



Assessing Resilience of Paddy Farm Water and Soil Resources in Guilan Province

F. Hoodneh Dafchahi * , **M. Kavooosi-Kalashami**, **H. El Bilali**, and **M. Yazdani**

M. Sc. Graduate of Rural Development, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Iran. f_hoodneh@msc.guilan.ac.ir

Associate Prof., Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Iran. mkavooosi@guilan.ac.ir

Researcher, International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies of Bari (CIHEAM-Bari), Italy. elbilali@iamb.it

Assistant prof., Rice Research Institute of Iran (RRII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Iran. smryazdany@yahoo.ca

Article Info

Research Article

Received: May 21, 2025

Accepted: October 20, 2025

Keywords: Hierarchical clustering, Euclidean distance, Economic criterion, Farming system, Dendrogram

Corresponding author's email:
f_hoodneh@msc.guilan.ac.ir

Abstract

Agricultural resilience is focused on absorbing stresses to ease sustained activity of the agricultural system without major changes in its internal structure. Given the fact that water and soil are the key elements in rice cultivation and that Guilan Province is a major rice producer in Iran, it is essential to investigate the factors involved in the resilience of agricultural water and soil in this province. This study was designed to evaluate the resilience of agricultural water and soil resources at the county-level in Guilan Province. For this purpose, local experts in the field of water and soil as well as the relevant literature were solicited to extract and design the decision tree for the combined agricultural water and soil resources system. The required data were collected using the database available at the Guilan Province Agricultural Jihad Organization. Using the Ward clustering method and Euclidean distance, the counties of the province were divided into two clusters with high and low resilience levels. The results of Ward clustering showed that the counties of Astane Ashrafieh, Lahijan, Langaroud, Somesara, and Rasht enjoyed satisfactory statuses with respect to water and soil resilience. Given that coping with long-term stresses and shocks in the farming system requires forecasting and planning and, further, that planning requires a sound knowledge of the current status of water and soil resilience of paddy farms in the study area, this study was implemented to provide a better understanding of water and soil resources resilience in paddy farms in the province by identifying the pertaining indicators.

Cite this article: Hoodneh Dafchahi, F., Kavooosi-Kalashami, M., El Bilali, H, and Yazdani, M., 2025. Assessing Resilience of Paddy Farm Water and Soil Resources in Guilan Province. *Journal of land Management*, 13(2), pp.191-206.



DOI: <https://doi.org/10.22092/lmj.2025.369260.387>



ارزیابی تاب‌آوری منابع آب‌و خاک شالیزارهای استان گیلان

فاطمه هودنه دافچاهی* , محمد کاوسی کلاشمی، حمید ال بلالی و محمدرضا یزدانی

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد توسعه روستایی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، ایران. f_hoodneh@msc.guilan.ac.ir

دانشیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، ایران. mkavoosi@guilan.ac.ir

محقق، مرکز بین‌المللی مطالعات پیشرفته زراعی مدیترانه‌ای باری، ایتالیا. elbilali@iamb.it

استادیار، مؤسسه تحقیقات برنج ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران. smryazdany@yahoo.ca

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی	در تاب‌آوری کشاورزی تمرکز بر جذب تنش‌ها و ادامه فعالیت سامانه کشاورزی بدون تغییر عمده در ساختار داخلی سامانه است. آب‌و خاک از عناصر کلیدی در کشت برنج هستند. با توجه به اینکه استان گیلان از تولیدکنندگان عمده برنج در ایران است، بررسی عوامل اثرگذار بر تاب‌آوری آب‌و خاک کشاورزی این استان امری ضروری است. هدف این بررسی ارزیابی تاب‌آوری شهرستانی منابع آب‌و خاک کشاورزی در استان گیلان بود. در این پژوهش به منظور طراحی درخت تصمیم سامانه ترکیبی منابع آب‌و خاک کشاورزی از نظرات خبرگان حوزه آب‌و خاک استان گیلان و پژوهش‌های پیشین استفاده شد. داده‌های مورد نیاز جهت دستیابی به هدف پژوهش با استفاده از بانک اطلاعاتی موجود در سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان گردآوری شد. با استفاده از روش خوشه‌بندی وارد و فاصله اقلیدسی، شهرستان‌های استان گیلان در دو خوشه با تاب‌آوری بالا و پایین تقسیم‌بندی شدند. یافته‌های خوشه‌بندی وارد نشان داد شهرستان‌های آستانه اشرفیه، لاهیجان، لنگرود، صومعه‌سرا و رشت از وضعیت مناسبی در تاب‌آوری منابع آب‌و خاک برخوردارند. مقابله با تنش‌ها و شوک‌های درازمدت در سامانه کشاورزی نیازمند پیش‌بینی و برنامه‌ریزی است. برنامه‌ریزی نیز مستلزم آگاهی کامل از وضعیت موجود تاب‌آوری منابع آب‌و خاک شالیزارها در منطقه مورد مطالعه است. این پژوهش موجب کمک به درک بهتر ما از وضعیت تاب‌آوری منابع آب‌و خاک در شالیزارهای استان گیلان و شناخت شاخص‌های اثرگذار بر تاب‌آوری منابع آب‌و خاک می‌شود.
دریافت: ۱۴۰۴/۲/۳۱	
پذیرش: ۱۴۰۴/۷/۲۸	
واژه‌های کلیدی: خوشه‌بندی پایگانی، فاصله اقلیدسی، معیار اقتصادی، سامانه کشاورزی و درختواره	
آدرس ایمیل نویسنده مسئول: f_hoodneh@msc.guilan.ac.ir	

استاد: هودنه دافچاهی، فاطمه، کاوسی کلاشمی، محمد، ال بلالی، حمید، و یزدانی، محمدرضا، ۱۴۰۴. ارزیابی تاب‌آوری منابع آب‌و خاک شالیزارهای استان گیلان. نشریه مدیریت اراضی، ۱۳ (۲)، صص ۱۹۱-۲۰۶.



DOI: <https://doi.org/10.22092/lmj.2025.369260.387>

مقدمه

تاب‌آوری^۱ معیاری برای تداوم فعالیت سامانه‌های کشاورزی و توانایی آن‌ها در جذب تغییرات و حفظ همان روابط پیشین در سامانه است (Holling, 1973). تاب‌آوری پاسخ سامانه کشاورزی در مقابل یک رویداد، همراه با توانایی یادگیری تجارب جدید و بهبود ظرفیت سازگاری^۲ است (Cutter et al., 2008). در مفهوم تاب‌آوری به‌طور معمول مقاومت در برابر حوادث و بازیابی پس از رخداد دشواری و آشفتگی در کوتاه‌ترین زمان ممکن و با کمترین بهره‌مندی از حمایت خارجی اتفاق می‌افتد. تاب‌آوری فرآیندی است که در حین و پس از نابسامانی بر تنش‌ها^۳ تمرکز می‌کند و توانایی سامانه‌های کشاورزی متأثر از تنش را برای مقاومت، جذب تأثیرات رویدادهای اقلیمی، بازگشت به دوران پیش از وقوع تنش و حتی بهبود وضعیت پیشین ارتقاء می‌دهد (Zhou et al., 2010). تاب‌آوری دارای سه مرحله است: مرحله نخست، ظرفیت جذب تنش از طریق مقاومت یا سازگاری است. مرحله دوم، ظرفیت مدیریت یا حفظ کارکردها و ساختارهای اساسی در طول رویدادهای فاجعه‌بار و مرحله سوم ظرفیت بازیابی پس از یک رویداد است (Jayadas & Ambujam, 2021). انواع ناهنجاری^۴ در سامانه‌های کشاورزی را می‌توان به تنش، آشفتگی^۵ و شوک^۶ دسته‌بندی کرد. تنش یک رویداد قابل پیش‌بینی است که به‌کندی موجب تغییراتی در برخی فعالیت‌های مربوط به مزرعه می‌شود. در این مواقع کشاورزان تغییری در بهره‌برداری از مزرعه ایجاد نمی‌کنند، بلکه از مزایای فعالیت‌های موفق مزرعه بهره می‌برند. در چنین مواقعی مدیران مزرعه از راهبردهایی همچون استفاده از متخصصین و تخصیص بیشتر منابع مالی جهت مدیریت بحران فعالیت‌هایی از مزرعه که دچار تنش شده‌اند، استفاده می‌کنند. آشفتگی نیز یک رویداد قابل پیش‌بینی است که به‌کندی موجب تغییر فعالیت‌های مربوط به مزرعه می‌شود؛

اما این رویداد مستلزم تعدیل در سطح مزرعه، کشف گزینه‌های جدید، تغییر ترکیب فعالیت و استفاده نوآورانه از منابع است. کشاورزان در هنگام وقوع این رویداد از روش‌های جدید تولید، محصولات جدید، ایجاد یا حذف دام‌پروری در کنار مزرعه و بازاریابی مستقیم بهره می‌گیرند. شوک یک نابسامانی ناگهانی و عمده در فعالیت‌های مربوط به مزرعه است. رفع این نابسامانی مستلزم تنظیم دوباره منابع است و ممکن است شامل بهره‌گیری از فعالیت‌هایی خارج از قلمرو سامانه کشاورزی سنتی باشد، در این شرایط برخی مدیران مزرعه از مزایایی همچون گردشگری کشاورزی جهت تعدیل اثرات شوک استفاده می‌کنند (Darnhofer et al., 2010).

