

نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۲۰، شماره ۵۵، بهار ۱۳۹۵، صفحات ۲۹۱-۳۰۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۱۹

تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۴/۰۵/۰۶

واکاوای تغییرات کمی آب قنات و تأثیر آن بر سطح زیر کشت زراعت آبی شهرستان لنجان طی سال‌های آبی (۱۳۹۱-۱۳۷۰)

سیدهدایت‌اله نوری^۱

عفت فتاحی^۲

سیدابوالفضل مسعودیان^۳

چکیده

قنات یکی از پیچیده‌ترین فنون ابداعی بشر برای استخراج منابع آب زیر زمینی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که برای آبرسانی در مناطق کم آب و حتی بدون آب به‌وجود آمده است. قنات‌ها در شهرستان لنجان علی‌رغم دسترسی مردم این شهرستان به آب رودخانه زاینده رود از اهمیت فراوانی برخوردار است و در این منطقه از رشته قنات‌هایی جهت آبیاری سطوح زیر کشت استفاده می‌شود. روش پژوهش این مطالعه «توصیفی-تحلیلی» است و اطلاعات از منابع، اسناد کتابخانه‌ای و سازمان‌های مرتبط تهیه شده است. در این پژوهش سعی شده تغییرات کمی آب قنات‌های منطقه و وضعیت کاهش سطح زیر کشت زراعت آبی مرتبط با تغییر تخلیه آب قنات‌های شهرستان لنجان مورد بررسی قرار گیرد. برای انجام این مطالعه داده‌های آماری گردآوری شده با استفاده از مدل امتیاز استاندارد پردازش شده است. در ادامه داده‌ها بر اساس هدف مطالعه، با استفاده از مدل رگرسیون خطی سری‌های زمانی، نمودارهای هیدروگراف و روش همبستگی تجزیه و تحلیل شده

۱- دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی دانشگاه اصفهان.

۲- دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه اصفهان. Email:fathi_geo@yahoo.com

«مقاله حاضر مستخرج کار پژوهشی رساله مقطع دکتری نویسنده مسئول با عنوان: تأثیر کاهش منابع آب بر کشاورزی (زراعت و باغداری) در شهرستان لنجان است».

۳- استاد گروه جغرافیا و اقلیم‌شناسی دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی دانشگاه اصفهان.

است. نتایج مطالعه نشان داد که میزان تخلیه آب قنات‌های شهرستان لنجان طی دوره آماری گذشته به‌ویژه در سال‌های خشکسالی روند کاهشی داشته است. به‌طوری که تعدادی از قنات‌ها در سال آبی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ به‌طور کامل خشک شده است. همچنین کاهش سطح زیر کشت رابطه مستقیمی با میزان تخلیه آب قنات‌ها با ضریب معناداری ($\text{sig}=0/001$) و ضریب همبستگی به مقدار ۰/۶۹ داشته است.

واژگان کلیدی: قنات، سطح زیر کشت، خشکسالی، هیدروگراف، شهرستان لنجان.

مقدمه

بروز خشکسالی در هر منطقه‌ای می‌تواند بر منابع آب و کشاورزی آن منطقه اثر بگذارد، خشکسالی ممکن است ناشی از کمبود بارندگی، کاهش رطوبت خاک یا افت سطح تراز منابع آب سطحی و زیرزمینی و یا ترکیبی از این عوامل باشد اگر چه در آنالیز کامل پدیده خشکسالی بارندگی، رطوبت خاک و رواناب را مورد بررسی قرار می‌دهند اما همه این عوامل به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم تحت تأثیر میزان بارندگی قرار دارند، به‌طوری که کاهش میزان بارندگی در کوتاه‌مدت باعث کاهش رطوبت خاک و در بلندمدت باعث افت سطح تراز منابع آب سطحی و زیرزمینی می‌گردد (لوکاس^۴، ۲۰۰۳: ۴۸۶). میزان این کاهش به اندازه‌ای است که روند عادی رشد را در هر منطقه‌ای مختل می‌سازد و آثار زیان باری بر کشاورزی می‌گذارد (شهاب‌الملک فرد، ۱۳۸۳: ۲۱۰). در واقع کمی بارش و نوسانات شدید آن سبب عدم اطمینان جهت دریافت حداقل بارش مورد نیاز برای مصارف کشاورزی، تأمین آب‌های سطحی و تغذیه آب‌های زیر زمینی و مصارف انسانی می‌شود (ویل‌هیت^۵، ۱۹۸۵). مردمان کشور ایران با آگاهی از این مسائل، دست به ابتکاری جالب زده‌اند، که آن را قنات یا کاریز نام نهاده‌اند. با این اختراع، که تاکنون در نوع خود، در جهان بی‌نظیر بوده است، می‌توان با حفر کانال به داخل سفره‌های آب‌های زیرزمینی، آن را به سطح زمین رساند تا در تمام طول سال، آب مانند چشمه از درون زمین به سطح جاری شود. در واقع شرایط

4- Loukas

5- Wilhit

خشک و نیمه‌خشک هیدرو اقلیمی کشور ایران سبب شده که از گذشته‌های دور به منابع آب‌های زیرزمینی توجه خاص شود و روش‌های متنوعی برای استحصال آب ایجاد گردد که احداث قنات یکی از این روش‌ها برای بهره برداری از آب‌های زیرزمینی جهت رونق بخشیدن به سکونتگاه‌ها و فعالیت‌های کشاورزی جوامع بوده است.

قنات از شگفت‌انگیزترین کارهای دسته‌جمعی تاریخ بشری است که برای آب‌رسانی به مناطق کم‌آب و تأمین آب شرب انسان، دام و زراعت، با کار گروهی، مدیریت و برنامه‌ریزی به‌وجود آمده است (عشقی‌زاده و همکار: ۱۳۸۹: ۴۵). قنات به‌هرجا راه پیدا کرده و به‌طور مناسب از آن بهره برداری شده، سکونت دائم، رونق کشاورزی و دامپروری، عمران، آبادی و رونق اقتصادی را با خود به ارمغان آورده است (زیاری، ۱۳۷۹: ۸۱).

