Economic Research
University of Tehran Press
Online ISSN: 2588-6118
Homepage: https://jte.ut.ac.ir

# Analysis of the Behavioral Pattern of Groundwater Consumers in the Agricultural Sector: A Case Study of Varamin Plain Basin

**Mohammad Barakan[1]✉, Gholam Hossain Kiani[2], Nematollah Akbari[3], Dariush Rahimi[4]**

1. Department of Economics, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran, m.a.barakan@gmail.com
2. Department of Economics, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran, gh.kiani@ase.ui.ac.ir
3. Department of Economics, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran, nemata1344@yahoo.com
4. Department of Physical Geograghy, Faculty of Geographical Sciences And Planing, University of Isfahan, Isfahan, Iran, d.rahimi@geo.ui.ac.ir

**Article Info**

**Article type**:
Research Article

**Article history:**
**Received:**
2023-02-04
**Received in revised:**
2023-06-24
**Accepted:**
2023-08-06
**Published online:**
2023-09-20

**Keywords**:
Behavioral Economic,
Groundwater,
Time-Inconsistency

**JEL Classification**:
D91, Q50, Q01

**ABSTRACT**

In a situation where water supply constraints have increased due to population growth and economic development, as well as a lack of a suitable consumption pattern, ecological concerns in the socio-economic environment regarding the optimal allocation of water among consumers have become an important issue. Varamin plain basin is located in the southeast of Tehran and produced the majority of agricultural production in this area. Since, the agriculture is the main and the largest consumer of groundwater in this region, so the water crisis has been affected by the pattern of groundwater exploitation. In this paper, agricultural behavior of water consumption was analyzed in the framework of three perspectives: a competitive, a constancy of time preferences and a time inconsistency of preferences during the thirty-year period from the 1368-69 to 1397-98. In order to assess this hypothesis, the current state of groundwater consumption was compared to one of three scenarios presented. In the competitive approach of water consumption, neoclassical equilibrium condition of efficient market was employed. However, in the other two scenarios, the discrete dynamic optimization technique was used to extract the behavioral pattern of water consumption. The conclusion indicated that farmers dealing with groundwater as the main source of agricultural water supply had a non-optimal pattern of time inconsistency in their consumption from a psychological point of view. Therefore, changing the status quo and ensuring the effectiveness of the water policy require the modification of the behavioral pattern of water consumption in farming.

Barakan, M., Kiani, G. H., Akbari, N., & Rahimi, D. (2023). Analysis of the Behavioral Pattern of Groundwater Consumers in the Agricultural Sector: A Case Study of Varamin Plain Basin. *Journal Economic Research*,58 (2),185-206.

© The Author(s).
**Publisher**: University of Tehran Press.
DOI:10.22059/JTE.2023.354898.1008784

تحقیقات اقتصادی
شاپا الکترونیکی ۲۴۱۸-۴۵۸۸
Homepage: https://jte.ut.ac.ir

# تحلیل الگوی رفتاری بهره‌برداران منابع آب زیر زمینی در بخش – کشاورزی (مطالعه موردی دشت ورامین)

**محمد برکان[۱]، غلامحسین کیانی[۲]✉، نعمت‌الله اکبری[۳]، داریوش رحیمی[۴]**

۱. گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. m.a.barakan@gmail.com
۲. گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران، gh.kiani@ase.ui.ac.ir
۳. گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران، nemata1344@yahoo.com
۴. گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران، d.rahimi@geo.ui.ac.ir

**اطلاعات مقاله**

**نوع مقاله:**
علمی پژوهشی

**تاریخ دریافت:** ۱۴۰۱/۱۱/۱۵
**تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۲/۰۴/۰۳
**تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۲/۰۵/۱۵
**تاریخ انتشار:** ۱۴۰۲/۰۶/۲۹

**کلیدواژه‌ها:**
اقتصاد رفتاری، آب زیرزمینی، ناسازگاری زمانی

طبقه‌بندی JEL:
D91, Q50, Q01

**چکیده**

در شرایطی که محدودیت‌های عرضه آب، تحت تاثیر افزایش جمعیت و توسعه روزافزون اقتصادی و ندا شتن الگوی منا سب م صرف ت شدید شده، نگرانی‌های اکولوژیکی در محیط اجتماعی– اقتصادی پیرامون تخصیص بهینه آب نیز میان بهره‌برداران به مسئله مهمی تبدیل شده است. منطقه ورامین در جنوب شرقی پایتخت واقع شده و بیشتر تولیدات کشاورزی ا ستان تهران را به خود اختصاص داده است. ازآنجایی‌که کشاورزی اصلی‌ترین و بزرگ‌ترین بخش مصرف‌کننده آب زیرزمینی در این منطقه می باشد، بحران آبی موجود در آن متأثر از الگوی بهره‌برداری آب زیرزمینی بوده است. در این مقاله رفتار بهره‌برداران آب کشاورزی در چارچوب سه دیدگاه رقابتی، ثابت بودن ترجیحات زمانی و ناسازگاری زمانی ترجیحات طی دوره سی ساله از سال زراعی ۶۹–۱۳۶۸ تا ۹۸–۱۳۹۷ مورد تحلیل قرار گرفته تا این فرضیه بررسی شود که وضع موجود در مصرف آب زیر زمینی به کدام یک از سه سناریو ارائه شده در این پژوهش نزدیک بوده است. به این ترتیب در الگوی رقابتی روند تخصیص آب بین کشاورزان از شرط تعادل نئوکلاسیکی بازار کارا ا ستفاده شده و در دو سناریوی دیگر تکنیک بهینه‌یابی پویای گسسته برای ا ستخراج الگوی رفتاری م صرف آب به‌کار رفته ا ست. نتایج تحقیق ن شان می‌دهد که کشاورزان در بهره‌برداری از آب زیر زمینی به‌عنوان منبع ا صلی تأمین آب کشاورزی منطقه، از جنبه روان شناختی، با الگوی غیر بهینه نا سازگاری زمانی در م صرف روبه‌رو بوده‌اند که تغییر و ضع موجود و اثربخ شی سیا ست‌گذاری‌های حفظ پایداری منابع آبی م ستلزم ا صلاح الگوی رفتاری و م صرف آبی ک شاورزان می‌باشد.

برکان، محمد؛ کیانی، غلامحسین؛ اکبری، نعمت‌الله و رحیمی، داریوش (۱۴۰۲). تحلیل الگوی رفتاری بهره‌برداران منابع آب زیر زمینی در بخش – کشاورزی (مطالعه موردی دشت ورامین). تحقیقات اقتصادی، ۵۸(۲)، ۲۰۶–۱۸۵.
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI:10.22059/JTE.2023.354898.1008784

## ۱- مقدمه

در نواحی خشک و نیمه خشک (به دلیل محدودیت آب‌های سطحی)، آب‌های زیر زمینی به‌عنوان اصلی‌ترین منبع تأمین، همواره با نگرانی‌های روز افزونی در ارتباط با مدیریت مصرف روبه‌رو هستند (واراسمارتی و همکاران[1]، ۲۰۱۰). در شرایطی که محدودیت‌های آبی، تحت تأثیر افزایش جمعیت و توسعه روزافزون اقتصادی تشدید شده است، نگرانی‌های اکولوژیکی در محیط اجتماعی- اقتصادی و همچنین ملاحظاتی پیرامون تخصیص بهینه آب میان بهره‌برداران به مسئله مهمی تبدیل شده است.

از منظر بیلان آبی، در کشور، میزان متوسط تغذیه آب‌های زیر زمینی و آبخوان‌ها، ۵۵ میلیارد متر مکعب در سال است، با این حال با بهره‌برداری حدود ۸۰ میلیارد متر مکعبی، اضافه برداشتی معادل ۲۵ میلیارد متر مکعب در سال (۴۵ درصد بیش‌تر از تغذیه آن)، به منابع زیر زمینی تحمیل شده است (نیازی شهرکی، ۱۳۹۴). این اضافه برداشت سبب شده است دشت‌های کشور به‌طور متوسط با افت بیش از ۵۰ سانتی‌متری سطح ایستایی آب زیر زمینی مواجه شوند که پیامد این مسئله را می‌بایست در ورود آب‌های شور، پایین رفتن کیفیت آب‌های زیر زمینی و تنزل امنیت آبی دشت‌های کشور جستجو کرد (نور، ۱۳۹۵).

از نگاه اکولوژیکی، عدم توازن در تغذیه و تخلیه یک حوضه آبریز می‌تواند به تبعات اقتصادی (بیکاری، کاهش رفاه ناشی از کمبود آب) و زیست‌محیطی (فرونشست) در آن منطقه منجر شود.

در سال‌های اخیر با وجود ارائه تکنیک‌های حفاظتی در خاک‌ورزی، توسعه آبیاری قطره‌ای، افزایش سطح زیر کشت گلخانه‌ای که به بهبود بهره‌وری مصرف آب کمک کرده است، رفتار برداشت کنندگان آب زیر زمینی در قالب سیاست‌گذاری‌های بخش کشاورزی (به‌استثنای عملکرد تولیدی)، روی مدیریت مصرف آب، چندان موفقیت‌آمیز نبوده‌اند. استان تهران هر چند بالاترین سطح زیر کشت گلخانه‌ای کشور (۲۲/۹) را به خود اختصاص داده است (سالنامه آماری استان تهران، ۱۳۹۶)، اما متأسفانه امروز دشت ورامین که از حاصلخیزترین مناطق استان تهران محسوب می‌شود، در وضعیت بحرانی قرار گرفته است، که متأسفانه پیامدهای بی‌توجهی در برداشت آب زیرزمینی موجب شکل‌گیری مشکلات زیست‌محیطی (تنزل کیفیت و شوری آب) و اجتماعی (فرو نشست) در دشت ورامین شده است؛ به‌طوری‌که این دشت با محدوده فرو نشستی ۸۰۰ کیلومتر مربع، با نرخ تقریبی ۰/۷ میلی‌متر در روز در معرض تهدید قرار گرفته است (اطلس‌های فرونشست، ۱۳۹۷).

