



Spatial Analysis of Migration and Drought in Iran using Hot Spot Analysis and Standardized Precipitation Index

Ali Azizi^{a*}, Rasoul Sadeghi^b

^aAssistant Professor, National Institute for Population Research (NIPR), Tehran, Iran

^bAssociate Professor, Department of Demography, University of Tehran and Community Based Participatory Research Center, Tehran University of Medical Sciences Tehran, Iran

Received: 21 October 2022

Revised: 29 October 2022

Accepted: 4 December 2022

Abstract

Migration is affected by several factors, the effect of each factor is different in various parts of the world. One of these factors is drought, which can have a greater impact upon human migration in arid and semi-arid regions. Identifying the migration centers can also affect the adopted migration policies. Standardized Precipitation Index (SPI) was used to monitor the Iran's drought in the last three decades (1986-2016). First, using the frequency of dry months, the zoning map was obtained from the geographical information system (GIS). Then, the existence of spatial autocorrelation in the data was investigated using Global Moran's *I* statistics. In the next step, the Hot Spot analysis on the data of the net migration rate was done to identify the migration centers. The findings showed that the spatial pattern of occurrence of dry months during the last three decades increases from the south and southeast of Iran to the north and west. Moreover, the values of Moran's *I* for the net migration rate in the studied periods were between 0.17 and 0.45, which indicates clustering in the migration data. The hot spot analysis also showed that the centers of migration in the country are located in the center and west of the country. Comparing migration centers with the pattern of dry months of the year shows that migration centers, both in-migration and out-migration, are located in places with moderate to high zones of dry months, which can make complicated in identifying the relationship between drought and migration flows.

Keywords: Hot Spot Analysis, Migration Centers, Migration, Drought, Iran

* . Corresponding author: Ali Azizi

E-mail: Aliazizi89@nipr.ac.ir

Tel: + 989147507062

How to cite this Article: Azizi, A., & Sadeghi, R. (2023). Spatial analysis of migration and drought in Iran using hot spot analysis and standardized precipitation index. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 12(2), 81-100.

DOI: 10.22067/geoh.2022.76710.1230



Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant With open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).





Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards

Volume 12, Issue 2 - Number 46, Summer 2023

<https://geoeh.um.ac.ir>

 <https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.76710.1230> 

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دوازدهم، شماره چهل و ششم، تابستان ۱۴۰۲، صص ۸۱-۱۰۰

مقاله پژوهشی

تحلیل فضایی مهاجرت و خشک‌سالی در کشور با استفاده از تحلیل لکه داغ و شاخص استاندارد بارش

علی عزیزی^۱ - استادیار گروه جمعیت، اقلیم و محیط‌زیست، مؤسسه تحقیقات جمعیت کشور، تهران، ایران

رسول صادقی - دانشیار جمعیت‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه تهران و پژوهشگر مرکز پژوهش‌های سلامت مبتنی بر مشارکت

جامعه، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۷/۲۹ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۸/۷ تاریخ تصویب: ۱۴۰۱/۹/۱۳

چکیده

مهاجرت از عوامل متعددی ناشی می‌شود که نقش هر یک از این عوامل در نقاط مختلف جهان متفاوت می‌باشد. یکی از این عوامل خشک‌سالی است که در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌تواند تأثیر بیشتری داشته باشد. در کنار این واقعیت شناسایی نقاط کانونی مهاجرت نیز می‌تواند بر سیاست‌های اتخاذی مهاجرت مؤثر واقع شود. در مقاله پیش رو از شاخص استاندارد بارش برای پایش خشک‌سالی کشور در سه دهه اخیر (۹۵-۱۳۶۵) استفاده شد. ابتدا، با استفاده از فراوانی رخداد ماه‌های خشک سال، گستره کشور در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی پهنه‌بندی گردید. سپس وجود خودهمبستگی فضایی در داده‌ها با استفاده از شاخص جهانی موران مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه تحلیل لکه داغ با استفاده از داده‌های میزان خالص مهاجرت در کشور صورت گرفته و کانون‌های مهاجرتی شناسایی شد. یافته‌ها نشان داد که الگوی مکانی فراوانی رخداد ماه‌های خشک سال در طی سه دهه اخیر عموماً از جنوب و جنوب شرقی کشور به سمت شمال و غرب کشور افزایشی است. همچنین مقادیر شاخص موران برای میزان خالص مهاجرت در دوره‌های مورد بررسی بین ۰.۱۷ تا ۰.۴۵ قرار داشت که نشان از خوشه‌بندی در داده‌های مهاجرت است. تحلیل لکه داغ نیز نشان داد که کانون‌های مهاجرتی در کشور در مرکز و غرب کشور قرار

Email: Aliazizi89@nipr.ac.ir

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۴۷۵۰۷۰۶۲

نحوه ارجاع به این مقاله:

عزیزی، علی، صادقی، رسول. (۱۴۰۲). تحلیل فضایی مهاجرت و خشک‌سالی در کشور با استفاده از تحلیل لکه داغ و شاخص

استاندارد بارش. جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۲(۲) صص ۸۱-۱۰۰

<https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.76710.1230>

دارند. تطبیق کانون‌های مهاجرتی با الگوی رخداد ماه‌های خشک سال نشان می‌دهد که کانون‌های مهاجرتی اعم از مهاجرفرست و مهاجرپذیر در نقاطی با فراوانی رخداد ماه‌های خشک متوسط تا زیاد قرار دارند که این امر بر شناسایی رابطه این دو مؤثر بوده و آن را می‌تواند پیچیده سازد.

کلیدواژه: تحلیل لکه داغ، کانون‌های مهاجرت، مهاجرت، خشک‌سالی، ایران.

۱- مقدمه

تغییرات محیطی از جمله نوسانات و تغییرات اقلیمی بر الگوهای مهاجرت انسانی تأثیر می‌گذارد (نیومان^۱ و همکاران، ۲۰۱۵؛ فورسلیت^۲، ۲۰۱۱؛ ادگر^۳ و همکاران، ۲۰۱۴). در این رابطه محققان، مهاجرت را به‌عنوان یکی از ابزارهای بالقوه‌ای می‌بینند که از طریق آن جمعیت‌ها ممکن است با تأثیرات آتی تغییرات اقلیمی سازگار شوند (مک لمن^۴، ۲۰۱۳). شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد مهاجران اجباری ناشی از تغییرات محیط‌زیست یک گروه کاملاً رو به رشد هستند که عمدتاً از مناطق روستایی به شهرها مهاجرت می‌کنند (رچکمر^۵ و همکاران، ۲۰۱۶). با این وجود امروزه مهاجرت جمعیت‌به‌واسطه تعدد در دلایل مهاجرت و نیز ارتباطات موجود از پیچیدگی خاصی برخوردار شده است. به‌طوری که شناسایی دلایل و میزان مهاجرت به واسطه یک عامل خاص را بسیار مشکل نموده است.

متغیرهای محیط‌زیستی بخصوص در فرآیندهای مهاجرت در مناطق خشک نقش مهمی ایفاء می‌کنند. در این مناطق تغییر محیط شامل تغییرات زمانی و مکانی بارش، افزایش دفعات خشک‌سالی، کمبود طولانی مدت آب و تخریب زمین می‌تواند مهاجرت را به‌شدت تحت تأثیر قرار دهد (نیومان^۶ و همکاران، ۲۰۱۵). خشک‌سالی یکی از بلاهای طبیعی و بخش جدایی‌ناپذیر تغییرات آب‌وهوایی است که ویژگی‌های آن از قبیل شدت، مدت و بزرگی از محلی به محل دیگر تفاوت دارد. خشک‌سالی از خطرات زیانباری است که بیش از همه بر اقتصاد سکونتگاه‌های روستایی تأثیر گذاشته و ممکن است سبب تخلیه روستاها و مهاجرت دائمی گردد (کرمی نسب و شهبازی، ۱۳۹۸). در مناطق خشک، مهاجرت یک استراتژی معمول برای مقابله با تغییرات محیطی است، زیرا منابع طبیعی که بس‌پار حساس به آب و هوا است به‌طور گسترده معیشت جمعیت به‌ویژه جمعیت روستایی را تعیین می‌کند. برای کشاورزان و سایر خانوارهای وابسته به منابع طبیعی در کشورهای در حال توسعه، خشک‌سالی شوک منفی مهمی است که می‌تواند معیشت و رفاه خانوارها را با وجود استفاده از برنامه‌های مختلف مقابله‌ای، تضعیف کند (گری و میولر^۷،

1 Neumann et al

2 Foresight

3 Adger et al

4 McLeman

5 Rechkemmer et al

6 Neumann et al

7 Gray and Mueller

۲۰۱۲). باور بر این است که نسبت مهاجران محیط‌زیستی ممکن است در سال‌های آینده بیش از هر گروه دیگری از آوارگان و پناهندگان باشد (رچکمر^۱ و همکاران، ۲۰۱۶). این واقعیت در مورد ایران نیز با توجه به اقلیم خشک و شکننده و نیز بحران‌های زیست‌محیطی بخصوص مسائل مربوط به آب، می‌تواند رخ دهد. فزونی ردپای اکولوژیک در ایران نسبت به ظرفیت زیستی آن می‌تواند از هم‌اکنون زنگ خطری بر این موضوع باشد.

