

**Research Paper**

**Investigating the Economic and Environmental Status of Damask Rose in Sistan Region of Iran**

*M. Davarpanah*<sup>1</sup>, *M. Salarpour*<sup>2</sup>, *M. Ahmadpour*<sup>3</sup>, *M. R. Asgharipour*<sup>4</sup>, *S. Ziaei*<sup>5</sup>, *A. Keikha*<sup>6</sup>

Received: 28 September, 2024      Accepted: 28 December, 2024

**Introduction:** In order to achieve a sustainable development, it is imperative to prioritize agriculture as a key sector and effectively tackle global economic, environmental, and ethical challenges. The sustainable supply chain encompasses the efficient coordination of material, information, and financial flows among companies within the supply chain. It also involves aligning the goals of sustainable development, including economic, environmental, and social dimensions, with the demands of customers and stakeholders. Given the unfavorable climatic conditions in Sistan region of Iran, it is crucial to prioritize the production of products that can both facilitate the participation of farmers in an economic development and minimize damage to environmental resources.

**Materials and Methods:** This study aimed at investigating the economic condition and long-term viability of the Damask rose in the Sistan region. Data and insights were gathered through personal interviews and questionnaires from individuals involved in the cultivation, wholesale, retail, and distribution of Damask rose and rose water in the region during the period of 2021-2022. The

- 
1. PhD Student in Agricultural Economics, University of Zabol, Zabol, Iran.
  2. Corresponding Author and Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, University of Zabol, Zabol, Iran (salarpour@uoz.ac.ir).
  3. Associate Professor, Department of Agricultural Economics, University of Zabol, Zabol, Iran.
  4. Associate Professor, Department of Agronomy, University of Zabol, Zabol, Iran.
  5. Associate Professor, Department of Agricultural Economics, University of Zabol, Zabol, Iran.
  6. Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, University of Zabol, Zabol, Iran.

DOI: 10.30490/aead.2024.367172.1628

study examined and analyzed production systems by utilizing four types of resources: free renewable environmental inputs (R), free non-renewable environmental inputs (N), free renewable inputs (FR), and non-free non-renewable inputs (FN). The marketing margin was analyzed using both a simple regression equation (econometric model) and geographic weighted regression (GWR) techniques. The estimation was performed using EVIEWS<sub>v5</sub> and GIS software.

**Results and Discussion:** The free renewable environmental inputs (R) for the production systems of Damask rose in the cities of Zabol, Zahak (Central and Jazinak districts), Hirmand, and Nimruz (Sabori district) were estimated  $7.03E+14$ ,  $6.43E+14$ ,  $8.13E+14$ ,  $6.4E+14$  sej ha<sup>-1</sup>, respectively. The quantity of free renewable environmental inputs (R) in this system for the specified areas was found as  $1.43E+16$ ,  $1.70E+16$ ,  $2.23E+16$ ,  $1.65E+16$ , and  $2.86E+16$  sej ha<sup>-1</sup>, respectively. The Damask rose production system in Zabol city had the highest EIR index value (0.199), while the rose production system in Zahak city (Jazinak district) had the lowest value (0.093). The ESI\* values for the production systems of Damask rose in the mentioned areas were 0.398, 0.441, 0.566, 0.390, and 0.537, respectively. The ESI\* values indicated a greater sustainability in the surveyed areas compared to the ESI values. The marketing margin analysis also revealed that the lowest retail sales margin was estimated for rose and rose sub-products in Nimruz (Central district) and Nimruz (Sabori district), respectively. Conversely, the highest margin was observed in Zabol city for both rose and rose sub-products. The rose water product in Zabol city showed the highest level of technical efficiency, with a technical inefficiency score of 0.007. On the other hand, the Central district of Nimruz city was found to be the most inefficient area in terms of both Damask rose and rose water production, particularly in terms of price efficiency. The R<sup>2</sup> value in the simple regression model was 0.62, while in the spatial regression model, it was 0.3. This suggests that spatial factors do not significantly impact the marketing margin of this product. The results of both equations are similar, indicating that the marketing margin for this product is not influenced by the geographical location of farmers in different regions. Conversely, the rose water product indicated an R<sup>2</sup> value of 0.63 in the simple regression model, while the spatial regression yielded a value of 0.99. The success of the rose water product in the Sistan region is influenced by various factors, including the location of the farmers. The spatial position of the farmers has a direct and significant impact on the marketing of the product, particularly in the adjacent areas. The study findings showed a substantial and statistically significant impact of marketing expenses on the market profit margin.

Specifically, for each incremental unit increase in marketing costs, the marketing margin increases by 27.76 units.

**Conclusion and Suggestions:** Considering the rose water as a sub-product or processed product, it is worth noting the environmental advantages of the rose water produced in Zabol city compared to other areas. Therefore, processing these products can greatly benefit the farmers in terms of economic capability and increased profits from sales. By implementing a policy that focuses on increasing technological advancements and expanding the cultivation of Damask rose in the region, while also incorporating new processing and conversion technologies, two primary objectives of sustainability and economic empowerment for users can be achieved.

**Keywords:** *Environmental Load, Market Margin, Spatial Status, Damask Rose, Rose Water, Sistan (Region of Iran).*

**JEL Classification:** Q13, Q56



## اقتصاد کشاورزی و توسعه

سال ۳۲، شماره ۱۲۸، زمستان ۱۴۰۳

### مقاله پژوهشی

## بررسی وضعیت اقتصادی و زیست‌محیطی گل محمدی در منطقه سیستان\*

مجتبی داورپناه<sup>۱</sup>، ماشا... سالارپور<sup>۲</sup>، محمود احمدپور<sup>۳</sup>، محمدرضا اصغری پور<sup>۴</sup>، سامان ضیائی<sup>۵</sup>، علیرضا کینخا<sup>۶</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۰۸

### چکیده

کشاورزی یکی از زمینه‌های اصلی نیازمند توجه در راستای دستیابی به توسعه پایدار به‌شمار می‌رود. از این‌رو، پرداختن به مشکلات اقتصادی، زیست‌محیطی و اخلاقی در سراسر جهان ضروری است. پژوهش حاضر، با هدف بررسی وضعیت اقتصادی و پایداری گل محمدی، در منطقه سیستان صورت پذیرفت. آمار و اطلاعات مورد نیاز از طریق مصاحبه حضوری و تکمیل پرسشنامه از ۸۶ باغدار منطقه سیستان در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱ به‌دست آمد. تحلیل داده‌ها با استفاده از روش‌های امرژی (EYR)، حاشیه بازار و رگرسیون فضایی صورت گرفت. نسبت عملکرد امرژی (EYR) برای نظام‌های تولید گل محمدی در شهرستان‌های زابل، زهک (بخش

\* مطالعه حاضر در قالب رساله دکتری و با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه زابل با پژوهانه شماره UR.AC.IR.GR-6707 انجام شد که بدین وسیله از مسئولان محترم آن معاونت تقدیر و سپاسگزاری می‌شود.

- ۱- دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
- ۲- نویسنده مسئول و استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران. (salarpour@uoz.ac.ir)
- ۳- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
- ۴- دانشیار گروه زراعت، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
- ۵- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
- ۶- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

DOI: 10.30490/aead.2024.367172.1628

مرکزی)، زهک (بخش جزینک)، هیرمند و نیمروز (بخش صابری)، به ترتیب، ۶/۰۳۳، ۸/۳۵۶، ۱۱/۷۵۰، ۶/۸۲۳ و ۱۱/۳۲۶ بود. کمترین و بیشترین حاشیه خرده‌فروشی در محصولات گل محمدی و گلاب، به ترتیب، در شهرستان‌های نیمروز و زابل مشاهده شد. بررسی کارایی فنی محصولات بین مناطق مختلف نشان‌دهنده بالا بودن این شاخص برای محصول گلاب در شهرستان زابل بود. مقدار  $R^2$  در مدل رگرسیون ساده برابر با ۰/۶۳ بود و رگرسیون فضایی ۰/۹۹ به دست آمد. در خصوص حاشیه بازاریابی برای محصول گلاب در منطقه سیستان، می‌توان گفت که علاوه بر سایر عوامل مؤثر در حاشیه بازاریابی، موقعیت کشاورزان نسبت به مناطق مجاور (به لحاظ موقعیت فضایی) نیز تأثیر مستقیم و معنی‌دار بر نمونه‌های مجاور از نظر حاشیه بازاریابی این محصول دارد. از آنجا که گلاب به عنوان یک محصول فرآوری شده مطرح بوده و پایداری نظام تولید گل محمدی به لحاظ زیست‌محیطی در شهرستان زابل مطلوب‌تر از سایر مناطق مورد بررسی است، با اعمال سیاست افزایش سطح زیر کشت و ایجاد تغییرات فناوری در زمینه کشت، فرآوری و صنایع تبدیلی، می‌توان گامی مهم در راستای پایداری و توانمندسازی اقتصادی بهره‌برداران برداشت.

**کلیدواژه‌ها:** بار زیست‌محیطی، حاشیه بازار، موقعیت فضایی، گل محمدی، گلاب، سیستان (منطقه).

طبقه‌بندی JEL : Q13, Q56

## مقدمه

امروزه، جهانی شدن، همراه با رشد جمعیت و به دنبال آن، افزایش تقاضای منابع، نیاز به بهره‌گیری از علم روز دنیا و الگوهای صحیح مدیریتی همچون زنجیره تأمین را بیش‌ازپیش برجسته کرده است (Tavakoli Dehaghani et al., 2018). بر این اساس، در سال‌های اخیر، مسائل و چالش‌های مدیریت زنجیره تأمین مورد توجه بیشتر کشورهای جهان قرار گرفته است (Burma, 2014). مدیریت زنجیره تأمین شامل فعالیت‌های مرتبط با انتقال و جریان کالاها و خدمات و جریان‌های اطلاعاتی آنها از منبع مواد خام تا مصرف‌کنندگان نهایی است (Ballou et al., 2000). در حال حاضر، زنجیره تأمین پایدار محصولات کشاورزی به یک موضوع مهم و در حال تحول تبدیل شده است. زنجیره تأمین پایدار در بخش کشاورزی بسیار پیچیده بوده و شامل نهاده‌های تولیدی (کارخانه‌های تولید نهاده)، کشاورزان، عمده‌فروشان، تجار، شرکت‌های مواد غذایی و خرده‌فروشان است که همگی باید تقاضاهای گوناگون مصرف‌کنندگان کالاها و واسطه‌ای و نهایی را به شیوه‌ای پایدار و رضایت‌بخش پاسخ دهند (Aminifar et al., 2014; Zamzami et al., 2022). از راهبردهای مهم در راستای پایداری اقتصادی و ارتقای توان تولیدی محصولات، نگاه ویژه به مبحث بازاریابی محصولات کشاورزی است. در کل، بازاریابی محصولات کشاورزی از مرحله اولیه انبارداری تا مراحل نظیر حمل‌ونقل، تبدیل، درجه‌بندی، بسته‌بندی و استانداردسازی محصول را در خود جای می‌دهد. از طریق بازاریابی در کشاورزی، می‌توان ارزش افزوده محصولات تولیدشده را بالا برد و در مقدار قیمت پرداختی مصرف‌کننده

و قیمت دریافتی تولیدکننده شکاف قیمتی ایجاد کند، که بدان حاشیه بازاریابی گفته می‌شود. برای نشان دادن هزینه‌های انتقال کالای کشاورزی در طول زنجیره بازار از مزرعه تا خرده‌فروشی، اقتصاددانان از حاشیه بازار استفاده می‌کنند (Hosseini et al., 2010). به دلیل ارتباط مصرف گسترده منابع با فعالیت‌های صنعتی در سراسر جهان، استفاده کارآمد از منابع بسیار مهم‌تر شده است. در این راستا، می‌توان بهره‌وری منابع را این‌گونه تعریف کرد: حداکثر استفاده از منابع مادی با حداقل ضایعات از هر نوع (مانند مواد، انرژی، زمان و پول) از مرحله استخراج تا مصرف. از منظر دیگر، شیوه‌های توسعه پایدار به شدت به فعالیت‌های صنعتی در سراسر جهان وابسته است (Lokko et al., 2018; Navarrete et al., 2020). در این راستا، نظام‌های تولید صنعتی فعالانه به دنبال ارتقای بهره‌برداری کارآمد از منابع در چند دهه گذشته بوده‌اند که به‌طور مشخص، پس از انقلاب صنعتی، این هدف نمایان شده است (Shrestha et al., 2021). اگرچه هدف اساسی در نظام‌های زراعی افزایش سود اقتصادی است، ولی زیست‌بوم‌های زراعی باید بتوانند پایداری تولید محصولات در درازمدت، حفاظت از منابع پایه، کاهش آلودگی‌های محیطی و در نهایت، ثبات تولید را تضمین کنند (Vandermeer, 2011). ایجاد و حفظ پایداری در کشاورزی به شیوه‌هایی جامع برای ارزیابی و تحلیل پایداری نیاز دارد (Quintero-Angel & Gonzalez-Acevedo, 2018). از جمله روش‌های جامع در ارزیابی پایداری در نظام‌های کشاورزی برآورد کمیت و کیفیت انرژی با استفاده از روش تحلیل امرژی<sup>۱</sup> است (Amiri et al., 2019). «امرژی» عبارت است از انرژی در دسترس خورشیدی که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم، استفاده می‌شود تا به ارائه خدمات و یا محصول منجر شود. به امرژی، انرژی مجسم یا «حافظه انرژی» نیز می‌گویند. استفاده از رویکرد امرژی در راستای هدایت سیاست‌گذاری‌ها می‌تواند به رابطه همزیستی میان انسان و طبیعت منجر شود (Wang et al., 2014). در سال‌های اخیر، از روش تحلیل امرژی به‌طور گسترده برای مقایسه نظام‌های طبیعی و کشاورزی، ارزیابی اثرات محیطی تولید در مقیاس‌های مختلف، تعیین بهره‌وری، پایداری و کارایی بهره‌برداری از منابع استفاده شده است (Campbell et al., 2005).

بازارهای جهانی و داخلی برای گیاهان دارویی در حال رشد هستند و از طریق فروش محصولات گیاهی دارویی، دستاوردهای اقتصادی قابل توجه به‌دست می‌آید (Dzoyem et al., 2013). بنابراین، گیاهان دارویی از اهمیت اقتصادی و فرهنگی برخوردارند و قیمت آنها بر اساس در دسترس بودن و محل رشد تعیین می‌شود (Ripen & Noweg, 2016). شناسایی گونه‌های تجاری مهم گیاهان دارویی که تقاضای بازار برای آنها وجود دارد، اولویت اصلی است، زیرا منابع گیاهان دارویی تجاری فرصت‌های

---

## 1. emergy analysis

توسعه اقتصادی را در بخش کشاورزی فراهم می‌آورد (Pyakurel et al., 2018). تجارت مرتبط با گیاهان دارویی یکی از ویژگی‌های مهم این گیاهان است و تنوع گونه‌ها و محصولات صادراتی در این زمینه اهمیت دارد و زمینه‌ساز ایجاد بازارهای جدید می‌شود (Khaksar Astaneh et al., 2014). در این راستا، حفظ منابع طبیعی و توجه به تولید پایدار بسیار مهم است. هرچند، نوآوری‌هایی برای مدیریت پایدار منابع طبیعی با گذشت زمان ایجاد شده است، اما خطرات بوم‌شناختی در بهره‌برداری از منابع گیاهان دارویی بومی و محلی وجود دارد. کشت و اهلی کردن این گیاهان می‌تواند این خطرات را بسیار محدود کرده، به بازار فروش آنها کمک کند. بنابراین، بهره‌برداری و تجاری‌سازی موفق گیاهان دارویی نیاز به درک روشن از تقاضا و نظام‌های تولیدی آنها یا تجزیه و تحلیل زنجیره ارزش دارد (Volenzo & Odiyo, 2020).

