



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت آموزش و ترویج

روش‌های عملی کاهش تلفات تبخیر در استخرهای ذخیره آب کشاورزی



مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

استان قزوین

۱۴۰۲

نشریه ترویجی

۱۳۵۱



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت آموزش و ترویج

روش‌های عملی کاهش تلفات تبخیر در استخرهای ذخیره آب کشاورزی

نویسنده:

افشین یوسف گمرکچی

سرشناسه	: یوسف گمرکچی، افشین، ۱۳۵۶ -
عنوان و نام پدیدآور	: روش‌های عملی کاهش تلفات تبخیر در استخرهای ذخیره آب کشاورزی/نویسنده افشین یوسف گمرکچی؛ ویراستار ادبی زینب الهمرادی؛ تهیه شده در معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی.
مشخصات نشر	: تهران: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری	: ۱۸ ص.
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۳۶۳-۰۳۴-۷
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
بادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: مخزن‌های آب تبخیر Evaporation Reservoirs آب -- جمع‌آوری Water harvesting
شناسه افزوده	: سازمان ترویج، آموزش و تحقیقات کشاورزی، معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی، نشر آموزش کشاورزی
شناسه افزوده	: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی
رده بندی کنگره	: TD۲۹۵
رده بندی دیویی	: ۶۲۷/۸۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۵۲۶۷۸۱
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیبا

ISBN: 978-622-363-034-7

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۳۶۳-۰۳۴-۷



عنوان: روش‌های عملی کاهش تلفات تبخیر در استخرهای ذخیره آب کشاورزی

نویسنده: افشین یوسف گمرکچی

مدیر داخلی: ویدا همتی

ویراستار ادبی: زینب الهمرادی

تهیه شده در: معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی

ناشر: نشر آموزش کشاورزی

طراحی و صفحه‌آرایی: نرگس بهادر

شمارگان: محدود

نوبت چاپ: اول، ۱۴۰۲

مسئولیت درستی مطالب با نویسنده است.

شماره ثبت در مرکز فن‌آوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی ۶۵۰۵۸ به تاریخ ۱۴۰۲/۱۲/۲۰ است.

نشانی: تهران، خیابان آزادی، بین نواب و رودکی، پلاک ۲۰۵، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی

تلفن: ۶۶۴۳۰۴۶۵ | تلفکس: ۶۶۴۳۰۴۶۴ | کد پستی: ۱۴۵۷۸۹۶۶۸۱

فهرست

صفحه	عنوان
۵	مقدمه
۵	استخرهای ذخیره آب کشاورزی
۶	روش‌های مختلف احداث استخر ذخیره آب کشاورزی
۸	مشکلات رایج در بهره‌برداری استخرهای ذخیره آب کشاورزی
۹	روش‌های کاهش تلفات تبخیر در استخرهای ذخیره آب کشاورزی
۹	۱- روش‌های شیمیایی
۱۰	۲- روش‌های فیزیکی (مکانیکی)
۱۴	۳- روش‌های زیستی
۱۵	۴- روش‌های مدیریتی
۱۶	نتیجه‌گیری

مقدمه

تبخیر یکی از دلایل عمده هدررفت آب و فشار به منابع آبی در بخش کشاورزی محسوب می‌شود؛ لذا هرگونه اقدامی عملی و اقتصادی به منظور کاهش تلفات تبخیر بسیار حائز اهمیت است. امروزه کشاورزان برای مدیریت مصرف حبابه خود، آب را وارد استخرهایی می‌کنند سپس آب را از طریق آبیاری سطحی یا آبیاری تحت فشار به زمین‌های خود می‌رسانند. به دلیل خشکی هوا و بالابودن دما، تبخیر از سطح استخرهای ذخیره آب کشاورزی در ایران زیاد است؛ بنابراین با احداث استخرهای ذخیره‌سازی آب کشاورزی، بخشی از منابع آب ذخیره شده در اثر پدیده تبخیر از دسترس خارج می‌شود.

