مطالعات جغرافیایی مناطق خشک

دوره یازدهم، شماره چهل و یکم، پاییز ۱۳۹۹

دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۰۷ تأیید نهایی: ۱۳۹۹/۱۰/۳۰

صص ۷۶-۵۹

ارزیابی تغییرات محیطی در شهرستان نجف‌آباد بین سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۷ با تأکید بر بخش کشاورزی

حمزه رحیمی، دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی-دانشگاه اصفهان

سید هدایت ا... نوری زمان‌آبادی*، استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی-دانشگاه اصفهان

سید ابوالفضل مسعودیان، استاد آب و هواشناسی-دانشگاه اصفهان

چکیده

بخش کشاورزی ذاتاً حساس به شرایط تغییر اقلیم است و این امر موجب شده که یکی از آسیب‌پذیرترین بخش‌ها به خطرات و اثرات تغییرات محیطی باشد. هدف این پژوهش، ارزیابی تغییرات محیطی با روش توصیفی-تحلیلی در شهرستان نجف‌آباد است که داده‌ها نیز به روش پیمایشی تهیه شده است. بررسی‌های روند من-کندال نشان داد که دما طی یک دوره‌ی آماری ۲۰ ساله دارای روند صعودی بوده است. همچنین در زمینه‌ی بارش، عدم وجود روند مشخص و کاهش بارندگی در شهرستان دیده می‌شود. بررسی‌ها نشان داد که همبستگی قوی بین برداشت از منابع آب زیرزمینی با تغییرات سطح آب زیرزمینی و نیز تأثیرات مخرب روند افزایش برداشت از منابع آب زیرزمینی در شهرستان نجف‌آباد وجود دارد. ضریب همبستگی بارش و نوسانات سطح آب زیرزمینی نشان داد که هیچ‌گونه ارتباطی میان این دو سری زمانی وجود ندارد. در این محدوده‌ی مطالعاتی، روند افت سطح آب زیرزمینی مستقل از بارش بوده و ناشی از استفاده‌ی بی‌رویه‌ی آب‌های زیرزمینی و نیز کاهش آب سطحی ورودی به منطقه است. نتایج ضریب همبستگی متقابل دو سری زمانی (افت سطح آب و هدایت الکتریکی) بیانگر همبستگی شدید این دو سری زمانی و همچنین اثرات منفی روند افت سطح آب زیرزمینی بر میزان هدایت الکتریکی آب در نجف‌آباد است. یافته‌های پوشش گیاهی نشان داد در جنوب و جنوب شرق نجف‌آباد به دلیل تغییر کاربری کشاورزان از کشت زراعت به کاشت درختان و احداث باغات روند افزایشی داشته است، اما در بخش زیادی از شهرستان روند پوشش گیاهی منفی بوده است. بررسی‌ها نشان داد که میزان اراضی زیرکشت زراعی و باغی شهرستان به شدت کاهش یافته و از تعداد شاغلین بخش کشاورزی کاسته شده است.

واژگان کلیدی: تغییرات محیطی، آسیب‌پذیری، کشاورزی، شهرستان نجف‌آباد.

نویسنده‌ی مسئول: * Email: h.nouri@geo.ui.ac.ir

این مقاله برگرفته از رساله‌ی دکتری با عنوان "ارائه‌ی راهبردهای سازگاری محلی در کشاورزی برای مقابله با تغییرات محیطی در شهرستان نجف‌آباد" است..

۱- مقدمه

کره‌ی زمین در حال تغییر ناشی از نرخ فزاینده‌ی رشد جمعیت انسانی، افزایش مصرف منابع و رشد و گسترش فنّاوری است. این تغییرات پیامدهایی مانند برهم زدن چرخه‌ی طبیعی آب، تهی کردن منابع آب زیرزمینی، گسترش شهرها، تغییر بی‌رویه‌ی کاربری زمین، نابودی جنگل‌ها، گسترش بیابان‌ها، برهم خوردن تعادل اکولوژیکی اکوسیستم‌ها و امروز گرمایش زمین را به دنبال داشته است. در بسیاری از نقاط دنیا استفاده‌ی بیش‌ازحد از منابع طبیعی موجب پدیده‌های نامطلوب اجتماعی-محیطی مانند خشک‌سالی انسانی(Mehran et al, 2017: 64; AghaKouchak et al, 2015: 409) یا ورشکستگی آبی(Madani et al, 2016: 999) با اثرات جبران‌ناپذیر بر فعالیت‌های اجتماعی، اقتصادی ساکنین کره‌ی زمین شده است. تغییرات محیطی، یک چالش مهم به‌ویژه در جوامع وابسته به منابع طبیعی است. تغییرات محیطی به‌طور مستقیم بر تولید محصولات کشاورزی تأثیر می‌گذارد؛ زیرا بخش کشاورزی ذاتاً حساس به شرایط تغییر اقلیم است و این امر موجب شده که یکی از آسیب‌پذیرترین بخش‌ها به خطرات و اثرات تغییرات محیطی باشد(Maponya and Mpandeli, 2012: 48)؛ ازاین‌رو امروزه در برخی جوامع، چالش خانوارهای آسیب‌پذیر از تغییرات محیطی در برابر کم‌آبی و خشک‌سالی نوعی تلاش برای بقاء است(Campbel, Barker & McGregor, 2013: 109). اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک که کشور ایران نیز در گروه آن‌ها قرار دارد، به تغییرات محیطی حساس هستند و آسیب‌پذیری بیش‌تری دارند؛ ازاین‌رو طبیعی است که تغییرات محیطی و پیامد آن کم‌آبی و خشک‌سالی تأثیرات فراوانی بر سیستم تولید کشاورزی در ایران داشته باشد. همچنین این تغییرات زمانی خود را بیش‌تر نشان می‌دهد که اقتصاد جامعه‌ی روستایی مبتنی بر کشاورزی و منابع طبیعی باشد.

کشاورزی در شهرستان نجف‌آباد نقش کلیدی داشته و مهم‌ترین منبع اقتصادی برای ساکنین نواحی روستایی محسوب می‌شود، ولیکن در سال‌های اخیر به دلیل افزایش جمعیت، گسترش شهرنشینی، ناپایداری‌های محیطی، برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی مشکلاتی زیادی در زیربخش کشاورزی و به‌ویژه در زمینه‌ی تولید محصولات زراعی به وجود آورده است. کاهش مداوم منابع آب، خشک‌سالی‌های متعدد همراه با سوء مدیریت آن‌ها در سال‌های اخیر، تبدیل به بحرانی اساسی در پایداری حیات اقتصادی و اجتماعی بسیاری از روستاها در این شهرستان شده است (امینی‌فسخودی و میرزایی، ۱۳۹۲: ۱۵۷). وقوع تغییرات محیطی در این شهرستان پیامدهای زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی به دنبال داشته است؛ ازاین‌رو، اساس نواحی روستایی شهرستان نجف‌آباد با اقتصاد و ساختار اجتماعی مبتنی بر کشاورزی که طی سالیان و قرن‌های متمادی، حیات اقتصادی و اجتماعی پررونق و باروری را در رابطه‌ی تنگاتنگ با شریان حیاتی زاینده‌رود، رودخانه و اراضی حاصلخیز آبرفتی آن آزموده است، تحت تأثیر بحران آب و خشک‌سالی قرار گرفته و عواقب ناگواری بر کل جامعه و اقتصاد تحمیل کرده است؛ به‌طوری‌که در سال‌های اخیر اراضی زراعی بسیاری رها شده و نیروی جوان روستایی زیادی بیکار و راهی شهرها شده‌اند. بر اساس آمار ارائه‌شده از سوی مدیریت جهادی کشاورزی شهرستان نجف‌آباد میزان اراضی زیرکشت شهرستان طی سال‌های اخیر از ۱۵۰۰۰ هکتار به ۵۰۰۰ هکتار رسیده است؛ یعنی ۶۰ درصد زراعت شهرستان از بین رفته است. همچنین در خصوص باغداری، ۵۳۰۰ هکتار به ۴۰۰۰ هکتار کاهش یافته است و حتی زمین‌های بایر تغییر کاربری داده و خاک آن به‌مرور از بین رفته است(مدیریت جهاد کشاورزی نجف‌آباد، ۱۳۹۸). این مشکلات ماحصل تغییرات محیطی است و نمی‌تواند همواره ادامه یابد و بایستی راهکاری برای کاهش آلام مردم کشاورز و راهبردی برای توانمندسازی مردم در برابر این مشکلات اندیشید. در راستای این هدف، برای شروع هر اقدامی نخست بایستی ریشه‌های علی و تشدیدکننده‌ی تغییرات و مکانیسم عمل آن را در شهرستان به خوبی شناخت؛ بنابراین این مقاله در جستجوی پاسخ به این سؤال اساسی است که مکانیسم تغییرات محیطی در شهرستان نجف‌آباد چگونه است و چه عواملی بر آن تأثیر می‌گذارد و از چه روندی پیروی می‌کند؟

۲- پیشینه‌ی تحقیق

مطالعات خارجی که موردتوجه این تحقیق بود کاری است که کین و همکاران[1] (۲۰۱۹) انجام داده‌اند و به این نتیجه رسیدند که خطرات ناشی از تغییرات محیطی نارسایی و قحطی محصولات زراعی را افزایش داده و تعادل سیستم اجتماعی را مختل می‌کند. فشار محیطی توسط عوامل اجتماعی و سیاسی تشدید می‌شود و منجر به توسعه‌ی هر چه بیش‌تر و شدیدتر کشاورزی شده است. شال و همکاران[2] (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای نشان دادند که دیدگاه افراد نسبت به تغییرات محیطی نزدیک به هم است، ولی اختلاف عمیقی بین نظرات مطرح‌شده‌ی کشاورزان و ذی‌نفعان با افراد غیر کشاورز در این زمینه وجود دارد. آینی و همکاران[3] (۲۰۱۶) بر اساس دیدگاه کارشناسان محلی درباره‌ی تغییرات محیطی نشان دادند که جنگل‌زدایی در سال‌های گذشته و ساخت‌وسازهای ذخایر آبی (سدها)، مهم‌ترین عامل کاهش آب‌های سطحی در منطقه بوده است. همچنین ارزیابی از راه دور و مشاهدات کارشناسان محلی از تغییرات سطح پوشش زمین و تغییر منابع آب سطحی در منطقه تأیید خوبی وجود دارد. گایلارد و تندال[4] (۲۰۱۵) در مطالعه-ای به این نتیجه رسیدند که تأثیرات محیطی به تدریج در تغییرات آب‌وهوای آینده افزایش خواهد یافت. کشاورزان تمایل به تولید گسترده دارند که منجر به کاهش در کارایی محیط زیست خواهد شد و نیز شرایط اقتصادی و اجتماعی ممکن است نسبت به تغییرات محیطی تأثیر چشم‌گیرتر داشته باشند. باتلر و همکاران[5] (۲۰۱۴) نشان دادند که فرآیندهای مشارکتی و ساختارهای حاکمیتی ازجمله معیشت یکپارچه، مدیریت مشترک تطبیقی، نوآوری معیشتی برای ساختن ظرفیت تطبیقی در مقابله با تغییرات محیطی می‌تواند سودمند باشد. مبوو و همکاران[6] (۲۰۰۸) به این نتیجه رسیدند که تغییرات محیطی منطقه را تحت تأثیر قرار داده است، اما به نظر می‌رسد انواع مداخلات ایالتی در کشاورزی و نوسانات بازار جهانی مهم‌ترین علل تخریب محیط بوده است. واناکر و همکاران[7] (۲۰۰۳) در مطالعه‌ای به این نتیجه رسیدند که افزایش تراکم چاه‌ها که مربوط بوده به ساخت‌وساز نامناسب و مدیریت زیرساخت‌های آبیاری، نسبت به تغییراتی که در پوشش گیاهی یا فرسایش‌پذیری خاک که به وسیله‌ی فعالیت کشاورزی صورت‌گرفته، بیش‌تر است. در پژوهش‌های داخلی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: مسعودیان (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای که بر روی حوضه‌ی زاینده‌رود و حوضه‌ی ارومیه انجام داده است، نشان داد که دست‌کاری‌های انسان، توزیع فراوانی دمای رویه‌ی زمین را در پهنه‌های معینی از کشور دستخوش تغییر کرده است. گسترش شهرها، حفر چاه‌های غیرمجاز، تغییر کاربری زمین نمونه‌های از دست‌کاری‌هاست. تداوم مدنیت در مراکز کهن تمدنی کشور با خطر نابودی روبه‌رو است؛ مگر آنکه شیوه‌ی زندگی خود را تغییر دهند و بین نیازهای خود و توان طبیعی سرزمین ایران تعادلی برقرار سازند. حیدری (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای به این نتیجه رسیده است که در میان روش‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی در نوع محصول و الگوی کشت و تولید یا ایجاد ارقام محتمل به تنش‌های محیطی (خشکی، شوری، گرما) نقش مهمی ایفا می‌نماید. کرمی (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای نشان داد افزایش جمعیت، کاهش سرانه‌ی منابع آب، کاهش امکان افزایش سطح زیرکشت و افزایش شکاف طبقاتی در جامعه نیز ناامنی غذایی و تنگدستی فزاینده را به همراه خواهد داشت؛ بنابراین، تدوین برنامه‌ای یکپارچه به منظور سازگاری با خشک‌سالی‌های آینده الزامی است. جمشیدی و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای به این نتیجه رسیدند که ۶۶ درصد کشاورزان شهرستان سیروان از هیچ روشی برای سازگار شدن با تغییرات اقلیمی به‌وجودآمده استفاده نکرده‌اند.

