کاربرد GIS در بیلان منابع آب زیرزمینی دشت تالش

علی‌اصغر آل‌شیخ
استادیار دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
مجید همراه
استادیار دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
حسین هلالی
دانشجوی دکترای دانشگاه‌صنعتی‌خواجه‌نصیرالدین طوسی
علی فاتحی
کارشناس ارشد GIS،شرکت سهامی آب منطقه‌ای گیلان

چکیده

بهره‌برداری از منابع آب اعم از سطحی و زیرزمینی مستلزم شناخت رفتار و مقدار هر کدام از منابع است تا با استفاد بهینه از این منابع، حداقل خسارت به محیط زیست و مخازن این آب‌ها وارد گردد. در حال حاضر تعداد زیادی از دشت‌های کشورمان، دشت ممنوعه اعلام شده و برداشت بیشتر از سفره‌های آب زیرزمینی امکان‌پذیر نمی‌باشد و بعضی سفره‌ها نیز در حال تخریب و نابودی است. رفع این معضلات، مستلزم تهیه بیلان منابع آب است تا با شناخت کمی آب بتوان در جهت توسعه پایدار، برنامه‌ریزی نمود . محاسبه عوامل بیلان نیازمند آمار و اطلاعات هواشناسی، هیدرولوژی و هیدروژئولوژی است که پس از تجزیه و تحلیل، نقشه‌ها و اطلاعات مکانی موردنیاز به دست می‌آید. در این تحقیق بیلان هیدرولوژیکی محاسبه و سپس بیلان آب زیرزمینی به دلیل تنوع و کاربرد بیشتر آن در کارهای اجرایی، در سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه گردیده است. در انتها نتایج محاسبات عوامل مختلف بیلان در سیستم اطلاعات جغرافیایی ارائه شده است . با استفاده از نقشه بیلان تهیه شده در محیط GIS، نقاط بحرانی برداشت بی‌رویه از آب زیرزمینی مشخص شد. از این‌رو می‌توان از واردآمدن خسارت به سفره‌های آب زیرزمینی جلوگیری نمود. همچنین دبی مجاز بهره‌برداری از سفره در هر نقطه از دشت و فاصله چاه‌های جدید از منابع موجود

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

محاسبه و ارائه گردید . نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بیشتر مناطق دشت تالش فاقد محدودیت برداشت بوده و توسعه بهره‌برداری در آن توصیه می‌گردد. لازم به ذکر است که به دلیل مجاورت دشت فوق با دریای خزر محدودیت برداشت به دلیل نفوذ آب شور دریا در بعضی نقاط وجود دارد .

واژگان کلیدی: سیستم اطلاعات جغرافیایی، بیلان، منابع آب زیرزمینی، دشت تالش

۱- مقدمه

در زمینه مطالعه آب‌های زیرزمینی با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در داخل کشور مطالعات نادری صورت گرفته است. پتانسیل آب‌های زیرزمینی بسیاری از دشت‌های کشورمان به شیوه سنتی به دست آمده و در خصوص بهره‌گیری از GIS در ارزیابی پتانسیل قابلیت بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی گزارشی ارائه نگردیده است[فاتحی-۱۳۸۱].

جهت برنامه‌ریزی، توسعه و یا کاهش بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی و سطحی لازم است که بیلان منابع آب برای هر محدوده مطالعاتی بصورت مجزا تهیه گردد. این امر فوائد متعدد ذیل را به دنبال خواهد آورد :

حفظ منابع آب موجود و امکان استفاده از آن برای نسل‌های آینده

شناخت مناطق دارای بیلان منفی

شناخت مناطق مستعد نشست در اثر بهره‌برداری از آب زیرزمینی

حفظ حریم چاه‌ها هنگام صدور پروانه بهره‌برداری جدید

حفظ حریم چشمه‌ها

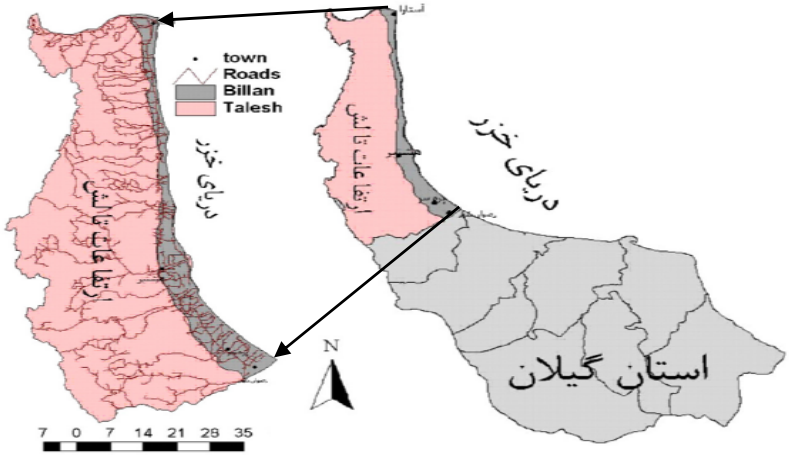
در روش سنتی تهیه بیلان، کل محدوده دشت به عنوان یک سطح واحد در نظر گرفته می‌شود. این امر باعث می‌گردد تا موارد فوق در آن دیده نشود. در

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

این تحقیق بیلان برای جزء به جزء مناطق (برای هر پیکسل) به همراه میزان آب ورودی و خروجی در سیستم اطلاعات جغرافیایی محاسبه و به نمایش گذاشته شده است .

