# ارزیابی عوامل مؤثر در کارایی تولید آب در مقیاس ناحیه‌ای با استفاده از تلفیق تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و خوشه‌بندی فازی

**ناصر دواتگر[1] ، محمدرضا نیشابوری[2] و علیرضا سپاسخواه[3]**

1- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات برنج کشور
2- استاد گروه علوم خاک- دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
3- استاد گروه آبیاری- دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

n_davatgar@yahoo.com

**چکیده**

مقدار آب مورد نیاز در اراضی شالیزاری 2 تا 3 برابر بیشتر از دیگر غلات است. از راهکارهای مهم بخش کشاورزی برای مقابله با چالش آب در اراضی شالیزاری، افزایش کارایی تولید آب است. این مطالعه به هدف پایش کارایی تولید آب و مشخصه‌سازی اثر عوامل مؤثر آن در اراضی شالیزاری با استفاده از تلفیق الگوریتم خوشه‌بندی فازی و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام گردید. نتیجه‌ها نشان داد که توزیع مکانی کازایی تولید آب دارای بیشترین اثرپذیری مکانی از کیفیت نگهداری آب و کارایی تولید خاک است.

**کلمات کلیدی**: **کارایی تولید آب، کارایی تولید خاک، کیفیت نگهداری آب، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و خوشه‌بندی فازی**

## مقدمه

با افزایش رشد جمعیت و رقابت دیگر بخش‌ها با بخش کشاورزی، منابع آبی اختصاص یافته به کشاورزی در تنگنا قرار گرفته است. بومن و همکاران (2006) برآورد نموده‌اند که 34/4 درصد از آب آبیاری بخش کشاورزی در دنیا در گیاه برنج استفاده شود. بنابراین، گیاه برنج به عنوان هدف اصلی در فعالیت‌های صرفه‌جویی آب در دنیا مورد توجه قرار گرفته است.

مقدار آب ورودی (بارش به همراه آب آبیاری) در اراضی شالیزاری 2 تا 3 برابر بیشتر از دیگر غلات است (تونگ و همکاران، 2005). این مقدار از 400 میلی‌لیتر در خاک‌های رسی بافت سنگین با سفره آب زیرزمینی کم‌عمق تا 2000 میلی‌متر در خاک‌های بافت سبک با سفره آب زیرزمینی عمیق را شامل می‌شود (بومن و تونگ، 2001). بیشترین تلفات آب در اراضی شالیزاری را نفوذ عمودی و افقی آب شامل می‌شود. نفوذ عمودی و افقی آب به خواص فیزیکی و هیدرولیکی خاک بستگی دارد (وُپریز و همکاران، 1994).

یکی از راهکارهای مهم بخش کشاورزی برای مقابله با چالش آب در اراضی شالیزاری، افزایش کارایی تولید آب است. بومن و تونگ (2001) نشان دادند که کارایی تولید آب در اراضی شالیزاری به تلفات آب از راه نفوذ عمقی و افقی، عملکرد گیاه برنج، شرایط اقلیمی و بهبود مدیریت زراعی از راه بهینه‌سازی مصرف کود و آفت‌کش‌ها وابسته است. استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی فازی یک راه دستیابی جدید و مؤثر برای تعیین محدوده‌های همگون مدیریتی و ارزیابی عوامل مؤثر بر رفتار متغیر هدف در مقیاس ناحیه‌ای است. از الگوریتم خوشه‌بندی فازی در تعیین محدوده همگون کیفیت حاصلخیزی و دیگر عوامل مؤثر در تولید استفاده شده است (تیلور و همکاران، 2003؛ دیان و همکاران،

2007). بر پایه بررسی منابع علمی تاکنون از الگوریتم خوشه‌بندی فازی برای ارزیابی عوامل مؤثر بر کارایی تولید آب استفاده نشده است.
این مطالعه به هدف پایش کارایی تولید آب و مشخصه‌سازی اثر عوامل مؤثر بر آن در اراضی شالیزاری با استفاده از تلفیق الگوریتم خوشه‌بندی فازی و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام گردید.

