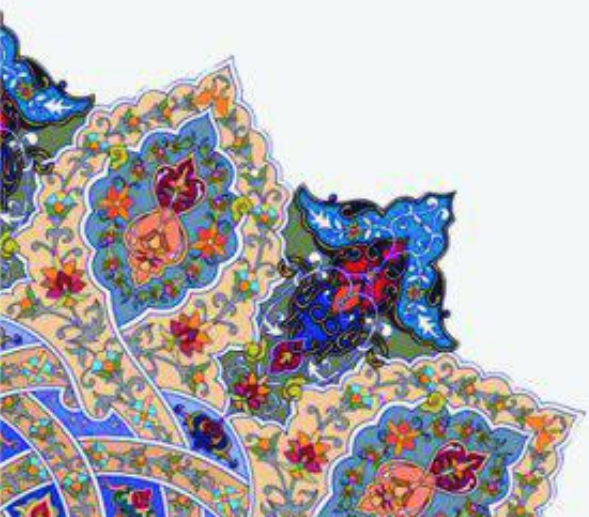
هری رود

(مروری بر حوزه‌ی آبریز)

سید علی حسینی



انستیتوت مطالعات استراتژیک افغانستان

هری‌رود

مروری بر حوزه‌ی آبریز

مطالعات آب

۱۳۹۷-انستیتوت مطالعات استراتژیک افغانستان

انستیتوت مطالعات استراتژیک افغانستان اندیشکده‌ی پژوهشی مستقل است که به هدف فراهم‌سازی زمینه‌ی علمی و آکادمیک برای ارزیابی موضوعات راهبردی افغانستان در سطح منطقه‌ی و بین‌المللی تأسیس شد. انستیتوت تلاش دارد از طریق انجام پژوهش‌های مستقل، ترجمه و انتشار کتاب‌ها و مقالات علمی، برگزاری همایش‌ها و کنفرانس‌های ملی و بین‌المللی، به رشد و بهبود دموکراسی، امنیت، صلح، حکومت‌داری خوب و سایر مسایل در جامعه کمک کند.

رفع مسئولیت

تحلیل ارائه‌شده در این پژوهش صرفاً نظر نویسنده است و دیدگاه انستیتوت را بازتاب نمی‌دهد.

هری‌رود

مروری بر حوزه‌ی آبریز

نویسنده: سید علی حسینی

مرورگران: فهیمه صادقی‌نژاد و عبدالبصیر عظیمی

شماره‌ی نشر: AISS-P-022-2019

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷ خورشیدی، هرات

نشانی کابل: قلعه ۹ برجه، کارته پروان، کابل افغانستان

نشانی هرات: شرق پارک ملک‌یار، جاده‌ی مجیدی، هرات افغانستان

شماره‌های تماس:۹۳-۱۶۱-۴۰۱۹۸۴۷+ | ۹۳-۲۸۰۶-۲۲۳۲۰۲+

ISBN 978-9936-8070-7-5

فهرست مطالب

پیشگفتار ..... أ

سخن نخست ۱

فصل اول کلیات ۴

درآمد ۵

وضعیت عمومی ۹

حوزه‌های آبریز افغانستان ۹

حوزهی آبریز آمو ۹

حوزهی آبریز شمال ۹

حوزهی آبریز هریرود – مرغاب ۱۰

حوزهی آبریز هلمند ۱۰

حوزهی آبریز کابل- ایندوس ۱۰

موقعیت جغرافیایی حوزهی هریرود ۱۲

جیومورفولوژی ۱۴

زمینشناسی ۱۶

آب و هوا ۲۱

جمعیت ۲۳

ولایت غور ۲۴

ولایت هرات ۲۴

فصل دوم ۲۶

بررسی نیاز آبی حوزهی هریرود ۲۶

مدیریت آبی حوزهی آبریز ۲۷

نیاز آبی ۲۸

مجموع نیاز آبی حوزه ۴۱

فصل سوم ۴۳

منابع آب حوزهی هریرود ۴۳
منابع آب ۴۴
منابع آب افغانستان ۴۶
حوزهی هریرود ۴۸
حوزهی هریرود افغانستان ۴۹
معاونین هریرود افغانستان ۴۹
منابع آب هریرود افغانستان ۵۱
آبهای سطحی ۵۱
آبهای زیرزمینی حوزهی هریرود افغانستان ۵۴
تبادلات آبی حوزهی هریرود افغانستان ۷۵
حوزههای آبریز ایران ۷۶
..... ۷۷
حوزههای آبریز مشترک افغانستان و ایران ۷۷
حوزهی قرهقوم ۷۹
منابع آبهای سطحی ۸۹
آبهای زیرزمینی ۹۹
تبادل جریانهای آبی سطحی و زیرزمینی حوزهی قرهقوم ۱۰۱
فصل چهارم ۱۰۶
بندهای حوزهی آبریز هریرود ۱۰۶
مقدمه ۱۰۷
پروژههای آبی حوزهی هریرود افغانستان ۱۰۷
پروژههای اجرا شده بر روی هریرود ایران ۱۱۰
فصل پنجم ۱۱۳
استفادهی تاریخی از آب هریرود ۱۱۳
هریرود افغانستان ۱۱۴

هریرود ایران(حوزهی قرهقوم) ۱۱۵
فصل ششم ۱۲۲
رودخانههای مشترک و مفاهیم قوانین بینالمللی ۱۲۲
هایدروپلتیک حوزهی هریرود ۱۲۲
حوزههای آبریز مشترک در جهان ۱۲۴
مفهوم هایدروپلتیک ۱۲۵
هیدروهژمون ۱۲۶
آب و امنیت ملی ۱۲۷
قوانین بینالمللی آبهای مرزی ۱۳۱
الف) قواعد هلسینکی ۱۹۶۶ ..... ۱۳۲
ب) کنوانسیون آب اروپا(کنوانسیون هلسینکی) ۱۹۹۲ ..... ۱۳۳
ج) کنوانسیون سازمان ملل در استفاده غیرکشتیرانی از آبراههای بینالمللی، ۱۹۹۷ ..... ۱۳۴
د) قواعد منابع آب برلین، ۲۰۰۴ ..... ۱۳۶
نظریههای حقوقی در زمینهی بهرهبرداری آبهای شیرین مشترک ۱۳۷
الف) دکترین حاکمیت سرزمینی مطلق ۱۳۷
ب) دکترین تمامیت مطلق سرزمینی ۱۳۸
ج) دکترین تمامیت ارضی یا حاکمیت سرزمینی محدودشده ۱۳۸
د) دکترین مالکیت جمعی و مشاع آب ۱۳۸
رویکردهای مختلف در خصوص حل منازعات آب ۱۴۰
سکوت ۱۴۰
مذاکره ۱۴۱
استفاده از قدرت ۱۴۲
اختصارات ۱۴۴
منابع و ماخذ ۱۴۵
منابع فارسی ۱۴۵

منابع انگلیسی ۱۵۳
تارنماهای انترنتی ۱۶۰
ضمیمهی یک ۱۶۴
جدول توالی زمینشناسی سنگهای حوزهی آبریز هریرود ۱۶۴
ضمیمهی دو ۱۶۸
نمودارهای تغییرات سطح آب و هدایت الکتریکی در چاههای مورد آزمایش حوزهی هریرود ۱۶۸
Harirud ۱۷۴

فهرست جداول

جدول ۱: بیشترین و کمترین دمای هرات از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۸ به درجه سانتیگراد ۲۲
جدول ۲: جمعیت ولایت غور به تفکیک ولسوالی ۲۴
جدول ۳: جمعیت ولایت هرات به تفکیک ولسوالی ۲۵
جدول ۴: میزان آب مورد نیاز در بخش صنعت تا سال ۲۰۴۵ در ولایت‌های غور و هرات ۲۹
جدول ۵: مساحت انواع اراضی حوزه‌ی آبریز هری‌رود به تفکیک زیرحوزه‌ها به هکتار ۳۳
جدول ۶: دسترسی ساکنین ولایت غور به آب آشامیدنی به تفکیک ولسوالی ۳۸
جدول ۷: میزان آب مورد نیاز ولایت غور از حوزه‌ی هری‌رود ۴۱
جدول ۸: میزان آب مورد نیاز ولایت هرات از حوزه‌ی هری‌رود ۴۲
جدول ۹: مجموع آب مورد نیاز منطقه از حوزه‌ی هری‌رود ۴۲
جدول ۱۰: تقسیم بندی شاخص فاکن مارک (۱۹۸۹) ۴۵
جدول ۱۱: مقایسه آبدهی حوزه‌های آبریز اصلی کشور بین سال‌های ۱۹۹۶ و ۲۰۱۸ ..... ۴۶
جدول ۱۲: واحد سرانه آب سالانه براساس جمعیت سال ۲۰۱۵ و ۲۰۴۰ ..... ۴۸
جدول ۱۳: تعداد چاه‌ها، چشمه‌ها و کاریزها در ولایات هرات و غور ۵۶
جدول ۱۴: مشخصات چاه‌های حفر شده در ولسوالی‌های(شهرستان‌های) هری‌رود پایینی ۶۱
جدول ۱۵: مشخصات چاه‌های حفاری شده در حوزه‌ی هری‌رود ۶۲
جدول ۱۶: مشخصات حوزه‌های آبریز مشترک ایران و افغانستان ۷۸
جدول ۱۷: پراکندگی جمعیت در زیرحوزه‌های حوزه‌ی قره‌قوم -ایران ۸۲
جدول ۱۸: سطح اراضی زراعتی زیرحوزه‌های حوزه‌ی آبریز قره‌قوم در سال ۱۳۸۷ ..... ۸۸
جدول ۱۹: مشخصات رودخانه‌های حوزه‌ی فرعی کلات ۹۰
جدول ۲۰: مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری حوزه‌ی آبریز قره‌قوم ۹۴
جدول ۲۱: مشخصات سفره‌های آب زیرزمینی مشترک در حوزه‌ی آبریز هری‌رود ۱۰۲
جدول ۲۲: میزان برداشت سالیانه و تعداد چاه‌ها، چشمه‌ها و کاریزهای حوزه‌ی قره‌قوم ۱۰۳
جدول ۲۳: وضعیت تغییر سطح آب سفره‌ی آب زیرزمینی حوزه‌ی قره‌قوم ۱۰۴
جدول ۲۴: مشخصات بندهای مورد بهره‌برداری، ساخت و مطالعه‌ی حوزه‌ی قره‌قوم در ایران ۱۱۱
جدول ۲۵: مشخصات حوزه‌ی آبریز هری‌رود در سه کشور افغانستان، ایران و ترکمنستان ۱۲۱
جدول ۲۶: مهمترین منازعات بین المللی محیطی بر سر منابع آبی رودخانه ای ۱۲۹

فهرست شکل‌ها

شکل ۰۱-۱: حوزه‌های آبی اصلی و فرعی افغانستان (وزارت انرژی و آب) ۱۲
شکل ۱-۲ :منار تاریخی جام در حاشیه‌ی هری‌رود ۱۳
شکل ۰۱-۳: موقعیت حوزه‌ی هری‌رود در سه کشور افغانستان، ایران و ترکمنستان ۱۴
شکل ۰۱-۴: نقشه رقومی ارتفاعی حوزه‌ی آبریز هری‌رود با ستفاده از DEM 90 متری ۱۵
شکل ۰۱-۵: محدوده رسوبات کواترنری و نئوژن حوزه‌ی آبریز هری‌رود ۱۷
شکل ۰۱-۶: نقشه زمین‌شناسی حوزه‌ی آبریز هری‌رود ۱۸
شکل ۱-۷: ولسوالی‌های واقع در حوزه‌ی آبریز هری‌رود ۲۵
شکل ۰۲-۱: شماتیک کانال‌های هری‌رود پائینی ۳۴
شکل ۰۳-۱: حوزه‌ی آبریز هری‌رود و معاونین آن ۵۰
شکل ۰۳-۲: موقعیت ایستگاه‌های هایدرولوژیکی حوزه‌ی هری‌رود ۵۲
شکل ۰۴-۱: موقعیت بندهای ساخته شده، در حال ساخت و تحت مطالعه‌ی حوزه‌ی هری‌رود افغانستان ۱۰۹
شکل ۰۵-۱: سطح زیر کشت منطقه‌ی سرخس در سال‌های ۱۹۷۳ .....۱۱۸
شکل ۰۵-۲: تصویر ماهوارهای لندست با باند ۲-۳-۱ (۲۰۱۵): توسعه‌ی زراعت در اطراف جامرود و تایباد.....۱۱۹
شکل۶-۱: سیر تاریخی نظریه‌ها و حقوق بین‌المللی حاکم بر استفاده‌های غیرکشتی‌رانی آب‌های مرزی ۱۳۹

فهرست نمودارها

نمودار ۱: وضعیت بارندگی سالیانه در هرات از سال ۱۹۴۱ تا ۲۰۱۱ ..... ۲۲
نمودار ۲: وضعیت بارندگی سالیانه در فیروزکوه از سال ۱۹۶۲ تا ۲۰۱۱ ..... ۲۳
نمودار ۳: اوسط بارندگی دراز مدت ماهانه ایستگاه های هرات و فیروزکوه براساس آمارهای قدیم و جدید ۲۳
نمودار ۴: نسبت دسترسی به آب شرب بهداشتی در ولایت هرات به تفکیک ولسوالی ۳۹
نمودار ۵: - نمایش واحد سرانه‌ی سالانه آب در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۴۰ و مقایسه آنها با شاخص فالکن مارک ۱۹۸۹ ..... ۴۷
نمودار ۶: پراکندگی حفاری چاه‌ها در حوزه‌ی هری‌رود در سال‌های ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۸ ..... ۵۸
نمودار ۷: اوسط ماهانه‌ی دمای هوای ایستگاه‌های هواشناسی مشهد(۶۷ ساله) و تربت جام (۲۵ ساله) ۸۳
نمودار ۸: نمودار میانگین بارندگی ماهانه‌ی بلندمدت شش ایستگاه هواشناسی در سطح حوزه‌ی قره‌قوم ۸۴
نمودار ۹: متوسط بارندگی درازمدت سالانه‌ی ایستگاه‌های منتخب قره‌قوم و مقایسه با میانگین بارندگی سالانه‌ی حوزه ۸۵
نمودار ۱۰: هایدروگراف میانگین ماهانه‌ی ایستگاه‌های کرتیان و اولنگ اسدی ۹۲
نمودار ۱۱: هایدروگراف میانگین سالانه‌ی کشف‌رود ۹۳

پیش‌گفتار

این پژوهش نخستین پژوهش انستیتوت مطالعات استراتژیک افغانستان در زمینه مطالعات آب، دیپلماسی آب و مدیریت آب‌های فرا مرزی افغانستان می باشد. با انجام این پژوهش، انستیتوت در نظر دارد که یک سلسله پژوهش‌های را در زمینه آب‌های فرا مرزی افغانستان انجام دهد.

منابع آبی، دریاها و آب‌های فرا مرزی یکی از پرحاشیه‌ترین و بلکه پرمسئله‌ترین موضوعات در جهان کنونی است. آب مایه‌ی حیات و امروزه از این فراتر رفته و تبدیل به مسئله‌ای سیاسی شده است. انسان‌ها برای بقای خود از آن استفاده می‌کنند و دولت‌ها برای امر توسعه آنرا ابزاری دم‌دست و حیاتی به شمار می‌آورند.

این پژوهش به بررسی هری‌رود، شاه‌رگ آبی هرات می‌پردازد. آب رودخانه‌ی هری‌رود از چندی بدین‌سو سوژه‌ای برای گفتگوهای علمی و سیاسی شده است. هری‌رود یکی از رودخانه‌های افغانستان است که حوزه‌ی درونی آن ۳۵ درصد آب تولید می‌کند؛ اما این حوزه‌ی آبریز پس از گذشتن از افغانستان، به ایران و ترکمنستان سفر می‌کند. آب این حوزه در تاریخ هرات منجر به ظهور و سعود تمدنی وسیع در این شهر شده است. امروزه نیز آب این حوزه برای اینکه بتواند تقلای مردم برای بقا و توسعه را پاسخ‌گو باشد، تبدیل به موضوعی پرحاشیه شده است. بناً این پژوهش با نگاهی به این حوزه به دنبال تولید، کاربری، آینده‌ی این حوزه و مسائل مربوط به حقوق و سیاست آبی آن است.

انجام این پژوهش با مساعی مشترک تعداد زیادی از دوستانی همراه بوده است که هر کدام به نحوی در هرچه غنامندترشدنِ پژوهش به شکل مستقیم و غیر مستقیم تلاش ورزیده‌اند. سپاس‌گزاری ویژه داریم از بانو فهیمه صادقی‌نژاد پژوهش‌گر در حوزه‌ی آب و آقای عبدالبصیر عظیمی که قبول زحمت فرموده و در مرور این پژوهش برای هرچه علمی‌تر شدن آن هم‌یاری کردند. این پژوهش محصول فعالیت علمی پژوهش‌گری است که در انجام آن نقش داشته و بازتاب دهنده‌ی موضع رسمی انستیتوت مطالعات استراتژیک افغانستان نمی‌باشد.

انستیتوت مطالعات استراتژیک افغانستان

۱۳۹۷ خورشیدی

خلاصه‌ی پژوهش

افغانستان کشوری محاط به خشکه است که در منطقه‌ی نیمه‌خشک جهان واقع شده است. ۷۵ درصد این کشور کوهستانی است که منشاء رودخانه‌های مهمی از جمله آمو، کابل، هلمند، مرغاب و هری‌رود نیز می‌باشد. بنابر تقسیم‌بندی وزارت انرژی و آب، افغانستان به پنج حوزه‌ی اصلی آبریز، شامل کابل، آمو، هلمند، شمال و هریرود-مرغاب و ۴۲ حوزه‌ی فرعی تقسیم شده است، که فقط حوزه‌ی آبریز شمال یک حوزه‌ی داخلی تلقی شده و چهار حوزه‌ی دیگر با یک یا چند کشور دیگر مشترک می‌باشد. بر اساس مطالعات سازمان خوراکه و زراعت سازمان ملل متحد در سال ۱۹۹۶ در افغانستان ۸۴ میلیارد متر مکعب آب تولید می‌شده است؛ اما متاسفانه بر اساس داده‌های وزارت انرژی و آب میزان آب تولیدی در کشور در سال ۲۰۱۸ به حدود ۴۹ میلیارد متر مکعب کاهش یافته است.

هری‌رود غربی‌ترین حوزه‌ی آبریز کشور می‌باشد که بین سه کشور افغانستان، ایران، و ترکمنستان مشترک است. این رودخانه از ارتفاعات مرکزی افغانستان سرچشمه گرفته و با گذر از شهرهای فیروزکوه و هرات در نهایت با تشکیل مرز افغانستان و ایران و همچنین ایران و ترکمنستان وارد ترکمنستان می‌گردد و در شنزارهای قره‌قوم ناپدید می‌گردد.

مساحت کل این حوزه تقریبا ۱۱۲۲۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد که ۳۵ درصد در افغانستان، ۴۴ درصد در ایران و ۲۱ درصد آن در ترکمنستان قرار دارد.

جمعیت ساکن در کل حوزه در حدود ۵۴۱۷۰۰۰ نفر است، که ۳۲ درصد در افغانستان، ۶۵ درصد در ایران و سه درصد در ترکمنستان ساکن هستند.

بارندگی حوزه‌ی هری‌رود در افغانستان بین ۱۳۴ تا ۲۶۳ میلی‌متر متغیر و در ایران بطور متوسط ۲۱۸ میلی‌متر گزارش شده است . بیشترین میزان بارندگی در حوزه‌ی هری‌رود افغانستان در ایستگاه هرات در ماه مارچ حدود ۵۸ میلی‌متر و در طرف ایران در ایستگاه مشهد نیز در ماه مارچ حدود ۵۵ میلی‌متر گزارش شده است.

نیازهای آبی منطقه شامل زراعت، شرب، صنعت و محیط زیست نیز با رشد روز افزون جمعیت و تغییر الگوی زندگی افزایش یافته است. بنابر داده‌های نقشه‌ی اصلی حوزه‌ی هری‌رود مجموع نیاز آبی حوزه‌ی

هری‌رود در افغانستان در سال ۲۰۱۵ حدود ۵۶۶۵ میلیون متر مکعب بوده است که تا سال ۲۰۴۵ به ۶۲۷۶ میلیون متر مکعب افزایش خواهد یافت.

زراعت در حوزه‌ی هری‌رود افغانستان شامل ۲۲۵۸۵۲ هکتار زمین آبی و ۲۶۸۱۸۳ هکتار زمین للمی است که اراضی آبی زراعتی، با توجه به پیش بینی نقشه‌ی اصلی تا سال ۲۰۴۵ به ۴۷۷۰۰۰ هکتار خواهد رسید.

آب‌دهی رودخانه‌ی هری‌رود نیز با توجه به مقایسه‌ی هایدروگراف‌های قدیم (۱۹۸۰-۱۹۶۲) و جدید (۲۰۰۹ تاکنون) یازده ایستگاه هایدرومتری نصب شده در حوزه‌ی هری‌رود، کاهش چشم‌گیری یافته است. با توجه به اینکه در فاصله‌ی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۹ به دلیل ناآرامی‌های امنیتی در کشور، انکشافی در بخش زراعت و صنعت منطقه روی نداده است، مهمترین عامل کاهش میزان آب، تغییرات اقلیم می‌باشد و عوامل انسانی نقشی در کاهش آب‌دهی رودخانه نداشته‌اند. بررسی‌های جهانی در مورد وضعیت حوزه‌های آبریز جهان نیز نشان می‌دهد که حوزه‌ی هری‌رود چهارمین حوزه‌ی پرتنش آبی در جهان است. سرانه‌ی سالانه‌ی آب‌های تجدیدپذیر حوزه‌ی هری‌رود-مرغاب حدود ۴۰۷ متر مکعب می‌باشد که با توجه به شاخص‌های جهانی از جمله شاخص فالکن مارک، حوزه‌ی هری‌رود تحت تنش آبی شدید قرار دارد.

آب‌های زیرزمینی منطقه به‌صورت مختصر در سال‌های ۱۹۹۶(FAO)، ۲۰۰۳(Uhl& Taheri)، ۲۰۰۵ (ADB)، و ۲۰۱۴ (Shiladia) مورد بررسی قرار گرفته‌اند. نتایج این مطالعات کلی است و تعداد و مرز سفره‌های آب زیرزمینی منطقه مشخص نشده است. اوهل و طاهری (۲۰۰۳) میزان کل آب‌های زیرزمینی حوزه‌ی هری‌رود را ۶۴۰ میلیون متر مکعب برآورد نموده‌اند. آب‌های زیرزمینی منطقه توسط چاه‌ها(۷۱۳)، چشمه‌ها(۷۲۳) و کاریزها (۲۳۲) در بخش شرب و زراعت استفاده می‌شوند. مقایسه‌ی نتایج آزمایشات کیفی آب‌های زیرزمینی منطقه با استانداردهای جهانی از جمله استانداردهای سازمان صحی جهان نشان می‌دهد که در مجموع در آب‌های زیرزمینی منطقه مشکل کیفی خاصی وجود ندارد و آب‌های منطقه قابل شرب می‌باشند.

مهار و ذخیره‌ی آب‌های سطحی حوزه‌ی هری‌رود افغانستان توسط احداث بندهایی مانند سلما و کبگان از دهه‌ها قبل در نظر گرفته شده بود که متاسفانه به دلیل بروز جنگ‌ها نیمه‌کاره ماندند. پس از سقوط طالبان و روی کار آمدن نظام جدید سیاسی این پروژه‌ها مجدداً شروع شدند. خوشبختانه، تاکنون پروژه‌ی بند سلما به بهره‌برداری رسیده است. هم‌اکنون بند پاشتان در حال ساخت و بندهای کبگان و تیرپل نیز در حال مطالعه می‌باشند.

حوزه‌ی هری‌رود در ایران به نام حوزه قره‌قوم و گاهاً به نام حوزه‌ی آبریز سرخس نامیده می‌شود. چند رودخانه‌ی مهم از جمله کشف‌رود، جام‌رود، و روس‌رود از طرف ایران به هری‌رود مرزی می‌ریزند و تعدادی رودخانه از جمله قره تیکان، چهچهه، درونگر و... مستقیماً وارد ترکمنستان می‌شوند و در آنجا به هری‌رود می‌پیوندند.

زراعت در حوزه‌ی قره‌قوم به صورت آبی و للمی وجود داشته است و همه ساله توسعه نیز یافته است. هم‌اکنون بیش از ۳۱۴۰۰۰ هکتار زمین زراعتی در این حوزه وجود دارد.

آب‌های سطحی حوزه‌ی قره‌قوم توسط ۴۵ ایستگاه هایدرومتری نصب شده بر روی رودخانه‌های حوزه اندازه‌گیر ی می‌شود. میانگین بلند مدت تولید آب در حوزه‌ی قره‌قوم ۳۰۷۲ میلیون متر مکعب و در سال آبی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ حدود ۱۴۳۴ میلیون متر مکعب گزارش شده است. بر اساس شاخص فالکن مارک سرانه‌ی آب هر نفر تا سال ۱۴۰۴ در حوزه‌ی قره‌قوم ۸۶۱/۷ متر مکعب خواهد بود.

آب‌های زیرزمینی حوزه‌ی قره‌قوم در ۱۱ سفره‌ی آب زیرزمینی کوچک و بزرگ ذخیره شده‌اند که بزرگترین آنها مربوط به دشت مشهد می‌باشد. در مجموع ۲۴۵۳ میلیون متر مکعب از آب‌های زیرزمینی حوزه‌ی قره‌قوم توسط ۴۶۳۷ حلقه چاه نیمه‌عمیق، ۵۹۸۷ حلقه چاه عمیق، ۲۷۸۰ چشمه و ۲۰۶۳ رشته کاریز در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۰ برداشت شده است. از این مقدار ۸۲/۷ درصد به مصرف زراعت، ۱۳/۷ درصد به مصرف صنعت و فقط ۳/۶ درصد آن به مصرف شرب رسیده است. برداشت بیش از حد از آب‌های زیرزمینی، باعث شده است که سالیانه سطح آب‌های زیرزمینی منطقه بیش از یک متر افت نماید.

سفره‌های آب زیررزمینی مشترک بین افغانستان و ایران شامل سفره‌ی آب زیرزمینی آق‌دربند (۱۷۰ Km^2)، فریمان- تربت جام (۲۸۰۲ Km^2)، تایباد (۱۱۵۹ Km^2)، و کرات (۴۱۱ Km^2) می‌شود. همچنین سفره‌ی آب زیرزمینی جنت‌آباد-صالح‌آباد (۳۹۶ Km^2) بین سه کشور افغانستان، ایران، و ترکمنستان مشترک می‌باشد.