در تحقیق حاضر، گیاه دارویی گل محمدی در منطقه سیستان دبررسی شده است. این گیاه به دلایل متعدد ارزشمند به‌شمار می‌رود، که از آن جمله‌اند: ۱- تقاضای مناسب برای اسانس گل محمدی در سطح جهانی، ۲- سازگاری با شرایط کم‌آبی منطقه، ۳- تناسب با اقلیم منطقه سیستان، و ۴- وجود ماده موثره با کیفیت در اسانس این گیاه. از این رو، گل محمدی می‌تواند به‌عنوان یک گیاه ارزشمند برای کسب درآمد و معیشت کشاورزان در نظر گرفته شود و همچنین، می‌تواند به ایجاد ارزش افزوده مناسب کمک کند. در تحقیق حاضر، با تحلیل زنجیره ارزش این گیاه دارویی، مسائل مرتبط با هر بخش از شبکه تولید تا عرضه بررسی شده است تا از این رهگذر، به رفع موانع و ایجاد حلقه‌های جدید در زنجیره ارزش کمک شود. ترسیم زنجیره تولید و ارزش مطلوب با تمرکز بر ایجاد حلقه‌های جدید، نوآوری پژوهش حاضر به‌شمار می‌رود، که آن را از سایر پژوهش‌های مشابه متمایز می‌سازد. همچنین، تاکنون تحقیقی در مورد گیاه گل محمدی و زنجیره ارزش آن در منطقه سیستان انجام نشده است.

امیری و همکاران (Amiri et al., 2019)، با استفاده از تحلیل‌های امرژی و اقتصادی، به بررسی پایداری بوم‌شناختی- اقتصادی دو نظام تولید کلزا در شهر خرم باد پرداختند. پژوهش آنها، با جست‌وجو در مدل‌های موجود، تلاشی برای یافتن، معرفی و ارتقای یک مدل تولید بود که نه تنها الزامات زیست‌محیطی را برآورده سازد، بلکه حداکثر سود اقتصادی را نیز تضمین کند. از این رو، برای این کار، از مدل امرژی استفاده و ابراز عثیده شده است که میزان تولید کلزا با نظام تجاری از لحاظ پایداری محیطی و اقتصادی، بالاتر از نظام سنتی (معیشتی) است. دیرانی و احمد (Dirani & Ahmad, 2016) به بررسی زنجیره ارزش گل محمدی در استان قصرنوب لبنان پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که پشتیبانی فنی، مالی و نهادی برای کمک به بازیگران زنجیره ارزش در این منطقه

برای بهبود معیشت آنها و اطمینان از پایداری کشت گل محمدی ضروری است. گیرای و همکاران (Giray et al., 2012)، در پژوهشی پیرامون اقتصاد گل محمدی و زنجیره ارزش در استان اسپارتهای ترکیه، این استان یکی از دو مرکز رشد اقتصادی مهم گل محمدی در جهان است. نتایج تحقیق جرمن و همکاران (German et al., 2020)، با عنوان «تجارت فراگیر» در کشاورزی: شواهدی از تکامل زنجیره‌های ارزش کشاورزی»، نشان داد که ویژگی‌های محصولات خاص و زنجیره‌های تأمین تأثیر زیادی بر فرصت‌ها و محدودیت‌های ورود به زنجیره ارزش محصولات کشاورزی دارند. سلیمانی‌پور و همکاران (Soleimanipoor et al., 2005) نیز در تحقیقی با عنوان «بررسی مسائل بازاریابی گل محمدی و فراورده‌های آن (گلاب و اسانس) در شهرستان کاشان»، به بررسی مسائل و تنگناهای موجود در طول مسیر بازاریابی گل محمدی پرداختند و بر پایه نتایج به‌دست‌آمده، بازار این محصول در هر دو گروه سنتی و صنعتی مورد بررسی ناکاراً ارزیابی شد.

جمع‌بندی مرور منابع نشان می‌دهد که توجه به پشتیبانی فنی و نهادی و توجه به کیفیت در راستای جذب بازار و همچنین، بررسی زنجیره ارزش و رفع موانع برای افزایش کارایی در تولید، زمینه‌ساز پایداری تولید و کشت و نیز کمک به معیشت تولیدکنندگان است. اگرچه ارتباط بین پایداری زیست‌محیطی و کارایی اقتصادی در همه موارد قطعی نیست و به عوامل مختلف بستگی دارد، اما مطالعات متعدد نشان داده‌اند که در بسیاری از موارد، نظام‌های تولید پایدارتر از نظر اقتصادی نیز کارآمدترند (Amiri et al., 2019; Amiri et al., 2021). این موضوع به‌ویژه در مورد نظام‌های کشاورزی پایدار صادق است.

در این راستا، پایداری تولید گل محمدی با توجه به شرایط آب‌وهوایی منطقه و بازده بالای اقتصادی این محصول موجب شده است که کشاورزان به کشت و فراوری آن توجه ویژه داشته باشند؛ همچنین، ناکارآمدی استفاده از نهاده‌ها در تولید این محصول و نگرانی‌هایی که از نبود منابع پایدار آب در منطقه وجود دارد و از سوی دیگر، پایین بودن سطح اقتصادی کشاورزان موجب شده است که بررسی جنبه‌های محیطی و اقتصادی از اهمیت زیادی برخوردار باشد. بنابراین، پژوهش حاضر، با هدف بررسی نهاده‌های ورودی و خروجی و شاخص‌های وابسته بدین نهاده‌ها، به بررسی پایداری و نیز ارزیابی سود زنجیره تأمین و توزیع گل محمدی با استفاده از شاخص حاشیه بازار پرداخته است. نتایج مطالعه حاضر می‌تواند تسریع در فرآیند تشکیل حلقه‌های بازار و حداکثرسازی سود زنجیره تولید و توزیع این محصول را موجب شود و افزون بر این، به تصمیم‌گیری آگاهانه کشاورزان در راستای تنظیم نظام تولید برای حرکت به سمت شرایط پایدار بینجامد.

## مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر، نظام تولید گل محمدی به‌عنوان یکی از محصولات باغی مورد توجه کشاورزان در منطقه سیستان بررسی شده و کلیه اطلاعات مورد نیاز پژوهش در بخش امرژی از مرحله آماده‌سازی زمین، انجام کلیه مراحل زراعی، کشت، نگهداری، برداشت گل و غنچه و گلاب‌گیری به‌طور کامل از باغداران منطقه بدست آمده و گردآوری اطلاعات هزینه‌های مربوط به تولید و قیمت فروش محصولات توسط کشاورزان نیز با استفاده از مصاحبه از بین باغداران فعال در منطقه سیستان صورت پذیرفته است. نمونه‌برداری به‌صورت نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای از بین بهره‌برداران هر کدام از محصولات مورد مطالعه انجام شده و آمار و اطلاعات از طریق مصاحبه حضوری و تکمیل پرسشنامه از ۸۶ باغدار، خرده‌فروش و عمده‌فروش منطقه سیستان در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در سطح منطقه به‌دست آمده است. در خصوص اطلاعات مربوط به قیمت در سایر بخش‌های زنجیره تأمین هم با مراجعه و مصاحبه از عمده‌فروشان، توزیع‌کننده‌ها، کسبه و خرده‌فروشان محلی، قیمت و هزینه‌های مربوط به هر بخش به‌دست آمده است. پژوهش حاضر شامل دو بخش بوم‌شناسی (مربوط به تولید محصولات) و زنجیره بازاریابی (مربوط به زنجیره فروش) محصولات در منطقه سیستان با استفاده از شیوه‌ امرژی و حاشیه بازاریابی است. در پایان، برای دستیابی به شناخت دقیق از وضعیت تولید و توزیع محصول باغی گل محمدی در این منطقه، داده‌های به‌دست‌آمده از طریق مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی<sup>۱</sup> بررسی شده است.

## بررسی زیست‌محیطی گل محمدی با استفاده از شیوه‌ امرژی

جریان امرژی منابع تجدیدپذیر برای باغ‌ها، با توجه به میزان بهره‌برداری آنها، از جریان امرژی-های تجدیدپذیر شامل نور خورشید، انرژی باد و انرژی آب رودخانه در نظر گرفته می‌شود. محاسبه مقدار ورودی کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها بر اساس مقدار ماده مؤثره آنها انجام خواهد شد (Jafari et al., 2018). اطلاعات مربوط به ماشین‌آلات و نیز سوخت و روغن مصرفی آنها از دفترچه راهنما استخراج و میانگین عمر مفید ماشین‌آلات در ایران ده سال در نظر گرفته شده است. برای محاسبه ورودی ماشین‌آلات، مجموع وزن ماشین‌آلات مورد استفاده بر مساحت کاربرد سالانه آنها و سپس، بر عمر مفید آنها تقسیم و ضریب تجدیدپذیری نیز برای تمام ورودی‌ها تعیین شده است.

---

1. Geographically Weighted Regression (GWR)

برای بررسی و تحلیل نظام تولید گل محمدی، از چهار منبع استفاده شده است، که عبارت‌اند از: منابع محیطی تجدیدپذیر (R)، منابع محیطی تجدیدناپذیر (N)، منابع خریداری شده تجدیدپذیر (FR) و منابع خریداری شده تجدیدناپذیر (FN) (Jafari et al., 2018).

امرزی هر ورودی با ضرب مقدار خام آن ورودی (آیتم) خاص در ضریب تبدیل امرزی خورشیدی مربوط (ارزش واحد امرزی<sup>۱</sup>) محاسبه شد (Odum, 2000). شایان یادآوری است که ضرایب تبدیل<sup>۲</sup> از مطالعاتی انتخاب شدند که بیشترین شباهت را به ضرایب تبدیل در پژوهش حاضر داشته باشند که البته، بر اساس ضریب پایه سیاره‌ای  $10^{24} \times 12$  ام‌ژول خورشیدی در سال، استاندارد شده‌اند (Brown & Ulgiati, 2016).

بعد از محاسبه تمامی جریان‌های ورودی (U) و خروجی (Y)، داده‌های خام بر حسب ژول یا گرم برای نظام تولیدی گل محمدی در ضرایب تبدیل آنها ضرب شد (Bastianoni et al., 2009; Campbell et al., 2005). ضرایب تبدیل برای برق (الکتریسیته) و پول برگرفته از مطالعه اصغری‌پور و همکاران (Asgharipour et al., 2019)، مطابق با شرایط ایران، در نظر گرفته شده است.

در تحلیل امرزی، از شاخص‌های مبتنی بر ارزیابی‌های زیست‌محیطی و اقتصادی استفاده می‌شود (Amiri et al., 2021). در مطالعه حاضر، از شاخص‌های ضریب تبدیل (Tr)<sup>۳</sup>، درصد امرزی تجدیدپذیر (R%)<sup>۴</sup>، نسبت عملکرد امرزی (EYR)<sup>۵</sup>، نسبت سرمایه‌گذاری امرزی (EIR)<sup>۶</sup>، نسبت بار زیست‌محیطی (ELR)<sup>۷</sup> و نسخه اصلاح‌شده آن (ELR\*)<sup>۸</sup>، شاخص پایداری زیست‌محیطی (ESI)<sup>۸</sup> و نسخه اصلاح‌شده آن (ESI\*) برای مقایسه نظام تولید گل محمدی در مناطق مختلف سیستان استفاده شده است.

1. Unit Energy Value (UEV)
2. Transformities (Tr)
3. Transformity
4. Renewable Emergy Ratio (RER)
5. Emergy Yield Ratio (EYR)
6. Emergy Investment Ratio (EIR)
7. Environmental Loading Ratio (ELR)
8. Environmental Sustainability Index (ESI)

### حاشیه بازاریابی

تفاوت بین حلقه‌های زنجیره بازاریابی را «حاشیه بازاریابی» می‌نامند. به‌طور کلی، در ادبیات بازاریابی، سه نوع حاشیه بازاریابی خرده‌فروشی<sup>۱</sup> (MR)، عمده‌فروشی<sup>۲</sup> (Mw) و مطلق (کل)<sup>۳</sup> (Mm) بیان شده است. از تفاوت بین قیمت خرده‌فروشی محصولات منتخب (انگور، گل محمدی و زیتون) (PR) و قیمت این محصولات در سطح مزرعه (PF) حاشیه کل بازاریابی به‌دست می‌آید. تفاوت بین قیمت این محصولات در سطح عمده‌فروشی (Pw) و قیمت محصولات مورد مطالعه در سطح مزرعه حاشیه عمده‌فروشی به‌دست می‌آید و تفاوت قیمت خرده‌فروشی و عمده‌فروشی را نیز حاشیه خرده‌فروشی می‌نامند که در روابط (۱) تا (۳) نشان داده شده است:

$$MR = PR - Pw \quad (۱)$$

$$Mw = Pw - PE \quad (۲)$$

$$Mn = PR - PF \quad (۳)$$

هزینه بازاریابی شامل اختلاف قیمت هر کدام از محصولات در سطح خرده‌فروشی و قیمت آنها در سطح مزرعه را شامل می‌شود. فاصله عمودی بین نقطه تعادل عرضه و تقاضای هر کدام از محصولات در سطح مزرعه برابر با مقدار فروخته‌شده در سطح خرده‌فروشی است. حاشیه نسبی بازاریابی (RT) برای به‌دست آوردن سهم هر کدام از عوامل بازاریابی، از قیمت کالای نهایی به‌دست می‌آید، که حاشیه مطلق بازاریابی را نشان می‌دهد. در رابطه (۴)، حاشیه نسبی بازاریابی نشان داده شده، که نشان‌دهنده نسبت قیمت‌ها در سطح‌های مختلف بازاریابی (از جمله مزرعه، عمده‌فروش و خرده‌فروش) است (Sadr al-Ashrafi & Karbasi, 2014):

$$RT = PF/PR \quad (۴)$$

### رگرسیون فضایی

از جمله مسائلی که در مطالعات پیمایشی مطرح است، ارتباط و وابستگی فضایی نمونه‌هاست، که ظاهراً در مطالعات مربوط به گستره جغرافیایی منطقه‌ای خاص، این گونه وابستگی اهمیت قابل توجه

1. Retail Marketing Margin
2. Wholesale Marketing Margin
3. Aggregate Marketing Margin

داشته است. در مطالعه حاضر، قبل از برآورد مدل‌های اقتصادسنجی حاشیه بازاریابی، به بررسی خودهمبستگی فضایی حاشیه بازاریابی از طریق آماره موران<sup>۱</sup> پرداخته شد رگرسیون موزون جغرافیایی<sup>۲</sup> یک رهیافت مناسب در الگوسازی فرایندهای ناهمسان فضایی است (Brunsdon et al., 1996; Fotheringham et al., 1996; Fotheringham et al., 2009). ایده اصلی رگرسیون موزون جغرافیایی بر این نکته استوار است که پارامترهای الگو ممکن است در هر نقطه‌ای از فضای نمونه‌گیری با توجه به مقادیر متغیرهای وابسته و مستقل الگو در آن نقطه تخمین زده شود (Anselin, 1988) بر این اساس، با توجه به همبستگی‌های فضایی بین نقاط در الگو و تأثیرپذیری آنها از مناطق مجاور و نزدیک قاعدتاً نقاط مجاور از وزن و اهمیت بیشتری در تخمین الگو برخوردارند (Charlton & Fotheringham, 2009).