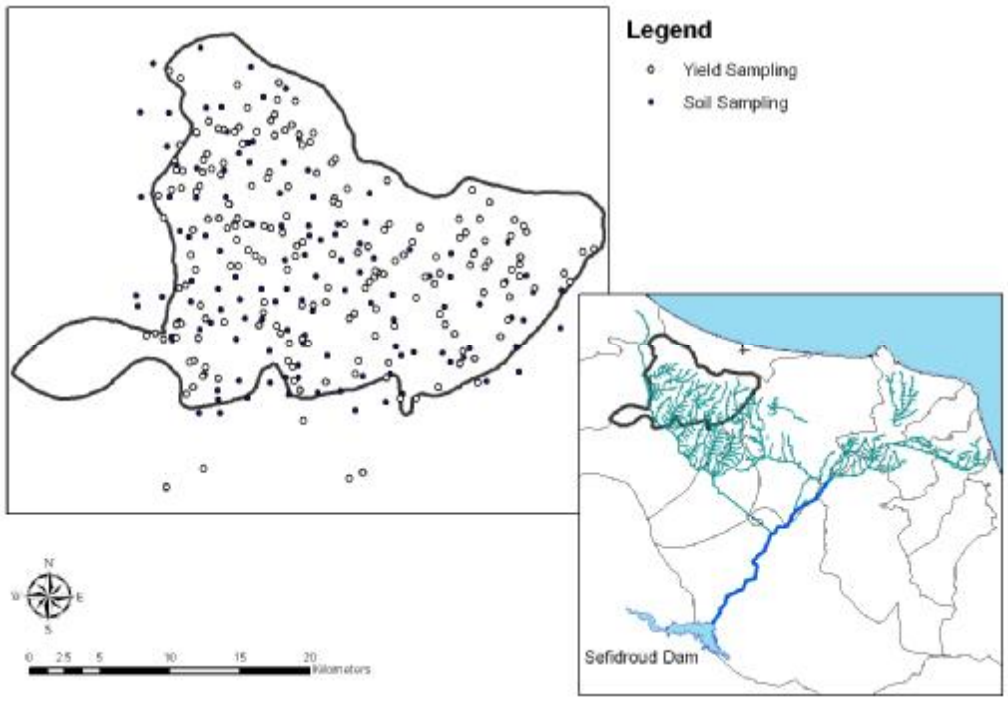
## مواد و روشها

این مطالعه در اراضی شالیزاری شهرستان صومعه‌سرا به مساحت 24000 هکتار انجام شد. رقم هاشمی مهم‌ترین رقم گیاه برنج کشت شده در این ناحیه است. خاک‌های مطالعه شده عمدتاً از نوع آبرفتی قدیم هستند. آب آبیاری ناحیه مورد مطالعه از سد سپیدرود و شبکه کانال‌های آن تأمین می‌شود. شمایی از ناحیه مطالعه شده در شکل 1 نشان داده شدند. اراضی شالیزاری مطالعه شده با مشکلات متعدد کمبود آب به علت افزایش سطح زیرکشت بدون در نظر گرفتن ظرفیت منابع آبی ناحیه، استهلاک سیستم‌های آبرسانی و احداث سدهای متعدد در بالادست سپیدرود مواجه است.
متغیرهای اندازه‌گیری شده مرتبط با حاصلخیزی و پایداری تولید خاک عبارت بودند از: کربن آلی، بافت خاک، گنجایش تبادل کاتیونی، عمق خاک سطحی و pH و عناصر غذایی N ، P و K . متغیرهای اندازه‌گیری شده مرتبط با نگهداری آب در خاک عبارت بودند از: بافت، رطوبت حجمی اشباع، جرم مخصوص ظاهری و هدایت هیدرولیکی اشباع. عملکرد گیاه برنج در 193 مزرعه در مرحله رسیدگی فیزیولوژی با استفاده از کادرهای متر مربع و کف‌بُر و شاخص برداشت و عملکرد گیاه (در رطوبت 14 درصد) اندازه‌گیری شدند. حجم آب آبیاری تحویلی به مزارع با استفاده از داده‌های شرکت بهره‌برداری از شبکه آبیاری سپیدرود مشخص گردید. مقدار بارش روزانه با استفاده از 5 ایستگاه هواشناسی سینوپتیک و 2 ایستگاه باران‌سنجی برای کل ناحیه مطالعه شده با استفاده از روش وزن‌دهی عکس فاصله برای هر روز پهنه‌بندی و برای موقعیت هر مزرعه درون‌یابی شد.
داده‌های کمی بدست آمده با استفاده از تلفیق آمار توصیفی، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و الگوریتم خوشه‌بندی فازی، به شاخص‌های کیفی تبدیل شدند. تعداد بهینه محدوده‌های همگون برای شاخص‌های کیفی با کارایی تولید خاک، کیفیت حاصلخیزی خاک و کیفیت نگهداری آب در خاک‌های منطقه با استفاده از شاخص‌های درجه فازی‌سازی (FPI) و آنتروپی گروه‌بندی نرمال سده (NEC) مشخص گردیدند. مقایسه متغیرها در محدوده‌های کیفی بر پایه تجزیه واریانس و آماره $T^2$- هوتلینگ انجام گردید. بازنمایی محدوده‌های کارایی تولید خاک، کیفیت حاصلخیزی و کیفیت نگهداری آب و ارتباط آن با کارایی تولید آب با استفاده از Arc GIS انجام گردید.