1. Vorosmarty et al.

در حقیقت، این نوع قوانین بهره‌وری آب در جهت بالا بردن سطح زیر کشت و درآمد امروز بهره‌برداران تفسیر و تعدیل شده است، به‌گونه‌ای که با وجود قوانین نظارتی و راهکارهای بهره‌وری آبی، وضعیت دشت‌های بحرانی کشور از ۶۰ درصد فراتر رفته است (وزارت نیرو، ۱۳۹۷).

بنابراین پیدا کردن الگوی رفتاری بهره‌برداران آب زیرزمینی نقش به‌سزایی در ارائه راهکارهای حفظ این ذخایر ارزشمند و هدایت رفتاری ذی‌نفعان آن خواهد داشت.

ازآنجایی‌که کشاورزی اصلی‌ترین و بزرگ‌ترین بخش مصرف‌کننده آب زیرزمینی در منطقه ورامین محسوب می‌شود و با توجه به مسئله بحران آبی موجود در این منطقه، در این مقاله تخصیص آب کشاورزی میان بهره‌برداران در چارچوب سه دیدگاه رقابتی، ثابت بودن ترجیحات زمانی و ناسازگاری زمانی ترجیحات مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته تا این فرضیه آزمون شود که وضع موجود و رفتار واقعی مصرف آب کشاورزی به کدام یک از سناریوهای تبیین شده نزدیک‌تر بوده است تا راهکارهای متناسب با آن در نظر گرفته شود. بدین ترتیب در ادامه این مقاله ادبیات موجود در زمینه تخصیص منابع در قالب سه دیدگاه رقابتی، ثابت بودن ترجیحات زمانی و ناسازگاری زمانی ترجیحات به بحث گذاشته می‌شود سپس مبانی نظری رفتار بهره‌برداران ارائه می‌شود و در ادامه نتایج سناریوهای معرفی شده در محدوده دشت ورامین و توصیه‌های سیاست‌گذاری مناسب مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

## ۲- پیشینه پژوهش

در زمینه تخصیص نهاده‌ها و منابع تولیدی، دیدگاه رایج اقتصادی این فرض را دنبال می‌کند که چون بازارها به‌طور ذاتی کارا هستند، ذی‌نفعان یک منبع در تقابل عرضه و تقاضای آن کالا در حد توانشان بهترین کارایی را از خود نشان می‌دهند (چراکه پیش فرض اقتصاد متعارف این است که عقلانی عمل کردن ذی‌نفعان منبع از پیش تعیین شده و مشخص می‌باشد). در چنین موقعیتی تقاضایی که از آن منبع می‌شود، در صورتی بهترین انتخاب ممکن خواهد بود که حداکثرکننده منفعت مصرف‌کنندگان آن را به دنبال داشته باشد. همچنین این امر در شرایطی هم اتفاق خواهد افتاد که منفعت نهایی آخرین واحد از آن منبع، با قیمت آن مساوی شود. در چنین شرایطی، پراونچر و برت[1] (۱۹۹۴)، بیان کرده‌اند که چون آبهای زیر زمینی همچون استخری مشترک در دسترس بهره‌برداران قرار دارند، در غیاب هرگونه مقررات کنترلی مرتبط با محل و نرخ برداشت، وجود مجموعه‌ای از اثرات جانبی ناشی از بهره‌برداری، از کارایی تخصیص منبع

1. Provencher and Burt

جلوگیری می‌کند. به اعتقاد کاتیک و گرافتن[1] (۲۰۱۲)، اثرات جانبی ناشی از تخلیه و پمپاژ آب، با ماهیت فضای پویای جریان آب زیر زمینی (نمایه فضایی آبخوان) نیز در ارتباط است که می‌تواند بازخورد ناکارا در رویه رقابتی کنترل نشده ذی‌نفعان یک منبع را به همراه داشته باشد. با این وجود، گچسر و سانچز (۱۹۸۰)، معتقد بوده‌اند که تحت فرض‌های محدود اقتصادی- هیدرولوژیکی یک رویه رقابتی که در چارچوب آن رفتار تقاضای بهره‌برداران، مستقل از زمان باشد، با وجود اثرات جانبی ناشی از پیرامون آن منبع، به پیامدهای بهینه در تخصیص آن منتهی خواهد شد.

در این دیدگاه، بازار کارا و رقابتی حاکمیت مصرف‌کننده ارجح است و تا زمانی که افراد، آسیبی به دیگران وارد نکنند، انتخاب‌های آزاد و اولویتشان با وجود قید بودجه آنها باید محترم شمرده شود، اما ازآنجایی‌که بازار آب زیر زمینی به‌طور ذاتی خصوصیات رایج بازار کار را ندارد و مسائل هیدرولوژیک و عرضه آب نیز در کنار محدودیت بودجه افراد روی مصرف آنها تأثیرگذار است؛ بنابراین رفتار بهینه افراد، مستلزم شکل‌گیری یک افق زمانی برنامه‌ریزی در فرآیند تصمیم‌گیری آنها خواهد بود. به همین دلیل، در ادبیات اقتصاد متعارف نئوکلاسیکی، در شرایطی که حجم موجودی آب زیرزمینی نسبت به مصرف آن، روند کاهشی به خود می‌گیرد، نگاه متداول بهینه در تخصیص و برداشت منبع آب زیر زمینی حول مسئله بهینه‌یابی غیرخطی متمرکز شده است. در چارچوب این بهینه‌یابی که استخراج آب به‌عنوان متغیر کنترل و سطح ایستایی آبخوان، به‌عنوان متغیر حالت در نظر گرفته می‌شود، برنامه‌ریزی دوراندیشانه‌ای طی افق زمانی مصرف آب ایجاد می‌گردد. در این برنامه‌ریزی بهینه، سیاست‌گذار به دنبال آن است که خالص ارزش حال منفعت ناشی از مجموع رانت‌های دوره‌ای آب به دست آمده طی عمر آبخوان، از سوی ذی‌نفع آن منبع، حداکثر شود. در این دیدگاه متداول بهینه‌یابی، فرض می‌شود که فرد، در افق تصمیم‌گیری بهترین انتخاب را خواهد داشت (آشول و همکاران[2]، ۲۰۱۸)، اما امروزه این نگاه در اقتصاددانان شکل گرفته است که تجویز ابزارها و برنامه‌هایی حول نحله مرسوم اقتصادی و بنیان‌های سنتی بیشینه خواهی مطلوبیت و سود ذی‌نفعان یک منبع، نمی‌تواند توصیف مناسبی از تصمیمات کارآمد عوامل اقتصادی ارائه دهد و معیارهای دیگری برای مطالعه رفتار بهینه عوامل اقتصادی نیاز است که ریشه در واقعیت تصمیم‌گیری آنها دارد. در محیط تصمیم‌گیری از جنبه اقتصاد رفتاری، بهره‌برداران به‌طور کامل هوشمندانه، حداکثرکننده و خودخواه در افزایش منافع پولی خود نیستند و در این شرایط یک ناسازگاری با فرضیات رفتاری و نهادی خِرَد متعارف شکل

1. Katic
2. Ashwell et al.

می‌گیرد که به سبب آن پیامدهای انتخاب آنها مستعد خطا و سوگیری‌هایی خواهد شد (آلتمن[1]، ۲۰۱۲). مسئله مهمی که در این میان وجود دارد این است که برخلاف شیوه برنامه‌ریزی متعارف که بهره‌برداران از نرخ‌های تنزیلی در فرآیند تصمیم‌گیری خود استفاده می‌کنند و طی زمان ثابت هستند؛ در دیدگاه اقتصاددانان رفتاری، با الهام از یافته‌های روانشناسی شناختی در محیط‌های تصمیم‌گیری، بهره‌برداران رفتارهایی را از خود نشان می‌دهند که این سازگاری در طول زمان را ندارد؛ به عبارت دیگر، برنامه‌ای که برای یک دوره از سوی فرد در نظر گرفته می‌شود به سرانجام نمی‌رسد و مکرر به تعویق می‌افتد و در عمل بهترین تصمیم نمود واقعی پیدا نمی‌کند (کلینبرگ و ارن[2]، ۲۰۱۴). این نوع خطای رفتاری در تصمیم‌گیری عامل اقتصادی و هم برنامه‌ریز اجتماعی مشاهده شده است. به‌طور مثال در انتخاب رژیم غذایی، تصمیم‌گیری شهودی افراد در هنگام تصمیم‌گیری موجب شده است که آن دسته افرادای که در معرض اضافه وزن قرار دارند، نتوانند طی زمان، فقط با سیاست‌های قیمت گذاری یا ارائه اطلاعات شفاف از وضعیت سلامت مواد غذایی، مصرفشان را کنترل کنند (جاست و پین[3]، ۲۰۰۹). در بازارهای اعتباری هم مشاهده شده است که افراد ابتدا پیشنهادهای سپرده‌های اعتباری کوتاه‌مدت با نرخ بهره پایین به نسبت سپرده‌های طولانی تر با نرخ بهره بالاتر را ترجیح می‌دهند. این مسئله در صورتی است که از منظر رفاهی، رفتار استقراضی بلندمدت در بازار اعتباری، به دلیل اینکه امکان بهره‌مندی از مزایای مصرف طولانی‌تر برای افراد را به همراه دارد، نسبت به سپرده‌های اعتباری کوتاه‌مدت کاراتر می‌باشد. با این وجود، این ناسازگاری زمانی که متأثر از سوگیری مصرف و خرید آنی و ضعف در برآورد درست بدهی‌های آتی در افراد شکل گرفته، در عمل موجب انتخاب‌های نه چندان مطلوب آنها در این بازار شده است (شای و آسوبل[4]، ۲۰۰۴). شواهد دیگر، ناسازگاری زمانی در برنامه‌های حمایتی دولت‌ها از فعالیت‌های اقتصادی را نشان می‌دهد. به‌طور معمول در شرایطی که بازارها وضعیت مطلوبی ندارد، در راستای بهبود کارایی، دولت‌های رفاهی، حمایت‌های مالی (معافیت از مالیات) از بنگاه‌های در معرض ورشکستگی را انجام می‌دهند تا در مجموع، مطلوبیت فعالان اقتصادی در چارچوب چنین برنامه مداخله‌ای حداکثر شود، اما زمانی که برنامه‌ریز اجتماعی از سازگاری و تعهد در حین تصمیم‌گیری برخوردار نباشد و حتی در موقعیتی که بازار در حالت کارا قرار داشته باشد، اما مداخله وی استمرار پیدا کند، به دلیل تأمین منابع مالی این طرح‌ها از طریق مالیات بر سایر واحدها، در عمل، انحراف در نتیجه آن برنامه‌ریزی مشاهده

