Archive of SID

تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی/جلد ۲۰/ شماره ۷۶/ پاییز ۱۳۹۸/ص ۱۴۲-۱۲۵

ارزیابی راندمان کل آبیاری و هیدرومدول واقعی با استفاده از روش بیلان آب (مطالعهٔ موردی، دشت نازلوچای ارومیه)

حیدر طایفه‌رضایی[۱]، جمال احمدآلی[۲*] و خالد احمدآلی[۳]

۱ و ۲- به‌ترتیب: مربی پژوهش؛ و استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

۳- استادیار گروه احیا مناطق خشک و کوهستانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۳/۷

چکیده

این مطالعه به‌منظور ارزیابی راندمان کل آبیاری و هیدرومدول واقعی دشت نازلوچای ارومیه با استفاده از روش بیلان آب، در سال ۱۳۹۱ اجرا گردید. مطالعات شامل اندازه‌گیری‌های صحرایی، مطالعات میدانی، و بررسی آمار و اطلاعات موجود بود. راندمان کاربرد در ۱٤ مزرعه اندازه‌گیری شد که مقدار آن از ٥٥/٤ تا ۷۸/۸ درصد متغیر بود. راندمان توزیع از ۷۵ تا ۹٤ درصد و راندمان انتقال آب نیز از ٦٦ تا ۹۲ درصد متغیر بود. راندمان کل شبکه سنتی دشت، برابر ٤٤ درصد و نیاز آبی خالص ترکیب کشت دشت بر اساس روش پنمن-مانتیث برابر ٤۹۳۰ مترمکعب بر هکتار بود و بدین‌ترتیب، نیاز آبی ناخالص ترکیب کشت دشت برابر ۱۱۲۰٤ مترمکعب بر هکتار به‌دست آمد. شبکهٔ آبیاری سنتی دشت نازلوچای در پایین‌دست حوضهٔ آبریز نازلوچای واقع شده و مساحت خالص زمین‌های آن برابر ۲۹۰۵۰ هکتار است. میزان متوسط برداشت آب از رودخانهٔ نازلوچای برابر ۱۲۸ میلیون مترمکعب در سال و اختلاف حجم آب ورودی و خروجی آب زیرزمینی دشت برابر ۱۳ میلیون مترمکعب در سال است. نزدیک به ۲۹ میلیون مترمکعب در سال بیلان منفی در دشت وجود دارد. در مجموع، آب مصرفی در دشت نازلوچای برابر ۱۷۰ میلیون مترمکعب در سال و هیدرومدول واقعی آبیاری دشت نازلوچای برابر ۵۸۳۸ مترمکعب در سال در هکتار است. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد راندمان کل آبیاری دشت نازلوچای برای کشاورزی در حدود ۸۵ درصد است. نتایج این مطالعه نیز نشان می‌دهد که میزان واقعی مصرف آب کشاورزی در این حوضه کمتر از ارقام اعلام شده بر مبنای راندمان در سطح کشور است، حتی در ارقام اعلام شده برای بهره‌وری آب برای تولید محصولات زراعی و باغی باید تجدید نظر شود.

واژه‌های کلیدی

آب برگشتی، راندمان انتقال آب، راندمان کاربرد آب در مزرعه، نرم‌افزار کراپ وات، نیاز آبی

مقدمه

یکی از چالش‌های اساسی در خصوص استفادهٔ اصولی و درست از آب در کشاورزی بین وزارت نیرو و وزارت جهاد کشاورزی، موضوع راندمان آبیاری است. وزارت نیرو مدعی است راندمان پایین آبیاری در ایران (حدود ۳۵ درصد) باعث می‌شود که حجم زیادی از آب تلف و از دسترس خارج شود. در صورتی‌که وزارت جهاد کشاورزی مدعی است بخشی از این تلفات به صورت آب‌های برگشتی (رواناب یا نفوذ عمقی) به منابع آب سطحی در پایین‌دست و زیرزمینی اضافه و بار دیگر از آن استفاده می‌شود. در محاسبهٔ راندمان آبیاری به‌صورت کلاسیک (سنتی)، سهم آب‌های برگشتی منظور نمی‌شود در صورتی‌که در مفاهیم نئوکلاسیک (مؤثر) راندمان

*نگارنده مسئول: Email: j.ahmadaali@areeo.ac.ir

http://doi: 10.22092/idser.2019.124872.1370

www.SID.ir

Archive of SID

آبیاری، این سهم لحاظ می‌شود. بنابراین، اختلاف نظر بین این دو وزارت‌خانه به‌دلیل تعاریف و مفاهیم متفاوتی است که هر یک به‌کار می‌گیرد (Nahvinia *et al.*, 2015).

بیلان آبی دشت‌ها و حوزه‌های آبخیز از مهم‌ترین مسائلی است که در مدیریت منابع آب و تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌های منابع طبیعی، محیط زیست و کشاورزی مورد توجه است (Pourmohammadi *et al.*, 2015). اساس برآورد حجم آب مصرفی در بخش کشاورزی، تحلیل مؤلفه‌های بیلان آب است (Naseri *et al.*, 2017). معروفی و سلطانی (Marofi & Soltani, 2006) در پژوهشی برای بررسی راندمان انتقال و توزیع آب در شبکهٔ آبیاری و زهکشی شاوور، تلفات آب را در تعدادی از کانال‌های این شبکهٔ آبیاری به روش دبی ورودی و خروجی اندازه‌گیری کردند و با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری مستقیم تلفات، محاسبهٔ ضریب تلفات در واحد طول کانال و کاربرد رابطهٔ نمایی، برآورد کردند که راندمان انتقال کانال بین ۳۴ تا ۸۳ درصد، با متوسط ۶۰ درصد، و راندمان توزیع کانال ۴۵ تا ۸۶/۵ درصد، با متوسط ۷۱ درصد است. رحیمی و همکاران (Rahimi *et al.*, 2008) با بررسی بیلان آب دشت بهبهان، ضمن تأکید بر اصل بقای ماده در چرخهٔ آب، اشاره کردند که با آگاهی از بیلان آب منطقه می‌توان مدیریت مناسبی را برای استحصال و تامین آب اعمال کرد.

راندمان مصرف آب در مزارع و سیستم‌های کشاورزی در حوضهٔ رود نیل کمتر از ۳۰ درصد گزارش شده است در حالی‌که راندمان در کل حوضهٔ رود نیل به ۸۰ درصد هم می‌رسد. برآورد می‌شود که از آب حاصل از زهکش‌های طبیعی، دو تا چهار بار در مسیر جریان آب رود نیل از سد اسوان تا دریای مدیترانه بهره‌برداری می‌شود. این سیستم چرخانهٔ آب، کشور مصر را قادر ساخته است تا با اعمال الگوی مصرف آب، در حالی‌که با بیلان آب موجود مستقیماً ۳۸ میلیارد مترمکعب در سال در کشاورزی مصرف می‌شود، در عمل بین ۶۰ تا ۸۰ میلیارد مترمکعب آب در چرخهٔ تولید به مصرف برساند (Soltani, 2012).