هرچند در کشور ما نیز مسائل محیط‌زیستی فراوانی از جمله سیل، طوفان و زلزله، آلودگی آب و خاک و بیابان‌زایی می‌تواند منجر به جابه‌جایی جمعیت شود، اما مهم‌ترین مسئله با توجه به اقلیم کشور مسئله کمبود بارش یا همان خشک‌سالی است. کمبود بارش و خشک‌سالی منجر به کمبود منابع آب می‌شود که مهم‌ترین دلیل مهاجرت در مناطق خشک می‌باشد (نیومان^۲ و همکاران، ۲۰۱۵). از طرف دیگر چون عمده جمعیت روستایی و همچنین جمعیت بیشتر شهرهای کشور در بخش کشاورزی مشغول بوده یا بدان وابستگی مستقیم دارند، بروز خشک‌سالی بخش عظیمی از جمعیت را نسبت به سایر مؤلفه‌های محیطی تحت تأثیر قرار می‌دهد. با کاهش فعالیت در بخش کشاورزی، گروه‌های زیادی از زارعین به سمت شهرها کوچ می‌کنند، روستاها از سکنه خالی شده و مرتباً در اطراف شهرها مناطق حاشیه‌نشینی ایجاد می‌شود که این خود مسائل و مشکلات عدیده‌ای را به وجود می‌آورد (رحمتی، ۱۳۹۰). از این‌رو، شناسایی و تحلیل عمیق، به موقع و جامع مسائل مربوط به علل و پیامدها می‌تواند به اتخاذ سیاست‌های تقلیلی و سازگارانه از جانب مسئولین امر یاری رساند. در این رابطه صادقی و شکرانی (۱۳۹۵) به تحلیل فضایی پویایی مهاجرت‌های بین شهرستانی در ایران و تبیین آن در چارچوب توسعه نابرابر و عدم تعادل‌های منطقه‌ای پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که شهرستان‌های ایران از سطوح متفاوت توسعه برخوردارند و سطح توسعه‌یافتگی آن‌ها ساختار فضایی داشته و به شکل خوشه‌ای توزیع شده‌اند. نتایج آزمون موران محلی نیز نشان داد که رابطه مثبت و معناداری بین میزان توسعه‌یافتگی با شدت مهاجرپذیری و رابطه منفی و معناداری میزان توسعه‌یافتگی با شدت مهاجرفرستی وجود دارد. خواجه‌زاده (۱۳۹۶) با روش ترکیبی به بررسی ارتباط بین خشک‌سالی و مهاجرت در کشور پرداخت. بدین منظور در بخش کمی شاخص استاندارد بارش با داده‌های سالانه ۱۱۰ شهرستان کشور به مدت ۳۰ سال در کنار اقلیم مناطق محاسبه و ارتباط و همبستگی آن با مهاجرت داخلی جمعیت در دوره ۹۰-۱۳۸۵ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که خشک‌سالی در مناطق اقلیمی بسیار خشک با میزان مهاجرفرستی آن مناطق همبستگی بالایی دارد ولی در سایر مناطق اقلیمی کشور معناداری خود را از دست می‌دهد. همچنین مشفق و شکفته گوه‌ری (۱۳۹۹) به تحلیل عوامل مؤثر بر شاخص‌های مهاجرت ۱۱۸ شهرستان مرزنشین در فاصله سال‌های ۹۵-۱۳۹۰ پرداختند. در این تحقیق برای آزمون فرضیات در کنار سایر آزمون‌ها از آزمون‌های موران عمومی و الگوی فضایی بر اساس نقاط داغ و تحلیل خوشه بهره‌برده شد. نتایج نشان داد که میزان خالص مهاجرت تمایل به متمرکز

1 Rechkemmer et al

2 Neumann et al

شدن در فضا دارد. به طوری که تجمع فضایی لکه‌های سرد (مهاجر فرستی بیشتر) متعلق به برخی شهرستان‌های مرزنشین استان‌های اردبیل، کرمانشاه، ایلام و خراسان جنوبی می‌باشد. همچنین سگلمان^۱ (۲۰۲۰) تحقیق خود را در راستای تحقق دو هدف تجزیه و تحلیل آسیب‌پذیری‌های اقلیمی با تأکید خاص بر در دسترس بودن آب و رابطه آن با مهاجرت در کشور کامبوج انجام داد. در این مطالعه ابتدا از ترکیبی از داده‌های کمی و کیفی برای تعیین شرایط سیل‌سی، اقتصادی و اجتماعی لازم برای تأثیر تغییر اقلیم بر مهاجرت استفاده شد. سپس از ابزار تحلیل لکه‌های داغ در سیستم اطلاعات جغرافیایی برای شناسایی روند بارش در سطح منطقه‌ای استفاده شده است. در نهایت، مقاله از داده‌های کمی و کیفی، از جمله مصاحبه‌های گروهی متمرکز، برای تجزیه و تحلیل الگوهای مهاجرت محلی در رابطه با الگوهای بارش محلی استفاده کرده و تصویری جامع از پیوند اقلیم-مهاجرت در کامبوج ارائه نمود.

بنابراین، شناسایی و تحلیل نیرومحرکه‌های اولیه مهاجرت می‌تواند در راستای جلوگیری از مهاجرت اجباری متأثر از تغییرات محیطی بسیار راهگشا باشد. یکی از این نیرومحرکه‌ها با توجه به وضعیت اقلیمی کشور، خشک‌سالی و کمبود بارش می‌باشد. در این راستا مقاله حاضر با استفاده از شاخص استاندارد بارش و تحلیل لکه‌های داغ به دنبال بررسی رخداد فراوانی خشکی ماهانه و انطباق آن با پدیده مهاجرت در سطح شهرستان‌های کشور در سه دهه اخیر است.

۲- مواد و روش

۲-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

ایران سرزمینی خشک و با نزولات جوی بسیار کم می‌باشد. اگر میانگین سالانه بارندگی در سطح خشکی‌های کره زمین (حدود ۸۶۰ میلی‌متر) با متوسط بارندگی سالیانه در ایران (تقریباً ۲۵۰ میلی‌متر) مقایسه شود، ملاحظه می‌شود که بارندگی در ایران حتی کمتر از یک‌سوم متوسط بارندگی در جهان است. از این رو باید پذیرفت که خشکی در ایران یک واقعیت اقلیمی است (علیزاده، ۱۳۸۷؛ دوستان، ۱۳۹۸). ایران در سال ۱۳۹۵ در حدود ۷۹۹۲۶۲۷۰ جمعیت داشت و بر طبق تقسیمات سیاسی-اداری کشور در سال ۱۳۹۵ از ۳۱ استان و ۴۲۹ شهرستان تشکیل شده است (جدول ۱). طبق آماربرداری سراسری ۱۳۹۵ در حدود ۴۳۰۰۹۹۸ نفر در دوره پنج‌ساله ۹۵-۱۳۹۰ اقدام به جابجایی و مهاجرت داخلی در کشور نموده‌اند که بیش از ۵ درصد از کل جمعیت کشور را تشکیل می‌دهند (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵؛ محمودیان و محمودیانی، ۱۳۹۷).

جدول. Error! No text of specified style in document. -تقسیمات سیاسی-اداری کشور در سطح

استان و شهرستان

ردیف	دوره سرشماری	تعداد استان	تعداد شهرستان	فاصله سرشماری	جمعیت
۱	۱۳۶۵-۱۳۷۵	۲۶	۲۵۲	۱۰	۶۰۰۵۵۴۸۸
۲	۱۳۷۵-۱۳۸۵	۳۰	۳۳۶	۱۰	۷۰۴۹۵۷۸۲
۳	۱۳۸۵-۱۳۹۰	۳۱	۳۹۷	۵	۷۵۱۴۹۶۶۹
۴	۱۳۹۰-۱۳۹۵	۳۱	۴۲۹	۵	۷۹۹۲۶۲۷۰

منبع: صادقی و همکاران، ۲۰۲۰^۱

۲-۲- روش انجام پژوهش

در این تحقیق از میزان خالص مهاجرت^۲ برای سنجش مهاجرت در سطح شهرستان‌های کشور استفاده شد. بدین منظور داده‌های خام ماتریس مهاجرت در سطح شهرستان از سرشماری‌های نفوس و مسکن مرکز آمار ایران دریافت شد. با پردازش داده‌های مهاجرتی، میزان خالص مهاجرت در دوره‌های چهارگانه آماری در سه دهه اخیر از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ برای هر یک از شهرستان‌های کشور محاسبه گردید.