1. Altman
2. Kleinberg and Oren
3. Just and Payne
4. Shui and Ausubel

خواهد شد (چاری و کهو[1]، ۲۰۱۳). در حوزه منابع طبیعی و محیطزیست نیز مسئله ناسازگاری در تصمیم‌گیری مصرف‌کنندگان یک منبع، مشاهده شده است. ستل و شوگرن[2] (۲۰۰۴)، به بررسی نقش ترجیحات زمانی واقعی در فرآیند مدیریت پارک ملی یلواستون[3] ایالت وایومینگ[4] آمریکا پرداخته‌اند. مسئله تحقیق آنها، در معرض تهدید قرار گرفتن گونه مولّد ماهی قزل‌آلای گلو قرمز به نسبت جمعیت قزل‌آلای دریاچه‌ای بوده است. آنها به کمک مسئله بهینه‌یابی پویا نشان داده‌اند چنانچه مدیریت پارک، با محدودیت بودجه برای برنامه کنترل جمعیت قزل‌آلا و خدمات عمرانی مجموعه برای بهبود جلب گردشگر روبه‌رو باشد؛ با در نظر گرفتن ترجیحات هایپربولیکی برای مدیریت پارک، اهمیت بیشتری برای تصمیمات آینده نسبت به امروز صورت خواهد گرفت که در نتیجه، بودجه بیشتری برای فعالیت حفاظتی و کنترل جمعیت گونه قزل‌آلای ساده در نظر گرفته می‌شود. البته آنها این نگرانی را هم مطرح کرده‌اند که برنامه‌ریزی بهینه بر مبنای ترجیحات هایپربولیکی به ناسازگاری زمانی در اقدامات منجر شود؛ چراکه طی این ترجیحات، افراد در دوره برنامه‌ریزی با دو نوع خطای نسبی اولویت انتخاب امروز به فردا و خود کنترلی در تعهد به برنامه انتخاب شده، مواجه هستند؛ به بیان دیگر با این نوع تنزیل، به مدیر پارک، نوعی وسوسه برای توجیه موکول کردن اجرای آن به دوره بعد، به‌جای تعهد عمل به آن القا می‌گردد که ممکن است به ضرر برنامه حفاظتی تمام شود. استرالیک (۲۰۲۱)، در چارچوب نظری بهینه‌یابی پویا در تخصیص منابع طبیعی تجدیدپذیر مشترک از سوی برنامه‌ریز اجتماعی، نشان داده است که برای این نوع منابع که به دلیل رفتارهای غیرهمکارانه ذینفعان آن امکان نابودی و از بین رفتن آن وجود دارد، در موقعیتی که نرخ تجدید آن منبع بالا باشد، حتی با وجود ذینفعان گوناگون، انتخاب نرخ‌های تنزیل هایپربولیکی (به نسبت نمایی) در تابع منفعت خالص تنزیل شده از سوی برنامه‌ریز اجتماعی، موجب می‌شود برخلاف حالت نمایی که ذینفعان سهم ثابتی در مصرف دارند، این روند بهینه طی زمان کاهشی باشد که در نهایت به حفظ آن منبع کمک خواهد کرد. وی پیش فرض ساده شده‌ای را نیز دنبال کرده است که برنامه‌ریز اجتماعی در فرایند تخصیص منبع مشترک میان ذینفعان، متعهد به‌کارگیری نرخ‌های تنزیل هایپربولیکی سازگار در زمان تصمیم‌گیری برای دوره‌های آتی می‌باشد.

دانکن[5] و همکاران (۲۰۱۲) و هپبورن[6] و همکاران (۲۰۱۰)، به کمک نظریه کنترل بهینه، ناسازگاری در رفتار بهره‌برداری از آبزیان را مورد مطالعه قرار داده‌اند. در این نوع بهینه‌یابی،

1. Chari and Kehoe
2. Settle and Shogren
3. Yellowstone national park
4. Wyoming State
5. Duncan
6. Hepburn

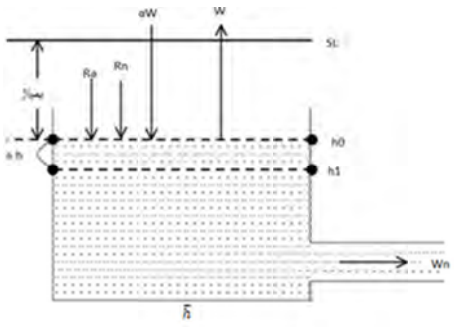
مرسوم آن است که در تابع مطلوبیت تنزیل شده ارزش حال، مطلوبیت ناشی از برداشت طی دوره بهره برداری با نرخ تنزیل ثابت زمانی، بیشینه شود. با این وجود، به نظر آنها شواهد رفتاری انسان‌ها و سایر جانداران موجب به‌کارگیری نرخ تنزیلی می‌شود که به مرور و گذشت زمان روند کاهشی داشته و منعکس‌کننده تنزیل هایپربولیکی بوده است. این روند نزولی در افق برنامه‌ریزی به معنی افزایش وزن روی منافع دوره‌های آتی است که تفسیری از محافظت بیشتر از منابع برای نسل‌های آینده ارائه خواهد داد؛ اما در واقعیت به یک برنامه‌ریزی ناسازگاری زمانی منتهی شده است. در این مطالعه، برنامه‌های صید در شرایطی که نرخ تنزیل طی زمان نزولی باشد، مدل‌سازی شده است. در حقیقت، با نرخ تنزیل کاهشی که برنامه‌ریز دنبال کرده، موجودی منبع در دوره‌های نزدیک، کاهش یافته (چون نرخ تنزیل بالاست) است، اما با کاهنده بودن این نرخ در دوره‌های آتی، امکان جبران و تجدید منبع در آینده فراهم خواهد شد. چنین طرحی ممکن است عملی و بهینه باشد، به شرط آنکه برنامه‌ریز در طول مدت، متعهد بماند. با این حال، آنها در عمل نشان داده‌اند که این خطر وجود دارد تا چنین برنامه‌هایی با چالش تکرار بهینه‌یابی و اصلاح روبه‌رو باشند. این اصلاح به این معنی است که بارها و بارها برنامه مطلوب در نظر گرفته شود. این مسئله موجب خواهد شد سطح مطلوب منبع به پایین کشیده شده و در عمل سیاست بهینه‌یابی نتیجه‌ای جز فروپاشی منبع نداشته باشد، که منعکس‌کننده شیوه غیرعقلانی رفتار انسان در مدیریت منابع طبیعی است.

## ۳- ادبیات نظری

### ۳-۱- هیدرولوژیک یک آبخوان

در یک واحد هیدرولوژیکی، آب سطحی و زیر زمینی، منابع آبی مورد نیاز فعالیت‌های اقتصادی آن حوضه آبریز را تأمین می‌کنند. آب‌های زیر زمینی با توجه به ساختار زمین‌شناسی یک منطقه به‌طور معمول در لایه‌های آبدار با ضخامت آبرفتی مشخص یافت می‌شوند. در ادبیات آبشناسی، به لایه آبداری که توانایی ذخیره و انتقال آب را داشته باشد، آبخوان میگویند. در حقیقت در یک واحد آبخوان، تغییرات ذخیره آن حاصل تفاوت جریان‌های ورودی و خروجی به آن می‌باشند (هرمان باوئر، ۱۹۷۸). برای آبخوان آزاد[1] جریان‌های تغذیه‌کننده و خروجی از آن به‌صورت نمودار ۱ نشان داده شده است.

1. Unconfined aquifer




منبع: کاندوری[1]، ۲۰۰۴

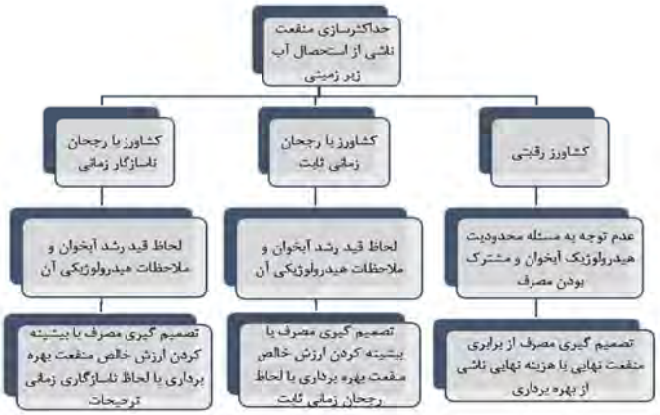
**نمودار ۱.** مدل آبخوان آزاد

$R_n$ و $R_a$ جریان‌های تغذیه‌کننده طبیعی و مصنوعی آبخوان، پارامتر w میزان تخلیه از آبخوان می‌باشد که در این مطالعه میزان مصرف آب زیر زمینی کشاورزی در محدوده مطالعاتی ورامین در نظر گرفته شده است. $w_n$ جریان‌های طبیعی خروجی را نشان می‌دهد. $\alpha w$ جریان برگشتی از مصارف می‌باشد. $\bar{h}$ مرز بین سطح آب شیرین با شور را نشان می‌دهد. h0 ارتفاع اولیه سطح ایستایی و h1 ارتفاع ثانویه سطح ایستایی از آبهای آزاد می‌باشد. در این چارچوب می‌توان گفت با اقتصاد متکی به آب زیر زمینی که روند برداشت فرصت احیای آبخوان را از بین می‌برد، تغییرات ذخیره حجم آبخوان منفی خواهد شد، که یک پدیده اکولوژیکی مخرب برای آن واحد هیدرولوژیکی به شمار می‌رود

## ۳-۲- تخصیص اقتصادی آب میان عوامل اقتصادی

برای آب زیرزمینی به‌عنوان یک منبع طبیعی تجدیدپذیر، یک برنامه درست مصرف به نوع انتخاب عقلانی بهره‌برداران آن واحد هیدرولوژیکی در فرآیند تصمیم‌گیری بستگی دارد (چن و همکارن، ۱۹۹۶). رهیافت‌هایی که درزمینه تقاضای آب وجود دارد، یا در قالب نهادی نظریه بازی‌ها به مسئله شیوه تبین تخصیص میان ذینفعان منبع می‌پردازد (ساتر و همکاران، ۲۰۱۸) و یا براساس تئوری بهینه‌سازی اقتصادی، رفتار بهره‌برداران را تبیین می‌کند (فارست و هافمن، ۲۰۱۰) که در این مطالعه از رهیافت دوم برای بررسی فرضیه تحقیق استفاده شده است. چارچوب عمومی رفتار بهره‌برداران در سه سناریو رقابتی، ثابت بودن ترجیحات زمانی و ناسازگاری ترجیحات زمان به شیوه ساده‌ای که مجموعه حقایق اقتصادی، رفتاری و هیدولوژیکی مؤثر روی فعالیت‌های زراعیشان را منعکس کند، در قالب نمودار ۲ نشان داده شده است.