مطالعات در زمینهٔ راندمان و بهره‌وری آب کشاورزی به‌طور عمده بر راندمان محلی تمرکز داشته و پیوند بین راندمان محلی، راندمان حوضه یا دشت نادیده گرفته شده است. علاوه بر این، مفهوم کلاسیک راندمان آبیاری پتانسیل، جریان برگشتی و بازیافت را نادیده می‌گیرد. بنابراین در وضعیت کمبود آب، یافته‌های تحقیق‌های محدود به بهینه‌سازی مصرف آب در سطح پروژه یا مزرعه، برای ارائهٔ توصیه‌های سیاستی در سطح حوضه یا دشت مناسب نیستند (Soltani, 2014). نحوی‌نیا و همکاران (Nahvinia *et al.*, 2015) عملکرد آبیاری و بیلان آب را در سطح شبکهٔ آبیاری حمودی خوزستان ارزیابی کردند. ارزیابی راندمان با روش نئوکلاسیک (مؤثر) نشان داد که راندمان خالص (۷۷ درصد) و مؤثر (۶۵ درصد)، بیش از راندمان کلاسیک (۵۳ درصد) در سامانه‌های سطحی است. طلوعی و همکاران (Toloei *et al.*, 2015) در تحقیقی در حوضهٔ زرینه‌رود واقع در حوزهٔ آبخیز دریاچهٔ ارومیه نتیجه گرفتند که مقدار راندمان در مقیاس مزرعه‌ای دارای بازه تغییرات ۴۰ تا ۴۷ درصد و راندمان در مقیاس حوضه‌ای دارای بازه تغییرات ۷۸ تا ۸۱ درصد است. در پژوهش عباسی و همکاران (Abbasi *et al.*, 2017) روی راندمان آبیاری در کل کشور، روند تغییرات راندمان آب آبیاری طی سال‌های مختلف نشان داد که راندمان کاربرد آب آبیاری در

www.SID.ir

Archive of SID

دو دهۀ ۸۰-۷۱ و ۹۰-۸۱ و سال‌های ۹۴-۹۱ به‌ترتیب ۵۲، ۵۸/۴ و ۵۸/۸ درصد بوده است. بررسی‌ها همچنین نشان می‌دهد راندمان انتقال و توزیع نیز در دهه‌های مذکور به‌ترتیب ۶۷/۰، ۶۸/۵ و ۷۴/۲ درصد بوده و بدین‌ترتیب راندمان کل در دهه‌های یاد شده به‌ترتیب ۲۹/۷، ۳۶/۰ و ۴۳/۸ درصد برآورد شده است. زاهدپور یگانه و همکاران (Zahedpour-Yeganeh *et al.*, 2018) در تحقیقی بازده کاربرد سامانه‌های آبیاری سطحی را در مزارع منطقه نازلوچای دشت ارومیه ارزیابی کردند. در این تحقیق، پنج مزرعۀ گندم در کشت پاییزه و مزارع ذرت و کدو (هر یک دو مزرعه) و آفتابگردان (یک مزرعه) برای کشت بهاره در نظر گرفته شد. متوسط بازده کاربرد برای مزارع گندم ۳۰/۹ درصد و برای محصولات آفتابگردان، کدو و ذرت به‌ترتیب ۶۹/۳، ۵۱/۵ و ۵۲/۵ درصد محاسبه شد. سلامتی و همکاران (Salamati *et al.*, 2018) در تحقیقی راندمان توزیع آب را در کانال‌های بتنی و کانالت‌ها در شبکه‌های آبیاری استان خوزستان ارزیابی کردند و نشان دادند که دامنۀ تغییرات راندمان توزیع آب در کانال‌ها و کانالت‌های درجه ۳ و ۴ از ۳۸/۹ درصد (در شهرستان رامشیر) تا ۹۹/۷ درصد (در شهرستان شوشتر) در نوسان است.

دستیابی به بیلان و هیدرومدول واقعی آب در هر دشت کمک می‌کند تا بهره‌وری آب در آن به درستی تعیین شود. هدف از این مطالعه، ارزیابی راندمان کل آبیاری و هیدرومدول واقعی دشت نازلوچای ارومیه با استفاده از روش بیلان آب است.

مواد و روش‌ها

منطقۀ مورد مطالعه

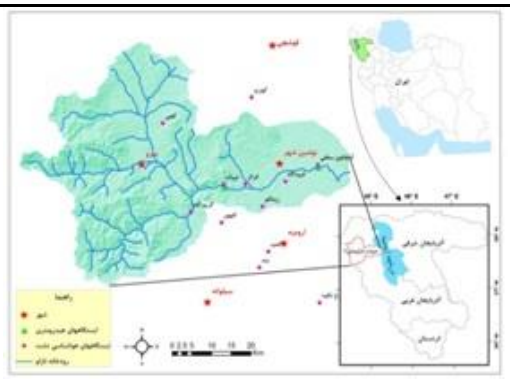
محدودۀ مطالعاتی در استان آذربایجان‌غربی و در شهرستان ارومیه قرار دارد و مربوط به رودخانۀ نازلوچای و زمین‌های آبخور آن است. این رودخانه از ارتفاعات مرزی ترکیه سرچشمه می‌گیرد و ۲۹۰۵۰ هکتار از زمین‌های دشت نازلوچای را آبیاری می‌کند. در شکل ۱، حوزۀ آبخیز دشت و کوهستان رودخانۀ نازلوچای و شاخه‌های اصلی این رودخانه نشان داده شده است. دشت نازلوچای در قسمت شمالی شهر ارومیه واقع است. آبریز رودخانۀ نازلوچای یکی از زیرحوضه‌های حوضۀ دریاچۀ ارومیه است.

داده‌های مورد مطالعه

این مطالعه در زمین‌های آبخور رودخانۀ نازلوچای شهرستان ارومیه در سال آبی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا گردید. مطالعات شامل آزمایش‌های صحرایی، مطالعات میدانی و بررسی آمار و اطلاعات موجود بوده است. عملیات صحرایی شامل اندازه‌گیری راندمان کاربرد آب در مزرعه روی محصولات غالب دشت نازلوچای و اندازه‌گیری راندمان انتقال و توزیع آب بود (شکل ۲). مطالعات میدانی شامل شناسایی منطقه، نهرها، روستاها، ترکیب کشت، و نحوۀ مصرف آب بوده است. آمار و اطلاعات هواشناسی، دبی رودخانۀ نازلوچای و سطح آب در چاه‌های مشاهداتی نیز بررسی و تحلیل شدند.

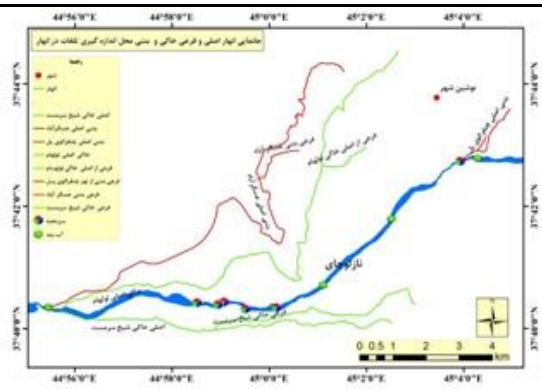
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه در ایران و استان آذربایجان‌غربی

Fig. 1- Geographical location of the study area in Iran and West Azarbaijan province



شکل ۲- جانمایی اندازه‌گیری‌ها برای راندمان کاربرد، توزیع و انتقال آب

Fig. 2- Locations of measurements for application, distribution and conveyance efficiency

تعاریف و مفاهیم راندمان آبیاری

راندمان آبیاری عبارتست از رابطهٔ بین حجم واقعی آب مورد استفاده برای مصرفی خاص با حجم آب انتقال داده شده یا برداشت شده از منبع آب (Abbasi *et al.*, 2017). راندمان آبیاری با برآورد راندمان‌های قسمت‌های مختلف از محل تأمین آب تا محل استفاده از آب به شرح زیر تعیین می‌شود. در این مطالعه راندمان کاربرد آب در مزرعه، راندمان توزیع آب، راندمان انتقال آب، راندمان شبکه و راندمان دشت مطالعه شده است.

