

ارزیابی توسعه آب بندان ها بر ذخیره آب زیرزمینی و کاهش هزینه آبیاری برنج در استان مازندران

فرید اجلالی^۱، احمد عسگری^۲، عبدالله درزی نفتچالی^۳، مریم دهقانی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۰۵

چکیده

آب بندان ها، به عنوان سازه های بومی در سیستم مدیریت منابع آب استان مازندران، نقش مهمی در تامین آب آبیاری اراضی شالیزاری دارند. لایروبی و بهسازی این سازه ها، می تواند سبب بهره برداری بیشتر از رواناب سطحی را فراهم آورد. در پژوهش حاضر، با استفاده از تصاویر ماهواره ای و نرم افزار ArcGIS، کاربری اراضی منطقه کتاب از توابع شهرستان بابل تعیین شد. سپس، پتانسیل رواناب سطحی منطقه با روش SCS برآورد شد. ضمناً هزینه آبیاری شالیزارهای تحت آبیاری چهار چاه و چهار آب بندان تعیین شد. تاثیر میزان لایروبی و بهسازی کلیه آب بندان های منطقه بر کاهش تخلیه از سفره آب زیرزمینی و هزینه آبیاری برنج ارزیابی شد. پتانسیل رواناب سطحی منطقه حدود ۳۱ میلیون متر مکعب برآورد شد. لایروبی کلیه آب بندان ها از یک تا دو متر موجب بهره برداری ۱/۶۸ تا ۳/۳۷ میلیون مترمکعب از این رواناب سطحی می شود. در نتیجه استفاده بهتر از رواناب سطحی، هزینه آبیاری برنج در هکتار از ۹۹۱ تا ۱۹۸۲ میلیون ریال کاهش خواهد یافت. بر اساس نتایج، افزایش حجم آب بندان های منطقه موجب ذخیره بیشتر آب زیرزمینی منطقه می شود.

واژه های کلیدی: شالیزار، رواناب سطحی، لایروبی و بهسازی، ArcGIS.

۱- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه پیام نور، دکتری هواشناسی کشاورزی. ۰۹۱۲۳۵۷۰۷۷۳، farid.ejlali@yahoo.com (مسئول مکاتبه)

۲- کارشناسی ارشد، دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، کیلومتر ۹ جاده دریا، ۰۹۱۱۲۷۳۶۲۹۸، ahmad_asgari56@yahoo.com

۳- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، کیلومتر ۹ جاده دریا، ۰۹۱۱۹۲۶۲۵۹۸، abdullahdarzi@yahoo.com

۴- کارشناسی ارشد، دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، عضو هیئت علمی دانشگاه پیام نور، ۰۹۱۲۸۱۵۴۹۳۵، dehghani.m55@gmail.com

مقدمه

بدون آب، حیات انسان‌ها، حیوانات، موجودات جانوری و گیاهی روی کره زمین غیر ممکن است. تنها ۲/۵ درصد آب‌های کره زمین شیرین است که تنها حدود یک سوم آن قابل دسترس و استفاده برای بشر است و سهم آب‌های سطحی موجود در آن نیز بشکل رودخانه‌ها، آبگیرها و تالاب‌ها بسیار اندک است (Kazumi and Yasuhiro., 2003). بنابراین، مدیریت خردمندانه این مقدار آب، برای حفظ حیات در این سیاره بسیار حیاتی است. با توجه به اینکه حفاظت از آب شیرین در صدر نیازها است، پژوهش‌های مهمی باید در این زمینه انجام شود. جمع‌آوری آب یا استحصال آب از جمله کارهایی است که در این زمینه شروع شده است، ولی تحقیقات مرتبط با این موضوع در مراحل ابتدایی قرار دارند و مستلزم تلاش‌های بیشتر برای دستیابی به نتایج ملموس‌تر می‌باشد. لازمه این کارهای طراحی، تحقیقات هیدرولوژیکی مرتبط با ظرفیت ذخیره مخازن، میزان سیل و فراوانی وقوع آن، حداکثر رواناب و تغییرات فصلی جریان رودخانه می‌باشد (Ghanshyam., 2010). در ایران استان مازندران دارای پتانسیل منابع آبی ۶/۸ میلیارد مترمکعب می‌باشد که از این مقدار ۴/۹ میلیارد مترمکعب پتانسیل آب‌های سطحی است که حدود ۲/۲ میلیارد مترمکعب آن قابل استفاده بوده و مابقی آن از طریق رودخانه‌ها و انهار سنتی یا وارد دریا شده و یا باعث ماندابی شدن اراضی ساحلی می‌گردد (اجلالی و همکاران، ۱۳۹۰). از این رو به نظر می‌رسد یکی از روش‌های کنترل و ذخیره این رواناب‌های سطحی مازاد یا بعبارتی هرزآب‌ها، توسعه سازه‌های بومی آب‌بندان است که قابلیت ذخیره مقادیر قابل ملاحظه‌ای آب را داشته و از نظر اقتصادی نیز نسبت به توسعه منابع جدید از قبیل احداث سد و شبکه و نیز حفر چاه مقرون به صرفه باشد.

