نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۸، ص. ۵۷۸-۵۶۵

Journal of Water and Soil
Vol. 33, No. 4, Sep-Oct. 2019, p. 565-578

ارزیابی موقعیت سامانه‌های آبیاری بارانی اجرا شده با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: دشت زنجان)

پیمان مرادزاده[۱]- حسن اوجاقلو[۲*]- محمد قبایی سوق[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۰۸

چکیده

ارزیابی‌های به‌عمل آمده در سال‌های اخیر نشان می‌دهد، عملکرد سامانه‌های آبیاری بارانی در ایران مطلوب نمی‌باشد. عدم بررسی دقیق در انتخاب سیستم آبیاری بارانی متناسب با شرایط مختلف هر منطقه یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کم بودن راندمان آبیاری در این نوع سامانه‌ها می‌باشد. در این تحقیق ابتدا با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، محدوده اراضی مستعد به منظور اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی در دشت زنجان تعیین شد. بدین منظور عوامل اثرگذار در انتخاب سامانه آبیاری بارانی شامل عوامل اقلیمی، خصوصیات کمی و کیفی خاک، خصوصیات کیفی آب، توپوگرافی، عوامل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در مجموع شامل تعداد ۱۵ عامل با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی مورد بررسی قرار گرفت. نقشه‌های پهنه‌بندی هر کدام از عوامل ذکر شده و در نهایت نقشه اراضی مستعد در محیط ArcGIS تهیه شد. در نهایت موقعیت تعداد ۵۲ طرح آبیاری بارانی اجرا شده در نقشه پهنه‌بندی اراضی مستعد جانمایی و مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد، حدود ۱۹/۲۳ درصد از مساحت محدوده مورد مطالعه کاملاً مناسب اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی بوده و ۲۶/۹۲ درصد در کلاس مناسب و مستعد و ۱۷/۳۱ درصد نیز در کلاس بدون محدودیت طبقه‌بندی شد. هم‌چنین نتیجه ارزیابی موقعیت طرح‌های اجرا شده نیز نشان داد، ۲۵ درصد از طرح‌های اجرا شده در اراضی با محدودیت کم و ۱۱/۵۴ درصد نیز در اراضی نامناسب اجرا شده است.

واژه‌های کلیدی: اراضی مستعد، صحت‌سنجی، مکان‌یابی، AHP

مقدمه

آب یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های قرن حاضر بشریت است که می‌تواند سرچشمه بسیاری از تحولات مثبت و منفی جهان قرار گیرد. کمبود آب یک مشکل جدی برای تولیدات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است. علاوه بر این، توسعه منابع آبی جدید در این مناطق بسیار هزینه‌بر است (۲۳). در حوزه کشاورزی ایران، به دلایلی هم‌چون تلفات انتقال آب از منبع به محل مصرف، تلفات زیاد آب در مزارع کشاورزی، نامناسب بودن شکل و اندازه مزارع در رابطه با میزان آب و نحوه آبیاری، عدم آگاهی کشاورزان از روش‌های استفاده بهینه از آب و عدم استفاده از شیوه‌های مناسب آبیاری سبب شده تا میانگین راندمان آبیاری کم‌تر از متوسط آن در جهان باشد. در شرایط فعلی، استفاده از فناوری‌های نوین آبیاری یکی از راه‌کارهای مهم و مؤثر در مقابله با بحران کمبود آب در بخش کشاورزی محسوب می‌شود (۱۵). با این وجود در صورتی که در مرحله انتخاب سامانه آبیاری تحت فشار مطالعه و بررسی دقیق در خصوص عوامل مؤثر بر عملکرد آن از قبیل اقلیم، آب، خاک، توپوگرافی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی به‌عمل نیاید منجر به تحقق نیافتن انتظارت از طرح‌های آبیاری اجرا شده خواهد شد. نتایج ارزیابی‌های مزرعه‌ای نشان می‌دهد میانگین راندمان آبیاری در سامانه‌های بارانی در کشور ایران حدود ۶۲/۱ درصد می‌باشد (۱). عدم انتخاب صحیح سامانه‌های آبیاری بارانی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل پایین بودن راندمان آبیاری در این نوع سامانه‌ها مطرح می‌باشد. یکی از روش‌های پرکاربرد در این زمینه، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد که در سال‌های اخیر توسط محققین مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. در ادامه به مهم‌ترین مطالعات انجام گرفته در خصوص مکان‌یابی اراضی مستعد به منظور اجرای سامانه آبیاری بارانی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پرداخته شده است. نشاط و نیک‌پور (۱۴) ضرورت استفاده از سامانه

۱ و ۲- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی و استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه زنجان
۳- فارغ التحصیل دکتری رشته آبیاری و زهکشی و کارشناس شرکت مدیریت منابع آب ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: ojaghlou@znu.ac.ir
DOI: 10.22067/jsw.v0i0.81485