الف) راندمان آبیاری دشت

راندمان آبیاری دشت با استفاده از رابطهٔ ۱ به‌دست می‌آید. طول رودخانه نازلوچای در دشت ۲۵ کیلومتر است و با مصرف آب در زمین‌های بالادست دشت نازلوچای، بخش قابل توجهی از آن نفوذ عمقی می‌کند و به آب زیرزمینی می‌پیوندد. این آب نفوذ یافته بار دیگر از طریق چاه‌ها و نهرها استحصال و استفاده می‌شود.

$$\text{راندمان آبیاری دشت} = \frac{\text{مقدار آب مصرف شده توسط گیاهان مثمر در دشت}}{\text{بیلان منابع آب سطحی، زیرزمینی و بارندگی مؤثر دشت}} \quad (۱)$$

ب) راندمان کاربرد آب در مزرعه

راندمان کاربرد آب در مزرعه برابر با نسبت مقدار آب ذخیره شده در ناحیهٔ توسعهٔ ریشه به حجم آب ورودی به مزرعه است. این راندمان تابع عواملی مانند توپوگرافی، تسطیح زمین، روش آبیاری، دبی ورودی به نوار یا شیار آبیاری و بافت خاک است. راندمان کاربرد آب در مزرعه از رابطهٔ ۲ به‌دست می‌آید (Kanooni, 2007).

$$\text{Ea} = \frac{\text{متوسط عمق آب ذخیره‌شده در ناحیهٔ توسعهٔ ریشه}}{\text{متوسط عمق آب واردشده به قطعهٔ تحت آبیاری}} = \frac{(\theta_f - \theta_i) \times \rho_b \times R_z}{\left(\frac{\text{حجم جریان ورودی به قطعه}}{\text{مساحت قطعهٔ تحت آبیاری}}\right)} \quad (۲)$$

www.SID.ir

Archive of SID

که در آن،
E_a = راندمان کاربرد آب در مزرعه؛ θ_i و θ_f = به‌ترتیب رطوبت‌های وزنی خاک قبل و بعد از آبیاری (به‌صورت اعشار)؛ ρ_b = جرم مخصوص ظاهری خاک (بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب)؛ و R_z = عمق توسعهٔ ریشه (بر حسب سانتی‌متر).

برای تعیین میزان رطوبت خاک در مزرعه، قبل و بعد از آبیاری، از خاک مزارع تحت آزمایش از چهار عمق صفر تا ۲۰، ۲۰ تا ۴۰، ۴۰ تا ۶۰ و ۶۰ تا ۸۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری شد. در هر مزرعه و در هر آبیاری، از چهار نقطه نمونه‌هایی از خاک، قبل و بعد از آبیاری، برداشت شد. برای تعیین مقدار آب ورودی به مزارع، از فلوم‌های WSC تیپ‌های ۴ و ۵ ساخت موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی استفاده شد. در این مطالعه، ۱۴ مزرعه برای اجرای آزمایش‌های تعیین راندمان کاربرد آب در مزرعه انتخاب گردید. هفت محصول غالب منطقه عبارت‌اند از گندم، چغندرقند، انگور، سیب، آفتابگردان، گوجه‌فرنگی (از محصولات تابستانی) و یونجه. راندمان کاربرد آب در مزرعه در هر یک از این محصولات در دو نوبت از آبیاری‌ها (آبیاری سوم و پنجم) و برای هر محصول در دو مزرعه یکی با منبع آب چاه و دیگری با منبع آب چاه و رودخانه تعیین شد. در این مطالعه، عمق توسعهٔ ریشه برای محصولات مختلف قبل از آبیاری با زدن پروفیل خاک اندازه‌گیری شد.

ج) راندمان توزیع و راندمان انتقال آب

برای تعیین راندمان توزیع (کانال‌های درجه ۳ و ۴) و راندمان انتقال (کانال‌های درجه ۱ و ۲)، ابتدا میزان تلفات آب در آنها تعیین شد. برای اندازه‌گیری دبی در نهرها از میکرومولینه با مارک تجاری OTT ساخت کشور آلمان استفاده شد. راندمان توزیع و راندمان انتقال آب بر اساس رابطه‌های ۳ تا ۵ محاسبه شده‌اند (Marofi & Soltani, 2006).

$$E = e^{-kl} \times 100 \qquad (۳)$$

$$k = -\frac{\ln \frac{q}{q_0}}{l} \qquad (۴)$$

$$Q = Q_0 \times e^{-kl} \qquad (۵)$$

که در آنها،
E = راندمان انتقال یا راندمان توزیع آب بر حسب درصد؛ k = ضریب تلفات در واحد طول بازه؛ q_0 = دبی ورودی در فاصلهٔ l (لیتر بر ثانیه)؛ q = دبی خروجی در فاصلهٔ l (لیتر بر ثانیه)؛ l = بازه اندازه‌گیری تلفات در نهرها (کیلومتر)؛ Q = دبی در انتهای نهر (لیتر بر ثانیه)؛ و Q_0 = دبی در ابتدای نهر (لیتر بر ثانیه). برای تعیین تلفات آب در نهرها و راندمان انتقال و راندمان توزیع آب، هشت نهر (جدول ۱) بررسی (شکل ۲) و در هر نهر دو بار اندازه‌گیری تکرار شد.

د) راندمان کل شبکه

راندمان کل شبکه یا راندمان پروژهٔ آبیاری نیز با استفاده از رابطهٔ ۶ به‌دست می‌آید:

$$Ep = Ec \times Ed \times Ea \qquad (۶)$$

که در آن،
E_p = راندمان کل شبکه؛ E_c = راندمان انتقال؛ E_d = راندمان توزیع؛ و E_a = راندمان کاربرد آب در مزرعه.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مشخصات نهرهای اندازه‌گیری شده

Table 1- Specifications of measured canals

نوع نهر Canal type	نام نهر Canal name
اصلی خاکی ۱ (درجه ۱ و ۲)	نهر روستای شیخ سرمست
The main earth 1 (grades 1 and 2)	Sheikh Sarmast
اصلی خاکی ۲ (درجه ۱ و ۲)	نهر روستای لولهام
The main earth 2 (grades 1 and 2)	Loolham
اصلی بتنی ۱ (درجه ۱ و ۲)	نهر روستای عسگر آباد
The main concrete 1 (grades 1 and 2)	Asgar Abad
اصلی بتنی ۲ (درجه ۱ و ۲)	روستای چنقرالوی پل
The main concrete 2 (grades 1 and 2)	Chonghoralooy-Pol
فرعی خاکی ۱ (درجه ۳ و ۴)	نهر فرعی منشعب از نهر روستای شیخ سرمست
The sub earth 1 (grades 3 and 4)	Sub-canal branched from Sheikh Sarmast village canal
فرعی خاکی ۲ (درجه ۳ و ۴)	نهر فرعی منشعب از نهر روستای لولهام
The sub earth 2 (grades 3 and 4)	Sub-canal branched from Loolham village canal
فرعی بتنی ۱ (درجه ۳ و ۴)	نهر فرعی منشعب از نهر بتنی عسگرآباد
The sub concrete 1 (grades 3 and 4)	Sub-canal branched from Asgarabad concrete canal
فرعی بتنی ۲ (درجه ۳ و ۴)	نهر فرعی منشعب از نهر بتنی چنقرالوی پل
The sub concrete 2 (grades 3 and 4)	Sub-canal branched from Chonghoralooy-Pol concrete canal

خصوصیات هواشناسی، آب‌های سطحی و زیرزمینی مورد مطالعه

الف) بارش، دما، ساعات آفتابی، نم نسبی و سرعت باد

برای مطالعات هواشناسی، از آمار سال آبی ۱۳۹۰-۹۱ ایستگاه‌های سینوپتیک، کلیماتولوژی کشاورزی، سازمان هواشناسی و ایستگاه‌های تبخیرسنجی و باران‌سنجی وزارت نیرو استفاده شده است. آمار بارش، دما، ساعات آفتابی، نم نسبی و سرعت باد پس از غربال‌گری و پس از حصول صحت و سقم داده‌ها، به‌کارگرفته شد. برای تحلیل بارش و دمای منطقه، از ایستگاه‌های آباجالوی سفلی، بابارود، باژرگه، بند ارومیه، تپیک، دیزج، زیناللو، فرودگاه، قرالر، قره‌باغ، کریم‌آباد، کلهور، کمپ، کهریز، گچی، گلمان آب‌شور و موشی‌آباد استفاده شد.