شهرستان لنجان در غرب استان اصفهان واقع بوده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۵۵۰ متر برآورد گردیده است (قادری، ۱۳۸۳: ۶). این شهرستان از منابع سه‌گانه رودخانه زاینده‌رود، چشمه و قنات سیراب می‌گردد (سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان اصفهان، ۱۳۸۸: ۱۴) قنات‌های شهرستان لنجان را با توجه به نوع مصرف آن، می‌توان به دو گروه عمده قنات‌های کشاورزی و قنات‌های آب شرب دسته‌بندی کرد (شرکت آب منطقه‌ای استان اصفهان، ۱۳۹۲). در شهرستان لنجان حدود ۷۰/۱۶ درصد اراضی زیر کشت از آب‌های زیرزمینی مشروب می‌شوند (اداره جهاد کشاورزی شهرستان لنجان، ۱۳۸۱: ۵). بنابراین شهرستان لنجان از لحاظ موقعیت جغرافیایی به لحاظ آب و خاک در مکانی مناسب قرار گرفته است و به جهت دارا بودن توان‌های محیطی بالا برای فعالیت‌های کشاورزی یکی از مهم‌ترین یکی از قطب‌های مهم فعالیت‌های کشاورزی تا چند دهه گذشته در استان اصفهان بوده است. اما به علل مختلف؛ از جمله تغییر اقلیم و خشکسالی، فعالیت‌های کشاورزی آن با رکود روبرو شده است. مسئله اساسی در این مورد کاهش مقدار بارش، به‌ویژه خشکسالی‌های اخیر است که تأثیر زیادی بر آب‌های زیرزمینی داشته و در نتیجه بر مقدار کمی آب قنات‌ها و به‌تبع بر فعالیت‌های بخش کشاورزی منطقه مؤثر بوده است. بنابراین هدف پژوهش بررسی تغییرات کمی آب قنات‌ها در اثر خشکسالی و تأثیر آن بر

وضعیت زراعت آبی منطقه مورد مطالعه است. در این پژوهش به منظور ارزیابی میزان کاهش آب قنات‌های شهرستان لنجان و پاسخ به این‌که، تغییرات در مقدار کمی آب قنات‌های منطقه چه تأثیری بر زراعت آبی شهرستان لنجان داشته است؟ به مطالعه تغییرات کمی آب قنات‌های منطقه و ارتباط آن با تغییرات سطح زیر کشت سالانه (زراعت آبی) شهرستان لنجان پرداخته است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به لحاظ هدف از نوع کاربردی، با رویکرد توصیفی و تحلیلی است و برای جمع‌آوری اطلاعات از روش مطالعات کتابخانه‌ای، اسنادی استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده شامل داده‌های کمی بارش سالانه، میزان تخلیه سالانه آب قنات، میزان سطح زیر کشت زراعی شهرستان لنجان در طی ۲۱ سال دوره آماری (سال‌های آبی ۱۳۹۱-۱۳۷۰) است. بخش عمده اطلاعات و داده‌های آماری از شرکت آب منطقه‌ای استان اصفهان و اداره جهاد کشاورزی شهرستان لنجان و سازمان‌های مرتبط دریافت شده است. برای تجزیه و تحلیل نخست میانگین، انحراف معیار و نمره استاندارد داده‌های آماری محاسبه گردید و با روش تحلیل رگرسیون خطی به تجزیه و تحلیل داده‌های بارش سالانه و میزان تخلیه هر یک از قنات‌ها پرداخته شده است.

تحلیل رگرسیون خطی یکی از روش‌های آماری پارامتری با وسیع‌ترین کاربردها بین تکنیک‌های آماری (توماس^۳، ۲۰۰۹: ۴) برای تجزیه داده‌ها است، زیرا روش ساده‌ای را برای ایجاد یک رابطه تابعی بین متغیرها، فراهم می‌کند (چتر جی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۱) و همچنین ارتباط نزدیکی با ضریب همبستگی پیرسون و نمودار پراکنش داده‌ها دارد. در حقیقت تحلیل رگرسیون یک جنبه از آمار کاربردی است که به محقق امکان می‌دهد، تغییرات متغیر وابسته را از طریق متغیر مستقل تعیین نماید. بر این اساس خط رگرسیون در نمودار پراکنش، مبنای تحلیل نقاط در نمودار محسوب می‌شود (کلانتری، ۱۳۸۹: ۱۷۵-)

(۱۷۱). این تکنیک مبنایی برای پیش‌بینی تغییرات یک متغیر از طریق متغیر دیگر در سطح وسیع است (کوتاری^۴، ۱۹۹۲: ۲۰۷-۲۰۶).

رگرسیون خطی از طریق رابطه (۱) محاسبه می‌گردد. در این رابطه a معرف ضریب رگرسیون و b عرض از مبدأ تابع در رگرسیون خطی است (تقوایی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۱۷). (توماس، ۲۰۰۹: ۴؛ دنیس^۵ و همکاران، ۱۹۹۴: ۲۶؛ داکلاس^۹، ۱۹۹۲: ۵۳) $Y=a+bx$: رابطه (۱) در مرحله بعد با استفاده از روش Z (مدل امتیاز استاندارد یا نمره توزیع استاندارد) به استاندارد نمودن داده‌های کمی آب قنات‌ها پرداخته شده است. روش Z یکی از روش‌های رفع اختلاف مقیاس و محاسبه ترکیبی است (حکمت‌نیا و همکار، ۱۳۸۵: ۲۱۶ و کلانتری، ۱۳۹۱: ۴۱). برای محاسبه نمره استاندارد داده‌های کمی آب قنات‌ها، در مرحله اول، میانگین و انحراف معیار هر ستون و سپس با استفاده از رابطه (۲) نمره توزیع استاندارد (Z) محاسبه شده است.

$$Z_{ij} = \frac{y_i - \bar{y}_j}{sdj} \quad \text{رابطه (۲)}$$

(یارنال^{۱۰}، ۱۳۸۵: ۶۸؛ وارثی و همکار، ۱۳۸۷: ۵۶؛ چترجی^{۱۱}، ۱۳۸۹: ۲۷۳).

در رابطه فوق \bar{y}_j میانگین ستون j ام و sdj انحراف معیار ستون j ام است.

Z_{ij} امتیاز استاندارد شده شاخص i برای داده j است.

در مرحله بعد امتیاز استاندارد شده هر یک از شاخص‌ها (مقدار کمی آب قنات‌ها)، را

4- Kothari

5- Dennis

9- Douglas

10- Brent Yarnal

11- chatterjee

جمع و نتیجه را به تعداد کل تقسیم شده که امتیاز به دست آمده، معدل امتیاز استاندارد شده است. این مقدار به صورت یک متغیر واحد، امکان پیش‌بینی را برای وضعیت شاخص مورد مطالعه میسر می‌کند رابطه (۳).

$$\bar{S}z_{ij} = \sum S z_{ij} \quad \text{رابطه (۳)}$$

(سرایبی، ۱۳۸۷: ۸۲)

در این رابطه Sz_{ij} برابر با مقدار پایداری و n تعداد سال‌های آماری در نظر گرفته شده است. بر این اساس نمرات استاندارد شده (مقدار کمی استاندارد شده آب قنات‌ها)، را به پنج گروه شامل پایدار (نمره Z بزرگ‌تر از $+1$)، نیمه پایدار (نمره Z بین $0/25$ تا 1) بینابین (نمره Z بین $+0/25$ و $-0/25$) نیمه پایدار (نمره Z بین $-0/25$ تا 1) و ناپایدار (نمره Z کم‌تر از -1) تقسیم شده است. در نهایت با محاسبه مجموع میزان آب تخلیه قنات‌ها و ضریب همبستگی پیرسون به مقایسه آن با سطح زیر کشت در طی دوره آماری برای دوره‌های ترسالی و خشکسالی پرداخته شده است. ضریب همبستگی پیرسون از روش‌های پرکاربرد جهت تعیین میزان رابطه بین دو متغیر محسوب گردیده و مقدار آن همواره بین $+1$ و -1 در نوسان است (کلاتنری، ۱۳۸۹: ۱۰۸).