در این خصوص، چنانچه الگوی رگرسیونی عمومی زیر مد نظر باشد:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_n x_{in} + \varepsilon_i \quad (5)$$

روش رگرسیون موزون جغرافیایی را می‌توان روش توسعه‌یافته رگرسیون سنتی دانست که در آن، وضعیت فضایی نمونه‌ها در الگو وارد می‌شود؛ بنابراین، الگوی عمومی یادشده به صورت زیر و در چارچوب الگوی رگرسیون موزون جغرافیایی بازنویسی می‌شود (Fotheringham et al., 1997):

$$y_i = \beta_0(u) + \beta_1(u)x_{i1} + \beta_2(u)x_{i2} + \dots + \beta_n(u)x_{in} + \varepsilon_i \quad (6)$$

که در آن،  $\beta_1(u)$  نشان می‌دهد که پارامتر  $\beta_1$  ارتباطی را در اطراف موقعیت  $u$  تصریح می‌کند و در آن موقعیت تعیین شده و تخمین‌زننده برای این مدل نیز مشابه الگوی عمومی حداقل مربعات وزنی<sup>۳</sup> است، با این تفاوت که وزن لحاظ‌شده به موقعیت نسبی  $u$  در هر نمونه نسبت به نمونه‌های دیگر بستگی دارد. ضرایب برآوردی در رگرسیون موزون جغرافیایی به صورت زیر است (Fotheringham et al., 2009; Charlton & Fotheringham, 2009):

$$\hat{\beta}(u) = (X^T W(u) X)^{-1} X^T W(u) y \quad (7)$$

1. Moran statistics
2. Geographically Weighted Regression
3. Weight Least Squares (WLS)

که در آن،  $\beta_i(u)$  پارامترهای تخمینی و  $W(u)$  ماتریس مربع  $n \times n$  از وزن نسبی موقعیت  $u$  در مناطق مورد مطالعه بوده و همچنین،  $X^T W(u) X$  ماتریس واریانس-کوواریانس وزنی جغرافیایی و  $Y$  بردار مقادیر متغیر وابسته است؛ ماتریس  $W(u)$  نیز شامل وزن جغرافیایی در قطر اصلی بوده و مقدار سایر عناصر صفر است:

$$W(u) = \begin{bmatrix} 0W_n(u) & \dots & 0 \\ \dots & & \\ \dots & & \\ \dots & & \\ 0W_n(u) & & \end{bmatrix} \quad (8)$$

برای تعیین وزن‌ها، از یک الگوی وزن‌دهی استفاده می‌شود. الگوی متداول با هسته فضایی ثابت به صورت رابطه زیر است (Charlton & Fotheringham, 2009; Lee & Wong, 2001):

$$W_i(u) = e^{-0.5\left(\frac{d_i(u)}{h}\right)^2} \quad (9)$$

و در الگوی با هسته فضایی تطبیقی نیز به صورت رابطه زیر است:

$$W_i(u) = \left(1 - \left(\frac{d_i(u)}{h}\right)^2\right)^2 \quad (10)$$

که در روابط بالا،  $d_i(u)$  معیاری از فاصله بین مشاهده  $i$  و مکان نقطه مرجع  $(u_i, v_j)$  و  $h$  نیز مقدار پهنای باند است؛ در این خصوص، منظور از پهنای باند فاصله‌ای است که هر مشاهده نسبت به نقطه (مشاهده) مرجع در نظر می‌گیرد. هرچه این فاصله بیشتر باشد، وزن آن مشاهده در الگو کمتر می‌شود؛ و هرچه نزدیک‌تر باشد، وزن آن بیشتر می‌شود.

معادله رگرسیونی این مدل اقتصادسنجی است که در پژوهش حاضر، با استفاده از دو نرم‌افزار  $EViews_5$  و GIS تخمین زده شده است.

## نتایج و بحث

### تحلیل امرژی

جدول ۱ جریان ورودی‌های محیطی رایگان، خریداری‌شده و خروجی‌ها را بر اساس واحدهای فیزیکی برای نظام تولید گل محمدی در مناطق مختلف سیستان نشان می‌دهد. تمام ورودی‌ها، با استفاده از ضرب شدن در ضرایب مربوط، به امرژی خورشیدی بر حسب امژول خورشیدی در هکتار تبدیل شده‌اند. کل امرژی حمایت‌کننده نظام‌های تولید گل محمدی برای شهرستان‌های زابل، زهک (بخش مرکزی)، زهک (بخش جزینک)، هیرمند و نیمروز (بخش صابری)، به ترتیب،  $۷/۰۳ \times ۱۰^{۱۶}$ ،  $۲/۰۰ \times ۱۰^{۱۶}$ ،  $۲/۵۳ \times ۱۰^{۱۶}$  و  $۲/۰۱ \times ۱۰^{۱۶}$  امژول خورشیدی در هکتار در سال برآورد شده‌اند (جدول ۱)، از این رو، دلیل بالا بودن نهاده‌های زیست‌محیطی تجدیدپذیر در شهرستان زهک را می‌توان بالاتر بودن مصرف آب رودخانه (۳/۲۱ درصد) در این شهرستان دانست. مقایسه مقادیر امرژی ورودی نظام تولید گل محمدی در بین مناطق مختلف مورد مطالعه سیستان نشان داد که بیشترین امرژی کل ورودی در نظام تولید گل محمدی مربوط به زهک و کمترین آن مربوط به هیرمند بوده و از سوی دیگر، این شهرستان به دلیل دور بودن از جریان ورودی آب (سد جریکه) در انتهای مسیر رودخانه قرار داشته و بهره‌برداران این منطقه با بحران آبی بیشتری در فصول مختلف سال مواجه‌اند؛ از این رو، در این منطقه، از آب رودخانه به میزان کمتری استفاده می‌شود.

در مطالعه حاضر، میزان بالای کاربرد نهاده‌های تجدیدناپذیر محیطی در تولید گل محمدی در شهرستان‌های هیرمند و کمترین کاربرد این نهاده‌ها در شهرستان زابل مشاهده شده است. بالا بودن مصرف این نهاده‌ها در شهرستان هیرمند را می‌توان به دلیل بالا بودن استفاده از آب زیرزمینی بر اثر کمبود آب رودخانه در این منطقه دانست. از آنجا که در شهرستان هیرمند، بهره‌برداران در انتهای مسیر ورودی آب از شاه‌راه اصلی قرار دارند و در خشکسالی‌های اخیر نیز مقدار آب کمتری به منطقه وارد شده، بهره‌برداری از آب زیرزمینی بیش از دیگر مناطق صورت گرفته است. در مطالعه پلیسیاردی و همکاران (Pellicardi et al., 2014) بر مبنای تحلیل امرژی، جریان ورودی به نظام‌های تولید سنتی جو، گندم و علوفه یونجه در هندوستان، به ترتیب،  $۲/۹۴ \times ۱۰^{۱۵}$ ،  $۳/۶۵ \times ۱۰^{۱۵}$  و  $۲/۳۵ \times ۱۰^{۱۵}$  امژول خورشیدی در هکتار در سال گزارش شده است.

نهاده‌های ورودی در سه نظام مورد مطالعه به نهاده‌های محیطی تجدیدپذیر (R)، نهاده‌های محیطی تجدیدناپذیر (N)، نهاده‌های اقتصادی تجدیدپذیر (FR) و نهاده‌های اقتصادی تجدیدناپذیر (FN) تقسیم‌بندی شدند که در پی، خلاصه‌ای از هر کدام تشریح می‌شود.

### نهاده‌های محیطی تجدیدپذیر (R)

جریان‌های محیطی تجدیدپذیر به‌طور مستقیم از انرژی‌های نور خورشید منشعب می‌شوند (Asgharipour et al., 2019). در تمام نظام‌های مورد مطالعه، انرژی باد بزرگ‌ترین ورودی در میان ورودی‌های رایگان محیطی بود. جریان‌های محیطی تجدیدپذیر برای نظام‌های تولید گل محمدی در شهرستان‌های زابل، زهک (بخش مرکزی)، زهک (بخش جزینک)، هیرمند و نیمروز (بخش صابری)، به‌ترتیب،  $۷/۰۳ \times ۱۰^{۱۴}$ ،  $۶/۴۳ \times ۱۰^{۱۴}$ ،  $۸/۱۳ \times ۱۰^{۱۴}$  و  $۶/۴۰ \times ۱۰^{۱۴}$  و  $۱/۰۷ \times ۱۰^{۱۴}$  ام‌ژول خورشیدی در هکتار بود (جدول ۱).

به لحاظ کاربرد نهاده‌های رایگان محیطی تجدیدپذیر (از قبیل انرژی تابشی خورشید، انرژی جنبشی باد، انرژی شیمیایی باران و آب رودخانه) در بین مناطق مختلف تولید گل محمدی در منطقه سیستان بیشترین مقدار R متعلق به زهک و کمترین مقدار آن متعلق به نیمروز (بخش صابری) بود. مقایسه مقادیر نهاده‌های محیطی تجدیدپذیر (R) مناطق مورد مطالعه بیانگر بهره‌مندی بیشتر نظام تولید گل محمدی در نیمروز از جریان‌های تجدیدپذیر محیطی است. به‌طور کلی، بهره‌برداری زیاد از نهاده‌های رایگان محیطی در تولید گل محمدی در منطقه سیستان را می‌توان به‌دلیل هم‌زمانی دوره رشد گیاه با روزهای آفتابی سال و قرار گرفتن در بازه زمانی وزش بادهای ۱۲۰ روزه منطقه سیستان دانست، و دلیل تفاوت این مقادیر در بین شهرستان‌های مختلف را نیز می‌توان به کاربرد مختلف آنها از مقدار آب رودخانه نسبت داد که خود به‌دلیل دوری و نزدیکی هر کدام از مناطق از منبع ورودی آب (سد جریکه) است، به‌گونه‌ای که شهرستان‌های نزدیک‌تر به منبع ورودی آب از قبیل زهک سهم بیشتری از آب رودخانه دارند و مناطق دورتر از منبع ورودی آب سهم پایین‌تری از این نهاد را به خود اختصاص می‌دهند. محققان در چین میزان R نظام تولید برنج را  $۱/۸۲ \times ۱۰^{۱۵}$  ام‌ژول خورشیدی در هکتار برآورد کردند (Su et al., 2020). سهم ورودی منابع محیطی تجدیدپذیر در نظام تولید گل محمدی، زنجبیل و گندم به میزان ۱۷/۵۴، ۶/۴۲ و ۰/۰۷ درصد است؛ این نکته نشان می‌دهد که نظام تولید گل محمدی از منابع محیطی تجدیدپذیر نسبت به سایر نظام‌ها از سهم بیشتری بهره‌مند است (Su et al., 2023). در مطالعه میرشکاری و همکاران (Mirshekari et al., 2021) بالاترین میزان استفاده از نهاده‌های رایگان محیطی تجدیدپذیر (انرژی جنبشی باد) مربوط به نظام‌های تولید گندم، جو و یونجه بود؛ همچنین، بیشترین مقدار شاخص R در نظام‌های تولید هندوانه و خربزه، به‌ترتیب، مربوط به آب رودخانه و تبخیر و تعرق آب رودخانه است.

### نهاده محیطی تجدیدناپذیر (N)

در پژوهش حاضر، منبع اصلی تجدیدناپذیر محیطی شامل مصرف منابع آب زیرزمینی بود. نهاده رایگان آب زیرزمینی در نظام‌های تولید گل محمدی در شهرستان‌های زابل، زهک (بخش مرکزی)، زهک (بخش جزینک)، هیرمند و نیمروز (بخش صابری)، به ترتیب،  $1/43 \times 10^{16}$ ،  $1/70 \times 10^{16}$ ،  $2/23 \times 10^{16}$  و  $1/65 \times 10^{16}$  و  $2/86 \times 10^{16}$  امژول خورشیدی در هکتار در سال بود؛ همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، بالا بودن میزان نهاده محیطی تجدیدناپذیر (آب زیرزمینی) در شهرستان نیمروز به دلیل دوری از مبادی وردی آب رودخانه است که بر اثر آن، بهره‌برداران در این منطقه مقدار بیشتری از آب زیرزمینی بهره‌برداری می‌کردند، که خود موجب بالا رفتن این شاخص در این شهرستان شده است. کمترین مقدار N مربوط به زابل بود. از آنجا که اکثر بهره‌برداران در این منطقه از آب رودخانه استفاده می‌کنند، به همان نسبت مقدار کمتری از نهاده‌های تجدیدناپذیر به‌ویژه آب زیرزمینی استفاده می‌کنند. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، بررسی شکل‌های مختلف انرژی ورودی حاکی از آن بود که در نظام تولید گل محمدی سهم نهاده‌های رایگان محیطی تجدیدناپذیر بیش از نهاده‌های رایگان محیطی تجدیدپذیر بود. این نتیجه با یافته‌های محققان دیگر نیز مطابقت دارد (Ghasemi Mobtaker et al., 2010; Azizi & Heidari, 2013; Khoshnevisan et al., 2013). محدود بودن انرژی‌های تجدیدناپذیر، از یک‌سو و مشکلات زیست‌محیطی ناشی از مصرف این شکل از انرژی، از سوی دیگر، ضرورت کاهش استفاده از انرژی‌های تجدیدناپذیر و جایگزینی آنها با منابع انرژی تجدیدپذیر را چندین برابر می‌کند. جایگزینی کودهای شیمیایی با کودهای دامی، کود سبز، کودهای زیستی؛ استفاده از نظام‌های کشت بدون خاک‌ورزی یا کم‌خاک‌ورزی و مدیریت مصرف آب که با مصرف برق یا سوخت‌های فسیلی برای تلمبه (پمپاژ) آب آبیاری در ارتباط است، از جمله راهکارهایی است که می‌تواند در فرآیند تولید محصولات باغی، به کاهش سهم انرژی‌های تجدیدناپذیر از کل انرژی ورودی کمک کند (Vafabakhsh & Mohammadzadeh, 2019).

### نهاده‌های ورودی خریداری‌شده ( $F_R$ و $F_N$ )

نهاده‌های ورودی خریداری‌شده از قبیل نیروی انسانی، ماشین‌آلات، سوخت فسیلی و نهال شامل مجموع نهاده‌های خریداری‌شده در نظام تولید گل محمدی در شهرستان‌های زابل، زهک (بخش مرکزی)، زهک (بخش جزینک)، هیرمند و نیمروز (بخش صابری)، به ترتیب،  $2/39 \times 10^{15}$ ،  $2/98 \times 10^{15}$ ،  $2/15 \times 10^{15}$  و  $2/95 \times 10^{15}$  و  $2/78 \times 10^{15}$  امژول خورشیدی در هکتار در سال است. در کلیه مناطق مورد مطالعه، بیشترین نهاده‌های غیررایگان مربوط به خرید نهال بوده و کمترین آن مربوط به ماشین‌آلات است. به باور اصغری‌پور و همکاران (Asgharipour et al., 2019)، دلیل بالا بودن سهم جریان‌های

ورودی خریداری شده در نظام تولید انگور یا قوتی هزینه بالای خرید نهال بوده که بر حسب وزن نهال و بر اساس امرژی واحد پول ایران (ریال) بیان شده است. سو و همکاران (Su et al., 2020) نیز به تحلیل امرژی سه نظام تولید گندم، زنجبیل و گل محمدی در چین پرداختند و نشان دادند که نظام تولید زنجبیل بالاترین ورودی را در بخش منابع خریداری شده با ارزش  $5/55 \times 10^{15}$  ام ژول خورشیدی در هکتار در سال داشته و مزرعه تولید گل محمدی دارای کم مصرف ترین نظام تولیدی با مجموع نهاده های ورودی خریداری شده برابر با  $2/82 \times 10^{15}$  ام ژول خورشیدی در هکتار در سال بوده است. افزون بر این، در زراعت گیاهانی که کاشت آنها غیر از دانه و با پیازچه، غده و ... صورت می گیرد، سهم بالایی از هزینه های تولید مربوط به تهیه بذر است (Amiri et al., 2021). سو و همکاران (Su et al., 2020) هم در پژوهش خود، گزارش کردند که انواع مختلف کودهای شیمیایی و آفت کش ها سهم عمده ای از جریان های ورودی خریداری شده را تشکیل می دهند.

