

## شناسایی مناطق آب و هوایی مناسب پرورش زنبور عسل استان اصفهان، با رویکرد ترکیبی منطق فازی و گرده شناسی

طیبه اکبری ازیرانی\*<sup>۲</sup>؛ احمد رضا محرابیان<sup>۱</sup>؛ پریسا اسدی<sup>۳</sup>

۱- استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۲- استادیار علوم گیاهی، گروه علوم و زیست فناوری گیاهی، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی،

تهران، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد آب و هواشناسی، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، تهران، ایران

(تاریخ دریافت ۰۰/۰۵/۱۱ - تاریخ پذیرش ۰۰/۱۱/۲۱)

### چکیده:

در نگاه سیستمی، عوامل متعددی در تناسب محیط زیست طبیعی برای صنعت زنبورداری نقش آفرینی دارد. در این پژوهش در ابتدا شناسایی مناطق مناسب سطح استان برای پرورش زنبور عسل بر اساس عناصر مختلف اقلیمی و جغرافیایی با استفاده از روش تحلیل فازی و روی هم گذاری فازی عناصر فیزیکی و انسانی موجود در سطح استان انجام، و مناطق مستعد پرورش زنبور عسل مشخص شد. سپس با نمونه گیری عسل در منطقه مورد مطالعه و تحلیل شیمیایی و گرده شناسی عسل (ملیسوپالینولوژی) تلاش شد تا با تلفیق نتایج حاصل از دو روش مناطق مستعد استان برای صنعت تولید عسل با کیفیت شناسایی شود. بر اساس نتایج تحلیل فازی، حدود ۸۵ درصد سطح استان برای زنبورداری و تولید عسل نامناسب است و تنها حدود ۱۴ درصد سطح این استان مناسب تشخیص داد شد. در مجموع مناطق مستعد صنعت پرورش زنبور و تولید عسل را می توان در حد وضعیت خوب برای ۸/۵ درصد و وضعیت متوسط برای حدود ۶ درصد سطح استان برآورد نمود. بر اساس نتایج تحلیل شیمیایی و گرده شناسی عسل از بین ۶۰ نمونه عسل ارسالی به آزمایشگاه تنها ۳۹ نمونه عسل همراه با گرده (عسل اصل) و بقیه تقلبی و بدون گرده شناسایی شد. تحلیل شیمیایی عسل نشان داد که نمونه های عسل مرغوب از چهار شهرستان استان شامل فریدون شهر، سمیرم، خوانسار و نجف آباد به دست آمد. نتایج این پژوهش نشان داد که در مناطق غربی استان در مجموع هم از دیدگاه تحلیل فازی و تحلیل گرده شناسی و شیمیایی مناسب برای سرمایه گذاری صنعت تولید عسل با کیفیت است. همچنین شهرستان سمیرم برای تولید عسل دارویی گون مناسب شناسایی شد.

**کلید واژگان:** تحلیل فازی، ملیسو پالینولوژی (گرده شناسی)، عسل تقلبی، صنعت پرورش زنبور عسل، ایران

## ۱. مقدمه

محیط زیست طبیعی استان اصفهان از نظر آب و هواشناسی، ژئومورفولوژی، خاکشناسی، زمین شناسی و پوشش گیاهی دارای شرایط متنوع است. بنابراین امکان حضور طیفی از موجودات زنده سازگار با شرایط محیط طبیعی هر بخش از استان را فراهم نموده است. در این میان پرورش زنبور عسل به لحاظ تنوع پوشش گیاهی طبیعی به ویژه گیاهان علفی، بوته ای و درختچه ای شهدزا از جمله خانواده گل سرخیان، بقولات و چتریان (Faizi et al., 2017) و پوشش گیاهی انسان ساخت همانند باغ ها و مزارع یکی از قطب های مهم پرورش زنبور عسل و تولید عسل کشور است. براساس آمارها، سال ۱۳۹۸ تعداد ۹۱۶۸۴۵ کلنی زنبور عسل در سطح استان اصفهان گزارش شده است. این تعداد کلنی در ۱۸ شهرستان و در قالب ۱۵ شرکت تعاونی پراکنده می باشد که شهرستان نجف آباد با ۴۰۱ بهره بردار بیشترین تعداد کلنی را در استان به خود اختصاص داده است در مجموع حدود ۴۵۲۲ نفر در استان اصفهان در این صنعت مشغول به پرورش زنبور عسل می باشند. بر پایه اطلاعات دریافتی از سازمان جهاد کشاورزی اصفهان، این استان در رده سوم تولید عسل در کشور جای گرفته است. همچنین گزارش های دریافتی از سازمان فوق اصفهان، در پایان سال ۱۳۹۹ هشت هزار تن عسل در استان تولید شده است. در سطح استان، نجف آباد بیشترین تولید عسل را به خود اختصاص داده است پس از این شهرستان، اصفهان، شهرضا، خمینی شهر و خوانسار در رده های بعدی قرار دارند (Tabaian, 2020). تولید عسل وابستگی زیادی به وضعیت طبیعت و میزان رشد گیاهان در رویشگاه های طبیعی دارد. به عنوان مثال، در سال های

خشکسالی میزان تولید کاهش پیدا می کند و در سال های پربارش، وضعیت رشد گیاهان نسبت به گذشته بهتر شده و به دنبال آن تولید عسل استان بیشتر بوده است (Tabaian, 2020). زنبورداری به عنوان یکی از فعالیت های مهم برای بهبود وضعیت اقتصادی و زیست محیطی به ویژه در کشورهای در حال توسعه مطرح است و برای راه اندازی این فعالیت نیاز به تهیه زمین و امکانات ویژه ای نیست (Ahmad et al., 2017). فاکتورهای محیطی از عوامل تاثیرگذار بر تنوع گونه های گیاهی و شهدزا هستند. استان اصفهان با داشتن ۳۰۰ گونه گیاه دارویی، صنعتی، خوراکی و ادویه ای جاذب زنبوران عسل، سطحی حدود ۹/۶ میلیون هکتار از عرصه های منابع طبیعی استان را به خود اختصاص داده است (Faizi et al., 2017).

روش گرده شناسی عسل (ملیسوپالینولوژی) با تعیین نوع گیاهانی که مورد استفاده زنبور عسل قرار گرفته است به عنوان روشی نوین برای بررسی مرغوبیت عسل و همچنین شناسایی گیاهان شهدزای هر منطقه به شمار می رود. با این روش، با بررسی گرده های گیاهی موجود در عسل می توان علاوه بر شناسایی کیفیت عسل در مورد مکان واقعی تولید عسل نیز اطمینان حاصل نمود (Akbari et al., 2021; Khansaritoreh et al., 2016). روش منطق فازی با در نظر گرفتن عوامل مختلف محیطی مؤثر در هر فعالیت نظیر ارتفاع، دسترسی به جاده و منابع آب و همچنین متغیرهای اقلیمی نظیر دما و رطوبت، برای مکان یابی فعالیت های مختلف در محیط طبیعی مورد استفاده قرار می گیرد (Hall and Arnberg, 2002). در مطالعه ای روش منطق فازی توانست مناطق مناسب پرورش زنبور عسل در مراتع

ایستگاه در پهنه استان در روش تحلیل فازی مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱). همچنین در بخش کرده‌شناسی عسل با توجه به عواملی از جمله تنوع چشمگیر پوشش گیاهی و اقلیم مناسب براساس همکاری زنبورداران، نمونه‌های عسل از ۱۳ شهرستان برای این مطالعه استفاده شد (جدول ۴). معیار نمونه‌برداری بر اساس حضور زنبورداران در سطح استان و همچنین پراکنش مناسب بر اساس صنعت زنبورداری استان با مشورت کارشناسان بخش دام و طیور سازمان جهاد کشاورزی استان در نظر گرفته شد. موقعیت استان و شهرستان‌های آن به همراه متوسط بارش بلند مدت استان در شکل ۱ نمایش داده شد (شکل ۱).

از نظر آب و هوایی بر اساس طبقه‌بندی با روش‌های آمبرژه، گوسن، کوپن و دومارتن، طیفی از آب و هوای خشک تا مرطوب و سرد در استان به چشم می‌خورد و طیفی وسیع از انواع پوشش گیاهی را می‌توان در استان انتظار داشت. این درحالی است که در انواع روش‌های پهنه‌بندی، بیشترین سهم مربوط به پهنه خشک و نیمه‌خشک استان است (Yaghmaei et al., 2009).

## ۲-۲. روش انجام تحقیق

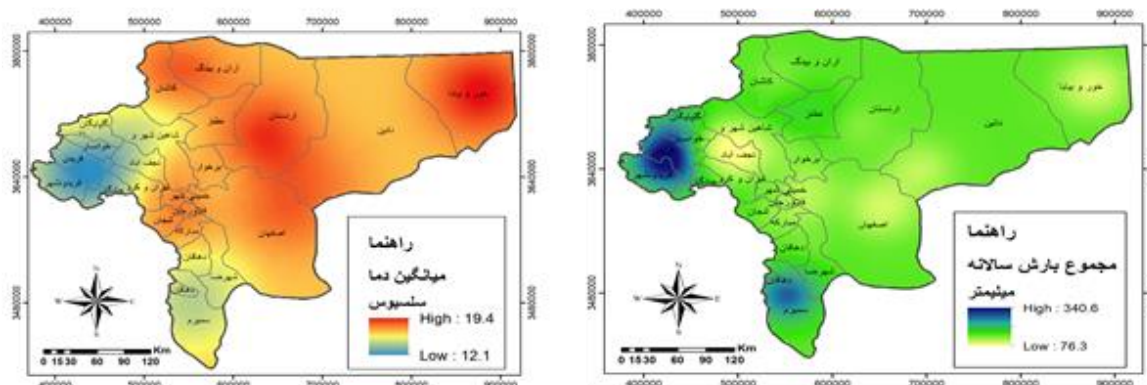
در راستای تحقق اهداف این پژوهش، دو مرحله در روش تحقیق باید اشاره شود. در مرحله اول با استفاده از داده‌های آب و هوایی، طبیعی و مکانی موجود در سطح استان از روش تحلیل فازی، برای شناسایی و مکان‌یابی مناطق مستعد زنبور عسل استفاده شد. سپس در مرحله دوم با نمونه‌گیری عسل با همکاری زنبورداران استان و سازمان جهاد کشاورزی و رویکرد کرده‌شناسی عسل و آنالیز عناصر فیزیکی و شیمیایی عسل با روش مقاومت مغناطیسی هسته‌ای (NMR)