۱-۱- منطقه مورد مطالعه

در این تحقـق دشت تالش جهت مطالعه موردی انتخاب گردید۰ این دشت با مساحت ۴۴۷ کیلومتر مربع از شرق به دریای خزر، از غرب به کوه‌های تالش، از جنوب به محدوده مطالعاتی فومنات و از شمال به جمهوری آذربایجان محدود می‌گردد (شکل ۱).



شکل۱ : موقعیت محدوده مطالعاتی تالش در استان گیلان

این تحقیق بر مبنای بررسی‌های صحرایی و آماده‌سازی، تجزیه تحلیل و مدل‌سازی و تهیه خروجی صورت گرفته است که به طورکلی مراحل آن به قرار زیر می‌باشد :

شناسایی اولیه منطقه

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

تعیین موقعیت مکانی عوارض (چاه‌ها) با سیستم تعیین موقعیت ماهواره‌ای (GPS)

تهیه آمار خام و نقشه‌های هواشناسی، هیدرولوژی، سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای، نتایج آزمایش پمپاژ و ... ، نقشه‌های منابع آب و نقاط مسکونی

آماده‌سازی، ویرایش و تبدیل بانک اطلاعاتی منابع آب در فرمت نرم‌افزار

انجام محاسبات ارتفاع مطلق سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای و عمق برخورد به سطح آب

ایجاد مدل در نرم‌افزار جهت :

- تهیه نقشه‌های مختلف موردنیاز شامل: نقشه هم پتانسیل سطح آب زیرزمینی، نقشه هم عمق آب زیرزمینی، نقشه هم باران، نقشه هم قابلیت انتقال و نقشه مناطق نفوذ رودخانه‌ها
- تولید مدل رقومی از نقشه‌ها
- رستری‌کردن نقشه‌های مورد نیاز
- تبدیل نقشه‌های رستری فوق با اعمال ضرایبی جهت استفاده در معادله بیلان

تهیه خروجی‌های لازم : نقشه بیلان منابع آب و ...

در این پروژه دوره بیلان برای یک سال آبی (۷۸ ـ ۱۳۷۷) در نظر گرفته شده است. جهت محاسبه عوامل بیلان از نرم‌افزار Arc View ۳,۲ a استفاده شد .

۱-۲- آمار و اطلاعات استفاده شده

ایستگاه‌های موجود در محدوده مطالعاتی و اطراف آن مشتمل بر ایستگاه‌های آب‌سنجی و هواشناسی به طور جداگانه و به شرح زیر موردبررسی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

قرارگرفته ا ست که از اطلاعـات و آمـار مـوجود در آب منطقـه‌ای استـان گیلان [۱۳۷۸] و سازمان زمین شناسی کشور [۱۳۵۵] استفاده شده است .

در منطقه موردمطالعه و اطراف آن ۴ ایستگاه هواشناسی موجود است که از آمار درجه حرارت و باران این ایستگاه‌ها در تهیه تغییرات ریزش باران و دما با ارتفاع استفاده شده است. از مجموع ۷ ایستگاه تبخیرسنجی استان، ۳ ایستگاه در داخل و ۴ ایستگاه در اطراف محدوده مطالعاتی واقع شده‌اند. ۱۰ باران‌سنج معمولی و ۱۹ باران‌سنج ذخیره‌ای نیز در داخل محدوده مطالعاتی تالش واقع گردیده که از باران‌سنج‌های ذخیره‌ای تنها آمار دو ایستگاه مورد استفاده قرار گرفته است .

در محدوده مطالعاتی، ۱۷ ایستگاه هیدرومتری با پوشش بسیار مناسب بر روی ۱۶ رودخانه موردمطالعه قرار دارد، به طوری که این ایستگاه‌ها روان آب بیش از ۷۵ درصد ارتفاعات این محدوده را کنترل می‌کنند. از ایستگاه‌های موجود ۷ ایستگاه درجه یک، ۱ ایستگاه درجه دو و بقیه آنها شامل ۹ ایستگاه درجه سه می‌باشند. ضمناً به منظور تهیه بیلان هیدرولوژیکی محدوده، دوره شاخص ۳۰ ساله که مبنای آن سال آبی ۴۹ ـ ۱۳۴۸ و سال انتهائی آن ۷۸ ـ ۱۳۷۷ می‌باشد انتخاب گردیده است .

آمار ریزش‌های جوی ۴ ایستگاه هواشناسی، ۷ ایستگاه تبخیرسنجی، ۸ ایستگاه باران‌سنج معمولی، ۲ ایستگاه باران‌سنج ذخیره‌ای (۱۵ ایستگاه در داخل محدوده مطالعاتی و ۶ ایستگاه در اطراف آن) بعد از جمع‌آوری موردبررسی قرار گرفته‌اند که بیش از ۳۰ سال آمار داشته و آمار ۱۲ ایستگاه از روش همبستگی خطی با ایستگاه‌های مجاور به ۳۰ سال افزایش داده شده است.

با به کارگیری آمار باران بررسی شده گرادیان ریزش تهیه گردیده است که طبق آن :

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

ـ متوسط بارندگی سالانه منطقه دشت برابر با ۱۲۲۵ میلی‌متر محاسبه شده است .

ـ متوسط بارندگی سالانه ارتفاعات برابر ۱۰۶۱ میلی‌متر حاصل شده است .

به منظور استخراج باران ماهانه معرف دشت و ارتفاعات با استفاده از ریزش سالیانه به دست آمده از منحنی‌های هم باران، ایستگاه هشتپر به عنوان معرف دشت و ایستگاه خلیان (از ایستگاه‌های حوزه معرف) به عنوان معرف ارتفاعات انتخاب و با استفاده از توزیع ماهانه این دو ایستگاه، متوسط ریزش ماهانه در دوره شاخص برای دشت و ارتفاعات تهیه شد .

