

مقاله مروری

مروری بر تحقیقات انجام شده در زمینه سرمازدگی و یخبندان از سال ۱۹۵۴ تا ۲۰۲۲ (تحلیل بیبلیومتریک)

مبینا عبدالمی فوزی^۱، بهرام بختیاری^{۲*} و کورش قادری^۳

چکیده

باتوجه به تشدید تغییرات اقلیم، سرمازدگی و یخبندان تولیدات کشاورزی را در بسیاری از مناطق تحت تأثیر قرار داده است. این در حالی است که یخبندان باعث یخزدگی در سیستم‌های آبیاری نیز می‌شود. در دهه اخیر معمولاً سرمازدگی هر ساله در مناطق کشاورزی رخ داده و بر اقتصاد کشاورزان تأثیر می‌گذارد. تحلیل بیبلیومتریک می‌تواند اهمیت این موضوع و روند تحقیقات آتی را نشان دهد. تحلیل بیبلیومتریک یک روش دقیق برای تجزیه و تحلیل حجم زیادی از داده‌های علمی مانند مقالات، کتاب‌ها، گزارش‌ها و اسناد مرتبط است. این روش به طور گسترده‌ای روابط بین حوزه‌های تحقیقاتی را با استفاده از روش‌های کمی ارائه می‌دهد. برای دستیابی به انتشارات مربوطه از دو کلمه "frost" و "chilling" استفاده شد. برای انجام تحلیل بیبلیومتریک در این مقاله از نرم‌افزار VOSviewer استفاده شد. در مجموع ۳۴۴ سند در این مورد یافت شد. بیش از ۷۹ درصد این اسناد در قالب مجلات علمی، مقالات مروری و کنفرانس‌ها بودند. از سال ۲۰۱۴ به بعد روند چاپ مقالات افزایش زیادی داشته است. بیشترین تعداد چاپ مقالات در سال ۲۰۲۱ بوده است. ایالات متحده بزرگ‌ترین تولیدکننده مقالات علمی بوده است. مجله Acta Horticulturae با ۴۵ انتشار رتبه نخست در تولید مقالات مربوط به سرمازدگی و یخبندان را به خود اختصاص داده است. کلیدواژه Climate change با ۵۶ تکرار پرکاربردترین واژه و پیوند قوی با واژگان Phenology, Frost و Chilling داشته است.

واژه‌های کلیدی: تحلیل بیبلیومتریک، تحلیل شبکه اجتماعی، تغییر اقلیم، تنش سرمازدگی، یخبندان

مقدمه

صورت تنش سرمازدگی (Chilling stress) و زمانی که کاهش دما تا زیر صفر درجه سلسیوس باشد تنش یخزدگی (Freezing stress) نام دارد (خلیلی، ۱۳۹۳). انواع سرما و یخبندان بر اساس زمان وقوع در سه گروه قرار می‌گیرند که عبارت‌اند از سرماهای زودرس پاییزه، سرمای زمستانه و سرمای دیررس بهاره (میان‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۸). سرمای دیررس بهاره در اثر کاهش دما بعد از باز شدن شکوفه یا تشکیل میوه در اوایل بهار رخ می‌دهد. خسارت سرمای دیررس بهاره نسبت به سرماهای زمستانه و پاییزه بیشتر است زیرا در این فصول گیاهان و درختان در مراحل حساس فنولوژیکی قرار دارند. وقوع سرمای دیررس بهاره موجب سرمازدگی محصولات باغی و زراعی می‌شود (قربانی و ولی زاده، ۱۳۹۳).

بر اساس آمار سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (فائو) سالانه ۵ الی ۱۵ درصد از تولیدات کشاورزی در اثر سرمازدگی و

سرمازدگی (Chilling) و یخبندان (Frost) دو پدیده متفاوت اقلیمی هستند. در پژوهش حاضر به هر دو پدیده سرمازدگی و یخبندان پرداخته می‌شود. سرمازدگی هر ساله موجب خسارت به بخش‌های مختلف تأسیسات آبیاری و محصولات موجود در مزرعه می‌شود. تنش سرما ممکن است به دو صورت رخ دهد. هنگامی که کاهش دما تا صفر درجه سلسیوس باشد به-

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، بخش مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
^۲ دانشیار، بخش مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران (*نویسنده مسئول: drbakhtiari@uk.ac.ir)
^۳ دانشیار، بخش مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۰۴

وایتسی و ربتز به بررسی خطر بی‌سابقه خسارت سرمازدگی بهاره در سوئیس و آلمان در سال ۲۰۱۷ پرداختند (Vitasse and Rebeteze., 2018). نول و همکاران تحقیقی مبتنی بر سنجش‌ازدور برای شناسایی اثر سرمای دیررس بهاره بر جنگل‌های راش در منطقه کوهستانی مدیترانه انجام دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که سرمای دیررس بهاره می‌تواند بر ساختار و ترکیب اکوسیستم جنگلی تأثیرگذار باشد (Nolè et al., 2018). گراچیک و سود تغییرات وقوع یخبندان بهاره را در لهستان بررسی کردند. نتایج نشان داد که وقوع یخبندان‌های دیررس بهاره در دوره‌های مورد بررسی زودتر از موعد رخ می‌دهد (Graczyk and Szwed., 2020).

درپر و همکاران به بررسی سیستماتیک راهکارهایی جهت مدیریت خطرات سرمازدگی در باغات پرداختند. در این مطالعه انتشارات موجود در این زمینه از سال ۱۹۵۰ تا سال ۲۰۲۱ از پایگاه‌های داده Web of Science، Scopus و همچنین کتابخانه‌های تخصصی مانند Agricola، CAB، Abstracts، Groenekennis و وب سایت‌های سازمانی استخراج گردید. در این تحقیق میزان عملکرد هر میوه، درصد آسیب به جوانه‌ها، تأخیر در مراحل فنولوژیک، مدت سرما و پارامترهای دیگر مرتبط تحت شرایط کاهش دما از متون مختلف استخراج شده و موردبررسی قرار گرفت و نتایج در جداول و نمودارهایی ارائه شده است. در نتیجه این مطالعه مکانسیم‌هایی جهت پیشگیری از سرمازدگی ارائه شد (Drepper et al., 2022).

تحقیقاتی در خصوص کارایی روش‌های مؤثر بر کاهش خسارت در زمینه سرمازدگی نیز انجام شده است که نشان می‌دهد استفاده از سیستم آبیاری بارانی کم‌هزینه‌ترین روش و با اثر حفاظتی بالا و بدون آلودگی است. به‌عنوان مثال، آنکونلا و همکاران در مطالعه خود به آزمایش میکروآبیاریها و استفاده از آبیاری بارانی برای محافظت باغات میوه در شمال ایتالیا پرداختند. نتایج نشان داد که این روش آبیاری تا حد زیادی در افزایش دمای باغات مؤثر است (Anconella et al., 2002).

یخبندان از بین می‌روند. علاوه بر خسارت وارده به کشاورزان در زمینه سرمازدگی محصولات کشاورزی، می‌توان گفت ارزیابی خسارت ناشی از این پدیده توسط صندوق بیمه کشاورزی نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. در ایران آمار دقیقی از خسارت ناشی از سرمازدگی محصولات کشاورزی موجود نیست. تحلیل غرامت‌های پرداخت‌شده توسط صندوق بیمه کشاورزی نشان می‌دهد. در بین ۱۲ محصول استراتژیکی که تحت پوشش بیمه بوده‌اند، بیشترین خسارت در بین حوادث طبیعی مربوط به سرمازدگی بوده است؛ بنابراین هر اقدامی در بعد پژوهشی در این خصوص می‌تواند کمکی بزرگ و ضروری به بهره‌برداران و اقتصاد کشاورزی کشور باشد (خلیلی، ۱۳۹۳). بررسی سابقه تحقیقات نشان می‌دهد پژوهش‌های انجام‌شده در این زمینه در چند سال اخیر رشد زیادی داشته است و این نشان‌دهنده اهمیت این موضوع می‌باشد.

