

بررسی تغییر دمای کمینه روزانه در گستره استان مازندران

رحمانعلی حق شناس گتایی¹، منصور عزیزخانی²، سید باقر سلطانی³، نوربخش داداشی تنکابنی⁴

1، 2 و 4- کارشناس ارشد آب و هواشناسی، اداره کل هواشناسی مازندران
3- دانشجوی دکتری فیزیک، اداره کل هواشناسی مازندران

چکیده

دمای هوا یکی از عناصر اقلیمی است که می‌توان به کمک آن تغییر اقلیم یک منطقه را آشکار کرد. مطالعات تغییرات دما چه در مقیاس جهانی و چه در مقیاس منطقه‌ای تقریباً همگی افزایش دما در سده گذشته را تأیید می‌کنند، اما مقدار این افزایش در مقیاس منطقه‌ای از روندهای متفاوتی برخوردار است. در این مقاله دمای کمینه مطلق سالانه و میانگین سالانه دمای کمینه روزانه، به کمک آمار ایستگاه‌های هواشناسی پراکنده شده در استان مازندران مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه از یک مدل رقومی ارتفاعی و معادله گرادیان ارتفاعی تغییرات پارامترهای فوق (با توجه به همبستگی بالای بین آنها و ارتفاع)، استفاده شده است. نتیجه بدست آمده گرم شدن میانگین دمای کمینه روزانه به مقدار 2/9 درجه و میانگین دمای کمینه مطلق سالانه به مقدار 3 درجه در ده‌ساله 1996-2005 نسبت به ده ساله قبل از آن (1986-1995) را نشان می‌دهد. افزوده شدن کلاس 12-14 در مورد میانگین دمای حداقل روزانه و همچنین محو شدن کلاس (-45) - (-55) در مورد میانگین دمای حداقل مطلق سالانه در دوره ده‌ساله اخیر از جمله مهمترین نتایج حاصل در این تحقیق می‌باشند.

کلمات کلیدی: تغییر اقلیم، دمای حداقل، دمای حداقل مطلق، روش IDW، مدل رقومی ارتفاعی.

مقدمه

و وودرف، 2006). در غیاب این اثر دمای میانگین کره زمین به جای مقدار فعلی 15°C ، به 18°C می‌رسید و این کره غیر قابل زیست می‌شد (IPCC، 2007). عبارت گرمایش جهان¹ به افزایش میانگین دمای هوای نزدیک سطح زمین و اقیانوس‌ها در دهه‌های اخیر و تداوم این روند اطلاق می‌شود و اغلب به مداخله بشر در طبیعت اشاره دارد (USEPA، 2006). براساس نتیجه‌گیری هیئت بین دولتی تغییر اقلیم (IPCC²)، "بیشتر افزایش مشاهده شده در دمای میانگین جهان از اواسط قرن بیستم، به احتمال خیلی زیاد ناشی از افزایش مشاهده شده در غلظت گازهای گلخانه‌ای مربوط به برخورد بشر با طبیعت می‌باشد" (IPCC، 2007؛ مایکل و وودرف، 2006؛ IPCC، 2001؛ استات و همکاران، 2003؛ مایکل و

تغییر اقلیم در واقع تغییر در شرایط میانگین آب و هوایی است که یک منطقه تجربه می‌کند. شاخص‌های سنجش این پدیده، تغییر همه جنبه‌های آب و هوایی از قبیل: دما، الگوهای باد، بارش و توفان‌ها و ... می‌باشند. اقلیم کره زمین همواره در حال تغییر بوده و هست. تغییر اقلیمی که امروزه شاهد آن هستیم هم از نظر آهنگ تغییر و هم از لحاظ اندازه با تغییر اقلیم در گذشته متفاوت است (IPCC، 2001).

دمای هوا به عنوان یکی از عوامل اقلیمی بوسیله سیستمی به نام اثر گلخانه‌ای متعادل شده است. گازهای گلخانه‌ای که عمدتاً عبارتند از: بخار آب، دی اکسید کربن، متان و اکسید نیتروژن، گرمای خورشیدی را به دام انداخته، مانع پراکنده شدن تابش به داخل جو می‌شوند (مایکل