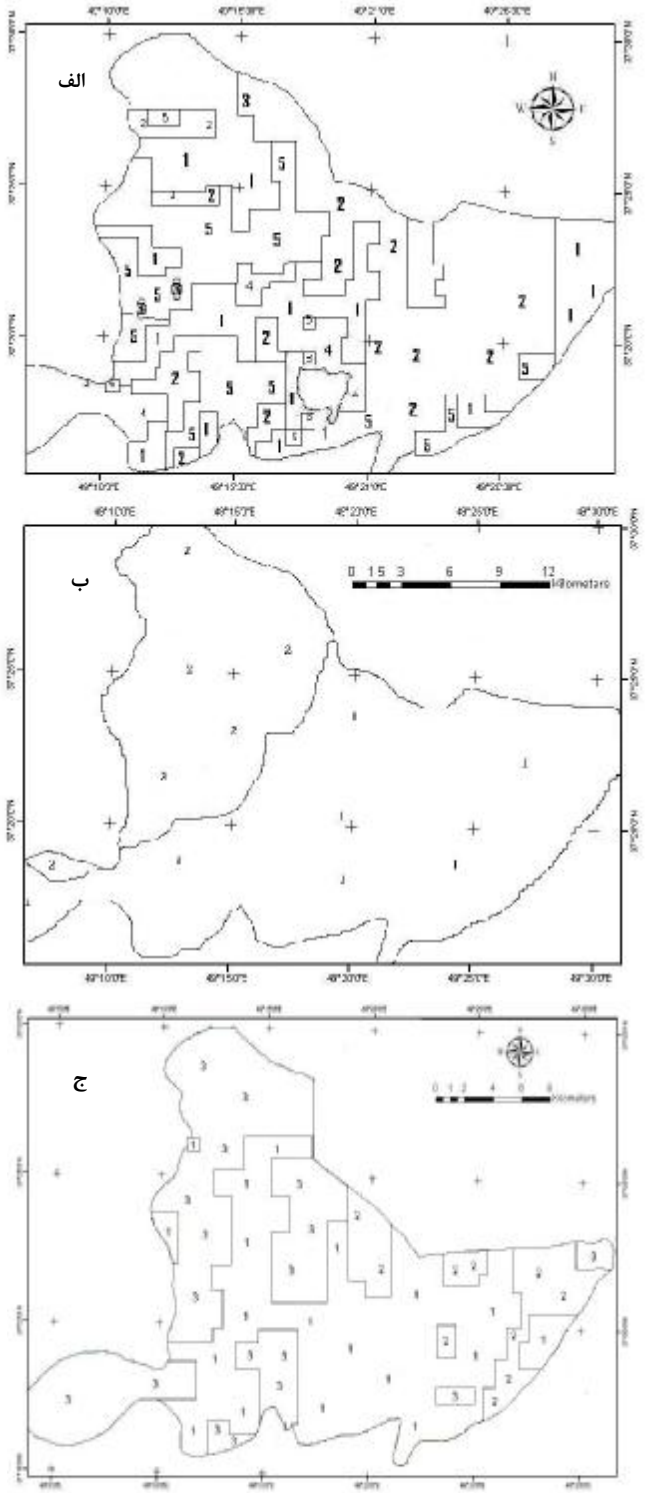
## نتیجه‌گیری

خلاصه مهم‌ترین نتایج بدست آمده در شکل 2 نشان داده شده است. تحلیل تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و خوشه‌بندی فازی نشان داد که از نظر قابلیت استفاده عناصر غذایی 5 محدوده وجود دارد که از توانایی عرضه عناصر غذایی، به ویژه پتاسیم قابل استفاده دارای تفاوت معنی‌دار هستند (شکل 2- الف). محدوده‌های با عرضه مناسب عناصر غذایی بیشتر در نیمه غربی منطقه متمرکز هستند. کارایی تولید خاک دارای دو محدوده همگون می‌باشد. محدوده دوم واقع در شمال غرب و غرب منطقه از ذخیره و توانایی بیشتری در نگهداری عناصر غذایی، ظرفیت بافری بالا و آبشویی کمتر برخوردار است.

ناحیه مطالعه شده از نظر کیفیت نگهداری آب در سه محدوده قرار گرفت (شکل 2- ب). محدوده سوم که بیشتر در شمال غرب، غرب و جنوب غرب توسعه یافته است، با بالا بودن مقدار رس، کربن آلی و رطوبت حجمی اشباع از یکسو و هدایت هیدرولیکی اشباع کم از سوی دیگر از نفوذ کم و توانایی بیشتری در نگهداری آب برخوردار بودند. به نظر می‌رسد نیاز آبی گیاه برنج در این ناحیه کم و می‌توان این محدوده را با فاصله زمانی بیشتری آبیاری کرد.
توزیع مکانی کارایی تولید آب نشان داد که بیشترین مقدار آن عمدتاً در شمال غرب، غرب و جنوب غرب ناحیه مطالعه شده وجود دارد (شکل 2- ج). کارایی تولید آب در این محدوده به ویژه مشابه محدودیت‌های با کیفیت بهتر نگهداری آب و در مرتبه بعد با کیفیت بهتر در کارایی تولید خاک است. این نتیجه نشان می‌دهد که توزیع مکانی کارایی تولید آب در ناحیه مطالعه شده دارای بیشترین اثرپذیری دو مؤلفه کیفیت نگهداری آب و باروری خاک است. علاوه بر آن این مطالعه سودمندی استفاده ار الگوریتم خوشه‌بندی فازی در پایش کارایی تولید آب و عوامل مؤثر بر آن را نشان می‌دهد.