ظرفیت‌های تاب‌آوری سامانه کشاورزی به سه دسته استحکام^۷، سازگاری و تغییرپذیری^۸ تقسیم‌بندی می‌شوند. استحکام، ظرفیت سامانه کشاورزی برای مقاومت در برابر تنش‌ها است. سازگاری به ظرفیت تغییر ترکیب نهاده‌ها، تولید، بازاریابی و مدیریت ریسک در پاسخ به شوک‌ها، بدون تغییر ساختار داخلی سامانه کشاورزی گفته می‌شود. تغییرپذیری نیز ظرفیت تغییر عمده ساختار داخلی و بازخورد سازوکارهای سامانه کشاورزی در پاسخ به شوک‌های شدید تعریف می‌شود (Meuwissen et al., 2019). هدف تاب‌آوری مدیریت منطقه‌ای، بهبود توانایی سامانه کشاورزی برای انطباق با شرایط متغیر است. در تاب‌آوری مدیریت مزرعه، شاخص‌های تاب‌آوری به‌عنوان بخشی از فرآیند برنامه‌ریزی راهبردی شناسایی می‌شوند. انواع شاخص‌های اجتماعی و اکولوژیکی که بر تاب‌آوری مؤثر هستند، در یک چارچوب گردآوری می‌شوند. برای درک نحوه ادغام و پایش شاخص‌ها، به یک انجمن متشکل از افراد با دانش محلی و حمایت‌های فنی نیاز است. در تاب‌آوری مدیریت مزرعه، برای طراحی چارچوب مفهومی تأکید بر گفت‌وگو است. پس از گفت‌وگو، از تجزیه و تحلیل سناریو نیز می‌توان استفاده نمود (Wolfenden et al., 2010).

5- Disturbance
6- Shock
7- Robustness
8- Transformability

1- Resilience
2- Adaptability
3- Stress
4- Perturbation

مقدار زیادی آب زیرزمینی جهت آبیاری برنج تخصیص داده می‌شود. دستاوردهای این بررسی نشان داد استفاده بیش‌ازحد از کودهای شیمیایی و سموم در شالیزارها موجب آلودگی آب‌وخاک شده است. آلودگی خاک به آب‌های زیرزمینی منتقل شده و این امر امنیت زیست‌بوم منطقه را به خطر انداخت. در نتیجه ایشان به طراحی سامانه ترکیبی منابع آب‌وخاک کشاورزی منطقه‌ای^۲ پرداختند. این سامانه متشکل از سه بخش هدف، معیارها و زیرمعیارها است (Liu et al., 2018).

در ادامه شماری از بررسی‌های پژوهشگران داخل و خارج از کشور در زمینه‌ی تاب‌آوری منابع آب‌وخاک کشاورزی بررسی می‌شود. در بررسی هودنه دافچاهی (Hoodneh Dafchahi, 2023)، وضعیت تاب‌آوری مدیریت منابع آب‌وخاک در مناطق روستایی استان گیلان بررسی شد. در این پژوهش از رهیافت‌های ارزیابی مجموع ضرب و جمع وزنی^۳، مقایسه‌ی چند شاخصه فضای تقریب مرزی^۴ و تحلیل مقایسه‌ای چند شاخصه ایده‌آل-واقعی^۵ استفاده شد. یافته‌ها نشان داد شهرستان‌های رشت و آستانه اشرفیه در رتبه‌ی یک تاب‌آوری مدیریت منابع آب‌وخاک در استان گیلان قرار داشتند. شهرستان‌های املش، سیاهکل و رودبار نیز، در وضعیت مناسبی از لحاظ تاب‌آوری مدیریت منابع آب‌وخاک قرار نداشتند. هودنه دافچاهی و همکاران (Hoodneh Dafchahi et al., 2023)، اهمیت معیارهای اکولوژیکی و طبیعی در تاب‌آوری مدیریت منابع آب‌وخاک شالیزارهای استان گیلان را ارزیابی کردند. در این پژوهش از رهیافت فرآیند تحلیل پایگانی^۶ جهت وزن‌دهی به معیارها و زیرمعیارها استفاده شد. دستاوردهای پژوهش نشان داد معیار اکولوژیکی، زیرمعیار بارش سالیانه و زیرمعیار میزان نیتروژن موجود در خاک، از عوامل کلیدی مؤثر بر تاب‌آوری مدیریت منابع آب‌وخاک بودند. هودنه دافچاهی و همکاران (Hoodneh Dafchahi et al., 2021)، به تعیین سازوکار ارزیابی تاب‌آوری مدیریت منابع

(2007). هدف در سامانه کشاورزی تاب‌آور این است که یک سامانه کشاورزی پس از وقوع شوک‌ها و تنش‌ها دوباره بتواند در محیط تغییر یافته جدید، کارکرد مطلوبی داشته باشد، بدون اینکه نیاز به تغییر دائمی داشته باشد. سامانه‌های کشاورزی تاب‌آور هستند که از توان پیش‌بینی، مقابله و پاسخ‌دهی برخوردار باشند (Duchek, 2020; Mathijs et al., 2021).

تاب‌آوری آب، ظرفیت سامانه برای حفظ ذخایر آب در برابر آشفتگی عمده است (Sharma & Sharma, 2006). تاب‌آوری خاک، به توانایی خاک جهت مقاومت در برابر تنش‌های بی‌ثبات‌کننده یا بازیابی حالت اولیه خود بعد از رخداد تنش گفته می‌شود (Arthur et al., 2012)؛ به عبارت دیگر، تاب‌آوری خاک، توانایی سامانه برای بازیابی یکپارچگی ساختاری و کارکردی، بعد از یک آشفتگی است. یکپارچگی ساختاری، نشان‌دهنده ظرفیت ذاتی خاک برای بهبود خواص ساختاری خود (مانند انباشت و روزنداری خاک) و بازگشت به شرایط اولیه است. یکپارچگی کارکردی، نشان‌دهنده ظرفیت خاک برای تعدیل و بهبود کارکرد دینامیکی (برای مثال فعالیت میکروبی، پوسیدگی ترکیبات آلی، بازیافت مواد مغذی و تثبیت و تبدیل مواد شیمیایی) است (Blanco-Canqui & Lal, 2010).

در پژوهش‌های پیشین (Bonetti et al., 2019; Keys et al., 2017) پژوهشگران بسیاری وضعیت تاب‌آوری آب‌وخاک را به صورت مجزا بررسی کردند؛ اما در سال ۲۰۱۸، لیو و همکارانش در پژوهشی تصمیم گرفتند تاب‌آوری منابع آب‌وخاک کشاورزی را به صورت هم‌زمان و توأمان بررسی کنند. لیو و همکاران (Liu et al., 2018) داده‌های آب‌وخاک مربوط به استان هیلونگجیانگ^۱ چین را بررسی کردند. دستاوردهای این بررسی را با یافته‌های پژوهش‌های پیشین مقایسه کردند. سرانجام آن‌ها دریافتند که در استان هیلونگجیانگ، هر ساله

4- Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison

5- Multi-Attributive Ideal-Real Comparative Analysis

6- Analytical Hierarchy Process

1- Heilongjiang

2- Combined Regional Agricultural Water and Soil Resources system

3- Weighted Aggregated Sum Product Assessment

نقشه، شالیزارهای جنوب غربی از تاب‌آوری پایین‌تری برخوردار بودند. لیو و همکاران (Liu et al., 2018) به تحلیل وضعیت تاب‌آوری سامانه ترکیبی منابع آب‌وخاک کشاورزی منطقه‌ای در استان هیلونگجیانگ چین پرداختند. در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از الگوریتم کرم شب‌تاب^۶ و الگوریتم ژنتیک^۷ استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که وضعیت تاب‌آوری در استان هیلونگجیانگ مناسب نیست.

در پژوهش یو و همکاران (Xu et al., 2022) از زیرمعیارهای میزان بارش، کارکرد در واحد سطح، شمار کارکنان کشاورزی و سرانه فضای سبز جهت ارزیابی تاب‌آوری استفاده شد. در پژوهش لیو و همکاران (Liu et al., 2019a) از معیارهای طبیعی، اقتصادی و مدیریت فنی و زیرمعیارهای سرانه فضای سبز، میزان بارش، میزان درآمد و حجم آب‌بندان برای بررسی وضعیت تاب‌آوری استفاده شد. در پژوهش لیو و همکاران (Liu et al., 2019b) از زیرمعیارهای بارش سالیانه و سرانه فضای سبز برای شناسایی ویژگی‌های منابع آب کشاورزی و بررسی تاب‌آوری منطقه استفاده شد. در پژوهش لیو و همکاران (Liu et al., 2018) از زیرمعیارهای بارش سالیانه و کارکرد برنج^۸ جهت ارزیابی تاب‌آوری سامانه ترکیبی منابع آب‌وخاک کشاورزی منطقه‌ای استفاده شد. مشابهت معیارهای مورد استفاده در پژوهش کنونی با معیارهای پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که معیارهای منتخب خبرگان در درخت تصمیم این پژوهش، می‌توانند ماهیت تاب‌آوری منابع آب‌وخاک شالیزارها را بازتاب دهند.