1- Qin
2- Schall
3- Ayeni
4- Gaillard & Tendal
5- Butler
6- Mbow
7- Vanacker

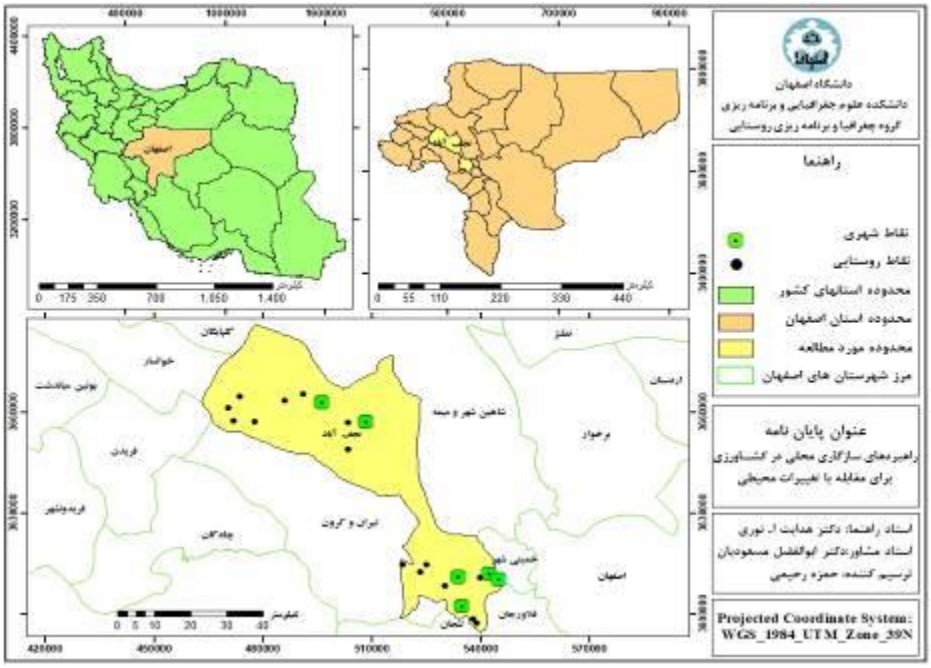
۳- مبانی نظری

تغییرات محیطی یک موضوع اساسی از بحث‌های مهم توسعه در سال‌های اخیر بوده است. این موضوع در کشورهای درحال‌توسعه که با طیف وسیعی از تغییرات محیطی-انسانی مواجه هستند، از اهمیت خاصی برخوردار است. «تغییرات محیطی به‌عنوان یک سری از عوامل فشار هستند که بر روی سیستم‌های فیزیکی یا زیستی زمین اثر می-گذارند. کره‌ی زمین به‌طور مداوم در معرض فشارهای متعدد از طریق روندهای طبیعی و دخالت‌های انسانی قرار دارد. تغییرات محیطی مفهوم جدیدی نیست، بلکه سرعت صنعتی‌سازی و رشد جمعیت که در قرن بیستم به شکل گسترده-ای با آن مواجه بودیم، موجب شد محیط طبیعی تغییرات عمده‌ای را تجربه کند»(Biniston, 2016: 12; Pokhrel et al, 2017: 12). تغییرات محیطی چالش مهمی در جوامع وابسته به منابع طبیعی محسوب می‌شود و کارشناسان امور محیطی در کشورهای درحال‌توسعه با تغییرات سریع و ناهنجار محیطی روبه‌رو هستند که از عوامل انسانی و طبیعی متعددی نشأت می‌گیرد. پیش‌بینی مسیر و حجم این‌گونه تغییرات اغلب دشوار است و نیاز به ارزیابی داده‌های تاریخی برای تحلیل روابط درونی و پیچیده میان انسان و محیط دارد. تغییرات اقلیمی و به‌تبع آن، تغییر بارش بر روی برخی عوامل اجتماعی و اقتصادی اثر تعیین‌کننده دارد؛ به‌طور مثال روندهای تغییر بارش و به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر متغیرهای مختلف از قبیل فرآورده‌های کشاورزی دیمی، پوشش گیاهی، فرآیندهای فرسایش خاک، کاهش کیفیت و کمیت کارکردهای اکوسیستمی و معیشت انسانی و ... تأثیر می‌گذارد(Golian et al, 2015: 680; Pachauri & Meyer, 2014: 88; Vorosmarty et al, 2014: 558). در چند دهه‌ی گذشته تأثیرات تغییرات محیطی به‌طور فزاینده‌ای بیش‌تر شده است(Patt & Schoter, 2009: 460). پیش‌بینی می‌شود این تغییرات در کشورهای درحال‌توسعه و با درآمد کم با آسیب‌پذیری بالاتری همراه خواهد بود و این کشورها را با چالش‌های اساسی مواجه خواهد کرد(Easterling et al, 2000: 419). تأثیر تغییرات محیطی نیاز به اثبات آزمایشگاهی ندارد؛ زیرا آثار آن را می‌توان در ابعاد سیاسی، اقتصادی و فرهنگی جوامع مشاهده کرد. تنش‌های واردشده از تغییرات محیطی منجر به تغییر در توسعه‌ی صنعتی و افزایش آن‌ها خواهد شد و ممکن است باعث ایجاد آسیب و خسارت به منابع اکولوژیکی، منابع اراضی کشاورزی، تأمین خدمات و سایر کارکردها شود(Tasi, 2009: 197; Wang & Chang, 2009: 365)؛ بنابراین چنانچه اشاره شد تغییرات محیطی فقط منحصر به متغیر محیط طبیعی نیست، بلکه دامنه‌ی گسترده‌ای از عوامل اجتماعی-اقتصادی و سیاسی را دربرمی‌گیرد(Mortimore et al, 2005: 107; Felfelani et al, 2017: 108; Hashemi et al, 2015: 4167; Mohan et al, 2018: 2690). آنچه مسلم است، آن است که نواحی روستایی در کشورهای درحال‌توسعه به تغییرات محیطی حساس و از آسیب‌پذیری زیادی برخوردارند و طبعاً بیش‌ترین خسارت را نیز متحمل می‌شوند. به هر حال، این امید همچنان زنده است که رفتار متقابل صحیح در برابر تغییرات محیطی اگر هم‌زمان با ملاحظه عوامل محیطی و انسانی باشد، می‌توان نتایج منفی بالقوه‌ی آن را کاهش دهد و همه‌ی جوامع به‌طورکلی و جوامع روستایی کشورهای توسعه‌نیافته را به‌طور خاص به سمت پایداری هرچه بیش‌تر سوق دهد(Eriksen et al, 2011: 12; Ensor, 2009: 100).

۴- محدوده‌ی موردمطالعه

شکل (۱) نقشه‌ی شهرستان نجف‌آباد با مساحت ۲۳۸۳ کیلومترمربع، ۲/۲ درصد کل مساحت استان اصفهان را به خود اختصاص داده است. جمعیت شهرستان بر اساس آمار سال ۱۳۹۵ برابر با ۳۱۹۲۰۵ نفر و جزء پرجمعیت‌ترین شهرستان‌های استان اصفهان بوده است. در شهرستان نجف‌آباد نزدیک به ۹۲ درصد از جمعیت شهرستان در شهرها و بقیه در روستاها سکونت دارند. شهرستان نجف‌آباد از لحاظ تقسیمات اداری و سیاسی، دارای دو بخش (مرکزی و مهردشت) شش نقطه‌ی شهری (نجف‌آباد، جوزدان، گلدشت، کهریزسنگ، دهق و علویجه) و پنج دهستان (جوزدان، صادقیه، صفائیه، اشن و حسین‌آباد) است(سالنامه‌ی آماری استان اصفهان، ۱۳۹۵: ۶۴). ارتفاع متوسط شهرستان نجف-

آباد از سطح دریا ۱۶۸۰ متر است و از نظر آب و هوایی، اقلیمی نیمه‌بیابانی دارد. رودخانه‌ی زاینده‌رود در نزدیکی نجف‌آباد از جنوب شهرستان وارد شده و از بخش شمال شرقی خارج می‌شود. شبکه‌ی آبیاری نکوآباد خارج از محدوده‌ی آب‌گیری کرده و در قالب دو شبکه‌ی نکوآباد چپ و راست در سطح مزارع کشاورزی آب را توزیع می‌کند.