ساکلینگ با استفاده از شاخص‌های اقلیمی به بررسی نوسانات یخبندان‌های پاییزه و بهاره در ایالات‌متحده پرداخت. نتایج نشان داد که در دهه ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۰ تاریخ وقوع آخرین یخبندان‌های بهاری و اولین یخبندان‌های پاییزی نرمال بوده است (Suckling, 1988). وایلن با بررسی ویژگی‌های یخبندان و ریسک وقوع دوره‌های سرد با توزیع‌های آماری در فلوریدای مرکزی رخداد احتمالی آن را پیش‌بینی و تحلیل کرد (Waylen, 1988). جرعه‌نوش و سپاس‌خواه به پیش‌بینی وقوع یخبندان با تخمین دمای کمینه روزانه در مناطق نیمه‌خشک ایران پرداختند. نتایج نشان داد که رابطه معنی‌داری بین دمای کمینه، دمای نقطه شبنم و رطوبت نسبی وجود دارد (Jorenoosh and Sepaskhah., 2018). اشنایدر و همکاران و پاپاژاناکای و همکاران به بررسی سرمای دیررس بهاره تحت تأثیر تغییر اقلیم پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که سرمای دیررس بهاره پس از جوانه‌زنی به بافت گیاه آسیب می‌رساند و موجب خسارت زیادی به بخش کشاورزی می‌شود و تغییر اقلیم این پدیده را تشدید می‌کند (Snyder et al., 2005; Papagiannaki et al., 2014).

al, 2019). داده‌های مورد نیاز تحلیل‌های بیبلیومتریک را می‌توان از پایگاه‌های مختلف داده مانند Scopus, Web of Science (WoS) و Research Gate و Google Scholar استخراج کرد (Zhao et al, 2018).

برای تحلیل بیبلیومتریک ارائه شده در این مقاله خروجی داده‌ها (انتشارات موردنیاز) از پایگاه جامع اطلاعاتی اسکوپوس اخذ شده است. این داده‌ها برای به‌کارگیری در نرم‌افزار تحلیل بیبلیومتریک VOSviewer و نرم‌افزار اکسل استفاده شده است. ارزیابی این داده‌ها با تحلیل‌های ریاضی و آماری و نقشه‌های تجسم شبکه انجام شده است.

جمع‌آوری داده‌ها

به‌منظور دستیابی به تحقیقات مرتبط با سرمازدگی و یخبندان از پایگاه داده اسکوپوس (Scopus) استفاده شده است. پایگاه داده اسکوپوس بزرگ‌ترین بانک اطلاعاتی چکیده (Abstract) و استناد (Citation) متون اعم از کتاب‌ها، مجلات علمی و مقالات کنفرانسی جهان است. ورودی روش بیبلیومتریک حاضر، مقالات علمی پژوهشی و کنفرانسی و مقالات مروری در سال‌های ۱۹۵۴ تا ۲۰۲۲ بوده‌اند. این تألیفات در عنوان، چکیده و کلیدواژه‌ها حاوی دو کلمه "frost" و "chilling" بوده‌اند. این بررسی شامل دسته‌بندی موضوعی انتشارات، روابط استنادی بین مجلات و محققین، کشورهای پیشرو، زبان مقالات و هم‌زمانی کلیدواژه‌ها است. در شکل ۱ مراحل انجام تحلیل بیبلیومتریک نشان داده شده است.

تحلیل شبکه‌های اجتماعی

تحلیل شبکه اجتماعی^۲ (SNA) ارتباط بین گره‌های (Node) موجود در خوشه‌های (Cluster) مختلف یک ساختار را موردبررسی قرار می‌دهد (Wang et al, 2016). نرم‌افزار VOSviewer قابلیت متن‌کاوی گسترده‌ای در اجرای SNA دارد.

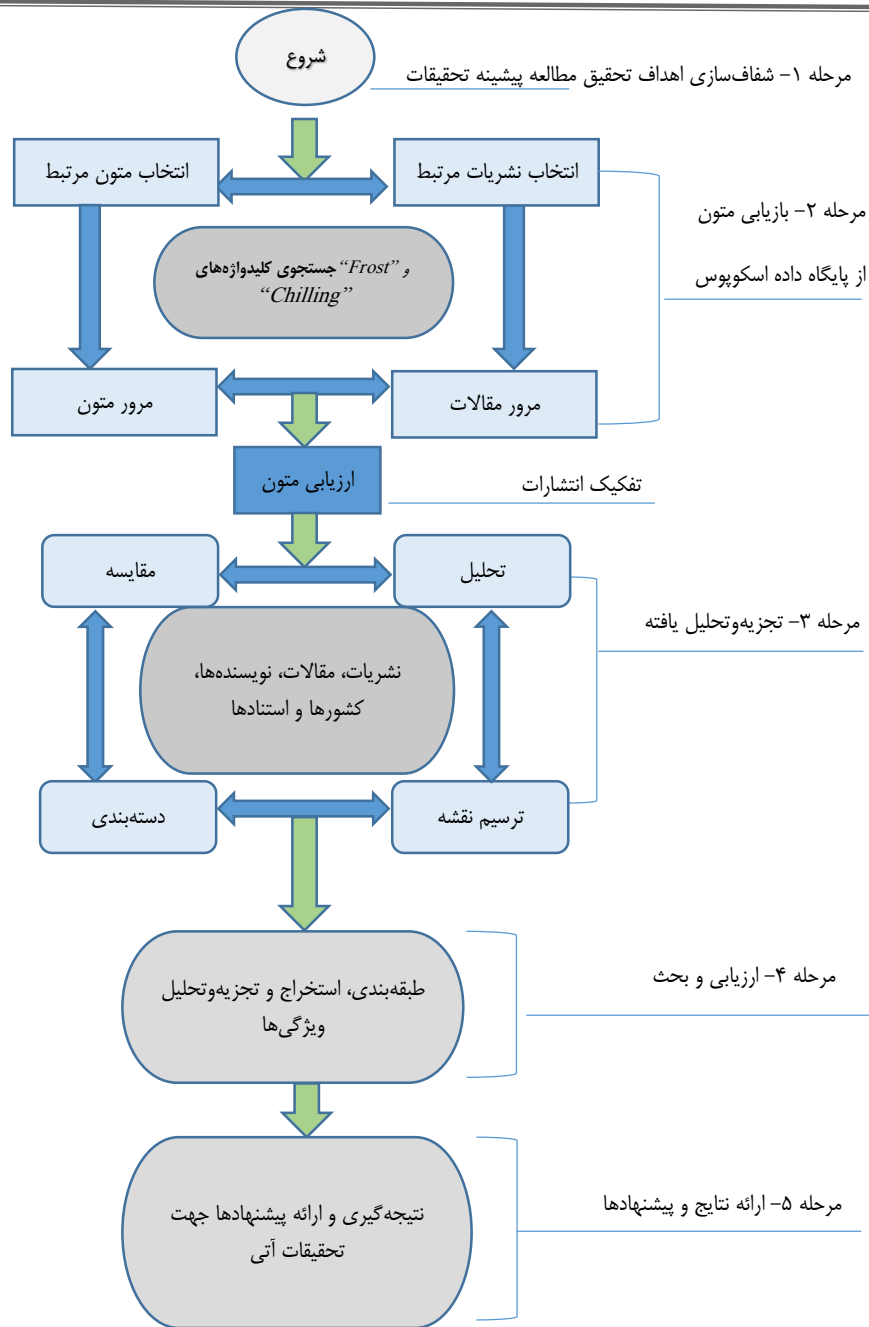
تسپوریدیس و همکاران به بررسی تأثیر سیستم آبیاری بارانی بر دمای هوا و استفاده از مواد شیمیایی برای محافظت درختان گیلاس و هلو در برابر سرمازدگی پرداختند. نتایج نشان داد که روش آبیاری بارانی جهت محافظت درختان بسیار مؤثر است (Tsipouridis et al., 2006). ژانگ به بررسی اثر آبیاری بارانی جهت محافظت نهال‌هایی در چین پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد این روش تا حد زیادی در افزایش دمای این نهالستان مؤثر بوده است (Zhang et al., 2011). هيو و همکاران به بررسی اثر کاربرد سیستم آبیاری بارانی برای محافظت از یخ-زدگی در مزارع چای چین پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که با آبیاری بارانی علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب می‌توان از آسیب سرمازدگی گیاه چای جلوگیری کرد (Hu et al., 2016). باتوجه به اهمیت سرمازدگی و نقش آن در اقتصاد کشاورزی و گسترش تحقیقات و انتشار مقالات مختلف در این زمینه، ارزیابی کیفیت این تحقیقات ضروری است؛ بنابراین تحلیل بیبلیومتریک این تحقیقات می‌تواند جهت مطالعات آینده را مشخص سازد. این تحلیل می‌تواند به افزایش حجم منابع اطلاعاتی و نیاز محققان و برقراری ارتباط بین متون کمک قابل‌توجهی کند. مطالعه حاضر باهدف تحلیل کمی و بیبلیومتریک از تولیدات علمی منتشرشده در پایگاه داده اسکوپوس در زمینه سرمازدگی و یخبندان می‌پردازد.