طبق پژوهشی با در نظرگرفتن طول عمر ۱۰ سال، بهای حال حاضر هر متر مکعب آب تامین شده از یک

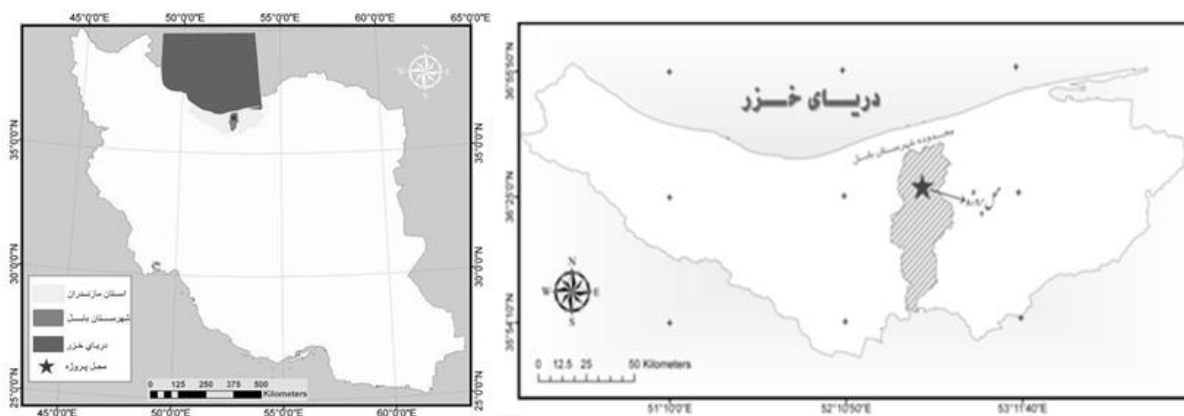
آب‌بندان پس از اجرای طرح بهسازی و لایروبی را با ملاحظه کلیه درآمدهای جانبی آن، حدود ۴۶۴ ریال برآورد شده است (عظیمی و طراج، ۱۳۸۹). در پژوهش دیگری بهای حال حاضر هر مترمکعب آب برای آب‌بندان‌هایی بنام لمراسک، شهید مطهری و بهنمیر به ترتیب ۱۳۳، ۱۰۳ و ۸۵ ریال برآورد شد (مرادی و شاهنظری، ۱۳۸۹). همچنین بررسی‌های بعمل آمده در خصوص هزینه لایروبی و بهسازی ۱۱ آب‌بندان را طی سال‌های ۸۷ تا ۸۹ در محدوده حوضه سد البرز واقع در مازندران نشان داد که برای افزایش هر مترمکعب آب ۱۹۰۰ ریال هزینه شده است. (عسگری و همکاران، ۱۳۹۴). این ارقام بیانگر آن است که بهره‌برداری از رواناب‌های سطحی از طریق سازه‌های بومی آب‌بندان بسیار مقرون به صرفه‌تر از توسعه منابع آبی دیگر است. در تحقیق حاضر بهره‌برداری بهینه از منابع آب‌های سطحی با استفاده از سازه بومی آب‌بندان و نیز هزینه کشت تولید برنج اراضی آبخور آن‌ها نسبت به اراضی آبخور چاه‌های کشاورزی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق، منطقه گتاب در ۱۲ کیلومتری جنوب شهرستان بابل در استان مازندران انتخاب گردید. این محدوده با مساحت حدود ۸۹۱۲ هکتار، یکی از مهم‌ترین مراکز خدمات تولید برنج و مصرف‌کننده منابع آب زیرزمینی اراضی شالیزاری در مازندران می‌باشد. آب مورد نیاز اراضی زراعی این منطقه از تعداد زیادی چاه سطحی (چاه‌های کم عمق) و چندین آب‌بندان تامین می‌شود. در سال ۱۳۸۹، از کل شالیزارهای منطقه حدود ۳۸۴۸ هکتار به کشت برنج پر محصول با متوسط عملکرد ۸۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و ۳۶۹۹ هکتار با متوسط عملکرد ۴۳۷۵ کیلوگرم در هکتار به کشت برنج محلی اختصاص داشت.

بارندگی سالانه منطقه ۶۸۰ میلی‌متر است. از این رو، بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دمارتن گسترش یافته، منطقه مورد مطالعه از نوع A4M3 یعنی اقلیم نیمه مرطوب معتدل می‌باشد (اجلالی و همکاران، ۱۳۹۰). شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و در استان مازندران را نشان می‌دهد.

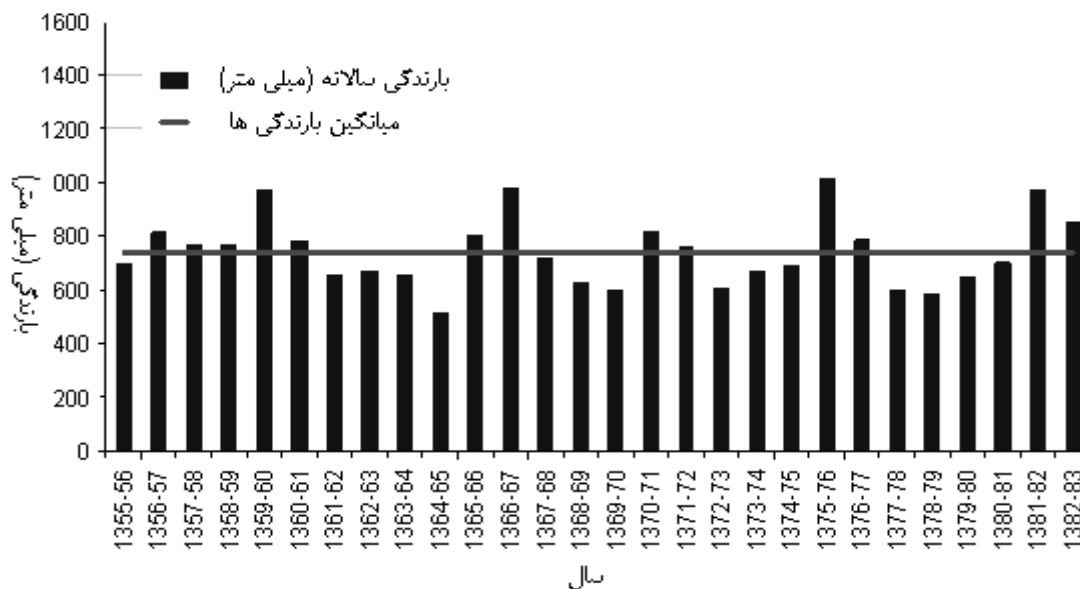
ارتفاع متوسط منطقه مورد مطالعه از سطح دریا بر اساس میانگین وزنی ارتفاع منحنی‌های توپوگرافی سطح کل محدوده مطالعاتی (بابل-آمل)، ۱۶ متر می‌باشد. متوسط طولانی مدت دمای هوای منطقه ۱۷/۱ درجه سانتی‌گراد و حداقل و حداکثر دمای آن به ترتیب ۳- و ۳۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. متوسط



شکل (۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه روی نقشه کشور (سمت چپ) و در استان مازندران (سمت راست)

مبنای داده‌های ۲۸ ساله بارندگی مربوط به ایستگاه قراخیل (نزدیک‌ترین ایستگاه به منطقه طرح) در شکل (۲) ارائه شد.

