



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



حفظ و بهره‌وری آب

مجله ترویجی

دوره اول، شماره ۱، تابستان ۱۳۹۹

اثرات تغییر اقلیم بر نیاز آبی

راهکارهای ارتقاء بهره‌وری انرژی

آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در باغات پسته

تأثیر عملیات حفاظتی بر فرسایش و رسوب

اصلاح‌گرهای طبیعی و تصفیه پسابها از فلزات سنگین

مقایسه سطوح آب و کود ازته در آبیاری قطره‌ای و فارو

ارزیابی میزان آب برگشتی ناشی از آبیاری غرقابی به آبخوان



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 : عیسی ابراهیمی

کارشناس نشریه : پروین سالاری نژاد

صفحه آرا و طراح جلد : مجید بهزادی و حمید عربپور

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 می‌شود.
- ❖ 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

- بررسی اثر اصلاح گرهای طبیعی به منظور تصفیه پسابها از فلزات سنگین سرب و کادمیوم لیلا تابنده
- ارزیابی میزان آب برگشتی ناشی از آبیاری غرقابی به آبخوان (مطالعه موردی دشت بردسیر) مرتضی رجبی
- مقایسه سطوح آب و کود ازته در آبیاری قطره‌ای و فارو بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه فرنگی آرش صباح
- عمق مناسب کارگذاری لوله‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در باغات پسته هادی کریمی
- اثرات تغییر اقلیم بر نیاز آبی و نیاز آبیاری در مناطق تحت آبیاری، مطالعه موردی: دشت نجف آباد مصطفی گودرزی
- تاثیر عملیات حفاظتی بر فرسایش و رسوب حوضه‌های مناطق نیمه خشک پیمان معدنچی
- راهکارهای ارتقاء بهره‌وری انرژی در سامانه‌های آبیاری تحت فشار افشین یوسف گمرکچی

سخن سردبیر

آغاز هر نشریه علمی- ترویجی به سان طلوعی نوین در عرصه آگاهی و دانش است. بخش کشاورزی به عنوان مهمترین مصرف کننده آب در مقیاس محلی، منطقه ای، ملی و جهانی می تواند منشاء چالش و بحران های بزرگی باشد. از این رو اهمیت انتشار نشریه در زمینه حفظ و بهره وری آب، دو چندان می گردد.

تاثیر گذاری انسان بر چرخه آب، مسائل و مشکلات فرا ملی این حوزه از قبیل مناقشات بنیادی ناشی از رقابت بر سر مصرف، سوء مدیریت در مصارف بخش های مختلف، محدودیت کمی و کیفی این منابع، بحران های ناشی از گرم شدن کره زمین و تغییر اقلیم به پیچیدگی بیشتر چالش ها و بحران های حوزه آب دامن می زند.

بنابراین آگاهی از منشاء مشکلات، مدیریت، حفاظت، بهره وری، ایجاد پیوستگی و وحدت میان بخش های مختلف تاثیرگذار بر مصارف آب، بستر مناسبی را برای حل، تعدیل و سازگاری بحران های آبی فراهم می کند.

هم اینک به لطف الهی و تلاش پژوهشگران بخش آب و کشاورزی، اولین شماره مجله «حفظ و بهره وری آب» منتشر می گردد. هدف از انتشار این نشریه ترویجی، انتقال یافته های پژوهشی، کاربردی و تجربی کارشناسان و پژوهشگران به زبانی ساده و قابل اجرا برای بهره بردان و مروجان، در بخش های مختلف مصارف آب می باشد.

علیجان آبکار

مرداد ۱۳۹۹

اثرات تفاله چای و پوسته شلتوک برنج در تصفیه پسابها از فلزات سنگین سرب و کادمیوم لیلا تابنده



کارشناس ارشد بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان

فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

E-mail: ltabande@yahoo.com

چکیده

محدودیت منابع آبی، کمبود بارندگی، خطر بحران آب در کشور و اهمیت بازیابی مجدد آب از یک سو و افزایش آلودگی آب‌های سطحی و زیر زمینی به وسیله فلزات سنگین و سایر آلاینده‌های حاصل از فاضلاب‌های صنعتی از سویی دیگر، یافتن راه‌حل‌های قابل قبول زیست محیطی را در جهت حذف این مواد از منابع آبی ضروری می‌سازد. در این پژوهش، جهت حذف فلزات سنگین سرب و کادمیوم در مقادیر ۱۵، ۱۰، ۵، ۳۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر از دو نوع ماده جاذب ارزان قیمت تفاله چای و پوسته شلتوک برنج در مقادیر ۰/۵ - ۱ و ۲ گرم و در مدت زمان‌های تماس ۳، ۵ و ۷ ساعت استفاده گردید.

براساس نتایج بدست آمده، مدت زمان تماس تعادلی ۳ ساعت به منظور جذب عناصر مذکور از پساب‌ها کفایت می‌کند و درصد یا بازده جذب با بالا رفتن زمان تماس و مقدار ماده جاذب افزایش می‌یابد ولی پس از گذشت ۳ ساعت، میزان جذب تقریباً ثابت می‌ماند. از طرفی، راندمان جذب برای سرب در هر دو نوع ماده جاذب، ماکزیمم و برای کادمیوم حداقل می‌باشد و قدرت جذب تفاله چای بیشتر از پوسته شلتوک برنج بوده است.

کلمات کلیدی: پوسته شلتوک برنج، تصفیه فاضلاب، تفاله چای، سرب و کادمیوم

بیان مسئله

تخلیه بی‌رویه فاضلاب‌های صنعتی به آب‌های پذیرنده، اثرات زیانباری را به محیط زیست به ویژه اراضی کشاورزی که با این آب‌ها مشروب می‌شوند وارد می‌سازد. از جمله مسائلی که اخیراً توجه عده زیادی از محققان و صاحب نظران به مسایل زیست محیطی را متوجه نموده است، وجود فلزات سنگین در پساب‌ها و تاثیر آن‌ها بر خاک‌های زراعی پذیرنده گیاهان

کشت شده در آن منطقه می‌باشد (۱). بنابراین، یکی از مسایل بسیار مهمی که امروزه در شهرهای بزرگ وجود دارد تخلیه و یا مصرف مجدد حجم زیادی از پساب‌های صنعتی و یا خانگی می‌باشد چرا که این پساب‌ها در کوتاه مدت بدون این که سمیت عناصر سنگین را در گیاهان باعث شوند قابل استفاده هستند. ولی استفاده طولانی مدت از آنها ممکن است منجر به افزایش غلظت این عناصر در گیاهان تحت کشت گردد و غلظت عناصر می‌تواند به سطوحی برسند که امنیت غذایی بشر را تهدید نماید. از طرفی استفاده از پساب‌ها در لایه سطحی اراضی کشاورزی مقدار ماده آلی، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب و عناصر روی و مس را افزایش می‌دهد. از این رو، کاربرد فاضلاب‌ها از دو جنبه زراعی و محیطی حائز اهمیت است (۲). از این رو، در دهه‌های اخیر از روش جذبی، به عنوان یک تکنیک جدا سازی و پاکسازی ضایعات صنعتی در آب و فاضلاب‌ها مورد توجه قرار گرفته است. جذب در واقع یک فرایند انتقال عنصر از فاز مایع به سطح فاز جامد می‌باشد که توسط فعل و انفعالات شیمیایی عنصر در سطح جاذب محدود می‌شود.

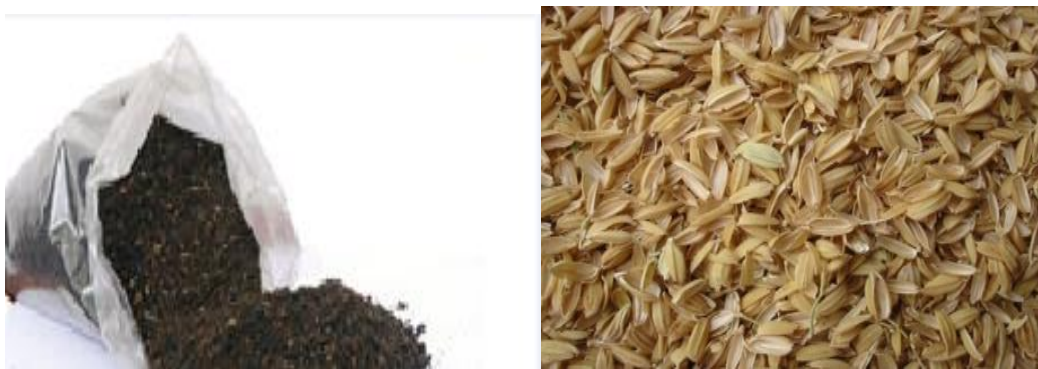
محققان، ظرفیت جذب فلزات سنگین بوسیله مواد زائد را به ترتیب زیر گزارش نمودند:

بگاسی نیشکر > سبوس گندم > موی انسان > پوسته بادام زمینی > پوست شلتوک > چوب ذرت، و راندمان

در ایران، با توجه به محدودیت منابع آب کشور و روند رو به رشد مصرف آب در سال‌های اخیر به خصوص در بخش کشاورزی که بیشترین سهم مصرف آب را به خود اختصاص داده است، استفاده از منابع آبی با کیفیت پایین یکی از موثرترین راه‌حل‌هایی است که می‌توان به آن توجه کرد. لذا به طور کلی بهره‌برداری از آب نامتعارف از جمله پساب‌های فاضلاب شهری (شکل ۱) و صنعتی برای آبیاری اراضی کشاورزی امری ضروری است و این کار با توجه به محدودیت‌های حاضر در پساب، منجر به مسائل و مشکلات زیست محیطی و ورود ترکیبات سمی به زنجیره غذایی انسان و دام می‌شود. با توجه به این که فلزات سنگین توسط میکروب‌ها تجزیه نمی‌شوند و مدت طولانی در محیط باقی می‌مانند لذا باعث آلودگی آب و خاک گشته و نهایتاً گیاهان با جذب این عناصر آلودگی را وارد چرخه غذایی انسان خواهند کرد و زمانی که مقدار آنها از حد مجاز بگذرد باعث بروز بیماری‌های گوناگون و کشنده خواهد شد. بنابراین لازم است تا تحقیقات گسترده‌ای در مورد بررسی و ارزیابی امکان استفاده از این منبع آبی عظیم و مفید در سیستم‌های کشاورزی صورت گیرد تا علاوه بر استفاده از عناصر غذایی موجود در آن، از مخاطرات زیست محیطی آن جلوگیری به عمل آید. در این پژوهش سعی بر این است که، قابلیت جذب کننده‌های طبیعی ارزان قیمت که به آسانی می‌توان آنها را فراهم کرد در جهت تصفیه فاضلاب و پس مانده‌های صنعتی مورد بررسی قرار گیرد تا در صورت امکان با توجه به خطرات زیست محیطی، ناشی از وجود عناصر سنگین در خاک بتوان از این جذب کننده‌ها در جهت تصفیه و اصلاح پسابها استفاده نمود (شکل ۲).



شکل ۱- پسابهای شهری



شکل ۲- مواد جاذب کاربردی

معرفی دستاورد

اثر نوع ماده جاذب و زمانهای مختلف تماس در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱* - اثر دو نوع ماده جاذب و زمانهای مختلف تماس در جذب سرب و کادمیوم (درصد)

ماده جاذب (۰/۵ گرم)	مدت تماس ۳ ساعت		مدت تماس ۵ ساعت		مدت تماس ۷ ساعت	
	سرب	کادمیوم	سرب	کادمیوم	سرب	کادمیوم
غلظت عناصر در پساب ۵ میلی گرم بر لیتر						
تفاله چای	۹۳	۵۸/۴	۹۴	۵۴	۹۴/۲	۶۰
پوسته شلتوک برنج	۷۵	۴۰	۷۷/۲	۴۲	۷۷	۴۲/۳

*روند تغییرات بازده جذب سرب و کادمیوم (درصد) در سایر غلظت های پساب (۱۰-۱۵-۳۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) و مقادیر دیگر مواد جاذب (۱ و ۲ گرم) مشابه جدول مذکور بود.

طبق نتایج حاصل از جدول ۱، با کاربرد غلظت های مختلف عناصر سنگین سرب و کادمیوم (۵، ۱۰، ۱۵، ۳۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) در مقادیر و انواع مختلف مواد جاذب از قبیل تفاله چای و پوسته شلتوک برنج (۰/۵، ۱ و ۲ گرم) و در مدت زمان های

تماس (۳-۵ و ۷ ساعت)، مشخص گردید که به طور مثال، تاثیر کاربرد ۰/۵ گرم از مواد جاذب در محلول‌های حاوی ۵ میلی گرم بر لیتر از عناصر سنگین سرب و کادمیوم، درصد یا بازده جذب با گذشت زمان تماس افزایش می‌یابد ولی پس از گذشت زمان ۳ ساعت، میزان جذب تقریباً ثابت می‌ماند (جدول ۱). البته ثابت بودن درصد جذب، معلول اشباع بودن مکان‌های جذبی از عناصر سنگین سرب و کادمیوم است (۲). بنابراین طبق نتایج حاصله، می‌توان چنین استنباط کرد که حداقل مدت زمان تماس تعادلی ۳ ساعت، به منظور جذب عناصر مذکور از پساب‌ها لازم است. از طرفی این نتیجه با کلیه نتایج حاصل از سایر غلظت‌های مختلف عناصر سنگین سرب و کادمیوم در پساب‌ها (۱۰، ۱۵، ۳۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر) و در مقادیر و انواع مختلف مواد جاذب کاملاً یکسان به دست آمد. نتایج به دست آمده از این تحقیق، با یافته‌های تعداد زیادی از محققین دیگر مطابقت دارد به طوریکه آنها زمان مناسب تعادل برای جذب سرب، کادمیوم و روی را توسط جذب کننده‌ها تقریباً بین ۳ تا ۵ ساعت تماس گزارش کرده اند آنها بیان داشتند بیشتر از ۶ ساعت تماس، جذب به یک حالت تعادل خواهد رسید (۳ و ۴).

در رابطه بین اثر مقادیر و نوع مواد جاذب در برداشت عناصر سرب و کادمیوم از پساب‌های ساختگی، مشخص گردید که قدرت جذب تفاله چای در مقایسه با پوسته شلتوک برنج در برداشت هر دو عنصر سنگین سرب و کادمیوم از پساب‌های حاوی ۵ میلی گرم در لیتر از سرب و کادمیوم بسیار قابل توجه است و با افزایش مقدار مواد جاذب، درصد جذب افزایش می‌یابد که به نظر می‌رسد می‌توان آن را معلول افزایش جایگاه‌های جذبی دانست (۲). لذا هر چه سطح تماس مواد جاذب زاید با پساب‌ها بیشتر باشد درصد یا بازده جذب افزایش می‌یابد.

نتایج حاصل از اثر مقادیر مختلف مواد جاذب در جذب غلظت‌های مختلف سرب و کادمیوم پساب (۵، ۱۰، ۱۵، ۳۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) در مدت زمان تماس ۳ ساعت، در جدول‌های ۲ و ۳ آورده شده است.

جدول ۲- اثر مقادیر مختلف تفاله چای (گرم) در جذب عناصر سنگین (درصد) با غلظت‌های مختلف سرب و کادمیوم

در پساب

مقدار تفاله چای (گرم)	غلظت عناصر سرب و کادمیوم در پساب‌های ساختگی (میلی گرم بر لیتر)							
	۵	۱۰	۱۵	۳۰	۱۰۰			
	سرب	کادمیم	سرب	کادمیم	سرب	کادمیم	سرب	کادمیم
۰/۵	۹۳	۵۸/۴	۸۷	۴۹	۸۲/۵	۳۹/۸	۷۹/۳	۲۹/۷
۱	۹۸/۶	۶۸	۹۸/۲	۵۹	۹۵/۸	۴۹/۳	۹۴/۶	۴۳
۲	۱۰۰	۷۷/۴	۱۰۰	۷۴	۹۷	۵۹/۳	۹۷/۴	۵۵/۹

جدول ۳- اثر مقادیر مختلف پوسته شلتوک برنج (گرم) در جذب عناصر سنگین (درصد) با غلظت های مختلف سرب و

کادمیوم در پساب

مقدار پوسته	غلظت عناصر سرب و کادمیوم در پساب های ساختمگی (میلی گرم بر لیتر)									
	شلتوک برنج	۵	۱۰	۱۵	۳۰	۱۰۰				
		سرب	کادمیم	سرب	کادمیم	سرب	کادمیم	سرب	کادمیم	سرب
۰/۵	۷۵	۴۰	۶۷	۳۸/۳	۶۱/۶	۲۵/۸	۵۸/۴	۱۷/۴	۵۰	۱۰/۴
۱	۸۰	۵۳/۴	۷۸/۳	۴۶	۷۰/۵	۳۴	۶۷	۲۷/۴	۵۹/۶	۲۳/۷
۲	۹۲/۹	۶۲	۸۷	۵۸/۷	۸۴/۷	۴۹/۸	۷۹/۹	۴۲/۳	۷۳/۱	۳۵/۷

نتایج بدست آمده حاکی از آن است که به طور مثال، از یک پساب ساختگی حاوی ۵ میلی گرم در لیتر سرب با کاربرد ۰/۵ گرم تفاله چای در ۳ ساعت تماس در حدود ۹۳ درصد از سرب برداشت می شود. در حالیکه با همان مقدار تفاله چای (۰/۵ گرم) از محلول حاوی ۱۰۰ میلی گرم در لیتر سرب حدود ۷۵/۱ درصد جذب سرب صورت پذیرفته است. لیکن با افزایش مقدار تفاله چای به ۲ گرم، مقدار راندمان جذب به ۱۰۰ درصد برای پساب حاوی ۵ میلی گرم در لیتر سرب و برای پساب حاوی ۱۰۰ میلی گرم در لیتر سرب به حدود ۹۶/۱ درصد افزایش یافته است. بررسی نتایج نشان می دهد، حداکثر و حداقل راندمان جذب در مدت تماس ۳ ساعت، در اولین مرحله آزمایش با ۰/۵ گرم تفاله چای برای سرب به ترتیب ۹۳ و ۷۵/۱ درصد و برای کادمیوم به ترتیب ۵۸/۴ و ۲۵ درصد بدست آمده است (جدول ۲). این در حالی است که حداکثر و حداقل راندمان جذب با ۰/۵ گرم پوسته شلتوک برنج، برای سرب به ترتیب ۷۵ و ۵۰ درصد و برای کادمیوم ۴۰ و ۱۰/۴ درصد بدست آمد (جدول ۳).