ب) آبدهی رودخانهٔ نازلوچای در ایستگاه‌های هیدرومتری

در این مطالعه از آمار آبدهی رودخانهٔ نازلوچای در محدودهٔ زمین‌ها در دو ایستگاه هیدرومتری تپیک و آباجالوی سفلی استفاده شد. ایستگاه هیدرومتری تپیک مربوط به ورودی رودخانه به دشت نازلوچای و ایستگاه هیدرومتری آباجالو تقریباً در خروجی دشت واقع است.

ج) هیدروگراف معرف چاه‌های مشاهداتی منطقه

آمار عمق آب چاه‌های مشاهداتی توسط دفتر مطالعات آب شرکت آب منطقه‌ای ارومیه برای دشت نازلوچای تهیه شده است. آمار این چاه‌ها پس از غربال‌گری از نظر صحت و سقم بررسی شد و با روش تیسن‌بندی، هیدروگراف واحد تراز سطح آب زیرزمینی دشت نازلوچای به‌منظور تعیین افت یا افزایش سطح آب زیرزمینی برای محاسبه کاهش یا افزایش حجم آب زیرزمینی رسم گردید.

د) مقدار آب ورودی و خروجی آب زیرزمینی دشت

مقادیر آب ورودی و خروجی آب زیرزمینی در دشت با استفاده از منحنی‌های هم‌تراز آب زیرزمینی، شیب سطح سفرهٔ آب زیرزمینی و قابلیت انتقال آبخوان دشت، مطابق رابطهٔ ۷، تعیین می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

$$Q = i \times b \times T \quad (۷)$$

که در آن،
Q = دبی عبوری از جبهۀ مورد نظر (مترمکعب بر روز)؛ i = شیب سطح آب زیرزمینی (بی‌بعد)؛ b = عرض جبهۀ ورودی (متر)؛ و T = قابلیت انتقال جبهۀ ورودی و خروجی (مترمربع بر روز).

روش برآورد نیاز آبی

در این مطالعه برای تعیین نیاز خالص گیاهان زراعی و باغی زمین‌های آبخور دشت نازلوچای، ابتدا تبخیر- تعرق پتانسیل گیاه مرجع (ETo)، به روش پنمن مانتیث و با نرم‌افزار CROPWAT8 برای سال آبی ۹۱-۱۳۹۰ محاسبه شد. پس از تعیین ETo، برای تعیین تبخیر- تعرق پتانسیل هر یک از گیاهان، مقدار ETo در ضریب گیاهی خاص هر گیاه ضرب شد و تبخیر- تعرق گیاهی (Etc) به دست آمد. برای تعیین ضریب گیاهی از اطلاعات محلی و ارقام ارائه شده در کتاب برآورد نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی و برای محاسبه باران مؤثر ماهانه از روش فائو در نرم‌افزار CROPWAT8 استفاده شد.

نیاز آبی خالص گیاه بر اساس محاسبات بیلان آب در عمق توسعۀ ریشۀ گیاه با تعیین عوامل مصرف و تأمین آب مشخص می‌شود. معادله بیلان نیاز آبی گیاه به شرح رابطۀ ۸ است. برای تعیین مقدار آب آبیاری لازم گیاهان می‌توان رابطۀ ۸ را به شکل رابطۀ ۹ نوشت. در حقیقت، برای تعیین مقدار آب لازم برای آبیاری، باید باران مؤثر و رطوبت ذخیره در خاک را از تبخیر و تعرق پتانسیل گیاهی کسر کرد.

$$ETc = IR + Re + Sm - L - DP \quad (۸)$$

$$IR = ETc + L + DP - (Re + Sm) \quad (۹)$$

که در آنها،
ETc = تبخیر-تعرق پتانسیل هر گیاه؛ IR = نیاز آبیاری؛ Re = بارش مؤثر؛ Sm = رطوبت ذخیره در خاک در ابتدای فصل کاشت؛ L = نیاز آبشویی؛ و DP = نفوذ عمقی است.

بیلان آب دشت نازلوچای

بیلان آب و خاک دشت نازلوچای را می‌توان با رابطۀ ۱۰ تعیین کرد.

(۱۰) آب برگشتی از مصارف به دشت + ورودی‌های آب به دشت = خروجی از دشت + Tv

ورودی‌های دشت شامل آورد سالانۀ رودخانه نازلوچای، بارندگی بر سطح دشت و آب زیرزمینی ورودی به دشت است. خروجی از دشت نیز شامل مصارف نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی، تبخیر و تعرق از پوشش گیاهی، و مراتع و تبخیر از سطح آب نهرها، رودخانۀ نازلوچای و سطح خاک و مصارف شرب، دام و صنعت است. در رابطۀ ۱۰، Tv تغییرات ذخیرۀ آب سطحی و زیرزمینی است.

هیدرومدول آبیاری

هیدرومدول واحد سطح تحت آبیاری، بر اساس نیاز آبی دورۀ مورد نظر تعیین می‌شود. دورۀ مورد نظر می‌تواند دوره‌ای ده روزه از ماه حداکثر مصرف یا حتی نیاز آبی ماهانه یا سالانه باشد.

کاربری زمین‌ها

برای تعیین ترکیب کشت زمین‌های نازلوچای، از آمار سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی استفاده شده است (Anon, 2012).

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

راندمان کاربرد آب در مزرعه

تمامی مزارع مورد آزمایش دارای نوار یا شیارهای با انتهای بسته و همهٔ تلفات آب در مزرعه به‌واسطهٔ نفوذ عمقی بود. نتایج اندازه‌گیری راندمان کاربرد آب یک مزرعه، در جدول ۲ آمده است. اندازه‌گیری‌های صحرایی، راندمان کاربرد آب در ۱۴ مزرعه را از ۵۵/۴ تا ۷۸/۸ درصد نشان می‌دهد (جدول ۳).