استخرهای ذخیره آب کشاورزی

با وجود اینکه اطلاعات دقیقی از تعداد استخرهای ذخیره آب کشاورزی در سطح کشور در دسترس نیست، اما بیش از ۳۹۰ هزار چاه آب کشاورزی دارای استخر ذخیره آب است که هر کدام از این استخرها مساحت‌های مختلفی دارد. بر اساس آمار، سالانه به طور میانگین، ۲۱۰۰ میلیون متر آب از سطح استخرهای ذخیره آب کشاورزی تبخیر شده و از دسترس خارج می‌شود. نکته حائز اهمیت آن است که تلفات آب ناشی از تبخیر به صورت مداوم بوده و بهره‌وری سیستم ذخیره آب را به طرز چشمگیری کاهش می‌دهد. از جمله راهکارهای مهم در مدیریت استخرهای ذخیره آب کشاورزی، کاهش تلفات تبخیر از این سطوح است. کنترل تبخیر از سطح آب با روش‌های مختلف، راه حل مهمی در حفاظت از منابع آب بوده و در بسیاری از موارد از جمع‌آوری و ذخیره همان مقدار آب از منابع دیگر اقتصادی‌تر است.

روش‌های مختلف احداث استخر ذخیره آب کشاورزی

استخرهای ذخیره آب کشاورزی از نظر نحوه خاک‌برداری به سه نوع مدفون، نیمه مدفون و سطحی تقسیم می‌شوند (جدول ۱).

جدول ۱- تقسیم‌بندی استخرهای ذخیره آب کشاورزی از نظر نحوه خاک‌برداری

نوع احداث استخر	مناطق قابل توصیه
استخر مدفون	در مناطقی که باد منطقه شدید و لایه‌های خاک مناسب خاک‌برداری است، قابل توصیه است.
استخر نیمه مدفون	در مواردی که لایه‌های سطحی خاک نرم و مناسب خاک‌برداری است؛ ولی لایه‌های زیرین سنگی بوده یا مشکل بالابودن سطح آب زیر سطحی وجود دارد، قابل توصیه است.
استخرهای سطحی	در مناطقی که باد منطقه شدید نباشد و یا لایه‌های سطحی خاک، سنگی باشد. برای استخرهای ذخیره با ابعاد کم، قابل توصیه است.

استخرهای ذخیره آب کشاورزی را با توجه به مصالح استفاده شده در ساخت و عایق‌بندی آن نیز می‌توان تقسیم‌بندی کرد. از گذشته تا به حال از عایق‌های متنوع و گوناگونی برای استخرهای ذخیره آب کشاورزی استفاده شده است. کاهگل کردن کف و دیواره استخر ذخیره آب، استفاده از سیمان، ایزوگام، سنگ و سیمان، دوغاب، آجرچینی، بتن مسلح (آرمه)، پوشش‌های ژئوممبران و روش‌های مختلف دیگر که بسته به شرایط منطقه‌ای و محل احداث استخر و توان مالی بهره‌بردار، متفاوت است. در جدول ۲ به چند نمونه رایج مصالح استفاده شده جهت احداث استخر ذخیره آب کشاورزی اشاره شده است.

جدول ۲- تقسیم‌بندی استخر ذخیره آب کشاورزی از نظر مصالح و نحوه عایق‌بندی

نوع پوشش استخر	ویژگی‌ها
استخرهای خاکی	احداث این نوع استخرها به علت عدم استفاده از پوشش عایق، کم‌هزینه و سریع است. استخرهای خاکی کشاورزی به خاطر نداشتن پوشش و عایق آب‌بند در کف و دیواره، قادر به نگهداری تمام آب ذخیره شده نیستند و معمولاً مقدار قابل توجهی از آب ذخیره شده از کف و دیواره استخر خاکی نشت کرده و هدر می‌رود. در این نوع استخرها علاوه بر مشکل هدررفت و نشت آب، در صورت عدم رعایت تراکم مناسب لایه خاک سطحی، عمر بهره‌برداری مفید استخر نیز کوتاه است.
استخرهای بتنی مسلح و غیرمسلح	احداث این نوع استخرها به دلیل نیاز به قالب‌بندی و در برخی موارد آرماتوربندی دیواره و کف استخر و نیاز به نیروی کارگری و نظارت زیاد، بسیار پرهزینه است. این نوع استخرها در صورت رعایت مسائل فنی در طول دوره ساخت، بیشترین عمر مفید بهره‌برداری را خواهند داشت.
استخرهای بلوک سیمانی با روکش سیمان	یکی از روش‌های ساخت استخر آب کشاورزی با پوشش عایق، ساخت استخر با بلوک سیمانی است که اگر به‌خوبی انجام شود مقاومت نسبتاً بالایی نیز خواهد داشت (شکل ۱). البته استخرهای بلوکی می‌توانند مشکلات ناشی و ترک‌خوردگی داشته باشند؛ زیرا فاقد فولاد افقی هستند و همچنین در محل اتصال دیوارها با کف استخر، امکان نشت آب وجود دارد. ترمیم و بازسازی این نوع استخرها هزینه‌های بالایی دارد.
استخرهای سنگ و سیمانی	احداث این نوع استخرها به دلیل نیاز به سنگ و سیمان و نیروی کارگری ماهر، پرهزینه و طولانی‌مدت است. استخرهای سنگ و سیمانی در صورت رعایت مسائل فنی در طول دوره ساخت، عمر مفید بهره‌برداری زیادی را خواهند داشت. این نوع استخرها در مناطق کوهستانی که مصالح سنگی مناسبی داشته باشند، قابل توصیه است.
استخرهای خاکی با عایق ژئوممبران	هزینه اجرا و نصب ورق ژئوممبران (شکل ۲) بسیار کمتر از سنگ، بتن یا سیمان است. علاوه بر آن طول عمر ورق ژئوممبران در صورت بهره‌برداری صحیح، بالا است و در برابر سرما و گرما و همچنین نور خورشید مقاوم است. نصب ورق‌های ژئوممبران نیز بسیار سریع‌تر انجام می‌شود. در ابعاد سطح استخر بزرگ‌تر از ۱۵۰ مترمربع، به‌صرفه‌ترین نوع ساخت استخر کشاورزی استفاده از ژئوممبران است.