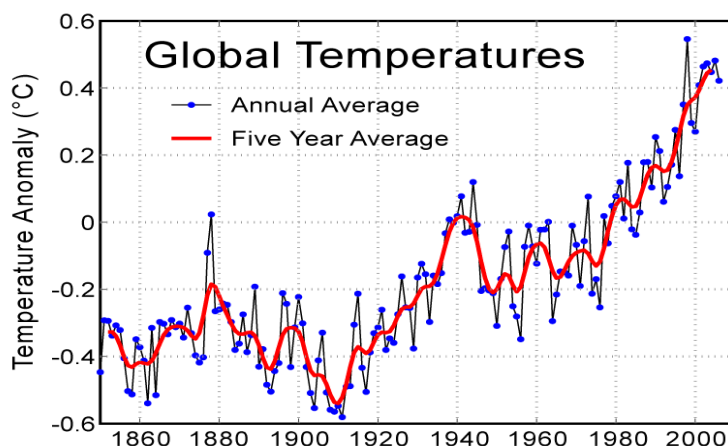
1. Global warming

2. Intergovernmental Panel on Climate Change

مقدار $0/62^{\circ}\text{C}$ افزایش نشان می‌دهد که در هر دو دوره، گرم شدن نیمکره جنوبی کمی بیشتر از نیمکره شمالی می‌باشد (جونز و همکاران، 1999). مدل‌های اقلیمی IPCC نشان می‌دهند که دمای سطح کره زمین در دوره زمانی 1990 تا 2100 بین $1/1$ تا $6/4$ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد (IPCC، 2007). دامنه تغییرات مقادیر، از بکارگیری سناریوهای متفاوت صدور گازهای گلخانه‌ای در آینده، و به علاوه استفاده از مدل‌هایی با حساسیت‌های اقلیمی متفاوت نتیجه می‌شود. شکل (1) روند افزایشی دمای میانگین کره زمین را در 150 سال گذشته نشان می‌دهد (IPCC، 2007).

همکاران، (2001). بیش از 30 انجمن و آکادمی علمی (بیانیه مشترک کشورها 2001، 2005، 2007)، از جمله کلیه آکادمی‌های ملی علوم در کشورهای صنعتی صحت این نتیجه اساسی IPCC را تأیید می‌کنند (انجمن رویال، 2001؛ انجمن رویال، 2005؛ PICIR، 2007).

براساس گزارش IPCC متوسط دمای هوا در مجاور سطح زمین در یکصد سال منتهی به 2005 به مقدار $0/74 \pm 0/18$ رشد داشته است (IPCC، 2007). تحقیقات جونز و همکارانش نشان داد دمای سطح کره زمین طی بازه زمانی 1861 تا 1997 به اندازه $0/57^{\circ}\text{C}$ و در دوره زمانی 1901 تا 1997 نیز به



شکل شماره 1- آنومالی دمای میانگین سطح کره زمین از 1850 تا 2006 نسبت به 1961 تا 1990 (IPCC، 2007)

کرد (عسگری، 1371؛ صراف، 1371 و مایکل و همکاران، 2006). مطالعات تغییرات دما در مقیاس منطقه‌ای نیز تقریباً همگی افزایش دما در سده گذشته را تأیید می‌کنند، هرچند آهنگ افزایش در همه نقاط یکسان نبوده است (یو و همکاران، 2002؛ یو و هاشینو، 2003؛ ماهراس و همکاران، 1999؛ اناته و پو، 1996؛ ژیبیلک، 2000؛ سالیانگر، 1995؛ یین، 1999؛ کوتیاری و

انتظار می‌رود با افزایش دمای کره زمین تراز آب دریاها بالا آمده، بر شدت رویدادهای آب و هوایی حدی افزوده شده (IPCC، 2007)، مقدار و الگوی بارندگی تغییر یابد. از دیگر پیامدهای گرمایش جهانی می‌توان به تغییر در محصولات کشاورزی، ذوب یخچال‌های طبیعی، انقراض گونه‌های گیاهی و جانوری (جونز و همکاران، 1999)، و افزایش دامنه عوامل بیماری‌زا اشاره

را با استفاده از آزمون من-کندال مورد بررسی قرار دادند (طباطبایی و حسینی، 1382). به نظر عسگری الگوی جغرافیایی تغییر دما دارای اهمیت می‌باشد و میانگین جهانی آن از اهمیت کمتری برخوردار است (عسگری، 1371).

رویکردی دیگر برای مطالعه روند تغییرات دما، روش‌های آماری وابسته به مکان است (سلیمانی و همکاران، 2008). پستی و بلندی سطح زمین از جمله متغیرهایی می‌باشد که از پیوستگی و یکپارچگی برخوردار است. به عبارت دیگر هر نقطه در سطح زمین دارای ارتفاعی می‌باشد که میزان آن در اکثر موارد بیشترین شباهت را به نزدیکترین نقطه دارد و می‌توان از طریق نقاط معلوم مقادیر نقاط مجهول را برآورد نمود (سلیمانی و مدلل دوست، 2008). روش تخمین و برآورد میزان متغیر پیوسته در مناطق نمونه‌گیری نشده در درون ناحیه‌ای که مشاهدات نقطه‌ای پراکنده شده‌اند را درونیابی گویند (باب و بوث، 2000). در واقع درونیابی تغییرات پیوسته فضایی را به صورت یک سطح تعریف شده مجسم می‌سازد. روش IDW یکی از روش‌های درونیابی است. در این روش ارزش یک متغیر براساس میانگین همسایه‌ها در محدوده‌های معین محاسبه می‌شود. به این ترتیب که معکوس فواصل از نقاط مجهول وزندهی می‌شود. هر چه فاصله نقطه مجهول از نقاط معلوم کاهش یابد، وزن ارزش آن نقاط افزایش می‌یابد و نقاطی که ارزش آنها نامعلوم است با استفاده از نقاط اطراف یک شعاع مشخص برآورد می‌شوند (چیلدز و کولین، 2004).