به منظور پایش ماه‌های خشک در سطح کشور از شاخص استاندارد بارش (SPI)^۳ استفاده شد. در این راستا ۶۱ ایستگاه سینوپتیک معرف با طول آماری پیوسته ۳۰ ساله و پراکنش فضایی مناسب در سطح کشور انتخاب شد. با دریافت داده‌های بارش این ایستگاه‌ها از سازمان هواشناسی کشور پردازش‌های اولیه بر روی آن‌ها صورت گرفت. در ادامه داده‌های بارش وارد نرم‌افزار MDM^۴ (صالح‌نیا^۵ و همکاران، ۲۰۱۷) شد. از آنجایی که در این تحقیق تنها مقادیر خشک‌سالی شاخص SPI مورد نیاز بود، فراوانی رخداد ماه‌های خشک سال برای هر ایستگاه سینوپتیک محاسبه گردید. در ادامه مقادیر خشکی ماهانه به همراه مقادیر میزان خالص مهاجرت وارد محیط GIS شد. سپس با استفاده از موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه، کل کشور با استفاده از پلیگون‌های تیسن درونیابی گردید. بعد از این مرحله به منظور کنکاش رابطه خشک‌سالی با مهاجرت‌های در کشور از تکنیک‌های تحلیل فضایی استفاده شد. در این رابطه ابتدا وجود خودهمبستگی^۶ فضایی در داده‌های متغیر وابسته و مستقل با استفاده از شاخص جهانی موران^۷ مورد بررسی قرار گرفت. از آنجایی که وجود خودهمبستگی و الگوی خوشه‌ای در داده‌ها مشهود بود، برای کنکاش رابطه خشک‌سالی و مهاجرت از تحلیل لکه‌های داغ^۸ در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. سپس انطباق

1 Sadeghi et al. 2020

2 Net Migration Rate

3 Standardized Precipitation Index (SPI)

4 Meteorological Drought Monitor

5 Salehnia et al

6 Autocorrelation

7 Moran's I

8 Hot Spot Analysis

لکه‌های داغ که در این مطالعه نشان از کانون‌های مهاجرپذیری و نقاط سرد که حاکی از کانون‌های مهاجرفرستی داشت، با الگوی فراوانی ماه‌های خشک سال در کشور برای چهار دوره متناظر با دوره‌های سرشماری مورد کنکاش قرار گرفت.

۲-۳- شاخص SPI

شاخص SPI از جمله معروف‌ترین و شاید پرکاربردترین شاخص برای تعیین وقوع خشک‌سالی در یک منطقه خاص می‌باشد. این شاخص اولین بار در سال ۱۹۹۳ از سوی مک کی و همکارانش ارائه گردید. شاخص استاندارد بارش برای محاسبه خشک‌سالی تنها به مقادیر بارش نیاز دارد که عمده‌ترین مزیت این شاخص محسوب می‌شود. به منظور محاسبه SPI، ابتدا یک رکورد بارش بلندمدت در ایستگاه موردنظر به توزیع احتمال (مثلاً توزیع گاما) برازش می‌گردد، سپس به یک توزیع طبیعی تبدیل می‌شود تا میانگین SPI صفر شود (مک کی^۱ و همکاران، ۱۹۹۳: ادوارد و مک کی^۲، ۱۹۹۷). با توجه به صفر بودن میانگین در توزیع نرمال در این شاخص مقادیر مثبت SPI، میزان بارش بیش از میانگین و مقادیر منفی میزان کمتر از میانگین را نشان می‌دهند (جدول ۲). خشک‌سالی در این شاخص زمانی آغاز می‌شود که مقدار شاخص به ۱- رسیده و از آن عبور نماید و این خشک‌سالی زمانی خاتمه می‌یابد که مقدار شاخص مجدداً مثبت شود (برای مطالعه بیشتر به مک کی و همکاران^۳، ۱۹۹۳ مراجعه شود).

جدول ۲- طبقه‌بندی مقادیر شاخص SPI و کلاس‌های متناظر آن

ردیف	درصد از نرمال	وضعیت
۱	بزرگ‌تر یا مساوی ۲	ترسالی بسیار شدید
۲	۱.۵ تا ۱.۹۹	ترسالی شدید
۳	۱ تا ۱.۴۹	نسبتاً مرطوب
۴	۰.۹۹ تا ۰.۹۹	نزدیک نرمال
۵	-۱ تا -۱.۴۹	نسبتاً خشک
۶	-۱.۵ تا -۱.۹۹	خشکی شدید
۷	کوچک‌تر یا مساوی -۲	خشکی بسیار شدید

۲-۴- شاخص موران و تحلیل لکه‌های داغ

برای استفاده از ابزارهای تحلیل فضایی معمولاً آگاهی از وجود خودهمبستگی فضایی در بین داده‌ها از اهمیت فراوانی برخوردار است. چراکه مبنای بهره‌گیری از برخی از تحلیل‌های فضایی همچون تحلیل لکه داغ وجود

1 McKee et al

2 Edwards and McKee

3 McKee et al

خودهمبستگی فضایی در بین مشاهدات و داده‌ها است. شاخص موران جهانی شاخصی متداول برای سنجش خودهمبستگی فضایی در رابطه با همسایگی عوارض است (ژیوا^۱ و همکاران، ۲۰۱۸). خودهمبستگی فضایی یعنی ارزش صفت‌های مطالعه شده خودهمبسته هستند و همبستگی آن‌ها قابل استناد به نظم جغرافیایی پدیده‌ها است (رفعیان و زاهد، ۱۳۹۷). مقادیر شاخص موران از ۱- تا ۱ را شامل می‌شود که مبین سه حالت است. حالت اول شامل مقدار نزدیک به صفر است که این امر به منزله الگوی تصادفی قرارگیری مقادیر در کنار هم است. حالت دوم مقادیر نزدیک به ۱ می‌باشد که حاکی از الگوی خوشه‌ای مقادیر مشابه و حالت سوم نیز مقادیر نزدیک به ۱- را در بر دارد که نشان از در کنار هم قرارگیری مقادیر غیرمشابه می‌باشد.

موران جهانی می‌تواند ارتباط و خودهمبستگی فضایی کلی را شناسایی نماید. با این وجود قادر به شناسایی الگوهای محلی خوشه‌بندی نیست. از این رو در مواردی که خودهمبستگی فضایی محلی برای شناسایی خوشه‌بندی فضایی محلی یا «نقاط داغ» مدنظر باشد، تحلیل لکه‌های داغ مفید است (انسلین^۲، ۱۹۹۵؛ ژئو^۳ و همکاران، ۲۰۱۸). تحلیل لکه داغ به هر عارضه در چهارچوب عوارضی که در همسایگی آن واقع شده‌اند نگاه می‌کند. اگر عارضه‌ای مقادیر بالا و کم داشته باشد جالب و مهم است، لیکن احتمال دارد به تنهایی لکه داغ معنادار از نظر آماری نباشد. به‌عنوان مثال، برای اینکه یک عارضه لکه داغ تلقی شود و از نظر آماری معنادار نیز باشد بایستی هم خودش و هم عوارضی که در همسایگی اش واقع شده‌اند دارای مقادیر بالا باشند. در ادامه جمع محلی^۴ یک عارضه و همسایگانش به‌طور نسبی با جمع کل عارضه‌ها مقایسه می‌شود. زمانی که جمع محلی به‌طور زیاد و غیرمنتظره‌ای از جمع محلی مورد انتظار بیشتر باشد و اختلاف به اندازه‌ای باشد که نتوان آن را در نتیجه تصادف دانست، در نتیجه امتیاز Z به دست خواهد آمد. در این پژوهش از تحلیل لکه داغ (آماره گتیس-ارد جی^۱) برای شناسایی خوشه‌های فضایی میزان خالص مهاجرت بالا (نقطه داغ) و میزان خالص مهاجرت پایین (نقطه سرد) با توجه به اصل همسایگی عوارض استفاده شده است. طبق الگوریتم ابزار، آماره گتیس-ارد جی برای تمامی عارضه‌های موجود در داده‌ها محاسبه می‌شود. امتیاز Z به دست آمده از این طریق به‌صورت نقشه نشان می‌دهد که خوشه‌بندی‌های سرد (مقادیر کم) و داغ (مقادیر زیاد) در کجا شکل گرفته‌اند.

آماره G_i که برای هر عارضه موجود در داده‌ها محاسبه می‌شود نوعی امتیاز Z است. برای امتیاز Z مثبت و معنادار از نظر آماری، هرچه امتیاز Z بزرگ‌تر باشد، مقادیر بالا به میزان زیادی خوشه‌بندی شده و لکه داغ تشکیل می‌دهند. برای امتیاز Z منفی و معنادار از نظر آماری، هرچه امتیاز Z کوچک‌تر باشد به معنای خوشه‌بندی شدیدتر مقادیر پایین

1 Xu et al

2 Hotspot

3 Anselin

4 Xu et al

5 local sum

6 Getis-Orod G_i^*

خواهد بود و این‌ها در حقیقت لکه‌های سرد را نشان می‌دهند (عسگری، ۱۳۹۰: ۷۵). همچنین هر یک از لکه‌های داغ و سرد سطوح مختلف با ضریب خطا و سطح اطمینان آن مشخص می‌گردد. از سوی دیگر مقادیر صفر برای آماره Z نشان می‌دهد که سطوح مربوطه از نظر آماری معنی‌دار نیست.

۳- نتایج و بحث

با توجه به روش تحقیق، خشک‌سالی برای کل کشور به مدت ۳۰ سال و با استفاده از ۶۱ ایستگاه سینوپتیک و با بهره‌گیری از شاخص SPI پایش گردید. در ادامه به منظور بررسی رابطه بین خشک‌سالی و مهاجرت جمعیت، بازه ۳۰ ساله به دو بازه ده‌ساله مطابق با دوره سرشماری ۱۳۶۵-۱۳۷۵ و ۱۳۷۵-۱۳۸۵ و نیز به دو دوره پنج‌ساله از ۱۳۸۵-۱۳۹۰ و ۱۳۹۰-۱۳۹۵ تقسیم گردید. در ادامه تعداد ماه‌هایی که در دوره‌های چهارگانه شاهد رخداد کمبود بارش (خشکی) بودند، محاسبه و وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی شد. در این راه ابتدا نقشه‌های فراوانی خشکی ماهانه برای چهار دوره در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی ترسیم شد که در ادامه بدان اشاره شده است.

