



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان



مجله ترویجی

حفظ و بهره‌وری آب

سال دوم، شماره ۳، تابستان ۱۴۰۰

- معرفی سازه کنترل رسوب Skimming wall
- مدیریت میزان کسیر به منیزیم در آب آبیاری مورد استفاده در باغات عناب
- مرواری بر برخی روشهای آبخیزداری استفاده شده و روشهای هوشمند آینده
- ارزیابی هزینه های جابجایی فاضلاب تصفیه شده شهری با آب تازه در کشاورزی
- راهکارهای ترویجی ارتقاء مدیریت آبیاری مبتنی برنظام حقایه بری در باغات انگور
- مقایسه دو روش آبیاری قطره ای و نواری درباغ های تازه احداث خرما از طریق پاجوش
- تهیه و توسعه اطلس سیل گامی در جهت کاهش خسارات سیل در حوضه های آبخیز
- تاثیر روش های آبیاری در نوسانات جمعیت قارچ های مولد پوسیدگی طوقه و ریشه گندم



مجله " حفظ و بهره وری آب "

با درجه علمی- ترویجی مطابق ابلاغ مجوز شماره ۸۸۳۷/۲۲۱ مورخه ۱۳۹۸/۵/۱۳ سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

صاحب امتیاز: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان

مدیر مسئول: هرمزد نقوی

سر دبیر: علیجان آبکار

اعضای هیات تحریریه (به ترتیب حروف الفبا)

دکتری آبیاری مدیر عامل موسسه پژوهشی آب و توسعه پایدار فلات	شهریار باستانی
دکتری ترویج کشاورزی استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی فارس	آرمان بخشی جهرمی
دکتری مهندسی آب استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان	نوید جلال کمالی
دکتری طراحی سیستمهای آبیاری تحت فشار دانشیار، موسسه تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی	حسین دهقانی سانچ
دکتری فیزیک و حفاظت خاک دانشیار، موسسه تحقیقات خاک و آب کشور	ناصر دوات گر
دکتری بیولوژی دریا استادیار، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی ایران	منصور شریفیان
دکتری آبیاری و زهکشی استادیار، پژوهشکده پسته	ناصر صداقتی
دکتری منابع آب استادیار، دانشگاه تحصیلات تکمیلی و پیشرفته کرمان	احمد صادق غضنفری مقدم
مهندسی آبیاری و زهکشی مدیر آب و خاک و امور فنی مهندسی استان کرمان	محمد کهنوجی
دکتری آبیاری و زهکشی استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی کرمان	نادر کوهی چله کران
دکتری ژنتیک و اصلاح نباتات دانشیار، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده کشاورزی	قاسم محمدی نژاد

مدیر داخلی : لاله یزدانپناه گوه‌ریزی

ویراستار علمی : پیمان معدنچی

ویراستار ادبی : ذبیح الله راوری

کارشناس نشریه : پروین سالاری نژاد

صفحه آرا و طراح جلد : مجید بهزادی

پست الکترونیکی مجله: jwcp@areeo.ac.ir

آدرس سایت مجله: <http://jwcp.areeo.ac.ir>

راهنمای نگارش و شرایط پذیرش مقاله

الف. روش نگارش:

مقاله‌ها باید در ابعاد ۲۹×۲۱ سانتیمتر (A4) با حفظ ۲/۵ سانتیمتر حاشیه از هر طرف و یک سانتیمتر فاصله بین سطرها، به صورت تایپ رایانه‌ای و به زبان فارسی تهیه و ارسال شوند. محتوای مقاله نباید از ۱۰ صفحه تجاوز کند. مقالات باید با نرم افزار Word 2007 به بالا، با قلم B-Lotus با اندازه ۱۲ برای متن فارسی و با قلم Roman New Time با اندازه ۱۰ برای متن انگلیسی نگارش شوند و از طریق سامانه بصورت الکترونیکی ارسال شوند.

ب. ساختار مقالات

- ❖ عنوان مقاله: عناوین مقاله‌ها باید کوتاه (حداکثر ۱۵ کلمه)، ترویجی و جذاب برای مخاطبین باشند و منعکس کننده محتوای کامل مقاله باشد. قلم نگارش عنوان، B-Titr به اندازه ۱۴ است.
- ❖ نام پدیدآورنده(گان) و وابستگی سازمانی(بر اساس شیوه‌نامه "درج نام سازمان در انتشارات علمی"). قلم نگارش نویسندگان و آدرس آنها، B-Lotus به اندازه ۱۲ و ایتالیک است.
- ❖ چکیده فارسی(حداکثر ۲۵۰ کلمه): در این قسمت بطور خلاصه بیان مسئله و معرفی دستاورد و نحوه استفاده از آن در سطح میدانی توضیح داده شود. از اصطلاحات علمی و تخصصی استفاده نشود. قلم نگارش چکیده، B-Lotus 11 است.
- ❖ واژگان کلیدی: تعداد ۶ واژه کلیدی مرتبط با موضوع آورده شود .
- ❖ متن اصلی مقاله
- ❖ بیان مسئله(حداکثر ۵۰۰ کلمه): در این قسمت مشکل موجود و اهمیت آن توضیح داده شود
- ❖ معرفی دستاورد یا راهکار(حداکثر ۲۰۰۰ کلمه): در این قسمت به معرفی دستاورد، اهمیت آن و دستورالعمل پیاده سازی آن به شکل گام به گام و با جزئیات به زبان ساده و به شکل مصور پرداخته می شود.
- ❖ توصیه ترویجی (جمع‌بندی) (حداکثر ۲۵۰ کلمه)
- ❖ فهرست منابع: حداکثر ۱۰ منبع و آن هم منابع کاملاً مرتبط که دستاورد حاضر نتیجه آن مستندات علمی (گزارشات نهایی پروژه‌ها و طرح‌های تحقیقاتی، مقالات علمی و ...) است، آورده شود.

پ. ویژگی‌های الزامی در نگارش مقاله

- ❖ حتما موضوع مقاله از موضوعات روز و مهم مرتبط با دامنه موضوعی مجله باشد.
- ❖ به هیچ وجه مقالات با فرمت مجلات علمی پژوهشی که حاوی مواد و روشها، مرور منابع، نتایج و بحث، چکیده انگلیسی و فرمول‌های علمی هستند، تهیه نشوند.

- ❖ متن به نحوی نگارش شود که دستاورد مربوطه قابلیت عملیاتی‌سازی و پیاده‌سازی در سطح میدانی داشته باشد.
- ❖ حتماً از عکس‌ها و تصاویر جذاب و مرتبط برای بیان موضوع استفاده شود (عکس‌ها با کیفیت بالاتر از ۳۰۰ dpi باشند)
- ❖ مطالب تا حد ممکن کوتاه تهیه شده و از ارائه عبارات نامرتبط یا فرمول‌های علمی پرهیز شود؛
- ❖ از به کارگیری اصطلاحات فنی و تخصصی که برای جامعه بهره‌برداران نامفهوم است، خودداری شود؛
- ❖ از جملات کوتاه، ساده و روان در نوشتار استفاده شود؛
- ❖ بر جنبه‌های کاربردی و موردنیاز بهره‌برداران تأکید شود؛
- ❖ از آوردن منابع و رفرنس‌های طولانی برای مقاله خودداری شود؛
- ❖ مقاله‌ها فاقد چکیده انگلیسی باشند؛
- ❖ مسئولیت صحت و سقم محتوای علمی مقاله و ترتیب نام نویسنده (نویسندگان) بر عهده شخصی است که مقاله را به مجله ارسال می‌کند (نویسنده مسئول)



فهرست

- راهکارهای ترویجی ارتقاء مدیریت آبیاری مبتنی برنظام حقاچه بری در باغات انگور .. افشین یوسف گمرکچی
شهرستان تاکستان
- تأثیر روش‌های آبیاری در نوسانات جمعیت قارچ‌های مولد پوسیدگی طوقه و ریشه
گندم در منطقه ارزوئیه استان کرمان غلامرضا برادران
- مدیریت میزان کلسیم به منیزیم در آب آبیاری مورد استفاده در باغات عناب بصیر عطاردی
- تهیه و توسعه اطلس سیل گامی در جهت کاهش خسارات سیل در حوضه های
آبخیز هوشنگ بهروان
- ارزیابی هزینه های جایگزینی فاضلاب تصفیه شده شهری با آب تازه در کشاورزی
شهرستان بروجرد آمنه نظرپوری
- معرفی سازه کنترل رسوب Skimming wall امیر مرادی نژاد
- مروری بر برخی روشهای آبخیزداری استفاده شده و روشهای هوشمند آینده در
ایران و دنیا حمزه سعیدیان
- مقایسه دو روش آبیاری قطره ای و نواری درباغ‌های تازه احداث خرما از طریق
پاجوش ناصر رشیدی

سخن سردبیر

بهره برداری بی رویه از یکسو، تغییرات اقلیمی، گرمایش کره زمین و خشک سالی های پی در پی از سوی دیگر جهان را از نظر بحران آب در شرایط ویژه ای قرار داده است. این موضوع در مناطق خشک و نیمه خشک مانند بخش قابل ملاحظه ای از مناطق مرکزی، جنوب شرق و شمال شرق ایران بسیار نگران کننده می باشد. لذا حفاظت، توسعه و بهره برداری بهینه از منابع آبی خصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک پیش از پیش ضرورت دارد. بخش کشاورزی بعنوان مهمترین بخش مصرف کننده منابع آبی سطحی و زیرزمینی در بهره برداری بهینه و حفاظت از منابع آبی می تواند نقش بسیار مهمی ایفا نماید. با توجه به محدودیت منابع آب شیرین در جهان توسعه منابع توسعه منابع آبی جدید چندان ساده و قابل دسترس نیست و اگر هم باشد نیازمند هزینه های هنگفتی است که بسیاری از محصولات کشاورزی را غیر اقتصادی می نماید. بنابراین حفاظت و بهره برداری بهینه از منابع آبی موجود یکی از استراتژی های مهم در بخش مدیریت بحران آب محسوب می شود. مجله علمی ترویجی حفظ و بهره بروری آب به منظور ترویج آخرین یافته های محققان پژوهشگران و کارشناسان حوزه آب و کشاورزی منتشر میگردد. امید است با همت شما بزرگواران حوزه آب و کشاورزی گام های موثر جهت حفاظت و بهره وری منابع آبی برداشت شود و نقش اساسی در مدیریت بحران آب ایفا نماییم.

علیجان آبکار

تابستان ۱۴۰۰

راهکارهای ترویجی ارتقاء مدیریت آبیاری مبتنی بر نظام حقابه‌بری در باغات انگور شهرستان تاکستان

افشین یوسف گمرکچی



بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان

قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران.

Email: a.gomrokchi@areeo.ac.ir

چکیده

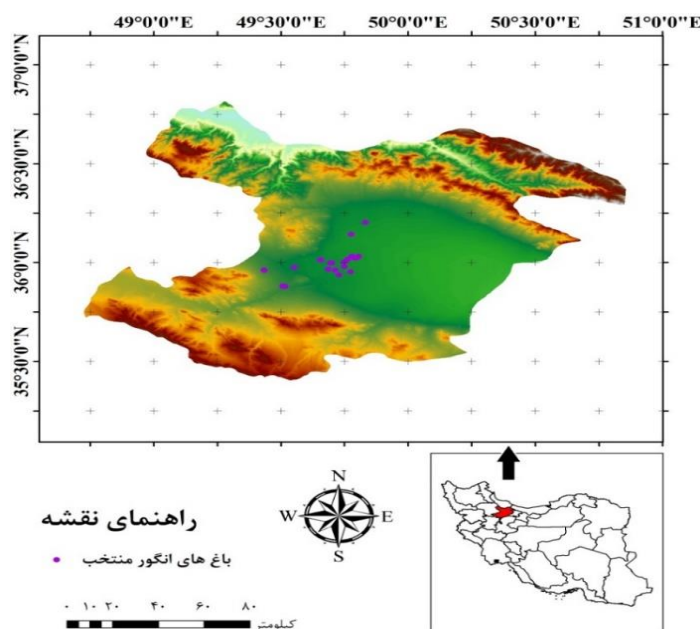
در چند سال اخیر مشکل کم آبی به صورت تهدیدی جدی برای تولید محصول انگور در کل ایران مطرح شده است. شهرستان تاکستان با سطح زیر کشت انگور حدود ۳۰۰۰۰ هکتار به‌عنوان یکی از قطب‌های تولید انگور در سطح کشور مطرح بوده است. هدف تحقیق حاضر بررسی نحوه مدیریت آبیاری و تغییرات مدار آبیاری در سطح باغات انگور شهرستان تاکستان بوده تا شناخت دقیق‌تری از وضعیت مدیریت آبیاری در سطح باغات انگور در منطقه انجام شده و راهکارهای ترویجی متناسب با وضعیت موجود، به بهره‌برداران ارائه گردد. نتایج تحقیق بر اساس پایش میدانی نشان داد با توجه به شوری آب آبیاری در محدوده مورد مطالعه مقدار آب اضافی جهت آب‌شویی خاک در این محدوده به‌طور متوسط حدود هفت درصد حجم آب آبیاری است. همچنین با توجه به ظرفیت نگهداشت آب در خاک، آبیاری در باغ‌های انگور با خاک رسی هر ۱۰ روز یک بار کفایت می‌کند و در خاک‌های شنی و بافت سبک این زمان باید کوتاه‌تر انتخاب شود. از سوی دیگر با توجه به شرایط خاص اقلیمی منطقه، تلفات تبخیر آب از سطح استخرهای ذخیره آب کشاورزی به صورت تقریبی حدود ۱۵ درصد از کل آب تأمین شده برای آبیاری برآورد شده است. لذا بکارگیری و پیاده‌سازی سامانه‌های آبیاری تجمیعی اثرات بسیار قابل توجهی در کاهش تلفات ناشی از تبخیر آب و کاهش تعداد استخرهای ذخیره آب کشاورزی در منطقه به همراه خواهد داشت.

واژگان کلیدی: دور آبیاری، تاکستان، عمق آب آبیاری.

بیان مسئله

یکی از چالش‌های عمده در افزایش کارایی مصرف آب کشاورزی در ایران، نظام حقابه‌بری و نحوه مدیریت آب آبیاری در سطح مزارع و باغات است. این امر در نظام سنتی کشاورزی در طی قرن‌های گذشته به‌خوبی پایه‌ریزی و الگوهای مدیریتی بسیار موفق‌تری از آن در سطح کشور اجرا شده بود (۱). فنون تقسیم آب با واحدها و معیارهای مختلف محلی با در نظر گرفتن تغییرات فصول، وجود الگوی مدیریت آب در شرایط بروز خشک‌سالی و یا سیلاب از ویژگی‌های بارز و قابل تحسین نظام حقابه‌بری آب در قدیم‌الایام بوده است. هرچند ساز و کار مدیریت نظام توزیع آب و آبیاری در مناطق مختلف متفاوت بوده

و در برخی مناطق محدود به چند بهره‌بردار و در مواردی ده‌ها هزار بهره‌بردار را نیز شامل می‌شده است. ارکان نظام حقابه‌بری آب در این ساختار بر اصل استفاده حداکثری از حداقل آب موجود، بوده است. به عبارتی همان اصل محصول بیشتر به ازای هر قطره آب (انقلاب آبی) در نظام‌های حقابه‌بری منابع آب کاملاً مورد توجه بوده است (۲). در حالی که با ورود فن‌آوری پمپاژ آب از منابع آب زیرزمینی نظام‌های حقابه‌بری و مدیریت آبیاری در بخش کشاورزی دچار تغییرات زیادی شد. به نحوی که باعث از بین رفتن بخش عمده‌ای از نظام‌های حقابه‌بری سنتی و جایگزینی تفکر رقابتی در بهره‌برداری منابع آبی (علی‌الخصوص منابع آب زیرزمینی) گردید. سطح زیر کشت انگور شهرستان تاکستان در حدود ۳۰۰۰۰ هکتار و میزان تولید محصول انگور شهرستان تاکستان در سال ۱۳۹۷ حدود ۳۷۷ هزار تن و متوسط عملکرد محصول انگور آبی تاکستان (نسبت به سطح بارور باغات انگور) ۱۵۱۴۳ کیلوگرم در هکتار بوده است. اطلاعات ثبت شده ۲۵۹۶۰ بهره‌بردار در استان قزوین نشان داد میانگین وسعت باغات انگور در استان قزوین حدود یک هکتار بوده و این در حالی است که بیش‌ترین وسعت باغ انگور بارور استان که در سامانه پهنه‌بندی نظام نوین ترویج ثبت شده، مساحتی در حدود ۴۰ هکتار داشته است (۳). متأسفانه در طی چند سال اخیر مشکل کم‌آبی نظیر سایر مناطق دیگر کشور در این شهرستان نیز به‌صورت تهدیدی جدی برای تولید این محصول با ارزش مطرح شده است. انگورکاران منطقه با کاهش تعداد دفعات آبیاری، با این مشکل مبارزه نموده‌اند که این کار کاهش کمی و کیفی محصول را به دنبال داشته است (۴). بکارگیری بهترین شیوه‌های مدیریت آبیاری به باغ‌داران انگور کمک می‌کند تا تولیدشان هم‌چنان باکیفیت، سودآور و پایدار باقی بماند (۵). در این تحقیق نحوه مدیریت آب آبیاری و نظام حقابه‌بری در ۲۳ باغ انگور شهرستان تاکستان (شکل ۱) در طول یک فصل زراعی (سال زراعی ۹۷-۹۸) پایش شده است. انتخاب باغات به نحوی انجام گرفت که روش‌های آبیاری مختلف (سطحی و تحت‌فشار) را پوشش دهند. در این راستا به‌منظور پایش وضعیت عمق آب آبیاری، دبی ورودی به باغات با استفاده از تجهیزات مرتبط اندازه‌گیری دبی، پایش شد (شکل ۲). هم‌چنین سایر عوامل تاثیرگذار بر نحوه مدیریت آبیاری به صورت میدانی ثبت گردید.



شکل ۱- نقشه موقعیت مکانی باغات منتخب انگور جهت انجام طرح



شکل ۲- اندازه‌گیری میدانی دبی ورودی به باغات با استفاده از دستگاه دبی سنج اولتراسونیک (یوسف گمرکچی، ۱۳۹۸)

معرفی دستاورد

ویژگی نظام مدیریت آبیاری در سطح باغات مورد مطالعه

در جدول ۱ نتایج پایش عوامل موثر بر مدیریت آبیاری در سطح باغات منتخب نشان داده شده است. بر این اساس عوامل موثر بر مدیریت آب آبیاری (دبی منبع آبی، دور آبیاری، شوری آب آبیاری، بافت خاک و ...) در سطح باغات مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول ۱- نتایج پایش مدیریت آبیاری در سطح باغات منتخب

شماره باغ	روش آبیاری	دبی منبع آبی در ورودی باغ (L/S)	شوری آب آبیاری (dS/m)	مساحت هکتار	بافت خاک	سن درختان	تاریخ اولین آبیاری	دور آبیاری (روز)	تاریخ آخرین آبیاری
۱	قطره‌ای	۱۹	۳/۱۰	۸	لوم رسی شنی	۶-۷	۹۸/۲/۱	هر ۸ روز ۱۰ ساعت (قطعات ۲ هکتاری)	۹۸/۷/۱
۲	قطره‌ای	۳۵	۱/۳۷	۲	لوم رسی	۴-۶	۹۸/۲/۱	هر ۱۰ روز ۱۲ ساعت کل باغ	۹۸/۷/۷
۳	قطره‌ای	۲۱	۱/۴۰	۱۰	لوم سیلتی	۷-۱۵	۹۸/۱/۲۰	هر ۵ روز ۱۰ ساعت کل باغ	۹۸/۷/۱۰
۴	قطره‌ای	۱۵	۱/۰۵	۳	لوم رسی سیلتی	۱۴	۹۸/۲/۱	هر ۷ روز ۶ ساعت کل باغ	۹۸/۶/۲۷
۵	قطره‌ای	۲۵	۱/۱۲	۲۵	لوم رسی	۶-۲۵	۹۸/۲/۳۰	هر ۴ روز ۱۲ ساعت ۵ هکتار	۹۸/۶/۳۰
۶	غرقابی	۱۱/۲	۱/۳۸	۱۰	رسی سیلتی	۱۰	۹۸/۱/۲۰	هر ۱۸ روز ۱۸ ساعت کل باغ	۹۸/۷/۱۵
۷	قطره‌ای	۲۰	۱/۱۷	۱۲	رسی سیلتی	۵	۹۸/۲/۲۰	هر هفته هر هکتار ۴ ساعت	۹۸/۶/۳۰
۸	قطره‌ای	۳۵	۱/۹۱	۵	لوم رسی سیلتی	۳-۸	۹۸/۲/۳۰	هر هفته ۵ ساعت هر قطعه ۱۰۵ ساعت	۹۸/۷/۳۰
۹	قطره‌ای	۴۰	۲/۳۵	۹	سیلتی لومی	۱-۳	۹۸/۲/۱	هر ۴ روز ۲ هکتار ۴ ساعت	۹۸/۷/۱
۱۰	قطره‌ای	۲۵	۰/۸۸	۲/۵	رسی سیلتی	۲۰	۹۸/۲/۱	هر ۳ روز یکبار ۶ ساعت	۹۸/۷/۳۰
۱۱	قطره‌ای	۲۰	۱/۱۷	۳	لوم رسی سیلتی	۷-۱۰	۹۸/۳/۱	هر ۶ روز ۱۲ ساعت کل باغ	۹۸/۷/۳۰
۱۲	قطره‌ای	۳۸	۱/۰۸	۵	رسی	۷-۸	۹۸/۲/۳۰	هر هفته یکبار (۳ قطعه هر قطعه ۶ ساعت)	۹۸/۷/۲۰
۱۳	قطره‌ای	۲۱	۱/۰۱	۴	رسی	۳	۹۸/۱/۲۰	هر ۴ روز ۷ ساعت کل باغ	۹۸/۷/۳۰
۱۴	قطره‌ای	۴۲	۴/۰۱	۱۰	لوم رسی	۴-۱۰	۹۸/۱/۲۰	هر ۱۰ روز یکبار ۸ تا ۱۲ ساعت کل باغ	۹۸/۷/۱۰
۱۵	غرقابی	۱۶/۴	۲/۳۰	۴	رسی	۳۰	۹۸/۲/۱۰	هر ۶ روز ۲۴ ساعت کل باغ	۹۸/۷/۷

۹۸/۷/۱	هر ۸ روز ۱۳ ساعت کل باغ	۹۸/۳/۱	۵	لوم شنی	۸	۲/۹۱	۵۰	قطره‌ای	۱۶
۹۸/۶/۲۷	هر ۲۰ روز ۸ ساعت کل باغ	۹۸/۱/۲۰	۶	لوم رسی سیلتی	۲	۰/۷۲	۵۵	غرقابی	۱۷
۹۸/۶/۳۰	هر ۵ روز یکبار ۵ ساعت کل باغ	۹۸/۲/۲۰	۵	لوم	۲/۲	۵/۲۶	۱۷	قطره‌ای	۱۸
۹۸/۷/۱	هر ۱۲ روز ۶ ساعت کل باغ	۹۸/۱/۱۵	۲۰	رسی	۱	۱/۶۸	۲۰	غرقابی	۱۹
۹۸/۶/۳۰	هر ۵ روز یکبار ۵ ساعت	۹۸/۲/۲۰	۱۸	لوم	۱/۲	۵/۳۶	۱۷	غرقابی	۲۰
۹۸/۷/۱	هر ۸ روز ۵ ساعت کل باغ	۹۸/۳/۱۵	۲۰	لوم رسی سیلتی	۱	۳/۸۰	۲۱	غرقابی	۲۱
۹۸/۷/۷	هر ۱۸ روز ۳۰۵ ساعت کل باغ	۹۸/۳/۱	۳۲	لوم رسی سیلتی	۱/۵	۳/۶۲	۴۰	غرقابی	۲۲
۹۸/۶/۳۰	هر ۱۵ روز ۳ ساعت، ۰۰۵ هکتار	۹۸/۲/۱۵	۳۰	لوم رسی	۱	۳/۱۰	۳۰	غرقابی	۲۳

۱- **عمق آب آبیاری:** اطلاعات پایش شده در سطح باغات منتخب نشان‌دهنده آن است که میانگین کل عمق آب آبیاری در طول فصل رشد انگور در منطقه تاکستان ۵۵۹ میلی‌متر بوده که حداکثر آن ۱۰۵۸ میلی‌متر بوده است لیکن با توجه به آن‌که عمق نفوذ ریشه انگور در خاک‌های رسی و سنگین حداکثر تا عمق ۹۰ سانتی‌متر و در خاک‌های متوسط رسی شنی تا عمق ۳/۵ متر و در خاک‌های بسیار سبک و تقریباً شنی تا عمق ۶ متر و بیش‌تر می‌باشد، لذا با توجه به بافت خاک در اغلب باغات مورد مطالعه آبیاری باغات به صورت کامل انجام نشده و تنش آبی به گیاه وارد شده است. با توجه به آن‌که عمق آب آبیاری یکی از مهم‌ترین عوامل در مدیریت آب کشاورزی در باغات محسوب می‌گردد. در این راستا بر اساس اندازه‌گیری میدانی انجام شده و با توجه به بافت خاک منطقه که عمدتاً ریز دانه (رسی، لوم رسی، لوم رسی سیلتی و ...) است عمق آب آبیاری حدود یک متر جهت آبیاری باغات انگور (در طول دوره رشد سالیانه) توصیه می‌شود.

۲- **زمان شروع اولین آبیاری:** بررسی میدانی نظام حقابه‌بری و نحوه مدیریت آبیاری در سطح باغات بیان‌گر آن است که زمان شروع اولین آبیاری صرفاً به منظور بهره‌برداری از حقابه چاه مشاعی، آبیاری باغات انجام گرفته است در حالی‌که در صورت وجود یک نظام حقابه‌بری مدون جهت استفاده از سیلاب بهار، امکان ذخیره آب کافی در یک نوبت آب‌گیری سیلاب وجود داشته است. لذا در باغاتی که امکان هدایت سیلاب بهار وجود داشته باشد بسته به بافت خاک می‌توان به‌طور میانگین حداقل سه تا چهار نوبت آبیاری را به تأخیر انداخت و از ذخیره رطوبتی خاک در طی این دوره، با کم‌ترین میزان تنش استفاده نمود. شکل ۳ به طور نمونه نمایی از میزان آب‌گیری یک باغ انگور در سیلاب بهار را نشان داده است.



شکل ۳- نمایی از میزان آب‌گیری باغات از سیلاب رودخانه خر رود پس از فروکش سیلاب (یوسف گمرکچی، ۱۳۹۸)

۳- دور آبیاری: با توجه به ظرفیت نگهداشت آب در خاک، آبیاری در باغ‌های انگور با خاک رسی هر ۱۰ روز یک بار کفایت می‌کند و در خاک‌های شنی و بافت سبک این زمان باید کوتاه‌تر شود، زیرا تبخیر زیاد و کمبود ظرفیت نگهداری آب از ویژگی‌های این خاک‌ها است (۶). این در حالی است که بر اساس اطلاعات پایش شده از باغات منتخب، دور آبیاری اعمال شده در سطح باغات کم‌ترین تناسبی با وضعیت بافت خاک داشته و این امر حتی در باغاتی که به سامانه آبیاری تحت فشار تجهیز شده و امکان ذخیره آب آبیاری وجود دارد، نیز مشهود است.