مهار آب‌های سطحی حوزه‌ی قره‌قوم نیز توسط احداث بندهای متعدد توسط ایران انجام شده است. حدود ۴۰ بند در حوزه‌ی قره‌قوم در حال بهره‌برداری، ساخت یا مطالعه می‌باشند. همچنین تعداد زیادی پروژه‌های تغذیه‌ی مصنوعی جهت تقویت سفره‌های آب زیرزمینی در سطح حوزه‌ی قره‌قوم اجرا شده است. بند دوستی که بر روی هری‌رود مرزی به‌صورت یک جانبه و بدون اطلاع و موافقت افغانستان (به عنوان تامین کننده‌ی اصلی آب هری‌رود) ساخته شده است، نمونه‌ای از بندهایی است که در حوزه‌ی قره‌قوم ساخته شده است. قابل ذکر است که وزارت‌های آب و برق و خارجه وقت افغانستان اعتراضیه‌ی

شدیدی را در خصوص ساخت یکجانبه‌ی این بند و عواقب آن را از کانال‌های دیپلماتیک به ایران و ترکمنستان رساندند. برنامه‌ی گسترده مهار آب‌های قره‌قوم باعث شده است که تقریباً آبی از طرف ایران به هری‌رود مرزی نرسد و همه نگاه‌ها متوجه افغانستان گردد. در حالی‌که به هیچ وجه نباید از سهم ایران در تامین آب هری‌رود مرزی غافل بود. با توجه به اینکه وسعت زیادی از حوزه‌ی هری‌رود در ایران می‌باشد، این کشور نیز باید در تامین آب هری‌رود مرزی که منطقه‌ی سرخس و در نهایت ترکمنستان از آن استفاده می‌نمایند، سهم داشته باشد.

مطالعات تاریخی نشان می‌دهند که مهمترین مصرف کننده‌ی آب هری‌رود از گذشته‌های دور منطقه هرات بوده است و فقط اگر در زمان سیلاب‌ها آب اضافه‌ای وجود می‌داشت، به مناطق پایین‌دست به-خصوص سرخس و ترکمنستان نیز می‌رسید. به همین جهت زراعت در مناطق پایین‌دست هرات بیشتر به‌صورت للمی بوده است. ساکنین هرات از گذشته‌ها، جهت مصرف آب هری‌رود، شبکه‌ی گسترده‌ای از کانال‌های قدیمی آبیاری مشهور به بلوکات هرات را ساخته‌اند که هنوز هم مورد استفاده قرار می‌گیرند.

نیاز به توسعه در همه کشورها وجود دارد و افغانستان هم از این امر مستثنی نیست. آب پایه و اساس توسعه در کشورهایی با زیربنای زراعتی مانند افغانستان می‌باشد. در حوزه‌ی هری‌رود ،پتانسیل‌های بالقوه-ی بسیاری جهت توسعه در بخش‌های زراعت و صنعت وجود دارد. در صورت وجود عزم جدی جهت تبدیل پتانسیل‌های بالقوه به بالفعل، نیاز آبی منطقه نیز افزایش خواهد یافت و می‌توان گفت که نه‌تنها هیچ آب مازادی در هری‌رود وجود نخواهد داشت، بلکه حوزه با کمبود آب هم مواجه خواهد شد. در این‌صورت حتی افغانستان باید به فکر انتقال آب بین حوزه‌ای جهت برطرف کردن کمبود آب حوزه‌ی هری‌رود باشد.

۲۸۶ حوزه‌ی آبریز مشترک در جهان وجود دارد که نحوه‌ی برداشت آب از آنها، باعث بروز منازعاتی بین کشورهای مختلف شده است. عموماً کشورها تلاش می‌کنند با مذاکرات دو یا چند جانبه منازعات آبی بین خود را حل نمایند و به توافقات مشترکی برسند. تقاضای روزافزون آب باعث ورود آب به بحث‌های امنیتی تعدادی از کشورها به‌خصوص کشورهای واقع در منطقه‌ی خشک و نیمه‌خشک جهان شده است. لذا کشورها تلاش می‌کنند در مذاکرات آب، از عوامل دیگری مانند اعطای بعضی از مشوق‌ها یا استفاده از زبان تهدید جهت دریافت امتیازات آبی استفاده نمایند. جهت حل و فصل منازعات آبی در سطح منطقه‌ای کمیسیون‌ها و قواعد متعدی نیز به‌وجود آمده است که البته هیچ کدام از آنها الزام‌آور نبوده و کشورها می‌توانند به میل خود به هر یک از آنها بپیوندند. از جمله مشهورترین آنها می‌توان به قواعد هلسینکی (۱۹۶۶)، کنوانسیون هلسینکی (۱۹۹۲)، کنوانسیون سازمان ملل در استفاده غیرکشتیرانی از آبراهه‌های بین‌المللی (۱۹۹۷)، و قواعد منابع آب برلین (۲۰۰۴) اشاره نمود.

استفاده‌ی معقولانه و منصفانه از آب‌های حوزه یکی از اصولی است که قواعد و کمیسیون‌های بین-المللی بیشترین تاکید را بر رعایت آن دارند. افغانستان نیز در حوزه‌ی هری‌رود، می‌تواند با تکیه بر این اصل به حقوق تضییع شده خود برسد. چراکه افغانستان در دهه‌های قبل به دلایل مختلف داخلی نتوانسته همپای کشورهای دیگر حوزه انکشاف نماید. با توجه به این اصل افغانستان نیز حق دارد که با استفاده از پتانسیل‌های موجود و استفاده‌ی تاریخی که از هری‌رود انجام می‌داده است، حوزه‌ی هری‌رود خود را حداقل همپای کشورهای دیگر رشد دهد. چراکه به هیچ عنوان منصفانه و معقولانه نیست که ساکنین مناطق بالادست(که بیشترین حجم آب در آنجا تولید می‌شود) حتی به آب آشامیدنی سالم و غذای کافی دسترسی نداشته باشند و در پایین‌دست به کشت محصولات آب‌بری مانند خربزه، تربوز، لبلبو، پسته و پخته مشغول باشند و با افتخار آنها را به نقاط دیگر جهان نیز صادر کنند. به هیچ عنوان معقولانه و منصفانه نیست که به علت کمبود امکانات و نبود ساختمان‌های کنترل آب، همه‌ساله زندگی تعداد زیادی از ساکنین مناطق بالادست توسط سرمای طاقت فرسای زمستان و سیلاب‌های بهاری، تهدید گردد؛ اما آنها اجازه‌ی احداث پروژه‌های مهار آب و سیلاب را نداشته باشند، چراکه کشورهای پایین‌دست با ساخت آب نماها، دریاچه‌های مصنوعی، و مصارف بی‌جای دیگر، آب را به صورت غیر معقولانه هدر می‌دهند.

مذاکرات هایدروپلتیک مجموعه‌ای از بحث‌های سیاسی و تخصصی را در بر می‌گیرد. به همین دلیل مذاکره کنندگان باید با اصول منابع آب و سیاست آشنایی خوبی داشته باشند. افغانستان جهت احقاق حق خود در حوزه‌ی هری‌رود و سایر حوزه‌های مشترک آبی، نیاز به تربیت تیم‌های متخصص جهت انجام مذاکرات رو در رو با کشورهای دیگر حوزه و ساخت زیربناهای اولیه‌ی کنترل آب دارد. علاوه بر آن متخصصین هایدروپلتیک کشور، در هر حوزه‌ی آبی باید فعالیت‌های آبی دیگر کشورهای حوزه را نیز به دقت زیر نظر داشته باشند، تا علاوه بر بالابردن اطلاعات خود، در موقع مناسب نسبت به فعالیت‌های غیر قانونی احتمالی آن کشورها نیز واکنش مناسب دیپلماتیک را نشان دهند.

سخن نخست

آب عنصر حیات‌بخش زمین و بخش جدایی‌ناپذیری از زندگی را تشکیل می‌دهد. هر جایی‌که آب باشد امکان زندگانی و حیات هم وجود دارد. نقش آب در تمام ارکان زندگی بشری نیز کاملاً هویداست، از مسائل سلامت و بهداشت گرفته تا زراعت، صنعت و تولید مواد غذایی. از گذشته‌های دور، دسترسی به آب یکی از مزیت‌های جوامع بشری بوده است. از همین‌روست که بیشتر تمدن‌های بزرگ جهان در کنار رودخانه‌ها و دره‌ها شکل گرفته‌اند. آثار تمدن‌های شکل گرفته در اطراف رودخانه‌های هوانگ هو، سند، سیردریا و آمودریا، دجله و فرات، نیل و ... هنوز پابرجاست و جزیی از تاریخ بشریت محسوب می‌گردند.

بشر از قدیم‌الایام روش‌های مختلفی را جهت استفاده از آب ابداع نموده است. این روش‌ها در مناطقی که دسترسی به آب با محدودیت‌هایی همراه بوده، پیشرفت بیشتری نسبت به سایر مناطق کره‌ی زمین داشته است. از جمله این روش‌ها می‌توان به ساخت بندها و کانال‌ها جهت استفاده از آب‌های سطحی و حفر چاه و کاریز جهت استفاده از آب‌های زیرزمینی اشاره نمود.

به علت جاری بودن آب و تشکیل جوامع مختلف بشری در اطراف یک رودخانه، از گذشته‌های دور بحث-هایی بر سر چگونگی استفاده از آب‌ها به‌وجود آمده است. از این‌رو پیشینیان سیستم‌هایی جهت اداره و مدیریت آب‌های جاری به‌وجود آورده بودند و توسط آنها آب را بین ساکنین اطراف رودخانه‌ها توزیع می‌کردند. هنوز هم این سیستم‌ها در بعضی از نقاط جهان با همان روش‌های قدیمی استفاده شده و منازعات محلی را حل می‌کند. با ایجاد خطوط سیاسی و تاسیس کشورها مشکلات استفاده از آب‌ها بیشتر شد؛ چراکه در اغلب موارد خطوط سیاسی ایجاد شده از خطوط جغرافیای طبیعی پیروی نکرده و تعدادی از حوزه‌های آبریز را بین دو یا چند کشور تقسیم نموده است. پیچیدگی حل منازعات آبی منطقه‌ای و بین‌المللی باعث ایجاد علمی به نام "هایدروپلتیک" شده است که می‌توان آنرا مجموعی از دانش سیاست و منابع آب دانست.

افغانستان مشهور به کشور زراعت و مالداری است و از گذشته‌های دور شغل اکثر ساکنین این منطقه مستقیم یا غیرمستقیم با زراعت و مالداری در ارتباط بوده است. این کشور به دلیل کوهستانی بودن، سرچشمه‌ی رودهای مهمی مانند آمو، کابل، هلند، هریرود و مرغاب می‌باشد. به دلیل مرتفع بودن افغانستان از سطح بحر، بیشتر آب‌های این کشور از دسترس خارج شده و به کشورهای همسایه سرازیر می‌گردد. کمبود بارش در دشت‌ها باعث شده است که رودخانه‌ها نقش اساسی و مهمی را در تامین آب منطقه بر عهده داشته باشند. از همین رو روش‌های استفاده از آب و بروز منازعات آبی از قدیم‌الایام در این منطقه وجود داشته است. پس از ایجاد کشورهایی در منطقه با مرزبندیهای سیاسی جدید، منازعات

آبی از سطح محلی به سطح منطقه‌ای رفته و حل آنها بر عهده دولت‌ها افتاده است. از این‌رو دولت‌ها سعی می‌کنند تا مشکلات آبی خود را با همسایگان از طرق مختلف از جمله مذاکره حل نمایند.

هری‌رود یکی از حوزه‌هایی است که بین سه کشور افغانستان، ایران و ترکمنستان مشترک می‌باشد و از گذشته‌های دور ساکنین منطقه از آن استفاده‌های فراوان می‌نموده‌اند. بزرگترین شبکه‌ی آبیاری اطراف هری‌رود، در هرات با ساخت بلوکات هرات ایجاد شده بود،، که هنوز هم مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیستم منظم آبیاری که مدیریت آن توسط میرآب‌ها طوری تنظیم شده است که هنوز هم می‌تواند ضمن مرفوع ساختن احتیاجات ساکنین، منازعات محلی را نیز حل نماید.

متاسفانه در سال‌های گذشته به دلیل بروز جنگ‌ها و مشکلات پس از آن، افغانستان نتوانست برنامه‌های مورد نظر خود جهت توسعه و بهبود استفاده از آب هری‌رود را به ثمر برساند؛ اما پس از سقوط طالبان و ایجاد اداره و حکومت جدید در کشور، گام‌هایی جهت توسعه‌ی مدیریت و استفاده از آب‌های این حوزه برداشته شده است، که از جمله می‌توان به احداث بند سلما، بازسازی تعداد زیادی از کانال‌های تخریب شده، پلان برای ساخت چند بند دیگر روی هری‌رود و همچنین پلان توسعه‌ی زراعت دشت هرات را نام برد. با طرح این برنامه‌ها، کشورهای پایین دست هریرود که توسعه چشمگیری را در زمان ناآرامی‌های افغانستان در مناطق خود ایجاد نموده‌اند، نگرانی‌های خود را در خصوص احتمال کاهش آب در مناطق خود ابراز نمودند. به عنوان مثال این کشورها بدون اطلاع به افغانستان و علی‌رغم مخالفت صریح افغانستان و خلاف تمام اصول بین‌المللی، بندی با حجم بیش از یک میلیارد متر مکعب را روی هریرود مرزی ساختند و آب آن را هم بین خود تقسیم نمودند. پر واضح است که افغانستان نیز حق دارد حوزه هریرود خود را همپای سایر کشورها رشد و توسعه دهد. ساکنین این منطقه نیز حق دارند تا با استفاده از نعمت هری‌رود وضعیت اقتصادی خود را تغییر دهند و خود را به کاروان توسعه و پیشرفت بشری نزدیک‌تر نمایند.

در پژوهش پیش رو سعی شده است تا وضعیت آبی حوزه‌ی هری‌رود در افغانستان و ایران، تا حد امکان مورد بررسی قرار گیرد. از این‌رو تاکید بیشتر بر افغانستان و ایران شده است، چراکه این دو کشور تامین کننده‌ی آب هری‌رود هستند و ترکمنستان صرفاً مصرف کننده‌ای در پایین دست حوزه به شمار می‌رود. همچنین سعی شده است که اثرات اقدامات هر کشور بر روی حوزه‌ی هری‌رود نیز به بحث گرفته شود.

در این پژوهش ضمن استفاده از منابع معتبر ملی و بین‌المللی و جستجوهای اینترنتی، از تجربیات شخصی چندین ساله‌ی کار تخصصی در ایران و افغانستان نیز سود برده شده است. سعی شده است که خروجی اطلاعات توسط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به شکلی مناسب در پژوهش مورد استفاده قرار گیرد.

با این وجود هیچ‌گاه ادعا نمی‌گردد که این اطلاعات کامل و بدون نقص می‌باشد و پژوهشگر انتظار دارد تا همواره نقایص احتمالی و در صورت امکان اطلاعات کامل‌تری از منطقه، با وی در میان گذاشته شود.

در نهایت پژوهشگر لازم می‌داند تا از وزارت انرژی و آب و به‌خصوص حوزه دریای هری‌رود-مرغاب بخاطر در اختیار قرار دادن معلومات مورد نیاز سپاس‌گزاری نماید.

پژوهشگر سپاس‌گزاری ویژه‌ی خود را از جناب آقای داوود حمیدی متخصص جوان کشور جهت همکاری در تهیه‌ی بعضی از معلومات استفاده شده در این پژوهش ابراز می‌دارد. و همچنان پژوهشگر، از جناب آقای عبدالبصیر عظیمی، معاون سابق وزارت انرژی و آب به دلیل حمایت‌های فنی در بخش آب، ابراز امتنان می‌نماید.

سیدعلی حسینی

جدی ۱۳۹۷

فصل اول

کلیات

درآمد

با وجود اینکه سه چهارم از سطح کره‌ی زمین را آب پوشانده است، اما حدود ۹۷ درصد از این آب‌ها بصورت شور در اقیانوس‌ها و دریاها قرار دارند و عملاً قابل استفاده‌ی مستقیم ساکنین کره زمین نمی‌باشد. از سه درصد باقی‌مانده نیز حدود ۶۹ درصد آن بصورت برف و یخ در قطبین زمین و یخچال‌ها و کوهستان‌ها قرار دارند که از دسترس خارج هستند. از مقدار باقی‌مانده نیز ۳۰ درصد آب‌های زیرزمینی را تشکیل می‌دهند و در نهایت فقط حدود ۰/۳ درصد از آب‌های شیرین کره زمین در رودخانه‌ها و دریاچه‌های آب شیرین قرار دارند و می‌توانند مستقیماً مورد استفاده قرار گیرند (Kibona et al. 2009; Cassardo& Jones 2011; Lui et al. 2011). از گذشته تاکنون، مسئله‌ی تامین آب یکی از مسائل بسیار مهم در توسعه جوامع بشری بوده و می‌باشد. در این بین دسترسی به آب در مناطق خشک و نیمه خشک جهان برای حکومت‌ها از اهمیت بسیار بیشتری نسبت به سایر نقاط کره زمین برخوردار است.

افغانستان کشوری کوهستانی و محاط به خشکی می‌باشد. تقریباً ۷۵ درصد این کشور کوهستانی است. کوهستان‌های مرتفع افغانستان از مناطق مرکزی به طرف شمال شرق کشور کشیده شده است. در حقیقت کوهستان‌های این کشور بصورت مخازن طبیعی بارندگی‌ها را در طی سال بصورت برف و یخ در خود نگه داشته و در فصول گرما با آب شدن تدریجی و جاری شدن در رودخانه‌ها، منابع آب کشور را تشکیل می‌دهند. پنج حوزه‌ی آبریز اصلی به نام‌های حوزه‌ی آبریز کابل، هلمند، آمودریا، شمال و هریرود در کشور وجود دارد که از میان آنها فقط حوزه شمال داخلی و چهار حوزه دیگر با سایر کشورها مشترک می‌باشد.

حوزه‌ی آبریز هریرود مهمترین حوزه‌ی آبریز غرب کشور است، که رودخانه اصلی آن (هریرود) از کوه‌های مرکزی افغانستان سرچشمه گرفته و با جهت شرق به غرب از ولایات غور و هرات عبور می‌نماید. این رود در نهایت مرز بین افغانستان و ایران و سپس مرز ایران و ترکمنستان را تشکیل داده و در نهایت وارد بیابان‌های قره قوم در ترکمنستان می‌گردد. از اینرو حوزه‌ی هریرود بین کشورهای افغانستان، ایران و ترکمنستان مشترک می‌باشد. مساحت کل این حوزه‌ی آبریز ۱۱۲۲۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد که افغانستان ۳۵ درصد، ایران ۴۴ درصد و ترکمنستان ۲۱ درصد آن را تشکیل می‌دهند (Thomas& warner, 2015).

هریرود رودخانه‌ی فصلی است، که زندگی ساکنین منطقه نیز به آن وابسته است. در حقیقت این رودخانه شاهرگ حیات ولایات غور و هرات و منبع اصلی تامین آب شرب و زراعت این مناطق بوده و می‌باشد. فصلی بودن هریرود از یک طرف و کمبود آب بخصوص در فصول مورد نیاز زراعت از طرف دیگر باعث شده است که ساکنین منطقه از دیرباز به فکر تقسیم آب بین مزارع منطقه باشند، تا همه بتوانند به صورت

عادلانه به آب دسترسی داشته باشند. به همین جهت علم تقسیم آب از قدیم‌الایام در این منطقه وجود داشته و افرادی متخصص توزیع آب بوده‌اند که آثار کتبی مانند طریق قسمت قلب، ارشاد الزراعه، و ... نیز از آنها باقی مانده است. هنوز هم تقسیم آب بین بلوکات هرات توسط میراب‌ها که در حقیقت متخصصین تقسیم آب هستند انجام می‌شود و مشکلات و منازعات آبی ساکنین را در سطح محلی حل و فصل می‌کنند.

استفاده از آب هریرود در هرات و غور سابقه‌ای طولانی و تاریخی دارد، بطوری‌که در اسناد تاریخی بارها از بلوکات و کانال‌های آبیاری هرات و همچنین چگونگی تقسیم آب بین آنها یاد شده است. در قرن بیستم نیز حکومت‌های وقت افغانستان به فکر استفاده هرچه موثرتر از آب هریرود بوده‌اند که از شروع احداث بند سلما در سال ۱۹۷۶ و همچنین مطالعات بند کبگان در سال ۱۹۶۵ به عنوان نمونه می‌توان نام برد. متاسفانه به دلیل وقوع کودتاها و بوجود آمدن جنگ‌ها و نابسامانی‌های داخلی نه‌تنها تمام برنامه‌های مدیریت آب متوقف گردید، بلکه به دلیل عدم رسیدگی و حفظ و مراقبت، بسیاری از بناهای آبی موجود نیز از بین رفت یا با کاهش بازدهی مواجه گردید. پس از شکست طالبان و استقرار نظام جدید در کشور، مجدداً طرح‌های مدیریت آب و بازسازی شبکه‌های آبیاری روی دست گرفته شد. به عنوان بزرگترین دست‌آورد این دوران می‌توان عقد قرارداد احداث بند سلما در سال ۱۳۸۶ و افتتاح آن در سال ۱۳۹۵ و آغاز کار مطالعات چندین بند بزرگ دیگر در کشور را ذکر نمود. در این بین نیز تعداد زیادی از کانال‌ها و سربندهای کوچک نیز مجدداً بازسازی و احیا گردیدند. خوشبختانه بند سلما در حوزه‌ی آبریز هریرود قرار داشته و می‌تواند کمک بسیار زیادی به تامین آب پایدار مزارع پایین دست خود نماید. اما با توجه به پتانسیل‌های زیادی که در دشت هرات وجود دارد این بند نمی‌تواند به تنهایی آب مورد نیاز همه مزارع و اراضی موجود را تامین نماید؛ لذا حکومت برنامه‌های دیگری را برای توسعه‌ی زراعت و بالابردن سطح اقتصاد ساکنین منطقه روی دست گرفته است، از جمله‌ی این برنامه‌ها می‌توان به شروع کار بند پاشتان، آغاز مجدد مطالعات بند کبگان و همچنین مطالعات بند تیرپل اشاره نمود.

ایران یکی دیگر از کشورهای حوزه‌ی هریرود است که حدود ۴۴ درصد حوزه در آن قرار دارد. حوزه‌ی هریرود در ایران به نام حوزه‌ی قره قوم و در بعضی اوقات حوزه‌ی سرخس شناخته می‌شود. از آنجاکه بخش زیادی از حوزه از نظر مساحت در این کشور قرار دارد، مدیریت و بهره‌برداری منابع آب در این کشور تاثیز بسزایی در میزان آب هریرود مرزی دارد. برنامه‌های انکشافی ایران در بخش زراعت، صنایع و همچنین افزایش جمعیت در حوزه‌ی قره قوم، بخصوص در شهر مشهد، باعث بالارفتن نیاز آبی منطقه و در نتیجه فشار بیش از حد بر منابع آبی سطحی و زیرزمینی شده است. بطوری‌که بیلانس آب‌های زیرزمینی در

بیشتر دشت‌های حوزه‌ی قره قوم منفی شده است. همچنین برای مهار آب‌های سطحی نیز تعداد زیادی بند بر روی رودخانه‌های منتهی به هریرود مرزی و یا رودخانه‌هایی که مستقیم از حوزه‌ی قره قوم وارد ترکمنستان می‌شوند ساخته شده است، که باید اثرات این بندها و انکشافات زراعتی بر روی کل حوزه مطالعه گردد.

انتهای حوزه‌ی هری‌رود به دشت‌های قره‌قوم در کشور ترکمنستان می‌رسد. ترکمنستان کشوری با آب و هوای گرم و خشک می‌باشد که دمای هوا در تابستان به ۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و در کویر قره‌قوم تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد نیز می‌رسد. متوسط بارندگی در این کشور حدود ۸۰ میلی‌متر در نقاط کویری و ۳۰۰ میلی‌متر در نقاط کوهستانی است (زرقانی، لطفی، ۱۳۹۰). ترکمنستان از نظر داشتن رودهای داخلی در محدودیت شدید به سر می‌برد و رودهای مهم جاری در این کشور از کشورهای همسایه سرچشمه می-گیرند. رودهایی مانند آمودریا، مرغاب و هریرود که تمام یا قسمت‌های مهمی از آنها از افغانستان سرچشمه می‌گیرند از منابع مهم آبی این کشور تلقی می‌گردد. بطور کل می‌توان گفت، وابستگی ترکمنستان به آب‌های افغانستان بیش از سایر کشورها است. این نکته می‌تواند زمینه‌ساز همکاری‌های فراوانی بین افغانستان و ترکمنستان گردد.

اساساً وجود منابع آبی مشترک مرزی به عنوان یک منبع اقتصادی، عامل مهمی در اختلافات مرزی کشورها به حساب می‌آید (زرقانی، لطفی، ۱۳۹۰). بروز اختلافات بر سر مسائل آبی سابقه‌ای کهن در جهان دارد و هم اکنون نیز حدود ۵۰ کشور جهان در چنین وضعیتی قرار دارند (Hamner, 1997). کارشناسان معتقداند که چهار عامل جغرافیایی شامل آلودگی و تحلیل منابع، کمبود یا کم آبی، توزیع ناعادلانه و سهمیه‌بندی نامناسب و بلاهای طبیعی یا حوادث انسانی به طور بالقوه می‌توانند سبب منازعات آبی گردند (Spectorr, 2001). به همین دلیل در سطح بین‌المللی کوشش‌های فراوانی صورت گرفته است تا با فرمول‌بندی وضعیت منابع آبی مرزی، اجماعی بین کشورهای درگیر در این منازعات بوجود آید تا احتمال بروز درگیری‌های فیزیکی به کمترین سطح خود برسد. حاصل این تلاش‌ها منجر به تدوین قواعد هلسینکی (۱۹۶۶)، کنوانسیون هلسینکی (۱۹۹۲)، کنوانسیون سازمان ملل در مورد استفاده‌های غیر کشتیرانی از آب‌های مرزی (۱۹۹۷) و قواعد برلین (۲۰۰۴) شده است. هر یک از این موارد معایب و مزایای خود را دارند که کشورها قبل از پیوستن به آنها باید تمام جنبه‌های آن را دقیقاً مورد مطالعه و ارزیابی قرار دهند. نکته‌ی مشترک در بین تمام این قواعد و کنوانسیون‌ها اصرار بر اصل استفاده‌ی منصفانه و معقولانه و همچنین عدم آسیب‌رسانی به پایین دست می‌باشد. نکته‌ی قابل توجه اینکه پیوستن به این کنوانسیون‌ها و قواعد برای کشورهای جهان الزامی نیست ولی کشورهایی که توسعه‌ی منابع آب آنها به کمک‌های

خارجی وابسته است، بدون پیوستن به آنها، امکان برخورداری از این کمک‌ها برایشان فراهم نمی‌گردد، یا بسیار محدود خواهد بود.