نتیجه دیگر نشان داد راندمان جذب برای سرب در دو نوع ماده جاذب، ماکزیمم و برای کادمیوم حداقل می باشد. همانطور که قبلاً اشاره شد، قدرت جذب تفاله چای بیشتر از پوسته شلتوک برنج بوده و در مقایسه بین دو عنصر، تفاله چای قادر است قسمت اعظم سرب را در مقابل کادمیوم جذب نماید. بنابراین، مشخص گردید که بهترین ماده جاذب، تفاله چای و فلز سنگین برگزیده، عنصر سرب می باشد. تفاله چای به دلیل سطح فیبری و مکانهای جذب فعال زیاد به عنوان یک جاذب موثر گزارش شده است (۵).

توصیہ ترویجی

طبق نتایج این پروژه، تفاله چای قادر است میزان قابل قبولی از عنصر سرب را از پساب‌های ساختمانی، در حداقل مدت زمان تماس ۳ ساعت، حذف نماید. از طرفی با توجه به هزینه بسیار کم و قابل دسترس بودن این گونه ضایعات ارزان قیمت، استفاده از این تکنیک جذبی در جهت اصلاح آلودگی و برداشت فلزات سنگین در حجم زیادی از پساب های آلوده بسیار موثر و مفید می‌باشد و از آنجا که این گونه مواد، بر خلاف ارزش کم اقتصادی، از پتانسیل خوبی در پاکسازی محیط

برخوردار می‌باشند لذا استفاده از این قبیل مواد توصیه می‌شود. میزان جذب به مقدار و نوع ماده جاذب، غلظت اولیه و نوع عناصر سنگین در پساب و حتی مدت زمان تماس، بستگی دارد و مشخص است که در غلظت‌های بالاتر آلودگی، مقدار ماده جاذب بیشتری لازم است ولیکن حداقل مدت زمان تماس ۳ ساعت به منظور حذف حداکثر میزان آلودگی پساب به نظر کافی می‌رسد. از طرفی، با توجه به عکس العمل متفاوت مواد جاذب مختلف به انواع عناصر سنگین، تشخیص اینکه چه نوع ماده جاذب، قادر است چه نوع عنصر سنگین را به بهترین نحو ممکن جذب نماید نیاز به تحقیق بیشتر دارد و پیشنهاد می‌شود از سایر مواد جاذب و در شرایط متفاوت (حالت‌های حرارت دیده و در دماهای متفاوت) و با پی‌های هاش‌های مختلف، نحوه‌ی جذب مورد بررسی قرار گیرد و در نهایت، نتایج به پساب‌های طبیعی انعکاس داده شود.

فهرست منابع:

- ۱- مرکز آمار ایران، سالنامه آماری کشور (۱۳۹۵). شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، معاونت برنامه ریزی و بهبود مدیریت، دفتر آمار و فناوری اطلاعات.
- ۲- زوار موسوی، س.ح، فضلی، م، رحمانی، ا. (۱۳۹۰). حذف کادمیوم از محلولهای آبی توسط γ آلومینای نانو ساختار. مجله آب و فاضلاب. ۲۲. (۴): ۹-۲۲.
- 3- Mahvi, A.H., Naghipour, D., Vaez, F., and Nazmara, S.H. (2005). Teawaste as an adsorbent for heavy metal removal from industrial wastewaters. Applied Sciences, 2 (1), 372 – 375.
- 4- Sud, D., Mahajan, G., and Kaur, M.P. (2008). Agricultural waste material as potential adsorbent for sequestering heavy metal ions from aqueous solution. Areview. Bioresource Technology, 99, 6017-6027.
- 5- Chang, Y., and Chen, D. (2005). Preparation and adsorption properties of monodisperse chitosan-bound Fe_3O_4 magnetic nanoparticles for removal of Cu (II) ions. Journal of Colloid and Interface Science, 283, 446- 451.

ارزیابی میزان آب برگشتی ناشی از آبیاری غرقابی به آبخوان (مطالعه موردی دشت بردسیر)

مرتضی رجیبی^۱، نوید جلال کمالی^{۲*}، مهدی نقی زاده^۳



۱. دانشجوی دکتری مهندسی عمران، مدیریت منابع آب، دانشگاه آزاد واحد کرمان

۲. استادیار گروه مهندسی عمران آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان

۳. استادیار گروه تولیدات گیاهی دانشکده کشاورزی بردسیر

*Email: njalalkamali@gmail.com

چکیده:

درک بهتر از برآورد مقدار آب برگشتی به سطح آب زیرزمینی و تاثیر روش آبیاری بر مقدار آن یکی از مولفه‌های مهم در درک بیلان آبی منطقه و مدیریت منابع آب می‌باشد. در ایران در موارد بسیاری برای برآورد بیلان آبی عددی بین ۱۵ تا ۳۰ درصد از آب آبیاری به عنوان آب برگشتی در نظر گرفته شده است. از آنجائیکه عوامل زیادی مانند توپوگرافی، ساختمان خاک، نوع گیاه، عمق توسعه ریشه و تبخیر-تعرق بر مقدار آب برگشتی تأثیر دارند لذا در نظر گرفتن رقمی ثابت برای آب برگشتی می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های مدیریت منابع آب خطا ایجاد کند. در این مطالعه میزان آب برگشتی ناشی از آبیاری به آبخوان دشت بردسیر مورد ارزیابی قرار گرفت. گیاه یونجه که بیشترین سطح کشت زراعی منطقه را دارد انتخاب شد. برای این منظور کشت در مزرعه و کشت در میکرو لایسیمتر برای اندازه‌گیری تبخیر، تعرق انجام شد. از دستگاه TDR برای اندازه‌گیری رطوبت در چند عمق استفاده گردید. نتایج نشان داد که میزان تغذیه آب زیر زمینی از طریق آبیاری در این منطقه حدود ۱۳/۷ درصد می‌باشد و لحاظ نمودن مقادیر ۱۵ تا ۳۰ درصد از آبیاری به عنوان آب برگشتی وجود خارجی ندارد.

کلمات کلیدی: بیلان آب، تبخیر-تعرق، سطح آب زیرزمینی

بیان مسئله:

آبی که جهت آبیاری مورد استفاده قرار گرفته ولی از منطقه ریشه گیاه خارج شده و به سطح آب زیرزمینی می‌پیوندد آب برگشتی گویند. این مقدار را معمولاً "به صورت ضربی از مقدار آب اختصاص داده شده بیان می‌کنند. یکی از مسائل پیچیده در مدیریت منابع آب تخمین آب برگشتی به آبخوان در اثر نفوذ ناشی از آبیاری گیاهان می‌باشد. مطابق آمارهای وزارت نیرو، در کشورمان بیش از ۹۲ درصد منابع آبی در هر سال به بخش کشاورزی اختصاص می‌یابد. در نتیجه در یک حوضه آبریز نیاز آب برای کشاورزی سهم مهمی در بیلان آن حوضه دارد (سبز زاده و همکاران، ۱۳۹۱). از آنجائیکه سطح ایستابی سفره‌های آب زیرزمینی ثابت نبوده و در اثر نفوذ آب برگشتی کشاورزی، نفوذ از کف رودخانه‌ها و عواملی نظیر آن، حجم آب زیرزمینی افزایش یافته و از طرفی آب زیرزمینی از طریق پمپاژ چاه‌ها، زهکش‌های طبیعی و تبخیر-تعرق باعث کاهش حجم آب زیر-

زمینی می‌گردد. لذا بررسی بیلان هیدرولوژی آبخوان‌ها، محاسبه مقادیر تغذیه از طریق نفوذ ناشی از آبیاری سطحی نقش بسزایی در مدیریت منابع آب دارد (صدرالدینی و همکاران، ۱۳۹۵). تا کنون تحقیقات زیادی در زمینه برآورد آب برگشتی انجام شده و بسیاری از پارامترها مانند توپوگرافی، تبخیر-تعرق، خصوصیات خاک، میزان بارندگی و عمق سطح ایستابی بر میزان آب نفوذ یافته که منجر به تغذیه خواهد شد مؤثرند. به دلیل وابسته بودن این پارامترها به عوامل مختلف نامعلوم، نهایتاً "روش‌های مختلف تغذیه معمولاً" به نتایج متفاوتی منجر می‌شود (گرد فرامرزی، ۱۳۸۹). سبب افت کمی و کیفی منابع آب در اغلب آبخوان‌های کشور شده و اکثر دشت‌های کشور با بیلان منفی مواجه شده‌اند. لذا نیاز است که مؤلفه نفوذ ناشی از آبیاری گیاهان زراعی با دقت قابل قبولی در معادله بیلان منظور گردد. هدف اصلی از این پژوهش ارزیابی میزان آب برگشتی حاصل از آبیاری غرقابی به آبخوان دشت بردسیر است. از آنجائیکه دشت بردسیر یکی از قطب‌های تولید علوفه استان کرمان و بیشترین سطح زیر کشت یونجه را در استان به خود اختصاص داده است. تولید این محصول نقش به‌سزایی در اشتغال و درآمدزایی مردم این منطقه دارد در این راستا گیاه یونجه به دلیل کشت غالب در منطقه بردسیر انتخاب گردید و با استفاده از کشت موجود در مزرعه و کشت در میکرو لایسیمتر و بکار گرفتن کنتور حجمی به منظور اندازه‌گیری میزان آب آبیاری و همچنین نسبت به اندازه‌گیری تبخیر-تعرق اقدام گردید. سپس سنسورهای مورد نیاز برای اندازه‌گیری رطوبت خاک در اعماق مختلف بکار گرفته شد و علاوه بر این نوسانات سطح آب در چاه با عمقیاب اندازه‌گیری شد. پس از جمع‌آوری و ثبت اطلاعات و تدوین روشهای محاسباتی به اندازه‌گیری میزان آب برگشتی در دشت بردسیر اقدام گردید.

سطح زیر کشت محصولات زراعی دشت بردسیر ۲۴۰۰۰ هکتار و سطح محصولات باغی ۱۶۰۰۰ هکتار می‌باشد. به ترتیب بیشترین سطوح کشت‌های زراعی شامل یونجه ۷۵۰۰ هکتار، گندم ۵۵۰۰ هکتار، جو ۵۰۰۰ هکتار، سیب‌زمینی ۲۵۰۰ هکتار، ذرت علوفه‌ای ۲۰۰۰ هکتار، کلزا ۱۰۰۰ هکتار و سایر محصولات متفرقه ۵۰۰ هکتار می‌باشد. با توجه به اینکه یونجه با ۳۱ درصد، سطح کشت غالب گیاهان زراعی را در منطقه به خود اختصاص داده به عنوان محصول مورد نظر انتخاب گردید. از آنجائیکه این گیاه آب بیشتری نسبت به سایر گیاهان زراعی نیاز دارد لذا در بررسی آب برگشتی حاصل از آبیاری غرقابی می‌تواند نقش بسزایی داشته باشد. برای اندازه‌گیری رطوبت از دستگاه رطوبت سنج (TDR) و سنسورهای حساس به رطوبت در سه عمق ۱/۵، ۳ و ۴/۵ متر برای قرائت رطوبت، یک روز بعد از آبیاری در مزرعه یونجه استفاده گردید. دستگاه مذکور به همراه قرائت رطوبت حجمی، شوری و گرمای خاک را نیز برای هر عمق ارائه می‌کرد. این دستگاه در مزرعه تحقیقاتی تحت نظارت دانشکده کشاورزی بردسیر در منطقه دشتکار بردسیر نصب گردید. شکل (۱) محل کار گذاری سنسورها را نشان می‌دهد.



شکل ۱- محل کارگذاری سنسورها

در این تحقیق برای آبیاری مزرعه یونجه از چاه آب کشاورزی در جوار مزرعه استفاده شد. از کنتور حجمی نیز برای اندازه‌گیری میزان آب برای آبیاری استفاده گردید.

همچنین برای تعیین بافت خاک از روش هیدرومتری استفاده گردید و جرم مخصوص ظاهری خاک با استفاده از روش کلوخه و پارافین بدست آمد. سایر پارامترهای مورد نیاز آب و خاک در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. شوری آب ۰/۸۱ دسی زیمنس بر متر و اسیدیته $7/8 \text{ meq/l}$ و شوری عصاره اشباع خاک $5/2$ دسی زیمنس بر متر و اسیدیته خاک $7/7 \text{ meq/l}$ بدست آمد. بافت خاک شنی لومی تعیین گردید. هیچ محدودیتی از نظر کیفیت آب و خاک برای نفوذپذیری وجود نداشت. در این پژوهش برای تعیین عمق توسعه ریشه گیاه یونجه در خاک مزرعه نسبت به حفر پروفیل در چند نقطه مزرعه اقدام گردید. با توجه به بیشینه عمق ریشه یونجه حداکثر عمق توسعه ریشه یک متر و ده سانتی متر در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری تبخیر-تعرق با استفاده از میکرو لایسیمتر کار گذاشته شده در مزرعه یونجه‌ای تحت نظارت دانشکده کشاورزی بردسیر که در منطقه دشتکار بردسیر واقع شده است نسبت به اندازه‌گیری تبخیر-تعرق واقعی اقدام شد. شکل (۲) میکرو لایسمتر کار گذاشته شده را نشان می‌دهد.



شکل ۲- میکرو لایسیمتر کار گذاشته شده در مزرعه

به منظور تاثیر اثر آبیاری بر تغذیه آبنخوان عملیات آبیاری سطحی بر روی مزرعه یونجه انجام شد. با استفاده از کنتور حجمی میزان آب آبیاری اندازه‌گیری، و آمار میزان بارندگی از سازمان هواشناسی تهیه گردید. تبخیر-تعرق واقعی با استفاده از لایسیمتر کار گذاشته شده بصورت روزانه قرائت گردید. نتایج آن در جدول شماره (۱) آمده است.

جدول ۱- میزان بارندگی، تبخیر-تعرق واقعی و آب آبیاری

ردیف	بارندگی (mm)	تبخیر تعرق (mm)	آب آبیاری (mm)	تغذیه (mm)
۱	۱۰۶/۱	۲۰۶۳/۹	۲۲۸۸	۳۳۰/۲

از جدول ارائه شده مجموع آبیاری و بارش برابر $2394/1$ میلیمتر می باشد که تفاوت آن با تبخیر-تعرق برابر با $330/2$ میلیمتر و میزان تغذیه تقریباً $13/7$ درصد از آب آبیاری و بارندگی، بصورت آب برگشتی باعث تغذیه سفره آب زیر زمینی شده است.

معرفی دستاورد

در جنوب شرق کشور به ویژه استان کرمان منابع آب زیر زمینی نقش بسیار مهمی در تامین آب مورد نیاز فعالیت‌های کشاورزی دارد. بررسی جریان برگشتی ناشی از عملیات آبیاری به منابع آب زیرزمینی هر منطقه، در تغذیه آب زیرزمینی موثر می‌باشد و درک صحیح از میزان آب برگشتی یکی از موضوعات مهم برای بیان آبی هر حوضه آبریز است که می‌تواند در برنامه‌ریزی سازمان‌های ذیربط مؤثر واقع شود. در سالهای اخیر به دلیل برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی استان کرمان و عدم توازن بین آب برداشت شده از سفره و میزان تغذیه آن، سبب افت کمی و کیفی بسیاری از چاه‌های کشاورزی مناطق مختلف استان شده است. این موضوع موجب شور و بی کیفیت شدن آب چاه‌ها و به تبع آن شور شدن خاک باغات و مزارع شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که نفوذ عمقی حاصل از عملیات آبیاری و همچنین بارندگی باعث حرکت آب از لایه‌های بالاتر سطح زمین به سمت سفره آب زیرزمینی شده و در نتیجه موجب بالا آمدن سطح ایستابی سفره آب زیرزمینی می‌گردد. در این مطالعه میزان آب برگشتی برابر ۱۳/۷ درصد از مجموع آب آبیاری و بارندگی بدست آمد و در نظر گرفتن مقادیر ۱۵ تا ۳۰ درصد از آبیاری به عنوان آب برگشتی وجود خارجی ندارد. لذا پیشنهاد می‌شود مشابه این مطالعه در سایر مناطق مختلف استان انجام شود تا درک صحیح تری از میزان آب برگشتی برای متخصصین علوم آب و همچنین سازمانهای ذیربط به منظور برنامه ریزی بهتر برای استفاده از منابع آب زیرزمینی وجود داشته باشد.

توصیه ترویجی

از آنجائیکه در این پژوهش اندازه‌گیری رطوبت تا عمق ۴/۵ متر از سطح زمین در مزرعه مورد مطالعه انجام شد. مشاهده گردید تا عمق ۱/۵ متری، منحنی‌های رطوبتی دارای نوسانات بیشتری نسبت به سایر اعماق هستند. این موضوع می‌تواند به دلیل عواملی مانند تبخیر- تعرق گیاه و همچنین جذب آب توسط ریشه باشد که باعث می‌شود مکانیزیم پویاتری از تغییرات رطوبت و مکش خاک نسبت به آب وجود داشته باشد و هر چه بر عمق افزوده می‌شود این منحنی‌ها حالت یکنواخت‌تری پیدا می‌کنند. از آنجائی که هیچگونه محدودیتی برای نفوذ آب به درون خاک وجود نداشت می‌توان به این نتیجه رسید، آبی که از منطقه ریشه عبور می‌کند دیگر به لایه‌های سطحی برنگشته و به سمت آب زیر زمینی حرکت می‌کند. با توجه به اندازه‌گیری پارامترهایی مانند آب آبیاری، تبخیر-تعرق و بارندگی در مدت زمان مورد مطالعه نتایج نشان داد که ۱۳/۷ درصد از مجموع آب آبیاری و بارندگی بصورت آب برگشتی از ناحیه ریشه گیاه به سمت اعماق پایین تر حرکت کرده، و در نتیجه به سفره آب زیر زمینی خواهد رسید.

فهرست منابع:

۱. سبزه‌زاده، ا. محمدی سعید، ع. (۱۳۹۱). برآورد ضریب جریان بازگشتی به کمک الگوریتم بهینه سازی ذرات، نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۴: ۶، ۳۰۵-۲۹۷.
۲. سلطانی گرد فرامرزی، س. عابدی کوپایی، ج. (۱۳۸۲). تخمین آب زیر زمینی زیر حوضه کرون در منطقه اصفهان با استفاده از مدل CRD. فصل‌نامه علمی پژوهشی آب و فاضلاب، ۴: ۲۱، ۹۷-۹۲.
۳. صدرالدینی، ع. عظیمی، و. (۱۳۹۵). ارزیابی میزان آب برگشتی از آبیاری به آبخوان (مطالعه موردی: دشت عجب شیر)، اولین کنفرانس بین المللی آب، محیط زیست و توسعه پایدار.

