ماتریس داده‌ها، ماتریس ۱ بر اساس m گزینه و n شاخص

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{22} & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots x_{mn} \end{bmatrix}$$

ماتریس (۱)

مرحله دوم: بی مقیاس کردن داده‌ها و تشکیل ماتریس بی مقیاس شده، رابطه ۲.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{m} a_{kj}^2}}$$

رابطه (۲)

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]

مرحله سوم: محاسبه ماتریس بی مقیاس موزون: در واقع ماتریس (V)، ماتریس ۲ حاصل‌ضرب ماتریس بی مقیاس شده در ماتریس قطی وزن‌ها

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{22} & v_{1\,n} \\ v_{21} & v_{22} & v_{2\,n} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ v_{m\,1} & v_{m\,2} & \cdots v_{m\,n} \end{bmatrix}$$

ماتریس (۲)

مرحله چهارم: تعیین ایده آل های مثبت (بهترین عملکرد هر شاخص) که آن را با (A^*) نشان می دهند رابطه‌های ۳ و ۴.

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} \mid j \epsilon J), (\min_i v_{ij} \mid j \epsilon J') \right\}$$

رابطه (۳)

$$A^* = \{v_1^*, v_2^*, \ldots v_n^*\}$$

رابطه (۴)

مرحله پنجم: تعیین ایده آل های منفی (بدترین عملکرد هر شاخص) که آن را با (A^-) نشان می دهند رابطه‌های ۵ و ۶.

$$A^* = \left\{ (\min_i v_{ij} \mid j \epsilon J), (\max_i v_{ij} \mid j \epsilon J') \right\}$$

رابطه (۵)

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \ldots v_n^-\}$$

رابطه(۶)

مرحله ششم: تعیین معیار فاصله ای هر گزینه از ایده آل‌های منفی و مثبت (Si^+ و Si^-)، رابطه‌های ۷ و ۸.

$$d_j^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^*)^2}$$

رابطه (۷)

$$d_j^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

رابطه (۸)

مرحله هفتم: تعیین نزدیکی نسبی گزینه ها، که از رابطه‌ی ۹ محاسبه می‌شود.

$$C_i = \frac{d^-}{d_i^- + d_i^+}$$

رابطه (۹)

مرحله هشتم: رتبه بندی گزینه ها بر اساس میزان (C_{i+})

به طوری که $0 < C_{i+} < 1$ می‌باشد. بر این اساس هر اندازه یک گزینه به نقطه ایده‌آل نزدیک‌تر باشد C_{i+} به سمت ۱ میل می‌کند؛ بهترین گزینه است(مالچفسکی، ۱۳۸۵ :۳۷۵).

- **مدل ویکور**

اگر در یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره، N معیار و M گزینه وجود داشته باشد، به همین منظور انتخاب بهترین گزینه با استفاده از این روش به شرح ذیل می‌باشد(عطایی، ۱۳۸۶).

مرحله اول: تشکیل ماتریس تصمیم

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]

با توجه به تعداد گزینه‌ها و ارزیابی همه گزینه‌ها برای معیارهای مختلف، که در آن X_{ij} معرف نمره خام پیکسل i ام در معیار j ام است، ماتریس تصمیم به صورت ماتریس ۳ تشکیل می‌شود:

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{22} & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots x_{mn} \end{bmatrix}$$

ماتریس(۳)

که در آن X_{ij} عملکرد گزینه i ($i=1,2,\ldots,m$) در رابطه با معیار j ($j=1,2,\ldots n$) می‌باشد.

مرحله دوم: بعد بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم (استانداردسازی)

در این مرحله با استانداردسازی داده‌ها، دامنه مقادیر(X_{ij}) را که در واحدهای اندازه‌گیری متفاوت (همچون واحد اندازه‌گیری رتبه‌ای، درصدی و متریک)وجود دارند به یک دامنه استاندارد در حد فاصل بین ۰ و ۱ تبدیل و مقادیر استاندارد شده داده‌ها (V_{ij}) را به دست می‌آوریم. در چنین روندی ماتریس داده‌های استاندارد که قابل مقایسه و قابل ترکیب با هم هستند به دست می‌آید، یا به عبارتی در این مرحله سعی می‌شود معیارها با ابعاد مختلف به معیارهای بی‌بعد تبدیل شوند و ماتریس V به صورت ماتریس ۴ تعریف می‌شود: که برای بی مقیاس کردن داده‌های مورد مطالعه پژوهش حاضر از رابطه‌های ۱ و ۲ زیر استفاده شده است؛

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{22} & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & v_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \cdots v_{mn} \end{bmatrix}$$

ماتریس (۴)

یکی از ساده‌ترین رابطه برای استانداردسازی داده خام در این است که هر نمره خام را در ارزش حداکثر برای یک معیار مورد نظر تقسیم کنیم رابطه ۱۰ بیان می‌شود:

$$= 1 \frac{x_{ij}}{x_j^{max}} \quad x_{ij}$$

رابطه (۱۰)

که در آن x_{ij} نمره استاندار شده برای عارضه(گزینه) I ام و صفت J ام می‌باشد. x_{ij} معرف نمره خام و x_j^{max} نمره حداکثر برای صفت J ام می‌باشد. ارزش نمرات استاندارد شده در دامنه بین ۰ و ۱ قرار می‌گیرد. هرچه میزان ارزش نمره‌ها بیشتر باشد ارزش معیار از جذابیت بیشتری برخوردار خواهد بود. معادله (۱) در زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که به حداکثر رساندن معیار، مد نظر باشد(هرچه نمره خام بیشتر باشد از مطلوبیت بیشتری برای اجرا برخوردار است). از این نوع معیار گاهی تحت عنوان معیار سود یا منفعت ۱ یاد می‌شود. اگر معیار از نوع کمینه سازی باشد(یعنی هرچه نمره پایین‌تر باشد مطلوبیت آن برای اجرا بیشتر است) از رابطه (۲) استفاده می‌شود. از این نوع معیار تحت عنوان معیار هزینه۲ نیز یاد برده می‌شود. از سوی دیگر داده‌های خام را می‌توان بر پایه روش مبتنی بر دامنه نمره، استاندارد سازی کرد. در این روند معادلات ذیل مورد استفاده قرار می‌گیرد (مالچفسکی، ۱۳۸۵).