فعالیت‌هایی در خصوص طرح دیدگاه‌ها و استراتژی‌ها در قسمت منابع آب کشور انجام شده است که به عنوان مثال می‌توان از دیدگاه بخش سکتور منابع آب استراتژی انکشاف ملی که در ذیل آمده است یاد نمود:

"دیدگاه سکتور منابع آب عبارت از دسترسی سکتور های رشد اقتصاد ملی کشور به آب مطمئن از جمله فراهم نمودن آب آشامیدنی و معیشتی برای مردم و مهار نمودن آب‌های کشور از طریق انکشاف مدیریت همه جانبه منابع آب به منظور کاهش فقر، ایجاد اشتغال و کاریابی، بهبود سطح زندگی مردم و رفاه همه گانی در افغانستان می‌باشد. اهداف این سکتور عبارت اند از بهبود وضعیت معیشتی نسل‌های کنونی و آینده‌ی افغان بوسیله‌ی فراهم آوری افزایش دسترسی به آب آشامیدنی، مصئونیت غذایی خانواده‌ها، تقویت روند مصئونیت‌ها در برابر تاثیرات خشکسالی‌ها و سیلاب‌ها، انکشاف و اداره پایدار منابع آب به اشتراک استفاده کنندگان آب، حفظ پایدار محیط زیست و کمک به کاهش فقر می‌باشد."
از آنجا که چهار حوزه از پنج حوزه‌ی آبریز اصلی کشور با کشورهای دیگر مشترک می‌باشد ضروری است تا دیدگاه مشخص حکومت در نوع استفاده از آب این حوزه‌ها و تعامل با کشورهای دیگر نیز مشخص گردد تا در پرتو آن ساکنین حوزه‌ها به عنوان استفاده کنندگان اصلی منابع آب هر حوزه بتوانند دسترسی مطمئنی به آب داشته باشند.

در این پژوهش سعی شده است تا نگاهی به وضعیت منابع آب حوزه‌ی هری‌رود، بخصوص در کشورهای افغانستان و ایران به عنوان تولید کنندگان اصلی آب حوزه انداخته شود، تا تصویر روشن‌تری از وضعیت حوزه در ذهن علاقه‌مندان به بحث منابع آب و بخصوص علاقه‌مندان بحث آب‌های مرزی ایجاد گردد.

وضعیت عمومی

حوزه‌های آبریز افغانستان

افغانستان کشوری محاط به خشکی است. تقریباً ۷۵ درصد این کشور را کوهستان‌ها فرا گرفته است که به دشت‌های هموار منتهی می‌گردند(Worldatlas). تغییرات ارتفاع از سطح بحر در این کشور بین ۴۰۰ تا ۷۴۸۰ متر می‌باشد(فقیری، نگاهی، ۱۳۹۴). به همین دلیل رودخانه‌های زیادی از این ارتفاعات سرچشمه گرفته و با پیوستن به یکدیگر حوزه‌های آبریز متعددی را در کشور تشکیل می‌دهند. بر اساس تقسیم‌بندی وزارت انرژی و آب افغانستان، این کشور به پنج حوزه‌ی اصلی و ۴۲ حوزه‌ی فرعی تقسیم شده است(شکل ۱-۱). قابل ذکر است که تقسیم‌بندی حوزه‌های آبریز و رودخانه‌ای در افغانستان بر اساس شرایط جیومورفولوجیکی حوزه‌های آبریز است و تقسیم‌بندی‌های سیاسی در آن نقشی ندارند. این نکته از مهمترین نقاط قوت این تقسیم‌بندی جهت مطالعات یکپارچه‌ی منابع آب[1] می‌باشد. در ذیل مشخصات حوزه‌های آبریز اصلی کشور به اختصار آمده است.

حوزه‌ی آبریز آمو

این حوزه‌ی آبریز با مساحت ۹۰۶۹۲ کیلومتر مربع، ۱۲۵۰ کیلومتر مرز مشترک افغانستان را با کشورهای تاجیکستان، ازبکستان و ترکمنستان تشکیل می‌دهد. مجموع آب سالانه‌ی این حوزه ۸۲ میلیارد متر مکعب می‌باشد که ۶۱ درصد در تاجیکستان، ۳۰ در صد در افغانستان و ۹ در صد باقی‌مانده در ازبکستان و ترکمنستان تولید می‌گردد(محمودی، ۱۳۹۶، ج۲: ص ۲۹). رودخانه‌های واخان، کوکچه، قندز، اندراب، خنجان، پنجاب و ... از معاونین مهم آمودریا در افغانستان می‌باشند. جمعیت ساکن در این حوزه در سال ۲۰۱۵ حدود ۴/۵ میلیون نفر گزارش شده است(اداره مرکزی احصائیه، ۱۳۹۷). با توجه به تقسیم‌بندی‌های وزارت انرژی و آب، این حوزه به شش حوزه‌ی فرعی پنج بالایی، پنج پایینی، کوکچه، تالقان، کندز بالایی، کندز پایینی، و آموی پایینی تقسیم شده است.

حوزه‌ی آبریز شمال

این حوزه‌ی آبریز تنها حوزه‌ی بسته‌ی کشور بوده که آب‌های آن از کشور خارج نمی‌شود. مساحت این حوزه ۸۷۵۴۶ کیلومتر مربع می‌باشد که با توجه به اندازه‌گیری‌های ایستگاه‌های آب‌سنجی جدید کشور، میزان آب سالانه‌ی آن ۲/۲ میلیارد متر مکعب می‌باشد(محمودی، ۱۳۹۶، ج۲: ص ۳۴۲). جمعیت ساکن

[1]: Integrated Water Resource Management

در این حوزه‌ی آبریز در سال ۲۰۱۵ حدود ۳/۹ میلیون نفر برآورد شده است(اداره مرکزی احصائیه، ۱۳۹۷). این حوزه به پنج حوزه‌ی فرعی شامل بلخ‌آب، خلم، سرپل بالایی، شیرین تگاب، و سرپل پایینی تقسیم شده است.

حوزه‌ی آبریز هری‌رود – مرغاب

این حوزه نیز یکی از حوزه‌های مرزی کشور می‌باشد. مساحت این حوزه‌ی آبریز در داخل کشور ۷۷۶۰۴ کیلومتر مربع بوده، که در سال ۲/۵ میلیارد متر مکعب آب در آن تولید می‌شود(محمودی، ۱۳۹۶، ج۲: ۲۸۹). بر اساس گزارش اداره‌ی مرکزی احصائیه در سال ۲۰۱۵ جمعیت ساکن در این حوزه ۳/۶ میلیون نفر بوده است. این حوزه‌ی آبریز به چهار حوزه‌ی فرعی هری‌رود بالایی، هری‌رود پایینی، کشک و کشن رود، و مرغاب تقسیم شده است. قابل ذکر است که این حوزه‌ی آبریز در حقیقت شامل دو حوزه‌ی آبریز جداگانه هری‌رود و مرغاب می‌باشد. حوزه‌ی هری‌رود بین سه کشور افغانستان، ایران، و ترکمنستان و حوزه‌ی مرغاب بین افغانستان و ترکمنستان مشترک می‌باشند. هیچ‌گونه پیوند هایدرولوجیکی بین این دو حوزه وجود نداشته و این تقسیم‌بندی صرفاً جهت تجمیع مدیریت حوزه‌های این بخش از کشور در یک واحد انجام شده است.

حوزه‌ی آبریز هلمند

این حوزه بزرگترین حوزه‌ی آبریز کشور در تقسیمات وزارت انرژی و آب می‌باشد. مساحت این حوزه ۲۶۲۳۴۱ کیلومتر مربع بوده و میزان آب سالیانه‌ی آن ۸/۴ میلیارد متر مکعب می‌باشد(محمودی، ۱۳۹۶، ج۲: ص ۱۸۹). جمعیت ساکن در این حوزه در سال ۲۰۱۵ حدود ۳/۵ میلیون نفر گزارش شده است(اداره مرکزی احصائیه، ۱۳۹۷). این حوزه‌ی آبریز کشور نیز یک حوزه‌ی مرزی محسوب می‌شود که آب‌های آن در نهایت به دریاچه‌های هامون و گودزره می‌ریزد. بنابر تقسیمات وزارت انرژی و آب این حوزه‌ی آبریز جهت مدیریت هرچه بهتر، به نه حوزه‌ی فرعی شامل هلمند بالایی، هلمند وسطی، هلمند پایینی، ارغنداب، ترنک، ترینکوت، آب ایستاده غزنی، جلگه بالایی، و فراه تقسیم شده است.

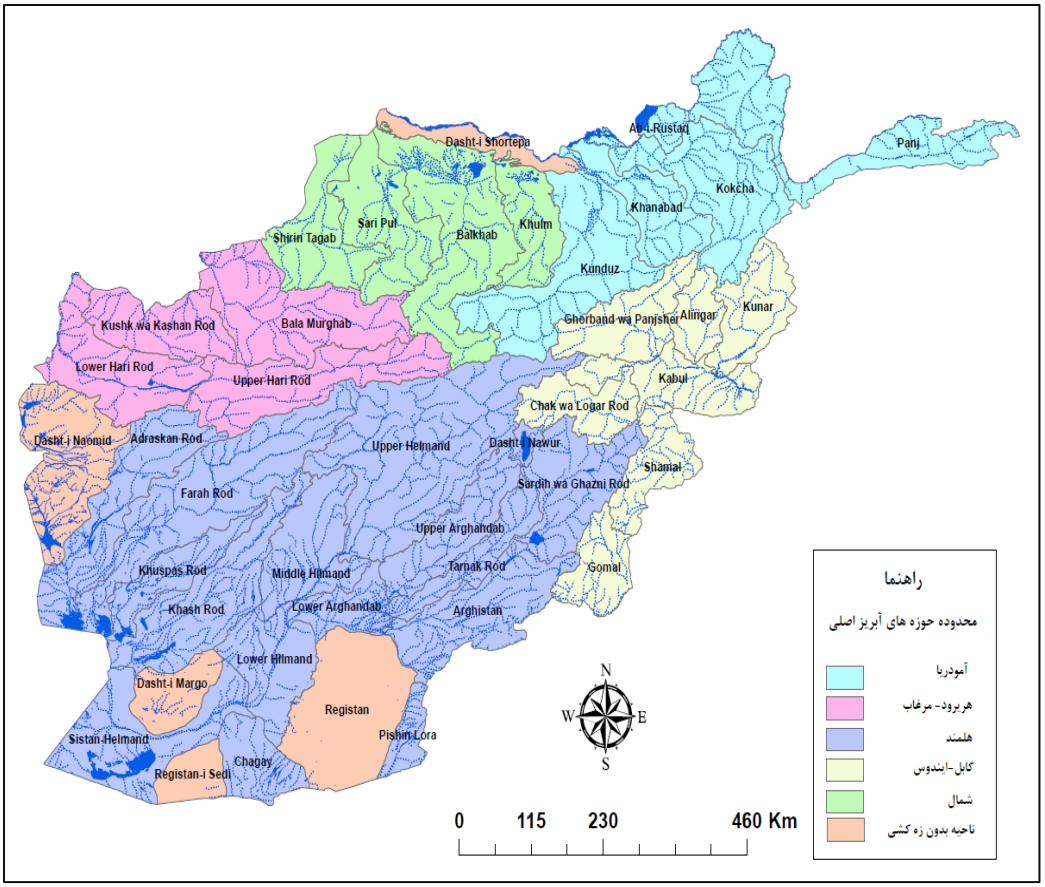
حوزه‌ی آبریز کابل- ایندوس

این حوزه‌ی آبریز در شرق کشور قرار دارد و در حقیقت قسمتی از حوزه‌ی آبریز رودخانه سند می‌باشد و بین افغانستان و پاکستان مشترک است. این حوزه‌ی آبریز در واقع شامل دو قسمت جدا از هم است. یک قسمت شامل حوزه‌ی رودخانه‌های کابل و کنر به مساحت ۵۳۸۳۲ کیلومتر مربع و قسمت دیگر در جنوب

حوزه شامل رودخانه‌های شمل، خرم و گومل می‌باشد که بدون اینکه به رودخانه کابل بپیوندند، مستقیماً وارد پاکستان و حوزه‌ی سند می‌شوند. مساحت این قسمت ۲۳۰۷۵ کیلومتر مربع می‌باشد. حوزه‌ی کابل- ایندوس دومین حوزه‌ی پر آب کشور پس از آمودریا است. حجم آب سالانه‌ی این حوزه ۱۷/۱ میلیارد متر مکعب می‌باشد(محمودی، ۱۳۹۶، ج۲: ص ۱۲۷). این حوزه نیز جهت اداره و مدیریت بهتر به ۱۲ حوزه‌ی فرعی شامل پنجشیر بالایی، پنجشیر پایینی، غوربند، کابل وسطی، میدان، لوگر، لغمان، کابل پایینی ،کنر، پارون، شمل و خرم، و گومل تقسیم شده است. جمعیت ساکن در این حوزه‌ی آبریز حدود ۱۲/۱ میلیون نفر در سال ۲۰۱۵ برآورد شده است(اداره مرکزی احصائیه، ۱۳۹۷).

بر اساس این تقسیمات حوزه‌ی آمودریا ۱۴ درصد از مساحت کشور را تشکیل داده و ۳۸/۵ درصد تولید آب کشور نیز در آن تولید می‌گردد، که بالاترین میزان در کشور است. و حوزه‌ی شمال با برخورداری از ۱۱ درصد مساحت کشور فقط ۲ درصد در تولید آب کشور سهم دارد. حوزه‌های هری‌رود- مرغاب و شمال دارای کمترین سهم تولید آب در کشور اند.

همان‌طور که قبلاً نیز ذکر گردید یکی از محاسن تقسیم‌بندی و نحوه‌ی مدیریت حوزه‌های آبی کشور این است که این تقسیم‌بندی‌ها بدون درنظر گرفتن تقسیمات سیاسی کشور انجام شده است. چرا که مرزهای حوزه‌های آبی با توجه به عوامل طبیعی و جغرافیایی شکل گرفته‌اند؛ اما مرزهای سیاسی تقسیم‌بندی‌های مصنوعی انسانی هستند و هر روز می‌توانند دستخوش تحول گردند. لذا تجمیع مرزهای سیاسی و طبیعی در بحث مدیریت منابع آب باعث بروز مشکلات فراوانی از جمله ایجاد منازعات آبی بین ولایت‌ها و یا ولسوالی‌ها (شهرستان‌ها) می‌گردد. بنابراین جهت جلوگیری از ایجاد این نوع منازعات بهتر است که حوزه‌ها به عنوان مرزهای طبیعی مستقل تقسیم‌بندی گردند. پایه و اساس مدیریت یکپارچه‌ی منابع آب (IWRM) که به‌روزترین نوع مدیریت در منابع آب می‌باشد نیز بر این نوع تقسیم‌بندی تاکید دارد.



شکل ۰۱-۱: حوزه‌های آبی اصلی و فرعی افغانستان (وزارت انرژی و آب)

موقعیت جغرافیایی حوزه‌ی هری‌رود

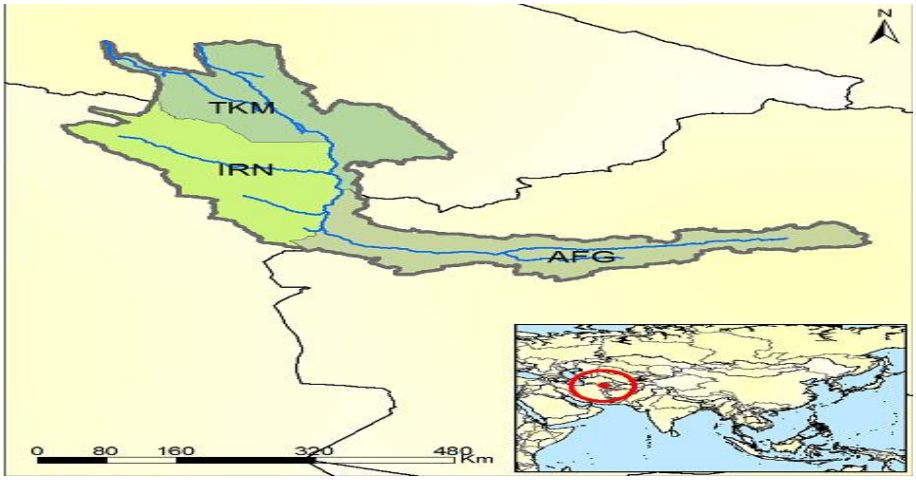
هری‌رود از ارتفاعات مرکزی افغانستان از منطقه‌ای به نام خوک‌کشته از مناطق ولسوالی (شهرستان) لعل و سرجنگل با ارتفاع بین ۳۹۰۰ تا ۴۰۰۰ متر از سطح بحر سرچشمه می‌گیرد. ارتفاعات ذکر شده دقیقاً در جنوب و جنوب غرب منطقه چمن ولسوالی یکاولنگ ولایت بامیان قرار دارد. سرچشمه‌ی اصلی این رودخانه بیشتر آب‌های حاصل از ذوب برف‌های این مناطق می‌باشد. سپس یک رود دیگر (که از ارتفاعات جنوب منطقه "شینی" سرچشمه می‌گیرد) از جنوب به آن پیوسته و هری‌رود را تشکیل می‌دهند. این رودخانه به طرف غرب حرکت نموده و از شهر فیروزکوه (مرکز ولایت غور) و در ادامه از کنار منار تاریخی جام (شکل ۱-۲) عبور می‌کند(حیدرزاده، ۲۰۱۳). مسیر ۳۰۰ کیلومتری هری‌رود تا رسیدن به منطقه‌ی «اوبه»، یک مسیر کوهستانی است و هری‌رود در حقیقت در مسیر گسل بزرگ هری‌رود مسیر خود را در

دل کوهستان‌ها باز نموده است. از منطقه‌ی اوبه دره هری‌رود کم کم شروع به باز شدن می‌کند؛ بطوری‌که در منطقه‌ی هرات عرض دره به بیش از ۲۰ کیلومتر می‌رسد. در منطقه‌ی پشتون زرغون رود کبگان از سمت جنوب و در قسمت شرقی شهر هرات رود کرخ از سمت شمال به هری‌رود می‌پیوندند. هرچند در مسیر هری‌رود رودخانه‌های دیگری هم از شمال و جنوب به آن می‌پیوندند، اما این دو رودخانه را می‌توان مهمترین معاونین هری‌رود در طول مسیر آن دانست. بازشدگی و کم‌شیب‌شدنِ دره در این مناطق، سبب کاهش سرعت آب هری‌رود و در نتیجه رسوب‌گذاری در این مناطق شده است؛ که خاک‌های حاصل‌خیز کشاورزی را به‌وجود آورده است. در غرب افغانستان هری‌رود مهمترین آب‌راهه است که تقریباً زندگی تمامی ساکنین حوزه به آن بستگی دارد و اصولاً فلسفه‌ی ایجاد شهرهای کهنی مانند هرات و فیروزکوه وجود همین رود بوده است.

شکل ۱-۲ :منار تاریخی جام در حاشیه‌ی هری‌رود

مسیر هری‌رود به طرف غرب تا منطقه‌ی تیرپل ادامه داشته و از این منطقه کم کم به سمت شمال غرب منحرف می‌گردد. در نزدیکی مرز جهت جریان کاملاً شمالی می‌شود. این رودخانه تا رسیدن به نقطه مرزی افغانستان و ایران حدود ۵۶۰ کیلومتر مسیر را در دره‌ها و دشت‌ها طی می‌کند. پس از آن تا منطقه دهنه‌ی ذوالفغار به طول حدود ۹۸ کیلومتر مرز افغانستان و ایران را تشکیل داده که رودهای «جام‌رود» و «روس‌رود» از طرف ایران به آن می‌پیوندند. پس از آن هری‌رود بیش از ۱۲۰ کیلومتر مرز آبی ایران و ترکمنستان را تا منطقه‌ی سرخس تشکیل می‌دهد. «کشف‌رود» مهمترین رودخانه‌ای است که در این فاصله از طرف ایران، در منطقه‌ی «پل‌خاتون» به هری‌رود می‌پیوندد. هری‌رود پس از اتصال «کشف‌رود» به نام رودخانه‌ی «تجن» نام‌گذاری شده است. این رودخانه بزرگترین رودخانه‌ی حوزه‌ی هری‌رود ایران (قره‌قوم) نیز می‌باشد. پس از عبور از منطقه‌ی سرخس ایران، هری‌رود وارد ترکمنستان می‌شود. ترکمن‌ها در نزدیکی کانال قره‌قوم(حدود ۱/۵ تا ۳ کیلومتری)، سدی به طول حدود ۶ کیلومتر جهت ذخیره آب هری‌رود ساخته‌اند که آب‌گذر اصلی آن از زیر کانال قره‌قوم عبور کرده و با گذر از شهر تجن در ۴۸

کیلومتری پایین دستِ سد مذکورْ در شنزارهای قره‌قوم جذب می‌گردد(پاپلی یزدی، ۱۳۷۴). طول هری‌رود از ابتدا تا انتها را منابع مختلف بین ۱۱۰۰ تا ۱۳۰۰ کیلومتر ذکر کرده‌اند.



شکل ۰۱-۳: موقعیت حوزه‌ی هری‌رود در سه کشور افغانستان، ایران و ترکمنستان (TWAP, 2015)

همان‌طور که تذکر یافت حوزه‌ی هری‌رود بین سه کشور افغانستان، ایران و ترکمنستان مشترک می‌باشد (شکل ۱-۳). مساحت کل حوزه‌ی هری‌رود در سه کشور تقریبا ۱۱۲۲۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد، که ۳۵ درصد در افغانستان، ۴۴ درصد در ایران و ۲۱ درصد آن در ترکمنستان قرار دارد. جمعیت ساکن در کل حوزه در حدود ۵۴۱۷۰۰۰ نفر می‌باشد که ۳۲ درصد در افغانستان، ۶۵ درصد در ایران و سه درصد در ترکمنستان ساکن هستند(Oregon State University, n.d.) .

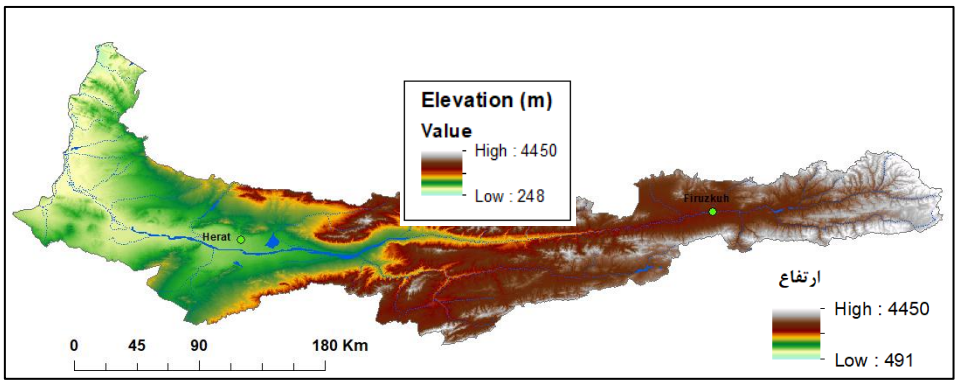
آن‌چنان‌که گفته شد، در تقسیم‌بندی حوزه‌های آبریز کشور دو حوزه‌ی آبریز هری‌رود و مرغاب زیر یک چتر مدیریتی قرار گرفته‌اند. این تقسیم‌بندی شاید به دلیل مدیریت آسان‌تر حوزه‌ها بوده است؛ اما از نظر جیومورفولوجیکی این دو حوزه ارتباطی با هم ندارند و کاملاً جدا از هم می‌باشند. به همین دلیل در این پژوهش تمرکز بیشتر بر روی حوزه‌ی هری‌رود می‌باشد و سعی بر تحلیل اوضاع این حوزه شده است.

جیومورفولوژی

حوزه‌ی هری‌رود بر اساس تقسیمات وزارت انرژی و آب به دو زیرحوزه‌ی: هری‌رود بالایی و هریرود پایینی تقسیم شده است(شکل ۱-۱). مساحت کل حوزه‌ی هری‌رود در افغانستان حدود ۷۶۶۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. بر اساس اطلاعات شکل ۱-۴ بالاترین نقطه این حوزه ۴۴۵۰ متر از سطح بحر و پایین‌ترین آن ۴۹۱ متر از سطح بحر ارتفاع دارد. حوزه‌ی هری‌رود بالایی عمدتاً پرشیب بوده و دشت‌های

کمی در آن قرار دارد؛ اما حوزه‌ی هری‌رود پایینی بیشتر شامل دشت‌های باز و قابل زراعت است که عمده‌ی زراعت منطقه هم در این مناطق انجام می‌شود. هرات مهمترین شهر حوزه هریرود، نیز در این قسمت واقع شده است که نام هری‌رود هم از این شهر گرفته شده است. بطور کلی این حوزه در بالادست تا منطقه‌ی «اوبه» دارای دره‌های تنگ بوده و پرشیب می‌باشد. از منطقه‌ی اوبه تا محل تلاقی هری‌رود با مرز افغانستان و ایران پیوسته به پهنای دشت افزوده شده و ارتفاعات کاهش می‌یابند. بطوری‌که عرض دشت گاهاً بیش از ۲۰ کیلومتر هم می شود. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که در بالادست حوزه به دلیل زیاد بودن شیب توپوگرافی، رسوبات رودخانه‌ای بیشتر درشت‌دانه می‌باشند؛ ولی در پایین‌دست بخصوص از غوریان به بعد به دلیل کاهش زیاد در شیب رودخانه، رسوبات نیز ریزدانه می‌گردند.

در طی مسیر معاونین مهمی از جمله کبگان از جنوب در منطقه پشتون زرغون و کرخ از شمال در شرق هرات به هری‌رود می‌پیوندند. معاونین کوچکتر دیگری هم در مسیر به هری‌رود می‌پیوندند، که بعضاً در فصول بارندگی و زمان سیلاب‌ها، مشکلاتی را برای ساکنین منطقه ایجاد می‌کنند. به عنوان مثال می‌توان از رود «لخشک» که در منطقه‌ای به همین نام با قطع جاده هرات-اسلام قلعه به هری‌رود می‌پیوندد نام برد. این رود در فصول سیلابی باعث سرازیر شدن آب فراوان بر روی جاده می‌گردد، که ضمن به‌وجود آوردن مشکلات جهت عبور و مرور وسایط نقلیه، آسیب زیادی هم به جاده می‌رساند(خبرگزای های آوا، شفقنا، هرات تایمز، ۱۳۹۶).



