

## مکان یابی مناطق مستعد برای اجرای آبیاری تحت فشار با استفاده از سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (GIS) (مطالعه موردی دشت کرمان)

علی نشاط<sup>۱\*</sup> و نجمه نیک پور<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۲۵ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۲

### چکیده

در تصمیم‌گیری و اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار در مقیاس ناحیه‌ای و منطقه‌ای، عوامل متعددی همچون آب، خاک و اقلیم از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. منابع آبهای سطحی و زیرزمینی موجود در هر منطقه نیز از کیفیت و کمیت واحدی برخوردار نیستند. دشت کرمان به وسعت تقریبی ۷۵۰۰ کیلومتر مربع در استان کرمان واقع شده است. آبیاری اراضی این دشت با بهره‌برداری از سفره‌های آب زیرزمینی انجام می‌پذیرد که به دلیل بهره‌برداری شدید مواجه با افت سطح آب شده‌اند. به منظور جلوگیری از روند افت و افزایش بازدهی آبیاری انجام سامانه‌های آبیاری تحت فشار پیشنهاد می‌گردد. سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (GIS) ابزاری موثر و کاربردی در این نوع بررسی‌ها است. در این تحقیق با استفاده از روشهای جدید، با به کارگیری شبیه‌سازی مکان‌یابی بولین، مناطق مستعد جهت اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار (قطره‌ای و بارانی به تفکیک) شناسایی شده‌اند. براین اساس، از کل زمینهای متناسب و قابل آبیاری دشت کرمان حدود ۵ درصد برای آبیاری بارانی و ۲۵ درصد برای آبیاری قطره‌ای مناسب شناخته شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تحت فشار، GIS، شبیه‌سازی بولین، مکان‌یابی

۱- استاد یار گروه مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان.

۲- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان.

\*-نویسنده‌ی مسوول مقاله: a.neshat896@gmail.com

## مقدمه

بدون شک تولید غذای کافی و مطلوب از اهداف توسعه‌ی ملی و امنیتی هر کشور محسوب می‌شود و این امر میسر نخواهد شد مگر با اتخاذ تدابیری مانند: افزایش سطح زیر کشت با استفاده از تواناییهای منابع آب موجود با ایجاد شبکه‌های جدید آبیاری، افزایش تولید به ازای هر واحد آب مصرفی از طریق کاربرد شیوه‌های جدید آبیاری و بالا بردن مقدار تولید در هر واحد از سطح زمینهای زیر کشت به ازای هر واحد آب مصرفی.

بالا بردن مقدار تولید در واحد سطح برای کشورهای تولیدات کشاورزی آنها از اراضی دیم حاصل می‌شود راه حل مطلوب و پسندیده‌ای است، اما این روش در کشورهای کم آب امری میسر و پایدار در توسعه‌ی کشاورزی نیست، زیرا تولید بیشتر در واحد سطح درگرو افزایش انرژی صرف شده در آن و استفاده زیادتر از نهاده‌های کشاورزی مانند بذر، کود و سم است که تنها به کمک آب و همراه با مصرف زیاد آن می‌تواند موثر واقع گردد.

آبیاری سنتی در ایران دارای جنبه‌های علمی و تجربی زیادی است. با تمام پیشرفتهایی که در علم آبیاری حاصل شده‌اند و با وجود این که بیش از ۸۰ درصد مصرف آب استحصال شده در بخش کشاورزی است هنوز متوسط بازدهی آبیاری سطحی و سنتی در دنیا از ۳۵ درصد تجاوز نمی‌کند. پذیرش شیوه‌های جدید آبیاری و استفاده از فن‌آوریهای مناسب برای بهره‌وری از این روشها از جمله راههای افزایش بازدهی آبیاری و کارایی مصرف آب است.

طراحی سامانه‌های آبیاری با توجه به اهداف آن کاری تلفیقی است که باید از علوم مختلف مانند خاک، زراعت، اقتصاد مهندسی، جامعه‌شناسی و ... بهره‌برد تا از ترکیب عناصر آنها مناسب‌ترین راه حل برای آبیاری مزارع انتخاب شود.