مرحله سوم: تعیین بردار وزن معیارها

۱-benefit criterion

۲-cost criterion

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]

در این مرحله وزن‌ها(w_j) اختصاص یافته به هر صفت را تعیین می‌کنیم؛ مجموع وزن‌ها باید به گونه‌ای باشد که $0 \leq w_j \leq 1$ و $\sum_j w_j = 1$ بدست آید؛ در ادامه با توجه به ضریب اهمیت معیارهای مختلف در تصمیم‌گیری، برداری به صورت رابطه ۱۱ تعریف می‌شود:

$$w = \{w_1, w_2, \dots w_n\}$$ رابطه (۱۱)

مرحله چهارم: تعیین بهترین(ایده‌آل مثبت) و بدترین(ایده‌آل منفی) مقدار از میان مقادیر موجود برای هر معیار:

بهترین(f_j^*) مقدار برای معیارهای مثبت و منفی به ترتیب از روابط ۱۲ و ۱۳ محاسبه می‌شوند:

$$f_j^* = \min_i f_{ij}$$ رابطه (۱۲)

$$f_j^* = \max_i f_{ij}$$ رابطه (۱۳)

بدترین(f_j^*) مقدار برای معیارهای مثبت و منفی به ترتیب از روابط ۱۴ و ۱۵ محاسبه می‌شوند:

$$f_j^- = \min_i f_{ij}$$ رابطه (۱۴)

$$f_j^- = \max_i f_{ij}$$ رابطه (۱۵)

در این روابط (f_j^*) بهترین مقدار معیار J از بین تمام گزینه‌ها و(f_j^-) بدترین مقدار معیار J از بین تمام گزینه‌ها می‌باشد. اگر تمامی (f_j^*) را به هم پیوند بزنیم یک ترکیب بهینه با بیشترین امتیاز خواهد داد(نقطه ایده آل) و در مورد (f_j^*) نیز بدترین امتیاز (نقطه ایده‌آل منفی) خواهد بود.

مرحله پنجم: محاسبه مقدار ایده‌آل یا سودمندی(S) و مقدار ضدایده‌آل یا تاسف(R)، که با توجه به روابط ۱۶ و ۱۷ محاسبه می‌شوند:

$$s_i = \sum_{h=1}^{n} w_j \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-}$$ رابطه (۱۶)

$$R_i = max\left\{w_j \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-}\right\}$$ رابطه (۱۷)

که w_j مقدار وزن مورد نظر برای معیار J می‌باشد،(S_j) بیانگر فاصله نسبی گزینه I ام از راه حل ایده‌آل مثبت (بهترین ترکیب) و (S^*) بیانگر حداکثر ناراحتی گزینه I ام از دوری از راه حل ایده‌آل مثبت می‌باشد. در روش برنامه‌ریزی توافقی اگر پارامتر P مساوی یک باشد، همان مقدار S_i به دست می‌آید رابطه ۱۸:

$$L(A_i) = \sum_{j=1}^{n} w_j \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-} = S_i$$ رابطه (۱۸)

در روش برنامه ریزی توافقی اگر پارامتر p مساوی∞ باشد همان مقدار R_i به دست می‌آید رابطه ۱۹:

$$L_\infty(A) = max\left[w_j \left(\frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-}\right)\right] = R_i$$ رابطه (۱۹)

مرحله ششم: محاسبه شاخص VIKOR(مقدار Q) است: مقدار Q با توجه به رابطه ۲۰ محاسبه می‌شود:

$$Q_i = v\left[\frac{s_i - s^-}{s^* - s^-}\right] + (1 - v)\left[\frac{R_i - R^-}{R^* - R^-}\right]$$ رابطه (۲۰)

$$S^{i^-} = \min S_i \qquad s^* = \max S_i \qquad R^- = \min R_i \qquad R^* = \max R_i$$

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]

در این روابط $\frac{s^*-s^-}{s_i-s^-}$ بیان کننده نرخ فاصله از ایده‌آل و $\frac{R^*-R^-}{R_i-R^-}$ بیان کننده نرخ فاصله از حل ضد ایده‌آل است و پارامتر $v(\in [0,1])$ با توجه به میزان توافق تصمیم گیرنده انتخاب می‌شود، که در توافق بالا، مقدار آن بیش از ۵/.، در صورت توافق با اکثریت آراء مقدار آن مساوی با ۵/. و در صورت توافق پایین، مقدار آن کم‌تر از ۵/. خواهد بود. مقدار Q تابعی از (s_i و R_i) بوده که خود این مقدار به ترتیب مقادیر از حل ایده‌آل به ازای P=۱ و P=∞ در برنامه ریزی توافقی می‌باشد.

محاسبه وزن نهایی گزینه‌ها

در این مرحله از تلفیق ضرایب مزبور، امتیاز نهایی هر یک از گزینه‌ها تعیین خواهد شد که برای این کار از اصل ترکیب سلسله مراتبی ساعتی استفاده می‌شود که منجر به ایجاد یک بردار اولویت با در نظر گرفتن همه قضاوت‌ها در تمامی سطوح سلسله مراتبی می‌شود(جعفربیگلو و مبارکی، ۱۳۸۷).

$J = \sum_k^n = \sum_i^m = \mathrm{WK} = \mathrm{W_J}$ گزینه نهایی امتیاز

W_k ضریب اهمیت معیار ikw ضریب اهمیت زیر معیار i

Jig امتیاز گزینه j در ارتباط با زیر معیار i

W_k ضریب اهمیت معیار ikw ضریب اهمیت زیر معیار i

Jig امتیاز گزینه j در ارتباط با زیر معیار i (جعفر بیگلو و مبارکی، ۱۳۸۷).

شرح و تفسیر نتایج

- **مقادیر پیش‌بینی شده حداقل و حداکثر دمای، ۳ ایستگاه مورد مطالعه برای ۶ سال آینده استان گلستان**

با توجه مدل‌سازی صورت گرفته برای پیش‌بینی در حداقل دما ایستگاه گرگان کم‌ترین خطای آموزشی با مقدار ۰/۰۱۰ به دست آمد و در حداکثر دما مراوه‌تپه کم‌ترین خطا ۰/۰۱۵ را به خود اختصاص داد سایر ایستگاه‌ها خطاهای قابل قبول را برای پیش‌بینی دارا می‌باشند و با اطمینان می‌توان برای شش سال آینده با استفاده از مدل شبکه عصبی تطبیقی Anfis پیش‌بینی را انجام داد. با توجه به پیش‌بینی صورت گرفته طبق جدول ۴ فرین‌های دمای حداکثر و حداقل هر دو در حالت افزایشی می‌باشد.