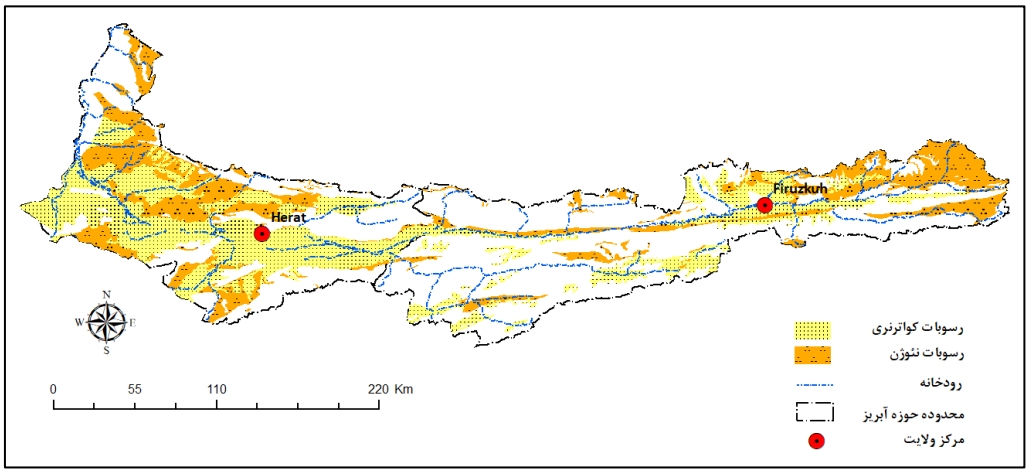
شکل ۰۱-٤: نقشه رقومی ارتفاعی حوزه‌ی آبریز هری‌رود با ستفاده از DEM 90 متری

زمین‌شناسی

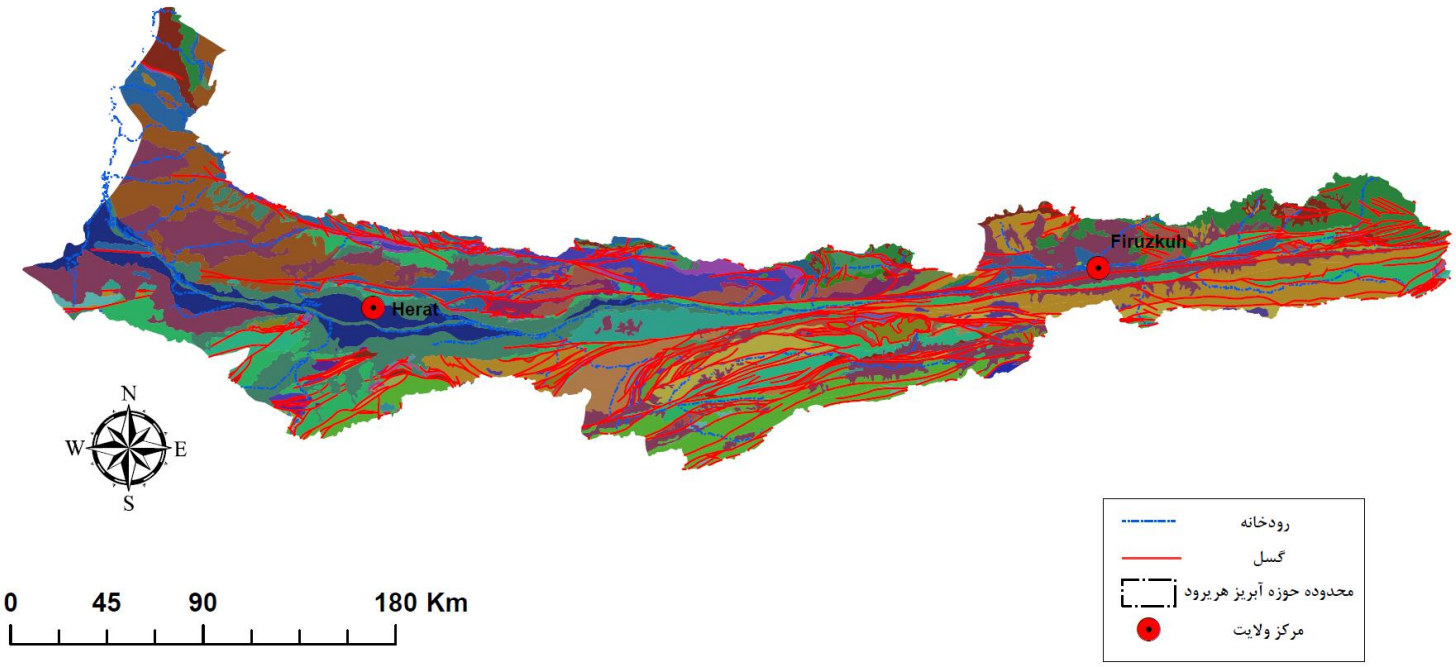
یکی از عوامل مهم و موثر بر کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی هر حوزه، وضعیت زمین‌شناسی و سنگ‌های تشکیل دهنده‌ی آن است. نوع سنگ‌ها و قدرت انحلال آنها در آب، باعث تغییر کیفیت آب‌ها می‌گردد. در بعضی از مناطق آب‌ها با گذر از روی سنگ‌هایی که سریعاً در آب حل می‌گردند، کیفیت خود را به حدی از دست می‌دهند که نه‌تنها دیگر قابل شرب نمی‌باشند، بلکه در زراعت هم نمی‌شود از آنها استفاده نمود. مثال‌هایی همانند انحلال سنگ‌های نمکی در رودخانه‌ها که باعث شور شدن آب آنها می‌گردد، در افغانستان نیز وجود دارد. از جمله می‌توان به رودخانه‌ی نمک‌آب ولایت تخار اشاره نمود(BBC,2018). بنابراین برای درک بهتر از کیفیت آب‌های هر منطقه باید بصورت اجمالی وضعیت زمین‌شناسی منطقه نیز مطالعه گردد. شکل ۱-۵ نقشه زمین‌شناسی حوزه‌ی آبریز هری‌رود را با توجه به نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه شده توسط سازمان زمین‌شناسی امریکا(USGS) در سال ۲۰۰۵ نشان می‌دهد. بررسی‌های نقشه زمین‌شناسی نشان می‌دهد که عمدتاً سنگ‌های ناریه و متحوله مانند گنایس، گرانیت، گابرو، شیست سبز، مرمر، کوارتزیت و... مربوط دوره پروتروزوئیک(Proterozoic) سنگ تهداب (Bed Rock) حوزه‌ی آبریز هری‌رود را تشکیل می‌دهند(ضمیمه یک). بر روی این سنگ‌ها غالباً سنگ‌های رسوبی از دوره کمبرین(Cambrian) تا رسوبات امروزه قرار دارند. البته در این بین سنگ‌های ناریه و متحوله نیز در بین سنگ‌های رسوبی وجود دارد. ترتیب زمانی و نوع سنگ‌های تشکیل‌دهنده‌ی حوزه‌ی آبریز هری‌رود در ضمیمه‌ی یک نشان داده شده است. بررسی سنگ‌های حوزه نشان می‌دهد که در حوزه‌ی هری‌رود سنگ‌هایی که بتوانند سبب تخریب قابل ملاحظه‌ی کیفیت آبها شوند، وجود ندارد.

از آنجا که رسوبات دوره نئوژن (Neogene) و کواترنری (Quaternary)، سفره‌های آب‌های زیرزمینی منطقه را تشکیل می‌دهند، بنابراین نوع، منشاء و پراکندگی این رسوبات در سطح حوزه مهم می‌باشد؛ چراکه آب‌های زیرزمینی در این رسوبات برای مدت‌های طولانی ذخیره می‌گردند و در این مدت این سنگ‌ها در آب حل شده و بر کیفیت آب‌ها تاثیر می‌گذارند. منشاء رسوبات هر منطقه‌ای از سنگ‌های آن حوزه می‌باشد و اگر در حوزه‌ی آبریز سنگ‌های مخربی مانند گچ، نمک و یا سنگ‌های دارای ترکیبات رادیو اکتیو وجود داشته باشد، باید دقت بیشتری در استفاده از آب‌های منطقه داشت. از آنجاکه در حوزه‌ی هری‌رود چنین ترکیبات مخربی در سنگ‌ها وجود ندارد، بنابراین رسوبات دوره‌ی کواترنری و نئوژن منطقه نیز تاثیر مخرب قابل ملاحظه‌ای بر آب‌های زیرزمینی نخواهند داشت. در رسوبات دوره نئوژن منطقه، طبقات حاوی نمک و گچ بصورت محدود وجود دارد که می‌توانند بصورت محدود کیفیت آب را پایین آورند. قابل یادآوری است که در منطقه، معمولاً آب‌های زیرزمینی از طبقات کواترنری برداشت می‌گردند؛ زیرا طبقات نئوژن حالت سنگی داشته و باید با ماشین‌آلات حفاری قوی در آنها حفاری نمود. رسوبات

نئوژن شامل چین خوردگی‌های ملایمی از مارن‌ها(Marls) یا گل‌سنگ‌ها (Mudstones) همراه با ماسه‌سنگ‌ها و کنگلومراها می‌باشند. چنین برداشت می‌شود که این طبقات زمین‌شناسی مرزهای تحتانی سفره‌های آب‌های زیرزمینی دره‌ی هری‌رود را تشکیل دهند(Shiladia, 2014). پراکندگی رسوبات کواترنری و نئوژن در سطح حوزه‌ی هری‌رود (شکل ۱-۶) نشان می‌دهد که گسترش رسوبات کواترنری از منطقه‌ی اوبه و پشتون زرغون (جایی که دره هری‌رود شروع به باز شدن می‌کند) شروع شده و به طرف پایین دست گسترش می‌یابند. همچنین بیرون زدگی رسوبات نئوژن عمدتاً در بالادست حوزه (مناطقی از لعل و سرجنگل) و همچنین قسمت شمالی پایین دست حوزه در محدوده‌های غربی غوریان، کوهسان و گلران به چشم می‌خورند. هری‌رود، در منطقه تیرپل، طبقات مارن، ماسه سنگ و کنگلومراهای نئوژن را قطع می‌کند و رخنمون آنها مشاهده می‌گردد(Shiladia, 2014).



شکل ۱-۵: محدوده رسوبات کواترنری و نئوژن حوزه‌ی آبریز هری‌رود با اقتباس از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ کشور (USGS, 2005)



شکل ۰۱-٦: نقشه زمین‌شناسی حوزه‌ی آبریز هری‌رود (اقتباس از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ کشور) USGS, 2005

Legend of Geological Map

ROCKS

- Acid and mafic volcanic rocks, sandstone, shale, siltstone
- Andesitic basalt, basalt, trachyte, dacite, rhyolite, ignimbrite, tuff, conglomerate, sandstone, siltstone, limestone
- Brown clay, siltstone, sandstone, conglomerate, limestone
- Clay, shale, siltstone, sandstone, limestone, marl, gypsum, conglomerate (North Afghanistan - Katavaz Basin); sandstone, siltstone, conglomerate and gravelstone, acid and mafic volcanic rocks (Gerirud Basin)
- Conglomerate, sandstone, siltstone, clay, limestone, gypsum (North Afghanistan); limestone, marl, sandstone, siltstone (Farakhrud Basin - Tithonian)
- Diabase, Diorite
- Diorite porphyry, Granodiorite porphyry, Monzonite porphyry, Syenite porphyry, Nepheline syenite
- Dunite, Peridotite, Serpentinite
- Gabbro, Metadiabase, Amphibolite, Diorite, Plagiogranite
- Gneiss-granite, Granite, Plagiogranite
- Granite, Granite porphyry, Granodiorite, Quartz syenite, Granosyenite
- Granodiorite, Granite
- Granodiorite, Granosyenite, Granophyre, Granite
- Gray conglomerate, gravelstone, sandstone, siltstone, clay, limestone, marl, gypsum, salt, acid and mafic volcanic rocks
- Greenschist, gneiss, quartzite, marble, amphibolite
- Greenschist, metaterrigenous rocks, marble, dolomite, metavolcanic rocks
- Limestone, dolomite, conglomerate, chert, marl (Middle Afghanistan); limestone, sandstone, shale, conglomerate, chert, mafic volcanic rocks (Khashrud Tectonic Zone); limestone, dolomite (Kishmaran Tectonic Zone)
- Limestone, dolomite, marl (Gelmend-Argandab Uplift); variegated sandstone, gravelstone, conglomerate, chert, acid and mafic volcanic rocks (North Afghanistan)
- Limestone, dolomite, marl, conglomerate, sandstone, siltstone, shale, bauxite and bauxite-bearing rocks
- Limestone, dolomite, marl, schist
- Limestone, dolomite, sandstone, siltstone

Legend of Geological Map

ROCKS

- Limestone, marl
- Limestone, marl, dolomite, sandstone, clay, siltstone, gypsum, conglomerate
- Limestone, marl, sandstone, conglomerate
- Limestone, schist, sandstone, conglomerate, siltstone, mafic volcanic rocks
- Limestone, shale, sandstone, mudstone, conglomerate
- Mica, biotite, biotite-amphibole, and garnet-biotite gneiss, plagiogneiss, migmatite, quartzite, marble, amphibolite
- Red sandstone, conglomerate, siltstone, gypsum, clay
- Redstone and variegated sandstone, siltstone, mudstone, conglomerate, gravelstone (NW Afghanistan); limestone, dolomite, sandstone, siltstone, shale, phyllite, mafic volcanic rocks, bauxite and bauxite-bearing rocks (Middle Afghanistan: Zuri and Kis
- Redstone, clay, acid and mafic volcanic rocks, limestone, marl; olivine basalt, trachybasalt, andesitic basalt (Taivara Group)
- Rhyodacite
- Rhyolite, Dacite
- Sandstone, siltstone, clay, conglomerate, coal (North Afghanistan); limestone, marl, sandstone, shale, siltstone (Middle Afghanistan); sandstone, shale, siltstone, acid volcanic rocks (Kishmaran Tectonic Zone)
- Sandstone, siltstone, clay, conglomerate, limestone, marl, acid and mafic volcanic rocks
- Sandstone, siltstone, clay, limestone, marl, conglomerate, gypsum (North Afghanistan); limestone (Middle Afghanistan); redstone, siltstone, conglomerate (Khashrud Tectonic Zone)
- Sandstone, siltstone, limestone, dolomite, mafic volcanic rocks
- Sandstone, siltstone, limestone, marl
- Sandstone, siltstone, mudstone, carbonaceous shale, limestone, marl, conglomerate, acid and mafic volcanic rocks (North Afghanistan); limestone, dolomite, marl (Kabul Massif and Kunar Tectonic Zone)
- Sandstone, siltstone, shale (Lagar and Argandab Tectonic Zones); limestone, sandstone, siltstone, shale (Middle Afghanistan); shale, sandstone, chert (North Afghanistan)
- Sandstone, siltstone, shale, mafic volcanic rocks
- Shale, siltstone, sandstone, conglomerate, chert, limestone, greenstone, acid and mafic volcanic rocks
- Shingly and detrital sediments, gravel, sand, clay, clay sand, loam, loess, travertine
- Shingly and detrital sediments, gravel, sand, clay, clay sand, loam, loess, travertine; trachybasalt, leucite basanite (Sarlog Group); andesitic basalt, olivine basalt (Asparan Group)
- Shingly and detrital sediments, gravel, sand, clay, clay sand, loess, travertine
- Siltstone, sandstone, shale, conglomerate

آب و هوا

افغانستان در منطقه‌ی نیمه‌خشک زمین قرار گرفته است. درجه‌ی حرارت در این کشور از ۱۰- درجه سانتی‌گراد در زمستان تا ۳۴ درجه سانتی‌گراد در تابستان متغیر است (Harirud Morghab River Basin,2017). متوسط بارندگی در سطح کشور ۳۲۷ میلی‌متر در سال می‌باشد (World Data Atlas). بیشترین میزان بارندگی در ارتفاعات مرکزی و شمال شرقی کشور و کمترین آن در جنوب غربی کشور می‌باشد. توزیع بارندگی در سطح کشور نشان می‌دهد که بیشتر از ۵۰ درصد کشور کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر بارندگی دارند. حدود ۵۰ درصد بارندگی‌ها هم در زمستان، اغلب بصورت برف در ارتفاعات رخ می‌دهد و بیشتر از ۳۰ درصد بارندگی‌ها هم در بهار انجام می‌شود (Harirud Morghab River Basin,2017). بنابراین آب روانِ حاصل از ذوب برف‌ها در بهار و تابستان را می‌توان رگ حیات زراعت در افغانستان نامید. در حقیقت کوهستان‌های مرتفع کشور به عنوان ذخیره‌های آب طبیعی برای فصول گرما عمل می‌کنند و آب را بصورت برف و یخ در خود نگه داشته و در فصول گرما با ذوب آنها، آب در رودخانه‌ها جاری شده و در دسترس ساکنین منطقه قرار می‌گیرد.

در سال ۲۰۰۳ میزان بارندگی در سطح حوزه‌ی هری‌رود بین ۱۵۰ تا ۳۵۰ میلی‌متر در سال متغیر بوده است(Uhl& Tahiri, 2003) اما مطالعات ماستر پلان حوزه‌ی هری‌رود در سال ۲۰۱۴ میزان بارندگی سطح حوزه را بین ۱۳۴ تا ۲۶۳ میلی‌متر در سال نشان داده است(MEW, 2014)، که نشان دهنده‌ی کاهش بارندگی در منطقه از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۴ می‌باشد.

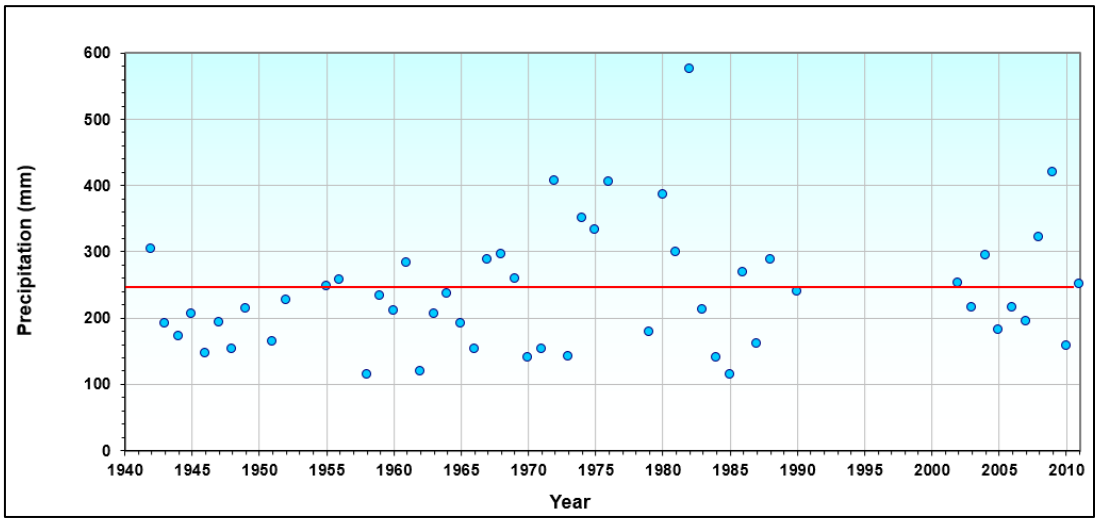
بطور کلی میزان بارندگی در غرب کشور از اوسط بارندگی کل کشور کمتر می‌باشد. طبق آمار موجود از سال ۱۹۴۱ تا ۱۹۸۸ و از سال ۲۰۰۱ تا سال ۲۰۱۱، متوسط بارندگی سالیانه در هرات ۲۴۸ میلی‌متر می‌باشد(نمودار ۱-۱). بنابراین منطقه‌ی هرات نسبت به اوسط کل کشور دارای بارندگی کمتری بوده و وابستگی شدیدی به آب‌های جاری منطقه دارد. همچنین بارندگی ولایت غور نیز از اوسط کشور پایین‌تر می‌باشد. بر اساس آمار بارندگی ایستگاه فیروزکوه از سال ۱۹۶۹ تا ۲۰۱۱ میزان متوسط بارندگی ۱۷۳ میلی‌متر در سال بوده است(نمودار ۱-۲).

تغییرات درجه حرارت از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۸ نشان می‌دهد که بیشترین درجه حرارت ثبت شده در هرات ۳۷ درجه سانتی‌گراد در سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۸ و کمترین آن ۶- درجه‌ی سانتی‌گراد در سال ۲۰۱۴ می‌باشد(جدول ۱-۱) (World Weather Online). بررسی این جدول نشان می‌دهد که دمای هوای هرات بطور کلی از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۸ گرم‌تر شده است. بطوری‌که از سال ۲۰۱۵ تاکنون هیچگاه دمای زیر صفر ثبت نشده است. بیشترین میزان تبخیر در شهر هرات (که معرف حوزه‌ی هری‌رود پایینی

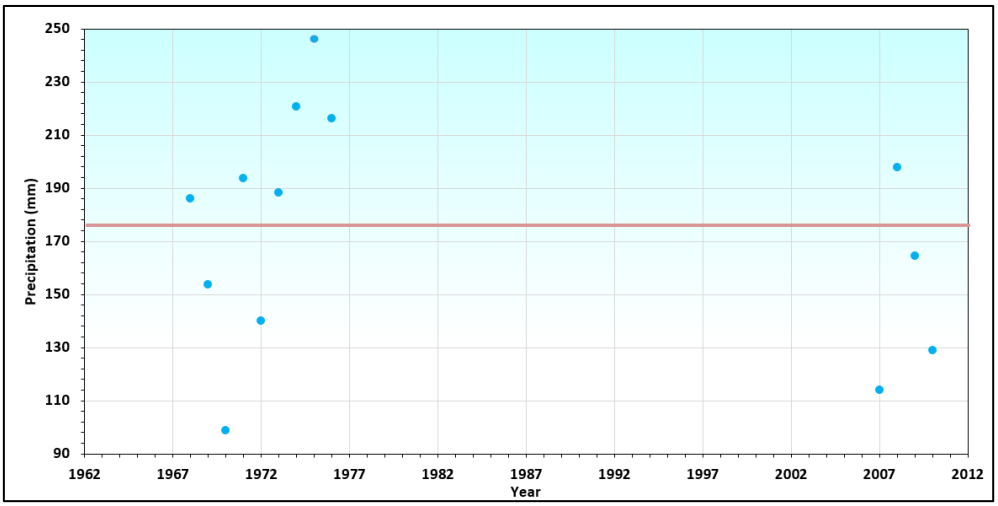
می‌باشد) در ماه جولای بیش از ۲۴۰ میلی‌متر و در ایستگاه فیروزکوه نیز در ماه جولای حدود ۲۰۰ میلی‌متر گزارش شده است(Shiladia, 2014). بارندگی‌های حوزه‌ی هری‌رود بین ماه‌های اکتوبر تا جون سال آینده اتفاق می‌افتد و در ماه‌های جولای، اگوست و سپتمبر در منطقه بارندگی به وقوع نمی‌پیوندد (نمودار ۱-۳؛ وزارت انرژی و آب). بر همین اساس بیشترین میزان بارندگی در هرات در ماه مارچ به میزان ۵۸/۴ میلی‌متر و در فیروزکوه در ماه اپریل به میزان ۴۳ میلی‌متر به وقوع پیوسته است.

جدول ۱: بیشترین و کمترین دمای هرات از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۸ به درجه سانتی‌گراد(World Weather Online)

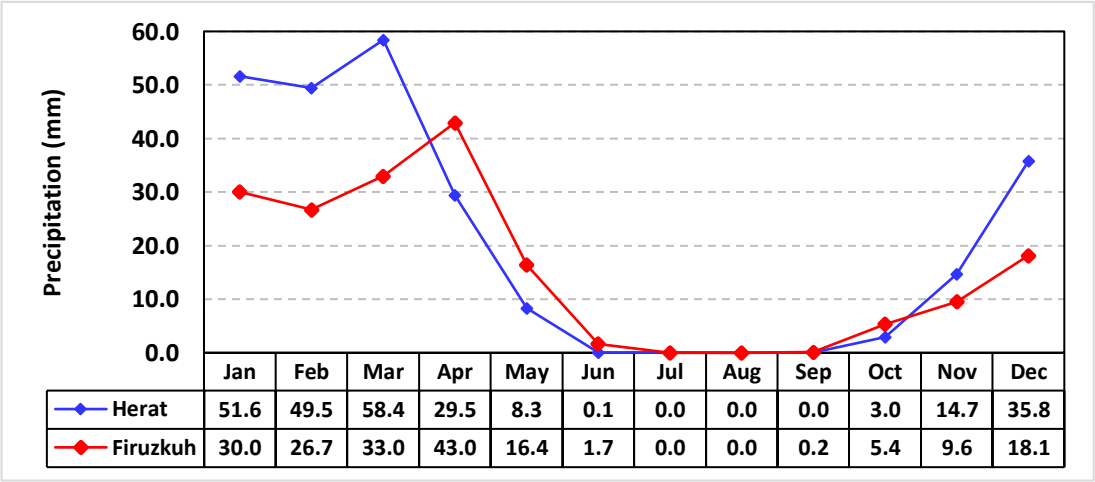
سال	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸
بیشترین (C)	۳۵	۳۵	۳۴	۳۳	۳۴	۳۴	۳۷	۳۷	۳۷	۳۷
کمترین (C)	-۱	۱	-۳	-۳	-۱	-۶	۰	۶	۳	۳



نمودار ۱: وضعیت بارندگی سالیانه در هرات از سال ۱۹٤۱ تا ۲۰۱۱ (وزارت انرژی و آب)



نمودار ۲: وضعیت بارندگی سالیانه در فیروزکوه از سال ۱۹۶۲ تا ۲۰۱۱ (وزارت انرژی و آب)



	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Herat	51.6	49.5	58.4	29.5	8.3	0.1	0.0	0.0	0.0	3.0	14.7	35.8
Firuzkuh	30.0	26.7	33.0	43.0	16.4	1.7	0.0	0.0	0.2	5.4	9.6	18.1

نمودار ۳: اوسط بارندگی دراز مدت ماهانه ایستگاه های هرات و فیروزکوه براساس آمارهای قدیم و جدید (وزارت انرژی و آب)

جمعیت

تمدن‌ها همیشه در کنار سواحل و رودخانه‌های بزرگ شکل گرفته‌اند؛ یکی از دلایل عمده‌ی آن را می‌توان اهمیت دسترسی سهل و آسان به آب دانست. از جمله این تمدن‌ها می‌توان به تمدن‌های بین‌النهرین و ماوراءالنهر اشاره نمود. همچنین تمدن‌هایی در اطراف هری‌رود نیز به‌وجود آمده‌اند که آثار آنها مانند منار جام، ارگ هرات و ده‌ها اثر تاریخی دیگر تاکنون باقی مانده است. هرات مهمترین شهر این حوزه‌ی تمدنی است که گهواره‌ی تمدن منطقه نیز به شمار می‌رود.

از نظر تقسیمات سیاسی، هم‌اکنون قسمت‌های زیادی از دو ولایت غور و هرات در حوزه‌ی هری‌رود قرار دارند، که حدود سه میلیون نفر در آنها ساکن هستند. هرات به عنوان قطب مسکونی غرب کشور از جایگاه ویژه‌ای در کشور برخوردار بوده و همواره یکی از مراکز جذب جمعیت در کشور به شمار می‌رفته است.