#### جدول ۱- جریان های طبیعی و اقتصادی نظام تولید گل محمدی در شهرستان های منطقه سیستان (ژول در هکتار در سال)

زابل	امرژی / واحد	مقدار	امرژی (sej)	درصد	نهاده های زیست محیطی تجدیدپذیر (R)
					نور خورشید
	$1/0 \times 10^0$	$2/39 \times 10^{13}$	$2/39 \times 10^{13}$	0/13%	ژول
					انرژی جنبشی باد
	$1/24 \times 10^3$	$4/77 \times 10^{11}$	$5/91 \times 10^{14}$	3/29%	ژول
					انرژی شیمیایی باران
	$2/34 \times 10^4$	$2/52 \times 10^9$	$5/89 \times 10^{13}$	0/23%	ژول
					آب رودخانه، انرژی شیمیایی
	$3/61 \times 10^4$	$1.88 \times 10^{10}$	$6/79 \times 10^{14}$	3/78%	ژول
					مجموع
					نهاده های زیست محیطی تجدید ناپذیر (N)
	$1/92 \times 10^5$	$7/44 \times 10^{10}$	$1/43 \times 10^{16}$	79/51%	ژول
					آب زیرزمینی
					مجموع
					ورودی های خریداری شده (FR & FN)
					نیروی انسانی
	$2/22 \times 10^6$	$1/90 \times 10^3$	$1/92 \times 10^{13}$	0/11%	ژول
					ماشین آلات
	$1/01 \times 10^{10}$	$2/56 \times 10^9$	$2/20 \times 10^{14}$	1/23%	ژول
					سوخت فسیلی و روغن
	$2/96 \times 10^8$	$2/00 \times 10^7$	$1/35 \times 10^{15}$	7/53%	ریال
					نهال
	$6/76 \times 10^7$		$2/98 \times 10^{15}$	16/57%	ریال
					مجموع
					جمع
					خروجی
	گرم		$6/29 \times 10^5$		گل خشک شده
	ژول		$5/03 \times 10^9$		گل خشک شده
	لیتر		$4/36 \times 10^3$		گلاب

ادامه جدول ۱-۱

زهک (بخش مرکزی)			امرزی / واحد	نهادهای زیست‌محیطی تجدیدپذیر (R)	
درصد	امرزی (sej)	مقدار			
-۰/۲۵%	۴/۹۳×۱۰ <sup>۱۳</sup>	۴/۹۳×۱۰ <sup>۱۳</sup>	۱/۰۰×۱۰ <sup>۰</sup>	ژول	نور خورشید
۲/۹۶%	۵/۹۱×۱۰ <sup>۱۴</sup>	۴/۷۱×۱۰ <sup>۱۱</sup>	۱/۲۴×۱۰ <sup>۳</sup>	ژول	انرژی جنبشی باد
-۰/۲۹%	۵/۸۹×۱۰ <sup>۱۳</sup>	۲/۵۲×۱۰ <sup>۹</sup>	۲/۳۴×۱۰ <sup>۴</sup>	ژول	انرژی شیمیایی باران
۲/۹۷%	۵/۹۴×۱۰ <sup>۱۴</sup>	۱/۶۵×۱۰ <sup>۱۰</sup>	۳/۶۱×۱۰ <sup>۴</sup>	ژول	آب رودخانه، انرژی شیمیایی
۳.۲۳%	۶/۴۳×۱۰ <sup>۱۴</sup>				مجموع
					نهادهای زیست‌محیطی تجدید ناپذیر (N)
۸۴/۸۳%	۱/۷۰×۱۰ <sup>۱۶</sup>	۸/۸۴×۱۰ <sup>۱۰</sup>	۱/۹۲×۱۰ <sup>۵</sup>	ژول	آب زیرزمینی
۸۴/۸۳%	۱.۷۰×۱۰ <sup>۱۶</sup>				مجموع
					ورودی‌های خریداری شده (FR & FN)
۱/۷۳%	۳/۴۶×۱۰ <sup>۱۴</sup>	۱/۵۶×۱۰ <sup>۸</sup>		ژول	نیروی انسانی
-۰/۱۱%	۲/۲۳×۱۰ <sup>۱۳</sup>	۲/۲۱×۱۰ <sup>۳</sup>	۲/۲۲×۱۰ <sup>۶</sup>	گرم	ماشین‌آلات
۲/۰۱%	۴/۰۲×۱۰ <sup>۱۴</sup>	۴/۶۷×۱۰ <sup>۹</sup>	۱/۰۱×۱۰ <sup>۱۰</sup>	گرم	سوخت فسیلی و روغن
۸/۱۳%	۱/۶۲×۱۰ <sup>۱۵</sup>	۲/۴۰×۱۰ <sup>۷</sup>	۲/۹۶×۱۰ <sup>۸</sup>	ریال	نهال
۱۱/۹۷%	۲/۳۹×۱۰ <sup>۱۵</sup>		۶/۷۶×۱۰ <sup>۷</sup>		مجموع
۱۰۰%	۲/۰۰×۱۰ <sup>۱۶</sup>				جمع
					خروجی
	۴/۰۰×۱۰ <sup>۵</sup>			گرم	گل خشک‌شده
	۳/۲۰×۱۰ <sup>۹</sup>			ژول	گل خشک‌شده
	۲/۴۰×۱۰ <sup>۳</sup>			لیتر	گلاب

## ادامه جدول ۱-

زهک (بخش جزینک)			نهادهای زیست محیطی تجدیدپذیر (R)		
درصد	امرزی (sej)	مقدار	امرزی/ واحد		
-۰/۱۹%	۴/۹۳×۱۰ <sup>۱۳</sup>	۴/۹۳×۱۰ <sup>۱۳</sup>	۱/۰۰×۱۰ <sup>۰</sup>	ژول	نور خورشید
۲/۳۴%	۵/۹۱×۱۰ <sup>۱۴</sup>	۴/۷۷×۱۰ <sup>۱۱</sup>	۱/۲۴×۱۰ <sup>۲</sup>	ژول	انرژی جنبشی باد
-۰/۲۳%	۵/۸۹×۱۰ <sup>۱۳</sup>	۲/۵۲×۱۰ <sup>۹</sup>	۲/۳۴×۱۰ <sup>۴</sup>	ژول	انرژی شیمیایی باران
۳/۰۳%	۷/۶۴×۱۰ <sup>۱۴</sup>	۲/۱۲×۱۰ <sup>۱۰</sup>	۳/۶۱×۱۰ <sup>۴</sup>	ژول	آب رودخانه، انرژی شیمیایی
۳.۲۱%	۸/۱۳×۱۰ <sup>۱۴</sup>				مجموع
					نهادهای زیست محیطی تجدید ناپذیر (N)
۸۸/۲۷%	۲/۲۳×۱۰ <sup>۱۶</sup>	۱/۱۶×۱۰ <sup>۱۱</sup>	۱/۹۲×۱۰ <sup>۵</sup>	ژول	آب زیرزمینی
۸۸/۲۷%	۲/۲۳×۱۰ <sup>۱۶</sup>				مجموع
					ورودی‌های خریداری شده (FR & FN)
۱/۷۱%	۴/۳۳×۱۰ <sup>۱۴</sup>	۱/۹۵۱۰ <sup>۸</sup>		ژول	نیروی انسانی
-۰/۱۰%	۲/۵۳×۱۰ <sup>۱۳</sup>	۲/۵۰×۱۰ <sup>۳</sup>	۲/۲۲×۱۰ <sup>۶</sup>	گرم	ماشین‌آلات
-۰/۶۴%	۱/۶۱×۱۰ <sup>۱۴</sup>	۱/۸۷×۱۰ <sup>۹</sup>	۱/۰۱×۱۰ <sup>۱۰</sup>	گرم	سوخت فسیلی و روغن
۶/۰۶%	۱/۵۳×۱۰ <sup>۱۵</sup>	۲/۲۷E×۱۰ <sup>۷</sup>	۲/۹۶×۱۰ <sup>۸</sup>	ریال	نهال
۸/۵۱%	۲/۱۵×۱۰ <sup>۱۵</sup>		۶/۷۶×۱۰ <sup>۷</sup>		مجموع
۱۰۰.۰۰%	۲/۵۳×۱۰ <sup>۱۶</sup>				جمع
					خروجی
	۵/۰۰×۱۰ <sup>۵</sup>			گرم	گل خشک شده
	۴/۰۰×۱۰ <sup>۹</sup>			ژول	گل خشک شده
	۳/۰۰×۱۰ <sup>۲</sup>			لیتر	گلاب

ادامه جدول ۱-

هیبرمند		مقدار	امرزی / واحد	نهادهای زیست‌محیطی تجدیدپذیر (R)	
درصد	امرزی (sej)				
-۰/۲۵%	$۴/۹۳ \times ۱۰^{۱۳}$	$۴/۹۳ \times ۱۰^{۱۳}$	$۱/۰۰ \times ۱۰^۰$	ژول	نور خورشید
۲/۹۴%	$۵/۹۱ \times ۱۰^{۱۴}$	$۴/۷۶ \times ۱۰^{۱۱}$	$۱/۲۴ \times ۱۰^۳$	ژول	انرژی جنبشی باد
-۰/۲۹%	$۵/۸۹ \times ۱۰^{۱۳}$	$۲/۵۲ \times ۱۰^۹$	$۲/۳۴ \times ۱۰^۴$	ژول	انرژی شیمیایی باران
۲/۷۰%	$۵/۴۳ \times ۱۰^{۱۴}$	$۱/۵۰ \times ۱۰^{۱۰}$	$۳/۶۱ \times ۱۰^۴$	ژول	آب رودخانه، انرژی شیمیایی
۳/۱۹%	$۶/۴۰ \times ۱۰^{۱۴}$				مجموع
					نهادهای زیست‌محیطی تجدید ناپذیر (N)
۸۲/۱۶%	$۱/۶۵ \times ۱۰^{۱۶}$	$۸/۶۰ \times ۱۰^{۱۰}$	$۱/۹۲ \times ۱۰^۵$	ژول	آب زیرزمینی
۸۲/۱۶%	$۱/۶۵ \times ۱۰^{۱۶}$				مجموع
					ورودی‌های خریداری شده (FR & FN)
۵/۱۷%	$۱/۰۴ \times ۱۰^{۱۵}$	$۴/۶۸۱۰^۸$		ژول	نیروی انسانی
-۰/۱۷%	$۳/۳۶ \times ۱۰^{۱۳}$	$۳/۳۲ \times ۱۰^۳$	$۲/۲۲ \times ۱۰^۶$	گرم	ماشین‌آلات
-۰/۸۰%	$۱/۶۱ \times ۱۰^{۱۴}$	$۱/۸۷ \times ۱۰^۹$	$۱/۰۱ \times ۱۰^{۱۰}$	گرم	سوخت فسیلی و روغن
۸/۵۲%	$۱/۷۱ \times ۱۰^{۱۵}$	$۲/۵۳ \times ۱۰^۷$	$۲/۹۶ \times ۱۰^۸$	ریال	نهال
۱۴/۶۶%	$۲/۹۵ \times ۱۰^{۱۵}$		$۶/۷۶ \times ۱۰^۷$		مجموع
۱۰۰%	$۲۰۰۱ \times ۱۰^{۱۶}$				جمع
					خروجی
	$۳/۸۰ \times ۱۰^۵$			گرم	گل خشک‌شده
	$۳/۰۴ \times ۱۰^۹$			ژول	گل خشک‌شده
	$۲/۸۰ \times ۱۰^۳$			لیتر	گلاب

## ادامه جدول ۱-

نیمروز (بخش صابری)			امرزی / واحد	نهادهای زیست محیطی تجدیدپذیر (R)	
درصد	امرزی (sej)	مقدار			
۰.۱۵%	$4/93 \times 10^{13}$	$4/93 \times 10^{13}$	$1/00 \times 10^0$	ژول	نور خورشید
۱.۸۲%	$5/91 \times 10^{14}$	$4/77 \times 10^{11}$	$1/24 \times 10^3$	ژول	انرژی جنبشی باد
۰/۱۸%	$5/89 \times 10^{13}$	$2/52 \times 10^9$	$2/34 \times 10^4$	ژول	انرژی شیمیایی باران
۳/۱۳%	$1/02 \times 10^{15}$	$2/82 \times 10^{10}$	$3/61 \times 10^4$	ژول	آب رودخانه، انرژی شیمیایی
۳.۲۸%	$1/07 \times 10^{14}$				مجموع
					نهادهای زیست محیطی تجدید ناپذیر (N)
۸۷/۸۹%	$2/86 \times 10^{16}$	$1/49 \times 10^{11}$	$1/92 \times 10^5$	ژول	آب زیرزمینی
۸۷/۸۹%	$2/86 \times 10^{16}$				مجموع
					ورودی‌های خریداری شده (FR & FN)
۱/۳۳%	$4/33 \times 10^{14}$	$1/95 \times 10^8$		ژول	نیروی انسانی
۰/۱۰%	$3/13 \times 10^{13}$	$10/3 \times 10^3$	$2/22 \times 10^6$	گرم	ماشین‌آلات
۱/۸۵%	$6/02 \times 10^{14}$	$2/56 \times 10^9$	$1/01 \times 10^{10}$	گرم	سوخت فسیلی و روغن
۵/۵۵%	$1/80 \times 10^{15}$	$2/67 \times 10^7$	$2/96 \times 10^8$	ریال	نهال
۸/۸۳%	$2/87 \times 10^{15}$		$6/76 \times 10^7$		مجموع
۱۰۰%	$3/25 \times 10^{16}$				جمع
					خروجی
	$2/00 \times 10^5$			گرم	گل خشک شده
	$1/60 \times 10^9$			ژول	گل خشک شده
	$7/50 \times 10^2$			لیتر	گلاب

مأخذ: یافته‌های پژوهش

## ارزیابی شاخص‌های امرزی

ارزیابی با استفاده از شاخص‌های امرزی در شناسایی تمایز بین مناطق مختلف نظام تولید گل محمدی از لحاظ ویژگی‌های کارکردی شامل پایداری بوم‌شناختی، کارایی استفاده از منابع، اثرات زیست محیطی، بهره‌وری اقتصادی و میزان رقابتی بودن در بازار مؤثر است. نتایج حاصل از شاخص‌های امرزی در جدول ۲ آمده است.

### ضریب تبدیل (Tr)

ضریب تبدیل شاخصی مؤثر برای ارزیابی بازده امرژی تولید محصول است (Brown & Ulgiati, 2004). مقدار بالاتر ضریب تبدیل در تولید یکسان نشان‌دهنده اثربخشی پایین امرژی از نظر اقتصادی و زیست‌محیطی است (Odum, 1996). در میان مناطق مختلف مورد مطالعه شامل زابل، زهک (بخش مرکزی)، زهک (بخش جزینک)، هیرمند و نیمروز (بخش صابری)، بیشترین مقدار شاخص ضریب تبدیل مربوط به نیمروز ( $6/61 \times 10^7$  ام‌ژول خورشیدی در ژول) و کمترین مقدار این شاخص مربوط به زابل ( $3/57 \times 10^6$  ام‌ژول خورشیدی در ژول) بوده، که نشان‌دهنده بالاتر بودن اثربخشی تولید در شهرستان زابل است.

