

مکان‌یابی سایت‌های مناسب تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی و مناطق پخش سیلاب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) (مطالعه موردی: شهرستان سبزوار)

زهرا یارمرادی

دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی

قاسم کیخسروی

دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی

چکیده

تأمین نیاز آبی بیشتر گیاهان زراعی در مناطق خشک تنها از طریق آبیاری میسر است چه کمبود بارش، بالا بودن تبخیر و توزیع نامناسب بارندگی کشت دیم آنها را از نظر اقتصادی غیر قابل توجیه می‌نماید، از طرفی جریان رودهای دائمی که بتواند نیاز آبی را در بخش‌های مختلف مصرف در این گونه مناطق تأمین نماید، کافی نبوده و بایستی کمبودها از محل‌های دیگر از جمله منابع زیرزمینی جبران شوند. در مناطق خشک و نیمه خشک توزیع زمانی و مکانی نامنظم بارندگی و فقر پوشش گیاهی باعث شده تا نعمت حیات بخش نزولات جوئی به بلای طبیعی تبدیل شده و به صورت سیل همراه با خسارت، از دسترس خارج شود. در این مناطق یکی از راه‌های جلوگیری از تخریب اراضی استفاده از سیلاب برای تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی می‌باشد.

در تحقیق حاضر در شهرستان سبزوار، ابتدا نقشه‌های (شیب، خاک، کاربری اراضی، همباران) منطقه مورد نظر تهیه گردید، سپس با انطباق لایه‌های اطلاعاتی GIS، مکان‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی استخراج گردید. سپس برای تعیین محل‌های مناسب پخش سیلاب با استفاده از نقشه زمین‌شناسی شهرستان و تصاویر ماهواره‌ای، نقشه پراکنش آبرفت‌های کواترنری در سطح شهرستان در محیط GIS استخراج شد.

بر اساس نتایج بدست آمده از این روش از کل مساحت شهرستان (۲۰۵۰۲ کیلومترمربع) حدود ۹۶/۳۲۷۹ کیلومترمربع (۱۶ درصد) مناسب برای طرح های تغذیه مصنوعی و حدود ۷۶/۶۰۱۷ کیلومترمربع یعنی حدود ۴/۲۹ درصد سطح شهرستان مناسب برای اجرای پروژه‌های پخش سیلاب می‌باشد. در نهایت از تلفیق دو نقشه حاصل، مکان‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی و پخش سیلاب در این شهرستان حدود ۵۶/۱۵۹۱ کیلومترمربع (۷۶/۷ درصد) برآورد شد. واژه‌های کلیدی: تغذیه مصنوعی، پخش سیلاب، سیستم اطلاعات جغرافیایی، آبخوانداری، سبزوار

مقدمه:

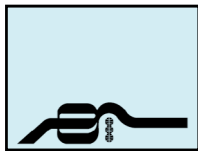
تأمین نیاز آبی بیشتر گیاهان زراعی در مناطق خشک تنها از طریق آبیاری

میسر است چه کمبود بارش، بالا بودن تبخیر و توزیع نامناسب بارندگی کشت دیم آنها را از نظر اقتصادی غیر قابل توجیه می‌نماید، از طرفی جریان رودهای دائمی که بتواند نیاز آبی را در بخش‌های مختلف مصرف در این گونه مناطق تأمین نماید، کافی نبوده و بایستی کمبودها از محل‌های دیگر از جمله منابع زیرزمینی جبران شوند. از این رو حدود ۳۰۰۰ سال پیش ایرانی‌ها حفر قنات را به منظور هدایت آب‌های زیرزمینی مناطق کوهستانی به نقاط خشک یاد گرفته و تا دو سه دهه پیش، بیش از ۷۵ درصد از تمام آب‌های مورد نیاز خود را از این طریق تأمین می‌کردند. اما حفر بی‌رویه چاه‌های عمیق و استحصال شدید آب از منابع زیرزمینی سبب شده است که سطح آب‌های زیرزمینی هر روز پایین‌تر افتاده و تلمبه‌ها نیروی بیشتری را طلب کنند. لذا پخش سیلاب جهت تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها در مناطق خشک و نیمه خشک کشور اقدامی حیاتی در جهت تقلیل سیر صعودی افت سطح ایستابی در آبخوان‌ها به شمار می‌رود (فضل‌اولی، ۱۳۷۷).

تغذیه مصنوعی عبارت است روشی بر مبنای وارد کردن آب به داخل سازند نفوذپذیر به منظور استفاده مجدد از آن، با رژیم و کیفیتی متفاوت (جلال حیدرپور، ۱۳۶۹).

امروزه تخلیه آب‌های زیر زمینی و عدم جایگزین شدن آب این منابع یکی از بزرگترین مشکلات محسوب می‌شود. خشک شدن تعداد زیادی از قنات‌ها و چاه‌ها باعث شده است که بخش زیادی از سرمایه‌گذاری‌های انجام شده از بین برود، از این رو تغذیه مصنوعی یکی از روش‌هایی است که می‌تواند بخشی از آب خارج شده از زیرزمین را جایگزین نماید (علیزاده، ۱۳۸۳). تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد، از جمله:

- ۱- پخش آب (water spreading) از طریق:
 - الف- غرقاب کردن زمین در کرت‌های وسیع (basin)
 - ب- تغذیه از طریق رودخانه (steram channel)
 - ج- تغذیه از طریق ایجاد نهر (ditch method)
 - د- تغذیه از طریق پخش سیلاب (flooding method)



سال ۱۳۴۹ با انجام مطالعات طرح تغذیه مصنوعی دشت ورامین آغاز شد و متعاقب آن مطالعات طرح‌های دشت قزوین، گرمسار، تبریز، گرگان و جهرم انجام گرفت. اجرای طرح تغذیه مصنوعی قزوین در سال ۱۳۵۲ آغاز گردید و از سال ۱۳۵۶ تعدادی از حوضچه‌های طرح شده احداث گردید. طرح‌های ورامین و گرمسار نیز در سال ۱۳۵۴ در ابتدا بصورت آزمایشی و سپس بصورت تکمیلی اجراء شد. از سال ۱۳۶۵ تا سال ۱۳۷۳ حدود ۲۰ طرح تغذیه مصنوعی به اشکال مختلف در استان‌های سمنان، فارس، هرمزگان و زنجان اجراء شده است (سرزمیم، ۱۳۷۳).