4. Neto, D.C., Chang, H., and Van Genuchten, M.T. (2015). A Mathematical View of Water Table Fluctuations in a Shallow Aquifer in Brazil. Ground water. 54: 1. 82-91.
5. Karina, Y., Gutierrez-Jurado, A., Fernald Steven, G., Guldán, J., and Carlos, G. (2017). Surface Water and Ground water Interactions in Traditionally Irrigated Fields in Northern New Mexico, U.S.A. Journal water, 9, 102. doi: 10. 3390/w9020102.
6. Simunek, J., Huang, K., Sejna, M., and van Genuchten, M.T.H. (1998). The HYDRUS-1D software package for simulating the one-dimensional movement of water, heat, and multiple solutes in variably-saturated media Version 2.0. Igwmc-tps-70, International Ground Water Modeling Center, Colorado School of Mines, Golden, Colorado. 162 P.

مدیریت مصرف آب و کود ازته در آبیاری قطره‌ای و فارو در کشت گوجه فرنگی

آرش صباح*^۱، مهدی امیرپور رباط^۲، پیمان اسفندیارپور^۱، ابراهیم ممنوعی^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: محقق بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

۳: استادیار بخش تحقیقات زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران

*E.mail: sabbaharash@gmail.com

چکیده:

با توجه به اهمیت آب در بخش کشاورزی و کمبود آن در مناطق مختلف استان کرمان، نیاز به بررسی روش‌های مختلف مدیریت آب در محصولات گوناگون و مدیریت مصرف کود ازته به منظور حفظ محیط زیست می‌باشد. همچنین با توجه به بالا بودن سطح زیر کشت گوجه فرنگی در منطقه جیرفت مطالعه ای در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی جنوب کرمان روی گوجه‌فرنگی رقم چف اجرا شد. دو روش آبیاری قطره‌ای و فارو با میزان آب (۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی گیاه) و میزان کود (۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز گیاه) انتخاب شد. نتایج نشان داد که در شرایط کنونی در کشت گوجه فرنگی روش آبیاری قطره‌ای به دلیل مصرف آب کمتر و کود کمتر (حفظ محیط زیست) و همچنین محصول سالم‌تر بر روش آبیاری سنتی ارجحیت دارد و با استفاده از روش آبیاری قطره‌ای امکان بالابردن سطح زیر کشت و افزایش سطح درآمد کشاورز وجود دارد.

کلمات کلیدی: آبیاری قطره‌ای و فاروئی، کود ازته، گوجه‌فرنگی، مقدار آب.

بیان مسئله:

جیرفت یکی از مهمترین مناطق تولید گوجه‌فرنگی در ایران است. این منطقه با بیش از ۱۵ هزار هکتار سطح زیرکشت گوجه‌فرنگی و با تولید ۴۵۶ هزار تن محصول چهارمین تولید کننده در کشور است (۱). در منطقه جیرفت با ۱۸۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار به همراه سایر عناصر غذایی بیشترین عملکرد محصول گوجه‌فرنگی بدست آمده است (۴). کارایی مصرف آب در روش قطره‌ای با صددرصد آب مورد نیاز ۱۰/۳ و در روش شیار با ۵۰ درصد آب مورد نیاز ۳/۳ کیلوگرم بر مترمکعب شد (۲). افزایش آب مصرفی سبب افزایش عملکرد محصول گوجه شد که با افزایش کود مصرفی میزان عملکرد نیز افزایش یافت اما بین ۸۰ و ۱۰۰ درصد ازت مورد نیاز گیاه تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد مشاهده نشد و حداکثر عملکرد

نیز از تیمار آبی صد درصد نیاز گیاه و تیمار کودی ۸۰ درصد با متوسط عملکرد ۱۰۴ تن در هکتار بدست آمد (۶). سامانه‌های آبیاری تحت فشار از اقتصادی‌ترین روش‌ها در بکار بردن آب، کود و سایر مواد شیمیایی در زمان و مقدار مناسب است. با توجه به کمبود منابع آب، بهره‌گیری از شیوه‌های نوین آبیاری در کشاورزی امری اجتناب ناپذیر است (۳). به طور متوسط عملکرد گوجه فرنگی در آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری بارانی ۴۸ درصد بیشتر بود که احتمالاً به دلیل تبخیر بیشتر آب خاک در روش آبیاری بارانی نسبت به آبیاری قطره‌ای بود (۸).

با توجه به خشکسالی‌های اخیر و اهمیت آب و مصرف متعادل کودهای ازته و همچنین حفظ محیط زیست از آلاینده‌هایی نظیر نیترات در خاک و افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول گوجه‌فرنگی و امکان بالا بردن سطح زیر کشت بیشتر در منطقه جیرفت تحقیق در مورد روش‌های آبیاری و میزان آب و کود مصرفی ضروری بود. برای مقایسه دو روش آبیاری، آزمایشی با کشت مستقیم و زیر پوشش پلاستیک بر روی رقم گوجه‌فرنگی چف در جیرفت اجرا شد. هر کرت آزمایش شامل یک جوی با عرض ۴۰ سانتی‌متر و طول ۱۰ متر است. در هر جوی دو خط کشت شد. فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت ۵۰ سانتی‌متر است (شکل ۱ و ۲).



شکل ۱- نحوه کشت و آبیاری گوجه فرنگی

مقادیر آب محاسبه شده در روش سطحی با دور ۵ روزه و در روش قطره‌ای با دور سه روزه از طریق کنتور حجمی اندازه‌گیری و در اختیار گیاه قرار گرفت. در آبیاری قطره‌ای از یک نوار تیپ با فواصل ۳۰ سانتی‌متر در هر جوی بین دو ردیف کشت استفاده شد (۵). مقادیر کود ازته از منبع اوره براساس آزمون خاک و تحقیقات انجام شده در منطقه و سطوح ذکر شده در روش آبیاری سطحی بصورت دستی و در سه تقسیط (یک سوم در هنگام کاشت، یک سوم پس از برداشت پلاستیک در اسفندماه و بقیه در اواخر فروردین) در اختیار گیاه قرار گرفت (۴). در روش قطره‌ای ۲۰ درصد مقادیر کود ازته قبل از کاشت و بقیه دو هفته بعد از کاشت از طریق تانک کود و با توجه به مراحل رشدی در طول فصل و در نوبت‌های متعدد در اختیار گیاه قرار گرفت. شدت تزریق در اوایل فصل رشد کم، سپس افزایش و در دوره بلوغ مجدداً کاهش داده شد (۷).



شکل ۲- نمایی کلی از تجهیزات روش آبیاری قطره‌ای گوجه‌فرنگی

مزرعه‌ای که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت دارای خاک با بافت سبک (لومی شنی) و بدون محدودیت شوری ($EC < 2$) بود که نتایج آزمایش خاک و آب آن به شرح جداول ۱ و ۲ آورده شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل آزمایش

عمق	شوری (دسی زیمنس بر متر)	قلیایی	کربن آلی %	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس	نسبت جذب سدیمی	بافت خاک
۰-۳۰	۱/۹	۷/۸	۰/۱۸	۵/۹	۲۹۲/۵	۴/۳۲	۵/۶	۳/۱	۱/۱	۲/۹	لومی شنی
۳۰-۶۰	۱/۴۵	۷/۷	۰/۱۵	۳/۹	۱۹۶	۳/۳۹	۴/۵	۲/۱	۰/۹	۲/۱	لومی شنی

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب چاه مورد استفاده

شوری (دسی زیمنس بر متر)	قلیایی	کلر	کلسیم و منیزیم میلی اک‌والان در لیتر	سدیم	نسبت جذب سدیمی	کلاس آب
۱۰۲۵	۷	۲/۶۱	۴/۷	۵/۳۶	۱/۱۶	C_3S_1

همچنین مقادیر آب مصرفی در روش‌های مختلف آبیاری و میزان کود جهت مقایسه آنها بر عملکرد گوجه‌فرنگی در جداول (۳ و ۴) آورده شده است.

جدول ۳- میزان آب آبیاری استفاده شده در هر تیمار (مترمکعب در هکتار)

میزان آبیاری (مترمکعب در هکتار)			تیمار	
(۷۵٪ نیاز گیاه)	(۱۰۰٪ نیاز گیاه)	(۱۲۵٪ نیاز گیاه)	قطره‌ای	روش
۳۳۳۲/۶۵	۴۴۳۸/۰۵	۵۵۴۷/۵۵		
(۸۵٪ نیاز گیاه)	(۱۱۰٪ نیاز گیاه)	(۱۳۵٪ نیاز گیاه)	سطحی	آبیاری
۸۵۶۵/۴	۱۱۴۰۶/۴	۱۴۲۵۷/۹۵		

جدول ۴- میزان کود مصرفی اوره در هر تیمار (کیلوگرم در هکتار)

تیمار	۷۵٪ نیاز گیاه	۱۰۰٪ نیاز گیاه *	۱۲۵٪ نیاز گیاه
میزان کود مصرفی	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰

* ۱۰۰٪ نیاز گیاه برابر ۱۸۰ کیلو گرم ازت خالص و معادل ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره (ساردویی ۱۳۷۰).

دستاوردها:

نتایج تحقیق نشان داد که با تأمین آب به میزان نیاز گیاه عملکرد در روش آبیاری فارو حدود ۲۴ تن و در روش آبیاری قطره‌ای حدود ۲۶ تن محصول به‌دست آمد. بنابراین می‌توان گفت که در صورت تأمین آب کافی می‌توان از هر دو روش جهت بدست آوردن محصول جهت کاشت گوجه فرنگی استفاده نمود و تغییر روش آبیاری از فارو به قطره‌ای سبب کاهش عملکرد نخواهد شد.

از سه جنبه روش آبیاری تحت فشار قطره‌ای بر روش آبیاری سنتی در مزارع تحت کشت گوجه فرنگی ارجحیت دارد. کارایی مصرف آب در روش قطره‌ای به میزان حدود ۳ برابر و بطور معنی‌دار بیش از روش فاروئی (در روش سنتی مصرف آب ۱۱۵۰۰ متر مکعب در هکتار) است.

در روش آبیاری سنتی مصرف کود اوره ۲۵ درصد بیشتر از روش قطره‌ای می‌باشد یعنی به جای مصرف ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در روش آبیاری سنتی می‌توان میزان ۳۰۰ کیلوگرم از این کود در روش آبیاری قطره‌ای استفاده کرد. در روش آبیاری قطره‌ای امکان استفاده کود در چندین نوبت بدون محدودیت وجود دارد. بنابراین در روش قطره‌ای، کارایی مصرف کود بالا رفته و سبب کاهش هزینه تولید می‌شود. در صورتی‌که در روش آبیاری سنتی مصرف کود فقط در سه نوبت جهت کاهش هزینه‌ها انجام می‌شود.

در روش آبیاری قطره‌ای تجمع بیش از حد نترات و آمونیم در خاک که باعث آلودگی محیط زیست شده کاهش می‌یابد و امکان تجمع آن در گیاه کم و سلامت مصرف کننده به خطر نمی‌افتد.

بنابراین در شرایط کنونی در مناطق خشک و نیمه خشک تولیدکننده‌ها ناگزیر به استفاده از سیستم‌های نوین آبیاری هستند.

توصیه ترویجی:

با توجه به تحقیق انجام شده استفاده از آبیاری قطره‌ای با راندمان بالا به میزان ۱۰۰ درصد نیاز گیاه معادل (۴۵۰۰ متر مکعب در هکتار در روش قطره‌ای) و مصرف ۱۵۰ کیلو ازت خالص معادل (۳۰۰ کیلوگرم اوره بصورت تقسیط) در کشت گوجه فرنگی توصیه می‌شود (شکل ۳). بنابراین در شرایط کم آبی ناشی از خشکسالی در سال‌های اخیر و نیز بالا بردن سطح درآمد کشاورز، با استفاده از روش آبیاری قطره‌ای (نوار تیپ) امکان افزایش دو برابر سطح زیر کشت نسبت به روش آبیاری سنتی وجود دارد.



شکل ۳- محصول گوجه فرنگی در تیمار آبیاری قطره‌ای

فهرست منابع:

- ۱- احمدی، ک، عبادزاده، ح. ر، عبدشاه، ه، کاظمیان، ا، رفیعی، م. (۱۳۹۷). آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی اقتصادی.
- ۲- باغانی، ج. و، بیات، ف. ح. (۱۳۷۸). مقایسه روش‌های آبیاری قطره‌ای و شیاری بر عملکردهای کمی و کیفی گوجه‌فرنگی، گزارش نهایی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- ۳- ساردوئی، م. (۱۳۷۰). بررسی و تعیین نیاز غذایی گوجه‌فرنگی به عناصر پرمصرف (N.P.K)، گزارش پژوهشی سال ۱۳۷۰، مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت و کهنوج.
- ۴- جلیلی، م، سبحانی، ع، کریمی، م. (۱۳۹۳). مزیت کاربرد آبیاری قطره‌ای (نواری) زیر سطحی در کشت گوجه فرنگی تحت مدیریت‌های مختلف آبیاری. نشریه مدیریت آب در کشاورزی، ۱: ۲۰-۱۳.
- ۵- صباح، آ، افشارمنش، غ، ساعی، م، اسفندیاری، ص، ممنوعی، ا، جلالی، ا، نیک‌نفس، م. (۱۳۹۰). بررسی و مقایسه سیستم‌های کود آبیاری قطره‌ای و فارو در تجمع نیترات و آمونیوم حاصل از سطوح مختلف کود ازته در پروفیل خاک تحت کشت گوجه‌فرنگی در منطقه جیرفت. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. مجموعه گزارشات نهایی. شماره ثبت: ۳۹۳۲۱ مورخ ۹۰/۶/۹.
- ۶- فائزینیا، ف، موسوی فضل، س. ح. (۱۳۸۲). تأثیر سطوح مختلف آب و کود ازت بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی در روش آبیاری قطره‌ای (تیپ). کارنامه سال ۸۲، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.
- 7- Hochmuth, G. J. and Smajstrla, A.G. (1998). Fertilizer Application and Management for Micro (Drip) Irrigated Vegetables in Florida.
- 8- Mitchell, J., Shrestha. A., Klonsky, K., Turini, T., and Hembree, H. (2014). Overhead and Drip Irrigation System Effects on Tomato Growth and Yield in California's Central Valley. Hort Technology 24 (6): 637- 644.

عمق مناسب کارگذاری لوله‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در باغات پسته

حمید ریاحی مدوار^۱، هادی کریمی^{۲*}، نادر کوهی چله کران^۳



۱- پژوهشگر تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

۲ و ۳- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان

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

*Email: h_karimi@areeo.ac.ir

چکیده

روش آبیاری زیرسطحی یک روش شناخته‌شده است که میزان تلفات آب را به حداقل مقدار می‌رساند. در این سیستم، انتقال آب با لوله انجام می‌شود، مقدار تبخیر از سطح شبکه‌های انتقال و توزیع آب کاهش یافته، به حداقل می‌رسد و سبب افزایش بهره‌وری مصرف آب در بخش کشاورزی می‌شود. این روش آبیاری، نیاز به یک سری تحقیقات در خصوص عمق مناسب کارگذاری لوله‌های آبیاری زیرسطحی و فاصله آن‌ها از تنه درخت بر روی ردیف دارد. آزمایشی روی کارگذاری لوله‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در سه باغ با سه بافت خاک (شنی، شنی رسی و رسی لوم)، سه عمق لوله (۲۰، ۴۰ و ۶۰ سانتی‌متر) و در دو فاصله لوله‌ها از تنه (۸۰، ۱۰۰ سانتی‌متر) اجرا شد. میزان گرفتگی قطره‌چکان‌ها و یکنواختی پخش آب، پروفیل رطوبتی و تجمع املاح در خاک، تراکم ریشه در اطراف قطره‌چکان‌ها بررسی شد. نتایج نشان داد، مناسب‌ترین عمق کارگذاری لوله‌های آبیاری قطره‌ای زیر سطحی در خاک‌های بافت سنگین ۴۰ سانتی‌متر به فاصله ۱ متر از تنه درخت و فواصل قطره‌چکان روی ردیف ۱۰۰ سانتی‌متر بود. عمق کارگذاری در خاک‌های بافت سبک ۲۰ سانتی‌متر به فاصله ۸۰ سانتی‌متر از تنه و فواصل قطره‌چکان روی ردیف ۸۰ سانتی‌متر به دست آمد. مناسب‌ترین عمق کارگذاری در خاک‌های بافت متوسط ۴۰ سانتی‌متر به فاصله ۱ متر از تنه و فواصل قطره‌چکان روی ردیف ۸۰ سانتی‌متر شد.

کلمات کلیدی: آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، راندمان کارایی مصرف آب، عمق کارگذاری قطره‌چکان، کم آبیاری

بیان مسئله:

استان کرمان و مناطق تابعه یکی از مناطق بحرانی در زمینه آب با توجه به کاهش نزولات آسمانی، برداشت بی‌رویه منابع آب زیرزمینی، مشکل کم آبی و کیفیت نامناسب آب و تبخیر بالا از سطح خاک است. مشکل اساسی در زمینه تولید محصول در این مناطق، کمبود آب است. استفاده بی‌رویه از آب در بعضی از مناطق استان باعث پیشروی جبهه آب شور شده و

کشاورزی منطقه را با تهدید جدی روبرو ساخته است. بنابراین بایستی راه‌حل مناسبی جهت مواجه شدن با مشکل آب در استان ارائه گردد. یکی از محصولات باغی استان که نقش مهمی در رونق اقتصادی منطقه دارد پسته است. محصول پسته در کشور ایران از جهت صادرات غیرنفتی حائز اهمیت بوده و از حدود ۴۷۹ هزار هکتار کل باغات پسته ایران نزدیک به ۴۴ درصد آن در استان کرمان واقع شده است (اداره آمار سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان، ۱۳۹۶). یکی از عوامل اصلی محدود کننده کاشت و تولید این محصول مشکلات و محدودیت‌های کیفی و کمی آب آبیاری است. در حال حاضر سامانه‌های آبیاری موجود در باغات پسته آب را در سطح زمین پخش نموده و تلفات تبخیر از سطح خاک بسیار زیاد است که حرکت املاح به طرف ریشه و سطح خاک را به دنبال دارد. با استفاده از روش‌های آبیاری نوین که راندمان بالایی دارند می‌توان به طور نسبی بر این مشکل فائق آمد.