عملی‌ترین راه تشخیص تغییر کمی آب قنات‌ها وابسته به میزان بارش، تحلیل سری زمانی بارش و قنات است، بنابراین تحلیل و بررسی نمودار هیدروگراف معرف آن در هر یک از مراحل پژوهش آورده شده است.

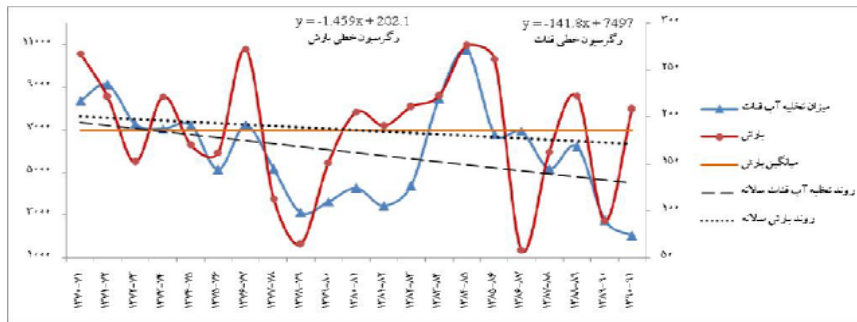
یافته‌ها و بحث

ارتباط تغییرات سالانه شاخص بارش و میزان تخلیه آب قنات‌های شهرستان لنجان ارزیابی وضعیت بارندگی در دوره ۲۱ ساله منطقه نشان‌دهنده نوسان بالای مقدار بارندگی است. همچنین روند عمومی پراکنش داده‌های بارش و سری زمانی بارش سالانه، نشان‌دهنده خشکسالی شدید و کاهش بارش طی سال‌های آبی ۱۳۷۹-۱۳۷۸ و ۱۳۸۷-۱۳۸۶ است. در

ادامه با بررسی داده‌های بارش، کم‌ترین میزان بارش سالانه نسبت به میانگین بارش سالانه (Mean=۱۸۶) طی ۹ سال در منطقه مشاهده می‌شود و سری زمانی بارش سالانه منطقه نشان‌دهنده روند کاهشی شاخص بارش با ضریب رگرسیون منفی ($a=-1/46$) است. سری زمانی تخلیه سالانه آب قنات منطقه نیز، نشان‌دهنده روند کاهشی با ضریب رگرسیون منفی برابر با؛ ($a=-141/8$) است جدول ۱ و شکل ۱.

جدول (۱) میزان بارش سالانه و تخلیه قنات در شهرستان لنجان طی سال‌های آبی ۹۱-۱۳۷۰

بارش سالانه		بارش سالانه از حداکثر به حداقل		میزان تخلیه قنات (هزار متر مکعب)	
۱۳۷۰-۱۳۷۱	۲۶۸	۱۳۸۴-۱۳۸۵	۲۷۶/۵	۱۳۷۰-۱۳۷۱	۸۳۷۹
۱۳۷۱-۱۳۷۲	۲۲۱/۵	۱۳۷۶-۱۳۷۷	۲۷۲/۵	۱۳۷۱-۱۳۷۲	۹۱۳۰
۱۳۷۲-۱۳۷۳	۱۵۲	۱۳۷۰-۱۳۷۱	۲۶۸	۱۳۷۲-۱۳۷۳	۷۲۸۳
۱۳۷۳-۱۳۷۴	۲۲۲	۱۳۸۵-۱۳۸۶	۲۶۲	۱۳۷۳-۱۳۷۴	۷۰۶۵
۱۳۷۴-۱۳۷۵	۱۷۰	۱۳۸۸-۱۳۸۹	۲۲۳	۱۳۷۴-۱۳۷۵	۷۲۱۴
۱۳۷۵-۱۳۷۶	۱۶۲/۵	۱۳۸۳-۱۳۸۴	۲۲۲/۵	۱۳۷۵-۱۳۷۶	۵۱۲۸
۱۳۷۶-۱۳۷۷	۲۷۲/۵	۱۳۷۲-۱۳۷۳	۱۵۲	۱۳۷۶-۱۳۷۷	۷۲۲۷
۱۳۷۷-۱۳۷۸	۱۱۳	۱۳۷۱-۱۳۷۲	۲۲۱/۵	۱۳۷۷-۱۳۷۸	۵۱۷۲
۱۳۷۸-۱۳۷۹	۶۴/۵	۱۳۸۲-۱۳۸۳	۲۱۱	۱۳۷۸-۱۳۷۹	۳۱۴۱
۱۳۷۹-۱۳۸۰	۱۵۱/۹	۱۳۹۰-۱۳۹۱	۲۰۸/۵	۱۳۷۹-۱۳۸۰	۳۶۴۶
۱۳۸۰-۱۳۸۱	۲۰۵/۵	۱۳۸۰-۱۳۸۱	۲۰۵/۵	۱۳۸۰-۱۳۸۱	۴۲۷۴
۱۳۸۱-۱۳۸۲	۱۹۰/۵	۱۳۸۱-۱۳۸۲	۱۹۰/۵	۱۳۸۱-۱۳۸۲	۳۴۳۴
۱۳۸۲-۱۳۸۳	۲۱۱	۱۳۷۴-۱۳۷۵	۱۷۰	۱۳۸۲-۱۳۸۳	۴۴۸۷
۱۳۸۳-۱۳۸۴	۲۲۲/۵	۱۳۸۷-۱۳۸۸	۱۶۳	۱۳۸۳-۱۳۸۴	۸۴۶۴
۱۳۸۴-۱۳۸۵	۲۷۶/۵	۱۳۷۵-۱۳۷۶	۱۶۲/۵	۱۳۸۴-۱۳۸۵	۱۰۷۵۱
۱۳۸۵-۱۳۸۶	۲۶۲	۱۳۷۲-۱۳۷۳	۱۵۲	۱۳۸۵-۱۳۸۶	۶۸۱۰
۱۳۸۶-۱۳۸۷	۵۸/۵	۱۳۷۹-۱۳۸۰	۱۵۱/۹	۱۳۸۶-۱۳۸۷	۶۹۵۴
۱۳۸۷-۱۳۸۸	۱۶۳	۱۳۷۷-۱۳۷۸	۱۱۳	۱۳۸۷-۱۳۸۸	۵۱۷۹
۱۳۸۸-۱۳۸۹	۲۲۳	۱۳۸۹-۱۳۹۰	۸۹/۵	۱۳۸۸-۱۳۸۹	۶۲۲۱
۱۳۸۹-۱۳۹۰	۸۹/۵	۱۳۷۸-۱۳۷۹	۶۴/۵	۱۳۸۹-۱۳۹۰	۲۷۷۳
۱۳۹۰-۱۳۹۱	۲۰۸/۵	۱۳۸۶-۱۳۸۷	۵۸/۵	۱۳۹۰-۱۳۹۱	۲۰۳۵
منبع: شرکت آب منطقه‌ای استان اصفهان، ۱۳۹۲ و محاسبه نگارندگان				Mean=۱۸۶	



شکل (۱) روند تغییرات بارش سالانه و تخلیه آب قنات طی دوره آماری ۱۳۷۰-۱۳۹۱ به روش تجزیه رگرسیون خطی در شهرستان لنجان