جدول ۴: مقادیر پیش‌بینی شده حداقل و حداکثر دمای، استان گلستان

		حدکثر دما			حداقل دما		
	سال‌های پیش‌بینی شده	مراوه‌تپه	گنبدکاووس	گرگان	مراوه‌تپه	گنبدکاووس	گرگان
۱	۲۰۱۹	۲۸	۲۵	۳۲/۶	-۰/۸۰	-۰/۸۰	-۲/۴۰
۲	۲۰۲۰	۳۱/۸	۲۳/۶	۳۴	-۳/۸۰	-۰/۶۰	-۱/۴۰
۳	۲۰۲۱	۲۴/۸	۱۹	۳۸/۱	-۳/۸۰	-۱/۶۰	-۲/۴۰
۴	۲۰۲۲	۱۷/۰۵	۱۵/۴	۱۷/۸	-۰/۰۸	۰/۵۷	-۲/۳۹
۵	۲۰۲۳	۱۱/۴	۱۳/۲	۱۰/۷	-۰/۶۶	-۰/۱۸	-۰/۷۱
۶	۲۰۲۴	۲/۶	۳/۲	۱۷/۴	-۰/۵۶	-۰/۱۱	-۰/۳۸

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]

- **مقادیر پیش‌بینی شده حداقل و حداکثر دمای، ۳ ایستگاه مورد مطالعه برای ۶ سال آینده استان گیلان**

با توجه مدل‌سازی صورت گرفته برای پیش‌بینی در هر دو حداقل و حاکثر دما ایستگاه بندرانزلی کم‌ترین خطای آموزشی با مقدار (۰/۰۱۳، ۰/۰۱۰) به خود اختصاص داد سایر ایستگاه‌ها خطاهای قابل قبول را برای پیش‌بینی دارا می‌باشند و با اطمینان می‌توان برای شش سال آینده با استفاده از مدل شبکه عصبی تطبیقی Anfis پیش‌بینی را انجام داد. با توجه به پیش‌بینی صورت گرفته طبق جدول ۵ فرین‌های دمای حداکثر و حداقل هر دو در حالت افزایشی می‌باشد و حداکثر دما شدت بیش‌تری را دارا می‌باشد.

جدول ۵: مقادیر پیش‌بینی شده حداقل و حداکثر دمای، استان گیلان

		حدکثر دما			حداقل دما		
سال‌های پیش‌بینی شده		رشت	آستارا	انزلی	رشت	آستارا	انزلی
۱	۲۰۱۹	۲۶	۳۲/۲	۳۶	-۲/۴۰	-۱/۸۰	۰/۸۰
۲	۲۰۲۰	۲۹/۶	۳۳/۲	۲۱	۰	-۱/۲۰	-۰/۴۰
۳	۲۰۲۱	۳۰/۵	۳۲/۸	۲۱/۴	۰/۲۰	-۲/۲۰	۴/۸۰
۴	۲۰۲۲	۵/۴	۹/۶	۱۳/۱	-۰/۳۳	-۰/۹۷	-۰/۷۸
۵	۲۰۲۳	۶/۴	۴/۵	۳/۹	۰	-۱/۳۳	-۰/۰۷
۶	۲۰۲۴	۳/۹	۷/۴	۱۱/۹	۰/۷۲	-۰/۵۹	۰/۱۸

- **مقادیر پیش‌بینی شده حداقل و حداکثردمای، ۳ ایستگاه مورد مطالعه برای ۶ سال آینده استان مازندران**

با توجه مدل‌سازی صورت گرفته برای پیش‌بینی در حداقل دما ایستگاه بابلسر کم‌ترین خطای آموزشی با مقدار ۰/۰۱۹ به دست آمد و در حداکثر دما رامسر کم‌ترین خطا با مقدار ۰/۰۱۶ را به خود اختصاص داد سایر ایستگاه‌ها خطاهای قابل قبول را برای پیش‌بینی دارا می‌باشند و با اطمینان می‌توان برای شش سال آینده با استفاده از مدل شبکه عصبی تطبیقی Anfis پیش‌بینی را انجام داد. با توجه به پیش‌بینی صورت گرفته طبق جدول ۶ فرین‌های دمای حداکثر و حداقل هر دو در حالت افزایشی و حداقل دما شدت بیش‌تری را نشان داد.

جدول ۶: مقادیر پیش‌بینی شده حداقل و حداکثردمای، استان مازندران

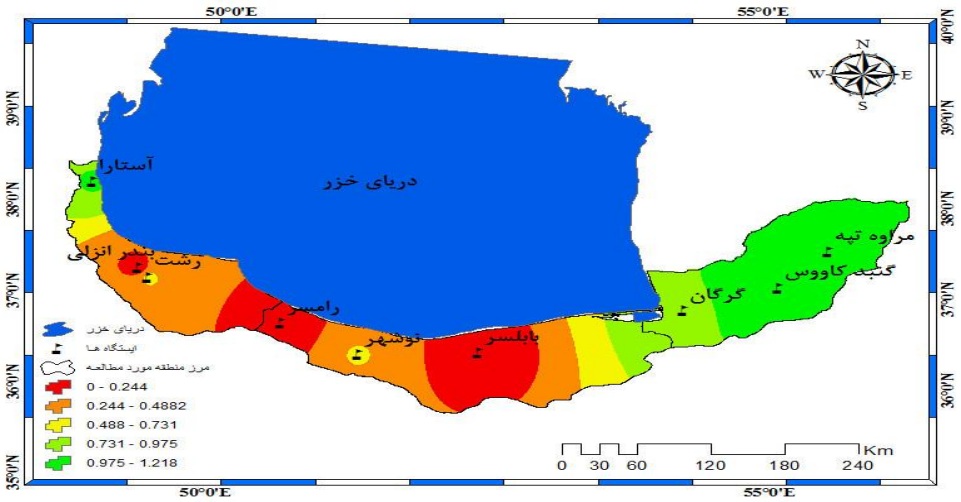
		حدکثر دما			حداقل دما		
سال‌های پیش‌بینی شده		بابلسر	نوشهر	رامسر	بابلسر	نوشهر	رامسر
۱	۲۰۱۹	۲۴/۴	۳۰/۸	۳۲/۶	۲/۵۰	-۰/۲۰	۱
۲	۲۰۲۰	۲۸/۲	۳۰/۶	۳۱/۲	۱/۶۰	۰	-۰/۶۰
۳	۲۰۲۱	۳۳/۲	۳۰/۶	۳۱/۴	-۰/۶۰	۱/۶۰	۱/۸۰
۴	۲۰۲۲	۲۳/۸	۱۲/۸	۱۵	۰/۲۶	۰/۵۸	-۰/۰۳
۵	۲۰۲۳	۶/۸	۷/۴۱	۱۹/۷	۰/۰۲	۰/۵۴	-۰/۲۶
۶	۲۰۲۴	۳/۹	۲۷/۹	۱۶/۵	-۰/۰۱	۰/۳۶	۰/۰۷