نوسانات قیمت محصولات کشاورزی، تورم، تحریم‌ها، تغییرات آب‌وهوایی، استفاده بی‌رویه از منابع آب‌وخاک، فرسایش خاک، توزیع زمانی و مکانی نهاده‌ها، برنامه‌ها و سیاست‌های دولت از عوامل مؤثر بر تاب‌آوری کشاورزی در ایران هستند. تغییرات آب و هوایی مانند سیل

آب‌وخاک در شالیزارها با استفاده از نظرات کارشناسان و خبرگان پرداختند. سرانجام یافته‌های حاصل از مصاحبه با خبرگان نشان داد می‌توان زیرمعیارهای اثرگذار بر تاب‌آوری مدیریت منابع آب‌وخاک شالیزارها را در پنج معیار اصلی طبیعی، اکولوژیکی، اجتماعی، اقتصادی و مدیریت فنی دسته‌بندی کرد. یو و همکاران (Xu et al., 2022) به اندازه‌گیری، تجزیه و تحلیل ویژگی‌های تاب‌آوری در سامانه ترکیبی منابع آب‌وخاک کشاورزی منطقه‌ای در استان هیلونگجیانگ چین پرداختند. آن‌ها در این بررسی یک سامانه ترکیبی منابع آب‌وخاک کشاورزی منطقه‌ای، متشکل از ۳۱ شاخص طراحی کردند. در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش تاپسیس^۱ استفاده شد. یافته‌ها نشان داد تاب‌آوری در طول زمان در استان هیلونگجیانگ افزایش یافته بود. لیو و همکاران (Liu et al., 2019a) تاب‌آوری سامانه ترکیبی منابع آب‌وخاک کشاورزی منطقه‌ای را در استان هیلونگجیانگ چین ارزیابی کردند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از فاصله وزنی ماهالانوبیس^۲ و مدل تاپسیس خاکستری^۳ استفاده شد. یافته‌های بررسی نشان داد که سطح تاب‌آوری در استان هیلونگجیانگ پایین است. لیو و همکاران (Liu et al., 2019b) در پژوهشی ویژگی‌های تاب‌آوری سامانه منابع آب کشاورزی منطقه‌ای را در استان هیلونگجیانگ چین شناسایی کردند. در این پژوهش از ۱۵ بخش استان هیلونگجیانگ، ۱۵ مزرعه انتخاب شد. چهار بازه برای سنجش تاب‌آوری منابع آب تعریف شد. بازه یک نشان‌دهنده پایین‌ترین تاب‌آوری منابع آب و بازه چهار نشان‌دهنده بالاترین تاب‌آوری منابع آب بود. جهت انتخاب شاخص‌ها و تحلیل یافته‌ها از بهینه‌سازی شاخص^۴ و ماشین بردار پشتیبان بهبودیافته^۵ استفاده شد. دستاوردهای بررسی نشان داد که مدل بهینه‌سازی شاخص دارای مزیت حذف شاخص‌های اضافی است. یافته‌های پژوهش بر مبنای چهار بازه تاب‌آوری بر روی نقشه نمایش داده شد. با توجه به

5- Improved Support Vector Machine
6- Firefly Algorithm
7- Genetic Algorithm
8- Rice Yield

1- Technique for Order preference by Similarity to an Ideal Solution
2- Weighted Mahalanobis Distance
3- Gray-TOPSIS Model
4- Index Optimization

و خشک‌سالی اثرات مخرب زیادی را بر جامعه تحمیل می‌کند. سیل و خشک‌سالی موجب کاهش تولید و درآمد، کاهش اشتغال، افزایش قیمت نهاده‌ها، کاهش توان بازپرداخت وام‌های کشاورزی، کاهش درآمد مالیاتی دولت، کاهش رفاه جامعه و هزینه‌های حاصل از مهاجرت می‌شود. در ایران جهت ارتقاء تاب‌آوری کشاورزی از راهکارهایی همچون آموزش کشاورزان جهت بهره‌مندی از روش‌های جدید کشاورزی، اشتراک‌گذاری تجربه کشاورزی، نقش مؤثر دولت در ظرفیت‌سازی برای جوامع روستایی و ایفای نقش تسهیلگری، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، تخصیص یارانه‌های حمایتی و سرمایه‌گذاری در پژوهش‌ها جهت شناسایی ارقام مقاوم و روش‌های نوین، تخصیص بیمه محصولات کشاورزی، تنوع‌بخشی به اقتصاد روستایی، تشکیل صندوق‌های خانگی، به‌کارگیری روش‌های کشت مقاوم به خشکی، اصلاح بذر، توسعه کشت گلخانه‌ای، اصلاح الگوی کشت فعلی، کشاورزی حفاظتی، مدیریت تلفیقی آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، استفاده از روش‌های آبیاری مدرن، ارتقاء ضریب ماشین‌آلات کشاورزی، کاهش واسطه‌ها و ایجاد ارتباط مستقیم بین تولیدکننده و مصرف‌کننده استفاده می‌کنند (Nakhli & Bastani, 2023; Hajipour & Salari Tabas, 2024).

در ایران به تاب‌آوری منابع آب‌وخاک کشاورزی توجه بسیار کمی شده است و تاکنون هیچ پژوهشی تاب‌آوری منابع آب‌وخاک کشاورزی را به‌صورت هم‌زمان مورد بررسی قرار نداده است. در این پژوهش برای نخستین بار، تاب‌آوری منابع آب‌وخاک کشاورزی به‌صورت هم‌زمان، در مقیاس جغرافیایی ۱۶ شهرستان استان گیلان مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین برای نخستین بار از روش خوشه‌بندی پایگانی وارد^۱ جهت خوشه‌بندی شهرستان‌های استان گیلان از منظر تاب‌آوری منابع آب‌وخاک استفاده شده است.

نرخ فرسایش خاک در استان گیلان در سه دهه گذشته از چهار تن در هکتار به ۱۰ تن در هکتار رسیده

است (SWRI, 2015). بررسی ظرفیت منابع آبی استان گیلان نشان می‌دهد ذخیره آب استان گیلان در سد مخزنی سفیدرود ۱/۱ میلیارد مترمکعب است و بقیه آب مورد نیاز جهت تولید محصولات زراعی و باغی باید از منابعی نظیر بارش‌ها، آب‌بندان‌ها و رودخانه‌های فصلی تأمین شود (GPAJO, 2022). مصرف آب بخش کشاورزی ۶۵/۷ درصد مصرف آب کل کشور است (NIPO, 2023). به دلیل برداشت از منابع آبی در سرشاخه‌های رودخانه سفیدرود در استان‌های بالادست سهم شالیزارهای استان گیلان کاهش یافته و کشاورزان برای جبران کمبود آب به روش‌های گوناگون از جمله استفاده از آب‌های برگشتی و آلوده روی آورده‌اند که این خود موجب کاهش کیفیت و آلودگی خاک، گیاه و سایر منابع می‌گردد. همچنین، نابودی جنگل‌ها موجب کاهش جریان پایه رودخانه‌های داخل استان گیلان شده است (RRII, 2022). سطح زیر کشت برنج در استان گیلان ۱۷۷۹۷۳ هکتار و مقدار تولید برنج ۶۷۶۱۰۲ تن است (MA, 2021). با لحاظ اینکه استان گیلان دومین تولیدکننده برنج در ایران است، توجه به عوامل مؤثر بر تاب‌آوری منابع آب‌وخاک شالیزارها در این استان می‌تواند، نقش مهمی در استفاده بهینه از منابع آب و جلوگیری از آلودگی آب، خاک و محصول برنج، جلوگیری از تنش آبی، فرسایش و فرونشست خاک و افزایش تولید برنج ایفا کند (GPAJO, 2022). بررسی وضعیت تاب‌آوری منابع آب‌وخاک در استان گیلان می‌تواند به استحکام و سازگاری سامانه تولید برنج در مقابل بحران‌های آتی کمک نماید.

ارزیابی یافته‌های حاصل از سامانه ترکیبی منابع آب‌وخاک کشاورزی موجب آگاهی از وضعیت منابع آب‌وخاک شالیزارها در آن منطقه می‌شود. با درک صحیح سامانه ترکیبی منابع آب‌وخاک کشاورزی می‌توان عوامل اصلی اثرگذار بر تاب‌آوری منابع آب‌وخاک را شناسایی کرد و برنامه‌ریزی مناسبی جهت حفظ امنیت منابع آب‌وخاک و تاب‌آور نمودن این منابع ارائه کرد. در این بررسی هدف،

شناسایی معیارها و زیرمعیارهای اثرگذار بر تاب‌آوری منابع آب‌وخاک شالیزارها و گروه‌بندی شهرستان‌های استان گیلان در گروه‌های با تاب‌آوری بالا و پایین است. آگاهی از معیارهای اثرگذار بر تاب‌آوری منابع آب‌وخاک و مشخص نمودن وضعیت مناطق از لحاظ تاب‌آوری منابع آب‌وخاک موجب می‌شود تا در هنگام مواجهه با تنش‌های درازمدت، امکان مقابله، سازگاری و پاسخگویی بهتری در برابر چالش‌ها فراهم شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از نظر روش، توصیفی با رویکرد الگوسازی مدیریت کمی است و از لحاظ هدف و یافته‌ها، کاربردی است. پژوهش حاضر در ۱۶ شهرستان استان گیلان (آستارا، آستانه اشرفیه، املش، انزلی، تالش، رشت، رضوانشهر، رودبار، رودسر، سیاهکل، شفت، صومعه‌سرا، فومن، لاهیجان، لنگرود و ماسال) انجام شد. به‌وسیله بررسی پژوهش‌های پیشین (مانند Liu et al., 2018; Liu et al., 2019a & Liu et al., 2019b) و مشورت با خبرگان حوزه آب‌وخاک کشاورزی، سه معیار اصلی و ۱۸ زیرمعیار متناسب با شرایط میدانی شالیزارهای استان گیلان و شرایط شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود تعیین شد. با استفاده از این معیارها درخت تصمیم سامانه ترکیبی منابع آب‌وخاک کشاورزی پژوهش طراحی شد. در شکل ۱ درخت تصمیم پژوهش ارائه شده است. هدف این پژوهش ارزیابی تاب‌آوری شهرستانی منابع آب‌وخاک شالیزارها در استان گیلان بود. این هدف در سطح نخست درخت تصمیم ارائه شده است. سطح دوم درخت تصمیم، مربوط به سه معیار اصلی طبیعی، اقتصادی و مدیریت فنی است. در سطح سوم درخت تصمیم نیز، پنج زیرمعیار طبیعی (شامل: نسبت شالیزارهای تسطیح شده به کل شالیزارها، میزان بارش