مواد و روش‌ها

شهرستان سبزوار در بین $27^{\circ} 40'$ و $27^{\circ} 57'$ طول شرقی و $36^{\circ} 12'$ عرض شمالی، و در ارتفاع ۹۷۸ متری از سطح دریا قرار دارد. این شهرستان در غرب استان خراسان رضوی با مساحت تقریبی ۲۰۵۰۲ کیلومترمربع واقع شده است.

شهرستان سبزوار بخش اعظم حوضه آبریز سه دشت سبزوار، داورزن و جوبین (نگاره شماره ۱) را در بر می‌گیرد که در آنها منابع آب سطحی و زیرزمینی پیدا می‌شود. در حوضه آبریز این سه دشت، نزولات جوی به صورت‌های گوناگون متحول و مجتمع می‌شود. قسمتی پس از تبخیر به صورت جریان سطحی درآمده، رودخانه‌ها را به وجود می‌آورد، و بخشی در زمین نفوذ کرده، و مخازن آب زیرزمینی را شکل می‌دهد. در این صورت بدیهی است که برای ارزیابی پتانسیل آبی این شهرستان لازم است که منابع آب سطحی و زیرزمینی در این سه دشت و حوضه‌های آن بررسی شود.

۱- حوضه آبریز دشت سبزوار: این حوضه یکی از زیر حوضه‌های حوضه آبریز مرکزی ایران است که در طول جغرافیایی $6^{\circ} 57'$ تا $18^{\circ} 58'$ و عرض جغرافیایی $30^{\circ} 35'$ تا $27^{\circ} 36'$ واقع است. از شمال به ارتفاعات جغتای، از شرق به دشت نیشابور و از غرب به دشت داورزن- فرومد، محدود می‌شود (نگاره شماره ۱). وسعت کل حوضه ۸۸۵۰ کیلومترمربع است که ۱۷۷۸ کیلومتر آن را دشت دارای سفره آب زیرزمینی و بقیه را ارتفاعات تشکیل می‌دهد. بلندترین نقطه حوضه ۲۸۵۷ و پایین‌ترین آن ۸۲۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. انواع مختلف سازندهای زمین‌شناسی، از دوران دوم (کرتاسه) گرفته تا رسوبات جوان دوران چهارم (آبرفت‌ها و بادرفت‌ها) به طور ناپیوسته در این حوضه وجود دارد که با توجه به بررسی‌های انجام شده، رسوبات دوران چهارم به صورت آبرفت‌ها در مخروط افکنه‌ها و دشت سیلابی در زمینه آب‌های زیرزمینی اهمیت دارند.

در این حوضه، به دلیل قلت نزولات جوی و شرایط زمین‌شناسی- مورفولوژی، جریان سطحی قابل توجهی وجود ندارد. تنها دو جریان دائمی در این حوضه قابل ذکر است:

یکی کال شور سبزوار است که آب آن شور و غیر قابل استفاده می‌باشد و جریان دوم، رودخانه سنگرد واقع در جنوب شرق شهر سبزوار است. آب زیرزمینی یا به عبارت دیگر، حجم آبی که در میان فضاهای خالی سازندهای زمین‌شناسی جمع می‌شود، در دشت سبزوار و در میان فضاهای خالی بین رسوبات آبرفتی آن وجود دارد و چون سنگ کف یا لایه غیرقابل

۲- گودال‌های تغذیه

۳- چاه‌های تغذیه

۴- پخش پس آب روی زمین

از جمله از محاسن پخش سیلاب در تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی؛ ۱- افزایش رطوبت خاک و کاهش حساسیت خاک نسبت به فرسایش بادی (French and Hassain, 1964)

۲- افزایش عملکرد محصول و تولیدات علوفه در مراتع (Asano et al., 1954).

۳- تکمیل تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی در مناطقی که فعالیت‌های بیشتر موجب کاهش، یا متوقف شدن تغذیه سفره گردیده است (Clark et al., 1977).

۴- مهار کردن سیلاب و جلوگیری از فرسایش خاک (Newman, 1963).

۵- تنظیم تعادل املاح (Clark et al., 1977).

۶- تسطیح سطح زمین در نتیجه انباشته شدن رسوبات (Asano, 1954).

۷- استفاده از گل و لای لجن انباشته شده در داخل استخرها و گودال‌های تغذیه مصنوعی به عنوان کود و ماده اصلاح کننده خاک‌ها (کوثر، ۱۳۶۴).

تغذیه مصنوعی مفهوم جدیدی می‌باشد، چرا که از زمانی که لزوم اداره کردن مجموعه منابع آب در چهارچوب حوضه‌های بزرگ طبیعی آشکار شد این مفهوم نیز به وجود آمد و قطعاً این موضوع تصادفی نبود. با وجود قدمت، تغذیه مصنوعی سفره‌ها عملاً به زمان‌های بسیار کهن می‌رسد.

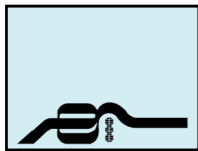
تغذیه مصنوعی به شکل امروزی آن از اوایل قرن ۱۹ در اروپا معمول بوده و ابتدا در اسکاتلند و فرانسه و بعد در انگلستان، آلمان، سوئد و هلند به کار رفته است (هرمز پازوش، ۱۳۶۹). در خارج از اروپا، فلسطین اشغالی و ایالات متحده از سوی دیگر از جمله کشورهای پیشگام در امر تغذیه مصنوعی می‌باشند (جلال حیدرپور، ۱۳۶۹). در نیوجرسی شرکت کارهای Perth Amboy برای مدتی بیش از ۵۰ سال زمین‌های ماسه‌ای Old Bridge مربوط به اواخر دوره کرتاسه را مصنوعاً تغذیه کرده و از این طریق روزانه ۴ تا ۵ میلیون گالن (۱۵ تا ۱۹ میلیون لیتر) آب بدست آورده است (Barksdale and Cardner, 1946).