واقع در استان سیستان و بلوچستان را نشان دهد (Gorgi et al., 2019). همچنین در پژوهشی دیگر از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای تعیین اولویت مکان‌های مناسب پرورش زنبور عسل به منظور بهره‌برداری پایدار از مراتع نیمه استپی قره‌آقچ سمیرم مورد استفاده قرار گرفت (Amiri et al., 2012). بررسی سابقه تحقیق نشان داد که تاکنون رویکرد ترکیبی کرده‌شناسی عسل و منطق فازی مکان‌یابی مناطق مناسب برای صنعت زنبورداری انجام نشده است. بنابراین این پژوهش با توجه به اهمیت محصول عسل در ایران و نقش صنعت زنبورداری و تولید عسل در استان اصفهان در تلاش است تا با رویکرد ترکیب کرده‌شناسی نمونه‌های عسل و همچنین روش فازی، مناطق مستعد پرورش زنبور عسل از نظر شرایط بهینه اقلیمی همراه با تولید عسل با کیفیت مرغوب و تک گلی (عسل دارویی) را شناسایی کند.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۲-۱. منطقه مورد مطالعه

استان اصفهان با وسعت ۱۰۶۱۷۹ کیلومترمربع، حدود ۶/۴۵ درصد از مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده است. این استان بین ۳۰ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۵ درجه طول شرقی در مرکز ایران واقع شده است. ارتفاع در منطقه مورد مطالعه از مقدار کمینه ۷۰۷ تا بیشینه ۴۳۵۰ متر از سطح دریا متغیر می‌باشد. شهر اصفهان با میانگین ارتفاع ۱۵۵۰ متر از سطح دریا در مرکز این استان و شامل ۲۶ شهرستان می‌باشد (Yaghmaei et al., 2009; www. irimet.ir) که آمار ۲۵ ساله برای ۲۳



شکل ۱- استان اصفهان به همراه میانگین بارش و دمای سالانه بر اساس آمار سازمان هواشناسی (۱۹۸۰-۲۰۰۵)

ارتفاع از سطح دریا، فاصله از منابع آب، پوشش گیاهی و درجه روزهای رشد در سطح استان مکان یابی انجام شد. در بخش یافته‌های تحقیق هریک از این عوامل در بخش خود به‌طور جداگانه در تحلیل فازی شرح داده خواهند شد.

#### ۲-۲-۱. درون‌یابی داده‌های ایستگاهی:

با توجه به اینکه داده‌های دریافتی از سازمان هواشناسی داده‌های ایستگاهی یا به‌عبارت دیگر نقطه‌ای هستند و هدف از این تحقیق بررسی شرایط مناسب زنبورداری در استان اصفهان است؛ در اولین مرحله داده‌های ایستگاهی با استفاده از روش کریگینگ درون‌یابی و به داده‌های پهنه‌ای تبدیل شدند. در تعیین ارزش یک نقطه تمامی نقاط مجاور و معلوم به‌طور یکسان موثر نیستند در نتیجه هر یک از نقاط به تناسب تأثیرشان بر ارزش نقطه مجهول دارای وزنی خواهند بود. برای مثال اگر مجموع نقاط ایستگاهی از یک گستره به‌صورت رابطه ۱ باشد برای

رابطه ۱)

$$S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$$

یک نقطه مثل  $q$  ارزش عنصری مانند بارش بر اساس ارزش نقاط اطراف و به‌صورت رابطه ۲ تعریف می‌گردد:

رابطه ۲)

کیفیت نمونه‌های عسل جمع‌آوری شده از سطح استان مورد بررسی قرار گرفت و اطلاعات این مرحله به‌عنوان مکملی برای مرحله اول در شناسایی بهترین مناطق استان در صنعت پرورش زنبور عسل و تولید عسل با کیفیت مرغوب استفاده شد.

#### ۲-۲-۱. مراحل مکان‌یابی به روش تحلیل فازی

مکان‌یابی یا پتانسیل‌یابی فرآیندی است که تمام ویژگی‌های عمده یک منطقه را جهت احداث یا ایجاد یک پدیده جدید مورد ارزیابی قرار می‌دهد. در مکان‌یابی باید تمامی داده‌ها به فرمت رستری تبدیل شود. بر اساس عوامل موثر در مکان‌یابی و تهیه موقعیت، برای هر ویژگی یک نقشه تهیه می‌شود که در برگیرنده پارامترهای مورد مطالعه هستند و برای هر نقشه یک متغیر تعریف می‌شود. در این پژوهش جهت انتخاب مکان‌های بهینه زنبورداری در استان اصفهان از روش‌های پهنه‌بندی فازی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش محدودکننده فائو استفاده شد. در روش فائو طبقات شایستگی (مراتب) برای توسعه کاربری‌های مختلف شامل چهار طبقه: خوب یا بدون محدودیت ( $S_1$ )، شایستگی متوسط یا محدودیت اندک ( $S_2$ )، شایستگی کم یا محدودیت زیاد ( $S_3$ ) و غیر شایسته ( $N$ ) تعریف می‌شود (FAO, 1991). بنابراین با در نظر گرفتن عناصر مختلف شامل دما، رطوبت نسبی، سرعت باد، فاصله از راه،

جدول ۱- نام ایستگاه‌های مورد مطالعه در استان اصفهان

ایستگاه	طول جغرافیایی (درجه شرقی)	عرض جغرافیایی (درجه شمالی)	ارتفاع (متر)
خوانسار	۵۰/۱	۳۳/۱	۲۳۰۰
فریدونشهر	۵۰/۶	۳۲/۵	۲۴۹۰
نجف آباد	۵۱/۲	۳۲/۳	۱۶۴۱
سمیرم	۵۱/۴	۳۱/۹	۲۲۷۴
اصفهان	۵۱/۷	۳۲/۷	۱۶۵۰
کاشان	۵۱/۴	۳۳/۹	۹۷۱
اصفهان فرودگاه	۵۱/۸	۳۲/۷	۱۵۴۳
خور و بیابانک	۵۵/۱	۳۳/۸	۸۴۵
کیوتر آباد	۵۱/۸	۳۲/۵	۱۵۴۵
اردستان	۵۲/۴	۳۳/۴	۱۲۵۵
داران	۵۰/۴	۳۲/۹	۲۲۹۰
گلپایگان	۵۰/۳	۳۳/۵	۱۸۷۱
نائین	۵۳/۱	۳۲/۹	۱۵۴۹
نطنز	۵۱/۹	۳۳/۵	۱۶۸۵
شهرضا	۵۱/۹	۳۲	۱۸۵۸

نتیجه شناخت شرایط درجه-روز رشد، به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های آب و هوایی تأثیرگذار بر رشد و بازده محصولات کشاورزی امری ضروری است (Zolfaghari et al., 2018). در این مرحله مقدار درجه روزهای رشد سالانه بر اساس دمای پایه ۸ درجه سلسیوس در ایستگاه‌های مورد مطالعه محاسبه شد و نتایج این مرحله نیز با استفاده از روش کریگینگ درون‌یابی شد. به‌طور معمول در ارزیابی کلی از اثر اقلیم و دما بر محصولات کشاورزی، دماهای ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درجه سلسیوس به‌عنوان دمای پایه در نظر گرفته می‌شود (FAO, 1991; Karing et al., 1999; Zolfaghari et al., 2018). در این پژوهش با استفاده از ایده اثر درجه-روز بر گیاهان کشاورزی، اثر این شاخص بر زنبورداری، با در نظر گرفتن دمای پایه ۸ درجه سلسیوس بررسی شد. به‌نحوی که در مکان‌هایی که مقدار درجه-روز سالانه بیش از دمای پایه ۸ درجه سلسیوس بیشتر باشد؛ زمان بیشتری برای فعالیت

$$f(q) = \sum_{i=1}^n w_i f(s_i)$$

در این رابطه  $w_i$  وزن‌های  $s_i$  است. این روش برای تعیین ارزش‌های نقاط مجهول به نام میانگین وزنی (موزون) موسوم است. روش کریگینگ برای داده‌هایی که پراکنش نامنظم دارند به‌کار می‌رود و روشی محلی-احتمالی، رسا، خطی، نا اریب و با واریانس کمینه در یک نقطه به‌شمار می‌آید (Asakereh, 2007).

#### ۲-۱-۲-۲. محاسبه درجه روزهای رشد (GDD)

یکی از شاخص‌های اقلیم کشاورزی که نقش مهمی در رشد گیاه دارد، پارامتر درجه-روز مورد نیاز گیاه است (Koocheki et al., 2006). شاخص درجه-روز رشد در مدیریت کشاورزی برای پیش‌بینی رشد گیاهان استفاده می‌شود. بر اساس این شاخص توسعه گیاه زمانی صورت می‌گیرد، که برای تعداد معینی روز، دما بیشتر از یک مقدار پایه باشد. در

بر اساس رابطه ۴، فاصله اقلیدسی دو بردار  $p$  و  $q$  برابر است با مجموع ریشه دوم اختلاف مختصات بردارها در دستگاه مختصات (Anton, 1994). در محیط نرم افزار ArcGis فاصله اقلیدسی از مرکز هر پیکسل تا مرکز پیکسل های اطراف محاسبه می شود.

۲-۲-۱-۴. معیار فازی سازی لایه ها

در منطق فازی، میزان ارزش یک عنصر در یک مجموعه، با مقداری در بازه یک (ارزش کامل) تا صفر (عدم ارزش کامل) تعریف می شود. درجه ارزش معمولاً با یک تابع ارزش بیان می شود که شکل تابع می تواند خطی یا غیرخطی باشد (Beheshtifar et al., 2010). در تحقیق حاضر از دو نوع تابع ارزش خطی و دوزنقه ای (غیر خطی) استفاده شده است.

الف) تابع ارزش خطی: این تابع دارای دو حالت مستقیم (مثبت) و معکوس (منفی) است. در روش مثبت مقادیر زیر کمینه فاقد ارزش هستند و در روش خطی منفی، مقادیر بالای بیشینه فاقد درجه ارزش هستند.

ب) تابع ارزش دوزنقه ای: در این نوع تابع از عملگر مقادیر بیشتر و کمتر از یک آستانه مشخص مقدار صفر دریافت می کنند.

با استفاده از این توابع لایه های فازی شده برای بررسی عوامل موثر بر زنبورداری تولید شد. در این لایه ها هر پیکسل بسته به مقدار شایستگی جهت فعالیت زنبورداری ارزشی بین صفر تا یک دریافت می کند (جدول ۲).

۲-۲-۱-۵. ترکیب لایه های فازی شده و طبقه بندی نقشه

نهایی

پس از مراحل فوق، به ترتیب لایه های فازی شده دما، رطوبت نسبی، سرعت باد، فاصله از راه، ارتفاع از سطح دریا، فاصله از منابع آب، پوشش گیاهی و درجه

زنبور عسل وجود دارد. در نتیجه این نواحی از شرایط حرارتی بهتری برای زنبورداری برخوردار هستند. انتخاب دمای پایه ۸ درجه سلسیوس بر این اساس است که در تحقیقات مختلف دمای بهینه فعالیت زنبور عسل بین ۲۰ تا ۲۶ درجه سلسیوس و مرز دمایی بین آغاز فعالیت زنبور عسل و عدم فعالیت آن دمای ۸ و ۳۹ درجه سلسیوس ذکر شده است (Amiri et al., 2012; Amiri and Sharif, 2012; Gorgi et al., 2019; Shahrestani, 2006; Salehizadeh et al., 2019). جهت محاسبه درجه-روزهای رشد از رابطه زیر استفاده می شود:

رابطه ۳

$$GDD = \sum_{i=1}^n \left( \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right) - T_{\text{base}}$$

در رابطه شماره ۳ GDD مقدار درجه-روز که طی  $n$  روز محاسبه شده است.  $T_{\max}$  حداکثر دما،  $T_{\min}$  حداقل دما،  $T_{\text{base}}$  دمای پایه بر حسب سلسیوس هستند و  $n$  تعداد روزها در یک زمان مشخص مثلاً یک سال است.