آبیاری زیرسطحی یکی از شیوه‌های آبیاری است، که میزان تلفات در آن به حداقل مقدار می‌رسد، تلفات عمقی و رواناب در سطح مزارع در این روش آبیاری، به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. در این سیستم، انتقال آب با لوله انجام می‌شود، مقدار تبخیر از سطح شبکه‌های انتقال و توزیع آب به حداقل کاهش یافته و تبخیر از سطح خاک در سطح مزارع نیز که به‌نوعی جزو تلفات هست، به حداقل می‌رسد. در خصوص آبیاری زیرسطحی، بررسی و تحقیقاتی انجام شده است که به پاره‌ای از آن‌ها اشاره می‌گردد. محققان، تأثیر بافت خاک را بر روی توزیع رطوبت در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی مورد بررسی قرار دادند (۱). در این سیستم قطره چکان‌ها در گودالی قرار گرفته بودند که جریان در آن‌ها به صورت آزاد انجام می‌گرفت. آن‌ها استفاده از گودال‌های پر از شن و ریگ را برای کارگذاری قطره‌چکان‌ها در این سیستم پیشنهاد دادند. محققان دیگر روشی برای تعیین نیاز آبی و ضرایب گیاهی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی معرفی کرد (۲). دیگر محقق کم بودن عمق نصب لوله‌های آبرسان سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به علت خطراتی چون شخم و تردد ماشین‌آلات کشاورزی را مشکل ساز گزارش کرد (۳). محققان در تحقیقات خود دریافتند که افزایش تعداد آبیاری و بالا نگاه داشتن رطوبت خاک در محیط ریشه می‌تواند در جلوگیری از گرفتگی قطره‌چکان‌ها مؤثر باشد، چراکه ریشه در محیط اشباع با توجه به عدم وجود محرک (تنش آبی) رغبتی به حرکت به‌سوی محیط اشباع مجاور قطره‌چکان نخواهد داشت (۴). محمدی محمدآبادی و همکاران اثرات تغییر سیستم آبیاری از روش سنتی (غرقابی) به زیرسطحی بر درختان بارور پسته را مورد بررسی قرار دادند (۵). نتایج این مطالعه نشان داد که تغییر سیستم آبیاری از روش سنتی (غرقابی) به زیرسطحی روی درختان بارور پسته امکان‌پذیر می‌باشد.

معرفی دستاورد

در این تحقیق، سه باغ (دو باغ در منطقه سیرجان و یک باغ در منطقه زرنند) که روش آبیاری زیرسطحی (قطره‌ای زیرسطحی) در آن‌ها اجرا شده بود با سه نوع خاک متفاوت (شنی، شنی رسی، و لوم رسی) انتخاب شده و سپس با توجه به شرایط منابع آب و خاک و همچنین الگوی کشت کشور، تعیین عمق نصب و فاصله قطره‌چکان‌ها از یکدیگر و تنه درختان در هر باغ مطالعه شد. از باغات مورد مطالعه نمونه آب و خاک تهیه شده و جهت تعیین بافت خاک و کیفیت آب آبیاری به آزمایشگاه مربوطه ارسال گردید.

باغ محمودی: این باغ با محصول پسته رقم احمد آقایی در زیدآباد سیرجان واقع شده است. آبیاری در این باغ با سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با مشخصات زیر انجام شد. دو ردیف لوله در دو طرف به فواصل یک متر از تنه درختان برای هر ردیف درخت در نظر گرفته شده است، قطره‌چکان‌ها به فواصل ۷۰ سانتی‌متر در مسیر لوله کارگذاری شده‌اند. دبی قطره‌چکان ۴ لیتر در ثانیه بود. عمق کارگذاری لوله‌ها در طراحی، ۴۰ سانتیمتر در نظر گرفته شده که در عمل این عمق یکنواخت نبود، در

ابتدا، ۲۰ در وسط ۴۰ و در انتها ۲۵ سانتیمتر بود. نوع لوله قطره چکاندار خود تنظیم شونده با فشارکاری ۵-۰/۵ بار بود. دبی قطره‌چکان‌ها در این باغ، بالاتر از ظرفیت طراحی (۳/۷ لیتر در ثانیه) اندازه‌گیری شد. به طوری که، دبی در ابتدای خط، ۴/۲ لیتر در وسط ۴ لیتر و در انتها، ۳/۸ لیتر در ثانیه به دست آمد. کیفیت آب آبیاری بسیار خوب و شوری آب ۰/۸ دسی زیمنس بر متر بوده که پس از گذشت سه سال از اجرای طرح به ۱/۴ دسی زیمنس بر متر تغییر یافته بود. بافت خاک شنی لومی بود که برای رشد و نمو پسته بسیار مناسب به نظر می‌رسید.

باغ بیگلری: این باغ با محصول پسته رقم کله کوچی و احمد آقایی در چاه‌دراز سیرجان واقع شده است. سیستم آبیاری، قطره‌ای زیرسطحی با مشخصات زیر بود: دو ردیف لوله در دو طرف به فواصل یک متر از تنه درختان برای هر ردیف درخت در نظر گرفته شده بود. قطر چکان‌ها به فواصل ۱۰۰ سانتیمتر در مسیر لوله قرار دارند. دبی قطره‌چکان ۳/۸ لیتر در ثانیه می‌باشد. عمق کارگذاری لوله‌ها در طراحی ۴۰ سانتیمتر در نظر گرفته شده که در عمل این عمق متغیر بود، در ابتدا ۲۰ در وسط ۴۰ و در انتها ۲۵ سانتیمتر بود. نوع لوله قطره‌چکان دار خودتنظیم شونده pc^2 با فشار کاری ۵-۰/۵ بار بود. در این باغ دبی قطره‌چکان‌ها حدود ظرفیت طراحی یعنی ۳/۸ لیتر در ثانیه بود. دبی در ابتدای خط ۳/۸ لیتر در وسط ۳/۷ لیتر و در انتها ۳/۵ لیتر در ثانیه به دست آمد. کیفیت آب آبیاری نسبتاً بد و ۶/۵ دسی زیمنس بر متر بود. بافت خاک شنی لومی است که برای رشد و نمو پسته نسبتاً مناسب بود.

باغ عرب نژاد: این باغ با محصول پسته رقم فندق و احمد آقایی در رحیم آباد کرمان واقع شده است. سیستم آبیاری، قطره‌ای زیرسطحی با مشخصات زیر در این باغ اجرا شده است: دو ردیف لوله در دو طرف به فواصل یک متر از تنه درختان برای هر ردیف درخت در نظر گرفته شده است. قطر چکان‌ها به فواصل ۷۰ سانتیمتر در مسیر لوله کارگذاری شده‌اند. دبی قطعه چکان ۴ لیتر در ثانیه می‌باشد. عمق کارگذاری لوله‌ها در طراحی ۴۰ سانتیمتر در نظر گرفته شده که در عمل این عمق متغیر بود، در ابتدا ۲۰ در وسط ۳۰ و در انتها ۲۵ سانتیمتر بود. نوع لوله قطره چکان دار خودتنظیم شونده pc^2 با فشار کاری ۵-۰/۵ بار می‌باشد. در این باغ دبی قطره‌چکان‌ها در حد ظرفیت طراحی (۴ لیتر در ثانیه) بود. دبی در ابتدای خط ۴ لیتر در وسط ۳/۹ لیتر و در انتها ۳/۸ لیتر در ثانیه به دست آمد. کیفیت آب آبیاری نسبتاً خوب و ۱/۴ دسی زیمنس بر متر می‌باشد.

پارامترهای مورد ارزیابی

بررسی روند تغییرات رطوبت: در ابتدای فصل پیش از اولین آبیاری، اواسط هر یک از مراحل رشد (مرحله ابتدایی، تکامل، میانی و انتهایی) و ۲۴ ساعت بعد از آبیاری، از لوله‌های جانبی یک قطره‌چکان برای رطوبت‌سنجی انتخاب شد. از قطره‌چکان اولی روی لاترال اول باغ، از قطره‌چکان یک‌سوم از ابتدا روی لاترال و به فاصله یک‌سوم قطعه و از قطره‌چکان دوسوم فاصله از ابتدای لاترال در دوسوم قطعه و از آخرین قطره‌چکان آخرین لاترال، سپس در فواصل ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ سانتی‌متری از قطره‌چکان و در دو محور شعاعی قطره‌چکان (یک محور برای اندازه‌گیری رطوبت، میزان املاح و یک محور برای تعیین تراکم ریشه)، از اعماق ۰، ۲۵-۵۰، ۷۵-۵۰ سانتی‌متری آن‌ها نمونه‌برداری وزنی از خاک انجام شد. سپس نمونه‌ها جهت اندازه‌گیری رطوبت به آزمایشگاه منتقل شدند.

عمق کارگذاری لوله‌های زیرسطحی: در هر باغ با توجه به بافت خاک سه عمق کارگذاری با در نظر گرفتن فاصله از تنه درختان از عمق ۲۰ الی ۶۰ سانتی‌متر انتخاب و برای تعیین مناسب‌ترین عمق و فاصله از تنه درخت پارامترهای زیر مورد

ارزیابی قرارگرفته هم‌زمان نیز عمق نصب، فاصله قطره‌چکان‌ها از یکدیگر روی ردیف و از تنه درختان در مزرعه اندازه‌گیری شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

تعیین کیفیت آب و بافت خاک: بر اساس استانداردهای موجود، از آب آبیاری در طول فصل نمونه تهیه و جهت اندازه‌گیری‌های کیفی به آزمایشگاه ارسال شد. از منطقه محل آزمایش در هر مزرعه نمونه‌های خاک تا عمق ۹۰ سانتیمتری و بافاصله‌های ۳۰ سانتیمتری تهیه و برای تعیین بافت و کیفیت به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج بافت خاک نشان داد که در مزارع محمودی بافت متوسط و بیگلری بافت خاک سبک (شنی) و در مزرعه عرب نژاد بافت سنگین (رسی لومی) بود.

گرفتگی قطره‌چکان‌ها: برای تعیین میزان گرفتگی، ابتدا یکنواختی پخش تعیین، سپس دبی قطره‌چکان‌های مورد آزمایش با قطره‌چکان‌های نو مقایسه شده و اندازه‌گیری دبی قطره‌چکان‌ها انجام شد. نتایج حکایت از گرفتگی ناچیز قطره‌چکان‌ها داشت این امر به دلیل شستشوی سیستم توسط ترفلان در همه باغ‌ها بود (شکل ۱).



شکل ۱: حرکت ریشه به سمت رطوبت وعدم گرفتگی قطره‌چکان به علت استفاده از ترفلان

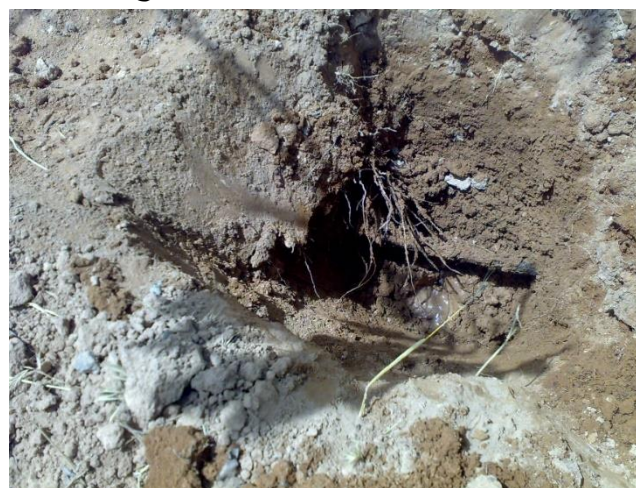
دبی قطره‌چکان‌ها و ضریب یکنواختی پخش: برای اندازه‌گیری دبی قطره‌چکان‌ها خاک روی قطره‌چکان برداشته شد و در زیر آن یک ظرف مدرج قرار داده شد. این کار برای قطره‌چکان ابتدا ردیف اول و یک‌سوم از ردیف و دوسوم ردیف همچنین آخر خط در ردیف اول و ردیف یک‌سوم قطعه دوسوم آخر قطعه انجام شد و دبی‌های قطره‌چکان‌های مذکور به دست آمد (شکل ۲). میانگین دبی قطره‌چکان‌ها به دست آمد و میانگین ربع کمترین دبی‌ها تعیین شد. سپس با استفاده از رابطه (۱) ضریب یکنواختی پخش تعیین شد.

$$(۱) \quad \text{میانگین دبی} / \text{میانگین ربع کمترین دبی} = \text{ضریب یکنواختی پخش}$$

چگونگی تجمع ریشه در آبیاری زیرسطحی: برای بررسی چگونگی تجمع ریشه ابتدا خاک رویین با کاردک برداشته شده و سپس خاک اطراف ریشه مطابق شکل (۳) شستشو شد. نتایج نشان داد که در حدود ۶۰ درصد تجمع ریشه در عمق ۳۰ الی ۶۰ سانتیمتری در محلی که بیشترین میزان رطوبت را در خود جا داده است می‌باشد. ۳۰ درصد تجمع ریشه در عمق ۶۰ تا ۹۰ سانتیمتری و ده درصد مابقی در بقیه عمق‌ها گسترده شده است. هم‌زمان نیز عمق نصب، فاصله قطره‌چکان‌ها از یکدیگر و تنه درختان در مزرعه اندازه‌گیری شده و با نتایج و دست‌آوردهای بین‌المللی و ملی مقایسه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاکی است عمق کارگذاری قطره‌چکان‌ها نسبت به منابع گزارش‌شده کمی کمتر می‌باشد در اغلب پروژه‌ها عمق کارگذاری ۲۰ الی ۴۰ سانتیمتر بود و فواصل قطره‌چکان‌ها از تنه ۱ متر و روی ردیف ۸۰ سانتیمتر بود.



شکل ۲: اندازه‌گیری دبی خروجی قطره‌چکان (باغ محمودی)



شکل ۳: تجمع ریشه در اطراف قطره‌چکان (باغ بیگلری)

سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی باعث کاهش تلفات آب، توزیع مناسب رطوبت و افزایش بهره‌وری مصرف آب می‌شود. از جمله عوامل مؤثر در عملکرد سیستم آبیاری زیرسطحی، عمق و دور آبیاری، عمق نصب قطره‌چکان‌ها، فاصله از یکدیگر و تنه درخت، آبدهی قطره‌چکان‌ها و بافت خاک هستند که لازم است بررسی شوند. با ارزیابی سامانه‌های موجود مشاهده گردید، عمق و دور آبیاری مورد نیاز طبق برنامه نیاز آبی گیاه انجام نمی‌شود (باغ بیگلری). دور آبیاری بالا است، در مواردی که بافت خاک سبک و عمق آن کم است میزان آب قابل استفاده ذخیره در خاک تکاپوی نیاز آبی گیاه بین دو آبیاری را نمی‌کند، به همین جهت گیاه خصوصاً در اواخر دوره آبیاری از نظر جذب آب در تنگنا قرار گرفته و دچار تنش آبی می‌گردد (نحوه کود دهی مزارع به صورت چاله کود بود). نتایج به دست آمده از ارزیابی سیستم آبیاری باغات نشان داد بهترین مدیریت در زمینه استفاده از سیستم آبیاری زیرسطحی در چاه محمودی بوده که گرفتگی قطره‌چکان کم و یکنواختی توزیع رطوبت بهتر از سایر باغات و عملکرد محصول نیز بهتر بود (۲ تن محصول خشک در هکتار). چاه بیگلری در وضعیت متوسط قرار داشت (۱/۲ تن محصول خشک در هکتار) که این امر به دلیل شوری بالای آب آبیاری بود. چاه عرب نژاد در وضعیت نامطلوب بود. در پاره‌ای از موارد مشاهده گردید که به دلیل کم بودن عمق کارگذاری لوله‌ها، بافت خاک (لومی) و تنش آبی در سال‌های قبل که به روش سطحی آبیاری می‌شدند آب به سمت خاک آمده و باعث غرقابی شدن سطح گردید. در

این باغ، عملکرد ۸۰۰ کیلو محصول خشک در هکتار بود. نتایج بررسی وضعیت درختان از لحاظ شادابی و عملکرد نشان داد که مناسب‌ترین عمق کارگذاری قطره‌چکان در خاک‌های بافت سنگین ۴۰ سانتی‌متر به فاصله ۱ متر از تنه و فواصل قطره‌چکان روی ردیف ۱۰۰ سانتیمتر و در خاک‌های بافت سبک ۲۰ سانتی‌متر به فاصله ۸۰ سانتی‌متر از تنه و فواصل قطره‌چکان روی ردیف ۸۰ سانتیمتر همچنین در خاک‌های بافت متوسط ۴۰ سانتی‌متر به فاصله ۱ متر از تنه و فواصل قطره‌چکان روی ردیف ۸۰ سانتی‌متر تعیین شد.

توصیه ترویجی:

عمق نصب قطره‌چکان‌ها، فاصله از یکدیگر و تنه درخت با توجه به بافت خاک انجام شود. چنانچه عمق لوله‌ها کم در نظر گرفته شود باعث غرقابی شدن و تبخیر از سطح خاک می‌شود و اگر عمق کارگذاری بیش از حد مجاز شود، باعث خارج شدن آب از ناحیه ریشه و تلفات می‌شود. دور آبیاری و عمق آب آبیاری با توجه به نیاز گیاه در نظر گرفته شود. شروع گرفتگی قطره‌چکان، بایستی بموقع تشخیص و نسبت به رفع آن اقدام گردد. برای تشخیص گرفتگی، تعدادی از قطره‌چکان در کل سیستم به عنوان شاخص انتخاب و هر سه ماه یکبار دبی و فشار آن کنترل شود. کاهش دبی (در فشار ثابت) نشان‌دهنده گرفتگی قطره‌چکان‌ها است، بایستی مصرف کود با استفاده از شبکه طبق برنامه و با نظر متخصص تغذیه گیاهی انجام گیرد. از کودهایی که دارای حلالیت کامل نیستند استفاده نشود. فشار مورد نیاز در ابتدای شبکه طبق فشار تعیین‌شده در طرح اعمال شده و در طول آبیاری ثابت نگاه‌داشته شود. از کارکرد سیستم در فشار کمتر از طراحی جداً خودداری گردد. کاهش فشار در حین آبیاری ممکن است در اثر ترکیدگی و ایجاد سوراخ در لوله‌ها و ترکیدگی در اتصالات و گرفتگی فیلترها یا به وجود آمدن اشکال در پمپاژ آب باشد، که بایستی همه این عوامل بررسی و در رفع اشکال اقدام شود.