با توجه به هزینه‌های امکان‌سنجی (آزمایش‌های خاک و آب و بررسی‌های اولیه) هر محل و صرف‌زمان که منجر به امکان یا عدم امکان اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار در هر مزرعه می‌گردد، می‌توان با جمع‌آوری اطلاعاتی جامع و دقیق از منطقه شامل کلیه فراسنجهای

موثر در اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار با استفاده از روشهای سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و توابع تحلیلی آن، با هزینه‌ای کمتر امکان اجرای این سامانه‌ها را بررسی کرد.

یکی از مهمترین عوامل در تعیین نوع سامانه آبیاری کیفیت آب است که با در دسترس بودن سامانه‌های متنوع آبیاری تحت فشار و انجام کشت به صورت فشرده تأثیر خود را بیشتر نشان می‌دهد.

از دیگر عوامل تأثیرگذار در اجرای این سامانه‌ها شرایط اقلیمی منطقه، پستی و بلندی، مشخصات خاک منطقه، کمیت آب آبیاری و نوع محصول است.

در دهه‌های اخیر به سبب گسترش تکنولوژی‌های رایانه‌ای و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی امکان نگهداری به روز داده‌های زمین مرجع و نیز امکان ترکیب مجموعه‌های داده‌های مختلف به گونه‌ای موثر فراهم آمده‌اند. امروزه GIS برای انجام طرح‌های تحقیقاتی در علوم مختلف از جمله کشاورزی، مدیریت منابع و ذخایر و همچنین برنامه‌ریزیهای توسعه‌ای به کار گرفته می‌شود. ابریشم دار و همکاران (۱۳۸۲) تحقیقی را در زمینه‌ی

بررسی امکان یابی اجرای روشهای آبیاری تحت فشار در مناطق مختلف استان خوزستان انجام دادند. در تحقیقی دیگر تقوایی ابریشمی و سنگونی (۱۳۸۶) به بررسی کاربرد تصاویر ماهواره‌ای در شناسایی مناطق مناسب جهت اجرای طرحهای آبخوانداری در دشت مشهد پرداختند و سپس به کمک GIS عرصه‌های آبخوان و مکانهای مناسب برای پخش سیلاب و نفوذ به داخل سفره‌های آب زیرزمینی را شناسایی نمودند. همچنین مأمّن پوش و تفنگ ساز (۱۳۸۷) مکان یابی مناطق مستعد آبیاری تحت فشار را به کمک GIS برای دشت برخوار در اصفهان انجام دادند و مناطق مستعد اجرای طرح‌های آبیاری تحت فشار را شناسایی نمودند.

الباجی و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از GIS ارزیابی اراضی مناسب را برای آبیاری سطحی و قطره‌ای در دشت شاور در استان خوزستان را بر اساس ویژگی‌های بافت خاک، هدایت الکتریکی، زهکشی، غلظت بی‌کربنات و شیب منطقه انجام دادند. در تحقیقی دیگر ناصری و همکاران (۲۰۰۹) با در نظر گرفتن شیب منطقه و بعضی از ویژگی‌های خاک مانند بافت، هدایت الکتریکی و غلظت بی‌کربنات، ایجاد سامانه‌های مختلف آبیاری در

سامانه های آبیاری تحت فشار استفاده شده است. در ادامه ویژگی های مورد مطالعه برای دستیابی به هدف ذکر شده شرح داده شده اند.

**اقلیم:** منطقه‌ی مورد مطالعه (دشت کرمان) دارای اقلیم خشک سرد است که اراضی اطراف شهرهای کرمان، رفسنجان و سیرجان را در بر می گیرد. همچنین انجام فعالیت های زراعی در این مناطق بدون آبیاری امکان پذیر نیست.

**سرعت باد:** میانگین سرعت باد در فصل های بهار، تابستان، پاییز و زمستان در منطقه‌ی مورد مطالعه به ترتیب برابر ۴/۱، ۵/۵، ۲/۲ و ۳/۵ کیلومتر در ساعت است که حاکی از آرامش نسبی جریان هوا در منطقه می باشد. **گیاهان زراعی:** کشت گیاهان زراعی در این مناطق بر اساس نوع اقلیم متفاوت است. در مناطق گرمسیری مرکبات، خرما، صیفی، غلات و موز و در مناطق سردسیری غلات، سبزیجات، پسته، گردو، به، انار، گیلان و آلبالو کاشته می شوند. پسته محصول عمده‌ی کشاورزی استان کرمان است که در بیشتر دشتهای شمالی، زرند، رفسنجان و سیرجان متمرکز می باشد.