شکل ۱: محدوده‌ی منطقه‌ی موردمطالعه؛ منبع: نقشه‌ی تقسیمات سیاسی کشور (۱۳۹۷)

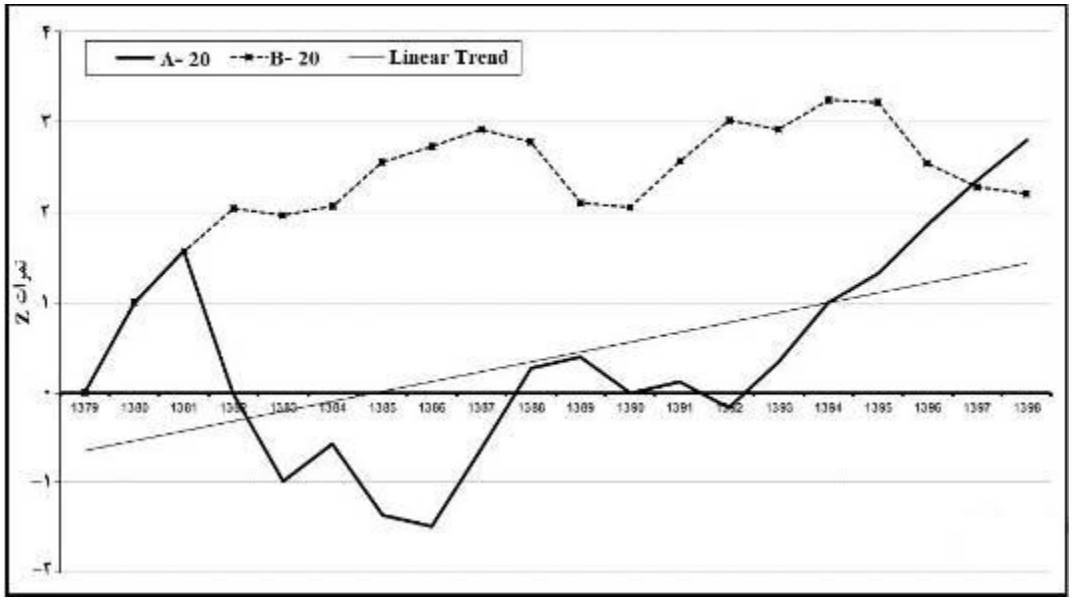
۵- روش تحقیق

روش تحقیق در این مطالعه، از نوع توصیفی-تحلیلی است و داده‌ها به روش پیمایشی تهیه شده است. برای بررسی متغیرهای اقلیمی دما و بارش در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۷-۱۳۸۱ از داده‌های ایستگاه نجف‌آباد استفاده شده است. بررسی رفتار و نوسانات سطح آب زیرزمینی شهرستان بر اساس داده‌های ثبت‌شده در ۵۳ حلقه چاه مشاهده‌ای صورت پذیرفته است. نمودار افت تجمعی سطح آب زیرزمینی و همچنین هیدروگراف معرف نجف‌آباد تهیه شده است. در این تحقیق، شوری آب زیرزمینی بر اساس اطلاعات ثبت‌شده مربوط به نمونه‌برداری از ۱۲ منبع آب زیرزمینی موردبررسی قرار گرفت؛ بدین منظور نمودارهای تغییرات هدایت الکتریکی آب در منابع انتخابی و نیز نمودار متوسط تغییرات هدایت الکتریکی با هیدروگراف مورد مقایسه قرار گرفته است. آمار و اطلاعات مورد استفاده‌شده در قسمت منابع آب از شرکت آب منطقه‌ای اصفهان استفاده شده است. همچنین برای بررسی مؤلفه‌های خاک از قبیل (هدایت الکتریکی خاک (EC)، فرسایش خاک) از داده‌های سازمان جهاد کشاورزی و منابع طبیعی استفاده شده است. از داده‌های ۱۶ روزه‌ی نمایه‌ی تفاضل به‌هنجارشده‌ی پوشش گیاهی (NDVI) مودیس آکوا در فاصله زمانی ۱۳۹۷-۱۳۸۱ با تفکیک مکانی ۵۰۰ متر استفاده شد. در این پژوهش جهت بررسی معنادار بودن روندها در سری‌های زمانی موردبررسی، از آزمون ناپارامتری من-کندال استفاده شده است. همچنین از همبستگی متقابل به منظور بررسی همبستگی میان تغییرات سطح آب زیرزمینی با مقادیر بارش، آب تخلیه‌شده توسط چاه‌ها و نیز ارتباط میان شوری آب زیرزمینی و افت سطح آب زیرزمینی استفاده شده است.

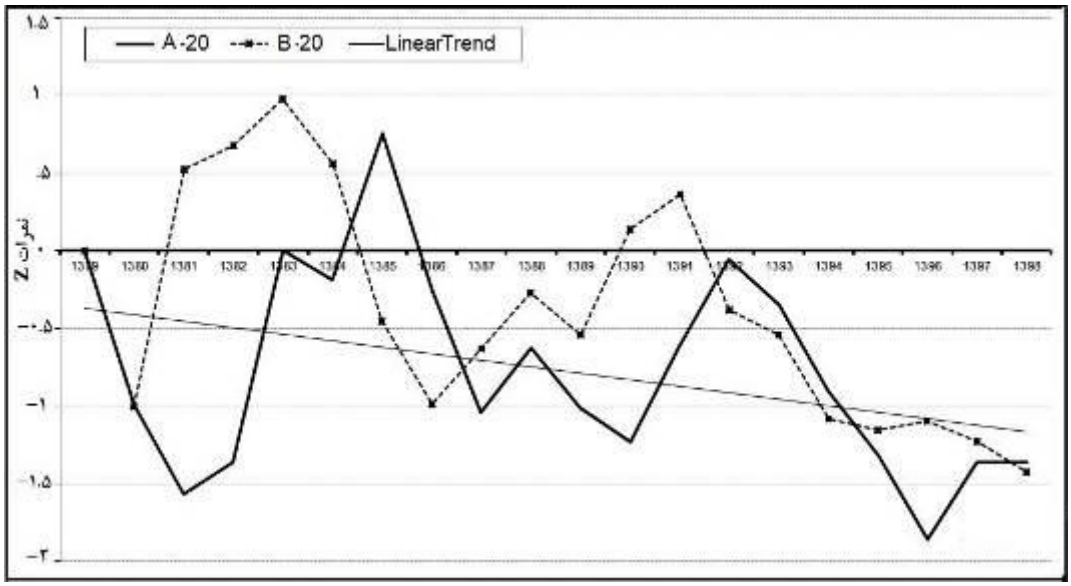
۶- یافته‌های تحقیق

۶-۱- دما و بارش

روند افزایش جهانی دما با توجه به داده‌های ناسا به نقل از مدنی (۲۰۱۹) در پنج سال گذشته (۲۰۱۹-۲۰۱۴) به بیش‌ترین میزان خود رسیده است، چنانکه سال ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ به ترتیب اولین و دومین گرم‌ترین سال‌های ثبت‌شده بوده‌اند؛ چیزی که افزایش گرمایش جهانی و تغییر اقلیم را انکارناپذیر کرده است. تفاوت منطقه‌ای شدید دما و بارش در ایران، یکی از بارزترین ویژگی‌های آب‌وهوای ایران با سایر نقاط جهان است. با مقایسه‌ی آب‌وهوای نقاط مختلف کشور به خوبی این تنوع و تفاوت را نشان می‌دهد. برای نمونه، میانگین سالانه‌ی بارش در ایران نزدیک به ۲۵۰ میلی‌متر است، اما بارش دریافتی مناطق کویری از ۵۰ میلی‌متر از هم کم‌تر است؛ درحالی‌که در بعضی نقاط کرانه‌های خزر بارش سالیانه نزدیک به ۱۸۰۰ میلی‌متر است(مسعودیان، ۱۳۹۰: ۱۲۲). برای بررسی پارامترهای اقلیمی دما و بارش در شهرستان نجف‌آباد از داده‌های ایستگاه نجف‌آباد در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۷-۱۳۸۱ استفاده شده است. برای تحلیل روند داده‌ها از آزمون من-کندال استفاده شده است. شکل (۲) روند میانگین سالانه‌ی دما را طی یک دوره‌ی آماری ۲۰ ساله نشان می‌دهد. آماره‌ی Z با استفاده از من-کندال به‌دست‌آمده بر روی محور عمودی نشان داده شده است. با توجه به شکل زیر چون خطوط A و B خارج از محدوده‌ی ۱/۹۶+ و ۱/۹۶- را قطع کرده‌اند که نشان‌دهنده‌ی یک روند معنی‌دار با شدت بیش‌تر از سال ۱۳۹۳ پیدا کرده است. میزان Z در آزمون من-کندال در سطح اطمینان ۹۵ درصد و خطای ۰/۰۵ برابر ۲/۴۸ و میزان P-value: ۰/۰۰۶ که کاملاً معنی‌دار است و یک روند افزایشی را نشان می‌دهد، می‌توان گفت که در محدوده‌ی ۲/۴۸ بوده است. شکل (۳) در زمینه‌ی پارامتر بارش همان‌طور که مشاهده می‌شود یک جهش معنادار با حاکمیت روند منفی در سال ۱۳۸۵ دیده می‌شود و همچنین نتایج نشان داده است چون خطوط A و B در محدوده‌ی ۱/۹۶+ و ۱/۹۶- همدیگر را قطع کرده‌اند، فقط تغییر جهش وجود دارد که این قطع کردن منحنی‌ها در چند مقطع بوده است و به دلیل اینکه منحنی در خارج از این محدوده هیچ برخوردی با هم ندارند و یا به‌طورکلی از این محدوده خارج نشده‌اند؛ بنابراین بارش سالانه ایستگاه نجف‌آباد طی یک دوره‌ی آماری ۲۰ ساله دارای عدم روند است. همچنین میزان Z در آزمون من-کندال در سطح اطمینان ۹۵ درصد که مقدار P-value: ۰/۲۲۷ بالاتر از ۰/۰۵ است که نشان می‌دهد داده‌ها فاقد روند معنی‌دار هستند.



شکل ۲: روند سالانه‌ی دما در بازه‌ی زمانی (۱۳۹۸-۱۳۷۹) دوره‌ی ۲۰ ساله در ایستگاه نجف‌آباد با استفاده از من-کندال



شکل ۳: روند سالانه‌ی بارش در بازه‌ی زمانی (۱۳۹۸-۱۳۷۹) دوره‌ی ۲۰ ساله در ایستگاه نجف‌آباد با استفاده از من-کندال

۶-۲- منابع آب

در ابتدا میزان برداشت و تخلیه‌ی منابع زیرزمینی و آب سطحی و مصارف آب در بخش‌های (کشاورزی، صنعت و شرب) در بازه‌ی زمانی (۱۳۹۷-۱۳۸۱) بررسی می‌شود. نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد میزان تخلیه‌ی منابع آب زیرزمینی در طول دوره‌ی آماری ۱۱۹۹۴/۳۳ میلیون مترمکعب بوده است که این مقدار در طی این مدت به لحاظ منبع برداشت، بیش‌ترین میزان تخلیه از چاه (عمیق و نیمه عمیق) بوده است و از نظر زمان هم بیش‌ترین میزان تخلیه در سال ۸۵-۱۳۸۴ با میزان ۱۰۴۲/۸۶ میلیون مترمکعب انجام گرفته است. با توجه به نمودار بارش مشاهده می‌شود که میزان برداشت (مصرف) با میزان بارش تا حدودی ارتباط مستقیم و معنی‌داری دارند. همچنین نتایج نشان داده در همه‌ی سال‌ها بیش‌ترین مصرف در بخش کشاورزی بوده است. بیش‌ترین میزان به لحاظ زمان برداشت، مربوط به سال ۸۵-۱۳۸۴ و کم‌ترین میزان برداشت به ترتیب مربوط به سال‌های (۸۸-۱۳۸۷) و (۹۷-۱۳۹۶) بوده است. برای برآورد جریان خروجی سطحی در شهرستان نجف‌آباد آمار دقیقی موجود نیست و سازمان مربوطه به دلیل مناقشات بر سر زاینده‌رود از ارائه‌ی آمار آب‌های سطحی امتناع می‌کند، اما با توجه به مشاهدات میدانی و مصاحبه با ساکنان مناطق روستایی و شهری منابع آب سطحی در این شهرستان از طریق رودخانه‌ی زاینده‌رود که توسط کانال‌های آبی به منطقه منتقل می‌شود و همچنین از طریق سد خمیران که بر روی رودخانه مرغاب احداث شده است، تنها آمار ذکرشده در زمینه‌ی جریان سطحی خروجی نجف‌آباد ۳۰۸/۵ میلیون مترمکعب بوده است که این آمار مربوط به سال ۱۳۹۰ بوده است (سازمان آب منطقه‌ای اصفهان، ۱۳۹۰).

