تعیین مناطق مستعد آبیاری قطره‌ای با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در استان خراسان جنوبی

راضیه رمزی[1*] عباس خاشعی سیوکی[1] و علی شهیدی[1]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۵/۲۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۲۱)

چکیده

محدودیت منابع آب موجود و بحران‌های ناشی از کمبود آب مدت‌هاست که موضوع بحث بسیاری از محافل تخصصی آب می‌باشد. در شرایط آب و هوایی ایران مشکل اصلی در راه افزایش تولید محصولات کشاورزی، محدودیت منابع آب است. روش‌های آبیاری قطره‌ای یک راه حل مناسب جهت استفاده بهینه از منابع آب می‌باشند، به شرطی که انتخاب، طراحی، اجرا و بهره‌برداری سیستم آبیاری قطره‌ای با دقت کافی و به‌طور اصولی انجام گیرد. در این تحقیق پتانسیل و تناسب اجرای سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در استان خراسان جنوبی با توجه به شرایط اقلیمی، کیفیت منابع آب زیرزمینی، وضعیت توپوگرافی و مشخصات خاک مناطق مذکور، ارزیابی شده است. بدین منظور کلیه پارامترهای مؤثر در آبیاری قطره‌ای با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS 9.3 پهنه‌بندی و کلاس‌بندی شده و توسط روش میانگین حسابی در AHP تبدیل به یک نقشه شدند که در واقع نقشه نهایی برای مکان‌یابی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در استان بود. با توجه به تحقیق حاضر حدود ۵۰ درصد اراضی استان خراسان جنوبی قابلیت اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای را دارد. در ۵۰ درصد باقیمانده هم به‌استثنای ۹ دشت با اجرای تمهیداتی می‌توان از سیستم قطره‌ای استفاده نمود. با این وجود طرح‌های قطره‌ای اجرا شده در استان کم بوده و بایستی جهت اطلاع‌رسانی و سایر اقدامات برای توسعه این سیستم‌ها در استان تلاش بیشتری صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری موضعی، مکان‌یابی، GIS، AHP

۱. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: abbaskhashei@birjand.ac.ir

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.19.6]

مقدمه

کشور ایران از نظر موقعیت جغرافیایی جزء مناطق خشک و نیمه خشک جهان بوده و لذا در رابطه با آب در شرایط بحرانی‌تری به سر می‌برد. توزیع مکانی و زمانی بارندگی در کشور ما نامناسب است و علاوه بر این اکثر بارندگی‌ها هم‌زمان با فصل آبیاری نمی‌باشند(۱۵). در کشورهای با وضعیت اقلیمی خشک و نیمه خشک با توزیع غیریکنواخت بارندگی و عدم تناسب میزان و مدت بارندگی با آب مورد نیاز گیاهان زراعی،آبیاری مناسب به عنوان یک ابزار مهم در توسعه کشاورزی به‌شمار می‌رود. در یک پروژه آبیاری انتخاب روش آبیاری مناسب نقش بسیار با اهمیتی در موفقیت آن پروژه ایفا می‌کند(۴). روش آبیاری قطره‌ای با راندمان بالاتری نسبت به‌سایر روش‌های آبیاری در دنیا مرسوم شده است و به‌علت قابلیت‌های خاصی که دارد در برخی از شرایط خاص(مانند آبیاری در خاک‌های شنی) تنها سیستم آبیاری مناسب تلقی می‌گردد(۷). البته اگر بدون مطالعه و بررسی از این روش استفاده شود، نه تنها راندمان آن می‌تواند از سایر روش‌های سنتی پایین‌تر شود، بلکه خسارت‌های مالی هم در این بین قابل جبران نیست. بنابراین انتخاب مکان‌های مناسب برای اجرای آبیاری قطره‌ای بخش مهمی از مطالعات مربوط به توسعه سیستم‌های تحت‌فشار را تشکیل می‌دهد. امکان یا عدم امکان اجرای سیستم‌های آبیاری تحت‌فشار تابع یک سری شرایط محیطی می‌باشد. این شرایط مطلوب توسط عواملی چون کمیت و کیفیت منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، وضعیت توپوگرافی، شرایط اقلیمی(به‌خصوص دما و باد)، مشخصات خاک و نوع محصول تعیین می‌گردد (۵).

در زمینه پتانسیل‌یابی سیستم‌های آبیاری تحت‌فشار در ایران مطالعات زیادی صورت نگرفته، برخی تحقیقات انجام شده در این زمینه شامل موارد زیر است:

ابریشم‌دار و همکاران امکان‌یابی اجرای روش‌های آبیاری تحت‌فشار را در مناطق مختلف استان خوزستان بررسی کردند(۱). هم‌چنین میرزایی تختگاهی و همکاران سیستم‌های آبیاری تحت‌فشار را در مناطق مرکزی استان کرمانشاه (تقریباً حدود بیش از یک سوم مساحت استان کرمانشاه) مکان‌یابی کردند (۱۵).