در مطالعات باستانونی و همکاران (Bastianoni et al., 2009) و برانت-ویلیامز (Brandt-Williams, 2002)، مقادیر ضریب تبدیل برای تولید انگور در دیانتی ایتالیا  $1/11 \times 10^5$  ام‌ژول خورشیدی در ژول و برای محصولات فلفل دلمه‌ای، کلم، خیار، کاهو، گوجه‌فرنگی، لوبیا سبز و ذرت شیرین در فلوریدای آمریکا بین  $9/84 \times 10^{10}$  تا  $9/98 \times 10^{10}$  ام‌ژول خورشیدی در ژول محاسبه شدند. جعفری و همکاران (Jafari et al., 2018) ضریب تبدیل گیاه پسته و خرما در نهبندان ایران را به ترتیب،  $1/71 \times 10^9$  و  $1/47 \times 10^9$  ام‌ژول خورشیدی در ژول گزارش دادند. همچنین، ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2012) و کاوالت و اورتگا (Cavalett & Ortega, 2009) ضریب تبدیل در نظام‌های تولید سویا، در چین و برزیل را به ترتیب،  $8/37 \times 10^4$  و  $1/01 \times 10^5$  ام‌ژول خورشیدی در ژول بیان کردند. فلاح‌نژاد و همکاران (Fallahinejad et al., 2020) ضریب تبدیل را برای نظام‌های تولید چغندر قند و زعفران، به ترتیب،  $1/17 \times 10^5$  و  $2/99 \times 10^8$  ام‌ژول خورشیدی در ژول گزارش کردند.

### شاخص درصد تجدیدپذیری امرژی (R%)

نسبت ورودی‌های تجدیدپذیر به امرژی کل را درصد تجدیدپذیری امرژی (R) می‌نامند (Zhang & Long, 2010). در بلندمدت، در یک نظام تولیدی، برای موفقیت در رقابت اقتصادی، باید میزان کمتری از منابع تجدیدناپذیر نسبت به منابع تجدیدپذیر استفاده شود (Lefroy & Rydberg, 2003; Brown & Ulgiati, 2004).

در مطالعه حاضر، میزان تجدیدپذیری امرژی نظام‌های تولید گل محمدی در شهرستان‌های زابل، زهک (بخش مرکزی)، زهک (بخش جزینک)، هیرمند و نیمروز (بخش صابری)، به ترتیب،  $6/19$ ،  $5/01$  و  $4/60$ ،  $5/41$  و  $4/53$  درصد محاسبه شد. بزرگ‌تر بودن تجدیدپذیری امرژی نظام تولید گل محمدی در زابل نسبت به سایر نظام‌های مورد بررسی به دلیل سهم زیاد استفاده از ورودی‌های محیطی

تجدیدپذیر بود. در پژوهش حاضر، کمترین درصد تجدیدپذیری در بین مناطق مختلف مورد مطالعه مربوط به نظام تولید گل محمدی نیمروز بوده و گویای این واقعیت است که در این شهرستان، درصد بالایی از انرژی مورد استفاده به منابع تجدیدناپذیر محیطی وابسته است. پایین بودن درصد تجدیدپذیری نظام تولید گل محمدی نیمروز می‌تواند نشانی از ناپایداری این نظام در این منطقه باشد (جدول ۲).

مقدار شاخص درصد تجدیدپذیری انرژی در نظام تولید گل محمدی، زنجبیل، سیب‌زمینی و گندم، به ترتیب، ۲۰/۶۸، ۵/۲۱، ۳۴/۰۶ و ۴۴/۱۱ گزارش شده است (Su et al., 2023). در مطالعه‌ای در چین، درصد تجدیدپذیری تولید برنج به شیوه سنتی و سبزی به روش فشرده، به ترتیب، ۵۲/۶۶ و ۱۲/۳۰ برآورد شده است (Su et al., 2020). شاخص درصد تجدیدپذیری برای لوبیا در ایران در نظام تولید بوم‌شناختی و نظام با مصرف بالای نهاده، به ترتیب، ۵۳/۶۹ و ۳/۳۵ درصد گزارش شده است (Asgharipour et al., 2019)؛ و از این‌رو، تغییر در نوع مصرف نهاده‌های ورودی نظام تولید محصول لوبیا از مصرف بالای نهاده‌های مرسوم و شیمیایی (با تجدیدپذیری پایین) به سمت مصرف نهاده‌هایی با منبع تجدیدپذیری بیشتر و بوم‌شناختی و ارتقای پایداری نظام‌های تولید گزارش شده است.

### نسبت عملکرد انرژی (EYR)

شاخص نسبت عملکرد انرژی به «نسبت کل عملکرد انرژی به انرژی خریداری شده از بازار» گفته می‌شود و به‌عنوان معیاری برای نشان دادن توانایی یک فرآیند به‌منظور جذب منابع تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر محلی با سرمایه‌گذاری روی منابع اقتصادی کاربرد گسترده دارد؛ همچنین، مقادیر بیشتر EYR نسبت استفاده بالاتری از منابع خریداری شده در مقابل منابع رایگان انرژی در فرآیند را نشان می‌دهد (Odum, 2000).

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، مقادیر شاخص EYR در نظام تولید گل محمدی در شهرستان‌های زابل، زهک (بخش مرکزی)، زهک (بخش جزینک)، هیرمند و نیمروز (بخش صابری)، به ترتیب، ۶/۰۳۳، ۸/۳۵۶، ۱۱/۷۵۰، ۶/۸۲۳ و ۱۱/۳۲۶ بود. دلیل اصلی بزرگ‌تر بودن شاخص EYR در نظام‌های تولید گل محمدی زهک (بخش جزینک) سهم بیشتر ورودی تجدیدناپذیر محیطی (آب زیرزمینی ۸۸/۲۷ درصد از کل انرژی ورودی) نسبت به سایر مناطق مورد مطالعه بود. سهم بیشتر ورودی انرژی از منبع جریان‌های رایگان تجدیدناپذیر در نظام تولید گل محمدی زهک به‌دلیل برداشت نامناسب از آب زیرزمینی در طول دوره رشد گیاه بوده که به‌طور فراوان‌تر (به‌دلیل هم‌جواری منابع آبی چاه نیمه با این منطقه) حفر شده است. در تعداد زیادی از ارزیابی‌های انرژی، شاخص EYR به‌عنوان یکی از شاخص‌های اصلی گزارش شده است. همچنین، میزان EYR در تحلیل انرژی نظام‌های تولید

گل محمدی، زنجبیل، سیب‌زمینی و گندم، به ترتیب، ۱۱/۱۶، ۰/۰۷، ۱/۹۶ و ۴/۱۶ گزارش شده است (Su et al., 2023). امیری و همکاران (Amiri et al., 2019) میزان EYR را در نظام تولید تجاری و معیشتی کلزا ۲/۳۱ و ۱/۵۳ به دست آوردند. در پژوهشی، اندازه EYR در نظام سنتی تولید برنج و سبزی به روش فشرده، به ترتیب، ۱/۴۵ و ۱/۰۵ اعلام شد (Su et al., 2020).

### نسبت سرمایه‌گذاری امرژی (EIR) و نسبت سرمایه‌گذاری اصلاح‌شده (EIR\*)

نسبت سرمایه‌گذاری امرژی (EIR) اطلاعاتی در مورد چگونگی کارایی نظام در استفاده امرژی ناشی از سرمایه‌گذاری را نسبت به امرژی‌های رایگان محیطی ارائه می‌دهد (Odum, 1996). EIR از نسبت ورودی‌های خریداری‌شده به ورودی‌های رایگان نظام به دست می‌آید. مقدار کمتر این شاخص نشان‌دهنده وابستگی بیشتر نظام به منابع محیطی است (Wang et al., 2014). بیشترین مقدار شاخص EIR در تحقیق حاضر مربوط به نظام تولید گل محمدی در زابل به میزان ۰/۱۹۹ و کمترین آن مربوط به نظام تولید گل محمدی در زهک (بخش جزینک) به میزان ۰/۰۹۳ و EIR\* در نظام‌های تولید گل محمدی زابل، زهک (بخش مرکزی)، زهک (بخش جزینک)، هیرمند و نیمروز (بخش صابری)، به ترتیب، ۴/۲۳۸، ۳/۷۲۲، ۲/۶۴۸، ۴/۶۰۱ و ۲/۶۸۹ بود، از این‌رو، پایین‌ترین سطح این شاخص نیز در نظام شهرستان زهک (بخش جزینک) و بالاترین آن در هیرمند مشاهده می‌شود. دلیل بالا بودن مقدار شاخص EIR در زابل نسبت به سایر مناطق مورد بررسی در تحقیق حاضر جریان امرژی ورودی بذر، نیروی انسانی و سوخت‌های فسیلی (به ترتیب، ۷/۵۳، ۸/۵۵، ۷/۷۱ و ۱/۲۳ درصد از کل امرژی‌های ورودی) در نظام تولید گل محمدی این شهرستان بود. از آنجا که میزان کمتر شاخص EIR نشان‌دهنده وابستگی بیشتر نظام تولید به منابع محیطی است، می‌توان دلیل پایین بودن شاخص EIR در نظام تولید گل محمدی زهک (بخش جزینک) را سهم بالای امرژی نهاده‌های رایگان محیطی تجدیدپذیر (۳/۲۱ درصد از کل امرژی‌های ورودی) دانست.

در پژوهش سو و همکاران (Su et al., 2023)، مقدار شاخص EIR برای نظام‌های تولید گل محمدی، زنجبیل، سیب‌زمینی و گندم، به ترتیب، ۳/۸۴، ۱۰۳×۱۰۷، ۱۱/۲۳ و ۶/۰۹ گزارش شد. شاخص EIR برای نظام‌های تولید کلزا در واحدهای تجاری و سنتی، به ترتیب، ۰/۷۶ و ۱/۸۶ و مقادیر به دست‌آمده EIR\* برای نظام‌های تولید کلزا در واحدهای تجاری و سنتی، به ترتیب، ۹/۰۰ و ۸/۹۴ بود (Amiri et al., 2019). در تحقیقی روی نظام‌های تولید سویا در برزیل، میزان EIR ۱/۲۵ محاسبه شد (Cavalett & Ortega, 2009).

نسبت بار زیست‌محیطی استاندارد (ELR) و نسبت بار زیست‌محیطی اصلاح‌شده (ELR\*) شاخص‌های نسبت بار زیست‌محیطی استاندارد (ELR) و نسبت بار زیست‌محیطی اصلاح‌شده (ELR\*) بیانگر فشار تحمیل‌شده از سوی نظام مورد مطالعه به محیط زیست است. شاخص ELR از طریق محاسبه نسبت ورودی‌های امرژی تجدیدناپذیر محیطی و ورودی‌های خریداری‌شده بر نهاده‌های محیطی تجدیدپذیر و ELR\* از نسبت ورودی منابع تجدیدناپذیر به منابع تجدیدپذیر محاسبه می‌شود (Ortega et al., 2005). نسبت بالای این دو شاخص به معنی اعمال فشار بالا بر محیط زیست است. در مطالعه حاضر، مقادیر ELR برای نظام تولید گل محمدی در شهرستان‌های زابل، زهک (بخش مرکزی)، زهک (بخش جزینک)، هیرمند و نیمروز (بخش صابری)، به ترتیب، ۳۴/۵۷۰، ۳۰/۰۹۹، ۳۰/۱۰۸، ۳۰/۳۹۳ و ۲۹/۴۵۸ ام‌ژول خورشیدی محاسبه شده و همچنین، مقادیر ELR\* برای این مناطق، به ترتیب، ۱۵/۱۶۱، ۱۸/۹۵۲، ۲۰/۷۴۷، ۱۷/۴۹۵ و ۲۱/۰۹۴ بوده است. بر اساس مقادیر ELR و ELR\* محاسبه‌شده در مطالعه حاضر، فشار وارده بر محیط زیست از طرف نظام‌های تولید گل محمدی در زابل کمترین و در هیرمند بیشترین میزان برآورد شده است. در تولید گل محمدی زابل، به دلیل بهره‌مندی بیشتر از نهاده‌های رایگان محیطی (R)، فشار بر محیط زیست کمتر بوده و همچنین، نظام تولید گل محمدی هیرمند، به دلیل استفاده از منابع رایگان محیطی تجدیدناپذیر (N)، بیشترین فشار را بر محیط زیست اعمال کرده است. مقدار شاخص ELR برای نظام‌های تولید گل محمدی، زنجبیل، سیب‌زمینی و گندم، به ترتیب، ۳/۸۴، ۱۸/۱۹، ۱/۹۴ و ۱/۲۷ گزارش شده است (Su et al., 2023).

در بررسی سایت‌های تولید کلزا در ایران، مقادیر ELR و ELR\* به ترتیب، در نظام تجاری ۱۹/۷۵ و ۱۷/۸۵ و در نظام معیشتی تولید کلزا ۱۲/۶۸ و ۴/۰۰ محاسبه و بر مبنای دو شاخص ELR و ELR\*، نظام تجاری ناپایدار معرفی شده است (Amiri et al., 2019). جیانتی و همکاران (Giannetti et al., 2011) گزارش دادند که شاخص ELR تولید قهوه در برزیل در بوم نظام تجاری ۲/۸۹ و در مناطق محافظت‌شده بین ۰/۳۹ تا ۲/۰۶ است و نظام تجاری تولید قهوه مورد مطالعه دارای پایداری کم و نظام‌های مناطق حفاظت‌شده در میان‌مدت و بلندمدت پایدار خواهند بود. در تحقیقی روی تولید ذرت در شمال چین، شاخص ELR برابر با ۱۰/۶۲ گزارش شده است (Zhang et al., 2007). با مقایسه ELR\*، پایداری سه نظام تولید لوتوس خالص، لوتوس-میگو و لوتوس-ماهی بررسی و مقادیر ELR\* این نظام‌ها، به ترتیب، ۲/۳، ۲/۸ و ۲/۴ به دست آمده و همچنین، نظام تولید لوتوس خالص، نسبت به دو نظام دیگر، پایدارتر شناخته شده است.

شاخص پایداری زیست‌محیطی استاندارد (ESI) و شاخص پایداری زیست‌محیطی اصلاح‌شده (ESI\*) شاخص ESI یک شاخص مرکب است که از نسبت شاخص EYR به ELR به دست می‌آید. این شاخص مزایای به دست آمده در واحد سطح را در یک نظام اندازه‌گیری می‌کند؛ به دیگر سخن، پایداری زیست‌محیطی مزیت نظام نسبت به هزینه‌های آن را محاسبه می‌کند. از این رو، شاخص ESI به دو جنبه اقتصاد و محیط زیست اشاره دارد. مقادیر بیشتر شاخص پایداری زیست‌محیطی حاکی از پایداری بالاتر نظام مورد مطالعه بوده، که این شاخص بین صفر تا بی‌نهایت در نوسان است (Brown & Ulgiati, 2004).