هنگامی که توان صفر است، نقش فاصله از بین می‌رود و مقدار نامعلوم از میانگین نقاط همسایه به دست می‌آید. در حالی

سینک، 1996؛ کاس و فریچ، 1995؛ نیدزویلدز و همکاران، 1996؛ گریزر و همکاران، 2002). یو و همکارانش روند دمای ماهانه و فصلی و سالانه ژاپن در صد سال گذشته را بررسی کرده‌اند و نشان داده‌اند که دمای سالانه 46 ایستگاه که روند آنها با آزمون من-کندال ارزیابی شده، در فاصله سال‌های 1900 تا 1996 بین 0/51 تا 2/77 درجه سلسیوس افزایش یافته و در همین دوره دمای فصلی بین 0/47 تا 3/69 درجه سلسیوس افزایش داشته است که بیشترین افزایش در فصل زمستان و بهار دیده شده است. همین ویژگی در دمای ماهانه هم دیده می‌شود اما مقدار افزایش دمای ماهانه در طی دوره مورد بررسی بین 0/17 تا 4/12 درجه سلسیوس بوده است (یو و همکاران 2002 و 2003). استافورد و همکارانش دمای شبانه و روزانه و دامنه نوسان دمای 25 ایستگاه هواسنجی آلاسکا را به روش رگرسیون حداقل مربعات در فاصله سال‌های 1949 تا 1998 بررسی کرده‌اند. این بررسی نشان می‌دهد که در تمام ایستگاه‌ها دما روند افزایشی داشته و بیشترین افزایش در زمستان و در میانه آلاسکا به میزان 2/2 درجه سلسیوس در 50 سال مورد بررسی مشاهده شده است (استافورد و همکاران، 2000). چونگ و همکارانش دمای سالانه شبه جزیره کره را در فاصله سال‌های 1974 تا 1997 بررسی کرده‌اند. آنها نشان دادند که افزایش دمای منطقه در طی این دوره 0/96 درجه سلسیوس بوده است و مقدار افزایش در زمستان بیش از دیگر فصول گزارش شده است (چونگ و همکاران، 2000).

طباطبایی و حسینی در راستای تعیین تغییر اقلیم شهر سمنان دمای ماهانه و بارش ماهانه آن

هولسدوی در سال 1996، با استفاده از داده‌های نقطه‌های مربوط به متغیرهای اقلیمی، روش درونیابی را برای منطقه‌ای با وسعت 1000 کیلومتر مربع انجام داد. هولم و همکاران در سال 1995، روش درونیابی متغیرهای اقلیمی را در مقیاس قاره‌ای انجام دادند. ویلموت و روبیسون در سال 1995، همین روش را در مقیاس جهانی مورد آزمایش قرار دادند. همانطور که در بالا نیز ذکر شد، روش درونیابی اساساً به برآورد مقدار یک نقطه مجهول با استفاده از مقادیر ثبت شده از نقاط همسایه آن نقطه مجهول می‌پردازد و روش‌های مختلفی از جمله IDW را دارا می‌باشد (کورتزمن و کادمون، 1999). از روش درونیابی IDW می‌توان به مطالعات (ویلموت و ماتسورا، 1995؛ دادسون و مارکس، 1997) اشاره کرد.

مواد و روش‌ها

استان مازندران با مساحت 23756/4 کیلومترمربع 1/46 درصد مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد. این استان بین 35 درجه و 47 دقیقه تا 36 درجه و 35 دقیقه عرض شمالی و 50 درجه و 34 دقیقه تا 54 درجه و 10 دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. حد شمالی آن دریای مازندران (کاسپین)، حد جنوبی آن استان‌های تهران، قزوین و سمنان، حد غربی آن استان گیلان و حد شرقی آن استان گلستان واقع شده اند. قسمت جنوبی این استان را رشته کوه‌های سر به فلک کشیده البرز احاطه کرده است و قسمت شمال آن جلگه‌ای ساحلی می‌باشد. در حال حاضر 15 ایستگاه سینوپتیک هواشناسی و 16 ایستگاه اقلیم‌شناسی در سرتاسر آن پراکنده‌اند که زیر

که با افزایش یافتن توان، نقش فاصله افزایش یافته و فاصله‌های نزدیکتر، وزن بالاتری می‌یابند. در مدل IDW، معمولاً از توان بالاتر از 1 استفاده می‌شود (میرز، 1994). لایه‌های حاصل از این روش به شعاع جستجو و تعداد همسایه‌هایی که در تخمین نقاط مجهول دخالت می‌کنند وابسته است. اگر در داده‌ها روندی وجود نداشته باشد، می‌توانیم در تمام جهات وزن یکسان بدهیم و برای درونیابی دایره یا بیضی را مشخص کنیم که نقطه نامعلوم در مرکز آن قرار داشته باشد. ارزش نقطه‌ای که در مرکز بیضی قرار دارد مجهول است. برای محاسبه میزان آن، نقاط موجود در درون بیضی مورد استفاده قرار می‌گیرد. سپس فاصله هر یک از نقاط اندازه‌گیری می‌شود. در نهایت معکوس فواصل نقاط نسبت به نقطه مجهول محاسبه شده و به توان می‌رسد و میانگین آن برای نقطه مجهول در نظر گرفته می‌شود (قهرودی تالی، 1384).