جدول ۲- محاسبات اندازه‌گیری رطوبت و راندمان کاربرد آب در مزارع چغندرقند

Table 2- Calculations of soil moisture and application efficiency in sugar beet fields

نام مزرعه The name of the farm	نوبت آبیاری Irr. turns	عمق (سانتیمتر) depth (cm)	رطوبت خاک قبل از آبیاری (درصد) Soil moisture before irr. (%)	رطوبت خاک بعد از آبیاری (درصد) Soil moisture after irr. (%t)	چگالی نسبی خاک Relative density of soil	آب ذخیره شده در عمق (میلی‌متر) Depth stored water (mm)	مجموع آب ذخیره شده (میلی‌متر) Total stored water (mm)	حجم آب ورودی به مزرعه (مترمکعب) The volume of water entering the farm (m^3)	مساحت تحت آبیاری (مترمربع) Area under irr.(m^2)	آب داده شده به مزرعه (میلی‌متر) Water given to the farm (mm)	مجموع آب ذخیره در خاک (میلی‌متر) Total water stored in the soil (mm)	راندمان کاربرد آب در نوبت آبیاری (درصد) Applicat-ion efficienc-y in irr.	متوسط راندمان مزرعه (درصد) Ave.farm efficienc-y (%)
مزرعه شماره ۱۳ (چغندر قند با آب چاه) Farm No 13 (Sugar beet with Well Water)	آبیاری سوم Third irrigation	0-20	14.7	24.9	1.4	27.5	98.0	390	2200	177.3	106.2	59.9	60.8
		20-40	15.6	25.0	1.4	25.2							
		40-60	16.3	24.5	1.4	22.2							
		60-80	16.2	24.7	1.4	23.0							
	آبیاری پنجم Fifth irrigation	0-20	15.7	25.6	1.4	26.8	94.2	375	2200	170.5	105.2	61.7	
		20-40	16.7	25.7	1.4	24.3							
		40-60	17.5	25.3	1.4	21.1							
		60-80	17.3	25.5	1.4	21.9							
مزرعه شماره ۱۴ (چغندر قند با آب چاه و رودخانه) Farm No 14 (Sugar beet with well water and river)	آبیاری سوم Third irrigation	0-20	14.9	24.9	1.4	26.9	95.2	260	1600	162.5	104.4	64.3	61.7
		20-40	15.9	25.0	1.4	24.5							
		40-60	16.6	24.5	1.4	21.5							
		60-80	16.5	24.7	1.4	22.3							
	آبیاری پنجم Fifth irrigation	0-20	16.0	25.6	1.4	26.1	91.2	280	1600	175.0	103.4	59.1	
		20-40	17.0	25.7	1.4	23.6							
		40-60	17.7	25.3	1.4	20.4							
		60-80	17.6	25.5	1.4	21.2							

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- خلاصهٔ نتایج راندمان کاربرد آب در مزرعه (درصد)

Table 3- Summary results of application efficiency (%)

نام محصول Crop name	منبع آب آبیاری Irrigation water source	نوبت آب Irrigation turns	راندمان آبیاری Irrigation efficiency	میانگین راندمان کاربرد Average farm efficiency
سیب Apple	چاه Well	سوم Third	66.1	66.0
		پنجم Fifth	66.0	
	چاه و رودخانه Well and river	سوم Third	65.6	65.0
		پنجم Fifth	64.3	
یونجه Alfalfa	چاه Well	سوم Third	59.1	59.8
		پنجم Fifth	60.4	
	چاه و رودخانه Well and river	سوم Third	58.7	57.1
		پنجم Fifth	55.4	
آفتابگردان Sunflower	چاه Well	سوم Third	63.3	64.6
		پنجم Fifth	65.9	
	چاه و رودخانه Well and river	سوم Third	59.4	60.7
		پنجم Fifth	62.1	
انگور Grape	چاه Well	سوم Third	67.6	65.7
		پنجم Fifth	63.9	
	چاه و رودخانه Well and river	سوم Third	67.8	68.7
		پنجم Fifth	69.5	
گوجه فرنگی Tomato	چاه Well	سوم Third	77.5	76.1
		پنجم Fifth	74.7	
	چاه و رودخانه Well and river	سوم Third	78.8	76.3
		پنجم Fifth	73.8	
گندم Wheat	چاه Well	سوم Third	56.6	58.9
		پنجم Fifth	61.2	
	چاه و رودخانه Well and river	سوم Third	62.9	64.4
		پنجم Fifth	65.9	
چغندرقند Sugar beet	چاه Well	سوم Third	59.9	60.8
		پنجم Fifth	61.7	
	چاه و رودخانه Well and river	سوم Third	64.3	61.7
		پنجم Fifth	59.1	

www.SID.ir

Archive of SID

راندمان توزیع و راندمان انتقال آب

در این مطالعه نشان داده شده است که در کانال‌های اندازه‌گیری شده، راندمان توزیع آب بین ۷۵ تا ۹۴ درصد (جدول ۴) و راندمان انتقال آب بین ۶۶ تا ۹۲ درصد (جدول ۵) متغیر است.

راندمان کل شبکهٔ آبیاری سنتی نازلوچای

در جدول ۶، مساحت اراضی در وضعیت‌های مختلف استفاده از کانال خاکی یا بتنی و لوله برای انتقال آب درج شده است. تعیین مجزای مساحت تحت تأثیر استفاده از روش‌های مختلف آبیاری نمی‌تواند مفید واقع شود؛ از این‌رو سعی شد راندمان کاربرد آب در مزرعه برای روش‌های مختلف آبیاری و راندمان کاربرد آب محصولات مختلف نیز به‌طور همزمان در یک جدول قرار گیرند. با توجه به جدول ۶، راندمان کل شبکهٔ آبیاری دشت نازلوچای ۴۴ درصد برآورد شده است.

جدول ٤- نتایج راندمان توزیع آب در نهرها

Table 4- Results of water distribution efficiency in canals

راندمان توزیع آب (درصد) Water distribution efficiency (%)	نام نهر Canal name	نوع نهر Canal type
84	نهر فرعی منشعب از نهر روستای شیخ سرمست	فرعی خاکی
	Sub-canal branched from Sheikh Sarmast village canal	Secondary-Earthy
75	نهر فرعی منشعب از نهر روستای لولهام	فرعی خاکی
	Sub-canal branched from Loolham village canal	Secondary-Earthy
91	نهر فرعی منشعب از نهر بتنی عسگر آباد	فرعی بتنی
	Sub-canal branched from Asgarabad concrete canal	Secondary-Concrete
94	نهر فرعی منشعب از نهر چنقرالوی پل	فرعی بتنی
	Sub-canal branched from Chonghoralooy- Pol concrete canal	Secondary-Concrete

جدول ٥- نتایج راندمان انتقال آب در نهرها

Table 5- Results of conveyance efficiency in canals

راندمان انتقال آب (درصد) Water conveyance efficiency (%)	نام نهر Canal name	نوع نهر Canal type
71	شیخ سرمست	اصلی خاکی
	Sheikh Sarmast	Main-Earthy
66	لولهام	اصلی خاکی
	Loolham	Main-Earthy
89	عسگر آباد	اصلی بتنی
	Asgar Abad	Main-Concrete
92	چنقرالوی پل	اصلی بتنی
	Chonghoralooy-Pol	Main-Concrete

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- اجزای راندمان کل آبیاری در محدوده زمین‌های آبخور رودخانهٔ نازلوچای

Table 6- Components of total irrigation efficiency in the Nazlouchai river watershed area

