



Original Article

Comparison of Spatial-Temporal Deviations of Agricultural Crops Produced in Provinces of Iran Based on the Official Optimum Cultivation Pattern

Iman Ahmadi *

Department of genetics and plant production engineering, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

ARTICLE INFO

Keywords:

Clustering,
Cultivation Pattern of
Agricultural Crops,
Rstudio Software,
Spatial-Temporal Map

Received:

September 7, 2024

Revised:

November 9, 2024

Accepted:

November 11, 2024

* Corresponding author:

i_ahmadi_m@yahoo.com

ABSTRACT

Introduction

Nowadays, due to the availability of large amounts of data, data analysis approaches have shown their potential to solve some problems in different economic sectors, for example, the concept of big data analysis has entered various disciplines, such as insurance, banking, agriculture, and environmental studies. Data analysis is performed using one of these three methods, i.e. regression analysis, clustering, and classification. To estimate the relationship between one or more independent variable(s) and a single dependent one, the regression analysis is used; a set of methods that allow the grouping of different agricultural objects is performed by clustering; and classification aims to categorize objects based on their properties, which are called predictors. Some categories of software tools are used for big data analysis such as image processing, machine learning, cloud-based platforms for large-scale information storing, analysis and computation, GIS systems, modeling and simulation, statistical tools, and time-series analysis. The R programming language, an open-source software, is a powerful platform to conduct big data analysis requiring machine learning processes, and statistical operations. This software also acts as a suitable tool for data visualization.

Materials and Methods

The aim of this research is the development of spatio-temporal maps of the value of agricultural crops (in five groups named cereals, legumes, industrial crops, vegetables, and fodder crops) produced in provinces of Iran using the tmap package of the RStudio software. The raw data used in this study was obtained from statistical tables presented by the Ministry of Agriculture Jihad statistics center about the value of different agronomy crops produced in 31 provinces from 2016 to 2020. Furthermore, in this study, some statistical methods were used to compare provinces based on the spatial-temporal deviations of agricultural crops produced from Iran's official cultivation pattern. The clustering methods utilized herein were the K-means and K-medians methods of the partitioning clustering paradigm, and a hierarchical clustering method.

Results and Discussion

According to the results of this study, large deviations were recorded for Gilan, Alborz, and Yazd provinces followed by Bushehr, Tehran, and Qom provinces. Numerically, average deviations for the three leading provinces were 72.5%, 72%, and 70.95%, respectively. Furthermore, the average absolute deviations of crop yields in the cereals and vegetables categories from the official crop pattern were 5.9%, and 11.7% respectively; while similar measures for the legumes, fodder, and industrial

How to cite:

Ahmadi, I. (2024). *Comparison of Spatial-Temporal Deviations of Agricultural Crops Produced in Provinces of Iran Based on the Official Optimum Cultivation Pattern*. Journal of Agricultural Mechanization, 9 (3):49-64.
<https://doi.org/10.22034/jam.2024.63288.1291>.



This is an open-access article under the CC BY NC license
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)



crop categories were 30.2%, 36%, and 41.2% respectively. Moreover, clustering Iran provinces using the K-means and K-medians methods showed that by increasing the number of clusters, the results of these methods converge. Finally, from the practical vantage point, if the clustering curve contains clusters having central symmetry, by exchanging the cultivation patterns of these clusters, the yields of agronomy crops will be changed in the direction of matching the suggestions of the official cultivation pattern.

Conclusion

It is concluded that the existence of reliable input data of agricultural crops produced in provinces, the creation of spatial-temporal maps, and clustering provinces based on the deviations of crops produced in them from the official cultivation pattern helps main decision makers to obtain an appropriate view to establish suitable laws in compliance with matching the real production of agricultural crops with the suggestions of the cultivation pattern.

Acknowledgment

This study has been conducted as an interior research project of Islamic Azad University- Isfahan (Khorasgan) branch No. 698. The author appreciates the university vice chancellor of research for its financial resources.



نشریه مکانیزاسیون کشاورزی

شاپا الکترونیکی: 2717-4107
درگاه نشریه: <https://jam.tabrizu.ac.ir>



مقاله پژوهشی

مقایسه انحراف مکانی-زمانی محصولات زراعی تولیدی در ایران بر مبنای الگوی کشت بهینه کشور

ایمان احمدی*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۱۷ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۱

دانشیار مکانیک ماشین‌های کشاورزی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)

E-mail: i_ahmadi_m@yahoo.com

* نویسنده مسئول

چکیده

هدف از پژوهش حاضر توسعه نقشه‌های مکانی-زمانی محصولات زراعی تولید شده در استان‌های کشور (در پنج گروه غلات، حبوبات، نباتات علوفه‌ای، گیاهان صنعتی و سبزیجات) با استفاده از کتابخانه **tmap** نرم افزار **RStudio** است. داده‌های خام مورد استفاده در این پژوهش از جداول آماری ارائه شده توسط مرکز آمار وزارت جهاد کشاورزی در مورد مقدار محصولات زراعی تولید شده در استان‌های ایران در دوره زمانی ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۹ به دست آمد. همچنین در این پژوهش مقایسه استان‌های کشور با توجه به انحراف گروه‌های محصولات زراعی تولید شده از توصیه الگوی کشت، انجام شد. بر اساس نتایج به دست آمده از نظر میزان انحراف پنج گروه محصولات زراعی از توصیه الگوی کشت، انحراف زیاد برای استان‌های گیلان، البرز و یزد و سپس استان‌های بوشهر، تهران و قم ثبت شد. از نظر عددی، میانگین انحرافات برای استان‌های گیلان، البرز و یزد به ترتیب ۷۲/۵٪، ۷۲٪ و ۷۰/۹۵٪ بود. از سوی دیگر میانگین انحراف مطلق مقدار محصولات تولیدی گروه غلات و سبزیجات از توصیه الگوی کشت به ترتیب ۵/۹٪ و ۱۱/۷٪ بود. در حالیکه مقادیر مربوط به گروه‌های حبوبات، نباتات علوفه‌ای و گیاهان صنعتی به ترتیب ۳۰/۲٪، ۳۶٪ و ۴۱/۲٪ به دست آمد. همچنین انجام خوشه‌بندی استان‌های کشور با روش‌های K-میانگین و K-میان‌نشان داد که با افزایش تعداد خوشه‌ها نتایج به دست آمده از این دو روش خوشه‌بندی به هم نزدیک می‌شوند. در نهایت در صورت وجود خوشه‌ها با تقارن مرکزی و با تعویض متقابل الگوی کشت می‌توان تولید محصولات زراعی را در جهت انطباق با الگوی کشت تغییر داد.

کلمات کلیدی: الگوی کشت گیاهان زراعی، خوشه‌بندی، نرم افزار **RStudio**، نقشه مکانی-زمانی



This is an open-access article under the CC BY NC license
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)



۱- مقدمه

امروزه در نتیجه دسترسی به حجم زیادی از داده، روش‌های تحلیل داده پتانسیل خود را در حل بعضی از مسائل در بخش‌های مختلف نشان داده‌اند. به عنوان مثال مفهوم تحلیل داده‌های کلان در شاخه‌های مختلفی چون بیمه، بانکداری، نظام سلامت و مطالعات زیست محیطی (Batko & Ślęzak, 2022; Waga & Rabah, 2014; Cooper et al., 2013) وارد شده است. در علوم کشاورزی هم اشتیاق روزافزونی در پژوهشگران برای انجام مطالعات در زمینه تحلیل داده مشاهده می‌شود. به عنوان مثال (Tesfaye et al., 2016)، (Kempenaar et al., 2016) و (Frelat et al., 2016) بترتیب از این مفهوم برای حل مسائلی در زمینه تغییرات آب و هوایی و اقلیمی، پژوهش‌های علوم دامی و امنیت غذایی استفاده کردند. مجموعه‌ای از نرم افزارها و ابزار رایانه‌ای مثل برخی از نرم افزارهای تحلیل تصویر، یادگیری ماشین، سکوه‌های ابری برای ذخیره سازی و پردازش کلان داده، سامانه اطلاعات مکانی (GIS)، مدل‌سازی و شبیه سازی، ابزارهای آماری و تحلیل سریهای زمانی برای تحلیل کلان داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (Kamilaris et al., 2017). زبان برنامه‌نویسی R که جزء زبان‌های برنامه‌نویسی متن باز است، سکوی قوی برای انجام تحلیل‌های کلان داده‌ای مورد نیاز در زمینه یادگیری ماشین و انجام عملیات آماری است. البته برای استفاده از قابلیت ویرایش کد، بهتر است برنامه‌نویسی در محیط نرم افزار RStudio صورت پذیرد. این نرم افزار ابزار مناسبی برای مشهودسازی داده در اختیار کاربر قرار می‌دهد (Guleria & Kaur, 2021; Ahmadi, 2023).