روش تحلیل سلسله مراتبی (Analytical Hierarchy Process) یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. در مدل AHP با ایجاد یک ماتریس نسبت به مقایسه دو به دوی عوامل (فاکتورها) پرداخته می‌شود و بنا به ادعای محققین دارای دو خصوصیت مهم است: یکی درنظر گرفتن فاکتورهای کمی و کیفی متعدد در حل مسأله و دیگری قابلیت تجزیه و تحلیل مسائل پیچیده از طریق سلسله مراتبی فاکتورها (۱۱، ۱۴، ۱۸). از آنجا که در انتخاب مکان مناسب برای آبیاری قطره‌ای عوامل متعددی دخالت دارند، به‌کمک این مدل می‌توان متغیرهای مختلف تأثیرگذار بر آبیاری قطره‌ای در یک منطقه را در تجزیه و تحلیل وارد کرد. از مزایای دیگر روش تحلیل سلسله مراتبی، انجام ساده آن با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) است.

در زمینه فرآیند تحلیل سلسله مراتبی سابقه تحقیقات به‌صورت زیر است:

روش AHP در سال ۱۹۸۰ توسط ساعتی مطرح گردیده و توسط ساعتی و واگر در سال ۲۰۰۱ توسعه پیدا کرده است(۲). در رابطه با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای مکان‌یابی سیستم‌های آبیاری تحت‌فشار تحقیقی به‌طور اختصاصی وجود ندارد. در مورد فنون تصمیم‌گیری نوین و استفاده آنها در مدیریت منابع آب و تناسب اراضی مطالعات مختلفی صورت گرفته است. ابریشم‌چی و همکاران(۱۳۸۱) به‌کمک تصمیم‌گیری چند معیاره نحوه مدیریت آب شهری و انتخاب بهترین گزینه توزیع آب شهر زاهدان را مورد بررسی قرار دادند (۱۰). ایشان در این راستا با درنظر گرفتن هشت گزینه و ۱۳ معیار، به مقایسه و رتبه‌بندی آنها پرداختند. قنواتی و سرخی (۱۳۸۵) نیز برای مکان‌یابی محل دفن بهداشتی مواد زاید شهری آبدانان از روش AHP استفاده کردند (۱۲). کرم (۱۳۸۷) با استفاده از روش AHP ارزیابی تناسب زمین برای

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.19.6]

توسعه کالبدی در مجموعه شهری شیراز را انجام داد (۱۳).

اسوارای و همکاران تخصیص کاربری زمین شهری را از طریق روش AHP به‌انجام رساندند (۱۹). لی از روش AHP برای تحلیل تجربی خصوصی‌سازی در توسعه شهری بهره گرفت (۱۷). یانگ و همکاران (۲۰۰۸) نیز با استفاده از روش AHP و سنجش از دور در قالب سیستم اطلاعات جغرافیایی، سیستمی را برای مدیریت کاربری زمین در شهر چانگشای چین ارائه نمودند (۲۱).

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی در این تحقیق استان خراسان جنوبی، شرقی‌ترین استان ایران، دارای ۸۲۸۶۴ کیلومتر مربع مساحت می‌باشد که بین ۵۷ درجه و ۴۶ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۴ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته و ۵/۴۷ درصد از مساحت کشور را به خود اختصاص داده است. آب و هوا و اقلیم استان از نوع خشک و بیابانی است که متوسط بارندگی سالیانه استان به ۱۵۰ میلی‌متر می‌رسد. حداکثر دمای سالانه ۴۴ و پایین‌ترین دمای ثبت شده ۲۱/۵- درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. استان خراسان جنوبی شامل ۳۳ دشت می‌باشد. موقعیت این دشت‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است.

در پژوهش و تحقیق حاضر امکان‌پذیری مکانی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در مناطق مختلف استان خراسان جنوبی بررسی و مطالعه شده است. به‌منظور تلفیق داده‌های ورودی در محیط تجزیه و تحلیل، نخستین اقدام در روش AHP، مطابق با همه روش‌های آماری، تهیه لایه‌های اطلاعاتی از متغیرها است که در آن باید هر متغیر به‌صورت یک لایه نقشه در پایگاه داده‌ها(GIS) نشان داده شود(۶، ۲۰). لذا اولین گام، درون‌یابی نقشه‌های پارامترهای تأثیرگذار در اجرای سیستم قطره‌ای شامل عوامل اقلیمی، کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی، کیفیت منابع خاک و اراضی و وضعیت توپوگرافی با استفاده از روش‌های زمین‌آمار با پهنه‌بندی مناسب توسط نرم‌افزار Arc GIS 9.3 بود.

