دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

"مقاله پژوهشی"

# بررسی اثر نمایه‌های هواشناختی بر تعداد کندوهای زنبور عسل در شش دهه اقلیمی اخیر

رضا نوروز ولاشدی[1] و حدیقه بهرامی پیچاقچی[2]

۱- استادیار هواشناسی کشاورزی، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران، (نویسنده مسوول: r.norooz@sanru.ac.ir)
۲- دانشجوی دکتری هواشناسی کشاورزی، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۲۹
صفحه: ۱۸۷ تا ۱۹۵

## چکیده مبسوط

**مقدمه و هدف:** نمایه‌های حدی هواشناختی ازجمله عوامل تأثیرگذار بر عملکرد محصولات مختلف کشاورزی و دامی هستند. با توجه به تغییرات آب و هوایی پیش‌رو، بررسی تأثیر نمایه‌های حدی هواشناختی بر تولیدات دامی در حال حاضر می‌تواند یک چالش مهم برای تولیدکنندگان باشد. بنابراین هدف این پژوهش تحلیلی هواشناختی بر روند تعداد کلنی‌های زنبور عسل ایران در سال‌های ۱۳۳۹ تا ۱۳۹۷ است.

**مواد و روش‌ها:** برای بررسی از آمار سری زمانی کندوی عسل در ایران و نمایه‌های هواشناختی دما و بارش از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد. نمایه‌های استاندارد هواشناختی بر مبنای اطلاعات و آمار ثبت شده روزانه در ایستگاه‌های هواشناسی حاصل می‌شود. جهت برآورد نمایه‌ها از نرم افزار R و بسته‌های مرتبط با آن استفاده شد. پس از بررسی کمی و کیفی آمار هواشناسی سری‌های زمانی مرتبط آماده شد. در نهایت نمایه‌های حرارتی و رطوبتی با جمعیت کلنی‌های زنبور عسل به روش‌های استاندارد مقایسه شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد تعداد کلنی‌های زنبورعسل تحت تأثیر نمایه‌های حدی هواشناختی است به طوری که بیشترین ضریب همبستگی به ترتیب بین تعداد کلنی زنبورعسل با شب‌های گرم (TN90p) برابر ۰/۸۴، (TN10p) شب‌های سرد و روزهای سرد (TX10p) برابر ۰/۸۱-، روزهای گرم (TX90p) برابر ۰/۷۹، طول مدت گرما (WSDI) برابر ۰/۷۵، تعداد روزهای با بارش خیلی سنگین (R20mm) برابر ۰/۶۶، مقدار سالانه بارش در روزهای تر (PRCPTOT) برابر ۰/۶۱ در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است. نتایج آزمون همگنی پتیت، نقطه جهش یا تغییر ناگهانی را در سال ۱۳۶۹ برای جمعیت کندوی زنبورعسل در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ ارائه داد. این نقطه جهش به‌صورت صعودی اتفاق افتاده است همچنین رابطه روند جمعیت کندوی زنبورعسل افزایشی، دارای ضریب تبین ($R^2$) برابر ۰/۹۸ است. به طور متوسط قریب به ۲ میلیون کندو در نیمه دوم آماری افزایش داشته است. بیشترین همخوانی (۰/۸۴) با افزایش تعداد شب‌های گرم در طول این ۶۰ سال بوده است. نمایه حدی هواشناختی شب‌های گرم (TN90p) از ۱۰ به ۲۰ روز و معادل ۱۰۰ درصد افزایش داشته است.

**نتیجه‌گیری:** در مجموع نتایج نشان داد تعداد کلنی‌های زنبورعسل تحت تأثیر نمایه‌های حدی هواشناختی هستند. همچنین نتایج حاصل از بررسی‌های مختلف روی میزان تأثیر گرمایش جهانی روی حشرات از جمله زنبورعسل نشان داده است که با نوسانات جزئی در دمای محیط تغییرات بسیار زیادی در رفتار و زندگی آنها ایجاد خواهد شد. به‌طوری‌که میزان فعالیت زاد و ولد، گرده افشانی، تنوع و پراکنش و حساسیت به عوامل بیماری‌زا و آفات آن‌ها تحت تأثیر قرار گرفته و در دراز مدت می‌تواند، منجر به تغییرات زیادی در جمعیت زنبورعسل شود. بنابراین جهت تقویت و حمایت نهادی و مالی از این بخش باید ضمن شناخت تنش‌های محیطی به ویژه خشکسالی که در آینده در حال رشد هستند، با بالابردن آگاهی زنبورداران، به آن ها کمک شود.

**واژه‌های کلیدی:** اقلیم، ایران، روند، زنبور، زنبورداری، عسل، کلنی

## مقدمه

تغییر اقلیم یک پدیده جهانی و چند وجهی است که به طور جدی بر توزیع و فراوانی طیف گسترده‌ای از اکوسیستم‌ها و موجودات از جمله گیاهان و گرده افشان‌ها تأثیر می‌گذارد. به طوری که دماهای گرمتر ممکن است مستقیماً از طریق تأثیرات بر بقا، چرخه زندگی، باروری و پراکندگی، و پویایی جمعیت گونه‌های حشرات تأثیر بگذارد (۱). تغییر آب و هوا بر حشرات گرده افشان، فعالیت و کارایی گرده افشانی آنها با کاهش قابل توجه زنبورها و تنوع زیستی تأثیر می‌گذارد علاوه بر این، همزیستی متقابل گیاهان و گرده افشان‌ها نیز ممکن است تحت تأثیر گرمایش جهانی قرار گیرد و در نتیجه ممکن است عدم تطابق زمانی بین همزیستی متقابل گیاهان و گرده افشان‌ها رخ دهد (۲،۳).

