بررسی تغییرات اقلیمی نیاز سرمایی درختان خزان‌دار به روش ناپارامتری

رضا نوروز ولاشدی*[۱]، مجتبی خوش‌روش[۲]

[۱] استادیار هواشناسی کشاورزی، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

[۲]استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

*نویسنده مسئول: r.norooz@sanru.ac.ir

چکیده

افزایش دمای هوا در آینده، متأثر از تغییرات اقلیمی ممکن است در فرآیند تأمین نیاز سرمایی فصل زمستان خلل ایجاد نموده و تولید محصولات باغی را تحت تأثیر قرار دهد. در این تحقیق به بررسی اثر تغییرات اقلیمی بر نیاز سرمایی درختان خزان‌دار به روش ناپارامتری من کندال پرداخته شده است. تعدادی از ایستگاه‌های هواشناسی با طول دوره آماری ۱۹۶۹ لغایت ۲۰۱۳ انتخاب شده و مقادیر نیاز سرمایی قابل دسترس در آن با سه مدل مختلف برآورد شده است. سری زمانی دوره ۴۵ ساله نیاز سرمایی به روش ناپارامتری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن است در برخی مناطق اقلیمی ساعات سرمایی قابل دسترس افزایش و در برخی کاهش معنی‌دار داشته است. این روند افزایشی یا بلعکس به معنای تغییر مدلِ کاشت گیاهان خزان‌دار در این مناطق است. نتایج پژوهش حاضر با مشاهدات دهه‌های اخیر در اقلیم‌های مشابه مبنی بر عدم تأمین نیاز سرمایی، تأخیر در گلدهی، شکفتن نامنظم همخوانی دارد. لذا با توجه به روند تغییرات پیش‌رو اقدامات لازم جهت پیشگیری، امری ضروری به نظر می‌رسد.

کلمات کلیدی: **تغییر اقلیم، گرمایش جهانی، مدل نیاز سرمایی، ایران، هواشناسی، من کندال، روند.**

مقدمه

تغییرات آب و هوایی بر میزان دمای هوا، مدلِ بارش، تبخیر سطحی، میزان رواناب و ذخیره رطوبتی خاک تأثیرگذار است (Mavi, 1986). افزایش میزان دمای آینده، متأثر از تغییرات اقلیمی ممکن است در فرآیند تأمین نیاز سرمایی فصل زمستان خلل ایجاد نموده و تولید محصولات باغی را تحت تأثیر قرار دهد (Ramirez and Kallarackal, 2015). اثبات وقوع پدیده تغییر اقلیم و گرم شدن جهانی، در سطح جهان به سهولت امکان‌پذیر نیست و نیازمند بررسی‌های جامع و بلندمدت بر آمارهای گذشته و تولید شونده در آینده است، بااین‌حال روند گرم‌تر شدن دمای سطحی و افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای تقریباً قطعی می‌نماید. اغلب پژوهش‌های صورت پذیرفته در داخل کشور، به بررسی پاسخ عوامل هیدرولوژیکی از قبیل تبخیر و تعرق پتانسیل، رطوبت خاک، تجمع برف، ذخیره آب زیرزمینی، رواناب و بیلان آبی و خشک‌سالی‌ها و غیره به تغییرات اقلیمی پرداخته‌اند. بلکه کمتر به مسائل کاربردی به‌ویژه مقادیر نیاز سرمایی گیاهان خزان‌دار پرداخته شد. در سطوح بین‌المللی نیز مطالعات اندکی به‌طور کمی پیامدهای تغییر اقلیم و دماهای بالا را روی نیاز سرمایی گیاهان باغی موردبررسی قرار داده‌اند (Ramirez and Kallarackal, 2015: Fu *et al.*, 2015). درحالی‌که بسیاری از آن‌ها پیامدهای بالقوه منفی را موردبحث قرار داده‌اند (Darbyshire *et al.*, 2011). در سال ۲۰۱۵ نیز پژوهش‌هایی انجام شد تا تفاوت اثر گرم شدن جو در فصل زمستان در مقایسه با بهار مشخص شود (Ramirez and Kallarackal, 2015). نتایج این پژوهش‌ها نشان داد در شرایط گرم شدن هوا در فاز سرمایشی تأخیر در گلدهی اتفاق می‌افتد. درحالی‌که با افزایش دما در بهار درختان زودتر فاز گلدهی را تجربه می‌کنند. بنابراین، نتایج نشان می‌دهد روند تغییرات زمان گلدهی وابسته به اقلیم محل و زمان وقوع (پاییز و زمستان یا بهار) افزایش دمای هوا است. ناگزیر نیاز سرمایی زمستانه که وابسته به تداوم دمای هواست، از این تغییرات تأثیر می‌پذیرد. بدین منظور در این

پژوهش، جهت آشکارسازی این تغییرات از دیدگاه آماری، از روش ناپارمتری جهت پایش و آگاهی میزان تغییرات در گستره ایران استفاده شد.