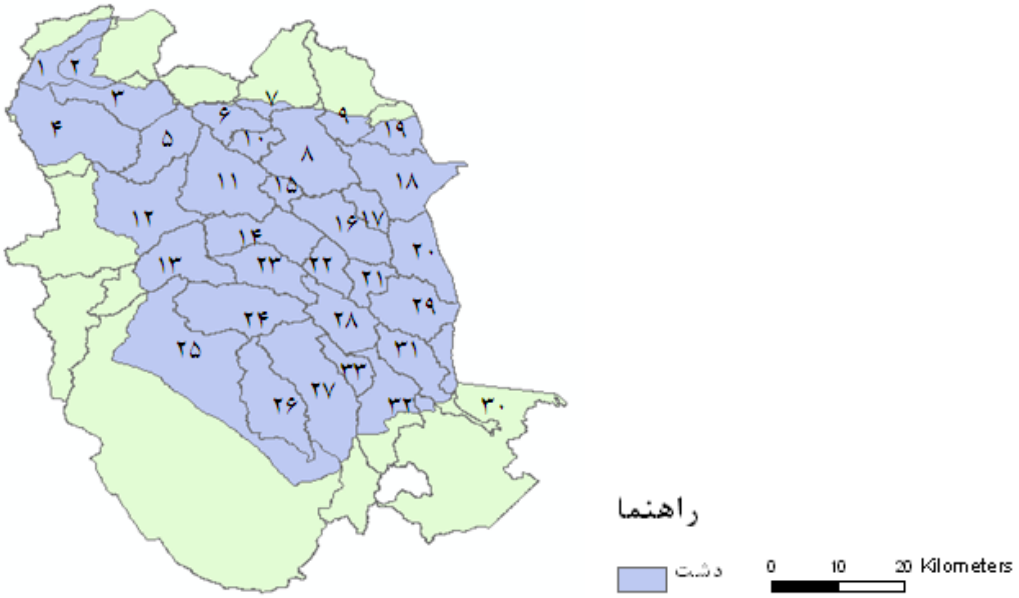
عوامل اقلیمی مانند بارندگی، سرعت باد، دما، رطوبت نسبی، تبخیر و تعرق، ساعات آفتابی در ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک و تبخیرسنجی از بدو تأسیس تاکنون در سطح استان مورد بررسی قرار گرفت که برای پهنه‌بندی‌ها از میانگین پارامترهای فوق استفاده و در مورد آنها اظهار نظر شده است. مطابق تحقیقات انجام شده کشاورزانی که از منابع آب زیرزمینی استفاده می‌کنند احتمال بیشتری دارد روش‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای را پذیرفته و به‌کار گیرند(۱۶).

بنابراین کیفیت و کمیت منابع آب زیرزمینی شامل چاه‌ها، چشمه‌ها و قنات‌ها مطالعه شد. کیفیت این پارامتر براساس عواملی مانندEC, SAR, pH و غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌های مهم تعیین گردید. در مورد کیفیت فیزیکی منابع خاک و قابلیت اراضی، تناسب اراضی برای آبیاری قطره‌ای در استان خراسان جنوبی عموماً بر اساس طبقه‌بندی اراضی بررسی شده است. اما چون در رابطه با دشت بیرجند تحقیقات گسترده‌تری برای کیفیت فیزیکی منابع خاک وجود داشت لذا عامل خاک در دشت بیرجند به‌صورت جزیی‌تر و پهنه‌بندی شده در مطالعات مورد بررسی قرار گرفت. از نظر شیب هم نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ تمام استان تبدیل به DEM شده و مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق درون‌یابی نقشه‌های اقلیمی با استفاده از سه روش IDW، کریجینگ و کوکریجینگ انجام گرفت (با توجه به همبستگی ارتفاع با پارامترهای اقلیمی، ارتفاع به‌عنوان متغیر کمکی در روش کوکریجینگ در نظر گرفته شد). و برای داده‌های کیفیت آب از دو روش کریجینگ و IDW استفاده گردید. در نهایت برای نقشه‌های اقلیمی و کیفیت آب با توجه به کمترین خطای به دست آمده روش قابل قبول درون‌یابی، انتخاب شد.

پس از بررسی پارامترهای فوق و ایجاد نقشه پهنه‌بندی آنها در سطح استان (در مورد خصوصیت فیزیکی خاک پهنه‌بندی‌ها تنها در دشت بیرجند صورت گرفته است)، برای ترکیب نقشه‌های پهنه‌بندی شده ازروش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. اساس این روش مقایسه زوجی متغیرها در

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.19.6]



شکل ۱. نمایش موقعیت قرارگیری دشت‌های استان

جدول ماتریس است. ارزش عددی حاصل از مقایسه کیفی آنها نسبت به همدیگر نیز از طریق قضاوت کارشناسی تعیین می‌گردد. فرآیند کار نیز در محیط GIS صورت می‌گیرد. بنابراین مقایسه دو به دوی متغیرهای تأثیرگذار در آبیاری قطره‌ای در منطقه مورد مطالعه ورودی این سیستم درنظر گرفته می‌شود و وزن‌های نسبی حاصل نیز خروجی سیستم خواهد بود (۱۱). در روش AHP اقدام به کلاس‌بندی نقشه‌ها گردید.

برای کلاس‌بندی، تنها نقشه‌های پهنه‌بندی عوامل محدودیت‌زا برای اجرای آبیاری قطره‌ای استفاده شد (اقلیم: دما، باد؛ کیفیت آب زیزمینی: EC، pH، SAR، سدیم، کلر و بی‌کربنات؛ سرعت نفوذ در خاک؛ توپوگرافی). به این صورت که دامنه مناسب هر پارامتر برای اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای مشخص گردیده و بر اساس تناسب اجرای این روش آبیاری، به ۹ کلاس طبقه‌بندی شدند. کلاس ۱: پارامتر با وضعیت خیلی خیلی بد، کلاس ۲: پارامتر با وضعیت خیلی بد، کلاس ۳: پارامتر با وضعیت بد، کلاس ۴: پارامتر با وضعیت نسبتاً بد، کلاس ۵: پارامتر با وضعیت متوسط، کلاس ۶: پارامتر با وضعیت نسبتاً خوب، کلاس ۷: پارامتر با وضعیت خوب، کلاس ۸: پارامتر با وضعیت خیلی خوب، کلاس ۹: پارامتر با وضعیت عالی. هم‌چنین پرسش‌نامه‌ای تهیه و در اختیار کارشناسان متخصص و با تجربه قرار داده شد تا توسط اعمال نظرهای نزدیک به واقعیت و با استفاده از یکی از روش‌های محاسبه وزن نسبی(میانگین حسابی)، وزن مناسب، به هر کدام از پارامترها تعلق گیرد.