بیش از ۸۰ درصد گونه‌ی گل‌های وحشی و گیاهان کشت‌شده به شدت به گرده‌افشانی حشرات، عمدتاً زنبورها، وابسته هستند و دانشمندان ارزش خدمات اکوسیستم گرده‌افشانی حشرات را بیش از ۱۵۰ میلیارد یورو در سال در سراسر جهان تخمین زده‌اند. که مربوط به حدود ۹ درصد از کل ارزش اقتصادی محصولات کشاورزی برای مصرف انسان است (۲،۴). در میان گرده افشان‌ها، زنبورها گرده افشان‌های اولیه در اکثر اکوسیستم‌ها هستند. و زنبورهای عسل ( Apis mellifera L.) نقش کلیدی را به‌عنوان ارائه دهندگان خدمات گرده افشانی در حفظ تنوع زیستی گیاهی ایفا می‌کنند (۵،۶)، به‌طوری که طبق برآوردهای صورت گرفته، ارزش اقتصادی حاصل از دخالت زنبورعسل در گرده افشانی گیاهان ۹۰ برابر بیشتر از تولیدات مستقیم آن می‌باشد (۷)، علاوه بر این، زنبورهای عسل برای تولید محصولات زنبور عسل ضروری هستند. زنبورداری، کالاهای بازار (عسل، گرده گل، ژل رویال، بره موم، موم و غیره) و دام (گروه زنبورداری، زنبورهای بسته بندی شده، ملکه) را عرضه می‌کند. در حال حاضر مجموعاً ۹۲/۳ میلیون کندو در سراسر جهان ثبت شده است و تولید عسل در جهان حدود ۱/۸ میلیون تن است (۸). تغییرات آب و هوایی یک تهدید جدی برای زنبورهای عسل است، و به طور قابل توجهی بر سایر عوامل کاملاً مرتبط مانند بیماری‌ها، انگل‌ها، شکارچیان، پارازیتوئیدها، ویروس‌ها و استفاده از آفت کش ها تأثیر می‌گذارد. این مسائل عمیقاً بر رفتار، فیزیولوژی و توزیع زنبورهای عسل و به‌طور غیرمستقیم در دسترس بودن منابع تغذیه لازم برای بقا و توسعه کلنی تأثیر می‌گذارد. در این زمینه، شیوه‌های مدیریت زنبورداری برای حفظ سلامت کلنی‌های زنبور عسل، موفقیت زمستان‌گذرانی و بهره‌وری بسیار مهم است (۹،۱۱). گیاهان و جانوران عموماً به متغیرهای آب و هوایی واکنش متفاوتی نشان می‌دهند (۱۲،۱۳). در پژوهشی ورچلی و همکاران (۱۴) حلیل کیفی ادراک زنبورداران و سازگاری‌های مدیریت مزرعه با تأثیر تغییرات آب و هوا بر زنبورهای عسل را بررسی کردند. زنبورداران چندین عواقب

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-07 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.37.13.3 ]
[ DOI: 10.52547/rap.13.37.187 ]

مربوط به حوادث آب و هوایی شدید (تضعیف یا از بین رفتن کلنی‌ها، کمبود شهد، گرده، و عسل، کاهش یا کمبود عسل و سایر محصولات زنبور عسل، آلودگی بیشتر به واروآ، کاهش گرده افشانی) را گزارش کردند.

پایک و همکاران (۱۵) اثرات تغییر اقلیم بر روی فنولوژی و توزیع زنبورهای بامبل (bumble bees) و گیاهانی که از آنها گرده افشانی می‌کنند را بررسی کردند. بیان کردند به دلیل کاهش همزمانی بین زنبورهای بامبل و گلدهی جامعه، فراوانی زنبورهای بامبل در سال ۲۰۰۷ در مقایسه با سال ۱۹۷۴ کاهش یافته‌است. از این رو، تغییر آب و هوا در منطقه مورد مطالعه منجر به کاهش فراوانی و تغییر رو به بالا در توزیع برای زنبورهای بامبل و تغییر به سمت فصلی زودتر برای گلدهی گیاهان شده است.

سورویه و همکاران (۱۶) تغییرات آب و هوایی به کاهش گسترده زنبورهای بامبل در سراسر قاره‌ها کمک می‌کند. افزایش تناوب دمایی که بیش از تحمل‌های مشاهده شده تاریخی است، به توضیح کاهش گسترده گونه‌های زنبور عسل کمک می‌کند. این مکانیسم ممکن است به طور کلی به از دست دادن تنوع زیستی کمک کند.

شعمی (۱۷) شرایط بیوکلیمایی زمستانگذرانی کلنی‌های زنبورعسل در استان اصفهان را بررسی کردند. بهترین حد ارتفاعی برای زمستانگذرانی کلنی‌های زنبور عسل در استان اصفهان در مناطق کوهپایه‌ای است. نوروز ولاشدی و بهرامی پیچاقچی (۱۸) عوامل بیوکلیماتولوژی بر پیش‌بینی عملکرد زنبورعسل در شرایط تغییر اقلیم بررسی کردند نشان دادند که تغییر عملکرد زنبورعسل به طور عمده تحت تأثیر عوامل اقلیمی بوده است.

لو کونته و ناواجا (۱۹) تغییرات آب و هوا: تأثیر بر جمعیت زنبور عسل و بیماری‌ها نشان می‌دهد تغییرات محیطی تأثیر مستقیمی بر رشد زنبور عسل دارد. افزایش دمای بهار می‌تواند بر زمان گلدهی و دوره‌های پرواز گرده افشان تأثیر متفاوتی بگذارد و منجر به ناهمزمانی و کاهش گرده افشانی شود (۲۰). فلورس و همکاران (۱۰) تأثیر تغییر اقلیم بر کلنی‌های زنبور عسل در منطقه معتدل مدیترانه را مورد مطالعه قرار دادند. شرایط نامطلوب بر تکامل جمعیت زنبورها و ذخایر عسل و گرده به شکل معنی‌داری تأثیر گذاشت و استرس غذایی را برای زنبورها افزایش می‌دهد. همچنین بر طیف گرده و ویژگی‌های تجاری عسل تأثیر گذار است. گلچین و جلالی (۲۱) در تحقیقی ارتباط بین عناصر آب و هوایی و تولید عسل کندوهای بومی در شهرستان اهر با استفاده از روش های همبستگی و تحلیل رگرسیون مورد بررسی قرار دادند. مشخص شد که کندوهای بومی در مقایسه با کندوهای مدرن با تعداد بیشتری از عناصر اقلیمی در ارتباط بوده و کاملا تحت تأثیر شرایط آب و هوایی منطقه هستند.

کرسی (۲۲) در پژوهش خود تغییرات آب و هوایی را عامل نابودی جمعیت زنبورعسل بیان می‌کند. وی به بیان مسئله گرم شدن کره زمین و اثرات منفی آن بر زنبورعسل و طیف وسیعی از این حشرات گرده‌افشان بسیار مهم پرداخته است. بارتومئوس و همکاران (۲۳) تحقیقی در رابطه با ارتباط اقلیم با پیشرفت مراحل فنولوژی زنبورعسل و زنبورهای گرده‌افشان انجام داده‌اند. در این تحقیق یک تجزیه‌وتحلیل از تغییرات آب‌وهوا در ارتباط با فنولوژی زنبورعسل وحشی و حشرات گرده‌افشان مهم از گذشته‌های دور صورت گرفته است. با توجه به مطالعات صورت گرفته تاثیر متغیرهای اقلیمی بر تعداد و جمعیت زنبور عسل در ایران کمتر مورد توجه قرار گرفته است بنابراین هدف پژوهش جاری تحلیلی اقلیمی بر روند تغییرات تعداد کلنی‌های زنبورعسل ایران در سال‌های ۱۳۳۹ تا ۱۳۹۷ است.