به منظور تعیین تغییرات درجه حرارت از دوره شاخص ۳۰ ساله استفاده شده است. که با به کارگیری آمار درجه حرارت ماهانه و سالانه و ارتفاع آلتیمتری ۹ ایستگاه، گرادیان حرارتی (تغییرات دما با ارتفاع) منطقه موردمطالعه؛ تهیه گردیده است .

برای اندازه‌گیری میزان رطوبت نسبی محدودهٔ مطالعاتی که نقش مهمی در میزان تبخیر از سطح مرطوب دارد از آمار رطوبت نسبی ایستگاه‌های هشتپر و ناو (دارای ۲۸ سال آمار کامل) به عنوان معرف دشت و ارتفاعات استفاده شده است. در دشت تالش میزان حداکثر رطوبت نسبی ۸۶ و حداقل آن ۸۰ درصد و در ارتفاعات میزان حداکثر ۸۰ و حداقل ۶۸ درصد مشاهده می‌گردد .

به منظور محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل در مناطق شمالی کشور از روش تورنت وایت (Thorntwaite) که مناسب‌ترین روش شناخته شده است استفاده شد [تماب- ۱۳۷۸] .

برای تعیین وضعیت اقلیم منطقه دو روش آمبرژه (Emberger) و دو مارتن (De Martonn) مورداستفاده قرار گرفت .

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

از مجموع ۱۶ رودخانه مهم واقع در محدوده مطالعاتی تالش ۱۴ رودخانه دارای آمار بوده که به طور کلی بیش از ۷۵ درصد روان‌آب سطحی برای مناطق کوهستانی از ۱۴ تا بیش از ۳۰ سال دارای آمار و اطلاعات می‌باشند .

براساس نقشه هم عمق تهیه شده مربوط به مرداد ماه ۱۳۷۸ مشخص گردیده است که به دلیل تغذیه مناسب سفره آب زیرزمینی از بارندگی‌های فراوان و جریان دائم رودخانه‌ها، عمق برخورد به سطح آب زیاد نیست. با توجه به نقشه مزبور عمق‌های زیاد در دامنه ارتفاعات و ابتدای مخروط افکنه‌ها قرار داشته و حداقل عمق در انتهای دشت نزدیک ساحل دریا است .

براساس نقشه هم پتانسیل مرداد ماه ۱۳۷۸ راستای عمومی و کلی منحنی‌های هم پتانسیل سطح آب زیرزمینی به موازات ساحل در جهت شمال به جنوب است که رقوم حداقل تراز آب زیرزمینی با منحنی ۲۵ متر و رقوم حداکثر آن ۶۰ متر نسبت به دریای آزاد در مخروط افکنه رودخانه دیناچال می‌باشد .

برای شناخت و بررسی ضرایب هیدرودینامیکی سفره آب زیرزمینی از نتایج آزمایش پمپاژ ۱۲ حلقه چاه اکتشافی و ۲۸ حلقه چاه بهره‌برداری استفاده شده است. به دلیل این‌که چاه‌های فوق دارای توزیع خوبی در منطقه بوده‌اند، لذا برای تعیین مقدار ضریب قابلیت انتقال (T) برای جبهه ورودی و خروجی پهنه آبرفتی نقشه هم قابلیت انتقال تهیه گردیده است .

۲- عوامل موثر در بیلان دشت تالش

محاسبه عوامل بیلان منابع آب با استفاده از روابط موجود در سیستم GIS هدف اصلی این پروژه است که این عوامل به تفکیک محاسبه شده و در نهایت بیلان آب زیرزمینی محاسبه گردیده است .

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

رابطه بیلان بر اساس رابطه $Qin - Q\ out = \pm \Delta v$ تنظیم و تعریف گردیده است که در این رابطه Qin مجموعه عوامل تغذیه و Q out شامل مجموعه عوامل تخلیه‌کننده و ΔV تغییرات حجم مخزن را بیان می‌کند دوره بیلان برابر با یک سال آبی در نظر گرفته شده است. واحد مقادیر پیکسل‌ها در تمامی نقشه‌ها مترمکعب در سال است .

رابطه بیلان به تفکیک عوامل مؤثر عبارت است از [Kashef , ۱۹۸۶] :

$$I - O = (Q_{uI} + Q_p + Q_R + Q_I + Q_{su}) - (Q_{EX} + Q_D + Q_{ET} + Q_{UO}) = \pm \Delta Sg$$

در زیر هر یک از پارامترهای فوق توضیح داده شده است .

۲-۱-GIS و بیلان آب زیرزمینی آب‌خوان آبرفتی

۲-۱-۱-عوامل تغذیه (Q_{in})

عوامل تغذیه آب زیرزمینی شامل نفوذ از ارتفاعات، نفوذ از بارندگی بر سطح دشت، نفوذ از بستر رودخانه‌ها، نفوذ آب کشاورزی و نفوذ پساب شرب شهرها و روستاها است .