ولایت غور

این ولایت از مناطق مرکزی افغانستان شروع و به طرف غرب کشیده شده است و ۸۵ درصد آن را کوهستان‌ها فرا گرفته‌اند. مساحت این ولایت ۳۸۶۰۰ کیلومتر مربع، یعنی ۵/۶ درصد کل خاک کشور می‌باشد. مرکز این ولایت شهر فیروزکوه و از نظر تقسیمات سیاسی به ده ولسوالی تقسیم شده است. چهار ولسوالی لعل و سرجنگل، چغچران، شهرک، و تولک در حوزه‌ی دریایی هری‌رود قرار دارند (شکل ۱-۷). جمعیت این ولایت در سال ۱۳۹۷ در مجموع حدود ۷۳۸۰۰۰ نفر برآورد شده(اداره مرکزی احصائیه، ۱۳۹۷) که به تفکیک ولسوالی در جدول ۱-۲ نشان داده شده است. آمار و بررسی‌های اداره‌ی احصائیه مرکزی در سال ۱۳۹۷ نشان می‌دهد که ۲۰ درصد از جمعیت ولایت در فیروزکوه مرکز این ولایت ساکن هستند و پس از آن به ترتیب ۱۶/۵ درصد در ولسوالی لعل و سرجنگل، ۱۴ درصد در ولسوالی پسابند ساکن هستند. ولسوالی ساغر با داشتن ۵/۱ درصد از جمعیت ولایت کوچکترین واحد اداری این ولایت می‌باشد(اداره مرکزی احصائیه، ۱۳۹۷).

جدول ۲: جمعیت ولایت غور به تفکیک ولسوالی (اداره مرکزی احصائیه، ۱۳۹۷)

نام ولسوالی	چخچران	دولینه	دولتیار	چارصده	پسابند	شهرک	لعل و سرجنگل	تیوره	تولک	ساغر
جمعیت	۱۴۸۲۳۴	۳۹۳۹۲	۳۵۶۷۲	۲۹۸۹۸	۱۰۳۵۵۰	۶۵۳۱۱	۱۲۲۲۸۵	۹۹۸۲۸	۵۶۲۰۲	۳۷۸۵۲

ولایت هرات

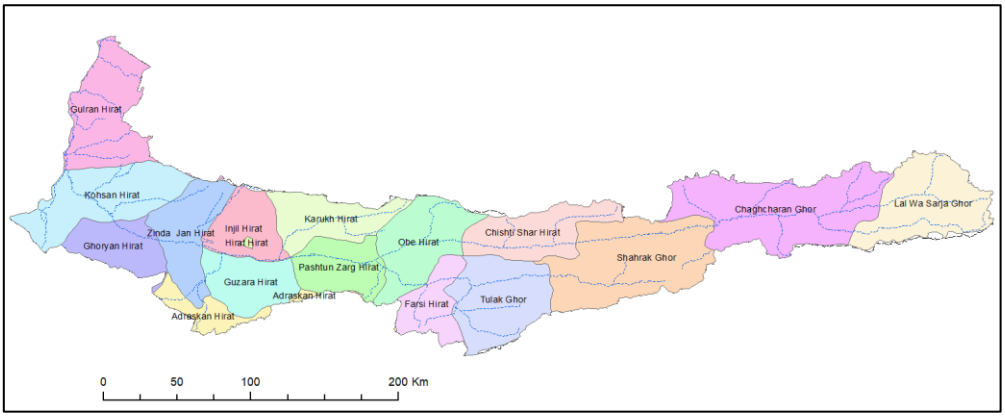
این ولایت مهمترین ولایت واقع در حوزه‌ی آبریز هری‌رود می‌باشد. مساحت این ولایت ۵۴۷۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد، که حدود ۸/۳ درصد کل مساحت کشور می‌باشد. از جمله ۱۶ ولسوالی این ولایت دوازدهِ آن در این حوزه‌ی آبریز قرار دارند (شکل ۱-۷). جمعیت این ولایت در سال ۱۳۹۷ در مجموع حدود ۲۰۵۰۰۰۰ نفر برآورد می‌شود(اداره مرکزی احصائیه، ۱۳۹۷) که به تفکیک ولسوالی در جدول ۱-۳ نشان

داده شده است. حدود ۲۶/۲ درصد از جمعیت این ولایت در مرکز ساکن هستند و پس از ان ۱۳ درصد در ولسوالی انجیل و ۷/۸ درصد در ولسوالی گذره سکونت دارند (اداره مرکزی احصائیه، ۱۳۹۷).

جدول ۳: جمعیت ولایت هرات به تفکیک ولسوالی (اداره مرکزی احصائیه، ۱۳۹۷)

نام ولسوالی	هرات	انجیل	گذره	کرخ	زنده جان	پشتون زرغون	کشک رباط سنگی	گلران	ادرسکن	کشک کهنه
جمعیت	۵۳۸۶۷۳	۲۶۷۰۲۳	۱۶۰۲۶۵	۶۹۹۵۲	۶۲۳۶۳	۱۰۹۴۵۳	۱۳۶۴۹۵	۱۰۲۷۸۰	۵۸۶۳۹	۴۹۹۱۳
نام ولسوالی	غوریان	اوبه	کهسان	شیندند	فارسی	چشت شریف	زیرکوه	پشت کوه	کوه زور	زاول
جمعیت	۹۷۸۹۳	۸۲۸۴۷	۵۹۴۰۹	۴۶۴۲۵	۳۳۴۹۰	۲۵۹۱۹	۵۱۸۸۲	۳۴۵۷۷	۱۲۷۵۹	۴۹۷۵۷

تذکر: ولسوالی‌های زیرکوه، پشت کوه، کوه زور و زاول موقت می‌باشند.



شکل ۱-۷: ولسوالی‌های واقع در حوزه‌ی آبریز هری‌رود (براساس داده‌های AIMS)

فصل دوم

بررسی نیاز آبی حوزه‌ی هری‌رود

مدیریت آبی حوزه‌ی آبریز

در دهه‌های اخیر مسئله‌ی آب به عنوان یک موضوع بسیار مهم در مباحث بین‌المللی جای گرفته است. هرچند هشدار در مورد مسائل آبی ابتدا از محافل علمی به پا خواست؛ اما با مشاهده‌ی مسائل عینی، به جلسات و مذاکرات راهبردی و سیاسی در سطوح ملی و بین‌المللی نیز راه یافت.

افزایش جمعیت در هر حوزه باعث افزایش تقاضای آب می‌گردد؛ لذا باید آب‌های منطقه به نحوی مدیریت و توزیع گردند که ضمن رفع احتیاجات ساکنین منطقه، کمترین عارضه را برای طبیعت و محیط زیست داشته باشد. در قدیم مدیریت و توزیع آب‌ها بر عهده‌ی میراب‌ها بوده است، ولی با توجه به افزایش جمعیت و افزوده شدن سایر مصارف به جز شرب و زراعت، باید سیستم‌های مدیریتی دقیق‌تر و علمی‌تری جایگزین سیستم‌های قدیمی گردد.

از آنجا که مرزهای طبیعی حوزه‌های آبریز با مرزهای سیاسی منطبق نیستند، کارشناسان و متخصصین منابع آب، در روش‌های جدید مدیریت منابع آب، به مدیریت جامع حوزه‌ی آبریز (IWRM) بدون محدودیت‌های سیاسی می‌اندیشند و تلاش می‌کنند تا کل حوزه را بصورت یکسان مدیریت نموده و تعادل بین عرضه و تقاضا را در داخل حوزه بوجود آورند. در این سیستم مدیریتی تقسیم‌بندی‌ها و محدودیت‌های سیاسی برداشته شده و مرزبندی‌های طبیعی حوزه‌ی آبریز به عنوان مرز در نظر گرفته می‌شود. همچنین در این نوع مدیریت به پتانسیل‌های بالفعل و بالقوه هر قسمت از حوزه توجه می‌گردد. از مزایای این نوع مدیریت می‌توان به رشد و ارتقای آگاهی‌های اجتماعی و رفاه اقتصادی یکسان در سطح حوزه اشاره نمود. در نهایت با استفاده از این نوع مدیریت باید تعادلی بین میزان آب‌های سطحی و زیرزمینی حوزه، با میزان مصرف ایجاد گردد. اگر میزان مصرف یا برداشت آب حوزه بیشتر از میزان آب‌های جایگزین باشد، حوزه‌ی آبریز دچار ورشکستگی آبی خواهد شد و اکوسیستم‌های موجود در آن رو به نابودی خواهند گذاشت. بنابراین بیلانس یا تعادل آبی یکی از مهمترین مباحث در مدیریت منابع آب یک حوزه می‌باشد. تعادل آبی نسبت بین میزان تولید و مصرف آب در حوزه می‌باشد. بنابراین برای داشتن دیدگاه روشنی از وضعیت تعادل آبی یک حوزه، باید ضمن مشخص کردن میزان تولید آب فعلی و پیش‌بینی تغییرات آینده، میزان مصرف فعلی و چشم‌انداز مصرف آینده‌ی حوزه نیز مشخص گردد. چنین محاسباتی در حوزه‌های مرزی نیاز به همکاری گسترده و پیوسته کشورهای حوزه‌ی آبریز در خصوص تبادل اطلاعات و شریک ساختن برنامه‌های انکشافی حوزه در هر کشور دارد.

نیاز آبی

جهت بررسی و تعیین نیاز آبی حوزه، معمولا وضعیت فعلی تولید و مصرف آب در حوزه بررسی شده و سپس چشم‌انداز بلند مدتی هم برای آن در نظر گرفته می‌شود. به همین دلیل عموماً برای هر حوزه‌ی آبریز بطور جداگانه یک نقشه‌ی اصلی[۲] آبی تهیه می‌گردد. خوشبختانه در حوزه‌ی هری‌رود این نقشه‌ی اصلی در سال ۲۰۱۷ تهیه و تصویب شده است. نقشه‌ی اصلی حوزه‌ی آبریز هری‌رود بررسی‌های خود را از سال ۲۰۱۵ شروع نموده و چشم‌انداز بلند مدت خود را سال ۲۰۴۵ در نظر گرفته است. با توجه به اینکه نقشه‌ی اصلی یک طرح همه‌جانبه و استراتژیک برای حوزه‌ی آبریز می‌باشد، در این پژوهش هم از آن بطور وسیعی استفاده شده است و اکثر اعداد و ارقام به آن ارجاع داده شده است. نیازهای آبی عمده‌ی یک حوزه‌ی آبریز به سه گروه شرب، زراعت و صنعت تقسیم می‌شود. این نیازها امکان دارد که از منابع آب سطحی یا زیرزمینی تامین گردند. بنابراین باید علاوه بر بررسی و مونیتورینگ آب‌های سطحی ،آب‌های زیرزمینی حوزه نیز به دقت مورد بررسی و مونیتورینگ قرار گیرند.

صنعت

صنعت یکی از بخش‌های مصرف کننده‌ی آب می‌باشد، بطوری‌که بعضی از صنایع بخصوص صنایعی همچون ذوب آهن و کارخانه‌های فولاد نیاز به آب فراوان جهت تولید محصول دارند. بنابراین در توسعه‌ی صنعتی یک منطقه علاوه بر جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی باید مسئله‌ی تامین آب نیز جهت همسو نمودن آنها با محیط زیست، در نظر گرفته شود(آقاخانی و همکاران، ۱۳۸۹). مسئولین هیچ‌گاهی نباید اجازه‌ی رشد صنایع آب‌بر را در مناطق کم‌آب را بدهند، چرا که اینکار در سال‌های آینده منطقه را با بحران‌های شدید زیست‌محیطی دچار خواهد نمود. از جمله‌ی این بحران‌ها می‌توان به ایجاد فرونشست زمین در اثر برداشت بی‌رویه‌ی آب‌های زیرزمینی، کمبود آب برای شرب و زراعت و ایجاد مشکلات زیست‌محیطی اشاره نمود.

ولایت غور

متاسفانه در ولایت غور در بخش صنعت تاکنون پیشرفت خاصی نداشته است و لذا در نقشه‌ی اصلی حوزه‌ی آبریز هری‌رود (۲۰۱۷) مصرف آب صنعتی در این ولایت برای سال ۲۰۱۵ صفر در نظر گرفته شده است و تا سال ۲۰۴۵ نیز با در نظر گرفتن رشد چهار درصدی نیاز آبی این بخش ۰/۲ میلیون متر مکعب خواهد بود، که منبع آن نیز آب‌های زیرزمینی در نظر گرفته شده است(MEW, 2017). در جدول ۱-۲ روند افزایش مصرف آب در بخش صنعت در سال‌های مختلف تا ۲۰۴۵ نشان داده شده است.

[2]: Master Plan

ولایت هرات

هرات یکی از ولایتهای مهم و درجه اول افغانستان در تمام ابعاد اقتصادی، تجاری و فرهنگی می‌باشد(وزارت اقتصاد، ۱۳۹۴). شهرک صنعتی هرات که در ولسوالی گذره موقعیت دارد یکی از اولین شهرک‌های صنعتی کشور است که در دوره‌ی پسا طالبان در سال ۱۳۸۲ راه‌اندازی شده است. در این شهرک صنعتی فعلا ۳۵۰ کارخانه‌ی کوچک و بزرگ فعالیت دارند(معاونت دوم ریاست جمهوری، vpo.gov.af). با توجه به اینکه آب یکی از نیازهای مبرم واحدهای صنعتی می‌باشد، لذا این بخش نیز به عنوان یک مصرف کننده آب در مطالعات در نظر گرفته می‌شود. در نقشه‌ی اصلی حوزه‌ی آبریز هری‌رود (۲۰۱۷)، میزان مصرف آب در بخش صنعت در حوزه‌ی هری‌رود در سال ۲۰۱۵ حدود ۸ میلیون متر مکعب در نظر گرفته شده است و در سناریوهای مختلف در خوشبینانه‌ترین حالت با در نظر گرفتن رشد سالانه‌ی چهار درصدی، می‌تواند تا سال ۲۰۴۵ به ۲۰ میلیون متر مکعب در سال برسد که تهیه‌ی ۳ میلیون متر مکعب آن، از آب‌های سطحی و ۱۷ میلیون متر مکعب آن از آب‌های زیرزمینی پیش‌بینی شده است(MEW, 2017). در جدول ۲-۱ روند افزایش مصرف آب در بخش صنعت در سال‌های مختلف تا ۲۰۴۵ نشان داده شده است.

جدول ٤: میزان آب مورد نیاز در بخش صنعت تا سال ۲۰٤٥ در ولایتهای غور و هرات، برگرفته از ماسترپلان حوزه هریرود(MEW, 2017)

سال	۲۰۱۵	۲۰۲۰	۲۰۲۵	۲۰۳۰	۲۰۳۵	۲۰۴۰	۲۰۴۵
غور	۰	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
هرات	۸	۹	۱۴	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰

زراعت

افغانستان سابقه‌ی ۴۵۰۰ ساله در زراعت دارد(ICARDA, 2002) از همین‌روست که این کشور از قدیم-الایام به نام کشور زراعتی و مالداری شناخته شده است. بطوری‌که در سال‌های قبل از ۱۹۷۸ ضمن خودکفایی در تولید غله‌جات، حدود ۴۰ درصد از صادرات کشور را نیز میوه‌جات تازه و خشک به خود اختصاص داده بوده‌اند(Aini, 2007). متاسفانه در طی سال‌های جنگ بیشتر زیربناهای آبیاری و زراعتی کشور از بین رفته و افغانستان اکنون به یکی از واردکنندگان مواد زراعتی تبدیل شده است.

از مجموع اراضی کشور ۱۲٪ آن قابل زرع، ۳٪ جنگل، ۴۶٪ علفچر، و ۳۹٪ باقی‌مانده را کوه‌ها و آبادی‌ها تشکیل می‌دهند (اداره ملی احصائیه و معلومات، ۱۳۹۷). به گفته‌ی وزیر زراعت و مالداری در همایش

"آب و اشتغال"، متاسفانه به دلیل کمبود آب فقط نیمی از اراضی آبی کشور تحت کشت آبی قرار دارند (BBC, 1395). این در حالی‌ست که شغل حدود ۷۵٪ ساکنین کشور نیز به صورت مستقیم یا غیرمستقیم به زراعت و مالداری برمی‌گردد (اداره مرکزی احصائیه، cso.gov.af). بطورکلی سیستم‌های آبیاری در افغانستان به دو گروه سنتی و مدرن تقسیم می‌شوند(Qureshi, 2002). سیستم سنتی شامل استفاده از آب‌های سطحی (کانال‌های سنتی) و استفاده از آب‌های زیرزمینی توسط چاه، چشمه، و کاریز می‌باشد و سیستم‌های مدرن شامل شبکه‌های آبیاری با ساختمان‌های نوین می‌باشد(Qureshi, 2002). آب‌های زراعتی افغانستان به ترتیب از رودخانه‌ها (٪۸۴/۶)، چشمه‌ها (٪۷/۹)، کاریزها (٪۷) و چاه‌ها (٪۰/۵) تامین می‌گردند(Aini,2007). با توجه به دوره‌ی طولانی درگیری‌ها، کشور از کاروان سازندگی و توسعه بازمانده و زیربناهای اولیه‌ای که قبلا ساخته شده بود نیز رو به نابودی گذاشت. با وخامت وضعیت سیستم‌های آبیاری کشور، ظرفیت بهره‌وری آب در آنها به حدود ۲۵٪ رسیده است. در حالی‌که در حالت عادی حداقل ظرفیت بهره‌وری چنین سیستم‌هایی ۴۰٪ می‌باشد(Aini, 2007). یکی از اولویت‌های کاری دولت (پس از استقرار نظام جدید در کشور در دوره‌ی پسا طالبان)، احیا زیربناهای زراعتی کشور از جمله احیای کانال‌های آبرسانی و سیستم‌های زراعتی بوده و می‌باشد. بنابراین پروژه‌های زیادی در وزارت‌های انرژی و آب، انکشاف دهات، و زراعت و مالداری در این زمینه راه‌اندازی گردید، که تا حد زیادی هم در توسعه‌ی زراعت و بازگرداندن وضعیت زراعت کشور به دوران قبل از جنگ‌ها موثر بوده است. زراعت، پرمصرفترین بخش منابع آب است. مصرف آب در بخش زراعت بخصوص در افغانستان که از روش‌های سنتی آبیاری استفاده زیادی می‌کند و هنوز سیستم‌های مدرن آبیاری در آن گسترش نیافته است، نسبت به کشورهای توسعه یافته بیشتر است. بنابراین نیاز است تا سیستم‌های سنتی آبیاری جای خود را به سیستم‌های مدرن بدهند. با توجه به تغییرات اقلیمی و کاهش میزان آب‌های رودخانه‌ها این جایگزینی روش مناسبی جهت صرفه‌جویی و تامین آب مورد نیاز منطقه می‌باشد.

ولایت غور

با توجه به اینکه ولایت غور یک ولایت کوهستانی است، زمین زیادی جهت زراعت در آن وجود ندارد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در این ولایت بطور مجموعی ۶۶۳۴۹ هکتار زمین آبی، ۹۸۵۱۴ هکتار زمین للمی، ۱۲۸۰ هکتار جنگل، و ۳۳۰۷۵۰۶ هکتار علفچر وجود دارد(FAO, 2016). عمده‌ی محصولات این ولایت شامل گندم، جو، کنجد و نخود می‌باشد که در زمین‌های للمی کشت می‌شوند. همچنین در تعدادی از ولسوالی‌های این ولایت هم میوه‌های درختی از جمله زردآلو، بادام، چهار مغز و توت با کیفیت بسیار خوب به عمل می‌آید(RRERS, 2006). در نقشه‌ی اصلی حوزه‌ی آبریز هری‌رود سطح زیر کشت اراضی آبی ولایت غور را در سال ۲۰۱۵ حدود ۶۸۰۰۰ هکتار در نظر گرفته، که در خوشبینانه‌ترین صورت در

سال ۲۰۴۵ به ۱۱۶۰۰۰ هکتار می‌تواند افزایش یابد در اینصورت مصرف آب با در نظر گرفتن ۱۰٪ کاهش در ضایعات آب از ۱۱۲۷۰۰۰ متر مکعب در سال به ۱۴۸۷۰۰۰ متر مکعب در سال افزایش خواهد یافت(MEW, 2017). در ولایت غور در مجموع ۸۰۴ کانال آبیاری سنتی کوچک و بزرگ وجود دارد (Shiladia, 2014, Qureshi, IWMI,2002).

ولایت هرات

هرات به برکت وجود هری‌رود و دشت‌های وسیع، تبدیل به یکی از قطب‌های زراعتی کشور شده است. یکی از چالش‌های پیش‌روی زراعت در هرات همواره کمبود آب و تقسیم آب بین مزارع بوده است. به همین جهت است که سیستم‌های توزیع آب در هرات از قدیم‌الایام وجود داشته و کتبی با سابقه تاریخی نیز در این مورد وجود دارد. اسناد تاریخی نشان می‌دهد که آیین آب‌بخشی‌نویسی در هرات به قبل از اسلام می‌رسد و حتی هرودوت هم به آن اشاره کرده است. از معروف‌ترین رساله‌های آب‌بخشی هرات می‌توان به "رساله طریق قسمت قلب" نوشته ابونصر هروی و کتاب آب‌بخشی میر عبدالحکیم بادمرغانی اشاره نمود که هنوز هم در هرات برای رفع مشکلات آبی بین بلوک‌ها به آن مراجعه می‌شود.

در مجموع در ولایت هرات ۳۰۲ کانال آبیاری سنتی وجود دارد (Shiladia, 2014, Qureshi, IWMI,2002) اکثر این کانال‌ها از گذشته‌های دور باقی‌مانده و هنوز هم از آنها استفاده می‌گردد.

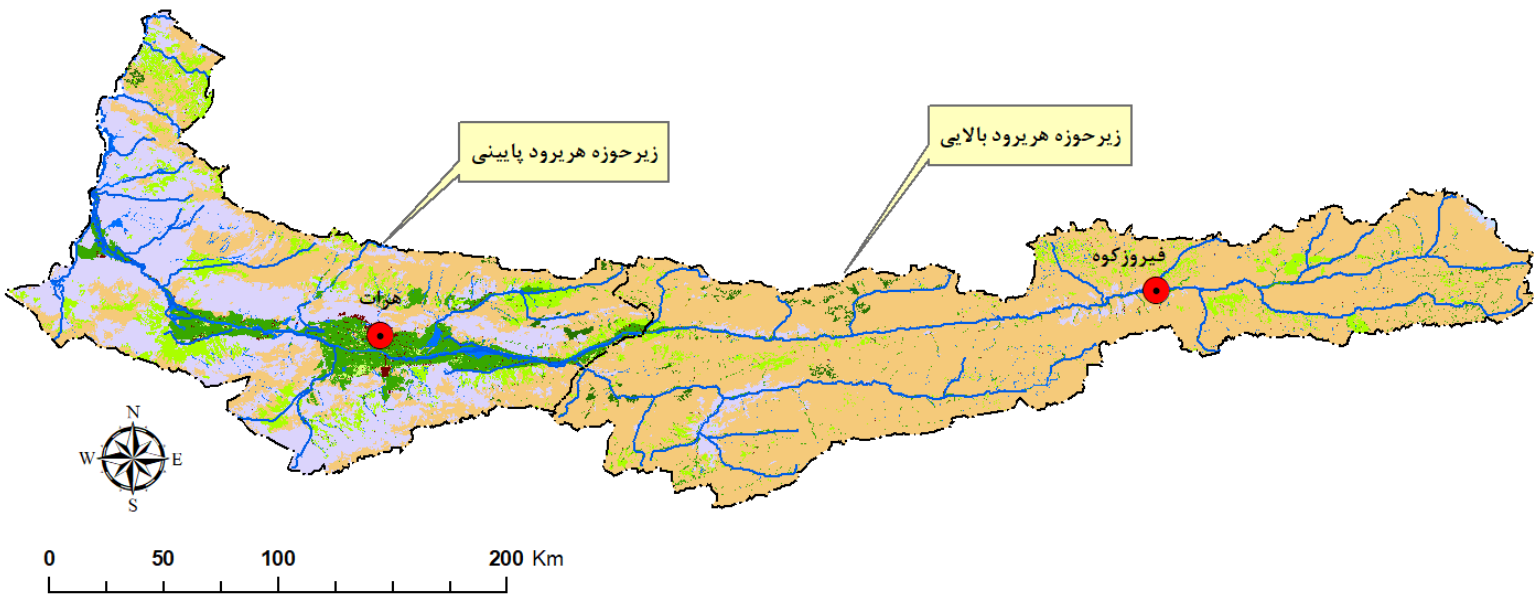
سطح زیر کشت اراضی زراعتی در ولایت هرات از گذشته تاکنون تغییر کرده است. بر اساس مطالعات فائو در سال ۱۹۹۰ (FAO, 1990)، در حوزه‌ی هری‌رود بالایی ۲۵۲۸۱ هکتار و در هری‌رود پایینی ۱۰۸۶۳۳ هکتار زمین آبی که هر ساله کشت می‌شده‌اند وجود داشته که به ترتیب ۲۳۷۱۷ هکتار و ۵۷۰۴۳ هکتار زمین آبی آیشی بوده‌اند. مطالعات بانک انکشاف آسیایی (۲۰۰۵) مجموع کل اراضی آبی حوزه‌ی هری‌رود را ۲۱۴۶۷۴ هکتار برآورد کرده است(ADB, 2005). نتایج بررسی‌های سازمان خوراکه و زراعت سازمان ملل (FAO) در سال ۲۰۱۶ که در اطلس کاربری زمین افغانستان منتشر شده است، نشان می‌دهد که میزان اراضی آبی ولایت هرات ۲۵۹۹۷۵ هکتار و اراضی للمی ۵۵۹۱۴۱ هکتار می‌باشد(FAO, 2016). بر اساس این اطلس در مجموع ۲۲۵۸۵۲ هکتار زمین آبی و ۲۶۸۱۸۳ هکتار زمین للمی در حوزه‌ی هری‌رود وجود دارد. در شکل ۲-۱ و جدول ۲-۲ کاربری اراضی و مساحت آنها در حوزه‌ی هری‌رود به تفکیک زیر حوزه‌ها نشان داده شده است (FAO,2016). بر اساس این اطلاعات بیشترین زمین‌های آبی و للمی حوزه‌ی آبریز هری‌رود، در زیر حوزه‌ی هری‌رود پایینی قرار دارند. از آنجاکه آب زراعتی منطقه به صورت مستقیم یا غیر مستقیم از هری‌رود تامین می‌گردد، می‌توان گفت که بیشترین مصرف آب هری‌رود در زیر حوزه‌ی هری‌رود پایینی می‌باشد. در حوزه‌ی هری‌رود بالایی، علفچرها بیشترین مساحت را بخود

اختصاص داده‌اند، در حالی‌که در حوزه‌ی هری‌رود پایینی بیشترین مساحت را اراضی بایر در برگرفته-اند(جدول ۲-۲).