سالانه، سرانه فضای سبز، سطح زیر کشت شالیزارهایی که محصولشان خسارت‌دیده و نسبت شالیزار به شمار کارمندان سازمان جهاد کشاورزی)؛ سه زیرمعیار اقتصادی (شامل: کارکرد برنج، مقدار تولید برنج و درآمد سرانه شالیکاران) و ده زیرمعیار مدیریت فنی (شامل: حجم ذخیره‌سازی آب‌بندان‌ها، شمار انهار و چشمه‌ها، شمار چاه‌ها، شمار ایستگاه‌های پمپاژ، ضریب ماشین‌آلات کشاورزی مورد استفاده در شالیزار، شمار بانک نشاء، شمار کارکنان مشغول در حوزه امور منابع آب‌وخاک، تجهیز و نوسازی شالیزارها، سطح زیر کشت دونوج^۱ و نسبت شالیزارهای داخل شبکه به کل شالیزارها) ارائه شده است. جهت جمع‌آوری داده‌ها از بانک اطلاعاتی سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان، مصاحبه‌ی چهره به چهره با کارشناسان و پرسش‌نامه مقایسات زوجی استفاده شد. ابزار پژوهش پرسش‌نامه محقق‌ساخته بود که توسط ۱۵ نفر از خبرگان حوزه آب‌وخاک تکمیل شد. خبرگان از سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان، شرکت آب منطقه‌ای استان گیلان، مؤسسه تحقیقات برنج ایران و دانشگاه گیلان انتخاب شدند. سنجش اهمیت نسبی زیرمعیارها بر اساس رویکرد مقایسه زوجی و استخراج اهمیت نسبی بر اساس رهیافت-های فرآیند تحلیل پایگانی، فرآیند تحلیل پایگانی فازی^۲ و فرآیند تحلیل پایگانی خاکستری^۳ انجام شد. به‌منظور گروه-بندی شهرستان‌های استان گیلان در خوشه‌های با تاب‌آوری بالا و پایین، از خوشه‌بندی پایگانی^۴، روش وارد و فاصله اقلیدسی^۵ استفاده شد. در این پژوهش از نرم‌افزارهای اکسل^۶ و اس‌پی‌اس‌اس^۷ برای جمع‌بندی داده‌ها، خوشه-بندی و تحلیل یافته‌ها استفاده شد. روش وارد دقیق‌ترین روش خوشه‌بندی پایگانی است. در روش وارد هر عضو به خوشه‌ای منتسب می‌شود که مجموع مربعات انحرافات درون خوشه‌ای به کمترین میزان برسد (Gocic &

۱- برنج دونوج (Ratoon Rice): پس از برداشت برنج در کشت نخست، زمین کشاورزی دوباره آبیاری می‌شود. سپس ساقه‌های جدید از ریشه‌ها رشد می‌کنند و خوشه‌های برنج را تشکیل می‌دهند. برنج حاصل از این جوانه زدن دوباره برنج، دونوج نامیده می‌شود. برنج دونوج نیازی به هزینه‌های کاشت دوباره ندارد و از این نظر سودآور است.

2- Fuzzy Analytic Hierarchy Process

3- Grey Analytic Hierarchy Process

4- Hierarchical Clustering

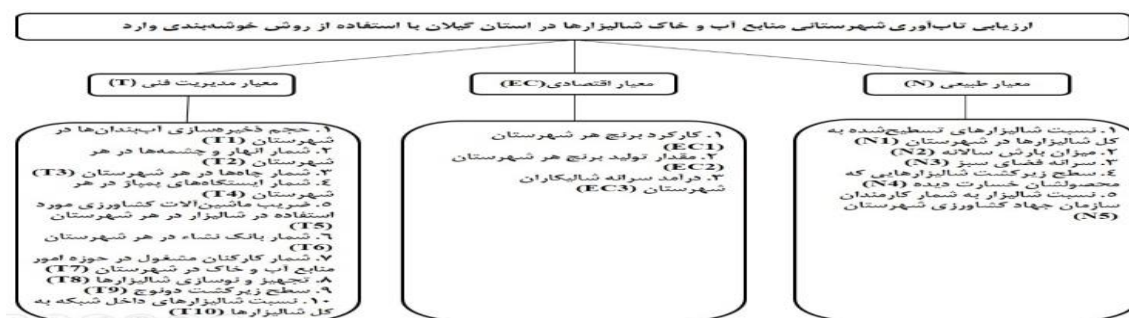
5- Euclidean Distance

6- Excel 2019

7- SPSS 26

دارد (Roa & Srinivas, 2008). جهت دستیابی به اطلاعات بیشتر در مورد خوشه‌بندی پایگانی و روش وارد به (Ward, 1963; Roa & Srinivas, 2008) مراجعه شود.

(Trajkovic, 2014)؛ به عبارت دیگر، در روش وارد جهت سنجش یک خوشه، از مجموع مربعات تفاضل هر داده از یک خوشه یا بردار میانگین آن خوشه استفاده می‌شود (Adhami et al., 2017). فرض روش وارد بر این است که اگر دو خوشه با یکدیگر ادغام شوند، تغییر در مقدار



تابع هدف، فقط به رابطه بین دو خوشه ادغام‌شده بستگی

شکل ۱- درخت تصمیم سامانه ترکیبی منابع آب و خاک کشاورزی

Figure 1- Decision tree of combined agricultural water and soil resources system

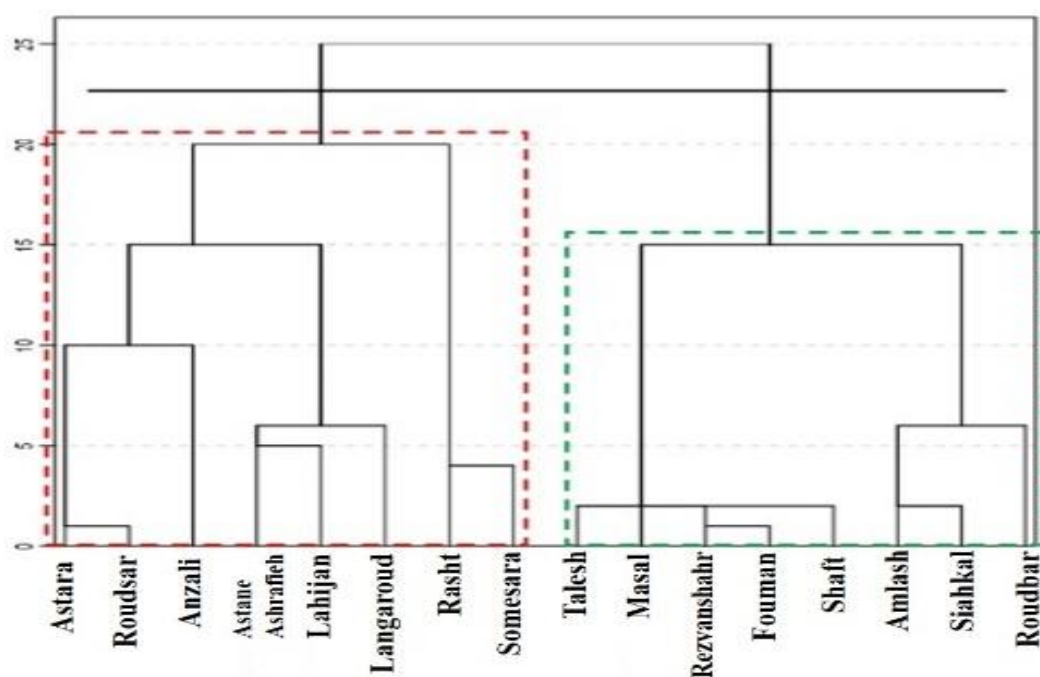
منبع: Liu et al., (2018); Liu et al., (2019a); Liu et al., (2019b) و مصاحبه با خبرگان حوزه آب و خاک کشاورزی

است، شهرستان‌های آستارا، رودسر، انزلی، آستانه اشرفیه، لاهیجان، لنگرود، رشت و صومعه‌سرا در خوشه یک (کادر قرمز در شکل ۲) و شهرستان‌های تالش، ماسال، رضوانشهر، فومن، شفت، املش، سیاهکل و رودبار نیز در خوشه دو (کادر سبز در شکل ۲) قرار گرفتند.

با توجه به نمودار درختواره زیرمعیارهای اقتصادی که در شکل ۳ ارائه شده است، شهرستان‌های رودسر، لنگرود، سیاهکل، املش، آستارا، رضوانشهر، فومن، ماسال و رودبار در خوشه یک (کادر قرمز در شکل ۳) و شهرستان‌های تالش، لاهیجان، آستانه اشرفیه، شفت، صومعه‌سرا، رشت و انزلی نیز در خوشه دو (کادر سبز در شکل ۳) قرار گرفتند.