جدول ۱: میزان تخلیه و برداشت منابع آب زیرزمینی در بازه‌ی زمانی (۱۳۹۷-۱۳۸۱) به میلیون مترمکعب

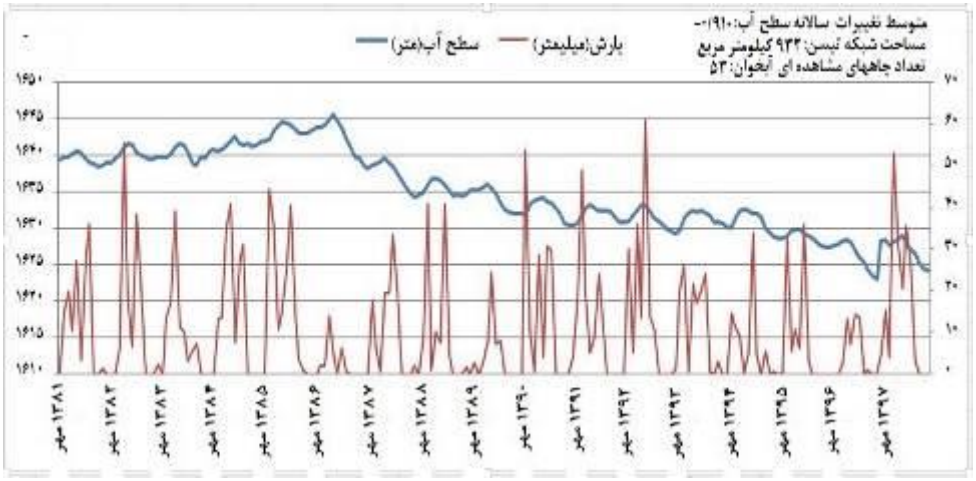
سال	تخلیه				برداشت (مصرف)			مصرف (کل)
	چاه (عمیق و نیمه‌عمیق)	چشمه	قنات	تخلیه‌ی کل	کشاورزی	صنعت	شرب	
۸۲-۱۳۸۱	۶۵۳/۸۴	۱/۰۴	۱۲/۸۱	۶۶۷/۶۹	۶۱۱/۲۰	۴/۵۰	۴۹/۰۰	۶۶۴/۷۰
۸۳-۱۳۸۲	۷۷۳/۹۴	۰/۹۱	۲۰/۳۰	۷۹۵/۱۴	۷۳۶/۸۰	۴/۶۰	۴۶/۶۰	۷۸۸/۰۰
۸۴-۱۳۸۳	۸۳۰/۱۸	۱/۰۰	۲۱/۷۸	۸۵۲/۹۵	۷۹۱/۷۰	۵/۱۰	۵۱/۳۰	۸۴۸/۱۰
۸۵-۱۳۸۴	۱۰۰۵/۹۰	۱/۳۹	۳۵/۵۷	۱۰۴۲/۸۶	۹۷۲/۲۰	۵/۱۰	۵۶/۴۰	۱۰۳۳/۷۰

۸۶-۱۳۸۵	۸۲۴/۲۷	-	۱۵/۷۷	۸۴۰/۰۴	۸۲۰/۵۰	۵/۲۰	۱۰/۳۰	۸۳۶/۰۰
۸۷-۱۳۸۶	۶۹۷/۵۶	-	۷/۹۵	۷۰۵/۵۱	۶۹۰/۰۰	۵/۲۰	۱۰/۳۰	۷۰۵/۵۰
۸۸-۱۳۸۷	۴۱۴/۶۰	-	۴/۸۳	۴۱۹/۴۳	۳۷۹/۷۰	۳/۴۰	۳۶/۳۰	۴۱۹/۴۰
۸۹-۱۳۸۸	۷۲۱/۳۸	-	۴/۲۶	۷۲۵/۶۴	۷۱۱/۹۰	۳/۴۰	۱۰/۳۰	۷۲۵/۶۰
۹۰-۱۳۸۹	۷۲۱/۳۸	-	۴/۲۶	۷۲۵/۶۴	۷۱۱/۹۰	۳/۴۰	۱۰/۳۰	۷۲۵/۶۰
۹۱-۱۳۹۰	۷۵۷/۸۴	-	۱/۳۱	۷۵۹/۱۴	۷۴۲/۳۴	۵/۲۰	۱۰/۳۰	۷۵۷/۸۴
۹۲-۱۳۹۱	۸۴۴/۶۵	۰/۶۳	۱/۸۱	۸۴۷/۰۹	۸۳۰/۸۸	۵/۲۰	۱۰/۳۰	۸۴۶/۳۸
۹۳-۱۳۹۲	۸۳۷/۲۰	۰/۶۳	۱/۹۷	۸۳۹/۷۹	۸۲۳/۵۴	۵/۲۰	۱۰/۳۰	۸۳۹/۰۴
۹۴-۱۳۹۳	۹۸۵/۹۴	۰/۶۶	۲/۸۴	۹۸۹/۴۵	۹۷۲/۹۲	۵/۲۰	۱۰/۳۰	۹۸۸/۴۳
۹۵-۱۳۹۴	۹۲۳/۶۳	۰/۴۵	۲/۰۸	۹۲۶/۱۵	۹۰۹/۹۱	۵/۲۰	۱۰/۳۰	۹۲۵/۴۱
۹۶-۱۳۹۵	۸۴۸/۱۰	۰/۶۱	۱/۳۱	۸۵۰/۰۲	۸۳۳/۹۶	۵/۲۰	۱۰/۳۰	۸۴۹/۴۶
۹۷-۱۳۹۶	۴۶۹/۰۴	۰/۶۱	۱/۲۸	۴۷۰/۹۳	۴۵۴/۸۸	۵/۲۰	۱۰/۳۰	۴۷۰/۳۸
مجموع	۱۲۳۰۹/۴۵	۷/۹۲	۱۴۰/۱۱	۱۲۴۵۷/۴۷	۱۱۹۹۴/۳۳	۷۶/۳۰	۳۵۲/۹۰	۱۲۴۲۳/۵۳

منبع: سازمان آب منطقه‌ای اصفهان (۱۳۹۷)

۶-۳- هیدروگراف محدوده‌ی موردمطالعه (افت سطح آب زیرزمینی و بارش)

سطح آب زیرزمینی محدوده‌ی مطالعاتی نجف‌آباد با توجه به هیدروگراف ۱۷ ساله تهیه شده، به‌طورکلی دارای روند نزولی و افت محسوس در سطح ایستایی آب بوده است. از مهر سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۶ این روند تا حدی متعادل و در سال ۸۷-۱۳۸۶ صعودی شده، اما از سال ۱۳۸۷ به بعد روند نزولی می‌یابد و با افت شدید همراه می‌شود. بیش‌ترین میزان افت سالانه در طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۹۶ به ترتیب ۵/۵۴- و ۴/۶۰- رخ داده است. میزان بارش در ایستگاه معرف محدوده طی این دو سال به ترتیب ۲۹ و ۵۰ میلی‌متر ثبت‌شده که این میزان به نسبت متوسط بارش ۴۵ ساله؛ یعنی ۱۴۸ میلی‌متر و بسیار پایین به نظر می‌رسد. همچنین بارش ۲۹ میلی‌متری ۸۷ کم‌ترین میزان بارش ثبت‌شده طی ۴۵ سال گذشته در محدوده بوده است. این کاهش بارش طی این سال‌ها، کاهش تغذیه‌ی آبخوان، افزایش بهره-برداری از چاه‌ها، کاهش تغذیه‌ی آبخوان از رودخانه‌ی زاینده‌رود در اثر کاهش دبی رودخانه را ایجاد نموده و موجب افت مؤثر سطح آب شده است. به‌طورکلی با مقایسه سطح ایستایی در شهریور نسبت به مهر به افت ۱۶/۴۲ متری سطح ایستایی می‌رسیم که به‌طور متوسط افت سالانه‌ی سطح آب زیرزمینی در نجف‌آباد به ۰/۹۱۰ متر می‌رسد (شکل ۴).



شکل ۴: هیدروگراف محدوده‌ی مطالعاتی نجف‌آباد؛ منبع: سازمان آب منطقه‌ای استان اصفهان (۱۳۹۷)

به‌کارگیری آزمون من-کندال نشان داده است که فرض صفر (H0: عدم وجود روند در داده‌ها) در خصوص متوسط آب زیرزمینی در نجف‌آباد در طول دوره‌ی آماری (۱۳۸۱ تا ۱۳۹۷) در سطح اطمینان ۹۵ درصد رد می‌شود (P-value<0005). این فرض برای دوره‌ی آماری ۱۰ سال منتهی به سال ۱۳۹۷ نیز رد شد می‌شود (P-value<002). به عبارت دقیق‌تر، بر اساس این شاخص، سطح آب زیرزمینی در نجف‌آباد چه در دوره‌ی بلندمدت و چه در دوره‌ی ۱۰ ساله‌ی اخیر روند (بر اساس شکل ۴) روند کاهشی داشته است. فرض (H0: عدم وجود روند در داده‌ها) در خصوص میزان بارندگی در محدوده‌ی نجف‌آباد در طول دوره‌ی آماری (۱۳۸۱ تا ۱۳۹۷) در آزمون من-کندال مورد آزمون قرار گرفته است. بر اساس نتایج این آزمون فرض صفر در سطح اطمینان ۹۵ درصد پذیرفته می‌شود (P-value<0/188). این فرض برای دوره‌ی آماری ۱۰ ساله منتهی به سال ۱۳۹۷ نیز پذیرفته می‌شود (P-value<0/523). به بیان دقیق‌تر، این شاخص میزان بارندگی در شهرستان نجف‌آباد فاقد روند مشخصی است که منطبق بر نتایج کلاهدوزان و همکاران (۱۳۹۴) و همچنین منطبق با نتایج میرمحمدصادقی و همکاران (۱۳۹۷) است. به منظور محاسبه‌ی همبستگی بین روند تغییرات سطح آب زیرزمینی و میزان بارندگی، میزان همبستگی متقابل سری‌های زمانی این دو متغیر با تأخیرهای زمانی ۴- تا ۴+ سال محاسبه شده است (جدول ۱). نتایج این روش نشان داده است که میزان حداکثر ضریب همبستگی بارش و نوسانات سطح آب زیرزمینی در تأخیر زمانی یک سال برابر با ۰/۲۰- است که به خوبی عدم وجود هرگونه ارتباطی میان این دو سری زمانی را نشان می‌دهد. در این محدوده‌ی مطالعاتی، روند افت سطح آب زیرزمینی مستقل از بارش بوده است. نتایج تحقیق منطبق با نتایج اسکلورز و همکاران[9] (۲۰۱۵) و همچنین تحقیقات میرمحمد صادقی و همکاران (۱۳۹۷) است.