**خصوصیات خاک:** پس از جمع آوری اطلاعات در خصوص وضعیت بافت خاک و تناسب و قابلیت اراضی، نقشه های مربوطه با کاربرد GIS تهیه شدند. در این بین بافت خاک یکی از مهم ترین عوامل محدود کننده در اجرای سامانه های آبیاری تحت فشار است. در جدول ۱ ارزش مناسب و نامناسب بافت خاک براساس شبیه بولین ارائه شده است (علیزاده، ۱۳۸۵).

**کیفیت آب:** به منظور بررسی کیفیت آب آبیاری از نتایج تجزیه‌ی شیمیایی منابع آب دشت کرمان بر اساس آخرین آمار موجود در سال ۱۳۸۷ استفاده گردید. پارامترهای مورد بررسی عبارت بودند از: هدایت الکتریکی، غلظت بی کربنات کلسیم، سدیم و کلر.

**پستی و بلندی:** یکی دیگر از فرانسج های مهم و موثر در انجام مکان یابی سامانه های آبیاری تحت فشار، شیب منطقه است که با استفاده از نقشه‌ی رقمی ارتفاعی (DEM) و با کاربرد GIS تهیه شد. پس از تهیه‌ی لایه های اطلاعاتی بافت خاک، قابلیت و تناسب اراضی، وضعیت شیب و کیفیت آب، نقشه ها بر اساس شبیه بولین کلاس بندی گردیدند.

دشت لالی در استان خوزستان را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که آبیاری های بارانی و قطره ای نسبت به آبیاری سطحی موثرتر می باشند.

روشها و شبیه های گوناگونی به صورت کمی، کیفی و ترسیمی برای مکان یابی وجود دارند که از جمله‌ی آن ها شبیه بولین می باشد که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است. در شبیه بولین ترکیب منطقی ارزش نقشه به صورت "بلی" و "خیر" می باشد، به عبارت دیگر در این شبیه عضویت در یک مجموعه به صورت یک و عدم عضویت به صورت صفر بیان می شود. حاصل عمل منطقی AND در مورد چند نقشه معادل عمل ضرب آن نقشه ها می باشد و عمل منطقی OR در مورد دو نقشه‌ی یاد شده را می توان از طریق عمل ریاضی جمع به نتیجه رساند. بطور کلی در انتخاب یک مکان برای فعالیتی خاص می توان با کاربرد این شبیه عمل مکان یابی را انجام داد، به گونه ای که یک و صفر به ترتیب نشان دهنده‌ی مکان های مناسب و نامناسب می باشند و حالتی غیر از این را نمی توان تصور کرد.

هدف از این تحقیق استفاده از تکنیک های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی برای مکان یابی اجرای سامانه های آبیاری تحت فشار با توجه به ویژگیهای خاک و آب دشت کرمان با استفاده از شبیه بولین می باشد.

## مواد و روشها

استان کرمان با وسعت ۱۸۴۴۰۰ کیلومترمربع در جنوب شرقی ایران واقع شده و یکی از وسیعترین استانهای ایران است. موقعیت جغرافیایی این استان از  $22^{\circ} 22'$  تا  $26^{\circ} 22'$  شمالی و از  $45^{\circ} 45'$  تا  $59^{\circ} 45'$  طول شرقی و از  $26^{\circ} 22'$  تا کمی بیش از  $32^{\circ}$  عرض شمالی است. دشت کرمان در گستره ای به وسعت تقریبی ۷۵۰۰ کیلومتر مربع در این استان واقع شده است. آبیاری اراضی این منطقه با بهره برداری از سفره های آب زیر زمینی انجام می پذیرد که به دلیل بهره برداری شدید مواجه با افت سطح و آبدهی شده اند. به منظور جلوگیری از روند افت سطح آب زیرزمینی و افزایش بازدهی آبیاری، اجرای سیستمهای آبیاری تحت فشار در این منطقه پیشنهاد می شود. در این تحقیق از سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (GIS) و شبیه بولین برای شناسایی مناطق مستعد جهت اجرای

جدول ۱- معیار انتخاب سیستم آبیاری بر اساس بافت خاک به روش بولین.