یافته‌ها

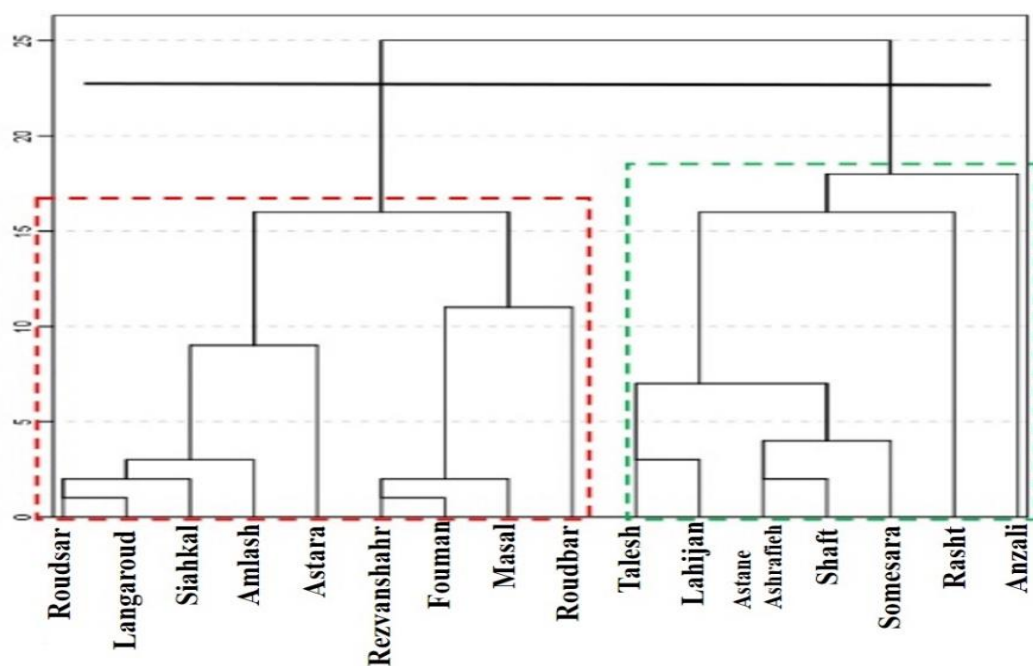
دستاوردهای تجزیه خوشه‌ای برای زیرمعیارهای مؤثر بر تاب‌آوری منابع آب و خاک در شالیزارها با استفاده از درختواره‌های^۱ مربوط به زیرمعیارهای طبیعی، اقتصادی، مدیریت فنی و کل زیرمعیارها در شکل‌های ۲ تا ۵ ارائه شده است. محور افقی درختواره نشان‌دهنده شهرستان‌ها و محور عمودی نشان‌دهنده فاصله اقلیدسی خوشه‌ها از یکدیگر است. بر اساس یافته‌های تجزیه خوشه‌ای که در درختواره‌ها بازتاب داده شده است، شهرستان‌های استان گیلان در دو خوشه دسته‌بندی شدند. با توجه به نمودار درختواره زیرمعیارهای طبیعی که در شکل ۲ ارائه شده



شکل ۲- نمودار درختواره زیرمعیارهای طبیعی با استفاده از روش وارد و فاصله اقلیدسی

Figure 2- Dendrogram diagram of natural sub-criteria using Ward method and Euclidean distance

یادداشت: زیرمعیارهای طبیعی شامل: نسبت شالیزارهای تسطیح شده به کل شالیزارها، میزان بارش سالانه، سرانه فضای سبز، سطح زیر کشت شالیزارهایی که محصولشان خسارت‌دیده و نسبت شالیزار به شمار کارمندان سازمان جهاد کشاورزی



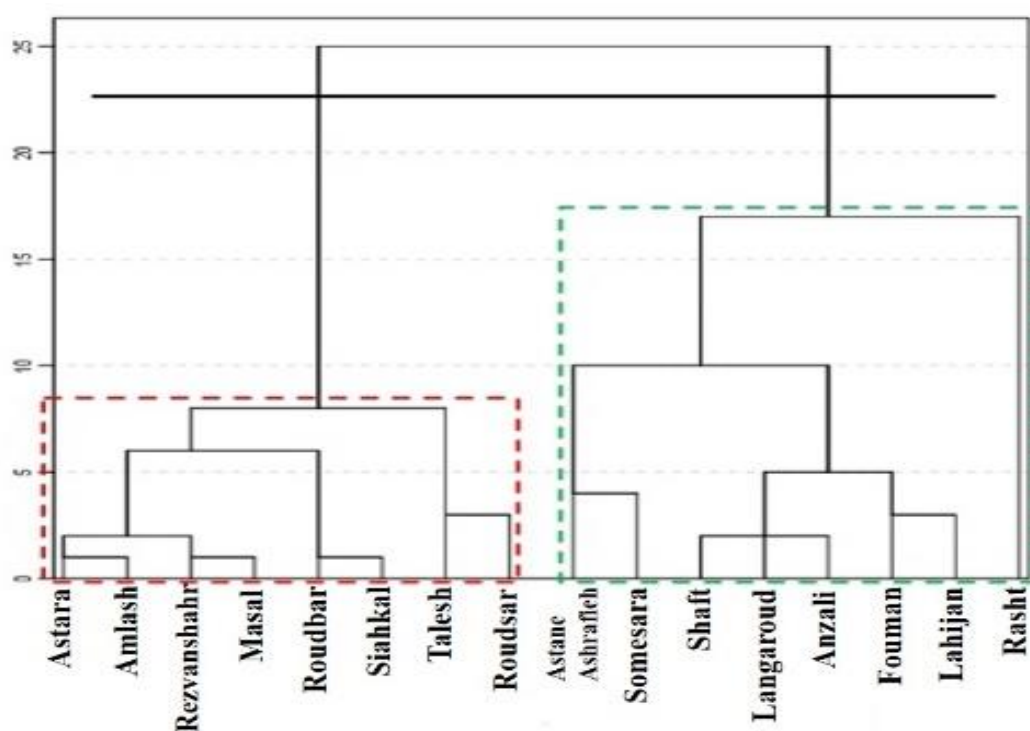
شکل ۳- نمودار درختواره زیرمعیارهای اقتصادی با استفاده از روش وارد و فاصله اقلیدسی

Figure 3- Dendrogram diagram of economic sub-criteria using Ward method and Euclidean distance

یادداشت: زیرمعیارهای اقتصادی شامل: کارکرد برنج، مقدار تولید برنج و درآمد سرانه شالیکاران

در شکل ۵ نمودار درختواره کل زیرمعیارها ارائه شده است. در این نمودار شهرستان‌های رضوانشهر، ماسال، شفت، فومن، املش، سیاهکل، رودبار، آستارا، رودسر، تالش و انزلی در خوشه یک (کادر قرمز در شکل ۵) و شهرستان‌های آستانه اشرفیه، لاهیجان، لنگرود، صومعه‌سرا و رشت نیز در خوشه دوم (کادر سبز در شکل ۵) قرار گرفتند.

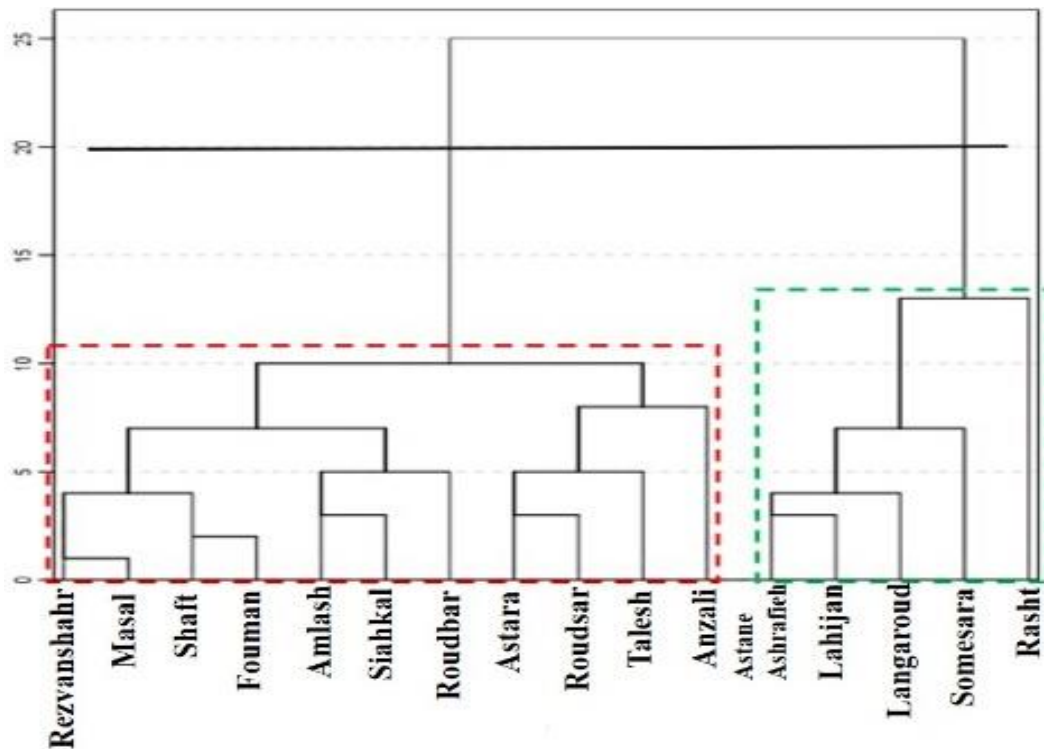
با توجه به نمودار درختواره زیرمعیارهای مدیریت فنی که در شکل ۴ ارائه شده است، شهرستان‌های آستارا، املش، رضوانشهر، ماسال، رودبار، سیاهکل، تالش و رودسر در خوشه یک (کادر قرمز در شکل ۴) و شهرستان‌های آستانه اشرفیه، صومعه‌سرا، شفت، لنگرود، انزلی، فومن، لاهیجان و رشت نیز در خوشه دو (کادر سبز در شکل ۴) قرار گرفتند.