در این تحقیق به منظور بررسی میزان همبستگی سری زمانی سطح آب زیرزمینی و میزان برداشت از منابع آب زیرزمینی، میزان همبستگی متقابل سری‌های زمانی این دو متغیر با تأخیرهای زمانی ۴- تا ۴+ محاسبه شده است. نتایج این روش (جدول ۲) نشان داده است که میزان ضریب همبستگی سری زمانی برداشت از منابع آب زیرزمینی با تأخیر زمانی صفر برابر با ۰/۷۲- و با تأخیر زمانی سه سال، برابر است ۰/۹۲- است که بیانگر همبستگی قوی بین این دو سری زمانی و همین‌طور تأثیرات مخرب روند افزایش برداشت از منابع آب زیرزمینی در شهرستان نجف‌آباد است.

جدول ۲: ضریب همبستگی متقابل بین متوسط سطح آب زیرزمینی و بارش، تخلیه‌ی آب زیرزمینی و کیفیت آب زیرزمینی در نجف‌آباد با تأخیر زمانی ۴- تا ۴+ سال

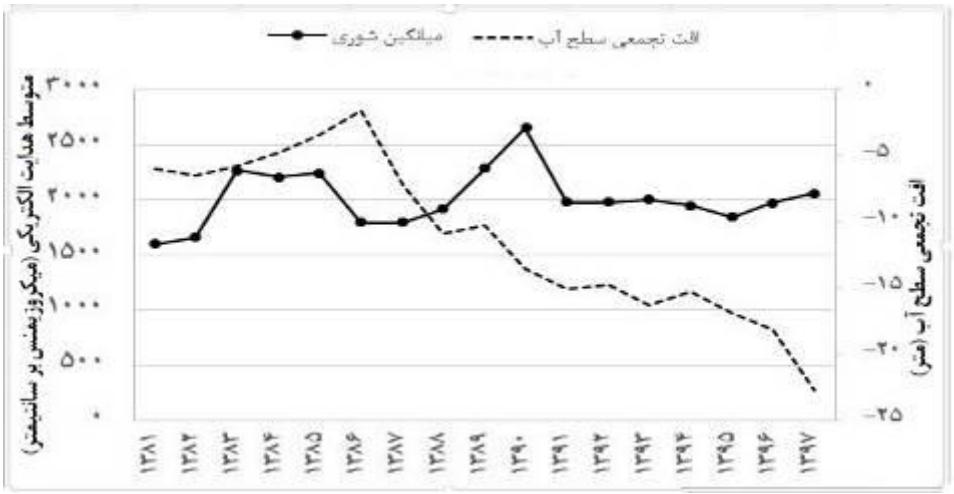
متغیر مستقل	متغیر وابسته	همبستگی متقابل تأخیر زمانی								
		-۴	-۳	-۲	-۱	۰	۱+	۲+	۳+	۴+
تخلیه‌ی آب توسط چاه‌ها	شوری آب زیرزمینی	۰/۸۸	-۰/۹۲	-۰/۸۷	-۰/۷۸	-۰/۷۲	-۰/۵۸	-۰/۴۸	-۰/۳۳	-۰/۲۵
بارش		-۰/۹	-۰/۱۳	-۰/۱۲	-۰/۲۰	-۰/۰۸	+۰/۱۶	+۰/۱۴	+۰/۱۱	-۰/۰۹
سطح آب زیرزمینی		-۰/۳۳	-۰/۴۹	-۰/۶۷	-۰/۸۵	-۰/۹۲	-۰/۷۲	-۰/۵۱	-۰/۳۰	-۰/۱۰

منبع: یافته‌های تحقیق (۱۳۹۹)

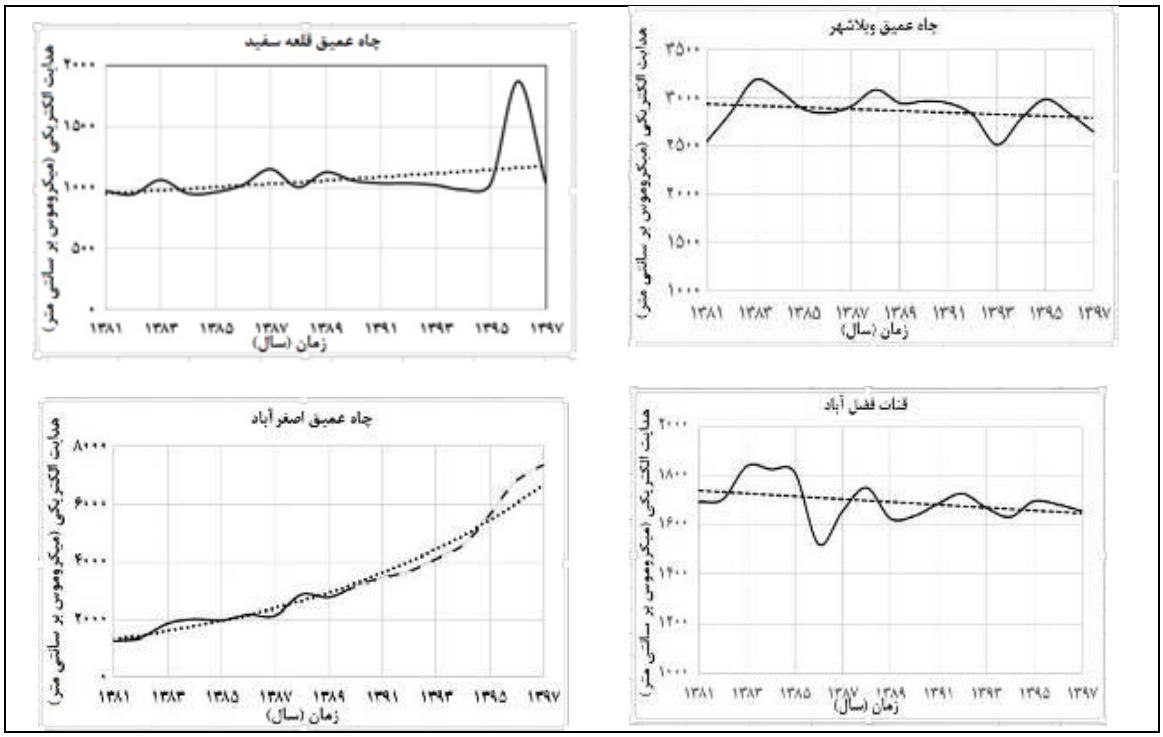
9- Sklorz

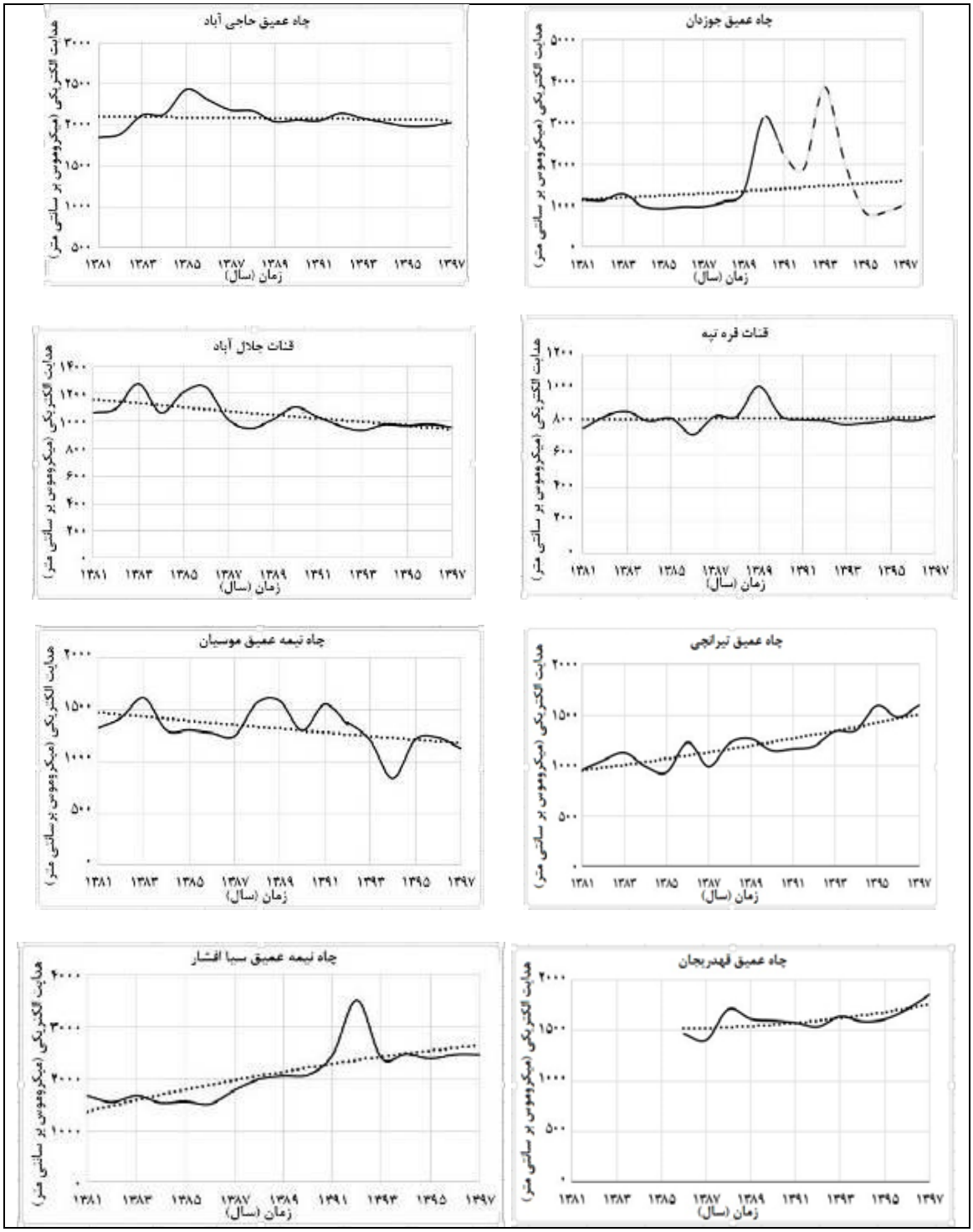
۶-۴- کموگراف افت ایستایی سطح آب و میزان شوری آب محدوده‌ی موردمطالعه

به منظور بررسی روند تغییرات شوری آب زیرزمینی در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۷-۱۳۸۱ از کموگراف تهیه‌شده توسط شرکت آب منطقه‌ای استفاده شده است. همچنین برای تفسیر این نمودار، منحنی افت سطح آب نیز در کنار منحنی شوری آب رسم گردید. همان‌طور که در شکل (۵) مشاهده می‌شود، در این دوره سطح آب افت شدیدی داشته و مقدار شوری نیز به‌طور محسوسی افزایش یافته است؛ به‌گونه‌ای که کم‌ترین میزان و با هدایت الکتریکی ۱۵۹۹ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر در سال ۱۳۸۱ داشته و در سال ۱۳۹۰ به بیش‌ترین حد خود ۲۶۵۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر رسیده است. همچنین بیش‌ترین افت سطح آب در سال ۱۳۸۷ رخ داده است. بررسی‌های صورت‌گرفته نشان می‌دهد طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۱، سطح آب زیرزمینی شهرستان، به‌طور متوسط ۲۳/۵ افت تجمعی داشته است (۱/۶ متر در سال) است (شکل ۵).