۴- مراحل حساس اعمال آبیاری در باغات: در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، با توجه به قابلیت ذخیره آب در استخرهای ذخیره آب کشاورزی امکان بهبود کارایی مصرف آب و انعطاف دور آبیاری متناسب با مراحل حساس رشد انگور وجود دارد. با توجه به آن‌که چهار مرحله فنولوژیکی رشد شامل زمان ظهور گل آذین، میوه بستن، رشد حبه‌ها (حدود ۲۵ روز پس از میوه بستن) و مرحله رنگ‌گیری میوه از نظر زمان آبیاری تأثیرگذار است (۶). بهره‌برداران معمولاً در دو مرحله میوه بستن و رشد حبه‌ها مدیریت مناسبی بر دور آبیاری نداشته و به همین دلیل در اغلب موارد عملکرد مناسبی از اجرای سامانه آبیاری قطره‌ای در باغات انگور حاصل نشده و عمدتاً اجرای سامانه در جهت کاهش هزینه‌های کارگری موثر بوده است.

۵- نحوه ذخیره آب آبیاری: همان‌گونه که اشاره شد با ورود فن‌آوری پمپاژ آب از منابع آب زیرزمینی، نظام‌های حقابه‌بری و مدیریت آبیاری در بخش کشاورزی دچار تغییرات زیادی شد. به نحوی که باعث از بین رفتن بخش عمده‌ای از نظام‌های حقابه‌بری سنتی و جایگزینی تفکر رقابتی در بهره‌برداری منابع آبی (علی‌الخصوص منابع آب زیرزمینی) گردید. در شکل‌های چهار تا هشت تعداد استخرهای ذخیره آب کشاورزی در یک بازه زمانی هشت ساله به صورت نمونه در محدوده مورد مطالعه نشان داده شده است. در جدول ۲ نیز به تعداد و مساحت استخرهای ذخیره آب کشاورزی در بازه زمانی مذکور اشاره شده به نحوی که مساحت استخرهای ذخیره آب کشاورزی در طی هشت سال حدود ۱۲ برابر شده است.

جدول ۲- تعداد و مساحت استخرهای ذخیره آب کشاورزی در بازه زمانی ۸ ساله (شهرستان تاکستان- روستای اک)

تاریخ بررسی	تعداد استخر احداث شده	مساحت استخرهای ذخیره آب کشاورزی (متر مربع)
۱۳۹۰/۷/۹	۶	۳۴۹۹
۱۳۹۲/۲/۱۶	۲۷	۲۲۰۱۳
۱۳۹۳/۲/۱۴	۳۵	۲۹۹۸۴
۱۳۹۵/۴/۱۰	۴۸	۴۱۲۱۱
۱۳۹۸/۴/۲۴	۵۰	۴۲۹۶۶

بر اساس مطالعات انجام شده، در شرایط آب و هوایی که پتانسیل تبخیر ۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌متر در سال بوده (مشابه شرایط اقلیمی منطقه تاکستان)، تلفات تبخیر آب از سطح استخرهای ذخیره آب کشاورزی حدود ۱۵ درصد کل آب تأمین شده برای آبیاری اراضی برآورد شده است (۷). به عبارتی با احداث این‌گونه استخرهای ذخیره آب که عمدتاً در هر باغ احداث شده حدود ۱۵ درصد از منابع آبی محدود منطقه هرساله تبخیر شده است. لذا با تأکید به این نکته که هرگونه ذخیره‌سازی ناشی از کاهش تبخیر از مخازن آب کشاورزی، به طور قابل توجهی باعث بهبود کلی بازده مصرف آب کشاورزی در منطقه خواهد شد، بکارگیری سامانه‌های آبیاری تجمیعی (سامانه‌های آبیاری تجمیعی طرح‌هایی است که بهره‌برداری از منابع آب و خاک در آن‌ها بر اساس تجمیع اراضی یا برداشت مشترک از منابع آب توسط بهره‌برداران صورت می‌گیرد)، اثرات

بسیار قابل توجهی در کاهش تلفات ناشی از تبخیر آب و کاهش تعداد استخرهای ذخیره آب کشاورزی به همراه خواهد داشت (۸).



شکل ۴- نمایی از تعداد استخرهای ذخیره آب کشاورزی در روستای اک- تاجیکستان (تاریخ ۱۳۹۰/۷/۹)
شکل ۵- نمایی از تعداد استخرهای ذخیره آب کشاورزی در روستای اک- تاجیکستان (تاریخ ۱۳۹۲/۲/۱۶)



شکل ۶- نمایی از تعداد استخرهای ذخیره آب کشاورزی در روستای اک- تاجیکستان (تاریخ ۱۳۹۳/۲/۱۴)
شکل ۷- نمایی از تعداد استخرهای ذخیره آب کشاورزی در روستای اک- تاجیکستان (تاریخ ۱۳۹۵/۴/۱۰)



شکل ۸- نمایی از تعداد استخرهای ذخیره آب کشاورزی در روستای اک- تاجیکستان (تاریخ ۱۳۹۸/۴/۲۴)

۶- میزان آب مورد نیاز جهت آب‌شویی خاک: با توجه به کیفیت آب آبیاری در باغات مورد بررسی، آب مورد نیاز برای آب‌شویی باغات انگور (بر اساس دستور العمل نشریه فائو ۲۹) برآورد شده است. نتایج برآورد نیاز آب‌شویی در باغات منتخب نشان‌دهنده آن است که همه باغات به دلیل کیفیت آب آبیاری، نیاز به آب‌شویی داشته و میزان آب‌شویی در باغات مورد مطالعه به طور میانگین هفت درصد بوده است.

توصیه ترویجی

نکته حائز اهمیت آن است که امروزه در مباحث کارشناسی و فنی صرفاً استفاده از قابلیت‌های سامانه‌های آبیاری تحت فشار به عنوان یک راه‌کار اصلی در مدیریت آبیاری و افزایش کارایی مصرف آب در بخش کشاورزی مطرح شده و نقش اقدامات مدیریتی هم‌چون اصلاح عمق آب آبیاری، تنظیم دور آبیاری و اصلاح نظام حلقه‌بری در منابع آبی مشترک کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. حسب نتایج حاصل از پایش میدانی و ثبت اطلاعات عوامل تاثیرگذار بر مدیریت آبیاری باغات انگور در محدوده شهرستان تاکستان، توصیه‌های ترویجی ذیل ارائه شده است.

۱- با توجه به بافت خاک منطقه آبیاری در باغ‌های با بافت خاک رسی هر ۱۰ روز یک بار، برای بافت‌های متوسط دور آبیاری پنج روز و در خاک‌های شنی و بافت سبک، این زمان بایستی کوتاه‌تر انتخاب شود.

۲- با توجه به شوری آب آبیاری، باید به منظور آب‌شویی خاک و عدم تجمع نمک در خاک مقداری آب اضافی جهت آب‌شویی خاک در برنامه‌ریزی آبیاری باغات انگور لحاظ گردد. با توجه به کیفیت منابع آب در محدوده شهرستان تاکستان مقدار آب اضافی جهت آب‌شویی خاک، برای آب‌های با شوری ۴ تا ۵/۵ دسی‌زیمنس بر متر، هفت درصد کل نیاز آبیاری و برای آب‌های با شوری ۲/۵ تا ۳/۹ دسی‌زیمنس بر متر، ۳/۵ درصد کل نیاز آبیاری و برای آب‌های با شوری ۱/۷ تا ۲/۴ دسی‌زیمنس بر متر، ۲ درصد کل نیاز آبیاری در نظر گرفته شود و در آب‌های با شوری کم‌تر از ۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر، محدودیت تجمع نمک در خاک قابل توجه نیست.

۳- در آب‌های آبیاری با شوری بیش از چهار دسی‌زیمنس بر متر، سامانه آبیاری کم‌فشار یا سامانه آبیاری تحت فشار با قطره چکان از نوع بابلر توصیه می‌گردد. در این محدوده شوری بالا، استفاده از قطره چکان‌های رایج، منجر به مسدود شدن قطره چکان خواهد شد.

۴- در سامانه‌های آبیاری تحت فشار دور آبیاری عمدتاً به صورت ثابت اعمال شده و باغداران تا قبل از برداشت محصول دور آبیاری در باغات را تغییر نداده‌اند در حالی که در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، با توجه به قابلیت ذخیره آب در استخرهای ذخیره آب کشاورزی امکان بهبود کارایی مصرف آب و تطبیق دور آبیاری متناسب با مراحل حساس رشد انگور به‌ویژه در مرحله میوه بستن و رشد حبه‌ها، وجود دارد. لیکن بهره‌برداران معمولاً در دو مرحله میوه بستن و رشد حبه‌ها مدیریت مناسبی بر دور آبیاری نداشته و به همین دلیل در اغلب موارد عملکرد مناسبی از اجرای سامانه آبیاری قطره‌ای در باغات انگور حاصل نشده و عمدتاً اجرای سامانه در جهت کاهش هزینه‌های کارگری موثر بوده است. لذا برنامه‌ریزی جهت برگزاری کارگاه‌های آموزشی به منظور آگاه‌سازی بهره‌برداران با اصول اندازه‌گیری عمق آب آبیاری، تنظیم دور آبیاری، اصول آب‌شویی خاک و ... در کنار توصیه به اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار تجمیعی، امری ضروری است.

۵- در روش آبیاری غرقابی با توجه به نحوه آبیاری، امکان مدیریت و ذخیره سیلاب بهاره در اغلب باغات انگور وجود دارد. لذا در صورت ترمیم و سردهنه سازی رودخانه‌ها، قبل از شروع بارندگی بهاره امکان مدیریت هرچه بیشتر سیلاب در باغات انگور منطقه تاکستان وجود دارد.

۶- با توجه به میزان تبخیر بالای آب از سطح استخرهای ذخیره آب کشاورزی، می‌بایست اجرای طرح‌های آبیاری تحت فشار انفرادی تا حد امکان محدود شده و سامانه‌های آبیاری تجمیعی با حمایت بیش‌تری انجام گردد. این نوع سامانه‌ها با توجه به قابلیت‌های بهره‌برداری خود می‌توانند تاثیر چشم‌گیری در کاهش هزینه‌های اجرائی، کاهش تلفات تبخیر آب و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری، داشته باشند.

فهرست منابع

- ۱- فداکار داورانی، م.م. و زند رضوی، س. (۱۳۸۳). کاربرد یک الگوی نظری برای تبیین دلایل پایداری نظام‌های آبیاری مبتنی بر زمان‌سنج آبی (مطالعه موردی روستای داوران در شهرستان رفسنجان). مجله جامعه‌شناسی ایران. ۵. (۴): ۹۵-۱۱۰.
- ۲- حیدری، ن. (۱۳۸۸). برنامه راهبردی بهبود بهره‌وری آب کشاورزی. گزارش نهایی پژوهشی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
- ۳- آمار نامه داخلی سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین. (۱۳۹۸). مدیریت هماهنگی ترویج سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین.
- ۴- نیکان فر، ر. و رضائی، ر. (۱۳۹۴). واکنش درخت‌های مسن انگور به تغییر روش آبیاری سطحی به قطره‌ای یا بابلر. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۱۶. (۲): ۱۶۱-۱۷۰.
- ۵- کریمی، م. (۱۳۹۶). برنامه‌ریزی آبیاری در باغات انگور. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی.
- ۶- یوسف گمرکچی، ا. و حقایقی‌مقدم، س. ا. (۱۳۹۹). نگرشی بر قابلیت‌های سیستم تله‌متری و SCADA در سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار. تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی. ۲۱. (۸۱): ۱۳۹-۱۵۶.
- 7- Sheren, A., Abed EL-Hamied, Z., Deen, E., and Hagarey, E. (2017). Management of Irrigation Systems to Improve Productivity and Quality of Grapevine under Desert Conditions. Journal of Agriculture and Veterinary Science, 10(10), 77-90.
- 8- Bengoechea, J.M., Perez, J., Perez-Parra, J. and Lopez, J. G. (1991). Evaluacion de las perdidas de agua de Riego en el Campo de Dalías, Almería. In: Symposium sobre el agua en Andalucía. Cordoba, Spain.

تأثیر روش‌های آبیاری در نوسانات جمعیت قارچ‌های مولد پوسیدگی طوقه و ریشه گندم در منطقه ارزوئیه استان کرمان

غلامرضا برادران^۱، مریم روزبه^{۲*}



۱- مربی پژوهشی بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

کرمان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

۲- محقق بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان،

سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

Email: Maryam.rouzbeh@gmail.com

چکیده

مزارع گندم در منطقه ارزوئیه در سال‌های گذشته عمدتاً به صورت غرقابی با دور آبیاری ۱۲ روز آبیاری می‌شدند، اما در سال‌های اخیر در این منطقه آبیاری به صورت نواری و با دور ۶ روز انجام می‌شود. بیماری پوسیدگی طوقه و ریشه گندم یکی از عوامل کاهش تولید گندم در این مناطق است که جمعیت قارچ‌های عامل این بیماری تحت تأثیر رطوبت نوسان می‌یابند. در فصل زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ عوامل قارچی مرتبط با پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در منطقه ارزوئیه از مزارعی که به صورت نواری آبیاری می‌شدند جداسازی و شناسایی گردید. جمعیت قارچ‌های عامل پوسیدگی طوقه و ریشه گندم در سال‌های گذشته که آبیاری به صورت غرقابی انجام می‌شد، نیز مورد بررسی قرار گرفته بود. با توجه به اطلاعات موجود جمعیت قارچ‌هایی که در شرایط خشکی (آبیاری غرقابی) نقش بیش‌تری در ایجاد بیماری پوسیدگی طوقه و ریشه در گندم دارند کاهش یافته و در شرایط مرطوب (آبیاری نواری) جمعیت قارچ‌های دیگری افزایش یافته است. با توجه به تأثیر رطوبت و تنش آبی بر جمعیت قارچ‌های بیمارگر مختلف، در اتخاذ روش مدیریت تلفیقی باید به نحوه و دور آبیاری توجه نمود.

واژگان کلیدی: پوسیدگی طوقه، پوسیدگی ریشه، سیستم آبیاری، گندم، استان کرمان

بیان مسئله

گندم نان با نام علمی *Triticum aestivum* از مهم‌ترین محصولات زراعی در جهان به‌ویژه در ایران می‌باشد. پوسیدگی ریشه و طوقه گندم از مهم‌ترین بیماری‌ها در مناطق کاشت گندم در سراسر جهان است که منجر به از بین رفتن و کاهش محصول می‌گردد (۷).

پوسیدگی ریشه و طوقه گندم به گروهی از بیماری‌ها اطلاق می‌شود که با علائمی نظیر سوختگی، کوتولگی و مرگ گیاهچه، کوتولگی گیاهان بالغ، بافت‌مردگی روی قسمت‌های مختلف گیاه همراه است (۸). این بیماری توسط چندین گونه قارچی در

مزارع گندم ایجاد می‌شود (۵). چندین گونه از قارچ فوزاریوم مهم‌ترین عامل پوسیدگی طوقه و ریشه به‌خصوص در مناطق معتدل و نیمه‌گرمسیری هستند (۴). پوسیدگی طوقه فوزاریومی از تمام مناطق گندم‌کاری در استرالیا، آمریکای شمالی، آفریقا و چین گزارش شده است (۱). همچنین این بیماری از استان‌های مختلف کشور به عنوان یکی از بیماری‌های گندم گزارش گردیده است (۶، ۱۰، ۴ و ۷).

تنش آبی و میزان رطوبت در تغییرات جمعیت قارچ‌های بیمارگر و نقش هریک از آن‌ها در ایجاد بیماری اهمیت دارد. با توجه به منابع موجود، گونه‌های فوزاریوم در مناطق خشک و با تنش آبی گسترش بیشتری دارد (۳) و گونه‌های *Bipolaris* و *Drechslera* از بیماری‌های شایع گندم در مناطق گرم و مرطوب می‌باشند (۹). در سالهای گذشته جمعیت قارچ‌های عامل پوسیدگی طوقه و ریشه گندم که آبیاری آن‌ها به صورت غرقابی انجام می‌شد، مورد بررسی قرار گرفته بود. با توجه به نمونه‌برداری انجام شده در بررسی‌های قبلی و با همان روش در سالهای زراعی ۹۷-۹۶ از مزارع گندم در شهرستان ارزویی استان کرمان نمونه‌برداری انجام گردید. گیاهان در مرحله بلوغ، با علائم مشکوک نظیر بافت‌مردگی در ریشه و طوقه (شکل ۱)، عدم توسعه ریشه، ضعف و کمی رشد بوته‌ها (شکل ۲) در کیسه‌های پلاستیکی گذاشته شده و به آزمایشگاه منتقل شده و قارچ‌های عامل بیماری جداسازی شناسایی و اثبات بیماری‌زایی گردید.



شکل ۱- بافت‌مردگی در ریشه و طوقه



شکل ۲- ضعف و کمی رشد بوته‌ها و عدم توسعه ریشه
(سمت راست گیاهان سالم، سمت چپ گیاهان آلوده)

معرفی دستاورد

نتایج مطالعه مزارع گندم در استان کرمان نشان داد که پوسیدگی ریشه و طوقه یک بیماری عمده در این مزارع می‌باشد. بوته‌میری، کاهش تعداد پنجه‌ها، اندازه سنبله و کاهش محصول در نتیجه این بیماری توسط مجموعه‌ای از قارچ‌ها ایجاد می‌شود. از میان این قارچ‌ها، گونه‌های فوزاریوم از سایر قارچ‌ها فراوان‌ترند.

با گذشت زمان روش آبیاری مزارع مورد مطالعه از غرقابی (سستی) به روش نواری تغییر یافته است. دور آبیاری در روش آبیاری غرقابی (سستی) ۱۰ تا ۱۵ روز و در آبیاری نواری دور آبیاری ۴ تا ۶ روز می‌باشد. کاهش دور آبیاری با تغییر روش، موجب مرطوب ماندن خاک در دوره طولانی‌تر گردیده و از ایجاد تنش خشکی جلوگیری می‌نماید. جمعیت قارچ‌های بیمارگر که در پوسیدگی طوقه و ریشه گندم نقش داشتند در روش‌های مختلف آبیاری متفاوت بود. تغییر روش آبیاری از غرقابی به نواری در سال‌های اخیر موجب تغییر در فراوانی جمعیت قارچ‌های عامل پوسیدگی طوقه و ریشه گندم گردیده است. بنابراین هرگونه ایجاد تغییر در روش‌های کاشت، داشت و برداشت در جمعیت بیمارگرهای موجود در مزارع تأثیر داشته و با شناخت هر یک از این عوامل و اتخاذ روش مناسب، مدیریت بیماری با موفقیت همراه خواهد بود. به دلیل اثر رطوبت و تنش آبی بر جمعیت قارچ‌های بیمارگر مختلف، در اتخاذ روش مدیریت تلفیقی باید به نحوه و دور آبیاری نیز توجه نمود.

توصیه‌های ترویجی

به‌طور کلی برای مدیریت این بیمارگرها می‌توان موارد زیر را توصیه نمود:

- ۱- شخم عمیق به منظور پوساندن بقایای گیاهی
- ۲- تناوب ۲ تا ۳ ساله و کاشت گیاهان غیر میزبان مانند کلزا و سیب زمینی
- ۳- استفاده از بذور گواهی شده
- ۴- ضدعفونی بذر با سموم توصیه شده
- ۵- استفاده از ارقام مقاوم

فهرست منابع

1. Beccari, G., Prodi, A., Pisi, A., Nipoti, P., Onofri, A., Nicholson, P., & Covarelli, L. (2018). Development of three fusarium crown rot causal agents and systemic translocation of deoxynivalenol following stem base infection of soft wheat. *Plant pathology*, 67(5), 1055-1065.
2. Eslahi, M. R. (2012). Fungi associated with root and crown rot of wheat in Khuzestan province, Iran. *Journal of Crop Protection*, 1(2), 107-113.
3. Fernandez, M. R., & Chen, Y. (2005). Pathogenicity of Fusarium species on different plant parts of spring wheat under controlled conditions. *Plant Disease*, 89(2), 164-169.
4. Hajieghrari, B. (2009). Wheat crown and root rotting fungi in Moghan area, Northwest of Iran. *African Journal of Biotechnology*, 8(22).
- 6- Hashemi, M., Dehghan, S., Baradaran, G. (2011). Isolation and identification of *Bipolaris* and

Drechslera species, associated with root and crown rot of wheat in Kerman province. *Asian Mycological Congress 2011 and 12th the International Marine and Fresh water Mycology Symposium*. Incheon, Korea. P. 252.

5. Kazemi, H. (2001). Fusarium species with wheat crown and root in Tehran province. *Proceeding of the 15th Iranian Plant Protection*. PP: 35.
6. Mohammadipour, M., & Ilkhechi, A. D. (2004). Etiology and distribution of fungal diseases of wheat root and foot rot in east Azerbaijan. In *Joint Agriculture and Natural Resources Symposium, Tabriz, Ganja, Iran*. p (pp. 1-3).
7. Sallans, B. J. (1965). Root rots of cereals. III. *The Botanical Review*, 31(4), 505-536.
8. Soleimani, M. J., Shamsbakhsh, M., Taghavi, M., & Kazemi, S. (2005). Biological control of stem and root-rot of wheat caused by *Biopolaris* spp by using antagonistic bacteria, Fluorescent *Pseudomonas* and *Bacillus* spp. *J. Biologic. Sci*, 5(3), 347-353.
9. Zare, R., & Ershad, D. (1997). Fusarium species isolated from cereals in Gorgan area. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 33(1/2).

مدیریت میزان کلسیم به منیزیم در آب آبیاری مورد استفاده در باغات عناب

بصیر عطاردی



استادیار پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان

جنوبی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بیرجند، ایران

Email: basir.atarodi@gmail.com

چکیده

بر اساس آمار منتشر شده توسط شرکت مدیریت منابع آب ایران، میانگین نسبت یونی $\frac{Ca}{Mg}$ در آب‌های مورد استفاده در بخش کشاورزی استان خراسان جنوبی ۰/۶۹ بوده و ۷۲ درصد نمونه‌های آب این استان نیز دارای نسبت $\frac{Ca}{Mg}$ کم‌تر از یک می‌باشند. مصرف آب‌هایی با این ویژگی، در درازمدت سبب گردیده علی‌رغم این که مقدار مطلق کلسیم در محلول خاک در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک کافی و حتی بالاتر از حد مورد نیاز باشد لکن ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی ناشی از کمبود کلسیم در گیاهان کشت شده در این خاک‌ها، از جمله در باغات عناب مشاهده شود. در این راستا، هدف از مقاله حاضر، ارائه راهکارهای عملی برای متعادل کردن میزان کلسیم، به‌منظور جلوگیری از بروز ناهنجاری‌های تغذیه‌ای مربوط به این عنصر در گیاه می‌باشد. با توجه به فراوانی گچ در منطقه خراسان جنوبی، مصرف این کانی به عنوان انتخاب اول برای تعدیل نسبت یونی $\frac{Ca}{Mg}$ توصیه می‌شود. علاوه بر گچ، گوگرد نیز می‌تواند در این خصوص نقش موثری ایفا نماید. میزان دقیق مصرف گچ و گوگرد در هر منطقه باید با اندازه‌گیری برخی خصوصیات خاک از جمله وزن مخصوص ظاهری خاک و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک مشخص گردد. با این وجود، به دلیل هزینه‌بر بودن انجام این آزمایشات و یا عدم دسترسی به آزمایشگاه، در یک توصیه عمومی در استان خراسان جنوبی مصرف ۱۵ کیلوگرم گچ برای هر درخت عناب (بالغ ۱۵ ساله) یا دو کیلوگرم کود گوگردی به همراه ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم کود دامی پوسیده به صورت چالکود در زمستان، توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: عناب، کود گوگردی، کیفیت آب، گچ

بیان مسئله

وضعیت کمی و کیفی منابع آب در ایران و به‌ویژه در استان‌هایی نظیر خراسان جنوبی با مشکلات جدی روبرو می‌باشد. به‌عنوان مثال، در حال حاضر میانگین شوری منابع آبی این استان (شامل چاه‌های عمیق و نیمه عمیق) حدود ۵ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد (۱). از این‌رو، شوری و غلظت بالای برخی عناصر به یک چالش جدی در باغات این استان از جمله باغات عناب تبدیل شده است. علاوه بر شوری، نسبت کلسیم به منیزیم نیز به عنوان یک شاخص مهم در بررسی و ارزیابی کیفی

آب‌های آبیاری مورد توجه قرار می‌گیرد. بررسی نتایج شیمیائی منابع آبی برخی استان‌ها نشان می‌دهد علاوه بر شوری، که نتیجه افزایش غلظت یونی می‌باشد عدم تعادل یونی یا به عبارتی میزان نامناسب نسبت‌های یونی از جمله مشکلات اساسی آب‌های کشاورزی این استان‌ها می‌باشد. بر اساس پژوهش‌های انجام شده، نسبت $\frac{Ca}{Mg}$ بیش‌تر از یک مناسب دانسته شده و مقادیر کم‌تر از یک، برای آبیاری نامناسب بوده، چرا که زیادی منیزیم باعث ایجاد برخی مشکلات فیزیکی از جمله کاهش نفوذپذیری خاک و بروز ناهنجاری‌های تغذیه‌ای از جمله کمبود کلسیم در گیاه می‌گردد (۴ و ۵). جلالی (۲۰۰۷) گزارش کرد که ۳۵ درصد از آب‌های مورد آزمایش در استان همدان دارای نسبت $\frac{Ca}{Mg}$ کمتر از یک می‌باشند (۱۱). در تحقیق مشابهی، دهقانی و همکاران (۱۳۹۱) با آنالیز ۶۲۰۰ نمونه آب آبیاری در استان یزد گزارش کردند که حدود ۵۵ درصد از آب‌های مورد مطالعه، دارای نسبت $\frac{Ca}{Mg}$ کم‌تر از یک می‌باشند (۵). هم‌چنین، گزارش مقیمی (۱۳۹۵) نشان داد که نسبت $\frac{Ca}{Mg}$ در ۴۲ نمونه آب مورد استفاده در بخش کشاورزی استان قزوین کم‌تر از یک می‌باشد (۹) در حالی که اسدزاده و همکاران (۱۳۹۸) میانگین نسبت $\frac{Ca}{Mg}$ در ۶۳ حلقه چاه دشت اردبیل را ۱/۳۶ گزارش کردند (۲).

بر اساس آمار منتشر شده توسط شرکت مدیریت منابع آب ایران، میانگین نسبت یونی $\frac{Ca}{Mg}$ در آب‌های مورد استفاده در بخش کشاورزی استان خراسان جنوبی ۰/۶۹ بوده و ۷۲ درصد نمونه‌های آب‌های مورد مطالعه در این استان نیز دارای نسبت $\frac{Ca}{Mg}$ کم‌تر از یک می‌باشند (۱). منیزیم محل‌های جذب کلسیم بر روی سطح ریشه را اشغال می‌نماید و مانع از جذب کلسیم توسط ریشه می‌گردد. از این‌رو، کاربرد آب‌های با نسبت یونی $\frac{Ca}{Mg}$ کم‌تر از یک، در درازمدت سبب شده علی‌رغم این که مقدار مطلق کلسیم در محلول خاک در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک کافی و حتی بالاتر از حد مورد نیاز باشد لکن ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی ناشی از کمبود کلسیم در گیاهان کشت شده در این خاک‌ها، از جمله در باغات عناب مشاهده گردد (۷ و ۱۰). لازم به ذکر است در چنین شرایطی، مصرف زیاد کودهای نیتروژنی از نوع آمونیاکی، هرس شدید درختان، و آبیاری نامنظم (تنش خشکی یا آبیاری زیاد) به‌ویژه در زمان شکل‌گیری میوه، کمبود کلسیم و میزان چروکیدگی میوه عناب را تشدید نموده است (۷ و ۱۰). از طرفی، برخی آزمایش‌ها نشان داده محلول‌پاشی ترکیبات کلسیمی در باغات عناب استان خراسان جنوبی توانسته برخی خصوصیات کیفی میوه عناب را بهبود بخشیده، به طوری که انبارمانی میوه افزایش و میزان چروکیدگی آن کاهش یافته است (۷). چنین نتایجی حاکی از کمبود کلسیم در باغات عناب بوده، لزوم توجه به نسبت یونی $\frac{Ca}{Mg}$ در آب‌های کشاورزی استان و مدیریت مصرف آن‌ها را آشکار می‌نماید.