- **ارزیابی تناسب اراضی برای امکان‌سنجی کشت با معیار حداقل دما بر اساس مدل ویکور**

روش ویکور یکی از روش‌های جدید برای حل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره است، که هدف آن انتخاب بهترین گزینه بر اساس نزدیک‌ترین جواب ممکن به جواب ایده‌آل است. بنابراین، با بررسی و انتخاب شاخص‌های مناسب،

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]

روش‌های آماری و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و با استفاده از مدل ویکور به رتبه‌بندی ایستگاه‌های مورد مطالعه، از نظر حداقل دما جهت انتخاب مکان‌های مناسب و نامناسب برای کشت در ۶ سال آینده پرداخته شد سه ایستگاه برتر و دارای اولویت گنبدکاووس، آستارا و مراوه‌تپه با مقدار اولویت به ترتیب (۱/۲۱۹، ۰/۹۹۳ و ۰/۹۹۰) قرار گرفتند و سه ایستگاه رامسر، بابلسر و بندر انزلی به ترتیب امتیار(۰/۰۰۱، ۰/۰۲۶ و ۰/۱۰۹) اولویت‌های بدتر را برای کشت به خود اختصاص دادند شکل(۶) و جدول(۷).



شکل ۶: نقشه نهائی مناطق مستعد کشت با معیار حداقل دما در نوار شمالی ایران بر اساس مدل VIKOR

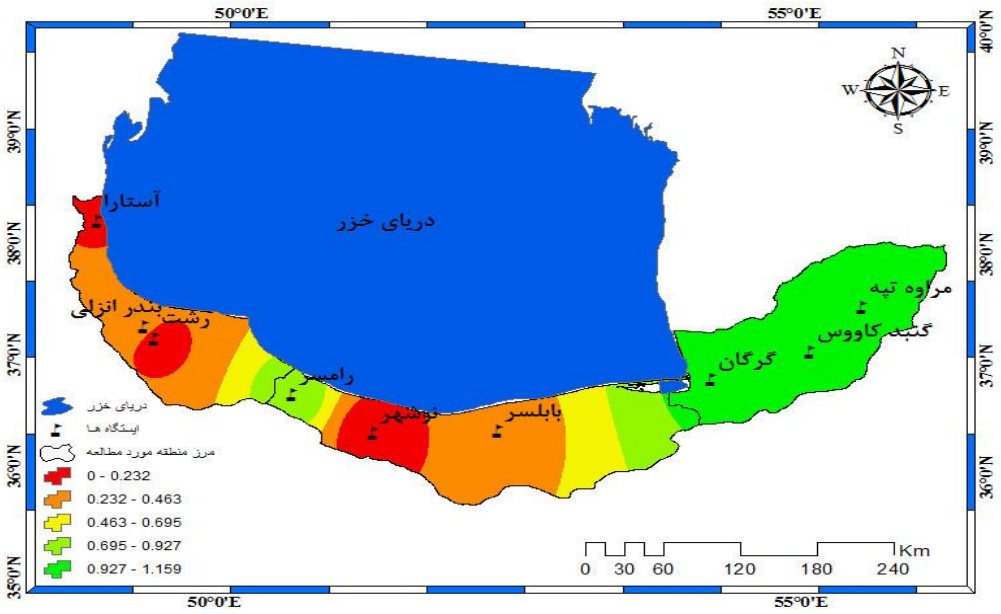
جدول ۷: اولویت‌بندی ایستگاه‌ها براساس دمای حداق در مدل ویکور

ایستگاه‌ها	امتیاز	رتبه
رامسر	۰/۰۰۱	۹
نوشهر	۰/۵۰۱	۶
بابلسر	۰/۰۲۶	۸
آستارا	۰/۹۹۳	۲
بندر انزلی	۰/۱۰۹	۷
رشت	۰/۵۵۱	۵
گرگان	۰/۹۵۲	۴
گنبد کاووس	۱/۲۱۹	۱
مراوه تپه	۰/۹۹۰	۳

- **ارزیابی تناسب اراضی برای امکان‌سنجی کشت با معیار حداکثر دما بر اساس مدل ویکور**

با توجه به اهمیت مدل ویکور پارامتر حداکثر دمای ایستگاه‌ها نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند که در نهایت از نظر حداکثر دما مکان‌های مناسب و نامناسب برای کشت در ۶ سال آینده پرداخته شد سه ایستگاه برتر و دارای اولویت مراوه تپه، گنبد کاووس و گرگان با مقدار اولویت به ترتیب (۱/۱۶۰، ۱/۱۰۶ و ۱) قرار گرفتند و سه ایستگاه نوشهر، رشت و آستارا به ترتیب امتیار(۰، ۰/۰۵۷ و ۰/۲۱۵) اولویت‌های بدتر کشت را به خود اختصاص دادند شکل(۷) و جدول(۸).

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]



شکل ۷: نقشه نهائی مناطق مستعد کشت با معیار حداکثر دما در نوار شمالی ایران بر اساس مدل VIKOR

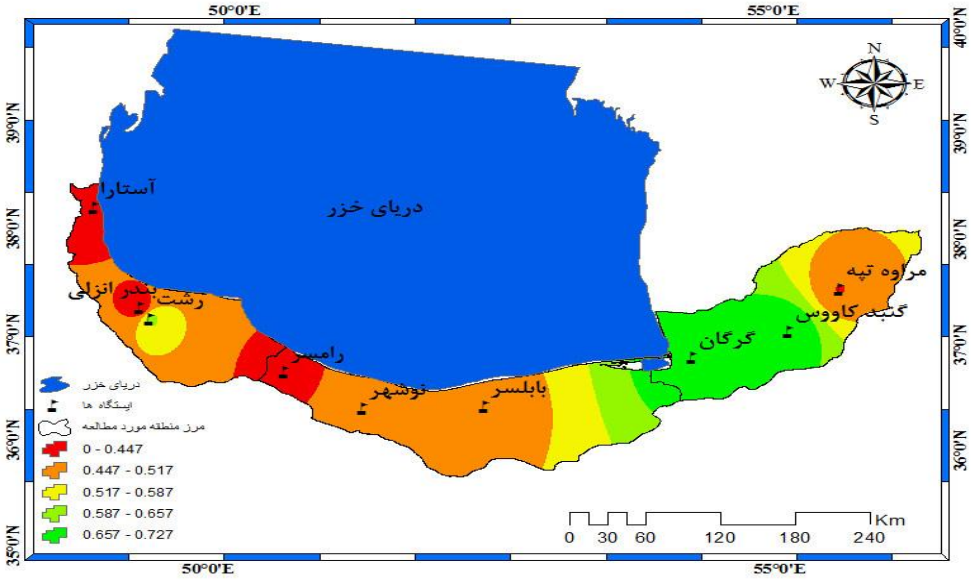
جدول ۸: اولویت‌بندی ایستگاه‌ها براساس دمای حداکثر در مدل ویکور