به طور کلی در منطقه مورد مطالعه ماه‌های شهریور و مهر جزء ماه‌های پر باران و ماه مرداد ماه کم باران محسوب می‌شود. تغییرات سالانه بارندگی بر



شکل (۲): تغییرات سالانه بارندگی در قراخیل در دوره آماری ۲۸ ساله (Nespak Consultant, 2008)

می‌شود. در تحقیق حاضر با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و استفاده از نرم‌افزار ArcGIS، کاربری اراضی در منطقه گتاب مشخص شد و نقشه مربوط به مساحت اراضی تحت پوشش کاربری‌های مختلف تهیه شد.

در نهایت حجم رواناب حاصله از بارش در منطقه با محاسبه ارتفاع رواناب از روش فوق و مساحت کاربری اراضی تعیین شد.

انتخاب تیمارها و تکرارها

در منطقه مورد مطالعه ارقام برنج شیروودی، طارم، ندا و به مقدار کمتر ارقام دیگر کشت می‌شود. اما بیشتر کشاورزان رقم برنج شیروودی را که یک رقم پر محصول است کشت می‌نمایند. از این رو در این پژوهش چهار آب‌بندان و چهار چاه آب بعنوان تیمار انتخاب شدند که برای آبیاری اراضی تحت کشت رقم برنج شیروودی استفاده می‌شدند. در جداول (۱) و (۲) مشخصات آب‌بندان‌ها و چاه‌های انتخابی ارائه گردید.

نمودار فوق نشان می‌دهد که تغییرات بارندگی در سال‌های مختلف بسیار بالاست. در سال خشک، این میزان می‌تواند به پایین‌ترین حد خود یعنی ۵۰۰ میلی‌متر برسد در حالی که در سال تر می‌تواند حد بالای ۱۰۰۰ میلی‌متر را هم داشته باشد. ارتفاع رواناب سطحی حاصل از بارش در منطقه از روش سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$R = \frac{(P-0.2S)^2}{(P+0.8S)} \quad (1)$$

در رابطه فوق R ارتفاع رواناب بر حسب اینچ، P ارتفاع بارندگی بر حسب اینچ و S عامل مربوط به نگهداشت آب در سطح زمین است که مقدار آن برابر است با:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \quad (2)$$

CN نمایه خصوصیات حوضه از نظر نفوذپذیری یا شماره منحنی (Curve Number) می‌باشد که با توجه به کاربری اراضی از جدول مربوط به آن تعیین

جدول (۱) مشخصات کلی آب‌بندان‌های مورد مطالعه

نام آب‌بندان	مساحت آب‌بندان (هکتار)	حجم (مترمکعب)	مساحت تحت پوشش (هکتار)
دونه‌سر	۷/۵	۲۶۲۵۰۰	۳۰
میرکلا	۹	۲۲۵۰۰۰	۲۵
شیرسوار	۵	۱۷۵۰۰۰	۳۵
بنگرکلا	۵/۵	۱۳۷۵۰۰	۴۵

جدول (۲) مشخصات کلی چاه‌های مورد مطالعه

نام چاه	عمق چاه (متر)	مساحت اراضی تحت پوشش (هکتار)	متوسط دبی چاه (لیتر بر ثانیه)
یک	۱۳	۱/۸	۴/۰۷
دو	۴۵	۲/۵	۳/۹
سه	۱۳	۰/۹	۴/۸
چهار	۱۴	۱/۵	۴/۳۶

بررسی‌های میدانی و پیمایش با سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) مشخص گردید. از کل اراضی تحت

قبل از شروع عملیات کشت، حجم هر آب‌بندان و مساحت اراضی تحت پوشش هر آب‌بندان و چاه با

پیمایش میدانی با استفاده از GPS، مرز آن‌ها تعیین شد. این کار به منظور صحت‌سنجی از عدم تغییر کاربری آب‌بندان‌ها و بررسی وضعیت شرایط محلی آب‌بندان‌های مشخص شده روی نقشه انجام گرفت. به دلیل آنکه پیرامون برخی از آب‌بندان‌ها صعب‌العبور بوده و امکان پیمایش با GPS وجود نداشت، مرز آب‌بندان‌ها روی تصاویر ماهواره‌ای و نقشه ۱:۲۵۰۰۰ تطابق داده شد و سپس مساحت خالص هر آب‌بندان تعیین شد.

بحث و نتایج

کاربری اراضی در منطقه مطالعه

با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، وضعیت کاربری اراضی در منطقه کتاب مشخص شد. در جدول (۳) مساحت اراضی تحت پوشش کاربری‌های مختلف ارائه شد. همچنین، شکل (۳) نقشه کاربری اراضی منطقه کتاب را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود کمترین نوع کاربری اراضی منطقه به بوته‌زار (۰/۸۸ درصد) اختصاص دارد و بیشترین آن مربوط به شالیزارهای برنج (۶۱/۷۶ درصد) می‌باشد. با توجه به وسعت زیاد اراضی شالیزاری در منطقه و همچنین مصرف زیاد آب در شالیزارها، تامین آب مورد نیاز برنج مستلزم برنامه‌ریزی دقیق و استفاده بهینه از حداکثر ظرفیت پتانسیل آب‌بندان‌ها می‌باشد. از طرف دیگر در سال‌های اخیر، بخشی از شالیزارهای منطقه همانند بسیاری از شالیزارهای استان مازندران، تحت کشت دوم برنج قرار می‌گیرند. علاوه بر این، کشت رتون نیز در بخشی از اراضی شالیزاری منطقه در حال گسترش می‌باشد. همه این موارد، لزوم توجه به تامین آب بیشتر را ضروری می‌سازد تا حداکثر استفاده از پتانسیل‌های آب و خاک حاصلخیز منطقه به‌عمل آید. بهبود بهره‌وری از این اراضی شالیزاری در نهایت می‌تواند منجر به بهبود وضعیت اقتصادی و معیشتی آن‌ها و کاهش تمایل آنها به تغییر کاربری اراضی شود.