شکل ۴- نمودار درختواره زیرمعیارهای مدیریت فنی با استفاده از روش وارد و فاصله اقلیدسی

Figure 4- Dendrogram diagram of technical management sub-criteria using Ward method and Euclidean distance

یادداشت: زیرمعیارهای مدیریت فنی شامل: حجم ذخیره‌سازی آب‌بندان‌ها، شمار انهار و چشمه‌ها، شمار چاه‌ها، شمار ایستگاه‌های پمپاژ، ضریب ماشین‌آلات کشاورزی مورد استفاده در شالیزار، شمار بانک نشاء، شمار کارکنان مشغول در حوزه امور منابع آب‌وخاک، تجهیز و نوسازی شالیزارها، سطح زیر کشت دونه و نسبت شالیزارهای داخل شبکه به کل شالیزارها



شکل ۵- نمودار درختواره کل زیرمعیارها با استفاده از روش وارد و فاصله اقلیدسی

Figure 5- Dendrogram diagram of all sub-criteria using Ward method and Euclidean distance

در ادامه، تجزیه واریانس چندمتغیره^۱ برای تمام زیرمعیارهای مورد آزمون انجام شد. دستاوردهای تجزیه واریانس چندمتغیره در جداول ۱ تا ۴ ارائه شده است. از این تجزیه برای تأیید محل برش درختواره و ایجاد خوشه‌ها استفاده می‌شود. وجود اختلاف معنادار بین خوشه‌های منفک از محل برش درختواره، تأییدکننده محل صحیح برش درختواره است. در جدول ۱، فرض صفر در سطح یک درصد آماری رد می‌شود. ازاین‌رو، تفاوت معنادار آماری در سطح پنج درصد، بین خوشه یک و دو وجود دارد. در جدول ۲، فرض صفر در سطح یک درصد آماری رد می‌شود؛ بنابراین، تفاوت معنادار آماری در سطح یک درصد، بین خوشه یک و دو وجود دارد.

در ادامه، تجزیه واریانس چندمتغیره^۱ برای تمام زیرمعیارهای مورد آزمون انجام شد. دستاوردهای تجزیه واریانس چندمتغیره در جداول ۱ تا ۴ ارائه شده است. از این تجزیه برای تأیید محل برش درختواره و ایجاد خوشه‌ها استفاده می‌شود. وجود اختلاف معنادار بین خوشه‌های منفک از محل برش درختواره، تأییدکننده محل صحیح برش درختواره است. در جدول ۱، فرض صفر در سطح یک درصد آماری رد می‌شود. ازاین‌رو، تفاوت معنادار آماری در سطح یک درصد، بین خوشه یک و دو وجود دارد.

جدول ۱- تجزیه چندمتغیره بر اساس زیرمعیارهای طبیعی

Table 1- Multivariate analysis based on natural sub-criteria

سطح معنی‌داری	خطا df	فرضیه df	آزمون F	مقدار	اثر
0	10	5	29.272 ^b	0.936	اثر پیلای (Pillai's Trace)
0	10	5	29.272 ^b	0.64	لامبدای ویلکس (Wilks' Lambda)
0	10	5	29.272 ^b	14.636	اثر هتلینگ (Hotelling's Trace)
0	10	5	29.272 ^b	14.636	بزرگترین ریشه روی (Roy's Largest Root)

جدول ۲- تجزیه چندمتغیره بر اساس زیرمعیارهای اقتصادی

Table 2- Multivariate analysis based on economic sub-criteria

اثر	مقدار	آزمون F	فرضیه df	خطا df	سطح معنی داری
اثر پیلای (Pillai's Trace)	0.667	8.004 ^b	3	12	0.003
لامبدای ویلکس (Wilks' Lambda)	0.333	8.004 ^b	3	12	0.003
اثر هتلینگ (Hotelling's Trace)	2.001	8.004 ^b	3	12	0.003
بزرگترین ریشه روی (Roy's Largest Root)	2.001	8.004 ^b	3	12	0.003

جدول ۳- تجزیه چندمتغیره بر اساس زیرمعیارهای مدیریت فنی

Table 3- Multivariate analysis based on technical management sub-criteria

اثر	مقدار	آزمون F	فرضیه df	خطا df	سطح معنی داری
اثر پیلای (Pillai's Trace)	0.93	6.615 ^b	10	5	0.025
لامبدای ویلکس (Wilks' Lambda)	0.07	6.615 ^b	10	5	0.025
اثر هتلینگ (Hotelling's Trace)	13.23	6.615 ^b	10	5	0.025
بزرگترین ریشه روی (Roy's Largest Root)	13.23	6.615 ^b	10	5	0.025

جدول ۴- تجزیه چندمتغیره بر اساس کل زیرمعیارها

Table 4- Multivariate analysis based on total sub-criteria

اثر	مقدار	آزمون F	فرضیه df	خطا df	سطح معنی داری
اثر پیلای (Pillai's Trace)	1	949.443 ^b	14	1	0.025
لامبدای ویلکس (Wilks' Lambda)	0	949.443 ^b	14	1	0.025
اثر هتلینگ (Hotelling's Trace)	13292.201	949.443 ^b	14	1	0.025
بزرگترین ریشه روی (Roy's Largest Root)	13292.201	949.443 ^b	14	1	0.025

بحث

این بررسی در جستجوی معیارها و زیرمعیارهای اثرگذار بر تاب‌آوری شهرستانی منابع آب‌و خاک شالیزارها بود. پس از بررسی منابع کتابخانه‌ای و مصاحبه با خبرگان، سه معیار اصلی و ۱۸ زیرمعیار برای تاب‌آوری شهرستانی منابع آب‌و خاک شناسایی شد. از سوی دیگر، این بررسی به دنبال گروه‌بندی شهرستان‌های استان گیلان در خوشه‌های با تاب‌آوری بالا و پایین بود. با توجه به یافته‌های پژوهش هودنه دافچاهی (Hoodneh Dafchahi, 2023) که در آن شهرستان‌های رشت و آستانه اشرفیه به‌عنوان شهرستان‌های برخوردار از بالاترین تاب‌آوری منابع آب‌و خاک کشاورزی معرفی شده بودند؛ در این پژوهش نیز به دلیل وجود شهرستان‌های رشت و آستانه اشرفیه در خوشه‌ی یک زیرمعیارهای طبیعی، خوشه‌ی دو زیرمعیارهای اقتصادی و در خوشه‌ی دو زیرمعیارهای مدیریت فنی، این خوشه‌ها به‌عنوان شهرستان‌های با وضعیت مناسب تاب‌آوری منابع آب‌و خاک کشاورزی انتخاب شدند؛ بنابراین، شهرستان‌های

خوشه‌ی دوم کل زیرمعیارها (شهرستان‌های آستانه اشرفیه، لاهیجان، لنگرود، صومعه‌سرا و رشت) از تاب‌آوری بالایی در زمینه منابع آب‌و خاک کشاورزی برخوردار بودند. در مقابل، شهرستان‌های خوشه‌ی نخست کل زیرمعیارها عبارت‌اند از شهرستان‌های رضوانشهر، ماسال، شفت، فومن، املش، سیاهکل، رودبار، آستارا، رودسر، تالش و انزلی، در سطح پایینی از تاب‌آوری منابع آب‌و خاک کشاورزی قرار داشتند.

جهت دستیابی به علت قرارگیری شهرستان‌ها در خوشه یک یا دو، بانک داده‌های کشاورزی استان گیلان مورد بررسی قرار گرفت. بررسی‌ها نشان داد که شهرستان‌های لاهیجان، لنگرود، آستانه اشرفیه و رشت از بالاترین نسبت شالیزارهای تسطیح شده به‌کل شالیزارها؛ شهرستان‌های صومعه‌سرا، رشت، آستانه اشرفیه، لاهیجان و لنگرود از بالاترین میزان بارش سالیانه؛ شهرستان‌های رشت و صومعه‌سرا از بالاترین نسبت شالیزار به شمار کارمندان سازمان جهاد کشاورزی؛ شهرستان‌های رشت، صومعه‌سرا،

لاهیجان و آستانه اشرفیه از بالاترین مقدار تولید برنج؛ شهرستان‌های آستانه اشرفیه، رشت، لاهیجان، لنگرود و صومعه‌سرا از بالاترین حجم ذخیره‌سازی آب‌بندان؛ شهرستان رشت از بالاترین شمار چاه؛ شهرستان‌های آستانه اشرفیه، رشت، صومعه‌سرا، لاهیجان و لنگرود از بالاترین شمار ایستگاه‌های پمپاژ؛ شهرستان‌های صومعه‌سرا، رشت و آستانه اشرفیه از بالاترین شمار بانک نشاء؛ شهرستان‌های رشت، لاهیجان و آستانه اشرفیه از بیشترین تجهیز و نوسازی در شالیزارها؛ شهرستان‌های رشت، صومعه‌سرا و آستانه اشرفیه از بالاترین سطح زیر کشت دونوج و شهرستان‌های آستانه اشرفیه، رشت، صومعه‌سرا و لاهیجان از بیشترین نسبت شالیزارهای داخل شبکه به کل شالیزارها بهره‌مند بودند.

شهرستان‌های رودبار، سیاهکل و شفت از کمترین میزان بارش؛ شهرستان‌های رودبار، املش، سیاهکل و آستارا از کمترین نسبت شالیزار به شمار کارمندان سازمان جهاد کشاورزی؛ شهرستان‌های رودبار، آستارا، املش، سیاهکل و ماسال از کمترین مقدار تولید برنج؛ شهرستان‌های سیاهکل، رودبار، شفت و املش از کمترین شمار چاه و شهرستان‌های رودبار، آستارا و ماسال از کمترین سطح زیر کشت دونوج برخوردار بودند.