مواد و روش‌ها

به‌طورکلی آزمون‌های آماری را می‌توان به دو بخش، آزمون‌های پارامتری و آزمون‌های ناپارامتری تقسیم کرد (Corder and Foreman, 2009). مزیت آزمون‌های ناپارامتری بر آزمون‌های پارامتری این است که در اکثر آزمون‌های پارامتری، فرض اولیه آزمون، وجود توزیع نرمال در داده‌ها است. درصورتی‌که در اکثر آزمون‌های ناپارامتری چنین فرضی وجود ندارد (Corder and Foreman, 2009). ازآنجایی‌که بسیاری از داده‌ها در شرایط واقعی نیز دارای چولگی بوده و توزیع نرمال ندارند، بنابراین، برای آنکه نتایج واقعی‌تری به‌دست آید، ترجیح داده می‌شود که از آزمون‌های ناپارامتری استفاده شود. در پژوهش حاضر از آزمون روند من- کندال[1] که از نوع آزمون‌های ناپارامتری هستند، برای بررسی رخداد تغییر اقلیم در مقادیر نیاز سرمایی قابل دسترس، استفاده شده است (Wilk, 2006). روند، گرایش دراز مدت سری زمانی است. روند را می‌توان به‌عنوان گرایش اصلی سری زمانی بدون در نظر گرفتن سایر تغییرات فصلی، ادواری و تصادفی تصور کرد. علی‌رغم اهمیت کلیه پارامترهای آب و هوایی در تعیین و تأمین نیاز سرمایی گیاهان خزان‌دار، دمای هوا بیش از سایر پارامترها مورد توجه است. تقریباً تمامی روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی کشاورزی و نیز شاخص‌های اقلیمی-زراعی بر پایه این متغیر (دما) استوارند. لذا در این پژوهش، دما به‌عنوان یک عامل هواشناسی مهم در مبحث آشکارسازی تغییرات اقلیمی و پیامدهای آن، نقش کلیدی ایفا می‌کند. در نهایت، بر اساس این داده‌ها از مدل نیاز سرمایی برای دوره پایه ۴۵ ساله، روند تغییرات نیاز سرمایی در ایستگاه‌های منتخب در گستره ایران مورد بررسی قرار خواهد گرفت. روابط ریاضی مدل‌های برآورد نیاز سرمایی توسط (Darbyshire *et al.*, 2011) ارائه شده‌اند. این مدل‌ها با حروف اختصاری CH که معرف مدلِ ساده ۰-۷/۲ °C نیاز سرمایی، UM و DM به ترتیب نماینده مدلِ یوتا و مدلِ دینامیک است، نشان داده می‌شود. در همه روابطِ برآورد نیاز سرمایی، از معادل دمای ساعتی هوا برحسب درجه سلسیوس (°C) استفاده شده است. که مقادیر نیاز سرمایی قابل دسترس بر اساس دماهای ثبت‌شده در ایستگاه‌های هواشناسی (جدول ۱) برای هر مدل به‌صورت سری زمانی برآورد و مورد بررسی آزمون ناپارامتری روند قرار گرفت.