در این راستا، هدف از مقاله حاضر، جلب توجه کارشناسان، کشاورزان و بهره‌برداران بخش کشاورزی، به نسبت یونی کلسیم به منیزیم در آب آبیاری مورد استفاده در باغات عناب و ارائه راه‌کارهای عملی برای متعادل کردن میزان کلسیم، به‌منظور جلوگیری از بروز ناهنجاری‌های تغذیه‌ای مربوط به این عنصر در عناب می‌باشد.

معرفی دستاورد

(توصیه‌های تغذیه‌ای برای کاهش اثرات نسبت یونی نامتعادل کلسیم به منیزیم در آب آبیاری)

علی‌رغم این‌که خاک‌های استان خراسان جنوبی به‌دلیل آهکی بودن، دارای مقدار مطلق کلسیم کافی یا حتی بیش از نیاز برای رشد گیاه می‌باشند ولی زیادی منیزیم باعث شده که این عنصر، مکان‌های جذب کلسیم در سطح ریشه را اشغال کرده، میزان جذب کلسیم توسط ریشه کاهش یابد. علاوه بر این، زیادی منیزیم در خاک اثراتی مشابه یون سدیم داشته و باعث تخریب ساختمان خاک، کاهش نفوذپذیری خاک و افزایش میزان سله می‌گردد (۶). از این‌رو، برای کاهش اثرات نسبت یونی نامتعادل $\frac{Ca}{Mg}$ در آب آبیاری، بایستی کلسیم به محلول خاک اضافه شود.

ورود کلسیم به محلول خاک با استفاده از اضافه نمودن کانی‌های حاوی کلسیم به خاک امکان‌پذیر است. یکی از کانی‌های مهم حاوی کلسیم، که در مناطق خشک و نیمه خشک از جمله خراسان جنوبی به وفور وجود دارد گچ می‌باشد. با توجه به فراوانی گچ در این مناطق، این کانی به عنوان انتخاب اول برای تعدیل نسبت یونی $\frac{Ca}{Mg}$ توصیه می‌شود. علاوه بر گچ، که مصرف آن می‌تواند باعث کاهش اثرات منفی آب آبیاری حاوی منیزیم و بهبود رشد گیاه گردد، گوگرد نیز می‌تواند نقش موثری ایفا نماید. استفاده از ترکیبات حاوی کلسیم به صورت محلول‌پاشی نیز، راه‌کار موثری برای جبران کمبود کلسیم در گیاهان می‌باشد.

الف) گچ: شاید این سوال مطرح باشد که گچ مورد استفاده در کشاورزی چه تفاوتی با گچ ساختمانی دارد. می‌توان گفت منشأ هر دو گچ، سنگ گچ موجود در طبیعت می‌باشد با این تفاوت که گچ مورد استفاده در کشاورزی، گچ خام بوده که هنوز وارد فرایند فرآوری و کوره نشده ولی گچ ساختمانی مراحل در کوره و یا کارخانه طی کرده و اصطلاحاً تکلیس (حرارت داده) شده است. گچ کشاورزی را می‌توان مستقیم از معادن سنگ گچ تهیه کرد. البته، امروزه گچ کشاورزی به صورت بسته‌بندی شده نیز توسط برخی شرکت‌ها و کارخانجات به فروش می‌رسد (شکل ۱).



شکل ۱- انواع گچ مورد استفاده در کشاورزی

- **میزان مصرف گچ:** میزان دقیق مصرف گچ در هر منطقه باید بر اساس خصوصیات آب و خاک آن منطقه و با اندازه‌گیری برخی خصوصیات خاک از جمله وزن مخصوص ظاهری خاک و ظرفیت کاتیونی خاک مشخص گردد. با این وجود، به دلیل هزینه‌بر بودن انجام این آزمایشات و یا عدم دسترسی به آزمایشگاه، در یک توصیه عمومی در استان خراسان جنوبی مصرف حدود ۱۰ تن گچ برای هر هکتار و یا ۱۵ کیلوگرم برای هر درخت عناب (بالغ ۱۵ ساله) به فواصل هر سه سال یکبار پیشنهاد می‌شود (۶ و ۸).

- **زمان و نحوه مصرف گچ:** مناسب‌ترین زمان برای مصرف گچ، اواخر بهمن یا اوایل اسفند می‌باشد. پیشنهاد می‌شود گچ در سطح خاک مزرعه پخش شده و با دیسک یا شخم، تا عمق ۳۰ سانتی‌متری با خاک مخلوط شود. در باغات عناب، می‌توان در دو طرف ردیف درختان، گچ را با خاک سطحی مخلوط کرده، سپس در صورت عدم بارندگی در منطقه، نسبت به یک آبیاری غرقابی سنگین اقدام نمود. مصرف گچ به صورت چالکود به همراه سایر کودها در زمستان نیز روش موثری می‌باشد.



شکل ۲- روش‌های مختلف مصرف گچ در مزرعه

* ملاحظات مصرف گچ در باغات:

- ذرات گچ، قطری بین ۲ تا ۴ میلی‌متر داشته باشند.
- منیزیم زیادی نداشته باشد (نسبت $\frac{Ca}{Mg}$ آن بیشتر از ۵ باشد).
- حتی المقدور از گچی استفاده شود که شوری آن بیش‌تر از ۳ دسی‌زیمنس بر متر نباشد.
- هم‌زمان با مصرف گچ، مقداری کود گاوی (۵ کیلو) و کود فسفاتی (نیم کیلو) نیز مصرف گردد.
- برای اطمینان بیشتر، ابتدا مصرف گچ را برای چند درخت انجام داده، پس از گذشت یک سال و اطمینان از عدم بروز مشکل و مشاهده تاثیر مثبت، مصرف آن را در کل باغ انجام دهید.

ب) گوگرد: خاک‌های استان خراسان جنوبی از نظر ماهیت، آهکی محسوب می‌شوند. در این شرایط میزان مطلق یون کلسیم زیاد می‌باشد لکن مشکل اساسی این است که حلالیت آهک نسبت به گچ بسیار کم‌تر می‌باشد. اگر بتوان حلالیت آهک را به طریقی افزایش داد در نتیجه، غلظت یون کلسیم در محلول خاک افزایش خواهد یافت که این امر، اثرات زیان‌بار زیادی منیزیم را کاهش خواهد داد.

یکی از مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین روش‌های افزایش حلالیت آهک، کاهش اسیدیته (PH) خاک می‌باشد. یکی از منابع مهم، که می‌تواند به کاهش اسیدیته خاک و افزایش حلالیت آهک کمک نماید گوگرد است. از این‌رو مصرف کود گوگردی در باغات عنب استان، می‌تواند غلظت کلسیم خاک را افزایش و چروکیدگی میوه عنب را نیز به میزان قابل توجهی کاهش دهد (۸). برای این‌که گوگرد بتواند حلالیت آهک را افزایش داده، و به افزایش کلسیم خاک و گیاه کمک نماید بایستی در خاک به یون سولفات تبدیل گردد. مشکل عمده‌ای که پس از مصرف کودهای گوگردی در خاک مطرح می‌شود، اکسیداسیون این عنصر و تبدیل آن به یون سولفات می‌باشد. در حالی‌که این تغییر و تبدیل توسط باکتری‌های تیوباسیلوس انجام می‌شود ولی در خاک‌های مناطق تحت کشت عنب، اغلب به دلیل کم بودن ماده آلی و نیز کمبود رطوبت خاک، این باکتری‌ها قادر به فعالیت نمی‌باشند. از این‌رو، اضافه نمودن مایه تلقیح تیوباسیلوس و کود آلی (دامی) به کود گوگرد ضرورت دارد.

- **میزان و نحوه مصرف گوگرد:** برای هر درخت عنب بارده ۱۵ ساله، مصرف حدود دو کیلوگرم کود گوگردی (به همراه ۱۰۰-۲۰۰ گرم مایه تلقیح تیوباسیلوس) و ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم کود دامی پوسیده به صورت چال‌کود و در زمستان، توصیه می‌شود ضمن این‌که، پس از مصرف کود گوگردی، تا حد امکان با انجام آبیاری منظم، رطوبت خاک تامین گردد (۸). با این

میزان مصرف، نیاز درخت به گوگرد تا سه سال زراعی تامین خواهد شد. یادآوری می‌شود که در صورت عدم دسترسی به مایه تلقیح تیوباسیلوس، اختلاط کود گوگردی با کود دامی تا حدودی می‌تواند به اکسیداسیون گوگرد و تبدیل آن به یون سولفات کمک نماید.

* ملاحظات مصرف کود گوگردی:

- انجام آبیاری منظم در باغات
- حفظ رطوبت کافی در منطقه توسعه ریشه
- مصرف توام کود گوگردی با کود دامی
- ترجیح مصرف کود گوگرد آلی گرانوله بر گوگرد پودری

ج) **محلول‌پاشی ترکیبات کلسیمی:** برخی آزمایش‌ها نشان داده که محلول‌پاشی ترکیبات حاوی کلسیم می‌تواند به بهبود وضعیت کلسیم در درختان عناب کمک نماید (۸). در بین ترکیبات متفاوتی که می‌توانند برای این منظور استفاده شود می‌توان به کلرید کلسیم، نترات کلسیم و برخی دیگر از ترکیبات تجاری موجود در بازار اشاره کرد. ترکیبات مذکور باید ناخالصی کمی داشته و از نوع مرغوب انتخاب شوند و حداقل دو بار در طی دوره رشد درختان (زمان متورم شدن جوانه‌ها و بعد از تشکیل میوه) و با نسبت ۲ در هزار مصرف شوند (۸ و ۱۰).

توصیه ترویجی

برای کاهش اثرات نسبت یونی نامتعادل $\frac{Ca}{Mg}$ در آب آبیاری، بایستی کلسیم به محلول خاک اضافه شود. ورود کلسیم به محلول خاک با استفاده از اضافه نمودن کانی‌های حاوی کلسیم به خاک امکان‌پذیر است. با توجه به فراوانی گچ در استان خراسان جنوبی، این کانی به عنوان انتخاب اول برای تعدیل نسبت یونی $\frac{Ca}{Mg}$ توصیه می‌شود. مناسب‌ترین زمان برای مصرف گچ، اواخر بهمن یا اوایل اسفند و مصرف ۱۵ کیلوگرم گچ برای هر درخت عناب (بالغ ۱۵ ساله) به صورت چالکود می‌باشد ضمن این‌که پیشنهاد می‌شود حتی‌المقدور از گچی استفاده شود که شوری آن بیش‌تر از ۳ دسی‌زیمنس بر متر نبوده و همزمان با مصرف گچ، مقداری کود گاوی (۵ کیلو) و کود فسفاتی (نیم کیلو) نیز مصرف گردد. علاوه بر گچ، در خاک‌های آهکی استان، مصرف کود گوگردی نیز، می‌تواند غلظت کلسیم خاک را افزایش و چروکیدگی میوه عناب را نیز به میزان قابل توجهی کاهش دهد. برای هر درخت عناب بارده ۱۵ ساله، مصرف حدود دو کیلوگرم کود گوگردی (به همراه ۲۰۰-۱۰۰ گرم مایه تلقیح تیوباسیلوس) و ۱۵ تا ۲۰ کیلو کود دامی پوسیده توصیه می‌شود. محلول‌پاشی کلرید کلسیم با غلظت ۲ در هزار، در مراحل متورم شدن جوانه‌ها و بعد از تشکیل میوه نیز راه‌کار موثری می‌باشد.

فهرست منابع

- ۱- آمارنامه شرکت مدیریت منابع آب ایران، دفتر مطالعات پایه منابع آب. ۱۳۹۹.
- ۲- اسدزاده، ف.، پیرخراطی، ح و شیخی آلمان‌آباد، ز (۱۳۹۸). ارزیابی تغییرات مکانی برخی شاخص‌های کیفی آب زیرزمینی دشت اردبیل به منظور کاربرد در سامانه‌های آبیاری. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال نهم. ۱: ۱۲۱-۱۰۷.
- ۳- باقری، ن.، یزدان‌پناه، ن. و صداقتی، ن. (۱۳۹۶). تأثیر غلظت‌های مختلف منیزیم آب آبیاری بر شاخصه‌ای رویشی، برخی خصوصیات شیمیایی خاک و عناصر غذایی برگ دانهال‌های پسته بادامی زرنند و قزوینی. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۲۴(۶): ۱-۲۴.

- ۴- حاج رسولی‌ها، ش. (۱۳۸۲). کیفیت آب برای کشاورزی. چاپ اول. مرکز نشر دانشگاهی. تهران. ایران.
- ۵- دهقانی، ف.، راهنمائی، ر.، ملکوتی، م. ج. و سعادت، س. (۱۳۹۱). بررسی وضعیت نسبت کلسیم به منیزیم در برخی از آب‌های آبیاری کشور. مجله پژوهش آب در کشاورزی. ۲۶(۱): ۱۲۵-۱۱۳.
- ۶- دهقانی، ف. و سعادت، س. (۱۳۹۷). دستورالعمل استفاده از گچ برای اصلاح خاک‌های سدیمی. نشریه فنی ۵۵۶. موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران.
- ۷- زراعت‌گر، ه. (۱۳۹۶). تاثیر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و نیتрат کلسیم بر خصوصیات فیزیکوشیمیائی و ماندگاری میوه تازه عناب، رساله دکتری باغبانی. دانشگاه فردوسی، مشهد.
- ۸- عطاردی، ب. (۱۳۹۸). راهنمای تغذیه درخت عناب. نشریه فنی شماره ۵۸۴. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج. ایران.
- ۹- مقیمی، ه. (۱۳۹۵). ارزیابی آب زیرزمینی دشت قزوین از لحاظ آبیاری با کمک شاخص‌های کیفی. سومین کنفرانس بین‌المللی پژوهش در علوم و تکنولوژی. برلین، آلمان.
- ۱۰- ملکوتی، م. ج. و رضائی، ح. (۱۳۸۰). نقش گوگرد، کلسیم و منیزیم در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی. کرج. ایران.

11- Jalali, M. 2008. Effect of sodium and magnesium on kinetics of potassium release in some calcareous soils of western Iran. *Geoderma* 145: 207-215.

تهیه و توسعه اطلس سیل گامی در جهت کاهش خسارات سیل در حوضه‌های آبخیز

موشنگ بهروان^{۱*}، جهانگیر پرهمت^۲



۱- استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، تبریز،

۲- استاد پژوهشی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ایران

Email: h.behravan@areeo.ac.ir

چکیده

سالانه خسارات و تلفات زیادی بر اثر سیل در مناطق مختلف کشور به مناطق مسکونی و صنعتی، واحدهای تولیدی، اراضی کشاورزی، مرتعی و جنگلی و حوضه‌های آبخیز پائین دست وارد می‌شود. به علاوه، در دهه‌های اخیر با افزایش جمعیت و استفاده بیش از حد منابع طبیعی، تخریب پوشش گیاهی و تغییر کاربری اراضی، وقوع سیل‌های مخرب افزایش یافته است. برای کاهش خطرات و خسارات سیل، ابعاد سیل و عوامل خطر آن مورد نیاز می‌باشد. بنابراین "تهیه و توسعه اطلس و آماده‌سازی داده‌های زمانی و مکانی سیل در حوضه‌های آبخیز کشور" با هدف تلفیق و ترکیب اطلاعات مختلف در جهت کاهش خطرات سیل و ایمن‌تر شدن حوضه‌های آبخیز تعریف شد. بدین منظور عوامل مؤثر در ایجاد خطر و خسارت سیل، شدت سیل‌خیزی و محدوده‌های سیل‌گیر به عنوان بخشی از سیمای موجود حوضه‌های آبخیز تعیین گردید. شدت سیل‌خیزی، فراوانی وقوع سیل، خسارات، تلفات جانی و پهنه‌های سیل‌گیر، مراکز مسکونی و جمعیت در معرض سیل به همراه حجم آورده‌های سیلابی سالانه از جمله اطلاعات مهمی هستند که در تدوین اطلس سیل استفاده شدند. نتایج نشان داد که در کل حوضه‌های استان آذربایجان غربی بیش‌ترین سطح (۷۹/۳ درصد مساحت) به کاربری مرتع و زراعت اختصاص دارد. بنابراین شیب و کاربری اراضی مهم‌ترین پارامترهای تأثیرگذار بر شدت سیل‌خیزی هستند. در پهنه‌های سیل‌گیر استان، پهنه‌های با خطر سیل شدید ۱۰۷/۲۵ کیلومترمربع می‌باشد. حوضه شرق زنگمار (۱۱۵) بیش‌ترین سطح خطر متوسط تا شدید با مساحت ۹۰/۲ کیلومترمربع - ۱۹/۰۹ درصد پهنه‌های سیل‌گیر- استان بوده و از نظر عملیات کنترل سیل و یا آبخیزداری در استان در اولویت می‌باشد.

واژگان کلیدی: خطر سیل، اطلس سیل، شدت سیل‌خیزی، خسارت سیل، پهنه سیل‌گیر

بیان مسئله

سیل از جمله فرایندهای هیدرولوژیکی است که ابعاد آن تحت تأثیر شرایط مختلف طبیعی و مصنوعی سطحی زمین و نیز شرایط مختلف اقلیمی تغییر می‌کند. این پدیده طبیعی در صورت مهار و کنترل، از منابع آب مورد استفاده در توسعه اقتصادی بوده و منافع زیادی را در بخش کشاورزی و منابع طبیعی و نیز تأمین آب شرب و صنعت سبب می‌شود. در صورت عدم شناخت و عدم کنترل و مهار آن، از بلایای طبیعی به‌شمار آمده و همواره خسارات و تلفات جانی در پی خواهد داشت. یکی از ویژگی‌های بسیار مهم حوضه آبخیز، شدت سیل‌خیزی آن است. شدت سیل‌خیزی توأم با ویژگی‌هایی نظیر: مقادیر سیلاب‌ها، میزان فراوانی وقوع سیلاب‌ها و تاریخچه اتفاقاتی که رویدادهای گذشته در آن حوضه رخ داده است، از بارزترین

ویژگی حوضه می‌باشد. به‌طور کلی شدت سیل‌خیزی، وضعیت سیلاب در هر حوضه را مشخص می‌کند. با این وصف، هدف از پژوهش حاضر روش تعیین وضعیت سیل در حوضه‌های آبخیز استان آذربایجان غربی است. هم‌چنین، خسارات و خطرات سیل بر اساس آمار و اطلاعات ثبت شده در گذشته تحلیل گردید و پهنه‌های سیل‌گیر مورد بررسی قرار گرفت. سپس تهیه نقشه‌ای که مجموعه اطلاعات سیل شامل شدت سیل‌خیزی، خطر و خسارات سیل مورد توجه بود، تا اطلاعات پایه و ضروری مدیریت حوضه‌های آبخیز با سهولت و یک‌پارچه در دسترس قرار گیرد.

علل بروز سیل به‌طور کلی به دو دسته علل فیزیکی و علل وابسته به فعالیت‌های بشری تقسیم می‌شود. در صورتی‌که بارش با شدت زیاد در سطحی از یک منطقه یا حوضه روی دهد، تجمع آب باران موجب شکل‌گیری و وقوع سیل می‌شود. ذوب شدن برف یکی دیگر از عوامل وقوع و تشدید سیل است. در مناطق کوهستانی، سیل‌های بهاری ممکن است بر اساس جاری شدن آب حاصل از ذوب برف باشند (مهدوی، ۱۳۸۲). از دیگر شرایط افزایش سیل، فعالیت‌های بشری مانند تبدیل مناطق جنگلی به مناطق کشاورزی و مسکونی و یا از بین بردن جنگل‌ها هستند. تغییر کاربری اراضی به‌خصوص از بین بردن جنگل‌ها، جاده و خانه‌سازی، توسعه شهری و احداث پل و یا تأسیسات دیگر بر روی مسیل‌های طبیعی رودخانه از جمله عوامل انسانی وقوع و تشدید سیل هستند.

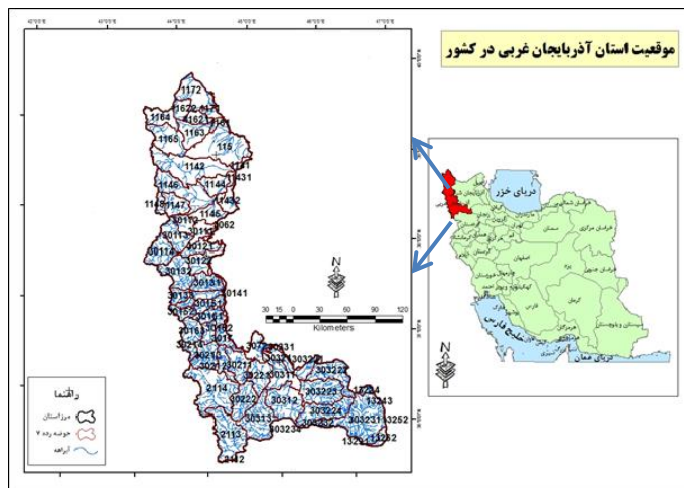
به‌منظور کاهش خسارات و تلفات سیل و بهبود در مدیریت کلان، شناخت پارامترهای مختلف هیدرولوژیکی و پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌های آبخیز و عوامل دخیل در وقوع و شکل‌گیری سیل امری ضروری است. مقدار بارش برای شروع تولید روان‌آب (آستانه شروع روان‌آب) و هم‌چنین شناسایی عوامل مؤثر در سیل‌خیزی در تصمیم‌گیری برای انتخاب هرگونه طراحی عملیات مهار و یا کاهش خسارات سیل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به اهمیت شناخت فراوانی، شدت و خطر سیل در برنامه‌های مدیریت حوضه‌های آبخیز، تهیه نقشه‌های فراوانی وقوع، شدت و پهنه‌بندی خطر سیل یک نیاز اساسی است که معمولاً در قالب اطلس ارائه می‌شوند. این اطلس‌ها مجموعه‌های مدونی از نقشه‌ها، تصاویر و گزارش‌های مرتبط هستند که با نظم خاص و با توجه به نیاز کاربران تهیه می‌شوند که در این پژوهش تلاش شده تحت عنوان اطلس سیل‌خیزی تدوین و ارائه شود.

معرفی دستاورد

در این پژوهش ابتدا آمار و اطلاعات گسترده‌ای از ابعاد و عوارض مختلف سیلاب‌های ادوار گذشته جمع‌آوری و مورد استفاده قرار گرفت. بدین منظور عوامل مؤثر در ایجاد خطر و خسارت سیل، شدت سیل‌خیزی و محدوده‌های سیل‌گیر به عنوان بخشی از سیمای موجود حوضه‌های آبخیز تعیین شد. بنابراین، برای این کار اطلاعات متعددی از عوامل و پارامترهای مختلف سیل از جمله شدت سیل‌خیزی، گستره‌های سیل‌گیر و خسارات سیل با هم ترکیب و بر اساس آن‌ها اطلس سیل که حاوی اطلاعات مهم سیل می‌باشد، تهیه شد.

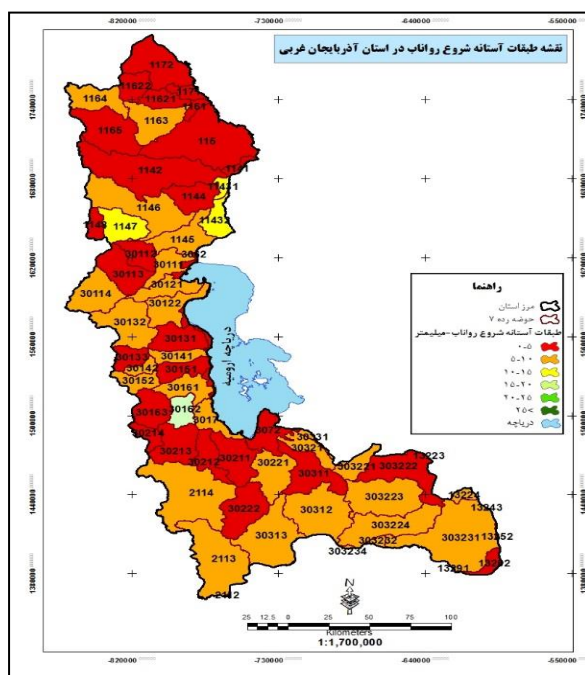
شدت سیل‌خیزی، فراوانی وقوع سیل، خسارات، تلفات جانی و پهنه‌های سیل‌گیر، مراکز مسکونی و جمعیت در معرض سیل به همراه حجم آورده‌های سیلابی سالانه و منحنی‌های شدت-مدت-فراوانی بارش از جمله اطلاعات مهمی هستند که در تدوین اطلس سیل استفاده شدند. اطلاعات پایه مورد نیاز این بخش از بانک اطلاعات سیل سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور و دفتر مطالعات پایه منابع آب وزارت نیرو برای دوره ۵۰ ساله ۱۳۳۳ تا ۱۳۸۳ دریافت شد. سپس، وقایع ثبت شده پس از پردازش اولیه و تعیین موقعیت مکانی هر کدام به نقشه‌های رقومی تبدیل و به تفکیک محل وقوع این رخدادها بر حسب زیرحوضه‌های رتبه هفت تنظیم شدند (پرهمت، ۱۳۹۶). استان آذربایجان غربی یکی از مناطق کوهستانی

کشور است که توپوگرافی متنوع و گسترده‌ای دارد. در سراسر ناحیه هم مرز استان با ترکیه و عراق، کوه‌های مرتفع برف‌گیر از شمال به جنوب کشیده شده است و آب‌های حاصل از ذوب آن‌ها که در دره‌های منطقه به صورت رودخانه‌های متعدد جریان می‌یابد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور

آستانه شروع جریان آب بدست آمده از مدل The Australian Water Balance Model (AWBM)، در پنج کلاس شامل ۰-۵ میلی‌متر، ۶-۱۰ میلی‌متر، ۱۱-۱۵ میلی‌متر، ۱۶-۲۰ میلی‌متر و بیش از ۲۰ میلی‌متر تقسیم‌بندی و بر این اساس نقشه پهنه‌بندی آستانه روان‌آب استان به تفکیک حوضه‌ها تهیه شد. شکل (۲) نتایج پارامتر اثر تغییرپذیری ظرفیت ذخیره (مخزن) C1 که به عنوان شاخص آستانه جریان آب در مدل می‌باشد را برای حوضه‌های آبخیز نشان می‌دهد. شکل (۲) نشان می‌دهد که آستانه روان‌آب پهنه استان عمدتاً طبقه ۱۰-۵ میلی‌متر بوده و پهنه ۱۰-۱۵ میلی‌متر فقط در سه واحد یا زیرحوضه رده هفت برآورد شده است. به‌علاوه آستانه روان‌آب طبقه ۱۵-۲۰ میلی‌متر تنها در یک واحد از ۶۴ واحد استان مشاهده شده است، که آن هم واحد ۳۰۱۶۲ می‌باشد که تقریباً در مرکز استان واقع شده است (بهران، ۱۳۹۹).