تحلیل بیبلیومتریک

تحلیل بیبلیومتریک^۱ نقش اساسی در شناخت آثار پژوهشی ایفا می‌کند که روند تغییرات در بخش‌های مختلف علمی است. بیبلیومتریک یک روش کاربردی است که با استفاده از آن می‌توان توسعه هر یک از زمینه‌های تحقیقاتی خاص را تجزیه و تحلیل کرد (Mao et al, 2015). با این روش می‌توان الگوهای ارتباطی در زمینه‌های مختلف تحقیقاتی را از نظر تغییرات با تجزیه و تحلیل‌های آماری بررسی نمود (Dong et al, 2014). روش بیبلیومتریک در حال حاضر یکی از مشهورترین روش‌های کمی در ارزیابی متون است (Aleixandre-Tudo et

¹ Network visualization map

³Bibliometric



شکل ۱- مراحل انجام تحلیل بیبلیومتریک

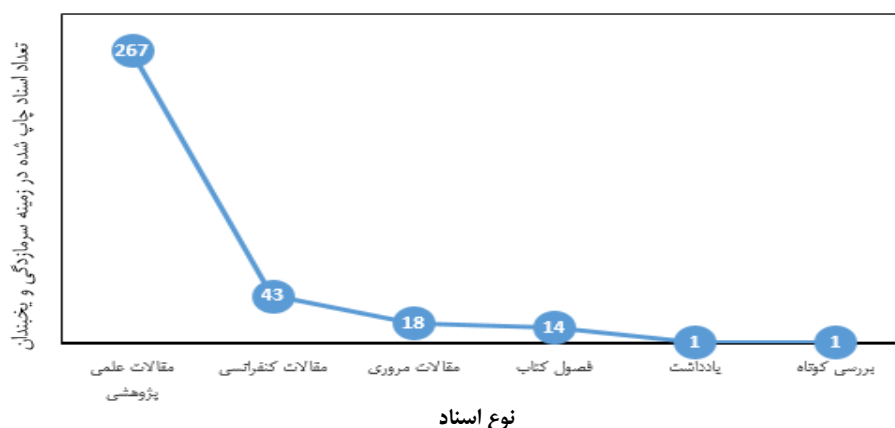
برچسب‌ها تعیین می‌شوند. این گره‌ها و برچسب‌ها نشان‌دهنده کشورها، نویسنده‌ها، استناد، کلیدواژه‌ها و پیوندهای رسم شده (Link) بیانگر ارتباط میان آن‌ها هستند. در مقاله حاضر، از نرم‌افزار VOSviewer 1.6.18 استفاده شده است. یکی از قابلیت‌های ویژه این نرم‌افزار این است که حجم زیادی از داده‌های

این نرم‌افزار برای ایجاد نقشه‌های تجسم شبکه^۱ و کاوش در نقشه‌های بیبلیومتریک استفاده می‌شود (Van Eck and altman, 2010). نقشه‌های تجسم شبکه به وسیله گره‌ها و

¹Social network analysis

۳۲۸ مقاله علمی پژوهشی، مقاله کنفرانسی و مروری بودند. ۱۶ سند دیگر شامل فصول کتاب، یادداشت و بررسی کوتاه بودند. در مجموع بیش از ۷۹ درصد تألیفات در قالب مجلات علمی و مقالات کنفرانسی و مروری بودند که در شکل ۲ نشان داده شده است.

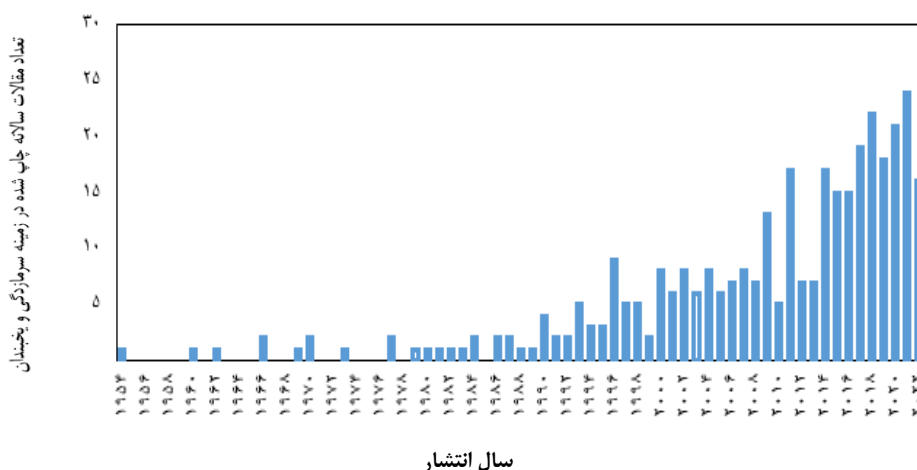
متنی موجود در متون علمی و غیرعلمی را تجزیه و تحلیل می‌کند. روابط استنادی بین انتشارات و مجلات، روابط همکاری بین محققین و روابط هم‌زمانی بین کلیدواژه‌ها را ارائه می‌دهد. بررسی آثار منتشر شده و روند آن‌ها از تعداد ۳۴۴ مورد انتشار یافته در مورد سرمایه‌دگی و یخبندان طی سال‌های ۱۹۵۴ تا ۲۰۲۲، تعداد



شکل ۲- نوع و تعداد اسناد منتشر شده در زمینه سرمایه‌دگی و یخبندان از سال ۱۹۵۴ تا ۲۰۲۲

ای منتشر نشده است. از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۹ روند انتشار بهبود پیدا کرده است. از سال ۲۰۱۴ به بعد نیز روند انتشار افزایش قابل توجهی داشته است. بیشترین تعداد انتشار مربوط به سال ۲۰۲۱ با ۲۴ مورد بوده است. در شکل ۳ تعداد چاپ مقالات به صورت سالانه نشان داده شده است.