باستان شناسان آغاز مهار طغیان‌های نیل و اشغال قسمتی از سیلاب به کشتزارهای باختری آن رود را، به عهد Menes ۳۴۰۰ سال قبل از میلاد، نسبت می‌دهند (Arnon, 1972). پخش آب خشک رودها در دره‌های مسطح و مخروطه افکنه‌ها نیز از دیرباز مرسوم بوده و هستی بسیاری از صحرائشبان به آن وابسته بوده است. آثار یافته شده در صحرای Neger در فلسطین اشغالی بر وجود مزارعی در دوران قوم یهود (۹۵۰ تا ۷۰۰ سال قبل از میلاد مسیح) گواهی می‌دهند (Evenari, 1968).

همچنین پخش سیلاب و استفاده از آن در زراعت‌های سیلابی از قدیم‌الایام توسط سرخ پوستان آمریکایی کاربرد داشته است و پس از آنها مهاجرین سفید پوستی که به قاره آمریکا پا نهادند از آنها اقتباس کردند (Hubbell and Cardner, 1944).

در یکی از شبکه‌های پخش سیلاب در اردن در سال ۵۳-۱۹۵۲ از هر ایکر زمین ۲/۵ تن علوفه برداشت شده که از کیفیت مناسبی هم برخوردار بود (French and Hassain, 1964).

اولین طرح‌های تغذیه مصنوعی در ایران به شکل متداول امروزی از



رودخانه‌هایی که در حال حاضر در سطح حوضه جریان دارند عبارتند از: رودخانه ینگچه، رودخانه نشیب، رودخانه دهنه شور و رودخانه کمایستان. مساحت آن بخش از دشت که واجد سفره آب زیرزمینی است، ۲۳۵۵ کیلومتر مربع می‌باشد. در اولین آمار برداری که از دشت در سال ۱۳۴۵ به عمل آمد، تعداد چاه‌های عمیق و نیمه عمیق این دشت از ۱۵۶ حلقه تجاوز نمی‌کرد، ولی به دلیل نیاز مبرم به آب، هر ساله تعدادی چاه در این دشت حفاری شد. این توسعه بهره‌برداری بی‌رویه و سریع سبب افت شدید سطح آب زیرزمینی دشت جوبین شد که به تبع آن در سال ۱۳۶۹ دشت ممنوعه اعلام گردید (ولایتی، ۱۳۷۵).

مطالعه موردی در محیط GIS

جهت انجام عملیات مختلف بر روی داده‌هایی که مشخصه مکانی (فضایی) آنها یک مشخصه اصلی محسوب می‌گردد، از ابزاری تحت عنوان GIS بهره گرفته می‌شود. به دلیل رابطه موجود بین مشخصه مکانی نقاط و سطح زمین و خاک، این سیستم‌ها با عناوینی همچون LIS (سیستم اطلاعات زمین) و SIS (سیستم اطلاعات خاک) نیز بیان می‌گردند که از این میان عنوان GIS در محافل علمی متداول‌ترین می‌باشد.

عملکرد کلی این سیستم‌ها بدین صورت است که در ابتدا اطلاعات مکانی و توصیفی مربوط به عوارض جغرافیایی از طریق روش‌های مختلف جمع‌آوری شده و به صورت لایه‌های مختلف اطلاعاتی در سیستم مرکزی ذخیره می‌گردد. سپس عملیات مختلفی نظیر توپولوژی، هم‌پوشانی و... بر روی این لایه‌ها انجام شده و با پردازش و تحلیل‌های منطقی و ریاضی، نتایج مورد نظر بدست می‌آیند. به عبارت دیگر آنچه که GIS را از دیگر سیستم‌های اطلاعاتی متمایز می‌سازد، وجود توابع تحلیل فضایی- مکانی روی داده‌هایی از همین نوع است. توابع تحلیلی مدل‌هایی از دنیای واقعی هستند که می‌توانند برای تفسیر جنبه‌های خاصی از واقعیت بکار روند، بنابراین یک تابع تحلیلی باید روابط بین عوارض جغرافیایی و قواعد حاکم بر کنش متقابل آنها را نشان دهد (کاظمی، ۱۳۸۳).

به منظور مکان‌یابی محل‌های تغذیه مصنوعی نیاز به یک سری اطلاعات پایه می‌باشد که عبارتند از:

۱- **نقشه همباران:** بارندگی مهمترین عامل اصلی ایجاد رواناب است که بطور مستقیم در چرخه هیدرولوژی دخالت دارد. مقدار بارندگی در سطح کره زمین دارای تغییرات مکانی و زمانی زیاد است. میانگین بارندگی در سطح کره زمین بین ۷۰۰-۹۰۰ میلی‌متر در سال تخمین شده است. در ایران بارندگی سالانه بین ۲۰۰ میلی‌متر در کویر تا ۲۰۰۰ میلی‌متر در مناطق شمالی کشور متغیر است. موقعیت منطقه سبزوار به گونه‌ای است که بارش در آن هم از نظر میزان هم از نظر پراکنش در طول سال و هم از نظر پراکنش مکانی به صورت ناموزون است (جدول شماره ۱). میانگین بارش سالانه سبزوار ۲۰۵/۱ میلی‌متر می‌باشد. با توجه به (نمودار شماره ۱) فصل زمستان با ۵۰/۸ درصد، بهار با ۲۸/۶ درصد، پاییز با ۱۹/۳ درصد و تابستان با ۱/۳ درصد بارش سالانه را به خود اختصاص داده‌اند.