شکل ۵: نمودار کموگراف و افت سطح آب شهرستان نجف‌آباد؛ منبع: سازمان آب منطقه‌ای استان اصفهان (۱۳۹۷)



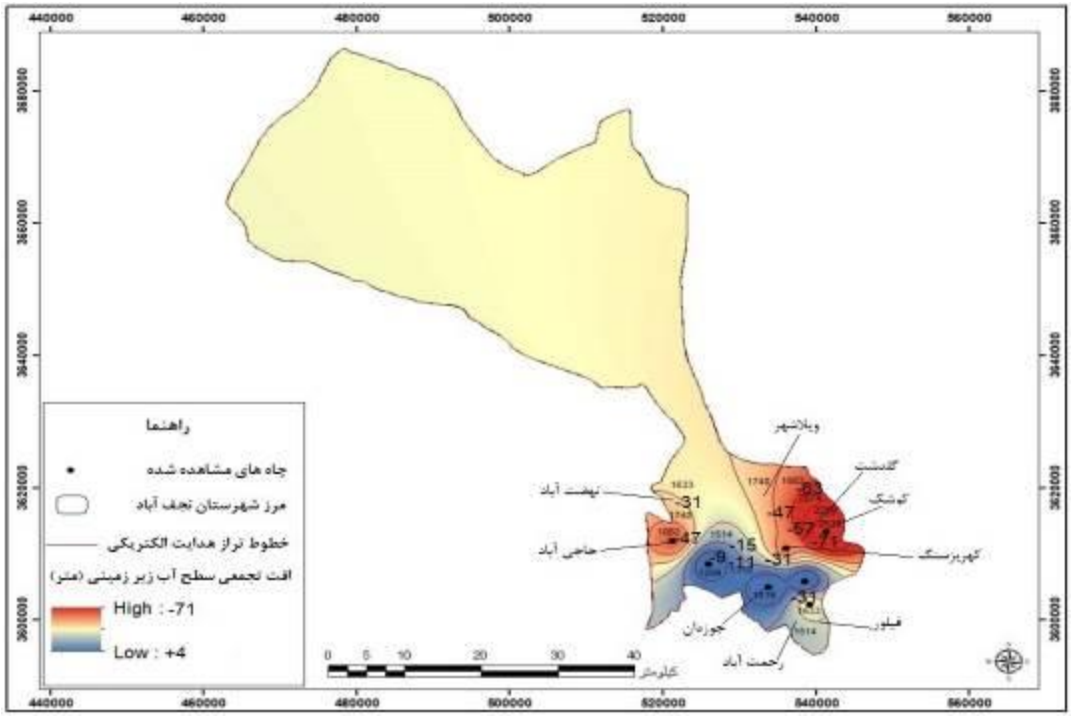


شکل ۶: هدایت الکتریکی منابع آب زیرزمینی محدوده‌ی موردمطالعه؛ منبع: سازمان آب منطقه‌ای استان اصفهان (۱۳۹۷)

نکته‌ی قابل‌توجه در بررسی چاه‌های موردمطالعه استفاده از منبع چاه‌های داخل و خارج از محدوده‌ی موردمطالعه است. چاه‌های خارج از محدوده به دلیل نزدیکی به شهرستان و جهت مقایسه‌ی هدایت الکتریکی با شهرستان انتخاب شده‌اند. نتایج شکل (۶) نشان داده است که هدایت الکتریکی از منابع چاه چه در داخل و چه در خارج محدوده، روند افزایشی داشته است. همچنین میزان هدایت الکتریکی در قنات‌های موردمطالعه یک روند متعادل و تا حدودی کاهشی را نشان می‌دهد. جهت بررسی کیفیت شیمیایی آب، از اطلاعات ۱۲ حلقه چاه و قنات در داخل و خارج محدوده‌ی

موردمطالعه استفاده شد. بر این اساس، نمودار متوسط هدایت الکتریکی آب (EC) به همراه تغییرات سطح آب زیرزمینی (شکل ۵) و نمودار تغییرات هدایت الکتریکی در هریک از منابع آبی انتخابی (شکل ۶) رسم شده است. نتایج به‌کارگیری آزمون من-کندال نشان می‌دهد که فرض صفر (H0: عدم وجود روند در داده‌ها) در خصوص متوسط شوری آب در نجف‌آباد در طول دوره‌ی آماری ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۷ در سطح اطمینان ۹۵ درصد رد می‌گردد (P-value<0/0007). به‌عبارت‌دیگر، بر اساس این شاخص، متوسط شوری آب زیرزمینی نجف‌آباد در طول دوره‌ی آماری موردمطالعه دارای روند افزایشی است. نمودار شکل (۵) نشان می‌دهد که افزایش متوسط شوری متناسب با افت سطح آب زیرزمینی در نجف‌آباد است. همچنین به منظور بررسی کیفیت این همبستگی، مقدار ضریب همبستگی متقابل سری زمانی سطح آب زیرزمینی با سری زمانی متوسط شوری نجف‌آباد محاسبه شده است. نتایج (جدول ۲) نشان داده است که میزان ضریب همبستگی متقابل دو سری زمانی یادشده با تأخیر زمانی صفر سال برابر با ۰/۹- است که بیانگر همبستگی شدید این دو سری زمانی و همچنین اثرات منفی روند افت سطح آب زیرزمینی بر میزان شوری آب در نجف‌آباد است.

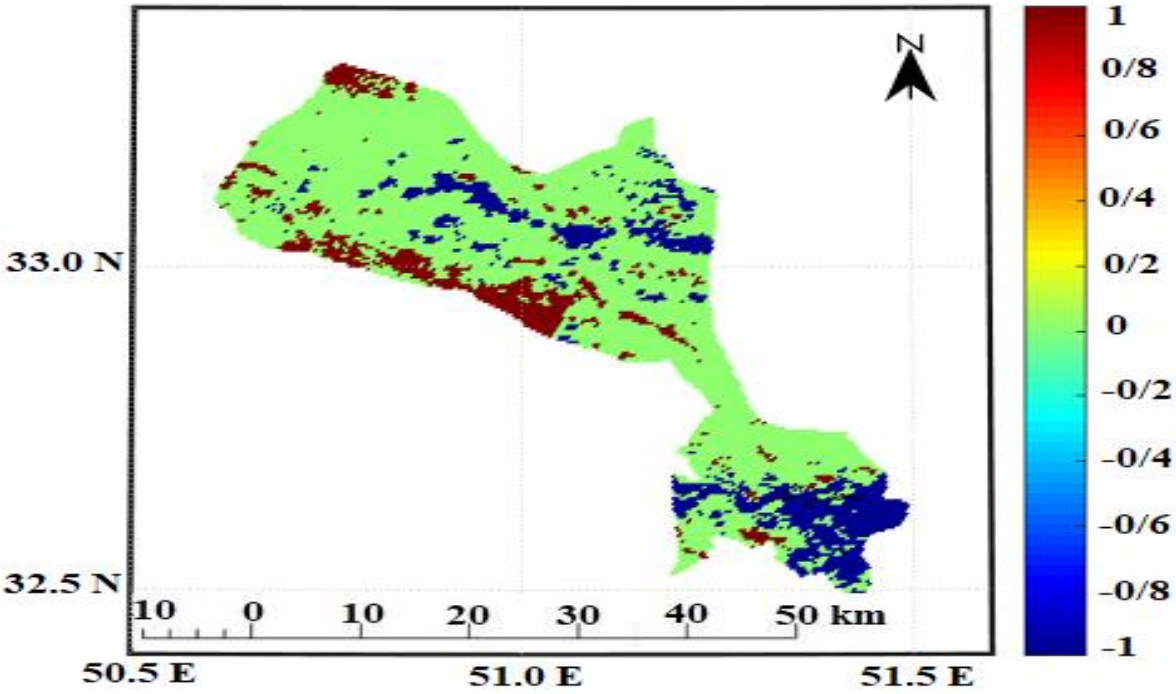
شکل (۷) نقشه‌ی افت سطح آب در بازه زمانی مهر ۱۳۸۱ تا مهر ۱۳۹۷ را نشان داده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد با افزایش میزان هدایت الکتریکی، افت سطح آب نیز افزایش پیدا کرده است. دامنه‌ی نوسان افت سطح آب بین ۴+ تا ۷۱- قرار دارد. همان‌طور که در نقشه‌ی زیر مشاهده می‌شود مناطقی که در جنوب غربی و جنوب شرقی قرار دارند، بیش‌ترین افت سطح آب را شامل می‌شوند و مناطق جنوبی با اینکه دچار افت سطح آب هستند، ولی در مواقعی که رودخانه‌ی زاینده‌رود این مناطق را تغذیه کند، افت آب کم‌تر می‌شود. همچنین نتایج نشان داده است که مناطق شهری کوشک، کهریزسنگ، گلدشت و وبلاشهر در جنوب غرب شهرستان نجف‌آباد نسبت به جنوب شرقی میزان افت و هدایت الکتریکی بیش‌تری دارند. مناطق جنوب شرقی یعنی حاجی‌آباد، نهضت‌آباد و همت‌آباد نیز دچار افت نسبتاً شدید سطح آب و هدایت الکتریکی شده‌اند. نتایج به‌دست‌آمده با مطالعه‌ی میرمحمد صادقی و همکاران در سال ۱۳۹۷ هم‌خوانی دارد.



شکل ۷: نقشه‌ی افت سطح آب زیرزمینی به همراه خطوط تراز هدایت الکتریکی از مهر ۱۳۸۱ تا مهر ۱۳۹۷

۷-۶- پوشش گیاهی

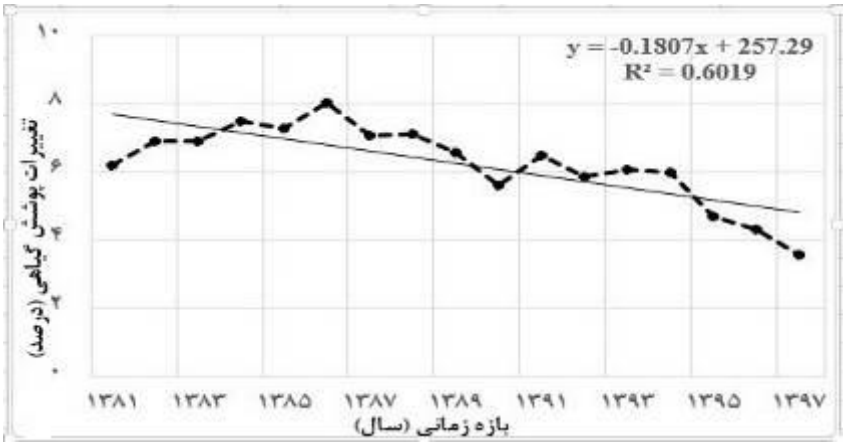
یکی دیگر از پارامترهای تغییرات محیطی منطقه‌ی موردمطالعه، تغییرات پوشش گیاهی آن است. برای بررسی روند تغییرات شهرستان نجف‌آباد از داده‌های ۱۶ روزه‌ی نمایه‌ی تفاضل به‌هنجارشده‌ی پوشش گیاهی (NDVI) مودیس آکوا در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۷ بهره گرفته شد. واکاوی ۱۷ ساله‌ی تغییرات پوشش گیاهی دو پهنه‌ی کلان اقلیمی را از لحاظ پوشش گیاهی نمایان می‌سازد. پهنه‌ی اول مناطق کوهستانی و کوهپایه‌ای شرقی و غربی است که تقریباً فاقد روند خاص از لحاظ میزان پوشش گیاهی می‌باشند. پهنه‌ی دوم مناطق جنوبی و جنوب شرقی است که به دلیل شرایط مساعد محیطی بیش‌ترین افزایش را در میزان پوشش گیاهی داشته است. همچنین دریک نگاه کلی تغییرات آن‌چنانی در میزان و وسعت مناطق دارای روند مثبت و روند منفی مشاهده نشد، اما در سال‌های ۱۳۹۲ تا ۹۷ از وسعت مناطق دارای پوشش گیاهی کاسته شده است. شکل (۸) نقشه‌ی روند تغییرات کلی میزان پوشش گیاهی بین سال‌های ۱۳۸۱ تا ۹۷ را نشان می‌دهد. روند کاهشی میزان پوشش گیاهی در مناطقی که در سال‌های نه‌چندان دور از لحاظ میزان پوشش گیاهی نسبت به سایر مناطق درخور توجه بوده است؛ ازاین‌رو نظر می‌رسد در مناطقی که قبلاً باغات، مراتع و زمین‌های کشاورزی بوده به دلیل تغییرات کاربری اراضی و ساخت‌وسازهای دست بشر پوشش طبیعی و گیاهی این منطقه رو به نابودی است. در نقطه‌ی مقابل، بخشی از مناطق غربی به دلیل کوهستانی بودن، شیب تند و آب‌وهوای نامساعد میزان پوشش گیاهی ناچیزی داشته است و به دلیل شرایط تغییرات اقلیمی و دمایی و بارشی و یا شاید مساعد بودن شرایط برای کشت و کاشت مرتع روندی افزایشی در میزان پوشش گیاهی داراست.