۳-۱- خشک‌سالی

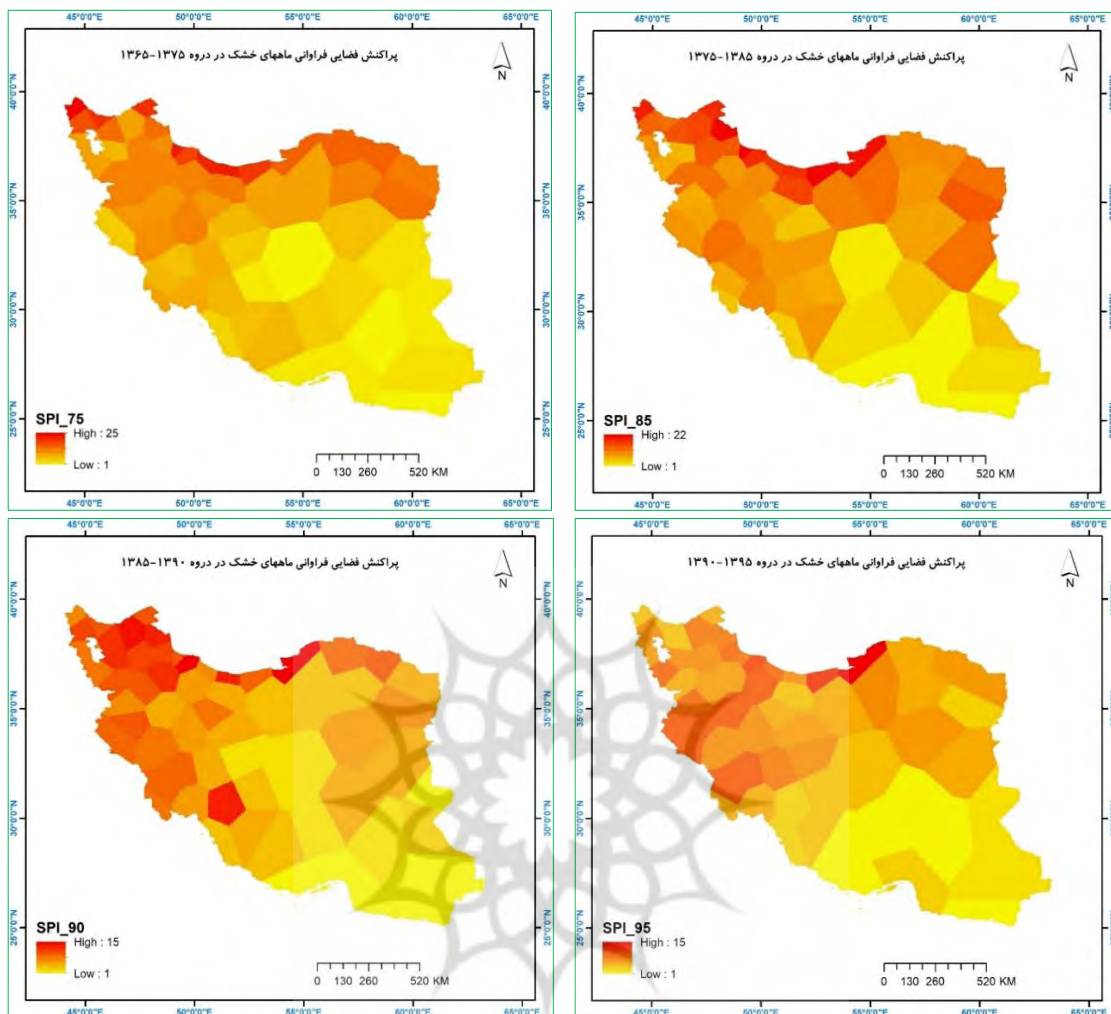
پایش رخداد فراوانی خشکی ماهانه در شکل ۱ نشان داده شده است. پراکنش رخداد خشک‌سالی در ۱۳۶۵-۱۳۷۵ نشان می‌دهد که فراوانی رخداد ماه‌های خشک سال در نیمه شمالی کشور نسبت به نیمه جنوبی آن بیشتر است. از سویی دیگر قسمت‌های غربی کشور نیز نسبت به قسمت‌های شرقی از روند مشابهی به غیر از نیمه شمال غربی برخوردار است. رخداد این امر حاکی از اقلیم خشک مناطق جنوبی نسبت به شمالی و مناطق شرقی نسبت به غربی می‌باشد. در این دوره استان‌های شمالی کشور از بیشترین رخداد فراوانی خشکی ماهانه بر طبق شاخص SPI برخوردار بودند و قسمت‌های کویری و جنوب شرقی کشور شامل استان سیستان و بلوچستان، خراسان جنوبی، جنوب کرمان یزد، شرق اصفهان و هرمزگان از مناطقی هستند که کمترین فراوانی رخداد خشکی ماهانه در آن‌ها رخ داده است. همان‌گونه که قبلاً نیز اشاره شد این امر به معنای وجود خشک‌سالی در آن مناطق نیست بلکه متأثر از اقلیم خشک و کویری است که در اکثر ماه‌های سال در آن‌ها بارش رخ نمی‌دهد از این رو طبق الگوریتم شاخص استاندارد بارش، وضعیت آن‌ها نرمال محاسبه می‌شود. دامنه رخداد ماه‌های با کمبود بارش در این دوره از ۱ تا ۲۵ ماه در پهنه اقلیمی کشور متغیر می‌باشد. در این دوره بیشترین رخداد ماهانه خشک‌سالی مربوط به ایستگاه سینوپتیک ماکو در آذربایجان غربی و کمترین آن مربوط به ایستگاه‌های سینوپتیک یزد، بم و چابهار می‌باشد. در کل در استان‌هایی که عمدتاً در مناطق شرق، جنوب شرق و مرکز کشور قرار دارند، فراوانی ماه‌های خشک سال کمتر بوده است.

پایش خشک‌سالی در دوره ۱۳۷۵-۱۳۸۵ تقریباً روند مشابهی را به مانند دوره ۱۳۶۵-۱۳۷۵ نشان می‌دهد. ایستگاه سینوپتیک بندر انزلی بیشترین رخداد ماهانه خشکی را در این دوره به خود اختصاص می‌دهد. ایستگاه‌های سینوپتیک

بندرلنگه، بندرعباس، بم، چابهار و زابل دارای کمترین مقدار فراوانی ماه‌های خشک‌سال هستند. دامنه رخداد خشکی ماهانه از ۱ تا ۲۲ ماه در دوره مورد بررسی متغیر می‌باشد که نسبت به دوره قبل سه ماه کمتر را نشان می‌دهد. در این دوره نسبت به دوره قبل تعداد ماه‌های خشک در قسمت شمالی افزایش داشته است. مناطق کویری کشور در جنوب غرب و مرکز نیز همچنان از فراوانی کمتری برخوردار هستند که دلیل آن در دوره قبلی ذکر شد. در این دوره خراسان جنوبی برخلاف دوره قبل از جمع استان‌های سیستان و بلوچستان، کرمان، هرمزگان، یزد و اصفهان جدا شده و ماه‌های خشک بیشتر نسبت به این استان‌ها دارد. در عوض عمده استان فارس در این دوره در کنار استان‌های با فراوانی کم ماه‌های خشک سال قرار دارد. استان اصفهان نیز بر خلاف دوره قبل کمی متفاوت‌تر از استان‌های مذکور می‌باشد و از ماه‌های خشک بیشتری برخوردار است. در روند کلی، از سمت جنوب شرق به سمت شمال غرب کشور و جنوب به سمت شمال کشور فراوانی رخداد ماه‌های خشک سال افزایشی است.

پایش خشک‌سالی دوره پنج‌ساله از ۱۳۸۵ - ۱۳۹۰ نشان می‌دهد که شمال غرب کشور در کنار نوار شمال دریای خزر و نیز نوار شمالی - جنوبی زاگرس از بیشترین رخداد خشکی ماهانه در این دوره برخوردار هستند. در این دوره تقریباً الگوی غربی - شرقی در کشور مشهود می‌باشد و عمده قسمت‌های شرقی کشور نسبت به قسمت غربی آن از خشک‌سالی ماهانه کمتری برخوردار هستند که این نمود در الگوی شمالی - جنوبی کمتر مشهود می‌باشد. دامنه کمبود بارش میانگین ماهانه و به تبع آن خشک‌سالی در این دوره بین ۱ تا ۱۵ ماه در نوسان است. در این دوره ایستگاه‌های سینوپتیک رشت و گرگان بیشترین رخداد ماهانه کمبود بارش میانگین را دارد. در مقابل ایستگاه‌های سینوپتیک بندرلنگه، ایرانشهر، بندرعباس، چابهار و زابل کمترین رخداد ماهانه کمبود بارش میانگین را دارد. استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان، قسمت‌های از استان‌های کرمان و یزد به مانند دوره‌های قبل کمترین ماه‌های خشک سال را دارند. نکته دیگر در این خصوص وجود ماه‌های خشک زیاد در منطقه آذربایجان می‌باشد.