نفوذ در زیر رسوبات آبرفتی، اجازه انتقال آب به اعماق پایین‌تر را نمی‌دهد، لذا حجم قابل توجهی آب در اعماق کم زیر سطح زمین، در محدوده دشت پیدا می‌شود که در واقع بزرگترین مخزن آب سبزوار محسوب می‌شود.

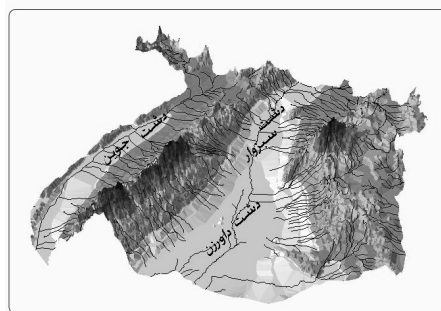
۲- **دشت داورزن:** حوضه آبریز این دشت در غرب دشت سبزوار و در طول جغرافیایی ۶۰' ۵۶° تا ۷' ۵۷° و عرض جغرافیایی ۲۶' ۳۵° تا ۱۲' ۳۶° واقع است. بخش غربی این حوضه، کویری و فاقد آب زیرزمینی شیرین است، بلندترین نقطه آن ۲۹۲۴ و پایین‌ترین نقطه آن ۷۹۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد.

وضعیت سازندهای زمین‌شناسی این حوضه تا حدودی مشابه سازندهای زمین‌شناسی در ارتفاعات دشت سبزوار است. این حوضه در زمینه منابع آب‌های سطحی قابل توجه نیست. تنها رودخانه این حوضه رودخانه داورزن است که داری جریان پایه بوده و آب آن شیرین است.

در این حوضه نیز تنها منبع عمده تأمین‌کننده آب برای مصارف مختلف، مخزن آب زیرزمینی دشت داورزن می‌باشد که وسعت آن ۵۶۶ کیلومتر مربع است.

افزایش بهره‌برداری، به ویژه بهره‌برداری بیش از تغذیه سالانه، سبب شده که در دشت داورزن سطح آب زیرزمینی افت کند. استمرار افت سطح آب زیرزمینی در سال ۱۳۶۳، وزارت نیرو- امور آب را بر آن داشت که برای جلوگیری از تشدید افت و کسری مخزن، دشت داورزن را ممنوعه اعلام کند.

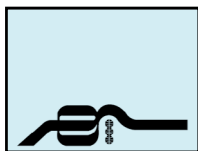
۳- **حوضه آبریز دشت جوبین:** حوضه آبریز دشت جوبین، یکی از زیر حوضه‌های آبریز اصلی کویر مرکزی ایران محسوب می‌شود که در طول جغرافیایی ۲۰' ۵۶° تا ۳۶' ۵۸° و عرض جغرافیایی ۱۷' ۳۶° تا ۵۵' ۳۶° واقع است. این حوضه توسط ارتفاعات جغتای از حوضه آبریز دشت سبزوار جدا می‌شود.



نگاره (۱): مدل سه بعدی ارتفاعی شهرستان سبزوار همراه با جریانات سطحی آن

وسعت کل حوضه ۶۱۲۰ کیلومتر مربع است که ۲۳۵۵ کیلومتر مربع آن دشت واجد سفره آب زیرزمینی است و بقیه را ارتفاعات تشکیل می‌دهد. بلندترین نقطه حوضه ۲۸۵۸ و پایین‌ترین نقطه ۹۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. ارتفاعات حوضه با انواع مختلف سازندهای زمین‌شناسی، به خصوص کالمرلانژ و ولکانیک‌های جوان اشغال شده است.

به دلیل مرتفع بودن این حوضه از حوضه‌های مجاور و به تبع آن بیشتر بودن نزولات جوی، جریان‌های سطحی بیشتری در این حوضه وجود دارد.



جدول (۱): بارندگی ماهانه ایستگاه سبزوار (دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۵۴)

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	م	ژوئن	ژوئیه	اگست	سپتامبر	اکتوبر	نوامبر	دسامبر
بارندگی بر حسب میلی متر	۳۰/۱	۳۰/۱	۳۷/۸	۲۶/۴	۱۴/۴	۲/۷	۱/۲	۰/۵	۰/۷	۶/۲	۱۱/۸	۲۵/۵

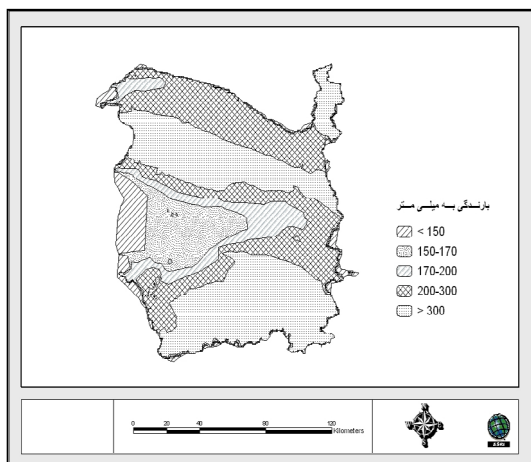
که در این رابطه $y =$ مقدار بارندگی سالانه در ارتفاعات مختلف و $x =$ ارتفاع هر نقطه می باشد.

بر اساس جدول شماره (۲) و نقشه شماره (۱) حدود ۶۹/۱ درصد از مساحت شهرستان دارای بارشی بیشتر از ۲۰۰ میلی متر بوده، که جزء مناطق مساعد برای تغذیه مصنوعی می باشد، که بیشتر در قسمت های شرقی، شمالی و بصورت نوار باریگی در پای کوهها کشیده شده است.