شکل ۲- نقشه طبقات آستانه شروع روان‌آب در حوضه‌های رده هفت استان آذربایجان غربی

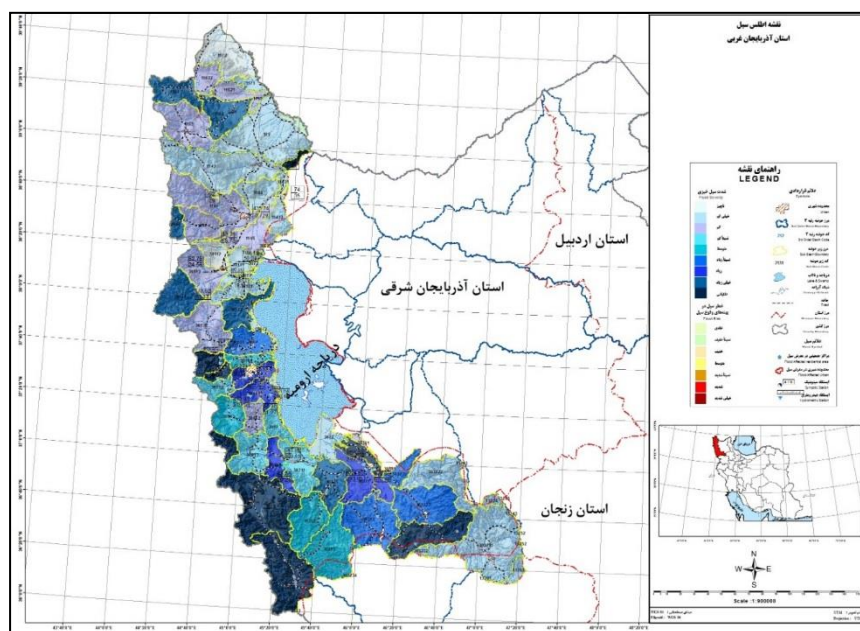
پهنه‌های سیل‌گیر از تصاویر ماهواره‌ای استخراج و تعیین شد. سپس برای هر کدام از حوضه‌ها با روی هم‌گذاری لایه پهنه سیل‌گیر و لایه مرز حوضه‌ها مساحت پهنه سیل برای هر کدام از حوضه‌های رتبه هفت استخراج شد. علاوه بر این حوضه‌های با مقادیر حدی متوسط، حداکثر و حداقل درصد پهنه سیل‌گیری مشخص شد (جدول ۱). نتایج نشان می‌دهد که حوضه ۱۱۵ با ۱۹/۰۹ درصد مساحت بیش‌ترین درصد از مساحت آن در معرض سیل‌گیری است و حوضه ۳۰۲۲۱ با مساحتی حدود ۷۰۶ کیلومترمربع، با صفر درصد مساحت، کم‌ترین درصد از سطح آن در معرض سیل‌گیری است. هم‌چنین حوضه ۱۱۵ با وسعت ۱۹۱۹/۹ کیلومترمربع، بیش‌ترین پهنه سیل‌گیری را دارا است که قریب به ۱۹/۰۹ درصد مساحت حوضه است. هم‌چنین کل حوضه‌های رده هفت استان دارای ۴۷۲/۶ کیلومترمربع وسعت پهنه سیل‌گیر است که معادل ۱/۲۲ درصد مساحت حوضه‌های رده هفت سیل‌گیر استان می‌باشد (بهروان، ۱۳۹۹).

جدول ۱- دامنه مقادیر حدی پهنه‌های سیل‌گیری استان آذربایجان غربی (مساحت حوضه (کیلومتر مربع)

کد حوضه	مساحت حوضه	مساحت پهنه سیل‌گیر	درصد مساحت پهنه سیل‌گیر
حوضه ۱۱۴۳۲ با درصد معادل متوسط حسابی حوضه‌های ۴۶ گانه	۳۸۹/۹	۴۸/۵	۱/۴
حوضه ۳۰۲۲۱ با حداقل درصد پهنه سیل‌گیری	۷۰۶/۴	۰	۰
حوضه ۱۱۵ با حداکثر درصد پهنه سیل‌گیری	۱۹۱۹/۹	۹۰/۲۲	۱۹/۰۹
کل استان	۳۸۵۷۷/۳	۴۷۲/۶	۱/۲۲

یکی از ویژگی‌های بسیار مهم حوضه آبخیز، قابلیت سیل‌خیزی آن می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از اطلاعات نقطه‌ای و پهنه‌ای، آستانه شروع روان‌آب، شدت و خطر سیل برآورد گردید. خطر سیل با توجه به ابعاد مختلف آن بر اساس شش عامل شامل فراوانی وقوع سیل، خسارات سیل، تلفات جانی سیل، جمعیت در معرض سیل، مراکز مسکونی در معرض سیل، و پهنه‌های در معرض سیل (پهنه سیل‌گیر) تهیه و تنظیم می‌شود. عوامل متعددی در تعیین خطر سیل نقش دارند. از آنجایی که این عوامل بایستی در تعیین خطر سیل قابلیت ارزیابی در مقیاس واحد را پیدا نمایند، لذا بایستی در یک سیستم همگن شوند. بدین منظور، با توجه به تعدد این عوامل و نیز غیریکنواختی و ناهمگنی آن‌ها، ابتدا بایستی پارامترهای کمی و کیفی مؤثر در یک سامانه یکنواخت منظور و سپس مورد استفاده قرار گیرند. در این روش پنج عامل شامل تعداد وقوع، تلفات و خسارات مالی سیل، جمعیت و تراکم مراکز مسکونی در معرض سیل به‌عنوان عوامل اصلی در برگیرنده پیامدهای سیل در نظر گرفته شده است (پرهمت، ۱۳۹۵). سپس در دو دسته‌بندی ارائه شد. دسته‌بندی اول دارای هفت طبقه خطر سیل و نه طبقه شدت سیل‌خیزی و دسته‌بندی دوم در چهار کلاس طبقه خطر سیل و چهار کلاس شدت سیل‌خیزی ارائه شد. طبقات خطر سیل شامل عادی، نسبتاً خفیف، خفیف، متوسط، نسبتاً شدید، شدید و خیلی شدید و طبقات شدت سیل‌خیزی نیز شامل کلاس‌های ناچیز، خیلی کم، کم، نسبتاً کم، متوسط، نسبتاً زیاد، زیاد، خیلی زیاد و طغیانی می‌باشد. هم‌چنین در دسته‌بندی دوم خطر سیل شامل کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد و شدت سیل‌خیزی شامل کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد می‌باشد. در این اطلس عوامل هواشناسی و هیدرولوژیکی شامل حجم کل جریان، حجم کل روان‌آب سطحی سالانه و ضرایب رابطه شدت-مدت-فراوانی برای بارش با دوره بازگشت تا ۵۰ ساله برای حوضه‌های آبخیز استان آذربایجان غربی نمایش داده شده است. هم‌چنین، براساس تحلیل منطقه‌ای و احتمالاتی و فرمول‌های تجربی محاسبه سیل، طراحی در شرایط مختلف برای هرکدام از

حوضه‌های آبخیز برآورد و ارائه شده است. نقشه اطلس سیل با دو دسته اطلاعات شامل اطلاعات نقطه‌ای و اطلاعات پهنه‌ای تنظیم و تهیه شد. اطلاعات مندرج در نقشه اطلس سیل شامل شدت سیل‌خیزی است که برای هر حوضه به صورت یک رنگ که نمایانگر شدت سیل‌خیزی است در زمینه نقشه ارائه شده است. هم‌چنین طبقات خطرات سیل در پهنه‌های وقوع سیل با رنگ‌های معینی ارائه شده‌اند. علاوه بر دو نوع اطلاعات پهنه‌ای فوق، اطلاعات مربوط به ویژگی رگبارهای ۶ ساعته به عنوان رگبار شاخص در محل ایستگاه‌های هواشناسی نمایش داده شده است. هم‌چنین در محل ایستگاه‌های اندازه‌گیری جریان آب ویژگی‌های جریان سالانه با دوره بازگشت ۵۰ ساله شامل حجم کل جریان و حجم مؤلفه روان‌آب سالانه ارائه شده است. شکل (۳) اطلس سیل استان آذربایجان غربی را نشان می‌دهد.



شکل ۳- نقشه اطلس سیل استان آذربایجان غربی بر اساس طبقه‌بندی ۹ و ۷ خطر سیل و شدت سیل‌خیزی

در این پژوهش بررسی عوامل مهم و نیز نحوه تهیه اطلس حوضه‌های آبخیز استان آذربایجان غربی انجام شد. در این راستا در بخش‌های مختلف پژوهش پارامترهای هیدرولوژیکی مختلف از جمله آستانه شروع روان‌آب، دبی حداکثر لحظه‌ای حوضه‌ها، شدت سیل‌خیزی و کلاس خطر مورد بررسی و نتایج پژوهش ارائه شد. نتایج تحقیق در برآورد آستانه شروع روان‌آب نشان داد که بیشترین مساحت استان دارای آستانه شروع روان‌آب بین ۵ تا ۱۰ میلیمتر است. این محدوده آستانه شروع روان‌آب در استان آذربایجان غربی قریب ۵۱/۷۲ درصد کل حوضه‌های استان می‌باشد (بهروان، ۱۳۹۸).

بنابراین، با توجه این‌که هرچه آستانه شروع روان‌آب کم‌تر باشد نشان از قابلیت نفوذپذیری کم‌تر و در نتیجه سیل‌خیزی بیش‌تر است، بیش‌تر پهنه‌های حوضه‌های استان مستعد تبدیل بارش به روان‌آب است. هم‌چنین نتایج پژوهش نشان داد که بالاترین مقدار آستانه شروع روان‌آب در حوضه بالانش رود (۳۰۱۶۲) برابر با ۱۵ میلی‌متر با دبی حداکثر لحظه‌ای ویژه برابر با ۰/۱۴ مترمکعب بر ثانیه در کیلومتر مربع و کم‌ترین مقدار آن نیز در حوضه قره‌سو (۱۱۷۲) برابر با ۲ میلی‌متر، با دبی ویژه حداکثر لحظه‌ای ۰/۰۷ مترمکعب بر ثانیه در کیلومتر مربع برآورد شده است.

علاوه بر این نتایج پژوهش نشان می‌دهد که براساس دبی حداکثر لحظه‌ای با دوره بازگشت ۵۰ ساله که به عنوان شاخص سیل خیزی حوضه‌ها انتخاب شده است، ۴۸/۴۸ درصد کل مساحت استان در وضعیت سیل خیزی خیلی کم قرار دارد. همچنین کلاس شدت سیل خیزی خیلی زیاد تا طغیانی سطحی برابر با ۹۱۳۲/۸۲ کیلومتر مربع (۲۴/۳۲ درصد کل مساحت استان) را به خود اختصاص داده است.

با توجه به اینکه هرچه آستانه شروع روان‌آب کم‌تر باشد نشان از نفوذناپذیری بیش‌تر و در نتیجه سیل خیزی بیش‌تر دارد، مقدار آستانه شروع روان‌آب در حوضه‌های با شدت سیل خیزی طغیانی بین ۴ تا ۸ میلی‌متر شامل حوضه‌های زرینه رود میانی (۳۰۳۲۲۴)، سراب گادر (۳۰۲۱۴)، پیرانشهر (۲۱۱۴) و پایاب رود قطور (۱۱۴۱)، است. در کل استان و حوضه‌های مذکور بیشترین سطح (۷۹/۳ درصد مساحت) به کاربری مرتع (۴۳/۳ درصد) و زراعت (۳۶ درصد) اختصاص دارد. بنابراین شیب و کاربری اراضی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر شدت سیل خیزی هستند (بهروان، ۱۳۹۸).

پهنه‌های با خطر سیل شدید و خفیف استان به ترتیب ۱۰۷/۲۵ و ۶۱/۲۴ کیلومترمربع می‌باشد. به‌علاوه، حوضه شرق زنگمار (۱۱۵) بیشترین سطح خطر متوسط تا شدید با مساحت ۹۰/۲ کیلومترمربع را به خود اختصاص داده است که معادل ۱۹/۰۹ درصد پهنه‌های سیل‌گیر استان بوده و لذا از نظر عملیات کنترل سیل و یا آبخیزداری در استان در اولویت اول قرار دارد.

توصیه ترویجی

سیل یکی از پدیده‌های طبیعی است که ابعاد آن تحت تأثیر شرایط مختلف طبیعی و مصنوعی سطحی زمین و نیز شرایط مختلف اقلیمی و انسانی تغییر می‌نماید. در صورت رعایت اصولی موارد، مهار و کنترل سیل از منابع بسیار مفید در توسعه اقتصادی بوده و سبب منافع زیادی در بخش کشاورزی و منابع طبیعی از جمله تقویت و احیای آب‌های زیرزمینی، پوشش گیاهی، تالاب‌ها و آبخوان‌ها می‌شود. در صورت عدم شناخت و عدم کنترل و مهار آن، از بلایای طبیعی به شمار آمده و خسارات و تلفات جانی همواره در پی خواهد داشت. (بهروان، ۱۳۹۹). جهت پیش‌گیری از سیل و پیامدها و اثرات زیان‌بار آن رعایت موارد زیر توصیه می‌شود:

- ۱- عدم تجاوز به حریم و بستر رودخانه، عدم هرگونه ساخت و ساز و کشت و زرع در حریم رودخانه‌ها و مسیل‌ها و همچنین عدم برداشت شن و ماسه از بستر رودها.
- ۲- از تغییر کاربری اراضی، تخریب پوشش گیاهی جنگلی و مرتعی و تبدیل آن به اراضی کشاورزی پرهیز شود.
- ۳- از زراعت غیر اصولی در زمین‌های شیب‌دار و همچنین انجام شخم در جهت شیب زمین جداً پرهیز شود.
- ۴- اراضی شیب‌دار کشاورزی در صورت ضرورت تراسبندی (پلکانی) شده و به سوی کاشت باغ و تولید محصول‌های گیاهی چندساله هدایت شوند.
- ۵- از چرای بیش از حد دام در مراتع پرهیز شود، چون این کار باعث از بین رفتن پوشش گیاهی، فرسایش خاک و در نتیجه افزایش خطر و سرعت سیل می‌شود.
- ۶- کاه و کلش و سایر باقی مانده محصول را در زمین‌های زراعی آتش زده نشوند. حفظ بقایای گیاهی از جمله کاه و کلش و سایر گیاهان در سطح مزارع و اراضی دارای شیب، باعث افزایش مواد سودمند خاک و افزایش قدرت جذب و نفوذ آب در خاک و کاهش سرعت سیل می‌شود (بهروان، ۱۳۹۹).

فهرست منابع

- ۱- بهروان، ه. توصیه فنی- ترویجی اهمیت سیل در کشاورزی و منابع طبیعی، راه‌کارهایی جهت پیش‌گیری از وقوع آن، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، صص ۲، ۱۳۹۹/۰۸/۲۱.
- ۲- بهروان، ه.، پرهمت، ج. گزارش نهایی پروژه تهیه و توسعه اطلس و آماده‌سازی داده‌های زمانی و مکانی سیل در حوضه‌های رده هفت استان آذربایجان غربی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، صص ۹۶، ۱۳۹۸.
- ۳- پرهمت، ج. گزارش نهایی طرح ملی تهیه و توسعه اطلس و آماده‌سازی داده‌های زمانی و مکانی سیل در حوضه‌های رده هفت کشور، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، صص ۱۲۳، ۱۳۹۶.
- ۴- پرهمت، ج.، مهدیان م.ح.، غفوری‌روزبهرانی، ع.م.، غیائی، ن.، قرمزچشمه، ب. ۱۳۹۴، گزارش نهایی طرح ملی بررسی و تعیین پارامترهای تلفات بارش و بارش مازاد در حوضه‌های معرف نه استان، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، صص ۱۹۸، ۱۳۹۴/۴/۲۲.
- ۵- پرهمت، ج.، ۱۳۹۵، مدلی برای بررسی خطر سیل در سطح حوضه‌های آبخیز کشور، نشریه علوم و مهندسی آبخیزداری، سال دهم، شماره ۳۴، صص ۱-۱۴.
- ۶- پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۳۸۶، الف، سیمای حوضه‌های آبخیز کشور-گزارش سیل، کارفرما سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری (گزارش منتشر نشده).
- ۷- پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۳۸۶، ب، سیمای حوضه‌های آبخیز کشور-گزارش کاربری اراضی، کارفرما سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری (گزارش منتشر نشده).
- ۸- تلوری، عبدالرسول، ۱۳۷۵، مدل‌های هیدرولوژی به زبان ساده، تهران: موسسه تحقیقات جنگل و مرتع، صص ۱۰۰.
- ۹- مهدوی، م.، ۱۳۸۲، هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، جلد، ۲، ۱.

ارزیابی هزینه‌های جایگزینی فاضلاب تصفیه‌شده شهری با آب

تازه در کشاورزی شهرستان بروجرد

آمنه نظریه‌پوری^{۱*}، احمد قیدی^۲



۱- دانشجوی کارشناسی ارشد توسعه روستایی دانشگاه زنجان، ایران

۲- استادیار گروه ترویج، ارتباطات و توسعه روستایی، دانشگاه زنجان، ایران

Email: a.nazarpour1756@gmail.com

چکیده

یکی از مهم‌ترین مشکلات امروز بشر بحران کم‌آبی است. در حال حاضر یک سوم از جمعیت جهان که عمدتاً در مناطق شهری زندگی می‌کنند با کمبود عرضه آب مواجه بوده و عواملی مثل افزایش جمعیت، خشک‌سالی‌های پی‌درپی و استفاده بی‌رویه از منابع آبی باعث تشدید چالش کم‌آبی به‌ویژه در کشورهای خشک و نیمه‌خشک مانند ایران شده است. در چنین شرایطی استفاده مجدد از فاضلاب می‌تواند به‌عنوان یک منبع مهم در تأمین نیاز آبی مطرح باشد. هدف این تحقیق، ارزیابی هزینه‌های اقتصادی جایگزینی فاضلاب شهری تصفیه‌شده با آب تازه در بخش کشاورزی شهرستان بروجرد بوده است. در این تحقیق، از اطلاعات ایستگاه تصفیه فاضلاب در حال بهره‌برداری در شهرستان بروجرد استفاده شده است. داده‌های موردنیاز شامل هزینه‌های سرمایه‌گذاری و نگهداری ساختمان و تجهیزات، نرخ تنزیل مناسب و تعداد پرسنل طرح، طول عمر مفید طرح و انواع درآمدهای عاید شده در طی فعالیت طرح می‌باشد که تماماً از منابع مرتبط دولتی در سال ۱۳۹۶ تهیه شد. با استفاده از روش هزینه منفعت انواع هزینه‌ها و منافع شامل هزینه‌ها و منافع خصوصی و اجتماعی محاسبه و به سؤالات تحقیق پاسخ داده شده است. یافته‌های تحقیق نشان داد که از لحاظ اقتصادی جایگزینی فاضلاب تصفیه‌شده شهری با آب تازه در کشاورزی شهرستان بروجرد قابل توجیه است. با انجام تحلیل حساسیت دامنه واکنش جواب‌های تحقیق به متغیرهای اصلی و اثرگذار اندازه‌گیری شده است. افزایش نرخ تنزیل به بیش از هشت درصد موجب می‌گردد که سوددهی طرح به‌شدت کاهش یافته و بخش خصوصی از ورود و سرمایه‌گذاری در این طرح روی‌گردان شود.

واژگان کلیدی: فاضلاب شهری، تصفیه فاضلاب، هزینه‌های سرمایه‌گذاری، بروجرد

بیان مسئله

بر اساس گزارش چهارم شورای جهانی آب سازمان ملل متحد، در حال حاضر تنها ۲۰ درصد فاضلاب تولیدشده در شهر، صنعت و کشاورزی، در سطح جهان به‌صورت مدرن تصفیه می‌گردد (۱). حجم و ظرفیت تصفیه فاضلاب در هر کشور به سطح درآمد آن کشور بستگی دارد، به‌طوری‌که کشورهایی با سرانه درآمد بالا، ۷۰ درصد فاضلاب تولیدی خود را تصفیه نموده درحالی‌که کشورهای با سرانه درآمد پایین، تنها قادر به تصفیه ۸ درصد فاضلاب تولیدی خود می‌باشند (۱۲). ایران جزو کشورهای با درآمد سرانه متوسط می‌باشد که بر اساس فرضیه فوق قادر به رقابت با کشورهای صنعتی از نظر تصفیه فاضلاب

نمی‌باشد. در همین رابطه، سؤال اصلی تحقیق حاضر به این صورت قابل طرح است که تحت چه شرایطی امکان سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در این پروژه‌ها، علاوه بر سرمایه‌گذاری‌های دولت، می‌تواند قابل بررسی باشد. به عبارت دیگر، هرگاه سرمایه‌گذاری در این قبیل طرح‌ها از سوددهی و بازگشتی سرمایه مناسبی برخوردار باشند محدودیت تصدی دولتی در این قبیل سرمایه‌گذاری‌ها از بین خواهد رفت و بخش خصوصی نیز از انگیزه‌های لازم برای ورود به این صنعت برخوردار خواهد بود. در این حال امکانات جدیدی در اختیار کشورهای رو به توسعه قرار گرفته و بهتر قادر خواهند بود که با مشکلات کم‌آبی و زیست‌محیطی خود مواجه شوند. ایران با متوسط بارندگی ۲۳۰ میلی‌متر در سال جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود (۶). هم‌چنین ظرفیت منابع آب تجدیدشونده قابل استحصال کشور حدود ۱۳۰ میلیارد مترمکعب در سال است که بر مبنای رشد فعلی جمعیت، نیاز کشور در سال ۱۴۰۰، رقمی معادل ۱۵۰ میلیارد مترمکعب خواهد بود که ۱۵٪ از حجم آب قابل استحصال و منابع آب تجدیدپذیر بیشتر است (۱۰). در سال‌های اخیر محدودیت منابع آب قابل استحصال، توسعه روزافزون شهرنشینی و خشک‌سالی، بحران کم‌آبی را تشدید نموده است. در چنین شرایطی استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه‌شده به عنوان منبعی مطمئن برای تأمین آب جهت استفاده مجدد در کشاورزی و سایر مصارف اهمیتی روزافزون پیدا می‌نماید (۶). حجم فاضلاب خانگی تولیدشده در سطح کشور بر اساس آخرین سرشماری رسمی سال ۱۳۸۵ به تفکیک شهری، روستایی و کل به ترتیب معادل ۳۶۷۰، ۷۲۷ و ۴۴۰۰ میلیون مترمکعب در سال بوده است (۷). حجم پس‌آب برگشتی در جوامع شهری و روستایی کشور در سال ۱۴۰۰ به ترتیب معادل ۴۳۶۹ و ۸۲۳ میلیون مترمکعب و در مجموع معادل ۵۱۹۱ میلیون مترمکعب در سال می‌باشد (۴). در سال ۱۴۰۰ پیش‌بینی آب مورد نیاز صنعت ۲۱۱۰ میلیون مترمکعب و میزان فاضلاب تولیدی این بخش معادل ۱۰۸۸ میلیون مترمکعب می‌باشد (۳ و ۶). بر اساس همین پیش‌بینی‌ها، در بخش کشاورزی در سال ۱۴۰۰ به ۱۱۸ میلیارد مترمکعب (در مقابل ۸۰ میلیارد مترمکعب فعلی) آب نیاز می‌باشد (۴). همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، مصرف آب در صنعت، شهر و کشاورزی رو به افزایش بوده در حالی که منابع آبی رو به کاهش دارند. یکی از راه‌های منطقی کردن رابطه مصرف و منابع می‌تواند بازیافت فاضلاب شهری باشد. سؤالات اصلی پژوهش یکی قابل توجه اقتصادی بودن جایگزینی فاضلاب تصفیه‌شده شهری با مصرف آب تازه در کشاورزی شهرستان بروجرد و هم‌چنین ارزیابی توجه مالی این جایگزینی می‌باشد که در این پژوهش به دنبال پاسخ مناسبی برای آن می‌باشیم.

ارزیابی مالی و اقتصادی پروژه ایستگاه تصفیه فاضلاب

منظور از ارزیابی مالی در نظر گرفتن تمامی هزینه‌ها و منافع مستقیم خصوصی (حسابداری) بدون احتساب هزینه‌های فرصت می‌باشد. در ارزیابی اقتصادی طرح علاوه بر لحاظ کردن هزینه فرصت سرمایه (اعم از سرمایه‌گذاری ثابت و متغیر) منافع غیرمستقیم اقتصادی نیز وارد محاسبه می‌گردند. در توجه مالی قاعداً باید طرح به صورت داخلی نگریده شود یعنی فارغ از این که چه بر سر محصول نهایی (پس‌آب تولیدی در مورد تحقیق حاضر) می‌آید. به عبارت دیگر، در ارزیابی مالی تنها درآمد حاصل از پس‌آب و کود تولیدی در نظر گرفته می‌شوند. توجه مالی به صورت حسابداری می‌باشد، بدون این که هزینه‌های فرصت در نظر گرفته شود. اما در توجه اقتصادی، ارزیابی به صورت جامع‌تر بوده (تقریباً به صورت اجتماعی) و منافع غیرمستقیم پولی (شامل تولید محصولات کشاورزی با استفاده از پس‌آب تصفیه‌خانه و نیز اشتغال غیرمستقیم ایجادشده در نتیجه تأسیس و بهره‌برداری از ایستگاه تصفیه) مدنظر قرار گرفته و هزینه‌های فرصت سرمایه نیز در نظر گرفته می‌شود. هم‌چنین طول عمر پروژه ۲۵ سال در نظر گرفته شده و شروع عمر طرح سال ۱۳۷۵ و انقضای آن در سال ۱۴۰۰ انتخاب گردیده است. برای برخی از سال‌ها که اطلاعات و ارقام و هزینه‌ها در دسترس نبوده است از روش برون‌یابی استفاده شده که در هر مورد به آن اشاره خواهد شد.

- ارزیابی مالی طرح

منظور از ارزیابی مالی در نظر گرفتن تمامی هزینه‌ها و منافع مستقیم (حسابداری) بدون احتساب هزینه‌های فرصت می‌باشد. بر اساس پیش‌بینی هزینه‌های مالی استفاده از پس‌آب تصفیه‌شده و جایگزینی آن با آب تازه در بخش کشاورزی محاسبات به‌صورت زیر می‌باشد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده و همان‌گونه که از جدول (۱) مشاهده می‌شود، مقدار NPV منفی و شاخص B/C نیز کوچک‌تر از یک می‌باشد که بیان‌گر عدم توجیه اقتصادی طرح می‌باشد. به‌عبارت‌دیگر، اجرای این طرح از نظر مالی (حسابداری) مقرون به‌صرفه نبوده و علی‌رغم صرف‌نظر کردن از هزینه فرصت سرمایه، سرمایه‌گذاری در طرح قابل توجیه نمی‌باشد. با توجه به منفی بودن علامت نسبت منفعت به هزینه، نرخ بازگشتی داخلی هم غیرقابل محاسبه می‌باشد. نتیجه این‌که هرگاه درآمدی که با استفاده از پس‌آب تولیدی برای تولید محصولات کشاورزی به وجود می‌آید چشم‌پوشی شود، علی‌رغم صرف‌نظر کردن از هزینه فرصت سرمایه و استفاده از نرخ بهره دولتی (۸ درصد)، طرح زیان‌ده خواهد بود. تحت این شرایط، نه‌تنها بخش خصوصی انگیزه‌ای جهت ورود به سرمایه‌گذاری در این قبیل طرح‌ها را ندارد بلکه از جنبه دولتی نیز اختصاص بودجه به این قبیل طرح‌ها فاقد توجیه اقتصادی بوده و با توجه به محدود بودن سرمایه، تخصیص این منبع مهم تولیدی به سایر طرح‌های اجتماعی که از نسبت منفعت به هزینه بالاتری برخوردار باشند توجیه بیشتری خواهد داشت.

جدول ۱- نتایج محاسبه شاخص‌های مالی طرح

شرح	شاخص B/C	شاخص NPV	شاخص IRR
		(میلیون تومان)	
استفاده مجدد از پس‌آب تصفیه‌شده در کشاورزی	۰,۲۸	-۱۰۱۹۴	غیرقابل محاسبه

منبع: یافته‌های تحقیق

- ارزیابی اقتصادی طرح

در ارزیابی اقتصادی طرح علاوه بر لحاظ کردن هزینه فرصت سرمایه (اعم از سرمایه‌گذاری ثابت و متغیر) منافع غیرمستقیم اقتصادی نیز وارد محاسبه می‌گردند. در این طرح فرض بر این است که با استفاده از پس‌آب حاصل از تصفیه امکان زیر کشت بردن هکتار زمین کشاورزی که در غیر این صورت به‌صورت بایر و بلااستفاده باقی می‌ماند ایجاد می‌شود و کشت رایج منطقه نیز برنج می‌باشد. در نتیجه سود خالص برنج که در کل اراضی پایین‌دست ایستگاه تولید می‌شود به‌عنوان منافع غیرمستقیم اقتصادی در نظر گرفته شده است. نتایج محاسبات در جدول شماره (۲) ارائه‌شده است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در جدول، مقدار مثبت NPV و مقدار بزرگ‌تر از یک شاخص B/C نشان می‌دهند که طرح از نظر اقتصادی قابل توجیه می‌باشد و طرح را می‌توان پذیرفت و امکان ورود سرمایه‌گذاران بخش خصوصی به آن وجود دارد. نرخ بازده داخلی در این طرح برابر ۱۶ درصد محاسبه شد که با توجه به بیش‌تر بودن آن نسبت به نرخ بهره دولتی استفاده شده در تحقیق (۸ درصد) به معنی سودآور بودن طرح بوده و طرح توجیه اقتصادی دارد. این ارزیابی از ارزیابی مالی جامع‌تر بوده و خیلی به ارزیابی اجتماعی نزدیک شده است و کماکان سودده است.