پوشش هر آب‌بندان و چاه، سه کرت شالیزاری بعنوان تکرارهای مربوط به هر تیمار، انتخاب گردید و هزینه‌های مربوط به آبیاری برنج تعیین گردید.

برآورد هزینه‌ها

برای بررسی هزینه‌ها لازم است که هزینه‌های مربوط به چاه‌ها و آب‌بندان‌ها و هزینه‌های عملیات زراعی بطور جداگانه مورد بررسی قرار گیرند. هزینه‌های مربوط به چاه‌ها و آب‌بندان‌ها به دو دسته هزینه‌های اولیه و هزینه‌های مربوط به بهره‌برداری تقسیم می‌گردد. هزینه اولیه مربوط به چاه شامل هزینه‌های حفر چاه، پمپ و سایر تجهیزات مرتبط با آن می‌باشد. با توجه به اینکه آب‌بندان‌ها غالباً استخرهای طبیعی آب می‌باشند، هزینه اولیه مربوط به آب‌بندان‌ها بیشتر در ارتباط با هزینه‌های لایروبی آن‌ها می‌باشد که بطور معمول هر چند سال یکبار انجام می‌شود. با توجه به مطالعات انجام شده، معمولاً هزینه لایروبی و نگهداری آب‌بندان بر حسب هر مترمکعب آب قابل استحصال بیان می‌گردد. در این مطالعه با توجه به مطالعات بیان شده در بالا فرض شده است که هر مترمکعب افزایش حجم آب‌بندان در نتیجه لایروبی، ۲۰۰۰ ریال (هزینه عملیات اجرایی بعلاوه هزینه نگهداری) هزینه داشته باشد.

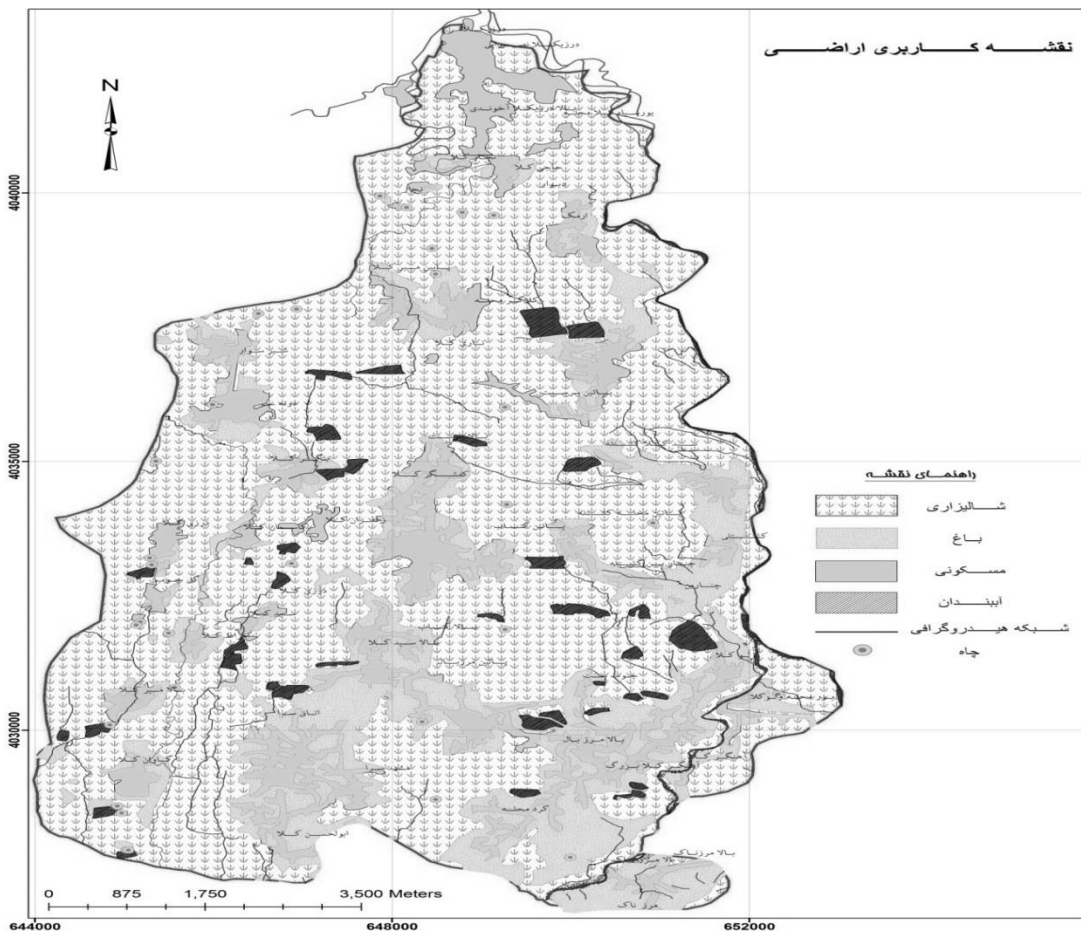
پیمایش کل آب‌بندان‌ها

به‌منظور تعیین مساحت و حجم آب‌بندان‌های موجود در منطقه طرح، ابتدا با استفاده از نقشه ۱:۲۵۰۰۰ منطقه، آمارهای موجود و اطلاعات زارعین بومی، تعداد و موقعیت کلی هر آب‌بندان مشخص شد. بر این اساس، در مجموع ۳۹ قطعه آب‌بندان مستقل در منطقه کتاب وجود دارد که حدود ۲۵۰ هکتار از مساحت منطقه را تشکیل می‌دهد.