پایش خشک‌سالی دوره پنج‌ساله از ۱۳۹۰ - ۱۳۹۵ نشان می‌دهد که در این دوره الگوی جنوبی - شمالی خشک‌سالی نمود بیشتری دارد و روند ماه‌های خشک سال از جنوب به شمال افزایشی است. هرچند که در این دوره به مانند دوره‌های قبل نقاط غیر یکنواختی احتمالاً متأثر از ارتفاع در الگوی مذکور مشاهده می‌گردد. دامنه نوسان خشک‌سالی ماهانه در این دوره نیز به مانند دوره قبل از ۱ تا ۱۵ ماه می‌باشد. در این دوره ایستگاه سینوپتیک گرگان از بیشترین خشکی ماهانه برخوردار بوده و در مقابل ایستگاه‌های بندرلنگه، فسا، سیرجان، بم، چابهار و کرمان کمترین میزان رخداد خشکی ماهانه را داشته‌اند. الگوی رخداد ماه‌های خشک سال در جنوب شرق کشور همچنان با سایر مناطق در کشور متفاوت است. استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان و کرمان و قسمت‌هایی از استان فارس در این الگو واقع شده‌اند.



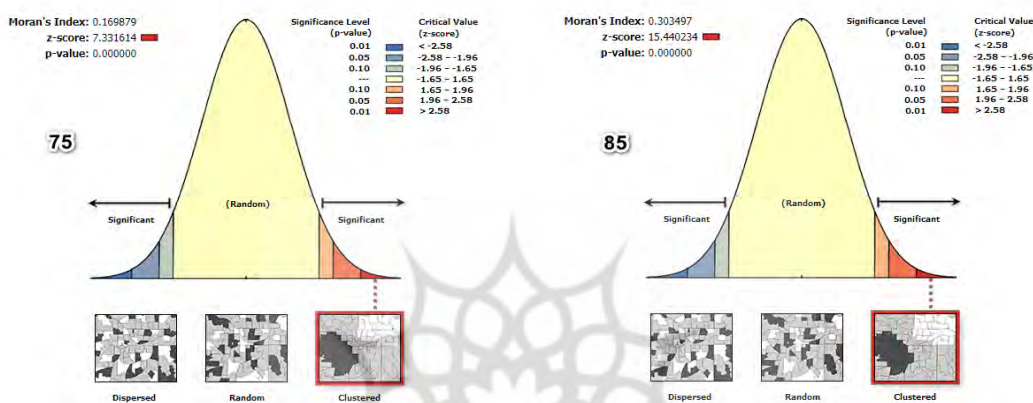
شکل ۱- پهنه‌بندی خشکی ماهانه در چهار دوره مورد مطالعه از ۶۵ تا ۹۵

۳-۱-۱- تحلیل خودهمبستگی فضایی مهاجرت

طبق جدول ۳ و شکل ۲ مقادیر شاخص موران برای میزان خالص مهاجرت در دوره‌های چهارگانه مورد مطالعه بین ۰.۱۷ تا ۰.۴۵ قرار دارد که نشان از خوشه‌بندی در داده‌های مهاجرت است. در شکل مذکور الگوی خوشه‌ای با سطح اطمینان ۹۹ درصد به خوبی مشخص است. این امر نشان می‌دهد که در داده‌های میزان خالص مهاجرت در سطح شهرستان‌ها، داده‌های مشابه در کنار هم قرار دارند.

جدول ۳- اطلاعات خودهمبستگی فضایی حاصل از شاخص موران جهانی

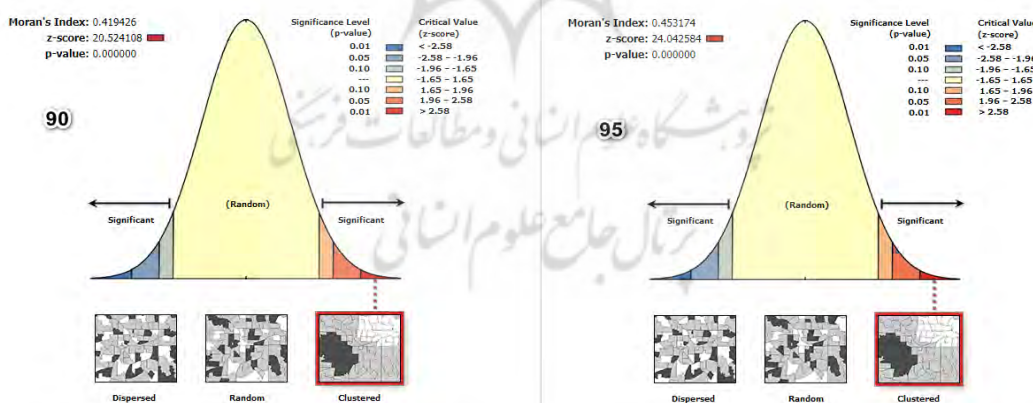
دوره زمانی	شاخص موران	z-score	p-value	سطح اطمینان	الگو
۱۳۶۵-۱۳۷۵	۰.۱۶۹۸۷۹	۷.۳۳۱۶۱۴	۰.۰۰۰۰۰	۹۹	خوشه‌ای
۱۳۷۵-۱۳۸۵	۰.۳۰۳۴۹۷	۱۵.۴۴۰۲۳۴	۰.۰۰۰۰۰	۹۹	خوشه‌ای
۱۳۸۵-۱۳۹۰	۰.۴۱۹۴۲۶	۲۰.۵۲۴۱۰۸	۰.۰۰۰۰۰	۹۹	خوشه‌ای
۱۳۹۰-۱۳۹۵	۰.۴۵۳۱۷۴	۲۴.۰۴۲۵۸۷	۰.۰۰۰۰۰	۹۹	خوشه‌ای



Given the z-score of 7.33161427334, there is a less than 1% likelihood that this clustered pattern could be the result of random chance.

Given the z-score of 15.4402344365, there is a less than 1% likelihood that this clustered pattern could be the result of random chance.

2.



Given the z-score of 20.5241077083, there is a less than 1% likelihood that this clustered pattern could be the result of random chance.

Given the z-score of 24.0425840674, there is a less than 1% likelihood that this clustered pattern could be the result of random chance.

شکل ۲- مقادیر شاخص موران برای شاخص میزان خالص مهاجرت

۳-۲- یافته‌های تحلیل لکه داغ مهاجرت

پس از بررسی خودهمبستگی فضایی و مشاهده نتایج آن، اقدام به اجرای ابزار فضایی لکه داغ و بررسی و تحلیل کانون‌های مهاجرپذیر و مهاجرفرست شد. در ادامه هر یک از دوره‌های چهارگانه به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته و نقشه‌ها و تحلیل‌های مربوطه ارائه شده است.

۳-۲-۱- دوره ۱۳۷۵-۱۳۶۵

تحلیل فضایی مراکز موازنه مهاجرتی با استفاده از ابزار تحلیل فضایی لکه داغ نشان می‌دهد که در این دوره تنها لکه داغ تهران و شهرستان‌های اطراف به‌عنوان مراکز جذب جمعیتی نقش ایفا می‌کنند (شکل ۳). در این قطب تمام شهرستان‌های استان تهران، شهرستان‌های ساوه، قم، کاشان، گرمسار و برخی از شهرستان‌های استان مازندران همچون آمل، بابل، نور، محمودآباد، نور، تنکابن، رامسر و نوشهر با سطح اطمینان ۹۹ درصد قرار دارند. لکه‌های سرد یا به عبارتی مراکز مهاجرفرستی را نیز می‌توان در نوار شمالی-جنوبی به موازات رشته‌کوه زاگرس و در شمال غرب کشور از استان کهگیلویه و بویراحمد تا استان اردبیل دید. در مراکز مهاجرفرستی در کل سه قطب عمده دیده می‌شود که قطب اول و بزرگ‌تر در آذربایجان قرار دارد که شامل شهرستان‌های مشگین شهر، اردبیل، خلخال، سراب، میانه، بستان‌آباد و هشترود می‌شود که با سطح ۹۹ درصد اطمینان در قلب لکه سرد واقع شده‌اند. قطب دوم شامل شهرستان‌های گچساران، بهبهان، باغملک، کهگیلویه، شوشتر، مسجدسلیمان و دزفول می‌شود که مرکزیت این قطب را دارند. در نهایت قطب سوم که کوچک‌ترین آن نیز هست تنها شهرستان دورود را به‌عنوان شهرستان اصلی با سطح اطمینان ۹۹ درصد در قلب قطب مهاجرفرست دارد.

نتایج تحلیل فضایی لکه داغ و تطابق کانون‌های مهاجرفرستی و مهاجرپذیری با نقشه فراوانی ماه‌های خشک در این دوره نشان می‌دهد که این کانون‌های مهاجرفرستی و مهاجرپذیری در قسمتی از کشور که دارای فراوانی شاخص بارش استاندارد (ماه خشک) متوسط تا زیاد هستند صورت گرفته است. شهرستان‌های استان مازندران که در قلب قطب جذب جمعیتی قرار دارند از شاخص فراوانی خشکی (SPI) زیاد برخوردار هستند. این شهرستان‌ها در اقلیم‌بندی کشور جز اقلیم پربارش تلقی می‌شوند. شهرستان‌های استان تهران نیز که مرکزیت اصلی قطب جذب جمعیتی را دارند، در مناطقی با فراوانی ماه‌های خشک متوسط واقع شده‌اند. در قطب مهاجرفرست نیز با کمی اغماض مشاهده می‌شود که سه قطب مهاجرفرست کشور در مناطقی قرار گرفته‌اند که عمدتاً فراوانی ماه‌های خشک متوسط دارند. با این اوصاف و با توجه به نتایج مشاهده می‌شود که در مناطق اقلیمی خشک کشور که به تبع از فراوانی ماه‌های خشک کمتری برخوردارند، کانونی اعم از مهاجرفرست و مهاجرپذیر مشاهده نمی‌شود.