ایستگاه‌ها	امتیاز	رتبه
رامسر	۰/۹۱۱	۴
نوشهر	۰	۹
بابلسر	۰/۳۴۰	۶
آستارا	۰/۲۱۵	۷
بندر انزلی	۰/۴۳۳	۵
رشت	۰/۰۵۷	۸
گرگان	۱	۳
گنبد کاووس	۱/۱۰۶	۲
مراوه تپه	۱/۱۶۰	۱

- **ارزیابی تناسب اراضی برای امکان‌سنجی کشت با معیار حداقل دما بر اساس مدل تاپسیس**

قابلیت مناطق نوار شمالی ایران را از لحاظ کشت کشاورزی و باغی با استفاده از مدل تاپسیس بررسی شد، ابتدا برای انجام محاسبات و تجزیه و تحلیل داده‌های آماری، وزنی برای هر یک از پارامترهای مورد استفاده در نظر گرفته شد و سپس میزان مطلوبیت و عدم مطلوبیت هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه از نظر شاخص‌های اقلیمی بررسی و در نهایت گزینه مناسب از راه نزدیکی نسبی به میزان ایده‌آل انتخاب گردید. نتایج اجرای مدل تاپسیس با استفاده از درجه ارجعیت معیارهای حاصل از روش آنتروپی حاکی از آن است که از نظر حداقل دما مکان‌های مناسب و نامناسب برای کشت در ۶ سال آینده پرداخته شد سه ایستگاه برتر و دارای اولویت گنبد کاووس، گرگان و رشت با مقدار اولویت به ترتیب (۰/۷۲۸، ۰/۷۲۲و ۰/۶۱۰) قرار گرفتند و سه ایستگاه بندر انزلی، رامسر و آستارا به ترتیب امتیار(۰/۳۷۷، ۰/۴۰۸و ۰/۴۱۵) اولویت‌های بدتر کشت را به خود اختصاص دادند شکل(۸) و جدول(۹).

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]



شکل ۸: نقشه نهائی مناطق مستعد کشت با معیار حداقل دما در نوار شمالی ایران بر اساس مدل Topsis

جدول ۹: اولویت‌بندی ایستگاه‌ها براساس دمای حداقل در مدل تاپسیس

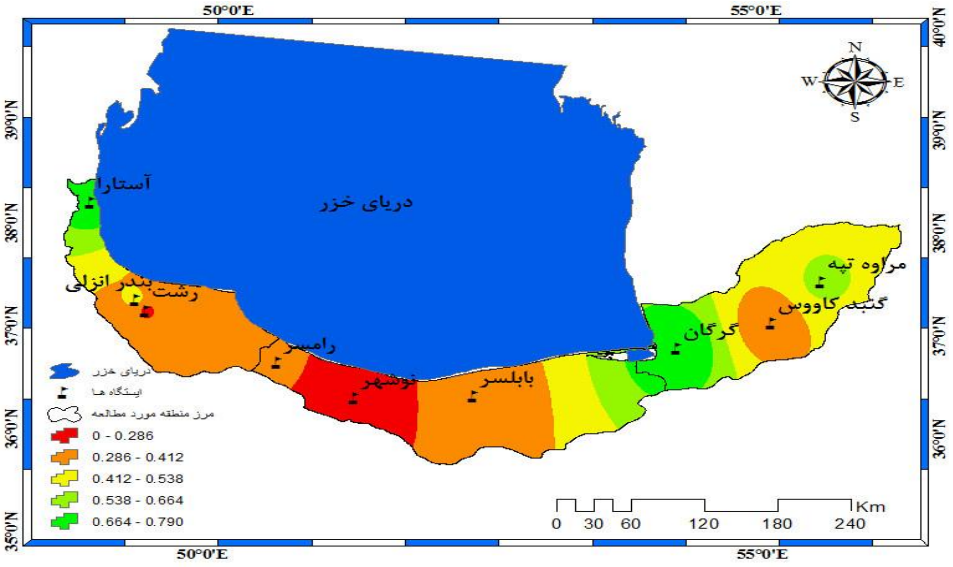
ایستگاه‌ها	امتیاز	رتبه
رامسر	۰/۴۰۸	۸
نوشهر	۰/۵۰۷	۴
بابلسر	۰/۴۷۷	۵
آستارا	۰/۴۱۵	۷
بندر انزلی	۰/۳۷۷	۹
رشت	۰/۶۱۰	۳
گرگان	۰/۷۲۲	۲
گنبد کاووس	۰/۷۲۸	۱
مراوه تپه	۰/۴۴۶	۶

- **ارزیابی تناسب اراضی برای امکان‌سنجی کشت با معیار حداکثر دما بر اساس مدل تاپسیس**

با توجه به اهمیت مدل تاپسیس پارامتر حداکثر دمای ایستگاه‌ها نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند که در نهایت از نظر حداکثر دما مکان‌های مناسب و نامناسب برای کشت در ۶ سال آینده پرداخته شد سه ایستگاه برتر و دارای اولویت گرگان ، آستارا و مراوه تپه با مقدار اولویت به ترتیب (۰/۷۹۱، ۰/۷۲۷ و ۰/۵۵۹) قرار گرفتند و سه ایستگاه نوشهر، رشت و رامسر به ترتیب امتیار(۰/۱۶۰، ۰/۲۶۶و ۰/۳۰۲) اولویت‌های بدتر کشت را به خود اختصاص دادند شکل(۹) و جدول(۱۰).