مقدار توان در واقع وزنی است که به فواصل داده می‌شود. بنابراین هرچه فواصل نقاط از نقطه مجهول افزایش یابد، وزن کمتری در تخمین نقاط مجهول خواهند داشت (جانستون و کوین، 2001). سطوح درونیابی شده حاصل از متغیرهای اقلیمی در بسیاری از مناطق مختلف پژوهشی مفید واقع شده است. از این میان می‌توان به مدل‌سازی اکولوژیکی، (بوکس و همکاران، 1993؛ گیگناک و همکاران، 1991؛ لیند مایر و همکاران، 1991)، سامانه‌های ارزش‌یابی اراضی، (بی بی و همکاران، 1982)، هیدرولوژی، (شردر و همکاران، 1997)، کشاورزی، (هیل و همکاران، 1996) و پژوهش‌های آب و هوایی، (کلین و دای، 1998) اشاره کرد.

ایستگاه مبنای بابلسر به کار گرفته شدند. ضمناً از آمار ایستگاه سینوپتیک گرگان نیز به منظور پوشش صحیح‌تر شرق استان و به دلیل شباهت اقلیمی آن‌ها با یکدیگر استفاده گردید. مشخصات مکانی ایستگاه‌های هواشناسی که آمار آنها مورد بررسی قرار گرفت در جدول شماره (1) آمده است.

نظر اداره کل هواشناسی استان مازندران فعالیت می‌کنند. تنها 4 ایستگاه سینوپتیک بابلسر، رامسر، نوشهر و قراخیل قائمشهر دارای آمار بلندمدت می‌باشند. در میان ایستگاه‌های اقلیم‌شناسی نیز آمار ایستگاه‌های زردگل سوادکوه، رینه لاریجان، تارسر و چمستان، پس از اطمینان از همبستگی بالا بین آمار آن‌ها با

جدول شماره 1- برخی پارامترهای مکانی و توصیفی ایستگاه‌های هواشناسی دارای آمار درازمدت در استان مازندران

ردیف	نام ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع	سال تأسیس	میانگین دمای حداقل مطلق سالانه در دوره آماری 86-95	میانگین دمای حداقل مطلق سالانه در دوره آماری 96-05	میانگین دمای حداقل روزانه در دوره آماری 86-95	میانگین دمای حداقل روزانه در دوره آماری 96-05
1	بابلسر	43' 36°	39' 52°	-21.0	1951	-2/0	-1/6	13/3	14/4
2	رامسر	54' 36°	40' 50°	-20.0	1955	-3/8	-1/8	12/6	13/7
3	نوشهر	39' 36°	30' 51°	-20.9	1977	-4/8	-2	12/4	13/2
4	قراخیل	27' 36°	46' 52°	14.7	1984	-4/0	-4/2	12/2	12/8
5	زردگل	55' 35°	59' 52°	1500.0	1967	-14/0	-10/4	1/0	7/6
6	تارسر	51' 36°	44' 50°	79.0	1968	-5/5	-2	8/9	11/2
7	رینه	54' 35°	04' 52°	1950.0	1972	-25/0	-20	3/9	4/9
8	چمستان	29' 36°	09' 52°	73.0	1979	-4/0	-3/5	11/7	12/2
9	گرگان	51' 36°	16' 54°	13/0	1956	-4/8	-4/4	12/1	13/1

(3) نرم افزارهای مختلف تبدیل داده‌ها و پردازش آنها برای تهیه نقشه‌ها در این روش کار به 2 بخش کلی تقسیم می‌شود.

تعیین مدل رقومی ارتفاعی بهینه با استفاده از روش درونیابی IDW

برای اجرای مدل IDW در این پژوهش، در این مرحله با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی موجود و همچنین ارتفاع و مختصات جغرافیایی نقاط ایستگاه‌های هواشناسی استان (15) ایستگاه سینوپتیک، 16 ایستگاه

آمار توصیفی هواشناسی که در این مقاله مورد بررسی قرار گرفت عبارتند از: دمای حداقل مطلق سالانه و متوسط سالانه دمای حداقل روزانه که معمولاً در انتهای شب و دقایقی قبل از طلوع خورشید حادث می‌شود. در ادامه از مواد زیر نیز بهره گرفته شد:

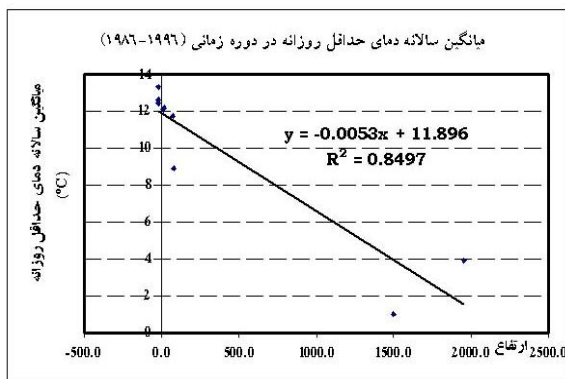
- 1) نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس 1:25000 سال 1380، تهیه شده توسط سازمان نقشه برداری کشور.
- 2) نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس 1:25000 سال 1378، تهیه شده توسط سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.