نفوذ از حاشیه دشت (Q_{UI})

حجم این آب، تابع ضریب قابلیت انتقال سفره و شیب هیدرولیکی سطح آب زیرزمینی در جبهه ورودی دشت می‌باشد. جهت محاسبه این عامل نقشه‌های هم قابلیت انتقال سفره و هم پتانسیل سطح آب زیرزمینی در محیط GIS تهیه گردید. نقشه هم شیب سطح آب زیرزمینی و نقشه رستری هم قابلیت انتقال تهیه و متوسط حاصل‌ضرب این دو نقشه در امتداد خط ورود آب به ازای هر پیکسل تعیین و حجم آب در امتداد این خط محاسبه می‌شود. حجم فوق در سطح دشت پخش، که به هر پیکسل عدد ۴۲۷ متر مکعب در سال تعلق می‌گیرد .

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

نفوذ از بارندگی در سطح دشت (Q_p)

میزان نفوذ از بارندگی به سفره آب زیرزمینی برابر ۹/۵ درصد مقدار بارندگی است (مهندسین مشاور جاماب، ۱۳۷۶). پس از تهیه نقشه هم‌باران، بر اساس ضریب فوق، نقشه منحنی‌های هم نفوذ تهیه و با استفاده از مدل رقومی نقشه فوق، نقشه رستری میزان نفوذ محاسبه می‌گردد. حجم نفوذ از باران در سطح دشت تالش برابر ۵۲/۳ میلیون متر مکعب در سال محاسبه گردیده است .

نفوذ از جریان‌های سطحی (Q_R)

رودخانه‌های دائمی که در سطح دشت جریان دارند با توجه به بافت خاک و سطح آب زیرزمینی باعث تغذیه آب زیرزمینی می‌گردند. با توجه به نقشه هم‌پتانسیل آب زیرزمینی، جایی که رودخانه باعث تغذیه سفره‌های زیرزمینی می‌شود منحنی‌های هم پتانسیل به سمت منحنی‌هایی با پتانسیل کمتر تحدب پیدا می‌کند. با توجه به این عامل، نواحی متأثر از جریان رودخانه‌ها مشخص می‌شود. براساس شناخت منطقه و وضعیت رسوب‌گذاری در مخروط افکنه رودخانه‌ها ضریب نفوذ برای هر رودخانه مشخص و بر اساس حجم آب نفوذ یافته مناطق فوق رستری گردید .

نفوذ از آب آبیاری (Q_I)

حدود ۴۸ درصد مساحت دشت تالش به کشت برنج اختصاص یافته است. ضریب نفوذ آب آبیاری برابر ۱۴/۵ درصد حجم آب مورد نیاز برای هر هکتار است (مهندسین مشاور جاماب، ۱۳۷۶). با توجه به این ضریب و سطح مزارع

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

شالیکاری، میزان نفوذ به هر پیکسل برابر ۲۹۱ مترمکعب در سال می‌باشد. نقشه رستری دشت بر اساس این حجم تهیه گردید .

نفوذ از پساب شرب و صنعت (Qsw)

با توجه به نحوه دفع پساب، درصدی از آب برگشتی به سفره‌های آب زیرزمینی نفوذ می‌کند. مصرف سرانه آب برای نقاط شهری ۲۵۴ لیتر در روز و برای مناطق روستایی برابر ۷۵ لیتر در نظر گرفته شده است (مهندسین مشاور جاماب، ۱۳۷۶). شعاع تأثیر نفوذ برای مناطق روستایی برابر ۱۰۰۰ متر و برای نقاط شهری برابر ۲۵۰۰ متر در نظر گرفته شده است. با توجه به حجم آب مصرفی و میزان جمعیت نقاط شهری و روستایی و ضرایب میزان پساب و نفوذ، حجم آب نفوذ یافته برای هر آبادی و شهر به دست می‌آید. بر اساس حجم آب نفوذ یافته، نقشه تمرکز برای نقاط شهری و روستایی به طورجداگانه تهیه گردید .

۲-۱-۲- عوامل تخلیه (Q_{out})

عوامل تخلیه آب زیرزمینی شامل تخلیه توسط چاه و چشمه، و تبخیر از آب زیرزمینی است. خروج آب زیرزمینی در قسمت‌های انتهای دشت و زهکشی آب زیرزمینی می‌باشد .

تخلیه توسط چاه‌ها و چشمه‌ها (Q_{EX})

یکی از عوامل مهم تخلیه، سفره آب زیرزمینی است. چشمه‌ها و درصد زیادی از چاه‌ها دارای نقشه موقعیت می‌باشند. حجم تخلیه چاه‌ها برابر ۹۹

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

میلیون مترمکعب می‌باشد که براساس موقعیت چاه‌های موجود، نقشه تخلیه تهیه گردید و میزان تخلیه توسط چاه‌های فاقد موقعیت به کل دشت تعمیم داده شد .

میزان تخلیه توسط چشمه‌ها برابر ۲۷/۹ میلیون مترمکعب می‌باشد، بر اساس موقعیت چشمه‌ها نقشه تمرکز تخلیه توسط چشمه‌ها نیز تهیه گردید. شعاع تأثیر چاه‌ها برابر ۴۰۰ متر و شعاع تأثیر چشمه‌ها برابر ۵۰۰ متر در نظر گرفته شد .

تخلیه به وسیله تبخیر از آب زیر زمینی (Q_{ET})

در مناطقی که سطح آب زیرزمینی به سطح زمین نزدیک باشد تبخیر از آب زیرزمینی صورت می‌گیرد .