در مطالعه حاضر، ESI برای نظام‌های تولید گل محمدی در شهرستان‌های زابل، زهک (بخش مرکزی)، زهک (بخش جزینک)، هیرمند و نیمروز (بخش صابری)، به ترتیب، ۰/۳۹۰، ۰/۲۲۴ و ۰/۳۸۴ ام‌ژول خورشیدی محاسبه شده و همچنین، مقادیر ESI\* برای نظام‌های تولید گل محمدی در مناطق یادشده، به ترتیب، ۰/۳۹۸، ۰/۴۴۱، ۰/۵۶۶، ۰/۳۹۰ و ۰/۵۳۷ بوده است. مقادیر ESI\* تا حدودی پایداری بیشتری را در مناطق مورد مطالعه نسبت به مقادیر ESI نشان داد. از آنجا که در محاسبه ESI و ESI\*، شاخص‌های EYR، ELR و ELR\* دخالت دارند، فاصله بین مقادیر شاخص ESI از مقادیر نسخه اصلاح‌شده (ESI\*) در مناطق مورد مطالعه به دلیل تفاوت بین مقادیر ELR و ELR\* بوده و بالا بودن میزان شاخص ESI در نظام تولید گل محمدی زهک (بخش جزینک) را می‌توان به سهم بالای ورودی رایگان محیطی تجدیدپذیر (R) و تخصیص میزان زیادی از ورودی‌های خریداری‌شده در این منطقه نسبت داد. با توجه به رابطه محاسبه ESI و ESI\*، میزان بالاتر این شاخص‌ها نه تنها از طریق کاهش ورودی‌های خریداری‌شده فراهم می‌شود، بلکه میزان بیشتر ورودی‌های تجدیدپذیر محیطی نیز منجر به بالا رفتن این نسبت و بزرگی شاخص‌های ESI و ESI\* خواهد شد. با توجه به اینکه در کلیه مناطق مورد بررسی در تحقیق حاضر میزان ESI آنها کمتر از یک شده است، تمام مناطق مورد بررسی از پایداری زیست‌محیطی مطلوب برخوردار نیستند. با به حداقل رساندن ورودی‌های خریداری‌شده، ضمن افزایش جریان ورودی‌های رایگان محیطی به‌ویژه از منبع تجدیدپذیر، می‌توان باعث بهبود شاخص ESI شد. مقادیر شاخص پایداری محیط در مزرعه ذرت با مدیریت کم‌نهاد در چین ۰/۴۵ (Zhang et al., 2012)، مقدار شاخص ESI در تحقیق سو و همکاران (Su et al., 2023) برای نظام‌های تولید گل محمدی، زنجبیل، سیب‌زمینی و گندم، به ترتیب، ۰/۰۰۴، ۱/۰۱ و ۳/۲۸ برآورد شده است.

## جدول ۲- بررسی شاخص‌های امرژی در نظام تولید گل محمدی منطقه سیستان

شاخص	زابل	زهک (بخش مرکزی)	زهک (بخش جزینک)	هیرمند	نیمروز (بخش صابری)
ضریب تبدیل (Tr)	۳/۵۷×۱۰ <sup>۶</sup>	۶/۲۵×۱۰ <sup>۶</sup>	۶/۳۳×۱۰ <sup>۶</sup>	۶/۶۱×۱۰ <sup>۶</sup>	۲/۰۳×۱۰ <sup>۷</sup>
درصد تجدیدپذیری (R%)	۶/۱۹%	۵/۰۱	۴/۶۰	۵/۴۱	۴/۵۳
نسبت عملکرد امرژی (EYR)	۶/۰۳۳	۸/۳۵۶	۱۱/۷۵۰	۶/۸۲۳	۱۱/۳۳۶
نسبت سرمایه‌گذاری امرژی (EIR)	۰/۱۹۹	۰/۱۳۶	۰/۰۹۳	۰/۱۷۲	۰/۰۹۷
نسبت سرمایه‌گذاری اصلاح‌شده (EIR*)	۴/۲۲۸	۳/۷۲۲	۲/۶۴۸	۴/۶۰۱	۲/۶۸۹
بار زیست‌محیطی استاندارد (ELR)	۲۴/۵۷۰	۳۰/۰۹۹	۳۰/۱۰۸	۳۰/۳۹۳	۲۹/۴۵۸
بار زیست‌محیطی اصلاح‌شده (ELR*)	۱۵/۱۶۱	۱۸/۹۵۲	۲۰/۷۴۷	۱۷/۴۹۵	۲۱/۰۹۴
پایداری زیست‌محیطی استاندارد (ESI)	۰/۲۴۶	۰/۲۷۸	۰/۳۹۰	۰/۲۲۴	۰/۳۸۴
پایداری زیست‌محیطی اصلاح‌شده (ESI*)	۰/۳۹۸	۰/۴۴۱	۰/۵۶۶	۰/۳۹۰	۰/۵۳۷

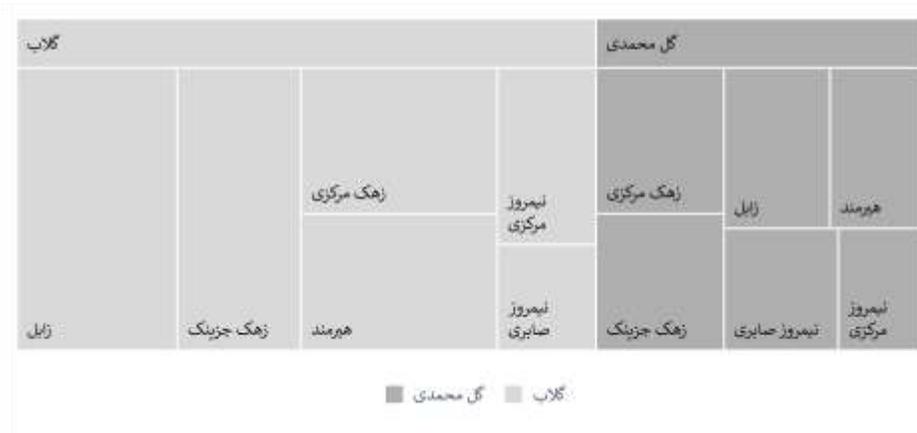
مأخذ: یافته‌های پژوهش

## حاشیه بازاریابی گل محمدی و گلاب

همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، حاشیه خرده‌فروشی عبارت است از تفاوت قیمت خرده‌فروشی و قیمت عمده‌فروشی؛ حاشیه عمده‌فروشی عبارت است از تفاوت قیمت عمده‌فروشی و قیمت تولیدکننده؛ و حاشیه کل بازار نیز حاصل جمع حاشیه خرده‌فروشی و حاشیه عمده‌فروشی است. حاشیه بازاریابی، در حقیقت، شامل همه فعالیت‌ها و عملیات انجام‌شده است که از سوی بنگاه‌های بازاریابی و واسطه‌ها انجام می‌گیرد.

نتایج حاکی از آن است که کمترین حاشیه خرده‌فروشی در محصولات گل محمدی و گلاب، به‌ترتیب، در شهرستان نیمروز (بخش مرکزی) و نیمروز (بخش صابری) و بالاترین این شاخص در شهرستان زابل برای هر دو محصول مشاهده شده است. بررسی حاشیه عمده‌فروشی در محصول گل محمدی نشان داد که شهرستان‌های نیمروز (بخش مرکزی) و زابل، به‌ترتیب، کمترین و بیشترین حاشیه عمده‌فروشی را به خود اختصاص می‌دهند و در محصول گلاب نیز بخش جزینک شهرستان زهک و شهرستان هیرمند، به‌ترتیب، بیشترین و کمترین حاشیه عمده‌فروشی را داشتند. با توجه به نتایج مطالعه، در محصول گل محمدی شهرستان زابل، حاشیه عمده‌فروشی کمتر از حاشیه خرده‌فروشی است، که می‌توان علت آن را وجود واسطه‌های بیشتر در بازار و نیز قدرت چانه‌زنی بیشتر خرده‌فروشان در مواجهه با مشتریان برای تعیین قیمت ذکر کرد (نمودار ۱). حاشیه مطلق بازاریابی محصول گلاب به‌طور

قابل توجه بالاتر از گل محمدی (به صورت گل و غنچه) است (نمودار ۲)، که نشان‌دهنده تقاضای گلاب از سوی مردم است و از این رو، باعث افزایش تقاضا برای این محصول و افزایش قیمت آن می‌شود. عامل دیگر مؤثر در این اختلاف به میزان تولید گلاب برمی‌گردد، چراکه میزان تولید این محصول کمتر از تقاضای آن است و بازار از شرایط رقابتی خارج می‌شود و حاشیه بازاریابی افزایش می‌یابد. علت بالا بودن حاشیه مطلق بازاریابی در این محصول بالا بودن میزان حاشیه خرده‌فروشی در این محصول است، زیرا این محصول در زمان برداشت عرضه نمی‌شود و به عمده‌فروشان نیز فروخته نمی‌شود، بلکه به روغن تبدیل شده و ارزش افزوده زیادی برای آن ایجاد می‌شود و تولیدکنندگان در زمان مناسب با قیمت بالا آن را به فروش می‌رسانند و یا با قیمت بالا به عمده‌فروشان ارائه می‌دهند. این موضوع باعث افزایش حاشیه عمده‌فروشی و به دنبال آن، افزایش حاشیه مطلق بازاریابی شده است.



نمودار ۱- بررسی حاشیه خرده‌فروشی، عمده‌فروشی و حاشیه مطلق محصولات گل محمدی و گلاب در مناطق مختلف سیستان



نمودار ۲- مقایسه حاشیه خالص و ناخالص بازاریابی محصولات گل محمدی و گلاب در مناطق مختلف منطقه سیستان

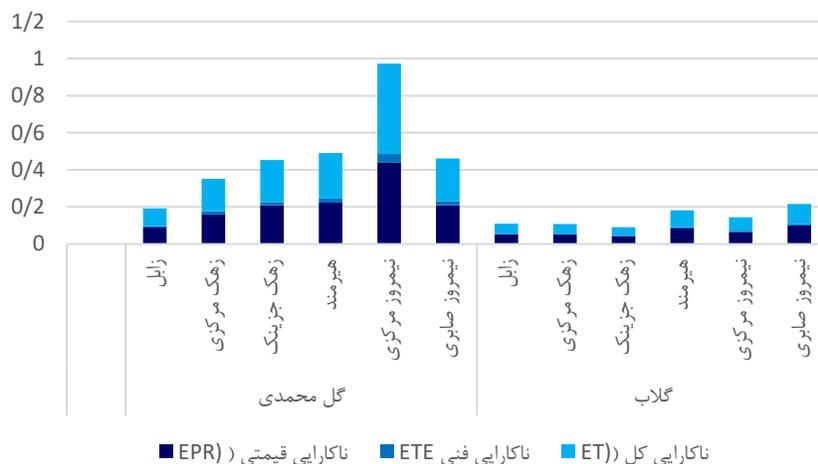
#### کارایی بازار

کارایی بازار بیانگر این است که به ازای هر واحد هزینه بازاریابی، چند واحد حاشیه در بازار ایجاد می‌شود و هرچه این عدد به یک نزدیک‌تر باشد، بازار از کارایی بیشتری برخوردار است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، ناکارایی فنی در محصولات گل محمدی و گلاب کمتر از ناکارایی قیمتی است، که دلیل آن هم کم بودن ضایعات محصولات و فروش سریع محصولات تازه به بازارهای مجاور و یا تبدیل آنها به گلاب و فروش در زمان مناسب است. از این رو، می‌توان گفت که فرآوری این محصولات منجر به بهبود بازاریابی آنها شده، کارایی فنی را افزایش می‌دهد.

کارایی قیمتی گل محمدی در شهرستان‌های زابل، زهک (بخش مرکزی)، زهک (بخش جزینک)، هیرمند، نیمروز (بخش مرکزی) و نیمروز (بخش صابری)، به ترتیب، ۰/۰۸۸، ۰/۱۵۹، ۰/۲۰۸، ۰/۲۲۳، ۰/۴۴ و ۰/۲۱ و کارایی فنی برای این محصول، به ترتیب، ۰/۰۰۷، ۰/۰۱۶، ۰/۰۱۸، ۰/۰۲۲، ۰/۰۴۶ و ۰/۰۲۱ است. برای گلاب نیز کارایی قیمتی، به ترتیب، ۰/۰۵۲، ۰/۰۵۱، ۰/۰۴۳، ۰/۰۸۳، ۰/۰۶۵ و ۰/۰۹۸ و ناکارایی فنی، به ترتیب، ۰/۰۰۲، ۰/۰۰۳، ۰/۰۰۲، ۰/۰۰۶، ۰/۰۰۶ و ۰/۰۰۹ است.

می‌توان گفت که محصول گلاب در شهرستان زابل، در کارایی فنی، بالاترین کارایی (کمترین ناکارایی فنی) را داشته که دلیل آن حمل و نگهداری کمتر محصول، معتبر بودن محصول، کمتر بودن هزینه بازاریابی، فاسد نشدن گلاب و نگهداری محصول برای طولانی‌مدت است. همچنین، ناکارایی

منطقه در بین مناطق مورد مطالعه، در محصول گل محمدی و گلاب، بخش مرکزی در شهرستان نیمروز بوده، که این منطقه در کارایی قیمتی نیز بیشترین ناکارایی را داشته است (نمودار ۳).



نمودار ۳- مقایسه ناکارایی قیمتی، فنی و کل در دو محصول گلاب و گل محمدی در مناطق مختلف منطقه سیستان

### رگرسیون فضایی

به منظور تعیین عوامل مؤثر بر حاشیه بازاریابی، مدل حاشیه مطلق همراه با سایر متغیرهای تأثیرگذار احتمالی در حاشیه بازاریابی مطابق روابط پیش‌گفته برآورد شده است. در این مدل، متغیر حاشیه بازاریابی به عنوان متغیر وابسته و قیمت خرده‌فروشی، قیمت عمده‌فروشی، ارزش محصول ارائه‌شده، هزینه‌های بازاریابی و مقدار کل محصول تولیدشده در واحد تولیدی به عنوان متغیرهای مستقل وارد مدل شده و ابتدا مدل به روش حداقل مربعات معمولی<sup>۱</sup> در نرم‌افزار Eviews و در مرحله بعدی، با استفاده از رگرسیون فضایی، در نرم‌افزار GIS برآورد شده است.

نتایج رگرسیون (الگوی ساده) نشان می‌دهد که مقدار  $R^2$  برابر با ۰/۶۲ است و نشان از خوبی نسبی برازش مدل دارد. متغیرهای قیمت عمده‌فروشی و درآمد اثر منفی بر حاشیه بازار دارند که این اثر معنی‌دار نیست؛ همچنین، در حالی که قیمت خرده‌فروشی و هزینه‌های بازاریابی اثر مثبت بر حاشیه

1. Ordinary Least Squares (OLS)

بازار دارند، تنها تأثیر قیمت خرده‌فروشی بر حاشیه بازار معنی‌دار است و بیشترین اثر را قیمت خرده‌فروشی بر حاشیه بازار گل محمدی می‌گذارد، به‌گونه‌ای که با یک واحد افزایش در قیمت خرده‌فروشی، حاشیه بازار ۱/۰۹ واحد افزایش می‌یابد، در حالی که با افزایش یک واحد قیمت عمده‌فروشی، حاشیه بازار ۰/۴۸ واحد کاهش می‌یابد. از آنجا که در این مدل، هزینه بازاریابی و درآمد کشاورزان بر حاشیه بازار تأثیرگذار نیست، مدل جغرافیایی فضایی برآورد شده و نتایج آن در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳- عوامل مؤثر بر حاشیه بازاریابی گل محمدی (الگوی ساده)

متغیرها	ضرایب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
هزینه‌های بازاریابی	۰/۲۸	۱/۳	۰/۲۲	۰/۸۳
درآمد حاصل از فروش	-۰/۰۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰۷	-۰/۰۰۸	۰/۹۹
قیمت خرده‌فروشی	۱/۰۹	۰/۴۲	۲/۵۸	۰/۰۲
قیمت عمده‌فروشی	-۰/۴۸	۰/۵۳	-۰/۹۱	۰/۳۷
عرض از مبدأ	-۱۰۹/۶۱	۸۱/۲۸	-۱/۳۴	۰/۱۹
احتمال آماره بروش پاگون	۰/۵۵		R <sup>2</sup>	۰/۶۲
دوربین واتسون	۱/۷		R <sup>2</sup> تعدیل شده	۰/۵۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در جدول ۴، عوامل مؤثر بر حاشیه بازاریابی گل محمدی با استفاده از الگوی فضایی مشاهده می‌شود. هزینه‌های بازاریابی اثر منفی و معنی‌دار، درآمد حاصل از فروش و قیمت عمده‌فروشی اثر منفی و قیمت خرده‌فروشی اثر مثبت بر حاشیه بازار دارند. البته، باید توجه داشت که تنها هزینه‌های بازاریابی اثر معنی‌دار بر حاشیه بازار دارند و تأثیر سایر عوامل معنی‌دار نیست. افزون بر این، مقدار R<sup>2</sup> در رگرسیون فضایی ۰/۳ بوده، که نشان‌دهنده خوبی برازش الگوی حداقل مربعات معمولی (OLS) است. از این‌رو، می‌توان گفت که در مورد گل محمدی، عوامل فضایی و مکانی تأثیری بر حاشیه بازاریابی این محصول ندارند و نتایج هر دو معادله تقریباً مانند هم است و حاشیه بازاریابی برای این محصول به موقعیت کشاورزان نسبت به مناطق مختلف بستگی ندارد. این مسئله را آزمون ناهمسانی واریانس نیز تأیید می‌کند. چنان‌که ملاحظه می‌شود، احتمال آماره بروش پاگان در جدول ۳ آمده که در این آماره، فرض صفر بیانگر واریانس همسانی بین متغیرهای تحقیق است. از آنجا که میزان احتمال بیشتر از ۰/۰۵ است، فرض صفر پذیرفته می‌شود و مدل دارای ناهمسانی واریانس نیست.