شکل ۱- نمونه‌ای از احداث استخر ذخیره آب کشاورزی با مصالح بلوک سیمانی



شکل ۲- نمونه‌ای از احداث استخر ذخیره آب کشاورزی با ورق ژئوممبران

مشکلات رایج در بهره‌برداری استخرهای ذخیره آب کشاورزی

در کنار همه مزایای احداث استخرهای ذخیره آب کشاورزی، مشکلاتی در بهره‌برداری استخرهای ذخیره آب کشاورزی وجود دارد که مهم‌ترین آنها عبارتند از:

- ♦ تلفات بالای تبخیر آب از سطح استخر
- ♦ مشکلات ایمنی مانند خطر غرق شدن و خفگی در استخر ذخیره آب
- ♦ رشد جلبک و گرفتگی لوله مکش پمپ و سامانه فیلتراسیون (شکل ۳)
- ♦ ورود گردوخاک و اشیاء به درون استخر ذخیره آب



شکل ۳- نمونه‌ای از رشد جلبک در استخر ذخیره آب کشاورزی

روش‌های کاهش تلفات تبخیر در استخرهای ذخیره آب کشاورزی

راهکارها و روش‌های مختلفی برای کاهش تلفات تبخیر از سطح استخرهای ذخیره آب کشاورزی وجود دارد که برخی از مهم‌ترین آنها به شرح ذیل است:

۱- روش‌های شیمیایی

استفاده از لایه‌های بسیار نازک نامرئی روی سطح آب که به صورت مانعی در برابر مولکول‌های جدا شده از سطح آب عمل می‌کند. جنس این لایه‌ها از نظر شیمیایی زنجیره‌های الکلی و پلی‌اتیلنی (مواد شیمیایی همچون پلی‌استایرن محلول و الک‌های چرب هگزا دکانول و اکتادکانول) است. معمولاً لایه‌های الکلی با غلظت ۰/۵ تا ۰/۷ کیلوگرم در هر هکتار مساحت سطح استخرهای ذخیره آب کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما از آنجاکه این لایه‌ها نیز تبخیر می‌شوند باید هر ۱ تا ۴ روز مجدداً اجرا شوند. به‌طور کلی روش‌های شیمیایی به‌اندازه روش‌های فیزیکی برای کاهش میزان تبخیر مؤثر نیستند؛ اما مزیت روش‌های شیمیایی هزینه اولیه و هزینه نگهداری پائین و توانایی اجرا

در شرایط موردنیاز (مثلاً فقط در دوره‌های تبخیر زیاد)، است. این پوشش‌ها برای مخازن آبی که در تمام طول سال آب ندارند نیز مفید است.

۲_ روش‌های فیزیکی (مکانیکی)

در این روش می‌توان از ساختارها و پوشش‌های زیر برای استخر استفاده کرد.