از سوی دیگر بهبود سیستم‌های تولیدی کشاورزی وابسته به تعریف و به کارگیری مدلی برای محصولات در حال تولید بر مبنای سیاست‌های کلی کشور، سازمان بازار، آگاهی کشاورزان و پتانسیل‌های محلی و آب و هوایی در زمینه کشاورزی است تا از این رهگذر هم محیط زیست حفاظت شود و هم منافع اقتصادی مناسبی به دست آید (Smith, 2013). در دهه‌های اخیر، در نتیجه کمبود منابع تولید محصولات کشاورزی در ایران و اثرات این موضوع بر امنیت غذایی، نگاه ویژه‌ای به موضوع آماده‌سازی الگوی کشت شده است. به تولید گیاهان بر اساس مزیت نسبی محصولات، تولید براساس الگوی کشت گفته می‌شود، به بیان

بهرتر الگوی کشت به معنای تعیین سطوح زیر کشت محصولات، مبتنی بر استفاده بهینه از ظرفیت‌های موجود می‌باشد (Dashti Ghaderinejad, 2013). در این زمینه بعضی از پژوهشگران به مدل‌سازی کاشت گیاهان زراعی و باغی در سطح کشوری پرداخته و با ارائه تغییراتی در الگوی کشت با استفاده از همان منابع تولید، افزایش مقدار تولید آن محصولات را گزارش کردند (Soltani et al., 2020). در تحقیق دیگری به منظور کشف بهترین الگوی کشت مربوط به نواحی مختلف، ظرفیت تولید محصولات و مقدار محصولات واقعی تولید شده در آن‌ها به طور همزمان بررسی شد و تغییر در مقدار محصول تولیدی در اثر تبعیت از الگوی کشت پیشنهادی ارائه گردید (Ye et al., 2022). بنابراین برنامه ریزی برای معرفی الگوی کشت یکی از مهمترین اولویت‌های کشور بوده و در بند ۳۵ برنامه ششم توسعه به نقش و اهمیت به کارگیری الگوی کشت در مدیریت منابع آبی کشاورزی اشاره شده و پایداری و افزایش تولید محصولات کشاورزی با به کارگیری الگوی کشت بهینه مورد تاکید قرار گرفته است (Anonymous, 2019). خوشبختانه، الگوی کشت محصولات زراعی برای استفاده کشاورزان توسط وزارت جهاد کشاورزی اعلام شده است، بنابراین در اختیار بودن دید کلی از انحراف مقدار محصولات زراعی تولید شده در استان‌های ایران از توصیه الگوی کشت می‌تواند مفید باشد. در صورت در اختیار بودن داده‌های چندین ساله از تولید محصولات زراعی، از آن‌ها برای مقایسه‌های دقیق‌تر می‌توان استفاده کرد. راجع به انجام تحلیل‌های مکانی-زمانی در سه مقاله مجزا فرجی و همکاران به تحلیل کاشت (FarajiSabokbar et al., 2021a)، تولید (FarajiSabokbar et al., 2021b)، و عملکرد (FarajiSabokbar et al., 2021c)، غلات تولید شده در استان‌های ایران در دوره زمانی ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۷ پرداختند. تحلیل داده در این پژوهشها با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS انجام شد. نتایج حاصل از پژوهش درباره کاشت غلات نشان داد در سطح ملی تغییرات با کاهش نسبی سطح زیرکشت جو و کاهش قابل توجه سطح زیرکشت گندم همراه بوده است. از سوی دیگر نتایج حاصل از پژوهش درباره تولید غلات نشان داد که در سطح ملی روند کلی تولید گندم و جو با افزایش همراه بوده، همچنین در سطح استان‌ها نتایج حاکی از تغییر الگوی مکانی تمرکز تولید گندم از شرق و مناطق داخلی کشور به غرب کشور بوده است. در نهایت نتایج به

استفاده از کتابخانه tmap نرم افزار RStudio است. همچنین در این پژوهش خوشه‌بندی استان‌های کشور با توجه به انحراف گروه‌های محصولات زراعی تولید شده از توصیه الگوی کشت، انجام شده است. با خوشه‌بندی استان‌ها، می‌توان سیاست‌های مشابهی را برای انطباق مقدار محصول تولید شده در استان‌های قرار گرفته در هر خوشه با مقادیر توصیه شده توسط الگوی کشت اعمال کرد.

دست آمده از تحلیل مکانی زمانی عملکرد غلات در سطح ملی و استانی نشان دهنده افزایش عملکرد طی دوره مورد مطالعه بوده است. همچنین تحلیل مکانی در سطح شهرستان‌های کشور نیز نشان دهنده شکل‌گیری الگوی خوشه‌ای با تمرکز مقادیر بالای عملکرد غلات در برخی مناطق دشتی ایران بوده است. هدف از پژوهش حاضر توسعه نقشه‌های مکانی-زمانی محصولات زراعی تولید شده و مقایسه آن با مقدار محصول تولیدی توصیه شده توسط الگوی کشت در استان‌های کشور با

۲- مواد و روش‌ها

در این پژوهش، داده‌های مربوط به مقدار تولید محصولات زراعی که برای استان‌های ایران در سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۹ (پنج سال زراعی) ثبت شده بودند به عنوان داده‌های مرجع یابی مکانی شده در زمان‌های مختلف و فایل مربوط به مرز جغرافیایی استان‌های ایران به عنوان نقشه جغرافیایی در نظر گرفته شد. ایجاد نقشه مکانی-زمانی به وسیله نرم افزار RStudio انجام شد. جزئیات مورد استفاده در تهیه نقشه‌های مکانی-زمانی در پیوست ۱ مقاله آورده شده است.

برای جمع آوری و تحلیل داده‌های مقدار محصولات زراعی تولید شده با رویکرد مقایسه با مقدار تولید بر اساس الگوی کشت مراحل زیر انجام شد:

۱- از داده‌های آماری وزارت جهاد کشاورزی در زمینه تولید محصولات زراعی به عنوان داده‌های خام استفاده شد. این داده‌ها به پنج گروه محصولات زراعی شامل غلات، حبوبات، گیاهان صنعتی، سبزیجات و گیاهان علوفه‌ای تقسیم شدند. راجع به تناوب محصولات زراعی کاشته شده باید به این نکته اشاره کرد که در استان‌های شمالی کشور تناوب عمده بر پایه برنج و به دنبال آن کشت یکی از محصولات گروه‌های علوفه‌ای و صنعتی و حبوبات و در سایر استان‌ها تناوب عمده کاشت یک محصول از گروه غلات به همراه یکی از محصولات قرار گرفته در سایر گروه‌هاست (Koocheki et al., 2004). برای ساده شدن انجام محاسبات، داده‌های مربوط به هر گروه از محصولات زراعی در یک کارپوشه نرم افزار اکسل وارد شد و داده‌های مربوط به سال‌های مختلف در کاربرگ‌های آن کارپوشه ثبت گردید. بنابراین محتوای هر کاربرگ نرم افزار اکسل، داده‌های مربوط به تولید یک محصول زراعی در یک سال برای استان‌های مختلف کشور است.

۲- لیست کل داده‌های خام مورد استفاده در این پژوهش به قرار زیر است:

- سطح زیر کشت غلات به تفکیک استان در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ تا سال ۹۹-۱۳۹۸ (هکتار)
- سطح زیر کشت حبوبات به تفکیک استان در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ تا سال ۹۹-۱۳۹۸ (هکتار)
- سطح زیر کشت گیاهان صنعتی به تفکیک استان در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ تا سال ۹۹-۱۳۹۸ (هکتار)
- سطح زیر کشت سبزیجات به تفکیک استان در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ تا سال ۹۹-۱۳۹۸ (هکتار)
- سطح زیر کشت نباتات علوفه‌ای به تفکیک استان در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ تا سال ۹۹-۱۳۹۸ (هکتار)
- مقدار تولید غلات در استان‌های مختلف بر اساس توصیه الگوی کشت (تن)
- مقدار تولید حبوبات در استان‌های مختلف بر اساس توصیه الگوی کشت (تن)
- مقدار تولید گیاهان صنعتی در استان‌های مختلف بر اساس توصیه الگوی کشت (تن)
- مقدار تولید سبزیجات در استان‌های مختلف بر اساس توصیه الگوی کشت (تن)
- مقدار تولید نباتات علوفه‌ای در استان‌های مختلف بر اساس توصیه الگوی کشت (تن)
- مقدار غلات تولید شده به تفکیک استان در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ تا سال ۹۹-۱۳۹۸ (تن)
- مقدار حبوبات تولید شده به تفکیک استان در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ تا سال ۹۹-۱۳۹۸ (تن)

مراتبی خوشه‌بندی تا قرارگیری هر نمونه در یک خوشه ادامه می‌یابد.