همانگونه که مشاهده می‌شود همبستگی بالای 90% بین پارامترهای فوق و ارتفاع- غیر از شکل (2 ب) که در آن همبستگی 84% بدست آمده نیز برای منظور ما بسیار مناسب می‌باشد- این اجازه را به ما می‌دهد تا از مدل رقومی ارتفاعی بهینه که به روش درونیابی IDW بدست آورده بودیم در تهیه مدل رقومی پارامترهای مورد نظر استفاده نماییم. بدین ترتیب که مدل رقومی ارتفاعی بهینه، به جای فاکتور ارتفاع (X)، در معادلات گرادیانی قرار داده شد. در نتیجه برای تمامی حوزه مازندران، برحسب اندازه سلول‌های بکار رفته در شبکه رستری، میزان پارامترهای اقلیمی (y)، به صورت مدل رقومی محاسبه شد.

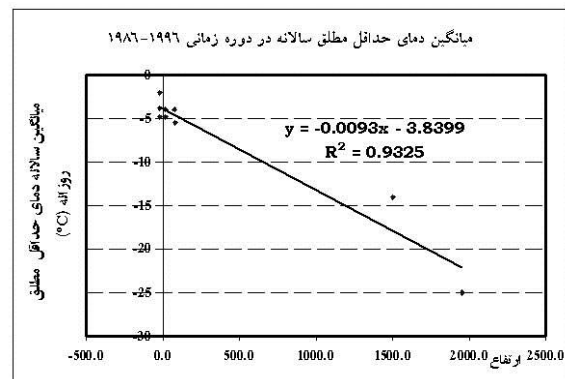
اقلیم‌شناسی و 116 ایستگاه باران‌سنجی) مدل رقومی ارتفاعی بهینه برای استان مازندران به روش درونیابی IDW و بیضی استاندارد تعیین گردید (سلیمانی و مدلل دوست، 2008).

تعیین گرادیان میانگین دمای حداقل مطلق سالانه و دمای حداقل روزانه با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های موجود (مدلل دوست، 2007).

ابتدا آمار 9 ایستگاه فوق را به دو دوره 1986-1995 و 2005-1996 دسته بندی نموده (جدول 1)، گرادیان ارتفاعی پارامترهای میانگین دمای حداقل روزانه و میانگین دمای حداقل مطلق سالانه را در دو دوره مذکور بدست آوردیم. شکل (2) و (3) معادله گرادیان و همبستگی پارامترهای فوق را در دو دوره اشاره شده نشان می‌دهند.

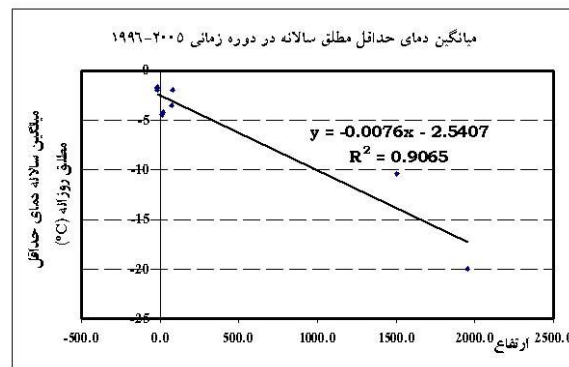
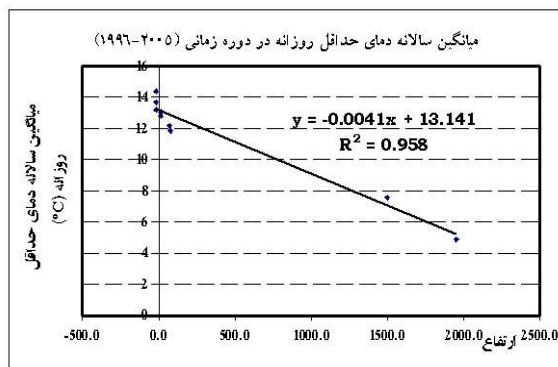


(ب)



(الف)

شکل شماره 2- گرادیان میانگین دمای حداقل مطلق سالانه و میانگین دمای حداقل روزانه در دوره 1986-1995