در این تحقیق گام‌های AHP بدین صورت است:

۱- تعریف مسأله و مشخص نمودن اهداف آن (میزان تأثیر پارامترهای مختلف در یافتن منطقه مناسب برای اجرای آبیاری قطره‌ای). ۲- تشکیل ماتریس‌های مقایسه دوتایی (در اندازه n×n) برای مسأله به کمک مقیاس‌های سنجش نسبی که در جدول۱ ملاحظه می‌شود. (ده معیار برای آبیاری قطره‌ای در نظر گرفته شد، بنابراین ماتریس مقایسه آبیاری ۱۰×۱۰ خواهد بود). ۳- جهت بهبود مجموعه ماتریس‌های گام ۳، به $n(n-1)$ قضاوت احتیاج است که متقابلاً به صورت خودکار در هر یک از مقایسه‌های دوتایی حاصل می‌گردد. ۴- در این گام، با استفاده از یکی از روش‌های موجود، وزن نسبی به هر کدام از پارامترها داده می‌شود(در این تحقیق از روش میانگین حسابی استفاده

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.19.6]

جدول ۱. مقیاس انجام مقایسه‌های دوتایی در اولویت‌های AHP

قضاوت شفاهی راجع به اولویت	برتری شدید	بسیار قوی و تا حدی شدید	برتری بسیار قوی	قوی تا بسیار قوی	برتری قوی	متوسط تا قوی	برتری متوسط	مساوی تا متوسط	برتری مساوی
تخصیص رقم	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱

گردید). ۵- در این مرحله باید سازگاری ماتریس را تعیین کرد. اگر ماتریس سازگار نبود باید مقایسه‌های دوتایی را دوباره انجام داده تا زمانی که ماتریس سازگار شود. به‌منظور تعیین سازگاری، ابتدا λ_{max} را طبق معادله (۱) محاسبه می‌کنند.

$$\lambda_{max} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{n}\frac{\bar{a}.W_{(i.j)}}{W_{(i.j)}} \qquad [1]$$

λ_{max}: میانگین بردار سازگاری؛ $\bar{a}$: میانگین هندسی ماتریس ij(یک سطح افقی)؛ W_{ij}: وزن یا اولویت جایگزین ij(یک سطح افقی)؛ N: تعداد جایگزین‌های مورد مقایسه.

سپس به کمک عنصر ویژه λ_{max}، شاخص سازگاری(CI) را به‌صورت معادله (۲) حساب می‌نمایند.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{(n-1)} \qquad [2]$$

که منظور از n در آن، اندازه ماتریس می‌باشد. برای محاسبه نرخ ناسازگاری از معادله (۳) استفاده می‌شود.

$$CR = CI / RI \qquad [3]$$

CI: شاخص ناسازگاری؛ RI: شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی که با استفاده از جدول ۲ تعیین می‌گردد.

در صورتی که مقدار CR از ۰/۱ کمتر باشد، قابل قبول و در صورت بیشتر بودن مقدار آن، ماتریس قضاوت ناسازگار خواهد بود. جهت به‌دست آوردن یک ماتریس سازگار بایستی قضاوت‌ها را مورد بازبینی و بهبود مجدد قرار داد(۹). ۶- در این مرحله با استفاده از نرم‌افزار GIS عملیات وزن‌دهی و هم‌پوشانی نهایی لایه‌های مورد استفاده در این تحقیق(توسط خاصیت انجام عملیات ریاضی برروی نقشه‌های رستری، در محیط GIS) صورت گرفت و بر اساس آن نقشه نهایی مکان‌یابی سیستم آبیاری قطره‌ای حاصل گردید. نقشه نهایی براساس ۹ کلاس طبقه‌بندی شد. کلیه مراحل فوق به‌طور مجزا برای دشت بیرجند با در نظر گرفتن نقشه سرعت نفوذ خاک انجام گرفت.

نتایج و بحث

پس از کلاس‌بندی پارامترهای پهنه‌بندی شده که در اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای مؤثرند، مشخص گردید در مورد عامل باد ۹۰ درصد اراضی استان هیچ‌گونه محدودیتی برای اجرای سیستم قطره‌ای ندارند. تنها بخش‌هایی از قسمت‌های غربی استان، محدودیت کمی برای اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای دارند. البته این محدودیت هم صرفاً برای آبیاری قطره‌ای نبوده، بلکه به لحاظ ایجاد مشکل از نظر آسیب کنده شدن و سایر خسارات به گیاه برای کلیه آبیاری‌ها نامناسب خواهد بود. دمای استان محدودیت خاصی برای اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای ایجاد نخواهد کرد و تمامی استان به استثنای موارد معدودی، دارای دمای میانگین زیر ۲۵ درجه سانتی‌گراد هستند. در رابطه با شوری منابع آب زیرزمینی، تقریباً ۸۰ درصد استان در شرایط بدی به سر می‌برند. به‌طوری که این نواحی دارای هدایت الکتریکی بیشتر از ۴۰۰۰ µmhos/cm هستند. هرچند قسمت‌های شرقی استان وضعیت بهتری دارند. pH آب زیرزمینی برای آبیاری قطره‌ای شرایط مناسبی ندارد به طوری که ۶۰ درصد استان اسیدیته بیشتر از ۸ دارند. تنها مناطق بدون محدودیت دشت‌های فردوس، کویر مرکزی و قاسم‌آباد بجستان هستند. البته این مشکل با اضافه کردن املاح اسیدی و با هزینه کم قابل رفع است. در این استان، pH با مقدار و گستردگی زیاد در دشت‌های جنوبی واقع شده است.