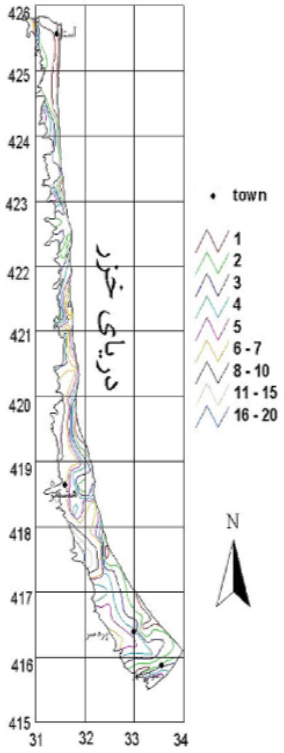
پس از تهیه نقشه هم‌عمق سطح آب زیرزمینی، (شکل شماره ۲) مشخص گردید که برای هر عمق معین درصدی از آب زیرزمینی تبخیر می‌گردد .

تعیین حجم تبخیر بر اساس منحنی وایت به دست می‌آید که نسبت مستقیم با میزان تبخیر از تشت تبخیر در ایستگاه‌های هواشناسی دارد. بر این اساس نقشه منحنی‌های هم تبخیر تهیه گردید و پس از تهیه مدل، نقشه رستری میزان تبخیر تهیه شد (شکل ۳). حجم تبخیر از سفره برابر ۱۳/۶ میلیون متر مکعب است. نمودار میزان تبخیر از آب زیرزمینی در شکل ۴ ارائه گردیده است .

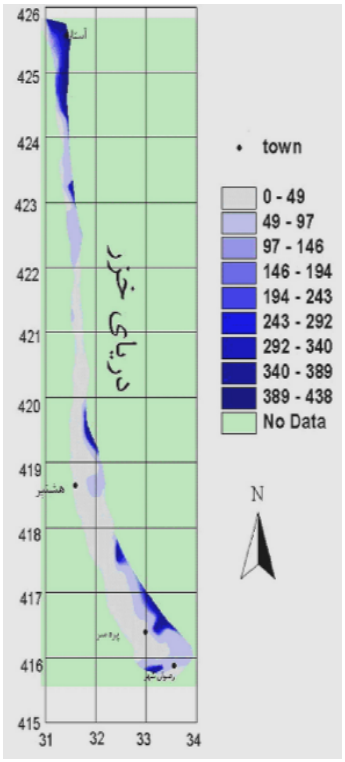
تخلیه در جبهه خروجی(Q_{uo})

با توجه به این‌که در قسمت ابتدایی دشت حجم قابل‌ملاحظه‌ای آب وارد سفره می‌گردد، در قسمت انتهایی دشت نیز بر اساس ضریب قابلیت انتقال و شیب هیدرولیکی سطح آب، حجم زیادی آب خارج می‌گردد. کاملاً شبیه جریان زیرزمینی ورودی ابتدا خط خروج را مشخص کرده و میزان تخلیه را از ضرب نقشه رستری این خط و نقشه حاصل ضرب نقشه قابلیت انتقال و نقشه هم شیب

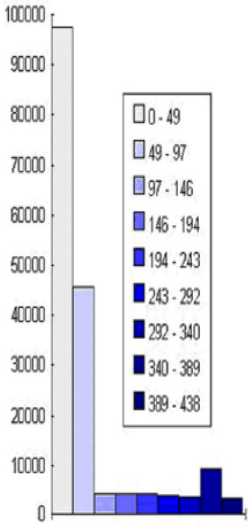
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]



شکل ۲: منحنی های هم عمق آب زیر



شکل۳: میزان تبخیر آب زیر



شکل ۴: هیستوگرام تبخیر آب زیرزمینی

به دست می‌آید. حجم خروج آب زیرزمینی برابر ۷/۶ میلیون متر مکعب در سال محاسبه گردید .

تخلیه در مناطق زهکشی (Q_D)

با توجه به هیدروگراف واحد آب زیرزمینی، میزان تغذیه آب زیرزمینی با مقدار تخلیه برابر است. اندازه‌گیری مستقیم این عامل امکان‌پذیر نمی‌باشد، لذا از معادله بیلان به عنوان عامل مجهول محاسبه گردید. حجم آب زهکشی شده،

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

بعنوان آب مازاد در نظر گرفته شد که جهت تعادل سفره از آن خارج می‌گردد. لذا جهت توسعه بهره‌برداری می‌توان روی آن برنامه‌ریزی نمود .

۲-۲- بیلان هیدرو کلیماتولوژی

با استفاده از نقشه هم‌باران که بر اساس آمار سی ساله (۴۹ ـ ۱۳۴۸ لغایت ۷۸ ـ ۱۳۷۷) ترسیم گردیده، متوسط بارندگی سالانه برای ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی تالش محاسبه شد. با استفاده از روش بیلان آبی ماهانه تورنت وایت بیلان هیدرولوژیکی برای ارتفاعات و دشت و در نهایت کل محدوده مطالعاتی تهیه گردید .

به دلیل این‌که جریان خروجی از دشت اندازه‌گیری نمی‌شود بعد از کسر کردن تبخیر و تعرق حقیقی، باران مؤثر به دو جزء نفوذ و جریان سطحی تفکیک می‌شود. سهم نفوذ برابر ۵/۹ درصد بارندگی در نظر گرفته شده است [جاماب، ۱۳۷۶]. سطر انتهایی جدول تورنت وایت به نام کمبود آب، تفاوت بین تبخیر و تعرق پتانسیل با تبخیر و تعرق حقیقی است که میزان کمبود آب مورد نیاز گیاه می‌باشد . از نتایج تجزیه و تحلیل جداول تنظیم شده تورنت وایت بیلان هیدرولوژیکی طبق جدول ۱ حاصل شده که در آن سهم تبخیر حقیقی، جریان و نفوذ بشرح زیر مشخص شده است .