نمودار (۱): درصد بارندگی ایستگاه سبزوار

به دلیل ناکافی بودن ایستگاهها در منطقه مورد مطالعه، برای تهیه نقشه بارندگی منطقه از ایستگاههای هواشناسی سینوپتیک سبزوار، کاشمر، قوچان، و ایستگاه کلیماتولوژی مزرینان استفاده شد، ابتدا میزان بارندگی دریافتی را در هر یک از ایستگاهها محاسبه، سپس بین مقدار بارندگی سالانه و ارتفاع ایستگاههای فوق رابطه رگرسیون برقرار گردید (نمودار شماره ۲). با توجه به عدد حاصل از این رابطه اقدام به تهیه نقشه بارندگی سالانه در ارتفاعات مختلف منطقه گردید.



نقشه (۱): توزیع میانگین بارندگی سالانه در شهرستان سبزوار

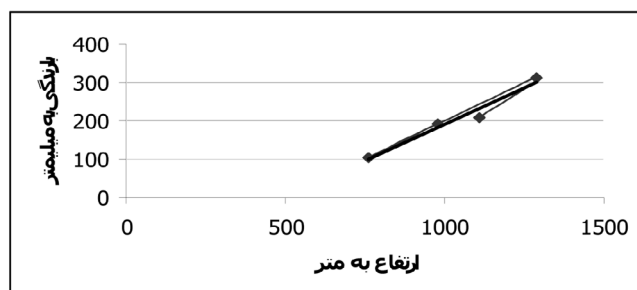
جدول (۲): توزیع میانگین بارندگی سالانه در سطح شهرستان سبزوار

گروه	میانگین بارندگی سالانه	درصد پوشش منطقه	مساحت (KM ²)
۱	بیشتر از ۳۰۰	۳۹/۰۸	۷۵۵۰/۲۸
۲	۲۰۰ - ۳۰۰	۳۰/۰۲	۵۸۰۰/۴۸
۳	۱۷۰ - ۲۰۰	۱۰/۹۳	۲۱۱۲/۶۴
۴	۱۵۰ - ۱۷۰	۱۰/۳۴	۱۹۹۸/۰۴
۵	کمتر از ۱۵۰	۹/۶۱	۱۸۵۸/۴

جدول (۳): توزیع طبقات شیب شهرستان سبزوار

گروه	درجه قابلیت	شیب	پوشش منطقه	مساحت (km ²)
۱	اولویت اول	کمتر از ۲٪	۴۳/۴	۸۸۸۹/۸۴
۲	اولویت دوم	بین ۲٪ - ۳٪	۶/۲	۱۲۶۹/۷۲
۳	اولویت سوم	بین ۳٪ - ۵٪	۹/۸	۲۰۰۴/۴۸

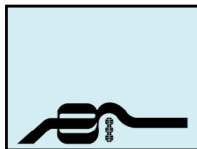
۲- نقشه شیب: برای تهیه نقشه شیب، اطلاعات خطوط تراز ۱۰۰ متری نقشه توپوگرافی مورد بررسی قرار گرفت. با اعمال توابع شبکه بندی نامنظم مثلث بندی (TIN) در شبکه توپوگرافی، مدل رقومی زمین (DEM) شکل گرفت و با تبدیل داده های رستری، برای هر پیکسل با ابعاد ۶۰۰ × ۶۰۰ مقدار شیب در نرم افزار ARC GIS و ضمام این نرم افزار استخراج گردید. نقشه شماره (۲) طبقه بندی شیب در سطح شهرستان با توجه به رابطه میزان شیب و تغذیه مصنوعی سفره آب های زیرزمینی و مناطق مساعد پخش سیلاب می باشد. در این نقشه سه طبقه شیب شامل ۲ درصد، ۲ تا ۳ درصد



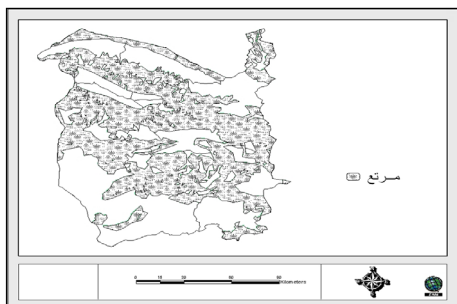
نمودار (۲): رابطه رگرسیونی بین ارتفاع و بارندگی

$$y = 0.3757x - 184.6$$

$$R^2 = 0.9606$$



۴- نقشه کاربری اراضی: نقشه شماره (۴)، نقشه کاربری اراضی شهرستان سبزوار را نشان می‌دهد، همان طور که در نقشه نمایان است مرتع با پوشش گیاهی ۵ تا ۱۰ درصد، بیشترین وسعت منطقه را در بر گرفته است که حدود ۸۹۸۶۳۲/۸۹ (۴۳/۸ درصد) کیلومتر مربع است. در این نقشه قسمت مرتع برای تغذیه مصنوعی مناسب تشخیص داده شده و بقیه کاربری‌ها حذف گردید.



نقشه (۴): پوشش گیاهی مرتع در شهرستان سبزوار

تجزیه و تحلیل داده‌ها و جمع‌بندی منابع در اصل شامل تقسیم عوامل محیطی به پارامترهای قابل فهم و سپس ترکیب آنها به نحوی که ارزیاب بتواند به توان و یا محدودیت منابع سرزمین برای کاربری مورد نظر پی ببرد. برای تعیین محل‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی، پس از تهیه نقشه‌های (همباران، کاربری اراضی، شیب، بافت خاک). از قابلیت‌های نرم‌افزار (ARC GIS) همچون تابع منطقی (Anaist) (Analyst) و (3D Anaist) و محاسبات مکانی (Cell Statistics) و (Raster Calculator) به منظور ترکیب و همپوشانی نقشه‌ها استفاده شده است. در نهایت به منظور نمایش مکان‌های مناسب و همچنین مقایسه دقیق‌تر نقشه‌ها، نقشه بدست آمده در سه دسته اهمیت (اولویت اول، دوم، سوم) به لحاظ قابلیت تغذیه مصنوعی طبقه‌بندی شده.