هم‌چنین تنها ۳۰ درصد استان محدودیت بی‌کربناتی برای اجرای آبیاری قطره‌ای دارند. حدود ۷۰ درصد استان بی‌کربنات

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.19.6]

جدول ۲. ارقام تصادفی سازگاری(RI)

اندازه ماتریس	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
تخصیص رقم سازگاری	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۹

کمتر از meq/lit ۵/۵ دارند. بخش‌هایی از دشت سهل‌آباد و بیرجند شرایط بی‌کربناتی نامناسب‌تری نسبت به بقیه نقاط استان دارند. کلر منابع آبی استان در بخش‌هایی از مناطق مرکزی و شرقی بدون محدودیت و مطلوب و در بیشتر مناطق دارای محدودیت به لحاظ اجرای سیستم قطره‌ای است. حدود ۵۰ درصد استان دارای میزان کلر بیشتر از meq/lit ۳۰ می‌باشند. هرچند میزان کلر به‌عنوان محدودیتی برای آبیاری قطره‌ای محسوب نمی‌شود. زیرا در شرایط یکسان میزان کلر، آبیاری قطره‌ای نسبت به‌روش‌های سنتی ترجیح داده می‌شود. میزان SAR آب زیرزمینی استان در حد مطلوبی است به گونه‌ای که SAR بالاتر از ۱۴ در مناطق معدودی وجود دارد. اما میزان سدیم آب بالا است و ۷۰ درصد استان سدیم بالاتر از meq/lit ۳۰ دارند. اجرای آبیاری قطره‌ای از نظر شیب در اکثر نقاط استان بدون محدودیت است. شیب‌های بالای ۳۰ درصد که برای اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای ایجاد مشکل می‌نمایند بیشتر در قسمت‌های شرقی استان وجود دارد. در مورد خصوصیات فیزیکی خاک تنها از نقشه دشت بیرجند استفاده گردید. در این نقشه قسمت‌های مرکزی دشت بدون محدودیت و حواشی دارای محدودیت از نظر سرعت نفوذ آب در خاک می‌باشند.

براساس پرسش‌نامه پر شده توسط کارشناسان متخصص و با تجربه بهترین امتیاز به پارامترهای مؤثر در اجرای آبیاری قطره‌ای داده شد. یعنی پارامترها دو به دو با هم مقایسه شده و میزان ارجحیت‌شان در اجرای آبیاری قطره‌ای به‌صورت جدول ۱ منظور گردید. در نهایت با استفاده از روش میانگین حسابی در AHP وزن هرکدام از پارامترها به‌صورت جدول ۳ محاسبه شد.

جدول ۳ نشان می‌دهد که تأثیر بی‌کربنات و سپس میزان pH آب در آبیاری قطره‌ای بیشتر از سایر پارامترها می‌باشد. در انجام عملیات AHP میزان نسبت سازگاری ۰/۰۴ به‌دست آمد در انجام عملیات AHP میزان نسبت سازگاری ۰/۰۴ به‌دست آمد که چون این عدد از ۰/۱ کوچک‌تر است بنابراین ماتریس قضاوت سازگار خواهد بود. پس از انجام کلیه مراحل فوق و با استفاده از وزن‌های به دست آمده از AHP در پایان یک نقشه که در واقع نقشه نهایی برای مکان‌یابی سیستم آبیاری قطره‌ای بود حاصل شد. این نقشه در شکل ۲، قسمت (الف) دیده می‌شود. برای رسیدن به جواب جزیی‌تر و دقیق‌تر بایستی کوه‌ها نیز از نقشه نهایی جدا شود که این نقشه در قسمت (ب) شکل ۲ واقع شده است.

مطابق با شکل ۲ تمامی استان پتانسیل اجرای آبیاری قطره‌ای را دارد. هرچند در قسمت‌های غربی و برخی قسمت‌های جنوبی بایستی تمهیداتی برای افزایش راندمان آبیاری این سیستم انجام گیرد. مطابق با نقشه‌های کلاس‌بندی شده برای اجرای آبیاری قطره‌ای مشخص می‌گردد که تنها عامل محدودیت‌زا کیفیت آب آبیاری می‌باشد. این عامل هم بیشتر در بالا بودن pH آب دیده شد. بنابراین با صرف هزینه کم می‌توان گفت نه تنها اجرای آبیاری قطره‌ای هیچ محدودیتی در استان ندارد بلکه به اجرای آن توصیه می‌شود. در شکل ۲ تنها منطقه‌ای که محدودیت بیشتری دارد بخشی از دشت سهل‌آباد است که در کلاس سه(محدودیت کم) واقع شده است. علاوه بر این بخش‌های کوچکی از دشت‌های میغان دهنو، دهسلم، سرایان، چاهک موسویه و بیرجند در کلاس سه(محدودیت کم) قرار دارند.