با توجه به اطلاعات نقشه‌ی اصلی حوزه‌ی آبریز هری‌رود (۲۰۱۷)، در مجموع در حوزه‌ی هری‌رود در ولایت هرات ۲۶۹۰۰۰ هکتار زمین زراعتی آبی موجود بوده است، که در خوشبینانه‌ترین حالت تا سال ۲۰۴۵ می‌تواند به ۳۶۱۰۰۰ هکتار افزایش یابد. بر اساس همین سناریو مصرف آب در بخش زراعت نیز از ۴۴۸۸ میلیون متر مکعب در سال به ۴۶۴۵ میلیون متر مکعب افزایش می‌یابد. البته باید با مرمت و بازسازی کانال‌ها ضریب ضایعات آب کانال‌ها از ۴۰٪ کنونی به ۳۰٪ در سال ۲۰۴۵ برسد(MEW, 2017). از این میزان آب در سال ۲۰۱۵ حدود ۱۳۵۴ میلیون متر مکعب توسط آب‌های زیرزمینی و متباقی توسط آب‌های سطحی تهیه می‌شده است، و منابع تامین آب در سال ۲۰۴۵ ۷۸۸ میلیون متر مکعب توسط آب‌های زیرزمینی و ۳۵۸۷ میلیون متر مکعب توسط آب‌های سطحی در نظر گرفته شده است (MEW, 2017). این میزان آب، توسط ۱۸۸ کانال، ۴۰ کاریز، ۱۳ چشمه و ۲۸ چاه عمیق در سال ۲۰۱۵ تامین می‌گردیده است، که تعداد کانال‌ها در سال ۲۰۴۵ به ۳۰۰ عدد باید افزایش یابد. در عین حال تعداد کاریزها در سال ۲۰۴۵ به ۲۰ رشته کاهش خواهد یافت و در تعداد چشمه‌ها و چاه‌ها تغییری صورت نمی‌گیرد (MEW, 2017).

جدول ٥: مساحت انواع اراضی حوزه‌ی آبریز هری‌رود به تفکیک زیرحوزه‌ها به هکتار (براساس نقشه کاربری اراضی افغانستان تهیه شده توسط FAO, 2016)

زیر حوزه	اراضی آبی	اراضی للمی	باغ	تاکستان	اراضی بایر	جنگل	علفچر	برف دائمی	منطقه مسکونی	پهنه آبی	مجموع
هری-رود پایینی	۱۸۱۱۷۸	۱۸۵۹۵۶	۴۶۲	۷۱۱۷	۷۱۲۴۰۰	۸۸۱۵	۶۲۱۰۹۳	۰	۱۶۱۶۱	۶۹۱۵۴	۱۸۰۲۳۳۵
هری-رود بالایی	۴۴۶۷۴	۸۲۲۲۷	۱۵۲۷	۷۹	۱۲۲۸۶۸	۱۶۸۹۶	۱۸۲۹۶۰۷	۱۹۲۸	۳۱۶۲	۲۳۳۴۶	۲۱۲۶۳۱۵
مجموع	۲۲۵۸۵۲	۲۶۸۱۸۳	۱۹۸۹	۷۱۹۶	۸۳۵۲۶۸	۲۵۷۱۱	۲۴۵۰۷۰۰	۱۹۲۸	۱۹۳۲۳	۹۲۵۰۰	۳۹۲۸۶۵۰
مجموع (٪)	۵/۷	۶/۸	۰/۰۵	۰/۱۹	۲۱/۲۶	۰/۶۶	۶۲/۴	۰/۰۵	۰/۴۹	۲/۴	۱۰۰



شکل ۰۲-۱: شماتیک کانال‌های هریرود پائینی

آب شرب

صحی بودن آب شرب یکی از مهمترین عوامل اثرگذار بر سلامت انسان می‌باشد. دسترسی به آب آشامیدنی سالم باعث جلوگیری از بیماری‌های زیادی شده و در نهایت باعث کاهش هزینه‌های جانبی حکومت و مردم می‌گردد. اصلی‌ترین مرجع تعیین‌کننده‌ی صحی بودن آب شرب در هر کشوری "دستورالعمل استاندارد کیفیت آب شرب" آن کشور می‌باشد. توسط این چهارچوب می‌توان آب قابل شرب را از آب غیر قابل شرب تفکیک نمود. سازمان‌های مختلف از جمله سازمان بهداشت جهانی (World Health Organisation: WHO)، اتحادیه اروپا و سازمان محیط زیست امریکا استانداردهای خاصی را برای آب آشامیدنی سالم معرفی کرده‌اند. این استانداردها از نظر کمی و کیفی به مسئله‌ی آب شرب پرداخته‌اند. اما با توجه به اینکه امکانات کشورهای مختلف از نظر منابع اقتصادی و تکنولوژیکی متفاوت می‌باشد و منابع آب هر کشور خصوصیات ویژه خود را دارد، لزوم تهیه و تدوین استاندارد کیفیت آب شرب بصورت مجزا برای هر کشور ضروری است(ابراهیمی، احتشامی، ۱۳۸۸). متاسفانه در افغانستان تاکنون چنین استانداردی تهیه نشده است. از آنجاکه تامین آب شرب سالم از اولویت‌های هر حکومت مسئولی است، ضروری است تا افغانستان نیز اقدام به تهیه استاندارد آب شرب نماید، تا براساس هدایات آن متخصصین بتوانند دسترسی شهروندان به آب شرب سالم را فراهم نمایند. از آنجاکه مسئله‌ی آب شرب مستقیماً به سلامت انسان‌ها ارتباط دارد، در ادامه مفصل‌تر به آن پرداخته خواهد شد.

در آب شرب املاح معدنی فراوانی وجود دارد که میزان آنها نباید از حد مجاز بالاتر رود. در صورت بروز چنین حالتی بیماری‌های وابسته به آن عنصر در منطقه شیوع می‌یابد. به همین دلیل معمولا استانداردها هر چند سال یک‌بار مورد بازنگری قرار می‌گیرند تا نواقص احتمالی آنها رفع گردد. به عنوان نمونه می‌توان از وجود عنصر *آرسنیک* در آب آشامیدنی نام برد (آرسنیک به این دلیل انتخاب شده است که نتایج آزمایشات موسسه‌ی داکار (DACCAR) از این عنصر بر روی چاه‌هایی که در حوزه‌ی هری‌رود حفاری نموده است در گزارش شیلادیا ۲۰۱۴ آمده است). آرسنیک عنصر خطرناکی است که می‌تواند در هوا یا آب وجود داشته باشد. اگر آرسنیک بیش از حد مجاز، از طریق تنفس به بدن انسان برسد می‌تواند سبب سرطان ریه گردد و اگر در آب آشامیدنی از حد مجاز بالاتر باشد می‌تواند منشاء سرطان مثانه گردد (WHO, 2011). بیشتر استانداردهای جدید آب آشامیدنی دنیا میزان آرسنیک مجاز در آب‌های آشامیدنی را ۱۰ ppb ذکر کرده اند(WHO, 2011). در بعضی از استانداردهای قدیمی از جمله آژانس محافظت محیط زیست امریکا این میزان ۵۰ ppb ذکر گردیده بود که درسال ۲۰۰۱ به دلیل اینکه این استاندارد نتوانست اهداف این اداره در حفظ سلامت عمومی شهروندان را برآورده سازد، مورد بازنگری قرار گرفت و در استاندارد جدید میزان آرسنیک به ۵ ppb تقلیل یافت(EPA, 2001). اما هنوز تعدادی از

کشورها از جمله بحرین، بنگلادش، چین، اندونزی، فیلیپین، عمان، عربستان سعودی، مصر، سریلانکا، ویتنام، بولیویا و... میزان ۵۰ ppb آرسنیک در لیتر را در استاندارد خود استفاده قرار می‌دهند (Petrusevski& all, 2007).

ولایت غور

متاسفانه وضعیت دسترسی به آب آشامیدنی صحی در ولایت غور بسیار وخیم بوده و ساکنین این منطقه با وجود اینکه منابع آب سطحی هری‌رود و منابع آب زیرزمینی در نزدیکی آنها وجود دارد، از دسترسی به آب آشامیدنی سالم محروم می‌باشند. بنابر گزارش اداره‌ی مرکزی احصائیه در سال ۱۳۹۱ از هر پنج خانوار فقط یک خانوار (۲۰/۵ درصد) به یک منبع بهبود یافته آب آشامیدنی دسترسی داشته‌اند. منابع بهبود یافته، شامل ۱۳/۵ درصد چاه‌های سرپوشیده، ۴/۶ درصد چشمه‌های سرپوشیده و ۱/۲ درصد آب شیر (نل) در داخل واحد مسکونی، حویلی یا خانه همسایه یا چاه‌های نیمه عمیق می‌باشند که این میزان به مراتب کمتر از اوسط ملی ۴۵/۵ درصد می‌باشد. ولسوالی تولک که دو خانوار از هر پنج خانوار (۳۸/۹ درصد) به یک منبع آب بهبود یافته دسترسی داشته‌اند بهترین وضعیت در این ولایت را داشته و پس از آن ولسوالی چغچران با ۲۶/۲ درصد و ولسوالی لعل و سرجنگل با ۲۱/۴ در صد قرار دارند. متاسفانه در زمان بررسی تقریباً هیچ یک از خانوارهای ولسوالی چارصده (۹۶/۵ درصد) به منابع آب بهبو یافته دسترسی نداشته‌اند و از انواع منابع آب سرباز غیر بهداشتی از قبیل چشمه‌های سرباز ۵۱/۲ درصد، آب‌های سطحی ۲۳ درصد، آب جمع‌آوری شده از باران ۱۰/۵ درصد، چاه‌های سرباز ۱۰ درصد و سایر منابع ۵/۳ درصد استفاده می‌کرده‌اند. همین گزارش می‌افزاید که منابع آب برای پخت و پز، شست‌وشو و دیگر مقاصد در ولایت غور را به ترتیب ۵۶/۵ درصد آب چشمه‌های سرباز و ۲۱/۸ درصد آب‌های سطحی تشکیل می‌دهند. همچنین چشمه‌های سرباز در ولسوالی‌های پسابند ۵۷/۴ درصد، ساغر ۵۷/۴ درصد و چارصده ۵۲/۳ درصد مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند (اداره مرکزی احصائیه، cso.gov.af). منابع آبی مورد استفاده در ولایت غور به تفکیک ولسوالی در جدول ۱-۵ نشان داده شده است. آمار جدول ۲-۳ نشان می‌دهد که اکثر ساکنین منطقه نیاز آب شرب خود را از منابع غیر بهداشتی و ناسالم تهیه می‌کنند.

در نقشه‌ی اصلی حوزه‌ی آبریز هری‌رود، تامین آب شرب به دو قسمت شهری و روستایی تقسیم شده است. بنابر اطلاعات موجود در این نقشه‌ی اصلی، در سال ۲۰۱۵ هیچ‌گونه لوله‌کشی عمومی در این ولایت وجود نداشته و ۹۸ درصد از هفت هزار جمعیت شهری از چاه‌های خانگی استفاده می‌کرده‌اند و ۲ درصد باقی‌مانده نیز آب را از فروشنده‌های آب خریداری می‌کرده‌اند. بنابر چشم‌انداز این نقشه‌ی اصلی، در سال ۲۰۴۵ باید ۸۰ درصد جمعیت ۱۳۰۰۰ نفری شهری غور به شبکه عمومی لوله‌کشی، ۵ درصد به نل‌های

(شیرهای) عمومی و ۱۵ درصد به چاه‌های خانگی دسترسی داشته باشند. بر همین اساس سرانه‌ی مصرف هر نفر هم از ۷۰ لیتر در روز در سال ۲۰۱۵ به ۹۳ لیتر در روز در سال ۲۰۴۵ افزایش خواهد یافت(MEW, 2017). با این نگرش نیاز آب شرب سالانه‌ی آن قسمت از ولایت غور که در حوزه‌ی هری‌رود قرار دارد در سال ۲۰۴۵ به ۴۰۰۰۰۰ متر مکعب خواهد رسید.

نقشه‌ی اصلی حوزه‌ی آبریز هری‌رود در قسمت تامین آب شرب روستایی در ولایت غور تا سال ۲۰۴۵ هیچ‌گونه دسترسی به آب لوله‌کشی را پیش‌بینی نکرده و در عوض بر روی توسعه و گسترش چاه‌ها بخصوص چاه‌های مشترک تاکید کرده است. بنابر اطلاعات نقشه‌ی اصلی مذکور، در سال ۲۰۱۵ حدود ۴۳ درصد از ۶۹۴۰۰۰ جمعیت روستایی حوزه‌ی هری‌رود در ولایت غور به چاه‌های مشترک دسترسی داشته‌اند و ۲۰ درصد مردم روستایی از چاه‌های آب و آب‌های سطحی مشترکاً استفاده می‌کرده‌اند و ۳۷ درصد از مردم نیز به چاه آب دسترسی نداشته‌اند. بنابر پیش‌بینی این نقشه‌ی اصلی در خوشبینانه‌ترین حالت تا سال ۲۰۴۵ جمعیت روستایی به ۱۲۹۵۰۰۰ نفر افزایش می‌یابد و باید ۷۰ درصد آنها تا آن زمان به چاه‌های تامین آب شرب دسترسی داشته باشند. بنابر اطلاعات این نقشه‌ی اصلی[3]، متاسفانه تا سال ۲۰۴۵ هنوز ۱۰ درصد افراد روستایی منطقه باید از چاه‌ها و آب‌های سطحی بصورت مشترک استفاده نمایند و ۲۰ درصد افراد روستایی این ولایت به چاه آب جهت تامین آب شرب دسترسی نخواهند داشت. بر اساس این مطالب سرانه‌ی مصرف آب برای هر نفر در روز از ۳۵ لیتر در سال ۲۰۱۵ به ۵۶ لیتر در سال ۲۰۴۵ افزایش خواهد یافت. با این لحاظ میزان آب شرب مورد نیاز روستایی از ۹ میلیون متر مکعب در سال ۲۰۱۵ به ۳۱ میلیون متر مکعب در سال ۲۰۴۵ افزایش خواهد یافت(MEW, 2017).

[3]: Master Plan

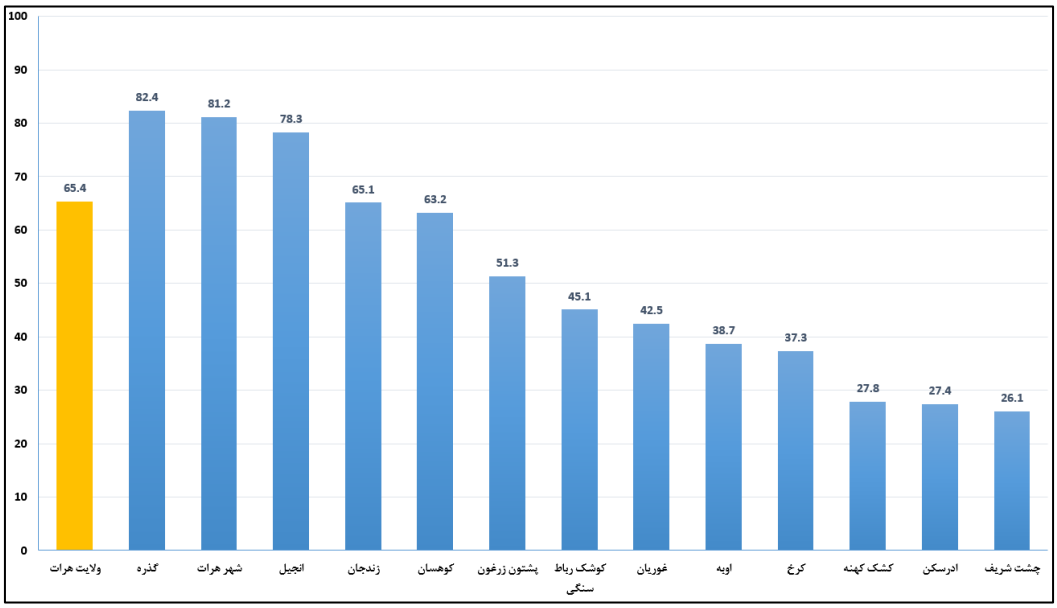
جدول ٦: دسترسی ساکنین ولایت غور به آب آشامیدنی به تفکیک ولسوالی (CSO, 2012)

منبع آب	غور	چغچران	دولینا	دولتیار	چارصده	پسابند	شهرک	لعل و سرجنگل	تیوره	تولک	ساغر
مجموع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
آب لوله‌کشی	۴/۹	۶/۸	۱۲	۲/۷	۰/۵	۰/۵	۷/۸	۱/۱	۱/۷	۷/۴	۱۴/۱
لوله‌کشی داخل منزل	۰/۵	۱/۲	۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰	۰/۵	۲/۸
لوله‌کشی داخل حویلی	۰/۳	۰/۴	۰/۱	۰	۰/۱	۰	۰/۲	۰/۱	۰/۳	۰/۶	۱
لوله‌ی خانه همسایه	۰/۵	۰/۴	۲/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۵	۰/۲	۰/۱	۱/۱	۰/۲
نل (شیر) عمومی	۳/۷	۴/۸	۹/۶	۲/۴	۰/۲	۰/۱	۷/۱	۰/۸	۱/۳	۵/۲	۱۰
چاه عمیق	۱/۲	۳/۵	۱/۴	۰/۳	۰	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۴	۲	۰
چاه دستی	۲۴/۱	۲۲/۷	۱۷/۶	۲۶/۵	۱۱/۴	۱۸/۳	۲۲/۸	۳۸/۱	۲۱/۱	۴۱/۷	۱/۶
چاه سرپوشیده	۱۳/۵	۱۵/۴	۱۴/۵	۱۱/۹	۱/۴	۱۰/۸	۱۱/۳	۱۴/۷	۱۲	۲۸/۹	۰/۴
چاه سرباز	۱۰/۷	۷/۳	۳/۱	۱۴/۵	۱۰	۷/۵	۱۱/۶	۲۳/۴	۹/۱	۱۲/۸	۱/۲
آب چشمه	۴۲/۸	۳۴/۸	۲۷/۹	۳۸/۳	۵۳	۶۲/۱	۴۰/۵	۴۶/۴	۴۲	۲۹/۴	۵۸/۸
چشمه‌ی سرپوشیده	۴/۶	۵/۳	۲/۳	۳/۵	۱/۸	۴/۷	۱/۷	۵/۹	۶/۸	۵/۷	۲/۸
چشمه‌ی سرباز	۳۸/۲	۲۹/۵	۲۵/۷	۳۴/۸	۵۱/۲	۵۷/۴	۳۸/۹	۴۰/۵	۳۵/۲	۲۳/۷	۵۶
آب سطحی	۲۵/۷	۳۰/۵	۴۰/۹	۳۱/۲	۲۳	۱۸/۷	۲۸/۳	۱۳/۶	۳۲/۷	۱۹/۴	۲۵/۴
سایر منابع	۱/۳	۱/۴	۱/۲	۱/۲	۲/۷	۱/۲	۱/۳	۱/۲	۱/۳	۱/۲	۱/۳

ولایت هرات

بر اساس آمار اداره‌ی مرکزی احصائیه (۲۰۱۶)، حدود ۶۵/۴ درصد از خانه‌های ولایت هرات به منابع آب شرب بهبود یافته دسترسی دارند. از این میان ۲۴/۱ درصد به آب لوله‌کشی، ۱۸/۸ درصد به چاه‌های سرپوشیده، ۱۵/۱ درصد به آب لوله‌کشی خانگی، ۴/۴ درصد به چاه عمیق و ۱/۵ درصد به آب لوله‌کشی همسایه‌ها و چشمه‌های سرپوشیده دسترسی دارند. میزان دسترسی به آب شرب بهبودیافته در این ولایت اندکی از اوسط کل کشور (۶۴/۸ درصد) بالاتر است.

در میان ولسوالی‌های هرات، ساکنین ولسوالی گذره با سطح دسترسی ۸۲/۴ درصد (نمودار ۲-۱) به آب آشامیدنی بهبودیافته بالاترین میزان را به خود اختصاص داده اند و ولسوالی چشت‌شریف با سطح دسترسی ۲۶/۱ درصد (نمودار ۲-۱) کمترین میزان را به خود اختصاص داده است. در حدود ۳۰/۴ درصد از خانوارهای ساکن در این ولسوالی آب شرب خود را از منابع محافظت نشده تامین می‌نمایند(اداره مرکزی احصائیه، ۲۰۱۶). چاه‌های دستی (سرپوشیده و سرباز) از مهمترین منابع تامین آب برای پخت و پز، شستشو و سایر مصارف می‌باشند.



نمودار ٤: نسبت دسترسی به آب شرب بهداشتی در ولایت هرات به تفکیک ولسوالی (اداره مرکزی احصائیه، ۲۰۱۶)

نقشه‌ی اصلی حوزه‌ی آبریز هری‌رود تامین آب شرب هرات را به دو بخش شهری و روستایی تقسیم نموده است و برای هر کدام پیش‌بینی‌های خاص خود را انجام داده است. بر اساس اطلاعات این نقشه‌ی اصلی در سال ۲۰۱۵ حدود ۵۶۲۰۰۰ نفر در ولایت هرات ساکن مناطق شهری بوده‌اند، که ۸۷ درصد آنها به شبکه‌ی لوله‌کشی عمومی وصل بوده‌اند. در همین زمان ۲ درصد از ساکنین شهری به نل‌های (شیرهای) عمومی دسترسی داشته‌اند و ۱۰ درصد از طریق چاه‌های خانگی و یک درصد هم از طریق فروشنده‌ها، آب شرب مورد نیاز خود را تامین می‌کرده‌اند. بر اساس پیش بینی این نقشه‌ی اصلی در خوشبینانه‌ترین حالت جمعیت شهری هرات در سال ۲۰۴۵ به ۱۰۴۸۰۰۰ نفر خواهد رسید که در این زمان باید ۱۰۰ درصد مردم به شبکه عمومی لوله‌کشی آب دسترسی داشته باشند. در همین حال میزان مصرف سرانه‌ی آب از ۷۵ لیتر در روز در سال ۲۰۱۵ به ۱۱۴ لیتر در روز در سال ۲۰۴۵ خواهد رسید. به این ترتیب میزان آب مورد نیاز برای تامین آب شرب شهری از ۱۱ میلیون متر مکعب در سال ۲۰۱۵ به ۳۸ میلیون متر مکعب در سال ۲۰۴۵ خواهد رسید(MEW, 2017).

با توجه به اطلاعات موجود، از ۱۳۶۷۰۰۰ جمعیت روستایی هرات در حوزه‌ی هری‌رود در سال ۲۰۱۵ حدود ۴۴ درصد آنها به چاه‌های آب جهت تامین آب شرب دسترسی داشته‌اند. حدود ۴۰ درصد جمعیت روستایی از آب‌های سطحی و چاه‌ها بطور همزمان استفاده می‌کرده‌اند و ۱۶ درصد آنها به چاه آب دسترسی نداشته‌اند. بنابر پیش‌بینی نقشه‌ی اصلی، در خوشبینانه‌ترین حالت در سال ۲۰۴۵ جمعیت روستایی حوزه به ۲۵۴۹۰۰۰ نفر و سطح دسترسی مردم به چاه‌ها نیز به ۷۰ درصد افزایش خواهد یافت و استفاده از آب‌های سطحی به ۲۰ درصد خواهد رسید. متاسفانه بنابراین پیش‌بینی تا سال ۲۰۴۵ هنوز ۱۰ درصد از ساکنین روستایی جهت تامین آب شرب حتی به چاه هم دسترسی نخواهند داشت. بر اساس داده‌های نقشه‌ی اصلی، میزان سرانه مصرف آب از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۴۵ از ۳۷ به ۵۹ لیتر در روز خواهد رسید. با در نظر گرفتن این موارد، میزان آب مورد نیاز جهت تامین آب شرب از ۱۸ میلیون متر مکعب در سال ۲۰۱۵ به ۵۵ میلیون متر مکعب در سال ۲۰۴۵ افزایش خواهد یافت(MEW, 2017).

با توجه به مطالب فوق، متاسفانه تا سال ۲۰۴۵ هم ساکنین شهری و روستایی منطقه بطور کامل به آب شرب سالم دسترسی نخواهند داشت. چنانچه این پوشش بصورت کامل انجام شود میزان آب مورد نیاز در بخش شرب از پیش‌بینی‌های فوق بالاتر خواهد رفت.

مجموع نیاز آبی حوزه

با توجه به اینکه نقشه‌ی اصلی حوزه‌ی آبریز هری‌رود (۲۰۱۷) با اطلاعات جدید تهیه شده است، در این پژوهش نیازهای آبی صنعت، زراعت و شرب حوزه‌ی هری‌رود در افغانستان از سال ۲۰۱۵ تا سال ۲۰۴۵ به آن استناد شده است. بر این اساس نیاز آبی ولایت غور از حوزه‌ی هری‌رود در بخش‌های مختلف در جدول ۲-۴، و برای ولایت هرات در جدول ۲-۵ ارائه شده است. در جدول ۲-۶ کل نیاز آبی منطقه از حوزه‌ی هری‌رود نشان داده شده است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود، بیشترین میزان مصرف آب در بخش زراعت بوده و خواهد بود. همچنین با توجه به این اعداد مجموع نیاز آبی منطقه از حوزه‌ی هری‌رود برای تمام بخش‌های مصرفی ۶۲۷۶/۶ میلیون متر مکعب در سال ۲۰۴۵ خواهد بود. توجه شود که این میزان آب نیاز حداقل منطقه است و با تخصیص این منابع هنوز هم اراضی زیادی بدون آب باقی می‌مانند و تعدادی از مراکز ولسوالی‌ها و روستاهای زیادی دسترسی به آب آشامیدنی سالم نخواهند داشت. همچنین در این پیش‌بینی‌ها حق‌آبه‌ی زیست‌محیطی منطقه نیز در نظر نگرفته شده است. لذا در برنامه‌ریزی‌های تامین منابع آب باید آینده‌نگری بیشتری مبذول گردد تا در آینده منطقه با بحران آب جدیدی مواجه نگردد.