www.SID.ir

Archive of SID

اطلاعات جغرافیایی و تصاویر ماهواره ای به منظور درک درست از هر منطقه و تعیین مناطق مستعد جهت اجرای آبیاری تحت فشار را بیان نمودند. ساداتی‌نژاد و شکاری (۲۰) مکان‌یابی مناطق مستعد سامانه آبیاری تحت فشار به کمک کاربرد روش‌های زمین آمار و GIS برای مناطق دشت خالدآباد بادرود را مورد مطالعه قرار داده و بیان داشتند استفاده از تکنیک‌های زمین آمار و GIS در برنامه ریزی و مدیریت بهینه در خصوص انتخاب روش‌های مناسب آبیاری موثر خواهد بود. رمزی و همکاران (۱۷) پهنه‌بندی اراضی با قابلیت اجرای آبیاری بارانی با استفاده از روش (AHP[1]) را در استان خراسان جنوبی مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد، حدود ۱۵ درصد از اراضی استان بدون هیچ مشکلی امکان اجرای سامانه آبیاری بارانی را دارد و ۷۰ درصد از مساحت اراضی برای اجرای سامانه آبیاری بارانی دارای محدودیت هستند. این محدودیت‌ها بیش‌تر ناشی از بالا بودن سرعت باد و مقدار کلر منابع آبی بود. صدیق‌کیا و همکاران (۲۱) با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ارزیابی و جانمایی انواع سامانه‌های آبیاری در اراضی کشاورزی سازمان اتکا واقع در منطقه دورود مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که در حالت کشت زراعی از بین سامانه های آبیاری جویچه‌ای، بارانی و قطره‌ای استفاده از سامانه‌های بارانی در اولویت قرار دارد. فرهادی‌بانسوله و همکاران (۸) انتخاب سامانه آبیاری تحت فشار مناسب با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره را در شبکه آبیاری جامیشان مورد بررسی قرار دادند. تنها سامانه آبیاری قابل اجرا در مناطق با شیب بالای ۲۰ درصد، سیستم آبیاری موضعی معرفی شد. برای مناطق با شیب کم‌تر از ۲۰ درصد نیز سامانه کلاسیک نیمه متحرک به عنوان مناسب‌ترین گزینه تعیین شد. احمدی و همکاران (۲) نواحی مستعد به منظور اجرای سامانه‌های آبیاری نوین (موضعی، کم فشار و بارانی) با استفاده از روش AHP را در شهرستان اسفرین خراسان شمالی تعیین نمودند. سامانه آبیاری کم فشار در بیش‌تر نقاط محدوده مورد بررسی به دلیل وضعیت توپوگرافی نامناسب بالاترین امتیاز را کسب نمود. در بخش شمالی ناحیه بررسی شده، سامانه آبیاری موضعی به عنوان مناسب-ترین سامانه معرفی شد. آزاد و همکاران (۴) در تحقیقی با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی، امکانسنجی مناسب‌ترین مناطق اجرای سامانه‌های مختلف آبیاری، با توجه به کمیت و کیفیت آب را مورد بررسی قرار داده و بیان داشتند نتایج این نوع مطالعات دارای اهمیت زیادی بوده و از اتلاف انرژی، سرمایه و هدر رفت منابع جلوگیری می‌نماید.. دنگیز (۷) انتخاب روش‌های مختلف آبیاری را بر طبق روش ارزیابی پارامتریک در اراضی مزرعه آزمایشی مرکز تحقیقات جنوب آنکارا (ترکیه) بررسی نمود. منتظر و بهبهانی (۱۲) با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، به انتخاب بهترین و کارآمدترین سامانه آبیاری برای سه منطقه در دشت قزوین با سه الگوی گشت مختلف گندم، چغندر قند و انگور پرداختند. در این تحقیق از ۱۵ عامل مؤثر بر انتخاب سامانه آبیاری از جمله شیب زمین، وضعیت ناهمواری، مهارت کارگری، نوع کشت، هزینه‌های طرح، کیفیت و کمیت آب، سرعت باد و نفوذ پذیری استفاده شد. مقایسه نتایج حاصل از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با دیگر روش‌های موجود و نظرات کارشناسی نشان داد، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به عنوان ابزاری مفید و کارآمد در انتخاب بهترین سامانه آبیاری محسوب می‌شود. ناصری و همکاران (۱۳) با در نظر گرفتن عواملی نظیر شیب منطقه و بعضی از ویژگی‌های خاک شامل عمق خاک، درجه زه‌کشی، بافت خاک، هدایت الکتریکی و غلظت بی‌کربنات اجرای سامانه‌های مختلف آبیاری را در دشت لالی استان خوزستان مورد مطالعه قرار دادند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد، سامانه آبیاری‌های بارانی و قطره‌ای نسبت به آبیاری سطحی گزینه‌های مناسب‌تری می‌باشند. باقرزاده و پایمار (۵) تناسب اراضی به منظور انتخاب روش‌های مناسب آبیاری را با توجه به روش فازی و پارامتریک در دشت مشهد مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد با استفاده از منطق فازی، مساحت اراضی مناسب به منظور اجرای آبیاری قطره‌ای تقریبا شش برابر روش سطحی می‌باشد و به طور کلی روش‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی تناسب بیشتری با اراضی منطقه دارند. سیدمحمدی (۲۲) ارزیابی مناسب بودن زمین برای مدیریت بهینه مصرف آب در کشاورزی دقیق را بر اساس ارزیابی پارامتریک در ۴۱۲۰۰ هکتار از اراضی رشت پرداختند. نتایج نشان داد که روش آبیاری قطره‌ای مناسب‌تر از روش‌های آبیاری بارانی و سطحی می‌باشد که عوامل محدود کننده اصلی برای روش‌های آبیاری قطره‌ای، بارانی و سطحی در این منطقه، زه‌کشی و بافت خاک بوده است. حسینی و دلاوری (۱۱) مقایسه دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای را بر اساس ارزیابی پارامتریک مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که ۱۰ درصد از اراضی مورد مطالعه برای آبیاری سطحی و تقریباً حدود ۲۲/۴ درصد از اراضی برای آبیاری قطره‌ای مناسب می‌باشد. الباجی و همکاران (۳) تناسب روش‌های آبیاری (سطحی، قطره‌ای و بارانی) را بر اساس ارزیابی پارامتریک در اراضی دشت قلعه استان خوزستان را بررسی و نشان دادند روش آبیاری بارانی و قطره‌ای روش بسیار مناسبی برای نیمی از اراضی مورد مطالعه می‌باشد. در تحقیق دیگر، کیفیت آب آبیاری منطقه کومرا واقع در بخش مرکزی آناتولی ترکیه با استفاده از روش AHP در محیط GIS مورد بررسی قرار گرفت و روش تحلیل سلسله مراتبی به عنوان ابزاری سودمند و قابل دسترس در برنامه ریزی آبیاری با استفاده از منابع آب زیرزمینی معرفی شد (۶). کاربرد روش AHP در علوم مرتبط با کشاورزی گسترده بوده و به طور کلی می‌توان بیان داشت امکان‌سنجی اراضی

1- Analytical Hierarchy Process

www.SID.ir

Archive of SID

می‌تواند منجر به ایجاد استراتژی در جهت افزایش تولیدات کشاورزی گردد (۱۶). در تحقیق دیگر روش AHP در تناسب اراضی به منظور انجام فعالیت‌های کشاورزی از قبیل آبیاری در حوضه آبای کشور اتیوپی مورد ارزیابی قرار گرفته است (۲۴). تاکنون تحقیقی در خصوص مکان‌یابی اراضی مستعد به منظور اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی در دشت زنجان انجام نشده است. از سوی دیگر در مطالعات قبلی، ارزیابی موقعیت طرح‌های آبیاری بارانی اجرا شده از طریق نقشه‌های مکان‌یابی بدست آمده انجام نگرفته است. لذا هدف این پژوهش، تهیه نقشه پهنه بندی اراضی مستعد به منظور اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و سپس ارزیابی موقعیت طرح‌های اجرا شده بر اساس نقشه مکان‌یابی تهیه شده می‌باشد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

تحقیق حاضر با استفاده از آمار و اطلاعات جمع‌آوری شده از دشت زنجان واقع در شمال غرب ایران و شرق رودخانه قزل اوزن و بین ۴۸ تا ۴۹ درجه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی انجام شده است. این منطقه درحوزه آبخیز زنجان‌رود قرار دارد و به نام دشت زنجان معروف می‌باشد و مساحت کل این دشت حدود ۴۷۰۵ کیلومتر مربع است. نوع اقلیم دشت زنجان بر اساس روش دومارتن نیمه خشک فرا سرد بوده و میانگین ارتفاع آن ۱۶۵۹ متر می‌باشد. میانگین بارش، دما و رطوبت سالیانه در محدوده مورد مطالعه به ترتیب ۲۵۹ میلیمتر، ۱۰/۹ درجه سلسیوس و ۵۴ درصد می‌باشد. میانگین حداقل دما در سردترین ماه (بهمن) به منفی ۵/۷ و حداکثر دما در گرم‌ترین ماه (مرداد) ۳۲/۱ درجه ثبت شده است. جهت باد غالب در این دشت در اکثر ماه‌های سال شرقی بوده و سرعت متوسط آن ۳ متر بر ثانیه می‌باشد. شکل ۱ محدوده مورد مطالعه در این تحقیق را نشان می‌دهد.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی می‌باشد. در این تحقیق هدف تعیین اراضی مستعد به منظور اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی می‌باشد. معیارها نیز شامل خصوصیات کمی و کیفی آب، خاک، اقلیم، توپوگرافی و عوامل اجتماعی و اقتصادی که هر کدام شامل زیرمعیارهای مختص به خود بود (شکل ۲). در مرحله دوم امتیازدهی به هر کدام از معیارها و زیرمعیارها از طریق انجام مقایسات زوجی توسط کارشناسان و صاحب‌نظران انجام گرفت (جدول ۱). در ادامه به مهم‌ترین معیارهای در نظر گرفته شده و نحوه جمع آوری اطلاعات مورد نیاز پرداخته شده است.