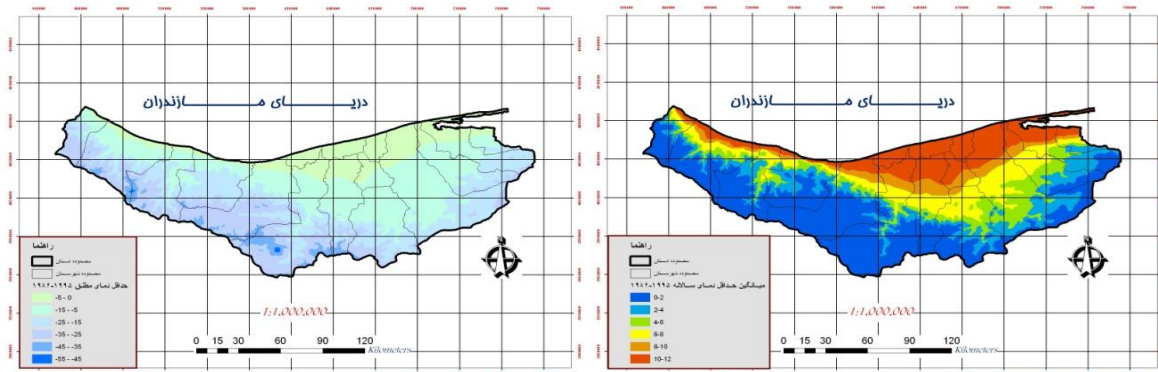
(ب)

(الف)

شکل شماره 3- گرادیان میانگین دمای حداقل مطلق سالانه و میانگین دمای حداقل روزانه در دوره 1996-2005

مدل های مذکور در نرم افزار Arc GIS 9.2 و با استفاده از تابع الحاقی Spatial Analysis به دست آمدند (سلیمانی و مدلل دوست، 1386).
شکل های (4) و (5) مدل های حاصل را نشان می دهند.

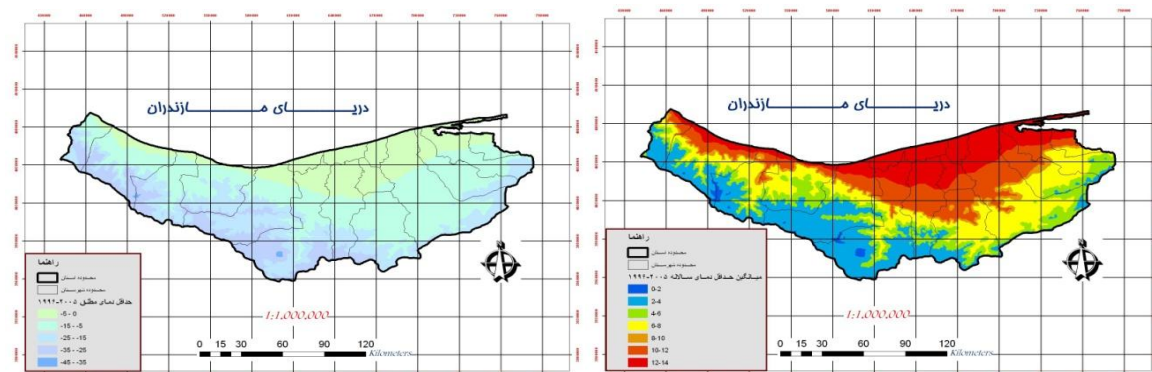
شکل شماره 4- (الف) مدل رقومی پارامتر متوسط دمای حداقل روزانه و (ب) متوسط دمای حداقل مطلق سالانه در دوره 1986-1995



(الف)

(ب)

شکل شماره 5- (الف) مدل رقومی پارامتر متوسط دمای حداقل روزانه و (ب) متوسط دمای حداقل مطلق سالانه در دوره 1996-2005



(الف)

(ب)

شکل شماره 2- مقایسه مساحت (هکتار) و تغییرات کلاس های متوسط دمای حداقل روزانه در دو دهه

جدول شماره 3- مقایسه مساحت (هکتار) و تغییرات کلاس های متوسط دمای حداقل مطلق سالانه در دو دهه

12-14	10-12	8-10	6-8	4-6	2-4	0-2	1996-2005 1986-1995
0	0	0	0	316453	543036	18228	0-2
0	0	0	319738	52777	0	0	2-4
0	0	77894	190974	0	0	0	4-6
0	2789396	27555	0	0	0	0	6-8
18758	131202	0	0	0	0	0	8-10
405581	0	0	0	0	0	0	10-12

جدول شماره 3- مقایسه مساحت (هکتار) و تغییرات کلاس های متوسط دمای حداقل مطلق سالانه در دو دهه

(-45) - (-35)	(-35) - (-25)	(-25) - (-15)	(-15) - (-5)	(-5) - 0	1996-2005 1986-1995
0	0	0	0	382796	(-5) - 0
0	0	0	653784	133851	(-15) - (-5)
0	0	316938	299814	0	(-25) - (-15)
0	224675	270564	0	0	(-35) - (-25)
1060	95487	0	0	0	(-45) - (-35)
2226	0	0	0	0	(-55) - (-45)

محیط ArcView استفاده نموده، متوسط تمامی پیکسل‌های مربوط به هر پارامتر اقلیمی را در محدوده لایه Vector استان به صورت Summarize Zone آماره توصیفی گرفته ایم.