## مواد و روش‌ها

محدوده مطالعاتی این پژوهش کل پهنه ایران است (شکل ۱). متوسط درازمدت بارش کشور حدود ۲۵۴ میلی‌متر است. بر اساس طبقه‌بندی دومارتن گسترش یافته از مساحت کل کشور، حدود ۳۶ درصد از آن دارای اقلیم فراخشک، ۲۹ درصد خشک بیابانی، ۲۰ درصد نیمه‌خشک و ۱۵ درصد اقلیم مدیترانه‌ای و بسیار مرطوب است. بر همین اساس، حدود ۶۵ درصد از کل مساحت کشور تحت پوشش اقلیم خشک قرار دارد (۲۴).

به‌منظور استخراج الگویی مناسب برای نمایه‌های حدی هواشناختی تأثیرگذار در تعداد کلنی زنبورعسل در ایران، اولین مرحله تعیین معیارهای اقلیمی مؤثر بر آمار تعداد کلنی زنبورعسل در ایران می‌باشد. بدین ترتیب آمار درازمدت شش دهه اقلیمی (https://data.irimo.ir)، نمایه‌های حدی هواشناختی در دوره ۱۳۹۷-۱۳۳۹ تهیه شد. در نهایت نمایه های اقلیمی معرف ایران در پهنه مطابق شکل یک در برنامه R تهیه، محاسبه و برآورد شد. همچنین آمار و اطلاعات تعداد کلنی زنبورعسل در ایران برای این دوره زمانی از سازمان فائو دریافت شد (۸). این منبع داده در مطالعات بسیاری برای بررسی زنبور عسل استفاده شده است (۲۵،۲۸). در مطالعه حاضر جهت تشخیص همگن بودن داده‌ها از آزمون همگنی داده‌ها بهره گرفته شده است و آزمون کولموگروف- اسمیرنف برای تائید یا رد نرمال بودن داده‌ها انجام شد. شاخص‌های بارش و دما که توسط گروه کارشناسی JCOMM / CLIVAR / CCI WMO به‌عنوان شاخص‌های حدی و شاخص‌های تغییرات آب و هوایی تعریف شده استفاده شد این شاخص‌های حدی (بر مبنای آمار روزانه دما و بارش ایستگاه هواشناسی مورد مطالعه) در محیط نرم‌افزار RclimDex برآورد می‌شود. نرم‌افزار RclimDex توسط بخش تحقیقات اقلیمی هواشناسی کانادا در محیط R1.84 تهیه شده که، منوط به نصب و راه‌اندازی زبان برنامه‌نویسی R است. پیش از ورود اطلاعات به این نرم‌افزار قبل از محاسبه شاخص‌ها، داده‌ها توسط نرم‌افزار کنترل کیفی شده و اطلاعات نادرست مانند بارندگی‌های منفی و یا بزرگ‌تر از حدود تعریف شده در مقیاس روزانه و همچنین دماهای کمینه و بیشینه از نظر کنترل و داده‌های پرت بررسی شد. لازم به ذکر است در ابتدا نزدیک به ۶۰ متغیر اقلیمی و هواشناسی نظیر دما، بارش، سرعت باد و تابش خورشید و ساعات آفتابی در مقیاس روزانه و ماهانه و نمایه‌های حدی خروجی نرم‌افزار RclimDex مورد آزمون قرار گرفت و در نهایت عوامل موثر مطابق جدول ۱ استخراج و ارائه شد. لازم به ذکر است در مورد شاخص‌های اقلیمی از داده‌های روزانه دما

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-07 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.37.13.3 ]
[ DOI: 10.52547/rap.13.37.187 ]

و بارش توسط نرم‌افزار RclimDex محاسبه شد. که از میان این شاخص‌ها، ۱۹ شاخص بارندگی و ۲۷ شاخص مربوط به دماست که برای منطقه مورد مطالعه در مقیاس‌های سالانه محاسبه شد. شاخص‌های حدی موردمطالعه شامل شاخص‌های حدی مبتنی بر صدک‌ها، شاخص‌های حدی مطلق شاخص‌های حد آستانه‌ای، شاخص‌های حدی دوره‌ای و سایر شاخص‌ها مانند دامنه تغییرات می‌باشند (۲۹). با توجه به تعدد شاخص‌ها در جدول ۱، متغیرهایی که مؤثر بر عملکرد زنبور بوده به جهت اختصار آورده شده است.

شکل ۱- محدوده و پراکنش ایستگاه‌های ثبت داده‌های اقلیمی (دما و بارش) در ایران جهت محاسبه نمایه‌های اقلیمی در RclimDex
Figure 1. Range and distribution of climate data recording stations (temperature and precipitation) in Iran to calculate climatic indices in RclimDex (https://data.irimo.ir)

جدول ۱-تعریف نمایه‌های حدی اقلیمی دما و بارش توصیه شده توسط گروه کارشناسی CLIVAR/CCl
Table 1. Definition of temperature and precipitation limit indicators recommended by the expert group CLIVAR/CCl

| ردیف | نمایه‌ها | معرفی نمایه‌ها | یکا |
|---|---|---|---|
| ۱ | تعداد روزهای یخی<br>Ice days (ID) | $<0^0$c دمای حداکثر روزانه | روز |
| ۲ | شب‌های سرد<br>Cold nights (TN10p) | درصد شب‌هایی که دمای حداقل کمتر از صدک دهم می‌باشد | روز |
| ۳ | شب‌های گرم<br>Warm nights (TN90p) | درصد شب‌هایی که دمای حداقل بیشتر از صدک ۹۰ام می‌باشد | روز |
| ۴ | روزهای سرد<br>Cold days (TX10p) | درصد روزهایی که دمای حداکثر کمتر از صدک دهم باشد | روز |
| ۵ | روزهای گرم<br>Warm days (TX90p) | درصد روزهایی که دمای حداکثر بیشتر از صدک ۹۰ام باشد | روز |
| ۶ | نمایه طول دوره گرما<br>Warm spell duration index (WSDI) | تعداد روزهای که حداقل شش روز متوالی دمای حداکثر بیشتر از صدک ۹۰ام باشد | روز |
| ۷ | مقدار سالانه بارندگی در روزهای مرطوب<br>Total wet day precipitation (PRCPTOT) | مجموع بارندگی در روزهایی که میزان بارندگی آن روز بیشتر یا مساوی ۱ میلیمتر باشد | میلی‌متر |
| ۸ | تعداد روزهای با بارش خیلی سنگین<br>Very heavy precipitation days (R20mm) | تعداد روزهایی که مقدار بارندگی روزانه مساوی یا بیشتر از ۲۰ میلی‌متر می‌باشد | روز |
| ۹ | شب‌های حاره‌ای<br>Tropical nights (TR20) | تعداد روزهایی که دمای حداقل شبانه روز بزرگتر از ۲۰ درجه سلسیوس باشد | روز |
| ۱۰ | دامنه تغییرات شبانه روزی دما<br>Diurnal temperature range (DTR) | دامنه تغییرات شبانه روزی دما تفاوت بین دمای حداقل و حداکثر روزانه می‌باشد | $^0$C |

لازم به ذکر است در ابتدا نمایه‌های حدی خروجی نرم‌افزار RclimDex مورد آزمون قرار گرفت. برای انجام عملیات آزمون رگرسیون، آزمون همگنی (Pettitts test)، تحلیل نقطه تغییر (CPA) و ضریب همبستگی اسپیرمن برای رسم جداول و نمودارها و نیز تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار XLSTAT استفاده شد. در این پژوهش برای بررسی روند تعداد کلنی زنبورعسل از تحلیل رگرسیون و همبستگی بین کلنی زنبورعسل و نمایه‌های اقلیمی از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شده است این روش‌ها توسط انصاری قوجقار و همکاران (۳۰) کاملاً شرح داده شده است.