جدول ۷: میزان آب مورد نیاز ولایت غور از حوزه ی هری رود (اعداد به MCM می باشند)(MEW, 2017)

نوع مصرف	۲۰۱۵	۲۰۲۰	۲۰۲۵	۲۰۳۰	۲۰۳۵	۲۰۴۰	۲۰۴۵
شرب شهری	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰/۴	۰/۴
شرب روستایی	۹	۱۱	۱۴	۱۷	۲۱	۲۶	۳۱
زراعت	۱۱۲۷	۱۲۰۶	۱۲۷۶	۱۳۳۹	۱۳۹۵	۱۴۴۴	۱۴۸۷
صنعت	۰	۱۰	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲

جدول ۸: میزان آب مورد نیاز ولایت هرات از حوزه‌ی هری‌رود (اعداد به MCM می باشند) (MEW, 2017)

نوع مصرف	۲۰۱۵	۲۰۲۰	۲۰۲۵	۲۰۳۰	۲۰۳۵	۲۰۴۰	۲۰۴۵
شرب شهری	۱۵	۱۸	۲۱	۲۵	۲۸	۳۳	۳۸
شرب روستایی	۱۸	۲۲	۲۷	۳۲	۳۹	۴۶	۵۵
زراعت	۴۴۸۸	۴۵۳۸	۴۵۷۸	۴۶۰۸	۴۶۲۸	۴۶۴۰	۴۶۴۵
صنعت	۸	۹	۱۴	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰

جدول ۹: مجموع آب مورد نیاز منطقه از حوزه‌ی هری‌رود (اعداد به MCM می باشند) (MEW, 2017)

نوع مصرف	۲۰۱۵	۲۰۲۰	۲۰۲۵	۲۰۳۰	۲۰۳۵	۲۰۴۰	۲۰۴۵
شرب شهری	۱۵/۲	۱۸/۲	۲۱/۲	۲۵/۳	۲۸/۳	۳۳/۴	۳۸/۴
شرب روستایی	۲۷	۳۳	۴۱	۴۹	۶۰	۷۲	۸۶
زراعت	۵۶۱۵	۵۷۴۴	۵۸۵۴	۵۹۴۷	۶۰۲۳	۶۰۸۴	۶۱۳۲
صنعت	۸	۹/۱	۱۴/۲	۲۰/۲	۲۰/۲	۲۰/۲	۲۰/۲
مجموع	۵۶۶۵/۲	۵۸۰۴/۳	۵۹۳۰/۴	۶۰۲۱/۳	۶۱۳۱/۵	۶۲۰۹/۶	۶۲۷۶/۶

فصل سوم

منابع آب حوزه‌ی هری‌رود

منابع آب

کل آب‌های کره زمین حدود ۱۳۸۶ میلیون کیلومتر مکعب می‌باشد که ۹۷ درصد آن را آب‌های شور دریاها و اقیانوس‌ها تشکیل می‌دهد و فقط ۳ درصد آن مربوط به آب‌های شیرین می‌شود. ۶۹ درصد آب‌های شیرین جهان نیز بصورت یخ در قطبین زمین و ۳۰ درصد بصورت آب‌های زیرزمینی می‌باشند. از این میزان فقط ۰/۳ درصد برای رفع نیاز انسان‌ها و سایر موارد حیات بصورت آب‌های تجدیدپذیر در دریاچه‌ها و رودخانه‌ها در دسترس قرار دارد (Kibona et al, 2009; Cassardo& jones, 2011; lui et al, 2011). طبیعی است که در چنین حالتی تعادل بین تقاضا و تامین آب در جهان با مشکلاتی روبرو می‌گردد. این مشکلات در کشورهایی که در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان موقعیت دارند بارزتر از کشورهای دیگر می‌باشند. از همین‌رو مدیریت و برنامه‌ریزی تامین و مصرف آب در حوزه‌های آبریز روز به روز اهمیت بیشتری می‌یابد.

تولید آب در هر حوزه به عوامل زیادی از قبیل شرایط اقلیمی، مورفولوژیکی، زمین‌شناختی و کاربری اراضی وابسته است. یکی از مهمترین شاخص‌های میزان تولید آب در هر حوزه حجم آب‌های جاری در رودخانه‌های حوزه می‌باشد که اصطلاحاً به آن روان‌آب یا دبی گفته می‌شود. امروزه جهت محاسبه دقیق میزان روان‌آب هر رودخانه، در فواصل مختلف بر روی رودخانه ایستگاه‌های اندازه‌گیری آب نصب می‌گردد. این ایستگاه‌ها قادرند لحظه به لحظه میزان آب رودخانه را به مرکز گزارش دهند و متخصصین هایدرولوژی پس از تحلیل و آنالیز این دیتاها میزان روان آب حوزه‌ی آبریز را محاسبه نمایند.

یکی از فاکتورهای تعیین وضعیت آبی هر حوزه‌ی آبریز، میزان آب تجدیدپذیر سالانه‌ی حوزه می‌باشد و نشان دهنده‌ی میزان آبی است که حوزه، طی چرخه‌ی آبی یکساله می‌تواند بازیابی نماید (Shiklomonov, 1998). فالکن مارک (Falkenmark) متخصص آب سویدنی در سال ۱۹۸۹، شاخصی را جهت اندازه‌گیری استرس آبی تعریف نمود که اساس آن میزان آب تجدیدپذیر سالانه برای هر نفر در منطقه یا کشور می‌باشد(White C., 2012). در این شاخص اعداد ۱۷۰۰ متر مکعب در سال برای هر نفر و ۵۰۰ متر مکعب در سال برای هر نفر به عنوان حدود بالا و پایین در نظر گرفته شده‌اند. به این صورت که اگر در هر منطقه میزان آب قابل دسترس برای هر فرد سالانه بیشتر از ۱۷۰۰ متر مکعب باشد در آن منطقه مشکل آبی وجود ندارد. اگر این عدد بین ۱۰۰۰ تا ۱۷۰۰ باشد منطقه تحت استرس و اگر بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ باشد منطقه دچار کمبود آب و اگر کمتر از ۵۰۰ باشد منطقه دچار کمبود مطلق آب می‌باشد (جدول ۳-۱). این شاخص به برنامه‌ریزان منابع آب کمک می‌کند تا درک بهتری از وضعیت

هر منطقه از نظر دسترسی به آب داشته باشند و برنامه‌ریزی‌های خود را منطبق با واقعیات منطقه انجام دهند.

شاخص‌های دیگری هم از جمله شاخص کمیسیون توسعه سازمان ملل در تعیین بحران آب استفاده می‌گردد. بر اساس این شاخص هرگاه میزان برداشت آب کشور از منابع تجدیدپذیر آن بیش از ۴۰ درصد گردد آن کشور با بحران شدید آب مواجه می‌باشد. اگر این برداشت بین ۲۰ تا ۴۰ درصد باشد بحران در وضعیت متوسط و چنانچه این شاخص بین ۱۰ تا ۲۰ درصد باشد بحران در حد متعادل و برای مقادیر کمتر از ۱۰ درصد آن کشور بدون بحران آب می‌باشد.

جدول ۱۰: تقسیم بندی شاخص فاکن مارک (۱۹۸۹) (Falkenmark.1989)

شاخص (m3/capita/year)	کلاس
۱۷۰۰<	بدون استرس
۱۷۰۰-۱۰۰۰	استرس
۱۰۰۰-۵۰۰	کمبود
۵۰۰>	کمبود مطلق

منابع آب افغانستان

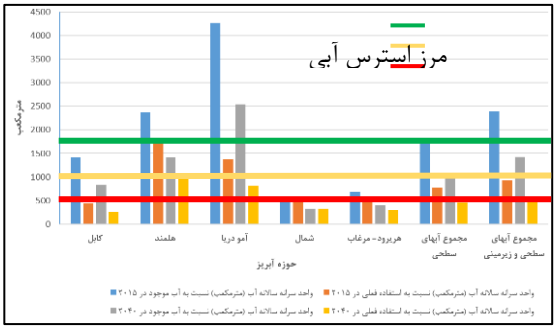
در مورد میزان آب‌های تجدیدپذیر افغانستان آمارهای گوناگونی در منابع مختلف ذکر شده است. به عنوان مثال مطالعات سازمان خوراکه و زراعت سازمان ملل (FAO) در سال ۱۹۹۶ میزان کل آب‌های کشور را حدود ۹۵ میلیارد متر مکعب (۸۴ میلیارد متر مکعب آب سطحی و ۱۱ میلیارد متر مکعب آب زیرزمینی) نشان می‌دهد (FAO, 1996). در سند استراتژی انکشاف ملی افغانستان در سال ۱۳۸۶ میزان کل آب‌های سطحی افغانستان ۵۷ میلیارد متر مکعب برآورد شده است(استراتیژی انکشاف ملی افغانستان، ۱۳۸۶). همچنین در کتاب مدیریت جامع منابع آبی افغانستان، بر اساس تحلیل ارقام جدید ایستگاه‌های هایدرومیتیورولوژیکی کشور میزان آب‌های کشور ۶۶/۳۳ میلیارد متر مکعب (۴۹/۲۳ میلیارد متر مکعب آب سطحی و ۱۷/۱ میلیارد متر مکعب آب زیرزمینی) عنوان شده است(محمودی، ۱۳۹۶، ج ۱: ص ۱۳۳). در بعضی از نوشته‌ها، میزان ۷۵ میلیارد متر مکعب آب سطحی نیز برای کشور ذکر شده است؛ اما هیچ‌گونه منبع معتبری برای آن یافت نشد. اگر مطالعات سازمان خوراکه و زراعت سازمان ملل در سال ۱۹۹۶ و آمار ارائه شده در کتاب مدیریت جامع منابع آبی افغانستان (۱۳۹۶) را که برگرفته از منابع وزارت انرژی و آب می‌باشد ملاک مقایسه قرار داده شود، می‌توان دریافت که میزان آب‌های افغانستان از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۷ کاهش یافته است. البته با توجه به اثرات تغییرات اقلیم که متاسفانه دامن‌گیر افغانستان نیز شده است (UNEP, 2016)، کاهش منابع آب سطحی از ۸۴ میلیارد متر مکعب در سال ۱۹۹۶ به ۴۹/۲۳ میلیارد متر مکعب در سال ۲۰۱۷ قابل درک است. مقایسه آب‌دهی حوزه‌های آبریز کشور (جدول ۳-۲) نشان می‌دهد که بیشترین کاهش آب‌دهی در حوزه آمودیا رخ داده است.

جدول ۱۱: مقایسه آب‌دهی حوزه‌های آبریز اصلی کشور بین سال‌های ۱۹۹۶ و ۲۰۱۸ (FAO *، محمودی **)

	آمودریا	کابل-ایندوس	هلمند	شمال	هری‌رود-مرغاب	مجموع
آب‌دهی ۱۹۹۶ *	۴۸/۱۲	۲۱/۶۵	۹/۳	۱/۸۸	۳/۰۶	۸۴/۰۱
آب‌دهی ۲۰۱۸ **	۱۹	۱۷/۱	۸/۴	۲/۲	۲/۵۳	۴۹/۲۳

همان‌طور که قبلاً اشاره شد یکی از شاخص‌هایی که برنامه‌ریزان منابع آب می‌توانند بر اساس آن در مورد یک حوزه‌ی آبریز یا یک کشور برنامه‌ریزی نمایند، سرانه‌ی آب سالانه و شاخص فالکن مارک می‌باشد. با توجه به تغییر اقلیم و همچنان کاهش منابع آبی در کشور و همچنین رشد جمعیت این شاخص برای حوزه‌های آبی کشور باید به‌روز گردد. میزان سرانه‌ی آبی کشور به تفکیک حوزه‌های آبریز اصلی کشور، با توجه به آمار جدید و همچنین تخمین رشد جمعیت تا سال ۲۰۴۰ در جدول ۳-۳ نشان داده شده است(محمودی، ۱۳۹۶، ج ۱: صص ۱۳۴-۱۳۵). با مقایسه سرانه‌ی آب حوزه‌های کشور با شاخص فالکن مارک (۱۹۸۹) (نمودار ۳-۱) مشخص می‌گردد که در سال ۲۰۱۵ حوزه کابل در حالت کمبود آب مطلق قرار داشته و حوزه‌ی هری‌رود-مرغاب و شمال در مرز کمبود آب مطلق بوده است. اما اگر با برنامه‌ریزی از حداکثر آب‌های موجود استفاده گردد، فقط حوزه شمال در مرز کمبود آب مطلق قرار خواهد داشت. اگر استفاده‌ی آب تا سال ۲۰۴۰ به صورت فعلی باقی بماند سه حوزه‌ی هریرود-مرغاب، کابل، و شمال در کمبود آب مطلق قرار خواهند گرفت. نکته‌ی قابل توجه این است که در صورت استفاده‌ی حداکثری آب تا سال ۲۰۴۰، باز هم حوزه‌های هری‌رود –مرغاب و شمال دچار کمبود مطلق آب خواهند بود و حوزه‌ی کابل در محدوده‌ی کمبود قرار خواهد گرفت. در صورت استفاده‌ی حداکثری از آب تا سال ۲۰۴۰، حوزه‌ی هلمند در محدوده استرس آبی، و حوزه آمودریا در محدوده‌ی بدون استرس قرار خواهند گرفت. بنابراین با در نظر گرفتن شاخص فالکن مارک، وضعیت دو حوزه‌ی هری‌رود- مرغاب و شمال در هر صورت بحرانی بوده و خواهد بود، لذا جهت تامین آب این حوزه‌ها، باید برنامه‌ریزان منابع آب کشور توجه ویژه‌ای داشته باشند.

از مقایسه‌ی مجموع آب‌های سطحی و همچنین مجموع آب‌های سطحی و زیرزمینی کشور با شاخص فالکن مارک (۱۹۸۹) (نمودار ۳-۱) نتیجه می‌شود که علی‌رغم تصور غلطی که در کشور رایج است و افغانستان را دارای منابع سرشار آب می‌داند، در سال ۲۰۴۰ وضعیت آب در افغانستان در صورت استفاده با ظرفیت فعلی در مرز کمبود آب مطلق و در صورت استفاده حداکثری از نظر مجموع آب‌های زیرزمینی و سطحی در محدوده‌ی استرس آبی و از نظر آب‌های سطحی در مرز محدوده‌ی کمبود آب قرار خواهد گرفت.



نمودار ۵: - نمایش واحد سرانه‌ی سالانه آب در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۴۰ و مقایسه آنها با شاخص فالکن مارک ۱۹۸۹

جدول ۱۲: واحد سرانه آب سالانه براساس جمعیت سال ۲۰۱۵ و ۲۰۴۰ (محمودی، ۱۳۹۶)

شماره	نام حوزه آبریز	هری‌رود-مرغاب	شمال	آمو دریا	هلمند	کابل	مجموع آب‌های سطحی	مجموع آب‌های سطحی و زیرزمینی
۱	حجم آب حوزه (میلیارد متر مکعب) در ۲۰۱۵	۲/۵۳	۲/۲	۱۹	۸/۴	۱۷/۱	۴۹/۲۳	۶۶/۳۳
۲	مقدار استفاده آب (میلیارد متر مکعب) در ۲۰۱۵	۱/۸۸	۲/۲	۶/۱	۶/۲	۵/۳	۲۱/۶۸	۲۵/۶۸
۳	جمعیت به میلیون نفر در سال ۲۰۱۵	۳/۶۹۴	۳/۹۲۷	۴/۴۴۹	۳/۵۳۹	۱۲/۱۱۵	۲۷/۷۲۴	۲۷/۷۲۴
۴	جمعیت به میلیون نفر در سال ۲۰۴۰	۶/۲۱۲	۶/۶۰۳	۷/۴۸	۵/۹۵	۲۰/۳۶۹	۴۶/۶۱۲	۴۶/۶۱۲
۵	واحد سرانه سالانه آب (مترمکعب) نسبت به آب موجود در ۲۰۱۵	۶۸۵	۵۶۰	۴۲۷۱	۲۳۷۴	۱۴۱۲	۱۷۷۶	۲۳۹۳
۶	واحد سرانه سالانه آب (مترمکعب) نسبت به استفاده فعلی در ۲۰۱۵	۵۰۹	۵۶۰	۱۳۷۱	۱۷۵۲	۴۳۸	۷۸۲	۹۲۶
۷	واحد سرانه سالانه آب (متر مکعب) نسبت به آب موجود در ۲۰۴۰	۴۰۷	۳۳۳	۲۵۴۰	۱۴۱۲	۸۴۰	۱۰۵۶	۱۴۲۳
۸	واحد سرانه سالانه آب (متر مکعب) نسبت به استفاده فعلی در ۲۰۴۰	۳۰۳	۳۳۳	۸۱۶	۱۰۴۲	۲۶۰	۴۶۵	۵۵۱

حوزه‌ی هری‌رود

همان‌طور که قبلاً هم ذکر شد حوزه‌ی هری‌رود بین سه کشور افغانستان، ایران و ترکمنستان مشترک است. افغانستان و ایران تامین کننده‌های آب هری‌رود مرزی می‌باشند و ترکمنستان صرفاً مصرف کننده می‌باشد بدون اینکه آب قابل توجهی در حوزه تولید کند. از این‌رو در این پژوهش به وضعیت منابع آب حوزه‌های هری‌رود افغانستان و ایران (قره‌قوم) تمرکز صورت گرفته است.

حوزه‌ی هری‌رود افغانستان

در تقسیم‌بندی‌های وزارت انرژی و آب، حوزه‌ی آبریز هری‌رود همراه با حوزه‌ی آبریز مرغاب یک حوزه‌ی اصلی در نظر گرفته شده‌اند و مشخصات آنها همیشه با هم در نظر گرفته می‌شوند (شکل ۱-۱). با توجه به اینکه محدوده‌ی مطالعاتی این پژوهش حوزه‌ی هری‌رود می‌باشد، لذا حوزه‌ی آبریز مرغاب از آن جدا شده است و صرفاً حوزه‌ی هری‌رود مورد بررسی بیشتر قرار گرفته است. بنابراین میزان آب آن هم باید جداگانه محاسبه گردد. سازمان خوراکه و زراعت ملل متحد در سال ۱۹۹۶ مجموع آب‌های سطحی حوزه‌ی هری‌رود- مرغاب حدود سه میلیارد متر مکعب گزارش نموده است(FAO, 1996)؛ اما آمار جدید نشان می‌دهد که این میزان کاهش یافته و ۲/۵ میلیارد متر مکعب در سال ۲۰۱۷ رسیده است(محمودی، ۱۳۹۶، ج۲: ص ۱۸۹). همان‌طور که گفته شد این میزان آب مربوط به دو حوزه‌ی هری‌رود و مرغاب می‌باشد، بنابراین میزان کل آب حوزه‌ی هری‌رود از این میزان کمتر می‌باشد.

معاونین هری‌رود افغانستان

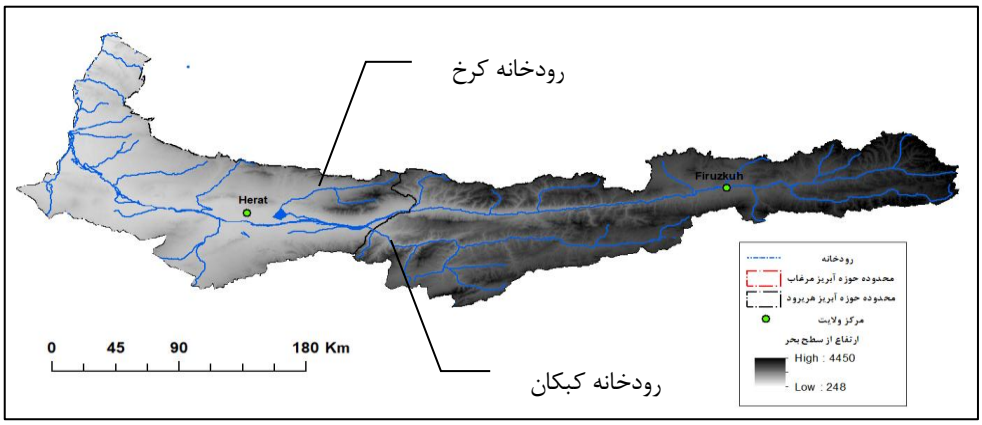
هری‌رود در افغانستان دارای معاونین کوچک و بزرگی است که در نقاط مختلف در طول مسیر، به آن می‌پیوندند. از جمله مهمترین معاونین هری‌رود در افغانستان رودهای کبکان و کرخ می‌باشند.

- **کبکان:** آب این رود از ارتفاعات سیاه‌کوه در ولسوالی فرسی ، تولک ، تگاب اشنان ، شهرک، بقند ، هفت گله و لرک تامین شده و از سمت جنوب شرقی وارد ولسوالی پشتون زرغون (شافلان) می-شود(صفحه اینترنتی دانشنامه هرات، ۱۳۹۷) (شکل ۳-۱). عمده‌ی آب این رودخانه که به رود تگاب هم مشهور می‌باشد، در فصل بهار است. قابل ذکر است که نام این رودخانه در منابع مختلف بصورت-های کبگان، کفگان، و کوگان آمده است. حوزه‌ی آبریز این رودخانه بزرگترین زیرحوزه‌ی هری‌رود می‌باشد. این رودخانه در حدود ۲۲۰ کیلومتر طول داشته و حوزه‌ی آبریز آن حدود ۸۹۰۰ کیلومتر مربع مساحت دارد. آب این رود در منطقه دوآب شافلان به هری‌رود می‌پیوندد. همچنین در سال ۱۹۶۵ میلادی سازمان خوراکه و زراعت ملل متحد مطالعات اولیه ساخت یک بند را در نزدیکی خروجی این حوزه انجام داد، اما ادامه‌ی مطالعات به دلیل بروز ناآرامی‌های کشور متوقف گردید. خوشبختانه اخیراً ادامه‌ی مطالعات این بند در وزارت انرژی و آب روی دست گرفته شده است.

- **رود کرُخ:** این رود از دو شاخه‌ی اصلی تشکیل شده است. یک شاخه‌ی این رود از کوه دیواندر از حصه‌ی بند یخک و شاخه‌ی دیگر از سلسله کوه بند بابا سرچشمه می‌گیرند(صفحه اینترنتی دانشنامه هرات، ۱۳۹۷). بیشترین طول این رود حدود ۹۰ کیلومتر می‌باشد و مساحت حوزه‌ی آبریز آن هم

حدود ۲۳۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد (شکل ۳-۱). این رود ضمن آبیاری اراضی کرخ، پس از انشعاب جوی‌های سلطانی و جوی نو، در منطقه گلوشتر به هری‌رود می‌پیوندد (صفحه اینترنتی دانشنامه هرات، ۱۳۹۷). کار ساخت بندی به نام پاشتان بر روی این رودخانه جهت تامین آب زراعتی اراضی پایین دست آن، از چند سال قبل آغاز شده است.

بجز این معاونین، رودهای کوچک دیگری هم در مسیر راه از سمت شمال و جنوب به هری‌رود می‌پیوندند. تعدادی از این رودها عبارتند از سیاه سنگ، الندر، دره تخت، شیرخاج، دهانه آب، تگاب غزه، قارن، لخشک، و ...



شکل ۳-۱: حوزه‌ی آبریز هری‌رود و معاونین آن

منابع آب هری‌رود افغانستان

آب‌های سطحی

علاوه بر باران‌های فصلی، ذوب برف‌های واقع در ارتفاعات بیش از ۲۰۰۰ متر مانند ارتفاعات مرکزی و شمال غربی کشور، منابع اصلی آب رودخانه‌های کشور را تشکیل می‌دهند. در حقیقت ارتفاعات افغانستان به عنوان ذخیره‌ی گاه‌های طبیعی منابع آب می‌باشند، که در فصول گرم سال با ذوب شدن تدریجی برف‌ها رودخانه‌های کشور را تغذیه می‌نمایند. متاسفانه همان‌طور که قبلاً هم اشاره شد، میزان آب‌های سطحی کشور از ۸۴/۰۱ میلیارد متر مکعب در سال ۱۹۹۶(FAO, 1996) به ۴۹/۲۳ میلیارد متر مکعب در سال ۲۰۱۸(محمودی، ۱۳۹۶، ج۱: ۱۳۳) کاهش یافته است.

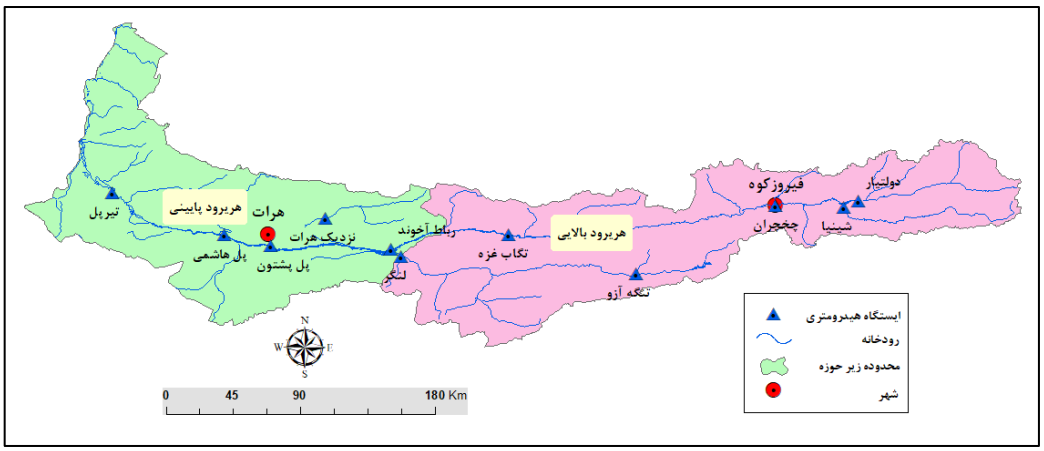
مهمترین منبع آب‌های حوزه‌ی هری‌رود نیز ذوب برف‌های ارتفاعات مرکزی افغانستان در منطقه‌ی لعل و سرجنگل می‌باشد. متاسفانه حوزه‌ی هری‌رود هم از تاثیرات تغییرات اقلیم در امان نبوده و این پدیده تاثیرات منفی بر میزان آب‌های این حوزه گذاشته است. در بررسی‌هایی که توسط World Resources Inistitute (2014) بر روی ۱۰۰ حوزه‌ی آبریز دنیا در خصوص استرس آبی انجام شده است، حوزه‌ی هری‌رود در رده‌ی چهارم قرار گرفته است و به شدت تحت استرس آبی قرار دارد (Maddocks, Reig, 2014).

برای اندازه‌گیری دقیق میزان آب هر حوزه‌ی آبریز، در مکان‌های مشخصی ایستگاه‌های اندازه‌گیری آب نصب می‌گردد. در حوزه‌ی هری‌رود هم از دیرباز چنین ایستگاه‌هایی نصب بوده است که متاسفانه در اثر جنگ‌های دهه‌های گذشته از بین رفتند. خوشبختانه پس از روی کار آمدن دوره‌ی جدید حکومت‌داری در کشور، وزارت انرژی و آب نگاه تازه‌ای به حوزه‌های آبریز نموده و احیای ایستگاه‌های تخریب شده‌ی گذشته و آمار برداری با سیستم‌های جدید و پیشرفته را آغاز نمود. اولین ایستگاه‌های آماربرداری در این حوزه شامل ایستگاه‌های چخچران، تگاب غزه، و لنگر در سال ۱۹۶۱ نصب و آماربرداری توسط آن آغاز گردید. آماربرداری‌ها به دلیل مشکلات امنیتی کشور تا حداکثر سال ۱۹۸۰ ادامه یافته و سپس متوقف گردیده است. در سال ۲۰۰۸ نصب ایستگاه‌های جدید شروع گریده و آماربرداری جدید نیز آغاز شده است.