روش خوشه‌بندی تقسیم بندی به نوبه خود به روش‌های خوشه‌بندی K- میانگین و K- میانه تقسیم می‌شود. در روش K- میانگین ابتدا به طور تصادفی K عدد به عنوان مرکز خوشه‌ها تعیین می‌شود و با محاسبه معیاری برای سنجش شباهت نمونه‌ها، مثل فاصله اقلیدسی بین نمونه‌ها، فاصله بین تمام نقاط و هر یک از مراکز محاسبه می‌شود. سپس هر نقطه به مرکزی نسبت داده می‌شود که فاصله کمتری از آن داشته باشد. سپس با میانگین‌گیری از نمونه‌های متعلق به هر خوشه، مراکز جدید متعلق به خوشه‌ها محاسبه شده و دوباره فاصله نمونه‌ها از مراکز جدید محاسبه می‌شود و هر نمونه به مرکز دارای کمترین فاصله اختصاص داده می‌شود و این عمل آنقدر تکرار می‌شود که یا تغییری در نمونه‌های متعلق به هر خوشه به وجود نیاید و یا تعداد تکرار محاسباتی کامل شود. ویژگی روش K- میانگین این است که این روش به داده‌های دارای فاصله زیاد از مرکز حساس بوده و وجود این داده‌ها در نمونه‌ها باعث تاثیرگذاری بر نتیجه خوشه‌بندی خواهد شد. روشی که این ویژگی K- میانگین را ندارد، روش K- میانه است که تفاوت الگوریتم آن با روش K- میانگین در این است که به جای استفاده از میانگین نمونه‌های قرار گرفته در هر خوشه به عنوان مرکز آن خوشه، از میانه نمونه‌های قرار گرفته در آن خوشه به عنوان مرکز خوشه استفاده می‌شود. با این کار چون میانه از داده‌هایی که دارای فاصله زیاد از مرکز هستند و در مجموعه داده‌ها وجود دارند، تاثیر نمی‌پذیرد، خوشه‌بندی با این روش نیز دارای این خاصیت خواهد بود.

در روش خوشه‌بندی سلسله مراتبی ابتدا هر نمونه به عنوان یک خوشه در نظر گرفته شده و سپس به عنوان معیار شباهت، فاصله اقلیدوسی بین زوج نمونه‌ها محاسبه می‌شود و نمونه‌هایی که کمترین فاصله را از هم دارند با هم ادغام شده و تشکیل یک خوشه در سطح بالاتر را می‌دهند و این عمل آنقدر ادامه داده می‌شود که در نهایت تمام نمونه‌ها در یک خوشه قرار گیرند. البته پس از تشکیل درخت سلسله مراتبی، امکان شکستن تک خوشه‌ای که کل نمونه‌ها را در بر گرفته به خوشه‌های زیر مجموعه وجود دارد.

- مقدار گیاهان صنعتی تولید شده به تفکیک استان در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ تا سال ۹۹-۱۳۹۸ (تن)
 - مقدار سبزیجات تولید شده به تفکیک استان در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ تا سال ۹۹-۱۳۹۸ (تن)
 - مقدار نباتات علوفه‌ای تولید شده به تفکیک استان در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ تا سال ۹۹-۱۳۹۸ (تن)
- ۳- به منظور تحلیل ریاضی فرآیندهای انجام شده روی داده‌های خام، مقدار محصول زراعی تولید شده متعلق به گروه «c» تولید شده در استان «p» در سال «t» به عنوان متغیر تصادفی « X_{tpc} » و مقدار محصول زراعی مطلوب قابل تولید متعلق به گروه «c» در استان «p» با نماد « D_{pc} » نشان داده شد.
- ۴- عبارت « $X_{tpc} - D_{pc}$ » اختلاف مقدار محصول زراعی تولید شده متعلق به گروه «c» در استان «p» در سال «t» از مقدار مطلوب آن براساس الگوی کشت را نشان می‌دهد. این عبارت به اختصار Δ_{tpc} نامیده شد.

۵- برای استاندارد سازی Δ_{tpc} از فرمول $\frac{\Delta_{tpc}}{X_{tpc} + D_{pc}} \times 100$ استفاده شد. این عبارت به اختصار SD_{tpc} نامیده شد. محاسبات مربوطه با استفاده از قابلیت‌های نرم افزار اکسل انجام شد.

۶- داده‌های به شکل SD_{tpc} به منظور آماده‌سازی برای تبدیل شدن به نقشه مکانی-زمانی انحراف محصول تولیدی از توصیه الگوی کشت، بر اساس نوع گروه محصول زراعی جداسازی شدند و هر لیست از داده‌های جداسازی شده SD_{tp} نامیده شد.

۷- میانگین SD_{tpc} محاسبه شده از داده‌های سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۹، درصد انحراف استاندارد گروه محصول زراعی «c» در استان «p» را از مقدار محصول بر اساس الگوی کشت نشان می‌دهد. به بیان دیگر میانگین محاسبه شده، SD_{pc} را ایجاد می‌کند. برای خوشه‌بندی استان‌ها از نظر انحراف مقدار محصول تولیدی از پیشنهاد الگوی کشت، این داده‌های آماری مورد استفاده قرار گرفت. خوشه‌بندی در نرم افزار RStudio انجام شد و به کد مربوطه در پیوست ۲ اشاره شده است. ذکر این نکته اهمیت دارد که در این پژوهش با دو روش کلی خوشه‌بندی صورت پذیرفته است. این روش‌ها عبارتست از روش خوشه‌بندی از طریق تقسیم بندی (partitioning) و روش خوشه‌بندی سلسله مراتبی (hierarchical). تفاوت این دو روش خوشه‌بندی در این است که تعداد خوشه‌های مورد نظر در روش تقسیم بندی از ابتدا مشخص است اما در روش‌های سلسله

کشت در سه گروه محصولات زراعی دیگر دیده می‌شود. از نظر عددی میانگین انحرافات مطلق داده‌های گروه غلات و سبزیجات از مقادیر توصیه شده توسط الگوی کشت بترتیب ۵/۹٪ و ۱۱/۷٪ بود، در حالیکه مقادیر مربوط به گروه‌های حبوبات، نباتات علوفه‌ای و گیاهان صنعتی به ترتیب ۳۰/۲٪، ۳۶٪ و ۴۱/۲٪ بوده است.

از دید مدیریتی، انحراف با مقدار ۱۰۰٪ برای گروه‌هایی از محصولات زراعی در استان‌هایی ثبت شده که مقدار توصیه شده الگوی کشت در آن استان‌ها صفر هکتار بوده و بر خلاف دستورالعمل ابلاغی، آن گروه محصولات در آن استان‌ها تولید شده است. این وضعیت برای تعدادی از استان‌ها در گروه‌های محصولی حبوبات و گیاهان صنعتی رخ داده است. بنابراین، با تاکید بر حذف تولید این محصولات زراعی در آن استان‌ها، پیشرفت قابل توجهی از نظر تطبیق تولید محصولات زراعی با الگوی کشت صورت خواهد پذیرفت.

اگر چه نمودارهای ارائه شده در اینجا اطلاعات مفیدی را به خواننده منتقل می‌کنند اما این نمودارها حالت ایستا دارند و نیاز به توسعه نقشه‌هایی که حالت پویا داشته باشند برای ردیابی تغییرات داده‌ها در طول زمان احساس می‌شود.

به کمک داده‌های $S\Delta_{tp}$ امکان نمایش انحرافات مکانی-زمانی هر یک از گروه‌های محصولات زراعی تولید شده فراهم شد. به علت اینکه نقشه‌های مکانی-زمانی حالت پویا دارند و در فایل word قابل درج نیستند، برای مشاهده آن‌ها از روش توضیح داده شده در پاورقی انتهای فصل مواد و روش‌ها استفاده کنید. بنابراین در شکل ۲ فقط نقشه‌های مکانی انحرافات استاندارد شده تولید هر گروه از محصولات زراعی برای استان‌های ایران از مقدار توصیه شده توسط الگوی کشت برای سال ۱۳۹۵ نشان داده شده است.