ارزش نا مناسب (ارزش صفر)	ارزش مناسب (ارزش یک)	سامانه‌ی آبیاری
بافت سنگین با $EC > 5000$	بافت سبک و بافت سنگین با $EC < 5000$	قطره ای
بافت سنگین	بافت سبک	بارانی

توجه به آن که کشت غالب در دشت کرمان پسته بوده و برای آن در جدول ذکر شده محدودیتی از نظر حساسیت به شوری ارائه نشده است، لذا با توجه به بررسی های آب و خاک و طرح های آبیاری تحت فشار اجرا شده در استان کرمان و با توجه به بالا بودن مقدار  $EC$  در این منطقه، محدوده هاو ارزش ها بر اساس شبیه بولین مطابق جدول ۲ تعیین شده است.

در این تحقیق به منظور بررسی کیفیت آب برای سامانه‌ی آبیاری قطره ای، ابتدا منابع آبی که دارای محدودیت از نظر مقدار هدایت الکتریکی ( $EC$ ) و بی کربنات کلسیم ( $HCO_3$ ) می باشند، مشخص گشته و سپس با توجه به طبقه بندی معیار آزمایشگاه شوری آمریکا (U.S.D.A) براساس شوری و نسبت جذب سدیم، جدول طبقه بندی شوری آب تهیه می گردد. با

جدول ۲- معیار انتخاب آبیاری قطره ای بر اساس میزان هدایت الکتریکی و بی کربنات کلسیم آب آبیاری.

پارامتر	ارزش مناسب (۱)	نا مناسب (۰)
$EC(\mu\text{mhos/cm})$	$EC \leq 8000$	$EC > 8000$
$HCO_3(\text{meq/lit})$	$HCO_3 \leq 6$	$HCO_3 > 6$

از طرف دیگر در سامانه‌ی آبیاری بارانی عوامل محدود کننده‌ی کیفیت آب شامل سدیم، کلرو هدایت الکتریکی

جدول ۳- معیار انتخاب آبیاری بارانی بر اساس میزان هدایت الکتریکی، سدیم و کلر آب آبیاری.

پارامتر	ارزش مناسب (۱)	نامناسب (۰)
$EC(\mu\text{mhos/cm})$	$EC \leq 2500$	$EC > 2500$
$Na(\text{meq/lit})$	$Na \leq 9$	$Na > 9$
$Cl(\text{meq/lit})$	$Cl \leq 9$	$Cl > 9$

در این فراسنج ها وجود دارد، اقدام به پهنه بندی گردید. در نهایت با استفاده از شبیه بولین که ترکیب منطقی نقشه به صورت بلی و خیر می باشد (به صورت یک و صفر که به ترتیب بیانگر مناطق مناسب و نامناسب می باشند)، جداسازی مناطق انجام پذیرفت و مناطق مناسب برای اجرای سامانه های آبیاری تحت فشار در استان کرمان تعیین شدند.