افت سطح آب قنات‌های شهرستان لنجان در طی دوره آماری ۱۳۷۰-۱۳۹۱

همان‌گونه که ذکر شد، میزان بارش منطقه یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در میزان نوسان سطح آب زیرزمینی، ترسالی و خشکسالی است. بنابراین نمودار هیدروگراف برای ۹ قنات از شبکه قنات‌های شهرستان بر اساس میزان تخلیه آب سالانه هر یک از قنات‌ها بر اساس امتیاز استاندارد شده (Z) در طی دوره آماری ۱۳۷۰-۱۳۹۱ تهیه شده است. روند عمومی پراکنش داده‌های تخلیه سالانه آب قنات‌های مورد مطالعه، نشان‌دهنده نوسان زیاد تخلیه آب و روند کاهشی اکثر قنات‌های منطقه طی دوره آماری مورد مطالعه است. از نظر وضعیت پایداری قنات‌ها، با توجه به محاسبه SZ_{ij} در وضعیت بینابین می‌باشند که بر اساس کاهش میزان بارش و شدت خشکسالی‌های منطقه است جدول ۲.

به‌طور کلی روند سری زمانی و ضریب رگرسیون منفی قنات‌های مورد مطالعه نشان‌دهنده روند کاهشی آب قنات‌ها در طی ۲۱ سال آبی گذشته است، به‌طوری که ۴۰ درصد قنات‌ها به‌طور کامل خشک شده و ۶۰ درصد قنات‌های مورد مطالعه با افت شدید سطح آب مواجه شده است جدول (۲)، شکل‌های (۲ و ۳).

جدول (۲) مقدار Z قنات‌های شهرستان لنجان در طی سال‌های آبی ۱۳۷۰-۱۳۹۱

حوض کجویه		کاهریز		دزج هاردنگ		چنار کجویه		نصیر آباد		قنات
Z	تخلیه	Z	تخلیه	Z	تخلیه	Z	تخلیه	Z	تخلیه	سال آبی
۲/۰۶	۱۰۹۴	-۰/۶۳	۴۶۳	۱/۰۴	۱۳۲۳	۱/۰۱-	۱۵۰	۰/۰۶	۲۸۷	۱۳۷۰-۱۳۷۱
۱/۶۱	۹۳۹	-۱/۳۷	۲۶۳	۰/۲۶	۹۶۹	۱/۵۱	۹۹۳	۰/۴	۳۶۹	۱۳۷۱-۱۳۷۲
۰/۸۶	۶۷۵	-۱/۰۱	۳۶۱	۰/۳۵	۱۰۰۸	۰/۱۴	۵۳۴	۱/۶۶	۶۳۳	۱۳۷۲-۱۳۷۳
-۰/۳۹	۲۴۳	-۱/۹۴	۱۱۱	۱/۰۳	۱۳۱۹	۰/۰۵	۴۷۲	۱/۷۷	۶۵۸	۱۳۷۳-۱۳۷۴
۰/۴۷	۵۴۰	-۰/۸۷	۸۶۲	۰/۵۵	۱۱۰۰	۰/۶۴	۷۰۰	-۰/۱۵	۲۴۱	۱۳۷۴-۱۳۷۵
-۰/۱۲	۲۳۴	-۰/۱۹	۶۸۲	-۰/۸۳	۴۷۲	-۰/۳۹	۳۵۸	-۰/۳۶	۱۹۷	۱۳۷۵-۱۳۷۶
-۱/۳۸	۸۵۸	۰/۳	۷۱۱	۰/۸۹	۱۲۵۲	-۱/۱۴	۱۰۵	-۰/۲۹	۲۱۲	۱۳۷۶-۱۳۷۷
۰/۳۹	۵۱۸	-۰/۴۶	۷۵۲	-۰/۸۴	۴۶۸	۰/۲۹	۵۸۳	-۰/۲۱	۲۳۰	۱۳۷۷-۱۳۷۸
-۰/۹۵	۴۶	-۰/۱۸	۶۷۷	-۱/۱۶	۳۲۴	-۰/۸۱	۲۱۷	-۰/۱۴	۲۴۴	۱۳۷۸-۱۳۷۹
-۱/۰۷	۶	-۰/۴۳	۵۱۶	۱/۴۴	۱۵۰۳	-۰/۷۰	۲۵۴	-۰/۷۷	۱۰۸	۱۳۷۹-۱۳۸۰
-۱/۰۳	۱۹	-۱/۱	۳۳۷	۱/۳۲	۱۴۴۸	۰/۱۷	۵۴۳	-۱/۱۳	۲۸	۱۳۸۰-۱۳۸۱
-۰/۹۷	۳۹	۰/۴	۷۳۶	-۰/۵۸	۵۸۷	۰/۲۶	۵۷۵	-۱/۲	۱۲	۱۳۸۱-۱۳۸۲
-۰/۴۳	۲۲۸	-۰/۵۶	۴۶۰	۰/۲۰	۷۵۹	-۰/۰۶	۴۶۸	-۰/۸	۹۷	۱۳۸۲-۱۳۸۳
۰/۴۶	۵۳۶	۱/۱۵	۹۳۸	۰/۰۳	۸۶۴	۱/۵۷	۱۰۱۱	-۰/۴	۱۸۶	۱۳۸۳-۱۳۸۴
۱/۲۳	۸۰۷	۱/۲۶	۹۶۷	۰/۲۱	۹۴۷	۱/۷۶	۱۰۷۴	۱/۱۵	۵۲۴	۱۳۸۴-۱۳۸۵
۰/۴۶	۵۳۶	-۰/۹۳	۸۷۹	۰/۰۳	۸۶۴	۱/۵۷	۱۰۱۱	-۰/۴	۱۸۶	۱۳۸۵-۱۳۸۶
-۰/۱	۳۴۲	۱/۱۵	۹۳۸	-۱/۱۵	۳۳۱	-۰/۸۲	۲۱۴	۱/۶۵	۶۳۳	۱۳۸۶-۱۳۸۷
-۱/۰۱	۲۶	-۰/۹۲	۸۷۶	۰/۳	۹۸۵	-۱/۲۹	۵۶	۱/۴۶	۵۹۲	۱۳۸۷-۱۳۸۸
-۰/۶۷	۱۴۴	-۰/۷۶	۸۳۲	۱/۰۹	۱۳۴۴	۰/۶۱	۶۹۲	۰/۱۷	۳۱۱	۱۳۸۸-۱۳۸۹
-۱/۰۸	۰	۰/۳	۷۱۱	-۱/۸۷	۰	-۰/۸۰	۲۱۹	-۱/۲۱	۱۱	۱۳۸۹-۱۳۹۰
-۱/۰۸	۰	-۱/۸۲	۱۴۳	-۱/۸۷	۰	-۱/۴۶	۰	-۱/۲۶	۰	۱۳۹۰-۱۳۹۱
۰/۰۲		-۰/۰۱		۰/۰۴		-۰/۰۱		-۰/۰۱		SUM
۰/۰۰۱۰		۰/۰۰۰۵		-۰/۰۰۱۹		-۰/۰۰۰۵		-۰/۰۰۰۵		SZ _{ij}

منبع: شرکت آب منطقه‌ای استان اصفهان، ۱۳۹۲ و یافته‌های تحقیق.