۸- عبارت $\sqrt{\frac{\sum c S\Delta_{tp}^2}{5}}$ ، انحراف معیار $S\Delta_{tp}$ های تمام گروه‌های محصولات زراعی تولید شده در استان «p» و در سال «t» را محاسبه می‌کند.

۹- برای ایجاد نقشه مکانی-زمانی $S\Delta_{tp}$ و $\sigma_{S\Delta_{tp}}$ از قابلیت‌های نرم افزار RStudio استفاده شد. به علت پویا بودن این نقشه‌ها، به کارگیری آن‌ها باعث استخراج روندهای موجود در داده‌ها به صورت دیداری می‌شود^۱.

۳- نتایج و بحث

شکل ۱، انحرافات استاندارد شده پنج گروه از محصولات زراعی کاشته شده در استان‌های ایران از توصیه الگوی کشت را نشان می‌دهد. تمام استان‌های ایران در این شکل بر اساس مقادیر انحرافات استاندارد شده هر یک از پنج گروه محصولات زراعی تولید شده در هر استان از مقادیر توصیه شده توسط الگوی کشت، مرتب شده‌اند. در این نمودارها، انحرافات تولیدات هر گروه محصول زراعی به همراه علامت این انحرافات در هر استان نشان داده شده است. در هر استان که مقدار انحراف صفر و یا نزدیک به صفر باشد، محصول تولید شده در آن استان با مقدار توصیه شده توسط الگوی کشت اختلاف کمتری دارد و برعکس.

مقدار انحراف گروه‌های غلات و سبزیجات از داده‌های الگوی کشت حداقلی است، در حالیکه انحرافات زیاد از داده‌های الگوی

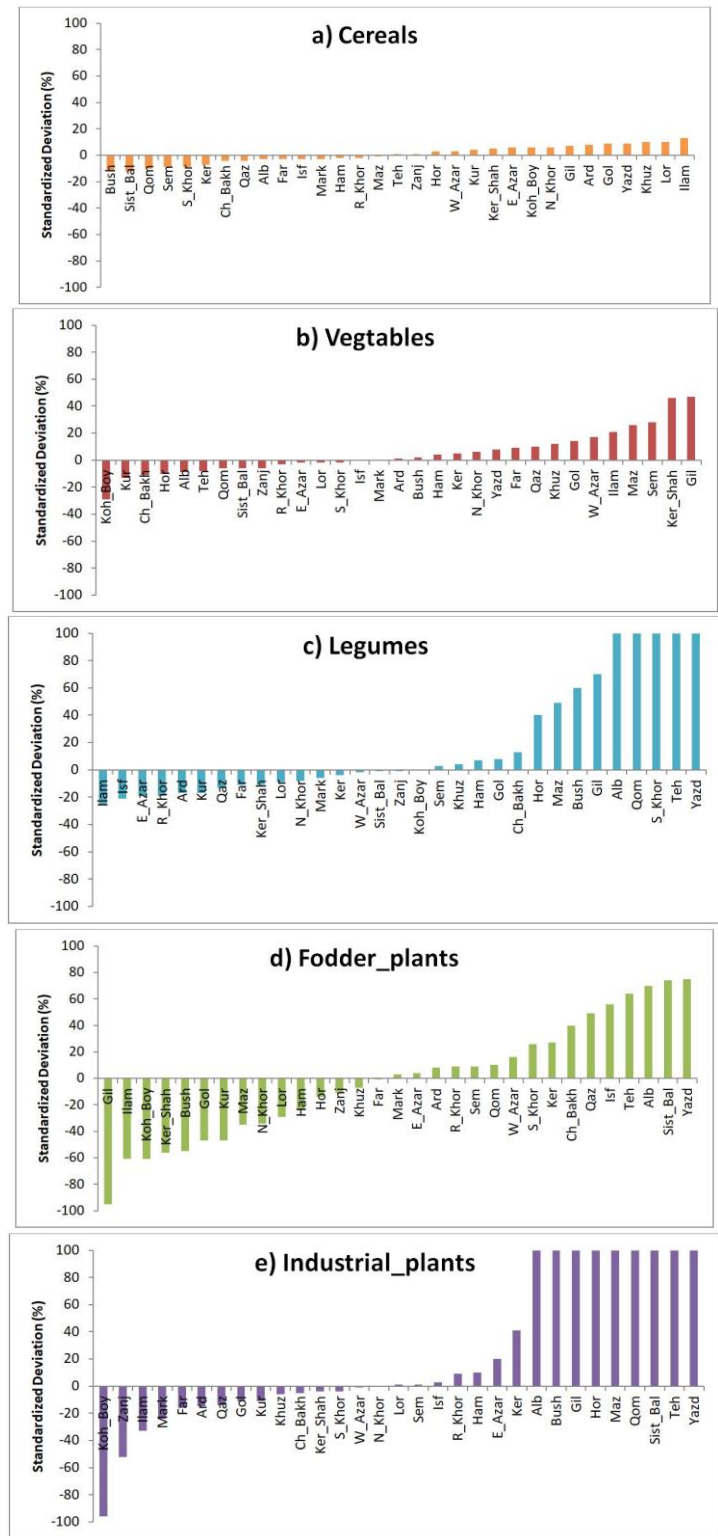
۱ - شایان ذکر است که از راه‌های زیر می‌توان به نقشه‌های مکانی-زمانی مربوط به این گزارش دسترسی پیدا کرد:

کافی است آدرس زیر را در نوار آدرس مرورگر وب وارد کنید:

https://drive.google.com/file/d/1GWfCnj3YcIqOu49PVE5wUFvTUxf0FdbS/view?usp=drive_link

تا از طریق فضای ابری Google drive به تمام نقشه‌های ایستا و پویای مربوط به این گزارش دسترسی داشته باشید. البته فایل تصاویر به فرمت فشرده ذخیره شده است و برای مشاهده باید از حالت فشرده خارج شود، و یا از QR-code زیر استفاده کرده و به فضای ابری Google drive دسترسی پیدا کنید:



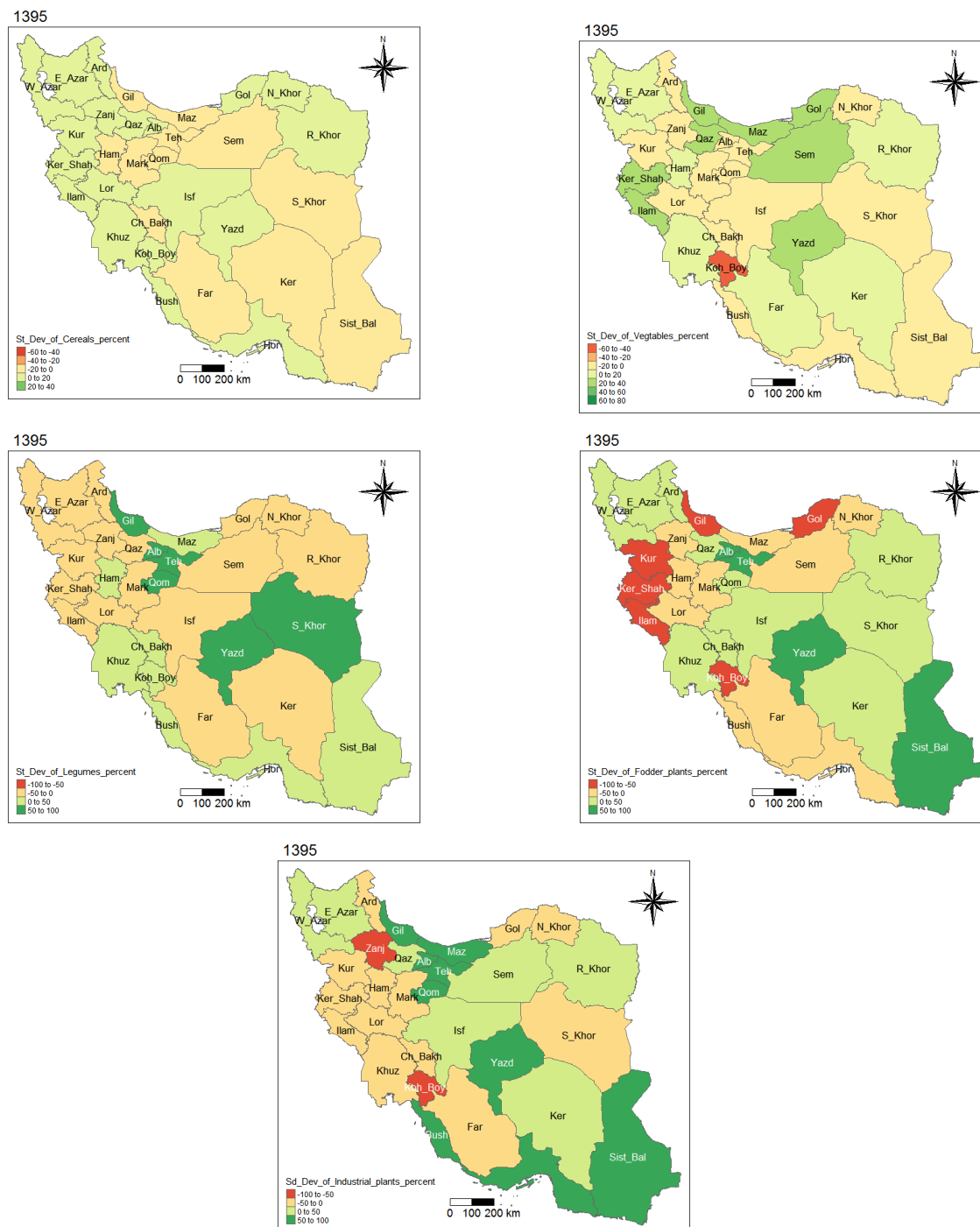


شکل ۱- انحرافات استاندارد شده (a غلات، b سبزیجات، c حبوبات، d نباتات علوفه‌ای و e محصولات صنعتی کاشته شده در استان‌های ایران از داده‌های به دست آمده از الگوی کشت

Fig 1. Standardized deviations of a) Cereals, b) Vegetables, c) Legumes, d) Fodder plants, and e) Industrial plants cultivated in provinces of Iran from the data provided by the official cultivation pattern

توصیه‌های الگوی کشت استفاده شده است. بعلاوه، انحرافات کوچک و بزرگ بترتیب با رنگ‌های روشن و تیره نشان داده شده‌اند. به کمک این شیوه نمایشی، امکان تشخیص روندهای مخفی در داده‌های ارائه شده وجود دارد.

در یک نقشه مکانی-زمانی، مقدار مؤلفه مورد نظر در هر استان با توجه به رنگ آن مشخص می‌شود. رنگ‌ها به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که اطلاعات دیداری مناسبی به خواننده منتقل شود. در این گزارش از دو رنگ متضاد برای نمایش انحرافات استاندارد شده مثبت و منفی هر گروه از محصولات زراعی از



شکل ۲- نقشه‌های مکانی انحرافات استاندارد شده هر گروه از محصولات زراعی تولید شده در هر استان در سال ۱۳۹۵ (برای مشاهده نقشه‌های مکانی-زمانی از روش توضیح داده شده در انتهای فصل مواد و روش‌ها استفاده کنید)

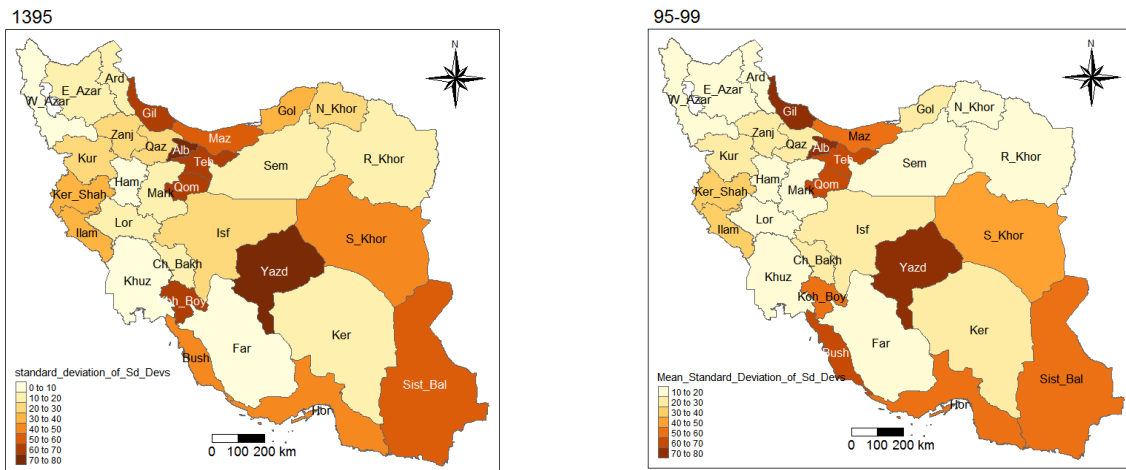
Fig 2. Spatial maps of the standardized deviations of each group of agronomy crops cultivated in Iran provinces in 2016

طور کلی تولید محصولات زراعی این گروه در استان‌های شمالی و غربی کشور بیشتر از مقدار توصیه شده توسط الگوی کشت بوده، در حالیکه استان‌های جنوبی و شرقی کشور مقادیر محصول تولید شده کمتر از توصیه الگوی کشت را تجربه کرده‌اند. این نتایج به تشخیص مناطقی که به پژوهش بیشتر در ارتباط با موضوع مورد نظر احتیاج دارند کمک خواهد کرد.

به منظور مقایسه استان‌های ایران از نظر انحراف تولید همه گروه‌های محصولات زراعی از توصیه الگوی کشت در دوره زمانی ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۹، نقشه مکانی-زمانی متغیر $\sigma_{S\Delta tp}$ تهیه شد. در شکل ۳ نقشه مکانی مربوط به سال ۱۳۹۵، همچنین نقشه مکانی میانگین $\sigma_{S\Delta tp}$ ها برای دوره ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۹ نشان داده شده است.

همانطور که انتظار می‌رود، رنگ‌های غالبی که نقشه‌های مربوط به گروه‌های غلات و سبزیجات را اشغال کرده، رنگ‌های روشن است که نشان دهنده انحرافات اندک مقادیر محصول تولیدی از داده‌های توصیه شده است، در حالیکه وجود رنگ‌های تیره در سه گروه محصولات زراعی دیگر شاهدی بر وجود انحرافات بزرگ است.

نکته مثبت دیگر نقشه‌های مکانی-زمانی در مقایسه با نقشه‌های ایستا، امکان گروه‌بندی جغرافیایی استان‌های کشور بر مبنای مقادیر داده‌هاست. این ویژگی به برقرار کردن ارتباط بین داده‌های به دست آمده با نواحی آب و هوایی ایران کمک کرده و با استفاده از این ارتباط امکان دستیابی به دلیل تغییرات مشاهده شده فراهم می‌گردد. به عنوان مثال در گروه غلات به



شکل ۳- نقشه مکانی $\sigma_{S\Delta tp}$ برای همه گروه‌های محصولات زراعی در سال ۱۳۹۵ (برای مشاهده نقشه‌های مکانی-زمانی از روش توضیح داده شده در انتهای فصل مواد و روش‌ها استفاده کنید) و میانگین $\sigma_{S\Delta tp}$ ها برای تمام گروه‌های محصولات زراعی در دوره زمانی ۱۳۹۹ تا ۱۳۹۵

Fig 3. Spatial map of $\sigma_{S\Delta tp}$ for all agronomy crops in 2016, and a spatial map of the average of $\sigma_{S\Delta tp}$'s for all agronomy crops in the period 2016-2020

ایجاد شده از زراعت نباتات علوفه‌ای و تولید گیاهان صنعتی در این استان است که با توجه به توصیه الگوی کشت در این استان ممنوع اعلام شده است.