1. Koundouri




منبع: یافته‌های پژوهش

**نمودار ۲.** چارچوب مدل‌سازی محاسبه منفعت برای کشاورزان در سه دیدگاه رقابتی، ثابت بودن ترجیحات زمانی و ناسازگاری زمانی

### ۳-۲-۱- مسئله مدیریت آب زیر زمینی با فرض رقابت بهره‌برداران آن منبع

بحث اثرات جانبی ناشی از مصرف یک منبع طبیعی، زمانی به وجود می‌آید که همه ذینفعان، در ازای بالا بردن هزینه‌های خود، به دنبال افزایش تولید و بهره‌مندیشان از آن منبع هستند. در این زمینه بهره‌برداری از آب زیرزمینی همراه با ملاحظاتی می‌باشد. مسئله مدیریت بهره‌برداری از یک آبخوان از یک طرف شبیه مسئله صید آبزیان است؛ جایی که به‌واسطه مشترک بودن منبع آزاد طبیعی، هیچکدام از منابع صید قابل تفکیک شدن به‌عنوان یک کالای خصوصی برای مصرف‌کنندگان نیستند و لذا انتظار می‌رود توزیع ناکارآمد بهره‌برداری و اتلاف درآمد به وقوع بپیوندد؛ چراکه هر بهره‌بردار در هر نقطه از زمان به دلیل رقابت ناشی از مسئله تفکیک‌ناپذیری تا جایی برداشت خواهد کرد که درآمد نهایی با هزینه نهایی ناشی از فعالیتش برابر شود و به این ترتیب بتواند منفعت خود را بیشینه کند؛ اما از سوی دیگر این دیدگاه وجود دارد که قابل تفکیک شدن منبع (مثل اقتصاد جنگل) برای یک آبخوان امکان‌پذیر است، زیرا فقط کشاورزانی که اراضی آنها بر روی یک آبخوان قرار داشته باشد اجازه برداشت از آن را خواهند داشت و سایر کشاورزان از بهره‌برداری از آن محروم خواهند بود. در چنین شرایطی، ازآنجایی‌که هر کشاورز (به‌واسطه زمین کشاورزی) مالک بخش کوچکی از یک آبخوان در یک محدوده مطالعاتی خواهد بود و چون دیگر مشکل تفکیک‌ناپذیری آن منبع و اثرات جانبی وجود ندارد، هر بهره‌بردار با توجه محدودیت آبخوان، تا جایی برداشت خود را کنترل خواهد کرد که ارزش حال جریان درآمد

خالص آن بیشینه شود (گرفتن و آداموویز[1]، ۲۰۰۴). در ادامه، از جنبه رقابتی، روابط مربوط به مسئله مدیریت آب زیر زمینی مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای یک آبخوان آزاد چنانچه $w_t$ مصرف سالانه آب کشاورزی و $h_t$ ارتفاع آبخوان از سطح دریا باشد. تغییرات ذخیره حجم آن به کمک رابطه (۱) از t=1 نشان داده می‌شود (گچسر و سانچز، ۱۹۸۰):

$$\Delta X_t = X_t - X_{t-1} = R_t + (\alpha - 1)w_t = AS(\Delta h_t) \quad (۱)$$

برای استخراج رفتار رقابتی بهره‌برداران، در ابتدا فرض شده است که تقاضا برای آبیاری کشاورزی، از یک فرم خطی با شیب منفی نسبت به قیمت آب زیر زمینی به شکل رابطه (۲) پیروی کرده است:

$$w = g + kP \qquad g > 0. k < 0 \quad (۲)$$

که w مترمکعب تخلیه آب زیر زمینی در واحد زمان و P قیمت هر مترمکعب پمپاژ آب به ریال است. $g$ عرض از مبدأ یا جزء ثابت و $k$ ضریب تغییرات مصرف نسبت به قیمت رابطه تقاضای (۲) را نشان می‌دهد.

و درآمد کشاورزان متناسب با تابع تقاضای تعریف شده به‌صورت رابطه (۳) خواهد بود:

$$TR_t = \frac{1}{2k} {w_t}^2 - \frac{g}{k} w_t \quad (۳)$$

ازآنجایی‌که هزینه تخلیه آب زیر زمینی با کاهش حجم آبخوان ارتباط دارد که برای محاسبه آن می‌بایست در وهله نخست تابع عرضه آب تعریف شود (گچسر و سانچز، ۱۹۸۰):

$$\bar{P} = {C_0}' + {C_1}'(S_L - h_t) \quad (۴)$$

$$C_1 = -{C_1}' \quad (۵)$$

$$C_0 = {C_0}' + {C_1}' S_L \quad (۶)$$

$$\bar{P} = C_0 + C_1 h_t \quad (۷)$$

هزینه تخلیه آب به‌طور مستقیم با برداشت و غیرمستقیم با کاهش حجم آبخوان ارتباط دارد، که محاسبه آن به کمک تابع عرضه آب رابطه (۴) انجام می‌شود. در حقیقت این هزینه از دو بخش تشکیل شده است. یک بخش در کنار هزینه راه‌اندازی، تحت تأثیر فاصله پمپاژ از سطح برخورد به آب تا سطح زمین که هزینه ثابت بهره‌برداری را تشکیل می‌دهد و یک بخش هم هزینه متغیر برداشت ناشی از کاهش ارتفاع آبخوان در نتیجه برداشت می‌باشد. پارامتر $C_0$ هزینه ثابت تخلیه آب زیرزمینی است؛ این هزینه از دو بخش تشکیل شده است: ${C_0}'$ هزینه اولیه برداشت آب می‌باشد که مرتبط با مخروط هیدرولوژیکی افت چاه و به عبارت دیگر فاصله برخورد به آب می‌باشد و ${C_1}' S_L$ آن مقدار هزینه‌ای است که متأثر از ارتفاع سطح زمین یا سطح زیر

1. Grafton and Adamowicz

کشت از دریا می‌باشد. $S_L$ ارتفاع سطح زیرکشت و $C_1{}'$، هزینه لازم برای هر متر بالا آوردن آب تا سطح زمین است.

$h_t$ ارتفاع تراز آب زیرزمینی از سطح دریا می‌باشد، بنابراین رابطه (۷)، به نوعی هزینه نهایی پمپاژ را نشان می‌دهد که متأثر از تراز آب زیر زمینی و فاصله برخورد به آب تا سطح زمین است. به‌دلیل اینکه در چارچوب این رهیافت، آبخوان مشترک می‌باشد، در حقیقت هر کشاورز به‌طور مجزا انتظار دارد که با برداشت هریک از آنها، آب کمتری برای برداشت بقیه باقی مانده باشد، لذا به‌جای آنکه برنامه‌ریزی کنترل شده طی دوره بهره‌برداری داشته باشد، ارزش تکنیکی تولید نهایی ناشی از مصرف آب رابطه (۲) را، با هزینه نهایی پمپاژ رابطه (۷) در هر نقطه از زمان معادل قرار می‌دهد تا رفتار بلندمدت خود را مدیریت کند، بنابراین مسیر زمانی برداشت در چنین وضعیتی به طریق زیر و در نهایت مطابق رابطه (۸ تا ۱۰) محاسبه می‌شود:

$$MR_t = \bar{P}_t \quad (۸)$$

$$\frac{1}{k}w_t - \frac{g}{k} = (C_0 + C_1 h_t) \quad (۹)$$

$$w_t = k(C_0 + C_1 h_t) + g \quad (۱۰)$$

ارتفاع آبخوان در رابطه (۱۰) به کمک معادله بیلان آبخوان واحد هیدرولوژیکی به دست می‌آید:

$$X_0 = AS(h_0 - \bar{h}) \quad (۱۱)$$

رابطه (۱۱) حجم ذخیره آبخوان در شروع دوره مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در این صورت، روند تغییرات حجم ذخیره آبخوان و ارتفاع آن طی t دوره زمانی از t=1 به شکل رابطه‌های (۱۲) و (۱۳) خواهد بود:

$$X_t = X_{t-1} + R_t + (\alpha - 1)w_t \quad (۱۲)$$

$$h_t = \bar{h} + \left[\frac{X_{t-1}}{AS}\right] \quad (۱۳)$$

### ۳-۲-۲- مسئله مدیریت آب زیر زمینی از جنبه ثابت بودن ترجیحات زمانی

در شرایطی که بهره‌برداران انتظار نداشته باشند که برداشت هر یک روی هزینه برداشت دیگری تأثیرگذار باشد، کشاورزان، تخلیه آب زیر زمینی خود را طوری کنترل خواهند کرد که خالص ارزش حال جریان منفعت آنها در رابطه (۱۴) طی بلندمدت حداکثر شود، به‌طوری‌که $B(w_t.h_t)$ منفعت یا درآمد بهره‌برداران از سطح زیر منحنی تقاضا آبیاری که در رابطه (۲) نشان داده شده است و منفعت خالص با جمعی‌سازی و کسر $E(t)$ مجموع سایر هزینه‌های تولید کشاورزی طبق رابطه (۱۴) به دست می‌آید.

$$\sum_{t=1}^{T} \rho^t \left(B(w_t.h_t) - E(t)\right) = \rho^t\left(\left(\frac{1}{2k}{w_t}^2 - \frac{g}{k}w_t\right) - (C_0 + C_1 h_t)w_t - E_t\right) \quad (۱۴)$$

$\rho^t$ تابع تنزیل نئوکلاسیکی می‌باشد و در مدل متعارف، بهره‌بردار در افق تصمیم‌گیری به‌گونه‌ای وضعیت مصرف آب خود را با در نظر گرفتن محدودیت هیدرولوژیکی آن انتخاب می‌کند که میزان کوته‌بینی و عدم آینده‌نگری ثابت و سازگاری طی فرآیند تصمیم‌گیری از خود منعکس کند. در این چارچوب روند عامل تنزیل مطابق رابطه (۱۵) به دست می‌آید:

$$\rho^t = \left(\frac{1}{1+r}\right)^t \quad (۱۵)$$

به این ترتیب از بیشینه کردن رابطه بالا با لحاظ قید هیدرولوژیکی آبخوان (۱۲)، الگوی بهینه مصرف کشاورزان و سطح ایستایی آبخوان حاصل می‌شود.