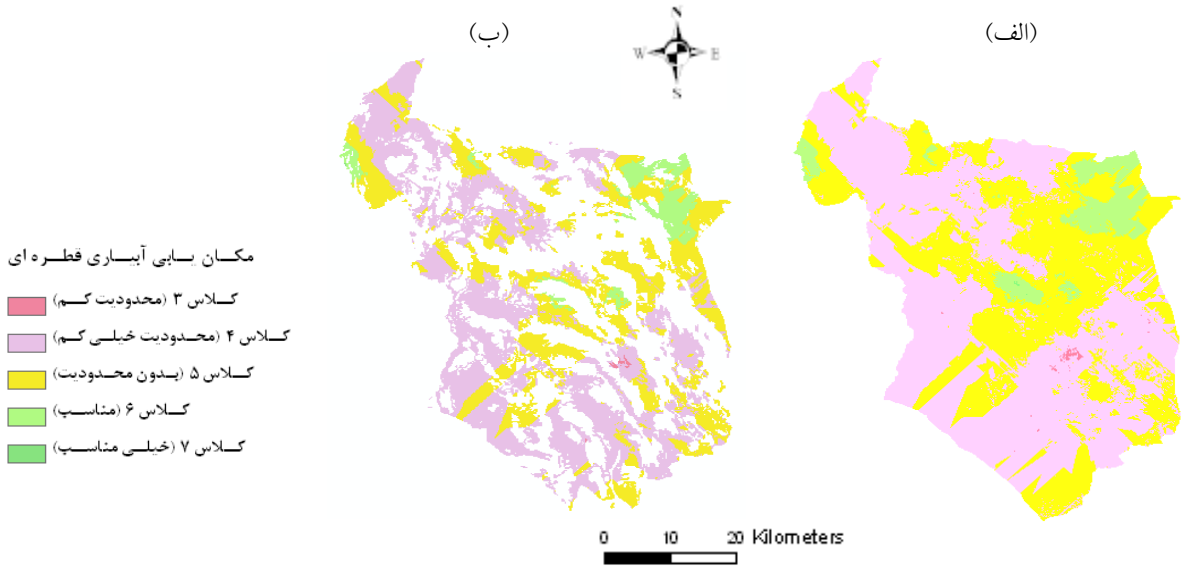
اگرچه هزینه اجرای سیستم قطره‌ای به نسبت روش‌های سطحی بیشتر است، ولی در حال حاضر کشاورزان به‌طور تدریجی به‌سمت سیستم‌های تحت‌فشار کشیده می‌شوند. مخصوصاً با توجه به تسهیلاتی که جهاد کشاورزی برای اجرای سیستم تحت‌فشار در اختیار کشاورزان قرار داده است. بنابراین

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.19.6]

جدول ۳. مقدار وزن هر کدام از پارامترهای مؤثر در آبیاری قطره‌ای

بردار اولویت	میزان HCO_3 آب	میزان pH آب	میزان EC آب	میزان SAR آب	میزان Na آب	خصوصیات فیزیکی خاک	شیب	دمای میانگین	سرعت باد	میزان کلر آب
وزن	۰/۲۸	۰/۲	۰/۱۴	۰/۱	۰/۱	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱



شکل ۲. نقشه مکان‌یابی سیستم آبیاری قطره‌ای در خراسان جنوبی

ترس از هزینه‌های این سیستم‌ها کاهش می‌یابد. هرچند در بین کسانی که برای سیستم تحت‌فشار اقدام کرده‌اند نارضایتی دیده می‌شود ولی مطمئناً پس از اجرای سیستم، با توجه به کاهش مصرف آب و مزایای بی‌شمار دیگر این روش‌ها نسبت به‌روش‌های سنتی این تردیدها هم از بین خواهد رفت.

در کل استان، ۱۶۳ سیستم آبیاری قطره‌ای اجرا شده است. این سیستم‌ها شامل نوع قطره‌ای، بابلر و تنها یک مورد کوزه‌ای است. ابریشم‌دار و همکاران(۱) حدود ٦٦ درصد از اراضی استان خوزستان را برای اجرای آبیاری قطره‌ای مناسب دانستند. در حالی که با توجه به تحقیق حاضر حدود ۵۰ درصد اراضی استان خراسان جنوبی قابلیت اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای را دارد. در ۵۰ درصد باقیمانده هم به استثنای ۹ دشت با اجرای تمهیداتی می‌توان از سیستم قطره‌ای استفاده نمود.