ادامه جدول (۲) مقدار Z قنات‌های شهرستان لنجان در طی سال‌های آبی ۱۳۹۱-۱۳۷۰

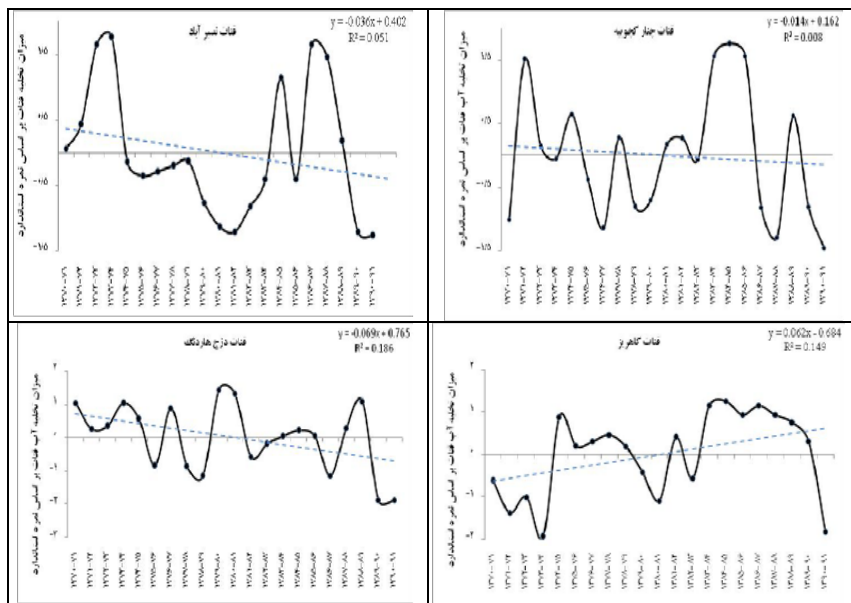
جمع تخلیه	محمودآباد صنایع نظامی		صادق آباد		کته شور قلعه ترکی		زیر آب حاجت‌آقا		قنات سال آبی
	Z	تخلیه	Z	تخلیه	Z	تخلیه	Z	تخلیه	
۸۳۷۹	-۰/۵۳	۱۷۱	۱/۹۷	۵۴۷	۰/۶۹	۱۷۳۹	-۰/۹۶	۱۳۴۸	۱۳۷۰-۱۳۷۱
۹۱۳۰	-۰/۴۷	۱۷۶	۰/۴۳	۳۳۸	۱/۲۲	۲۱۷۲	۱/۲۹	۱۵۱۸	۱۳۷۱-۱۳۷۲
۷۲۸۳	۱/۵۵	۳۳۲	۰/۸۳	۳۹۲	۰/۹	۱۹۱۲	-۰/۲۰	۷۳۰	۱۳۷۲-۱۳۷۳
۷۰۶۵	۱/۷۶	۳۸۴	-۰/۱۵	۲۵۹	۰/۰۱	۱۱۸۲	۱/۲۳	۱۴۸۷	۱۳۷۳-۱۳۷۴
۷۲۱۴	۰/۴۸	۲۴۹	۰/۰۱	۲۸۱	۰/۵	۱۵۸۰	-۰/۲۱	۹۴۹	۱۳۷۴-۱۳۷۵
۵۱۲۸	-۰/۱۹	۱۹۷	-۰/۳۳	۲۳۴	۰/۰۹	۱۲۴۹	-۰/۲۷	۶۹۱	۱۳۷۵-۱۳۷۶
۷۲۲۷	-۰/۶۲	۱۶۴	۰/۵	۳۴۷	۰/۷۴	۱۷۷۸	-۰/۱۴	۹۱۱	۱۳۷۶-۱۳۷۷
۵۱۷۲	۱/۲	۳۰۴	-۰/۵۱	۲۰۹	-۰/۵۵	۷۲۹	-۰/۳۳	۶۵۹	۱۳۷۷-۱۳۷۸
۳۱۴۱	۰/۴۱	۲۴۴	-۰/۰۶	۲۷۱	-۱/۱۳	۲۵۴	-۱/۱۵	۲۲۶	۱۳۷۸-۱۳۷۹
۳۶۴۶	-۱/۲۱	۱۱۸	-۱/۲۴	۱۱۰	-۱/۱۹	۲۰۹	-۱/۲۳	۱۸۶	۱۳۷۹-۱۳۸۰
۴۲۷۴	-۱/۷۹	۷۴	-۱/۰۷	۱۳۳	-۱/۰۴	۳۳۴	-۰/۳۶	۶۴۳	۱۳۸۰-۱۳۸۱
۳۴۳۴	۰/۱۶	۲۲۴	-۱/۴۹	۷۶	-۱/۲۱	۱۹۲	-۱/۰۳	۲۸۸	۱۳۸۱-۱۳۸۲
۴۳۸۷	۰/۱۹	۲۲۷	-۰/۴	۲۲۵	-۰/۶۴	۶۵۴	-۰/۷۹	۴۱۵	۱۳۸۲-۱۳۸۳
۸۴۶۴	-۰/۶۹	۱۵۸	۰/۴۷	۳۴۲	۱/۲۲	۲۱۷۲	-۰/۵۶	۱۱۳۵	۱۳۸۳-۱۳۸۴
۱۰۷۵۱	-۱/۰۳	۱۳۲	۱/۲۴	۴۴۹	۲/۰۶	۲۸۵۵	۱/۷۳	۱۷۵۲	۱۳۸۴-۱۳۸۵
۶۸۱۰	۱/۶۹	۳۴۲	۱/۴۲	۴۷۳	۱/۵۱	۲۵۱۴	۲/۲۳	۲۰۲۰	۱۳۸۵-۱۳۸۶
۶۹۵۴	-۰/۳۳	۱۸۶	۰/۹۸	۴۱۲	۱/۲۲	۲۱۷۲	-۰/۱۹	۹۳۸	۱۳۸۶-۱۳۸۷
۵۱۷۹	۰/۷۶	۲۷۱	۰/۴۱	۳۳۵	-۰/۴۵	۸۰۸	-۰/۷۸	۴۲۴	۱۳۸۷-۱۳۸۸
۶۲۲۱	۰/۴۶	۲۴۷	۰/۰۱	۲۸۱	-۰/۷۹	۵۲۹	-۰/۵۱	۵۶۴	۱۳۸۸-۱۳۸۹
۲۷۷۳	-۱/۰۹	۱۲۸	-۱/۳۵	۹۵	-۰/۸۲	۵۱۰	-۰/۹۸	۳۱۴	۱۳۸۹-۱۳۹۰
۲۰۳۵	-۰/۷	۱۵۸	-۱/۶۸	۵۰	-۰/۸۴	۴۹۴	-۰/۹	۳۶۰	۱۳۹۰-۱۳۹۱
	۰/۰۱		-۰/۰۱		۱/۵		۰/۰۱	SUM	
	۰/۰۰۰۵		-۰/۰۰۰۵		۰/۰۷۱۴		۰/۰۰۰۵	SZ _{ij}	