نتایج و بحث

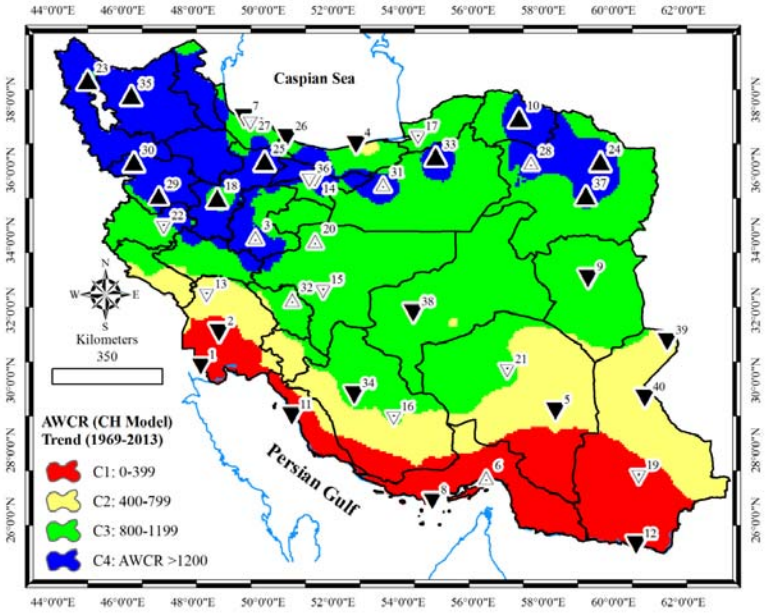
روند تغییرات نیاز سرمایی قابل دسترس در دوره زمانی ۴۵ ساله مورد بررسی قرارگرفته است. نتایج آزمون روند من کندال برای خروجی مقادیر برآورد شده نیاز سرمایی به روش‌های مختلف در جدول ۱ آمده است. جدول شماره ۱ نتایج آزمون روند من کندال را برای دوره زمانی ۱۹۶۹ تا ۲۰۱۳ در ایستگاه‌های هواشناسی منتخب نشان می‌دهد. در این جدول علائم N: روند کاهشی و P: روند افزایشی، * روند معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۰ درصد و ** روند بسیار معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد را نشان می‌دهد. در ۲۵ درصد ایستگاه‌ها روند افزایشی معنی‌دار مشاهده‌شده است. در ۳۵ درصد از ایستگاه‌ها روند کاهشی و ازنظر آماری معنی‌دار بوده است. پراکنش ایستگاه‌های هواشناسی موردمطالعه در شکل ۱ به ترتیب شماره ردیف هر ایستگاه در جدول ۱ آمده است.

[1] Mann-Kendall

جدول ۱- نتایج آزمون روند من-کندال مدل‌های نیاز سرمایی در سال‌های ۱۹۶۹ لغایت ۲۰۱۳

ردیف	ایستگاه هواشناسی	CH	UM	DM
1	آبادان	N*	N**	N*
2	اهواز	N**	N**	N**
3	اراک	P	P	P
4	بابلسر	N**	N**	N
5	بم	N**	N**	N**
6	بندرعباس	P	N	N
7	بندر انزلی	N**	N	N
8	بندرلنگه	N*	N**	N
9	بیرجند	N**	P	P
10	بجنورد	P**	P**	P*
11	بوشهر (فرودگاه)	N**	N**	N*
12	چابهار	N**	N**	P
13	دزفول (فرودگاه)	N	N**	N**
14	دوشان تپه	N	P**	P
15	اصفهان	N	N	N
16	فسا	N	N	N
17	گرگان	N	N	P
18	همدان (نوژه)	P**	P**	P*
19	ایرانشهر	N	N**	N
20	کاشان	P	P**	P
21	کرمان	N	N	N**
22	کرمانشاه	N	P	P
23	خوی	P**	P**	P**
24	مشهد	P**	P**	P
25	قزوین	P**	P**	P**
26	رامسر	N**	N	N
27	رشت	N	P	N
28	سبزوار	P	P**	P
29	سنندج	P*	P**	P*
30	سقز	P**	P**	P
31	سمنان	P	P**	P
32	شهرکرد	P	P	P*
33	شاهرود	P**	P**	P
34	شیراز	N**	N	N
35	تبریز	P**	P**	P**
36	تهران	N	P**	P
37	تربت‌حیدریه	P**	P**	P**
38	یزد	N**	N	N**
39	زابل	N**	N*	N
40	زاهدان	N**	N**	N*

(N: روند کاهشی و P: روند افزایشی، * روند معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۰ درصد و ** روند بسیار معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد)



شکل ۱- نتایج آزمون روند من-کندال برای مقادیر نیاز سرمایی قابل دسترس بر مبنای مدل CH در ایستگاه‌های هواشناسی منتخب

(توضیح: * علائم موجود در شکل ۱.Sig. Inc یا ▲: روند افزایشی معنی‌دار، Inc. یا △: روند افزایشی، Sig. Dec. یا ▼ : روند کاهشی معنی‌دار، Dec. یا ▽: روند کاهشی است)