جدول ۱، بیلان هیدرولوژیکی ارتفاعات و دشت حوزه آبریز تالش

مناطق	وسعت (کیلومتر مربع)	بارندگی		تبخیر و تعرق حقیقی		جریان سطحی		نفوذ	
		ارتفاع	حجم	ارتفاع	حجم	ارتفاع	حجم	ارتفاع	حجم
ارتفاعات	۲۷۰۰	۱۰۶۱	۲۸۶۵	۴۸۰	۱۲۹۶	۴۴۳	۱۱۹۶	۱۳۸	۳۷۲/۶
دشت	۵۵۰	۱۲۲۵	۶۷۴	۷۶۹	۴۲۳	۳۴۰	۱۸۷	۱۱۶	۶۳/۸
مجموع	۳۲۵۰	۱۰۸۹	۳۵۳۹	۵۲۹	۱۷۱۹	۴۲۵/۶	۱۳۸۳	۱۳۴/۳	۴۳۶/۸
درصد		۱۰۰		۴۸/۶		۳۹/۱		۱۲/۳	

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

در ارتفاعات از میزان بارندگی حدود ۴۵/۲ درصد تبخیر و تعرق حقیقی، ۴۱/۸ درصد جریان سطحی و ۱۳ درصد بقیه مقدار نفوذی است که به صورت چشمه یا جریان زیرزمینی آب‌خوان آبرفتی را تغذیه می‌نماید. مقدار جریان آب زیرزمینی که سفره آبرفتی را تغذیه می‌کند برابر ۷۶/۳۱ میلیون متر مکعب است و مابقی آن از طریق چشمه‌های ارتفاعات وارد آب سطحی شده و در محاسبات مربوط به آب سطحی منظور گردیده است (جدول ۲) .

از میزان بارندگی در سطح دشت به میزان ۶۲/۸ درصد تبخیر و تعرق حقیقی، حدود ۲۷/۸ درصد جریان سطحی و حدود ۹/۴ درصد بقیه نفوذ مؤثر به آب‌خوان آبرفتی به دست آمده است .

جدول ۲، بیلان آب زیرزمینی سازندهای سخت ارتفاعات

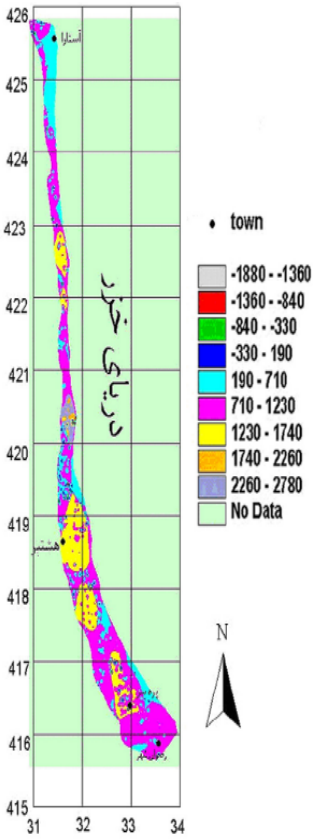
تغذیه	تخلیه		ملاحظات
نفوذ بارندگی ارتفاعات (میلیون متر مکعب)	دبی پایه رودخانه‌ها (میلیون مترمکعب)	جریان خروجی (تغذیه آبخوان آبرفتی) (میلیون متر مکعب)	تخلیه چشمه‌های ارتفاعات جزء دبی پایه رودخانه‌ها محاسبه شده است
۳۷۲/۶	۲۹۶/۳	۷۶/۳	

در کل محدوده مطالعاتی از مجموع ۳۵۳۹ میلیون مترمکعب بارندگی متوسط سالانه ۱۷۱۹ میلیون مترمکعب معادل ۴۸/۶ درصد بارندگی تبخیر و تعرق حقیقی، ۱۳۸۳ میلیون مترمکعب جریان سطحی معادل ۳۹/۱ درصد بارندگی و ۴۳۶/۸ میلیون مترمکعب برابر ۱۲/۳ درصد بارندگی، نفوذ به سفره‌های آب زیرزمینی بدست آمده است .

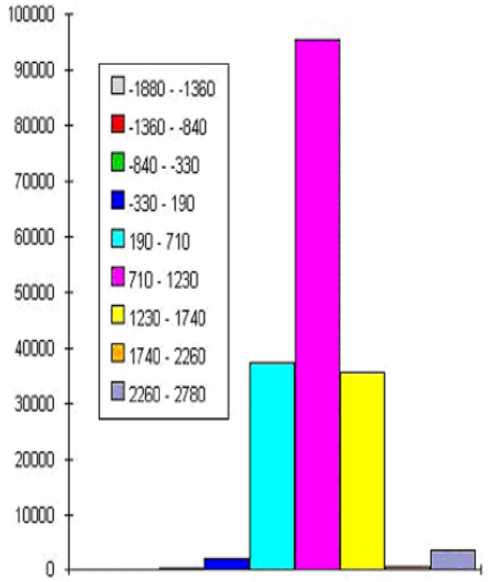
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

۳- بیلان آب زیرزمینی

در این تحقیق با استفاده از توانائی‌های GIS، بیلان آب زیرزمینی تهیه گردیده است. با توجه به محاسبات انجام گرفته، عوامل مختلف بیلان به صورت جزئی برای هر پیکسل محاسبه شده است. بیلان، جمع جبری عوامل تغذیه