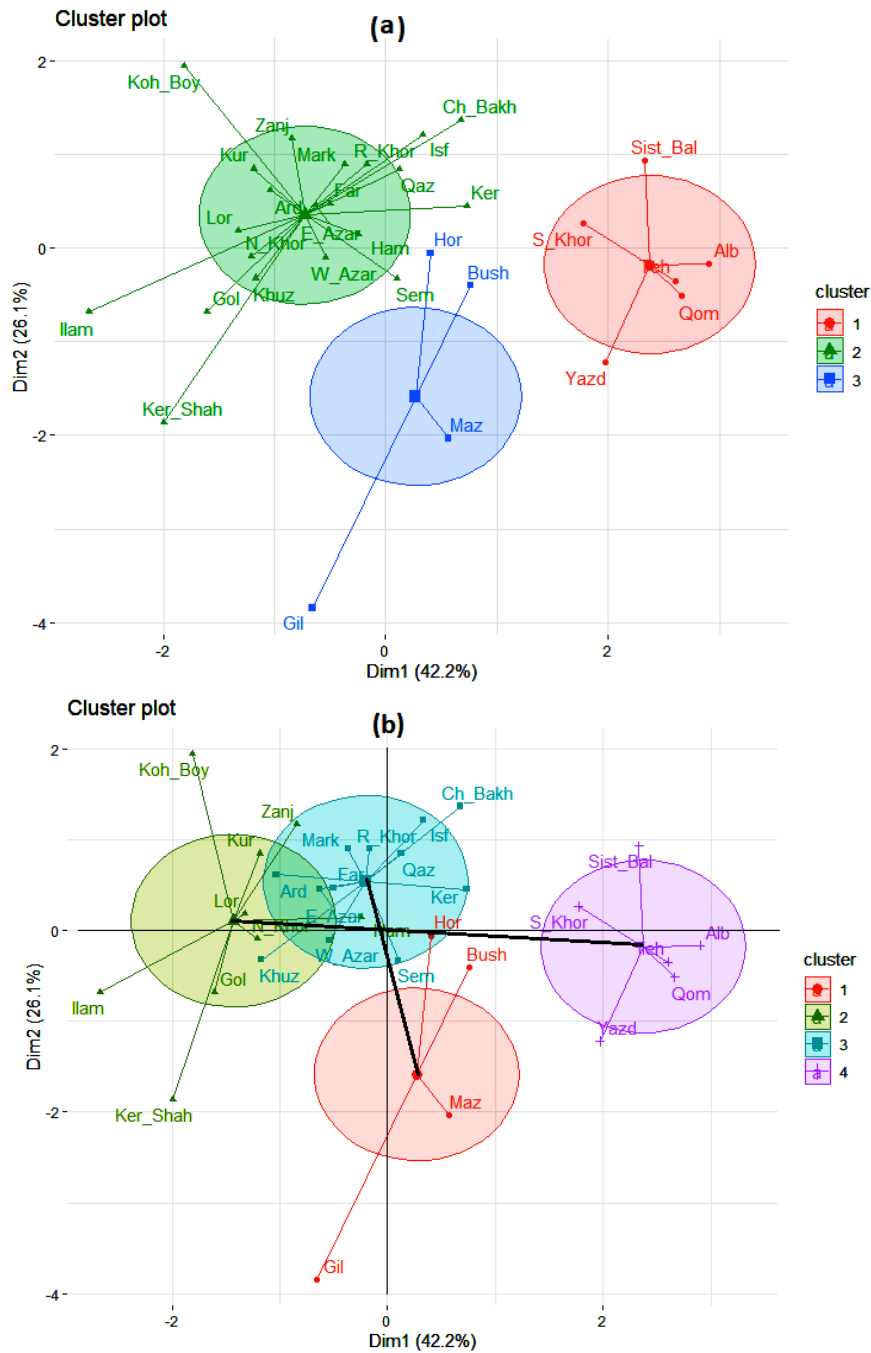
خبر خوب این است که در ۱۱ استان انحرافات کمتر از ۳۰٪ از توصیه الگوی کشت رخ داده است. اگر آستانه میانگین انحرافات ۴۰٪ در نظر گرفته شود، ۱۸ استان از ۳۱ استان ایران در این گروه انحراف از الگوی کشت قرار می‌گیرند.

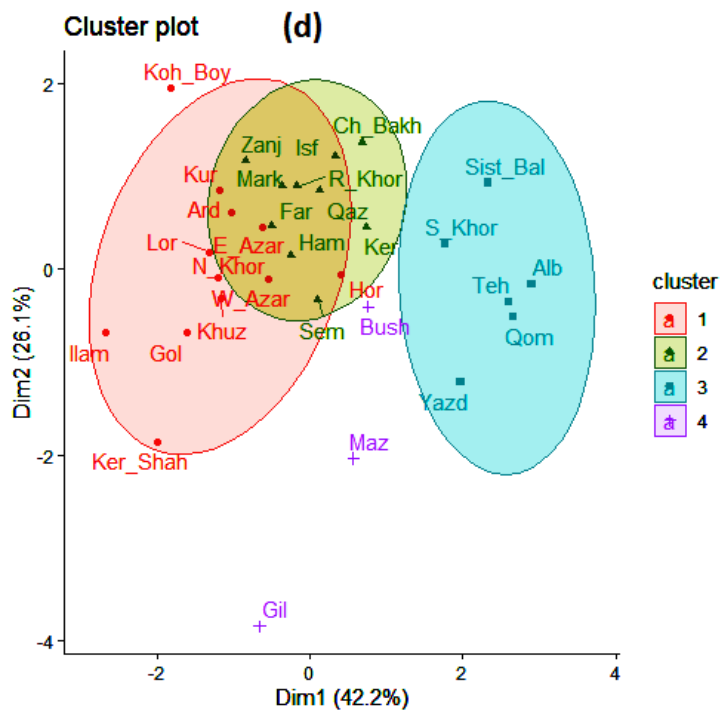
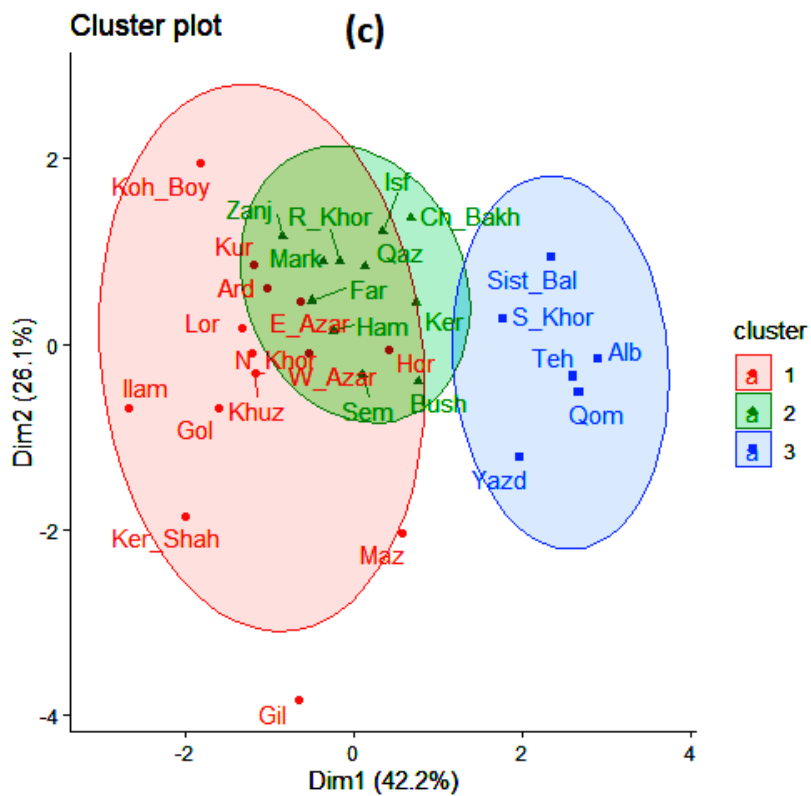
نتایج به دست آمده برای خوشه‌بندی استان‌های ایران از نظر انحراف محصولات زراعی تولیدی از مقدار محصول پیشنهاد شده