با توجه به اینکه مساحت شهرستان سبزوار حدود ۲۰۵۰۲ کیلومتر مربع می‌باشد، با توجه به جدول شماره (۵) و نقشه شماره (۵) حدود ۳۲۷۹/۹۶ کیلومتر مربع (۱۶ درصد) از مساحت شهرستان مناسب برای طرح‌های تغذیه مصنوعی سفره آب‌های زیرزمینی تشخیص داده شده است.

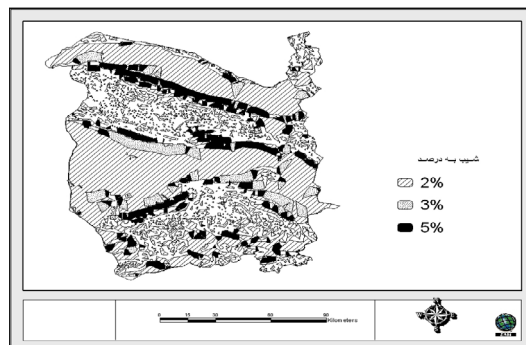
جدول (۵): توزیع مناطق مساعد برای طرح‌های تغذیه مصنوعی

گروه	درجه قابلیت	درصد پوشش منطقه	مساحت (km ²)
۱	اولویت اول	۲/۳	۴۷۱/۲۴
۲	اولویت دوم	۱۲/۷	۲۶۰۰/۲۸
۳	اولویت سوم	۱	۲۰۸/۴۴

مکان‌یابی محل‌های مناسب برای پخش سیلاب

نهشته‌های کواترنری شهرستان سبزوار با گستردگی بیش از ۱۰۱۹۱ کیلومتر مربع که در حدود ۴۹/۷ درصد مساحت شهرستان را شامل می‌شود،

و ۳ تا ۵ درصد تفکیک شده و بقیه شیب‌ها حذف شد. بر اساس این نقشه و جدول شماره (۳) ۴۳/۴ درصد از شهرستان سبزوار دارای شیب کمتر از ۲ درصد بوده که برای تغذیه مصنوعی سفره آب‌های زیرزمینی و مناطق مساعد پخش سیلاب در اولویت اول می‌باشد.



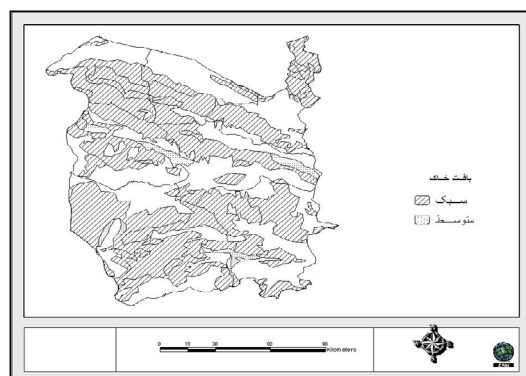
نقشه (۲): طبقات شیب شهرستان سبزوار

۳- نقشه خاک: به طور کلی خاک «عاملی است که گیاهان در آن رشد می‌کنند». این عامل نه تنها مواد لازم برای رشد گیاهان را فراهم می‌آورد، بلکه آب مورد نیاز برای تعرق و اکثر شانس‌دهنده عنصر شیمیایی لازم برای رشد و نمو گیاه را تأمین می‌کند. خاک‌ها با توجه به خصوصیات آنها (ساختمان، عمق، بافت، محتوی مواد غذایی و اسیدیته) تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر دارند (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۲).

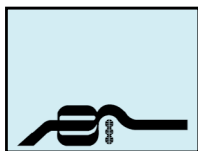
در تهیه نقشه بافت خاک، بافت‌های سبک و متوسط از نقشه تفکیک شده و بقیه بافت‌ها حذف گردید. با توجه به جدول شماره (۴) و نقشه شماره (۳) حدود ۱۰۱۷۱/۹ کیلومتر مربع (۴۹/۶ درصد) از مساحت شهرستان مناسب برای طرح‌های تغذیه مصنوعی سفره آب‌های زیرزمینی می‌باشد.

جدول (۴): توزیع بافت خاک اراضی شهرستان سبزوار

گروه	تیپ‌های موجود	درصد پوشش منطقه	مساحت (km ²)
۱	خاک‌های سبک	۴۷/۴	۹۷۰۸/۱۲
۲	خاک‌های متوسط	۲/۲	۴۵۸/۶۴



نقشه (۳): نقشه بافت خاک



جهت مشخص کردن محل‌های مناسب برای پخش سیلاب حداقل نیازمند به دو لایه اطلاعاتی شامل شیب‌های مناسب و موقعیت آبخوان‌های موجود در سطح شهرستان می‌باشیم. که لایه موقعیت آبخوان‌ها مطابق اطلاعات موجود و بررسی‌های انجام گرفته در سطح شهرستان با کمک نقشه زمین‌شناسی این شهرستان تهیه گردید (نقشه شماره ۷).

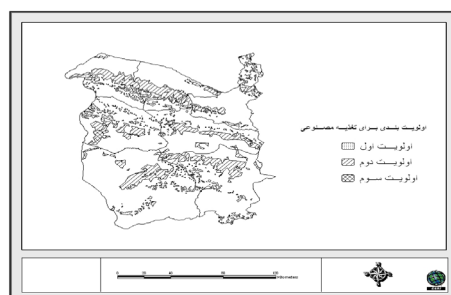
همچنین نقشه شیب مطابق با رده‌های شیب مناسب برای پخش سیلاب تهیه شده (نقشه شماره ۲). پس از تهیه نقشه‌های مورد نیاز از قابلیت‌های نرم افزار (ARC GIS) همچون تابع منطقی (Anaiyst Analyst) و (3D Anaiyst) و محاسبات مکانی (Cell Statistics) و (Raster Calculator) به منظور ترکیب و همپوشانی نقشه‌ها استفاده شده است.