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]



شکل ۹: نقشه نهائی مناطق مستعد کشت با معیار حداکثر دما در نوار شمالی ایران بر اساس مدل Topsis

جدول ۱۰: اولویت‌بندی ایستگاه‌ها براساس دمای حداکثر در مدل تاپسیس

ایستگاه‌ها	امتیاز	رتبه
رامسر	۰/۳۰۲	۷
نوشهر	۰/۱۶۰	۹
بابلسر	۰/۳۴۱	۵
آستارا	۰/۷۲۷	۲
بندر انزلی	۰/۴۴۷	۴
رشت	۰/۲۶۶	۸
گرگان	۰/۷۹۱	۱
گنبد کاووس	۰/۳۰۵	۶
مراوه تپه	۰/۵۵۹	۳

نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر خسارت محصولات کشاورزی و باغی ناشی از فرین‌های دمای افزایش یافته است بر این اساس در این پژوهش بررسی و پیش‌بینی اثرات مخاطره‌ای دمای فرین ماهانه بر روی محصولات باغی و کشاورزی در نوار شمالی ایران پرداخته شد برای این کار بعد از دریافت داده‌ها ماهانه و تجزیه و تحلیل آن‌ها با استفاده از مدل شبکه عصبی تطبیقی Anfis و مدل‌سازی آن برای پیش‌بینی انجام شد سپس داده‌های آن بعد از خطایابی برای شش سال فرین‌های دمای پیش‌بینی شدند سپس براساس دو مدل تصمیم‌گیری چند متغیره Vikor و Topsis تناسب اراضی نوار شمالی ایران امکان‌سنجی کشت انجام شد. با توجه به مدل‌سازی خطایابی فرین‌های دمای کم‌ترین خطایابی برای دمای حداکثر نسبت به حداقل دما به دست آمد. با توجه به خطاهای به دست آمده با اطمینان بالا فرین‌های دمای برای شش سال آینده پیش‌بینی شدند.

نتایج به دست آمده براساس دو مدل ویکور و تاپسیس در امکان‌سنجی تناسب اراضی برای کشت محصولات کشاورزی و باغی برای شش سال آینده در پایان بعد از بررسی ایستگاه‌ها از نظر حداکثر و حداقل دما براساس مدل ویکور دو

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]

ایستگاه مراوه تپه و گنبد کاووس اولویت برتر از نظر حداکثر و حداقل دما را به خود تخصیص دادند ولی در ایستگاه‌های اولویت بدتر ایستگاه مشترک قرار نگرفت و شش ایستگاه رامسر، بابلسر، بندر انزلی نوشهر، رشت و آستارا امتیاز بدتر برای کشت را به خود اختصاص دادند. در پایان بعد از بررسی ایستگاه‌ها از نظر حداکثر و حداقل دما براساس مدل تاپسیس یک ایستگاه گرگان به صورت مشترک اولویت برتر از نظر حداکثر و حداقل دما را به خود تخصیص دادند اما در ایستگاه‌های اولویت بدتر ایستگاه رامسر بعنوان ایستگاه مشترک امتیاز بدتر برای کشت را به خود اختصاص دادند. هر دو مدل تاپسیس و ویکور تلفیق داده‌ها، حداقل دما ایستگاه‌ها را به خوبی منعکس کردند ولی در دمای حداکثر در ایستگاه‌های با اولویت بدتر را به خوبی منعکس نکردند. با توجه به نتایج پژوهش براساس دو مدل Vikor و Topsis که نشان داد استان گلستان در شش سال آینده نسبت به دو استان دیگر گیلان و مازندران در نوار شمالی ایران پتانسیل بیش‌تری را خواهد داشت، برای بهره‌برداری بهتر و بیش‌تر از زمین‌های باغی و کشاورزی مطالب پشنهادی عبارتند از: از آن‌جا که پارامتر اقلیمی فرین دما در مقیاس‌های میکرو اثرات قابل توجهی بر روی محصولات کشاورزی و باغی دارند. پیشنهاد می‌گردد برای امکان‌سنجی محصولات کشاورزی و باغی، بهتر است مطالعات به صورت میکروکلیماتولوژی و در سطح شهرستان‌های نوار شمالی ایران انجام شود. توجه به توصیه جهاد کشاورزی و سازمان هواشناسی استان‌ها به کشاورزان و باغبان‌ها جهت کشت کشاورزی و باغی در مناطقی از استان‌ها که مناسب جهت کشت می‌باشد، بازده محصول را بالاتر می‌برد. با توجه به مدل‌سازی‌های صورت گرفته در هر سه استان نوار شمالی ایران هم حداقل دما و حداکثر دما در حال افزایش می‌باشد با این شرایط به دلیل کمبود آبی که در سال‌های آتی با آن روبه رو می‌شویم بهتر است باید به مسأله کم آبی در منطقه مورد مطالعه و انتخاب ارقام بهتر و مناسب‌تر برای افزایش عملکرد محصول در آینده انجام شود. با توجه به یافته ها و نتیجه پژوهش پیشنهادهای زیر ارایه می شود.

- از آنجا که پارامتر اقلیمی فرین دما در مقیاس‌های میکرو اثرات قابل توجهی بر روی محصولات کشاورزی و باغی دارند. پیشنهاد می‌گردد برای امکان‌سنجی محصولات کشاورزی و باغی، بهتر است مطالعات به صورت میکروکلیماتولوژی و در سطح شهرستان‌های نوار شمالی ایران انجام شود.
- با توجه به توصیه جهاد کشاورزی و سازمان هواشناسی استان‌ها به کشاورزان و باغبان‌ها جهت کشت کشاورزی و باغی در مناطقی از استان‌ها که مناسب جهت کشت می‌باشد، بازده محصول را بالاتر می‌برد.
- با توجه به مدل‌سازی‌های صورت گرفته در هر سه استان نوار شمالی ایران هم حداقل دما و حداکثر دما در حال افزایش می‌باشد با این شرایط به دلیل کمبود آبی که در سال‌های آتی با آن روبه رو می‌شویم بهتر است باید به مسأله کم آبی در منطقه مورد مطالعه و انتخاب ارقام بهتر و مناسب‌تر برای افزایش عملکرد محصول در آینده انجام شود.

منابع

احمدی، محمود؛ حسین لشکری، قاسم کیخسروی و مجید آزادی. ۱۳۹۴. تحلیل شاخص های حدی دما در آشکارسازی تغییر اقلیم خراسان بزرگ. *فصل‌نامه جغرافیا*، **۴۵**: ۷۵-۵۳.