۲-۲-۱-۳. معیار فاصله

یکی از معیارهای موثر در انتخاب مناطق مناسب جهت زنبورداری، معیار فاصله از منابع آب و مسیرهای ارتباطی می باشد؛ بنابراین لازم است که فاصله نقاط تا منابع آب و مسیرهای ارتباطی محاسبه شود. جهت تحلیل فاصله در محیط GIS از روش فاصله اقلیدسی استفاده شد. فاصله اقلیدسی از رابطه ۴ قابل محاسبه است.

رابطه ۴

$$d(q, p) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - p_i)^2}$$

روزهای رشد، با استفاده از عملگرهای فازی ترکیب شده تا بهترین مناطق جهت پرورش زنبورعسل شناسایی شود. جهت ترکیب لایه‌ها پنج عملگر متداول اشتراک، اجتماع، ضرب، جمع و گاما استفاده شد (Beheshtifar et al., 2010). در مرحله پایانی نقشه حاصل از ترکیب لایه‌های فازی شده طبقه‌بندی و شایستگی نواحی مختلف استان اصفهان جهت زنبورداری مشخص گردید. برای تبدیل لایه نهایی از مقیاس فازی به غیرفازی دامنه اعداد به شرح جدول ۳ تعریف شد.

### ۲-۳. نمونه برداری عسل

در این پژوهش بر اساس تنوع جغرافیایی کلنی‌های زنبور عسل در استان اصفهان تعداد ۶۰ کندو را انتخاب کرده و از هر کندو حداقل ۳۰۰ گرم عسل در فصل تابستان نمونه‌برداری شد. تعداد نمونه‌ها با همکاری زنبورداران و بر این اساس که دست‌کم از هر منطقه استقرار کلنی‌های زنبورداران استان یک نمونه وجود داشته باشد. (جدول ۴). حدود ۱۰۰ گرم عسل برای گرده‌شناسی و ۲۰۰ گرم برای تحلیل شیمیایی عسل در شرایط دمایی نسبتاً خنک به محیط آزمایشگاه انتقال یافت. از روش Nuclear Magnetic Resonance (NMR) برای ارزیابی کیفیت عسل با اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی (Khasaritoreh et al., 2021) و از روش ملیسوپالینولوژی به‌عنوان روش مکمل بررسی فراوانی گیاهان منطقه چرای زنبور عسل و همچنین شناسایی عسل‌های اصل از عسل تقلبی استفاده شد.

### ۲-۳. استخراج گرده‌های گیاهی از نمونه‌های

### عسل

برای استخراج گرده‌ها، مقداری از نمونه‌های عسل در

آب مقطر داغ رقیق شده ریخته و به مدت چند دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ rpm سانتریفوژ شد. مایع بالایی که حاوی ذرات موم است، دور ریخته شده و نمونه‌ها جهت آگیری با اسید استیک گلاسیال شستشو داده شد. سپس برای حذف سلولز، دانه‌های گرده استولیز شدند. بدین روش که نمونه‌ها با محلول حاوی آنیدرید استیک  $(CH_3CO)_2O$  و اسید سولفوریک غلیظ  $(H_2SO_4)$  با نسبت ۹:۱ تیمار شدند (Erdtman, 1969) و در حمام آب جوش به مدت ۵ دقیقه قرار گرفت و پس از سانتریفوژ کردن با اسید گلاسیک شستشو داده شد. در نهایت مایع حاوی گرده‌ها در چند قطره گلیسیرین به‌حالت سوسپانسیون درآمد و برای مطالعه میکروسکوپی آماده شد.

### ۳. نتایج

به‌منظور مکان‌یابی مناطق بهینه پرورش زنبور و تولید عسل استان، ابتدا نتایج حاصل از فازی شدن هر یک از متغیرها و تحلیل فازی اشاره می‌شود:

#### ۳-۱. فازی‌سازی معیار میانگین دما

تغییرات میانگین دمای سالانه در سطح استان، در دوره (۱۹۸۰-۲۰۰۵) بین ۱۲/۱ تا ۱۹/۴ درجه سلسیوس بوده است. قسمت‌های غربی استان از جمله شهرستان‌های فریدونشهر، فریدن، خوانسار و چادگان خنک‌تر از قسمت‌های دیگر استان و شهرستان‌های اردستان در مرکز، آران و بیدگل و کاشان در شمال و خور و بیابانک در شرق استان اصفهان نیز گرم‌ترین مناطق بوده‌اند. میانگین دمای استان در دوره مطالعاتی ۱۶/۹ و انحراف معیار آن نیز ۱/۵ درجه سلسیوس بوده است. جدول ۲ نیاز حرارتی زنبور عسل جهت فعالیت و نوع عملگر مورد استفاده جهت

جدول ۲- کلاس های شایستگی برای تهیه نقشه مناطق مستعد پرورش زنبور عسل و عملگر مورد استفاده در روش

تحلیل فازی (منبع برگرفته از (Amiri and Sharif, 2012; Gorgi et al., 2019)

شایستگی نوع متغیر	خوب (S1)	متوسط (S2)	ضعیف (S3)	نامناسب (N)	نوع عملگر
میانگین دما (سلسیوس)	۲۰ تا ۲۶	۱۴ تا ۲۰ و ۲۶ تا ۳۲	۸ تا ۱۴ و ۳۲ تا ۳۹	کمتر از ۸ و بیشتر از ۳۹	دوزنقه ای
رطوبت نسبی	۳۱ تا ۶۰	کمتر از ۳۰	۸۰ تا ۶۰	بیشتر از ۸۰	دوزنقه ای
سرعت باد (کیلومتر بر ساعت)	کمتر از ۵	۵ تا ۱۰	۱۰ تا ۲۰	بیشتر از ۲۰	خطی معکوس
فاصله از راه (کیلومتر)	۰/۵ تا ۱	۱ تا ۵/۲	۵/۲ تا ۵/۳	بیشتر از ۵/۳	دوزنقه ای
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۵۰ تا ۸۰۰	۸۰۰ تا ۱۲۰۰	۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰	بیشتر از ۱۵۰۰	خطی معکوس
فاصله از منابع آب (کیلومتر)	۱ تا ۰	۳ تا ۱	۳ تا ۶	بیشتر از ۶	خطی معکوس

جدول ۳- مقادیر درجه ارزش فازی و کلاس شایستگی معادل برای آن ها بر اساس چارکها

کلاس شایستگی	خوب (S1)	متوسط (S2)	ضعیف (S3)	نامناسب (N)
ارزش فازی	۱ تا ۰/۷۵	۰/۷۵ تا ۰/۵	۰/۵ تا ۰/۲۵	۰ تا ۰/۲۵

درجه سلسیوس درجه ارزش صفر دریافت می کنند.

### ۳-۲. فازی سازی معیار درجه روزهای رشد

برای محاسبه ارزش فازی شاخص درجه-روز رشد، نیاز به حداقل و حداکثر دمای سالانه استان است که بر اساس آن حداقل دمای سالانه استان اصفهان بین ۵/۹ تا ۱۰/۳ درجه سلسیوس متغیر است. توزیع حداکثر دمای سالانه در سطح استان بین ۱۷/۷ تا ۲۵/۶ درجه سلسیوس است. میانگین حداقل دمای سالانه در سطح استان اصفهان ۸/۵ و انحراف معیار آن ۱ درجه سلسیوس و میانگین حداکثر دمای سالانه نیز ۲۲/۸ و انحراف معیار آن ۱/۴ درجه سلسیوس بوده است. با در نظر گرفتن دمای پایه، ۸ درجه سلسیوس جهت محاسبه معیار درجه روزهای رشد، بدیهی است که در هر نقطه ای که مقدار درجه-روز سالانه بیشتر از ۸ درجه باشد شرایط حرارتی برای فعالیت زنبور عسل مناسب تر است. در نتیجه جهت فازی سازی لایه درجه-روز رشد از عملگر خطی مستقیم استفاده شده است. نتیجه استفاده از این عملگر باعث می شود که نواحی دارای بیشترین مقدار

فازی سازی لایه میانگین دما را ارائه کرده است. با توجه به نتایج حاصل، بهترین مقدار دما جهت فعالیت زنبور عسل دمای ۲۰ تا ۲۶ درجه سلسیوس است. از دمای ۲۰ تا ۸ و ۲۶ تا ۳۹ زنبور عسل به فعالیت خود ادامه می دهد اما به تدریج با نزدیک شدن به مقدار دمای ۸ یا ۳۹ درجه از کیفیت فعالیت آن کاسته می شود. دمای ۸ و ۳۹ درجه آستانه های فعالیت زنبور عسل محسوب می شوند در نتیجه در دمای کمتر از ۸ و بیشتر از ۳۹ درجه سلسیوس زنبورها از کندو خارج نمی شوند و فعالیت آن ها متوقف می شود (Amiri et al., 2012; Amiri and Sharif, 2012; Gorgi et al., 2019; Shahrestani, 2006; Salehizadeh, 2019). با توجه به شرایط حرارتی مورد نیاز زنبور عسل، تابع مناسب جهت فازی سازی لایه میانگین دما تابع دوزنقه ای است. با استفاده از این تابع دماهای ۲۰ تا ۲۶ درجه ارزش ۱ دریافت می کنند. از دمای ۲۰ تا ۸ درجه سلسیوس و ۲۶ تا ۳۹ درجه سلسیوس مقدار درجه ارزش به تدریج کاهش می یابد و دماهای کمتر از ۸ و بیشتر از ۳۹



جدول ۴- مشخصات نمونه‌های عسل ارسال شده به آزمایشگاه برای تحلیل شیمیایی و گرده‌شناسی

محل جمع آوری نمونه	تعداد نمونه عسل
اصفهان	۲
خوانسار	۱۵
خور و بیابانک	۲
اردستان	۱
داران	۳
گلپایگان	۳
نائین	۱
نطنز	۵
شهرضا	۱
سمیرم	۸
کاشان	۳
نجف آباد	۳
فریدون شهر	۱۳
جمع	۶۰