از اسناد منتشر شده ۳۲۶ مورد به زبان انگلیسی و دیگر اسناد به زبان‌های چینی، آلمانی، پرتغالی، اسپانیایی و روسی بودند. اولین مقاله منتشر شده در سال ۱۹۵۴ بوده است. دومین مقاله در سال ۱۹۶۰ منتشر شده است. از سال ۱۹۶۱ تا سال ۱۹۹۵ تعداد مقالات منتشر شده بسیار کم بوده است و در برخی سال‌ها مقاله-

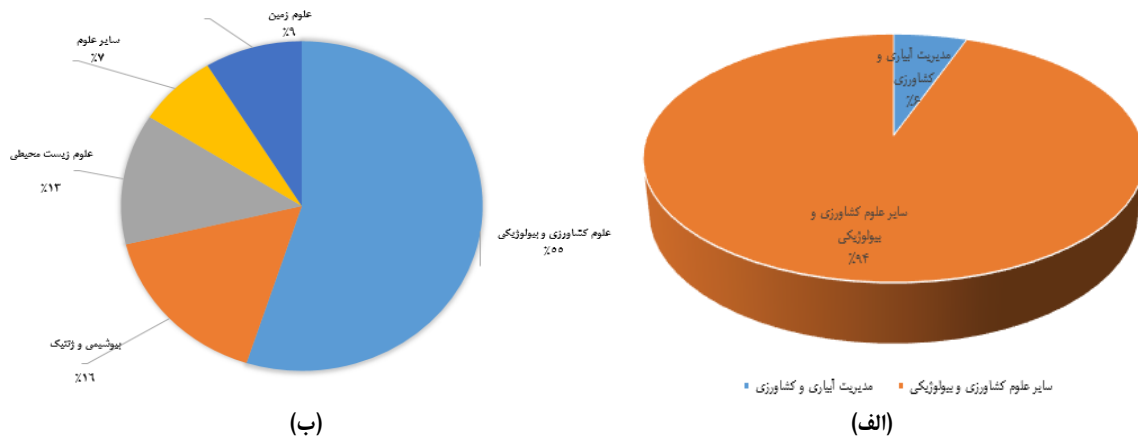


شکل ۳- تعداد مقالات سالانه چاپ شده در زمینه سرمایه‌دگی و یخبندان از سال ۱۹۵۴ تا سال ۲۰۲۲ (ترسیم توسط پژوهشگر)

دسته‌بندی موضوعی

دسته‌بندی موضوعی موارد منتشرشده در شکل ۴- الف از سال ۱۹۵۴ تا ۲۰۲۲ نشان داده شده است. ضمن اینکه هر مقاله ممکن است به چند حوزه تعلق داشته باشد. بیشترین حوزه موضوعی تألیفات به ترتیب علوم کشاورزی و بیولوژیکی ۲۸۳ مورد، بیوشیمی و ژنتیک ۸۴ مورد، علوم زیست‌محیطی ۶۶ مورد، علوم زمین ۳۷ مورد و بقیه موارد مربوط به سایر علوم بوده

است. به دلیل اهمیت مدیریت آبیاری در کاهش خطرات ناشی از سرمازدگی و یخبندان در کشاورزی دسته‌بندی موضوعی موارد منتشرشده در علوم کشاورزی و بیولوژیکی و موارد مرتبط با مدیریت آبیاری در شکل ۴- ب نشان داده شده است. از تعداد ۲۸۳ مورد تألیف شده در زمینه علوم کشاورزی و بیولوژیکی تعداد ۱۶ مقاله به مدیریت آبیاری و سرمازدگی و یخبندان تعلق دارد.



شکل ۴- دسته‌بندی موضوعی اسناد چاپ‌شده در زمینه سرمازدگی و یخبندان در علوم مختلف (الف)، دسته‌بندی مقالات سرمازدگی و یخبندان مرتبط با مدیریت آبیاری (ب) دسته‌بندی مقالات در زمینه مدیریت آبیاری و علوم کشاورزی و بیولوژیکی از سال ۱۹۵۴ تا ۲۰۲۲ (ترسیم توسط پژوهشگر)

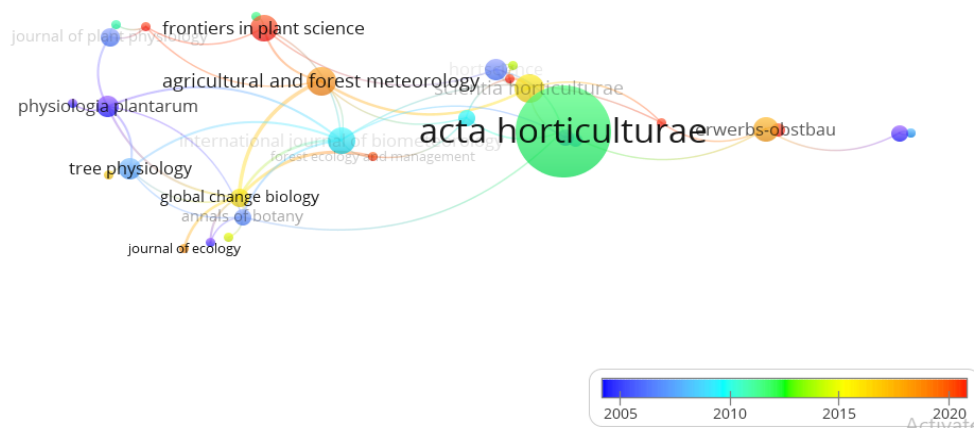
مجلات

در زمینه سرمازدگی و یخبندان در رتبه اول انتشار قرار گرفته است. مجله *Global change biology* با ۵۹۲ استناد و ۱۲ پیوند در رتبه نخست استناد قرار دارد. شبکه هم‌استنادی به مجلات در شکل ۵ نشان داده شده است.

ده مجله علمی دارای بیشترین مقالات چاپ‌شده در زمینه سرمای دیررس بهاره از سال ۱۹۵۴ تا ۲۰۲۲ در جدول ۱ نشان داده شده است. مجله *Acta Horticulturae* با انتشار ۴۵ مقاله

جدول ۱- اسامی ده مجله دارای بیشترین انتشار در مورد سرمازدگی و یخبندان از سال ۱۹۵۴ تا ۲۰۲۲

ردیف	مجله	تعداد انتشار
۱	Acta Horticulturae	۴۵
۲	Agricultural And Forest Meteorology	۹
۳	Scientia Horticulturae	۹
۴	Frontiers In Plant Science	۸
۵	International Journal Of Biometeorology	۸
۶	Erwerbs Obstbau	۷
۷	Hortscience	۶
۸	Physiologia Plantarum	۶
۹	Tree Physiology	۶
۱۰	Global Change Biology	۵

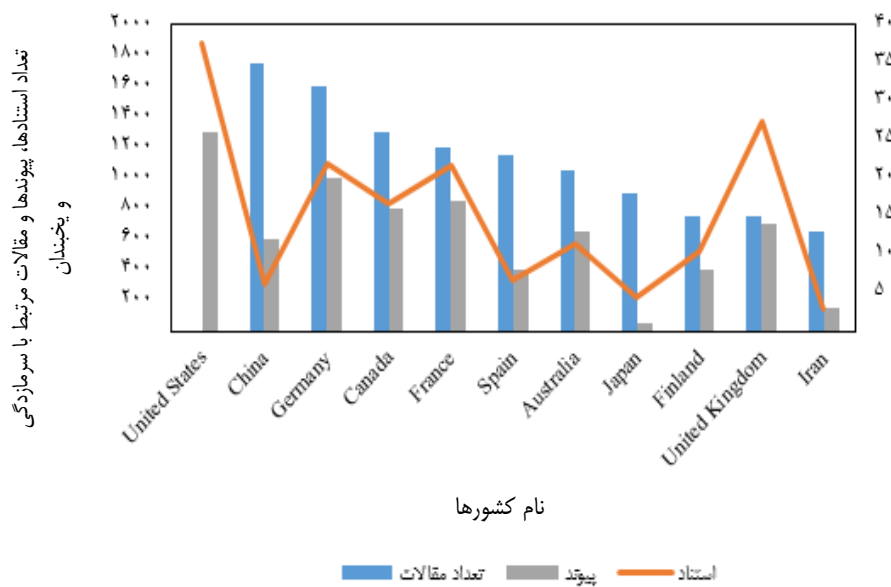


شکل ۵- نقشه هم‌پوشانی مجلات با تألیفات مرتبط با سرمازدگی و یخبندان از سال ۱۹۵۴ تا ۲۰۲۲ (ترسیم توسط پژوهشگر)

۷۶ مقاله رتبه نخست و کشورهای چین و آلمان به ترتیب با ۳۵ و ۳۲ مقاله در رتبه‌های بعدی قرار دادند. ایران با انتشار ۱۳ مقاله در رتبه یازدهم قرار گرفته است.