جدول (4) میانگین پارامترهای فوق را برای کل استان در دو دوره نشان داده، با یکدیگر مقایسه می‌کند. برای بدست آوردن اعداد این جدول ابتدا از تابع الحاقی Analysis در

جدول شماره 4- مقایسه میانگین استانی دمای حداقل مطلق سالانه و دمای حداقل روزانه در دو دهه و اختلاف آنها

میانگین استانی دمای حداقل مطلق سالانه	میانگین استانی دمای حداقل روزانه	دوره زمانی
-16/7	4/7	1986-1995
-13/7	7/6	1996-2005
+3	+2/9	اختلاف دهه اخیر از دهه ماقبل

حداقل مطلق سالانه در دوره ده ساله اخیر از جمله ویژگی‌های مدل‌های فوق می‌باشند. افزایش مساحت مناطق گرم و کاهش مساحت نقاط سرد در سطح استان در ده ساله 1996-2005 نسبت به ده ساله قبل از آن 1986-1995 از نتایج دیگر این تحقیق می‌باشد که جزئیات آن در جداول (2) و (3) به روشنی نمایش داده شده است. نتیجه نهایی این است که میانگین دمای کمینه روزانه در ده ساله دوم یعنی ده ساله 2005-1996 نسبت به ده ساله قبل از آن 1986-1995 به مقدار 2/9 درجه و میانگین دمای کمینه مطلق سالانه به مقدار 3 درجه افزایش داشته‌اند.

منابع

1- عسگری، الف.، (1371)، تغییر اقلیم، مجله علمی و فنی سازمان

جدول فوق به وضوح نشان می‌دهد که میانگین استانی دمای حداقل روزانه و میانگین استانی دمای حداقل مطلق سالانه در دوره ده ساله 1996-2005 به ترتیب به مقدار 2/9 درجه و 3 درجه از دوره ده ساله 1986-1995 گرم‌تر بوده‌اند.

نتایج و بحث

از مقایسه شکل‌های (4 الف) و (5 الف) با یکدیگر و همچنین شکل‌های (4 ب) و (5 ب) با یکدیگر به روشنی ملاحظه می‌شود که در هر دو مورد در ده ساله اخیر میانگین دمای حداقل روزانه و میانگین دمای حداقل مطلق سالانه در استان افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است. افزوده شدن کلاس 12-14 و کاسته شدن قابل ملاحظه وسعت کلاس 0-2 در مورد میانگین دمای حداقل روزانه و همچنین محو شدن کلاس -45 - -55 در مورد میانگین دمای

- 9- Atmosphere general circulation model. Climate Dyn., 13, 757-767.
- 10- Dadson, R., Marks, D. 1997. Daily air temperature interpolated at high spatial resolution over a large mountainous region. Clim Res8: 1-20 pp.
- 11- Greiser, J., Tromel, S., and Shown wise, C. D., 2002. Statistical time series decomposition into significant components and application to European temperature, Theor. Appl. Climatol. 71, pp. 171-183.
- 12- Hill, M. J., Donald, G. E., Vickery, P. J., Furnivall, E. P. 1996. Integration of satellite remote sensing, simple bioclimatic models and GIS for assessment of pastoral development for a commercial grazing enterprise. Aust. J. Exp Agric 36 (3): 309-321 pp.
- 13- Holdaway, M. R. 1996. Spatial modeling and interpolation of monthly temperature using kriging. Clim Res 6:215-225 pp.
- 14- Hulme, M., Conway, D., Jones, P.D., Jiang, T., Barrow, E.M., Turney., 1995. Construction of a 1961-1990 European climatology for climate change modeling and impact applications. Int J Climatol 15: 1333-1363 pp.
- 15- Hulme, M., Conway, D., Joyce, A., Mulenga, H. 1996. A 1961-1990 Climatology for Africa south of the equator a comparison of potential evapotranspiration estimates. S. Afr. J. Sci 92 (7): 334-343 pp.
- هواشناسی کشور (نیوار)، ش 16-13، ص 47-55.
- 2- چتفیلد، س.، (1372)، مقدمه‌ای بر تحلیل سری‌های زمانی. ترجمه نیرومندی، ح. بزرگ‌نیا، الف.، دانشگاه فردوسی مشهد.
- 3- صاری صراف، ب.، (1371)، نقش آب و هوا در پیدایش و پراکنش بیماری‌ها، مجله علمی و فنی سازمان هواشناسی کشور (نیوار)، ش 16-13، ص 12-25.
- 4- طباطبایی، ع. حسینی، م، (1382)، بررسی تغییر اقلیم در شهر سمنان براساس پارامترهای بارش ماهیانه و متوسط دمای ماهیانه، کنفرانس ملی تغییر اقلیم.
- 5- مدلل دوست، س.، (1386)، برآورد میزان فرسایش و رسوب با استفاده از مدل‌های MPSIAC و EPM در محیط GIS. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه مازندران 95 ص.
- 6- Bob, Booth., 2000. Using Arc GIS 3D Analyst. GIS by Esri, Copy right. Environmental Systems Research Institute.
- 7- Box, E. O., Crumpacker, D. W., Hardin, E. D. 1993. A climate model for location of plant species in Florida, USA. J. Biogeogr 20: 629-644 pp.
- 8- Childs, Colin. 2004. Interpolating Surfaces in ArcGIS Spatial Analyst. Arc User. ESRI. Redlands, CA.