منبع آب Water supply	وضعیت کانال‌انتقال Condition of conv. canals	توزیع وضعیت کانال Condition of dist. canals	روش آبیاری Irrigation method	محصول Crop	راندمان انتقال(٪) Conveyance efficiency (%)	راندمان توزیع (٪) Distribution efficiency (%)	راندمان کاربرد (٪) Application efficiency (%)	راندمان کل(٪) Total efficiency (%)	مساحت ردیف کل دشت نازلوچای (هکتار) Area of row throughout the Nazlouchai plain (ha)	تأثیر وزنی هر ردیف و راندمان کل* Weight effect of each row and total efficiency*
			نواری Border	گندم و یونجه Wheat ,Alfalfa	70	85	60	36	2960	0.0367
			نواری Border	درختان میوه Fruit Trees	70	85	65	39	2960	0.0397
	خاکی Earthy		کرتی Basin	سبزیجات Vegetables	70	85	65	39	1080	0.0145
			شیارهای طویل Long Furrows	زراعت ردیفی Row farming	70	85	55	33	90	0.001
رودخانه River			شیارهای کوتاه Short Furrows	زراعت ردیفی Row farming	70	85	75	45	3760	0.0582
			نواری Border	گندم و یونجه Wheat ,Alfalfa	92	85	60	47	900	0.0146
			نواری Border	درختان میوه Fruit Trees	92	85	65	51	900	0.0158
	بتنی Concrete		کرتی Basin	سبزیجات Vegetables	92	85	65	51	360	0.0063
			شیارهای طویل Long Furrows	زراعت ردیفی Row farming	92	85	55	43	70	0.001
		خاکی Earthy	شیارهای کوتاه Short Furrows	زراعت ردیفی Row farming	92	85	75	59	1520	0.0309
			نواری Border	گندم و یونجه Wheat ,Alfalfa	70	85	60	36	3050	0.0378
			نواری Border	درختان میوه Fruit Trees	70	85	65	39	3050	0.0409
	خاکی Earthy		کرتی Basin	سبزیجات Vegetables	70	85	65	39	1170	0.0157
			شیارهای طویل Long Furrows	زراعت ردیفی Row farming	70	85	55	33	70	0.0008
			شیارهای کوتاه Short Furrows	زراعت ردیفی Row farming	70	85	75	45	4570	0.0708
			نواری Border	گندم و یونجه Wheat ,Alfalfa	92	85	60	47	375	0.0061
چاه Well	بتنی Concrete		نواری Border	درختان میوه Fruit Trees	92	85	65	51	380	0.0067
			شیارهای کوتاه Short Furrows	سبزیجات Vegetables	92	85	75	59	450	0.0091
			نواری Border	زراعت ردیفی Row farming	100	100	60	60	70	0.0014
			نواری Border	زراعت ردیفی Row farming	100	100	65	65	150	0.0034
	لوله Pipe	لوله Pipe	شیارهای کوتاه Short Furrows	گندم و یونجه Wheat ,Alfalfa	100	100	75	75	130	0.0034
			بارانی Sprinkler	گندم و یونجه Wheat ,Alfalfa	100	100	75	75	450	0.0116
			قطره ای Drip	سیب، هسته دار، انگور Apple, Stone Fruits and Grape	100	100	95	95	225	0.0074
جمع کل total									**29050**	**0.44**

*این ستون از تقسیم مساحت هر ردیف بر مساحت کل (۲۹۰۵۰) ضرب در راندمان هر ردیف به‌دست آمده است .

* This column is obtained by dividing the area of each row by the total area (29050) multiplied by the efficiency of each row

www.SID.ir

Archive of SID

هیدرومدول آبیاری خالص و ناخالص ترکیب کشت دشت نازلوچای

با استفاده از روش پنمن مانتیث و نرم‌افزار CROPWAT8 و با درنظر گرفتن بارش مؤثر و رطوبت ذخیره در خاک، نیاز آبی برای گیاهان موجود در ترکیب کشت منطقه نازلوچای محاسبه شد. در جدول ۷، نیاز آبی خالص و ناخالص دشت با تأثیر تراکم کشت محصولات در ترکیب کشت، به‌دست آمده است. نیاز آبی خالص ترکیب کشت دشت نازلوچای برابر ۴۹۳۰ مترمکعب بر سال بر هکتار و نیاز آبی ناخالص بر اساس راندمان کل ۴۴ درصد برابر ۱۱۲۰۴ مترمکعب بر سال بر هکتار برآورد شده است. هیدرومدول کانال‌ها بر حسب لیتر بر ثانیه بر هکتار بیان می‌شود، اما در اینجا چون برآورد مصرف کل دشت در سراسر سال مد نظر است، از واحد مترمکعب بر سال بر هکتار استفاده شده است.

جدول ۷- نیاز آبی خالص و ناخالص (با راندمان کل ٤٤ درصد) ترکیب کشت دشت نازلوچای

Table 7- Net and gross water requirement (44% total efficiency) of the Nazlouchai Plain

نام محصول Crop	سطح زیر کشت (هکتار) Crop area (ha)	تراکم کشت (درصد) Crop density (%)	نیاز آبی خالص (متر مکعب در هکتار) Net water requirement (m^3/ha)	نیاز آبی ناخالص (مترمکعب در هکتار) Gross water requirement (m^3/ha)	تاثیر تراکم کشت در نیاز آبی خالص (متر مکعب در هکتار) Eff. of crop density in net water requirement (m^3/ha)	تاثیر تراکم کشت بر نیاز آبی ناخالص (متر مکعب در هکتار) Eff. of crop density in gross water requirement (m^3/ha)
گندم Wheat	6110	21.03	2809.4	6385	590.9	1343
جو Barley	400	1.38	2345.2	5330	32.3	73.4
یونجه و اسپرس Alfalfa, Sainfoin	3785	13.03	7054.1	16032	919.1	2088.8
چغندرقند Sugar beet	590	2.03	6680.1	15182	135.7	308.3
سیب زمینی Potato	110	0.38	5163.8	11736	19.6	44.5
آفتابگردان Sunflower	1050	3.61	5359.6	12181	193.5	439.7
پوجه فرنگی Tomato	970	3.34	6093.7	13849	203.5	462.4
جالیز Kitchen garden	585	2.01	4940.3	11228	99.3	225.7
توتون Tobacco	15	0.05	5061.8	11504	2.6	6
ماش، نخود و لوبیا Mung Beans, Peas and Beans	80	0.28	4533.8	10304	12.5	28.3
ذرت Corn	290	1	5578.3	12678	55.8	126.8
کلم و پیاز Cabbage,Onions	170	0.59	6093.6	13849	35.6	81
انگور Grape	4140	14.25	4756.4	10810	677.8	1540.4
میوه های هسته دار Stone Fruits	2033	7	4975.1	11307	348.2	791.3
بادام و درختان غیرمثمر Almonds,Unproductive trees	462	1.59	4092.4	9301	65.1	147.9
سیب و گیلاس Apples,Cherries	7955	27.38	5386.5	12242	1474.8	3351.9
گردو Walnuts	305	1.05	6007	13652	63.1	143.3
مجموع	**29050**	**100**	–	**-**	**4930**	**11204**

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- مجموع آب سالانهٔ مورد نیاز خالص و ناخالص ترکیب کشت دشت نازلوچای

Table 8. Sum of annual net and gross water requirements of Nazlouchai Plain

عوامل Factors	نیاز آبی یک هکتار (متر مکعب در سال در هکتار) Water requirement of one hectare (m^3/year/ha)	مساحت دشت (هکتار) Plain area (ha)	آب زراعی مورد نیاز زراعی دشت (میلیون متر مکعب) Water required for plain farming (MCM)
نیاز خالص ترکیب کشت The net water requirement for cultivation compound	4930	29050	143.2
نیازنا خالص ترکیب کشت The gross water requirement for cultivation compound	11204	29050	325.5

برابر جدول ۸، مجموع آب سالانهٔ مورد نیاز خالص و ناخالص ترکیب کشت دشت نازلوچای (برای ۲۹۰۵۰ هکتار زمین کشاورزی) به‌ترتیب ۱۴۳/۲ و ۳۲۵/۵ میلیون مترمکعب برآورد شده است.

محاسبهٔ بیلان آب دشت نازلوچای

نتایج محاسبهٔ بیلان آب دشت نازلوچای در جدول ۹ ارائه شده است. در ستون‌های ۳ و ۴، بارش و تبخیر ناشی از آن و در ستون‌های ۵ و ۶، آب آبیاری تأمین شده برای زراعت و یا آب تأمینی برای سایر مصارف و آب برگشتی ناشی از آن دیده می‌شود. در ستون‌های ۷ و ۸ نیز مجموع ورودی‌های هر ردیف محاسبه و در انتهای این دو ستون مجموع ورودی‌ها و خروجی‌های تمامی ردیف‌ها ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، بیلان دشت منفی و نزدیک به ۲۹- میلیون مترمکعب در سال است. حال می‌توان هیدرومدول واقعی دشت نازلوچای را حساب کرد.