شکل ۸: روند تغییرات سالانه پوشش گیاهی شهرستان نجف‌آباد در بازه‌ی زمانی (۱۳۹۷-۱۳۸۱)

شکل (۹) نمودار مشاهده‌شده‌ی روند خطی میزان پوشش گیاهی منطقه‌ی موردمطالعه طی بازه‌ی زمانی ۱۷ ساله را نمایان می‌سازد. در نمودار زیر از سال‌های ۱۳۸۱ تا ۹۴ شاهد تغییرات و دامنه‌ی نوسانات کمی در میزان تغییرات پوشش گیاهی منطقه هستیم. اگر این دوره را به دو بازه‌ی زمانی تقسیم کنیم (بازه‌ی اول سال‌های ۱۳۸۱ تا ۹۱) و دوره‌ی دوم (سال‌های ۱۳۹۱ تا ۹۷) می‌باشند. در دوره‌ی اول، روند میزان پوشش گیاهی آهنگی ملایم و افزایشی را

داراست که بیشینه‌ی آن در سال‌های ۱۳۸۴ تا ۸۶ است (اوج میزان افزایش در پوشش گیاهی). از سال ۱۳۹۱ تا ۹۴ روند کاهشی افزایشی به شکل یکسان خودنمایی می‌کند تا اینکه از سال ۱۳۹۴ تا ۹۷ شاهد روند شدید کاهشی و یک‌باره در میزان پوشش گیاهی این منطقه هستیم. تغییرات یک‌باره‌ی کاربری اراضی و نوسانات اقلیمی و خشک‌سالی را می‌توان یکی از دلایل اصلی روند کاهشی در میزان پوشش گیاهی محدوده‌ی موردمطالعه دانست. همان‌طور که مشاهده می‌شود در سال ۱۳۸۶ حدود ۸ درصد شهرستان دارای پوشش گیاهی بوده که بالاترین مقدار در طول دوره‌ی موردمطالعه است. به نظر می‌رسد این مقدار پوشش گیاهی در این سال به دلیل بارش برف سنگین بوده است (که البته نیازمند پژوهشی جداگانه است).



شکل ۹: نمودار روند خطی تغییرات سالانه‌ی پوشش گیاهی شهرستان نجف‌آباد در بازه‌ی زمانی (۱۳۹۷-۱۳۸۱)

برای بررسی میزان تأثیرگذاری تغییرات محیطی بر کشاورزی شهرستان نجف‌آباد از داده‌های مدیریت جهاد کشاورزی در بازه‌ی زمانی (۹۷-۱۳۹۰) استفاده شده است. نتایج جدول (۳) نشان داده است که میزان اراضی زیرکشت (زراعی و باغی) روند کاهشی به خود گرفته است؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین کاهش در اراضی زیرکشت در سال‌های ۱۳۹۶ و ۹۷ اتفاق افتاده است. مقایسه‌ی بین اراضی زیرکشت در سال‌های مختلف گویای این حقیقت است که با وجود افزایش در اراضی قابل‌کشت در بازه‌ی زمانی موردنظر با یک روند کاهش شدید و یک‌باره‌ی اراضی زیرکشت روبه‌رو هستیم. نتایج همچنین نشان داده است که از ۱۶۰۰۰ هکتار اراضی قابل‌کشت در سال‌های (۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶)، تنها ۲۸۲۰ هکتار زیرکشت زراعی و ۳۹۸۰ هکتار زیرکشت باغی رفته است. از نظر تعداد شاغلین هم روند همین‌گونه بوده است؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد شاغلین در سال‌های (۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳) مشغول به فعالیت بودند، ولی بعد از سال ۹۴-۱۳۹۳ تعداد شاغلین کم‌تر شده و در سال ۹۷-۱۳۹۶ به کم‌ترین تعداد شاغلین یعنی ۱۰۰۰۰ نفر رسیده است. می‌توان گفت کاهش اراضی زیرکشت صرفاً به دلیل شرایط کم‌آبی، خشک‌سالی یا بهتر اینکه تغییرات محیطی نیست، بلکه دخالت عوامل انسانی در این تغییرات بی‌تأثیر نبوده و نخواهد بود.

جدول ۳: وضعیت کشاورزی شهرستان اصفهان در بازه‌ی زمانی (۹۷-۱۳۹۰)

سال زراعی	قابل‌کشت	سطح زیر کشت زراعی	سطح زیر کشت باغی	آیش	سطح زراعت آبی	تعداد شاغلین
۹۰-۱۳۸۹	۱۵۰۰۰	۳۰۰۰	۱۵۰۰	۱۰۵۰۰	۴۵۰۰	۱۲۰۰۰
میزان تولید	-	۴۷۴۰۵ (تن)	۳۲۰۰ (تن)	-	-	
۹۱-۱۳۹۰	۱۵۰۰۰	۶۰۰۰	۲۰۰۰	۷۰۰۰	۸۰۰۰	۱۲۰۰۰
میزان تولید		۵۰۰۵۰ (تن)	۵۰۰۰ (تن)	-	-	

۹۲-۱۳۹۱	۱۵۰۰۰	۷۰۰۰	۲۵۰۰	۵۵۰۰	۹۵۰۰	۱۲۲۰۰
میزان تولید	-	۵۲۰۲۰ (تن)	۶۰۰۰ (تن)	-	-	
۹۳-۱۳۹۲	۱۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۵۰۰۰	-	۱۵۰۰۰	۱۴۸۶۰
میزان تولید	-	۱۵۴/۹۸	۱۲۰۰۰(تن)	-	-	
۹۴-۱۳۹۳	۱۶۰۰۰	۱۱۰۰۰	۵۰۰۰	-	۱۶۰۰۰	۱۴۸۶۰
میزان تولید	-	۱۳۰۰۰۰ (تن)	۸۵۰۰ (تن)	-		
۹۵-۱۳۹۴	۱۶۰۰۰	۱۱۹۳۰	۴۰۴۰	-	۱۵۹۷۰	۱۱۸۶۰
میزان تولید		۱۹۷۹۵۲ (تن)	۱۳۰۰۰ (تن)	-	-	
۹۶-۱۳۹۵	۱۶۰۰۰	۲۸۲۰	۳۹۸۰	۹۲۰۰	۶۸۰۰	۱۰۵۰۰
میزان تولید		۶۴۲۰۰ (تن)	۲۵۰۰۰ (تن)	-	-	
۹۷-۱۳۹۶	۱۶۰۰۰	۲۸۲۰	۳۹۸۰	۹۲۰۰	۶۸۰۰	۱۰۰۰۰
میزان تولید		۶۴۲۰۰ (تن)	۲۵۰۰۰	-	-	

مأخذ: مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان نجف‌آباد (۱۳۹۷)

۷- نتیجه‌گیری

تغییرات محیطی و پیامدهای ناشی از بزرگ‌ترین چالش حال حاضر و آینده‌ی کشاورزی ایران محسوب می‌شود. بخش کشاورزی ذاتاً حساس به شرایط تغییر اقلیم است؛ ازاین‌رو یکی از آسیب‌پذیرترین بخش‌ها به پیامدهای تغییرات محیطی جهانی محسوب می‌شود. از سوی دیگر افزایش جمعیت، تغییر سبک زندگی و مدیریت ما بر منابع طبیعی، فشار بر این منابع طبیعی و زمین دوچندان کرده است. آنچه می‌توان از ابعاد و روند تغییرات محیطی شهرستان فهمید، نقش مؤثر انسان در تشدید پیامدهای نامطلوب محیطی در زمینه‌های مختلف است. نتایج حاصل از آزمون روند من-کندال بر روی پارامترهای اقلیمی (دما و بارش) نشان داده است که بارش دارای روند نزولی است. دمای منطقه‌ی موردمطالعه دارای روند صعودی است که گویای گرم شدن اقلیم منطقه است. در بررسی منابع آب، بیش‌ترین میزان مصرف آب در بخش کشاورزی و بیش‌ترین برداشت آب از منبع چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق صورت گرفته است. بررسی هیدروگراف واحد آبخوان نجف‌آباد نشان داده است که سطح آب زیرزمینی در شهرستان به‌طور متوسط ۱/۶ متر افت را تجربه کرده است. آزمون من-کندال نشان از معنی‌دار بودن روند کاهشی سطح آب زیرزمینی در دوره‌ی موردمطالعه است. همچنین این بررسی‌ها نشان از عدم وجود روند معنی‌دار در سری زمانی بارش داشته است. بررسی روند تخلیه‌ی آب‌های زیرزمینی نیز روند کاملاً مشخص افزایشی را نشان داده است. بررسی‌های آماری، همبستگی متقابل بین سری زمانی سطح آب زیرزمینی با سری زمینی تخلیه از منابع آب زیرزمینی را نشان داده است. این بررسی‌ها نشان‌دهنده‌ی عدم وابستگی افت سطح آب زیرزمینی با مقدار بارش محدوده‌ی مطالعاتی دارد که با نتایج تحقیقات به‌عمل‌آمده توسط کلاهدوزان و همکاران (۱۳۹۴) و گندمکار (۲۰۱۱) هم‌خوانی دارد. بررسی‌های آماری، همبستگی متقابل قوی بین سری زمانی سطح آب زیرزمینی با سری زمانی متوسط هداست الکتریکی را نشان داده است. به‌عبارت‌دیگر، روند افزایش شوری منطبق بر روند افت سطح آب زیرزمینی بوده است. یافته‌های پوشش گیاهی در محدوده‌ی موردمطالعه نشان داد در جنوب و جنوب شرق نجف‌آباد به دلیل تغییر کاربری کشاورزان از کشت زراعت به کاشت درختان و احداث باغات روند افزایشی داشته است، اما به دلیل خشک‌سالی‌ها و تغییر کاربری‌ها در بخش زیادی از شهرستان روند پوشش گیاهی منفی بوده است. یافته‌های این پژوهش با تحقیقات مسعودیان (۱۳۹۸)، مدنی (۱۳۹۶)، خزایی و همکاران (۲۰۱۸)، مدنی و همکاران (۲۰۱۶) و کرمی (۱۳۹۵) مطابقت داشته است. نتایج این تحقیق نشان داده است که افت سطح آب زیرزمینی به دلیل بهره‌برداری بیش‌ازحد بوده است. با توجه به اینکه در دو دهه‌ی اخیر، روند افزایشی در سطوح زیرکشت منطقه مشاهده نشده است، لذا می‌توان چنین نتیجه گرفت که کمبود آب سطحی در

سالیان اخیر (عمدتاً به دلیل مصارف بالادست حوضه) باعث توجه بیش‌تر زارعان منطقه به منابع محدود آب زیرزمینی شده و لذا افت شدید سطح آب زیرزمینی را باعث شده است. این مطالعه نشان می‌دهد موضوع تغییرات محیطی در شهرستان نجف‌آباد، موضوعی جدی است و مخصوصاً کشاورزی شهرستان را همچنان تهدید می‌کند؛ بنابراین به نظر می‌رسد در راستای ایجاد تعادل در فرآیند تغییرات محیطی و ادامه‌ی فعالیت کشاورزی در منطقه لازم است به صورت همه‌جانبه در تحقیقات علمی در نظام مدیریتی حاکم بر محیط، در شیوه کشاورزی سنتی و در سبک ارتباطمان با محیط بازنگری‌های اساسی انجام گیرد.