### ۳-۲-۳- مسئله مدیریت آب زیر زمینی از جنبه ناسازگاری ترجیحات زمانی

در بحث رجحان زمانی بهره‌برداری از آب زیر زمینی، فرد ذینفع همواره بر سر دوراهی انتخاب عدم مصرف بیشتر آب در امروز یا متحمل شدن هزینه‌های بالای برداشت (به علت عدم تعویق در مصرف) قرار دارد و وجود ترجیحات زمانی در تصمیم‌گیری رفتار بهره‌برداران سبب می‌شود، منافعی که بهره‌بردار از برداشت امروز یک منبع به دست می‌آورد، ارزشمندتر از برداشت آن در آینده باشد. در مدل کنترل بهینه تشریح شده بالا، فرض اساسی آن است که کشاورز بهره‌بردار، رجحان زمانی ثابت در طول دوره برداشت از خود بروز می‌دهد که به‌طور معمول آنها مطلوبیت امروز خود را نسبت به آینده ترجیح می‌دهد، که این نرخ ترجیح به‌طور پیوسته با نرخ معینی انجام گرفته که در نتیجه آن، عامل تنزیل به‌صورت تابع کاهشی نمایی طی زمان نمود داشته است؛ اما این فرضیه از سوی اقتصاددانان رفتاری مطرح می‌باشد که بهره‌برداران رجحان زمانی ثابتی ندارند و با وجود آنکه وزن بیشتری را برای انتخاب‌های مصرف آتی خود برنامه‌ریزی می‌کنند، اما در واقعیت به آن عمل نمی‌کنند و ناسازگاری در رفتار خود دارند؛ بنابراین در رهیافت عقلانیت محدود شده، انتخاب بین زمانی الگوی اقتصادی، ناسازگاری زمانی رجحان‌ها، یعنی بی‌صبری تنزّلی در برداشت امروز به نسبت آینده، برای رفتار بهره‌برداران متصور است (دانکن، ۲۰۱۱ و هیپورن، ۲۰۱۰). رابطه (۱۶)، چارچوب کلی مسئله بیشینه شدن منفعت خالص بهره‌بردار را نشان می‌دهد.

$$\max \text{net benefit} = \sum_{t=1}^{T} D^t \left\{\left(\frac{1}{2k} {w_t}^2 - \frac{g}{k} w_t - (C_0 + C_1 h_t) w_t - E_t\right)\right\} \quad (۱۶)$$

در رویکرد اقتصاد رفتاری فرض می‌شود که بهره‌بردار به دلیل سوگیری‌های روانشناختی به انتخاب‌هایی دست می‌زند که از انتخاب‌های عقلایی نئوکلاسیکی انحراف دارد. در این رویکرد در فرآیند تصمیم‌گیری، نرخ تنزیل ایده‌آل نئوکلاسیکی در بلندمدت اتفاق می‌افتد و بهره‌برداران به آن پایبند خواهند بود و در کوتاه‌مدت ترجیحات خود را به‌گونه‌ای شکل می‌دهند که متأثر از نهادها و محیط پیرامون تصمیم‌گیری و ظرفیت پردازش ذهنی آنها خواهد بود. از بعد روانشناسی

شناختی، این متفاوت بودن نرخ تنزیل کوتاه‌مدت از بلندمدت به سوگیری اکنون گرایی و عجله در انتخاب دوره فعلی نسبت به آتی دارد. در حقیقت این ناسازگاری زمانی به این صورت است که هرچند کشاورزان برای افق‌های دورتر در زمان تصمیم‌گیری اهمیت بیشتری برای بهره‌برداری آتی خود قائل هستند، اما به دلیل سوگیری‌هایی که به مصرف آب برای کشت جاری خود دارند، به نسبت حالت تنزیل نمایی با سرعت بیشتری به بهره‌برداری از آب زیر زمینی اقدام می‌کنند که موجب می‌شوند عامل تنزیل بزرگ‌تر از حالت نمایی و روند نزولی داشته باشد، در نتیجه تابع تنزیل به‌جای حالت نمایی، شکل هایپربولیکی خواهد داشت؛ به عبارت دیگر، در ترجیحات هایپربولیکی، سوگیری عجله در مصرف موجب می‌شود که نسبت به حالت ترجیحات نمایی در دوره‌های نزدیک افق تصمیم‌گیری این نرخ بالاتر باشد، اما با گذشت زمان برای افق‌های دورتر وزن انتخاب آینده (در قیاس با نمایی) افزایش پیدا می‌کند. یک بهره‌بردار با ترجیحات هایپربولیکی، تابع تنزیلی به شکل رابطه (۱۷) خواهد داشت (لوونشتاین و پرلک[1]، ۱۹۹۲):

$$D^t = \frac{1}{1+rt} \quad (۱۷)$$

در رابطه بالا $t$ دوره‌های گسسته تصمیم‌گیری و $r$ نرخ تنزیل است. در این رویکرد رفتاری، مصرف بهینه و تغییرات ایستایی بهینه آبخوان متأثر از این نوع نرخ تنزیل و ترجیحات بهره‌برداران خواهد بود.

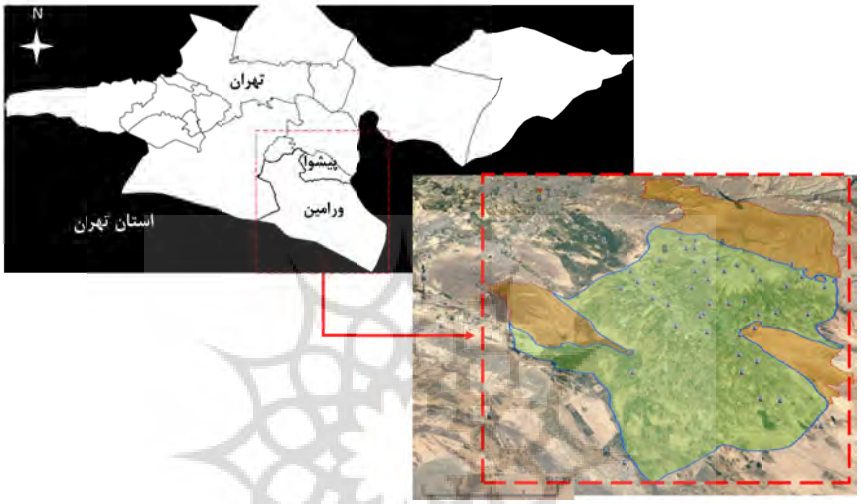
## ۴- نتایج و بحث

### ۴-۱- مطالعه موردی

در مطالعه موردی این مقاله دشت ورامین انتخاب شده است. این دشت با آبخوان آبرفتی یکپارچه به مساحت ۱۰۴۲/۳ کیلومتر مربع، بخشی از حوضه آبریز دریاچه نمک می‌باشد که در حاشیه جنوب شرقی پایتخت و در مجاورت کویر مرکزی ایران، قرار گرفته است. نمودار ۳ موقعیت محدوده مطالعاتی دشت ورامین در استان تهران را نشان می‌دهد. از دیرباز اقتصاد این منطقه متکی بر کشاورزی (۴۲ درصد از اراضی زیر کشت استان تهران در این منطقه قرار دارد) بوده است (سالنامه آماری استان تهران، ۱۳۹۷)؛ به‌طوری‌که نزدیک ۹۰ درصد مصرف آب این منطقه به کشاورزی اختصاص دارد. ازآنجایی‌که از زمان احداث سد ماملو، حق آب اراضی کشاورزی از جریان‌های سطحی رودخانه جاجرود به‌طور منظم تخصیص داده نشده است؛ بالغ بر ۶۰ درصد از منابع آب زیر زمینی آن صرف کشاورزی می‌شود (مابقی هم از کانال پس آب فاضلاب تهران و به‌ندرت از جریان سطحی سد ماملو تأمین می‌شود (عرب و همکاران، ۱۳۹۷).

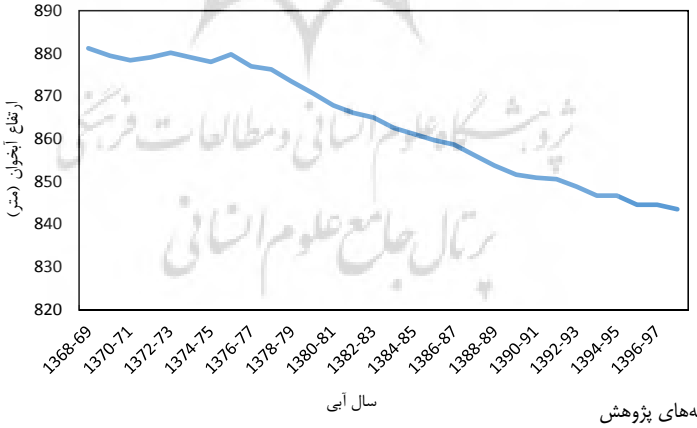
1. Loewenstein. and Prelec

طبق اطلاعات مربوط به چاه‌های بهره‌برداری در این منطقه، از ۵۸۴ حلقه چاه موجود برای تولیدات زراعی غلات، نباتات علوفه‌ای و تا حدی هم صیفی‌جات و محصولات باغی استفاده شده است، به‌طوری‌که آب زیرزمینی منبع اصلی تأمین آب زراعی این منطقه محسوب می‌شود (گزارش چاه‌های بهره‌برداری محدوده مطالعاتی ورامین، اداره آب منطقه‌ای، ۱۳۹۷).