هیدرومدول واقعی دشت نازلوچای

مساحت زمین‌های خالص کشاورزی برابر ۲۹۰۵۰ هکتار است. میزان برداشت از رودخانه نازلوچای برابر ۱۲۸ میلیون مترمکعب در سال و اختلاف ورودی و خروجی آب زیرزمینی دشت برابر ۱۲/۶ میلیون مترمکعب در سال است. هم‌چنین نزدیک به ۲۹ میلیون مترمکعب در سال بیلان منفی وجود دارد؛ بدین‌ترتیب مجموع آب مصرفی در دشت نازلوچای با جمع ۳ رقم گفته شده برابر ۱۶۹/۶ میلیون مترمکعب در سال است. با این مقدار آب، هر سال ۲۹۰۵۰ هکتار از زمین‌های دشت نازلوچای بدون تنش آبی آبیاری می‌شود. بنابراین، هیدرومدول واقعی آبیاری دشت نازلوچای برابر ۵۸۳۸ مترمکعب در سال بر هکتار است. نیاز آبی خالص ترکیب کشت دشت ۴۹۳۰ مترمکعب در سال است؛ از این رو راندمان کل دشت نازلوچای حدود ۸۵ درصد به‌دست می‌آید. مناسب‌ترین شیوه برای تعیین بهره‌وری آب، راندمان و هیدرومدول آبیاری واقعی هر دشت، بستن بیلان بر منابع آب سطحی و زیرزمینی آن است. تحلیل جداگانه منابع آب سطحی و زیرزمینی و مجهول قرار دادن میزان بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی از دشت نمی‌تواند میزان واقعی مصرف آب را در دشت مشخص کند. بررسی راندمان کاربرد آب، انتقال و توزیع در هر مزرعه، هر کانال و حتی هر شبکهٔ آبیاری نخواهد توانست راندمان واقعی دشت و بهره‌وری آب را تعیین کند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۹- بیلان دشت نازلوچای در سال آبی ۹۱-۱۳۹۰ (میلیون مترمکعب)

Table 9- Nazlochai plain water balance in 2011-2012 (Million Cubic Meter)

بالانس آب Water balance	کل خروجی Total outflows	کل ورودی Total inflows	منبع آب Water supply		نفوذ و تبخیر Precipitation and evaporation		مساحت (هکتار) Area (ha)	عوامل Factors
			برداشت آب Water withdrawal	جریان برگشتی Return flow	تبخیر Evap.	ورودی Inflow		
182.3	325.5	182.3	325.5	182.3		-	29050	سطح ترکیب کشت Cultivation compound area
1	5	1	5	1		-	-	مصرف شرب و بهداشتی Drinking and health consumptions
0.6	3	0.6	3	0.6		-	-	مصرف دام Livestock consumptions
0.6	3	0.6	3	0.6		-	-	مصرف صنعتی Industry consumptions
1	1.5	1	-	-	1.5	1	650	جاده Road
0.3	0.2	0.3	-	-	0.2	0.3	100	واحدهای صنعتی Industrial units
0.4	1.4	0.4	-	-	1.4	0.4	130	بستر رودخانه River bed
0.8	11.3	0.8	10.1	-	1.2	0.8	1220	جریانها و حریم آنها The streams and their privacy
1.8	1.4	1.8	-	-	1.4	1.8	600	مناطق شهری و روستایی Urban and rural areas
1.4	4	1.4	3.2	0.6	0.8	0.8	650	مراتع Pastures
25.6	13	25.6		-		-	-	آب زیرزمینی Groundwater
251.8	123.8	251.8		-		-	-	نازلوچای Nazlouchai river
-	3	-		-		-	-	جریان مستقیم آب از کانالهای دشت Direct outflow of water from plain canals
-28.5	**496.1**	**467.6**						**جمع کل Total**

www.SID.ir

Archive of SID

آب در هر دشت ممکن است چندین بار توسط کشاورزانِ پایین‌دست و از طریق چاه یا نهرهای منشعب از زه‌کش‌ها استحصال و بار دیگر از آن استفاده شود. این امر را نمی‌توان با مفاهیمی مانند اجزای راندمان‌های شبکه یا کارآیی مصرف آب بیان و تفسیر کرد. محققانی که در خصوص راندمان آب یا بهره‌وری آب صحبت می‌کنند نخواهند توانست بدون لحاظ کردن مصرف چند بارهٔ آب در هر دشت به درستی اظهار نظر کنند.

نتایج تحقیق نشان می‌دهد راندمان کل شبکهٔ آبیاری دشت نازلوچای برابر ۴۴ درصد و نیاز آبی خالص ترکیب کشت برابر ۴۹۳۰ مترمکعب بر هکتار است. در وسعت ۲۹۰۵۰ هکتار زمین‌های کشاورزی دشت نازلوچای، نیاز آبی ناخالص زمین‌های زراعی و باغی دشت برابر ۳۲۵/۵ میلیون مترمکعب برآورد می‌شود. مجموع آب مصرفی واقعی در دشت، یعنی آبی که می‌تواند بالفعل در دشت برای آبیاری وجود داشته باشد، برابر ۱۶۹/۶ میلیون مترمکعب است. مطالعات و طرح‌ها، بر مبنای راندمان، رقم ۳۲۵/۵ میلیون مترمکعب را برای مصرف گیاهان زراعی و باغی در دشت محاسبه می‌کنند، در حالی‌که ارقام مصرف مبتنی بر بیلان، رقم ۱۷۰ میلیون مترمکعب را نشان می‌دهد.

در دشت نازلوچای که شوری آب رودخانه کمتر از ۴۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر است، با نفوذ آب به آبخوان و مصرف چند بارهٔ آن در دشت، شوری آب چاه‌ها به‌ندرت از ۱۵۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر تجاوز می‌کند و با این آب می‌توان طیف وسیعی از محصولات زراعی را کاشت.

نتایج این مطالعه با نتایج مطالعات سلطانی (Soltani, 2012; 2014)؛ طلوعی و همکاران (Toloei *et al.*, 2015)؛ نحوی‌نیا و همکاران (Nahvinia *et al.*, 2015)؛ و ناصری و همکاران (Naseri *et al.*, 2017) همخوانی دارد. این محققان نتیجه گرفته‌اند که با استفاده از مفهوم نئوکلاسیک راندمان آبیاری و استفاده از بیلان آب می‌توان مقدار واقعی هیدرومدول و راندمان آبیاری هر دشت را تعیین کرد.