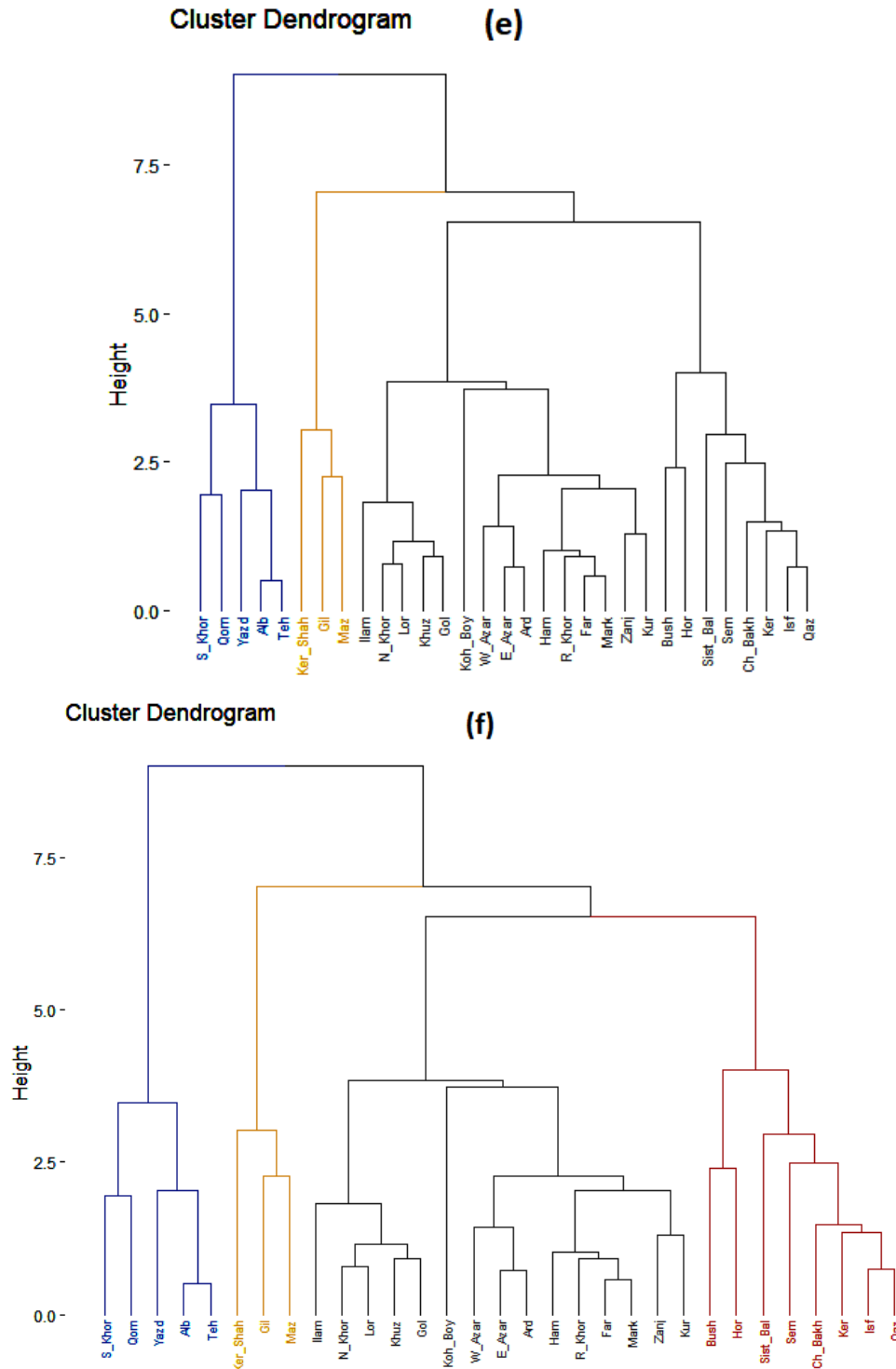
همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است، داده‌های مربوط به انحرافات زیاد برای استان‌های گیلان، البرز و یزد ثبت شده و در ادامه استان‌های بوشهر، قم و تهران قرار گرفته‌اند. از نظر عددی میانگین انحرافات برای استان‌های گیلان، البرز و یزد به ترتیب ۷۲/۵٪، ۷۰/۹۵٪ و ۷۲٪ بود. ذکر این نکته لازم است که دلیل این انحرافات در استان‌های البرز و یزد در نتیجه تولید حبوبات و گیاهان صنعتی که بنا به توصیه الگوی کشت نباید در این استان‌ها کاشته می‌شدند، بوده است، در حالی که دلیل اصلی انحراف در استان گیلان، انحراف بیش از ۹۰ درصدی منفی

و حالت سلسله مراتبی در شرایط سه و چهار خوشه‌های در شکل ۴ نشان داده شده است:

توسط الگوی کشت در دو حالت خوشه‌بندی از طریق قسمت‌بندی (partitioning) به روش‌های K-میانگین و K-میانه







شکل ۴- خوشه‌بندی استان‌های ایران از نظر انحراف محصولات زراعی تولیدی از توصیه الگوی کشت به روش‌های (a) K-میانگین سه کلاسه، (b) K-میانگین چهار کلاسه، (c) K-میانه سه کلاسه، (d) K-میانه چهار کلاسه، (e) سلسله مراتبی سه کلاسه و (f) سلسله مراتبی چهار کلاسه

Fig 4. Clustering Iran provinces regarding the deviations of agronomy crops produced in provinces from the official cultivation pattern using a) three-class K-means, b) four-class K-means, c) three-class K-medians, d) four-class K-medians, e) three-class dendrogram, and f) four-class dendrogram

و Dim2 وجود دارند که در واقع دو امتدادی هستند که به عنوان Principal axes توسط نرم افزار محاسبه می‌شود. نحوه تشکیل این محورها به این صورت است که بیشترین پراکندگی داده‌ها، در راستای محور Dim1 به دست آید و محور Dim2 عمود بر محور Dim1 در نظر گرفته می‌شود. البته لازم نیست که داده‌های اولیه حتماً دارای دو بعد باشند تا این محورها به دست آیند. اگر داده‌های اولیه بردارهایی با بیش از دو بعد هم باشند نرم افزار دارای قابلیت اختصاص محوره‌های Dim1 و Dim2 به داده‌ها هست. مزیت این کار در این است که چون داده‌های مسئله در یک شکل دو بعدی بر حسب این دو محور جانمایی می‌شوند، نمایش داده‌ها در این نمودارها براحتی قابل انجام است. شایان ذکر است که معادله خطوط بیانگر Dim1 و Dim2 به ویژه در حالتی که ابعاد بردارهای نمونه‌ها بالاست پیچیده خواهد بود و دست‌آورد کاربردی خاصی را به همراه ندارد، اما با توجه به موقعیت‌های خوشه‌ها نسبت به مبدا مختصات می‌توان نتایج جالبی را از نظر تاثیرگذاری نتیجه این خوشه‌بندی‌ها بر تصمیم‌های کلی در جهت تطبیق کاشت گیاهان زراعی در استان‌های ایران با الگوی کشت استاندارد به دست آورد که ذیلاً به آن‌ها اشاره خواهد شد. نکته مهم در اینجا این است که اگر مرکز دو ناحیه دقیقاً تقارن مرکزی نسبت به هم داشته باشند، با تعویض الگوی کشت نسبی استان‌های قرار گرفته در این دو ناحیه می‌توان روند تولید را در جهت تطابق مقدار محصولات تولیدی با الگوی کشت تغییر داد. با این توضیح و با توجه به خطوط رسم شده از مراکز نواحی نشان داده شده در شکل مربوط به نمودار روش K-میانگین چهار کلاسه (شکل ۴-b)، چون نواحی آبی و قرمز، همچنین نواحی سبز و بنفش نسبتاً تقارن مرکزی دارند، با تعویض الگوی کشت استان‌های قرار گرفته در نواحی قرمز و آبی، همچنین استان‌های قرار گرفته در نواحی سبز و بنفش می‌توان به منطبق شدن بیشتر مقدار محصولات تولیدی با الگوی کشت امیدوار بود.

با توجه به شکل ۴، چون شکل و موقعیت مرکز خوشه‌بندی‌های انجام شده به روش‌های K-میانگین (شکل‌های ۴a و ۴b) و K-میانه (شکل‌های ۴c و ۴d) متفاوت است، می‌توان به وجود داده‌های دارای فاصله زیاد از مرکز در مجموعه داده‌ها پی برد. این داده‌ها با شعاع‌های بیرون زده از ناحیه خوشه‌بندی در نمودارهای مربوط به روش K-میانگین خود را نشان داده اند. از نظر کاربرد مدیریتی نتیجه به دست آمده در فرآیند تصمیم‌گیری راجع به انتخاب یکی از روش‌های K-میانگین و K-میانه باید معیار اطمینان به صحت داده‌های اولیه ای که خوشه‌بندی براساس آن‌ها انجام شده است را مد نظر قرار داد: اگر اطمینان بالا به صحت داده‌های اولیه وجود دارد، خوشه‌بندی به روش K-میانگین باید برای دسته بندی استان‌ها مورد استفاده قرار گیرد و اگر اطمینان کمی به صحت داده‌های اولیه وجود داشته باشد، روش K-میانه انتخاب بهتری خواهد بود.

از سوی دیگر اگر به مراکز خوشه‌بندی‌های انجام شده به روش‌های K-میانگین و K-میانه در دو حالت خوشه‌بندی سه دسته ای و چهار دسته ای توجه شود، این نتیجه به دست می‌آید که با افزایش تعداد دسته، مراکز خوشه‌بندی‌های صورت گرفته به دو روش K-میانگین و K-میانه به هم نزدیک می‌شوند. به طور کلی افزایش تعداد خوشه‌ها به نزدیک شدن نتایج خوشه‌بندی با این دو روش منجر خواهد شد.