رطوبت‌نسبی در سطح استان بین ۳۳/۲ تا ۳۶/۸ درصد متغیر است. میانگین رطوبت‌نسبی استان در دوره مطالعاتی ۳۴/۹ و انحراف معیار آن ۰/۸۵ درصد بوده است. نیاز رطوبتی زنبور عسل در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه نتایج بهترین شرایط فعالیت زنبورعسل در رطوبت‌نسبی ۳۱ تا ۶۰ درصد قرار دارد و در رطوبت بالای ۸۰ درصد فعالیت آن‌ها متوقف می‌شود. در نتیجه تمامی سطح استان اصفهان از نظر شرایط رطوبتی در طبقه S1 قرار می‌گیرد. با این وجود جهت انتخاب بهترین نقاط از یک تابع ذرنقهای استفاده شد. تعریف چنین تابعی سبب می‌شود که تغییرات مقدار ارزش رطوبت‌نسبی در سطح استان در دامنه‌ای از اعداد بسیار نزدیک به ۱ متغیر باشد. در نتیجه در عین حال که مقدار ارزش در سطح استان متغیر است همچنان همه مناطق در محدود S1 قرار دارند. نقشه ارزش فازی معیار رطوبت‌نسبی در سطح استان اصفهان، نشان داد که مقدار ارزش معیار رطوبت در سطح این استان بین ۰/۹ تا ۱ است. در نتیجه در کل استان اصفهان، معیار

درجه روز دارای بیشترین مقدار ارزش و نواحی دارای کمترین مقدار درجه روز دارای کمترین مقدار ارزش باشند. حداقل مقدار درجه روز در این استان ۱۲۵۶/۴۸ و حداکثر مقدار آن ۴۳۲۰/۵۳ است. به‌طور کلی مقدار درجه-روز در سطح استان اصفهان از غرب به شرق افزایش می‌یابد. کمترین مقادیر در غرب استان، در شهرستان‌های فریدن، فریدونشهر، خوانسار و چادگان دیده می‌شود و بیشترین مقادیر نیز در شهرستان‌های اردستان و خور و بیابانک قابل مشاهده است. متوسط مقدار درجه روز در سطح استان ۳۱۳۶/۲ و انحراف معیار آن ۶۲۰/۶ است.

### ۳-۳. فازی‌سازی معیار رطوبت‌نسبی

بر اساس میانگین سالانه رطوبت‌نسبی استان اصفهان نواحی غربی این استان از رطوبت‌نسبی بیشتری نسبت به نواحی مرکزی و شرقی برخوردار هستند. کمترین مقادیر رطوبت‌نسبی نیز در نواحی مرکزی استان، در شهرستان‌های اردستان، نائین و شمال شرق شهرستان اصفهان دیده می‌شود. مقدار

رطوبت نسبی از مطلوبیت و شایستگی بالایی جهت زنبورداری برخوردار است. بیشترین مقادیر ارزش فازی رطوبت نسبی در غرب استان به خصوص شهرستان‌های فریدن و چادگان دیده می‌شود و کمترین مقادیر نیز شهرستان‌های اردستان، نائین و شمال شرق اصفهان قرار دارد.

### ۳-۴. فازی سازی معیار سرعت باد

سرعت باد سالانه در سطح استان اصفهان بین ۷/۷ تا ۱۰/۹ کیلومتر بر ساعت در تغییر است. کمترین مقدار سرعت باد در شهرستان‌های خور و بیابانک، آران و بیدگل، کاشان، خمینی‌شهر و فلاورجان دیده شد. بیشترین سرعت باد در طول دوره مورد بررسی نیز در شهرستان‌های شاهین شهر، اردستان و نائین مشاهده شد. میانگین سرعت باد در سطح استان اصفهان ۹/۴ و انحراف معیار آن نیز ۰/۵ کیلومتر بر ساعت بوده است. بهترین مقدار سرعت باد جهت فعالیت زنبور عسل، سرعت کمتر از ۵ کیلومتر بر ساعت است. از ۵ تا ۲۰ کیلومتر بر ساعت از میزان فعالیت زنبورها کاسته شده و در سرعت‌های بیشتر از ۲۰ کیلومتر بر ساعت فعالیت آن‌ها متوقف می‌شود (Gorgi et al., 2019; Shahrestani, 2006). در نتیجه یک عملگر خطی معکوس با دو حد آستانه ۵ برای بیشترین مقدار ارزش و ۲۰ برای کمترین مقدار ارزش در نظر گرفته شد. ارزش فازی سرعت باد در سطح استان اصفهان از درجه مقدار ۰/۶ تا ۰/۸ برخوردار است که شرایط نسبتاً مطلوبی را نشان می‌دهد.

### ۳-۵. معیار شبکه آب‌های سطحی

بر اساس شبکه آب‌های سطحی استان اصفهان، جریان‌های سطحی دائمی استان عموماً در نیمه غربی قرار دارند. این رودهای دائمی عمدتاً از ارتفاعات غربی

و جنوب غربی استان به سمت نواحی کم ارتفاع‌تر داخلی استان جریان دارند. در نیمه شرقی و قسمت‌های شمالی استان اصفهان جریان‌های سطحی عموماً غیر دائمی هستند و به ندرت جریان‌های دائمی دیده می‌شوند (Faizi et al., 2017). با توجه به جدول ۱ بهترین فاصله از منابع آب جهت زنبورداری فاصله تا ۱ کیلومتر است (Gorgi et al., 2019; Amiri and Sharif, 2012). از ۱ کیلومتر تا ۶ کیلومتر کیفیت معیار فاصله کاهش می‌یابد و در فاصله بیشتر از ۶ کیلومتر محدودیت‌های جدی ایجاد می‌شود (Gorgi et al., 2019; Shahrestani, 2006). در نتیجه یک تابع خطی معکوس با دو حد آستانه ۱ کیلومتر برای بیشترین مقدار ارزش و ۶ کیلومتر برای کمترین مقدار ارزش، تابعی مناسب جهت فازی‌سازی لایه فاصله از منابع آب است (جدول ۲).

برای فاصله از منابع آب سطحی تنها جریان‌های دائمی در نظر گرفته شد؛ چرا که جریان‌های غیردائمی به واسطه ماهیت فصلی یا اتفاقی منابع پایداری محسوب نمی‌شوند. به عبارت دیگر جریان‌های غیردائمی در برخی مواقع در دسترس و در برخی مواقع خارج از دسترس هستند در نتیجه فاصله از جریان‌های دائمی محاسبه شد. بنابراین استان اصفهان از نظر فاصله، از جریان‌های آب دائمی به نیمه غربی و شرقی تقسیم می‌شود. در نیمه غربی به واسطه وجود مناطق کوهستانی و رودهای دائمی به‌طور مشهودی مقدار فاصله از منابع آب کمتر از نیمه شرقی استان است. در نیمه شرقی و شمالی استان نیز به واسطه ماهیت بیابانی و نیمه‌بیابانی فاصله از منابع آب سطحی دائمی افزایش داشته است. ارزش فازی فاصله از منابع آب در سطح استان بین صفر تا

۱ متغیر است. مناطق دارای مطلوبیت بالا عمدتاً در نیمه غربی استان قرار داشته و طبیعتاً محدود به مناطق مجاور رودهای دائمی هستند. در نیمه شرقی استان تنها در بخش محدودی از شهرستان خور و بیابانک مطلوبیت بالا قابل مشاهده است.

### ۳-۶. فازی سازی معیار دسترسی به راه

تراکم خطوط ارتباطی در نیمه غربی استان بیش از نیمه شرقی است. در نیمه شرقی تراکم مسیرهای ارتباطی به سرعت کم می شود و به سمت قسمت های شمالی استان این کاهش مسیرهای ارتباطی افزایش بیشتری نیز دارد. با توجه به تراکم خطوط ارتباطی در نیمه غربی استان، فاصله از راه در نیمه غربی به طور مشخصی کمتر از نیمه شرقی است. در نیمه شرقی با توجه به تراکم کمتر مسیرهای ارتباطی فاصله از شبکه راه نیز افزایش یافته است. جدول ۲ شایستگی مقدار فاصله از راه های ارتباطی را نشان می دهد. بر اساس نتایج فاصله ۰/۵ تا ۱ کیلومتر بیشترین مقدار ارزش را دریافت می کند. در مناطق با فاصله ۱ تا ۳/۵ کیلومتر مقدار ارزش به تدریج کاهش می یابد. نواحی با فاصله کمتر از ۰/۵ و بیشتر از ۳/۵ نیز ارزش صفر دریافت کردند (Gorgi et al., 2019; Shahrestani, 2006). با در نظر گرفتن شرایط شایستگی که برای فاصله از جاده، تعریف شد تابع مناسب جهت فازی سازی این معیار یک تابع دوزنقه ای است. در نیمه غربی استان تراکم بیشتر شبکه راه ها باعث شد تا نواحی دارای ارزش فازی بالا و شایستگی بالا نسبت به نواحی شرقی بیشتر و متراکم تر باشند. در نیمه شرقی و نواحی شمالی نیز مقدار نواحی دارای ارزش صفر به طور محسوسی نسبت به نواحی غربی استان افزایش داشته است.

### ۳-۷. معیار پوشش گیاهی

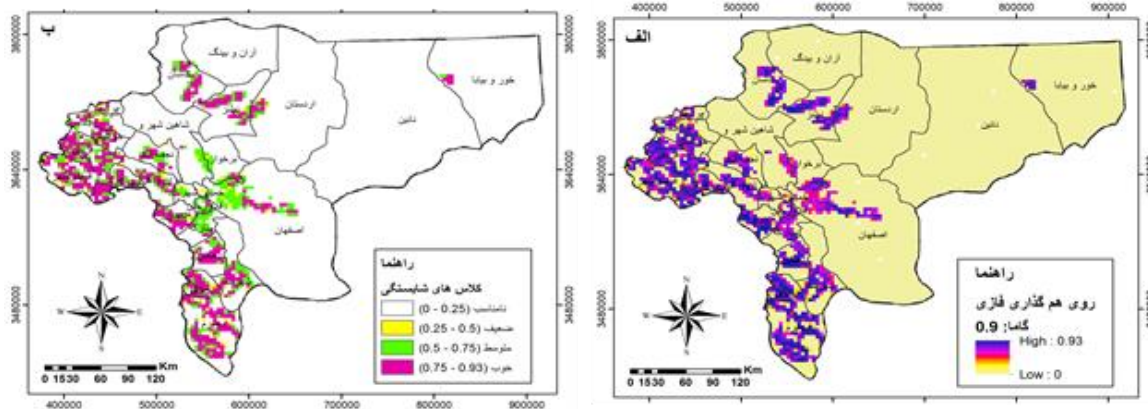
نقشه سازندهای پوشش گیاهی استان اصفهان نشان می دهد که ۱۴ سازند گیاهی در استان اصفهان وجود دارد (جدول ۵). این سازندها شامل: ۱- جنگل های خشک درختچه ای: در این سازند پوشش غالب شامل درختچه های بادام، افرا، زالزالک و زرشک می باشند. این سازند در شهرستان های فریدونشهر و سمیرم دیده می شود ۲- نیمه استپی سرد- گونی: چهره این سازند بوته ای با محوریت انواع گون است. این سازند در غرب و جنوب غربی استان دیده می شود. ۳- سازند نیمه استپی معتدل- درمنه کوهی: این سازند بوته ای با محوریت درمنه کوهی است. که در شهرستان های سمیرم، دهاقان، شهرضا، فریدن، خوانسار، گلپایگان، میمه، کاشان، نطنز، اردستان و غرب نائین بیشتر در مناطق کوهستانی دیده می شود. ۴- مرتفع معتدل- درمنه کوهی: این سازند با سیمای بوته ای و بالشتکی مناطق بیش از ۲۸۰۰ متری از سطح دریا در ارتفاعات کرکس در نطنز و کاشان، غرب میمه، شرق خوانسار و فریدن، جنوب شهرضا و شرق سمیرم را در بر می گیرد. ۵- سازند مرتفع سرد گون- دافنه ای: این سازند با سیمای بوته ای- درختچه ای مناطق با ارتفاع بیش از ۲۷۰۰ متر از سطح دریا در غرب استان در خوانسار، فریدن، چادگان، فریدونشهر و جنوب غربی استان در شهرستان سمیرم و دهاقان را در بر می گیرد. گونه های مهم این سازند انواع گون و دافنه می باشد. ۶- درمنه دشتی- استپی: این سازند با محوریت درمنه دشتی و استپی بیشتر اراضی دشتی با کوه ها و تپه ای کم ارتفاع در شرق شهرستان گلپایگان، شاهین شهر و میمه، نطنز، کاشان، اردستان، اصفهان، نجف آباد، شرق تیران، فلاورجان، مبارکه، شهرضا و غرب دهاقان را در بر