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-07 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.37.13.3 ]
[ DOI: 10.52547/rap.13.37.187 ]

### ضریب همبستگی اسپیرمن

ضریب همبستگی اسپیرمن در اوایل دهه ۱۹۰۰ توسط چارلز اسپیرمن ارائه شد. ضریب همبستگی اسپیرمن که آن را با p نمایش داده می‌شود (رابطه ۱) همواره بین ۱+ و ۱− در نوسان است و از جمله شرایط استفاده از ضریب همبستگی اسپیرمن، این است که دو متغیر باید سطح‌های زیادی داشته باشند تا رتبه بندی افراد مفهوم پیدا کند و چنانچه تعداد سطح‌ها کم باشد، به دلیل این که تعداد زیادی از پارامترها در یک رتبه قرار می‌گیرند، محاسبه ضریب امکان پذیر نیست (۳۱).

$$p = 1 - \frac{6(\sum d_i^2)}{n(n^2-1)} \qquad (۱)$$

که در این معادله p: ضریب همبستگی اسپیرمن، n تعداد مشاهده‌ها و $\sum d_i^2$: مجموع مجذور تفاوت دو رتبه است.

### آزمون ناپارامتری پتیت

این آزمون توسط Pettitt (۱۹۷۹) ارائه شده است و در مکانی که در سری زمانی نقطه تغییر وجود داشته باشد، سری مورد نظر در آن مکان به دو جزء سری تقسیم می‌شود. در صورت معنی دار شدن نقطه شکست در سری مورد نظر، نسبت مقادیر میانگین اجزاء سری قبل و بعد از نقطه تغییر، برای تحلیل بزرگی شکست به کار گرفته می‌شود. برای سری‌های زمانی که نقطه شکست معنی دار را نشان نمی‌دهد، آزمون روند بر روی کل سری اعمال می‌شود. توصیف این آزمون و نحوه محاسبات آن در مطالعات نوروزی و همکاران (۳۲) پرداخته شده است.

## نتایج و بحث

در جدول ۲ خلاصه آما و اطلاعات تعداد کلنی زنبور عسل و نمایه های اقلیمی آورده شده است و همچنین پس از بررسی نتایج آزمون همبستگی، شاخص‌های اقلیمی که با تعداد کلنی زنبورعسل همخوانی بالایی داشته استخراج شد (جدول ۲). آن دسته از شاخص اقلیمی که دارای ضریب همبستگی خوب و دارای رابطه‌ی معنی‌دار با تعداد کلنی زنبورعسل بودند در جدول ۲ آورده شده است.

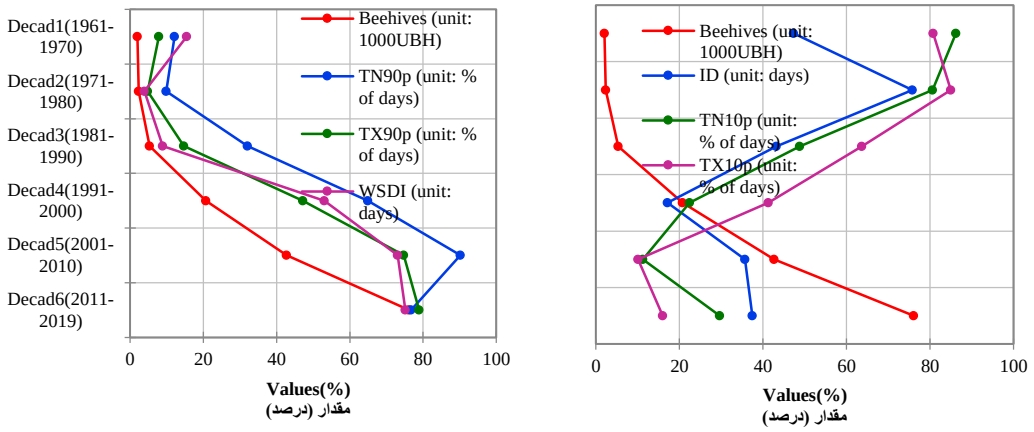
جدول ۲- خلاصه آمار و اطلاعات تعداد کلنی زنبور عسل و نمایه های اقلیمی، همچنین بررسی روابط همبستگی میان آن‌ها (تعداد کلنی زنبور عسل با نمایه‌های اقلیمی) از سال ۱۳۹۷-۱۳۳۹

Table 2. Summary of statistics and information on the number of beehives and climatic indices, as well as the study of correlation relationships between them (number of beehives with climatic indices) from 1961-2019