جدول ۴- عوامل مؤثر بر حاشیه بازاریابی گل محمدی (الگوی فضایی)

متغیرها	ضرایب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
هزینه‌های بازاریابی	-۲/۵۹	۰/۹۶	-۲/۷	۰/۰۰
درآمد حاصل از فروش	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۸	۱/۸۴	۰/۴۱
قیمت خرده‌فروشی	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۹۲	۰/۶۵
قیمت عمده‌فروشی	-۰/۴۹	۰/۶۲	-۰/۷۹	۰/۸۷
عرض از مبدأ	۱۳۸/۳۸	۱۵/۷۳	۸/۷۹	۰/۰۴
			R <sup>۲</sup>	۰/۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

معنی‌دار نشدن هزینه‌های بازاریابی ممکن است به‌خاطر سهم پایین هزینه‌های بازاریابی و بازاررسانی و کوتاه بودن مسیرهای حمل‌ونقل به بازار باشد که در مجموع، سهم بسیار کمی را در حاشیه بازاریابی داراست و تغییرات لازم برای مشخص شدن تأثیر آن در حاشیه بازاریابی را ندارد. از سوی دیگر، با معنی‌دار نشدن هزینه‌های بازاریابی، می‌توان به عدم تأثیر فاصله مزرعه و هزینه‌های حمل‌ونقل تا بازارهای فروش گل محمدی، سهم پایین هزینه‌های بازاریابی و بازاررسانی، هزینه خدمات انجام‌شده و هزینه‌های محل کسب‌وکار بر حاشیه بازاریابی پی برد.

### حاشیه بازاریابی گلاب

نتایج مدل رگرسیون ساده (جدول ۵) نشان می‌دهد که مقدار R<sup>۲</sup> برابر با ۰/۶۳ است، که نشان از خوبی نسبی برازش مدل دارد. متغیر درآمد اثر منفی بر حاشیه بازار دارد، که این اثر معنی‌دار نیست، در حالی که قیمت خرده‌فروشی و هزینه‌های بازاریابی اثر مثبت بر حاشیه بازار دارند و البته، تنها تأثیر قیمت خرده‌فروشی بر حاشیه بازار معنی‌دار است و بیشترین اثر را قیمت خرده‌فروشی بر حاشیه بازار گلاب دارد، به‌گونه‌ای که با یک واحد افزایش در قیمت خرده‌فروشی، حاشیه بازار ۰/۴۷ واحد افزایش می‌یابد. از آنجا که در این مدل، هزینه بازاریابی و درآمد کشاورزان بر حاشیه بازار تأثیرگذار نیست، مدل جغرافیایی فضایی برآورد شده و نتایج آن در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵- عوامل مؤثر بر حاشیه بازاریابی گلاب (الگوی ساده)

متغیرها	ضرایب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
هزینه‌های بازاریابی	۴/۶۳	۸/۵۷	۰/۵۴	۰/۵۹
درآمد حاصل از فروش	-۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۶	-۰/۲	۰/۹۹
قیمت خرده‌فروشی	۰/۴۷	۰/۱	۶/۷۱	۰/۰۰۰۱
عرض از مبدأ	-۲۵۱/۳۳	۸۴/۴۶	-۲/۹۷	۰/۰۰۷
احتمال آماره بروش پاکون	۰/۰۵		R <sup>2</sup>	۰/۶۸
دوربین واتسون	۱/۲		R <sup>2</sup> تعدیل شده	۰/۶۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

بررسی عوامل مؤثر بر حاشیه بازاریابی گلاب با استفاده از الگوی فضایی (جدول ۶) نشان می‌دهد که هزینه‌های بازاریابی و قیمت خرده‌فروشی اثر مثبت و درآمد حاصل از فروش و قیمت عمده‌فروشی اثر منفی بر حاشیه بازار دارند. البته، باید توجه داشت که تأثیر هزینه‌های بازاریابی، قیمت خرده‌فروشی و قیمت عمده‌فروشی بر حاشیه بازار معنی‌دار است، اما اثر درآمد حاصل از فروش بر حاشیه بازار گلاب معنی‌دار نیست. افزون بر این، مقدار R<sup>2</sup> در رگرسیون فضایی ۰/۹۹ است، که نشان از خوبی برازش الگوی فضایی دارد. از سوی دیگر، آماره بروش پاکون در مدل حداقل مربعات معمولی (OLS) نشان می‌دهد که واریانس ناهمسانی در متغیرهای مدل وجود دارد و هزینه‌های بازاریابی نیز در مدل فضایی معنی‌دار است. از این‌رو، می‌توان گفت که حاشیه بازاریابی برای گلاب در سیستان، علاوه بر سایر عوامل مؤثر بر آن در تحقیقات گذشته، به موقعیت کشاورزان نسبت به مناطق مجاور نیز بستگی دارد و تأثیر این موقعیت فضایی بر نمونه‌های مجاور، از نظر بازاریابی، مستقیم و معنی‌دار است.

جدول ۶- عوامل مؤثر بر حاشیه بازاریابی گلاب (الگوی فضایی)

متغیرها	ضرایب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
هزینه‌های بازاریابی	۲۶/۷۶	۱۰/۴۷	۲/۵۵	۰/۰۰
درآمد حاصل از فروش	-۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰۸	-۰/۸۴	۰/۴۱
قیمت خرده‌فروشی	۰/۵۵	۰/۱۲	۶/۷۱	۰/۰۰
قیمت عمده‌فروشی	-۳/۳۸	۰/۱۵	-۲۲/۲۵	۰/۰۰
عرض از مبدأ	-۷۸/۷۱	۱۱۰/۶۲	-۰/۷۱	۰/۱۳
			R <sup>2</sup>	۰/۹۹

مأخذ: یافته‌های پژوهش

اثر بالا و معنی‌دار هزینه‌های بازاریابی بر حاشیه بازار یکی از مهم‌ترین نتایج رگرسیون فضایی در تولید گلاب بوده، به گونه‌ای که بیشترین تأثیر بر حاشیه بازاریابی از طریق هزینه‌های بازاریابی است. همان‌گونه که پیش‌تر نشان داده شد، با افزایش هزینه بازاریابی، حاشیه بازاریابی  $27/76$  برابر می‌شود. این مسئله بیانگر تأثیر زیاد هزینه بازاریابی بر حاشیه بازاریابی است. از آنجا که این اثر در رگرسیون فضایی معنی‌دار شده، ولی در الگوی ساده معنی‌دار نشده است، می‌توان گفت که هزینه بازاریابی و بازاریابی سهم بالایی از هزینه‌ها را در بازاریابی گلاب به خود اختصاص می‌دهد و سهم زیادی در حاشیه بازاریابی دارد. همچنین، تأثیر فاصله مزرعه و هزینه‌های حمل‌ونقل تا بازار فروش در مدل فضایی به‌خوبی مشهود است. از این‌رو، می‌توان گفت که رابطه حاشیه بازاریابی با فاصله مزرعه تا بازار و به‌دنبال آن، رابطه هزینه‌های حمل با حاشیه بازاریابی معنی‌دار است.

نتایج پژوهش بیانگر آن است که قیمت خرده‌فروشی رابطه مثبت و معنی‌دار با حاشیه بازاریابی دارد، به گونه‌ای که یک واحد افزایش در قیمت خرده‌فروشی می‌تواند  $0/55$  واحد حاشیه بازاریابی را زیاد کند. افزون بر این، قیمت عمده‌فروشی دارای رابطه معکوس و معنی‌دار با حاشیه بازاریابی است و هر واحد افزایش در قیمت عمده‌فروشی می‌تواند  $3/38$  واحد حاشیه بازاریابی را کاهش دهد. همان‌گونه که اعداد جدول ۶ نشان می‌دهد، میزان اثر قیمت عمده‌فروشی بیش از خرده‌فروشی است. با توجه به معادلات پیش‌گفته در پژوهش حاضر و رابطه قیمت عمده‌فروشی و خرده‌فروشی با حاشیه خرده‌فروشی و حاشیه کل بازار، می‌توان گفت که با افزایش تولید، عرضه محصول بیشتر می‌شود؛ این افزایش عرضه قیمت را کاهش می‌دهد، ولی قیمت عمده‌فروشی نسبت به قیمت خرده‌فروشی کاهش بیشتری خواهد داشت و از این‌رو، بر حاشیه خرده‌فروشی می‌افزاید و این عامل منجر به افزایش حاشیه کل خواهد شد.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

یکی از مسائل اساسی در بخش کشاورزی به‌ویژه در منطقه سیستان محدودیت منابع آب در دسترس و سایر منابع محیطی است (چه در حال حاضر و چه در گذشته، به‌دلیل فصلی بودن ورودی آب به منطقه). امروزه، این محدودیت به عامل اصلی تولید محصولات باغی به‌ویژه تولید باثبات و دارای ارزش اقتصادی برای باغداران تبدیل شده است. با تمرکز بر این محدودیت و نیز در پی پیشرفت‌های نوین در تولید محصولات باغی، استفاده از روش‌های جدید تولید این محصولات را می‌توان راهکاری مناسب برای کاهش محدودیت‌ها و تأثیر آنها بر فرآیند تولید محصولات باغی دانست. افزون بر این، انبوهی از جمعیت منطقه سیستان که در گذشته، به زراعت و دامپروری اشتغال داشتند و این فعالیت آنها مستلزم دریافت آب پایدار بود، اینک از کشت محصولات زراعی به سمت محصولات باغی به‌ویژه

گل محمدی روی آورده و ناگزیر از تغییر رویه شده‌اند، چراکه محصولاتی همچون گل محمدی هم با صرفه اقتصادی بالاتر همراه است و هم با میزان آب کمتر مدیریت می‌شود و البته، با اقلیم منطقه نیز سازگاری دارد. بر این اساس، چنانچه بتوان مشکل تأمین آب و ایجاد زیرساخت صنایع پایین دست و تبدیلی را با توجه به محدودیت‌های یادشده برطرف کرد، ضمن کمک به صنعت تولید، یکی از عمده‌ترین و اساسی‌ترین دغدغه‌های ساکنان منطقه یعنی، اشتغال پایدار و درآمد نیز مرتفع خواهد شد.

از این‌رو، با توجه به مطالب ارائه‌شده، می‌توان گفت که نظام تولید گل محمدی در شهرستان زابل، در بین سایر مناطق مورد مطالعه، از نهاده‌های محیطی رایگان به میزان بالاتر استفاده می‌کند و در عین حال، در این نظام، بهره‌گیری از نهاده‌های رایگان تجدیدناپذیر کاربرد کمتری دارد و کمترین آسیب به منابع تجدیدناپذیر و محیط زیست منطقه وارد می‌شود.

نتایج بخش اقتصادی نشان می‌دهد که علاوه بر رابطه فضایی و مکانی بین تولیدکنندگان گل محمدی و گلاب، با توجه به مثبت بودن علامت هزینه‌های بازاریابی، می‌توان گفت که هزینه بازاریابی اثر مثبت بر حاشیه بازاریابی دارد و با افزایش آن، حاشیه بازاریابی این محصولات زیادتر خواهد شد. بیشترین تأثیر هزینه بازاریابی در این محصولات برای گلاب بود. دسترسی به زیرساخت‌های حمل‌ونقل برای انتقال محصول به مرکز شهر، عدم وجود تعاونی‌های فعال در زمینه انتقال محصولات و میزان فاصله تا شهرستان زابل به‌عنوان بازار اصلی فروش این محصولات باغی از عوامل مهم و اصلی تأثیرگذاری شاخص هزینه بازاریابی بر حاشیه بازاریابی به‌شمار می‌روند.

نتایج پژوهش نشان می‌دهد که کشت گل محمدی در منطقه سیستان موفقیت چشمگیری داشته است و کشاورزان توانسته‌اند با کشت و فرآوری این محصول، توانمندی اقتصادی قابل قبول به‌دست آورند. سازگاری این گیاه با اقلیم منطقه، همراه با حمایت‌های دولتی و وجود بازار مناسب برای محصولات فرآوری‌شده، از جمله عوامل مؤثر در این موفقیت بوده است. مقایسه کارایی تولید گل محمدی با سایر محصولات باغی رایج در منطقه نشان می‌دهد که این محصول از نظر اقتصادی برای کشاورزان سودآورتر بوده است.

از آنجا که تحلیل امرژی و تحلیل حاشیه بازاریابی دو رویکرد مکمل برای ارزیابی پایداری یک نظام به‌شمار می‌روند، در پژوهش حاضر، نتایج تحلیل امرژی حاکی از پایداری زیست‌محیطی بالاتر نظام تولید گل محمدی در شهرستان زابل بوده، که این موضوع در محاسبه بار زیست‌محیطی در تولید این محصول به‌وضوح قابل مشاهده است. در همین راستا، نتایج بررسی حاشیه بازاریابی هم که سودآوری اقتصادی تولید برای تولیدکنندگان گل محمدی و گلاب را نشان می‌دهد، حاکی از تأثیر قابل

توجه هزینه‌های بازاریابی بر حاشیه بازاریابی بوده و بالا رفتن حاشیه بازاریابی منجر به افزایش سود ناشی از تولید برای کشاورزان در منطقه زابل شده است. از این‌رو، با توجه به نتایج پژوهش حاضر، پیشنهادهایی به شرح زیر ارائه می‌شود:

- با فرآوری گل محمدی، می‌توان در خصوص توانمندی اقتصادی و افزایش سود ناشی از فروش محصولاتی همچون گلاب، به یاری کشاورزان منطقه سیستان شتافت.
- اعمال سیاست افزایش سطح فناوری و سطح زیر کشت گل محمدی در منطقه، با توجه به لحاظ کردن فناوری‌های جدید در زمینه فرآوری و صنایع تبدیلی، موجب پایداری و توانمندسازی اقتصادی بهره‌برداران می‌شود.
- ایجاد بازار مناسب برای عرضه محصولات فرآوری شده موجب سهولت فروش محصولات و افزایش سود کشاورزان خواهد شد.
- شایسته است که بستری مناسب برای تشکیل زنجیره‌های بازاریابی توسط نهادهای دولتی و خصوصی ایجاد شود.
- با توجه به برتری محصول گلاب در منطقه، ایجاد نشان تجاری (برند) خاص برای این محصول موجب بهبود وضعیت بازاریابی آن خواهد شد.
- با توجه به مجاورت منطقه سیستان با کشورهای همسایه، فراهم‌سازی بستر صادرات این محصولات، ضمن گسترده‌سازی حلقه‌های بازاریابی، موجب افزایش توانمندی اقتصادی روستاییان خواهد شد.
- از آنجا که در مطالعه حاضر، از روش امرژی و حاشیه بازاریابی در زمینه گل محمدی و گلاب به‌عنوان محصول فرآوری شده آن استفاده شد، انجام پژوهش‌های آینده با استفاده از تحلیل LCA و بررسی دقیق‌تر تمام مراحل زنجیره تولید هر دو محصول یادشده سودمند خواهد بود.