اطراف شاهین‌شهر و میمه، نطنز، کاشان، اصفهان، نجف‌آباد، غرب تیران، فلاورجان، مبارکه، شهرضا و غرب نائین را در بر می‌گیرد. ۱۲- سازند مناطق مرتفع جنگلی ارس: این سازند در غرب و جنوب‌غربی استان مناطق کوهستانی و بیشتر صخره‌ای شهرستان‌های سمیرم و فریدونشهر را در بر می‌گیرد. سیمای آن جنگلی با گونه غالب درخت ارس است. ۱۳- سازند گیاهان ماندابی: این سازند مناطق مردابی و دارای گیاهان ماندابی در نقاط مختلف استان مثل حاشیه و داخل چشمه‌ها، رودخانه‌ها و کویرها را در بر می‌گیرد. گیاهان این سازند آب‌دوست هستند. ۱۴- سازند نیمه بیابانی نمک‌زارها (بدون پوشش گیاهی): محدودیت شوری و قلیایی شدید، مناطق نیمه بیابانی شرق و شمال آران و بیدگل در حاشیه دریاچه نمک، شمال و شرق اردستان کویر دق سرخ، کویر مرکزی ایران در شمال اردستان و خور و بیابانک و اطراف گاوخونی را شامل می‌شود (Faizi et al., 2017). جدول ۵ مقدار شایستگی هر یک از سازندهای موجود در استان برای فعالیت زنبورداری را نشان می‌دهد. براساس مقدار ارزش فازی، پوشش گیاهی استان اصفهان در هیچ قسمتی از استان به مقدار ۱ نرسیده است. با این وجود نیمه غربی استان به‌طور کلی از مطلوبیت بیشتری نسبت به نیمه شرقی برخوردار است. این موضوع به دلیل وجود سازندهای جنگل‌های خشک درختچه‌ای، گونی و درمنه‌ای در این نواحی از استان اصفهان است.

### ۳-۸. فازی سازی معیار ارتفاع از سطح دریا

توزیع مکانی ارتفاع در سطح استان اصفهان بین ۵۹۱ تا ۴۴۰۷ متر متغیر است. به‌طور کلی ارتفاع از غرب به شرق و از جنوب‌غرب به شمال شرق کاهش

می‌گیرد. ۷- درمنه دشتی-قیچی: این سازند با سیمای بوته‌ای-درختچه‌ای با گونه‌های غالب درمنه دشتی و قیچ و گاهی شوره، در اراضی کوه‌های کم ارتفاع، تپه‌ها و مناطق دشتی قرار می‌گیرد. این سازند شهرستان‌های آران و بیدگل، شرق نطنز، بادرود، شرق اردستان، نائین انارک، خور و بیابانک و مقدار کمی اطراف اصفهان تا جنوب شرقی شهرضا و جنوب نائین را در شامل می‌شود. ۸- سازند جنگل‌های خشک بلوط- بلوط ایرانی: سیمای این سازند جنگلی، با گونه گیاهی غالب درختی بلوط ایرانی است که در محدوده شهرستان‌های سمیرم و فریدونشهر قابل مشاهده است. ۹- گیاهان شورپسند: سازند نیمه بیابانی گیاهان شورپسند در خاک‌های شور و با ایستایی به نسبت بالا، حاشیه کویرهای اطراف گاوخونی تا شرق شهرستان اصفهان، حاشیه دق سرخ، حاشیه دریاچه نمک و کویر مرکزی در شمال اردستان، جندق، خور، مهرجان، گودجیگارک در خور و بیابانک را در بر می‌گیرد. ۱۰- سازند گیاهان شن دوست: این سازند نقاط دارای تپه‌های شنی روان و تثبیت شده، شامل مناطق نیمه بیابانی شرق آران و بیدگل، بادرود، اردستان، اطراف دق سرخ، شمال انارک تا چوپانان، اطراف مصر در خور و بیابانک و غرب گاوخونی در شرق اصفهان با گیاهان شن دوست سیستم ریشه‌ای گسترده می‌باشد. ۱۱- سازند استپی آسمان- درمنه دشتی: این سازند با محوریت گیاه آسمانی و درمنه دشتی در اراضی کم شیب و دشتی با بافت سنگین با کمی شوری، بیشتر حاشیه مزارع، روستا، شهرها، قنوات و جاهایی که با تأثیرگذاری انسانی به‌نحوی دست‌خورده



شکل ۲- (الف) لایه روی هم گذاری فازی و (ب) پهنه بندی نواحی مطلوب جهت زنبورداری

کمترین مقدار ارزش است (جدول ۲). مقدار ارزش عضویت فازی ارتفاع در سطح استان از صفر تا ۱ متغیر است. به طور کلی نیمه شرقی و شمالی استان که از ارتفاع کمتری برخوردار است، درجه عضویت بالاتری دریافت کرده و از مطلوبیت بیشتری برخوردار است. در نیمه غربی و جنوب استان اصفهان نیز با افزایش ارتفاع درجه عضویت فازی کاهش پیدا کرده و در قسمت‌های کوهستانی نیز این مقدار به صفر می‌رسد.

### ۳-۹. روی هم گذاری فازی و انتخاب نواحی شایسته

نتایج مربوط به روی هم گذاری لایه‌های فازی شده با مقدار گاما ۰/۹ در شکل ۲ الف ارائه شده است. علاوه بر این در شکل ۲ ب، پهنه بندی استان اصفهان به لحاظ شایستگی جهت فعالیت زنبورداری نیز قابل مشاهده است. مساحت هریک از کلاس‌های شایستگی نیز در جدول ۴ ارائه شده است. بر اساس نتایج ارزش فازی حاصل از تلفیق لایه‌ها در سطح استان بین صفر تا ۰/۹۳ است. نواحی دارای شایستگی خوب ۹۰۵۶ کیلومتر مربع از استان اصفهان را شامل می‌شود که معادل با ۸/۵۲ درصد از سطح استان است. این نواحی در شهرستان‌های خور و بیابانک، اردستان، نطنز، کاشان، شاهین‌شهر و

می‌یابد. نواحی شرقی و شمالی استان عمدتاً مناطق کم ارتفاع استان را شامل می‌شوند و قسمت‌های غربی و جنوب غربی بخش‌های کوهستانی استان هستند. علاوه بر این یک محور کوهستانی با امتداد شمال غربی-جنوب شرقی از جنوب شهرستان کاشان تا جنوب غرب نائین گسترده شده است. متوسط ارتفاع در سطح استان ۱۵۶۷ و انحراف معیار آن ۶۰۶ متر است (Pakzad et al., 2013). شرایط ارتفاعی مناسب جهت فعالیت زنبور عسل در جدول ۲ ارائه شده است. که بر اساس آن ارتفاع بین ۵۰ تا ۸۰۰ متر بهترین شرایط ارتفاعی جهت فعالیت زنبور عسل است. از ارتفاع ۸۰۰ تا ۱۵۰۰ متر مقدار شایستگی کاسته می‌شود و در ارتفاعات بیش از ۱۵۰۰ متر محدودیت‌های جدی برای فعالیت آن‌ها فراهم می‌شود (Gorgi et al., 2019; Shahrestani, 2006). دامنه تغییرات ارتفاع نقاط مختلف استان اصفهان از ۵۹۱ تا ۴۴۰۷ متر است. در نتیجه کم ارتفاع‌ترین مناطق استان در طبقه S1 از نظر شایستگی قرار می‌گیرند. دامنه ارتفاعی استان اصفهان باعث می‌شود تا استفاده از یک تابع خطی معکوس برای محاسبه مقدار ارزش ارتفاع امکان پذیر باشد. در این تابع ارتفاع ۸۰۰ متر در سطح استان، آستانه بیشترین مقدار و ارتفاع ۱۵۰۰ متر آستانه

جدول ۵ - جذابیت سازندهای پوشش گیاهی استان اصفهان برای زنبور عسل (برگرفته از منابع: Faizi et al., 2017; Gorgi et al., 2019)

نوع جذابیت		میزان جذابیت					سازند گیاهی
۱	۲	۳	۴	۵	۶		
*					*	(۱) جنگل‌های خشک و درختچه ای	
		*			*	(۲) نیمه استپی سرد - گونی	
	*				*	(۳) سازند نیمه استپی معتدل - درمنه کوهی	
	*				*	(۴) مرتفع معتدل - درمنه کوهی	
		*		*		(۵) سازند مرتفع سرد گون - دافنه ای	
	*			*		(۶) درمنه دشتی - استپی	
	*			*		(۷) درمنه دشتی - قیچی	
	*			*		(۸) سازند جنگل‌های خشک بلوط - بلوط ایرانی	
		*		*		(۹) گیاهان شورپسند	
		*		*		(۱۰) سازند گیاهان شن دوست	
			*			(۱۱) سازند استپی آسمان - درمنه دشتی	
			*			(۱۲) سازند مناطق مرتفع جنگلی ارس	
			*			(۱۳) سازند گیاهان ماندابی	
			*			(۱۴) سازند نیمه بیابانی نمکزارها (بدون پوشش گیاهی)	