♦ **استفاده از ساختارهای سایه‌انداز بر روی استخر:** توری‌های سایه‌انداز با ۳ معیار کلی طول، عرض و درصد سایه‌اندازی توری معرفی می‌شوند. توری‌هایی با رنگ سبز و درصد سایه‌اندازی بیش از ۵۰ درصد برای استخرهای ذخیره آب کشاورزی توصیه می‌شود (شکل ۴). نکته مهم آن است که هر اندازه درصد سایه‌اندازی بالاتر باشد، به دلیل تراکم بیشتر الیاف، وزن توری نیز افزایش پیدا می‌کند؛ لذا استفاده از توری برای استخرهای بزرگ نیازمند ایجاد سازه مناسب جهت حفظ وزن توری و مقابله با خطر باد است. همچنین استفاده از توری در سطح زیاد جهت پوشش استخر نیاز به چرخ‌کاری صنعتی برای دور دوزی توری‌ها، استفاده از سیم نگهدارنده قوی و کلیپس‌های مخصوص نصب توری سایبان دارد، لذا استفاده از توری سایه‌انداز باتوجه به طول عمر مفید آن (حداکثر ۳ تا ۵ سال)، برای استخرهای ذخیره آب با ابعاد بزرگ، اقتصادی نیست. باتوجه به ابعاد رایج تولید توری‌های سایه‌انداز (حداکثر عرض ۱۰ متر و طول ۵۰ متر)، استفاده از توری‌های سایه‌انداز برای استخرهای با ابعاد کوچک (متناسب با طول و عرض توری‌های سایه‌انداز) و یا در استخرهای با ابعاد بزرگ جهت پوشش بخشی از سطح استخر به منظور کنترل رشد جلبک در محل قرارگیری تأسیسات آبیگری، قابل توصیه است.



شکل ۴- نمونه‌ای از کاربرد توری سایبان در پوشش سطح استخر ذخیره آب کشاورزی

♦ **استفاده از پوشش‌های شناور یکپارچه:** موادی مانند ورق‌های پلاستیکی از جنس پلی‌اتیلن (شکل ۵)، پلی‌استایرن‌ها، یونولیت (شکل ۶)، بتن‌های سبک پرلیتی و... که چگالی کمتر از آب دارند، می‌توانند به‌عنوان پوشش‌های شناور یکپارچه در استخرهای ذخیره آب کشاورزی به کار برده شوند. این نوع پوشش‌ها عموماً به‌صورت یک پردهٔ نفوذناپذیر که بر روی تمام سطح آب شناور است، عمل می‌نمایند و علاوه بر آنکه میزان تابش خورشیدی دریافتی در سطح آب مخزن را کاهش می‌دهند، تماس جریان هوا با سطح آب را بسیار کم می‌کنند. همچنین به‌دلیل کاهش شدید دریافت نور خورشید در عمق استخر، خطر رشد جلبک در این روش پوشش استخر به‌شدت کاهش می‌یابد. به همین دلیل این روش پوشش استخر، از بازدهی مناسبی برخوردار است. اما اغلب این محصولات هزینه اولیه بالا و عمر محدودی دارند. علاوه بر آن دشواری برای اجرا در مخازن بزرگ و هزینه‌های تعمیر و نگهداری بالقوه بالا، بخصوص بعد از طوفان‌ها و بادهای شدید، از محدودیت‌های اصلی این نوع پوشش سطح استخر است. از نظر اقتصادی اجرای این روش پوشش استخر بهتر است در استخرهایی انجام شود که تمام سال دارای آب باشد.

کارایی هر یک از موارد نامبرده تحت‌تأثیر عوامل مختلف، متفاوت است. به طور نمونه ورقه‌های شناور فوم فشرده (پلی‌استایرن) بر روی مخازن آب یکی از

روش‌های کاهش تبخیر است. یکی از مزیت‌های این پوشش، جذب کم آب و وزن کم این محصول نسبت به حجم آن است. اما با افزایش سرعت باد، عملکرد پوشش پلی‌استایرن کم می‌شود؛ لذا استفاده از این روش در مناطقی که متوسط سرعت باد بسیار زیاد است تأثیر مثبتی نخواهد داشت. یکی از راه‌حل‌ها برای کارا بودن پوشش پلی‌استایرن در برابر باد، قابلیت اتصال آسان ورقه‌های این پوشش به همدیگر است که از جابه‌جایی آن جلوگیری می‌کند. از سوی دیگر به دلیل امکان عبور نور از این نوع پوشش (به‌منظور کنترل خطر رشد جلبک) حداقل ضخامت پوشش پلی‌استایرن، ۱/۵ سانتی‌متر توصیه شده است. قیمت اولیه پوشش پلی‌استایرن از پوشش‌های پلاستیکی از جنس پلی‌اتیلن بیشتر است. لایه‌های پلی‌اتیلن نیز به‌صورت شناور در سطح آب قرار می‌گیرند. ضخامت لایه پلی‌اتیلن چندلایه برای پوشش سطح استخر، حدود ۰/۵ میلیمتر است. محدودیت عمده این نوع پوشش، ترک و شکاف برداشتن آن در مقابل نور خورشید است.