**شکل 1- شمای ناحیه اراضی شالیزاری صومعه‌سرا، مناطق نمونه‌برداری خاک با ( Ÿ ) و گیاه با ( ¡ ) مشخص شده‌اند.**




**شکل 2- بازنمایی محدوده‌های همگون مدیریت حاصلخیزی (الف)، کارایی تولید خاک (ب) و کیفیت نگهداری آب (ج) در اراضی شالیزاری**

## منابع

Bouman BAM, Humphreys E, Barker R and Tuong TP, 2006. Rice water. Adv. Agron. 92: 187-237.

Tuong TP, Bouman BAM and Mortimer M, 2005. More rice water- integrated approaches for increasing water productivity in irrigated rice-based systems in Asia plant prod. Sci. 8: 231-211.

Bouman BAM and Tuong TP, 2001. Field water managementto save water and increase its productivity in irrigated rice. Agric. Water Manage. 49: 11-30.

Guerra LC, Bhuiyan SI, Tuong TP and Barker R, 1998. Producing more rice with less water from irrigated systems. SWIM papers. IWMI / IRRI, Colombom Srilanka, P. 24.

Wopereis MCS, Bouman BAM, Kropff MJ, ten Berge HFM and Maligaya AR, 1994. Water use efficiency of flooded rice fields. I. Validation of the soil- water balance model SAWAH. Agric. Water Manage. 26: 277-289.

Taylor JC, Wood GA, Real R and Godwin RJ, 2003. Soil factors and their influence on within-field crop variability, part II: spatial and determination of management zones. Biosystems Engineering 84: 441- 443.

Yan L, Zhou S, Feng L and Hang-Yi L, 2007. Delineation site- specific management zones using fuzzy clustering analysis in a coastal saline land. Comput. Electron. Agric. 56: 174-186.