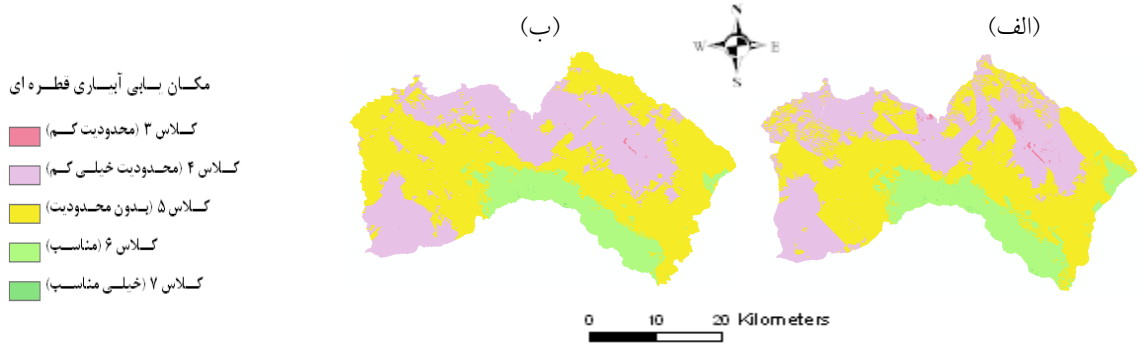
کلیه مراحل فوق به صورت جداگانه برای دشت بیرجند نیز انجام گرفت. برای این کار دو هدف مدنظر بود: اول اینکه با مقایسه دشت بیرجند با در نظر گرفتن پارامتر خاک، که جداگانه بررسی شد و دشت بیرجند بدون خاک در کل استان، مشخص شود که دقت کار برای کل استان بدون در نظر گرفتن عامل خاک چقدر بوده است و ثانیاً روی دشت بیرجند که یکی از دشت‌های مهم و با محصول بالا برای استان است بحث و دقت بیشتر باشد. به‌همین منظور در پایان نقشه مکان‌یابی آبیاری قطره‌ای در دشت بیرجند با پارامتر خاک(الف) و بدون پارامتر خاک در کل استان(ب) با روش AHP در شکل ۳ نمایش داده شده است.

ملاحظه می‌شود تفاوت‌ها در شکل ۳ قسمت (الف) و (ب) ناچیز است. اگر در وزن سرعت نفوذ خاک در آبیاری قطره‌ای دقت شود دارای وزن ۰/۰۷ بوده و به نسبت زیاد نیست.

نکته دیگر اینکه تفاوت‌ها در کلاس‌های پایین‌تر در شمال

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.19.6]



شکل ۳. نقشه مکانی‌یابی سیستم آبیاری قطره‌ای در دشت بیرجند

دشت بیشتر از کلاس‌های بالا در جنوب دشت است. این امر هم ناشی از وجود صخره با نفوذپذیری صفر در شمال دشت است. تقریباً ۲۴ دشت استان قابلیت اجرای سیستم قطره‌ای را دارند. البته اجرای سیستم قطره‌ای در قسمت‌های غربی و جنوبی نیازمند انجام تمهیدات بیشتری است. اما دشت‌های گیسور، دیهوک، علی‌آباد هامون، نمکزار خواف، لوت، دهسلم، هامون هیرمند، بندان، علی‌آباد سفیدآبه قابلیت اجرای سیستم قطره‌ای را ندارند. این امر ناشی از دلایلی مثل نامطلوب بودن کیفیت آب، شرایط اقلیمی نامناسب، کمبود منابع آبی، الگوی کشت ارزان قیمت می‌باشد. البته شاید در آینده و برطرف کردن مشکلات در این نواحی بتوان اقدام به آبیاری قطره‌ای نمود ولی در حال حاضر اجرای سیستم تحت‌فشار در این دشت‌ها توجیه اقتصادی ندارد.

نتیجه‌گیری

استان خراسان جنوبی به لحاظ اجرای سیستم‌های آبیاری قطره‌ای مشکل حادی ندارد. تنها مشکل به لحاظ بالا بودن pH آب در منطقه است. بالا بودن شوری و میزان سدیم آب در استان نه تنها برای گیاهانی که با آبیاری قطره‌ای آبیاری می‌شوند بلکه برای تمام گیاهانی که با روش‌های آبیاری سنتی آبیاری می‌شوند ایجاد مشکل می‌کند. البته از نظر گرفتگی قطره‌چکان بایستی مطالعاتی بر روی املاح معلق و آلودگی باکتریایی صورت بگیرد تا با قاطعیت بتوان درباره کیفیت آب در مورد آبیاری قطره‌ای بحث کرد. تعداد سیستم‌های قطره‌ای اجرا شده در استان با توجه به نتایج این مطالعه بسیار اندک بوده و بایستی در آینده امکان استفاده از این سیستم‌ها افزایش یابد.

در نظر گرفتن عامل خاک اگرچه دقت نتیجه تحقیقات را بالا می‌برد ولی به عنوان عامل بسیار تأثیرگذار در پذیرش یا عدم پذیرش آبیاری قطره‌ای در یک منطقه مطرح نیست. البته این نتیجه برای تحقیقات کلی برای یک استان صادق است ولی مسلماً برای انجام تحقیقات دقیق‌تر برای اجرای آبیاری قطره‌ای در یک مزرعه آزمایشات بر روی خاک بخش مهمی از تحقیقات را شامل می‌شود. چرا که اجرای سیستم قطره‌ای در اراضی با عمق خاک کمتر از ۳۰ سانتی‌متر توصیه نمی‌شود.

در رابطه با مطالعات کیفیت آب به‌علت موجود نبودن تعدادی از املاح و عناصر از قبیل منگنز، آهن، سولفید هیدروژن و آلودگی‌های باکتریایی در آبیاری موضعی تجزیه و تحلیل این عناصر مورد بررسی قرار نگرفته است که امید است با اندازه‌گیری این املاح تجزیه و تحلیل آنها نیز انجام گیرد.