کشورهای پیشرو

یازده کشور دارای بیشترین مقالات چاپ شده در زمینه سرمای دیررس در شکل ۶ نشان داده شده است. ایالات متحده با



شکل ۶- یازده کشور پیشرو در زمینه انتشارات سرمازدگی و یخبندان از سال ۱۹۵۴ تا ۲۰۲۲ (ترسیم توسط پژوهشگر)

در این شکل بیشترین ارتباط با دیگر کشورها به ترتیب به کشورهای ایالات متحده، آلمان و فرانسه با ۳۶، ۳۰ و ۲۷ پیوند تعلق دارد.

در شکل ۷ برچسب‌های موجود نشان‌دهنده کشورها و پیوندهای رسم شده بیانگر ارتباط بین این کشورها است. در میان ۱۲ کشور نشان داده شده در این شکل، هر چه تعداد تألیفات کشوری بیشتر باشد، اندازه برچسب مربوط به آن بزرگ‌تر است.



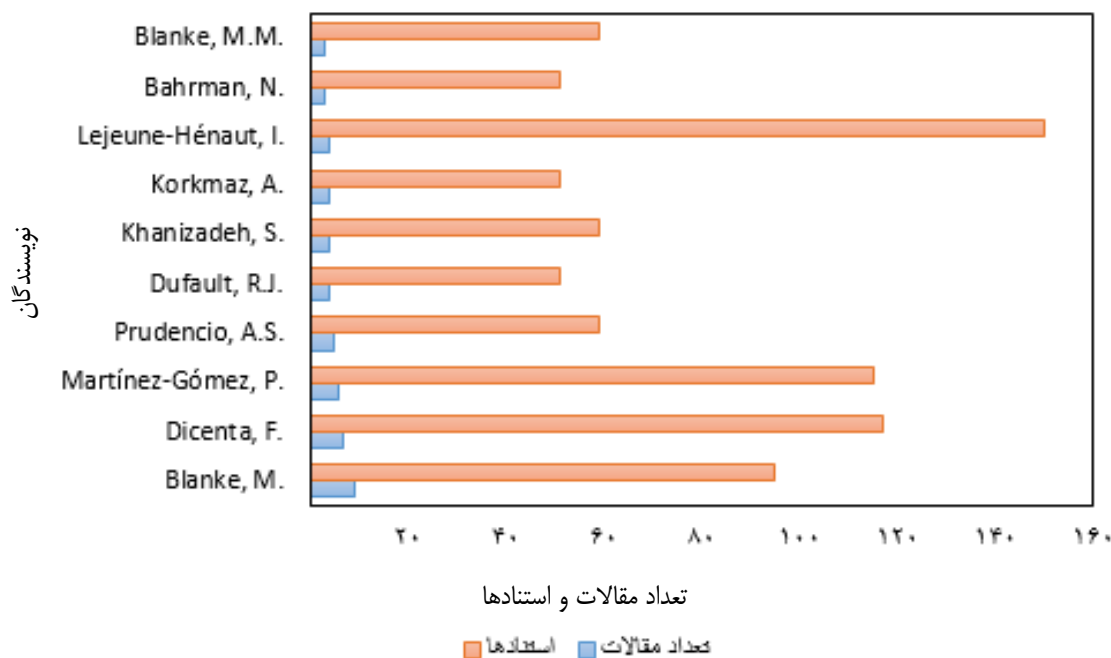
شکل ۷- نقشه هم‌پوشانی کشورها بر اساس روابط همکاری نویسنده‌گی (authorship) تألیفات مرتبط با سرمازدگی و یخبندان از سال ۱۹۵۴ تا ۲۰۲۲ (ترسیم توسط پژوهشگر)

نویسنده برتر در زمینه سرمازدگی و یخبندان نشان داده شده است. در شکل ۱۰ نقشه‌های شبکه هم‌استادی به اسناد در سال‌های مختلف نشان داده شده است.

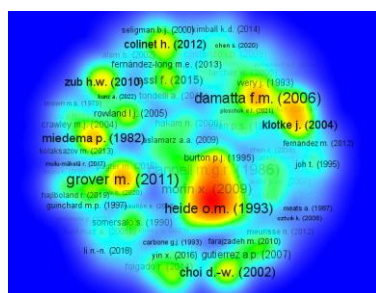
در شکل ۸ نقشه هم نویسنده‌گی کشورها نشان داده شده است. بیشترین تألیف به Blanke با ۹ تألیف و ۹۵ استناد به آن در زمینه سرمازدگی و یخبندان است که در شکل با سایز بزرگ نشان داده شده است. در شکل ۹ تعداد مقالات و استنادهای ۱۰



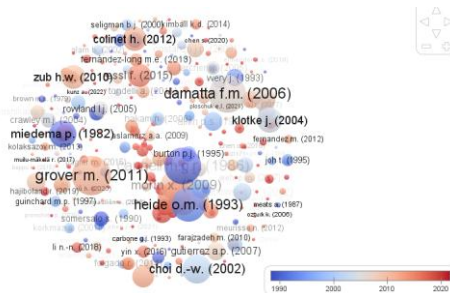
شکل ۸- نقشه شبکه هم‌نویسنده‌گی ۱۰ نویسنده برتر با تألیفات مرتبط با سرمازدگی و یخبندان از سال ۱۹۵۴ تا ۲۰۲۲ (ترسیم توسط پژوهشگر)



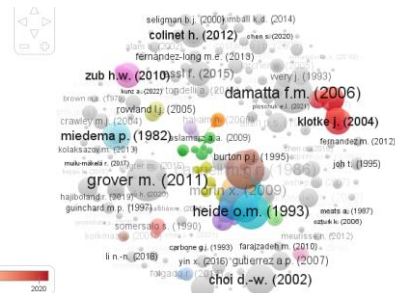
شکل ۹- ۱۰ نویسنده برتر با تعداد مقالات و استنادها در زمینه سرمازدگی و یخبندان از سال ۱۹۵۴ تا ۲۰۲۲ (ترسیم توسط پژوهشگر)



(پ)



(ب)



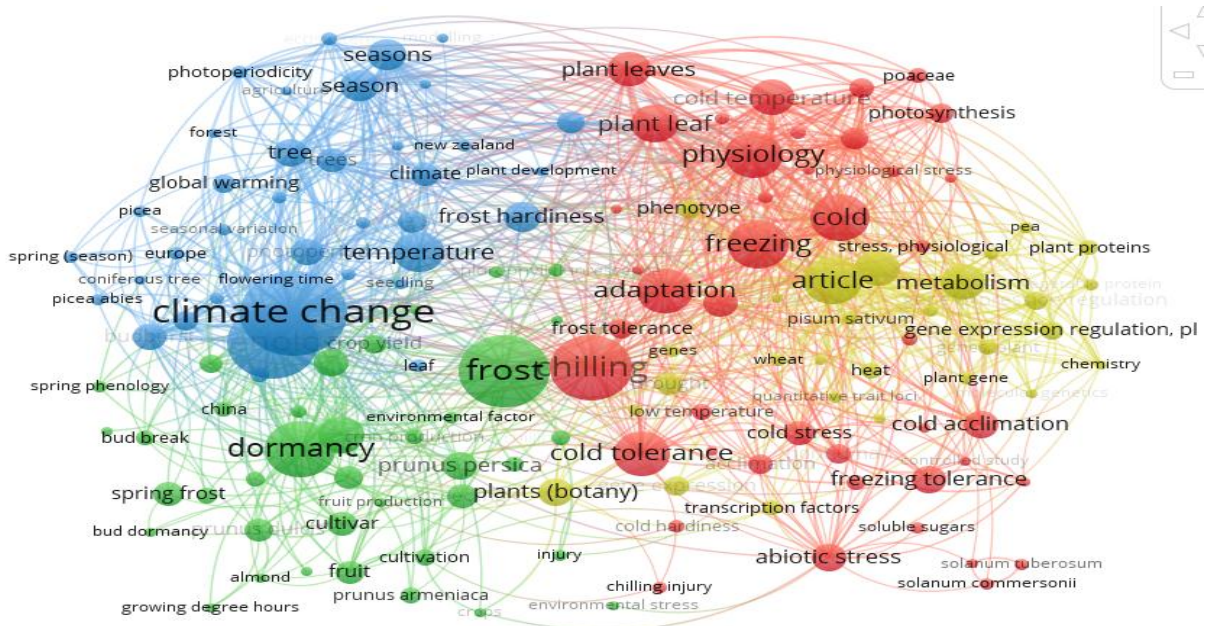
(الف)