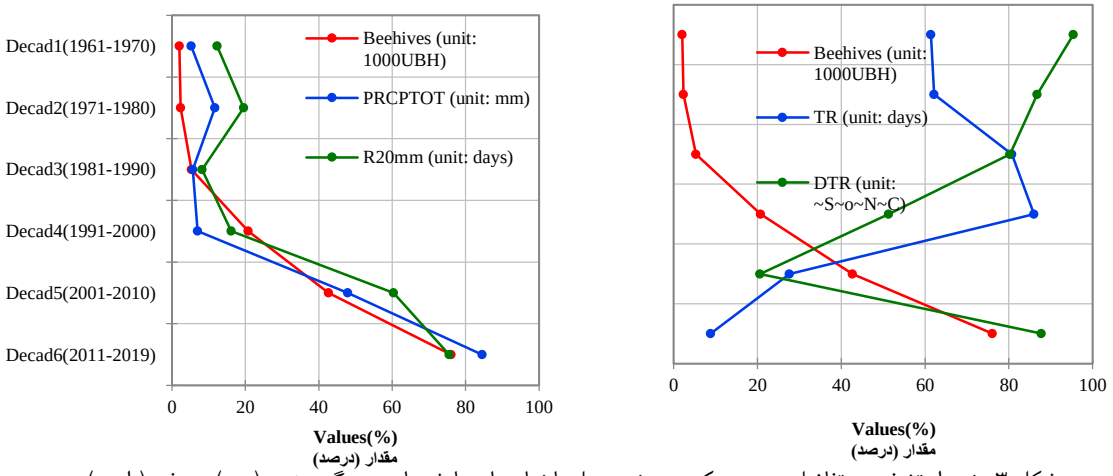
| متغیرها | کمینه | بیشینه | میانگین | انحراف معیار | همبستگی(اسپیرمن) Beehives | p-values |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Beehives (unit: 1000UBH) | ۴۳۴/۹ | ۵۵۸۵/۷ | ۱۶۷۰/۹ | ۱۴۲۰/۳ | ۱/۰۰ | ۰ |
| ID (unit: days) | ۷/۰ | ۱۴/۰ | ۱۰/۰ | ۱/۸ | −۰/۳۶ | ۰/۰۰۶ |
| TN10p (unit: % of days) | ۳/۸ | ۱۲/۴ | ۷/۷ | ۲/۷ | −۰/۸۱ | <۰/۰۰۰۱ |
| TN90p (unit: % of days) | ۷/۳ | ۲۱/۵ | ۱۴/۲ | ۵/۰ | ۰/۸۴ | <۰/۰۰۰۱ |
| TX10p (unit: % of days) | ۵/۷ | ۱۱/۵ | ۸/۶ | ۱/۹ | −۰/۸۱ | <۰/۰۰۰۱ |
| TX90p (unit: % of days) | ۸/۸ | ۱۸/۱ | ۱۲/۳ | ۳/۲ | ۰/۷۹ | <۰/۰۰۰۱ |
| WSDI (unit: days) | ۱/۸ | ۱۴/۰ | ۶/۴ | ۴/۱ | ۰/۷۵ | <۰/۰۰۰۱ |
| PRCPTOT (unit: mm) | ۲۳۴/۰ | ۵۶۱/۳ | ۳۲۴/۲ | ۱۱۴/۲ | ۰/۶۱ | <۰/۰۰۰۱ |
| R20mm (unit: days) | ۱/۳ | ۳/۳ | ۱/۹ | ۰/۶ | ۰/۶۶ | <۰/۰۰۰۱ |
| TR (unit: days) | ۲۰/۲ | ۴۹/۹/۹ | ۳۶/۳ | ۹/۱ | −۰/۵۲ | <۰/۰۰۰۱ |
| DTR (unit: ~S~o~N~C) | ۹/۳ | ۱۳/۳ | ۱۲/۱ | ۱/۳ | −۰/۳۶ | ۰/۰۰۶ |

با توجه به نتایج تحلیل همبستگی به‌ترتیب بیشترین ضریب همبستگی بین تعداد کلنی زنبورعسل با شب‌های گرم (TN90p) برابر ۰/۸۴، (TN10p) شب‌های سرد و روزهای سرد (TX10p) برابر ۰/۸۱−، روزهای گرم (TX90p) برابر ۰/۷۹، طول مدت گرما (WSDI) برابر ۰/۷۵، تعداد روزهای با بارش خیلی سنگین (R20mm) برابر ۰/۶۶، مقدار سالانه بارش در روزهای تر (PRCPTOT) برابر ۰/۶۱ و TR برابر ۵۲/− که در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار هستند و کمترین ضریب همبستگی مربوط به دامنه تغییرات شبانه‌روزی دما (DTR) و تعداد روزهای یخی (ID) برابر ۰/۳۶− که در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است. به‌طوری‌که TN10p، TX10p و TR دارای اثر معکوس بر روی تعداد کلنی زنبورعسل است یعنی هر چقدر مقدار این نمایه‌ها زیاد شود تأثیر منفی روی زنبورعسل دارد. TN90p، TX90p، WSDI، R20mm و PRCPTOT اثر مستقیم دارند هر چقدر مقدار این متغیرها زیاد شود اثر مثبت روی تعداد کلنی زنبورعسل دارند (شکل‌های ۲ و ۳).

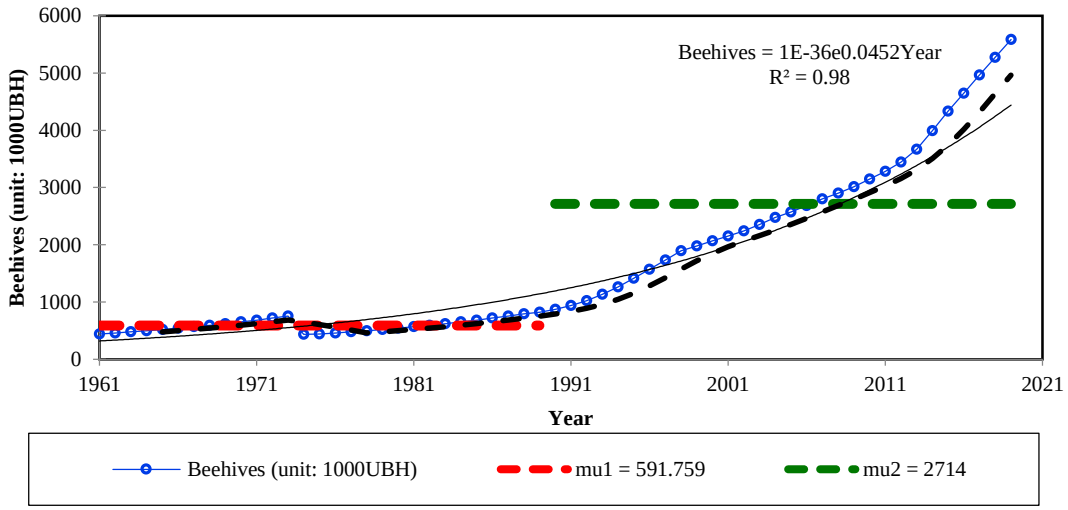
[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-07 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.37.13.3 ]
[ DOI: 10.52547/rap.13.37.187 ]




شکل ۲- نمودار تشخیص تفاضلی جمعیت کندوی زنبورعسل با نمایه‌های دمایی با همبستگی مثبت (چپ) و منفی (راست)
Figure 2. Diagram of differential diagnosis of beehive population with temperature indices with positive (left) and negative (right) correlation