شکل ۵- نمونه‌ای از کاربرد پوشش شناور در استخر ذخیره آب کشاورزی



شکل ۶- نمونه‌ای از کاربرد پوشش یونولیت در استخر ذخیره آب کشاورزی

♦ پوشش سطح آب با واحدهای منفصل گنبدی یا مدول‌های کوچک: این پوشش‌ها از جنس پلی‌اتیلن (توپ سایه)، ژئوممبران شناور (شکل ۷)، پوشش یونورینگ (این پوشش شامل تایرهای فرسوده خودروها و تراکتور است که جهت شناورسازی در سطح آب، جداره داخلی و انتهای حلقه لاستیک از یونولیت پر شده است (شکل ۸)) و... است که به‌صورت غیریکپارچه بر روی سطح استخر ذخیره آب قرار می‌گیرند.



شکل ۷- نمونه‌ای از پوشش ژئوممبران شناور



شکل ۸- نمونه‌ای از پوشش یونورینگ (تایر فرسوده شناور)

۳- روش‌های زیستی

استفاده از گیاهان شناور بر روی آب*: در این روش میزان برهم‌کنش هوا با لایه مرزی سطح آب و همچنین تابش خورشیدی به سطح آب کم شده و در نتیجه تبخیر از سطح آب کاهش می‌یابد (شکل ۹). بازدهی کاهش تبخیر در این روش پوشش سطح استخر کمتر از سایر روش‌های دیگر است (کارایی این روش پوشش جهت کاهش تبخیر سطحی، کمتر از ۳۰ درصد است) اما هزینه اولیه و هزینه نگهداری این نوع پوشش در مقایسه با سایر روش‌ها بسیار اندک است. نکته حائز اهمیت در به‌کارگیری روش‌های زیستی در پوشش سطح استخرهای ذخیره آب کشاورزی آن است که برخی از پوشش‌های زیستی؛ مانند برگ‌های شناور زنبق آبی و خزه برای زنده ماندن، به آب و تعرق زیادی احتیاج دارند؛ بنابراین در صورت انتخاب نامناسب پوشش گیاهی، نتیجه نهایی ممکن است منجر به افزایش تبخیر شود. به عبارتی در صورت بیشتر بودن ضریب بازتاب مربوط به گیاه از مقدار مربوط به سطح آب، میزان تبادلات تشعشعی و در نتیجه میزان تبخیر افزایش خواهد یافت. گیاهانی مانند عدسک آبی و خزه مرداب تبخیر کمتری در مقایسه با سطح آزاد آب دارند و می‌توانند

به‌عنوان یک راهکار جهت پوشش سطح استخر ذخیره آب کشاورزی بکار گرفته شوند.

***نکته:** این گیاهان نیاز به ریشه‌دوانی در بستر ندارند و به راحتی و با سرعت زیاد در حوضچه‌های ذخیره آب کشاورزی تکثیر می‌شوند.



شکل ۹- نمونه‌ای از به کارگیری گیاهان شناور بر روی استخر ذخیره آب

۴- روش‌های مدیریتی

به‌طور کلی هنگام احداث استخر ذخیره آب باید توجه داشت که در صورت امکان، نسبت سطح مخزن به حجم آن حداقل باشد. همچنین چرخش آب در سطح استخر می‌تواند باعث کاهش دمای سطح آب و کاهش نرخ تبخیر آب شود. از سوی دیگر استفاده از ورق آبی ژئوممبران به جای ورق مشکی (ورق مشکی قیمت کمتر، طول عمر بالاتر و تبخیر بالاتر)، منجر به کاهش تلفات تبخیر آب در استخرهای ذخیره آب کشاورزی خواهد شد.