جدول ۲- نتایج محاسبه شاخص‌های اقتصادی طرح

شرح	شاخص B/C	شاخص NPV	شاخص IRR
استفاده مجدد از پس‌آب تصفیه‌شده در کشاورزی	۲/۲۲	۱۹۰۳۴	٪۱۶

منبع: یافته‌های تحقیق

- تحلیل حساسیت

یکی از روش‌هایی که تفاوت‌ها و تنوع اطلاعات پیش‌بینی‌شده پروژه‌ها را در تحلیل‌های اقتصادی و مالی منعکس می‌سازد تحلیل حساسیت می‌باشد (۹). پس از ارزیابی به روش‌های مختلف، تحلیل حساسیت یک‌راه مستقیم برای بررسی ریسک و عدم حتمیت در تحلیل طرح‌ها می‌باشد و به عبارتی تحلیل حساسیت نسبت به شرایطی انجام می‌شود که ممکن است در آینده تغییر کنند. مهم‌ترین مؤلفه‌های تأثیرگذار در تحلیل‌های اقتصادی نرخ تنزیل، هزینه‌ها و منافع حاصل از پروژه می‌باشند (۱۰).

- تغییر نرخ تنزیل

به‌طور معمول نرخ تنزیل در یک طرح سرمایه‌گذاری که برای محاسبه ارزش فعلی هزینه‌ها و درآمدهای پیش‌بینی‌شده برای سال‌های آتی طرح مورد استفاده قرار می‌گیرد معادل حداکثر نرخ سود بدون ریسک (نرخ سود سپرده بلندمدت بانکی یا اوراق مشارکت) به‌اضافه چند درصد برای پوشش ریسک سرمایه‌گذاری می‌باشد (۵). نرخ تنزیل مورد استفاده در این طرح هشت درصد بوده است. هرگاه از نرخ تنزیل بالاتری (ده درصد) برای انجام محاسبات و توجیه‌پذیری طرح استفاده شود در این حال کلیه نتایج تغییر یافته و شاخص‌های اقتصادی طرح در قالب جدول شماره (۳) نشان داده شده‌اند. نرخ بهره هشت درصد در سال انجام مطالعه به‌عنوان نرخ بهره رسمی که در مقاطعات دولتی مورد استفاده قرار گرفته بود، انتخاب شده و نرخ بهره‌های بعدی (۱۰ درصد و غیره) به‌عنوان پارامترهای اصلی تحلیل حساسیت در مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است. در نتیجه‌گیری قید شده که با افزایش نرخ بهره از حد آستانه، توجیه طرح چه از نظر اقتصادی و یا مالی امکان‌پذیر نمی‌باشد. نرخ بهره رسمی نرخ است که در پیمان‌های دولتی به‌طور رسمی در تحلیل‌ها و تصمیم‌گیری‌هایی که نهاد دولتی به‌عنوان کارفرما قرار دارد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در زمان انجام مطالعه این نرخ برابر هشت درصد مورد استفاده محقق قرار گرفته است (۵).

در جدول (۳) میزان تغییر در NPV، B/C و IRR در نتیجه افزایش نرخ تنزیل به ۱۰ درصد ارائه شده است. با توجه به خروجی شاخص‌های اقتصادی، NPV در نرخ تنزیل ۱۰ درصد مثبت می‌باشد. به عبارت دیگر، علی‌رغم سودده بودن طرح، سود عاید شده در این حال از نرخ بهره بازار کم‌تر بوده و بخش خصوصی فاقد انگیزه لازم برای ورود و سرمایه‌گذاری در این طرح خواهد بود.

شاخص B/C در نرخ تنزیل ۱۰ درصد برای استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده در کشاورزی بزرگ‌تر از یک می‌باشد. هرچه نرخ بهره افزایش می‌یابد، نرخ بازدهی داخلی کم‌تر می‌شود و بدیهی است توجیه اقتصادی طرح با افزایش نرخ تنزیل کاهش می‌یابد.

جدول ۳- اثرات افزایش نرخ تنزیل از هشت به ده درصد

تحلیل مالی			تحلیل اقتصادی		
IRR	B/C	NPV	IRR	B/C	NPV
غیر قابل محاسبه	۰,۲۵	-۵۷۶۵۵۶	٪۱۰	۱/۷۶	۱۶۱۵۲۱

منبع: یافته‌های تحقیق

- نرخ تنزیل ۱۲ درصد

در نرخ تنزیل ۱۲ درصد نتایج تغییر یافته و شاخص‌های اقتصادی طرح در قالب جدول شماره (۴) نشان داده شده‌اند. جدول زیر میزان تغییر در NPV و B/C را به ازای تغییر در نرخ ۱۲ درصد نشان می‌دهد. با توجه به خروجی شاخص‌های ارزیابی اقتصادی در نرخ تنزیل ۱۰ درصد و نرخ تنزیل ۱۲ درصد NPV و B/C مثبت و بزرگ‌تر از یک می‌باشند. به عبارت دیگر، علی‌رغم پرهزینه‌تر شدن سرمایه‌گذاری، طرح کماکان از سوددهی

برخوردار است. مع‌هذا نرخ بازده داخلی در این حالت از نرخ تنزیل کم‌تر می‌شود که نشان‌دهنده از دست رفتن توجیه اقتصادی طرح می‌باشد. از نظر مالی شرایط در این حال از وخامت بیش‌تری برخوردار بوده و برای بخش خصوصی ورود و سرمایه‌گذاری در این قبیل طرح‌ها در اثر افزایش نرخ تنزیل اصولاً فاقد انگیزه خواهد بود.

جدول ۴- اثرات افزایش نرخ تنزیل از هشت به دوازده درصد

تحلیل اقتصادی			تحلیل مالی		
NPV	B/C	IRR	NPV	B/C	IRR
۸۲۷۳۶	۱/۴۱	٪۶	-۴۸۶۳۷۹	0.22	غیر قابل محاسبه

منبع: یافته‌های تحقیق

معرفی دستاورد

با توجه به تحلیل‌های مالی و اقتصادی صورت گرفته بر روی اطلاعات و داده‌های طرح تصفیه پس‌آب فاضلاب و جایگزینی آن با آب تازه در بخش کشاورزی با نرخ تنزیل رسمی دولتی هشت درصد (نرخ تنزیل طرح‌های سرمایه‌گذاری در ایران برابر نرخ سود اوراق مشارکت ارزی و همچنین تسهیلات صندوق توسعه ملی معادل هشت درصد می‌باشد) توجیه اقتصادی دارد، به عبارت دیگر، در ارزیابی اقتصادی طرح با توجه به مثبت شدن ارزش حال خالص دریافت‌ها و پرداخت‌ها، طرح از نظر سرمایه‌گذاران بخش خصوصی (تحت شرایطی که بتوانند از پس‌آب تولیدی برای کشت محصولات کشاورزی و سود متعاقب آن استفاده نمایند) دارای توجیه می‌باشد و سرمایه‌گذاران تمایل به انجام این طرح را خواهند داشت. در ارزیابی مالی و هنگامی که منافع ناشی از استفاده از پس‌آب تولیدی در حساب‌های طرح تصفیه فاضلاب وارد نگردد، علیرغم عدم محاسبه هزینه فرصت سرمایه، بخش خصوصی فاقد انگیزه لازم برای ورود به این قبیل فعالیت‌ها می‌باشد. هزینه‌ها به صورت فزاینده با افزایش نرخ تنزیل افزایش می‌یابند و شدیداً مقادیر تحت تأثیر نرخ تنزیل به کاررفته در محاسبات می‌باشند.

به عبارت دیگر، هرگاه دستگاه دولتی قصد واگذار کردن تصدی و بهره‌برداری از این طرح‌ها به بخش خصوصی را داشته باشد این کار در قالب بسته سیاستی مقدور بوده و بخش خصوصی می‌بایست از امکان استفاده از پس‌آب تولید شده برای تولید محصولات نهایی برخوردار بوده و منافع ناشی از تولید محصولات نهایی است که متضمن سود تولیدکننده خصوصی می‌باشد. علاوه بر این، حفظ انگیزه بخش خصوصی در اداره این قبیل طرح‌ها منوط به سیاست‌گذاری‌های مستمر دولتی در حفظ و تثبیت نرخ بهره و سطح قیمت‌ها می‌باشد. همچنین، همان‌گونه که قبلاً ملاحظه شد، در اجرای طرح‌های فاضلاب سایر مؤلفه‌های زیست‌محیطی مانند ارتقا استانداردهای بهداشتی در جامعه، حائز اهمیت زیاد بوده و باعث بهبود رفاه اجتماعی و رفاه مادی و اقتصادی آن جامعه می‌شود. این مسئله شاید در کوتاه‌مدت چندان مهم نباشد اما در درازمدت مزیت اقتصادی طرح‌های بهداشتی شروع رسیدن به رفاه اجتماعی و اقتصادی خواهد بود. با توجه به آثار خارجی زیست‌محیطی و بهداشتی فاضلاب‌های شهری و صنعتی لازم است که این تهدید اساسی محیطی با استفاده از سازوکاری به فرصت تبدیل گردد. این قبیل منافع از نظر جامعه به خصوص حائز اولویت بوده اگرچه اثری بر توجیه طرح از نظر بخش خصوصی نخواهد داشت. بخشی از منافع مازاد اجتماعی ایجاد شده در نتیجه اجرای این قبیل طرح‌ها را می‌توان جهت حفظ انگیزه بخش خصوصی به سرمایه‌گذاران این طرح‌ها منتقل نمود.

خلاصه این‌که در تأسیس و سرمایه‌گذاری در این قبیل طرح‌ها لزومی ندارد که حتماً دستگاه دولتی متصدی و متولی و مجری اصلی آن باشد بلکه اگر انگیزه کافی برای بخش خصوصی فراهم شود (از قبیل تضمین بلندمدت سرمایه‌گذاری‌ها و

عدم مداخله دولتی در تعیین قیمت) سپس بخش خصوصی می‌تواند به‌عنوان بخش اصلی حفاظت از منابع ملی و زیست‌محیطی وارد شده و شرایط کشور را از نظر وخامت منابع آبی تغییر دهد. نکته مهم در این حال جلوگیری از نوسان و افزایش نرخ بهره است که هر چه مقدار آن بیشتر شود انگیزه سرمایه‌گذاری خصوصی کم‌تر می‌شود. تضمین سرمایه‌گذاری از این نظر می‌تواند در قالب متعادل نگه‌داشتن نرخ بهره اسمی و واقعی و سطح عمومی قیمت‌ها باشد.

توصیه ترویجی

پژوهش یک فرآیند بدون پایان است و در طول انجام هر پژوهشی زمینه‌های بیش‌تری برای تحقیق و پژوهش مطرح می‌شود. بر اساس یافته‌های تحقیق، پیشنهادات زیر جهت کمک به امر سیاست‌گذاری ارائه می‌شود:

- اجرای طرح‌های فاضلاب و تصفیه آن برای آبیاری زمین‌های کشاورزی در شهرهای بزرگ اقتصادی و در شهرهای کوچک با توجه به اهداف متعدد توسعه (کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی، افزایش اشتغال، صرفه‌جویی در منابع تولید، حفاظت از منابع طبیعی، افزایش درآمدهای محلی،...) می‌تواند در دستور کار نهادهای مختلف اعم از دولتی، عمومی و یا بخش خصوصی قرار گیرد.
- تسهیل امکان ورود بخش خصوصی به این قبیل طرح‌ها در قالب طرح‌های تلفیقی کشت و صنعت توصیه می‌شود. به عبارت دیگر هرگاه بخش خصوصی امکان تولید محصول کشاورزی با استفاده از نهاده پس‌آب تولیدی خود را داشته باشد از انگیزه بیشتری جهت ورود و سرمایه‌گذاری در این قبیل طرح‌ها برخوردار خواهد بود.
- هرگاه انگیزه کافی برای بخش خصوصی فراهم شود (از قبیل تضمین بلندمدت سرمایه‌گذاری‌ها و عدم مداخله دولتی در تعیین قیمت محصولات تولیدی) سپس این بخش می‌تواند به‌عنوان بخش اصلی حفاظت از منابع ملی و زیست‌محیطی وارد شده و شرایط کشور را از نظر وخامت منابع آبی تغییر دهد. پارامتر اصلی تعیین‌کننده در توجیه‌پذیری این قبیل طرح‌های سرمایه‌گذاری سطح نرخ بهره و تضمین و عدم نوسان آن در طول سال‌های عمر طرح می‌باشد. با افزایش نرخ تنزیل توجیه‌پذیری طرح به شدت افول می‌کند.

فهرست منابع

- ۱- اطلاعیه سازمان ملل. روز جهانی آب در سال ۲۰۱۷. ترجمه الهام‌بخشیان. ناشر خانه آب ایران. قابل دسترسی در سایت www.waterHouse.ir
- ۲- برقی، ح.، قنبری، ی.، ۱۳۸۹. بحران منابع آب، چالش اساسی جهان اسلام. مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافی دانان جهان اسلام. ۱-۱۳.
- ۳- خسروی، ب.، دهباز، ب. ۱۳۹۲. امکان‌پذیری به‌کارگیری پس‌آب فاضلاب تصفیه‌شده شهری جهت مصارف کشاورزی در محدوده شهرستان خرم‌آباد. ۱: ۱۶-۱.
- ۴- راهنمای برنامه‌ریزی، مدیریت و تعیین تعرفه‌های پس‌آب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به‌منظور استفاده مجدد، ۱۳۹۴. ضابطه شماره ۶۷۵ امور نظام فنی و اجرایی.
- ۵- رضازاده مهرجو، ر.، بهادری، ش.، ۱۳۹۵. نحوه محاسبه نرخ تنزیل در محاسبه شاخص‌های اقتصادی طرح‌های توسعه‌ای شرکت‌های ملی نفت ایران. مدیریت برنامه‌ریزی تلفیقی شرکت ملی نفت ایران ۵-۱.

- ۶- قلی پور یوسفیان، ج. ۱۳۹۳. بررسی دیدگاه کشاورزان درباره کاربرد فاضلاب تصفیه‌شده در آبیاری محصولات کشاورزی (مطالعه موردی: روستاهای شهرستان خرم‌آباد)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۷- گلباز، م.، حیدری، ب.، حسین زاد فیروزی، ج.، حیاتی، ب.، ریاحی درچه، ف. ۱۳۹۶. ارزیابی اثرات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی سد و شبکه آبیاری تنگاب فیروزآباد فارس. تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران. ۲(۴۸): ۱۷۹-۱۹۵
- ۸- لطفعلی پور، م.، اسلامی گیسکی، س.، ۱۳۸۶. ارزیابی هزینه - فایده و تحلیل حساسیت مجتمع مس سرچشمه. فصل‌نامه بررسی‌های اقتصادی، ۴(۳): ۸۳-۹۹.
- ۹- ملک جعفریان، م.، محسنی، م.، ۱۳۹۴. ارزیابی مالی و اقتصادی اجرای طرح‌های فاضلاب برای تولید پس‌آب قابل استفاده در کشاورزی و صنعت. نشریه آب و توسعه پایدار. ۱(۳): ۸-۱.
- ۱۰- مهرآوران، ب.، انصاری، ح.، بهشتی، ع. ا.، اسماعیلی، ک. ۱۳۹۴. بررسی امکان استفاده از پس‌آب تصفیه‌شده در آبیاری با توجه به اثرات زیست‌محیطی آن (مطالعه موردی پساب خروجی تصفیه‌خانه پرکندآباد مشهد). ۳(۹): ۴۴۷-۴۴۰.
- 11- Corcoran, E. (2010). Sick water: the central role of wastewater management in sustainable development: a rapid response assessment, UNEP/Earthprint.
- 12- Sato, T., Qadir, M., Yamamoto, S., Endo, T., Zahoor, A. (2013) Global, regional, a country level need for data on wastewater generation, treatment, and use. Agricultural Water Management 130, 1-13.

معرفی سازه کنترل رسوب Skimming wall

امیر مرادی نژاد



استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی - ایران

Email: Amir_24619@yahoo.com

چکیده

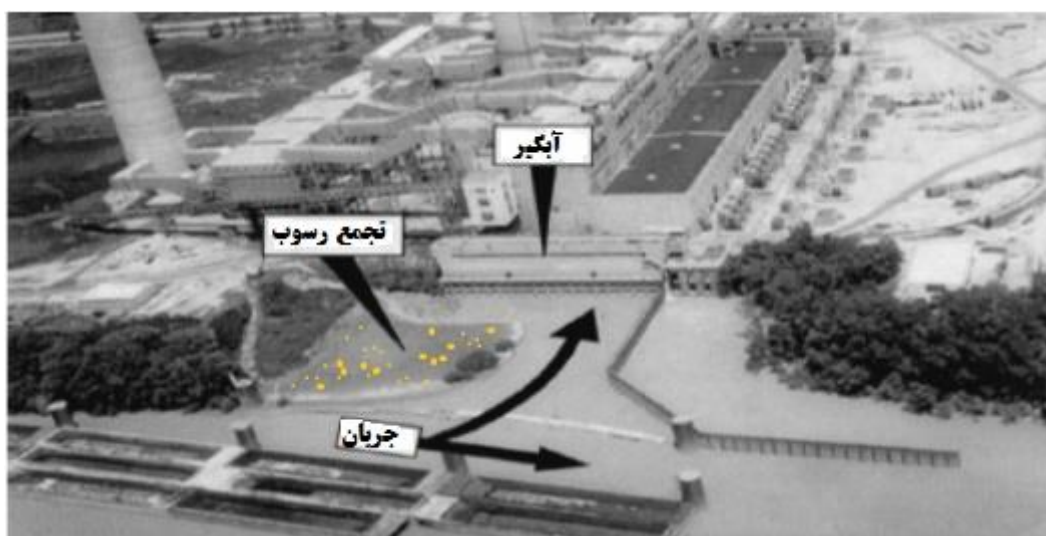
یکی از مشکلاتی که در اکثر آب‌گیرها به وجود می‌آید، تجمع و ورود رسوبات به دهانه آب‌گیر و کاهش راندمان آب‌گیری است. رسوب‌گذاری در دهانه آب‌گیر باعث بروز مشکلات بهره‌برداری از این تأسیسات خواهد شد و ممکن است منجر به قطع جریان در آب‌گیر شود. رسوباتی که هم توسط آب‌گیر انتقال می‌یابد وارد شبکه آبیاری شده و مشکلات فراوانی برای شبکه بوجود می‌آورد. از طرفی لایروبی و تخلیه رسوبات از تأسیسات آب‌گیر و شبکه انتقال، مشکلات اجرایی و هزینه‌های بالایی را نیز به دنبال خواهد داشت. بنابراین لزوم انتخاب راهکارهای مناسب برای کاهش میزان رسوب ورودی به آب‌گیر مورد نیاز می‌باشد. یکی از این راهکارها استفاده از سازه‌های کنترل رسوب در جلوی دهانه آب‌گیر می‌باشد. سازه‌های مختلفی مانند صفحات مستغرق، آستانه، آب‌شکن، ترکیب آن‌ها با یکدیگر برای کنترل رسوب در آب‌گیرها به کار رفته است. پیچیدگی انتقال جریان و رسوب، زیاد بودن تعداد متغیرهای اثرگذار بر رسوب ورودی به محدوده دهانه آب‌گیر، سبب شده است که برای کنترل رسوب به معرفی و استفاده از سازه جدیدی مانند دیوار جداکننده پرداخته شود. این سازه باعث تغییر الگوی جریان در جلوی دهانه آب‌گیر و در نتیجه کاهش رسوب ورودی به آب‌گیر می‌شود. این سازه می‌تواند هم به تنهایی و هم به صورت ترکیبی با آب‌شکن یا سازه‌های دیگر استفاده شود. در راستای شناخت ابعاد، اندازه، فواصل، زوایای و همچنین افزایش کارایی کنترل رسوب این سازه ضروری است که تحقیقات بیشتری وجود داشته باشد. هدف اصلی این مقاله، معرفی این سازه جدید کنترل رسوب در جلوی آب‌گیر و نحوه استفاده از آن می‌باشد.

واژگان کلیدی: آب‌گیر، کنترل رسوب، جریان، رودخانه، سازه، دیوار جدا کننده

بیان مسئله

یکی از اهداف مهمی که در طراحی آب‌گیرهای جانبی و ثقلی مد نظر طراحان قرار می‌گیرد، افزایش راندمان آب‌گیری و کنترل رسوب در دهانه آب‌گیرها می‌باشد. در صورت عدم توجه کافی به طراحی مناسب تأسیسات کنترل رسوب در آب‌گیرها، می‌توان مشکلاتی از قبیل کاهش ظرفیت انتقال جریان در کانال آب‌گیر، آسیب دیدن تأسیسات انتقال و نیروگاهی و تحمیل هزینه‌های بالای لایروبی را انتظار داشت. از مشکلات دیگری که در اکثر آب‌گیرها به وجود می‌آید، ورود و تجمع رسوب به

دهانه آبگیر و تغییر مسیر خطالقعر جریان به سمت ساحل مقابل آبگیر است. کنترل نکردن رسوب ورودی به آبگیرها موجب انتقال آن به داخل کانالهای آبیاری و تأسیسات شده و مشکلات زیادی را در نتیجه حمل رسوبات و یا ته نشین شدن آنها در قسمت‌های مختلف به وجود می‌آورد. در اثر وجود جریان ثانویه در داخل آبگیر، رسوبات به سمت ناحیه جدا شده هدایت شده و به دلیل آنکه در این محل سرعت کم و تنش برشی کم است، رسوب‌گذاری در این محل اتفاق می‌افتد. به مرور زمان ابعاد این ناحیه رسوب‌گذاری زیاد و بخشی از ورودی انشعاب مسدود خواهد شد. این رسوب‌گذاری اولاً موجب کاهش عرض مفید آبگیر و ظرفیت آبگیری خواهد شد. ثانیاً جریان ورودی به داخل آبگیر دچار عدم تقارن شده و می‌تواند منجر به ارتعاش و تخریب پمپ‌های موجود در نیروگاه‌ها شود. شکل (۱) رسوب‌گذاری در دهانه آبگیر جانبی ادجوینگ در رودخانه اوهایو را نشان می‌دهد.

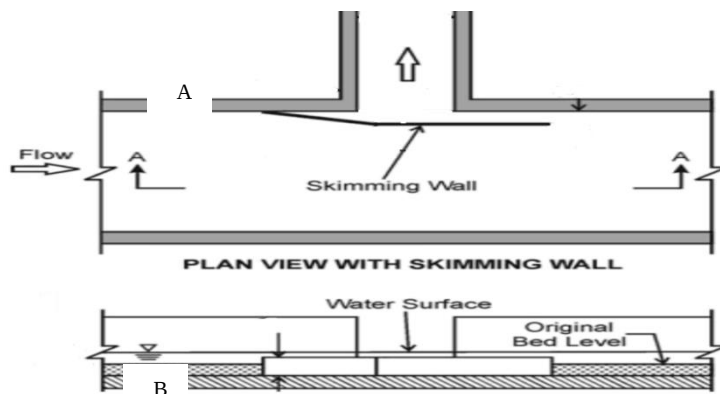


شکل ۱- رسوب‌گذاری در دهانه آبگیر جانبی ادجوینگ در رودخانه اوهایو (Neary, 1999).

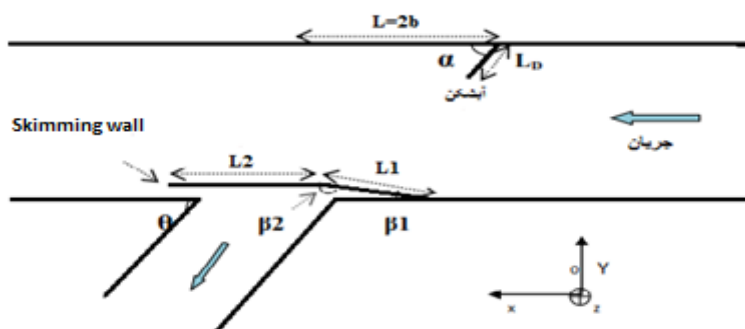
از جمله سازه‌هایی که برای کنترل رسوب و حفاظت از سواحل رودخانه استفاده می‌شود، صفحات مستغرق هم‌چنین استفاده از آستانه، آب‌شکن و دیوار جداکننده و یا ترکیب آنها می‌باشد. در این مقاله به معرفی سازه دیوار جداکننده، کاربرد آن از نظر فنی و مهندسی پرداخته خواهد شد. با توجه به تحقیقات آزمایشگاهی بارکدول (۱۹۹۷)، رسوب ورودی به آبگیر با نسبت آبگیری رابطه مستقیم دارد و با افزایش نسبت آبگیری، نسبت رسوب ورودی نیز افزایش می‌یابد. با افزایش نسبت آبگیری مقدار حداکثر مؤلفه عرضی سرعت در پایین دست آبگیر رخ می‌دهد، در نتیجه رسوبات عمده از این قسمت وارد آبگیر می‌شود. در نسبت‌های آبگیر کم، رسوبات عمدتاً از قسمت ابتدایی کانال وارد آبگیر می‌شوند. نیری و همکاران (۱۹۹۹)، مدل عددی سه‌بعدی جریان در حالت لایه‌ای روی انشعابی ۹۰ درجه در کانالی با مقطع مستطیلی را توسعه دادند و با نتایج آزمایشگاهی صحت‌یابی کرده‌اند. بر اساس یافته‌های این محققان، با افزایش نسبت انحراف جریان (نسبت دبی در کانال آبگیر به کل دبی)، عرض ناحیه گردابی کم و بر طول آن افزوده می‌شود. مرادی نژاد و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی آزمایشگاهی اثر دیوار جداکننده بر کنترل رسوب در مجاورت دهانه آبگیر، پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که ترکیب آب‌شکن و دیوار جداکننده راندمان کنترل رسوب را افزایش می‌دهد. فرشید نیا و همکاران (۱۳۹۹) به مطالعه آزمایشگاهی الگوی جریان و هیدرولیک رسوب در آبگیر جانبی با استفاده از دو دیوار جداکننده موازی در بسترهای آبرفتی پرداختند. نتایج نشان داد که کاربرد این سازه به صورت موازی راندمان رسوب‌گیری بهتری نسبت به تک صفحه‌ای دارد.