شکل ۵: نقشه بیلان آب زیرزمینی



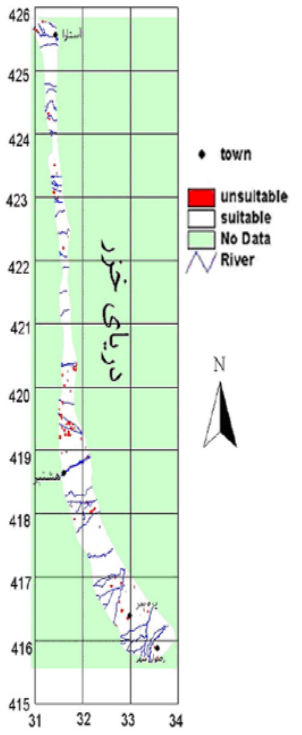
شکل ۶ : هیستوگرام پراکندگی بیلان آب زیرزمینی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

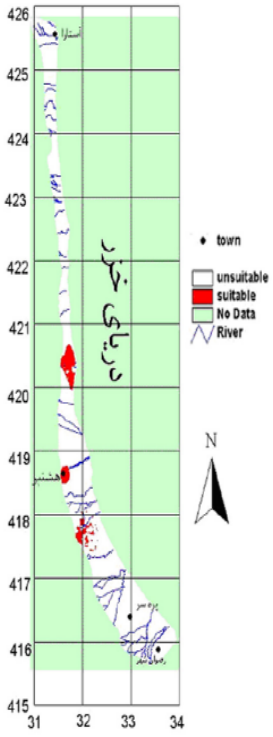
و تخلیه است. نقشه‌های رستری تهیه شده را با هم جمع جبری نموده و در نهایت نقشه‌ای (شکل ۵) حاصل می‌گردد که هر پیکسل آن با مساحت ۲۵۰۰ متر مربع نشان‌دهنده حجم آب موجود در طول سال می‌باشد. شکل ۶ نمودار وضعیت پراکندگی بیلان پیکسل‌ها می‌باشد .

مشخص‌نمودن محدوده حفر و بهره‌برداری از چاه با استفاده از نقشه نهایی تهیه شده در این تحقیق با دقت بالا انجام گرفت. براساس میزان آب مورد نیاز و در نظر گرفتن حریم قانونی چاه‌ها یا چشمه‌ها می‌توان در مورد صدور پروانه تصمیم‌گیری نمود. اشکال ۷ و ۸ به ترتیب مناطق مناسب برای حفر چاه با دبی ۵ لیتر در ثانیه در مدت آبیاری و چاه عمیق آب شرب با دبی ۱۰ لیتر در ثانیه را نشان می‌دهد. حدود ۹۸ درصد مساحت دشت تالش دارای وضعیت مناسب جهت حفر چاه با دبی ۵ لیتر در ثانیه در طول دوره آبیاری می‌باشد. البته این برای حالتی است که عامل زهکشی از سفره را در نظر نگیریم. عامل زهکشی در طول سال حجم زیادی آب را از آب‌خوان آبرفتی خارج می‌نماید که در نقشه بیلان دو عامل آب زهکشی و آب موجود با همدیگر دیده شده است. در این مناطق می‌توان حدود ۴۵ حلقه چاه با دبی ۱۰ لیتر در ثانیه حفاری نمود. در منطقه تالش به دلیل رعایت نکردن مسئله حریم چاه‌ها و قدرت آب‌دهی سفره بسیاری از چشمه‌ها خشک و یا کم آب گردیده است و یا در فصل آبیاری سطح آب زیرزمینی در بعضی مناطق افت می‌کند. شکل ۹ مناطقی از دشت تالش که توانائی تأمین آب تا یک لیتر در ثانیه در طول سال را ندارند مشخص می‌کند .

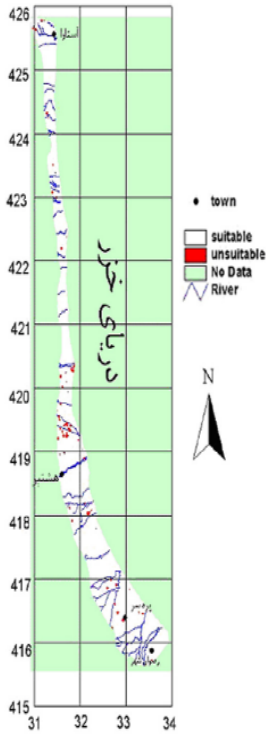
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]



شکل۷ : مناطق مناسب حفر چاه با دبی پنج لیتر در ثانیه در



شکل۸ : مناطق مناسب جهت حفر چاه با دبی ۱۰ لیتر در ثانیه



شکل۹ : مناطق نامناسب حفر چاه با دبی یک لیتر در ثانیه در

نتایج وپیشنهادات

جهت محاسبه مقدار آب قابل ذخیره باید بیلان منابع آب را به صورت سه بعدی محاسبه نمود که هر پیکسل چه مقدار آب را می‌تواند در خود ذخیره نماید.

استفاده از این نقشه به دلیل این‌که میزان نگه داشت آب برای هر پیکسل با توجه به عمق سفره در نقطه مزبور تهیه نگردیده، با مشکلاتی همراه است. اگر

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

نقشه هم ضخامت آب‌خوان آبرفتی دشت تالش تهیه گردد و اطلاعات ضریب ذخیره به اندازه‌ای باشد که بتوان نقشه ضریب ذخیره را برای دشت مزبور تهیه نمود، در نهایت می‌توان میزان نگه داشت را برای هر پیکسل محاسبه کرد. از تفاضل این نقشه با نقشه بیلان تهیه شده، میزان آب مازاد در هر پیکسل محاسبه می‌شود .