منبع: یافته‌های پژوهش

**نمودار ۳.** موقعیت محدوده مطالعاتی ورامین در استان تهران




منبع: یافته‌های پژوهش

**نمودار ٤.** هیدروگراف آبخوان دشت ورامین

این مسئله را می‌توان با بررسی وضعیت موجودی منابع مشاهده کرد. بررسی بیلان آب زیر زمینی (آبخوان) دشت ورامین به‌عنوان شاخصی از وضعیت پایداری منابع آب در دسترس در دوره سی ساله از سال آبی ۶۹-۱۳۶۸ الی ۹۸-۱۳۹۷ نشان می‌دهد که کاهش جریان‌های تغذیه‌کننده آبخوان (کاهش جریان سطحی ورودی به دشت، پایین بودن میانگین بارندگی نسبت به متوسط بلندمدت استانی و کشوری)، در کنار متکی بودن اقتصاد منطقه به آب، سبب شده است، در این دوره به‌طور میانگین ۱/۲۵ متر تراز آب زیرزمینی و ۷۸/۳ میلیون متر مکعب حجم ذخیره آبخوان با افت روبرو شود. پیامد این وضعیت در نمودار، ۴ روند کاهشی سطح ایستایی آبخوان ورامین طی دوره سی ساله در این منطقه بوده است، به‌گونه‌ای که طی این مدت تراز آب زیر زمینی ۲۵/۴۳ متر با کاهش مواجه شده است.

### ۴-۲- آزمون فرضیه تحقیق

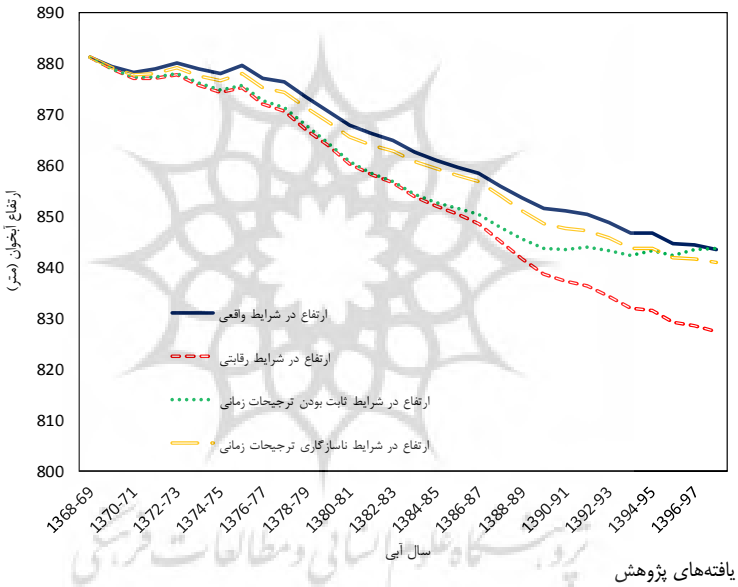
این مطالعه از نوع کاربردی بوده و ازآنجایی‌که مطالعه موردی آن دشت ورامین انتخاب شده است، برای گردآوری داده‌ها و محاسبه اطلاعات مورد نیاز مصرف آب، هیدرولوژیک آبخوان، هزینه نهاده‌های تولیدی زراعی برای یک دوره سی ساله (از سال آبی ۶۹-۱۳۶۸ تا ۹۸-۱۳۹۷)، از شیوه کتابخانه‌ای، با مراجعه به شرکت مدیریت منابع آب ایران، آب منطقه‌ای استان تهران سازمان جهاد کشاورزی استان تهران و شهرستان‌های ورامین، قرچک، پاکدشت و پیشوا استفاده شده که متغیرهای پولی از طریق شاخص قیمت تولیدکننده به قیمت سال پایه ۱۳۹۰ ارائه شده از سوی مرکز آمار ایران، به‌صورت حقیقی در مسئله به‌کاررفته است. پارامترهای مورد استفاده در این تحقیق به همراه علائم اختصاری آن در جدول ۱ معرفی شده‌اند.

**جدول ۱.** معرفی پارامترهای تحقیق

| متغیرها و پارامترها | توضیحات | مقدار | واحد |
|---|---|---|---|
| A | مساحت آبخوان | ۱۰۴۲/۳ | کیلومتر مربع |
| S | ضریب ذخیره آبخوان | ۶ درصد | - |
| $\alpha$ | ضریب برگشتی از مصارف کشاورزی به آبخوان | ۳۷ درصد | - |
| $\bar{h}$ | مرز بین سطح آب شیرین با شور | ۸۴۱ | متر |
| $h_0$ | ارتفاع اولیه آبخوان | ۸۸۱/۱۶ | متر |
| $k$ | شیب تابع تقاضای آب | -۲۱۹۷۷/۹۴ | متر مکعب در مترمکعب بر ریال |
| $g$ | جزء ثابت تابع تقاضای آب | ۴۵۱۴۳۵۰۵۲/۳ | متر مکعب |
| $C_0$ | هزینه ثابت تخلیه آب | ۲۸۶۹۴/۰۳ | ریال بر مترمکعب |
| $C_1$ | هزینه نهایی تخلیه آب | -۳۲/۱۴۳۷ | ریال بر مترمکعب بر متر |
| $r$ | نرخ تنزیل | ۰/۳ | - |

در مقاله حاضر چون به شیوه گسسته از نظریه کنترل بهینه برای بهره‌برداری از منبع آب زیر زمینی استفاده شده، بهینه‌یابی در چارچوب هر دو دیدگاه نئوکلاسیکی و رفتاری به کمک نرم‌افزار ماکروسافت Excel و ابزار Solver مورد مطالعه قرار گرفته است.

هم‌چنین برای انتخاب مقادیر برون‌زای پارامتر $k$ و $g$ از کشش تقاضای آب کشاورزی در مطالعات مشابه انجام شده از سوی علمدار و همکاران (۲۰۱۴)، استفاده شده است و برای اینکه نشان داده شود رفتار کشاورزان محدوده مطالعاتی ورامین به کدام الگو و مدل اقتصادی نزدیک بوده است، اختلاف مصرف آب و تغییرات تراز آب زیر زمینی در چارچوب مدل بهینه رقابتی و بهینه‌یابی پویای گسسته در دو دیدگاه سازگاری و ناسازگاری رجحان‌های بهره‌برداران محاسبه و نتایج حاصل در نمودارهای ۵ و ۶ نشان داده شده است.



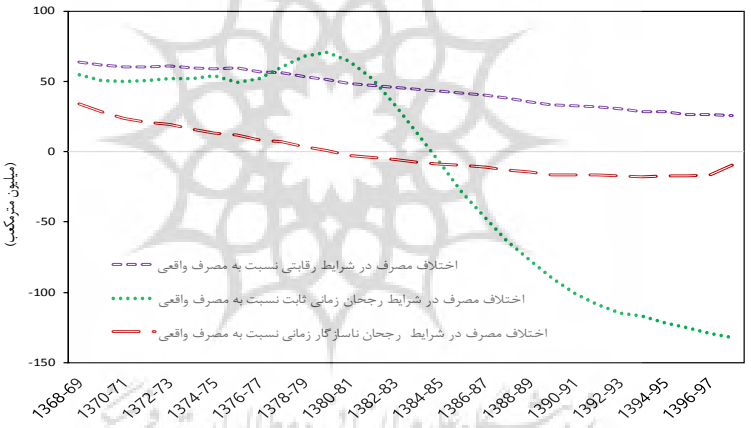

منبع: یافته‌های پژوهش

**نمودار ۵.** مقایسه روند تغییر سطح ایستایی آب زیر زمینی در قالب سناریوهای رقابتی، ثابت بودن ترجیحات زمانی و ناسازگاری ترجیحات زمانی با وضع وجود

در بررسی شرایط تغییر تراز آب زیر زمینی در نمودار ۵ مشخص است که در وضعیت رقابتی، بهره‌برداران کشاورز که اهمیتی به مشترک بودن منبع نمی‌دهند به شکل غیرهمکارانه تا جایی که درآمد نهایی آنها اجازه می‌دهد به مصرف آب می‌پردازند. در نتیجه، تراز ایستایی آب زیر زمینی پایین‌تر می‌آید و همچنین بالاتر رفتن روند مصرف نسبت به وضع موجود ایجاد خواهد

شد. همان‌طور که در نمودار ۶ مشاهده می‌شود، اختلاف مثبت مصرف رقابتی نسبت به مصرف واقعی نشان داده شده که نسبت به دو سناریوی دیگر بیشتر بوده است. به این ترتیب اگر کشاورزان منطقه طبق الگوی رقابتی بهره‌برداری می‌کردند، میزان تخلیه آب زیر زمینی در وضعیت بحرانی‌تر از وضع موجود قرار می‌گرفت که در واقعیت این مسئله رخ نداده است.

در رابطه با دو سناریوی دیگر، در حالت ثابت بودن ترجیحات، این پیش فرض در نظر گرفته شده است که در یک منطقه، به دلیل ویژگی تفکیک‌پذیری که آب زیر زمینی دارد، این امکان برای بهره‌بردار فراهم می‌شود که اگر تمایلی به مصرف آب نداشته باشد بتواند آن را به قیمت محلی بفروشد و یک افق زمانی در ترجیحات کشاورزان برای تصمیم‌گیری بهره برداری شکل می‌گیرد که متأثر از منافع و هزینه‌های تنزیل شده آنها با توجه به محدودیت آب زیر زمینی خواهد بود. این تنزیل به شکل نمایی طی افق تصمیم‌گیری آنها انجام می‌پذیرد و در چنین وضعیتی، افراد با نرخ ثابتی، انتخاب مصرف حال به آینده را ترجیح می‌دهند و در انتخاب عقلایی آنها یک سازگاری مشاهده می‌شود.