درصد بالایی از مشابهت بین نتایج خوشه‌بندی به روش سلسله مراتبی با روش‌های تقسیم بندی به ویژه در خوشه‌بندی چهار دسته ای مشاهده می‌شود، اما به هر حال مشابهت بین روش سلسله مراتبی و روش K-میانگین کمتر از مشابهت بین روش‌های K-میانگین و K-میانه است. دلیل این مطلب می‌تواند به متفاوت بودن فرآیند خوشه‌بندی روش سلسله مراتبی با روش‌های مبتنی بر تقسیم بندی بر گردد. چون در روش سلسله مراتبی ابتدا هر نمونه در یک خوشه قرار داده می‌شود و سپس با حرکت از پائین به بالا و با توجه به مشابهت بین نمونه‌ها، کار ادغام نمونه‌ها صورت می‌گیرد، در صورتیکه در روش‌های مبتنی بر تقسیم بندی، ابتدا K مرکز به تصادف انتخاب شده و سپس با فرآیند تکراری اختصاص نمونه‌ها به مراکز و محاسبه مراکز جدید عمل خوشه‌بندی صورت می‌پذیرد.

نکته دیگری که توضیح آن در اینجا لازم است این است که در نمودارهای K-میانگین و K-میانه دو محور با نام‌های Dim1

۴- نتیجه‌گیری

اختلاف مقدار تولید پنج گروه از محصولات زراعی از مقادیر پیشنهاد شده توسط الگوی کشت به روش‌های K-میانگین و K-میانه و سلسله مراتبی صورت گرفت و شباهت و تفاوت‌های این روش‌ها از نظر الگوریتم‌های به کار رفته و نتایج حاصله تشریح شد. می‌توان این‌طور جمع‌بندی کرد که در صورت موجود بودن داده‌های آماری مطمئن، توسعه نقشه‌های مکانی-زمانی، همچنین خوشه‌بندی استان‌ها از نظر انحراف مقدار محصولات تولید شده از مقادیر توصیه شده، می‌توان دید درستی از وضعیت موجود ارائه داد و به تصمیم‌گیران کلان بخش کشاورزی در جهت ایجاد راه کار به منظور تطبیق تولید محصولات با توصیه الگوی کشت کمک کرد.

استفاده از قابلیت رسم نقشه‌های مکانی-زمانی پویای نرم افزار RStudio می‌تواند به نمایش دیداری مناسبی از حجم زیادی داده مترام در جداول آماری در زمان کم منجر شود، این نقشه‌ها نسبت به جداول آماری در به دست آوردن روند تغییرات داده‌ها بهتر عمل می‌کنند. در این پژوهش از این قابلیت برای ایجاد نقشه‌های مکانی-زمانی مقدار تولید محصولات زراعی در استان‌های ایران استفاده و نتایج حاصل ارائه داده شد. ایجاد دید صحیح راجع به مقدار انحراف تولید گیاهان زراعی در استان‌های مختلف از توصیه الگوی کشت و ارائه راه کار در جهت تطبیق تولید با توصیه الگوی کشت هدف اصلی این پژوهش بوده است. همچنین در این پژوهش خوشه‌بندی استان‌های ایران از نظر

منابع

- Geography and Spatial Systems, 2(1), 16-36. (In Persian).
- FarajiSabokbar, H., Rezvani, M.R., Jamshidi, F., & Tahmasi, B. (2021c). *Spatio-Temporal Pattern Analysis of Cereal Yield in Iran*. Studies of Nomads Area Plannig, 1(1), 33-46. (In Persian). <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.28210530.1400.1.1.4.2>.
- Frelat, R., Lopez-Ridaura, S., Giller, K. E., Herrero, M., Douxchamps, S., Andersson Djurfeldt, A., Erenstein, O., Henderson, B., Kassie, M., Paul, B. K., Rigolot, C., Ritzema, R. S., Rodriguez, D., van Asten, P. J. and van Wijk, M. T. (2016). *Drivers of household food availability in sub-Saharan Africa based on big data from small farms*. Proc. Natl. Acad. Sci. 113(2), 458-463. <https://doi.org/10.1073/pnas.1518384112>.
- Guleria, D., Kaur, G. (2021), *Bibliometric analysis of ecopreneurship using VOSviewer and RStudio Bibliometrix, 1989–2019*, Library Hi Tech, Vol. 39 No. 4, pp. 1001-1024. <https://doi.org/10.1108/LHT-09-2020-0218>.
- Kamilaris, A., Kartakoullis, A. and Prenafeta-Boldú F. X. (2017). A review on the practice of big data analysis in agriculture. Comput. Electron. Agric. 143, 23-37. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.037>.
- Kempenaar, C., Lokhorst, C., Bleumer, E. J. B., Veerkamp, R. F., Been, Th., Evert, F. K. van, Boogaardt, M. J., Ge, L., Wolfert, J., Verdouw, C. N., Bekkum, M. A. van, Feldbrugge, L., Verhoosel, J. P. C., Waaij, B. D. van der, Persie, M. van, and Noorbergen, H. (2016). *Big data analysis for smart*
- Ahmadi, I. (2023). *A spatiotemporal analysis of the continent-wide contribution of agriculture in CO₂-eq production from 1990 to 2019 using the t-map package of R software*. Journal of nature and spatial sciences, 3(2), 17–24. <https://doi.org/10.30495/jonass.2023.1974762.1060>.
- Anonymous. (2019). *Optimal cultivation pattern; A prerequisite for sustainable agriculture and food security, Report serial number: 25016740*. Infrastructure studies office of the Islamic Council Research Center, Tehran (In Farsi).
- Batko, K., Ślęzak, A. (2022). *The use of Big Data Analytics in healthcare*. J Big Data. 9, 3. <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00553-4>.
- Cooper, J., Noon, M., Jones, C., Kahn, E. and Arbuckle, P. (2013). *Big data in life cycle assessment*. J. Ind. Ecol. 17 (6), 796–799. <https://doi.org/10.1111/jiec.12069>.
- Dashti, Gh., & Ghaderinejad, P. (2013). *Cropping Pattern of Agronomy Products in View of Relative Advantage in Ilam Province*. Journal of Agricultural Economics and Development. 27(3), 195-203. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jead2.v0i0.29538>.
- FarajiSabokbar, H., Rezvani, M.R., Jamshidi, F., & Tahmasi, B. (2021a). *Analysis of spatio-temporal pattern of Cereals cultivation in Iran*. Journal of Physical Development Planning, 6(2), 125-142. (In Persian). <https://doi.org/10.30473/psp.2021.55669.2377>.
- FarajiSabokbar, H., Rezvani, M.R., Jamshidi, F., & Tahmasi, B. (2021b). *Analysis of spatio-temporal pattern of cereals production in Iran*. Journal of

- Tesfaye, K., Sonder, Kai., Cairns, J., Magorokosho, C., Tarekegn, A., Kassie, Girma T., Getaneh, F., Abdoulaye, T., Abate, T. and Erenstein, O. (2016). *Targeting drought-tolerant maize varieties in southern Africa: a geospatial crop modeling approach using big data*. International Food and Agribusiness Management Review. 19(A), 1–18.
- Waga, D. and Rabah, K. (2014). *Environmental conditions' big data management and cloud computing analytics for sustainable agriculture*. World J. Comput. Appl. Technol. 2(3), 73–81. <https://doi.org/10.13189/wjcat.2014.020303>.
- Ye, S., Ren, S., Song, C., Cheng, C., Shen, S., Yang, J., & Zhu, D. (2022). *Spatial patterns of county-level arable land productive-capacity and its coordination with land-use intensity in mainland China*. Agric. Ecosyst. Environ., 326, Article 107757. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107757>
- farming: results of TO2 project in theme food security*, vol. 655 Wageningen University & Research.
- Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Zarea Fizabadi, A., & Jahanbin, G. (2004). *Diversity of cropping systems in Iran*. Pajouhesh & Sazandegi, 63, 70-83. (In Persian).
- Smith, P., 2013. *Delivering food security without increasing pressure on land*. Glob. Food Secur. 2, 18–23. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2012.11.008>.
- Soltani, A., Alimaghani, S.M., Nehbandani, A., Torabi, B., Zeinali, E., Zand, E., Ghassemi, S., Vadez, V., Sinclair, T.R., & van Ittersum, M.K. (2020). *Modeling plant production at country level as affected by availability and productivity of land and water*. Agric. Syst., 183, Article 102859. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102859>.