با توجه به جدول شماره (۶) و نقشه شماره (۶) حدود ۶۰۱۷/۷۶ کیلومترمربع (۲۹/۴ درصد) از مساحت شهرستان مناسب برای پروژه‌های پخش سیلاب مناسب می‌باشد.

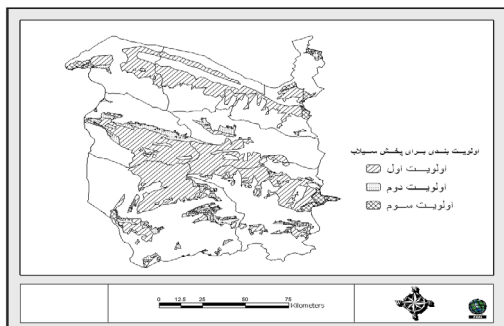
جدول (۶): توزیع مناطق مساعد برای پروژه‌های پخش سیلاب

گروه	درجه قابلیت	درصد پوشش منطقه	مساحت (km ²)
۱	اولویت اول	۲۳/۳	۴۷۷۶/۸۴
۲	اولویت دوم	۳/۹	۷۹۶/۶۸
۳	اولویت سوم	۲/۲	۴۴۴/۲۴

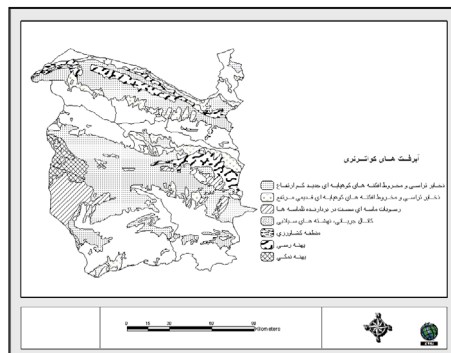
با مشخصه‌های متنوع، قابلیت‌هایی برای اهداف مختلف مورد نیاز زندگی بشری دارند. شناسایی این قابلیت‌ها در استفاده بهینه از آنها کمک مؤثری خواهد نمود. با توجه به مطالعات و بررسی‌های انجام شده و بر اساس نقشه پراکنش تهیه شده برای آبرفت‌های شهرستان سبزوار، مناطق و محل‌های دارای نهشته‌های آبرفتی کوتاه‌تری در سطح شهرستان از نظر هدف مورد بررسی در این پژوهش که مکان‌یابی سایت‌های مناسب برای اجرای طرح‌های آبخوانداری است، این نواحی عبارتند از دشت‌های سبزوار، دشت داورزن- فرومد و دشت جوین- سلطان آباد، که موقعیت قرارگیری آنها در نقشه شماره (۶) و موقعیت آبخوان موجود در آنها در نقشه شماره (۷) نشان داده شده است.



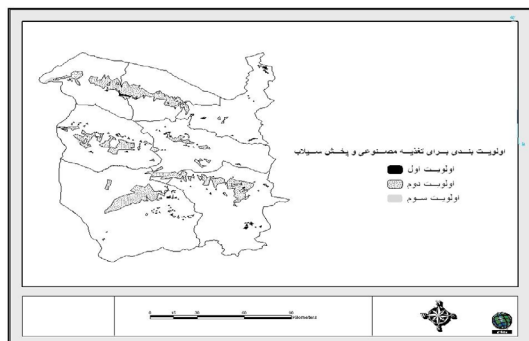
نقشه (۵): نقشه محل‌های مناسب تغذیه مصنوعی سفره‌های آب‌های زیرزمینی



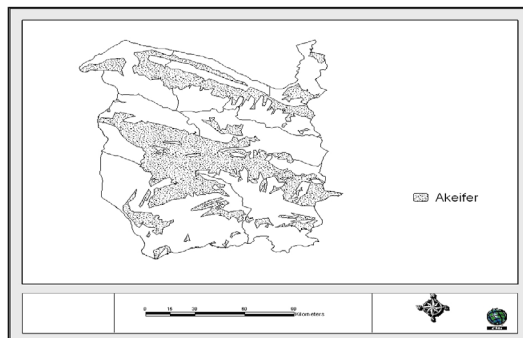
نقشه (۸): نقشه اولویت‌بندی محل‌های مناسب برای پخش سیلاب



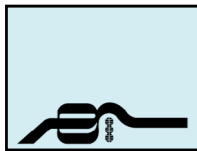
نقشه (۶): موقعیت قرارگیری آبرفت‌های کوتاه‌تری در سطح شهرستان سبزوار



نقشه (۹): نقشه اولویت‌بندی محل‌های مناسب برای تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و پخش سیلاب



نقشه (۷): موقعیت قرارگیری آبخوان‌های موجود در سطح شهرستان



کنفرانس منطقه‌ای مدیریت منابع آب، اصفهان.

۵- عربخدری، محمد، کمالی، کوروش (۱۳۷۵)، «تأمین رطوبت خاک و تغذیه آبخوان‌ها با استفاده از بند سار» مجموعه مقالات سمینار سبزوار و توانمندی‌های توسعه، انتشارات دانشگاه تربیت معلم سبزوار، سبزوار، ۳۷۲ صفحه.

۶- عزیزاده، امین (۱۳۸۳)، «اصول هیدرولوژی کاربردی» انتشارات دانشگاه امام رضا، چاپ هفدهم، ۸۱۵ صفحه.

۷- فضل اولی، رامین (۱۳۷۷)، «بررسی اثرات پخش سیلاب در تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی دشت موسیان با استفاده از مدل سه بعدی» پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، تهران.

۸- کاظمی نجف آبادی، مهدی (۱۳۸۳)، «امکان‌سنجی کشت زیتون در استان اصفهان با استفاده از GIS» پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.

۹- کوثر، آهنگ (۱۳۶۴)، «کاربرد روش‌های گسترش سیلاب در تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها» (قسمت اول)، مجله زیتون.