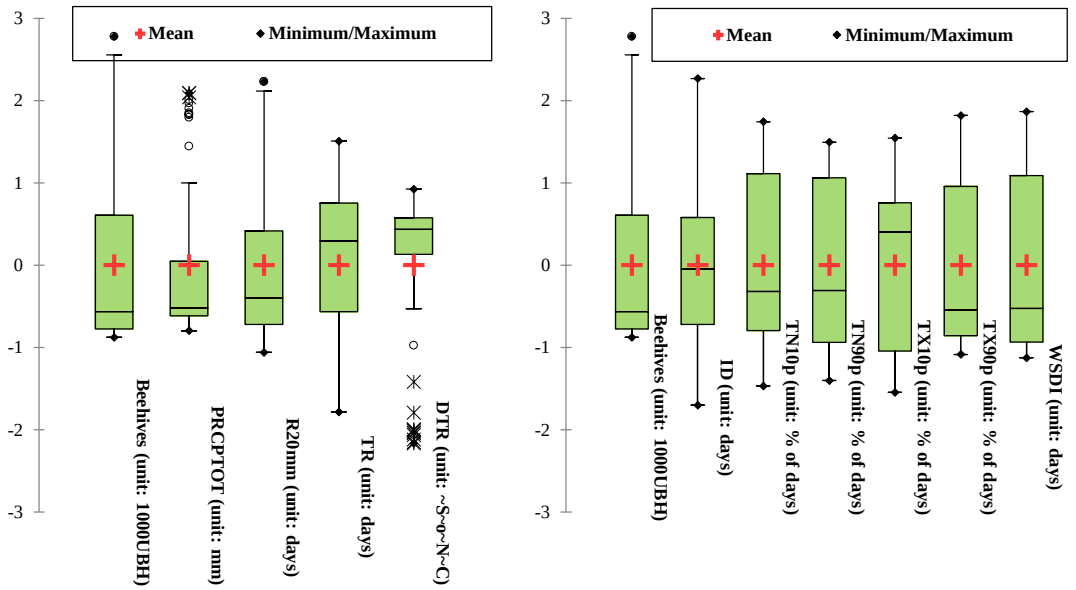

شکل ۳- نمودار تشخیص تفاضلی جمعیت کندوی زنبورعسل با نمایه‌های بارش با همبستگی مثبت (چپ) و منفی (راست)
Figure 3. Diagram of differential diagnosis of beehive population with precipitation indices with positive (left) and negative (right) correlations




شکل ۴- روند جمعیت کندوی زنبورعسل در شش دهه اقلیمی اخیر و اختلاف میانگین و نقطه تغییر در سری زمانی (خط‌چین سبز میانگین در پنجره زمانی دوم، خط چین قرمز میانگین پنجره زمانی ابتدایی، خط ممتد مدل برازش یافته به همراه رابطه مدل ریاضی تغییرات)
Figure 4. Beehive population trends in the last six climatic decades and the difference between the mean and the point of change in the time series

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-07 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.37.13.3 ]
[ DOI: 10.52547/rap.13.37.187 ]

شکل ۴ روند جمعیت کندوی زنبورعسل در شش دهه اقلیمی اخیر و اختلاف میانگین و نقطه تغییر در سری زمانی نشان می‌دهد. روند جمعیت کندوی زنبورعسل افزایشی، دارای $R^2 = 0.9748$ است. نتایج آزمون همگنی پتیت نقطه شکست یا تغییر ناگهانی را در سال ۱۳۶۹ برای جمعیت کندوی زنبورعسل در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ ارائه داد. این نقطه جهش به صورت صعودی اتفاق افتاده است. به طور کلی در طی دوره ۶۰ ساله اخیر، تولید محصولات کشاورزی جهان که مستقل از حشرات گرده افشان هستند دو برابر شده و تولید محصولات کشاورزی نیازمند به گرده افشانان به چهار برابر افزایش یافته است. این وضعیت نشان می‌دهد، در طول ۶۰ سال گذشته کشاورزی جهانی به طور فزاینده به گرده افشانان که مهمترین آن زنبورعسل است، وابسته‌تر شده است. نتایج تحلیل نقطه تغییر در سری زمانی تعداد کلونی‌های زنبور عسل از حدود ۶۰۰ هزار کندو به‌طور متوسط در قبل از دهه ۱۳۶۹ به حدود ۲ میلیون ۷۰۰ هزار کندو به بعد از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۷ رسیده است. مطابق نتایج آزمون و استخراج معادله روند و رابطه به دست آمده برای سال ۲۰۲۱ به ۹ میلیون کندو خواهد رسید.




شکل ۵- نمودار جعبه‌ای استاندارد شده آمار جمعیت کندوی زنبورعسل در مقایسه با نمایه‌های اقلیمی دما (راست) و بارش (چپ)
Figure 5. Standardized box diagram of beehive population statistics compared to climatic indices of temperature (right) and precipitation (left)

نتایج خروجی توزیع آماری بصورت نمودار جعبه‌ای در شکل ۵ از توزیع و همخوانی و یا عدم همخوانی نمایه‌های حدی در شش دهه اقلیمی نشان از همبستگی بالای آمار تعداد کلنی‌های زنبورعسل در کشور با شرایط اقلیمی دارد. لذا توجه به شرایط آب و هوایی پیش رو در مدیریت بهتر این صنعت و اقبال عمومی زنبورداران و تهیه مناسبات و نهاده‌های لازم می‌تواند کارگشا باشد.

طبق نتایج آزمون همبستگی، شاخص‌های اقلیمی با تعداد کلنی زنبورعسل همخوانی بالایی داشتند. این نتایج با نتایج نوروز ولاشدی و بهرامی پیچاقچی (۱۸) مطابقت دارد که تأثیر نمایه‌های اقلمی بر زنبورعسل در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است. همچنین با نتایج کریسی (۲۲)، بارتومئوس و همکاران (۲۳) همخوانی دارد. به طوری که تعداد کلنی زنبورعسل به طور عمده تحت تأثیر عوامل اقلیمی بوده است.

مشخص شد که از بین سایر عوامل دما یعنی (TN10p) شب‌های سرد و روزهای سرد (TX10p) برابر ۰/۸۱-، در رابطه با عملکرد محصول دارای اهمیت است که با نتایج تحقیق فلاح قالهری و همکاران (۳۳) مطابقت دارد. نشان دادند که از بین عوامل تأثیرگذار بر زنبور دما داری اهمیت بیشتری است. همچنین با نتایج پژوهش گلچین و جلالی که در سال ۲۰۱۳ انتشار یافت (۲۱)، همسو است که نشان دادند عناصر اقلیمی بر تولید زنبور عسل تأثیر گذار است. همچنین مطالعه با افزایش رخدادهای حدی درجه حرارت بالا و کاهش حدی سرما همراه می‌باشد که از عوامل عمده و مهم کاهش تعداد کلنی زنبور عسل در منطقه می‌باشد. این نتایج بررسی روند همسو با نتایج مطالعات دیگر (۳۴) می‌باشد که با بررسی اثر رویدادهای آب و هوایی بر عملکرد گندم در دوره زمانی مشخص اذعان داشتند که رویدادهای درجه حرارت بالا و بارش‌های حدی به طور معنی‌داری باعث کاهش عملکرد شده است. همچنین مطابق با نتایج کوزه‌گران و همکاران (۳۵) است که آنان نشان داد افزایش شاخص‌های حدی و کاهش شاخص‌های سرد باعث کاهش عملکرد زعفران می‌شود. در تحقیقی در فرانسه (۳۶) نتیجه گرفتند که شرایط حدی اقلیمی به شدت می‌تواند تولید محصولات کشاورزی را تحت تأثیر قرار دهد و باعث کاهش عملکرد محصولات شود.