معرفی دستاورد

معرفی سازه دیوار جداکننده: در شکل (۲) پلان و مقطع عرضی سازه دیوار جداکننده نشان داده شده است. این سازه برای کنترل رسوب ورودی به آب‌گیر جانبی و حفاظت از سواحل رودخانه به کار می‌رود. در جلوی دهانه آب‌گیر جانبی در کانال اصلی و یا داخل رودخانه نصب می‌شود. این سازه در داخل جریان مستغرق می‌باشد و مقدار ارتفاع خارج از بستر دیوار سازه به میزان تقریباً $0/25$ تا نصف عمق آب در جریان اصلی و یا یک سوم عمق جریان در نظر گرفته می‌شود. البته بر اساس عمق جریان، دانه بندی رسوبات و توپوگرافی بستر این ارتفاع می‌تواند تغییر کند. مطابق شکل (۲) و (۳) سازه دیوار جداکننده، از دوشاخه تشکیل شده است. یکی از شاخه‌ها (L_1) از یک طرف به شاخه دوم (L_2) به صورت مورب و از طرف دیگر به دیوار ساحل وصل می‌باشد. شاخه دیگر (L_2) به صورت موازی با جریان می‌باشد که یک طرف آن به شاخه اول وصل می‌باشد، طرف دیگر آن موازی با جریان در کانال اصلی تا انتهای دهانه آب‌گیر ادامه دارد (شکل ۳). بر اساس نظر بارکدول و همکاران (۱۹۹۹) نسبت طول شاخه‌ها $\frac{L_2}{L_1} = 1/5$ می‌باشد. زاویه نصب سازه به لبه کناری رودخانه (β_1) باید کم‌تر از 20° درجه باشد تا به عنوان مانع در جلوی جریان مشکل ایجاد نکند. زاویه بین دو شاخه سازه (β_2)، زاویه بین سازه با ساحل (β_1)، ابعاد سازه شامل طول و ارتفاع خارج از بستر صفحات بستگی به مشخصات رودخانه و مشخصات هندسی و هیدرولیکی جریان مانند عمق جریان و سرعت جریان دارد. برای بدست آوردن ابعاد دقیق سازه باید از مدل‌های فیزیکی و هیدرولیکی و یا عددی استفاده شود تا بتوان متناسب با سازه آب‌گیر مورد نظر، ابعاد و زوایای دیوار جداکننده را با بهترین راندمان بدست آورد. معیار بهترین راندمان، یعنی بیشترین دبی با کم‌ترین رسوب وارد آب‌گیر شود.



شکل ۲- (A): پلان، (B): مقطع دیوار جداکننده جلوی دهانه آب‌گیر (بارکدول و همکاران، ۱۹۹۹).



شکل ۳- شمای کلی از سازه دیوار جداکننده و آب‌شکن در ابتدای دهانه آب‌گیر جانبی

محل نصب و اجرای این سازه در کانال اصلی در جلوی دهانه آب‌گیر جانبی و موازی با دهانه آب‌گیر، جهت کنترل رسوب ورودی به آب‌گیر و همچنین داخل رودخانه برای حفاظت از ساحل رودخانه در محلی که ساحل رودخانه در حال فرسایش و تخریب است می‌باشد. محل نصب شاخه اول به ساحل رودخانه باید به اندازه کافی در بالادست واقع شوند تا آشفتگی جریان که مواد را به حالت معلق تبدیل می‌کند، قبل از رسیدن جریان به کانال انحرافی خود را مستهلک نماید. معمولاً این فاصله نصب از آب‌گیر را با مدل کردن سازه بدست می‌آورند. مطابق شکل (۴) دیواره سازه معمولاً در بالادست و پایین دست دهانه آب‌گیر امتداد می‌یابند. سازه در مسیر پایین‌دست و پیش‌آمده از دیواره (ساحل)، با ایجاد یک انحناى موضعی، مواد بستر را به سمت خارج دیواره و یا محور رودخانه منحرف نموده و از ورودی به آب‌گیر جلوگیری می‌نماید. بخش بالادست به ایجاد شرایط جریان کنترل شده کمک نموده و ادامه بخش پایین‌دست، برای مقابله با جریان‌های عرضی و خسارات وارده از طرف آن‌ها کمک می‌کند. این سازه با منحرف کردن خطوط جریان شرایط هیدرولیکی و الگوی جریان را تغییر داده و می‌توانند مسیر خط‌القعر رودخانه را تغییر داده و در نتیجه آن افزایش راندمان آب‌گیری را در پی خواهد داشت. این سازه موجب ایجاد یک چرخش در جریان پایین‌دست می‌شود که گسترش آن یک تنش برشی عرضی را به بستر رودخانه، مکانی که تمرکز رسوبات حداکثر است، وارد می‌کند. گرداب‌های به وجود آمده در لبه پایینی سازه، ضمن چرخش به همراه جریان به پایین‌دست انتقال یافته و تشکیل گرداب‌های بزرگ‌تر را می‌دهند. محل شکل‌گیری گرداب در نزدیکی رأس لبه انتهایی سازه می‌باشد. این گرداب‌ها به یک حرکت مارپیچی تبدیل شده، موجب ایجاد تغییراتی در تنش برشی بستر و توپوگرافی کف رودخانه می‌شوند. در نهایت با ایجاد شیارى نسبتاً عمیق و پیوسته در طول کانال اصلی جلوی دهانه آب‌گیر، رسوبات را به پایین‌دست انتقال داده و بدین ترتیب از میزان ورود رسوب بستر به آب‌گیر جانبی می‌کاهد (شکل ۴). تمایل صفحات نسبت به جهت جریان موجب می‌شود تا در پایین‌دست هر یک از صفحات گردابه چرخشی بوجود آید. این جریان‌های ثانویه القایی موجب هدایت رسوبات حمل شده از بالادست به پایین‌دست و در نتیجه کاهش ورود رسوبات به آب‌گیر جانبی می‌گردد (مرادی نژاد، ۱۳۹۶). بر اساس مطالعات اوایانگ (۲۰۰۱) این صفحات با ایجاد جریان چرخشی در پایین‌دست خود ضمن دور کردن جریان با بار رسوبی زیاد از مقابل آب‌گیر، باعث هدایت جریان سطحی به داخل آب‌گیر می‌شود.



شکل ۴- نمایی از دیوار جداکننده و خط القعر ایجاد شده در جلوی آب‌گیر در مدل آزمایشگاهی (مرادی نژاد، ۱۳۹۶)

- جنس سازه دیوار جداکننده

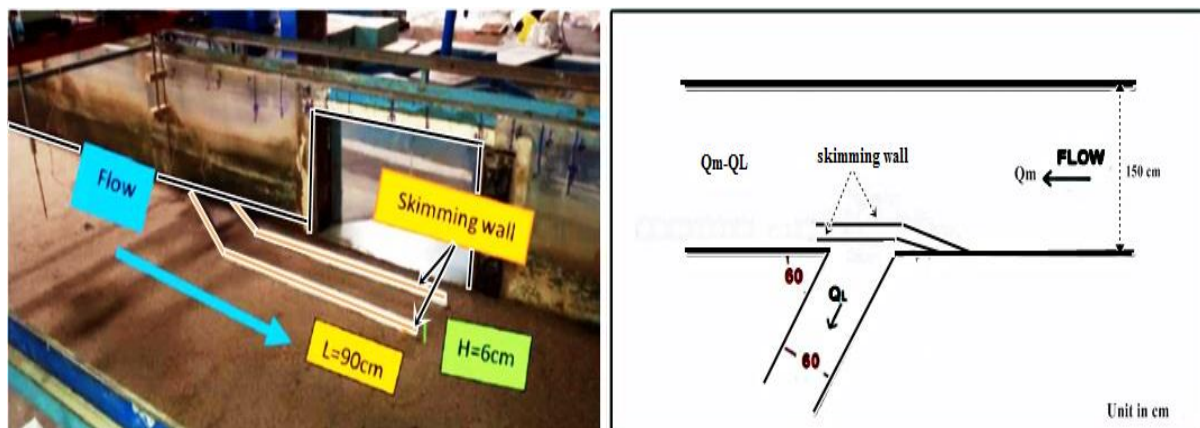
جنس سازه برای اجرای پروژه در طبیعت روی رودخانه یا کانال می‌تواند از بتن، سنگ و سیمان، گابیون و یا فلز باشد. برای کارهای آزمایشگاهی می‌توان از ورق فلزی، پلکسی‌گلاس و یا چوبی استفاده کرد. به طور کلی دیوار جداکننده از دو دیواره که روی دو پایه متصل به بستر قرار دارد، تشکیل شده و به چندین روش قابل ساخت هست. یک روش بدین صورت است که قطعات چوبی یا بتنی به پایه‌ها پیچ می‌شوند. در روش دیگر از یک پانل بتنی پیش‌ساخته که به پایه‌های فولادی پیچ شده است، استفاده می‌شود. استفاده از این روش بر خلاف بیشتر روش‌های ذکر شده که در حالت آب‌گیری با بند انحرافی، استفاده می‌شوند، می‌تواند برای کنترل رسوبات ورودی به آب‌گیر تنها (بدون بند انحرافی) نیز مورد استفاده قرار گیرد.

- استفاده از دیوار جداکننده در حفاظت سواحل رودخانه

یکی از روش‌های غیرمستقیم و معمول در کنترل فرسایش کناری و حفاظت کناره‌های رودخانه‌ها استفاده از سازه دیوار جداکننده مستغرق و غیر مستغرق می‌باشد. این سازه می‌تواند علاوه بر دور کردن رسوبات بار بستر از دهانه آب‌گیر و کنترل رسوب در آن‌ها، نقش بسیار مؤثری در حفاظت از سواحل رودخانه‌ها داشته باشد. در این روش یک سری دیوار جداکننده به‌طور متوالی و زاویه‌دار با مسیر جریان رودخانه ساخته می‌شوند. این سازه‌ها از یک سمت به ساحل رودخانه متصل شده و تا مسافتی در داخل بستر رودخانه به جلو می‌آیند. این سازه‌ها بر خطوط جریان تأثیر گذاشته و باعث تغییر در الگوی جریان رودخانه و انحراف جریان از دیواره‌های فرسایش‌پذیر به وسط رودخانه شده و کناره‌ها را از خطر فرسایش محافظت می‌کند. با ایجاد ناحیه سکون در بین دو سازه و کاهش سرعت جریان از شدت برخورد آن با دیواره‌ها کاسته و در حقیقت قابلیت رسوب‌گذاری جریان را در ساحل رودخانه افزایش می‌دهند. در واقع دیوار جدا کننده مانند آب‌شکن‌ها سازه‌های عرضی یا در واقع دیواره‌های مقطعی هستند که به کناره رودخانه متصل شده و گاهی به صورت یک سری متوالی و گاهی به صورت منفرد باعث انحراف آب از محل کناره‌ها می‌شوند. دیوار جداکننده در حفاظت دیواره‌های خارجی پیچ‌ها، طرح‌های اصلاح مسیر و کاهش عرض رودخانه، می‌تواند به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گیرند. معمولاً از جنس سنگ، پاره سنگ، شن، خاک، مصالح سنگ‌ریزه‌ای، توری سنگ و الوار (چوبی یا فلزی) با زاویه مشخص نسبت به کناره رودخانه از طرف ساحل به سمت مرکز جریان، ساخته می‌شوند و باعث دور نمودن جریان از بازه بحرانی و نیز موجب تنگ‌شدگی موضعی در داخل جریان می‌گردند. عملکرد مثبت این سازه‌ها از یک سو به ویژگی‌های طبیعی رودخانه و از سوی دیگر به رعایت نکات فنی در حین طراحی و احداث سازه بستگی دارد.

- استفاده از ترکیب سازه‌های مختلف با سازه دیوار جدا کننده

برای کاهش حجم رسوبات ورودی به آب‌گیر جانبی، از این سازه به صورت موازی و حتی چند ردیفه هم می‌توان استفاده کرد شکل (۵). نوآوری این کار جدید بودن این سازه می‌باشد. برای بدست آوردن ترکیب مفید و کار آمد از ابعاد و اندازه‌های این سازه نیاز به تحقیق بیش‌تری در این زمینه می‌باشد. برای این‌که بتوان ابعاد و اندازه‌ها و ترکیب سازه را بدست آورد، ابتدا باید سازه تعریف و شناسایی شود و سپس تحقیقاتی در مورد آن به صورت مدل آزمایشگاهی، عددی و حتی فیلدی انجام شود.



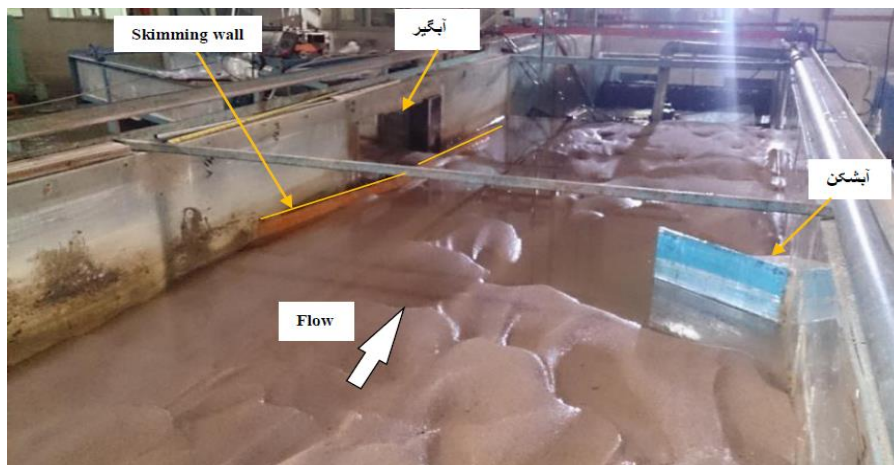
شکل ۵- شاخه های موازی سازه دیوار جداکننده در کانال اصلی جلوی دهانه آب گیر (فرشیدنیا، ۱۳۹۹)

از این سازه می توان به صورت ترکیبی با سازه های دیگر نظیر، آب شکن، آستانه، صفحات مستغرق و غیره استفاده کرد. استفاده از ترکیب سازه های دیگر به طور هم زمان با دیوار جداکننده می تواند راندمان کاربرد آن را بالاتر ببرد. تحقیقات مختلفی با استفاده از صفحات مستغرق هم چنین استفاده از آستانه و آب شکن و یا ترکیب آن ها انجام گرفته اما به دلیل تعدد متغیرهای مؤثر بر رسوب ورودی به آب گیر جانبی و هیدرولیک جریان، در راستای شناخت و افزایش کارایی سازه های کنترل رسوب و راندمان آب گیری بهتر، نیاز به معرفی سازه های جدید و تحقیقات بیشتری جهت شناخت آن ها می باشد. شکل (۶) شمای کلی از سازه دیوار جداکننده را نشان می دهد درحالتی که از ترکیب هم زمان آب شکن و دیوار جداکننده در کانال اصلی استفاده شود، سرعت جریان در مقابل آب گیر نسبت به حالت های قبل افزایش می یابد. دیوار جداکننده در جلوی آب گیر جریان چرخشی ایجاد می کند که جهت آن در سطح به سمت آب گیر و در کف به سمت خلاف آن است. از ترکیب جریان چرخشی ایجاد شده با جریان عرضی ایجاد شده توسط آب شکن می توان انتظار داشت که مقدار جریان ورودی به آب گیر افزایش پیدا می کند. وجود دیوار جداکننده و آب شکن در ساحل مقابل، باعث کاهش مقدار عرض جدایی جریان در سطح می شود. باعث می شود جریان سطحی که غلظت رسوب کمتری دارد وارد آب گیر شود. ابعاد آب شکن و محل نصب آن از خط مرکزی آب گیر در ساحل مقابل با مدل سازی رودخانه و آب گیر بدست می آید.



شکل ۶- نمای کلی فلوام آزمایشگاهی، دیوار جداکننده، آب شکن در حال انجام تحقیق (مرادی نژاد، ۱۳۹۶).

در صورت نبود آب‌شکن و دیوار جداکننده در مقابل آب‌گیر ناحیه تحت تأثیر آب‌گیر در کانال اصلی در نزدیک بستر نسبت به سطح آب دارای گستردگی بیشتری است، با توجه به این که قسمت عمده رسوبات بار بستر وارد آب‌گیر می‌شود، بنابراین انتظار می‌رود با نصب آب‌شکن در ساحل مقابل آب‌گیر و دیوار جداکننده در جلوی آب‌گیر از گستردگی آن کاسته، در نتیجه مقدار رسوبات کمتری وارد آب‌گیر شود (شکل ۷). در آزمایشگاه در حال تحقیق برای پیدا کردن ترکیب درست آب‌شکن و سازه دیوار جدا کننده در مقابل آب‌گیر را نشان می‌دهد.



شکل ۷- ترکیب آب شکن و سازه دیوار جداکننده در مقابل آب گیر در آزمایشگاه (مرادی نژاد، ۱۳۹۶)

توصیہ ترویجی

کارشناسان، طراحان سازه‌های آبیاری، شرکت‌های بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری، آبیاران و کشاورزان پیشرو می‌توانند در جلوی سازه‌های آب‌گیر، در تقاطع کانال‌ها، محلی که کانال درجه دو از کانال اصلی حاوی رسوب، آب‌گیری می‌کند برای کنترل رسوب از این سازه دیوار جداکننده استفاده نمایند. همچنین برای جلوگیری از حفاظت دیواره رودخانه از تخریب و فرسایش بر اثر جریان آب، می‌توان از این سازه به صورت سری و پشت سر هم استفاده کرد. بهره‌برداران آب رودخانه‌ها می‌توانند به صورت سنتی از گونی پر از ماسه یا خاک و یا الوار جهت ساخت سازه دیوار جداکننده در جلوی آب‌گیر استفاده کنند.

از این سازه می‌توان به صورت ترکیبی با سازه‌های دیگر نظیر، آب‌شکن، آستانه، صفحات مستغرق و غیره استفاده کرد. استفاده از ترکیب سازه‌های دیگر به طور هم‌زمان با دیوار جداکننده می‌تواند راندمان کاربرد آن را بالاتر ببرد. وجود دیوار جداکننده و آب‌شکن در ساحل مقابل، باعث کاهش مقدار عرض جدایی جریان در سطح می‌باشد. باعث می‌شود جریان سطحی که غلظت رسوب کمتری دارد وارد آب‌گیر شود. برای کاهش حجم رسوبات ورودی به آب‌گیر جانبی، می‌توان از این سازه به صورت موازی و حتی چند ردیفه هم به کار برد.

در پایان پیشنهاد می‌شود که جهت شناخت و تعیین ابعاد این سازه، زاویه‌ها، نسبت طولی ابعاد، بهینه‌سازی ابعاد، جانمایی و ترکیب با سازه‌های دیگر نیاز است کارهای تحقیقاتی روی آن انجام شود.

بررسی منابع

- ۱- فرشیدنیا، ص.، صانعی، م.، حاجی کندی، ه. و رستمی، م. (۱۳۹۹). مطالعه آزمایشگاهی الگوی جریان و هیدرولیک رسوب در آبگیر جانبی با استفاده از دو دیوار جداکننده در بستر آبرفتی. پایان نامه دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده فنی و مهندسی واحد تهران مرکزی. ۲۴۰ صفحه.
- ۲- مرادی نژاد، ا.، حقی آبی، اه.، صانعی، م. و یونسی، ح. (۱۳۹۷). بررسی آزمایشگاهی تأثیرزاویه دیوار جداکننده بر کنترل رسوب دهانه آبگیر. نشریه علمی و پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز. جلد ۱۰ شماره ۱ صفحه ۱-۱۸.
- 3- Bark doll, D., Etyma, R., Odgaard, A.J. (1999). " Sediment control at lateral diversions: limits and enhancement to vane use". Journal Of Hydraulic Engineering, Vol. 125, No. 8.
- 4- Barkdoll, B.D., Ettema, R. and Tsou, J. (1997). "Sediment Control at Riverside Water Intakes", Proc. of the International Joint Power Generation Conference, Denver, U.S.A., PP. 227-232.
- 5- Etyma, R. and Muster, M. (2004). Scale effects in flume experiments on flow around a spur dike in flatbed channel. Journal Of Hydraulic Engineering, Vol. 137, No.4, pp.635-646.
- 6- Moradinejad, A, Haghiabi A.H, Saneie, M., Yonesi, H. (2017). Investigating the effect of a skimming wall on controlling the Sediment entrance at lateral intake. Water Sci Technol Water Supply. 17(4):1121-1132.
- 7- Muste, M., Ettema, R. (2000). River Sediment Control at Conserville Station, on the Muskingum River, OHIO. American Electric Power Inc. Columbus, Ohio and Electric Power Research Institute Palo Alto, California. IIHR Report, 410. Iowa Institute of Hydraulic Research College of Engineering the University of Iowa City, Iowa, 52242
- 8- Neary, V., Sotiropoulos, F. and Odgaard, A.J. (1999). "Three-dimensional numerical model of lateral-intake inflows ". Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 125, No. 2, pp 126-140.
- 9- Odgaard, A.J and Wang, Y. (1991). Sediment management with submerged vanes I. theory. Hydraulic Engineering 117(3): 267-283.

مروری بر برخی روشهای آبخیزداری استفاده شده و روشهای هوشمند آینده در ایران و دنیا

حمزه سعیدیان^۱*



^۱استادیار پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع

طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران.

Email: Hamzah.4900@yahoo.com

چکیده

آبخیزداری عبارت است از مدیریت جنگل‌ها، مراتع، زمین‌های کشاورزی، خاک‌ها و منابع آب به منظور افزایش تولید منابع و حفظ تعادل اکولوژیک در محدوده حفاظت منابع طبیعی، به عبارتی دیگر آبخیزداری به مفهوم مدیریت جامع و هم‌آهنگ بر کلیه منابع موجود حوزه‌های آبخیز و بهره‌برداری اصولی و قانون‌مند بر مبنای حفظ آب و خاک و محیط زیست می‌باشد. در این تحقیق سعی شده است با توجه به منابع مطالعاتی موجود در ایران و دنیا به بررسی آبخیزداری هوشمند و مقایسه آن با برخی روش‌های آبخیزداری که تاکنون استفاده شده، پرداخته شود. نتایج نشان داد که روش‌های آبخیزداری استفاده شده به تنهایی دیگر قادر به رفع نیازهای مختلف حوزه‌های آبخیز نیست و هم‌چنین آبخیزداری هوشمند نیز به تنهایی نمی‌تواند همه نیازهای حوزه آبخیز را تأمین کند هر چند که در مقایسه با روش‌های آبخیزداری فعلی کارا تر و مؤثرتر است. بهترین روش برای این‌که حوزه‌های آبخیز پویا و با کم‌ترین تخریب وجود داشته باشد، استفاده تلفیقی از روش‌های آبخیزداری هوشمند و روش‌های استفاده شده فعلی است. این دو دیدگاه در کنار هم می‌توانند مشکل حوزه‌های آبخیز را نه تنها در ایران بلکه در دنیا در هر شرایط آب و هوایی و هم نوع خاکی به میزان زیادی حل کنند و حوزه‌های آبخیز را به هدف نهایی و غایی آبخیزداری که تعادل اکولوژیک است نزدیک‌تر کنند.

واژگان کلیدی: حوزه آبخیز، آبخیزداری هوشمند، تعادل اکولوژیک، مدیریت جامع

بیان مسئله

آبخیزداری فرآیند تنظیم و اداره منابع طبیعی، کشاورزی و انسانی یک حوزه آبخیز به منظور تأمین منابع جامعه، بدون آسیب به منابع آب و خاک می‌باشد. آبخیزداری، علم و هنر برنامه‌ریزی مستمر و اجرای اقدام‌های لازم برای مدیریت منابع حوزه‌های آبخیز اعم از طبیعی، کشاورزی، اقتصادی و انسانی بدون ایجاد اثرات منفی در منابع آب و خاک می‌باشد. به عبارت دیگر آبخیزداری طراحی و مدیریت حوزه به منظور حفاظت و استفاده صحیح و پایدار از منابع طبیعی با توجه ویژه به منابع

آب و خاک است. با توجه به این که تمام مناطق در محدوده آبخیز واقع می‌شوند، حوزه فعالیت آبخیزداری مشخص می‌گردد و گسترش کاری آن تمام مناطق کوهستانی، دشتی، اراضی کشاورزی، مناطق شهری و غیره را شامل می‌گردد. آبخیزداری یک فعالیت جمعی و سازمان یافته است و یک فرد به تنهایی قادر به اداره حوزه آبخیزی نخواهد بود. در این جا کلمات سازمان و مدیریت آبخیز لازم و ملزوم یکدیگرند و وجود یکی بدون دیگری معنی ندارد. رشد بیش از حد جمعیت باعث افزایش نیاز جوامع به مواد غذایی، مواد الیافی، انرژی، چوب، علوفه، و غیره گردیده است و در نتیجه انسان را مجبور به استفاده بیش از حد از طبیعت کرده است. امروزه ارزیابی پروژه‌های آبخیزداری از بنیادی‌ترین مسائلی است که در کشورهای مختلف به منظور برنامه‌ریزی‌های آینده در زمینه طرح‌های اجرایی و مدیریت منابع طبیعی انجام می‌گیرد (۲). ارزیابی طرح‌های آبخیزداری و عملکرد آن‌ها در دنیا سابقه‌ی هفتاد ساله دارد، ولی در ایران به این موضوع توجه چندانی نشده است. آبخیزداری در ایران از دهه‌ی ۱۳۴۰ شروع شده است. ولی هم‌چنان تخریب منابع طبیعی رو به افزایش است؛ به نحوی که میزان متوسط فرسایش در ایران حدود یک میلیارد تن در سال است (۳). توسعه شهرنشینی، تبدیل اراضی منابع طبیعی به کشاورزی بدون توجه به قابلیت آن‌ها، استفاده مفرط از جنگل‌ها و مراتع، استفاده مفرط و غیر اصولی از منابع آب و خاک، کاربرد بیش از حد سموم، علف‌کش‌ها کودهای شیمیایی و آلودگی آب و خاک و هوا همه مسائلی هستند که در حوزه‌های آبخیز ظاهر گردیده و تعادل بیولوژیک و هیدرولوژیک را به هم‌زده و باعث تشدید مسائل اکولوژیکی که در گذشته تشریح شد، می‌گردد. در بررسی و ارزیابی اقتصادی و اجتماعی شیوه‌های سستی و نوین اجرای عملیات سازه‌ای و بیولوژیک به منظور حفاظت منابع آب و خاک در حوزه آبخیز سد شهید یعقوبی استان خراسان رضوی با استفاده از روش‌های میدانی و نیز تهیه و تکمیل پرسشنامه نشان داد که اختلاف درآمد بهره‌برداران در این دو شیوه معنی‌دار است و به‌طور کلی منافع حاصل از اجرای عملیات حفاظت خاک و آب برای بهره‌برداران، در روش‌های سستی بیش‌تر از روش‌های نوین است (۱). بررسی‌ها نشان می‌دهد که علیرغم هزینه‌های زیاد، اجرای برخی از اقدامات مکانیکی آبخیزداری در نقاط مختلف دنیا و از جمله ایران موفقیت چندانی برای بهبود منابع طبیعی و معیشت روستاییان نداشته‌اند (۸). یکی از دلایل این روند، عدم مشارکت ساکنین محلی، به‌ویژه در نگهداری است. در این راستا، لازم است مشارکت روستاییان را با روی‌کرد سازگاری با اکوسیستم در شرایط تغییرات اقلیمی بر اساس درجه پایداری و انعطاف یک اکوسیستم هدایت نمود (۶). در سال‌های گذشته طرح‌های متعددی در حوزه‌های آبخیز به اجرا در آمده است که هدف اصلی آن‌ها ایجاد تغییرات مثبت و ایجاد زمینه‌های مناسب برای توسعه اقتصادی و اجتماعی در حوزه‌های آبخیز بوده است (۴ و ۵). البته نتایج برخی تحقیقات دیگر نشان می‌دهد که اجرای طرح‌های آبخیزداری در نقاط مختلف ایران نقش مثبتی در کنترل فرسایش، بهبود پوشش گیاهی، کنترل سیل و رسوب و کاهش روان‌آب داشته است (۷).

معرفی دستاورد

با توجه به زمینه فعالیت‌های محققان رشته‌های مختلف، تعاریف ویژه‌ای از آبخیزداری ارائه شده که در نهایت موجب بوجود آمدن روش‌های مختلف برای ارزیابی طرح‌های آبخیزداری شده است. در این پژوهش به بررسی نتایج تحقیق‌های مختلف در ایران و دنیا در مورد طرح‌های آبخیزداری با استفاده از منابع موجود و روش‌های مختلف ارزیابی طرح‌های آبخیزداری مورد استفاده پرداخته شده است و در نهایت روش‌های آبخیزداری مورد استفاده و هوشمند با هم مقایسه شدند و مفید بودن هر یک از آن‌ها مورد تجزیه و تحلیل و بحث قرار گرفته است.