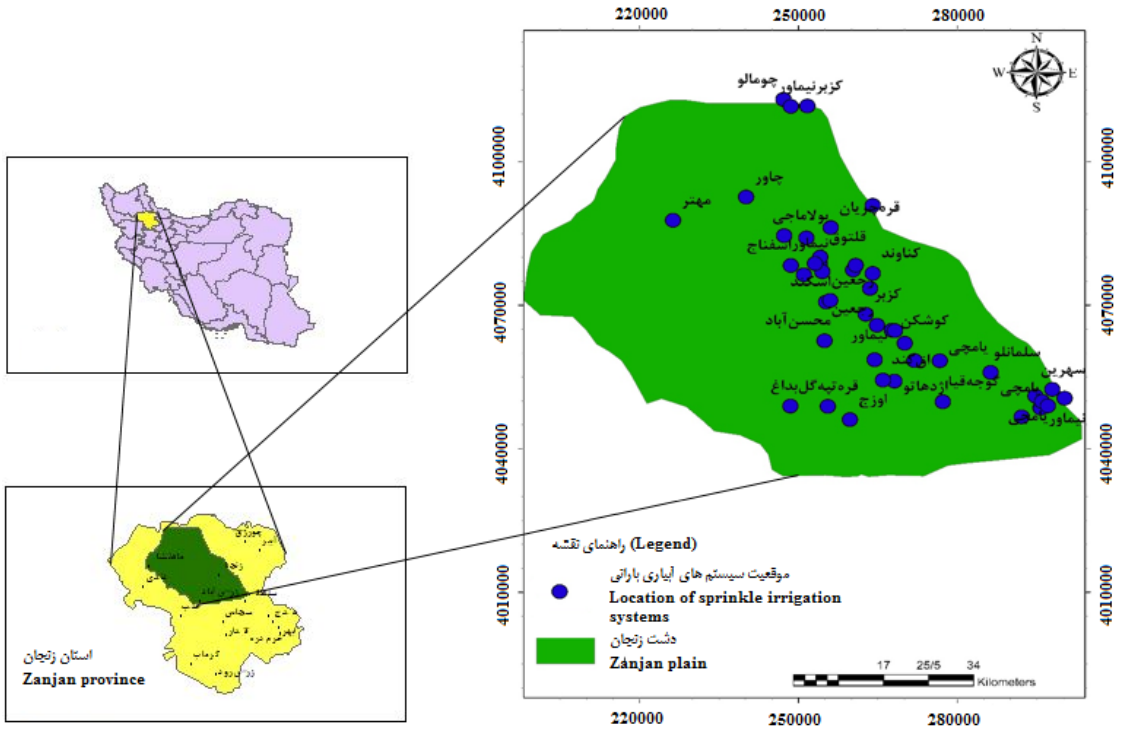
به منظور تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی دما و سرعت باد از آمار و اطلاعات هفت ایستگاه سینوپتیک و شش ایستگاه تبخیرسنجی واقع در استان زنجان استفاده شد. میانگین سرعت باد و دما در ماه‌های فصل آبیاری به ترتیب ۲/۱ کیلومتر در ساعت و ۱۶/۳ درجه سلسیوس می‌باشد که نشان‌دهنده شرایط مناسب اقلیمی از نظر اجرای سامانه-های آبیاری بارانی در منطقه می‌باشد. به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نتایج مربوط به آزمایش‌های تجزیه خاک از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان اخذ گردید. به منظور تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی بافت خاک، شوری و اسیدیته از اطلاعات مربوط به تعداد ۱۱۱ نمونه خاک از اراضی کشاورزی منطقه مورد مطالعه استفاده شد. آمار کیفی بیش از ۲۰۰۰ حلقه چاه واقع در محدوده مورد مطالعه از شرکت آب منطقه‌ای زنجان اخذ گردید. به منظور مکان‌یابی اراضی مستعد به منظور اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی پارامترهای EC، Cl، B، SAR و pH در نظر گرفته شدند و نقشه‌های طبقه‌بندی شده هر کدام از عوامل یاد شده در محیط GIS تهیه شد.

مهم‌ترین معیارهای اجتماعی و اقتصادی مؤثر بر اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی شامل امکانات بهره‌برداری و نگهداری، نیروی کار، هزینه و فرهنگی بود. اطلاعات لازم در این خصوص از طریق مصاحبه با بیش از ۶۰ نفر دهیار، شورا و کشاورزان محلی در نقاط مختلف دشت زنجان و تکمیل پرسش‌نامه‌های تنظیم شده جمع‌آوری شد. وضعیت توپوگرافی اراضی هر منطقه اغلب با تعیین مقدار شیب و میزان یکنواختی و ناهمواری آن منطقه مورد بررسی قرار می‌گیرد. شیب منطقه یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار بر پذیرش و اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی است که در این تحقیق با استفاده از نقشه رقومی ارتفاعی (DEM) تهیه شد. به منظور تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی، به هر کدام از معیارها امتیاز ۱ تا ۹ با توجه به جداول ۲ تا ۶ اختصاص داده شد. سپس با استفاده از روش‌های درون‌یابی اقدام به تهیه نقشه پهنه‌بندی شد.

در مرحله سوم، وزن هر کدام از معیارها از طریق میانگین‌گیری هندسی امتیازهای ثبت شده در هر کدام از سطرهای جدول مقایسات زوجی و سپس نرمال نمودن آن بدست می‌آید. با توجه به امتیازات تخصیص داده شده در مرحله قبل (نتایج مقایسات زوجی) محاسبه شد. بدین منظور از افزونه AHP در نرم افزار ArcGIS استفاده شد. مقدار عددی نرخ ناسازگاری ماتریس ساخته شده با توجه به وزن‌های محاسبه شده تعیین و کنترل شد. در صورتی که مقدار شاخص اشاره شده کم‌تر از ۰/۱ باشد وزن‌های بدست آمده قابل قبول خواهد بود. در نهایت نقشه اراضی طبقه‌بندی شده از طریق اعمال وزن‌های بدست آمده در هر کدام از نقشه‌های پهنه‌بندی مربوط به هر کدام از معیارها تهیه شد.