احمدزاده، قره‌گویزکاوه؛ سید مجید میرلطفی وکوروش محمدی. ۱۳۸۹. مقایسه سیستم‌های هوش مصنوعی در(ANN و ANFIS) در تخمین میزان تبخیر تعرق گیاه مرجع در مناطق بسیار خشک ایران. *نشریه آب و خاک*، **۴**: ۶۷۹-۶۸۹.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]

اسدی، اشرف؛ علی حیدری. ۱۳۹۰. تحلیل تغییرات سری‌های دما و بارش شیراز طی دوره ۲۰۰۵- ۱۹۵۱. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، **۴۱**: ۱۵۲-۱۳۷.

اصغری‌اسکویی، محمد. ۱۳۸۱. کاربرد شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی سری‌های زمانی. فصل‌نامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال ۱۷، شماره ۱۲: ۹۹-۷۹.

انصاری، حسین؛ کمال داوری. ۱۳۸۹. پهنه‌بندی دوره خشک با استفاده از شاخص بارندگی استاندارد شده در محیط GIS (مطالعه موردی: استان خراسان). *پژوهش‌های جغرافیایی*، **۶۰**: ۱۰۸-۷۹.

برنا، رضا؛ آیگین جهان. ۱۳۹۴. مطالعه روند تغییرات شاخص‌های حدی اقلیمی دما و بارش در جنوب غرب ایران. *فصل‌نامه جغرافیای طبیعی*، **۲۸**: ۶۳-۴۳.

پدرام، مژده؛ هوشنگ قائمی، اکرم هدایتی و افسانه مرتضوی. ۱۳۹۰. ریزش برف و ارتباط آن با دما در استان کردستان. *تحقیقات جغرافیایی*، **۲۷**: ۷۰-۵۵.

جعفربیگلو، منصور؛ زهرا مبارکی. ۱۳۸۷. سنجش تناسب اراضی استان قزوین برای کشت زعفران بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، **۶۶**: ۱۱۸-۱۱۴.

خورشیددوست، علی محمد؛ علی‌اکبر رسولی، علی سلاجقه و مجتبی نساجی زواره. ۱۳۹۵. ارزیابی همگنی سری های زمانی دمای بیشینه و کمینه سلانه و فصلی. *فصل‌نامه جغرافیا و برنامه‌ریزی*، **۵۷**: ۱۴۹-۱۳۳.

خوش‌اخلاق، فرامرز؛ ابراهیم غریبی و ذلیخا شفیعی. ۱۳۹۰. تغییرات حداقل های مطلق دما در پهنه ایران زمین. *فصل-نامه جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، **۲**: ۲۱۶-۱۹۹.

دالایی، حمیده؛ منوچهر فرج‌زاده‌اصل، امیر گندمکار و محمدحسن نامی. ۱۳۹۴. امنیت آب و هوایی ایران بر حسب شاخص های حدی دما. *فصل‌نامه علمی پژوهشی جغرافیا*، **۴۶**: ۱۵۴-۱۳۷.

رحیم‌زاده، فاطمه؛ احمد عسکری، ابراهیم فتاحی، نوشین محمدیان و افسانه تقی‌پور. ۱۳۸۹. روند نمایه‌های حدی اقلیمی دما در ایران طی دوره ۱۹۵۱-۲۰۰۳. *تحقیقات جغرافیایی*، **۲**: ۱۴۴-۱۱۹.

سبحانی، بهروز؛ برومند صلاحی و اکبر گل‌دوست. ۱۳۹۳. ارتباط شاخص اقلیمی NAO با مقادیر میانگین، حداکثر و حداقل دمای ماهانه شمال غرب ایران. *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، **۳۳**: ۹۰-۷۵.

سبحانی، بهروز؛ اکبرگل‌دوست. ۱۳۹۵. بررسی تغییر دما و ارزیابی امکان پیش‌بینی آن در استان اردبیل بر اساس روش‌های آماری و سیستم استنتاج فازی – عصبی تطبیقی. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، **۴۲**: ۴۰-۲۷.

صادقی، فریبا؛ هوشمند عطایی و سادات هاشمی‌نسب. ۱۳۹۲. شناسایی و پیش‌بینی تغییرات الگوی روند دمای حداقل ایران. *فصل‌نامه جغرافیا و مخاطرات محیطی*، **۸**: ۴۸-۳۳.

عزیزی، قاسم؛ مرتضی میری و مجتبی رحیمی. ۱۳۹۴. شناسایی الگوهای همدیدی موثر در شکل گیری ناهنجارهای دمایی ایران و اروپا. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، **۱**: ۱۰۴-۹۱.

عطایی، محمد. ۱۳۸۹. *تصمیم‌گیری چند معیاره، چاپ اول*. انتشارات دانشگاه شاهرود، شاهرود.

علیجانی، بهلول؛ پیمان محمودی، محمد سلیقه و چاهی‌اله‌بخش ریگی. ۱۳۹۰. بررسی تغییرات کمینه ها و بیشینه های سالانه دما در ایران. *فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی*، **۳**: ۱۲۲-۱۰۱.

قویدل‌رحیمی، یوسف؛ منوچهر فرج‌زاده‌اصل، مهدی عالی‌جهان. ۱۳۹۶. نقش ناهنجارهای دمایی کره‌ی زمین در تغییرپذیری دماهای حداقل ایران. *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، **۵۹**: ۲۶۱-۲۴۳.

کرم‌پور، مصطفی؛ الهام یاراحمدی. ۱۳۹۴. پهنه‌بندی بیشینه متوسط و بیشینه مطلق دما در ایران. *فصل‌نامه جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، **۲**: ۸۸-۶۷.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]

کنارکوهی، عذرا؛ حوریه سلیمان‌جاهی، شهاب فلاحی، حسین ریاحی مدوار و زهرا مشکات. ۱۳۸۹. استفاده از سیستم جدید هوشمند استنتاج فازی–عصبی تطابقی(ANFIS) برای پیش‌بینی قدرت سرطان‌زایی ویروس پاپیلوهای انسانی. *مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک*، **۴**: ۱۰۵-۹۵.

مالچسفکی، یانک. ۱۳۸۵. *سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری، اکبر پرهیزگار و عطا غفاری‌گیلانده. چاپ چهارم.* انتشارات سمت، تهران.

محمدی، حسین؛ مرتضی میری، مجتبی رحیمی و صفیه طیبی. ۱۳۹۲. تاثیر دما بر نیاز آبی گیاه پنبه در شهرستان سبزوار. *فصلنامه جغرافیایی سرزمین*، **۴۰**: ۳۰-۱۵.