۳-۲-۲- دوره ۱۳۸۵-۱۳۷۵

در این دوره نیز شهرستان‌های استان تهران و به تبع آن برخی از شهرستان‌های استان مازندران به مانند دوره قبل همچنان قطب مهاجرپذیری اصلی کشور محسوب می‌شوند. در این دوره تعداد شهرستان‌ها و گستره قطب مهاجرپذیر تهران افزایش و به سمت شرق گسترش یافته است. قطب دوم مهاجرپذیر نیز در جنوب کشور و به مرکزیت شهرستان لامرد و بندرلنگه شکل گرفته است. وجود قطب مرکزی و سوم با مرکزیت اصفهان از نکات جالب در این دوره می‌باشد که شامل شهرستان‌های اصفهان، یزد و تفت است. در خصوص لکه‌های سرد یا همان کانون‌های مهاجرفرست در این دوره سه کانون عمده قابل مشاهده می‌باشد. وسعت و تعداد شهرستان‌های کانون‌های مهاجرفرست از شمال به جنوب کاهش یافته است. در این دوره قطب آذربایجان همچنان قطب اصلی مهاجرفرستی است که در این دوره نسبت به دوره قبل بر وسعت و تعداد شهرستان‌های آن افزوده شده است. در این دوره قطب دوم در شهرستان‌های عمدتاً کردنشین غرب کشور شکل گرفته است. قطب سوم در دوره ۶۵-۱۳۷۵ نیز قابل مشاهده بود که در این دوره نیز وجود دارد. قطب چهارم و کوچک شهرستان دورود نیز در این دوره همچنان دیده می‌شود که نشان دهنده این مطلب است که علاوه بر نقاط ترک‌نشین در شمال غرب کشور، شهرستان‌های کردنشین غرب کشور، شهرستان‌های لرنشین غرب و جنوب غرب کشور همچنان بزرگ‌ترین مراکز مهاجر فرستی در کشور هستند. نکته قابل توجه در این دوره و در خصوص قطب مهاجرفرستی وجود قطب نوظهور و ضعیف شمال شرق کشور به مرکزیت شهرستان مشهد می‌باشد. در این دوره دیده می‌شود که شهرستان‌های شرقی و جنوب شرقی کشور از کانون‌های مهاجرپذیری و مهاجرفرستی فاصله قابل توجهی دارند.

تطابق نقشه فراوانی ماهای خشک سال شاخص SPI در این دوره با تحلیل فضایی لکه داغ نشان می‌دهد که قطب تهران در مناطقی واقع شده است که عدد خشکی ماهانه آن زیاد می‌باشد. در این خصوص تنها دو قطب اصفهان و بندرلنگه در مناطق اقلیمی خشک و با فراوانی خشکی کم قرار گرفته‌اند. در قطب‌های مهاجرفرست نیز قطب آذربایجان در مناطقی با فراوانی خشکی ماهانه زیاد قرار گرفته است و به سمت جنوب این فراوانی ماهای خشک سال کمتر می‌شود. سایر قطب‌ها نیز با کمی اغماض در مناطقی از کشور که فراوانی خشکی ماهانه متوسط تا زیاد دارند، قرار گرفته‌اند. این قطب‌های مهاجرفرست عمدتاً در نقاط کوهستانی و معتدل کشور واقع شده‌اند. همانند دوره قبل شهرستان‌های شرقی و جنوب شرقی کشور از کانون‌های مهاجرپذیری و مهاجرفرستی به دور هستند.

۳-۲-۳- دوره ۱۳۹۰-۱۳۸۵

الگوی کلی مهاجرتی دو دوره قبل در این دوره نیز قابل مشاهده می‌باشد. قطب مهاجرپذیری تهران همچنان نمود بارزی داشته و بر تعداد وسعت شهرستان‌های آن نیز افزوده شده است. قطب مرکزی اصفهان-یزد نسبت به دو دوره قبل در این دوره بارزتر قابل مشاهده است. در قطب اصفهان-یزد که در این دوره به وسعت و شهرستان‌های آن

افزوده شده، مرکزیت به سمت شهرستان‌های یزد کشیده شده است. شهرستان‌ها یزد، میبد، اشکذر و اردکان در قلب این کانون مهاجرپذیری قرار دارند. نکته قابل توجه دیگر در خصوص قطب‌های مهاجرپذیری نزدیکی و اتصال مکانی دو قطب تهران و اصفهان-یزد است. بندرلنگه در این دوره مثل دوره قبل جزء کانون‌های اصلی نیست ولی نشان می‌دهد که هنوز هم مهاجرپذیر است. کانون نوظهور و ضعیف بیرجند در شرق کشور نیز در این دوره قابل توجه است که نشان می‌دهد در این بخش از کشور کانون ضعیف مهاجرپذیری وجود دارد. در خصوص قطب‌های مهاجرپرست چهار قطب جداگانه قابل مشاهده است که بر خلاف دو دوره قبل بزرگ‌ترین آن در جنوب غرب کشور قرار دارد. این مرکز کانون مهاجرپرستی همان کانون شهرستان‌های لرنشین غرب و جنوب غرب کشور است که در این دوره بر وسعت و تعداد شهرستان‌های آن افزوده شده است. سایر مراکز کانونی به موازات رشته‌کوه زاگرس کشیده شده و در قسمت شمالی به سمت دریای خزر تمایل می‌یابند. در این کانون‌ها شهرستان‌هایی با سطح ۹۹ درصد اطمینان کمتر دیده می‌شود که عبارت‌اند از قطب کرمانشاه، تکاب و مشگین شهر. مهاجرپرستی با درصد اطمینان کمتری نیز در جنوب شرق کشور دیده می‌شود که شامل شهرستان‌های جیرفت، فاریاب و ارزوئیه است.

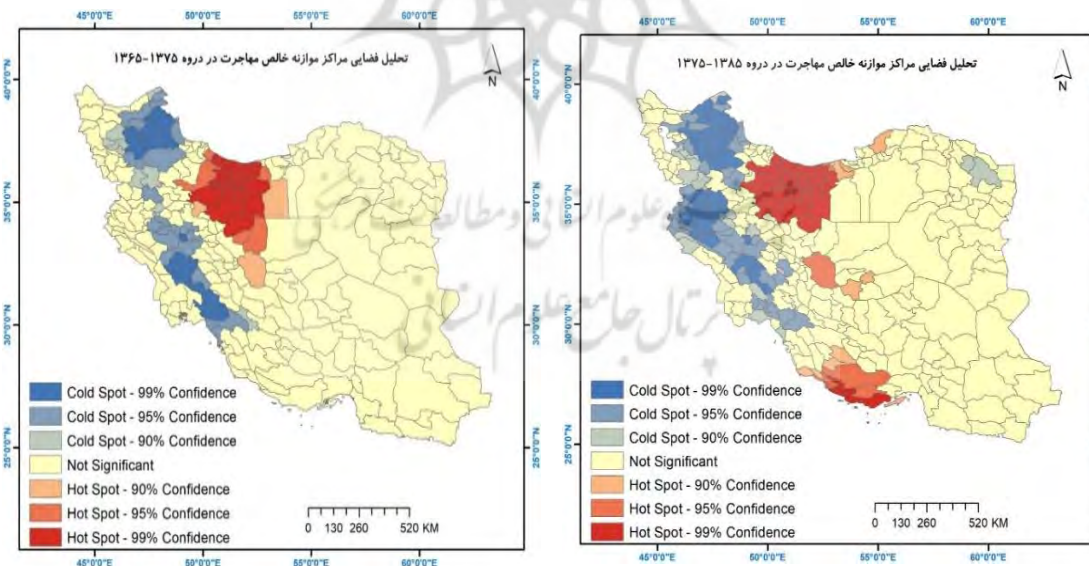
بر مبنای تحلیل فضایی لکه داغ در تطابق با نقشه فراوانی ماه‌های خشک سال حاصل از شاخص SPI، در این دوره مشاهده می‌شود که کانون اصفهان-یزد در مناطق با فراوانی کم خشکی ماهانه و در اقلیم خشک کشور واقع شده است. کانون تهران نیز در این دوره در مناطقی که عمدتاً دارای فراوانی متوسط خشکی ماهانه است، قرار دارد. در خصوص کانون‌های مهاجرپرستی اهلبا کمی اغماض می‌توان گفت که در این دوره عمده شهرستان‌های مهاجرپرست در این دوره در مناطق با فراوانی متوسط تا زیاد خشکی ماهانه قرار دارند که این مقدار از جنوب به سمت شمال افزایشی است و در کانون آذربایجان به اوج خود می‌رسد. به مانند دو دوره قبل شهرستان‌های شرق و جنوب شرقی کشور از کانون‌های مهاجرتی به دور هستند هرچند که کانون‌های ضعیف یا شبه کانون در این قسمت و در این دوره مشاهده می‌شود.