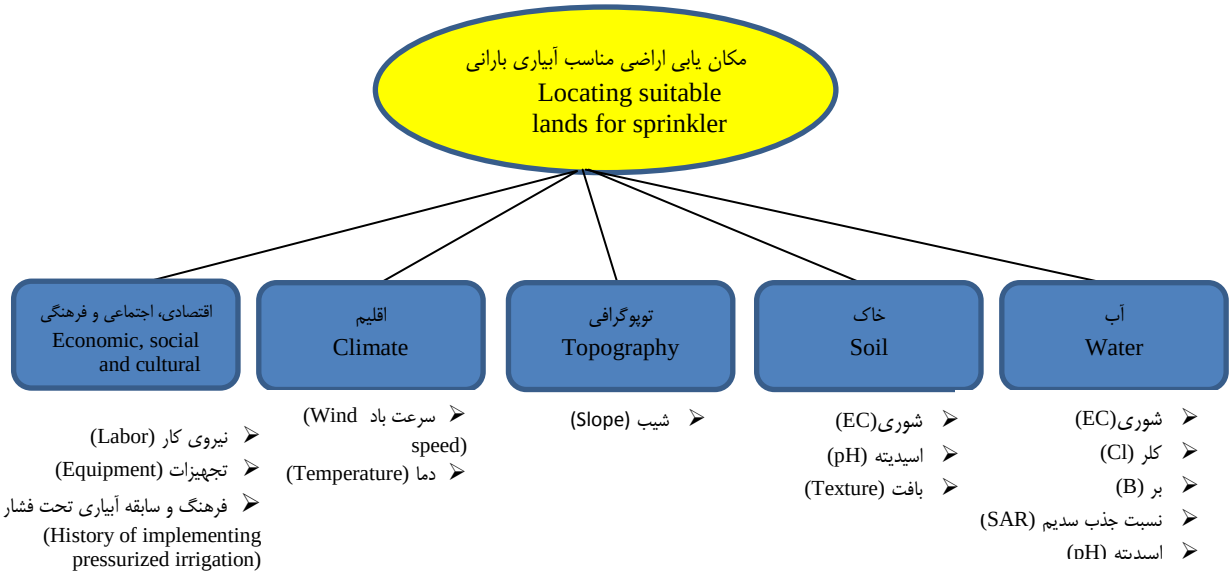
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه (دشت زنجان)

Figure 1- Location of the study area (Zanjan plain)



شکل ۲- نمودار تحلیل سلسله مراتبی در مکان‌یابی اراضی مستعد به منظور اجرای آبیاری بارانی

Figure 2- Analytical hierarchy diagram in placement of susceptible land to implementation of sprinkle irrigation

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مقیاس انجام مقایسه‌های زوجی معیارها
Table 1- Scale of paired comparison of criteria

تعریف Definition	امتیاز Score
اهمیت مساوی Equally preferred	1
اهمیت اندکی بیشتر Moderately preferred	3
اهمیت بیشتر Strongly preferred	5
اهمیت خیلی بیشتر Very strongly preferred	7
اهمیت مطلق Absolutely preferred	9
ترجیحات بین فواصل فوق Intermediate situation	2, 4, 6, 8

جدول ۲- امتیازدهی به اراضی در ارتباط با عوامل اقلیمی
Table 2- Land rating associated with climatic factors

پارامتر Parameter	مقدار Value	امتیاز Score
سرعت باد (کیلومتر بر ساعت) Wind speed (km/h)	0-6	9
	6-9	8
	9-12	7
	12-15	6
	15-20	4
	>20	1
دما (درجه سانتی‌گراد) Temperature (°C)	<20	9
	20-25	7
	25-30	4
	>30	1

جدول ۳- امتیازدهی به اراضی در ارتباط با عامل توپوگرافی
Table 3- Land rating associated with topographic factor

شیب (درصد) Slope (%)	امتیاز Score
0-2	9
2-5	8
5-10	7
10-20	5
20-30	2
>30	1

نتایج و بحث

نقشه‌های پهنه‌بندی مربوط به پنج معیار اصلی آب، خاک، اقلیم، توپوگرافی و عوامل اجتماعی و اقتصادی در شکل ۳ نشان داده شده است. هر کدام از این نقشه‌ها از همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی مربوط به زیرمعیارهای مختص خود به‌دست آمده‌اند. مطابق شکل ۳ ملاحظه می‌گردد، از نظر کیفیت منابع آب موجود در محدوده دشت زنجان، ۴۰/۳ درصد از اراضی دشت زنجان در کلاس کاملاً مناسب و ۲۰/۹۵ درصد در کلاس مناسب قرار گرفته است. تنها ۱۰/۳۷ درصد در کلاس نامناسب بوده و برای اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی محدودیت ایجاد می‌کند که بیش‌تر این اراضی در قسمت شمال غربی دشت واقع شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- امتیازدهی به اراضی در ارتباط با مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 4- Land rating associated with soil physical and chemical properties

پارامتر Parameter	مقدار Value	امتیاز Score
بافت خاک Soil texture	رسی Clay	2
	لوم رسی Clay loam	4
	لوم، لوم رسی شنی Loam, Sandy clay loam	6
	لوم شنی Sandy loam	8
	رس شنی Sandy clay	7
	لوم سیلت Silty loam	5
	رس سیلت، لوم رس سیلتی Silty clay, Silty clay loam	4
شوری خاک (دسی‌زیمنس بر متر) Soil salinity (ds/m)	0-1.0	9
	1.0-2.0	7
	2.0-4.0	3
	> 4.0	1
اسیدیته خاک Soil acidity	6.5-7	7
	7-7.5	8
	7.5-8	9
	8.8.5	5

جدول ٥- امتیازدهی به اراضی در ارتباط با عوامل اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی

Table 5- Land rating associated with social, economic and cultural factors

توضیح زیرمعیار Sub criteria definition	Score
سابقه آبیاری تحت فشار و شرایط فرهنگی مساعد وجود ندارد There is no history of pressurized irrigation and good cultural conditions	1
سابقه آبیاری تحت فشار وجود ندارد ولی زمینه های فرهنگی مساعد است There is no history of pressurized irrigation but cultural conditions is suitable	5
سابقه آبیاری تحت فشار وجود دارد و زمینه های فرهنگی مساعد است There is history of pressurized irrigation and cultural conditions is suitable	9
در حال حاضر در منطقه آبیاری تحت فشار وجود دارد Currently there is pressurized irrigation system in the study area	9
نیروی متخصص در منطقه وجود ندارد There is no expert in the area	1
نیروی متخصص در منطقه وجود دارد یا تامین می شود There is expert in the area or founded	9
نیروی نیمه ماهری و کارگری در منطقه وجود ندارد There are no semiskilled and labor in the area	3
نیروی نیمه ماهری و کارگری در منطقه وجود دارد There are semiskilled and labor in the area	9
منطقه دور افتاده و محروم است The area is deprived	1
منطقه قابل دسترسی و دارای امکانات است The area is accessible and has facilities	9
خدمات تعمیرات و لوازم یدکی قابل تامین است Repair service is available	9
خدمات تعمیرات و لوازم یدکی محدودیت دارد Repair services are limited	3

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- امتیاز دهی به اراضی در ارتباط با مشخصه‌های شیمیایی منابع آب