فهرست منابع

۱. محمدی محمد آبادی، ا. حسینی فرد، س.ج. صداقتی، ن. (۱۳۸۷). اثرات تغییرسیستم آبیاری از روش سنتی (غرقابی) به زیرسطحی بر درختان بارور پسته در کرمان. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۴۳: ۱۲، ۴۵-۲۹.
2. Ben-Gal, A., N. Lazorovitch, and U. Shani. (2004). Subsurface drip irrigation in gravel-filled cavities. *Vadose Zone Journal*, 3(4): 1407-1413.
3. DeTar, W.R. (2004). Using a subsurface drip irrigation system to measure crop water use. *Irrigation Science*, 23(3): 111-122.
4. Phene, C. (1991). Effect of high frequency surface and subsurface drip irrigation on root distribution of sweet corn. *Irrigation Science*, 12(3): 135-140.
5. Camp, C. (2000). Subsurface drip irrigation-Past, present and future. in *Proc. Fourth Decennial Nat'l Irrigation Symp.*

اثرات تغییر اقلیم بر نیاز آبی و نیاز آبیاری در مناطق تحت آبیاری، مطالعه موردی: دشت نجف‌آباد

مصطفی‌گودرزی^{۱*}، جهانگیر عابدی کوپایی^۲



۱: استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران.

۲: استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران.

*Email: goodarzimustafa@gmail.com

چکیده

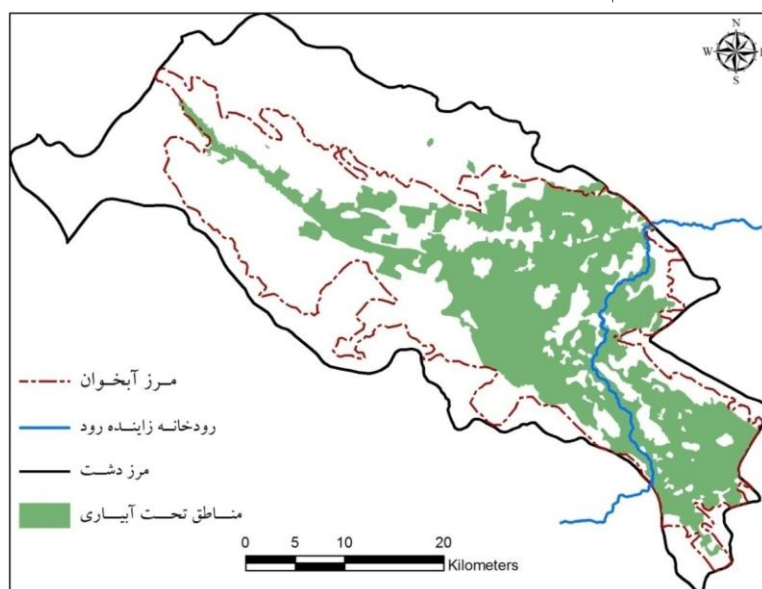
در این تحقیق به منظور ارزیابی اثرات احتمالی تغییر اقلیم بر نیاز آبی و نیاز آبیاری محصولات مختلف موجود در یک منطقه تحت آبیاری از دو سناریوی تغییر اقلیم $RCP 4.5$ و $RCP 8.5$ استفاده گردید و دشت نجف‌آباد به عنوان مطالعه موردی انتخاب شد. نتایج نشان داد که میزان تبخیر و تعرق در تمامی ماه‌ها نسبت به دوره پایه افزایش یافته که این میزان برای سناریوی $RCP 4.5$ به طور متوسط حدود ۲/۵ درصد و برای سناریوی $RCP 8.5$ به طور متوسط حدود ۴/۱ درصد می‌باشد. مقدار افزایش نیاز آبی برای گیاهان مختلف قابل توجه نبوده و حداکثر برابر با ۵/۵ درصد می‌باشد. اما در مورد نیاز آبیاری میزان افزایش قابل توجه بوده و برای برخی از گیاهان تا حدود ۱۸ درصد افزایش نیاز آبیاری ملاحظه می‌گردد. در بین گیاهان موجود در الگوی کشت منطقه بیشترین حساسیت نسبت به تغییر اقلیم در گندم، جو، زیره، پیاز و محصولات علوفه‌ای ملاحظه می‌شود، که با توجه به سطح کشت بالای این محصولات، تغییر اقلیم می‌تواند اثر قابل توجهی بر میزان مصرف منابع آبی در سطح منطقه بگذارد. لذا با توجه به نتایج بدست آمده و الگوی کشت منطقه برای نیاز خالص آبیاری دشت تحت سناریوی $RCP 4.5$ حدود ۷ درصد و تحت سناریوی $RCP 8.5$ حدود ۱۱ درصد افزایش پیش‌بینی می‌گردد. این مسئله می‌تواند اثرات نامطلوب زیادی در مدیریت توزیع آب آبیاری در سطح دشت و نیز برداشت از آبخوان داشته باشد. لذا آگاه سازی کارشناسان و کشاورزان در ارتباط با اثرات تغییر اقلیم و نحوه سازگاری با آن، برای مقابله هرچه بهتر با این پدیده از ضروریات بخش کشاورزی می‌باشد.

کلمات کلیدی: تغییر اقلیم، الگوی کشت، تبخیر و تعرق، نیاز آبی، آبیاری

بیان مسئله

یکی از پدیده‌هایی که شرایط آب و هوایی مناطق مختلف جهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد پدیده تغییر اقلیم می‌باشد. تغییر اقلیم یعنی هر تغییر مشخص در الگوهای مورد انتظار برای وضعیت میانگین آب و هوایی، که در طولانی مدت در یک منطقه خاص یا برای کل اقلیم جهانی، رخ بدهد (۱). برپایه گزارشات هیئت بین دولتی تغییر اقلیم، متوسط دمای سطح زمین

از سال ۱۸۶۱ حدود ۰/۶ درجه سانتیگراد افزایش یافته است و پیش‌بینی‌ها یک افزایش ۲ تا ۴ درجه‌ای را برای ۱۰۰ سال آینده نشان می‌دهند (۱). بر اثر این افزایش دما چرخه هیدرولوژی تأثیر زیادی می‌بیند که با تغییر شدت بارش و تبخیر همراه می‌باشد. یکی از آثار احتمالی تغییر اقلیم، اثر آن بر نیاز آبی گیاهان در مناطق مختلف می‌باشد که در سطح وسیع در یک منطقه می‌تواند قابل توجه باشد. از آنجا که افزایش احتمال تغییر اقلیم برای دوره‌های آتی می‌تواند آثار زیانباری برای جوامع بشری داشته باشد، لذا در سال‌های اخیر تحقیقاتی مختلفی در این مورد در دنیا صورت گرفته است و این تحقیقات همچنان ادامه دارد (۱). منطقه مورد مطالعه دشت نجف‌آباد است که بخشی از حوضه بزرگ زاینده‌رود بوده و مهمترین دشت از لحاظ کشاورزی در حوضه زاینده‌رود می‌باشد. در واقع عبور رودخانه زاینده‌رود و وجود شبکه آبیاری و زهکشی در بخش جنوب شرقی آبخوان دشت نجف‌آباد موجب شده تا این دشت به بزرگترین قطب کشاورزی در استان اصفهان تبدیل شود. این دشت به لحاظ جغرافیایی بین مدار $50^{\circ} 57' 11''$ تا $51^{\circ} 44' 26''$ طول شرقی و مدارهای $32^{\circ} 20' 13''$ تا $32^{\circ} 49' 21''$ عرض شمالی واقع شده است. در شکل ۱ موقعیت و محدوده دشت و آبخوان مورد مطالعه و سطوح آبیاری موجود در منطقه که بر اساس آنالیز و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای در سیستم اطلاعات جغرافیایی تعیین گردیده، نشان داده شده است (۱).



شکل ۱- محدوده دشت نجف‌آباد، آبخوان مربوطه و مناطق تحت آبیاری

روش مورد استفاده در این تحقیق شامل سه مرحله اصلی است که به ترتیب شامل تعیین نیاز آبی و نیاز آبیاری گیاه، تولید سناریوهای تغییر اقلیم و بررسی اثرات تغییر اقلیم بر نیاز آبی و نیاز آبیاری گیاهان موجود در الگوی کشت می‌باشد. مقدار نیاز آبی گیاهان را به روش‌های مختلفی می‌توان تعیین نمود. در این بین فائو^۱ به منظور برآورد بهتر نیاز آبی گیاه تحت شرایط مختلف اقلیمی و سناریوهای مختلف، نرم‌افزار کراپ وات^۲ را پیشنهاد نموده است. نرم‌افزار کراپ وات یک مدل مدیریت آبیاری است که توسط فائو برای تعیین نیاز آبی و نیاز آبیاری گیاهان مختلف ارائه شده است (۴). این نرم‌افزار به طور گسترده‌ای در ارزیابی نیاز آبی گیاه و برنامه‌ریزی آبیاری برای گیاهان و مناطق اقلیمی مختلف مورد استفاده قرار گرفته است (۲، ۶، ۹، ۱۴، ۱۵، ۲۲، ۲۴). این نرم‌افزار از روش فائو پنمن مانتیث^۳ برای محاسبه تبخیر و تعرق مرجع، تبخیر و تعرق

1 . FAO

2 . Crop watt

3 . FAO Penman-Monteith

واقعی گیاه و نیاز آبیاری گیاه استفاده می‌نماید. شرح نحوه محاسبه نیاز آبی توسط نرم‌افزار کراپ وات توسط اسمیت (۲۳)، ارائه شده است.

برای تعیین تبخیر و تعرق پتانسیل (ET_0) با استفاده از روش پنمن مانیت برای شرایط کنونی (۲۰۰۰-۱۹۷۱) نیاز به داده‌های اقلیمی دمای حداکثر، دمای حداقل، تعداد ساعات آفتابی، سرعت باد و رطوبت نسبی می‌باشد، که با جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، مقادیر تبخیر و تعرق برای شرایط کنونی محاسبه گردید. برای شرایط آینده نیز تحت دو سناریوی $RCP4.5$ و $RCP8.5$ که به ترتیب معرف شرایط متوسط و حاد تولید گازهای گلخانه‌ای در جهان هستند، این پارامترهای اقلیمی پیش‌بینی گردید. در گام بعدی با توجه به نتایج سناریوهای تغییر اقلیم و تغییرات به وجود آمده در آینده تحت این سناریوها، اثرات تغییر اقلیم بر نیاز آبی و نیاز آبیاری الگوی کشت منطقه ارزیابی شد.

تمام مدل‌های گردش عمومی جو مدل‌های جفت شده اقیانوس اتمسفر بوده و اغلب آنها در دوره زمانی ۱۹۶۰-۲۱۰۰ اجرا شده‌اند. خروجی این مدل‌ها به صورت میانگین ماهانه متغیرهای جوی شامل بارندگی، حداکثر و حداقل دما و تابش برای دوره پایه و دهه‌های آینده موجود می‌باشد. با وجود این، دقت مکانی پایین مدل‌های گردش عمومی جو منجر به خطاهای معنی‌دار و عدم قطعیت‌های بالا در خروجی‌های آن در مقیاس محلی می‌شود. به همین دلیل نمی‌توان مستقیماً از نتایج خروجی‌های بزرگ مقیاس اقلیمی برای پیش‌بینی بارندگی و دمای مناطق در مقیاس کوچک استفاده کرد و برای این منظور از مدل‌های مختلف ریزمقیاس نمایی، استفاده می‌شود. در این تحقیق از ۲۰ مدل مختلف گردش عمومی جو برای پیش‌بینی شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه، تحت سناریوهای $RCP 4.5$ و $RCP 8.5$ استفاده شده است.

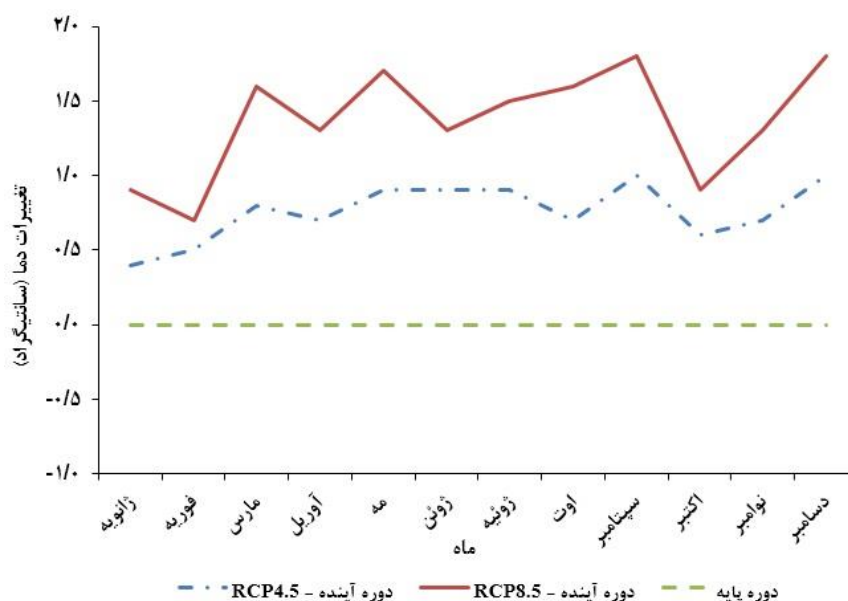
یکی از مشکلات عمده در استفاده از خروجی مدل‌های جفت شده اقیانوسی اتمسفری گردش عمومی جو، بزرگ مقیاس بودن سلول محاسباتی آنها، به لحاظ مکانی و زمانی نسبت به منطقه مورد مطالعه می‌باشد. روش‌های مختلفی جهت تولید سناریوهای اقلیمی منطقه‌ای از سناریوهای اقلیمی مدل‌های جفت شده اقیانوسی اتمسفری گردش عمومی جو، وجود دارد که به این روش‌ها کوچک مقیاس کردن گفته می‌شود. در این تحقیق به منظور کوچک مقیاس کردن داده‌های طرح به لحاظ مکانی از روش وزن‌دهی عکس فاصله استفاده گردید. در روش وزن‌دهی عکس فاصله، فرض بر این است که نقاط نزدیک به نقطه مورد درون‌یابی تأثیر بیشتری را نسبت به نقاط دورتر بر مقدار کمیت نقطه مورد نظر دارند. در این روش، متغیرهای اقلیمی شبیه سازی شده توسط مدل‌های جفت شده اقیانوسی اتمسفری گردش عمومی جو، از اطلاعات مربوط به سلولی استخراج می‌شود که منطقه مورد مطالعه در آن قرار می‌گیرد. سپس مقادیر این کمیت در دیگر نقاط محدوده با استفاده از روابط مربوطه تخمین زده (درون‌یابی) می‌شود (۱). همچنین، در این تحقیق به منظور کوچک مقیاس کردن داده‌های طرح به لحاظ زمانی و ایجاد سناریوهای تغییر اقلیم از روش عامل تغییر استفاده گردید (۱). با استفاده از روش عامل تغییر نمی‌توان دو پارامتر سرعت باد و رطوبت نسبی را برآورد نمود. لذا برای پارامتر باد ابتدا با استفاده از آزمون من کندال وجود روند در تغییرات این پارامتر بررسی گردید و در صورت وجود روند جهت و مقدار آن مشخص گردید. برای پارامتر رطوبت نسبی نیز با توجه به اینکه این پارامتر تابعی از دما، ساعات آفتابی و بارش می‌باشد، لذا مقادیر این پارامتر به صورت تابع چند جمله‌ای از پارامترهای ذکر شده با استفاده از آنالیز رگرسیون مشخص گردید (۱).

مدل‌های گردش عمومی جو، مهمترین منبع عدم قطعیت در مطالعات تغییر اقلیم شناخته شده‌اند. استفاده از یک مدل واحد گردش عمومی جو، ممکن است سبب تصمیم‌گیری غیرصحیح در ارتباط با تغییر اقلیم گردد، لذا در تحقیقات مختلف از سناریوهای چندگانه تغییر اقلیم توسط مدل‌های مختلف گردش عمومی جو، استفاده شده است (۷). تا کنون روش‌های مختلفی برای کاهش عدم قطعیت خروجی‌های مدل گردش عمومی جو از جمله یک پیش‌بینی کننده مرکزی با میله‌های خطا،

یک تابع توزیع احتمال مشخص، یک محدوده با تابع توزیع نامشخص و یک محدوده بزرگتر احتمالاتی ناشناخته، به کار گرفته شده است (۷، ۸، ۱۶). در این تحقیق به منظور کاهش عدم قطعیت از داده‌های ۲۰ مدل مختلف و مطابق با روش محدوده بسته با یک توزیع احتمالاتی شناخته شده، که توسط گوهری و همکاران (۷)، مورد استفاده قرار گرفته، استفاده گردید.