منبع: یافته‌های پژوهش

**نمودار ٦.** مقایسه روند تغییرات مصرف کشاورزی آب زیر زمینی در قالب سناریوهای رقابتی، ثابت بودن ترجیحات زمانی و ناسازگاری زمانی ترجیحات با وضع وجود

اگر به نمودار ۶ توجه شود، اختلاف مصرف در حالت سازگاری ترجیحات بهره‌برداران نسبت به وضع موجود، از اواخر دهه هفتاد شمسی منفی و نزولی بوده است که منعکس‌کننده این واقعیت است که چنانچه این رویکرد در مصرف کشاورزان در جهت پایداری آبخوان و رعایت محدودیت هیدرولوژیکی آب زیر زمینی تحقق انجام می‌گرفت، می‌بایست، بهره‌برداری طی این

دوره سی ساله روند کاهشی پیدا می‌کرد؛ در صورتی‌که با نگاهی به مصرف واقعی و وضع موجود بهره‌برداری کشاورزان منطقه، مشخص شده است که کشاورزان، رفتاری که مؤید کاهش مصرف آنها باشد از خود بروز نداده‌اند.

به اعتقاد اقتصاددانان رفتاری، افراد در فرآیند انتخاب خود نمی‌توانند مثل نسخه تجویز شده نئوکلاسیکی عمل کنند و به شکل کاملاً محدود، عقلانی رفتار می‌کنند. عقلانیت محدود شده در نگاه آنها از یک‌سو به مشکل فراهم نبودن اطلاعات کافی و تأثیر پذیرفتن افراد از نهادها در محیط پیرامون تصمیم‌گیری و از سوی دیگر به ضعف پردازش اطلاعات و محاسبه‌گیری مغز مربوط می‌شود که موجب شکل‌گیری سوگیری‌هایی نسبت به انتخاب عقلایی در آن‌ها خواهد شد. با این استدلال، رفتارگرایان معتقد هستند که در تابع منفعت یا رضایتمندی کشاورزان طی افق تصمیم‌گیری (دوره سی ساله) یک ناسازگاری وجود دارد که سبب می‌شود انتخاب بهینه از سوی آنها رخ ندهد. این ناسازگاری به این صورت است که نرخ تنزیلی که کشاورز در ترجیحات بهره‌برداری خود شکل می‌دهد ثابت نیست و به دلیل سوگیری که آنها به مصرف آب برای کشت جاری دارند، این نرخ تنزیل، غیرثابت و به شکل کاهنده در زمان انتخاب برای افق تصمیم‌گیری اتفاق می‌افتد؛ به عبارت دیگر، آنها اهمیت توجه به بقای اکولوژیکی آب را به دوره‌های بعد موکول می‌کنند که برای دوره‌های دورتر از منظر امروز این اهمیت برای آنها بیشتر خواهد بود. به این ترتیب این رفتار موجب می‌شود که عامل تنزیل، شکلی شبیه هایپربولیکی داشته باشد. در نمودار ۶ در سناریوی ترجیحات هایپربولیکی، هم تغییرات ایستایی آب زیر زمینی به وضع موجود نزدیک‌تر بوده است و هم میانگین و واریانس اختلاف از وضع موجود نسبت به سناریوهای دیگر در سطح پایین‌تری قرار داشته است، بنابراین با توجه به نمودارهای ۵ و ۶ می‌توان گفت رفتار بهره‌برداران محدوده مطالعاتی دشت ورامین، از الگوی ترجیحات ناسازگار زمانی پیروی کرده است.

در این شرایط، کشاورز در زمان تصمیم‌گیری به نسبت تنزیل نمایی و سازگار، عجله در تخلیه آب و مصرف آن دارد و تصمیم‌های حیاتی مرتبط با حفظ منبع را به آینده موکول و در افق انتخاب جا به جا می‌کند. این مسئله موجب می‌شود برخلاف الگوی تنزیل نمایی که طی زمان مصرف باید کاهش شدیدی داشته باشد، همچنان بالا باقی بماند.

## ۵- نتیجه‌گیری

دشت ورامین در حاشیه جنوب شرقی تهران، اقتصادی متکی بر کشاورزی دارد و بخش بزرگی از بازار مصرفی پایتخت را تأمین می‌کند و به دلیل اینکه آب زیر زمینی منبع اصلی فعالیت‌های کشاورزان در این منطقه بوده، این وابستگی و الگوی مصرف سبب شده است که این دشت

حاصلخیز، با بحران کم‌آبی و پیامدهای اقتصادی (کاهش منفعت کشاورزی) و زیست‌محیطی (فرونشست) روبرو شود. هدف از انجام این پژوهش بررسی این فرضیه است که وضع وجود از منظر رفتار مصرفی کشاورزان منطقه از کدام الگوهای اقتصادی رایج پیروی می‌کند. در مقاله حاضر سه سناریوی رقابتی، نئوکلاسیکی و اقتصاد رفتاری ناسازگاری زمانی طی یک دوره سی ساله مورد مطالعه قرار گرفته است نتایج حاصل نشان می‌دهد که به دلیل ماهیت آبخوان منطقه و محدودیت هیدرولوژیکی الگوی رقابتی در وضعیت مصرف کشاورزان مشاهده نشده است. در مقایسه دو سناریوی متعارف سازگاری و نیز ناسازگاری زمانی ترجیحات بهره‌برداران در محدوده مطالعاتی ورامین با وضع موجود طی دوره سی ساله نتایج مطالعه نشان داده که از جنبه روانی، بهره‌برداران دچار سوگیری اکنون گرایی و به دنبال آن ناسازگاری در فرآیند تصمیم‌گیری بوده‌اند که موجب شده است رفتار شبه عقلایی یا عقلانیت محدود شده در رفتار انتخاب مصرف آب از خود منعکس کنند. این ناسازگاری در ترجیحات مصرفی کشاورزان سبب شده است که مصرف آب نسبت به شرایط بهینه نئوکلاسیکی که با ترجیحات بهره‌برداران سازگار است، بیشتر باشد، لذا تغییر وضع موجود مستلزم اصلاح الگوی رفتار مصرف آبی کشاورزان می‌باشد.

## ۶- جمع‌بندی و توصیه‌های سیاست‌گذاری

ازآنجایی‌که طبق نتایج این مطالعه، بروز سوگیری‌ها یا انحرافات از رفتار بهینه مصرفی، به دلیل ریشه‌های روانشناختی عوامل اقتصادی اجتناب‌ناپذیر است؛ پیشنهاد اقتصاد رفتاری در حوزه مقابله با ناسازگاری زمانی ترجیحات مصرفی عوامل اقتصادی، مداخله غیرمستقیم دولت به‌اصطلاح قیم مآبی آزادی‌خواهانه (یا سقلمه[1]) در راستای هدایت رفتار تصمیم‌گیری افراد است. در این شیوه، مداخله دولت به کمک مهندسی گزینه‌های انتخابی، تلاش می‌کند رفتار بهره‌برداران را در یک روند قابل پیش‌بینی، بدون تحمیل هزینه اضافی یا تغییر انگیزه‌های اقتصادی و یا اجبار کردن آنها به انتخاب، در جهت تقویت هنجارهای اجتماعی و زیست‌محیطی هدایت کند. ازاین‌رو، از راهکارهای کمک به اصلاح فرآیند تصمیم‌گیری بهره‌برداران، برگزاری کلاس‌های ترویج و آموزش به‌منظور درک اهمیت تغییر الگوی کشت و تشویق آنها به کشت ارقام تولیدی مقاوم به شرایط کم‌آبی، حائز اهمیت می‌باشد تا بهره‌وری مصرف نهاده آبی در فرآیند آبیاری بهبود یابد. همچنین لازم است دولت حمایت‌های خود را که به شکل معافیت‌های تعرفه‌ای مصرف آب و یارانه‌های نهاده‌های تولیدی وجود دارد، به سمت جایگزینی آنها با تسهیلات قرض‌الحسنه تغییر الگوی کشت و به‌کارگیری شیوه‌های نوین آبیاری تغییر دهد تا با کاهش نااطمینانی و نگرانی کشاورزان از هزینه‌های اجرایی این نوع کشت نوین، احتمال خطای

1. Nudge

رفتاری کشاورزان و عجله در مصرف و ناسازگاری زمانی در بهره‌برداری از آب مصرفی آنها به نسبت کشت سنتی و غرقابی کاهش پیدا کند

از دیگر راهکارهای کنترل بر بهره‌برداری از چاه‌های آب زیرزمینی این است که سیاست‌گذار برای آنکه اثرات بهبود کارایی در مصرف آب کشاورزی در گسترش الگوی کشت جدید و نظام‌مندی‌های به روز آبیاری به بهای بالا رفتن سطح زیر کشت محصولات و ایجاد تقاضای جدید منابع آبی افزایش پیدا نکند؛ در کنار اعمال این نوع سیاست‌های قیم گونه، توسعه سامانه‌های آبیاری، دبی آب خروجی از چاه‌های کشاورزی را مؤثر کنترل کند تا نگرانی‌های عدم عرضه کافی و مطمئن آب از جنبه اکولوژیکی در مقیاس حوضه محدوده مطالعاتی (آبخوان) نیز برطرف شود؛ به عبارت دیگر، همگام با آموزش و ارتقاء آگاهی کشاورزان به شیوه کار با کنتورهای هوشمند، سیاست‌گذار با فراهم کردن امکان نصب کارت شارژ چاه‌های آبی که محدودیت سقف تخلیه از آن با صورتک‌هایی برای هشدار به کشاورزان (با اولویت مدیریت مصرف امروز آن‌ها به‌جای موکول کردن به آینده) همراه باشد تا از بروز سوگیری ناسازگاری زمانی در رفتار بهره‌برداری کشاورزان تا جایی‌که امکان‌پذیر است، مقابله صورت پذیرد.