۸- منابع

۱. امینی، عباس، میرزایی، مهرنوش (۱۳۹۲). پیامدهای بحران کم‌آبی و خشک شدن زاینده‌رود در مناطق روستایی مطالعه‌ی مورد جلگه برآآن در شرق اصفهان. توسعه‌ی محلی، دوره‌ی ۵، شماره‌ی ۲، صص ۱۸۰-۱۵۷.

۲. جمشیدی، علیرضا، نوری، سید هدایت‌الله، ابراهیمی، محمدصادق (۱۳۹۴). سازگاری کشاورزی با تغییرات اقلیمی در شهرستان سیروان، استان ایلام: اثرات و گزینه‌های سازگاری. مجله‌ی پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی، سال ۴، شماره‌ی ۲، صص ۹۵-۷۹.

۳. حیدری، نادر (۱۳۹۶). تغییر اقلیم و راهکارهای سازگاری با آن در کشاورزی. نشریه‌ی مدیریت آب در کشاورزی، ۴(۲): ۲۶-۱۳.

۴. کرمی، عزت‌الله (۱۳۹۵). تغییر اقلیم، خشک‌سالی و تنگدستی در ایران: نگاهی به آینده. مجله‌ی پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱، شماره‌ی ۱، صص ۶۸-۵۳.

۵. کلاهدوزان، علی، دین‌پژوه، یعقوب، میرعباس نجف‌آبادی، رسول، اسدی، اسماعیل، دربندی، صابره (۱۳۹۴). تأثیر خشک شدن زاینده‌رود بر تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت نجف‌آباد در دو دهه‌ی اخیر. تحقیقات آب‌وخاک، دوره‌ی ۴۶، شماره‌ی ۱، صص ۹۳-۸۱.

۶. مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۹۸). بازتاب تغییرات محیطی در تغییرات توزیع فراوانی دمای رویه‌ی زمین (مطالعه‌ی موردی: حوضه‌ی زاینده‌رود و حوضه‌ی ارومیه). مجله‌ی مخاطرات محیطی، شماره‌ی ۸، دوره‌ی ۱۹، صص ۲۷۵-۲۶۴.

۷. میرمحمد صادقی، مسعود، ابراهیمی، بابک، پسندی، مهرداد (۱۳۹۷). افت شدید سطح آب زیرزمینی و اندرکنش رودخانه و آبخوان (مطالعه‌ی موردی: آبخوان نجف‌آباد در حوضه‌ی زاینده‌رود). نشریه‌ی علوم آب‌وخاک، سال ۲۲، شماره‌ی ۲، صص ۱۲۵-۱۰۷.

8. AghaKouchak, A., Feldman, D., Hoerling, M., Huxman, T., & Lund, J. (2015). Water and climate: Recognize 621 anthropogenic drought. Nature 524, 409–411.
9. Ayeni, A.O., Cho, M.A., Mathieu, R., & Adegoke, J.O. (2016). The local experts' perception of environmental change and its impacts on surface water in Southwestern Nigeria, Environmental Development, 17, 33-47.
10. Beniston, M. (2016). Environmental Change in Mountains and Uplands, Routledge.
11. Butler, J.R.A., Suadnya, W., Puspadi, K., Sutaryono, Y., Wise, R.M., & et al. (2014). Framing the application of adaptation pathways for rural livelihoods and global change in eastern Indonesian islands, Global Environmental Change, 28, 368-382.
12. Campbell, D., Barker, D., & McGregor, D. (2010). Dealing with drought: Small Farmers' and
environmental hazards in southern St: Elizabeth, Jamaica. Applied Geography, 31(1), 146-158.
13. Easterling, D.R., Evans, J., Groisman, P.Y., Karl, T., Kunkel, E., & Ambenje, P. (2000). Observed variability and trends in extreme climate events: a brief review. Bull. Am. Meteorol. Soc. 81, 417–425.
14. Enríquez-de-Salamanca, A., Díaz-Sierra, R., Martín-Aranda, R.M., & Santos, M.J. (2017). Environmental impacts of climate change adaptation, Environmental Impact Assessment Review, 64, 87-96.

15. Ensor, J., & Berger, R. (2009). Understanding Climate Change Adaptation: Lessons from Community-based Approaches. Practical Action Publishing, Rugby, UK.
16. Eriksen, S., Aldunce, P., Bahinipati, C.S., Martins, R.D.A., Molefe, J.I., Nhemachena, C., O'Brien, K., Olorunfemi, F., Park, J., Sygna, L., & Ulsrud, K. (2011). When not every response to climate change is a good one: identifying principles for sustainable adaptation. Climate and Development 3, 7–20.
17. Felfelani, F., Wada, Y., Longuevergne, L., & Pokhrel, Y.N. (2017). Natural and human-induced terrestrial water storage change: A global analysis using hydrological models and GRACE. J. Hydrol. 553,105–118. https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2017.07.048.
18. Gaillard, G. & Tendall, D.M. (2015). Environmental consequences of adaptation to climate change in Swiss agriculture: An analysis at farm level, Agricultural Systems, 132, 40-51.
19. Gandomkar, A. 2011. Investigating the precipitation and temperature change procedure in Zayanderood watershed, World Academy of Science, Engineering and Technology (WASET) 5, 43-47
20. Golian, S., Mazdiyasni, O., & AghaKouchak, A. (2015). Trends in meteorological and agricultural droughts in Iran. Theor. Appl. Climatol. 119, 679–688.
21. Hashemi, H., Uvo, C.B., & Berndtsson, R. (2015). Coupled modeling approach to assess climate change impacts on groundwater recharge and adaptation in arid areas. Hydrol. Earth Syst. Sci. 19, 4165– 4181. https://doi.org/10.5194/hess-19-4165-2015.
22. Khazaeia, B., Khatami, S., Alemohammad, S. H., Rashidi, L., Wue, C., Madani, K., Kalantari, Z., Destouni, G., & Aghakouchak, A. (2019). Climatic or regionally induced by humans? Tracing hydro-climatic and landuse changes to better understand the Lake Urmia tragedy, Journal of Hydrology, 569: 203-2017.
23. Madani, K. (2019). NASA Goddard Institute for Space Studies, Anomalies shown relative to the average temperature at each location between, 1951-2019.
24. Madani, K., AghaKouchak, A., & Mirchi, A. (2016). Iran's Socio-economic Drought: Challenges of a Water- Bankrupt Nation. Iran. Stud. 49, 997–1016.
25. Maponya, Ph., & Mpandeli, S. (2012). Climate Change and Agricultural Production in South Africa: Impacts and Adaptation options. Journal of Agricultural Science, 4(10), 48-60.
26. Mbowa, C., Mertz, O., Diouf, A., Rasmussen, K., & Reenberg, A. (2008). The history of environmental change and adaptation in eastern Saloum–Senegal—Driving forces and perceptions, Global and Planetary Change, 64, 210-221.
27. Mehran, A., AghaKouchak, A., Nakhjiri, N., Stewardson, M.J., Peel, M.C., Phillips, T.J., Wada, Y., & Ravalico, J.K. (2017). Compounding Impacts of Human-Induced Water Stress and Climate Change on Water Availability. Sci. Rep. 7, 62-82. https://doi.org/10.1038/s41598-017-06765-0.
28. Mohan, C., Western, A.W., Wei, Y., & Saft, M. (2018). Predicting groundwater recharge for varying land cover and climate conditions – a global meta-study. Hydrol. Earth Syst. Sci. 22, 2689–2703. https://doi.org/10.5194/hess-22-2689-2018.
29. Mortimore, M., Ba, M., Mahamane, A., Rostom, R.S, Serra Del Pozo, P., & Turner, B. (2005). Changing systems and changing landscapes: measuring and interpreting land use transformations in African drylands. Geografisk Tidsskrift. Danish Journal of Geography 105, 101–120.
30. Pachauri, R.K., & Meyer, L.A. (2014). IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 1–151.
31. Patt, A.G., & Schröter, D. (2008). Perceptions of climate risk in Mozambique: implications for the success of adaptation strategies. Glob. Environ. Chang. 18, 458–467.
32. Pokhrel, Y.N., Felfelani, F., Shin, S., Yamada, T.J., & Satoh, Y. (2017). Modeling large-scale human alteration of land surface hydrology and climate. Geosci. Lett. 4, 10-22.
33. Qin, Z., Storozum, M., Liu, H., Zhang, X., & Kidder, T. R. (2019). Investigating environmental changes as the driving force of agricultural intensification in the lower

reaches of the Yellow River: A case study at the Sanyangzhuang site, Quaternary International, 521, 25-34.
34. Schall, D., Lansing, D., Leisnham, P., Shirmohammadi, A., Montas, H., & Hutson, T. (2018). Understanding stakeholder perspectives on agricultural best management practices and environmental change in the Chesapeake Bay: A Q methodology study, Journal of Rural Studies, 60, 21-31.
35. Sklorz, S., M. Kaltofen and B. Monninkhoff. 2015. Groundwater Model for the Zayandeh Rud Catchment. Integrated Water Resource Management in Isfahan, Iran, BMBF Project, DHI-WASY.
36. Tasi, H.M. (2009). Co-evolution and Beyond: Landscape Changes in the Penghu Aechipelago (the Pescadores), Taiwan. Asia-Pacific From 44, 193-213.
37. Vanackera, V., Govers, G., Poesenb, J., Deckersc, J., Derconc, G., & Loaiza G. (2003). The impact of environmental change on the intensity and spatial pattern of water erosion in a semi-arid mountainous Andean environment, Catena 51, 329– 347.
38. 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., & Davies, P.M. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. Nature 467, 555–561.
39. Wang, G.H., & Chang, L.F. (2009). Urban peripheral land use and ground surface coverage changes: driving forces and environmental change issues. Urban Planning, 36, 361-385.