شکل ۱۰ - (الف) نقشه شبکه هم‌استنادی به اسناد، (ب) نقشه هم‌پوشانی استنادها، (پ) نقشه چگالی شبکه در زمینه سرمازدگی و یخبندان از سال ۱۹۵۴ تا ۲۰۲۲ (ترسیم توسط پژوهشگر)

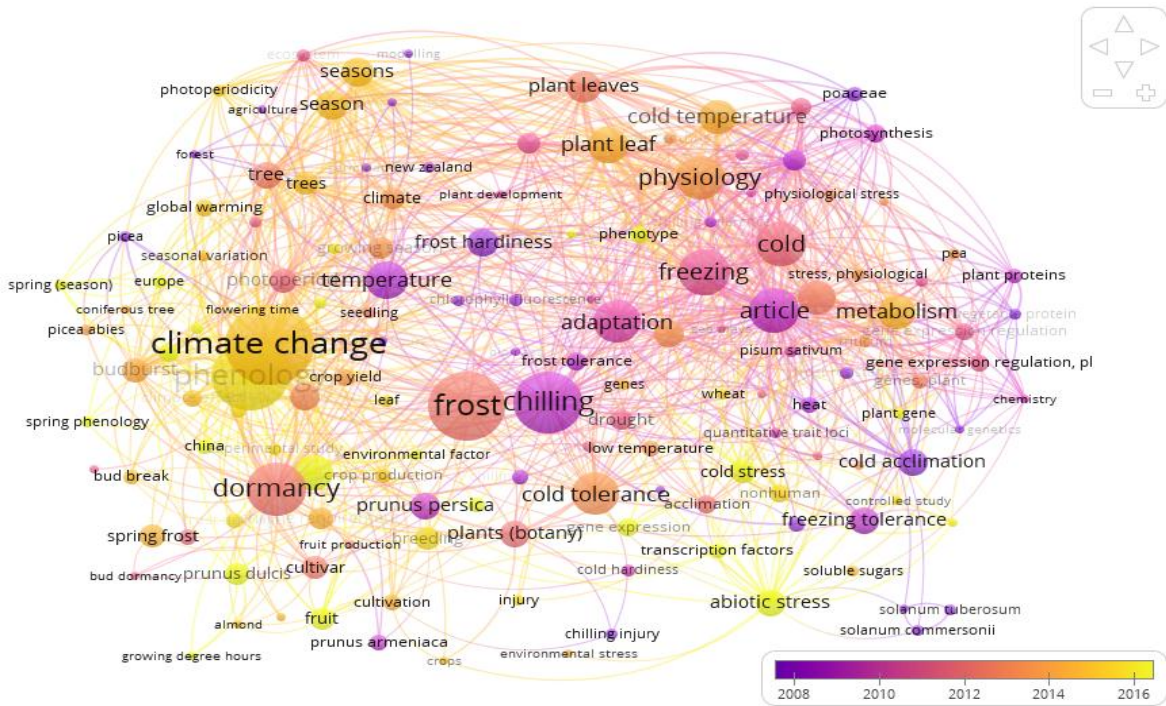
نشان داده شده است. واژه‌ی Climate change با ۵۶ تکرار و ۹۱ پیوند، واژه‌های Frost و Phenology با ۴۷ تکرار به ترتیب با ۶۵ و ۱۰۸ پیوند و واژه‌ی Chilling با ۴۲ تکرار و ۸۹ پیوند در رتبه‌های نخست قرار دارند.

تجزیه و تحلیل کلیدواژه‌ها

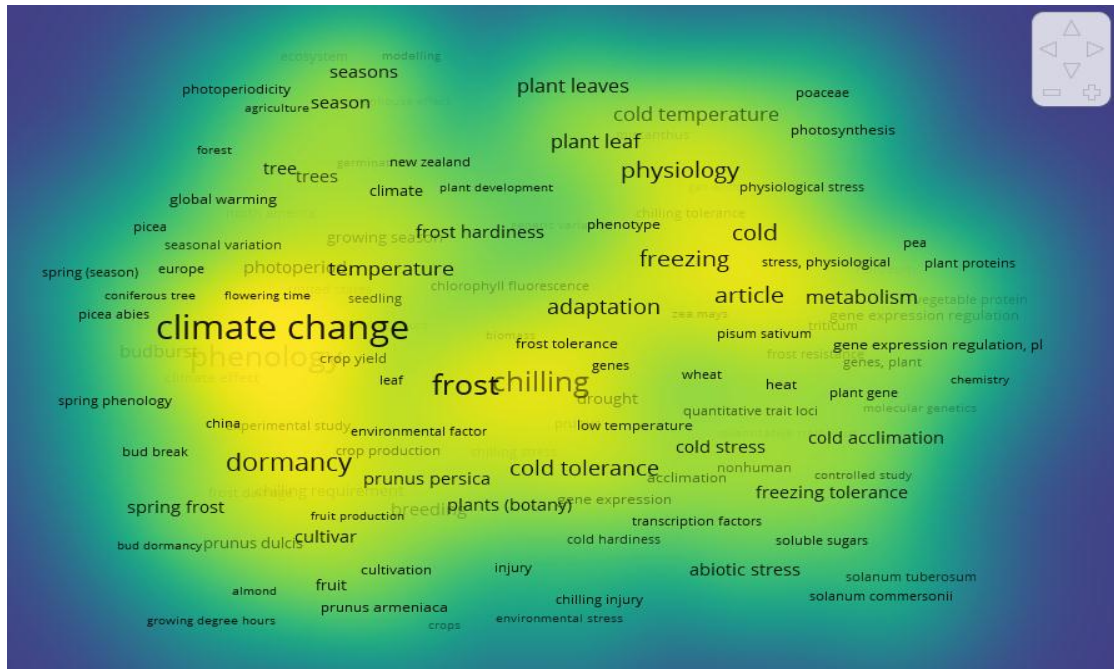
تجزیه و تحلیل کلیدواژه‌ها در بیبلیومتریک امری ضروری است (Rahaman, 2021). زیرا زمینه‌های اصلی تحقیق را شناسایی و نشان می‌دهد. در شکل ۱۱ روند کلیدواژه‌های پرکاربرد در زمینه سرمازدگی و یخبندان از سال ۱۹۵۴ تا ۲۰۲۲