نتیجه‌گیری

مهم‌ترین نتایجی که از این مطالعه به‌دست آمده به شرح زیر است:

- راندمان کاربرد آب در مزرعه از ۵۵/۴ تا ۷۸/۸ درصد متغیر و متوسط وزنی راندمان کاربرد آب در مزرعه در کل دشت نازلوچای در حدود ۶۵ درصد است.
- روش غالب آبیاری در دشت، نواری با انتهای بسته است و ۹۵ درصد تلفات به‌صورت نفوذ عمقی به آب زیرزمینی می‌پیوندد.
- راندمان توزیع آب اندازه‌گیری شده در کانال‌های خاکی از ۷۵ تا ۸۴ درصد و در کانال‌های بتنی از ۹۱ تا ۹۴ درصد و راندمان انتقال آب اندازه‌گیری شده در کانال‌های خاکی از ۶۶ تا ۷۱ درصد و در کانال‌های بتنی از ۸۹ تا ۹۲ درصد متغیر است.
- راندمان کل شبکهٔ آبیاری سنتی دشت نازلوچای برابر ۴۴ درصد برآورد می‌شود. این مقدار با ارقام توافقی برای دشت‌ها که برابر ۳۳ درصد اعلام شده است ۱۱ درصد تفاوت دارد و نشان می‌دهد که کشاورزان و باغداران دشت نازلوچای به‌دقت از آب استفاده می‌کنند و چنانکه آب در کانال‌های بتنی و یا لوله انتقال یابد مقدار راندمان شبکه با همین روش آبیاری سطحی می‌تواند تا ۵۴ درصد نیز افزایش یابد.
- مساحت زمین‌های خالص کشاورزی برابر ۲۹۰۵۰ هکتار، میزان برداشت آب از رودخانهٔ نازلوچای برابر

www.SID.ir

Archive of SID

۱۲۸ میلیون مترمکعب در سال، اختلاف ورودی و خروجی آب زیرزمینی دشت برابر ۱۲/۶ میلیون مترمکعب در سال است و ۲۹ میلیون مترمکعب در سال بیلان منفی وجود دارد. مجموع آب مورد مصرف در دشت نازلوچای برابر ۱۶۹/۶ میلیون مترمکعب در سال است. بنابراین هیدرومدول واقعی آبیاری دشت نازلوچای برابر ۵۸۳۸ مترمکعب بر سال بر هکتار است. نیاز آبی خالص ترکیب دشت برابر ۴۹۳۰ مترمکعب بر سال است. بدین‌ترتیب، راندمان کل دشت نازلوچای در حدود ۸۵ درصد است.

- نیاز آبی ناخالص زمین‌های زراعی و باغی دشت، با راندمان کل شبکهٔ آبیاری دشت نازلوچای برابر ۴۴ درصد، برابر ۳۲۵/۵ میلیون مترمکعب در سال است حال اینکه آبی که می‌تواند بالفعل در دشت برای آبیاری وجود داشته باشد، برابر ۱۷۰ میلیون مترمکعب در سال است. این نتیجهٔ مهم نشان می‌دهد که میزان واقعی مصرف آب کشاورزی بسیار کمتر از ارقام اعلام شده بر مبنای راندمان در سطح کشور است، حتی در ارقام اعلام شده برای بهره‌وری آب برای تولید محصولات زراعی و باغی باید تجدید نظر کرد.

قدردانی

از شرکت سهامی آب منطقه‌ای آذربایجان غربی به‌دلیل حمایت مالی از این مطالعه قدردانی می‌شود.

مراجع

Abbasi, F., Sohrab, F. and Abbasi, N. 2017. Evaluation of irrigation efficiencies in Iran. Irrig. Drain. Struct. Eng. Res. J. 17(67): 113-128. (in Persian)

Anon. 2012. Agricultural Statistics and the Information. Agriculture Jihad Organization of West Azarbaijan. Urmia, Iran. (in Persian)

Kanooni, A. 2007. Evaluation of furrrow irrigation efficiency under different managements in Moghan area. Irrig. Drain. Struct. Eng. Res. J. 8(2): 17-32. (in Persian)

Marofi, S. and Soltani, H. 2006. Estimations of conveyance and distribution efficiencies in Shawour irrigation and drainage network using an exponential equation. Water Soil Plant Agric. Res. J. 6(1): 36-47. (in Persian)

Nahvinia, M., Liaghat, A. and Abbasi, F. 2015. Water balance and irrigation performance analysis at the irrigation district level (case study: Hamody irrigation system of Khozestan). Iran. J. Irrig. Drain. 9(1): 180-194. (in Persian)

Naseri, A., Abbasi, F. and Akbari, M. 2017. Estimating agricultural water consumption by analyzing water balance. Irrig. Drain. Struct. Eng. Res. J. 18(68): 17-32. (in Persian)

Pourmohammadi, S., Dastourani, M., Masah-Bavani, A., Jafari, H. and Rahimian, M. 2015. A model for determination of surface and groundwater balance components in Tuyserkan Plain. Water Soil Sci. J. 25(3): 281-296. (in Persian)

Rahimi. M. H., Kalantari, N., Jalalvand, A. and Keshavarzi, M. R. 2008. Water balance of Behbahan plain. Twenty-Sixth Earth Science Forum. Feb. 15. Tehran, Iran. (in Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

Salamati, N., Varjavand, P., Absalan, S., Azizi, A., Goosheh, M. and Habibi-Asl, J. 2018. Evaluation and comparison of the distribution efficiency of canals and semi-elliptical channels in irrigation networks of Khuzestan province. Irrig. Drain. Struct. Eng. Res. 19(72): 149-164. (in Persian)

Soltani, Gh. 2012. Comparative study of agricultural water use and demand management in MENA countries. Agric. Econ. Res. J. 4(14): 1-25. (in Persian)

Soltani, Gh. 2014. Agricultural water use efficiency revisited focusing on environmental water rights. Agric. Econ. J. 8(Special Issue): 17-28. (in Persian)

Toloei, Z., Delavar, M., Morid, S. and Ahmadzadeh, H. 2015. Uncertainty analysis of pressurized irrigation impact on Urmia Lake basin outflow, Case study: Zarinehrud basin, Iran. Iran Water Resour. Res. J. 11(2): 135-145. (in Persian)

Zahedpour-Yeganeh, H., Rezaverdinejad, V. and Dehghani-Sanich, H. 2018. Evaluation of water application efficiency and productivity of surface irrigation systems in fields of Nazloo-Chay region, Urmia. J. Water Res. Agric. 31(4): 685-698. (in Persian)

www.SID.ir

Arcl f SID

Irrigation and Drainage Structures Engineering Research/Vol.20/No.76/ Autumn 2019/P:125-142

Assessment of the Total Irrigation Efficiency and Real Hydro Module using Water Balance Method (Case Study Nazlouchai Plain of Urmia)

H. Taifeh-Rezaee, J. Ahmadaali* and Kh. Ahmadaali

*Corresponding Author: Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Urmia, Iran. Email: j.ahmadaali@areeo.ac.ir.
Received: 8 January 2019, Accepted: 28 May 2019

Abstract

This study was carried out in 2012 to determine the total irrigation efficiency and real hydro module of Nazlouchai plain in Urmia, using water balance method. In addition to field experiments, we used data gathered from previous documents and related analytical conclusions. Field experiments conducted in 14 farmer's fields. The result showed that water application efficiency varied from 55.4 to 78.8%. Water distribution efficiency varied from 75 to 94% and water conveyance efficiency was 66 to 92%. Total efficiency of traditional network estimated 44% and net water requirement of cropping pattern of the plain based on Penman-Monteith method calculated about 4930 m^3/ha, thus gross water requirement of cropping pattern was 11204 m^3/ha. The traditional irrigation network of Nazlouchai plain, with 29050 hectares of land, is located in the lower part of Nazlouchai basin. Annual water withdrawal from Nazlouchai river estimated about 128 Mm^3 and differential of input – output of the plain groundwater estimated about 13 Mm^3 annually. Water balance of Nazlouchai plain was negative with 29 Mm^3/year shortage. Estimation reveald that water consumption of Nazlouchai plain was 170 Mm^3 and irrigation actual hydro module of the plain 5838 m^3/yr/ha. The results showed that water efficiency of Nazlouchai plain in agricultural activities was about 85%. The results of this study showed that the actual rate of agricultural water consumption was lower than what was declared, based on national efficiency; the figures announced for water productivity in agricultural production should be reviewed too.

Keywords: Application Efficiency, Conveyance Efficiency, Cropwat Software, Return Flow, Water Requirement

www.SID.ir