در مرحله بعد، با بازدیدهای میدانی و با داشتن مختصات موقعیت آب‌بندان‌ها مسیریابی با GPS انجام و آب‌بندان‌های موجود در منطقه یافت شد و با

جدول (۳) وضعیت کاربری اراضی در منطقه گتاب

نسبت به کل اراضی (درصد)	مساحت (هکتار)	نوع کاربری
۶۱/۷۶	۵۵۰۳/۹۵	شالیزار
۲۰/۵۴	۱۸۳۰/۹۵	باغ
۰/۸۸	۷۸/۳۵	بوته‌زار
۱۶/۸۲	۱۴۹۸/۷۵	مسکونی
۱۰۰	۸۹۱۲	جمع



شکل (۳): نقشه کاربری اراضی منطقه گتاب

منطقه مورد مطالعه، در طول سال‌های اخیر تغییر کرده است. در جدول (۴) مساحت این آبندها ارائه شد.

تعداد آبندهای منطقه

بازدیدهای میدانی نشان داد که کاربری چندین مورد از آبندهای موجود در نقشه ۱:۲۵۰۰۰

جدول (۴): مساحت آب‌بندان‌های منطقه طرح

شماره آب بندان	مساحت (ha)	شماره آب بندان	مساحت (ha)
۱	۱۷/۰۸۲	۱۵	۱/۸۵۸
۲	۹/۶۴۶	۱۶	۴/۵۲۰
۳	۱۱/۹۰۴	۱۷	۴/۸۳۷
۴	۲۲/۶۷۸	۱۸	۲/۹۶۰
۵	۳/۳۶۸	۱۹	۱/۷۱۳
۶	۴/۶۳۱	۲۰	۵/۱۷۵
۷	۱/۸۲۲	۲۱	۳/۷۱۴
۸	۰/۹۷۹	۲۲	۳/۲۳۰
۹	۴/۴۸۶	۲۳	۶/۰۶۵
۱۰	۳/۰۲۲	۲۴	۳/۴۰۱
۱۱	۱۱/۱۵۹	۲۵	۵/۲۵۸
۱۲	۰/۹۷۶	۲۶	۸/۹۱۶
۱۳	۸/۶۱۰	۲۷	۷/۵۱۳
۱۴	۲/۶۹۶	۲۸	۶/۱۸۱

کنترل افت بیشتر سطح آب زیرزمینی ایفا می‌کنند. تعدادی از آب‌بندان‌های منطقه گتاب، فاقد خروجی مشخصی برای آبیاری اراضی پایین دست می‌باشند و به‌نظر می‌رسد که تنها کارکرد آن‌ها تغذیه آب زیرزمینی می‌باشد. افزایش ظرفیت این آب‌بندان‌ها نیز می‌تواند با کنترل رواناب‌های سطحی، در پایداری سفره‌های آب زیرزمینی منطقه موثر باشد.

برآورد رواناب سطحی جهت توسعه آب‌بندان‌ها

برای محاسبه ارتفاع رواناب با استفاده از روش سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) ابتدا مقدار CN با توجه به کاربری اراضی بدست آمد. جدول زیر مقادیر CN برای کاربری‌های مختلف ارائه شده است:

با بازدیدهای میدانی انجام گرفته مشخص شد که برخلاف ۳۹ آب‌بندان مشخص شده در نقشه ۱:۲۵۰۰۰، در مجموع ۲۸ آب‌بندان در منطقه گتاب وجود دارد که به‌طور مفید آبیگری از آن‌ها صورت گرفته و برای اهداف کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند. کل مساحت این آب‌بندان‌ها حدود ۱۶۸/۴ هکتار می‌باشد که در مقایسه با رقم ۲۵۰ هکتار نقشه‌های قبلی، ۸۱/۶ هکتار کمتر است. کاهش تعداد آب‌بندان‌ها عمدتاً به‌دلیل تبدیل آن‌ها به اراضی کشاورزی (زراعی و باغی) و میادین ورزشی بوده است. این مهم نشان دهنده لزوم توجه بیشتر به بهسازی و مرمت آب‌بندان‌های منطقه برای تامین آب مورد نیاز شالیزارها می‌باشد. علاوه بر تامین آب مصرفی، آب‌بندان‌ها نقش مهمی در تغذیه آب زیرزمینی و

جدول (۵): مقدار CN برای کاربری‌های مختلف اراضی در منطقه گتاب

نوع کاربری	درصد	گروه هیدرولوژیکی	CN
شالیزار	۶۱/۷۶	A	۶۵
باغ	۲۰/۵۴	A	۳۶
بوته زار	۰/۸۸	A	۳۹
مسکونی	۱۶/۸۲	D	۷۷

گرفته شود، کل هزینه مربوط به هر هکتار ۳۰۰۰۰۰ ریال می باشد. هزینه های اولیه و بهره برداری هر چاه شامل هزینه های حفر چاه، خرید پمپ و تجهیزات مربوطه، انرژی و تعمیر و نگهداری می باشد. هزینه حفر و خرید پمپ و تجهیزات مربوطه بر اساس عمر مفید ۱۵ سال محاسبه گردید. با توجه به اینکه هزینه اولیه چاهها رقم قابل توجهی نبوده است، این هزینه با هزینه بهره برداری تلفیق شده است. هزینه های بهره برداری با توجه به تاریخ شروع و پایان بهره برداری و تعداد ساعات کار پمپ در هر شبانه روز محاسبه گردید. در جدول (۶) هزینه های بهره برداری چاهها ارائه شده است. میانگین کل هزینه اولیه و بهره برداری چاههای مورد مطالعه برای هر هکتار زمین تحت پوشش ۴۸۰۶ هزار ریال محاسبه گردید. همچنین بیشترین و کمترین مقدار این هزینه مربوط به چاه سه و چاه چهار بوده است که به ترتیب از پمپ های دو و سه اینچی استفاده می کردند. بیشتر بودن هزینه بهره برداری چاه سه نسبت به بقیه چاهها بعلاوه سطح کمتر تحت پوشش این چاه بوده است.