در تهیه بیلان تعدادی از ضرایب جهت محاسبه عوامل مختلف به صورت تخمینی بوده است. ضریب نفوذ باران، میزان نفوذ آب رودخانه‌ها، ضریب آب برگشتی شرب و کشاورزی از گزارش طرح جامع آب محدوده مطالعاتی تالش استفاده شده است .

در مقابل تعدادی از عوامل مؤثر مثل نقشه هم‌باران دشت، نقشه هم‌عمق آب زیرزمینی، نقشه هم پتانسیل و نقشه قابلیت انتقال آب زیرزمینی به دلیل داشتن نمونه‌های کافی دقت مناسبی دارند. نقشه تمرکز تخلیه توسط چاه‌ها نیز به دلیل داشتن نقشه منابع آب از دقت کافی برخوردار است. در نقشه تمرکز تخلیه میزان تخلیه در شعاع تأثیر هر چاه با بقیه جمع و بر روی نقشه مربوط به تخلیه چاه‌ها ارائه گردید. با عنایت به نقاط ضعف و قوت فوق، نقشه بیلان تهیه شده در موارد زیر کاربرد داشته و می‌تواند به مدیران ذی‌ربط کمک نماید .

بیلان منابع آب، سبب شناخت پتانسیل آب منطقه می‌شود تا با تکیه بر این شناخت، بر روی منابع آب فعلی و پتانسیل موجود در منطقه مدیریت و برنامه‌ریزی صورت گیرد. تهیه بیلان منابع آب نیازمند گردآوری و پردازش حجم زیادی از اطلاعات هواشناسی، آب‌شناسی و آب زیرزمینی می‌باشد که نیازمند صرف هزینه و زمان زیادی است. تکنولوژی GIS با ارائه کارآیی مناسب در این راستا جوابگوی این نیازها بوده و بستر مناسبی برای چنین مطالعاتی فراهم

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

می‌نماید و به مدیران سازمان‌ها در اتخاذ تصمیم مناسب کمک شایانی می‌کند. بر اساس محاسبات انجام گرفته، بیلان هر پیکسل(۵۰ × ۵۰) محاسبه می‌گردد که این نقشه در موارد زیر به مدیران و کاربران مختلف کمک می‌نماید :

صدور پروانه حفر و بهره‌برداری چاه‌های جدید به راحتی و با دقت بالا انجام می‌گیرد، کافی است موقعیت محل موردتقاضا را بر روی نقشه مشخص کرد و پس از آن براساس میزان نیاز متقاضی امکان حفر چاه جدید مشخص می‌گردد .

با توجه به رشد جمعیت و نیاز روزافزون به منابع آب جهت تأسیس مراکز تولیدی، شناخت مناطق مختلف در یک محدوده جهت جوابگوئی نیاز آبی این مؤسسات امکان‌پذیر است .

تعیین بیلان محدوده‌های خاص مثل محدوده سیاسی یک شهرستان یا دهستان به راحتی امکان پذیر کرد .

با استفاده از تکنولوژی GIS می‌توان محاسبات بیلان را به روز انجام داد. کافی است در جداول مربوطه به هر یک از عوامل بیلان تغییرات ایجاد شده را وارد و نتایج نهایی را در نقشه بیلان مشخص نمود .

پیشنهادات

با توجه به مطالعات انجام گرفته جهت محاسبات دقیق عوامل بیلان موارد زیر پیشنهاد می‌گردد .

تهیه نقشه خاک‌شناسی منطقه با همکاری سازمان‌های ذینفع جهت محاسبه ضرایب نفوذ آب آبیاری، آب باران و نفوذ از رودخانه‌ها .

به روز نمودن اطلاعات مختلف

محاسبه عوامل بیلان برای سفره‌های مختلف به طور جداگانه

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

حداکثر بهره برداری از سفره در فصل آبیاری انجام می‌گیرد، لذا بهتر است برای دوره فوق بیلان آب زیرزمینی تهیه گردد .

با استفاده از آزمایشات پمپاژ بر روی چاه‌های حفر شده در منطقه، رقم دقیق شعاع تأثیر چاه‌ها مشخص می‌شود .

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

منابع و ماخذ

۱- سازمان زمین‌شناسی کشور - ۱۳۵۵ - گزارش زمین‌شناسی چهارگوشه بندرانزلی به مقیاس۲۵۰۰۰۰: ۱ .

۲- سازمان زمین‌شناسی کشور - ۱۳۵۵- گزارش زمین‌شناسی چهارگوشه اردبیل به مقیاس ۲۵۰۰۰۰: ۱ .

۳- شرکت سهامی آب منطقه‌ای گیلان - ۱۳۸۰ - بیلان آب و امکانات توسعه بهره‌برداری محدوده تالش .

۴- فاتحی، علی -۱۳۸۱- « کاربرد GIS در مطالعه پایه منابع آب » پایان نامه کارشناسی ارشد- دانشکده مهندسی نقشه‌برداری- دانشگاه صنعتی خواجه نصیرطوسی .

۵- مرکز تحقیقات منابع آب (تماب) - ۱۳۷۸ - دستورالعمل تهیه بیلان آب .

۶- مهندسین مشاور جاماب – ۱۳۷۶- طرح جامع آب کشور (حوزه آبریز تالش) .

7. Kashef A.A.I, (۱۹۸۷) Ground water Engineering , Mc Grow - Hill Book Co.

8. Olsthoorn. T. N , (۱۹۹۳) , Groundwater Modelling using GIS at the Amesterdam water supply , Hydro GIS ۹۳.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]