با بررسی اجمالی نتایج در گستره ایران مشاهده می‌شود که تغییرات نیاز سرمایی قابل دسترس از الگوی پیوسته‌ای در سطح کشور تبعیت می‌کند، در پهنه‌هایی که با نماد C1 و C2 نشان داده‌شده‌اند، یعنی که توانایی تأمین مقادیر سرمایشی کمتر از ۸۰۰ ساعات را دارند، به (رنگ قرمز و زرد) مشخص‌شده و نمایانگر مناطق جنوبی و سواحل خلیج فارس‌اند، روند کاهشی است، اما روند تغییرات در مناطق C3 (مناطقی با توانایی تأمین ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ ساعات سرمایشی) افزایشی و در مناطق C4 که توانایی تأمین بیش از ۱۲۰۰ ساعت دماهای کمتر از ۷ درجه را تا دمای صفر دارا می‌باشند (به رنگ آبی) نیز افزایشی معنی‌دار است (شکل ۱). شکل ۱ روند تغییرات در پهنه‌های چهار طبقه اقلیمی نیاز سرمایی قابل دسترس را در دوره پایه ایستگاه‌های هواشناسی، با مثلث‌هایی در نقاط ایستگاهی نشان می‌دهد. بخش‌هایی از مناطق C3 در نواحی پست سواحل دریای خزر، کویر مرکزی، شرق و سواحل گرم جنوب کشور (C1) و مناطق C2 روند تغییرات به‌طور معنی‌داری (مثلث توپر رو به پایین) روبه کاهش است. برخلاف این سه منطقه، در نواحی که میانگین نیاز سرمایی قابل دسترس بیش از ۱۲۰۰ ساعت است به‌طور معنی‌داری روند تغییرات افزایشی است (مثلث توپر روبه بالا).

با توجه به بررسی نتایج نیاز سرمایی قابل دسترس و روند دماهای کمینه و بیشینه در فصل زمستان می‌توان دلیل این کاهش یا افزایش را به گذشته اقلیمی آن ایستگاه ارتباط داد. علت افزایش تعداد ساعات سرمایی قابل تأمین در مناطقی با قابلیت تأمین بیش از ۱۲۰۰ ساعت سرمایشی این است که در گذشته این نواحی زمستان‌های بسیار سردی (دماهای زیر صفر) را تجربه می‌کردند. درحالی‌که روند گرم شدن هوا محدوده‌ی دماهای مناسب (صفر تا ۷ درجه سلسیوس) برای شکستن رکود گیاهان خزان‌دار را مطابق مدل‌های نیاز سرمایی قابل دسترس فراهم آورده است. به‌عبارتی، افزایش دمای هوا در فصل زمستان متأثر از گرم شدن جهانی در نواحی سرد کوهستانی شمال شرق و غرب کشور و دامنه‌های مرکزی رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس توانسته تعداد ساعات سرمایی قابل دسترس را افزایش دهد. در دیگر مناطق با افزایش دما مقادیر نیاز سرمایی قابل دسترس به میزان قابل‌توجهی کاهش می‌یابد. نتایج تغییرات روند

به‌صورت مثبت و یا منفی برای مقادیر نیاز سرمایی قابل دسترس در گستره‌ی وسیع کشور با آب‌وهوای متفاوت، نشان از تغییر تدریجی قابل‌تأمل در تأمین نیاز سرمایی گیاهان خزان‌دار برای خروج از رکود در فصل سرماست.

منابع

Mavi, H. S. 1986. "Introduction to Agrometeorology". Oxford I B H, Original from, Pennsylvania State University.

Ramirez, F., and Kallarackal, J. 2015. "Responses of Fruit Trees to Global Climate Change". Springer.

Fu, Y. H., Piao, S., Vitasse, Y., Zhao, H., De Boeck, H. J., Liu, Q.,... Janssens, I. A. 2015. "Increased heat requirement for leaf flushing in temperate woody species over 1980–2012: effects of chilling, precipitation and insolation". Global Change Biology. 7: 2687-2697.

Darbyshire, R., Webb, L., Goodwin, I., and Barlow, S. 2011. "Winter chilling trends for deciduous fruit trees in Australia". Agricultural and Forest Meteorology. 8: 1074-1085.

Corder, G. W., and Foreman, D. I. 2009. "Nonparametric statistics for non-statisticians: a step-by-step approach". ww.Wiley.com.

Wilks, D. S. 2006. Statistical methods in the atmospheric sciences. (2ed.): Academic press is an imprint of Elsevier.

Evaluation of Climate Change Chilling Requirement of Deciduous Trees to the Non-Parametric Method

Reza Norooz Valashedi[1]*, Mojtaba Khoshravesh[2]

[1*] Assistant Professor in Agrometeorology of Water Engineering Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

[2] Assistant Professor, Water Engineering Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran.

Corresponding Author: r.norooz@sanru.ac.ir

Abstract

In this study the effects of climate change on chilling requirement trees using non-parametric Mann-Kendall has been paid. A number of meteorological stations during the period of 1969 - 2013 and amounts available winter chilling requirement in three different models respectively. 45-year time series of chilling the non-parametric method was studied. Results show that in some areas of cold climate of available hours increased and some have decreased. This increase is meant to change the model or plants in these areas. The findings observed in recent decades in similar climates that do not meet the needs of cold, late flowering, bloom irregularly aligned. Considering the trend of leading the necessary measures to prevent, it is necessary.

Keywords: **climate change, global warming, Chilling Requirement, Iran, meteorology, Mann-Kendall trend.**