با داشتن درصد کاربری اراضی مقدار CN متوسط حوضه برابر ۶۰/۸۳ و ضریب نگهداشت سطحی برابر ۶/۴۴ بدست می آید. در صورتی که مطابق نمودار فوق متوسط بارندگی سالانه را برای کمترین مقدار در دوره آماری ۲۸ ساله یعنی ۵۰۰ میلی متر در نظر بگیریم، ارتفاع رواناب بر حسب اینچ برابر با ۱۳/۶۳ و بعبارتی ۳۴۶/۱۲ میلی متر بدست می آید.

با توجه به اینکه سطح منطقه ۸۹۱۲ هکتار است، لذا حجم رواناب برابر با ۳۰۸۴۶۲۱۴ متر مکعب یا تقریباً ۳۱ میلیون مترمکعب خواهد شد. بخشی از این پتانسیل رواناب به راحتی خواهد توانست آب بنندانهای منطقه را از طریق آبراهه های اصلی و فرعی تغذیه نماید.

برآورد هزینه ها

هزینه بهره برداری هر آب بندان مربوط به هزینه کارگری یا میراب است که در منطقه مورد مطالعه به ازای هر هکتار زمین تحت پوشش آب بنندان ۳۰ کیلوگرم شلتوک بوده است. در صورتیکه وزن هر کیلوگرم شلتوک شیرودی ۱۰۰۰۰ ریال در نظر

جدول (۶): هزینه های بهره برداری چاهها

نام چاه	تعداد روزهای بهره برداری از چاه (روز)	کل تعداد ساعات کارکرد پمپ	کل هزینه بهره برداری از چاه (هزار ریال)	مجموع هزینه اولیه و بهره برداری در هر هکتار (هزار ریال)
چاه یک	۸۸	۱۵۲۸	۵۴۰۰	۴۹۰۰
چاه دو	۹۹	۱۷۴۴	۶۱۶۰	۴۹۸۲
چاه سه	۹۶	۱۴۹۴	۴۴۰۰	۵۲۸۹
چاه چهار	۹۴	۱۲۴۸	۶۴۵۰	۴۰۵۳
میانگین				۴۸۰۶

راضی تحت مدیریت آبیاری از آب چاه ها و آب بندانها ارائه شده است. با توجه به جدول (۷) میانگین هزینه های عملیات زراعی برای هر هکتار زمین تحت پوشش آب بنندان و چاه به ترتیب ۱۵۹۹۵ و ۲۰۰۶۹ هزار ریال بوده است. بخش اعظم این افزایش هزینه برای اراضی آبیاری شده با آب چاهها

هزینه های مربوط به عملیات زراعی شامل هزینه های عملیات خاک ورزی، هزینه های نهاده های مصرفی (شامل کود، سم و بذر) و هزینه های کارگری (نشاکاری و درو) می باشد. عملیات خاک ورزی شامل شخم و عمل دیسک زنی در ابتدای فصل می باشد. در جدول (۷) مجموع هزینه های عملیات زراعی برای

عملیات زراعی در واحد هکتار محاسبه و در جدول (۸) ارائه گردید. میانگین مجموع هزینه برای هر هکتار زمین تحت پوشش آب‌بندان و چاه به ترتیب ۲۰۴۰۳ و ۲۴۸۷۵ هزار ریال بوده است که نشان دهنده ۴۴۷۲ هزار ریال هزینه بیشتر برای هر هکتار زمین تحت پوشش چاه می‌باشد.

بواسطه کار بیشتر تیلر برای عملیات شخم در این اراضی بوده است که علت آن دبی آب کم چاه‌ها و در نتیجه خشک‌تر بودن زمین در زمان شخم است که این عامل سرعت شخم‌زنی را کاهش می‌دهد. برای مقایسه میزان هزینه اراضی تحت پوشش هر چاه و آب‌بندان، مقدار کل هزینه‌های اولیه، بهره برداری و

جدول (۷): هزینه‌های مربوط به عملیات زراعی اراضی تحت مدیریت آبیاری از آب چاه‌ها و آب‌بندان‌ها

نام آب بندان یا چاه	کل هزینه عملیات خاک‌ورزی (هزار ریال)	هزینه نهاده‌ها (هزار ریال)	هزینه کارگری (هزار ریال)	کل هزینه (هزار ریال)
آب بندان دونه سر	۵۴۰۰	۲۳۵۰	۱۲۰۰۰	۱۶۴۵۸
آب بندان میرکلا	۷۲۰۰	۱۶۳۰	۱۵۸۰۰	۱۴۹۲۷
آب بندان شیرسوار	۵۷۰۰	۲۰۵۰	۱۲۲۰۰	۱۵۳۴۶
آب بندان بنگر کلا	۲۴۰۰	۱۷۵۰	۶۲۰۰	۱۷۲۵۰
میانگین هزینه در هکتار	۴۳۱۲	۱۸۶۰	۹۸۲۳	۱۵۹۹۵
چاه یک	۹۰۰۰	۳۶۲۰	۱۲۴۰۰	۲۰۸۵۰
چاه دو	۱۳۰۰۰	۳۸۵۰	۱۳۸۰۰	۲۱۱۳۸
چاه سه	۶۰۰۰	۲۳۵۰	۹۰۰۰	۱۹۲۷۸
چاه چهار	۱۴۵۰۰	۲۳۲۰	۱۷۴۰۰	۱۹۰۱۱
میانگین هزینه در هکتار	۷۷۹۷	۲۳۹۳	۹۸۷۹	۲۰۰۶۹

جدول (۸): کل هزینه‌های مربوط به آبیاری اراضی از آب چاه‌ها و آب‌بندان‌های مورد مطالعه در واحد هکتار