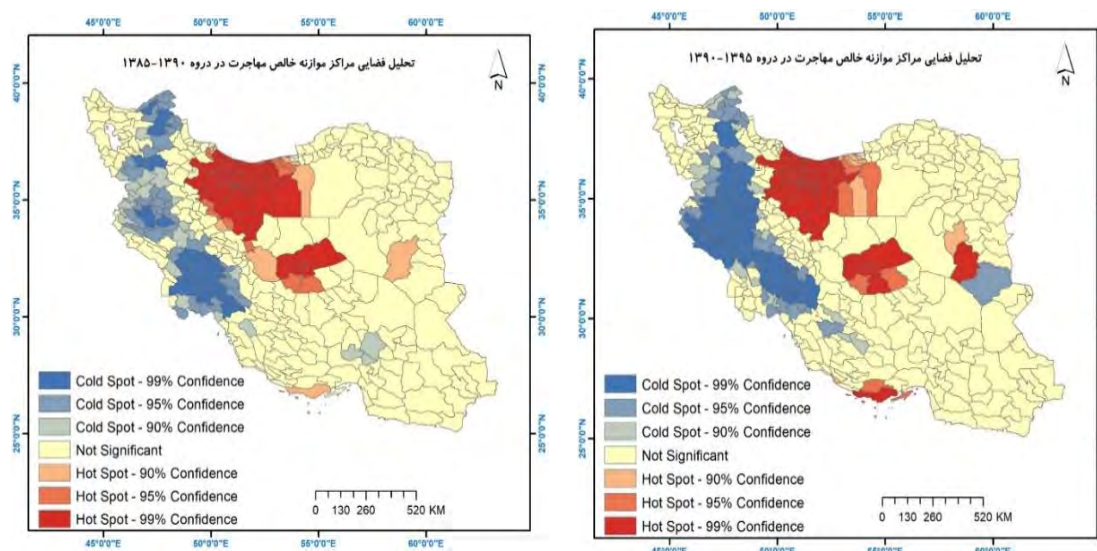
۳-۲-۴- دوره ۱۳۹۰-۱۳۹۵

آخرین دوره مهاجرتی نیز به مانند سه دوره قبلی از الگوی کانونی تقریباً مشابهی برخوردار می‌باشد. تهران همچنان کانون اصلی جذب مهاجرت در کشور بوده و کانون مهاجرپرست به موازات رشته‌کوه زاگرس تا شمال شرق کشور امتداد دارد. در این دوره کانون فلات مرکزی (کانون یزد) نمود بیشتر و جدیدی در این دوره داشته و نشان می‌دهد که در این نقطه از کشور کانون مهاجرپذیری جدیدی در حال شکل‌گیری است. این کانون از اصفهان در دوره‌های قبل به سمت شهرستان‌های یزد کشیده شده است و شامل شهرستان‌های یزد، اردکان، میبد، اشکذر و مهریز می‌شود. در جنوب کشور و در شهرستان بندرلنگه دوباره یک شبه کانون مهاجرت‌پذیری قابل مشاهده است. کلیت کانون‌های مهاجرپذیری حاکی از وجود آن در مرکز کشور و از شمال به جنوب می‌باشد. نکته استثنای در این

خصوصاً شبه‌کانون شرق کشور در شهرستان خوسف است که به همراه یک کانون جدید مهاجرفرستی (شهرستان نهبندان) مشاهده می‌شود. در رابطه با کانون‌های مهاجرفرستی می‌توان مشاهده کرد که این کانون‌ها در این دوره پیوستگی بیشتری داشته و نسبت به دوره‌های قبل به سمت غرب کشور و شهرستان‌های استان ایلام کشیده شده است و در شمال آن (شمال آذربایجان) تضعیف شده است. به‌طور کلی در این دوره نیز در شهرستان‌های نیمه شرقی کشور همچنان کانونی قابل توجهی اعم از مهاجرپذیری و مهاجر فرستی مشاهده نمی‌شود.

همچنان الگوی کلی مهاجرت با الگوی فراوانی ماه‌های خشک شاخص SPI به روال سه دوره قبل است. در این دوره اما سه کانون مهاجرپذیر یزد، خوسف و لامرد که به ترتیب در مرکز، شرق و جنوب کشور واقع شده‌اند، در مناطق اقلیمی خشک کشور و با فراوانی ماه‌های خشک کم واقع شده‌اند. کانون تهران به دلیل وسعت و شرایط توپوگرافیک آن در مناطق با فراوانی ماه‌های خشک سال کم تا زیاد گسترده شده است. در کانون اصلی مهاجرفرستی اما به دلیل وسعت و نیز شرایط توپوگرافیک منطقه، شهرستان‌های مهاجرفرست در منطقه‌ای با فراوانی ماه‌های خشک متوسط تا زیاد گسترش دارند و الگوی خاصی نمی‌توان مشاهده کرد. نکته قابل توجه دیگر در این الگو وجود شهرستان نهبندان به‌عنوان شهرستان مهاجرفرست در نواحی با فراوانی کم ماه‌های خشک سال است. در این دوره نیز در نیمه جنوب شرقی کشور که عمدتاً دارای فراوانی کم ماه‌های خشک است به مانند سایر دوره‌ها کانون مهاجرتی دیده نمی‌شود.





شکل ۳- کانون‌های فضایی مهاجرفرستی و مهاجرپذیری بر مبنای شاخص میزان خالص مهاجرت

۴- جمع‌بندی

یافته‌های منتج از به‌کارگیری الگوریتم SPI نشان می‌دهد که به‌صورت کلی فراوانی ماهانه کمبود بارش نرمال در نیمه شمالی و شمال غربی بیشتر نمود دارد و بر این اساس می‌توان ادعا نمود که نیمه شمالی و شمال غرب کشور بیشتر در معرض رخداد ماهانه خشک‌سالی هستند. لازم به یادآوری است که فراوانی ماهانه کمبود بارش نرمال قسمت‌های یاد شده بدان معنی نیست که در سایر نقاط کشور که عمدتاً شامل مناطق خشک و بسیار خشک اقلیمی کشور می‌باشند، خشک‌سالی کمتر است، لیکن به دلیل استفاده شاخص SPI تنها از متغیر بارش و نبود بارش در عمده ماه‌های سال در این مناطق، فراوانی ماهانه کمبود بارش نرمال در این مناطق کمتر گزارش می‌شود. نکته دیگر در این خصوص تطابق فراوانی کمبود بارش نرمال ماهانه متوسط تا زیاد با نواحی جمعیتی در کشور است؛ به‌طوری‌که عمده جمعیت کشور در این نواحی سکونت دارند. در نتیجه اگر در این مناطق خشک‌سالی رخ داده و روند آن افزایشی باشد می‌تواند بخش قابل توجهی از جمعیت کشور و به‌تبع آن اقتصاد کشور را متأثر سازد.

نتایج تحلیل لکه‌های داغ نشان داد که قسمت‌های شمال و شمال غرب کشور که عمدتاً در تطابق با فراوانی ماهانه کمبود بارش نرمال متوسط تا زیاد نیز است، از الگوی تحرک مهاجرتی بیشتری برخوردار هستند. در این خصوص کانون مهاجرپذیری تهران که در دوره‌های چهارگانه به‌عنوان کانون اصلی جذب جمعیت مهاجر داخلی در سطح شهرستان عمل نموده در کنار کانون مهاجرفرستی غرب و شمال غرب کشور هر دو در مناطق با فراوانی ماهانه کمبود بارش نرمال متوسط تا زیاد قرار دارند. با این اوصاف هرچند با توجه به سابقه موضوع انتظار می‌رود که مناطق شرقی و جنوب شرقی کشور با توجه به اقلیم خشک از کانون‌های اصلی مهاجرفرستی متأثر از خشک‌سالی باشند ولی نتایج