Table 6- Land rating associated with chemical properties of water resources

پارامتر Parameter	مقدار Value	امتیاز Score
شوری آب (دسی‌زیمنس بر متر) Water salinity (ds/m)	< 0.5	9
	0.5-1.0	8
	1.0-1.5	7
	1.5-2.0	6
	2.0-3.0	4
	3.0-4.0	2
	> 4.0	1
کلر (میلی‌اکی والان بر لیتر) Cl (meq/lit)	< 3	5
	3-10	4
	10-20	3
	20-30	2
	>30	1
نسبت جذب سدیم SAR	< 3	9
	3-6	8
	6-12	7
	12-20	5
	20-30	3
	> 30	1
اسیدیته pH	7.0-7.5	9
	7.5-8.0	7
بر (میلی‌اکی والان بر لیتر) B (meq/lit)	<0.7	9
	0.7-3.0	6
	> 3.0	2

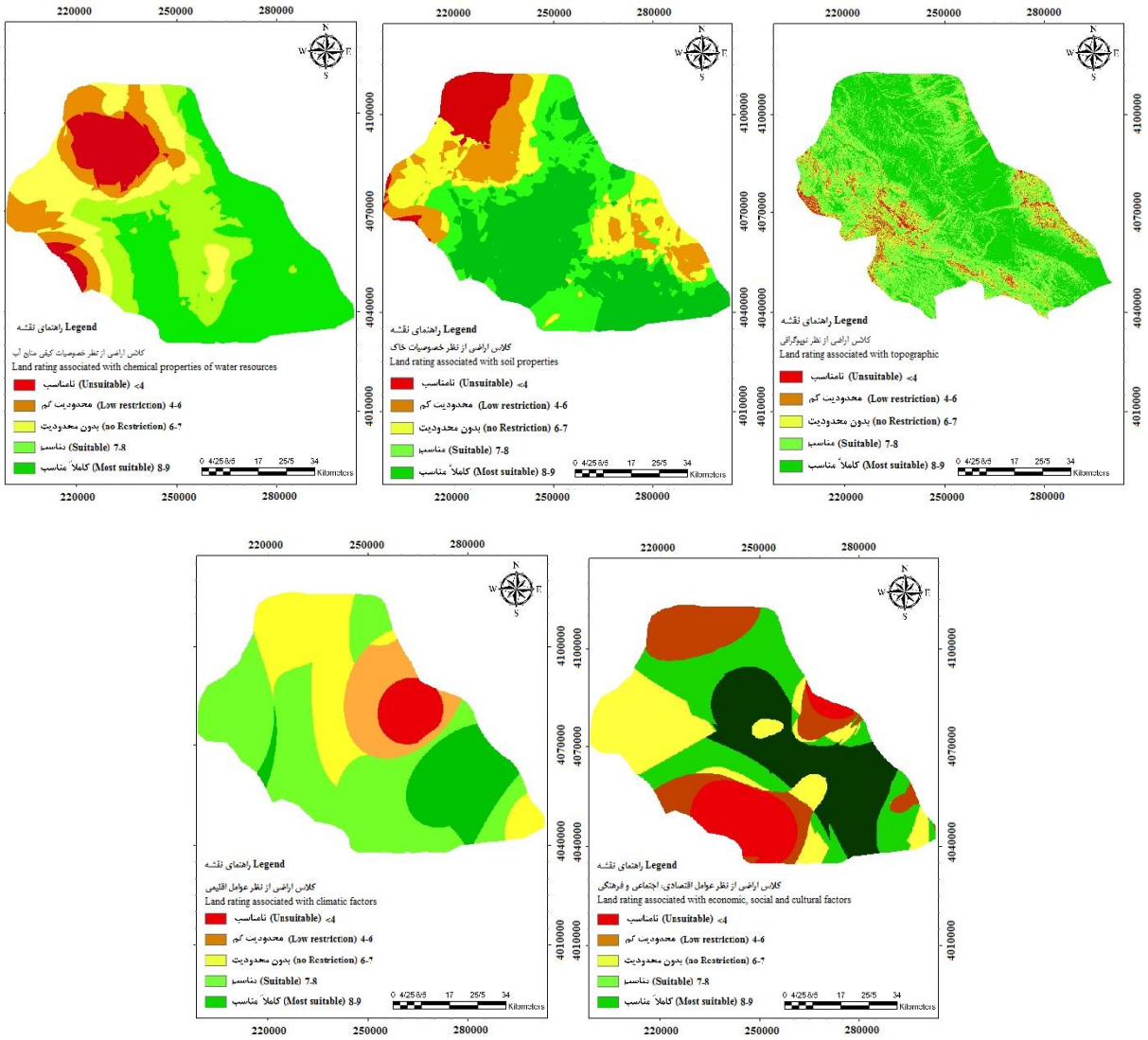
مابقی اراضی نیز دارای شرایط بدون محدویت و یا محدودیت کم از نظر کیفیت آب می‌باشند. تغییرات پارامتر شوری آب در محدوده مورد مطالعه نسبت به چهار زیرمعیار کیفی دیگر بیشتر بود و به عنوان مهمترین عامل در طبقه‌بندی کیفی آب شناخته شد. تغییرات شوری در دشت زنجان عمدتا ناشی از منابع زمین‌زاد بوده و در برخی قسمت‌های کم نیز ناشی از عوامل انسانی نظیر وجود صنایع و فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد.

یکی از زیرمعیارهای بررسی شده در این تحقیق پارامتر کیفی بر بود که در مطالعات قبلی مورد بررسی قرار نگرفته بود. در طبقه‌بندی کیفی آب آبیاری از جمله روش فائو، یکی از پارامترهای مهم و قابل بررسی مقدار پارامتر بر می‌باشد.

از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک حدود ۳۸/۴ درصد از اراضی دشت در کلاس کاملاً مناسب، ۲۲/۴ درصد در کلاس مناسب و ۷/۲ درصد در کلاس نامناسب از نظر قابلیت اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی قرار دارند. مقایسه نقشه‌های طبقه‌بندی نشان می‌دهد، میزان اراضی با کلاس مناسب از نظر دو معیار آب و خاک تقریبا برابر می‌باشد. در رابطه با معیار توپوگرافی می‌توان بیان داشت اراضی دشت زنجان از این نظر در شرایط نسبتا مطلوبی قرار داشته به طوری‌که حدود ۴۲/۳ و ۴۲/۶۱ درصد از اراضی دشت به ترتیب در کلاس‌های کاملاً مناسب و مناسب طبقه‌بندی شده‌اند. بخش عمده ای از اراضی کشاورزی در محدوده مورد مطالعه دارای شیب کمتر از ۱۰ درصد می‌باشد و مناسب برای اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی به خصوص نوع کلاسیک می‌باشد. نقشه پهنه‌بندی تهیه شده برای معیار اقلیم حاصل تلفیق نقشه‌های طبقه‌بندی شده دما و سرعت باد می‌باشد. البته قابل ذکر اینکه بر اساس جداول مقایسات زوجی، وزن زیرمعیار سرعت باد بیش‌تر از دما بدست آمد. در اکثر نقاط دشت، اجرای آبیاری بارانی از نظر معیار اقلیم بدون محدودیت می‌باشد. از نظر معیار اقلیم حدود ۱۶ درصد از اراضی دشت در کلاس کاملاً مناسب، ۴۵/۱۸ درصد در کلاس مناسب و ۶/۱ درصد در کلاس نامناسب از نظر قابلیت اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی قرار دارند. در سایر مناطق نیز اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی بدون محدودیت و یا با محدودیت کم همراه خواهد بود. بررسی نقشه طبقه‌بندی شده مربوط به عوامل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در محدوده مورد مطالعه نشان داد، بیش‌تر مناطق دشت از نظر این معیار در کلاس ۷-۶ قرار گرفته اند و برای پذیرش و اجرای سامانه آبیاری بارانی مناسب بوده و یا حداقل محدودیت خاصی وجود ندارد. در حدود ۱۲/۲ درصد از مناطق دشت اجرای آبیاری بارانی از نظر معیارهای اجتماعی و اقتصادی نامناسب ارزیابی شد. مهم‌ترین دلیل پایین بودن امتیاز در این مناطق عدم وجود سابقه آبیاری تحت فشار و در نتیجه آن عدم آشنایی کامل و دقیق کشاورزان با سامانه‌های آبیاری نوین از جمله آبیاری بارانی بود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- نقشه‌های پهنه‌بندی معیارها در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