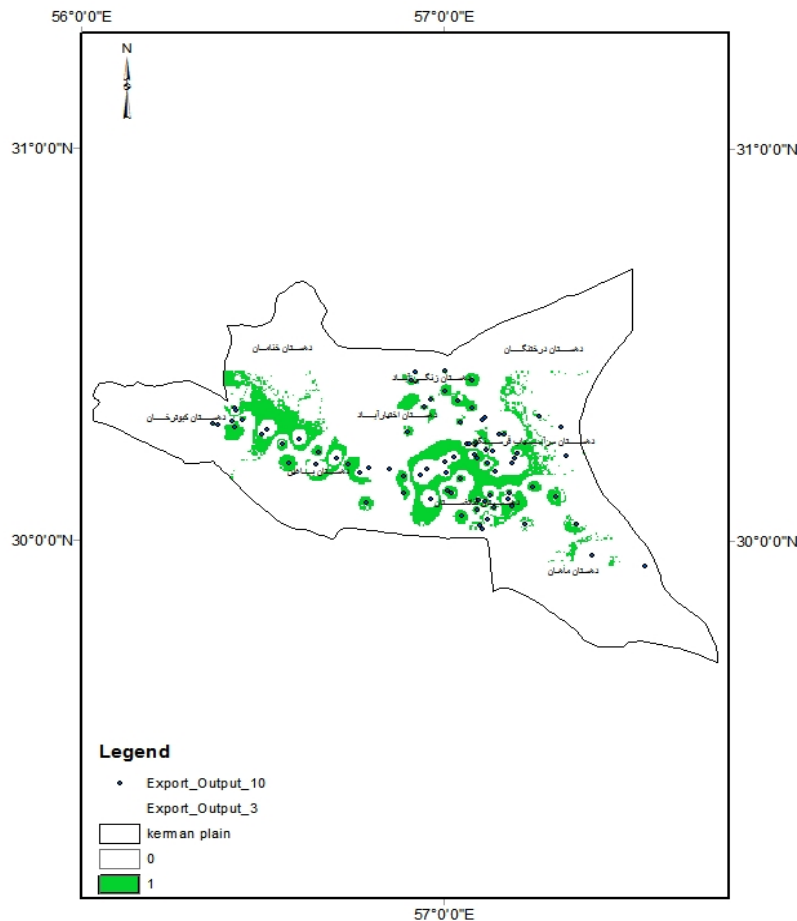
### نتایج و بحث

دشت کرمان دارای وسعت تقریبی ۷۵۰۰ کیلومتر مربع است که از این مساحت حدود ۴۰۰۰ کیلومتر مربع را

همچنین روش های مختلفی برای درون یابی در محیط GIS وجود دارد که مهم ترین آن ها روش های عکس مجذور فاصله (IDW)، Spline و Kriging می باشند که به ترتیب برای مناطق با پستی و بلندی، مناطق مسطح و مناطق کوهستانی مناسب می باشند. در این تحقیق با توجه به وضعیت پستی و بلندی منطقه، برای درون یابی از روش Spline استفاده شده است. پس از بررسی عوامل موثر در انتخاب سامانه های آبیاری تحت فشار از قبیل شرایط اقلیمی، ویژگی های خاک و کیفیت آب آبیاری، برای هر کدام از این فراسنج ها لایه های اطلاعاتی جداگانه تهیه و سپس با توجه به معیارها و نیز محدودیت هایی که از لحاظ عددی

منطقه، کیفیت آب و استفاده از معیارها و محدودیتهایی که هنگام طراحی آبیاری قطره ای لحاظ می گردند، شکل ۱ تهیه شد.

اراضی متناسب و قابل آبیاری تشکیل می دهند، یعنی چیزی در حدود ۵۵ درصد اراضی دشت استعداد و پتانسیل آبیاری را دارند. پس از تهیه و تلفیق لایه های اطلاعاتی مربوط به بافت خاک، تناسب اراضی، شیب



شکل ۱- مکانهای مناسب برای اجرای سامانه‌ی آبیاری قطره ای در دشت کرمان بر اساس شبیه مکان یابی بولین.

بخش هایی از مناطق باغین و کیوتر خان واقع شده اند. عوامل محدود کننده در این مناطق عبارتند از کیفیت نا مطلوب آب به دلیل بالا بودن هدایت الکتریکی و غلظت بی کربنات کلسیم. همچنین اراضی این مناطق شامل واریزه های بادبزینی شکل سنگریزه دار بوده و نوع و شدت محدودیت آنها به دلیل وجود سنگریزه‌ی زیاد و نگهداری کم رطوبت می باشد. بخشی از اراضی این مناطق از نظر نوع جزء کوهها و تپه ها بوده و شدت محدودیت آنها به دلیل وجود رخنمون های سنگی فاقد خاک و شیب نامناسب است. همچنین ۱۸ درصد اراضی نا مناسب دشت در بخش هایی از منطقه‌ی ماهان و سراسیاب فرسنگی

این شکل مکانهای مناسب و نا مناسب سامانه آبیاری قطره ای را بر اساس منطق بولین در دشت کرمان نشان می دهد. بر این اساس از کل اراضی دشت حدود ۲۵ درصد برای آبیاری قطره ای مستعد شناخته شده اند. مناطق نا مناسب و غیر مستعد برای اجرای سامانه‌ی آبیاری قطره ای حدود ۷۵ درصد اراضی دشت را در بر می گیرند، که از این مقدار ۲۰ درصد آن در بخش های درختگان و خانمان واقع شده اند. عوامل محدود کننده در این مناطق پستی و بلندی، شیب نامناسب زمین و نیز محدودیت به دلیل نوع اراضی که شامل کوهها و تپه ها است، می باشند. ۳۵ درصد دیگر از اراضی نا مناسب در



بولین، مناطق مستعد جهت اجرای طرح های آبیاری تحت فشار در دشت کرمان شناسایی شدند. بر این اساس حدود ۲۵ درصد اراضی این دشت برای آبیاری قطره ای و حدود ۵ درصد اراضی برای آبیاری بارانی مستعد شناخته شدند.