۱۰- گرگی، دیوید (۱۳۸۲)، ترجمه علیرضا کوچکی، سیاوش دهقانین، علی کلاهی اهری «مقدمه‌ای بر جغرافیای کشاورزی»، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۸۹ صفحه.

۱۱- نقشه توپوگرافی ۱/۲۵۰/۰۰۰ سازمان جغرافیای نیروهای مسلح.

۱۲- نقشه زمین‌شناسی ۱/۵۰/۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور.

۱۳- ولایتی، سعدالله (۱۳۷۵)، «توسعه و بحران آب در شهرستان سبزوار» مجموعه مقالات سمینار سبزوار و توانمندی‌های توسعه، انتشارات دانشگاه تربیت معلم سبزوار، سبزوار، ۳۷۲ صفحه.

۱۴- ویست، راجر (۱۳۶۹)، «شناخت آب‌های زیرزمینی (ژئوهیدرولوژی)» ترجمه هرمز پازوش، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، تهران، چاپ دوم، ۲۲۳ صفحه.

15- Asano, T., (1985), Artificial recharge of ground water, Boston Massachusetts, Butter worth publishers, 3-19

16- Barksdale, H.C.D. De Buchananne, (1964), Artificial recharge of productive ground- water Aquifers in new jevsey, Economic Geology, vol.41, No, 726-737.

17- Clark, W.J., Warren, H., Mark, (1997), Water supply and pollution control third. Harpper and row publish inc. New york, 857P.

18- French, N, H, Ijaz Hassain, (1964), Water spreading manual range management record, west Pakistan range improvement scheme, Labur, Pakistan, No, 1, 44P.

19- Geography Information system, Aquifer, Sabzevar.

20- Hubbell, D.C., L. Cardner, (1994), some Edaphic and cological Effects of water spreading on range lands ecology. 25, 27-44.

21- Locating suitable sites of and Artificial Recharge resources Ground water and flood- water distribution regions with use from information system Geography (GIS) (case study of township sabzevar)

22- Newman, J.C., (1963), water spreading on marginal Arable areas, J. siol cons. N.S.W. 19, 49-58.

23- Walton, C.W., (1970), Ground water resource evaluation, Mc-Graw hill, inc., kogakusha, 664p.

در نهایت برای تعیین محل‌های مناسب تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی و مناطق پخش سیلاب نقشه محل‌های مناسب تغذیه مصنوعی و پخش سیلاب (نقشه شماره ۵ و ۸) با هم تلفیق شده و نقشه محل‌های مناسب مطابق نقشه شماره (۸) تهیه گردید. با استفاده از جدول شماره (۷) و نقشه شماره (۹) مشاهده می‌شود، که تنها ۱۵۹۱/۵۶ کیلومتر مربع (۷/۷۶ درصد) از مساحت شهرستان سبزوار حایز اهمیت برای طرح‌های تغذیه مصنوعی و پخش سیلاب می‌باشد.

جدول (۷): توزیع مناطق مساعد برای تغذیه مصنوعی و پخش سیلاب

گروه	درجه قابلیت	درصد پوشش منطقه	مساحت (km ²)
۱	اولویت اول	۰/۱۸	۳۶
۲	اولویت دوم	۷/۴۳	۱۵۲۲/۸
۳	اولویت سوم	۰/۱۶	۳۲/۷۶

نتیجه‌گیری

زیربنای توسعه پایدار را پیشرفت و آبادی هر منطقه و منابع آبی تجدید شونده آن و نحوه بهره‌برداری از آن منابع تشکیل می‌دهند. منابع کیفیت‌های آبی تجدید شونده در هر منطقه شامل آب‌های سطحی و زیرزمینی با کمیت و کیفیت‌های گوناگون بوده و نحوه بهره‌برداری انسان از آنها مستلزم دانش و آگاهی کامل نسبت به کمیت و کیفیت منابع آب دارد.

شرایط اقلیمی خشک حاکم بر شهرستان، کاهش و افت عمق آب‌های زیرزمینی منجر به ممنوعه اعلام شدن تقریباً تمامی دشت‌ها (سبزوار، داورزن...) در شهرستان سبزوار شده است.

دشت سبزوار را بحرانی‌ترین دشت منطقه کویر مرکزی و متوسط افت سطح آب زیرزمینی آن را ۴۰ سانتی متر ذکر کردند. (عربخدری و کمالی، ۱۳۷۵). بطور کلی از کل مساحت شهرستان سبزوار که در حدود ۲۰۵۰۲ کیلومتر مربع می‌باشد، فقط ۱۵۹۱/۵۶ کیلومتر مربع (۷/۷۶ درصد) برای طرح‌های تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی و پخش سیلاب دارای شرایط فنی می‌باشد. بی‌شک ایجاد توازن و تعادل بین برداشت به شیوه‌های مختلف (چاه، چشمه و قنات) و تغذیه و تخلیه طبیعی توسط عوامل گوناگون همواره ضروری می‌نماید تا شرایط برای بهره‌برداری بهینه از منابع آب زیرزمینی موجود در محدوده مورد مطالعه فراهم شود.

منابع و مأخذ:

- ۱- آرونوف، استان (۱۳۷۵)، ترجمه مدیریت سیستم اطلاعات جغرافیایی «سیستم اطلاعات جغرافیایی» انتشارات سازمان نقشه‌برداری، تهران، ۱۹۳ صفحه.
- ۲- بیبیزان، بورگه، لوسین، لوموان، ژاگ (۱۳۶۹)، ترجمه جلال حیدرپور «تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی» مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۲۲۵ صفحه.
- ۳- سرزعی، محمد صادق (۱۳۷۴)، «مطالعه و ارزیابی طرح‌های تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی ایران» پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- ۴- سرزعی، محمد صادق، میراب زاده اردکانی، مهدی (۱۳۷۴)، «نقش طرح‌های تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی در توسعه پایدار منابع آب» مجموعه مقالات