نام آب بندان یا چاه	هزینه اولیه و بهره برداری در هر هکتار (هزار ریال)	هزینه عملیات زراعی در هر هکتار (هزار ریال)	کل هزینه در هر هکتار (هزار ریال)
آب بندان دونه سر	۵۰۳۰	۱۶۴۵۸	۲۱۴۸۸
آب بندان میرکلا	۷۲۳۰	۱۴۹۲۷	۲۲۱۵۷
آب بندان شیرسوار	۲۸۹۰	۱۵۳۴۶	۱۸۲۳۶
آب بندان بنگر کلا	۲۴۸۰	۱۷۲۵۰	۱۹۷۳۰
میانگین			۲۰۴۰۳
چاه یک	۴۹۰۰	۲۰۸۵۰	۲۵۷۵۰
چاه دو	۴۹۸۲	۲۱۱۳۸	۲۶۱۲۰
چاه سه	۵۲۸۹	۱۹۲۷۸	۲۴۵۶۷
چاه سه	۴۰۵۳	۱۹۰۱۱	۲۳۰۶۴
میانگین			۲۴۸۷۵

برآورد توسعه سطح اراضی شالیزار

برابر مذاکرات انجام شده با زارعین و براساس بازدیدهای میدانی، در منطقه مورد مطالعه ارقام برنج زودرس، متوسط رس و دیررس کشت می‌گردد. نیاز آب مصرفی واریته‌های زودرس و دیررس برنج در ایستگاه‌های مختلف جلگه مازندران را برآورد می‌باشد (مجرد و همکاران، ۱۳۸۴). لذا بر این اساس، نیاز آب مصرفی واریته‌های زود رس و دیر رس در منطقه بابل به ترتیب ۸۴۸/۶ و ۹۴۷ میلی‌متر برآورد شد که به

ترتیب ۴۸/۶ و ۸۰/۸ میلی‌متر آن‌ها از بارندگی موثر و مابقی به وسیله آبیاری تامین می‌شود. ضمناً مطالعات کارشناسان ژاپنی در «مرکز توسعه ترویج و تکنولوژی هراز» متوسط نیاز آب مصرفی برای رقم برنج طارم - که کشت غالب در منطقه مورد مطالعه نیز هست، ۷۶۰ میلی‌متر برآورد شد و در پژوهش حاضر نیز این مقدار در محاسبات لحاظ شد. بر این اساس مقدار قابلیت توسعه سطح زیر کشت برنج محاسبه گردید که در جدول زیر مقادیر آن برای لایروبی کف و بهسازی دیواره آب بندان‌ها به مقدار ۱ تا حداکثر ۲ متر ارائه شده است.

جدول (۹): توسعه اراضی شالیزاری تحت تاثیر سناریوهای مختلف افزایش حجم آب‌بندان

کاهش هزینه آبیاری (میلیون ریال)	توسعه شالیزار (هکتار)	کاهش تخلیه آب زیرزمینی (میلیون متر مکعب)	لایروبی کف و بهسازی دیواره (متر)
۹۹۱	۲۲۱/۶	۱/۶۸	۱
۱،۰۹۰	۲۴۳/۷	۱/۸۵	۱/۱
۱،۱۸۹	۲۶۵/۹	۲/۰۲	۱/۲
۱،۲۸۸	۲۸۸/۱	۲/۱۹	۱/۳
۱،۳۸۷	۳۱۰/۲	۲/۳۶	۱/۴
۱،۴۸۶	۳۳۲/۴	۲/۵۳	۱/۵
۱،۵۸۵	۳۵۴/۵	۲/۶۹	۱/۶
۱،۶۸۵	۳۷۶/۷	۲/۸۶	۱/۷
۱،۷۸۳	۳۹۸/۸	۳/۰۳	۱/۸
۱،۸۸۳	۴۲۱	۳/۲۰	۱/۹
۱،۹۸۲	۴۴۳/۲	۳/۳۷	۲

یا اینکه افزایش آب تخصیصی برای همان اراضی شالیزاری موجود خواهد شد. اجلاالی و همکاران (۱۳۹۴) حجم آب مصرفی برنج اراضی شالیزاری آبخور چاه‌های کشاورزی در منطقه گتاب را حدود ۲۹/۶ میلیون مترمکعب برآورد نمودند. بنابراین با توجه به اینکه پتانسیل حجم رواناب منطقه گتاب با روش SCS حدود ۳۱ میلیون متر مکعب برآورد شد، براحتی این حجم آب می‌تواند آب‌بندان‌های منطقه را با عمق لایروبی و بهسازی مناسب از طریق آبراه‌های اصلی و فرعی تغذیه نماید.

نتایج بدست آمده در جدول فوق نشان می‌دهد که با شرایط موجود مدیریت مزرعه، افزایش حجم آب موجب توسعه سطح شالیزار از حدود ۲۲۲ هکتار با عمق حداقل ۱ متر تا ۴۴۳ هکتار با عمق ۲ متر می‌شود. همچنین توسعه شالیزارها تحت چنین شرایط موجب کاهش هزینه مربوط به آبیاری از حدود ۹۹۱ میلیون ریال تا ۱۹۸۲ میلیون ریال نسبت به استفاده از آب چاه برای آبیاری خواهد شد. حال آنکه در برخی موارد پتانسیل حجم آب‌بندان‌ها با لایروبی و بهسازی با عمق زیادتر باعث افزایش سطح زیر کشت بیشتر و

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر بهره برداری بهینه از منابع آب‌های سطحی منطقه کتاب از توابع شهرستان بابل با استفاده از آب بندان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از اثر بخشی لایروبی و بهسازی آب‌بندان‌های فعلی و موجود در بهره برداری بهینه آبهای سطحی منطقه کتاب دارد. پتانسیل حجم رواناب (برابر با ۳۰۸۴۶۲۱۴ متر مکعب) منطقه کتاب، براحتی خواهد توانست توانست آب‌بندان‌های منطقه را با عمق لایروبی و بهسازی دیواره ۱ تا ۲ متر (و حتی بیشتر با توجه به شرایط منطقه) از طریق آبراهه‌های اصلی و فرعی تغذیه نماید. بدیهی است که با احیاء سایر آب‌بندان‌های تغییر کاربری یافته و یا توسعه آب‌بندان‌های منطقه، افزایش ذخیره آبی بیشتر نیز