#### محدودیت‌های پژوهش

- عدم دسترسی به اطلاعات جامع: در پژوهش حاضر، به دلایل عملی و زمان‌بر بودن، امکان جمع‌آوری داده‌های اجتماعی برای تحلیل عمیق‌تر وضعیت اجتماعی کشاورزان و تأثیرات اجتماعی تولید گل محمدی وجود نداشت.
- تمرکز بر بعد اقتصادی و زیست‌محیطی: پژوهش حاضر عمدتاً بر جنبه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی تولید گل محمدی متمرکز شده و از این‌رو، نتوانسته است که به ابعاد اجتماعی و تأثیر آن بر زندگی کشاورزان بپردازد. البته، با توجه به محدودیت‌های فرهنگی و اجتماعی، برای بررسی جوانب اجتماعی،

نیاز به دخالت و مشارکت فعالان محلی و برگزاری جلسات ملزم به مشارکت با کشاورزان و جامعه محلی بود که به دلیل زمان محدود و مشکلات پشتیبانی، ممکن نشد.

- عدم دسترسی به دارایی‌های اجتماعی و آسیب‌شناسی عدم بررسی دقیق تأثیرات اجتماعی بر اقتصاد و زندگی کشاورزان گویای آن است که چه بسا زیرساخت‌های اجتماعی و شبکه‌های حمایتی در مناطق مورد مطالعه ناچیز شمرده یا نادیده گرفته شوند.

### منابع

1. Aminifar, Z., Kariminejad, N., & Erabi, M. (2014). Selection and prioritization of sustainability indicators in agricultural supply chain management with the help of AHP method. International Conference on Sustainable Development, Strategies and Challenges with a Focus on Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism, Tabriz. Available at <https://civilica.com/doc/354833>. [In Persian]
2. Amiri, Z., Asgharipour, M.R., Campbell, D.E., Azizi, K., Kakolvand, E., & Hassani Moghadam, E. (2021). Conservation agriculture, a selective model based on emergy analysis for sustainable production of shallot as a medicinal-industrial plant. *Journal of Cleaner Production*, 292, 126-136. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.126000
3. Amiri, Z., Asgharipour, M. R., Campbell, D. E., & Armin, M. (2019). A sustainability analysis of two rapeseed farming ecosystems in Khorramabad, Iran, based on emergy and economic analyses. *Journal of cleaner production*, 226, 1051-1066. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.091>
4. Anselin, L. (1988). *Spatial econometrics: methods and models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
5. Asgharipour, M. R., Shahgholi, H., Campbell, D. E., Khamari, I., & Ghadiri, A. (2019). Comparison of the sustainability of bean production systems based on emergy and economic analyses. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(1), 2-11.
6. Azizi, K., & Heidari, S. (2013). A comparative study on energy balance and economic indices in irrigated and dry land barley production systems.

- International Journal of Environmental Science and Technology*, 10, 1019-1028. DOI: 10.1007/s13762-012-0157-0.
7. Ballou, R., Gilbert, S., & Mukherjee, A. (2000). New managerial challenges from supply chain opportunities. *International Marketing Management*, 29(1), 7-18. DOI: 10.1016/S0019-8501(99)00107-8.
  8. Bastianoni, S., Marchettini, N., Panzieri, M., & Tiezzi, E. (2009). Sustainability assessment of a farm in the Chianti area (Italy). *Journal of Cleaner Production*, 9, 365-373. DOI: 10.1016/S0959-6526(00)00079-2.
  9. Brandt-Williams, S. L. (2002). Emergy of Florida Agriculture. In: Handbook of emergy evaluation: a compendium of data for emergy computation issued in a series of Folios, Folio #4. Center for Environmental Policy, University of Florida, Gainesville, USA.
  10. Brown, M. T., & Ulgiati, S. (2004). Energy quality, emergy, and transformity: H. T. Odum's contributions to quantifying and understanding systems. *Ecological Modelling*, 178, 201-213. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2004.03.002.
  11. Brown, M. T., & Ulgiati, S. (2016). Assessing the global environmental sources driving the geobiosphere: a revised emergy baseline. *Ecological Modelling*, 339, 126-132. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2016.03.017.
  12. Brunson, C., Fotheringham, A.S., & Charlton, M. (1996). Geographically weighted regression: a method for exploring spatial nonstationary. *Geographical Analysis*, 28(4), 281-298.
  13. Burma, Z. A. (2014). Human resource management and its importance for today's organizations. *International Journal of Education and Social Science*, 1(2), 85-94.
  14. Campbell, D. E., Brandt-Williams, S. L., & Meisch, M. E. A. (2005). Environmental accounting using emergy: evaluation of the State of West Virginia. USEPA, Office of Research and Development, Washington, DC, pp. 116.
  15. Cavalett, O., & Ortega, E. (2009). Emergy, nutrients balance, and economic assessment of soybean production and industrialization in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 17, 762-771. DOI: 10.1016/j.jclepro.2008.11.022.

16. Charlton, M., & Fotheringham, A. S. (2009). Geographically weighted regression. National Centre for Geocomputation, National University of Ireland Maynooth.
17. Dirani, A., & Ahmad, A. (2016). Exploring the determinants of an agricultural anomaly: the case of the Damask Rose (*Rosa damascena*) value chain in Qasarnaba, Lebanon. AUB Scholar Works.
18. Dzoyem, J. P., Santosh, K. G., Constant, A. P., Victor, K., Akash, Sh., Inshad, A. Kh., Ajit, K. S., & Ram A. V. (2013). Cytotoxic and antimicrobial activity of selected Cameroonian edible plants. *BMC Complement Altern Med*, 6882, 13-78. DOI: 10.1186/1472-6882-13-78.
19. Fallahinejad, S., Armin, M., & Asgharipour, M. R. (2021). A survey on the ecological sustainability of introducing new crops in the cropping pattern using emergy approach. *Current Research in Environmental Sustainability*, 3, 100083. DOI: 10.1016/j.crsust.2021.100083.
20. Fotheringham, A. S., Brunson, C., & Charlton, M. (1996). The geography of parameter space: an investigation of spatial non-stationary. *International Journal of Geographical Information System*, 10, 605-627. DOI: 10.1080/02693799608902100.
21. Fotheringham, A. S., Charlton, M., & Brunson, C. (1997). Two techniques for exploring non-stationarity in geographical data. *Geographical Systems*, 4, 59-82.
22. Fotheringham, A. S., Brunson, C., & Charlton, M. (2009). Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships. Chichester, Wiley.
23. German, L. A., Anya, M. B., Laura, C. F., & Lorenzo, C. (2020). "Inclusive business" in agriculture: evidence from the evolution of agricultural value chains. *Journal of World Development*, 134, Article 105018. DOI: 10.1016/j.worlddev.2020.105018.
24. Ghasemi Mobtaker, H., Akram, A., & Keyhani, A. (2010). Investigation of energy consumption of perennial Alfalfa production, case study: Hamedan province. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8, 379-381.

25. Giannetti, B. F., Ogura, Y., Bonilla, S. H., & Almeida, C. M. V. B. (2011). Energy assessment of a coffee farm in Brazilian Cerrado considering in a broad form the environmental services, negative externalities and fair price. *Agricultural Systems*, 104(9), 679-688. DOI: 10.1016/j.agry.2011.08.001.
26. Giray, F. H., Kart, M., & Omerci, C. (2012). Economics of Rosa damascena in Isparta, Turkey. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 18(5), 658-667.
27. Hosseini, S. S., Nikookar, A., & Dourandish, A. (2010). Analysis of market structure and the impact of price transmission on marketing margin in Iranian beef market. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 2-41(2), 147-157. DOR: 20.1001.1.20084838.1389.241.2.3.9. [In Persian]
28. Jafari, M., Asgharipour, M. R., Ramroudi, M., Galavi, M., & Hadarbadi, G. (2018). Sustainability assessment of date and pistachio agricultural systems using energy, emergy and economic approaches. *Journal of Cleaner Production*, 193, 642-651. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.05.089.
29. Khaksar Astaneh, H., Yaghoubi, M., & Kalateharabi, V. (2014). Determining revealed comparative advantage and target markets for Iran's stone fruits. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16(2), 253-264. DOR: 20.1001.1.16807073.2014.16.2.14.0.
30. Khoshnevisan, B., Rafiee, S., Omid, M., Yousefi, M., & Movahedi, M. (2013). Modeling of energy consumption and GHG (greenhouse gas) emissions in wheat production in Isfahan province of Iran using artificial neural networks. *Energy*, 52, 333-338. DOI: 10.1016/j.energy.2013.01.028.
31. Lee, J., & Wong, D. W. (2001). Statistical analysis with arc view GIS. John Wiley and Sons, New York.
32. Lefroy, E., & Rydberg, T. (2003). Emergy evaluation of three cropping systems in southwestern Australia. *Ecological Modelling*, 161, 195-211. DOI: 10.1016/S0304-3800(02)00341-1.
33. Lokko, Y., Heijde, M., Schebesta, K., Scholt'es, P., Van Montagu, M., & Giacca, M. (2018). Biotechnology and the bioeconomy: towards inclusive and

- sustainable industrial development. *New Biotechnology*, 40, 5-10. DOI: 10.1016/j.nbt.2017.06.005.
34. Mirshekari, S., Dahmardeh, M., Asgharipour, M. R., Ghanbari, A., & Seyedabadi, E. (2021). Sustainability assessment of six crop production systems based on energy and economic analysis in Hirmand City. *Journal of Agroecology*, 13(3), 539-561. DOR: 20.1001.1.20087713.1400.13.3.11.4. [In Persian]
35. Navarrete, S. D. S., Borini, F. M., & Avrichir, I. (2020). Environmental upgrading and the United Nations sustainable development goals. *Journal of Cleaner Production*, 264, 121563. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.121563.
36. Odum, H. T. (1996). *Environmental accounting: energy and environmental decision making*. Wiley.
37. Odum, H. T. (2000). Folio #2, energy of global processes. *Handbook of Energy Evaluation*. Center for Environmental Policy, Environmental Engineering Sciences, University of Florida, Gainesville.
38. Ortega, E., Cavalett, O., Bonifácio, R., & Watanabe, M. (2005). Brazilian soybean production: energy analysis with an expanded scope. *Bulletin of Science, Technology and Society*, 25(4), 323-334. DOI: 10.1177/0270467605278367.
39. Pelliciardi, V., Varvaro, L., & Pulselli, F. M. (2014). Energy evaluation of a traditional farming system, case study: Leh District (Ladakh-Indian Trans-Himalaya). *European Journal of Sustainable Development*, 3, 1-8. DOI: 10.14207/ejsd.
40. Pyakurel, D., Sharma, I. B., & Smith-Hall, C. (2018). Patterns of change: the dynamics of medicinal plant trade in far-western Nepal. *Journal of Ethnopharmacology*, 224, 323-334. DOI: 10.1016/j.jep.2018.06.004.
41. Quintero-Angel, M. & González-Acevedo, A. (2018). Tendencies and challenges for the assessment of agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 254, 273-281. DOI: 10.1016/j.agee.2017.11.030.

44. Ripen, J. E., & Noweg, G. T. (2016). Economic valuation of medicinal plants in Jagoi area, Bau, Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 224, 124-131. DOI: 10.1016/j.sbspro.2016.05.415.
45. Sadr al-Ashrafi, M., & Karbasi, A. (2014). Investigating the marketing margins of grapes and raisins in Iran. *Journal of Commerce*. 237, 213-35. [In Persian]
46. Shrestha, K., Shah, I. H., Liu, Z., & Park, H. S. (2021). Efficiency assessment in co-production systems based on modified emergy accounting approach. *Ecological Indicators*, 126, 1-7. DOI: 10.1016/j.ecolind.2021.107675.
47. Soleimanipoor, A., Nikoei, A., & Bagheri, A. (2005). A study of marketing issues of damask rose and its products (rose and essential oil): a case study in Kashan. *Journal of Soil and Water Sciences*. 9(1), 73-89. DOR: 20.1001.1.22518517.1384.9.1.6.9. [In Persian]
48. Su, Y., He, S., Wang, K., Shahtahmassebi, A. R., Zhang, L., Zhang, J., Zhang, M., & Gan, M. (2020). Quantifying the sustainability of three types of agricultural production in China: an emergy analysis with the integration of environmental pollution. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119650. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119650.
49. Su, Y., Xia, P., Yu, R., Wang, X., Wang, C., Jiang, J., & Li, Y. (2023). Integrated emergy and economic evaluation of different planting systems in China: implications for coordinating poverty alleviation and rural revitalization. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 21(1), 2247799. DOI: 10.1080/14735903.2023.2247799.
50. Tavakoli Dehaghani, M. R., Shahverdiani, S., & Mousapour, H. (2018). Sustainable supply chain and environmental and financial performance. *Iranian Journal of Trade Studies*, 22(85), 171-194. [In Persian]
51. Vafabakhsh, J., & Mohammadzadeh, A. (2019). Energy flow and GHG emissions in major field and horticultural crop production systems (case study: Sharifabad Plain). *Journal of Agroecology*, 11(2), 365-382. DOI: 10.22067/jag.v11i2.81742. [In Persian]

52. Vandermeer, J. (2011). The inevitability of surprise in agroecosystems. *Ecological Complexity*, 8(4), 377-482. DOI: 10.1016/j.ecocom.2011.10.001.
53. Volenzo, T., & Odiyo, J. (2020). Integrating endemic medicinal plants into the global value chains: the ecological degradation challenges and opportunities. *Journal of Heliyon*. 6(9), 49-70.
54. Wang, X., Chen, Y., Sui, P., Gao, W., Qin, F., Zhang, J., & Wu, X. (2014). Emergy analysis of grain production systems on large-scale farms in the North China Plain based on LCA. *Agricultural Systems*, 128, 66-78.
55. Zamzami, P., Poursaeed, A., & Farajollah Hoseeini, S. (2022). A model to stabilize the livelihood of gardeners on the shores of Lake Urmia against late spring cold: using a grounded theory approach. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 53(1), 55-74. DOI: 10.22059/ijaedr.2021.327178.669062. [In Persian]
56. Zhang, G J., & Long, W. D. (2010). A key review on emergy analysis and assessment of biomass resources for a sustainable future. *Energy Policy*, 38(6), 2948-55. DOI: 10.1016/j.enpol.2010.01.032.
57. Zhang, L. X., Song, B., & Chen, B. (2012). Emergy-based analysis of four farming systems: insight into agricultural diversification in rural China. *Journal of Cleaner Production*, 28, 33-44. DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.10.042.
58. Zhang, W., Ricketts, T. H., Kremen, C., Carney, K., & Swinton, S. M. (2007). Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics*, 64, 253-260. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2007.02.024.