- 25- Kurtzman, D., Kadmon, R. 1999. Mapping of temperature variables in Israel: a comparison of different interpolation methods. *Clim Res* 13:33-43 pp.
- 26- Neidzweidz, T., Ustrnul, Z., Szalai, S., and Weber, R. O., 1996. Trends of maximum and minimum daily temperatures in central and southeastern Europe. *Int. J. Climatol.* 16: 765-782.
- 27- Onate, J. J., and Pou, A., 1996. Temperature variations in Spain since 1901: a preliminary analysis. *Int. J. Climatol.* 16: 805-815.
- 28- Przybylak, R., 2000. Temporal and spatial variation of surface air temperature over the period of instrumental observations in the Arctic. *Int J. Climatol.* 20: 587-614.
- 29- Schreider, S. Y., Whetton, P. H., Jakeman, A. J., Pittock, A. B. 1997. Runoff modeling for snow- affected catchments in the Australian alpine region. Eastern Victoria. *J. Hydrol* 200(1-4): 1-23 pp.
- 30- Soleimani, K. & Modallaldoust, S., 2007. Production of optimized Digital Elevation Model using IDW interpolation method. *Journal of Applied Science.* Volume (1): 107-114.
- 31- Soltani, S., Modarres, R., Eslamian, S. S., 2007. The use of time series modeling for the determination of rainfall climates of Iran. *International Journal of Climatology* (In Press).
- 16- IPCC, 1996a, Climate change 1995. The science of climate change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, NY, USA.
- 17- IPCC, 2001. Climate change 2001. Scientific basis, Cambridge University Press, Cambridge, NY, USA.
- 18- Johnston, Kevin. 2001. Using Arc GIS. *Geostatistical Analyst.* ESRI.
- 19- Joint science academies' statement: Global response to climate change, Royal Society (June 2005). Retrieved on 2008-01-04.
- 20- Jones, P. D., Wigley, T. M. L., and Wright, P. B., 1986. Global temperature variation between 1861 and 1984. *Nature.* 322: 430-434.
- 21- Jones, P. D., New, M., Parker, D. E., Martin, S. and Rigor, I. G. , Surface air temperature and its changes over the past 150 years, *Reviews of Geophysics*, 37, 173-199, 1999.
- 22- Kass, E., and Frich, P., 1995. Daily temperature range and cloud cover in the Nordic countries: observed trends and estimates for the future. *Atmos, Res*, 37: 211-228.
- 23- Klein. W. H., Dai, Y. 1998. Reconstruction of monthly mean 700-mb heights from surface data by reverse specification. *J. Clim* 11(8): 2136-2146 pp.
- 24- Kothyari, U., and Singh, V. P., 1996. Rainfall and temperature trends in India, *Hydrological Processes* 10: 357-372.

- 37- Willmott, C. J., Robeson, S. M., Janis, M.J. 1996. Comparison of approaches for estimating time- averaged precipitation using data from the USA. *Int J Climatol* 16: 1103-1115 pp.
- 38- Wong, D. W. S. 1999. Geostatistics as measures of spatial segregation. *Urban Geography*. 20(7): 635-647pp.
- 39- Wong, D. W. S. 2000. Ethnic integration and spatial segregation of the Chinese population. *Asian Ethnicity*, 1: 53-72 pp.
- 40- Yin, Z., 1999. Winter temperature anomalies of the north China plain and macro scale extra tropical circulation patterns. *Int. J. Climatol*. 19: 291-308.
- 41- Yu, S., and M. Hashino, 2003. Temperature trends in Japan: 1900-1996, *Theor. Appl. Climatol*. 75,15-27.
- 42- Yu, S., Pilon, P., Cavadias, G., 2002. Power of the man- Kendal and Spearman's test for detecting monotonic trends in hydrologic series. *Journal of Hydrology*, 259: 254-271.
- 32- Stafford, J. M., G. Wendler, and J. Curtis., 2000. Temperature and precipitation of Alaska: 50 years trend analysis, *Theor. Appl. Climatol*. 67, j. 33-44.
- 33- Stott, P. A., and S. F. B. Tett, 1998: Scale-dependent detection of climate change. *J. Climate*, 11, 3282-3294., and J. A. Kettleborough, 2002: Origins and estimates of uncertainty in predictions of twenty first century temperature rise. *Nature*, 416, 723-726.
- 34- Stott, P. A., Jones, G. S. and Mitchell, J. F. B., 2003, Do Models Understimate the Solar Contribution to Recent Climate Change, *Journal of Climate*, Volume 16, 4079-4093.
- 35- Willmott, C. J., Matsuura, K. 1995. Smart interpolation of annually averaged air temperature in the United States. *J. Appl Meteorol* 34: 2577-2586 pp.
- 36- Willmott, C. J., Robeson, S. M. 1995. Climatologically aided interpolation (CA) of terrestrial air temperature. *Int J Climatol* 15: 221-229 pp.