Figure 3- Zoning maps of criteria in the analytical hierarchy process

در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بیش‌ترین وزن به لایه‌ای تعلق می‌گیرد که بیشترین تأثیر را در تعیین هدف دارد، به عبارت دیگر معیار وزن‌دهی به هر واحد اطلاعاتی نیز بر اساس میزان نقشی است که در داخل آن لایه ایفا می‌کند (۹). در جدول ۷ مقادیر مربوط به وزن‌های محاسبه شده هر کدام از معیارهای اصلی آورده شده است. مطابق جدول ملاحظه می‌گردد، معیار اقلیم و به طور مشخص عامل سرعت باد با وزن ۰/۳۱۸ بیش‌ترین وزن و اهمیت را به خود اختصاص داده است و به عنوان مهمترین عامل محدود کننده در اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی شناخته شد. معیارهای کیفیت آب و شیب اراضی به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم از نظر ایجاد محدودیت برای اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی قرار گرفتند. در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی میزان نسبت ناسازگاری ۰/۰۷ به دست آمد که بیان کننده قابل قبول بودن نتایج ماتریس مقایسات زوجی بود. نقشه مکان‌یابی اراضی مستعد به منظور اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی از حاصل‌ضرب وزن‌های بدست آمده در نقشه‌های طبقه‌بندی شده هر کدام از معیارها و سپس همپوشانی نقشه‌های وزن دهی شده تهیه شد (شکل ۴). در نقشه تهیه شده اراضی دشت زنجان در پنج کلاس کاملا مناسب، مناسب، بدون محدودیت، محدودیت کم و نامناسب طبقه‌بندی شده است. درصد مساحت هر کدام از این کلاس‌ها در جدول ۸ آورده شده است. مطابق نقشه پهنه‌بندی اراضی مستعد از نظر قابلیت اجرای سامانه آبیاری بارانی ملاحظه می‌گردد اراضی واقع در ناحیه شرقی و شمالی دشت از امتیاز کم‌تری برخوردار می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

بالا بودن سرعت باد در ناحیه شرقی دشت و پایین بودن کیفیت آب در ناحیه شمالی دشت به ترتیب مهم‌ترین عوامل پایین بودن امتیاز در این نواحی محسوب می‌شوند. در مناطق با سرعت باد بالا، جایگزینی سامانه‌های آبیاری بارانی اجرا شده با روش‌های آبیاری دیگر نظیر قطره‌ای نواری و یا سطحی مکانیزه به دلیل عدم تاثیرپذیری از این عامل اقلیمی توصیه می‌گردد.

در مناطقی که کیفیت آب به عنوان عامل محدود کننده مطرح می‌باشد، کاربرد سامانه‌های آبیاری سطحی مکانیزه همراه با تکنیک‌های نوین نظیر آبیاری جویچه‌ای یک درمیان، کاهش دبی و جریان موجی می‌تواند منجر به بالا رفتن راندمان، یکنواختی توزیع آب و در نهایت افزایش عملکرد گردد. بر اساس درصدهای محاسبه شده در جدول ۸، حدود ۳۳/۴ درصد از اراضی مناسب اجرای سامانه آبیاری بارانی (حدود یک سوم اراضی دشت زنجان) می‌باشد. حدود ۲۹/۴۸ درصد از اراضی دشت نیز بدون محدودیت و ۲۵/۸۳ درصد نیز با محدودیت کم ارزیابی شد و اجرای آبیاری بارانی در این اراضی با ملاحظات خاص در مرحله طراحی میسر خواهد بود. در حدود ۱۰/۲۷ درصد از اراضی نیز اجرای آبیاری بارانی توصیه نمی‌گردد.

به منظور ارزیابی موقعیت طرح‌های آبیاری بارانی اجرا شده، موقعیت ۵۲ مزرعه مجهز به سامانه آبیاری بارانی واقع در دشت زنجان از سازمان جهاد و کشاورزی استان زنجان اخذ و در نقشه نهایی جانمایی شد (شکل ۵). مطابق نقشه نشان داده شده ملاحظه می‌گردد ۱۹/۲ درصد طرح‌های اجرا شده در محدوده اراضی کاملا مناسب، ۲۶/۹ درصد در محدوده اراضی مناسب، ۱۷/۳ درصد در محدوده اراضی بدون محدودیت، ۲۵ درصد در محدوده اراضی با محدودیت کم و ۱۱/۶ درصد در محدوده اراضی نامناسب اجرا شده‌اند. بررسی موقعیت طرح‌ها و نقشه‌های پهنه‌بندی تهیه شده مربوط به هر کدام از معیارها نشان داد، سرعت باد و کیفیت آب به عنوان مهم‌ترین عوامل محدود کننده در طرح‌های اجرا شده محسوب می‌شوند که متاسفانه در برخی از طرح‌های اجرا شده، تطبیق پذیری آبیاری بارانی با شرایط موجود مورد بررسی قرار نگرفته است

جدول ۷- مقدار وزن معیارهای اصلی در مکان یابی اراضی

Table 7- The weight of the main criteria in land placement

معیار Criterion	وزن Weight
اقلیم Climate	0.318
کیفیت آب Water quality	0.243
توپوگرافی Topography	0.217
خصوصیات خاک Soil properties	0.139
عوامل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی Economic, social and cultural factors	0.083

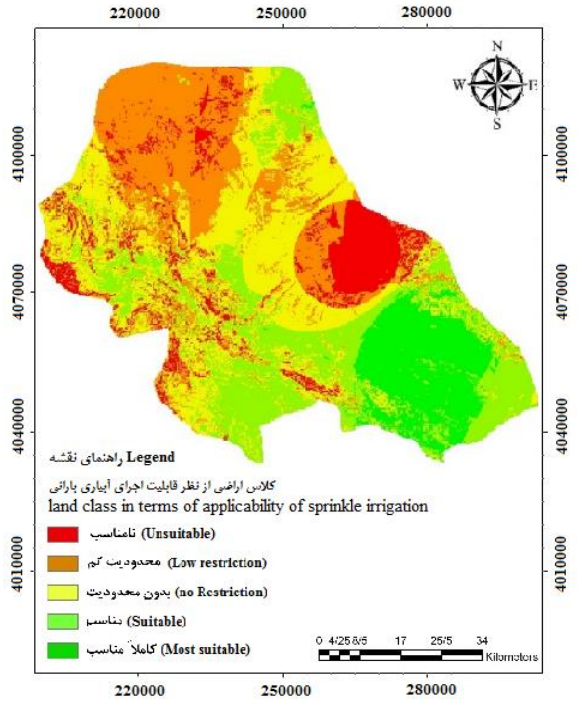
جدول ۸- مساحت اراضی طبقه‌بندی شده از نظر قابلیت اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی

Table 8- Classified land area in terms of applicability of sprinkle irrigation systems

کلاس Class	مساحت (کیلومتر مربع) Area (km^2)	درصد Percentage
اراضی کاملاً مناسب Most suitable land	498	10.98
اراضی مناسب Suitable land	933	22.45
اراضی بدون محدودیت Land with no restriction	1225	29.48
اراضی با محدودیت کم Land with low restriction	1073	25.83
اراضی نامناسب Unsuitable land	424	10.27

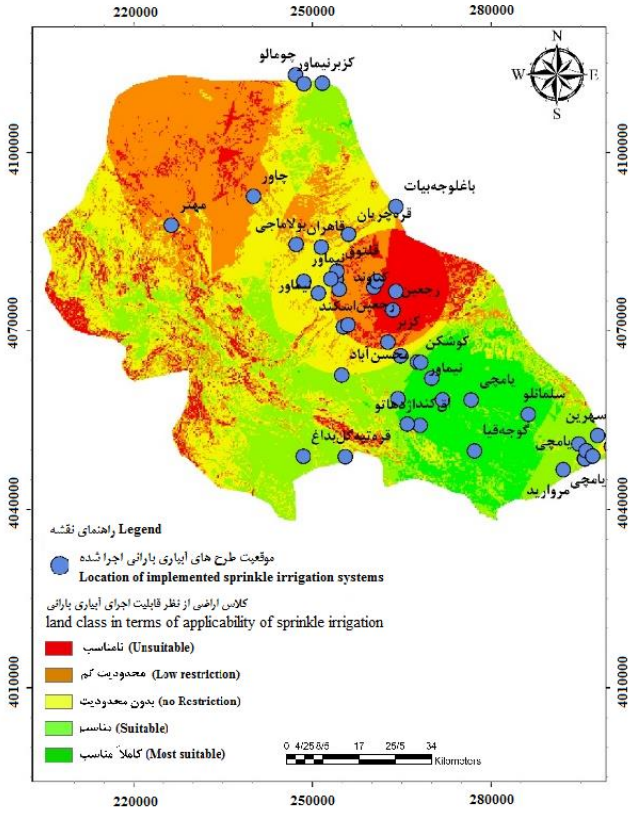
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- نقشه طبقه‌بندی اراضی از نظر قابلیت اجرای آبیاری بارانی در دشت زنجان

Figure 4- Land classification map in terms of applicability of sprinkle irrigation in Zanjan plain



شکل ٥- موقعیت طرح‌های اجرا شده در نقشه طبقه‌بندی نهایی

Figure 5- Location of implemented projects in final classified map

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

در این تحقیق با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، محدوده اراضی مستعد به منظور اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی در دشت زنجان تعیین و سپس موقعیت طرح‌های آبیاری بارانی اجرا شده مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین عوامل اثرگذار در انتخاب سامانه آبیاری بارانی شامل عوامل اقلیمی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، خصوصیات کیفی آب، توپوگرافی، عوامل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در مجموع شامل تعداد ۱۵ پارامتر با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، عامل سرعت باد بیش‌ترین وزن و اهمیت را در انتخاب سامانه‌های آبیاری بارانی به خود اختصاص داده است. به طور کلی اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی در بیش‌تر اراضی دشت زنجان با محدودیت جدی مواجه نمی‌باشد و فقط در بخش کمی از نواحی شمالی و شرقی دشت به ترتیب به دلیل پایین بودن کیفیت آب و بالا بودن سرعت باد اجرای این نوع سامانه‌های آبیاری بارانی توصیه نمی‌گردد. ارزیابی موقعیت طرح‌های اجرا شده نشان داد، بیش‌تر طرح‌ها در اراضی مناسب و بدون محدودیت اجرا شده است با این وجود تعدادی از طرح‌ها نیز در اراضی با محدودیت کم تا شدید اجرا شده‌اند. استفاده از روش‌های اولویت‌بندی نظیر روش تحلیل سلسله مراتبی در شناخت دقیق منابع و متناسب با آن در انتخاب صحیح سامانه آبیاری مؤثر خواهد بود.

منابع

1- Abbasi F., Sohrab F., and Abbasi N. 2017. Evaluation of Irrigation Efficiencies in Iran. Irrigation and Drainage Structures Engineering Research 17(67): 113-128. (In Persian)
2- Ahmadi A., Hezarjaribi A., ghorbani Kh., and Hesam M. 2019. Locating Susceptible Regions Implementation of New Irrigation Systems (Localized irrigation, Sprinkler irrigation, Low-pressure irrigation) by using Analytical Hierarchy Process (AHP) in GIS (Case Study: North Khorasan Province, Esfarayen). Journal of Soil and Water Conservation Research 25(5): 69-87. (In Persian)
3- Albaji M., Golabi M., Hooshmand A.R., and Ahmadee M. 2016. Investigation of Surface, Sprinkler and Drip Irrigation Methods Using GIS. Jordan Journal of Agricultural Sciences 12(1): 211-222.
4- Azad N., Rezaeiabajelu E., and Behmanesh J. 2019. Locating the Potential Areas for executing Surface and Pressurized Irrigation Systems Using Fuzzy Analytical Hierarchy Process Method in Myandoab Plain. Irrigation Sciences and Engineering 41(4): 119-132. (In Persian)
5- Bagherzadeh A., and Paymar P. 2015. Assessment of Land Capability for Different Irrigation Systems by Parametric and Fuzzy Approaches in the Mashhad Plain, Northeast Iran. Soil and Water Research 10(2): 90-98.
6- Bozdag A. 2015. Combining AHP with GIS for assessment of irrigation water quality in Cumra irrigation district (Konya), Central Anatolia, Turkey. Environ Earth Sci 73:8217–8236
7- Dengiz O. 2006. Comparison of Different Irrigation Methods Based on The Parametric Evaluation Approach. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 30: 21-29.
8- Farhadibansouleh B., Ahmadi Sh., and Mirzaeitakhtgahi H. 2017. Selection of the appropriate pressurized irrigation system using multi criteria evaluation (Case study: Jamishan irrigation network). Water and Irrigation Management (Agricultural Magazine) 7(1): 135.149. (In Persian)
9- Ghodsipour S.H. 2007. Analytical hierarchy process (AHP), Amirkabir University of Tech. Pub., Tehran.
10- Ghodsipour S.H. 2013. Analytical hierarchy process (AHP). Amirkabir University of Technology, Tehran. (In Persian)
11- Hoseini Y., and Delavari A. 2016. Comparing the Suitability of Two Methods (Surface and Drip) of Irrigation Based on a Parametric Evaluation System. Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences 26(2): p. 152-160.
12- Montazar A., and Behbahani S.M. 2007. Development of an optimized irrigation system selection model using analytical hierarchy process Assessment of Land Capability for Different Irrigation Systems by Parametric and Fuzzy Approaches in the Mashhad Plain, Northeast Iran. Biosystems Engineering 98: 155-165.
13- Naseri A., Rezania A.R., and Albaji M. 2009. Investigation of soil quality for different irrigation systems in Lali Plain, Iran. Journal of Food, Agriculture & Environment 7(3&4): 955-960.
14- Neshat A., and Nikpour N. 2011. Locating susceptible areas for underwater pressure irrigation using Geographic Information System (GIS) (Case Study: Kerman Plain). Journal of Water Resources Engineering 4(8): 77-84. (In Persian)
15- Norouzi A., and chizari M. 2006. The factors affecting regarding sprinkler irrigation adoption in Nahavand Township. Agricltural Economice and Development 14(54): 61-84. (In Persian)
16- Pramanik MK. 2016. Site suitability analysis for agricultural land use of Darjeeling district using AHP and GIS techniques. Model Earth Syst Environ 2:1–22.
17- Ramzi R., Shahidi A., and Khasheiesiuki A. 2014. Zoning of land Capable of Sprinkler Irrigation Using AHP