نتیجه‌گیری

تصمیم‌گیری جهت انتخاب نوع پوشش استخر برای کاهش تبخیر، به عوامل متعددی همچون موارد زیر وابسته است؛

- ♦ پتانسیل تلفات تبخیر منطقه
- ♦ قیمت آب
- ♦ ابعاد استخر
- ♦ سامانه فیلتراسیون موردنیاز
- ♦ کارایی پوشش
- ♦ شوری آب

علاوه بر موارد فوق مهم‌ترین مسئله، هزینه‌های نصب، بهره‌برداری و نگهداری از این پوشش‌ها است. نکته مهم آن است که ارزش سرمایه‌گذاری برای این پوشش‌ها با افزایش قیمت آب و محدودیت میزان آب ذخیره شده (در شرایط کمبود منابع آب)، قطعاً افزایش می‌یابد؛ لذا تجزیه و تحلیل اقتصادی یک ابزار مفید برای ارزیابی ارزش اقتصادی پوشش‌های مختلف برای کاهش تبخیر است. در جدول ۳ به مزایا و محدودیت‌های روش‌های مختلف پوشش سطح استخرهای ذخیره آب کشاورزی اشاره شده است.

جدول ۳ - مزایا و محدودیت‌های روش‌های پوشش سطح استخرهای ذخیره آب کشاورزی

نوع پوشش سطح استخر	مزایا	محدودیت‌ها
روش‌های شیمیایی	- هزینه بهره‌برداری و نگهداری پایین - اجرای آسان و کم‌هزینه - توانایی اجرا در شرایط موردنیاز (مثلاً دوره‌های با تبخیر بالا)	- هزینه اولیه نسبتاً بالا - کارایی پایین - عدم ثبات کارایی در مناطق بادخیز - امکان تأثیر بر روی کیفیت آب - عمر بهره‌برداری پایین - امکان رشد جلبک‌ها - امکان ورود گرد و خاک و خار و خاشاک

ادامه جدول ۳ - مزایا و محدودیت‌های روش‌های پوشش سطح استخرهای ذخیره آب کشاورزی

نوع پوشش سطح استخر	مزایا	محدودیت‌ها
روش‌های فیزیکی (پوشش سایه‌انداز)	- کارایی نسبتاً بالایی دارد. - این نوع پوشش بر روی سطح آب شناور نمی‌شود و در مواقع تغییر تراز سطح آب دچار مشکل نخواهد شد. - قابلیت کاربرد در استخرهای دومانظوره پرورش ماهی	- هزینه اولیه بالا - هزینه بهره‌برداری و نگهداری بالا - عدم امکان استفاده در مخازن بزرگ - نیاز به طراحی مهندسی برای نصب - محدودیت کاربرد در مناطق بادخیز
روش‌های فیزیکی (پوشش‌های شناور یکپارچه)	- کارایی بالا - جلوگیری از رویش جلبک‌ها جلوگیری از ورود نور - قابلیت نصب در مقیاس‌های بزرگ به صورت تکه‌ای	- هزینه اولیه نسبتاً بالا - محدودیت کاربرد در مناطق بادخیز - تعمیر و نگهداری نسبتاً سخت - جمع‌شدن خاک روی سطح - کاهش میزان اکسیژن حل شده در آب
روش‌های فیزیکی (پوشش‌های شناور منفصل)	- نصب و جدا نمودن آسان از مخزن - نگهداری آسان - امکان ورود آب باران به داخل مخزن - هزینه نگهداری کم	- هزینه اولیه بالا - کارایی متوسط
روش‌های زیستی	- هزینه اولیه کم - هزینه بهره‌برداری و نگهداری کم	- کارایی پائین - خطر آلوده‌شدن و کاهش کیفیت منابع آب
روش‌های مدیریتی	- دوره اثرگذاری طولانی - کارایی بالا	- هزینه اولیه بالا - هزینه بهره‌برداری نسبتاً بالا

در رویکرد کلی می‌توان بیان کرد که اغلب روش‌های پوشش استخر ذخیره آب هزینه‌بر بوده و امکان اجرای آن برای همه کشاورزان و بهره‌برداران میسر نیست. اما روش‌های کم‌هزینه و عملی همانند موارد ذیل برای بهره‌برداران در بخش کشاورزی قابل توصیه است.

- ♦ استفاده از گیاهان شناور بر روی آب
- ♦ احداث بادشکن
- ♦ کاهش نسبت سطح به حجم مخزن
- ♦ تغییر رنگ ورق‌های ژئوممبران
- ♦ استفاده از پوشش ژئوممبران شناور
- ♦ استفاده از یونورینگ
- ♦ پوشش قطعات یونولیت بر روی سطح آب

کاهش تلفات تبخیر، اقدامی لازم و اثر بخش
در بهبود بهره وری آب در بخش کشاورزی است.



ISBN : 978-622-363-034-7



9 786223 630347



نشر آموزش کشاورزی