معرفی دستاورد

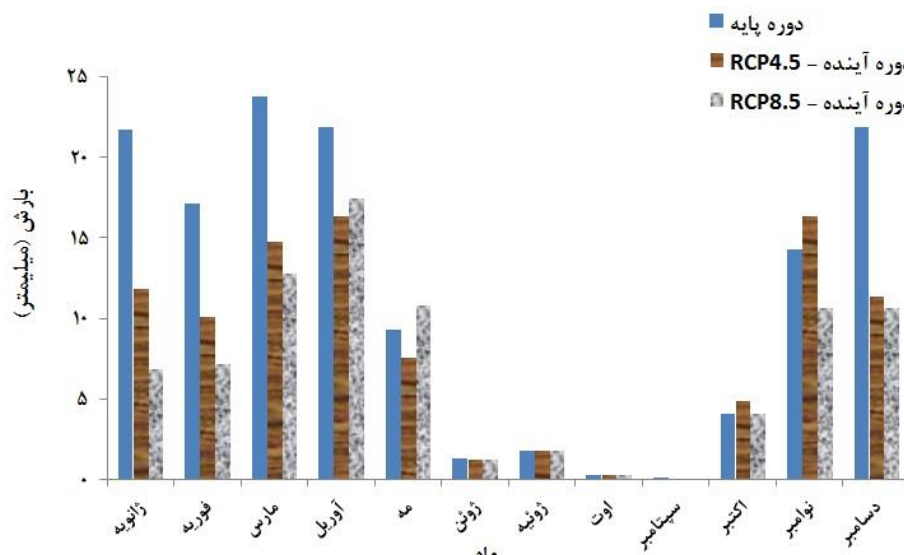
همانطور که بیان شد در این تحقیق از تابع احتمالی بتا برای برازش بر داده‌های تغییرات دما و بارندگی نسبت به وزن‌های مدل‌های جفت شده اقیانوسی اتمسفری گردش عمومی جو، استفاده گردید. به طور خلاصه نتایج ارزیابی دو سناریو $RCP\ 4.5$ و $RCP\ 8.5$ و ریزمقیاس نمایی آن در مقیاس محلی برای چهار ایستگاه مورد ارزیابی (اصفهان، لنج، فلاورجان و تیران)، شامل موارد زیر می‌باشد. در ایستگاه اصفهان درجه حرارت در طی دوره ۲۰۴۵-۲۰۱۶ در کلیه ماه‌های سال افزایش می‌یابد که بیشترین افزایش دما تحت سناریوهای $RCP\ 4.5$ و $RCP\ 8.5$ بترتیب مربوط به ماه‌های آگوست (۱/۱۵ درجه سانتی-گراد) و جولای (۱/۸۵ درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. کمترین افزایش دما در ایستگاه اصفهان تحت سناریوهای $RCP\ 4.5$ و $RCP\ 8.5$ مربوط به ماه فوریه (به ترتیب ۰/۲۷ و ۰/۷۸ درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. در ایستگاه فلاورجان درجه حرارت در طی دوره ۲۰۴۵-۲۰۱۶ در کلیه ماه‌های سال افزایش می‌یابد که بیشترین افزایش دما تحت سناریوهای $RCP\ 4.5$ و $RCP\ 8.5$ بترتیب مربوط به ماه‌های سپتامبر (۱/۱ درجه سانتی‌گراد) و دسامبر (۱/۸۴ درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. در شکل ۲ نمودار تغییرات دما در ماه‌های مختلف سال نسبت به دوره پایه تحت دو سناریوی $RCP\ 4.5$ و $RCP\ 8.5$ برای ایستگاه فلاورجان نشان داده شده است.



شکل ۲- نمودار تغییرات دما نسبت به دوره پایه در ماه‌های مختلف سال در ایستگاه فلاورجان

در ایستگاه اصفهان میزان بارندگی در طی دوره ۲۰۴۵-۲۰۱۶ برای فصل زمستان کاهش (۴۰-۲۶ درصد) داشته است. بیشترین مقدار کاهش تحت سناریوهای $RCP\ 4.5$ و $RCP\ 8.5$ مربوط به ماه ژانویه می‌باشد که به ترتیب ۴۵ و ۶۳ درصد، پیش‌بینی گردیده است. در ایستگاه تیران میزان بارندگی در طی دوره ۲۰۴۵-۲۰۱۶ برای فصل زمستان کاهش داشته است. بیشترین مقدار کاهش تحت سناریوهای $RCP\ 4.5$ و $RCP\ 8.5$ بترتیب مربوط به ماه‌های فوریه (۳۸ درصد کاهش) و ژانویه (۶۰ درصد کاهش) می‌باشد. در ایستگاه فلاورجان میزان بارندگی در طی دوره ۲۰۴۵-۲۰۱۶ برای فصل زمستان کاهش داشته

است. بیشترین مقدار کاهش تحت سناریوهای $RCP\ 4.5$ و $RCP\ 8.5$ بترتیب مربوط به ماه‌های دسامبر (۴۸ درصد کاهش) و ژانویه (۶۸ درصد کاهش) می‌باشد. در ایستگاه لنج نیز میزان بارندگی در طی دوره ۲۰۱۶-۲۰۴۵ برای فصل زمستان کاهش داشته است. بیشترین مقدار کاهش تحت سناریوهای $RCP\ 4.5$ و $RCP\ 8.5$ بترتیب مربوط به ماه‌های ژانویه (۵۰ درصد کاهش) و ژانویه (۶۱ درصد کاهش) می‌باشد. در جدول ۱ نتایج تغییرات بارش در ماه‌های مختلف سال تحت دو سناریوی $RCP\ 4.5$ و $RCP\ 8.5$ برای ایستگاه‌های مختلف ارائه شده است.



شکل ۳- نمودار تغییرات بارش در ماه‌های مختلف سال برای ایستگاه فلاورجان

همانطور که ملاحظه می‌گردد به طور کلی بارش سالیانه در سطح منطقه برای همه ایستگاه‌ها کاهش، و دما افزایش می‌یابد. نتایج بدست آمده با نتایج دیگر تحقیقات انجام شده در حوضه زاینده‌رود با استفاده از مدل‌های گزارش چهارم هیئت بین دولتی تغییر اقلیم، توسط مساح بوانی و مرید (۱۲)، مساح بوانی و مرید (۱۳)، شاه کرمی و همکاران (۲۱)، گوهری و همکاران (۷)، کریمی (۱۰) و زارعیان و همکاران (۲۷)، با مقداری تغییر در پیش‌بینی‌ها که ناشی از استفاده از مدل‌های واقعی‌تر و به روز شده در گزارش پنجم هیئت بین دولتی تغییر اقلیم می‌باشد، همخوانی دارد.

جدول ۱- تغییرات بارش در ماه‌های مختلف سال تحت دو سناریوی $RCP\ 4.5$ و $RCP\ 8.5$ (%)

ایستگاه	ایستگاه لنج	ایستگاه فلاورجان	ایستگاه تیران	ایستگاه اصفهان				
ماه - سناریو	$RCP4.5$	$RCP8.5$	$RCP4.5$	$RCP8.5$	$RCP4.5$	$RCP8.5$	$RCP4.5$	$RCP8.5$
ژانویه	-۵۰	-۶۱	-۴۵	-۶۱	-۲۸	-۶۰	-۴۵	-۶۳
فوریه	-۸	-۱۴	-۴۱	-۵۱	-۳۸	-۴۴	-۲۵	-۴۲
مارس	-۱۸	-۱۲	-۳۸	-۴۶	-۱۵	۱۰	۴	۱۲
آوریل	-۲۲	۱۰	-۲۵	-۲۰	۷	۱۴	۱۲	۲۵
مه	۲۰	-۲۲	-۱۸	-۱۶	-۱۴	-۴۸	-۱۶	-۵۱
اکتبر	۰	۹	۲۰	۰	-۱۶	۱۰	-۲۵	-۳۷
نوامبر	۱۰	-۱۲	۱۵	-۲۵	-۱۳	۱۵	-۴۶	-۴۳
دسامبر	-۱۶	۵	-۴۸	-۵۱	-۵	-۴۱	-۸	-۱۵

در مرحله بعد با اعمال نتایج بدست آمده از تحلیل سناریوهای تغییر اقلیم به ورودی‌های نرم‌افزار کراپ وات، اثرات تغییر اقلیم بر نیاز آبی و نیاز آبیاری گیاهان موجود در الگوی کشت منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت.

خلاصه نتایج حاصل از اثرات تغییر اقلیم شامل تغییرات نیاز آبی و نیاز آبیاری نسبت به دوره پایه، برای گیاهان مختلف تحت دو سناریوی $RCP\ 4.5$ و $RCP\ 8.5$ ، در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به نتایج به دست آمده ملاحظه می‌گردد که نیاز آبی همه گیاهان در آینده تحت هر دو سناریوی $RCP\ 4.5$ و $RCP\ 8.5$ افزایش می‌یابد. برای سناریوی $RCP\ 4.5$ بین $1/8$ تا $3/5$ درصد افزایش نیاز آبی ملاحظه می‌شود که بیشترین افزایش برای گیاهان سورگوم علوفه‌ای، جو، زیره و گندم می‌باشد. همچنین برای سناریوی $RCP\ 8.5$ بین $2/5$ تا $5/5$ درصد افزایش نیاز آبی ملاحظه می‌گردد که بیشترین افزایش مربوط به گیاه زیره و جو می‌باشد. با توجه به نتایج ملاحظه می‌شود که اثر تغییر اقلیم بر نیاز آبی چندان قابل ملاحظه نمی‌باشد. اما در مورد نیاز آبیاری در سناریوی $RCP\ 4.5$ بین ۲ تا ۱۳ درصد افزایش برای گیاهان مختلف پیش‌بینی می‌گردد که بیشترین افزایش مربوط به گیاهان پیاز، جو، زیره و گندم می‌باشد. در سناریوی $RCP\ 8.5$ بین $2/5$ تا $17/7$ درصد افزایش نیاز آبیاری ملاحظه می‌گردد که بیشترین افزایش مربوط به گیاهان پیاز، جو، زیره و گندم است. نتایج به دست آمده در مورد افزایش نیاز آبیاری با نتایج شاه کرمی و همکاران (۲۱)، که اثر تغییر اقلیم بر نیاز آبیاری محصولات عمده (گندم، جو، چغندر قند و سیب زمینی) را بررسی نمودند، همخوانی دارد. بر اساس نتایج به دست آمده ملاحظه می‌گردد که محصولات پاییزه نسبت به محصولات بهاره حساسیت بیشتری به تغییر اقلیم دارند و تغییر اقلیم باعث افزایش بیشتر نیاز آبیاری محصولات می‌شود. بنابراین، جایگزینی کشت بهاره به جای کشت پاییزه برای برخی از محصولات (گندم، کلزا، جو و غیره) می‌تواند یک گزینه مناسب برای سازگاری با تغییر اقلیم در منطقه باشد.

جدول ۲- نتایج حاصل از اثرات تغییر اقلیم برای گیاهان مختلف تحت دو سناریوی $RCP\ 4.5$ و $RCP\ 8.5$

محصول	شرایط کنونی (۲۰۱۰-۲۰۰۰)		دوره آینده - $RCP\ 4.5$		دوره آینده - $RCP\ 8.5$	
	نیاز آبی	نیاز آبیاری	درصد تغییرات	درصد تغییرات	درصد تغییرات	درصد تغییرات
	(میلیمتر)	(میلیمتر)	نیاز آبی (%)	نیاز آبیاری (%)	نیاز آبی (%)	نیاز آبیاری (%)
گندم	۶۵۳۸	۳/۴۲۴	۳/۱	۱۲/۰	۵/۴	۱۶/۴
برنج	۷/۸۷۷	۱/۸۷۳	۱/۹	۱/۹	۲/۷	۲/۷
جو	۶/۴۵۲	۸/۳۴۸	۳/۲	۱۳/۰	۵/۴	۱۷/۷
ارزن	۲/۴۲۰	۴۱۶	۱/۸	۱/۷	۳/۴	۳/۳
نخود	۶/۶۷۱	۸/۶۵۲	۲/۰	۲/۵	۲/۵	۲/۵
انواع لوبیا	۳/۶۹۶	۵/۶۷۷	۲/۰	۲/۵	۲/۵	۲/۵
عدس	۲/۴۸۴	۵/۴۵۲	۲/۵	۴/۰	۳/۵	۴/۲
ماش	۲/۵۲۱	۹/۵۱۶	۱/۸	۱/۷	۳/۴	۳/۴
هندوانه	۸/۵۹۲	۵۸۰	۱/۹	۲/۲	۲/۶	۲/۴
خریزه	۵/۶۱۸	۳/۵۹۲	۲/۱	۳/۰	۲/۵	۲/۸
طالبی	۸/۴۲۸	۴۱۰	۱/۹	۲/۸	۲/۵	۲/۵
سیب زمینی	۶۵۰	۳/۶۱۷	۲/۳	۳/۴	۲/۸	۳/۳
پیاز	۵/۷۲۵	۴/۵۹۴	۲/۹	۱۰/۰	۴/۷	۱۴/۳

یونجه	۵/۱۳۰۷	۷/۱۱۰۲	۲/۶	۶/۴	۴/۲	۹/۴
شبدر	۱۰۴۲	۶/۹۰۹	۲/۷	۷/۳	۴/۶	۱۰/۹
سورگوم	۵/۴۹۲	۴۳۷	۲/۸	۶/۱	۴/۵	۷/۷
دانه‌ای						
سورگوم	۴۰۰	۳۶۰	۳/۵	۶/۹	۵/۰	۸/۹
آفتابگردان	۷/۶۰۶	۱/۶۰۲	۱/۸	۱/۸	۳/۱	۳/۲
کنجد	۵/۴۵۶	۳/۴۵۲	۱/۸	۱/۷	۳/۴	۳/۴
کلزا	۱/۶۱۱	۵/۵۴۱	۲/۹	۷/۰	۴/۷	۹/۲
چغندرقد	۹/۱۰۶۱	۶/۱۰۲۱	۲/۰	۲/۹	۳/۰	۳/۶
تنباکو	۸/۶۴۲	۴/۶۱۶	۱/۹	۲/۷	۲/۹	۳/۱
پنبه	۷/۹۵۶	۵/۹۳۳	۱/۹	۲/۲	۲/۹	۲/۹
زیره	۸/۳۲۸	۴/۲۵۶	۳/۲	۱۲/۴	۵/۴	۱۶/۱
ذرت دانه‌ای	۱/۸۰۶	۲/۷۸۷	۱/۹	۲/۳	۲/۷	۲/۷

لذا با توجه به نتایج بدست آمده و الگوی کشت منطقه برای میزان نیاز آب آبیاری تحت سناریوی $RCP\ 4.5$ حدود ۷ درصد و تحت سناریوی $RCP\ 8.5$ حدود ۱۱ درصد افزایش پیش‌بینی می‌گردد. این مقدار با توجه به راندمان آبیاری در منطقه به ترتیب معادل ۳۵ و ۵۰ میلیون متر مکعب اضافه برداشت از آبخوان می‌باشد. این برداشت اضافی سالانه باعث افت ۰/۴ تا ۰/۸ متری سطح ایستابی در آبخوان می‌شود. با توجه به اینکه بیش از ۹۵ درصد از منابع آبی در این دشت برای کشاورزی مصرف می‌گردد و نیز با در نظر گرفتن اینکه شرایط این دشت در شرایط کنونی نیز بحرانی است و سالانه بیش از ۱ متر افت سطح ایستابی در دشت رخ می‌دهد (۱)، انجام اقدامات مدیریتی و پیشگیرانه برای مقابله با شرایط تغییر اقلیم در آینده کاملاً ضروری به نظر می‌رسد.

بررسی‌های این تحقیق و سایر تحقیقات مشابه بیانگر این است که تغییر پذیری بارش از لحاظ مقدار، شدت و زمان بارش از آثار قطعی تغییر اقلیم است و این مسئله بیشترین خسارت را به کشت‌های دیم وارد می‌نماید. همچنین تغییر اقلیم انتخاب گزینه‌های تخصیص آب در بخش‌های مختلف اعم از شرب، کشاورزی، صنعت و محیط زیست را با چالش جدی مواجه می‌نماید. بنابراین برای سازگاری با پدیده تغییر اقلیم بایستی اقدامات اساسی در سطوح مختلف مدیریتی صورت پذیرد. با این حال مهمترین راهکار سازگاری با تغییر اقلیم در سطح مزرعه استفاده و مدیریت فناوری‌هایی است که عملکرد محصول و بهره‌وری آب را افزایش دهد. از جمله اقدامات مؤثر در این زمینه می‌توان به استفاده و مدیریت صحیح سیستم‌های نوین آبیاری، اصلاح الگوی کشت بر اساس شرایط اقلیمی، اصلاح تاریخ کشت، به کارگیری خاک‌ورزی حفاظتی، انتخاب واریته‌های اصلاح شده، جمع‌آوری آب باران و استفاده از آن در مزارع و باغات، استفاده از کشت‌های گلخانه‌ای و به کارگیری تکنیک کشاورزی دقیق اشاره نمود.

توصیه ترویجی

در این تحقیق اثرات تغییر اقلیم بر نیاز آبی و نیاز آبیاری گیاهان مختلف موجود در الگوی کشت دشت نجف‌آباد با استفاده از دو سناریوی تغییر اقلیم $RCP\ 4.5$ و $RCP\ 8.5$ بر اساس گزارش پنجم هیئت بین دولتی تغییر اقلیم مورد بررسی

قرار گرفت. به طور کلی نتایج ارزیابی تغییر اقلیم در منطقه نشان داد که در دوره آینده دمای هوا در تمامی ماه‌های سال در همه ایستگاه‌ها افزایش می‌یابد. همچنین مقدار بارندگی سالانه در همه ایستگاه‌ها کاهش می‌یابد. با توجه به نتایج به دست آمده ملاحظه می‌گردد که نیاز آبی و نیاز آبیاری همه گیاهان در آینده تحت هر دو سناریوی RCP 4.5 و RCP 8.5 افزایش می‌یابد. با توجه به نتایج ملاحظه می‌شود که اثر تغییر اقلیم بر نیاز آبی و نیاز آبیاری برای گیاهان مختلف متفاوت است و حساسیت گیاهان مختلف نسبت به این پدیده یکسان نمی‌باشد. در بین گیاهان موجود در الگوی کشت منطقه مورد مطالعه بیشترین حساسیت نسبت به تغییر اقلیم در گندم، جو، زیره، پیاز و محصولات علوفه‌ای ملاحظه می‌شود، که با توجه به سطح کشت بالای این محصولات در منطقه مورد مطالعه و سایر نقاط کشور، تغییر اقلیم می‌تواند اثر قابل توجهی بر میزان مصرف منابع آبی داشته باشد. لذا با توجه به نتایج بدست آمده و الگوی کشت منطقه تغییر اقلیم باعث اضافه برداشت بیش از پیش از منابع آب زیرزمینی منطقه می‌گردد و این مسئله باعث افت شدید سطح ایستابی می‌گردد. لذا با توجه به شرایط بحرانی و کمبود آب موجود در این دشت انجام اقدامات مدیریتی و پیشگیرانه برای مقابله با شرایط تغییر اقلیم در آینده کاملاً ضروری به نظر می‌رسد. همچنین این شرایط برای بسیاری از دشت‌های کشور قابل پیش‌بینی است، بنابراین لزوم آگاه سازی کارشناسان و کشاورزان از پدیده تغییر اقلیم و ترویج راهکارهای مقابله با تغییر اقلیم بایستی در دستور کار مدیران قرار بگیرد. به طور کلی افزایش بهره‌وری آب یک راهکار کلیدی برای مدیریت سازگاری با تغییر اقلیم در رابطه با مصرف آب می‌باشد، به گونه‌ای که به کارگیری اصول افزایش بهره‌وری آب کشاورزی به عنوان شاه کلید مقابله با تغییر اقلیم محسوب می‌گردد.