تحلیل لکه داغ که این مناطق را به‌عنوان کانون شناسایی نمی‌کند، نشان می‌دهد که کانون‌های مهاجرفرست در کنار کانون‌های مهاجرپذیر در قسمت‌های شمالی و شمال غربی کشور قرار دارند. از این رو وجود کانون‌های اصلی مهاجرتی اعم از مهاجر فرست و مهاجرپذیر در یک گستره مشابه خشک‌سالی، کشف ارتباط بین خشک‌سالی و مهاجرت را به‌شدت پیچیده و سخت می‌نماید. به‌عبارتی دیگر به‌طور صریح نمی‌توان گفت که کانون‌ها مهاجرفرست در مناطقی با شاخص SPI زیاد یا کم قرار دارند؛ چراکه کانون‌های مهاجرپذیر نیز در همین محدوده گسترش دارند. در پژوهش اصلی که مقاله حاضر از آن استخراج شده است، تلاش شد تا همبستگی خشک‌سالی و مهاجرت با روش‌های متعدد آماری سنجیده شود، اما نتایج ضعیف گزارش شد. وجود رابطه ضعیف در بین شاخص خالص مهاجرت و فراوانی خشک‌سالی ماهانه شاخص SPI از دلایل متعددی ناشی می‌شود. در این خصوص بایستی توجه کرد که هر دو متغیر به‌شدت چه از نظر زمانی و چه از نظر مکانی بسیار پویا هستند و یافتن یک روند ثابت در آن‌ها بسیار مشکل و پیچیده است. مسئله دیگر گستره اقلیمی و تنوع اقلیمی در ایران است. این امر موجب می‌شود تا مهاجرت در اقلیم‌های مختلف صورت گیرد و در کل اثر آن کمتر مشاهده شود. همچنین مهاجرت ناشی از مسائل قومیتی، فرهنگی و اقتصادی، سیاسی و اجتماعی نیز است که در کشور ایران تنوع این موارد هم تحلیل ارتباط مهاجرت با خشک‌سالی را مشکل و پیچیده می‌سازد. از نکات مؤثر دیگر در این رابطه وجود انواع خشک‌سالی است که در این تحقیق تنها خشک‌سالی هواشناسی در قالب فراوانی رخداد ماه‌های خشک مورد کنکاش قرار گرفته است. پراکنش ناهمگون شهرستان‌های مهاجرفرست و مهاجرپذیر در کشور نیز از علل عدم مشاهده رابطه قابل توجه در خصوص مهاجرت و خشک‌سالی است. در نهایت می‌توان عنوان نمود که در یک منطقه با خشک‌سالی یکسان شهرستان‌ها رفتارهای مختلفی از خود نشان می‌دهند. برای مثال جمعیت شهرهای کوچک یک منطقه جذب مرکز شهری همان منطقه می‌شوند. این واقعیت در تحقیقات کلان مشابه نیز عمده‌تاً مشاهده می‌شود؛ به‌طوری‌که **اچبرگر^۱** (۲۰۲۰) در سطح قاره آفریقا و **خواجه‌زاده (۱۳۹۶)** در ایران نیز در شناسایی ارتباط دچار مشکل می‌شوند. در تحقیق حاضر نیز تنها بعد خشک‌سالی هواشناسی با استفاده از شاخص SPI به‌صورت ماهانه سنجیده شده است؛ بنابراین نتیجه‌گیری در خصوص اینکه آیا مهاجرت در کشور متأثر از خشک‌سالی است با روش و داده‌های مورد استفاده در این تحقیق دچار مشکل می‌شود. چراکه اگر سایر ابعاد خشک‌سالی در کنار ایستگاه‌های بیشتر لحاظ شود، احتمال دارد نتایج متفاوتی حاصل شود. همچنین مرور مبانی نظری در این تحقیق نیز نشان می‌دهد که محققین فعال در حیطه مهاجرت به پیچیدگی این امر به‌ویژه در رابطه با خشک‌سالی اذعان دارند. همچنین به نظر می‌رسد مشاهده تأثیر خشک‌سالی بر روی مهاجرت در سطح نقاط روستایی قابل درک‌تر باشد. از این رو پیشنهاد می‌شود که مطالعه بیشتر و جزئی‌تر در سطح کشور در خصوص ارتباط بین خشک‌سالی و مهاجرت، پیرو این تحقیق همچنان ادامه یابد.

یادداشت‌ها

* این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی با عنوان «بررسی رابطه پدیده خشکسالی با مهاجرت‌های داخلی در سه دهه اخیر در ایران» مصوب موسسه تحقیقات جمعیت کشور است.

کتابنامه

خواجه‌زاده، فائزه؛ ۱۳۹۶. بررسی مهاجرت‌های زیست‌محیطی در ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. گروه جمعیت‌شناسی. دانشکده علوم اجتماعی. دانشگاه تهران. استاد راهنما: محمد جلال عباسی شوازی.

<http://utdlib.ut.ac.ir/Search/DocumentDetails/58070?HighlightWords=%D8%AE%D9%88%D8%A7%D8%AC%D9%87%20%D8%B2%D8%A7%D8%AF%D9%87%20%20>

دوستان، رضا؛ ۱۳۹۸. تحلیلی بر تحقیقات خشک‌سالی در ایران. نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی. شماره ۶.

صص ۵۳ - ۹۴. <http://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2819-fa.html>

رحمتی، لیلا؛ ۱۳۹۰. بررسی استراتژی‌های مختلف مقابله با خشک‌سالی با تأکید بر مهاجرت از روستا به شهر در استان فارس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز - دانشکده کشاورزی. استاد راهنما منصور زیبایی و اسماعیلی

https://azarsa.shirazu.ac.ir/faces/search/bibliographic/biblioFullView.jspx?_afPfm=1ac8xaeu97

رفعیان، مجتبی؛ زاهد، نفیسه؛ ۱۳۹۷. تحلیل فضایی فرسودگی محله‌های شهر قم با استفاده از رگرسیون وزنی جغرافیایی. پژوهش‌های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری. شماره ۶. صص ۳۶۱-۳۸۳.

https://jurbangeo.ut.ac.ir/article_69176.html

صادقی، رسول. شکریانی، محسن؛ ۱۳۹۵. تحلیل نوسانات فضایی تأثیر توسعه بر مهاجرت داخلی بین شهرستانی در لیران. توسعه محلی روستایی - شهری (توسعه روستایی). شماره ۸. صص ۲۴۵-۲۷۰.

https://jrd.ut.ac.ir/article_63067.html

عسگری، علی؛ ۱۳۹۰. تحلیل‌های آمار فضایی با ArcGIS. انتشارات سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران.

علیزاده، امین؛ آشگر طوسی، شادی؛ ۱۳۸۷. توسعه یک مدل برای پایش و پیش‌بینی خشک‌سالی (مطالعه موردی استان خراسان رضوی). علوم و صنایع کشاورزی. شماره ۱. صص ۲۲۳-۲۳۴.

<https://www.sid.ir/paper/450376/fa>

کرمی نسب، صدیقه؛ شهبازی، حسین رضا؛ ۱۳۹۸. نقش مخاطرات طبیعی (خشک‌سالی) در مهاجرت روستایی (بخش کردیان - شهرستان جهرم). جغرافیا و روابط انسانی. شماره ۱. صص ۴۰۱-۴۱۱.

https://www.gahr.ir/article_87915.html

محمودیان، حسین؛ محمودیانی، سراج‌الدین؛ ۱۳۹۷. بررسی وضعیت مهاجرت و شهرنشینی در ایران با تأکید بر دوره

۹۵-۱۳۹۰. پروژه همکاری صندوق جمعیت سازمان ملل و دانشگاه تهران

https://iran.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/layout_-_report_on_internal_migration-v.10.pdf

مرکز آمار ایران؛ ۱۳۹۵. نتایج تفصیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن. <https://www.amar.org.ir>
 مشفق، محمود؛ شکفته گوهری، محمد؛ ۱۳۹۹. مطالعه وضعیت مهاجرت در شهرستان‌های مرزنشین ایران و اثرات سطح توسعه‌یافتگی بر آن. فصلنامه علوم اجتماعی. شماره ۲۷. صص ۱۰۹-۱۴۴.
<https://doi.org/10.22054/qjss.2020.48172.2172>

- Achberger CA., 2020. *Climate Change and Droughts: Effects on Migration within Africa* (Doctoral dissertation, Karl-Franzens-Universität Graz).
<https://unipub.uni-graz.at/obvugrhs/content/titleinfo/5288187>
- Adger WN, Pulhin J M, Barnett J, Dabelko GD, Hovelsrud GK, Levy M, ... & Vogel CH., 2014. Human security. Cambridge University Press.
https://ore.exeter.ac.uk/repository/bitstream/handle/10871/20276/WGIIAR5-Chap12_HumanSecurity.pdf?sequence=1
- Anselin L. 1995. Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical analysis*, 27: 93-115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
- Edwards DC, McKee TB., 1997. Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple time scales. *Climatology Report 97-2*, Department of Atmospheric Science, Colorado State University, Fort Collins, Colorado. <http://hdl.handle.net/10217/170176>
- Foresight., 2011. Migration and global environmental change: Future challenges and opportunities. Final Project Report, The Government Office for Science, London.
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/287717/11-1116-migration-and-global-environmental-change.pdf
- Gray C, Mueller V., 2012. Drought and population mobility in rural Ethiopia. *World development*, 40: 134-145. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.05.023>
- McKee TB, Doesken NJ, Kleist J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, 17: 179-183.
<https://climate.colostate.edu/pdfs/relationshipofdroughtfrequency.pdf>
- McLeman R., 2013. Developments in modelling of climate change-related migration. *Climatic change*, 117: 599-611. <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0578-2>
- Neumann K, Sietz D, Hilderink H, Janssen P, Kok M, van Dijk H., 2015. Environmental drivers of human migration in drylands—A spatial picture. *Applied Geography*, 56: 116-126.
<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.11.021>
- Rechkemmer A, O'Connor A, Rai A, Decker Sparks JL, Mudliar P, Shultz JM., 2016. A complex social-ecological disaster: Environmentally induced forced migration. *Disaster health*, 3: 112-120. <https://doi.org/10.1080/21665044.2016.1263519>
- Sadeghi R, Abbasi-Shavazi MJ, Shahbazin S., 2020. Internal Migration in Iran, Chapter 15, Pp.295-317. in M. Bell, A. Bernard, E. Charles-Edwards, and Y. Zhu (eds.), *Internal Migration in the Countries of Asia*, Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-44010-7_15
- Salehnia N, Alizadeh A, Sanaeinejad H, Bannayan M, Zarrin A, Hoogenboom G., 2017. Estimation of meteorological drought indices based on AgMERRA precipitation data and station-observed precipitation data. *Journal of arid land*, 9: 797-809.
<https://doi.org/10.1007/s40333-017-0070-y>

Sigelmann LE., 2020. Climate change and migration in Cambodia: an analysis of spatiotemporal trends in water availability and migration (Doctoral dissertation).

<http://dx.doi.org/10.26153/tsw/14401>

Xu X, Zhao Y, Zhang X, Xia S., 2018. Identifying the impacts of social, economic, and environmental factors on population aging in the Yangtze River Delta using the geographical detector technique. Sustainability, 10: 1528. <https://doi.org/10.3390/su10051528>