منابع مورد استفاده

۱. ابریشم‌دار، ع.، ح. ع. کشکولی و ن. مستوفی‌زاده. ۱۳۸۲. بررسی و امکان‌یابی سیستم‌های آبیاری تحت‌فشار در مناطق مختلف استان

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.19.6]

خوزستان. سومین همایش منطقه‌ای آبیاری و زهکشی استان خوزستان، ۱۶-۱۷ دی ۱۳۸۲. خوزستان ۲۱۱-۱۹۰.
۲. اعمی‌ازغدی، ع.، ر. خراسانی، م. مکرم، و ع. معزی، ۱۳۸۹. ارزیابی حاصلخیزی خاک براساس فاکتورهای فسفر، پتاسیم و مواد آلی برای گندم با استفاده از تکنیک فازی-AHP و GIS. نشریه آب و خاک ۲۴(۵): ۹۸۴-۹۷۳.
۳. برادران هزاوه، ف.، م. بهزاد، س. برومندنسب و ا. محسنی موحد. ۱۳۸۵. ارزیابی فنی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای اجرا شده در شهرستان اراک. همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ۱۲-۱۴ اردیبهشت ۱۳۸۵. اهواز.
۴. بینا، م.، و م. زرشناس. ۱۳۸۵. معرفی ضوابط و معیارهای طراحی لوله‌های کم‌فشار برای طرح شبکه فرعی آبیاری و زهکشی میاناب شوشتر. همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ۱۴-۱۲ اردیبهشت ۱۳۸۵، اهواز.
۵. بی‌نام، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور فنی. ۱۳۸۳. ضوابط و معیارهای فنی آبیاری تحت فشار(طراحی). نشریه شماره ۲۸۶، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. ۲۴۰ ص.
۶. پرهیزکار، الف. و ع. غفاری‌گیلانده. ۱۳۸۵. *سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چندمعیاری*. انتشارات سمت، تهران.
۷. پلنگی، ج.ع. و ع. م. آخوند علی. ۱۳۸۶. یک مدل نیمه تجربی به منظور تخمین ابعاد جبهه رطوبتی در آبیاری قطره‌ای، تحت منبع نقطه‌ای. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲(۴۴):۹۵-۸۵.
۸. تکاملی، ا.، ش. دیانی، ح. حجازی و ک. محمدی. ۱۳۸۳. مدیریت بهینه بهره‌برداری از شبکه آبیاری بارانی بیله‌سوار مغان براساس بیلان رطوبتی خاک در محیط GIS. کارگاه فنی آبیاری بارانی(توانمندی‌ها و چالش‌ها)، ۲۵ بهمن ۱۳۸۳. تهران ۹۶-۷۳.
۹. فیلی‌زاده، م.، ح. صادقی و ف. معینی. ۱۳۸۵. مدیریت پروژه بر اساس فرآیند تصمیم‌گیری چند معیاره(MCDM). سمینار مهندسی صنایع.
۱۰.قاسم هلیلی، م. ق.، سعدالدین، ا.، مساعدی، ا.، سلمان‌ماهینی، ع.، ۱۳۸۸. تصمیم‌گیری چند معیاره فازی به منظور مدیریت منابع آب سطحی در سد مخزنی بوستان استان گلستان. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک ۱۶: ۲۴-۱.
۱۱.قدسی‌پور، ح. ۱۳۸۴. *فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. تهران*. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.
۱۲.قنواتی، ع.، و و. سرخی. ۱۳۸۵. مکان‌یابی محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP) مطالعه موردی شهر آبدانان. فصل‌نامه سرزمین ۳(۱۱): ۷۷-۶۷.
۱۳.کرم، ا.، ۱۳۸۷. کاربرد روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در ارزیابی زمین برای توسعه کالبدی بر پایه عوامل طبیعی (مطالعه موردی: مجموعه شهری شیراز). نشریه علوم جغرافیایی ۸(۱۱): ۵۴-۳۳.
۱۴.مهدی پور، ف .و م .سعد مسگر . ۱۳۸۵ . الگویی برا ی مکانیابی براساس متدها تصمیم گیر چندمعیاره در GIS .همایش ژئوماتیک تهران، سازمان نقشه برداری کشور.
۱۵.میرزایی‌تختگاهی، ح.، س. برومندنسب، م. بهزاد و ه. قمرنیا. ۱۳۸۵. پتانسیل‌یابی سیستم‌های آبیاری تحت فشار در مناطق مرکزی استان کرمانشاه. همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ۱۴-۱۲ اردیبهشت، اهواز.
16. Caswell, M. and D. Zilberman. 1985. The Choice of irrigation technologies in California. Am. J. Agri. Economics 67(2):224-234.
17. Lee, Y. 2006. An empirical Analysis of privatization in urban developments. 42nd ISOCarp Congress, PP. 1-10.
18. Saaty, T. 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw Hill, New York.
19. Svoray, T. 2005. Urban land use allocation in a Mediterranean ecoton: habitat heterogeneity model incorporated in a GIS , using a multi-criteria mechanism. landscape and urban planning 2:337-351.
20. Ven Westen, C. J. and R. Scoters. 1997. Geographic information system in slope instability zonation. International Institute Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), Netherlands.
21. Yang, F. 2008. spatial analyzing system for urban landuse management based on GIS and multicriteria assessement modeling. progress in natural sci. 18(10): 1279-1284.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.19.6]