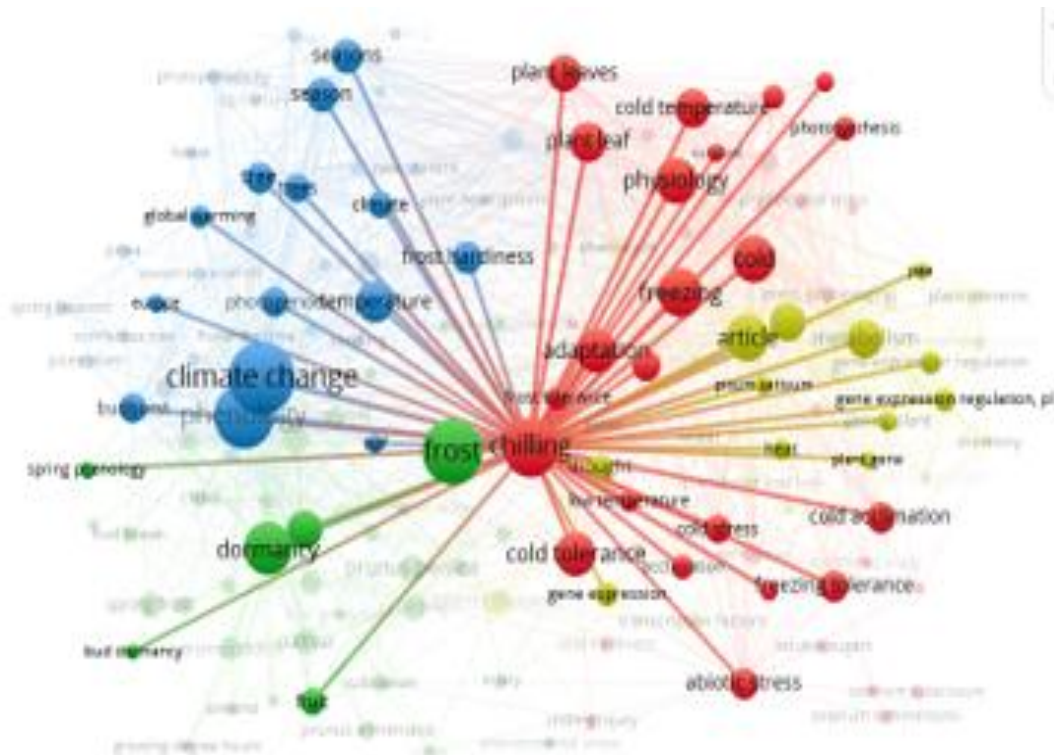
(الف)



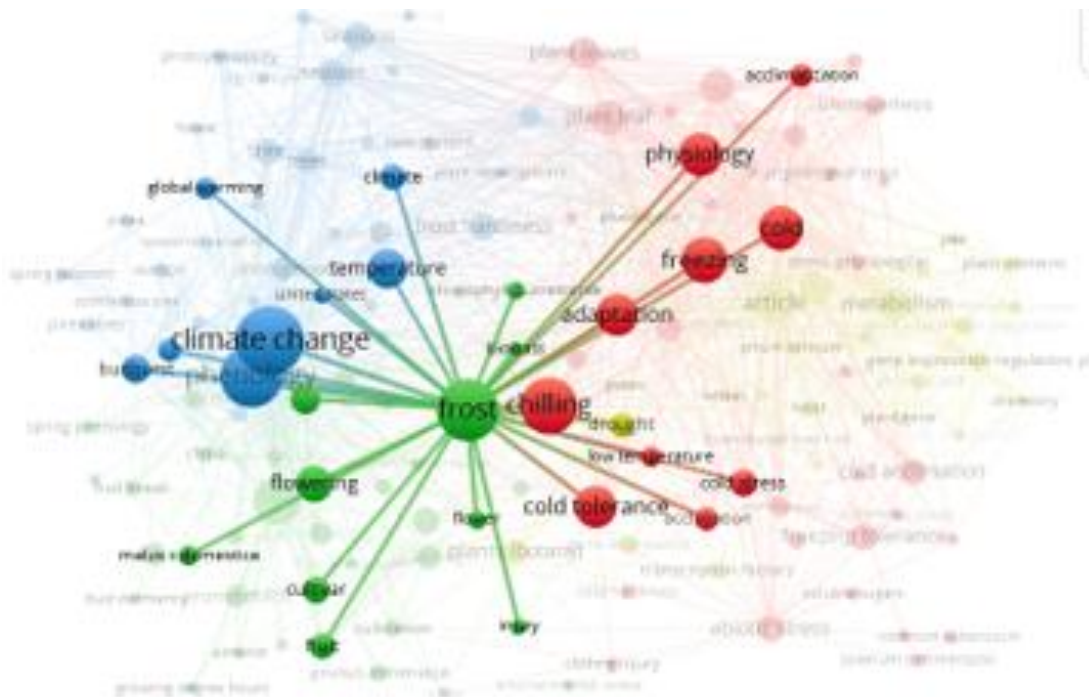
(ب)



(پ)



(ت)



(ث)

شکل ۱۱- نقشه شبکه کلیدواژه‌ها (الف)، نقشه هم‌پوشانی کلیدواژه‌ها (ب)، نقشه چگالی کلیدواژه‌ها (پ)، (ت)- نقشه نمایش پیوندهای واژه Chilling با دیگر کلیدواژه‌ها، (ث)- نقشه نمایش پیوندهای واژه Frost با دیگر کلیدواژه‌ها بر اساس روابط هم‌زمانی (Co-occurrence) تألیفات مرتبط با سرمازدگی و یخبندان از سال ۱۹۵۴ تا ۲۰۲۲ (ترسیم توسط پژوهشگر)

چاپ مقالات را به خود اختصاص داده است. بیشترین تعداد مقالات به زبان انگلیسی چاپ شده است. ۵۵ درصد از مقالات منتشرشده در زمینه کشاورزی و بیولوژیکی بوده است. درزمینه استناد، نشریه Acta Horticulturae بیشترین تعداد نشر و استناد را داشته است. کشور ایالات متحده با ۷۶ مورد رتبه نخست انتشار و ایران با ۱۳ مقاله رتبه یازدهم را به خود اختصاص داده است.

واژه‌ی Climate change در بین کلیدواژه‌ها بیشترین تکرار را داشته است و این نشان‌دهنده تأثیر زیاد تغییر اقلیم بر پدیده‌های سرمازدگی و یخبندان است. واژه‌های Frost، Phenology و Chilling از دیگر کلمات پرتکرار این مقالات بودند. پژوهش‌های مربوط به سرمازدگی و یخبندان می‌تواند نتایج ارزشمندی را برای دیگر محققین در این زمینه فراهم کند و موجب درک بهتری از روند تحقیقات باشد. با توجه به افزایش

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این پژوهش تحلیل بیلیومتریکی سرمازدگی و یخبندان موردبررسی قرار گرفت. این تحلیل می‌تواند در تشخیص الگوهای ارتباط علمی و تحلیل روابط بین آن‌ها مؤثر باشد. شناسایی متون علمی منتشرشده (نشریات، کتاب‌ها، نویسندگان و کلیدواژه‌ها) در زمینه سرمازدگی و یخبندان از نتایج این تحلیل است. از این تحلیل ۳۲۸ مقاله از پایگاه داده اسکوپوس استخراج شده که تحلیل هم‌نویسندگی، هم‌استنادی و هم‌روندی با کلیدواژه‌ها بر روی آن‌ها انجام شده است. این موضوع می‌تواند یک تصویر کلی از وضعیت جهان در زمینه سرمازدگی و یخبندان ارائه دهد. طبق نتایج به‌دست آمده ۷۹ درصد از تألیفات در قالب نشریات علمی و مقالات کنفرانسی و مروری بوده است. اولین مقاله در سال ۱۹۵۴ منتشر شده است. روند انتشار از سال ۲۰۱۴ به بعد افزایشی بوده و سال ۲۰۲۱ با ۲۴ مورد بیشترین تعداد