فهرست منابع

1. گودرزی، م. ۱۳۹۴. بررسی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب زیرزمینی با استفاده از تلفیق مدل Modflow و روش Thornthwaite and Mather. رساله دکتری مهندسی آب، دانشگاه صنعتی اصفهان.
2. Clarke, D., Smith, M. and El-Askari, K. (1998) CropWat for Windows: User Guide, University of Southampton.
3. Gohari, A., Eslamian, S., Abedi-Koupaei, J., Massah Bavani, A., Wang, D. and Madani, K. (2013). Climate change impacts on crop production in Iran's Zayandeh-Rud River Basin. *Sci. Total Environ.*, 442, 405-419.
4. Karimi, S.h. (2014). Application of HVB Model for Studying the Effect of Climate Change on Hydrological Drought in Zayandehrood River Basin. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*. 2, 8: 366-376.
5. Massah Bavani, A.R., and Morid, S. (2006). Impact of climate change on water resources and food production of zayandeh rud basin. *Iranian journal of water resources*. 1(1): 40-47.
6. Massah Bavani, A. R., Morid, S. (2006). Impact of Climate Change on the Water Resources of Zayandeh Rud Basin. *JWSS Isfahan University of Technology*, 9 (4):17-28.
7. Shahkarami, N., Morid, S., Massah Bavani, A.R., and Fahim, H. (2009). Assessing the impacts of AOGCM models uncertainty on risk of agricultural water demand caused by climate change in Zayandeh-Rud irrigation networks. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*. 2(2): 1-10.
8. Smith, M. (1992). "Cropwat, a computer program for irrigation planning and management." *FAO Irrigation and Drainage Paper 46*, FAO, Rome.
9. Zareian, M.J., Eslamian, S., Safavi, H.R., and Eslamian, A.R. (2015). Effect of Climate Change on Reference Evapotranspiration Based on Weighting Methods. 4th climate change technology conference, Montreal, Canada.

عملیات آبخیزداری و تأثیر آن بر فرسایش و رسوب حوضه‌های مناطق نیمه خشک

پیمان معدنچی*^۱، علیجان آبکار^۲



۱: مربی پژوهشی، گروه تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

کرمان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی تهران، ایران

۲: استادیار، پژوهشی، گروه تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع

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

E.mail: *peymanmadanchi@gmail.com

چکیده

طی دهه‌های اخیر تلفات منابع آب و خاک در حوزه‌های آبخیز در اثر بهره‌برداری غیر اصولی از آن‌ها شدت فزاینده‌ای پیدا کرده، این موضوع باعث کاهش تولید و عمر مفید مخازن و افزایش میزان تولید رسوب شده است. در جهت اصلاح این روند مدیریت آبخیزداری استان‌های مختلف کشور اقدام به اجرای عملیات آبخیزداری در حوضه‌های مختلف محل مأموریت خود کرده‌اند که شامل بندهای سنگ و سیمانی، خاکی، چپری و غیره می‌باشد و همین امر دلیل انجام این پروژه بوده که اثر بخشی عملیات اجرا شده در استان‌های مختلف کشور مورد ارزیابی قرار گیرد. انجام عملیات بیولوژیک و مکانیکی آبخیزداری در سطح حوضه باعث تغییر امتیاز عوامل نه گانه روش تجربی MPSIAC می‌شود، در همین راستا این تحقیق در حوزه آبخیز دره مرید شهرستان بافت در استان کرمان انجام گرفت و تأثیر عملیات آبخیزداری اجرا شده بر روی تغییر رفتار حوضه در کاهش رسوب ارزیابی شد. طبق بررسی‌های بعمل آمده از رسوبات به تله افتاده در مخزن سدها، وزن رسوبات، ۶۶۰۹/۹۸ تن در سال می‌باشد. با اطلاعات بدست آمده در حوضه ۲۶۰۰ هکتار کار بیولوژیک صورت گرفته است که از هدر رفتن ۶۴۶۲/۶ تن خاک در سال جلوگیری کرده است. نتایج نشان داد که بین رسوبدهی قبل و بعد از عملیات آبخیزداری در هر زیر حوضه اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد و این سری کارهای حفاظتی و اصلاحی باعث شد رسوب کمتری از حوضه دره مرید خارج شود.

واژگان کلیدی: عملیات مکانیکی، عملیات بیولوژیکی، فرسایش، رسوب، حوزه آبخیز

بیان مسئله

فرسایش خاک از جمله فرآیندهایی است که منابع آب و خاک کشور ما را به صورت مستقیم و غیر مستقیم شدیداً تهدید می‌کند. هر چند این پدیده طبیعی بوده و جلوگیری از آن امکان‌پذیر نمی‌باشد، لیکن شناخت تمام فرآیندهای فرسایش و عواملی که در تولید رسوب و میزان فرسایش حوزه‌های آبخیز دخیل هستند بسیار مهم می‌باشد مانند: نزولات جوی، سنگ

مادر، خاک، عامل توپوگرافی، پوشش گیاهی و غیره. بهره‌برداری غیر علمی از منابع خاک حوضه باعث کاهش تولید محصول در واحد سطح به دلیل فرسایش و از دست رفتن خاک حاصلخیز می‌گردد، این امر سبب کاهش عمر مفید مخازن سدها از طریق پر شدن مخازن آن‌ها از رسوب شده است. از طرف دیگر اجرای عملیات آبخیزداری مستلزم صرف مبالغ قابل توجهی است. در هر حوضه پس از اجرای عملیات مکانیکی، بیولوژیکی و مدیریتی، ارزیابی آن‌ها امری ضروری می‌باشد، که می‌تواند درک دقیقی از اثرات اجرای آن‌ها در حوضه‌های مشابه از نظر عوامل زمینی و اقلیمی به مجریان طرح‌های آبخیزداری بدهد. در ادامه به‌طور مختصر عملیاتی که در حوزه آبخیز دره مرید انجام گرفته است آورده شده. البته گفتنی است که در این تحقیق از روش تجربی MPSIAC برای محاسبه میزان فرسایش و رسوب حال حاضر حوضه استفاده شد و همین‌طور برای اطلاعات قبل از اجرای عملیات آبخیزداری، مطالعات این حوضه که توسط سازمان جهاد سازندگی وقت تهیه شده بود و از روش مشابه استفاده کرده بودند مورد تدقیق قرار گرفت. حوزه آبخیز دره مرید با مساحتی برابر ۵۴۲۹ هکتار در شهرستان بافت، بخش مرکزی دهستان کسبیکان روستای دره مرید در استان کرمان واقع شده است. این حوضه دارای مختصات جغرافیایی برابر با "۳۱°، ۵۴' تا ۳۷°، ۲۸' طول شرقی و "۲۹°، ۲۲' تا ۲۹°، ۴۱' عرض شمالی می‌باشد. مساحت و محیط حوضه بترتیب برابر با ۵۴/۲۹ کیلومترمربع و ۳۰ کیلومتر می‌باشد، ارتفاع بلندترین نقطه حوضه ۳۰۶۵ متر و پایین‌ترین نقطه حوضه ۲۵۰۰ متر می‌باشد.

مهمترین انواع فرسایش درحوضه عبارت از فرسایش گالی-آبراههای، شیاری-لغزش و فرسایش سطحی و فرسایش رودخانه‌ای هستند. در جدول ۱ میزان رسوب ویژه، فرسایش ویژه، رسوب کل و مساحت هر پارسل آورده شده است، همان‌طور که توضیح داده شد در این تحقیق از روش MPSIAC استفاده و اطلاعات قبل از اجرای عملیات آبخیزداری از مطالعات جهاد سازندگی وقت استفاده شده است. (مطالعات حوزه آبخیز دره مرید بافت، مدیریت آبخیزداری، سازمان جهاد سازندگی استان کرمان)

جدول ۱- میزان رسوب و فرسایش ویژه زیرحوضه‌های حوضه دره مرید بافت

مقدار رسوب کل	فرسایش ویژه	رسوب ویژه	مساحت	شماره
زیرحوضه (تن)	(تن در هکتار)	(تن در هکتار)	(هکتار)	زیرحوضه
۲۴۵۵	۲۶،۳۲	۱۵/۳۱	۱۶۰	۱
۵۱۸۶/۹	۱۹/۱۸	۹/۷۶	۵۲۹	۲
۳۷۵۱۶/۵	۲۵،۸۷	۹/۳۸	۳۹۷۰	۳
۶۲۲۰/۰۶	۲۱/۵۳	۸/۰۷	۷۷۰	۴

حوضه دره مرید براساس حساسیت سنگ به فرسایش و شدت فرسایش به ۴ پارسل تفکیک شده است بر این اساس ۵۱۳۷۸/۴۶ تن رسوب از کل حوضه سالیانه خارج می‌شود که معادل ۹/۴۶ تن رسوب در هکتار می‌باشد (مطالعات حوزه آبخیز دره مرید بافت، مدیریت آبخیزداری، سازمان جهاد سازندگی استان کرمان).

معرفی دستاورد

روش‌های مبارزه با فرسایش و تولید رسوب که در حوضه دره مرید به مرحله اجرا گذاشته شده است را می‌توان به سه دسته کلی، مدیریتی، بیولوژیکی و مکانیکی تقسیم بندی کرد (مطالعات حوزه آبخیز دره مرید بافت، مدیریت آبخیزداری، سازمان جهاد سازندگی استان کرمان).

۱- روش‌های مدیریتی: در این بخش با کاهش تعداد دام (رعایت بین ظرفیت مراتع و تعادل دام) و همچنین زمان مناسب چرای مراتع (به تعویق انداختن ورود دام به مراتع) و سیستم‌های چرای متناوب استراحتی و تاخیری و در بعضی از مناطق که نقاط بسیار حساس به فرسایش هستند (قسمت‌های مرکزی حوضه) قرق مراتع انجام شده است که این امر باعث شده است مراتع از تجدید حیات خوبی برخوردار شوند.

۲- روش‌های بیولوژیکی: در بعضی از مناطق حوضه که تنها با عملیات مدیریتی امکان اصلاح مراتع نبوده است، اقدامات بیولوژیک برای احیا مراتع صورت گرفته که عبارتند از: کشت نباتات علوفه‌ای نظیر *Onobrychis sp* و *Bromus Spp* همراه با احداث بانکت. در بالا دست حوضه که خاک کم عمق می‌باشد کپه کاری گونه‌های *Ferula oopoda* و *Artemisia cieberi* و کشت گونه‌های درختچه‌ای نظیر *Amygdales lycioides* و *Amygdales communis* در قسمت‌های بالا دست زیرحوضه شماره (۱) و (۲) بوسیله احداث تشتک انجام شده است.



شکل ۱- نمایی از عملیات بیولوژیک اجرا شده در حوضه دره مرید

۳- روش‌های مکانیکی: یکی دیگر از روش‌های مبارزه با فرسایش و تولید رسوب حوضه اقدامات مکانیکی است که به صورت بندهای خاکی، گابیونی، سنگ و سیمانی، چپری، خشکه چین و کیسه بتونی انجام شده است که باعث کنترل رواناب، تداوم جریان و رسوب‌گیری در حوضه شده است. در قسمت‌هایی از حوضه که نزدیک آبادی‌ها بوده و درختان سپیدار نیاز چوبی بندهای چپری را مرتفع می‌ساختند در آبراهه‌های درجه یک شمال زیر حوضه (۱) این نوع بندها احداث شده است و در قسمت‌های جنوب و غرب زیر حوضه شماره (۲) که منابع سنگ موجود بوده بندهای خشکه چین احداث شده است و در قسمت‌های شرقی حوضه که سنگ جهت خشکه چین وجود نداشته در آبراهه‌های درجه یک و دو بندهای کیسه بتونی جهت

تثبیت و تعدیل شیب احداث شده است. همانطور که گفته شد به منظور کنترل رواناب، جلوگیری از فرسایش سطحی و شیباری، هدایت آب به مناطق مطمئن و احیا مراتع، بانکت به همراه کشت نباتات علوفه ای احداث شده است.



شکل ۲- نمایی از عملیات بیومکانیکی اجرا شده در حوضه دره مرید

در این مطالعه جهت ارزیابی اثرات عملیات آبخیزداری اجرا شده اعم از مکانیکی و بیولوژیکی بر کاهش فرسایش و رسوب در حوضه آبخیز دره مرید بافت استان کرمان، از محاسبه مجدد پارامترهای مدل *MPSIAC* مانند: عامل رواناب سطحی، عامل پوشش زمین، عامل کاربری اراضی، عامل وضعیت فعلی فرسایش و عامل فرسایش رودخانه‌ای و اندازه‌گیری رسوبات پشت بندهای اصلاحی در حوضه استفاده شد، میزان رسوب حوضه $3653/38$ تن در سال برآورد شد و با مقدار $51378/46$ تن در سال که در مطالعات اولیه برآورد شده بود با استفاده از آزمون T جفت نمونه ای در محیط نرم افزار *SPSS* مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، و بر طبق نتایج آزمون‌های آماری مشخص شد که اختلاف معنی داری بین رسوب ویژه و فرسایش ویژه در هر یک از پارسل‌های حوضه آبخیز دره مرید وجود دارد. در شکل شماره ۳ نمایی از بند سنگ و سیمانی و در شکل ۴ نمایی از مخزن یک بند خاکی احداث شده در حوضه به نمایش گذاشته شده است.



شکل ۳- نمایی از بند سیمانی اجرا شده در حوضه



شکل ۴- نمایی از بند خاکی اجرا شده در حوضه

همان‌طور که در چکیده گفته شد اجرای عملیات بیولوژیکی و مکانیکی در حوضه باعث تغییر در امتیاز بعضی از عوامل روش MPSIAC برای تعیین درجه رسوبدهی پارسل‌های مختلف حوضه شد، از این رو جهت ارزیابی تأثیر مثبت یا منفی عملیات اجرا شده ناگزیر از امتیاز دهی مجدد بعضی از عوامل فرمول تجربی جهت محاسبه درجه رسوبدهی پارسل‌های مختلف هستیم. همان‌طور که گفته شد عامل رواناب سطحی، عامل پوشش گیاهی، عامل نحوه استفاده از زمین، عامل وضعیت فعلی فرسایش و عامل فرسایش رودخانه‌ای جهت ارزیابی مجدد امتیاز آن‌ها مورد تحقیق قرار گرفتند و نتایج حاصل از تعیین میزان رسوب حوضه بعد از انجام عملیات تلفیقی بیولوژیکی و مکانیکی از روش آماری t جفت نمونه‌ای با میزان رسوب قبل از عملیات در حوزه مورد آزمون قرار گرفت.

جدول ۲- امتیازهای عوامل پسیاک پیشرفته در قبل و بعد از عملیات آبخیزداری در پارسل‌ها

عوامل	پارسل ۱		پارسل ۲		پارسل ۳		پارسل ۴	
	امتیاز قبل	امتیاز بعد	امتیاز قبل	امتیاز بعد	امتیاز قبل	امتیاز بعد	امتیاز قبل	امتیاز بعد
زمین‌شناسی	۸	۸	۶/۱۵	۶/۱۵	۸	۸	۵/۶۳	۵/۶۳
خاک	۶/۱	۶/۱	۵/۶۸	۵/۶۸	۵/۵۷	۵/۵۷	۲/۵	۲/۵
آب و هوا	۵/۰۱	۵/۰۱	۵/۰۱	۵/۰۱	۵/۰۱	۵/۰۱	۵/۰۱	۵/۰۱
رواناب	۳/۶۴	۳/۱۱	۳/۱۲	۲/۸۲	۲/۹۹	۲/۷۸	۶/۴۲	۵/۳۲
توپوگرافی	۰/۸۲	۰/۸۲	۴/۹۵	۴/۹۵	۲/۴۷	۲/۴۷	۹/۹	۹/۹
پوشش گیاهی	۱۸	۱۶/۴	۱۶	۱۴	۱۸	۱۶	۱۶	۱۴/۸
کاربری زمین	۱۸	۱۶/۴	۱۶	۱۴	۱۸	۱۶	۱۶	۱۴/۸
فرسایش فعلی	۲۰	۱۲/۵	۱۵	۹/۲	۱۲/۵	۷/۶۵	۱۰	۶/۱۲
فرسایش خندقی	۱۵/۰۳	۵/۰۳	۱۰/۰۲	۳/۳۴	۸/۳۵	۲/۶۷	۵/۰۱	۵/۰۱
جمع کل	۹۴/۶	۷۳/۳۷	۸۱/۹۳	۶۵/۱۵	۸۰/۸۹	۶۶/۱۵	۷۶/۴۷	۶۹/۰۹

وزن مخصوص ظاهری با روش کلوخه برداری ۱/۴۳ اندازه گیری شد ولی با توجه به عدد آن (۱/۴) که در مطالعه شناخت حوضه استفاده شده بود و اختلاف کمی که داشتند، برای جلوگیری از خطا در اندازه گیری وزن رسوبات همان عدد ۱/۴ استفاده شد و میزان رسوب ویژه و فرسایش ویژه قبل و بعد از عملیات در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- فرسایش ناخالص و ویژه قبل و بعد از عملیات آبخیزداری

زیر حوضه ها و کل حوضه	رسوب ویژه Ton/ha		فرسایش ویژه Ton/ha	
	قبل	بعد	قبل	بعد
۱	۱۵,۳۱	۷,۲۳	۲۶,۳۲	۱۲/۴۳
۲	۹,۷۶	۵,۴۱	۱۹/۱۸	۱۰/۶۱
۳	۹,۳۸	۴	۲۵/۸۷	۱۵/۳۸
۴	۸,۰۷	۶,۲	۲۱/۵۳	۱۶/۶
کل حوضه	۱۳,۰۵	۹,۳	۳۸/۰۸	۲۷/۰۹

جهت حجم سنجی مخازن، شبکه بندی گمانه ها در مخازن صورت گرفت. به این صورت که فواصل گمانه ها ۳ متر در نظر گرفته شده و پس از احداث آن ها در پشت هر بند و تعیین عمق رسوب، میانگین عمق رسوبات مشخص شد. نقشه برداری از مخازن ۳۳ بند خاکی با فواصل خطوط تراز یک متر صورت گرفت، سطح آبرگیری که همان حجم کلی مخزن سد می باشد و سطح مخزن که همان سطح رسوب به تله افتاده است، مشخص گردید و حجم رسوبات پشت هر بند مشخص شد. میزان رسوب به تله افتاده در بندهای خاکی و سیمانی حوضه دره مرید ۹۹۱۴۹/۸۱ تن می باشد و از آنجائیکه طرح اصلاح حوضه دره مرید ۱۳۷۹ به پایان رسیده است این میزان رسوب در ۱۲ سال از احداث بندها به تله افتاده است (زمان اجرای مطالعه) که تقریباً برای هر سال ۸۲۶۲/۴۸ تن می باشد و با احتساب ۶۴۶۲/۶ تن رسوبی که در نتیجه انجام عملیات بیولوژیکی از میزان کل رسوب پارساها کم می شود، مجموعاً ۱۴۷۲۵/۰۸ تن رسوب در سال در حوزه آبخیز طی عملیات بیولوژیکی و مکانیکی به تله افتاده است.