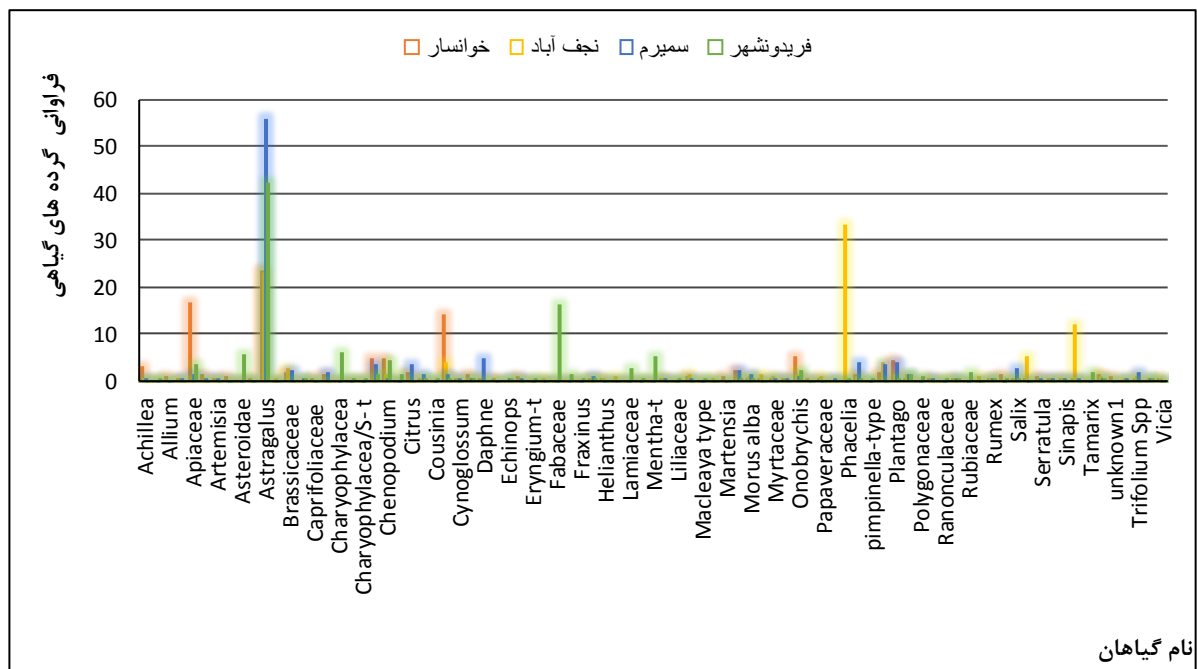
درصد از سطح استان را شامل می‌شود. این نواحی در شهرستان‌های اردستان، نطنز، شاهین شهر و میمه، گلپایگان، خوانسار، فریدن، فریدونشهر، چادگان، نجف‌آباد، تیران و کرون، فلاورجان، لنجان، برخوار، اصفهان، مبارکه، دهقان، شهرضا، سمیرم و خمینی‌شهر قرار دارند. بر این اساس، ۱۴/۶ درصد از سطح استان اصفهان دارای شایستگی خوب تا متوسط با ترکیب گیاهی شامل سازندهای نیمه استپی سرد - گونی، نیمه استپی سرد - گونی، مرتفع معتدل - درمنه کوهی، درمنه دشتی - استپی و ۰/۸۴ درصد جهت زنبورداری ضعیف است. علاوه بر این ۸۴/۵۵ درصد از این استان دارای شرایط نامناسب جهت این فعالیت اقتصادی است. بیشترین تراکم

میمه، گلپایگان، خوانسار، فریدن، فریدونشهر، چادگان، نجف‌آباد، تیران و کرون، فلاورجان، لنجان، برخوار، اصفهان، مبارکه، دهقان، شهرضا و سمیرم قرار دارند.

نواحی دارای شایستگی متوسط، ۶۴۶۴ کیلومتر مربع معادل با ۶/۰۸ درصد از سطح استان را شامل می‌شوند که در شهرستان‌های خور و بیابانک، اردستان، نطنز، کاشان، شاهین‌شهر و میمه، گلپایگان، خوانسار، فریدن، فریدونشهر، چادگان، نجف‌آباد، تیران و کرون، فلاورجان، لنجان، برخوار، اصفهان، مبارکه، دهقان، شهرضا، سمیرم، آران و بیدگل و خمینی‌شهر قرار دارند. نواحی دارای مطلوبیت ضعیف ۸۹۶ کیلومتر مربع معادل با ۰/۸۴

جدول ۴- مساحت کلاس های شایستگی جهت زنبورداری در سطح استان اصفهان شامل همه اراضی

کلاس شایستگی	مساحت به کیلومتر مربع	مساحت به درصد
خوب	۹۰۵۶	۸/۵۲
متوسط	۶۴۶۴	۶/۰۸
ضعیف	۸۹۶	۰/۸۴
نامناسب	۸۹۸۴۰	۸۴/۵۵

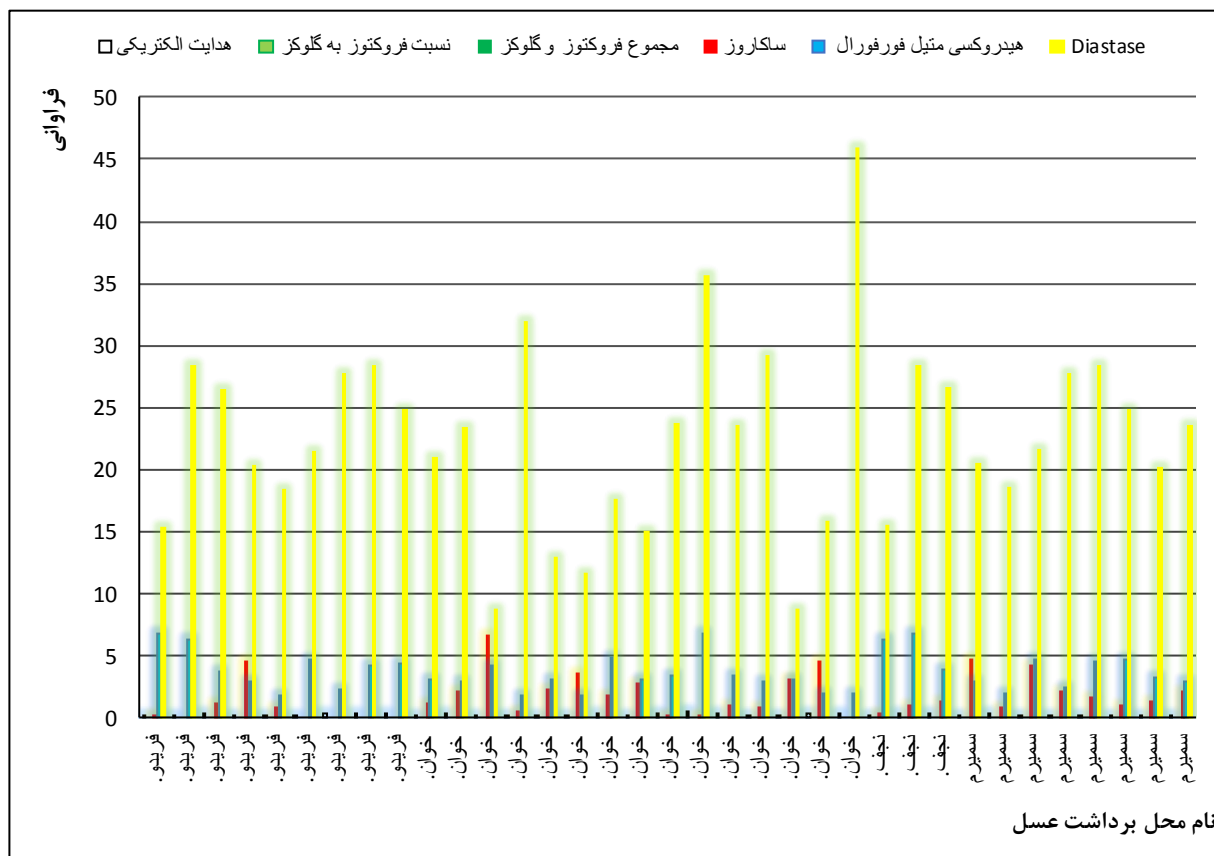


شکل ۳- فرآوانی گرده های گیاهی در نمونه های عسل

قرار دارند (Tabaian, 2020). بنابراین به نظر می رسد بخش هایی از غرب و جنوب غربی استان نظیر گلپایگان، فریدن، فریدونشهر، تیران و کرون، چادگان، لنجان، مبارکه، دهاقان، سمیرم، فلاورجان، برخوار و شاهین شهر و همچنین بخش هایی از کاشان، نطنز، اردستان و خور و بیابانک نیز به لحاظ عوامل طبیعی نظیر دمای هوا، رطوبت، پوشش گیاهی، ارتفاع و دسترسی به جاده می توانند برای استقرار کندو و سرمایه گذاری جهت صنعت پرورش زنبور و تولید عسل مناسب باشند (شکل ۲ ب).

### ۱۰-۳. گرده شناسی و خصوصیات فیزیکی و

نواحی دارای سطح شایستگی خوب منطبق بر مناطق مرتفع و شهرستان های نیمه غربی و جنوب غربی استان اصفهان نظیر گلپایگان، خوانسار، فریدن، فریدونشهر، نجف آباد، چادگان، تیران و کرون، لنجان، مبارکه، دهاقان، شهرضا، سمیرم، خمینی شهر، فلاورجان، و بخش هایی از شهرستان اصفهان و شاهین شهر و بخش کوچکی از شهرستان های شمالی نظیر کاشان، نطنز و اردستان و شهرستان های شرقی نظیر خورو بیابانک هستند. در حالی که بر اساس آمار سال ۱۳۹۹ در سطح استان، نجف آباد بیشترین تولید عسل را به خود اختصاص داده و پس از این شهرستان، اصفهان، شهرضا، خمینی شهر و خوانسار در رده های بعدی



شکل ۴- نتایج تحلیل شیمیایی با در نظر گرفتن ۵ فاکتور اصلی در نمونه‌های عسل چهار منطقه فریدونشهر، خوانسار، نجف‌آباد و

#### سمیرم

در هریک از ۳۹ نمونه به‌صورت نمودار ترسیم شد (شکل ۳). شناسایی و تحلیل گرده‌شناسی عسل نشان داد، در ۳۹ نمونه عسل اصل به‌دست آمده از استان گرده‌هایی از ۸۶ تیپ گیاهی در چهار منطقه استان اصفهان شامل شهرستان‌های خوانسار، نجف‌آباد، سمیرم و فریدونشهر بوده که فراوان‌ترین گرده‌های موجود در عسل معادل ۵۵/۵۵ درصد مربوط به گیاه گون (*Astragalus*)، ۳۳/۱۸ درصد مربوط به گیاه از خانواده گل گاوزبان (*Phacelia*)، ۱۶/۰۶ درصد مربوط به خانواده باقالاسانان (*Fabaceae*) و معادل ۱۶ درصد خانواده چتریان (*Apiaceae*) و حدود ۶ درصد خانواده میخک‌سانان (*Charyophyllaceae*) هستند. و سایر تیره‌ها در اولویت‌های بعدی قرار دارند. بر اساس نتایج، شمارش گرده‌های نمونه عسل