طبق دستاوردهای رهیافت فاصله انحراف معیار از میانگین زیرمعیارهای نسبت شالیزارهای تسطیح شده به کل شالیزارها، میزان بارش سالانه (مربوط به معیار طبیعی)، کارکرد برنج، مقدار تولید برنج و درآمد سرانه شالیکاران (مربوط به معیار اقتصادی) از شدت اثرگذاری خیلی زیاد بر تاب‌آوری منابع آب‌وخاک شالیزارها برخوردار بودند. تسطیح زمین کشاورزی موجب می‌شود مرحله خاکورزی به‌صورت مناسب‌تر انجام پذیرد، این امر باعث افزایش تاب‌آوری خاک می‌شود؛ همچنین تسطیح زمین کشاورزی باعث می‌شود آب به‌صورت یکنواخت در همه قسمت‌های شالیزار پخش شود و از هدررفت آب جلوگیری شود. بارش‌ها نقش مهمی در کشت برنج ایفا می‌کنند و معمولاً کشاورزان شخم نخست شالیزار خود را

در زمستان با استفاده از آب حاصل از بارش باران و برف انجام می‌دهند. استفاده از بذر گواهی‌شده و ارقام پرمحصول موجب افزایش کارکرد و مقدار تولید برنج خواهد شد. از این افزایش تولید برنج می‌توان برای خاک‌ورزی حفاظتی و افزایش درآمد شالیکاران استفاده نمود. در خاکورزی حفاظتی ۳۰ درصد سطح خاک از بقایای کشت پیشین پوشیده می‌شود؛ حفظ بقایای محصول برنج در سطح زمین، به حفظ آب در بافت خاک، افزایش مواد آلی خاک و کاهش هزینه‌های تولید در کشاورزی کمک می‌کند. همچنین، اگر بازار مناسبی برای فروش محصول برنج تولیدشده ایجاد شود، این امر موجب افزایش درآمد شالیکاران می‌شود. شالیکاران با افزایش درآمد می‌توانند از ماشین‌آلات کشاورزی پیشرفته، شبکه‌های آبیاری مدرن، تجهیز و نوسازی شالیزارها، کود مناسب و بذور گواهی‌شده بهره‌مند شوند و تاب‌آوری منابع آب‌وخاک شالیزار خود را ارتقاء دهند.

در پژوهش معتمد و همکاران (Motamed et al., 2024)، معیار اقتصادی و زیرمعیارهای درآمد، دارایی‌های خانوار شالیکار و دارایی‌های شالیزار از مهم‌ترین پیشران‌های اثرگذار بر تاب‌آوری بود. در پژوهش جمشیدی و عنابستانی (Jamshidi & Anabestani, 2020)، بیشترین شمار عوامل کلیدی مؤثر بر تاب‌آوری، از آن معیار اقتصادی بود. در بررسی اکبریان رونیزی و رمضان‌زاده لسبویی (Akbarian Ronizi & Ramezanzadeh, 2019)، عوامل اقتصادی تأثیر بیشتری بر میزان تاب‌آوری داشتند. در بررسی حاجیان و همکاران (Hajian et al., 2019)، تنوع فعالیت‌های اقتصادی موجب افزایش تاب‌آوری شد. یافته‌های این پژوهش با یافته‌های پژوهش معتمد و همکاران (Motamed et al., 2024)، جمشیدی و عنابستانی (Jamshidi & Anabestani, 2020)، اکبریان رونیزی و رمضان‌زاده لسبویی (Akbarian Ronizi & Ramezanzadeh, 2019) و حاجیان و همکاران (Hajian et al., 2019) همسو بود. در مقابل، در پژوهش فتاحی و

استفاده نمود. از درخت تصمیم و رهیافت خوشه‌بندی این پژوهش نیز می‌توان برای ارزیابی تاب‌آوری منابع آب‌وخاک شالیزارها در سایر مناطق با شرایط اقلیمی مشابه استفاده کرد. مطابق گروه‌بندی رهیافت فاصله انحراف معیار از میانگین، زیرمعیارهای نسبت شالیزارهای تسطیح شده به کل شالیزارها، میزان بارش سالانه، کارکرد برنج، مقدار تولید برنج و درآمد سرانه شالیکاران دارای بیشترین تأثیر بر تاب‌آوری منابع آب‌وخاک کشاورزی بودند. با توجه به یافته‌های این پژوهش، جهت ارتقای تاب‌آوری شهرستانی منابع آب-وخاک شالیزارها پیشنهاد می‌شود از راهکارهای تسطیح شالیزارها، ذخیره بارش‌ها و توسعه شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود و تکمیل فازهای گوناگون آن، افزایش شمار کارشناسان ماهر در حوزه آب‌وخاک کشاورزی در سازمان-های مربوطه، استفاده از بذور گواهی‌شده و بانک نشاء جهت افزایش مقدار تولید برنج، افزایش مطالعات در زمینه-ی بهره‌مندی مناسب از آب‌بندان‌ها و چاه‌ها، افزایش شمار ایستگاه‌های پمپاژ، به‌روزرسانی ماشین‌آلات کشاورزی فرسوده و افزایش شمار تجهیزات و ماشین‌آلات کشاورزی جدید، پیگیری طرح‌های تجهیز و نوسازی شالیزارها و افزایش کشت دوم در شالیزارها بهره گرفته شود. همچنین، بهبود پایش زیست‌محیطی و گسترش اشتراک‌گذاری داده‌ها نیز می‌تواند در کمک به پژوهشگران آینده و ارتقای تاب-آوری منابع آب‌وخاک مؤثر باشد.

تعارض منافع

در این مقاله تعارض منافی وجود ندارد و این نکته مورد تأیید نویسندگان مقاله است.

همکاران (Fatahi et al., 2023)، معیارهای نهادی و زیرساختی دارای بالاترین درجه اهمیت در مفهوم تاب-آوری بودند. در پژوهش وزیریان و همکاران (Vazirian et al., 2021)، بیشترین اثرگذاری و اهمیت ابعاد در میزان تاب‌آوری از آن بعد زیرساختی و فیزیکی بود. دستاوردهای این پژوهش با دستاوردهای پژوهش فتاحی و همکاران (Fatahi et al., 2023) و وزیریان و همکاران (Vazirian et al., 2021) ناهمسو بود.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش وضعیت تاب‌آوری منابع آب-وخاک شالیزارها در شهرستان‌های استان گیلان بررسی شد. سه معیار طبیعی، اقتصادی و مدیریت فنی جهت ارزیابی شهرستان‌ها از لحاظ تاب‌آوری منابع آب‌وخاک تعیین شد. دستاوردهای حاصل از خوشه‌بندی پایگانی روش وارد و فاصله اقلیدسی، شهرستان‌های استان گیلان را از لحاظ تاب‌آوری منابع آب‌وخاک در دو خوشه دسته‌بندی کرد. یافته‌های پژوهش نشان داد که خوشه دوم کل زیرمعیارها متشکل از شهرستان‌های با تاب‌آوری بالا و خوشه اول کل زیرمعیارها متشکل از شهرستان‌های با تاب‌آوری پایین بود. طبق دستاوردهای تجزیه چندمتغیره که برای کل زیرمعیارها انجام شد، تفاوت معنادار آماری بین خوشه یک و دو وجود داشت. علت قرارگیری شهرستان‌ها در خوشه‌های یک و دو، تفاوت وضعیت زیرمعیارهای آب‌وخاک در شهرستان-های استان گیلان بود. از یافته‌های گروه‌بندی شهرستان‌ها از لحاظ تاب‌آوری منابع آب‌وخاک می‌توان در برنامه‌ریزی-های کلان ارتقاء تاب‌آوری منابع آب‌وخاک در استان گیلان

References

1. Adhami, M., Zabihi, M., Zare Naghadeh, S. and Mostafazadeh, R., 2017. Choosing the best hierarchical Clustering technique based on principal components analysis for suspended sediment load estimation. Quarterly Journal of Environmental Erosion Research, 4(24), pp. 47-67.
<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.22517812.1395.6.4.4.3> (In Persian)
2. Akbarian Ronizi, S. R. and Ramezanzadeh Lasboyee, M., 2019. Farmer's resilience against drought with an emphasis on economic factors and social capital in rural areas: A case study of Roniz in Estahban County. Journal of Rural Research, 10(2), pp. 230-243.
<https://doi.org/10.22059/jrur.2018.230885.1090> (In Persian)