حوزه آبخیز یک سیستم تولیدی است که ورودی‌های متعددی را دریافت می‌کند که این ورودی‌ها شامل ورودی‌های طبیعی و ورودی‌هایی است که توسط انسان وارد آن می‌شود. مهم‌ترین ورودی طبیعی به حوزه آبخیز، آب است که امروزه در صنعت، کشاورزی و آب شرب مورد بهره‌برداری بی‌رویه قرار گرفته است و انسان عامل اصلی آن محسوب می‌شود. در جهان امروز توجه به رابطه انسان و طبیعت قابل اهمیت است. جا دارد پیوندی بین انسان و استفاده از منابع مانند آب برقرار شود، باید قبول کرد که دوران جدید استفاده از منابع شروع شده، به‌طوری که استفاده بی‌رویه از منابعی مانند آب‌های زیرزمینی، مشکلات سیاسی، اقتصادی و اجتماعی زیادی ایجاد نموده است.

الف) روش‌های آبخیزداری مورد استفاده:

۱- جمع‌آوری و ذخیره آب باران:

در این روش در چاه‌های تزریقی که ساختمان آن تقریباً مشابه چاه‌های بهره‌برداری است با ورود مقداری آب به داخل چاه سطح آب بالا آمده و در نتیجه اختلاف سطحی بین سطح چاه و سطح آب سفره به وجود می‌آید و باعث برقراری جریان آب از چاه به سفره شده و تغذیه مصنوعی سفره زیرزمینی را به‌همراه خواهد داشت. هم‌چنین در برخی نقاط به‌منظور ذخیره آب از استخرهای سنگی و ساروجی استفاده می‌شده است.

۲- طرح‌های بیولوژیک:

بخشی از طرح‌های اجرایی آبخیزداری در قالب عملیات کشت گیاهی (بیولوژیکی) با اهداف کلی گسترش پوشش گیاهی و حفاظت خاک می‌باشد و معمولاً با مشارکت آبخیزنشینان انجام می‌پذیرد. در این روش روی شیب، تغییر آن‌چنانی ایجاد نمی‌شود بلکه با احیاء پوشش گیاهی با فرسایش مبارزه می‌شود.

۳- بانکت‌بندی:

بانکت‌ها کانال‌ها یا شیارهای ممتد یا منقطع هستند که در جهت عمود بر شیب دامنه ساخته می‌شوند و وظیفه جمع‌آوری روان‌آب یا هدایت آن را به یک خروجی عمود بر شیب دامنه به عهده دارند. هم‌چنین به تراس‌های افقی با عرض کم بر روی خطوط تراز یک دامنه هم بانکت می‌گویند

۴ - تراس‌بندی یا سکوبندی روی دامنه‌ها

این سازه سستی با استفاده از سنگ‌های موجود در طبیعت بر روی خطوط تراز یا در مسیر آب‌راهه جهت نفوذ آب به داخل زمین و کاهش سرعت آب به منظور جلوگیری از فرسایش خاک احداث می‌گردد. در نواحی شیب‌دار برای از بین بردن شیب پله‌بندی می‌نمایند بدین ترتیب که در دامنه کوه‌ها که شیب ملایم دارند به‌صورت پله‌های پهن در می‌آورند و سطح هر پله را هموار می‌نمایند تا آب‌های جاری به‌شدت جریان نیابد و به‌این ترتیب آب در سکوها جمع شده بهتر در زمین نفوذ کرده و می‌توان در آن به کشت درخت یا در صورت وسعت زیاد به زراعت پرداخت. البته نگهداری دیواره این سکوها کار مشکل و پرخرجی است و هر چند یک‌بار خراب شده و باید مرمت گردند. در نواحی کوهستانی کشور ما اغلب مردم برای بدست آوردن زمین بیش‌تر از این روش استفاده می‌کنند. دیواره سکوها را معمولاً سنگ‌چین می‌کنند و یا درخت و بوته با فاصله کم در روی دیواره تکیه‌گاه سکوها می‌کارند و معمولاً سطح سکوها را کاملاً افقی و بدون شیب نمی‌سازند بلکه حدود ۵ درصد شیب در جهت عکس می‌دهند.

۵- چپرسازی و شمع کوبی و سنگ چینی در فرسایش آبی:

بیش تر برای نقاطی از کوه که شیب آن زیاد و جنس زمین طوری است که دائم تخریب می شود و ریزش می کند مناسب است. در چپر و شمع بیش تر از سر شاخه درختان استفاده کرده و بر اثر ریزش کوه و یا جمع شدن مواد در پشت آن بطور طبیعی یک سکو بوجود می آید که البته سطح آن مثل سطح سکوها ساخته شده صاف نیست.

۶- مجاری انحرافی در فرسایش آبی

مجاری انحرافی که برای جمع آوری آب های جاری سطحی یا روان آب در جهت عمود بر شیب ساخته می شود و آب های جمع آوری شده را به محل مطمئنی هدایت نموده و به این ترتیب از فرسایش خاک و در نتیجه تلفات خاک و آب جلوگیری می نماید. برای زراعت دیم در مناطق کوهستانی باید زمین هایی را انتخاب کرد و روش هایی را به کار برد و محصولاتی را کشت نمود که از فرسایش بیش از حد خاک جلوگیری کند ، زمین هایی که دارای شیب زیاد است بهتر است کاشته نشوند، زمین طوری شخم شود که آب حاصل از بارندگی موجب فرسایش خاک نگردد و خلاصه شخم بی موقع و لخت افتادن زمین موجبات فرسایش خاک را فراهم نکند. یعنی زمین به موقع با وسایل مناسب و در جهت صحیح شخم و حتی الامکان با کاشتن گیاهان مناسب به ویژه گیاهان علوفه ای مانند یونجه دیم از بایر افتادن آن جلوگیری به عمل آید.

۷- آب انبار

این سازه با هدف ذخیره روان آب حوضه در مخزن سرپوشیده و استفاده از آب حاصل شده در فصل خشک برای مصرف شرب دام و کشاورزی استفاده می شود.

۸- بندهای حفاظت سیل

بندهای حفاظت سیل از خاک و با استفاده از بیل های دستی و روش های دیگر در اطراف روستاها به منظور جلوگیری از ورود سیل به مناطق مسکونی احداث می شوند.

۹- کانال های طویل انتقال آب از چشمه به مناطق پایین دست

این کانال ها بسته به حجم و دبی آب، ابعاد مختلف داشته و در گذشته از سنگ و ساروج و پوشش طبیعی برای ساخت آن ها استفاده شده و طول آن نیز به وضعیت توپوگرافی حوضه و مناطق مورد استفاده بستگی دارد.

۱۰- سدهای اصلاحی

سدهای اصلاحی که به منظور ذخیره آب، کاهش سرعت آب به زیر آستانه فرسایش و نفوذ بیشتر آب در بالادست و تغذیه مناطق پایین دست ساخته می شوند.

۱۱- ایجاد کنتور فارو

احداث کنتور فارو عبارت است از ایجاد جوی های کوچکی بر روی خطوط تراز به منظور نفوذ دادن آب در خاک و جلوگیری از جریان سطحی و در نتیجه فرسایش خاک و هم چنین افزایش پوشش گیاهی در مراتع و تولید علوفه بیش تر. اگر هدف از ایجاد فاروها تنها کنترل آب های سطحی باشد، نحوه عمل با مواردی که برای ذخیره نزولات آسمانی و بالا بردن کیفیت و کمیت پوشش گیاهی اعمال می گردد، مشابه خواهد بود. برای کنترل آب های سطحی و جلوگیری از فرسایش لازم است که فاصله و اندازه فاروها به نحوی انتخاب شود که ضمن این که حداقل هزینه از نظر تعداد فاروها صرف می گردد ظرفیت فاروها نیز متناسب با میزان و شدت معمول بارندگی در منطقه باشد. محاسبه این فاصله و اندازه باید متکی به آمار دراز مدت بارندگی محل از نظر میزان شدت آن باشد به طوری که در شدیدترین بارندگی ها نیز فاروها مملو از آب نگردیده و

سر ریز ننمایند زیرا سرریز کردن تنها یکی از فاروها کافی خواهد بود که میزان آب را در فاروی پایین دست خود به دو برابر ظرفیت محاسبه شده آن رسانده و بدین ترتیب با ایجاد یک جریان سریع و شدید سطحی آب، فرسایش شدیدی را در منطقه بوجود آورد.

۱۲- پیتینگ (چاله‌های کوچک در خاک)

پیتینگ عبارت است از ایجاد چاله‌های کوچک در خاک به منظور افزایش نفوذپذیری آن و ذخیره نزولات آسمانی در داخل چاله‌ها و خاک اطراف آن و جلوگیری از جریان سطحی آب‌های حاصل از بارندگی و در نتیجه کاهش امکان فرسایش. در ابتدای اجرای عملیات، یعنی در زمانی که چاله‌ها جدید احداث می‌شوند، علاوه بر این که مقداری برف اضافی در زمستان در داخل آن‌ها ذخیره می‌شود، موجب نفوذ و ذخیره شدن حدود ۷ تا ۱۵ میلی‌متر آب اضافی در خاک نیز می‌گردد. پیتینگ اغلب قدرت جذب رطوبت را در خاک دو برابر می‌کند و در نتیجه از جریان سطحی آب در بارندگی‌های شدید جلوگیری می‌نماید و در عین حال در مراتع این کار با ذخیره رطوبت اضافی در داخل چاله‌ها و خاک اطراف آن‌ها محیط مناسبی برای رشد گونه‌های مرغوب مرتعی، به خصوص گراس‌ها بوجود می‌آید و موجب افزایش پوشش گیاهی و تولید علوفه می‌گردد.

۱۳- گوراب بالادست مزارع

ایجاد گوراب روشی برای نفوذ آب در مناطق بالادست بوده معمولاً از طریق خاک‌برداری و بیش‌تر به شکل هلال در اطراف مزارع ساخته می‌شود.

۱۴- بندسار

بندسار، کرت یا حوضچه نگهداری و انتقال آب، روشی جهت مهار سیلاب و استحصال آن می‌باشد. در این روش کشاورزان با ایجاد خاکریز در امتداد خطوط تراز و یا عمود بر جریان آب از هدر رفت جریان‌های موقتی به داخل رودخانه و یا دریا جلوگیری می‌کنند. در این روش با ذخیره رطوبت و ایجاد یک لایه حاصل‌خیز در سطح خاک، شرایط رشد را برای گیاهان کشت شده تسهیل می‌نماید. در واقع بند سار، کرت یا حوضچه‌ای است که با ایجاد خاک ریز در مسیر آب به وجود می‌آید و سیلاب به داخل آن هدایت و نگهداری می‌شود تا به تدریج در آن نفوذ کند. استحصال سیلاب با روش فوق می‌تواند سبب افزایش رطوبت خاک و تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی گردد. بیش از ۸۰ درصد آب وارده به این کرت‌ها صرف تغذیه آبخوان‌ها می‌شود. مساحت یک بندسار ممکن است از ۱۰۰ متر مربع تا ۲۵ هکتار یا بیش‌تر باشد که در اراضی کم‌شیب، بندسارها وسیع‌تر و در مناطق پر شیب کوچک‌تر می‌شوند.

۱۵- آب‌بند

آب‌بندها سازه‌هایی هستند از جنس‌های مختلف و برای ذخیره‌سازی آب و جلوگیری از روان‌آب‌های سطحی و بروز سیلاب به کار می‌روند. هم‌چنین، احداث آب‌بندها موجب تقویت سفره‌های آب‌های زیرزمینی و تقویت پوشش گیاهی می‌شود. ساخت آب‌بندها سبب جمع شدن آب‌های سطحی و روان آب‌های ناشی از سیلاب می‌شود و از خسارت به زمین‌های حاصل‌خیز کشاورزی و مراتع جلوگیری می‌کنند.

۱۶- دربند و کش‌بند

چکدم‌های دربند و کش‌بند از جمله سازه‌های سنتی و بومی آبخیزداری هستند که در آبراهه‌های مناطق کوهستانی جهت ایجاد بستر کشت و زرع احداث می‌گردند. دربندها به صورت چکدم‌های عرضی کوتاه به صورت عمود بر جریات آب با ارتفاع تقریبی ۱ تا ۱/۵ متر احداث می‌شوند و پس از رسوب‌گذاری در سال‌های بعد افزایش ارتفاع داده می‌شوند. کش‌بندها به مثابه سیل‌بندهای حاشیه رودخانه باعث حفاظت و بازیافت اراضی حاشیه آبراهه‌ها و ایجاد بستر کشت و حفظ رطوبت در

خاک پشت آن می‌گردند. دربندها و کش‌بندها عمدتاً از جنس خشکه‌چین بوده و با مصالح سنگ ساخته می‌شوند. هر چند دربندهای بلند به ارتفاع ۳-۲/۵ متر با سنگ و سیمان احداث می‌گردند.

۱۷- سازه‌های لاستیکی

سازه‌های لاستیکی با استفاده از لاستیک‌های فرسوده با هدف کنترل سیل و رسوب حوزه آبخیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. سازه‌های لاستیکی در کشور ما کم‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند. هدف استفاده از لاستیک در طرح‌های آبی عمدتاً مربوط به ایجاد سدها، بندها، افزایش ارتفاع و حجم ذخیره سدها، استفاده از لاستیک به جای دریچه‌ها، تله‌اندازی رسوب، بندهای انحراف آب، بندهای تنظیمی، استفاده در نیروگاه‌های آب، ایجاد دریاچه مصنوعی جهت کمپینگ و ورزش‌های آبی، جلوگیری از شور شدن آب رودخانه‌های ساحلی، ایجاد ذخیره‌های تبخیری، استخراج نمک و ایجاد محیط مناسب برای محیط زیست، مطرح شده است. از نقطه نظر مکانی این قبیل سازه‌ها با اهداف مختلف در بسیاری از مناطق قابل ساخت هستند. بنابراین کاربرد لاستیک در طرح‌های آبی در کلیه نقاط کشور و در طرح‌های متنوع آبی و به صورت گسترده در طرح‌های آبی کوچک و بزرگ آبخیزداری، کشاورزی، صنعتی و عمران آبادی، قابل اجرا است.

ب) روش‌های آبخیزداری هوشمند

امروزه برای حفاظت از منابع طبیعی و جلوی از تخریب خاک و فرسایش راهی جزء استفاده از آبخیزداری هوشمند وجود ندارد. آبخیزداری هوشمند می‌تواند در حوزه‌های آبخیز و هم‌چنین به عنوان آبخیزداری هوشمند شهری استفاده شود. در آبخیزداری هوشمند می‌تواند از ابزار ذیل استفاده کرد:

۱- استفاده از سنسورها:

این طرح در حقیقت ایجاد یک شبکه پایش برای شرایط بارندگی در یک حوزه آبخیز است به این صورت که اگر جریان آب و فرسایش در یکی از آبراهه‌ها از حد متعادل خارج شود، اطلاعات توسط یک سنسور دریافت شده و سریعاً به دفتر کارشناس مربوطه مخابره می‌شود. بدین ترتیب می‌توان با راه‌اندازی این شبکه پایش و ارسال اطلاعات به کارشناسان و هشدار به موقع، شهرها و محل اسکان هم‌وطنان در پایین‌دست اقدام پیش‌گیرانه انجام شود. هم‌چنین می‌توان از این سنسورها در تغییرات میزان نفوذپذیری خاک‌ها و هم‌چنین تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نیز استفاده کرد که در نهایت می‌تواند در کاهش فرسایش‌پذیری خاک فوق‌العاده موثر باشند.

۲- استفاده از دوربین‌های پیشرفته:

در این طرح برای حفاظت از حوزه‌های آبخیز از دوربین‌های مداربسته پیشرفته استفاده می‌شود که هر گونه تخریب خاک و منابع طبیعی بلافاصله در دیدرس کارشناسان مربوطه قرار گرفته و اقدامات لازم سریعاً انجام می‌شود.

۳- استفاده از پهپادها:

در سال‌های اخیر استفاده از پهپادها، کاربردهای گوناگونی پیدا کرده است. تا مدتی قبل از پهپاد فقط برای مقاصد نظامی استفاده می‌شد. اما با تولید انواع مختلفی از کوادکوپتر، پرنده‌های آهنی به همه صنایع وارد شده‌اند. یکی از صنایع مهمی که پهپادها به آن وارد شده‌اند، صنعت منابع طبیعی و کشاورزی است. در حال حاضر با استفاده از پهپاد در منابع طبیعی می‌توان فرآیندهای مختلف فرسایش و حفاظت خاک را به‌طور اتوماتیک مدیریت کرد. مزیت اصلی استفاده از پهپاد کارایی بسیار بالای آن می‌باشد. از طرف دیگر در روش سنتی به نیروی انسانی بسیار زیادی نیاز است. اما با استفاده از پهپاد می‌توان هزینه‌ها را به شدت کاهش داد. با وجود مزایای زیاد پهپادها، در حال حاضر کم‌تر از این پرنده‌های آهنین استفاده می‌شود. اولین

مشکل هزینه بالای خرید پهباد به تعداد زیاد است. می‌توان گفت انقلاب منابع طبیعی در راه است. در حقیقت پهبادها را می‌توان آینده دنیای منابع طبیعی دانست. مهم‌ترین دستاوردهای دهه اخیر که بهره‌گیری از آنها در نقشه‌برداری توجه زیادی را به خود معطوف کرده، پرنده‌های بدون سرنشین یا همان پهبادها هستند. پهبادها به دلیل کوچک بودن، مصرف سوخت کم و در عین حال کارایی بسیار بالا در موارد گوناگون مورد استقبال واقع شده است. بسیاری از کشورها از جمله ایران در حوزه طراحی و تولید پهبادهای تجاری وارد شده‌اند. به‌طوری که اکنون بر اساس نوع نیاز در حوزه کاربرد پهباد در محیط زیست و منابع طبیعی از این فناوری در زمینه پایش محیط زیست مراقبت از جنگل‌ها و خطوط انتقال نفت و گاز و شناسایی آلودگی دریا و اقیانوس‌ها بهره می‌برند.

- انواع مختلف پهبادهای موجود و کاربرد آن:

۱- نظارت بر کل فرآیند فرسایش و مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز با پهباد منابع طبیعی

یکی از مشکلات بزرگ منابع طبیعی کنترل سخت آنها است. یکی از کاربردهای اصلی پهباد منابع طبیعی امکان مدیریت کل حوزه‌ها است. با تهیه فیلم از تمام حوزه‌های آبخیز می‌توان نظارت بهتری بر کل فرآیند فرسایش داشت.

۲- کنترل سلامت محصولات با پهباد منابع طبیعی

پهبادهای منابع طبیعی می‌توانند وضعیت سلامتی محصولات منابع طبیعی را چک کنند. در حقیقت با تابش پرتو مادون قرمز به میوه‌های آنها می‌توان از سلامت محصول مطمئن شد. با کمک این فناوری می‌توان میوه‌های معیوب را قبل از برداشت تشخیص داد. به این ترتیب فرصت کافی برای تصمیم‌گیری و سم‌پاشی وجود دارد.

۳- تجزیه و تحلیل خاک منابع طبیعی با پهبادهای نقشه بردار

نقشه‌برداری هوایی از اولین کارهایی است که می‌تواند در عرصه منابع طبیعی انجام شود. پهبادهای نقشه‌بردار می‌توانند علاوه بر نقشه‌برداری، از خاک منابع طبیعی هم نمونه‌برداری کنند. نمونه‌برداری خاک به آبخیزداران کمک می‌کند تا میزان حاصل‌خیزی، فرسایش و رطوبت را اندازه‌گیری کنند. معمولاً نقشه‌برداری و نمونه‌گیری به صورت دوره‌ای انجام می‌شود. زمانی که نتایج دوره‌ای را بررسی کنیم می‌توان تغییرات را در منابع طبیعی اندازه گرفت. اندازه‌گیری به آبخیزداران کمک می‌کند تا بتواند فرآیندهای مختلف فرسایش را پایش کنند. معمولاً نقشه برداری به کمک کوادکوپتر دوربین دار صورت می‌گیرد.

۴- کاشت بذر با شلیک پهباد منابع طبیعی

یکی از بهترین روش‌های کاشت بذر درختان استفاده از پهباد است. پهبادهای کاشت بذر با شلیک می‌توانند بذر و مواد مغزی را به زمین تزریق کنند. البته این روش هنوز به‌طور گسترده مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. یکی از مزیت‌های کاشت بذر با پهباد کاهش هزینه و سرعت بالای کاشت بذر است. کوادکوپتر با برد بالا بهترین گزینه برای کاشت بذر در دل خاک است.

۵- آبیاری منابع طبیعی با پهبادهای آب پاش

کاربرد دیگر پهبادهای منابع طبیعی آبیاری عرصه‌های آن است. پهباد منابع طبیعی با کمک فناوری مادون قرمز می‌تواند نقاط خشک زمین را مشخص کند. بنابراین با پیدا کردن نقاط خشک فرآیند آبیاری به‌سادگی انجام می‌شود. از طرف دیگر وقتی آب‌پاشی به صورت هوایی و نقطه‌ای صورت می‌گیرد، در مصرف آب نیز صرفه جویی قابل توجهی اتفاق می‌افتد.

۶- پهبادهای سم پاش در منابع طبیعی

یکی از استفاده‌های رایج از پهباد سم پاشی منابع طبیعی است. پهباد منابع طبیعی با امواج فراصوتی و سیستم لیزری می‌تواند بهترین فاصله را برای تزریق سم انتخاب کند. از طرف دیگر وقتی سم پاشی به‌صورت هوایی صورت می‌گیرد، سم

کمتری مصرف می‌شود. همچنین روش سم پاشی هوایی از نفوذ سم به عمق خاک جلوگیری می‌کند. اگر روش سم پاشی هوایی با پهپاد را با روش سنتی مقایسه شود، به مزیت‌های این روش بیشتر پی برده می‌شود.

۷- پهپادها و جنگلها

درست از زمانی که تکنولوژی پا به عرصه زندگی اجتماعی و شخصی افراد گذاشت. تغییر ظرفیت ایجاد و بسیاری از مشکلات را که حل آنها به زمان و نیروی انسانی زیادی نیاز داشت به راحتی برطرف کرد. با گذر زمان کم کم این تکنولوژی کمک دسته نیروی انسانی شد و توانست کارهایی را انجام دهد که بشر به تنهایی قادر به انجام آنها نبود. یکی از این عرصه‌ها که نیروی انسانی تا به حال نتوانسته تعرض و دست‌درازی به آنها را به تنهایی برطرف کند، برای حل این مشکل نیاز به تکنولوژی احساس شده، عرصه‌های جنگل و منابع طبیعی است که دست‌درازی به آن برای استفاده از امکانات و امتیازاتی که دارد بر کسی پوشیده نیست. در بسیاری از کشورهای دنیا استفاده از تکنولوژی روز دنیا برای حفاظت و جلوگیری از قطع درختان جنگلی نهادینه شده است و با این روش توانستند جنگل‌های دست کاشت و دست ایشان را که یک چهارم ارزش جنگل‌های کشور ما را ندارد، حفظ کنند. این در حالی است که جنگل‌های بکر و استثنائی ما به دلیل کمبود نیروی انسانی و بهره نبردن برخی تکنولوژی‌ها هنوز هم با ورود قاچاق‌چیان مواجهند. به تازگی گروهی از محققان منابع طبیعی تصمیم گرفتند تا تکنولوژی را به عرصه جنگل وارد کنند و از آن برای حفاظت از جنگل بهره بگیرند. استفاده پهپادها بیشتر برای انجام هلی‌شات و فیلمبرداری در کشور ما استفاده می‌شوند و استفاده کاربردی از آنها انجام نمی‌شود در حالی که می‌تواند در عرصه جنگل خیلی به ما کمک کند. زیرا هزینه عکس گرفتن‌های هوایی زیاد است و اصولاً گرفتن عکس‌های هوایی به صرفه نیست و به همین دلیل استفاده از پهپادها در عرصه‌های جنگلی مطرح شد، دلیل آن هم این بود که هجوم گونه‌های علفی و چوبی و نیاز گونه‌ها به هرس هزینه‌های زیادی را به همراه دارد و اجرای برنامه‌های مراقبتی نیز مستلزم صرف هزینه‌های هنگفتی است، لذا بررسی قابلیت و پهپاد در پایش جنگل‌ها بسیار کاربردی بوده و این پهپادها می‌توانند خیلی به ما کمک کنند. زیرا توانایی این را دارند که در روزهای ابری و بارانی نیز پرواز از عرصه‌های جنگلی عکس‌های سه بعدی تهیه کنند. این عکس‌ها می‌توانند به ما کمک کنند تا ببینیم در چه قسمت‌هایی جنگل کاری موفق داشته‌ایم و در کجاها باید توان بیشتری به خرج دهیم. در واقع بحث جنگل‌کاری موفق را از ناموفق تفکیک می‌کند. این پهپادها قابلیت پرواز در تمام ساعات شبانه روز و کنترل به صورت دستی و اتوماتیک را دارند و این امر می‌تواند به حفاظت از جنگل در کنار نیروی انسانی کمک کند. زیرا قدرت مانور در جنگل را دارد و می‌تواند حضور قاچاق‌چیان در جنگل را مشخص کند. از این پهپاد برای نشان دادن تغییرات جنگل‌ها در یک نقش پایش آتش سوزی نشان دادن نقاط خطر و غیره به راحتی می‌توان استفاده کرد. طراحی و ساخت این پهپاد می‌تواند در مناطق ریزش زمین و نقاط کور که رفت و آمد انسان به آنجا خطرناک است و ممکن است مشکل ساز شود این پهپاد می‌تواند چاره ساز باشد و با استفاده از آن می‌توانید خطر حوادث انسانی را کاهش دهیم.

۸- پهپاد و حفاظت از حیوانات در حال انقراض

بر اساس آمارهای منتشر شده از سوی موسسه لیدن برگ که در زمینه ترکیب پیشرفت‌های تکنولوژی با مسائل حفاظت از محیط زیست تخصص دارد در دهه گذشته شکار غیر قانونی کرگدن در آفریقا ۹۰ برابر افزایش یافت و به طور میانگین هر ۱۴ دقیقه یک فیل در این قاره کشته می‌شود. آماری که در صورت عدم واکنش مجامع بین الملل خبر از انقراض این موجودات کمیاب در ۱۰ سال آینده می‌دهد. برنامه چوپان هوایی حدود یک سال در فاز آزمایشی موسسه لیدن برگ است. اما موسسه لیدن برگ اخیراً از شراکت خود با کمپانی یادگیری ماشین پرده برداشته که نشان‌دهنده مرحله جدیدی در مسیر عملی شدن پروژه مذکور است. پهپادهای لیدن برگ به زودی می‌توانند با استفاده از فناوری یادگیری ماشینی، شکارچیان جانوران و

خودروهای آن‌ها را قبل از اعزام نیروهای انسانی به محل شناسایی کنند. هدف اصلی ترکیب تکنولوژی‌های این شرکت با پهپادهای پروژه چوپان هوایی است تا از طریق جایگزینی هوش مصنوعی با انسان کار پردازش هزاران گیگابایت داده‌ای که توسط دوربین‌های هوایی ضبط می‌شوند با سرعت بسیار بالا تر انجام شود. هدف نهایی این روش حل مسئله شکار غیرمجاز و نجات جان هزاران جانور کمیاب و همچنین دستگیری و مجازات شکارچسانی است که در حالت عادی از چنگ قانون می‌گریزند.