www.SID.ir

Archive of SID

Method in South- Khorasan Province. Iranian Journal of lrrigation and Drainage 8(1): 162-170. (In Persian)
18- Rezaei M., Keshtkar M., and Rezaei M. 2014. Locating susceptible areas for implementing sprinkler irrigation schemes using GIS and similar to Bolin (Case study: Arsanjan plain, Fars province). P. 1-8. Second National and Specialized Conference on Environmental Researches of Iran, 7 August. 2014. Faculty of Martyrs Mofattah, Hamedan. (In Persian)
19- Saaty T.L. 1996. The Analytic Hierarchy Process. Mc Graw Hill, New York.
20- Sadatinejad S.J., and Shekary M.R. 2015. Application of land-based and GIS methods in finding areas susceptible to irrigation systems in arid and semi-arid regions (Case study: Khaled-Abad Badood Plain). Iranian Journal of Remote Sencing & GIS 6(4): 81-92. (In Persian)
21- Sediqkia M., Nateghi M.B., Kavianikosarkhezy Sh., and Nagipour N. 2015. Evaluation and placement of various irrigation methods with the hierarchical analysis pattern in the area of the reliance organization in the Dorood region. Journal of Water Research in Agriculture 28(4): 749-758. (In Persian)
22- Seyedmohammadi J., Esmaeelnejad L., and Ramezanpour H. 2016. Land suitability assessment for optimum managegement of water consumption in precise agriculture. Modeling Earth Systems and Environment 2: 162-172.
23- Talebnejad R., and Sepaskhah A.R. 2014. Effects of water-saving irrigation and ground-water depth on rice growth, yield and water use in a semi-arid region, Archives of Agronomy and soil Science 60(1): 15-31.
24- Yalew S. G., van Griensven A., Marloes L., and van der Zaag P. 2016. Land suitability analysis for agriculture in the Abbay basin using remote sensing, GIS and AHP techniques. Model. Earth Syst. Environ. 2:101.

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 33, No. 4, Sep-Oct. 2019, p. 565-578

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۸، ص. ۵۷۸-۵۶۵

Assessment of Sprinkler Irrigation Systems Situation Using Analytical Hierarchy Process Method (Case Study: Zanjan Plain)

P. Moradzadeh[1]- H. Ojaghlou[2]*- M. Ghabaei Sogh[3]

Received: 08-07-2019
Accepted: 29-10-2019

Introduction: The average of irrigation efficiency is less than the global average due to improper irrigation systems and traditional water management practices in the field. The use of modern irrigation systems is one of the most important ways to cope with the water shortage crisis in Iran. However, it is necessary to evaluate the effective factors on performance of irrigation system. In present study, a zoning map of suitable land for implementation of sprinkle irrigation system was prepared using AHP method with considering the criteria such as chemical characteristics of water, soil properties, topography, climate, social and economic factors in the Zanjan plain.

Materials and Methods: The present study was carried out using collected data from Zanjan plain that located in northwest of Iran and east of Ghezel Ozan River. The total study area is about 4705 km^2 and the average rainfall and temperature in region are 259 mm and 10.9 °C, respectively. The first step in the AHP method is to create a hierarchical structure. For this purpose, each of the criteria was rated 1 to 9 based on paired comparisons done by experts and then classification maps were prepared for each of them. In order to provide zoning maps for water and soil factors, data of more than 2000 wells and 111 soil samples were collected, respectively. In addition, data of 13 Meteorological stations were used to prepare zoning maps of climatic factors such as wind speed and temperature. In this research, a topographic map with a scale of 1/25000 was used to investigate the ground slope effect. More than 60 interview forms were completed to produce maps related to socio-economic factors. Zoning maps were prepared using the Kriging interpolation method in ArcGIS software. Finally, the weight of each criteria was calculated according to the scores that obtained in the previous stage and then land classification map was produced by applying the obtained weights on each criteria. In order to evaluate the situation of sprinkle irrigation projects, location of 52 farms equipped with sprinkle irrigation system obtained from the agricultural organization of Zanjan province.

Results and Discussion: Regarding the quality of water resources, 40.3% and 21.0% of area were classified in most suitable and suitable classes, respectively and about 10.4% was evaluated in the inappropriate class in order to implementation of sprinkler irrigation. In terms of the soil physical and chemical properties, about 38.4% of plain were classified as "most suitable", 22.8% as "suitable" and 24.7% as "inappropriate" class. In relation to topographic criteria, it can be stated that about 85% of area are in good condition, so that the ground slope in most of the lands is less than 10%. Based on climate criteria and specifically wind speed factor, about 61% of the plain was classified as "good" and "very good", while about 39% was in medium and low class. In terms of social and economic criteria, most of area were found to have a good rating, so there is no particular limitation in this regard. The results of the paired comparisons between criteria showed that, social and climatic criteria have the lowest and highest weight, respectively. The value of the inconsistency rate was calculated about 0.07, which indicated the acceptability of the gained weights. An examination of land feasibility map showed, about 33.4% of the region is suitable for implementing sprinkle irrigation system. About 29.5% and 25.8% were evaluated without limitation and low limitation, respectively. Also, about 10.3% was not recommended for use of sprinkle irrigation. The assessment of the location of implemented projects showed that 44.2% of the projects were in suitable or perfectly suitable classes of land. The rest of the projects (55.8%) were implemented in medium or unsuitable classes.

Conclusion: The results obtained from the AHP method showed that wind speed factor has the most weight and importance in selecting sprinkle irrigation system. Generally, in most farms of the region, there is no significant limitation on the implementation of sprinkler irrigation system. Due to low water quality and high

1 and 2- Graduated in Master Irrigation and Drainage and Assistant Professor, Department of Water Science and Engineering, University of Zanjan
(*- Corresponding Author Email: ojaghlou@znu.ac.ir)
3- Graduated in Ph.D. Irrigation and Drainage, Expert of Iran Water Resources Management Company

www.SID.ir

Archive of SID

wind speed in a small part of the study area that located in northern and eastern, the use of these systems is not recommended. The results showed that some of the sprinkle irrigation projects have been implemented in lands with low-class and it is essential to improve or change these systems.

Keywords: AHP, Paired Comparison, Wind Speed, Zoning Map

www.SID.ir