منبع: شرکت آب منطقه‌ای استان اصفهان، ۱۳۹۲ و یافته‌های تحقیق

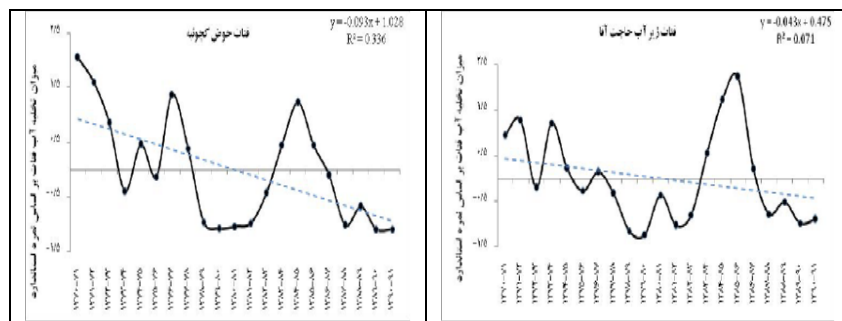
جدول (۳) بیشترین و کمترین میزان تخلیه قنات‌ها و وضعیت موجود آن در شهرستان لنجان طی سال‌های آبی ۱۳۷۰-۱۳۹۱

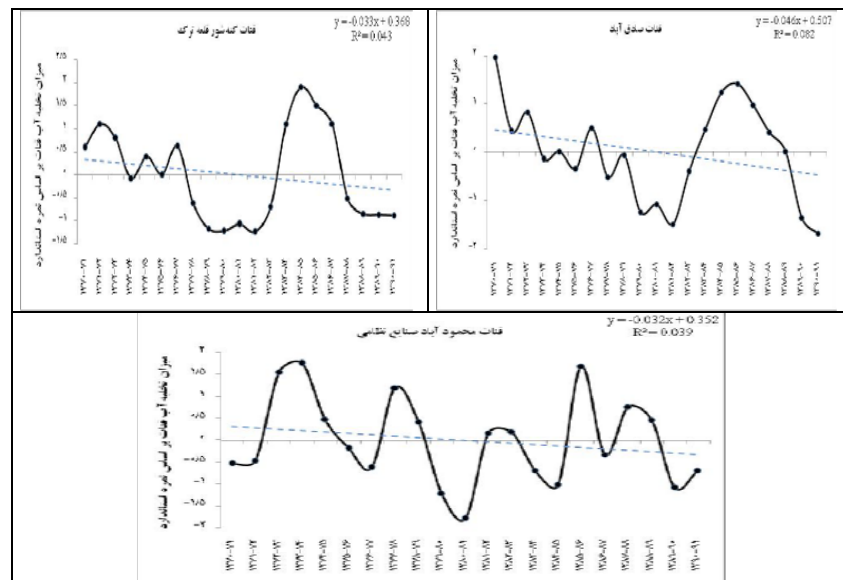
وضعیت موجود	کمترین میزان تخلیه (هزار متر مکعب)		بیشترین میزان تخلیه (هزار متر مکعب)		نام قنات	
	سال آبی	مقدار	سال آبی	مقدار		
خشک ۱۳۹۰-۱۳۹۱ شده	۱۳۸۹-۱۳۹۰ ^{xx}	۱۱	۱۳۷۲-۱۳۷۳	۶۵۸	نصیرآباد چرمهین	۱
خشک ۱۳۹۰-۱۳۹۱ شده	-۱۳۸۸ ^{***} ۱۳۸۷	۵۶	۱۳۸۴-۱۳۸۵	۱۰۷۴	چنار کچوییه	۲
خشک ۱۳۸۹-۱۳۹۰ شده	۱۳۷۸-۱۳۷۹*	۳۲۴	۱۳۷۹-۱۳۸۰	۱۵۰۳	دزج هاردنگ	۳
افت شدید سطح آب در سال‌های اخیر	-۱۳۹۱ ^{****} ۱۳۹۰	۱۴۳	۱۳۸۴-۱۳۸۵	۹۶۷	کاهریز	۴
خشک ۱۳۸۹-۱۳۹۰ شده	-۱۳۸۰ ^{***} ۱۳۷۹	۶	۱۳۷۰-۱۳۷۱	۱۰۹۴	حوض کچوییه	۵
افت سطح آب در سال‌های اخیر	-۱۳۸۰ ^{***} ۱۳۷۹	۱۸۶	۱۳۸۵-۱۳۸۶	۲۰۲۰	زیر آب حاجت آقا	۶
افت سطح آب در سال‌های اخیر	۱۳۸۱-۱۳۸۲	۱۹۲	۱۳۸۴-۱۳۸۵	۲۸۵۵	کنه شور قلعه ترک	۷
افت سطح آب در سال‌های اخیر	-۱۳۹۱ ^{****} ۱۳۹۰	۵۰	۱۳۷۰-۱۳۷۱	۵۴۷	صادق آباد	۸
افت سطح آب در سال‌های اخیر	۱۳۸۰-۱۳۸۱	۷۴	۱۳۷۳-۱۳۷۴	۳۴۸	محمودآباد صنایع نظامی	۹

* خشکسالی شدید، ** خشکسالی ملایم، *** سال بعد از خشکسالی شدید، **** سال بعد از خشکسالی ملایم منبع: شرکت آب منطقه‌ای استان اصفهان، ۱۳۹۲ و محاسبه نگارندگان.



شکل ۲: روند تغییرات تخلیه آب سالانه قنات‌ها طی دوره آماری ۱۳۹۱-۱۳۷۰ به روش Z و تجزیه رگرسیون خطی





شکل (۳) روند تغییرات تخلیه آب سالانه قنات‌ها طی دوره آماری ۱۳۷۰-۱۳۹۱ به روش Z و تجزیه رگرسیون خطی

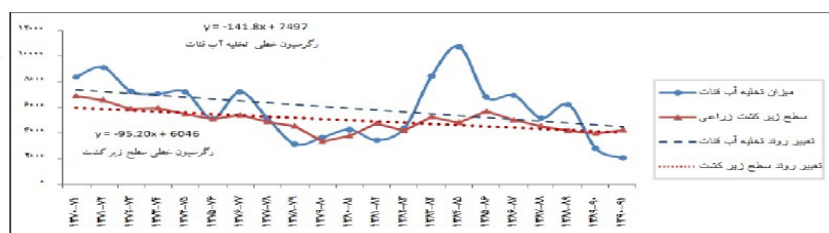
رابطه میزان تخلیه آب قنات و سطح زیر کشت شهرستان لنجان

ارزیابی وضعیت سطح زیر کشت در دوره آماری مورد مطالعه منطقه، نشان‌دهنده آن است سال‌هایی که مقدار تخلیه آب قنات مناسب بوده، سطح زیر کشت افزایش و سال‌هایی که با افت سطح آب‌های زیر زمینی و کاهش میزان تخلیه آب قنات همراه بوده سطح زیر کشت نیز کاهش قابل توجهی داشته است. بر این اساس، سال‌هایی که با خشکسالی شدید مواجه بوده است؛ از جمله سال‌های آبی ۱۳۷۹-۱۳۷۸ و ۱۳۸۷-۱۳۸۶ سطح زیر کشت کاهش زیادی نسبت به سطح زیر کشت در سال‌های ترسالی داشته است. سری زمانی سطح زیر کشت نشان‌دهنده روند کاهشی سطح زیر کشت با ضریب رگرسیون منفی است جدول ۴ و شکل ۴.