#### شیمیایی نمونه‌های عسل

تحلیل خصوصیات شیمیایی توسط آزمایشگاه نشان داد که از ۶۰ نمونه عسل تنها ۳۹ نمونه دارای گرده هستند و بقیه برای گرده‌شناسی مناسب نیستند. از آنجا که امکان شناسایی گرده در ۳۹ نمونه عسل اصل حاوی گرده در این تحقیق فراهم بود، یافته‌های بخش گرده‌شناسی با استفاده از همین نمونه‌های حاوی گرده بررسی و بقیه نمونه‌ها به‌عنوان عسل تقلبی در نظر گرفته شدند. بر اساس یافته‌ها، عسل‌های اصل در نمونه‌های چهار منطقه خوانسار، نجف‌آباد، سمیرم و فریدونشهر قرار داشتند. به‌نظر می‌رسد عسل‌های تقلبی برخلاف ادعای زنبورداران حاصل تغذیه زنبور عسل از گیاهان طبیعی منطقه نبوده است. نتایج شناسایی و شمارش تعداد گرده‌ها



به دست آمده از منطقه فریدونشهر به ترتیب فراوانی گرده‌های گیاهی از خانواده‌های Asteroidaeae، Fabaceae و Euphorbiaceae و فراوان‌تر از سایر خانواده‌های گیاهی بودند. شناسایی گرده در سطح جنس نشان داد که گرده‌های جنس گون *Astragalus* از خانواده Fabaceae در عسل‌های مرغوب شهرستان فریدونشهر بیشتر از سایر جنس‌های گیاهی است. شرایط رویش جنس گیاه گون در ارتفاعات و شیب‌های تند و رطوبت بالا در مراتع طبیعی نواحی کوهستانی با بیش از ۲۰۰ میلی‌متر بارندگی سالیانه فراهم است. بر اساس شکل ۳، فراوانی گرده در عسل‌های منطقه خوانسار پس از منطقه فریدونشهر بیش از سایر نمونه‌ها است و به طور عمده شامل گیاهانی از جنس‌های *Artemisia* و *Cousinia* است. فراوانی گرده در سایر مناطق نظیر سمیرم و نجف‌آباد در رتبه بعدی قرار دارند. بر اساس یافته‌های گرده‌شناسی عسل و شمارش گرده‌ها مشخص شد که، در منطقه سمیرم عسل تک‌گلی یا عسل دارویی وجود دارد. عسل تک‌گلی حاوی گرده‌های یک گیاه با فراوانی بیش از ۴۵ درصد است (Shahrestani, 2006). شناسایی گرده‌های استان نشان داد که منطقه سمیرم نیز با شرایط آب و هوایی منطبق بر رویش گیاه گون است. بیشترین فراوانی گرده در عسل تک‌گل متعلق به جنس گون *Astragalus* با فراوانی بیش از ۵۵ درصد در نمونه‌های عسل به دست آمده از سمیرم شناسایی شد. یافته‌های تحلیل شیمیایی نمونه‌های عسل با استخراج شش عنصر شیمیایی کیفیت عسل شامل رسانی، مقدار ساکاروز، فعالیت دیاستازی، مجموع فروکتوز و گلوکز، نسبت فروکتوز به گلوکز، و هیدروکسی متیل فورفورال برای بررسی کیفیت عسل

نشان داده شد (شکل ۴).

ترکیب شیمیایی قندهای اصلی موجود در نمونه‌های عسل با شاخص نسبت فروکتوز به گلوکز مقادیر بین ۱/۱۸ و ۱/۵۵ به ترتیب به صورت کمینه و بیشینه نشان داد که بر اساس استاندارد این نسبت بیش از یک و مناسب است. از نظر مجموع درصد قند فروکتوز و گلوکز در تمامی نمونه‌ها به غیر از یک نمونه بیشتر از ۶۰ درصد نشان داد و مناسب است. شاخص ساکاروز نیز بین ۰ و ۶/۶ درصد متغیر و مناسب است چون در دامنه مقادیر استاندارد جامعه اقتصادی اروپا (Persano Oddo and Piro, 2004) قرار دارند. از نظر هدایت الکتریکی نیز که از فاکتورهای تعیین کیفیت عسل است، نمونه‌ها در محدوده استاندارد شناسایی شدند. هدایت الکتریکی مرتبط با درجه خلوص عسل و کیفیت آن می باشد و مقادیر این متغیر در نمونه‌های مورد مطالعه بین ۰/۲۶ تا ۰/۴۷ و در دامنه استاندارد اروپا یعنی صفر تا ۰/۸ Ms/Cm قرار دارد و حاکی از ناچیز بودن مقدار آب و کیفیت خوب نمونه‌های عسل است. همچنین وجود خاصیت بازی عنصر هیدروکسی متیل فور فورال (HMF) نیز می‌تواند به عنوان شاخصی برای تغییرات دمای محیط در زمان تولید عسل تلقی شود، زیرا این عنصر در ارتباط با شرایط محیطی که مواد قندی قرار دارند، در طی زمان تشکیل می‌شود و مقدار این ماده در عسلی که در معرض شرایط گرمای محیط قرار دارند، می‌تواند افزایش یابد. مقدار HMF در نمونه‌های مورد مطالعه در حد نرمال بوده است در نتیجه مناطق مرتفع غربی و جنوب‌غربی استان اصفهان در چهار منطقه خوانسار، سمیرم، نجف‌آباد و فریدونشهر از نظر زنبورداری و فعالیت اقتصادی نسبت به دیگر شهرستان‌ها پتانسیل تولید عسل

باکیفیت را دارند و عسل این مناطق حاصل از تغذیه زنبور از گرده گل‌ها بوده است.

#### ۴. بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش، پتانسیل پرورش زنبور عسل در سطح استان اصفهان با در نظر گرفتن عناصر مهم فیزیکی در زنبورداری و تولید عسل و به صورت ترکیب روش‌های تحلیل‌فازی و شیمیایی و گرده‌شناسی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحلیل‌فازی نشان داد که میانگین دمای استان اصفهان، برای همه ایستگاه‌ها مقدار ارزش فازی بیش از متوسط داشته و از غرب به شرق مقدار ارزش فازی افزایش یافته است. بنابراین هیچ منطقه‌ای از نظر میانگین دما شایستگی کامل را ندارد. همچنین با توجه به شاخص درجه-روز رشد در تحلیل‌فازی مشخص شد که مناطق شرقی نسبت به غرب استان شایستگی بهتری برای پرورش زنبور عسل دارند. در بخش شرقی استان به‌علت پوشش گیاهی فقیر و رطوبت کم در نهایت شایستگی مناسبی به‌دست نیامد. بر اساس میانگین سالانه رطوبت نسبی استان اصفهان، نواحی غربی این استان از رطوبت نسبی بیشتری نسبت به نواحی مرکزی و شرقی برخوردار هستند به‌مین دلیل بیشترین مقادیر ارزش فازی رطوبت نسبی در غرب استان به‌خصوص شهرستان‌های فریدن و چادگان و کمترین مقادیر در شهرستان‌های اردستان، نائین و شمال شرق اصفهان به‌دست آمد. از نظر میزان سرعت سالانه، بادهای با سرعت کمتر از ۵ کیلومتر بر ساعت جهت فعالیت زنبور عسل مناسب است و در سرعت‌های بیشتر از ۲۰ کیلومتر بر ساعت، فعالیتشان محدود می‌شود (Gorgi et al., 2019; Shahrestani, 2006).

بنابراین بیشتر مناطق استان از نظر عامل سرعت باد جهت پرورش زنبور عسل مناسب شناسایی شد.

همچنین از نظر فاصله از جریان‌های آب دائمی در غرب استان به‌دلیل وجود مناطق کوهستانی و رودهای دائمی مقدار فاصله از منابع آب کمتر از مناطق بیابانی و نیمه بیابانی نیمه شرقی استان است. به‌همین دلیل مناطق دارای مطلوبیت بالا عمدتاً در نیمه غربی استان قرار داشته و محدود به مناطق مجاور رودهای دائمی هستند. براساس تحلیل‌فازی مشخص شد که عامل پوشش گیاهی در هیچ قسمتی از استان شایستگی در حد عالی ندارد. با این وجود نیمه غربی استان به‌طور کلی از مطلوبیت بیشتری نسبت به نیمه شرقی برخوردار است. این موضوع به‌دلیل وجود سازندهای جنگل‌های خشک درختچه‌ای، گونی و درمنه‌ای در این نواحی از استان است. با وجود تنوع ارتفاعی (۵۹۱ تا ۴۴۰۷ متر) در سطح استان و محدوده مناسب ارتفاعی برای فعالیت زنبور عسل (ارتفاع ۸۰۰ تا ۱۵۰۰ متر) در مجموع نیمه شرقی و شمالی استان که از ارتفاع کمتر و مطلوبیت بیشتری برای پرورش زنبور عسل برخوردار است. در این راستا با توجه به نتایج به‌دست آمده از تحلیل‌فازی می‌توان نتیجه گرفت که در بخش‌های غربی و جنوب‌غربی استان به‌دلیل تنوع سازندهای گیاهی و گونه‌های گرده‌زا و شهدزا و محدودیت کم دیگر عوامل، می‌توان شایستگی بهتری برای فعالیت زنبورداری و تولید عسل در نظر گرفت. سایر محققان نیز تنوع گونه‌های گیاهی و سایر عوامل طبیعی نظیر شیب و ارتفاع و دما را عواملی می‌دانند که همبستگی خوبی با فعالیت زنبور عسل نشان داده‌اند (Gorgi et al., 2019; Fadaei et al., 2011; Ebadi, 2018).