معروف‌نژاد، عباس؛ شهلا قاسمی. ۱۳۹۶. روند تغییرات دما با استفاده از روش من – کندال، *فصل‌نامه آمایش محیط*، **۳۷**: ۱۶۶-۱۴۹.

ورشاویان، وحید؛ علی خلیلی، نوذر قهرمان، سهراب حجام. ۱۳۹۰. بررسی روند تغییرات مقادیر حدی دمای حداقل، حداکثر و میانگین روزانه در چند نمونه اقلیمی ایران. *مجله فیزیک زمین و فضا*، **۱**: ۱۷۹-۱۶۹.

Alexander, L.V; et al, .۲۰۰٦. Global observed changes in Daily climate extremes of temperature and precipitation, *Journal of Geophysical research*, ۱۱: ۳٦۰-۳۷٥. **DOI**: ۱۰,۱۰۲۹/۲۰۰٥JD۰۰٦۲۹۰.

Bozyurt, Okan, Ozdemir, Mehmet, .۲۰۱٤. The relations between north Atlantic Oscillation and minimum temperature in Turkey, *procedia – social and behavioral*, ۱۲: ٥۳۲-٥۳۷.**DOI**: ۱۰,۱۰۱٦/j.sbspro.۲۰۱٤,۰۲,۱۳۳.

Daneshmand, Hojatollah; tavousi, taghi; khosravi, mahmood; tavakoli, saeed, .۲۰۱٥. Modeling minimum temperature using adaptive neuro – fuzzy inference system based on spectral analysis of climate indices: a case study in Iran, *Journal of the Saudi society of agricultural sciences*, ۱٤: ۳۳-٤۰. **DOI**: ۱۰. ۱۰۱٦/j.jssas.۲۰۱۳,۰٦,۰۰۱.

David, R.E, .۱۹۹۷. Maximum and minimum temperature trend for the Glob, *Science*, ۲۲۷: ۱۲۳-۲۰۳.. **DOI**: ۱۰,۱۱۲٦/science.۲۷۷,٥۳۲٤,۳٦٤.

Dimri, A; Kumar, D; Choudhary, A; Maharana, P, .۲۰۱۸. Future changes over the Himalayas Maximum and minimum temperature, ۱٦۲: ۲۱۲-۲۳٤. **DOI**: ۱۰,۱۰۱٦/j.gloplacha.۲۰۱۸,۰۱,۰۱٥.

Gadgil, A; Dhorde, A, .۲۰۰٤. Temperature trends in the twentieth century at PUNE India, *Atmospheric environment*, ۳۹: ٦٥٥۰-٦٥٥٦.**DOI**: ۱۰,۱۰۱٦/j. atmosenv.۲۰۰٥,۰۷,۰۳۲.

Grieser, J; tromel, C; schonwiese, D, .۲۰۰۲. Statistical time series decomposition into significant components and application to European temperature, *theor, appl, climatic*, ۷۱: ۱۷۱-۱۸۳. **DOI**: ۱۰,۱۰۰۷/s۰۰۷۰٤۰۲۰۰۰۰۳.

Hansen, J; Rurdy, M; Lo, R; Lea, D; Elizade, M, .۲۰۰٦. Global temperature change, Science, ۳۹: ۱٤۲۸۸-۱٤۲۹. **DOI**: ۱۰,۱۰۷۳/pnas.۰٦۰٦۲۹۱۱۰۳.

Pandey, K; Chandrakar, C; singh, S; maurya, D; gupta, G, .۲۰۱۷. Identification of most Important weeks on minimum temperature for wheat crop, *International Journal of current microbiology and applied sciences*, ٦: ۷۸۸-۷۹٤. **DOI**: ۱۰,۲۰٥٤٦/ijcmas.۲۰۱۷,٦۰۲,۰۸۷.

Rao, B; Chowdary, S; Sandeep, V; rao, V; venkateswarlu, B, .۲۰۱٤. Rising minimum temperature trends over India in recent decades: *implications for agricultural production*, ۱۱: ۱-۸. **DOI**: ۱۰,۱۰۱٦/j.gloplacha.۲۰۱٤. ۰۳,۰۰۱.

Scheifinger, H; Menzel, A; Koch, E; Peter, C, .۲۰۰۳. Trends of spring time frost eventa and phonological in central Europe, *theoretical and applied climatology*, ۷٤: ٤۱-٥۱. **DOI**: ۱۰,۱۰۰۷/s۰۰۷۰۰٤-۰۰۲-۰۷۰٤-٦

Singh, D; Jain, S; Gupta, R, .۲۰۱٥. Trend in observed and projected maximum and minimum temperature over Himalayan basin, *Journal of mountain science*, ۱۲: ٤۱۷-٤۳۳. **DOI**: ۰۰۰۰-۰۰۰۲-۰۰۱۷-۲۷٦٤.

Tanarhte, M; Hadjinicolaou, P; Lelievehd, J, .۲۰۱۲. Intercomparison of temperature and precipitation data sets based on observations in the Mediterranean and the middle East, *Journal of Geophysical research atmospheres*, ۱۱۷, **DOI**: ۱۰,۱۰۲۹/۲۰۱۱JD۱۷۲۹۳.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]

Tao, F; Xiao, D; Zhang, Sh; Zhang, Z; Rotter, R, .۲۰۱۷. Wheat Yield benefited from increases in minimum temperature plain of china, *Agricultural and forest meteorology*, ۲۳: ۱-۱٤. **DOI**: ۱۰,۱۰۱٦/j.agrformet.۲۰۱۷,۰۲,۰۳۳.

Turkesh, M; sumer. M; Dernirj, I, .۲۰۰۲. Re-evealuation of trends and change in mean, maximum and minimum temperature of Turkey for period ۱۹۹۱-۱۹۹۹, *International Journal of climatology*, ۲۲: ۹٤۷-۹۷۷. **DOI**: ۱۰,۱۰۰۲/joc.۷۷۷

Vincent, W; Zhang, X; Lucie, A; Hogg, D, Ain, N, .۲۰۰۰. Temperature and precipitation trends in Canada during the ۲۰th century, climate research branch, *meteorological service of Canada*, ۲۲: ۳۹٥-٤۱۷. **DOI**: ۱۰,۱۰۸۰/۰۷۰٥٥۹۰۰,۲۰۰۰. ۹٦٤۹٦٥٤.

Kisi, O., Ozturk O, .۲۰۰۷. Adaptive neurofuzzy computing technique for evapotranspiration estimation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. ASCE, ٤: ۳٦۸-۳۷۹.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.125]