- Aleixandre-Tudo, J.L., Castelló-Cogollos, L., Alexandre, J.L. and Aleixandre-Benavent, R. 2019. Unravelling the scientific research on grape and wine phenolic compounds: a bibliometric study. *Scientometrics*. 119 (1): 119-147.
- Drepper, B., Bamps, B., Gobin, A. and et al. 2022. Strategies for managing spring frost risks in orchards: effectiveness and conditionality—a systematic review. *Environmental Evidence*. 11 (1):29.
- Dong, J., Chi, Y., Zou, D., Fu, C., Huang, Q. and Ni, M. 2014. Energy–environment–economy assessment of waste management systems from a life cycle perspective: Model development and case study. *Applied Energy*. 114: 400-408.
- Graczyk, D. and Szwed, M., 2020 Changes in the Occurrence of Late Spring Frost in Poland. *Agronomy*. 10 (11): 1835.
- Hu, Y. G., Zhao, C., Liu, P. F., Asante, E. A. and Li, P. P. 2016. Sprinkler irrigation system for tea frost protection and the application effect. *International Journal of Agricultural & Biological Engineering*. 9(5): 17-23.
- Jorenoosh, M. H. and Sepaskhah, A. R. 2018. Prediction of frost occurrence by estimating daily minimum temperature in semi-arid areas in Iran. *Iran Agricultural Research*. 37(1):19-32.
- Mao, G., Liu, X., Du, H., Zuo, J. and Wang, L. 2015. Way forward for alternative energy research: A bibliometric analysis during 1994–2013. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 48:276-286.
- Nolè, A., Rita, A., Ferrara, A.M.S. and et al. 2018. Effects of a large-scale late spring frost on a beech (*Fagus sylvatica* L.) dominated Mediterranean mountain forest derived from the spatio-temporal variations of NDVI. *Annals of Forest Science*. 75:83.
- Papagiannaki, K., Lagouvardos, K., Kotroni, V. and Papagiannakis, G. 2014. Agricultural losses related to frost events: use of the 850 hPa level temperature as an explanatory variable of the damage cost. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 14(9): 2375-2386.
- Rahaman M.S., Ansari K.M.N., Kumar H. and Shah K. 2021. Mapping and Visualizing Research Output on Global Solid Waste Management: A

رشد متون علمی در این زمینه، تجزیه و تحلیل آثار منتشرشده ضروری است.

این ارزیابی‌ها می‌تواند کیفیت آثار علمی و تحقیقات آتی را بهبود بخشد. همچنین بررسی انتشارات و سابقه تحقیقات نشان داد افت دمای ناگهانی و خارج از فصل سرما می‌تواند خسارات زیادی به تولیدات بخش کشاورزی وارد کند. عملکرد و کیفیت بسیاری از محصولات کشاورزی تحت تأثیر سرمازدگی قرار می‌گیرد. البته روش‌های مختلفی جهت محافظت از یخبندان موردبررسی قرار گرفته است و این تحقیقات نشان می‌دهد روش آبیاری بارانی در مزارع می‌تواند باعث کاهش سرمازدگی گیاهان و محافظت آن‌ها در برابر سرما شود. این روش یکی از روش‌های کم‌هزینه و بدون ایجاد آلودگی است. البته تخمین زمان وقوع سرمازدگی می‌تواند در کاهش خسارات وارده به بخش کشاورزی کمک کند. این مرور نشان داد که تخمین سرمازدگی با روش‌های داده محور کمتر موردتوجه قرار گرفته است. تحقیقات آتی در زمینه دقت برآوردها می‌تواند این شکاف را بهبود بخشد.

منابع

- خلیلی، ع. ۱۳۹۳. ارزیابی کمی و مدل‌سازی ریسک سرمازدگی بهاره محصولات زراعی و باغی در ایران. نشریه هواشناسی کشاورزی. ۲ (۱): ۱۷-۳۱.
- قربانی، خ. و ولی‌زاده، ا. ۱۳۹۳. بررسی تاریخ یخبندان‌ها و سرماهای مؤثر در کشاورزی تحت تأثیر تغییر اقلیم (مطالعه موردی: مشهد، تبریز و قزوین). نشریه پژوهش‌های حفاظت آب‌و‌خاک. ۲۱ (۴): ۱۹۷-۲۱۴.
- میان‌آبادی، آ.، موسوی بایگی، م.، ثنایی نژاد، ح. و نظامی، ا. ۱۳۸۸. بررسی و پهنه‌بندی یخبندان‌های زود هنگام پاییزه، دیر هنگام بهاره و زمستانه با استفاده از GIS در استان خراسان رضوی. مجله آب‌و‌خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۳ (۱): ۷۹-۹۰.
- Antonella, S., Facini, O. and Marletto, V. 2002. Micrometeorological test of microsprinklers for frost protection of fruit orchards in Northern Italy. *Physics and Chemistry of the Earth*. 27(27):1103-1107.

- Wang, Y., Lai, N., Zuo, J., Chen, G. and Du, H. 2016. Characteristics and trends of research on waste-to-energy incineration: A bibliometric analysis, 1999–2015. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 66: 95-104.
- Waylon, P. R., 1988. Statistical Analysis of Freezing Temperatures in Central and Southern Florida. *Journal of Climatology*. 8 (6): 607-628.
- Vitasse, Y. and Rebetez, M. 2018. Unprecedented risk of spring frost damage in Switzerland and Germany in 2017. *Climate Chang*. 149: 233-246.
- Zhang, Y. and Zeng, X. 2011. Frost protection using sprinkler in nursery. *Jilin Agricultural* 4. 226-232.
- Zhao, X., Zuo, J., Wu, G. and Huang, C. 2018. A bibliometric review of green building research 2000–2016. *Architectural Science Review*. 62(1) :74-88
- Bibliometric Review of Literature. *Science & Technology Libraries*. 41 (2): 174-202.
- Snyder, R. L. and de Melo-Abreu, J.P. 2005. Frost Protection: Fundamentals, Practice and Economics. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 2: 1-72.
- Suckling, P. W. 1988. Fluctuations of last spring-freeze dates in the Southeastern United States. *Physical Geography*. 7 (3): 239-245.
- Tsipouridis C., Thomidis T. and Xatzicharis, I. 2006. Effect of sprinkler irrigation system on air temperatures and use of chemicals to protect cherry and peach trees from early spring frost. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 46: 697-700.
- van Eck, N.J. and Waltman, L. 2010. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*. 84 (2): 523-538.

A Review of Research on Frost and Chilling from 1954 to 2022 (Bibliometric Analysis)

M. Abdollahi Fuzi¹, B. Bakhtiari^{*2} and K. Qaderi³

Abstract

Due to the rising climate change, chilling and frost have affected agricultural production in many areas. At the same time, frost also causes freezing in irrigation systems. In the last decade, frost usually occurred yearly in farming regions and affected the economy of farmers. A bibliometric analysis of these researches may provide the importance of this topic and future research trends. Bibliometric analysis is a rigorous method for analyzing large volumes of scientific data such as articles, books, reports, and related documents. It has been widely used to present the relations of research domains with quantitative methods. “Frost” and “chilling” were used as the keywords to reach the relevant publications. In this article, we used VOSviewer software for bibliometric analysis. We found 344 documents about the late spring frost. More than 79% of the publications were in the form of scientific journals and conference and review articles. The publication of articles showed a steep increase after 2014. The most publication was in 2021. The United States was the largest producer of scientific papers in the world. The highest-ranking journal was *Acta Horticulturae*, with 45 publications on frost and chilling. “Climate change,” with a total link strength of 56, appeared as the most frequent keyword, which had a solid link to “Frost,” “Phenology,” and “Chilling”.

Keywords: Bibliometric analysis, Chilling stress, Climate change, Frost, SNA

¹M. Sc. student in Water Resource Engineering, Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

² Associate Professor, Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran (* Corresponding Author Email: drbakhtiari@uk.ac.ir)

³Associate Professor, Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Received: 19 Nov 2022

Accepted: 24 Jan 2023