در نیمه غربی استان تراکم بیشتر شبکه راه‌ها باعث شده است تا نواحی دارای شایستگی بالا نسبت به نواحی شرقی بیشتر و متراکم‌تر باشند. در نیمه شرقی

سمیرم و فریدونشهر بوده که فراوانترین گرده‌های موجود در عسل مربوط به گیاه گون از خانواده باقالاسانان (Fabaceae) بوده است. بر اساس نتایج تحلیل و بررسی شش پارامتر شیمیایی مشخص شد که ترکیب شیمیایی قندهای اصلی نشان‌دهنده کیفیت خوب ۳۹ نمونه عسل می‌باشد. به‌طوریکه نمونه‌های عسل با کیفیت خوب (با هدایت الکتریکی کم و ساکاروز صفر یا ناچیز) حاصل تغذیه زنبور عسل از گیاه گون با درصد فراوانی گرده‌های گیاهی بیش از ۴۰ درصد در نمونه‌های عسل فریدونشهر و بیش از ۵۰ درصد گرده گون در نمونه عسل منطقه سمیرم عسل تک‌گلی یا دارویی را تشکیل داده است. نتایج شناسایی گرده‌های گیاهان نشان داد که، شرایط رویشی گیاه گون در مناطقی همچون سمیرم باعث شده تا عسل تک‌گل در این منطقه تولید شود. همچنین بر اساس نتایج تحلیل‌فازی مشخص شد که بیشترین تراکم نواحی دارای سطح شایستگی خوب پرورش زنبور عسل منطبق بر مناطق مرتفع استان است که شهرستان‌های غربی و جنوب‌غربی استان اصفهان نیز بر آن منطبق است. بنابراین بر اساس نتایج ترکیب دو روش تحلیل‌فازی و تحلیل شیمیایی و ملیسوپالینولوژی به‌نظر می‌رسد در سطح استان اصفهان مناطق با ارتفاع بیشتر واقع در غرب استان در مجموع یکی از مناطق شایسته برای پرورش زنبور عسل، از نظر شرایط جغرافیایی و آب و هوایی و همچنین کیفیت عسل تولیدی هستند. در میان شهرستان‌ها می‌توان فریدونشهر و سمیرم را با آب و هوای نیمه استپی در غرب و جنوب غرب استان را به‌عنوان مناطق شایسته تولید عسل با کیفیت در نظر گرفت. همچنین از نظر عسل تک‌گلی و عسل دارویی گیاه گون شهرستان سمیرم می‌تواند مورد توجه قرار

و نواحی شمالی استان با وجود شبکه راه‌های کافی مقدار نواحی با شایستگی کم و یا بدون شایستگی به‌طور محسوسی نسبت به نواحی غربی استان افزایش داشته است، بنابراین می‌توان اثر عامل دسترسی به جاده را در شایستگی منطقه چندان موثر ندانست که این نتیجه هم‌راستا با نتایج سایر پژوهش‌ها نظیر (Amiri and Sharif, 2012) و (Fadaei et al., 2011) می‌باشد. دلایلی چون عوامل طبیعی منطقه و تغییرات انسان ساخت همراه با کاهش در منابع آب، پوشش گیاهی و افزایش پدیده ریزگرد و استفاده بی‌رویه از سموم و آفت کش‌های کشاورزی باعث کاهش جمعیت کلنی‌های زنبور عسل در ایران شده اند (Ebadi, 2018). بر اساس نتایج تحلیل‌فازی و با در نظر گرفتن تمامی عوامل طبیعی و انسانی موثر در مطلوبیت استان در پرورش زنبور عسل مشخص شد که تنها ۸/۵ درصد از سطح استان دارای مطلوبیت خوب و حدود ۶/۵ درصد مطلوبیت متوسط و بیش از ۸۰ درصد سطح استان جهت صنعت زنبورداری مناسب نمی‌باشد که از این مقدار بیشترین مساحت دارای مطلوبیت خوب در نیمه غربی استان قرار دارد. ترکیب روش تحلیل شیمیایی عسل و گرده‌شناسی عسل با تحلیل‌فازی نشان داد که از بین ۶۰ نمونه عسل ارسالی به آزمایشگاه، تنها ۳۹ نمونه عسل همراه با گرده به‌عنوان عسل اصل متعلق به نیمه غربی استان و مابقی تقلبی یا ساختگی و یا عسل بدون منشاء تغذیه گیاهان طبیعی و از سایر مناطق استان هستند و بدون گرده گیاهی تشخیص داده شدند. شناسایی و تحلیل گرده‌شناسی عسل نشان داد، در ۳۹ نمونه عسل اصل گرده‌هایی از ۸۶ تیپ گیاهی در چهار منطقه استان اصفهان شامل شهرستان‌های خوانسار، نجف‌آباد،

است، می‌تواند شایسته توجه مدیران در برنامه‌ریزی‌های استان باشد.

### ۵. تقدیر و تشکر

نویسندگان مراتب قدردانی خود را از اتحادیه زنبورداران استان اصفهان و کارشناسان بخش دام و طیور سازمان جهاد کشاورزی استان برای در اختیار گذاشتن نمونه‌های عسل و همچنین همکاری موسسه تحقیقات گرده‌شناسی و دینامیک جو دانشگاه گوتینگن آلمان به‌خاطر نتایج آزمایش‌های شیمیایی عسل دارد.

گردد. همچنین بر اساس نقشه شایستگی پرورش زنبور عسل حاصل از تحلیل‌فازی به‌همراه نتایج تحلیل شیمیایی و ملیسوپالینولوژی، می‌توان به‌ترتیب شهرستان‌های نجف‌آباد، اصفهان، شهرضا، خمینی‌شهر و خوانسار را در اولویت برای سرمایه‌گذاری صنعت تولید عسل با کیفیت و دارویی و توسعه پرورش زنبور عسل در استان پیشنهاد نمود. این موضوع با توجه به بحث گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی و مخاطرات طبیعی نظیر خشکسالی‌ها که به‌طور مستقیم روی عواملی همچون پوشش‌گیاهی و گستره پهنه‌های آبی استان مؤثر

### References

- Ahmad, T.S., Ghulam-Muhammad, A.F., Partap, U.S., 2017. Impact of Apiculture on the Household Income of Rural Poor in Mountains of Chitral District in Pakistan, *Journal of Social Sciences (COES&RJ-ISS)* 6(3), 518-531.
- Akbari azirani, T., Ramezani, E., Alizadeh, K., Behling, H., 2016. Palynological and Physiochemical Monitoring of Iranian Honey, *European Pollen Database Meeting and training workshops 1-3 Jun 2016, France*.
- Amiri, F., Arzani, H., Goyli, E., 2012. Study of diversity of nectar-producing and pollinating plants in beekeeping management of rangeland Case study: Qara Aghach watershed, *Journal of Rangeland and Watershed Management Iranian Journal of Natural Resources* 65(4), 449-460. (In Persian)
- Amiri, F., Shariff, A.R.B.M., 2012. Application of geographic information systems in land-use suitability evaluation for beekeeping: A case study of Vahregan watershed (Iran), *African Journal of Agricultural Research* 7(1), 89-97.
- Anton, H., 1994. *Elementary Linear Algebra*. John Wiley & Sons, (7<sup>th</sup> ed.), 170- 171, ISBN 978-0-471-58742-2.
- Armaghan, S., 2018. Assessment of Climatic Capacities in the Development of Ecotourism in Chaharmahal and Bakhtiari Province, *Journal of Geographical Sciences* 28, 21-39. (In Persian)
- Askareh, H., 2007. *Climate Change, First Edition*, Zanjan University Press. (In Persian)
- Beheshtifar, S., Saadi, M., Mohammad, P., Mohammad J., Karimi, M., 2010. Using Fuzzy Logic in GIS Environment to Locate Gas Power Plants, *Journal of Civil Engineering and Surveying* 44(4), 595-583.
- Ebadi, R., 2018. Causes of declining population of beehives (*Apis mellifera* L.) in Iran in recent years and methods to deal with them, *The National Conference on Honey Bee Products: Biology, Health and Economy*, 24-25 April 2018, University of Isfahan, Iran.
- Erdtman, G., 1969. *Handbook of Palynology. An introduction to the study of Pollen grains and Spores*, Hafnar Publishing Company, New York. 486 p.
- Fadaei, S., Arzani, H., Azarniyond, H., Nehzati, GH., Kaboli, S.H., Amiri, F., 2011. Rangeland Suitability model for beekeeping by using GIS (Case Study:

- Taleghan Ranges), Journal of Remote sensing and geographic information system for natural Resources 5(3), 44 -52.
- Faizi, M.T., Alijani, V., Jaber al-Nassar, Z., Khodaghali, M., Shirani, K., 2017. Ecological Zones Recognition Project (Isfahan Province Plant Type), Agricultural Research, Training and Extension Organization Country 486, 12-20. (In Persian)
- FAO, 1991. A framework for land evaluation, Food and Agriculture Organization of the United Nation, Soiles Bulletin 32. Rome, Italy.158 p.
- Gordeev, A.V., Kleschenko, A.D., Chernyakov, B.A., Sirotenko, O.D., 2006. Bioclimatical potential of Russia: theory and practice, Moscow, 512. (In Russian)
- Gorgi, M., Piri Sahragard, H., Nouri, S., 2019. Potentiometry of beekeeping land development using hierarchical analysis process Case study: Tamin Rangelands, Mirjaveh County, Geography and Development 55, 256-237. (In Persian)
- Hall, O., Amberg, W., 2002. A method for landscape regionalization based on fuzzy membership signatures, Landscape and Urban Planning 59(4), 227-240, ISSN 0169-2046.
- Karam, A., Qanavati, E. and Derakhshan Babaei, F., 2014. Locating suitable areas for the construction of urban artificial wetlands using a combination of two methods Analytic Hierarchy Process (AHP) and fuzzy logic (Case study: Northwest of Tehran metropolis), Geography and Environmental Sustainability 4(2), 40-59. (In Persian)
- Karing, P., Kallis, A., Tooming, H., 1999. Adaptation principles of agriculture to climate change. Climate Research 12, 175-183.
- Khansaritoreh, E., Salmaki, Y., Akbari Azirani, T., Henareh, F., Alizade, K., Ramezani, E., Zarre, Sh., Beck, G., Behling, H., 2021, The sources and quality of Iranian honey, Heliyon 7(4), E06651.
- Koocheki, A., Nassiri, M., Kamali, G.A. and Shahandeh, H., 2006. Potential impacts of climate change on agro-meteorological indicators in Iran, Arid Land Research and Management 20, 245-259.
- Pakzad, Z., Raeini Sajaz, M., and Khodaghali, M., 2013, Evaluation of the effects of climate factors on distribution of the habitats of Astragalus adscendens in Isfahan Province, Iranian Journal of Range and Desert Research 20(1). (In Persian).
- Persano Oddo L., Piro R., 2004. Main European unifloral honeys: descriptive sheets, Apidologie 35 (Suppl. 1), S38-S81.
- Shahrestani, N., 2006. Bee and its breeding, Sepehr Publications, Fourth Edition, Tehran. (In Persian)
- Salehizadeh, A. A., Khodaghali, M., Gandomkar, A., 1398. Investigation of temperature conditions in Fars province to determine cities prone to urban beekeeping, Journal of New Attitudes in Human Geography, Volume 12, Number 1, pp. 40-27. (In Persian)
- Tabaian, S. M. M., 2020. Interview of the expert in charge of bees of Isfahan Jihad Agricultural Organization with IRNA news site. News, 987(84096198), online access through the following address: <https://www.irna.ir/news/84096198/html> (30/10/2020). (In Persian)
- Yaghmaei, L., Soltani, S., Khodaghali, M., 2009. Bioclimatic classification of Isfahan province using multivariate statistical methods. International Journal of Climatology, A Journal of the Royal Meteorological Society 29(12), 1850-1861.
- Zolfaghari, H., Masoompour Samakoush, J., Chahvari, S., 2018. Estimation of degree-days of growth in northwestern Iran based on climate change models, Journal of Applied Research in Geographical Sciences 18(49), 240-221. (In Persian)