## نتیجه‌گیری کلی

هدف این پژوهش تحلیل هواشناختی بر روند تغییرات تعداد کندوهای زنبورعسل و مبحث زنبورداری ایران در سال‌های

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-07 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.37.13.3 ]
[ DOI: 10.52547/rap.13.37.187 ]

۱۳۳۹ تا ۱۳۹۷ است. نتایج نشان داد تعداد کلنی‌های زنبورعسل تحت تأثیر نمایه‌های حدی هواشناختی است. همچنین نتایج حاصل از بررسی‌های مختلف روی میزان تأثیر گرمایش جهانی روی حشرات از جمله زنبورعسل نشان داده است که با نوسانات جزئی در دمای محیط تغییرات بسیار زیادی در رفتار و زندگی آنها ایجاد خواهد شد. بطوریکه میزان فعالیت زاد و ولد، گرده افشانی، تنوع و پراکنش و حساسیت به عوامل بیماریزا و آفات آنها تحت تأثیر قرار گرفته و در دراز مدت می‌تواند، منجر به تغییرات زیادی در جمعیت زنبورعسل شود. با عنایت به بررسی منابع مختلف مهمترین عوامل موثر در کاهش یا افزایش جمعیت کلنی های زنبورعسل عبارتند از: شایع شدن عارضه ریزش جمعیت کلنی های زنبورعسل، برخی از آفات و بیماری‌های مهم زنبورعسل خصوصا کنه واروآ، برخی از سموم آفت کش کشاورزی، خشکسالی‌های مداوم و کاهش پوشش گیاهی که منابع غذائی زنبورعسل می‌باشند، آلودگی هوا خصوصا پدیده ریزگردها در برخی از استانهای کشور، و نهایتا مدیریت غیر اصولی کلنی‌ها توسط زنبورداران است. در این میان با بررسی نمایه‌های مختلف هواشناختی شب‌های گرم (درصد شب‌هایی که دمای کمینه بیشتر از صدک ۹۰ام بوده است) و روزهای سرد (درصد روزهایی که دمای بیشینه کمتر از صدک دهم بوده است) به ترتیب بیشترین و کمترین (منفی) همبستگی (مثبت و منفی) را از نظر آماری با تعداد کلنی‌ها داشته است. بنابراین حمایت نهادی و مالی از این بخش باید تقویت شود و بهتر هدف‌گذاری شود تا به زنبورداران کمک شود تا با شناخت مسائل خاص ناشی از استرس‌های اقلیمی آتی کنار بیایند.

## منابع

1. Stange, E. and M. Ayres. 2010. Climate Change Impacts: Encyclopedia of Life Sciences. John Wiley & Sons: New York, NY, USA.
2. Reddy, P.R., A. Verghese and V.V. Rajan. 2012. Potential impact of climate change on honeybees (Apis spp.) and their pollination services. Pest Management in Horticultural Ecosystems, 18(2): 121-7.
3. Price, M.V., D.R. Campbell, N.M. Waser and A.K. 2008. Brody. Bridging the generation gap in plants: pollination, parental fecundity, and offspring demography. Ecology, 89(6): 1596-604.
4. Leonhardt, S.D., N. Gallai, L.A. Garibaldi, M. Kuhlmann and A.M. Klein. 2013. Economic gain, stability of pollination and bee diversity decrease from southern to northern Europe. Basic and Applied Ecology, 14(6): 461-71.
5. Neff, J., B. Simpson, J. LaSalle and I. Gauld. 1993. Hymenoptera and biodiversity. LaSalle, J, Gauld, ID, Eds, 143-67.
6. Larcher, F., C. Baldacchini, C. Ferracini, M. Vercelli, M. Ristorini, L. Battisti. 2021. Calfapietra. Nature-based solutions as tools for environmental and ecological monitoring in cities. Urban Services to Ecosystems; Springer Nature: Cham, Switzerland.
7. Mohammadi, P., J. Nazemi Rafie and J. Rostamzadeh. 2018. Evaluation of phylogenetic characteristics of Iranian honeybee (Apis mellifera meda) populations based on mitochondrial ND2 Gene. Research On Animal Production (Scientific and Research), 9(21): 93-104 (In Persian).
8. FAOSTAT. 2021. Food and Agriculture Data. Available online:http://wwwfaoorg/faostat (accessed on 4 December 2021).
9. Goulson, D., E. Nicholls, C. Botías and E.L. Rotheray. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. Science, 347(6229).
10. Flores, J.M., S. Gil-Lebrero, V. Gámiz, M.I. Rodríguez, M.A. Ortiz and F.J. Quiles. 2019. Effect of the climate change on honey bee colonies in a temperate Mediterranean zone assessed through remote hive weight monitoring system in conjunction with exhaustive colonies assessment. Science of the Total Environment, 653: 1111-9.
11. Varikou, K., K.M. Kasiotis, E. Bempelou, E. Manea-Karga, C. Anagnostopoulos, A. Charalampous, et al. 2020. A Pesticide Residues Insight on Honeybees, Bumblebees and Olive Oil after Pesticidal Applications against the Olive Fruit Fly Bactrocera oleae (Diptera: Tephritidae). Insects, 11(12): 855.
12. Forrest, J.R. and J.D. Thomson. 2011. An examination of synchrony between insect emergence and flowering in Rocky Mountain meadows. Ecological Monographs, 81(3): 469-91.
13. Rafferty, N.E. and A.R. Ives. 2011. Effects of experimental shifts in flowering phenology on plant–pollinator interactions. Ecology letters, 14(1): 69-74.
14. Vercelli, M., S. Novelli, P. Ferrazzi, G. Lentini, C.A. Ferracini. 2021. Qualitative analysis of beekeepers' perceptions and farm management adaptations to theimpact of climate change on honey bees. Insects, 12(3): 228.
15. Pyke, G.H., J.D. Thomson, D.W. Inouye, T.J. Miller. 2016. Effects of climate change on phenologies and distributions of bumble bees and the plants they visit. Ecosphere, 7(3): e01267.
16. Soroye, P., T. Newbold and J. Kerr. 2020. Climate change contributes to widespread declines among bumble bees across continents. Science, 367(6478): 685-688.
17. Shaemi, A. 2016. Survey of overwintering bioclimatic conditions of honey bee colonies in Isfahan province. Journal of Climate Research, 1395(25): 83-90.
18. Norooz Valashedi, R. and H. Bahrami Pichaghchi. 2019. Investigation of bioclimatology factors on prediction of honeybee performance in climate change conditions (Case Study: Shahindej). Research On Animal Production (Scientific and Research), 10(25): 120-8 (In Persian).