جدول (۴) مقدار تخلیه آب سالانه قنات و سطح زیر کشت در طی دوره آماری ۹۱-۱۳۷۰

سال آبی	میزان تخلیه قنات	سطح زیر کشت	میزان تخلیه قنات (از حداکثر به حداقل)	سطح زیر کشت (از حداکثر به حداقل)
۱۳۷۰-۱۳۷۱	۸۳۷۹	۶۹۱۳	۱۳۸۴-۱۳۸۵	۱۰۷۵۱
۱۳۷۱-۱۳۷۲	۹۱۳۰	۶۶۰۱	۱۳۷۱-۱۳۷۲	۹۱۳۰
۱۳۷۲-۱۳۷۳	۷۲۸۳	۵۹۱۴	۱۳۸۳-۱۳۸۴	۸۴۶۴
۱۳۷۳-۱۳۷۴	۷۰۶۵	۵۹۷۹	۱۳۷۰-۱۳۷۱	۸۳۷۹
۱۳۷۴-۱۳۷۵	۷۲۱۴	۵۴۹۶	۱۳۷۲-۱۳۷۳	۷۲۸۳
۱۳۷۵-۱۳۷۶	۵۱۲۸	۵۱۰۶	۱۳۷۶-۱۳۷۷	۷۲۲۷
۱۳۷۶-۱۳۷۷	۷۲۲۷	۵۴۲۱/۵	۱۳۷۴-۱۳۷۵	۷۲۱۴
۱۳۷۷-۱۳۷۸	۵۱۷۲	۴۸۹۶	۱۳۷۳-۱۳۷۴	۷۰۶۵
۱۳۷۸-۱۳۷۹	۳۱۴۱	۴۵۶۶	۱۳۸۶-۱۳۸۷	۶۹۵۴
۱۳۷۹-۱۳۸۰	۳۶۴۶	۳۳۶۰	۱۳۸۵-۱۳۸۶	۶۸۱۰
۱۳۸۰-۱۳۸۱	۴۲۷۴	۳۷۹۳	۱۳۸۸-۱۳۸۹	۶۲۲۱
۱۳۸۱-۱۳۸۲	۳۴۳۴	۴۷۸۰	۱۳۸۷-۱۳۸۸	۵۱۷۹
۱۳۸۲-۱۳۸۳	۴۴۸۷	۴۲۲۱	۱۳۷۷-۱۳۷۸	۵۱۷۲
۱۳۸۳-۱۳۸۴	۸۴۶۴	۵۲۸۰	۱۳۷۵-۱۳۷۶	۵۱۲۸
۱۳۸۴-۱۳۸۵	۱۰۷۵۱	۴۸۳۷/۱	۱۳۸۲-۱۳۸۳	۴۳۸۷
۱۳۸۵-۱۳۸۶	۶۸۱۰	۵۷۰۳	۱۳۸۰-۱۳۸۱	۴۲۷۴
۱۳۸۶-۱۳۸۷	۶۹۵۴	۵۰۳۷/۵	۱۳۷۹-۱۳۸۰	۳۶۴۶
۱۳۸۷-۱۳۸۸	۵۱۷۹	۴۵۶۸	۱۳۸۱-۱۳۸۲	۳۴۳۴
۱۳۸۸-۱۳۸۹	۶۲۲۱	۴۲۱۹/۵	۱۳۷۸-۱۳۷۹	۳۱۴۱
۱۳۸۹-۱۳۹۰	۲۷۷۳	۴۰۰۴	۱۳۸۹-۱۳۹۰	۲۷۷۳
۱۳۹۰-۱۳۹۱	۲۰۳۵	۴۲۸۵	۱۳۹۰-۱۳۹۱	۲۰۳۵

منبع: شرکت آب منطقه ای استان اصفهان، ۱۳۹۲، سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان و اداره جهاد کشاورزی شهرستان لنجان، ۱۳۹۲، سازمان برنامه و بودجه استان اصفهان، ۱۳۷۱: ۲۷۸-۲۶۷، وزارت کشاورزی سال‌های ۱۳۷۲-۱۳۸۰: ۳۷-۳۰.



شکل (۴) روند تخلیه آب قنات و سطح زیر کشت سالانه در دوره آماری ۱۳۷۰-۱۳۹۱ به روش تجزیه رگرسیون خطی

در نهایت محاسبه ضریب همبستگی پیرسون، نشان‌دهنده همبستگی مثبت بین سطح زیر کشت و میزان تخلیه آب قنات با ضریب معناداری (sig=۰/۰۰۱) و ضریب همبستگی ۰/۶۹ است (جدول ۵).

جدول (۵) آزمون معناداری ضریب همبستگی دو شاخص سطح زیر کشت و میزان تخلیه قنات در طی دوره آماری ۱۳۷۰-۹۱

Pearson Correlation	۱	**۰/۶۹۰
Sig. (1-tailed)		۰/۰۰۱
N	۲۱	۲۱

منبع: یافته‌های تحقیق (1-tailed) Correlation is significant at the 0.01 level (**).

نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های تحقیق نوسان بارندگی در طی دوره آماری مورد مطالعه بسیار بالا بوده و روند عمومی پراکنش داده‌های بارش و سری زمانی بارش سالانه نشان‌دهنده خشکسالی شدید طی سال‌های آبی ۱۳۷۸-۱۳۷۹ و ۱۳۸۷-۱۳۸۶ است. در طی ۹ سال از ۲۱ سال آبی دارای کم‌ترین میزان بارش سالانه نسبت به میانگین بارش بوده است. همچنین سری زمانی بارش سالانه منطقه نشان‌دهنده روند کاهشی شاخص بارش به‌ویژه در سال‌های اخیر است. با تحلیل سری زمانی تخلیه سالانه آب قنات منطقه، روند کاهشی آب قنات‌ها به‌ویژه در سال‌های اخیر مشاهده شده است. بر اساس میزان تخلیه آب سالانه استاندارد شده هر یک از قنات‌ها نشان‌دهنده آن است که مقدار کمی آب قنات‌ها دارای نوسان زیاد