توصیه ترویجی:

منظور از بهره برداران در این مطالعه کارشناسان منابع طبیعی و آبخیزداری هستند. با توجه به مطالعه فوق یکی از روش هایی که بهره برداران برای اندازه گیری رسوبات پشت بندهای خاکی می توانند استفاده کنند نقشه برداری است که البته باید توجه داشته باشند که جهت حجم سنجی مخازن، برای سازه ها با طول کمتر از ۱۰ متر فواصل گمانه ها یک متری و برای سازه های با طول ۱۰ تا ۲۵ متر فواصل گمانه ها ۲ تا ۳ متری و برای سازه های با طول بیشتر از ۲۵ متر فواصل گمانه ها ۵ متری در نظر گرفته شود. در حوضه دره مرید اغلب سازه ها با طول حدوداً ۲۵ متر بودند و فواصل نقطه های شبکه گمانه ۳ متر در نظر گرفته شد و پس از احداث گمانه ها در پشت هر بند و تعیین عمق رسوب میانگین عمق رسوبات مشخص شد.

موضوع مورد توجه دیگر برای بهره برداران این است که اگر حوضه ای به دلیل عدم رعایت قرق، چرای بی رویه یا کندن بوته ها و اشجار توسط آبخیزنشینان به سمت تخریب میل کند اهالی از آنجا کوچ کرده و به شهرها هجوم آورده و به کارهای واسطه گری روی می آورند. وظیفه کارشناس در محل این است که از هر سه روش مدیریتی که گفته شد به اصلاح عرصه

اقدام کند بعد از اصلاح اهالی به عرصه بر می‌گردند و بعد از آن می‌توان مدیریت نگهداری را با احداث تعاونی محلی به خود آبخیز نشینان واگذار کرد، در حوزه آبخیز دره‌مرید در اثر استفاده آبخیز نشینان از پوشش گیاهی حوضه در طی سالیان متمادی، سطح این حوضه به صورت غیر قابل استفاده برای کشاورزی در آمده بود و هیچ نوع از ادوات کشاورزی نمی‌توانستند شیارها و خندق‌های موجود را از بین ببرند. به سبب تخریب اراضی، اهالی از حوضه کوچ کرده بودند اما پس از انجام عملیات آبخیزداری مانند احداث بندها در شیارهای موجود آن‌ها تقریباً اصلاح شدند و با بازگشت اهالی به منطقه و ایجاد تعاونی روستایی روبرو شدیم و همین مسئله باعث شد تا عملیات بیولوژیک توسط خود آن‌ها انجام شده و اقدامات قرق نیز بسیار جدی از طرف اهالی پیگیری شود.

فهرست منابع:

- ۱- بروشکه، ا. (۱۳۸۹). بررسی روشهای رسوب سنجی مخازن بندها و سدهای خشک. مجموعه مقالات ارائه شده در سومین گردهمایی مجریان طرحهای تحقیقاتی در زمینه رسوب سنجی مخازن و بندها و سدها و مدل‌های رسوبدهی. ۲۵-۲۹.
- ۲- بروشکه، ا، عرب‌خداری، م. (۱۳۹۳). ارزیابی مدل‌های تجربی MPSIAC و EPM از طریق رسوب-سنجی سدهای کوچک در استان آذربایجان غربی. مجله مهندسی و مدیریت آبخیز. ۳، ۷: ۲۷۳-۲۶۵.
- ۳- مطالعات حوزه آبخیز دره مرید بافت. (۱۳۷۹). مدیریت آبخیزداری، سازمان جهاد سازندگی استان کرمان.
- ۴- معدنچی، پ، عرب‌خداری، م، حبیب‌نژاد. ر. (۱۳۹۷). تعیین مدل مناسب رسوبدهی در مراتع نیمه خشک با استفاده از رسوب سنجی مخازن کوچک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز دره مرید استان کرمان). پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز. ۱۸: ۲۴۰-۲۳۳.

- 5- Ghazavi, R. (2012). Comparison of EPM, MPSIAC and PSIAC models for estimating sediment and erosion by using GIS (case study: Ghaleh- Ghaph catchment, Golestan province). *Geography and development*. 27:30-32.
- 6- Hashemi, A. A., M, Arabkhedir. (2007). Evaluation of EPM model by sediment measurement in reservoirs of small dams. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 42: 345-355.
- 7- Johnson, C. W., and Gebhardt, K. A. (1982). Predicting sediment yield from sagebrush rangelands. *Proceeding of workshop on estimating erosion and sediment yield on rangelands, Tucson, Arizona, US Department of Agriculture, Agricultural Reviews and Manuals, Western Series*, 26: 145-156.
- 8- Madanchi, P., Bayat, R., and Shahedi, K. (2018). Effect of Watershed management practices hn reducing the erosion and sedimentation in semi- arid range land (case study: Daremorid Basin in Kerman Province), *Iranian Journal of Range and Desert research*, 24 (4): 757-767.
- 9- Parehkar, A., Behnam, N., Shokrabadi, M. (2013). An investigation survey on MPSIAC model to predict sediment yield in Iran. *Research journal of Environmental and earth sciences*. 5 (6): 342-349.
- 10- PSIAC. (1968). Factors affecting sediment yield and selection and evaluation of measures for the reduction of erosion and sediment yield. *Pacific Southwest Inter-Agency Committee (PSIAC) report of the water management subcommittee*, 27pp.
- 11- Refahi, H.G.H. (2005). *Water Erosion and Controlling*, 5ed Edition, University of Tehran press, Tehran, Iran, 550pp.
- 12- Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. (1978). Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. *USDA. Agriculture Research Service. Handbook 537*.

راهکارهای ارتقاء بهره‌وری انرژی در سامانه‌های آبیاری تحت فشار

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.

E.mail: a.gomrokchi@areeo.ac.ir

چکیده:

روش رایج انتقال و توزیع آب در سامانه‌های آبیاری تحت فشار، استفاده از الکتروپمپ‌ها است. با توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار در چند دهه اخیر نگرش و ارزیابی سامانه‌های آبیاری تحت فشار عمدتاً بر افزایش کارایی مصرف آب و بهبود بازده آبیاری متمرکز بوده است. در حالی که سامانه‌های آبیاری تحت فشار اجرا شده در مقایسه با روش آبیاری سطحی، عمدتاً وابسته به منابع انرژی بیشتری بوده و در اغلب موارد بهره‌برداران به‌منظور اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار از ایستگاه پمپاژ ثانویه و یا پمپ‌های با قدرت بیشتر، نسبت به روش آبیاری سطحی استفاده نموده‌اند. نکته حائز اهمیت آن است که عدم توجه به نکات فنی بهره‌برداری در برخی موارد منجر به افزایش مشکلات بهره‌برداران شده است. لذا به‌منظور حصول به یک "سامانه آبیاری بهره‌ور"، لازم است مشکلات اجرایی سامانه‌های آبیاری تحت فشار از منظر مصارف انرژی نیز مورد بررسی قرار گیرد. هدف تحقیق حاضر بررسی مشکلات و چالش‌های سامانه‌های آبیاری تحت فشار از دیدگاه مصارف انرژی بوده و بر اساس آن راهکارهایی اجرایی به‌منظور ارتقاء بهره‌وری انرژی در سامانه‌های آبیاری تحت فشار ارائه شده است.

واژگان کلیدی: ایستگاه پمپاژ، بازده انرژی، راه‌اندازی، سامانه‌های آبیاری.

بیان مسئله:

توسعه پایدار روش‌های آبیاری تحت فشار می‌تواند یکی از راهکارهای مناسب در جهت بهبود بهره‌وری مصرف آب کشاورزی و بهبود راندمان آبیاری باشد. از طرفی سامانه‌های آبیاری تحت فشار عمدتاً وابسته به ایستگاه‌های پمپاژ بوده که این ایستگاه‌ها از جمله بزرگترین مصرف‌کنندگان انرژی هستند که پرداختن به طراحی بهینه آنها به‌ویژه از نظر افزایش راندمان ایستگاه‌های پمپاژ و کنترل مصرف انرژی بسیار با اهمیت است. امروزه به دلیل محدودیت‌های شدید منابع آب و اعمال سیاست‌های تشویقی دولت، گرایش کشاورزان و بهره‌برداران به اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار رشد روز افزونی داشته است. این امر در حالی است که به دلیل محدودیت منابع انرژی و رشد تقاضا در بخش‌های مختلف (صنعتی، خانگی و

تجاری)، ممکن است در دهه‌های آتی و در صورت عدم توجه به مقوله کنترل مصارف انرژی، اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار با محدودیت‌های جدی روبرو گردد. از این‌رو بررسی فرآیندهای پرمصرف انرژی، مانند ایستگاه‌های پمپاژ، در راستای بهبود راندمان کلی سامانه‌های آبیاری اجتناب ناپذیر شده است (۱). بر این اساس صرفه‌جویی در مصرف آب و انرژی امروزه از الزامات آبیاری تحت فشار بوده و در سالهای اخیر با رویکرد به توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار، مبحث صرفه‌جویی در انرژی نیز در بیشتر کشورها اولویت یافته است (۲). به‌طور کلی تغییر روش آبیاری از روش سطحی و غرقابی به روش آبیاری تحت فشار، در کاهش تلفات آب آبیاری عمده‌تأثیر مؤثر بوده لیکن در تغییر روش آبیاری مصارف انرژی، هزینه‌های تعمیر و نگهداری و مدیریت سامانه نیز افزایش یافته است. نکته حائز اهمیت آن است که در صورت بازده پائین مصارف انرژی در سامانه‌های آبیاری تحت فشار، رشد مصرف انرژی بیش از پیش خواهد بود. لذا هدف تحقیق حاضر بررسی مشکلات و چالش‌های سامانه‌های آبیاری تحت فشار از دیدگاه مصارف انرژی بوده و بر اساس آن راهکارهایی اجرایی به‌منظور ارتقاء بهره‌وری انرژی در سامانه‌های آبیاری تحت فشار ارائه شده است.

استهلاک بالای پمپ‌ها، عدم قابلیت اعتماد به سرویس منظم و مرتب، نوسانات برق و عدم حفاظت موتورهای الکتریکی در مقابل آنها، مصرف بالای انرژی، مصرف انرژی راکتو به دلیل شیوه‌های راه اندازی پمپ‌ها در ایستگاه‌های پمپاژ کشاورزی، استهلاک خطوط انتقال و اتصالات مربوطه، ضربه قوچ، مشکلات مرتبط با روش طراحی، کیفیت تجهیزات به کار رفته و شیوه بهره‌برداری سامانه، از مسائل عمده و قابل تأمل در ایستگاه‌های پمپاژ آب کشاورزی می‌باشد (۳). در شکل‌های ۱ و ۲ نمونه‌هایی از مشکلات ایستگاه‌های پمپاژ در سامانه‌های آبیاری تحت فشار نشان داده شده است.



شکل ۱- نمونه‌ای از اجرای نامناسب ایستگاه‌های پمپاژ آب کشاورزی



شکل ۲- نمونه‌ای از اجرای نامناسب ایستگاه‌های پمپاژ آب کشاورزی

بررسی‌های انجام شده بر روی سامانه‌های مختلف پمپاژ کشاورزی نشان می‌دهد استفاده از شیرهای کنترل جریان (شکل ۳) و خط بای پس^۱ که بیشترین تلفات انرژی را به همراه دارند در بسیاری از سامانه‌های آبیاری تحت فشار مورد استفاده قرار گرفته است (شکل ۴ و ۵).



شکل ۳- نمونه‌ای از اتلاف انرژی در ایستگاه پمپاژ به دلیل استفاده از تجهیزات نامناسب کنترل جریان



شکل ۴- نمونه‌ای از اتلاف انرژی در ایستگاه پمپاژ به دلیل استفاده از خط بای پس



شکل ۵- نمونه‌ای از خط بای پس در محل ایستگاه پمپاژ سامانه آبیاری تحت فشار

¹ Bypass

معرفی دستاورد:

روش راه‌اندازی ستاره- مثلث در لحظه راه‌اندازی، شوک مکانیکی و هیدرولیکی نسبتاً شدیدی به بدنه پمپ، لوله و اتصالات هیدرولیکی وارد نموده و در لحظه توقف، به دلیل برگشت سیال، معمولاً ضربه شدیدی تمام اتصالات، لوله و شیر یک‌طرفه را مرتعش می‌کند که در صورت عدم وجود شیر یک‌طرفه و یا عمل نکردن آن، باعث صدمه دیدن پمپ می‌گردد (۴). در شکل‌های ۶ و ۷ نمونه‌ای از مشکلات ناشی از شوک مکانیکی به پمپ ناشی از روش نادرست راه‌اندازی نشان داده شده است.



شکل ۶- نشت آب از پمپ به دلیل استهلاک تجهیزات آب بندی پمپ



شکل ۷- نشت آب از پمپ به دلیل روش اشتباه راه‌اندازی ایستگاه پمپاژ

- ۱- مواردی همچون ناحیه‌بندی واحدهای آبیاری، تشخیص نقاط بحرانی و نحوه کنترل آن، انتخاب بهینه قطر لوله به‌منظور به حداقل رساندن هزینه سرمایه‌گذاری و هزینه انرژی در سامانه‌های آبیاری از راهکارهای مدیریت مصرف انرژی در سامانه‌های آبیاری تحت فشار عنوان شده است.
- ۲- با بکارگیری روش‌های جدید همانند راه‌اندازهای نرم، پمپ‌های دور متغیر و یا استفاده از موتورهای الکتریکی با بازده بالا و یا سامانه‌های تله متری در مدیریت ایستگاه پمپاژ این امکان وجود دارد که نه تنها در مصرف انرژی

صرفه‌جویی شود بلکه از استهلاک شدید الکتروپمپ‌ها نیز جلوگیری به عمل آید و ضمن عملکرد بهتر ایستگاه‌های پمپاژ، طول عمر آنها نیز افزایش یابد. از دیدگاه اقتصادی، هزینه‌های مرتبط با تجهیز ایستگاه پمپاژ به پمپ دور متغیر، به‌طور متوسط ۸ تا ۹ سال پس از بهره‌برداری و با نرخ رشد تعرفه ۵ درصدی برق مستهلک خواهد شد (۵).

توصیه ترویجی

- ۱- مشترکین کشاورزی علی‌الخصوص پس از اجرای سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار، با مشاهده قبوض برق خود متوجه می‌شوند که هر ماهه مبلغ زیادی به عنوان جریمه راکتیو پرداخت می‌نمایند که این مبلغ حتی در بعضی موارد ۳۰ الی ۴۰ درصد مبلغ کل صورتحساب است. این جریمه به علت بالا بودن مصارف انرژی راکتیو در موتور الکتریکی است که با نصب خازن و یا تعویض به موقع آن، به راحتی می‌توان از پرداخت هزینه مزبور جلوگیری کرد و هزینه جریمه راکتیو را در قبوض برق مصرفی کشاورزان حذف نمود.
- ۲- استفاده از راه‌اندازهای نرم مزایای زیادی از جمله کم کردن جریان راه‌اندازی و همچنین امکان استفاده از عملکرد توقف نرم را در ایستگاه پمپاژ فراهم خواهد نمود. همچنین با توجه به کاهش جریان مورد نیاز در موقع راه‌اندازی (نسبت به روش‌های مستقیم و ستاره مثلث)، صدمات وارده به الکتروموتور و تابلوهای برق به‌مراتب کمتر خواهد بود. در شکل ۸ نمونه‌ای از راه‌انداز نرم



شکل ۸- نمونه‌ای از راه‌انداز نرم

- ۳- در مناطق ناهموار که اختلاف ارتفاع زیادی در نقاط مختلف باغ وجود دارد استفاده از پمپ‌های دور متغیر در ایستگاه پمپاژ آب کشاورزی توصیه می‌گردد. قابلیت داشتن دورهای مختلف موتور در یک ایستگاه پمپاژ و تبدیل یک موتور دور ثابت به یک موتور با سرعت‌های دلخواه، امکان تطبیق با شرایط مختلف بهره‌برداری در یک سامانه آبیاری تحت‌فشار را فراهم خواهد نمود و باعث کاهش تلفات انرژی در سامانه آبیاری خواهد شد.

فهرست منابع:

۱. بهشتیان، ع.، سخایی راد، ح. و وجدانی، ن. (۱۳۸۷). بهره‌برداری بهینه از ایستگاه‌های پمپاژ با استفاده از راه‌اندازهای نرم (سافت استارتر) و درایوهای کنترل دور. دومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۲. فرشعی، ح و حمزه پور، خ. (۱۳۹۱). بهینه‌سازی تعداد و موقعیت ایستگاه‌های پمپاژ در جهت کاهش مصرف انرژی در شبکه‌های آبیاری تحت فشار. اولین کارگاه فنی و آموزشی آبیاری و انرژی. تهران.
۳. یوسف گمرکچی، ا و پرورش ریزی، ع. (۱۳۹۷). نگرشی بر مفهوم بازده انرژی در ایستگاه‌های پمپاژ آب کشاورزی. آب و توسعه پایدار. ۵ (۱)، ۲۹-۳۶.
۴. یوسف گمرکچی، ا و پرورش ریزی، ع. (۱۳۹۵). تحلیل هزینه-فایده پمپ‌های دور متغیر در سامانه‌های آبیاری تحت فشار (مطالعه موردی: سامانه‌ی آبیاری کشت و صنعت اشرفیه). نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۴ (۱۰)، ۵۳۲-۵۴۳.
5. Fernández García, I., Montesinos, P., Camacho Poyato, E., Díaz, J. A. (2014). Methodology for Detecting Critical Points in Pressurized Irrigation Networks with Multiple Water Supply Points. *Water Resource Management*. 28, 1095–1109.