### منابع

۱- ابریشم دار، ع.، ن. مستوفی زاده و ح. ع. کشکولی. ۱۳۸۲. بررسی امکان یابی اجرای روش های آبیاری تحت فشار در مناطق مختلف استان خوزستان، مجموعه مقالات سومین همایش کمیته منطقه ای آبیاری و زهکشی استان خوزستان.

۲- تقوایی ابریشمی، ع. و ح. سنگونی. ۱۳۸۶. بررسی کاربرد تصاویر ماهواره ای در شناسایی مناطق مناسب جهت اجرای پروژه های آبخوانداری (مطالعه موردی دشت مشهد)، اولین همایش سازگاری با کم آبی.

۳- علیزاده. ا. ۱۳۸۵. اصول طراحی سیستمهای آبیاری. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).

۴- مامن پوش، ع. و ر. تفنگ ساز. ۱۳۸۷. مکان یابی مناطق مستعد جهت اجرای طرح های آبیاری تحت فشار به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، سمینار علمی طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه پایدار.

5- Albaji, M., A. Landy, S. Boroomand Nasab and K. Moravej, 2008. Land suitability evaluation for surface and drip irrigation in shavoor plain, Iran., J. Food Agric. Environ. 7: 955-960.

6- Naseri, A., A. R. Rezania and M. Boroomand Nasab. 2009. Investigation of soil quality for different irrigation system in Lali plain. J. Appl. Sci. 8: 654-659.

این شکل مکانهای مناسب و نا مناسب را برای اجرای سامانه‌ی آبیاری بارانی در دشت کرمان نشان می دهد. از کل مساحت دشت در حدود ۵ درصد اراضی برای آبیاری بارانی مستعد و مناسب شناخته شده اند و اراضی نا مناسب و غیر مستعد در حدود ۹۵ درصد از اراضی دشت را در بر می گیرند. ۴۸ درصد اراضی نامناسب در مناطق باغین، کبوترخان، خنامان و درختنگان واقع شده اند که مشکل عمده‌ی اراضی در این مناطق بافت خاک است. ۴۷ درصد از اراضی نا مناسب و غیر مستعد دیگر نیز در بخش هایی از زنگی آباد، اختیار آباد، سراسیاب فرسنگی، ماهان و قناغستان واقع شده اند که دارای محدودیت کیفی آب از نظر بالا بودن میزان سدیم و کلر و یا زیاد بودن میزان EC می باشند.

### نتیجه گیری و پیشنهادها

مدیریت اصولی و برنامه ریزی درست و بهره وری بهینه از منابع نیازمند اطلاعات دقیق و به روز از عرصه مورد نظر می باشد. در این راستا، سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی با توانایی تجزیه و تحلیل های مکانی، تحلیل و تلفیق اطلاعات نقشه ای، جدولی و گزارش گیری مطابق با روشهای شناخته شده‌ی مورد تأیید و کاهش هزینه ها می تواند نقش به سزایی را در رسیدن به اهداف از پیش تعیین شده، از جمله بهینه سازی سرمایه گذاریها ایفا کند.

مکان یابی مناطق مستعد جهت اجرای طرح های آبیاری تحت فشار از طریق بررسی کلیه‌ی عوامل کمی و کیفی آب، خاک، اقلیم و پستی و بلندی منطقه با کاربرد سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی و تصاویر ماهواره ای با کیفیت مناسب که در نهایت با انجام تحلیل های مکانی و با استفاده از منطق های مرتبط به درکی درست از منطقه می انجامد، امری ضروری است، زیرا با محدودیت های منابع موجود در بخش کشاورزی می بایست مناطقی که انطباق منطقی بیشتری را برای اجرای سامانه های آبیاری تحت فشار دارند، تعیین گردند تا از هدرروی منابع آب و خاک جلوگیری گردد. در این تحقیق با استفاده از سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (GIS) و با به کارگیری شبیه مکان یابی