قابل دسترس است به گونه‌ای که افزایش در ظرفیت ذخیره آب‌بندان‌ها می‌تواند موجب ذخیره بخشی از آب زیرزمینی منطقه شود. ضمناً افزایش ذخیره آب بندانها از جوانب مختلف می‌تواند در برنامه‌ریزی مدیریت منابع آب و خاک لحاظ شود. **سپاسگزاری**

این مقاله بخشی از نتایج طرح "ارزیابی تاثیر توسعه آب‌بندان‌ها بر کاهش مصرف آب زیرزمینی برای تامین نیاز آبی برنج" می‌باشد که بوسیله حمایت‌های مالی دانشگاه پیام‌نور (به شماره گونت ۱۰۰۲/۶۴/ع/۴۱ مورخ ۹۱/۰۴/۱۱) انجام گردید که بدینوسیله نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از دست اندرکاران دانشگاه ابراز می‌دارند.

منابع

- اجلالی، ف.، ا. عسگری، ع. درزی نفتچالی و م. دهقانی. ۱۳۹۴. کاربرد GIS برای برآورد حجم آب مصرفی برنج اراضی شالی‌زاری آبخورچاه‌های کشاورزی و تاثیر آن بر سفره آب زیرزمینی. سومین همایش ملی پژوهش‌های محیط زیست و کشاورزی ایران، دانشکده شهید مفتح (همدان).
- اجلالی، ف.، ا. عسگری، ع. درزی نفتچالی و م. عباسی‌دون. ۱۳۹۰. مقایسه و ارزیابی اقتصادی تاثیر استفاده از آب‌بندان و چاه بر عملکرد برنج اراضی شالی‌زاری. گزارش نهایی طرح پژوهشی، دانشگاه پیام‌نور، ۷۳ صفحه.
- جواهردستی، م. و م. اصفهانی. ۱۳۸۱. برنج دیم - مناطق حاره. نشر علوم کشاورزی، ۱۲۸ ص.
- عسگری، ا.، ش. ع. غلامی، ف. اجلالی و ع. خانعلی. ۱۳۹۴. ارزیابی اقتصادی افزایش پتانسیل آبی منابع آب حوضه آبخیز سد البرز (مطالعه موردی: لایروبی و بهسازی آب‌بندان‌ها). نشریه علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، (۲۸): ۵۷-۶۰.
- عظیمی، ر. و ع. گ. طراج. ۱۳۸۹. ارزیابی اقتصادی بهسازی و مرمت آب‌بندان‌ها. مجموعه مقالات اولین همایش ملی مدیریت منابع آب ساحلی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
- مجرد، ف.، ه. قمرنیا و ش. نصیری. ۱۳۸۴. برآورد بارش موثر و نیاز آبی برای کشت برنج در جلگه مازندران. مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۴، ص ۵۹-۷۶.
- مرادی، ج. و ع. شاهنظری. ۱۳۸۹. نقش لایروبی و بهسازی آب‌بندان در مدیریت منابع آبی. مجموعه مقالات اولین همایش ملی مدیریت منابع آب ساحلی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

Ghanshyam, D. 2010. Hydrology and Soil Conservation Engineering (including Watershed Management). Second edition. New Delhi. 552 pp.

Kazumi, Y. and O. Yasuhiro. 2003. A message from Japan and Asia to the word water discussions, The Japanese Institute of Irrigation and Drainage (JIID). NESPAC (National Engineering Services Pakistan (NESPAC) consultant, Anjam Tarh Tadbir Engineering Company), 2008. Environmental Monitoring and Management Plan of Twelve Ecological Sensitive Ab-bandans.

Evaluation the Effectiveness of Reservoir Development on Groundwater Storage and Reduction of Rice Irrigation Costs in MAZANDARAN Province

FaridEjlali¹, Ahmad Asgari², Abdullah DarziNaftchali³, Maryam Dehghani⁴

Abstract

Reservoirs as traditional structures in water resources management system in MAZANDARAN province play a major role in supplying irrigation water for paddy fields. Dredging and improvement of such structures can result in getting more benefits from the surface runoff. In current research, using satellite images and ArcGIS software, land use over the case study area of GATAB, BABOL, Iran, was determined. Then the potential of the surface runoff in the area was estimated by SCS method. Also, irrigation costs for paddies, irrigated by groundwater well (four groundwater wells) and reservoir water (four Reservoirs), were estimated. The effect of dredging and improvement of reservoirs on the reduction of groundwater withdrawal and irrigation costs were evaluated. The potential of runoff in the area was estimated to be 31 MCM (million cubic meters). Dredging of all Reservoirs by 1 to 2 meters would result in the exploitation of 1.68 to 3.37 MCM from the surface runoff. A fall in irrigation cost, estimated to be 991 to 1982 million Rials per Hectare, is a consequent of more proper utilization of surface runoff. According to the results, the increase in the storage capacity of reservoirs will result in saving part of groundwater storage in the case study area.

Key words: ArcGIS, Dredging and Improvement, Paddy field, Surface Runoff.

¹Associated professor of agricultural college, Payame Noor University, Ph.D. in agricultural meteorology. Cellphone: 09123570773, Email: farid.ejlali@yahoo.com

² PhD student in Irrigation and Drainage engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University. Cellphone: 09112736298, Email: ahmad_asgari56@yahoo.com

³Assistant professor of irrigation and drainage engineering, Water Engineering Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University. Cellphone: 09119262598, Email: :abdullahdarzi@yahoo.com

⁴PhD student in Irrigation and Drainage engineering, faculty member of Payame Noor University. Cellphone: 09128154935, Email: dehghani.m55@gmail.com