بوده و از نظر وضعیت پایداری، قنات‌ها در وضعیت بینابین بوده که بر اثر شرایط حاصل از کاهش بارندگی و خشکسالی منطقه است. به‌طور کلی روند سری زمانی قنات‌های مورد مطالعه نشان‌دهنده روند کاهشی مقدار آب قنات‌ها است، به‌طوری که ۴۰ درصد قنات‌ها به‌طور کامل خشک شده و ۶۰ درصد قنات‌های مورد مطالعه با افت شدید سطح آب مواجه شده است. در ادامه با ارزیابی وضعیت سطح زیر کشت شهرستان لنجان برای دوره آماری مورد مطالعه مشخص شد سال‌هایی که مقدار تخلیه آب قنات مناسب بوده، سطح زیر کشت افزایش داشته و سال‌هایی که با خشکسالی شدید و کاهش میزان تخلیه آب قنات همراه بوده سطح زیر کشت کاهش محسوسی داشته است. بر این اساس برای برگشت‌پذیری قنات‌ها در جهت پایداری و به تبع، حفظ و توسعه سطوح زیرکشت؛ تقویت و مرمت منابع آبی از طریق انجام عملیات آبخیزداری، جلوگیری از حفر چاه‌های عمیق در حریم قنات‌ها، برنامه‌های آموزشی و ترویجی برای تقویت مدیریت محلی برای بهره‌بردای صحیح از آب‌های زیرزمینی، جایگزین کردن سیستم‌های مدرن آبیاری و کم مصرف با مطالعات همه‌جانبه از راه‌کارهای اساسی در منطقه است. لازم به ذکر است در صورت عدم مدیریت منابع آب به ویژه سفره‌های آب زیرزمینی، منطقه در سال‌های آتی با بحران‌های اساسی در فعالیت‌های مرتبط مواجه می‌شود.

منابع

- اداره جهاد کشاورزی شهرستان لنجان (۱۳۹۲)، «آمار و اطلاعات کشاورزی شهرستان لنجان»، گردآوری و تهیه؛ طرح و برنامه شهرستان لنجان.
- اداره جهاد کشاورزی شهرستان لنجان (۱۳۹۲)، «خلاصه اطلاعات سیمای شهرستان لنجان»، گردآوری و تهیه؛ طرح و برنامه شهرستان لنجان.
- اداره جهاد کشاورزی شهرستان لنجان (۱۳۸۱)، «شهرستان لنجان و خشکسالی سال‌های اخیر در بخش کشاورزی و امور دام»، گردآوری و تهیه؛ طرح و برنامه شهرستان لنجان.
- تقوایی، مسعود؛ بسحاق، محمدرضا؛ سالاروند، اسماعیل (۱۳۹۱)، «آزمون فرضیه در پژوهش با استفاده از SPSS»، انتشارات معظمی اصفهان.
- حکمت‌نیا، حسن؛ موسوی، میرنجف (۱۳۸۵)، «کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای»، انتشارات علم نوین، یزد.
- چترجی، سمیریت، اس؛ هادی، علی؛ پرایس، برترام (۱۳۸۹)، «تحلیل رگرسیون با مثال»، ترجمه حسینعلی نیرومند، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- زیاری، کرامت‌الله (۱۳۸۹)، «قنات و نقش آن در شکل‌گیری و توسعه اولیه سکونتگاه‌های ایران»، فصلنامه دانشور، سال هفتم، شماره ۲۸، صص ۷۹-۹۸.
- دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی (۱۳۹۰)، «جغرافیا دوره پیش‌دانشگاهی»، انتشارات شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، تهران.
- سازمان برنامه و بودجه استان اصفهان (۱۳۷۱)، «آمارنامه استان اصفهان ۱۳۷۱»، معاونت آمار و اطلاعات.
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان اصفهان (۱۳۸۰)، «نگاهی به شهرستان لنجان»، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان اصفهان.
- سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان (۱۳۹۱)، «آمار و اطلاعات زراعت و باغبانی»، واحد زراعت و باغبانی.

- سازمان میراث فرهنگی - صنایع دستی و گردشگری استان اصفهان (۱۳۸۸)، «برنامه راهبردی_ساختاری_عملیاتی توسعه گردشگری شهرستان لنجان»، جلد بیست و ششم، مطالعات شهر و خانه.
- سریر، محمدحسین؛ مؤیدفر، سعیده (۱۳۸۷)، «گویه‌های اجتماعی - اقتصادی توسعه پایدار در شهرهای مناطق خشک: شهر اردکان»، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، سال بیست و سوم، شماره ۳، شماره پیاپی ۹۰، صص ۶۵-۹۲.
- شرکت آب منطقه‌ای استان اصفهان (۱۳۹۲)، «آمار و اطلاعات قنات های منطقه لنجان»، دفتر آب‌های زیر زمینی.
- شهاب‌الملک فرد، جعفر (۱۳۸۳)، «بررسی عوامل خشکی و خشکسالی و چگونگی مقابله با آن»، *فصلنامه اطلاعات سیاسی اقتصادی*، شماره ۲۰۲-۲۰۱.
- عشقی‌زاده، مسعود؛ نورا، نادر (۱۳۸۹)، «تعیین محل مناسب احداث سد زیرزمینی بر روی قنات (مطالعه موردی قنات دهن چنار حوزه آبخیز کلات شهرستان گناباد)»، *مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک*، جلد هفدهم، شماره سوم، صص ۴۵-۶۴.
- قادری، ساسان (۱۳۸۳)، «لنجان»، انتشارات رنگ آب، اصفهان.
- کلانتری، خلیل (۱۳۹۱)، «مدل‌های کمی در برنامه‌ریزی (منطقه‌ای، شهری و روستایی)»، انتشارات فرهنگ صبا، تهران.
- کلانتری، خلیل (۱۳۸۹)، «پردازش و تحلیل داده‌ها در تحقیقات اجتماعی-اقتصادی»، انتشارات فرهنگ صبا، تهران.
- وارثی، حمیدرضا؛ فتحی، عفت (۱۳۸۷)، «برنامه‌ریزی توسعه توریسم درمانی در محدوده چشمه‌های آب معدنی و آب گرم استان اصفهان»، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، سال بیست و سوم، شماره ۳، شماره ی پیاپی ۹۰، صص ۳۹-۶۴.
- وزارت کشاورزی، سازمان کشاورزی استان اصفهان (۱۳۷۲)، «آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۸۰-۱۳۷۱»، معاونت برنامه‌ریزی و اداری مالی، اداره آمار و خدمات کامپیوتری، مدیریت هماهنگی و برنامه و بودجه، واحد آمار و اطلاعات.

- یارنال، برنت (۱۳۸۵)، «*قلیم‌شناسی همدید و کاربرد آن در مطالعات محیطی*»، ترجمه سیدابوالفضل مسعودیان، انتشارات دانشگاه اصفهان.
- Dennis Cook, R., Weisberg, Sanford (1994), “*An Introduction to Regression Graphics*”, A Wiley Publication.
- Douclasc, Mntgomery (1992), “*Introduction to Liner Regression Analysis*”, Arizonastate University, Elizabeth A Peck, p 53.
- Kothari, C.R. (1992), “*Quantitave Techniques*”, Vikas Publishing House New Delhi, pp 206-207.
- Loukas. A, L.Vasiliade and Dalezios, N.R. (2003), “Intercomparison of meteorological drought indices for drought assessment and monitoring in Greece”, 8th International Conference on Environmental Science and Technology, Lemnos Island, 8-10 September: 484-491.
- Thomas P. Ryan (2009), “*Modern Regression Methods*, A Wiley Publication, New Jersey, p4.
- Wilhite, D.A. & M.H. Glantz (1985), “Understanding the drought phenomenon: The role of definitions”, *Water International* 11-112.