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-07 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.37.13.3 ]
[ DOI: 10.52547/rap.13.37.187 ]

19. Le Conte, Y. and M. Navajas. 2008. Climate change: impact on honey bee populations and diseases. Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties, 27(2): 499-510.
20. Willmer, P. 2014. Climate change: bees and orchids lose touch. Current Biology, 24(23): R1133-R5.
21. Golchin, M. and M. Jalali. 2013. Zoning Watershed for Artificial Recharge of Ground Water Using AHP and GIS Techniques. Geography and Planning, 17(45): 183-202.
22. Cressey, D. 2015. Climate change crushes bee populations. Nature News.
23. Bartomeus, I., J.S. Ascher, D. Wagner, B.N. Danforth, S. Colla, S. Kornbluth, et al. 2011. Climate-associated phenological advances in bee pollinators and bee-pollinated plants. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108(51): 20645-9.
24. Rahimi, J., M. Ebrahimpour and A. Khalili. 2013. Spatial changes of extended De Martonne climatic zones affected by climate change in Iran. Theoretical and applied climatology, 112(3): 409-18.
25. Herrera, C.M. 2020. Gradual replacement of wild bees by honeybees in flowers of the Mediterranean Basin over the last 50 years. Proceedings of the Royal Society B, 287(1921): 20192657.
26. Moritz, R.F. and S. 2016. Erler. Lost colonies found in a data mine: global honey trade but not pests or pesticides as a major cause of regional honeybee colony declines. Agriculture, Ecosystems & Environment, 216: 44-50.
27. Aizen, M.A. and L.D. Harder. 2009. Geographic variation in the growth of domesticated honey-bee stocks: Disease or economics? Communicative & integrative biology, 2(6): 464-6.
28. Aizen, M.A. and L.D. Harder. 2009. The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. Current biology, 19(11): 915-8.
29. Alexander, L.V., X. Zhang, T.C. Peterson, J. Caesar, B. Gleason, A. Klein Tank and et al. 2006. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 111(D5).
30. Ansari Ghojghar, M., S. Araghinejad, J. Bazrafshan and A. Hoorfar. 2020. Trend analysis of dusty days frequency and its correlation with climatic variables (Case Study: Lorestan Province). Iranian Journal of Soil and Water Research, 50(9): 2289-301 (In Persian).
31. Zare Chahouki, M. 2010. Data analysis in natural resources research using SPSS software. Academic, Tehran (In Persian).
32. Norouzi, A., M. Pajouhesh, K. Abdollahi and A. 2020. Esmali Ouri. Estimating thesuspended sediment load and evaluating the homogeneity and heterogeneity of water and sediment (Case Study: Kasilian watershed, Mazandaran). Iranian journal of Ecohydrology, 7(4): 1099-112 (In Persian).
33. Fallah Ghalhari, G., H. Ahmadi and M. Fakheri. 2016. Evaluate the climate calendar of beekeepers in West Azerbaijan province based on thermal conditions. Geographical Researches Quarterly Journal, 31(1): 13-30.
34. Powell, J. and S. 2016. Reinhard. Measuring the effects of extreme weather events on yields. Weather and Climate extremes, 12: 69-79.
35. kouzegaran, S. 2018. Modeling of the Saffron yield based on meteorological extreme events (Case study: Birjand). Journal of Saffron Research, 5(2): 217-29.
36. Van der Velde, M., F.N.Tubiello, A. Vrieling and F. Bouraoui. 2012. Impacts of extreme weather on wheat and maize in France: evaluating regional crop simulations against observed data. Climatic change, 113(3): 751-65.

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-07 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.37.13.3 ]
[ DOI: 10.52547/rap.13.37.187 ]

# Investigating the Effect of Climate Indices on the Number of Beehives in the Last Six Climatic Decades

**Reza Norooz Valashedi[1] and Hadigheh Bahrami Pichaghchi[2]**

1-Assistant Professor, Department of Water Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran, (Corresponding author: r.norooz@sanru.ac.ir)
2- PhD students, Department of Water Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 4 Februrary, 2022 Accepted: 20 August, 2022

**Extended Abstract**

**Introduction and Objective:** Meteorological indexes are among the factors affecting the yield of various agricultural and livestock products. Given the leading climate change, examining the impact of meteorological limit indices on livestock production can now be an important challenge for producers. Therefore, the purpose of this meteorological analysis is on the trend of Iran's beekeeping industry in the years 1960 to 2018.

**Material and Methods:** Spearman correlation coefficient was used to study the time series statistics of beehives in Iran and meteorological indices of temperature and precipitation. Standard meteorological indexes are obtained on the basis of daily information and statistics recorded at meteorological stations. R software and related packages were used to estimate the indexes. After quantitative and qualitative study of meteorological statistics, related time series were prepared. Finally, heat and humidity indices were compared with the population of bee colonies by standard methods.

**Results:** The results showed that the number of bee colonies was affected by meteorological indexes so that the highest correlation coefficient between the number of bee colonies with warm nights ($TN_{90p}$) was 0.84, ($TN_{10p}$) cold nights and cold days ($TX_{10p}$) was 81, respectively. 0-, hot days ($TX_{90p}$) equal to 0.79, heat duration (WSDI) equal to 0.75, number of days with very heavy rain (R20mm) equal to 0.66, annual amount of rain on wet days (PRCPTOT) equal to 0.61 is significant at the level of 0.05. The results of Petite homogeneity test showed a jump point or sudden change in 1990 for the beehive population at a significance level of 0.05. This jump point occurred upwards. Also, the population trend of the incremental bee hive has a coefficient of determination ($R^2$) of 0.98. An average of nearly 2 million hives increased statistically in the second half. The highest agreement (0.84) was with the increase in the number of hot nights during these 60 years. The meteorological index of hot nights (TN90p) has increased from 10 to 20 days and is equivalent to 100%.

**Conclusion:** Overall, the results showed that the number of bee colonies is affected by meteorological limit indices. Also, the results of various studies on the effect of Global Warming on insects, including bees, have shown that with small fluctuations in ambient temperature, there will be many changes in their behavior and life. In such a way that the rate of reproductive activity, pollination, diversity and distribution and susceptibility to pathogens and their pests are affected and in the long run, can lead to many changes in the bee population. Therefore, in order to strengthen, institutionalize, and support this sector, while recognizing the environmental tensions that are growing in the future, help beekeepers by raising their awareness.

**Keywords**: Bee, Beekeeping, Climate, Colony, Honey, Iran, Trend

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-07 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.37.13.3 ]
[ DOI: 10.52547/rap.13.37.187 ]