3. Arthur, E.; Schjønning, P.; Moldrup, P.; de Jonge, L. W., 2012. Soil resistance and resilience to mechanical stresses for three differently managed sandy loam soils. *Geoderma*, 173(174), pp. 50–60.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.01.007>
4. Bonetti, J., Anghinoni, I., Moraes, M. and Fink, J., 2017. Resilience of soils with different texture, mineralogy and organic matter under long-term conservation systems. *Soil & Tillage Research*, 174, pp. 104-112. **<https://doi.org/10.1016/j.still.2017.06.008>**
5. Blanco-Canqui, H. and Lal, R., 2010. Soil Resilience and Conservation. Chapter 16 in book: *Principles of Soil Conservation and Management*. Springer. Dordrecht.
https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8709-7_16
6. Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E. and Webb, J., 2008. A Place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change*, 18(4), pp. 598-606.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.07.013>
7. Duchek, S., 2020. Organizational resilience: a capability-based conceptualization. *Business Research*, 13, pp. 215-246. **<https://doi.org/10.1007/s40685-019-0085-7>**
8. Darnhofer, I., Fairweather, J. and Moller, H., 2010. Assessing a farm's sustainability: insights from resilience thinking. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 8(3), pp. 186-198. **<https://doi.org/10.3763/ijas.2010.0480>**
9. Fatahi, S., Vahedi, M., Arayesh, M. B. and Eshraghi Samani, R., 2023. An assessment of farmer's social resilience level in the face of water-based crises: The case of Haris County. *Iranian Journal of Agricultural Economics & Development Research*, 54-2(1), pp. 107-129. **<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20084838.1402.54.1.7.2>**(In Persian)
10. Gocic, M. and Trajkovic, S., 2014. Spatiotemporal characteristics of drought in Serbia. *Journal of Hydrology*, 510, pp. 110-123. **<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.12.030>**
11. Guilan Province Agricultural Jihad Organization (GPAJO). 2022. Available at **<https://jkgc.ir/>** [verified July 1, 2024] (In Persian)
12. Hoodneh Dafchahi, F. 2023. Assessing the resilience of water and soil resources management in rural areas of Guilan province. M.Sc. Dissertation, University of Guilan, Iran. (In Persian)
13. Hoodneh Dafchahi, F., Kavooosi Kalashami, M., El Bilali, H. and Yazdani, M. R., 2023. The importance of ecological and natural criteria in the resilience of water and soil resources management in paddy farm. Proceeding of the second agriculture and health Conference. February 1, Jiroft, Iran. (In Persian)
14. Hoodneh Dafchahi, F., Kavooosi Kalashami, M., El Bilali, H. and Yazdani, M. R., 2021. Determining the mechanism for assessing the resilience of water and soil resources management in paddy farms. Proceeding of the second national conference of agricultural and environmental researches of Iran. November 17, Khuzestan, Iran. (In Persian)
15. Hajian, N., Ghasemi, M. and Mofidi, A., 2019. The role of variety of economic-agronomic and non-agricultural activities on the resilience of farmers' rural households in the areas exposed to drought (case study: Chenaran county). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 7(4), pp. 31-52.
<https://doi.org/10.22067/geo.v0i0.71994> (In Persian)
16. Holling, C. S., 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review Ecology and Systematics*, 4(1), pp. 1-23.
<https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>
17. Hajipour, M. and Salari Tabas, M., 2024. Resilience of agricultural livelihoods against frequent droughts; study of villages in Darmian County. *Village and Space Sustainable Development*, 5(2), pp. 121-141.
<https://doi.org/10.22077/vssd.2024.7696.1254>(In Persian)
18. Jayadas, A. and Ambujam, N., 2021. Research and design of a farmer resilience index in coastal farming communities of Tamil Nadu, India. *Journal of Water & Climate Change*, 12(7), pp. 3144-3158. **<https://doi.org/10.2166/wcc.2021.076>**

19. Jamshidi, A. and Anabestani, A., 2020. Interpretive structural modeling of factors affecting the development of resilience to climate change (with emphasis on drought) of villagers in west of Urmia Lake. *Arid Regions Geographic Studies*, 11(42), pp. 1-22. (In Persian)
20. Keys, P., Porkka, M., Erlandsson, L., Fetzner, I., Gleeson, T. and Gordon, L., 2019. Invisible water security: moisture recycling and water resilience. *Water Security*, 8(100046). <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2019.100046>
21. Liu, D., Qi, X., Fu, Q., Li, Mo., Zhu, W., Zhang, L., Abrar Faiz, M., Imran Khan, M., Li, T. and Cui, S., 2019a. A resilience evaluation method for a combined regional agricultural water and soil resource system based on Weighted Mahalanobis distance and a Gray-TOPSIS model. *Journal of Cleaner Production*, 229, pp. 667-679. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.406>
22. Liu, D., Xu, L., Fu, Q., Li, M. and Abrar Faiz, M., 2019b. Identification of resilience Characteristics of a regional agricultural water resources system based on index optimization and improved support vector machine. *Water Supply*, 19(7), pp. 1899-1910. <https://doi.org/10.2166/ws.2019.068>
23. Liu, D., Mu, R., Fu, Q., Liu, C., Li, T., Imran Khan, M., Cui, S. and Abrar Faiz, M., 2018. An evaluation of the resilience of the regional agricultural water and soil resource system in Heilongjiang province China. *Agricultural Research*, 7(3), pp. 311-320. <https://doi.org/10.1007/s40003-018-0312-z>
24. Ministry of Agriculture (MA). 2021. Available at <https://amar.maj.ir/page-amar/FA/65/form/pId3352> [verified July 1, 2024] (In Persian)
25. Meuwissen, M., H. Feindt, P., Spiegel, A., J.A.M. Termeer, C., Mathijs, E., De Mey, Y., Finger, R., Balmann, A., Wauters, E., Urquhart, J., Vigani, M., Zawalińska, K., Herrera, H., Nicholas-Davies, P., Hansson, H., Paas, W., Slijper, T., Coopmans, I., Vroege, W., ciechomska, A., Accatino, F., Kopainsky, B., Poortvliet, P. M., J.L. Candel, J., Maye, D., Severini, S., Senni, S., Soriano, B., Lagerkvist, C. J., Peneva, M., Gavrilesu, C. and Reidsma, P., 2019. A framework to assess the resilience of farming systems. *Agricultural Systems*, 176, 102656. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102656>
26. Motamed, M. K., Kavooosi-Kalashami, M., Khaligh Khiavi, P., Ghorbani Piralidehi, F., Askary Bozayeh, F. and Hoodneh Dafchahi, F., 2024. Identifying and prioritizing drivers affecting the resilience of paddy farmers in Guilan province. *Cereal Research*, 13(4), pp. 315-329. <https://doi.org/10.22124/cr.2024.26768.1810> (In Persian)
27. Mathijs, E., Bijttebier, J., Accatino, F., Feindt, P., Gavrilesu, C., Manevska-Tasevska, G., Meuwissen, M., Ollendorf, F., Peneva, M., Martin, C., Severini, S., Spiegel, A., Vigani, M., Zawalinska, K. and Wauters, E., 2021. Report on combinations of conditions for successful and unsuccessful fostering of resilience in agricultural sectors. Technical Report. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.15843.48166>
28. Nakhli, S. R. and Bastani, M., 2023. An investigating and calculating the resilience of agricultural production with an emphasis on Iran's food security. *Journal of Defense Economics & Sustainable Development*, 8(29), pp. 75-101. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.25382454.1402.8.29.3.6> (In Persian)
29. National Iranian Productivity Organization (NIPO). 2023. <https://www.npo.gov.ir/notes/%D8%A8%D8%A7%D8%B2%D9%86%DA%AF%D8%B1%DB%8C-%D8%AF%D8%B1-%D8%A2%D8%A8-%D9%85%D8%B5%D8%B1%D9%81%DB%8C-%D8%A8%D8%AE%D8%B4-%DA%A9%D8%B4%D8%A7%D9%88%D8%B1%D8%B2%DB%8C> [verified July 6, 2025] (In Persian)
30. Roa, A.R. and Srinivas, V.V., 2008. Regionalization of Watersheds: An Approach Based on Cluster Analysis. Series: Water Science and Technology Library, 58, Springer Publishers, Berlin, Germany.
31. Rice Research Institute of Iran (RRII). 2022. Available at <https://berenj.areeo.ac.ir/fa-IR/berenj.areeo.ac/3735/page/%D8%B5%D9%81%D8%AD%D9%87-%D8%A7%D8%B5%D9%84%DB%8C> [verified July 1, 2024,] (In Persian)

32. Soil & Water Research Institute (SWRI). 2015. Available at <http://www.swri.ir/fa-IR/DouranPortal/1/page/%D8%B5%D9%81%D8%AD%D9%87-%D8%A7%D8%B5%D9%84%DB%8C> [verified July 1, 2024] (In Persian)
33. Sharma, U.C. and Sharma, V., 2006. Groundwater sustainability indicators for the Brahmaputra basin in the northeastern region of India. In sustainability of groundwater resources and its indicators. p. 43. Webb, B., Hirata, R., Kruse, E., Vrba, J., (Eds). International Association of Hydrological Sciences: Wallingford, UK.
34. Vazirian, R., Karimian, A. A., Ghorbani, M., Afshani, S. A. and Dastorani, M. T., 2021. Measuring and evaluating the dimensions affecting the improvement of resilience of rural communities in the face of drought (Case study: Sabzevar county). *Journal of Rural Research*, 11(4), pp. 630-645.
<https://doi.org/10.22059/jrur.2020.293441.1427> (In Persian)
35. Ward, Jr., 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58(301), pp. 236–244.
<https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>
36. Wolfenden, J., Evans, M., Essaw, D., Johnson, F., Sanderson, A., Starkey, G. and Wilkinson, B., 2007. Resilience management, a guide for irrigated regions, communities and enterprises, Cooperative Research Centre for Irrigation Futures Technical Report No. 01/07. Available at https://www.researchgate.net/publication/242588240_Resilience_Management_A_Guide_for_Irrigated_Regions_Communities_and_Enterprises [verified July 1, 2024]
37. Xu, D., Liu, J., Liu, D., Fu, Q., Li, M., Abrar Faiz, M., Ali, S., Li, T., Liu, S. and Yan, G., 2022. Measurement and analysis of the resilience characteristics for a regional agricultural soil-water resource composite system. *Journal of Environmental Management*, 318(115622). **<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115622>**
38. Zhou, H., Wang, J., Wan, J. and Jia, H., 2010. Resilience to natural hazards: a geographic perspective. *Natural Hazards: Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, 53(1), pp. 21-41. **<https://doi.org/10.1007/s11069-009-9407-y>**