۹- پهپاد و سرشماری حیات وحش

اداره خدمات و حیات وحش در کنیا با استفاده از پهپادهای ویژه سرشماری دقیق از وضعیت حیات وحش و جانوران وحشی این کشور انجام داد. که در این بررسی به طور خاص به شرایط فیل‌ها و سایر پستانداران بزرگ توجه شده است. در این سرشماری محوطه‌ای وسیع به مساحت ۴۸ هزار و ۶۵۶ کیلومتر مربع مورد بررسی قرار گرفته است. شرایط اکوسیستم و تهدیدات زیستی موجود در منطقه واقع در مرز دو کشور کنیا و تانزانیا نیز مطالعه شد. بر اساس گزارش انجمن حفاظت از محیط زیست در قاره آفریقا عوامل متعددی مانند محدود شدن و زیستگاه‌های طبیعی شکار غیر قانونی دخالت انسان در محیط زیست و آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی سبب شده است، بسیاری از گونه‌های جانوری در این قاره در خطر انقراض قرار بگیرند. که در این میان شرایط فیل و کرگدن آفریقایی بحرانی بوده و به تازگی باید نام شیر آفریقایی را نیز در این فهرست اضافه کنیم. علاوه بر موارد فوق این جانور بسیاری از ایستگاه‌ها و قلمروی طبیعی خود را در اثر فعالیت‌های انسانی از دست داده است. فعالان محیط زیست امیدوارند با ادامه دادن نهضت جهانی حمایت از این حیوانات بتوانند به حفظ این جانوران در محیط زیست کمک کرده و از انقراض آنها جلوگیری کنند.

۱۰- پهپاد و سرشماری پرندگان

نخستین سرشماری کلونی پرندگان مهاجر و فلامینگوهای کشور در دریاچه مهارلو با استفاده از پهپادهای زیست محیطی انجام گرفته است. در این روش می‌توان از کلونی پرندگان تصویربرداری کرد که در آن دقت سرشماری پرندگان بیشتر خواهد شد، همچنین در این روش با پرواز پهپادها گردشگران می‌توانند به صورت آنلاین مناظر بدیع را از قلب مناطق حفاظت شده که حضور فرد در آن امکان پذیر نیست مشاهده کنند.

۱۱- پهپاد و بلایای طبیعی

در هنگام حوادث پیش بینی نشده مانند زلزله سیل و رانش زمین استفاده از پهپادها به یافتن تصاویر دقیق از بحران جهت پشتیبانی در لحظه کمک می‌کند. گشت زنی و پایش مداوم مناطق بحران زده برای به دست آوردن گزارشی سریع از میزان تخریب زیرساخت‌ها قسمتهای سالم و تخریب شده شهر در اثر زلزله و یا افراد قرار گرفته در محاصره سیل در شرایط بحرانی بسیار کمک کننده است. در برخی شرایط برای مثال در شرایط زلزله یا سیل و حتی گم شدن در منطقه ای ناشناخته دسترسی به آنتن‌های مخابراتی بسیار حیاتی است با این وجود دو شرکت apt و وی را زون تصمیم گرفتند، یک راهکار جالب برای این مشکل ارائه کنند. شرکت‌های مذکور با استفاده از پهپادها تصمیم به ایجاد شبکه مخابراتی هوشمند گرفتند، بر همین اساس نیز وی را زون نخستین نسل پهپادهای مخابراتی خود را در شهرکیپ مای نیوجرسی آزمایش کرده است. این پهپاد حکم یک سایت سلولی پروازی دارد و یک سیگنال فوری را در طول محدوده یک مایلی فراهم می‌کند. بر این اساس می‌توان امیدوار بود وقتی هر نوع بلایای طبیعی در هر کشوری رخ می‌دهد پهپادهای نجات‌بخش مذکور می‌تواند به مردم بی‌پناه کمک کند و موقعیت مکانی آنان از طریق موبایل و تبلت‌های هوشمند قابل ردیابی خواهد بود.

۱۲- پهپاد و ریزگردها

بروز بحران ریزگردها در مناطق مرزی کشور در سالهای اخیر توجه زیادی از سوی مسئولین کمیته ها و نهادها به خود جلب کرده است. وسعت عوامل جغرافیایی درگیر و همچنین فاکتور دینامیک بودن این بروز بحران ریزگردها در مناطق مرزی کشور در سالهای اخیر توجه زیادی از سوی مسئولین کمیته ها و نهادها به خود جلب کرده است. وسعت عوامل جغرافیایی درگیر و همچنین فاکتور دینامیک بودن این ذرات در فضای وسیعی از مناطق در معرض نیازمندی در استفاده و بهره برداری از ابزارهای تکنولوژیک با قابلیت مانور بالا را حیاتی می کند. هر گونه اقدام قبل از وقوع بحران باشد چه از بابت پیشگیری و چه مدیریت بحران با عنایت به قابلیت مانور بالای پهپادها در فضای هوایی قابل پیاده سازی است، البته این را یادآوری می کنیم که محدودیت های دسترسی و تکنولوژیک در این امور مانند مسائل امنیتی محدودیت های مهندسی و اقتصادی همواره قیود سنگینی را بر کار گروه های هوایی تحمیل می کند.

۱۳- پهپاد و آلودگی هوا

ترکیبات آلی سبک یا فرار که در هوا شناور می شوند می توانند در طولانی و کوتاه مدت منجر به فهرستی طولانی از عوارض سلامتی در انسان ها باشد دانستن اینکه تجمع این ترکیبات در کجا و در چه سطوحی است امکان فوق العاده ای برای جلوگیری از این عوارض است. ترکیبات آلی فرار گازهایی هستند که از محصولاتی نظیر اسپری چسب مو آگروز خودروها و نشر و انفجارات خطرناک ایجاد می شوند و هنگامی که انسان آن را استنشاق می کند می تواند موجب تحریک چشم و بینی، خستگی حالت تهوع و سردرد شود. در حالیکه در طولانی مدت در معرض این گازها قرار بگیرد می تواند منجر به سرطان شود. محققان دانشگاه رایس به همراه محققان کالج پزشکی ییلور به دنبال بهره گیری از قدرت و پهپادها در شناسایی ابرهای این گازها هستند. آن ها به طور خاص امیدوارند نشر و انتشار این گازها را در جو، با این پهپادها شناسایی کنند. برنامه این است که ناوگانی از این پهپادها را به پرواز در بیاورند تا بتوانند با استفاده از حسگرها و فرستنده ها برای ارتباط با یکدیگر یک شبکه شناسایی نشده و انتشار گازهای آلی فرار را تشکیل دهند. مجموعه پهپادها در یک مدل سه بعدی از مناطقی که توسط گازهای عالی سبک آلوده شده اند و برای انسانها موزه هستند ایجاد می کند که سپس می توانند ساکنان این منطقه را مطلع کنند. اگر یک نشت شیمیایی در یک منطقه وجود داشته باشد ممکن است مردم تا چند روز از وجود آن مطلع نشوند این سیستم می تواند بلافاصله از طریق تلفن های همراه مردم را مطلع سازد. همچنین دولت چین برای مقابله با آلودگی هوا پهپادی را با کمک شرکت صنایع هوایی چین به بوته آزمایش گذاشت که مواد شیمیایی را بر شهر می باشند این پهپاد که پارافیل نام دارد به یک چتر گلایدر مجهز شده و می تواند ۷۰۰ کیلوگرم مواد شیمیایی پاک کننده دود را در شعاع ۵۰ کیلومتری حمل کند. این هواپیما که بال های نرمی دارد نسبت به پهپادهای دارای بال ثابت که برای پاک سازی دود استفاده می شوند، ۹۰ درصد کم هزینه تر است. این پهپاد با پاشش یک کاتالیزست شیمیایی که با ذرات موجود در دود واکنش نشان می دهد آلاینده ها را منجمد می کند. سپس این آلاینده ها به زمین می برند این پهپاد برای مبارزه با بحران آلودگی هوا در پکن طراحی شده است.

۱۴- پهپاد و بررسی آلودگی آب

با استفاده از پهپاد در منابع طبیعی، می توان از آب رودخانه ها در مناطق دوردست و صعب العبور نمونه برداشت و میزان آلودگی های آب را سنجید.

۱۵- پهپاد و شکار غیر قانونی

برخورد مستقیم محیط بانان و شکارچیان غیر قانونی تا کنون برای محیط بانان مشکلات بسیاری ایجاد کرده است. از طرف دیگر برای مبارزه با شکار یا ماهیگیری غیر قانونی، همواره تعداد محیط بانان با کمبود روبرو بوده است. پهپادها

می‌توانند با اجرای پایش‌های چندگانه در هر روز، موجب شناسایی شکارچیان غیرقانونی شوند. این امر هم در کاهش شکار غیر قانونی مؤثر است و هم مانع جنگجویی بیشتر شکارچیان مسلح می‌شود.

۱۶- پهباد و مناطق صعب العبور

پهباد در منابع طبیعی می‌تواند مناطق صعب العبور (نیزار، کوهستان‌های مرتفع، باتلاق، ناهموار و شنی، مرداب‌های فصلی و غیره) را با سرعت بسیار بیشتر و با دقت بالا ببیند.

د- روبات‌های منابع طبیعی

مردم در منابع طبیعی به‌طور مستقیم با شرایط تکراری و سخت و بعضاً خطرناک مواجه است. به‌طور مثال هدایت ماشین‌ها خصوصاً در حوزه‌های آبخیز بزرگ خسته‌کننده است که این شرایط کاری در مواقع مواجهه با گرد و غبار، نور شدید و وزش باد بدتر هم می‌شود. بنابراین لزوم استفاده از سیستم‌های خودکار و روباتیک در بخش منابع طبیعی غیر قابل چشم‌پوشی است. روبات‌ها بسته به کاربردها می‌توانند جانشین چندین کاره در قسمت‌های مختلف منابع طبیعی شده و استفاده از آنها روشی بسیار امیدبخش برای افزایش قابل توجه منافع حاصله باشد. کاهش هزینه‌ها، اتلاف وقت و نیروی انسانی، کاهش خستگی ناشی از کارهای متوالی و یکنواخت در منابع طبیعی، افزایش ضریب ایمنی و کاهش خطرات زیست محیطی، افزایش دقت و کارایی ماشین آلات و در نتیجه افزایش عملکرد از جمله مزایای کاربرد روبات‌ها در عملیات مختلف منابع طبیعی است.

توصیه ترویجی

روش‌های مورد استفاده رایج در سطح ایران و دنیا نتیجه چند سال و چندین نسل تجربه و تلاش بوده و از پشتیبانی محکم اجتماعی برخوردار است. سازه‌های مورد استفاده که دارای نسبت فایده به هزینه بالایی هستند، از لحاظ اقتصادی و کسب درآمد برای آبخیز نشینان در اولویت می‌باشد. نتایج نشان داد که آبخیزداری با روش‌های فعلی مورد استفاده به تنهایی دیگر قادر به رفع نیازهای مختلف حوزه‌های آبخیز نیست و همچنین آبخیزداری هوشمند نیز به تنهایی نمی‌تواند همه نیازی حوزه آبخیز را تامین کند هر چند که در مقایسه با آبخیزداری فعلی کارا تر و موثرتر است. بهترین روش برای اینکه حوزه‌های آبخیز پویا و با کمترین تخریب وجود داشته باشد، استفاده تلفیقی از روش‌های آبخیزداری هوشمند و روش‌های مورد استفاده فعلی است. این دو دیدگاه با هم می‌توانند مشکل حوزه‌های آبخیز را در هر شرایط آب و هوایی حل کنند و حوزه‌های آبخیز را به هدف نهایی و غایی آبخیزداری که تعادل اکولوژیک است نزدیک‌تر کنند.

فهرست منابع

- ۱- قاسم زاده گنجه‌ای، م.، (۱۳۸۶). بررسی و ارزیابی اقتصادی و اجتماعی شیوه‌های سنتی و نوین اجرای عملیات سازه‌ای و بیولوژیک به منظور حفاظت منابع آب و خاک (مطالعه موردی- حوزه

آبخیز سد شهید یعقوبی استان خراسان رضوی)، ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، مشهد: انجمن اقتصاد کشاورزی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.

- 2- Abbasi, M.; Mohseni Saravi, M.; Kheirkhah, M.; Khalighi Sigarodi, Sh.; & Gh. Rostamizad, (2010). Assessment Of Watershed Management Activities On Time Of Concentration And Curv Number Using Hec-Hms Model (Case Study: Kan Watershed, Tehran), Journal of Range and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resource, 63 (3), 375-385.
- ۳- Arab khedri, M., (2014). A review of water erosion intensity and sediment yield in Iran, Extension and Development of Watershed Management. tehran. 4 (2), 23-30.
- 4- Bagherian R, Goodarzi M, Bagherian Kalat A, Soltani MJ. (2014). Factors influencing people's participation in watershed management programs. Extension and Development of Watershed Management. 2(7): 21-28.
- 5- Bagherian R, Goodarzi M, Sanaei Torqabah M, Bagherian Kalat A. (2017). Investigation on dimensions of people's participation in watershed management programs; using factor analysis. Iran-Watershed Management Science & Engineering. 2(3): 1-10.
- ۶- Heinimann, H.R. (2010). A concept in adaptive ecosystem management, an engineering perspective. Forest Ecology and Management, 259: 848-856.
- ۷- Nasri, M., N. Ghazanfarpour, S. Feiznia, H. Ahmadi and M. Afari. (2015). Assessment of soil loss estimation method by field indicators, case study: Shahrak Watershed, Taleghan Basin. Range and Watershed Management, 68(3): 589-606 .
- ۸- Pretty, J. and P. Shah. (2008). Making soil and water conservation sustainable: from coercion and control to partnerships and participation. Sustainable Agriculture and Food, Vol. I, Sustainable Agriculture Programme, International Institute for Environment and Development, Eartscan Press, London, 375-402.

مقایسه دو روش آبیاری قطره‌ای و نواری در باغ‌های تازه احداث خرما از طریق پاجوش

ناصر رشیدی^{۱*}، حمید نجفی‌نژاد^۲، پروین سالاری‌نژاد^۳



۱: مربی پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات آموزش

و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

۲: استادیار پژوهش بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات

آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

۳: محقق بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات آموزش و

ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

Email: rashidi_nasser@yahoo.com

چکیده

خرما مهمترین محصول منطقه بم می‌باشد که نقش عمده‌ای در اقتصاد منطقه ایفا می‌کند. بیش از ۹۰ درصد نخلستان‌های این منطقه از نوع مضافتی است. به منظور مقایسه دو روش آبیاری قطره‌ای و نواری بر رشد رویشی و عملکرد خرما، مضافتی آزمایشی در ایستگاه عزیزآباد بم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به مرحله اجرا گذاشته شد. تیمارهای آزمایش شامل: A: آبیاری نواری با عمق آب آبیاری ۱۰ سانتی‌متر با دور آبیاری ۷ روز، B: آبیاری نواری با عمق آب آبیاری ۱۵ سانتی‌متر با دور آبیاری هفت روز، C: آبیاری قطره‌ای به میزان ۶۰٪ تبخیر از تشتک کلاس A با دور آبیاری سه روز، D: آبیاری قطره‌ای به میزان ۸۰٪ تبخیر از تشتک کلاس A با دور آبیاری سه روز. در روش آبیاری نواری میزان آب مصرفی هر ماه یک مرتبه توسط پارشال فلوم اندازه‌گیری شد و ارتفاع آب توسط شاخص‌هایی که در مسیر نوارها تعبیه شده بود مشخص گردید. مصرف کودهای شیمیایی طبق آزمون خاک برای کلیه تیمارها به طور یکسان صورت گرفت. بررسی شاخص‌های رشد رویشی نشان داد که تاثیر تیمارهای آبیاری بر ارتفاع و تعداد برگ‌های نخل معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین رشد رویشی مربوط به تیمار آبیاری قطره‌ای به میزان ۸۰٪ تبخیر از تشتک کلاس A با دور آبیاری سه روز بود.

واژگان کلیدی: نخل، آبیاری قطره‌ای، آبیاری نواری، میزان آب مصرفی

بیان مسئله

خرما درختی از رده تک لپه‌ایها و از خانواده Palmaceae می‌باشد. درختی است دو پایه که گل‌های نر و ماده روی پایه‌های جداگانه قرار دارند (۲). سابقه کاشت خرما در ایران به سه هزار سال قبل از میلاد می‌رسد. در حال حاضر ایران با بیش از ۴۰۰ رقم خرما در ۱۱ استان کشور و با سطح کاشت حدود ۲۵۶ هزار هکتار و تولید ۱۲۷۰ هزار تن در سال یکی از کشورهای

عمده تولید کننده خرماي جهان به شمار می رود. چون خرما متحمل به شوری خاک و آب می باشد، در سطح وسیعی از استان های جنوبی کشور که گیاهان زراعی دیگر قادر به ادامه حیات نیستند به خوبی رشد کرده و تولید اقتصادی دارد (۳). نخل یکی از با ارزش ترین و قدیمی ترین نباتات در شرایط آب و هوای جنوب کشور ایران به خصوص جنوب شرقی استان کرمان می باشد که در تأمین معاش مردم این ناحیه اثر به سزایی دارد (شکل ۱) (۲). استان کرمان با ۵۸۵۰۱ هکتار سطح زیر کشت خرما و تولید ۳۴۸/۷۹۷ تن خرما ۲۹ درصد تولید خرماي کشور را به خود اختصاص داده و از این نظر رتبه اول را در کشور به خود اختصاص داده است (۱). منطقه بم با ۱۱۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا و متوسط بارندگی سالانه ۶۰ میلی متر در شمال و شمال شرقی کوه های جبالبارز قرار گرفته است (۲). در این منطقه ۹۰٪ نخلستان ها از رقم مضافتی و بقیه از ارقام کلوت، هلیله ای و چند رقم دیگر تشکیل شده اند (۲).

علی رغم اهمیت جهانی خرما تحقیقات آبیاری بر روی آن نه تنها در ایران بلکه در سطح جهان بسیار محدود است (۴). میزان آب آبیاری نخل در دنیا از ۱۰ هزار تا ۳۷ هزار متر مکعب در هکتار بسته به کیفیت آب متغیر است. تحقیقات انجام شده در خوزستان نیاز آبیاری نخل را ۳۶ هزار متر مکعب در هکتار در سال بدست آورده است (۴). در منطقه بم پس از کاشت پاجوش ها دور آبیاری تا یک ماه هر دو تا سه روز، در ماه دوم هر چهار تا پنج روز یکبار و در ماه سوم هر هفت روز یکبار می باشد (۲). بررسی های انجام شده در منطقه نشان می دهد که از ماه سوم به بعد آبیاری پاجوش ها به صورت سطحی با دور آبیاری هفت تا ۱۰

روز است که به ازاء هر نخل حدود ۲۵۰ متر مکعب آب در سال مصرف میشود که تقریباً معادل ۳۹۰۰۰ متر مکعب در هکتار در سال است.



شکل شماره ۱: نمایی از درخت خرما و میزان محصول تولیدی آن

درنبوس و پرویت نیاز آبی نخل را ۸۰ تا ۱۰۰٪ تبخیر و تعرق گیاه مرجع برآورد کرده اند (۷). در کالیفرنیا آبیاری قطره‌ای دو ردیفه که در هر ردیف چهار عدد قطره چکان با دبی یک گالن در ساعت برای هر نخل ۳۶ ساله زاهدی طراحی شده بود نشان داد که هر نخل در زمستان ۵۰ لیتر و در تابستان ۱۵۰ تا ۱۷۵ لیتر آب در روز نیاز دارد (۷). دانش نیا در تحقیقاتی ۹ ساله بر روی نخل شاهانی به این نتیجه رسید که در درختان بالای ۱۳ سال با مصرف حدود ۹۵۰۰ متر مکعب آب در هکتار در سال محصول اقتصادی مطلوب بدست می‌آید (۳). وی ضریب ۷۵٪ تبخیر از تشتک A را برای آبیاری نخل در منطقه جهرم توصیه می‌کند (۳). در این حالت کارایی مصرف آب حدود ۰/۷ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی است که این رقم در منطقه جهرم برای آبیاری سطحی حدود ۰/۳ می‌باشد. این ضریب بالاترین میزان رشد رویشی نخل را نیز سبب شده است (۳). در منطقه برازجان نتایج تحقیقات در سال پنجم نشان داد که مصرف آب با روش قطره‌ای در این سن حدود ۳۰۰۰ متر مکعب آب در هکتار در سال می‌باشد و با مطالعه عواملی نظیر قطر تنه، ارتفاع درخت، تعداد برگ در شرایط ایستگاه شبانکاره بهترین دور آبیاری یک روز در میان در مقایسه با دور چهار روزه توصیه گردیده است (۶).

روش‌های آبیاری قطره‌ای و نواری هر کدام دارای مزایا و معایبی می‌باشند ولی با توجه به این‌که کشور ما از نظر جغرافیایی در منطقه کم آب قرار گرفته است باید در استفاده مناسب و بهتر از آب دقت بیش‌تری نموده و از مناسب‌ترین روش‌های آبیاری که به وسیله آن بتوان با آب کم، مساحت بیش‌تری از زمین‌های کشاورزی را آبیاری کرد استفاده نمود. لذا این آزمایش به منظور مقایسه دو روش آبیاری قطره‌ای و نواری بر روی خرما می‌مضافتی به مرحله اجرا درآمد تا تاثیر این دو روش در رشد رویشی نخل، مشخص شود. هم‌چنین این دو روش از نظر میزان مصرف آب مقایسه شوند.

معرفی دستاورد

این آزمایش از سال ۱۳۷۳ به مدت ۱۳ سال به منظور مقایسه دو روش آبیاری قطره‌ای و نواری بر رشد رویشی و عملکرد خرما می‌مضافتی به مرحله اجرا گذاشته شد و در آن پارامترهای ارتفاع درخت (متر)، متوسط طول برگ (متر) و تعداد برگ‌ها (شمارش) اندازه‌گیری شدند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با چهار تیمار اجرا شد. تیمارهای آزمایش به شرح ذیل بودند:

۱: آبیاری نواری با ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر با دور آبیاری هفت روز

۲: آبیاری نواری با ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر با دور آبیاری هفت روز

۳: آبیاری قطره‌ای به میزان ۶۰ درصد تبخیر از تشتک کلاس A با دور آبیاری سه روز

۴: آبیاری قطره‌ای به میزان ۸۰ درصد تبخیر از تشتک کلاس A با دور آبیاری سه روز

هر کرت شامل نه اصله پاجوش مضافتی با فاصله کاشت 8×8 بود. آزمایش مجموعاً دارای ۱۰۸ درخت بود که در زمینی به مساحت ۷۰۰۰ متر مربع در ایستگاه تحقیقات عزیز آباد بم به مرحله اجرا گذاشته شد. بدین ترتیب که ابتدا گودال‌هایی به ابعاد $60 \times 60 \times 60$ سانتی‌متر حفر و با ماسه بادی پر گردید. سپس نسبت به کاشت پاجوش‌ها اقدام شد. پس از کاشت پاجوش‌ها آبیاری به مدت یک سال به صورت سطحی انجام شد و سپس تیمارهای مربوطه اعمال شد. بدین ترتیب که در مورد آبیاری قطره‌ای روزانه تبخیر از تشتک یادداشت‌برداری می‌گردید و آبیاری طبق با دور سه روز صورت می‌گرفت.

راندمان آبیاری قطره‌ای ۹۰ درصد در نظر گرفته شد. در روش آبیاری نواری آبیاری با دور هفت روز انجام شد و میزان آب مصرفی هر ماه یک مرتبه توسط پارشال فلوم اندازه‌گیری می‌شد و ارتفاع آب توسط شاخص‌هایی که در مسیر نوارها تعبیه شده بود مشخص می‌گردید. مصرف کودهای شیمیایی طبق آزمون خاک برای کلیه تیمارها به طور یکسان صورت گرفت. نتایج نشان داد که در روش قطره ای ارتفاع درخت نسبت به روش سطحی افزایش چشم‌گیری داشت. بیش‌ترین ارتفاع نخل در تیمار ۴ (آبیاری قطره‌ای به میزان ۸۰٪ تبخیر از تشتک کلاس A) مشاهده شد. هم‌چنین روش قطره‌ای باعث افزایش متوسط طول برگ نسبت به روش سطحی شد. بیش‌ترین متوسط طول برگ در تیمار ۴ دیده شد. استفاده از روش قطره‌ای باعث افزایش تعداد برگ‌های نخل به طور معنی‌دار شد.

بیش‌ترین تعداد برگ نیز در تیمار ۴ مشاهده شد. به عنوان نتیجه‌گیری از این طرح می‌توان بیان کرد که تیمار ۴ (آبیاری قطره‌ای به میزان ۸۰٪ تبخیر از تشتک کلاس A) بهترین رشد رویشی را سبب گردیده است. دانش نیا در جهرم بیش‌ترین رشد رویشی نخل شاهانی را با روش آبیاری قطره ای با ضریب ۷۵٪ تبخیر از تشتک کلاس A گزارش کرد (۲). وی دور آبیاری یک روز در میان را برای آبیاری نخل در ماه‌های گرم سال (اردیبهشت تا آبان) توصیه کرد (۳).

توصیه ترویجی

با توجه به این‌که شهرستان بم یکی از مناطق خشک می‌باشد و میزان متوسط بارندگی سالیانه در این منطقه بسیار پائین است (کم‌تر از ۵۰ میلی‌متر در سال) بنابراین اعمال روش و یا روش‌هایی که بتواند میزان مصرف آب را در محصولات کشاورزی پائین آورد و نیز راندمان آبیاری را در این محصولات افزایش دهد از اهمیت خاصی برخوردار است. از آنجایی که خرما مهم‌ترین محصول کشاورزی این منطقه می‌باشد و اقتصاد قسمت اعظم خانوارهای روستایی در این ناحیه مستقیماً با این محصول عجین شده است بنابراین هر کاری که منجر به افزایش تولید محصول فوق گردد، موجب بهبود وضعیت معیشتی مردم این منطقه می‌شود. از آنجایی که در روش آبیاری قطره‌ای تیمار ۸۰٪ تبخیر از تشتک کلاس A موجب بیش‌ترین رشد رویشی در گیاهان تحت مطالعه گردید، بنظر می‌رسد که این روش آبیاری نسبت به روش آبیاری نواری در نخلستان‌های منطقه ارجحیت دارد. پیشنهاد می‌گردد که طرح فوق در مناطق دیگر منطقه و به صورت طرح تحقیقی-ترویجی در باغات کشاورزان اجرا گردد و در صورت مثبت بودن نتایج در کل منطقه توصیه گردد. هم‌چنین با توجه به زلزله دلخراش شهرستان بم در سال ۸۲ و آسیب جدی به منابع آبی و نیز باغات منطقه، و نیز این‌که گیاهان به مرحله عملکرد نرسیدند، توصیه می‌گردد تیمارهای فوق بر روی عملکرد و محصول نیز مطالعه گردد.

فهرست منابع

- ۱- آمار نامه کشاورزی، ۱۳۹۶. جلد سوم: محصولات باغبانی، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی- مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- ۲- ابادپور، م. و بصیریان، ا. ۱۳۷۳. شناسایی ارقام خرما استان کرمان (جلد اول) جیرفت، کهنوج، بم، شهداد. انتشارات اداره کل کشاورزی استان کرمان.
- ۳- دانش نیا، س. ۱۳۷۸. اثر دور و عمق آبیاری به روش قطره‌ای بر عملکرد و رشد خرما شاهانی. مجله علوم خاک و آب. ۱۳۹ - ۱۳۱: (۲) ۱۳.

- ۴- دانش‌نیا، س. ۱۳۷۰. آبیاری نخیلات در جهرم با استفاده از روش قطره‌ای. نشریه فنی شماره ۹۲. موسسه تحقیقات خاک و آب. ۹۰ ص.
- ۵- سندگل، ر. ۱۳۷۰. تولید و مراقبت خرما. ترجمه نشریه شماره ۳۵ سازمان FAO. انتشارات سازمان ترویج وزارت کشاورزی. ۳۲۸ ص.
- 6- Droonebos, j., And Pruit W.D...1988. Guiding for predicting crop water requirements. No. 24, F.A.O.
- 7- Robertson, E.1979. Drip Irrigation of mature Date Palm. Report of Date Growers Institute, Journal. Vol. 54. California. U.S.A.