راهکار دیگر این است که سیاست‌گذار در زمینه کنترل ناسازگاری زمانی ترجیحات کشاورزان و مدیریت مصرف آنها می‌بایست در رابطه با پروانه چاه‌های بهره‌برداری، دبی ساعتی خروجی از آنها را متناسب با افزایش بهره‌وری آب مصرفی چاه‌ها کاهش دهد، چراکه در شیوه به روز کشت که در آن قابلیت مصرف آب کمتر و نا اطمینانی درآمدی کشاورزان به تأمین آب کافی هم برطرف شده است، با اعمال محدودیت در دبی خروجی چاه‌ها، از امکان بالا رفتن سطح زیر کشت اضافی و خطر مجدد عدم عرضه مطمئن آب و اضافه مصرف تا حد زیادی جلوگیری به عمل خواهد آمد.

## منابع


۱. اطلس فرونشست و نرخ آن در سطح کشور (۱۳۹۷). سازمان نقشه برداری کشور.

۲. سالنامه آماری استان تهران (۱۳۹۶). مرکز آمار ایران.

۳. عرب، محمد، فتاحی اردکانی، احمد و فهرستی ثانی، مسعود (۱۳۹۷). بررسی و تحلیل اثرات اقتصادی-اجتماعی و زیست‌محیطی عدم عرضه کافی آب سطحی از دید کشاورزان، مطالعه موردی: دشت ورامین - سد ماملو. *آب و توسعه پایدار*، ۵(۱)، ۱-۶.

۴. گزارش چاه‌های بهره‌برداری محدوده مطالعاتی ورامین، اداره آب منطقه‌ای (۱۳۹۷). دفتر مطالعات پایه، شرکت سهامی آب منطقه‌ای تهران.

۵. نجفی علمدارلو، حامد، احمدیان، مجید و خلیلیان، صادق (۱۳۹۳). ارزیابی اقتصادی تخصیص بهینه آب کشاورزی در دشت ورامین؛ مطالعه موردی سد لتیان. *فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، ۳(۹)، ۱۵۱-۱۶۷.

۶. نور، حمزه (۱۳۹۵). ارزیابی روند مصرف منابع آب زیرزمینی و وضعیت کنونی آن در ایران، *سامانه‌های سطوح آبگیر باران*، ۱۵(۵)، ۳۸-۲۹.
۷. نیازی شهرکی، صفدر (۱۳۹۴). بررسی وضعیت منابع آبی جمهوری اسلامی ایران در ۵ سال آینده، *ماهنامه نامه آینده پژوهی*، ۳۶، ۷-۲.
8. Altman, M. (2012). Behavioral economics for dummies. John Wiley & Sons.
9. Arab, M., Fatahi Ardakani, A., & Fehresti Sani, M. (2018). Analysis of Socio-Economic and Environmental Effects of Insufficient Supply of Surface Water from Farmers' Perspective, Case Study: Varamin Plain-Mamlou Dam. *Journal of Water and Sustainable Development*, 5(1), 1-6. (in persian)
10. Ashwell, N. E. Q., Peterson, J. M., & Hendricks, N. P. (2018). Optimal groundwater management under climate change and technical progress. *Resource and Energy Economics*, 51, 67-83.
11. Atlas of land subsidence and its rate in Iran (2018). Iran National Cartographic Center. (in persian)
12. Bouwer, H., & Bouwer, H. (1978). Groundwater hydrology (Vol. 480). McGraw-Hill New York.
13. Chari, V. V., & Kehoe, P. J. (2013). Bailouts, time inconsistency, and optimal regulation (No. w19192). National Bureau of Economic Research.
14. Chen, J., Wang, Q., & Li, Q. (2022). A Quantitative Assessment on Ecological Compensation Based on Water Resources Value Accounting: A Case Study of Water Source Area of the Middle Route of South-To-North Water Transfer Project in China. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 854150.
15. Duncan, S., Hepburn, C., & Papachristodoulou, A. (2011). Optimal harvesting of fish stocks under a time-varying discount rate. *Journal of theoretical biology*, 269(1), 166-173.
16. Exploration wells reports, Case Study: Varamin Plain (2018). Reginal water company of Tehran. (in persian)
17. Forst, W., & Hoffmann, D. (2010). Optimization–theory and practice. Springer Science & Business Media.
18. Gisser, M., & Sanchez, D. A. (1980). Competition versus optimal control in groundwater pumping. *Water resources research*, 16(4), 638-642.
19. Grafton, Q., Adamowicz, W., Dupont, D., Nelson, H., Hill, R. J., & Renzetti, S. (2008). The economics of the environment and natural resources. John Wiley & Sons.
20. Hepburn, C., Duncan, S., & Papachristodoulou, A. (2010). Behavioural economics, hyperbolic discounting and environmental policy. *Environmental and Resource Economics*, 46(2), 189-206.
21. Just, D. R., & Payne, C. R. (2009). Obesity: can behavioral economics help? *Annals of Behavioral Medicine*, 38(suppl_1), s47-s55.

22. Katic, P. G., & Grafton, R. Q. (2012). Economic and spatial modelling of groundwater extraction. *Hydrogeology Journal*, 20(5), 831-834.
23. Kleinberg, J., & Oren, S. (2014). Time-inconsistent planning: a computational problem in behavioral economics. *In Proceedings of the fifteenth ACM conference on Economics and computation*, 547-564.
24. Koundouri, P. (2004). Potential for groundwater management: Gisser-Sanchez effect reconsidered. *Water resources research*, 40(6).
25. Loewenstein, G., & Prelec, D. (1992). Anomalies in intertemporal choice: Evidence and an interpretation. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 573-597.
26. Najafi, A. H., Ahmadian, M., & Khalilian, S. (2014). Economic evaluation of agricultural water allocation in Varamin Plain, Case study: Latian dam. *Quarterly Journal of Applied Economics Studiesin Iran*, 3(9), 151-167. (in persian)
27. Niazi Shahraki, S. (2015). The status of Iran's water resource in 5 years to come. *Future Study Letter Monthly*, 36, 2-7. (in persian)
28. Noor, H. (2017). Analysis of groundwater resources utilization and their current condition in Iran. *Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems*, 5(2), 29-38. (in persian)
29. Provencher, B., & Burt, O. (1994). A private property rights regime for the commons: The case for groundwater. *American Journal of Agricultural Economics*, 76(4), 875-888.
30. Settle, C., & Shogren, J. F. (2004). Hyperbolic discounting and time inconsistency in a native–exotic species conflict. *Resource and Energy Economics*, 26(2), 255-274.
31. Shui, H., & Ausubel, L. M. (2004). Time inconsistency in the credit card market. Available at SSRN 586622.
32. Statistical Yearbook of Tehran provinence (2017). Statistical center of Iran. (in persian)
33. Strulik, H. (2021). Hyperbolic discounting and the time-consistent solution of three canonical environmental problems. *Journal of Public Economic Theory*, 23(3), 462-486.
34. Suter, J. F., Collie, S., Messer, K. D., Duke, J. M., & Michael, H. A. (2019). Common pool resource management at the extensive and intensive margins: experimental evidence. *Environmental and Resource Economics*, 73(4), 973-993.
35. Vörösmarty, C. J., McIntyre, P. B., Gessner, M. O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., Glidden, S., Bunn, S. E., Sullivan, C. A., & Liermann, C. R. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. nature, 467(7315), 555-561.

Economic Research
Online ISSN: 2538-6174
Homepage: https://jte.ut.ac.ir

# Analysis of the Behavioral Pattern of Groundwater Consumers in the Agricultural Sector: A Case Study of Varamin Plain Basin

**Mohammad Barakan[1], Gholam Hossain Kiani[2] ✉, Nematollah Akbari[3], Dariush Rahimi[4]**

1. Department of Economics, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran, m.a.barakan@gmail.com
2. Department of Economics, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran, gh.kiani@ase.ui.ac.ir
3. Department of Economics, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran, nemata1344@yahoo.com
4. Department of Physical Geograghy, Faculty of Geographical Sciences And Planing, University of Isfahan, Isfahan, Iran, d.rahimi@geo.ui.ac.ir

**Article Info**

**Article type**:
Research Article

**Article history:**
**Received:**
2023-02-04
**Received in revised:**
2023-06-24
**Accepted:**
2023-08-06
**Published online:**
2023-09-20

**Keywords**:
Behavioral Economic,
Groundwater,
Time-Inconsistency

**JEL Classification**:
D91, Q50, Q01

**ABSTRACT**

In a situation where water supply constraints have increased due to population growth and economic development, as well as a lack of a suitable consumption pattern, ecological concerns in the socio-economic environment regarding the optimal allocation of water among consumers have become an important issue. Varamin plain basin is located in the southeast of Tehran and produced the majority of agricultural production in this area. Since, the agriculture is the main and the largest consumer of groundwater in this region, so the water crisis has been affected by the pattern of groundwater exploitation. In this paper, agricultural behavior of water consumption was analyzed in the framework of three perspectives: a competitive, a constancy of time preferences and a time inconsistency of preferences during the thirty-year period from the 1368-69 to 1397-98. In order to assess this hypothesis, the current state of groundwater consumption was compared to one of three scenarios presented. In the competitive approach of water consumption, neoclassical equilibrium condition of efficient market was employed. However, in the other two scenarios, the discrete dynamic optimization technique was used to extract the behavioral pattern of water consumption. The conclusion indicated that farmers dealing with groundwater as the main source of agricultural water supply had a non-optimal pattern of time inconsistency in their consumption from a psychological point of view. Therefore, changing the status quo and ensuring the effectiveness of the water policy require the modification of the behavioral pattern of water consumption in farming.

Barakan, M., Kiani, G. H., Akbari, N., & Rahimi, D. (2023). Analysis of the Behavioral Pattern of Groundwater Consumers in the Agricultural Sector: A Case Study of Varamin Plain Basin. *Journal Economic Research*,58 (2),185-206.

© The Author(s).
**Publisher**: University of Tehran Press.
DOI:10.22059/JTE.2023.354898.1008784