موقعیت ایستگاه‌های هایدرولوژی حوزه‌ی دریایی هری‌رود

در مجموع ۱۱ ایستگاه هایدرولوژیکی در حوزه‌ی آبریز هری‌رود نصب و فعال می‌باشند. این ایستگاه‌ها به ترتیب از بالادست به پایین دست عبارتند از ایستگاه دولت‌یار، شینیا، چخچران، تگاب غزه، رباط آخوند،

تنگه آزو، لنگر، نزدیک هرات، پل پشتون، پل هاشمی و تیرپل(شکل ۳-۲). قابل ذکر است که ایستگاه شینیا بر روی رودخانه لعل، ایستگاه‌های تنگه‌ی آزو و لنگر بر روی رودخانه‌ی کبگان، ایستگاه نزدیک هرات بر روی رودخانه‌ی کرخ و باقی‌مانده بر روی هری‌رود نصب شده‌اند. از ایستگاه‌های فوق‌الذکر شش ایستگاه در حوزه‌ی فرعی هری‌رود بالایی و پنج ایستگاه دیگر در حوزه‌ی فرعی هری‌رود پایینی قرار دارند. قدیمی‌ترین ایستگاه‌های منطقه ایستگاه‌های چخچران، لنگر و تگاب غزه می‌باشند که در سال ۱۳۴۰ خورشیدی (۱۹۶۱ میلادی) نصب گردیده‌اند. آماربرداری ایستگاه‌ها تا سال ۱۳۵۸ (۱۹۸۰) انجام می‌شده است که متاسفانه پس از آن به دلیل از کار افتادن ایستگاه‌ها یا عدم امنیت تا سال ۱۳۸۷(۲۰۰۸) که مجدداً تعدادی از دستگاه‌ها نصب و راه‌اندازی شده‌اند آماری وجود ندارد. اما پس از سال ۱۳۸۷(۲۰۰۸) به تدریج ایستگاه‌های جدید نصب و فعال گردیده و آماربرداری‌ها مجدداً شروع شده است. بنابراین آمار ایستگاه‌های هایدرولوژیکی منطقه را می‌توان به دو دسته آمار قدیمی بین سال‌های ۱۳۴۰ تا ۱۳۵۸ (۱۹۶۱ الی ۱۹۸۰) و آمار جدید از سال ۱۳۸۷ (۲۰۰۸) تاکنون تقسیم نمود. قابل ذکر است که از ایستگاه‌های تنگه‌ی آزو و لنگر آمار جدیدی در اختیار قرار ندارد. بررسی آمار ایستگاه‌های ذکر شده هم بر همین مبنا انجام شده است.



شکل ۳-۲: موقعیت ایستگاه‌های هایدرولوژیکی حوزه‌ی هری‌رود

بررسی مجموع آمارهای هریرود نشان می‌دهد که میزان آب این رودخانه از دوره ۱۹۸۰-۱۹۶۲ تا ۲۰۱۵-۲۰۰۸ بیش از ۵۰ درصدکاهش داشته است. این میزان کاهش تقریباً در تمامی ایستگاه‌ها به چشم می‌خورد. کاهش میزان آب یک رودخانه می‌تواند دلایل طبیعی یا انسانی داشته باشد. از دلایل طبیعی می‌توان به خشکسالی‌ها و اثرات تغییر اقلیم اشاره نمود و از عوامل انسانی می‌توان به تغییر

الگوی برداشت آب جهت توسعه زراعت، شرب و یا صنعت اشاره نمود. همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، میزان برداشت آب در مسیر هری‌رود از دوره‌ی ۱۹۸۰-۱۹۶۲ تا ۲۰۱۵-۲۰۰۸ جهت توسعه زراعت، شرب و صنعت منطقه نه‌تنها افزایش نیافته است بلکه بنا به نابسامانی‌های دهه‌های اخیر در کشور و از بین رفتن زیربناها و تعداد زیادی از کانال‌های قدیمی زراعتی، کاهش هم یافته است. همچنان باتوجه به عدم توسعه‌ی صنایع آب‌بر در منطقه، مصرف این بخش هم در این دوره‌های زمانی، تغییر محسوسی ننموده است. همان‌طور که در نقشه‌ی اصلی حوزه‌ی هری‌رود نیز آمده است، میزان آب مصرفی در بخش صنعتی در ولایت غور در سال ۲۰۱۵ صفر و در ولایت هرات به میزان ناچیز هشت میلیون متر مکعب بوده است(جداول ۲-۳، ۲-۴، ۲-۵) (MEW, 2017). از این منظر، عوامل انسانی را نمی‌توان در کاهش میزان آب هری‌رود در افغانستان موثر دانست. بنابراین تنها دلیل کاهش آب هری‌رود از دوره‌ی ۱۹۸۰-۱۹۶۲ تا دوره‌ی ۲۰۱۵-۲۰۰۸ را می‌توان عوامل طبیعی از جمله اثرات منفی تغییرات جهانی اقلیم دانست. متاسفانه یافته‌ها نشان می‌دهد که تغییر اقلیم بیشترین اثرات را بر کشورهای فقیر و در حال توسعه می‌گذارد، چرا که این کشورها در مقایسه با کشورهای توسعه یافته بیشترین تعامل را با آب و هوا داشته و حیات آنها محدود به منابع طبیعی و زراعت می‌باشد و از طرف دیگر ظرفیت انطباقی این کشورها با تغییرات محیط طبیعی کمتر است(Tol et al, 2004). بر اساس رده‌بندی کشورها از نظر تاثیرات تغییر اقلیم، افغانستان رتبه‌ی ۲۴ را در بین کشورهای جهان دارد (Eckstein, Künzel, schäfer, 2017). پژوهش های جهانی دیگر نیز موید این نکته است که افغانستان یکی از آسیب‌پذیرترین کشورها از تغییرات اقلیم می باشد(ADB, 2017, Ghulami, 2017). بطوری‌که در ۵۰ سال اخیر حدود ۵۰٪ از وسعت یخچال‌های افغانستان کاسته شده است (white, Tanton, Rycroft, 2014). با توجه به اینکه ۸۰٪ از آب های رودخانه های کشور حاصل ذوب برف ها می‌باشند(Qureshi, 2002)، کاهش وسعت یخچال‌ها تاثیر چشم‌گیری در کاهش آب‌های سطحی افغانستان داشته و خواهد داشت. از آنجاکه سرچشمه‌ی هری‌رود نیز ذوب برف‌های ارتفاعات مرکزی افغانستان می‌باشد، طبیعی است که اثرات سوء تغییرات اقلیم بر آب‌دهی این رودخانه نیز تاثیر گذاشته و آب‌دهی آن‌را به شدت کاهش دهد. این کاهش آب‌دهی در مقایسه آمارهای جدید و قدیم ایستگاه‌های هایدرولوژیکی حوزه‌ی هری‌رود نیز به وضوح مشاهده می‌گردد. با توجه به همین اثرات است که، تحقیقات "شرودر و احمدزی" در " کتاب منابع آب‌های مرزی در افغانستان" میزان آب حوزه‌ی هری‌رود افغانستان را بین ۰/۷ تا ۱/۶ میلیارد متر مکعب نشان داده اس(Shroder, Ahmadzai, 2016).

آب‌های زیرزمینی حوزه‌ی هری‌رود افغانستان

آب‌های زیرزمینی هر کشور در حقیقت ذخیره‌های استراتژیک آن، جهت استفاده در زمان‌های اضطراری مانند وقوع خشکسالی‌ها می‌باشد. لذا همگان در استفاده از آب‌های زیرزمینی باید نهایت دقت را به خرج دهند. متاسفانه هنوز مطالعه‌ی جامع و کاملی از وضعیت آب‌های زیرزمینی کشور انجام نشده است و اطلاعات کاملی در این خصوص وجود ندارد. آب‌های زیرزمینی در افغانستان به طور محدود برای استفاده‌ی شرب و زراعت مورد استفاده قرار می‌گیرند. این آب‌ها از نظر زمین‌شناسی در شکستگی‌های سنگ‌های متحوله‌ی پری کامبرین (Pre-Cambrian) تا رسوبات کواترنری (Quaternary) قرار دارند. آب‌های زیرزمینی افغانستان بطور کلی به پنج واحد هیدرو-زمین‌شناسی تقسیم شده‌اند که عبارتند از: الف) آب‌های موجود در سنگ‌های کریستالی ب) آب‌های گرم تحت فشار در سنگ‌های تریاس (Triassic) تا کرتاسه تحتانی (Lower Cretaceous)، ج) سفره‌های آب کارستیک و موجود در شکستگی‌های سنگ-های کرتاسه فوقانی (Upper cretaceous) تا پالئوژن (Paleogene)، د) سفره‌های آب زیرزمینی موجود در سنگ‌ها و رسوبات نئوژن (Neogene) و ه) سفره‌های آب زیرزمینی موجود در رسوبات کواترنری (Quaternary) (Saffi& Kohistani, 2013). اما بیشترین آب‌های زیرزمینی معمولاً از رسوبات کواترنری و نئوژن برداشت می‌شود.

روش‌های برداشت آب‌های زیرزمینی در افغانستان، به‌صورت چاه، چشمه و کاریز می‌باشد. خروج آب از چشمه و کاریز بصورت گراویتی (Gravity) و از طریق چاه با مصرف انرژی می‌باشد. بر اساس مطالعات سازمان خوراکه و زراعت سازمان ملل متحد (FAO) در سال ۱۹۹۶، از حدود ۲۰ میلیارد متر مکعب آب زیرزمینی کل کشور حدود سه میلیارد متر مکعب آن مورد استفاده قرار می‌گیرد، که علاوه بر تامین آب شرب، آب زراعتی برای بیش از ۱۵٪ از اراضی زراعتی کشور را نیز تامین می‌نماید(Qureshi,2002). بر اساس این مطالعات، میزان تغذیه‌ی سالیانه سفره‌های آب زیرزمینی کشور ۱۴/۹ میلیارد متر مکعب بوده است؛ اما این میزان تا سال ۲۰۰۳ به ۱۰/۸ میلیارد متر مکعب در سال کاهش یافته است(Vincent W. Uhl, 2003).

اطلاعات اولیه‌ی منابع آب زیرزمینی در حوزه‌ی هری‌رود مربوط به مطالعات دهه‌ی ۱۹۷۰ میلادی می‌شود. در سال ۱۹۷۲ مطالعه‌ی جامعی توسط شرکت ERCON در منطقه‌ی ماروا(اوبه) تا غوریان انجام شده است. این مطالعات شامل حفر ۱۳ برمه تحقیقاتی و انجام ۴ تست پمپاژ بوده است. با استفاده از نتایج این تحقیقات، کل ذخیره آب‌های زیرزمینی دره‌ی هری‌رود چهار میلیارد متر مکعب برآورد گردید و همچنین میزان تغذیه سالیانه‌ی حوزه را ۱/۱ میلیارد متر مکعب در سال اعلام نمودند. این مطالعات، میزان برداشت

مجاز از آب‌های زیرزمینی جهت مصارف کشاورزی را حداکثر ۷۰۰ میلیون متر مکعب در سال پیشنهاد داده است.

مطالعه‌ی دیگری توسط سازمان خوراکه و زراعت سازمان ملل متحد در ۱۹۹۶ انجام شده است. این مطالعه با درنظر گرفتن متوسط بارندگی ۲۵۰ میلی متر در سطح حوزه، میزان تغذیه سالانه‌ی آب‌های زیرزمینی حوزه را ۶۴۰ میلیون متر مکعب برآورد نموده است.

همچنان اوهل(vincan w. uhl) با همکاری طاهری در سال ۲۰۰۳ میلادی مطالعه‌ای با عنوان "بررسی اجمالی منابع آب‌های زیرزمینی و چالش‌های افغانستان" انجام داده‌اند. بر اساس این تحقیقات، سفره‌های آب‌های زیرزمینی حوزه‌ی هری‌رود در رسوبات کواترنر و نئوژن تعبیه شده است. در این حوزه، رسوبات تحکیم نشده کواترنری شامل گراول، تکه سنگ‌ها و ماسه‌ها با میان‌لایه‌هایی از رس و سیلت با ضخامت بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر سفره‌ی اصلی آب زیرزمینی را تشکیل می‌دهند(Uhl& Tahiri, 2003). ضخیم-ترین لایه در رسوبات مخروط افکنه‌ای منطقه بوتن، خوش‌رباط و کرخ می‌باشد. همچنین آب‌هایی در رسوبات تحکیم نشده یا نسبتاً تحکیم شده نئوژن نیز در حوزه وجود دارد. سنگ بستر حوزه عمدتاً شامل سنگ‌های کریستالی فیلیت، گنیس، شیست و مرمر می‌شود. همچنین انواعی از سنگ‌های ناریه و رسوبی از نوع ماسه‌سنگ، مارن، کنگلومرا و سنگ چونه نیز در حوزه مشاهده می‌شود(Uhl& Tahiri, 2003) . اوهل و طاهری(۲۰۰۳) مجموع تغذیه سالانه‌ی سفره‌های آب زیرزمینی هری‌رود را ۶۴۰ میلیون متر مکعب برآورد نموده‌اند. بر اساس این مطالعات سالانه ۱۶۰ میلیون متر مکعب از آب‌های زیرزمینی منطقه برای آبیاری حدود ۲۱۰۰۰ هکتار زمین زراعتی از طریق کاریزها، چشمه‌ها و چاه‌ها برداشت می‌گردد.

همچنین بانک انکشاف آسیایی(ADB, 2005) مطالعاتی توسط شرکت اسمیک (SMEC) آسترالیا در حوزه‌ی هری‌رود انجام داده است. این شرکت چاه‌های برداشت آب زیرزمینی هری‌رود را از نظر عمق، به سه گروه چاه عمیق با اعماق بین ۱۵۰-۲۵۰ متر عمق، چاه‌های نیمه عمیق با عمق بین ۵۰-۱۵۰ متر عمق و چاه‌های کم عمق با عمق کمتر از ۵۰ متر تقسیم نموده است.

آخرین مطالعات آب‌های زیرزمینی در این حوزه توسط شرکت شیلادیا (shiladia) در سال ۲۰۱۴ تحت عنوان "مطالعات آب‌های زیرزمینی حوزه‌ی هری‌رود پایینی" انجام شده است که شامل مرور مطالعات قبلی حوزه و حفاری چند چاه جدید بوده است.

همان‌طور که ذکر گردید، آب‌های زیرزمینی توسط چاه‌ها، چشمه‌ها و کاریزها برداشت شده و در بخش‌های شرب و زراعت مورد استفاده قرار می‌گیرند. تعداد چاه‌ها، چشمه‌ها و کاریزها در ولایات هرات و غور در جدول ۳-۴ با استفاده از اطلاعات انستیتوت بین‌المللی مدیریت آب‌ها (IWMI)، ۲۰۰۲، آمده است. بر اساس اطلاعات همین انستیتوت در ولایت غور حدود ۱۶۹۴۰ هکتار (۲۳/۳ درصد کل) از اراضی زراعتی توسط آب‌های زیرزمینی آبیاری می‌گردند، که یکی از بالاترین ارقام (رتبه‌ی هفتم) در سطح کشور می‌باشد. وضعیت برداشت آب توسط روش‌های ذکر شده در ادامه مفصل‌تر به بحث گرفته شده است.

جدول ۱۳: تعداد چاه‌ها، چشمه‌ها و کاریزها در ولایات هرات و غور (IWMI, 2002)

ولایت	چاه	چشمه	کاریز
هرات	۴۵۰	۱۵۳	۲۲۸
غور	۲۶۳	۵۷۰	۴

چاه

چاه یکی از قدیمی‌ترین روش‌های استفاده از آب زیرزمینی برای مصرف شرب و زراعت می‌باشد. البته نقش چاه‌ها در تامین آب زراعت به دلیل مشکلات در بهره‌برداری از آنها، کمتر از سایر روش‌ها است. چراکه برداشت آب از چاه مستلزم مصرف انرژی است. در گذشته در افغانستان از چاه‌های کم عمق استفاده می‌شده است و برای انرژی مورد نیاز نیز از حیوانات استفاده می‌کردند. بر اساس تخمین‌های سال ۱۹۶۰ در سطح کشور ۸۵۹۵ حلقه چاه کم‌عمق وجود داشته است که توسط آنها ۱۲۰۰۰ هکتار(کمتر از ۱٪ مجموع) اراضی زراعتی آبیاری می‌شده است؛ اما امروزه با استفاده از تکنولوجی‌های جدید چاه‌های عمیق حفاری و آب آنها توسط پمپاژ استخراج می‌گردد(ICARDA, 2002; Rout, 2008).

در حوزه‌ی هری‌رود، حفاری چاه تا قبل از افتتاح سیستم آبرسانی شهری هرات در سال ۲۰۰۸ و اجرای برنامه‌های همبستگی ملی، همه ساله بطور چشم‌گیری افزایش داشته است. موسساتی از قبیل داکار (DACCAR) در این حوزه فعالیت بسیار گسترده‌ای در سطح حوزه و کشور انجام داده است. بطوری‌که اطلاعات این موسسه در مورد آب‌های زیرزمینی یکی از منابع خوب مطالعاتی موجود می‌باشد. به عنوان مثال شیلادیا (۲۰۱۴) مطالعات خود را بر اساس اطلاعات چاه‌های حفاری شده‌ی این موسسه مستند نموده است. مشخصات تعدادی از چاه‌های حفاری شده در چند ولسوالی هری‌رود پایینی توسط داکار در جدول ۳-۵ آمده است. علاوه بر چاه‌های حفاری‌شده در جدول ۳-۵، موسسه‌ی داکار ۸۴۵ حلقه چاه دیگر بین سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۴ در ولسوالی‌های اوبه، چشت شریف، و فارسی ولایت هرات نیز حفاری نموده

است. عمق این چاه‌ها بین ۲ تا ۴۷ متر می‌باشد و سطح آب زیرزمینی در آنها بین ۱ تا ۴۶ متر گزارش شده است(Shiladia, 2014).

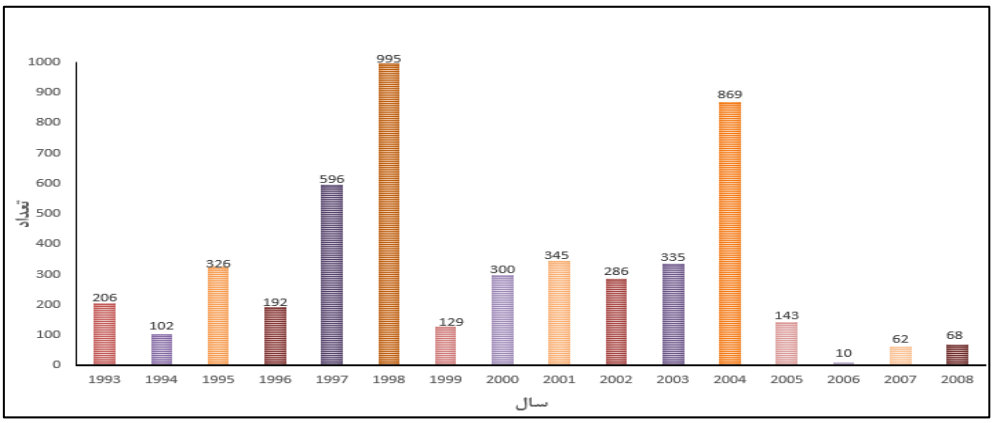
از آنجاکه چاه‌ها یکی از منابع اصلی تامین آب شرب در منطقه هستند و کیفیت آب آنها مستقیماً بر روی سلامتی ساکنین آن اثر می‌گذارد، در ادامه تلاش شده است با توجه به اطلاعات موجود به وضعیت کیفی آب‌های زیرزمینی منطقه نیز پرداخته شود.

آزمایشات کیفیت آب فقط بر روی ۴۹ حلقه از چاه‌های منطقه انجام شده است، که بر اساس آنها میزان هدایت الکتریکی آب(Electrical Conductivity (EC)) بین ۴۴۷ تا ۲۳۶۰ µS/cm، میزان PH بین ۷/۳ تا ۸/۶۳ متغیر بوده‌اند(Shiladia, 2014). همچنین بین سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۳ تعداد ۹۱۳ حلقه چاه در ولسوالی‌های لعل و سرجنگل، چخچران، شهرک، و تولک ولایت غور حفر شده‌اند. عمق این چاه‌ها بین ۲ تا ۳۴ متر و سطح آب زیرزمینی در آنها بین ۰/۵ تا ۳۳ متر متغیر می‌باشد(Shiladia, 2014). اطلاعات کیفیت آب فقط در ۳۰ حلقه از چاه‌های این ولایت موجود می‌باشد که بر اساس آنها میزان هدایت الکتریکی آب بین ۱۳۳ تا ۱۹۹۲ µS/cm، میزان PH بین ۷/۳ تا ۹/۲ متغیر می‌باشند (Shiladia, 2014). با توجه به تغییرات هدایت الکتریکی آب‌های زیرزمینی حوزه‌ی هری‌رود در ولایات غور و هرات، نتیجه می‌شود که کیفیت آب‌های زیرزمینی در بالادست حوزه بهتر می‌باشد و هرچه به طرف پایین دست حرکت می‌کنیم از کیفیت آب کاسته می‌شود. بطوری‌که در ولایت غور میزان هدایت الکتریکی آب (EC) بین ۱۳۳ تا ۱۹۹۲ µS/cm گزارش شده است و به ترتیب به طرف پایین دست بر میزان آن بطور تدریجی افزوده می‌گردد و در ولسوالی کوهسان به ۹۷۲ تا ۱۶۳۴۰ µS/cm می‌رسد(جدول ۳-۴).

بر اساس این اطلاعات در ولایت هرات، کمترین عمق سطح آب زیرزمینی در ولسوالی انجیل در ۰/۵ متری و بیشترین آن در ولسوالی گذره در عمق ۸۰ متری می‌باشد و بهترین کیفیت آب از نظر هدایت الکتریکی، مربوط به انجیل با ۴۲۶ (µS/Cm) و بدترین کیفیت آب مربوط به ولسوالی کوهسان با ۱۶۳۴۰ (µS/Cm) است.

میزان ارسنیک در تمامی ولسوالی‌ها ۱۰ ppb گزارش شده است. تنها استثنا در این مورد ولسوالی پشتون‌زرغون است که در آن میزان آرسنیک ۵۰ ppb گزارش شده است(Shiladia, 2014). بنابراین با در نظر گرفتن استانداردهای قدیم و جدید، که در بخش قبل به آنها اشاره شده است، آب‌های هرات از نظر میزان آرسنیک مشکل خاصی نداشته و قابل شرب می‌باشند.

نتایج آزمایشات کیفیت آب انجام شده در چاه‌های عمیق ولسوالی‌های گذره (سه حلقه)، انجیل، زندجان، غوریان(هرکدام دو حلقه) و کوهسان(یک حلقه) نشان می‌دهد که کیفیت آب آنها با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی(WHO)، مطابقت دارند و فقط در ولسوالی‌های گذره و انجیل میزان آهن از حد مجاز بالاتر بوده است(Shiladia, 2014). میزان بالای آهن در آب آشامیدنی باعث تغییر رنگ و مزه و همچنین ایجاد رسوبات آهن و لکه‌های زرد یا قهوه‌ای روی وسایلی از قبیل لباس‌ها، لگن‌های چینی، وان حمام، و... که در معرض تماس با آب هستند می‌گردد(زارع، عالی، شهریاری، ۲۰۱۶). استانداردهای آب آشامیدنی، مقدار مشخصی را برای آهن موجود در آب مشخص نکرده اند(WHO, 2003& 2011)؛ چرا که بالا بودن آهن در آب بر روی سلامتی اثر خاصی نداشته و فقط بر روی طعم آب اثر می‌گذارد. بنابراین میزان بالای آهن در آب‌های ولسوالی‌های انجیل و گذره نگرانی از بابت تهدید سلامتی شهروندان ایجاد نمی‌کند. قابل ذکر است که میزان آهن اضافی موجود در آب را می‌توان با روش‌های ساده‌ای از قبیل هوادهی یا اکسیداسیون با کلر یا پرمنگنات حذف نمود.



نمودار ٦: پراکندگی حفاری چاه‌ها در حوزه‌ی هری‌رود در سال‌های ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۸ (DACCAR)

در این مطالعه نیز، اطلاعات مورد نیاز در مورد چاه‌های حفاری شده در سطح حوزه از موسسه‌ی داکار تهیه شده است. بر اساس اطلاعات به‌دست آمده از این موسسه، بین سال‌های ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۸ حدود ۴۹۶۵ حلقه چاه در حوزه‌ی هری‌رود حفاری گردیده است(نمودار ۳-۲). بیشترین حفاری‌ها در سال ۱۹۹۸ با ۹۹۵ حلقه و کمترین آن در سال ۲۰۰۶ با حفاری ۱۰ حلقه چاه می‌باشد. بر اساس آمار موجود عمیق-ترین چاه در ولسوالی گذره با عمق ۹۲ و کم‌عمق‌ترین چاه با عمق ۴ متر در ولسوالی انجیل حفر شده است. کمترین و بیشترین عمق آب زیرزمینی نیز به ترتیب در ۰/۴۴ متری و در ۸۰ متری در ولسوالی گذره گزارش شده است(جدول ۳-۶). پراکندگی چاه‌ها در سطح حوزه(شکل ۳-۳) نشان می‌دهد که بیشترین تراکم چاه‌ها در رسوبات کواترنری مسیر رودخانه‌ی هری‌رود و معاونین آن می‌باشد. ضخامت

سفره‌های آب زیرزمینی در هری‌رود پایینی بین ۵ تا ۲۴۰ متر متغیر بوده که حدود ۴۰٪ نفوذپذیری را نشان می‌دهند، بر این اساس سفره‌های آب زیرزمینی در هری‌رود پایینی توانایی ذخیره‌سازی بیش از ۱۰ میلیارد متر مکعب آب را دارا هستند(Shiladia, 2014). بنابراین آب‌های زیرزمینی هری‌رود می‌توانند در سال‌های خشک تامین کننده‌ی آب آشامیدنی و همچنین قسمتی از آب زراعتی باشند. با توجه به سرعت کند جایگزینی آب‌های زیرزمینی و حجم محدود سفره‌های آب زیرزمینی بهتر است از این آب‌ها به جز در بخش شرب و بروز شرایط استثنائی در دیگر موارد استفاده نگردد و همیشه اولویت با استفاده و تصفیه آب‌های سطحی باشد.

با توجه به بافت سفره‌های آب زیرزمینی، اگر به‌جای آب‌های برداشت شده از آنها، جایگزینی صورت نگیرد، رسوبات تشکیل دهنده‌ی سفره، کم کم دچار نشست شده و علاوه بر وارد آوردن خسارت به ساکنین منطقه، خلل و فرجی که قبلاً در آنها آب ذخیره می‌شده است نیز بسته شده و قدرت ذخیره‌ی خود را برای همیشه از دست می‌دهند. این رویداد به معنی نابودی سفره‌های آب زیرزمینی برای همیشه می‌باشد، بطوری‌که دیگر حتی در صورت رسیدن آب به آنها نیز احیا نمی‌شوند. لذا توصیه می‌گردد که برداشت از آب‌های زیرزمینی با برنامه‌ریزی و مدیریت دقیق انجام گردد تا در آینده اثرات بد محیط زیستی و اجتماعی در منطقه بجای گذاشته نشود.

خوشبختانه، موسسه‌ی داکار آزمایشات کیفی هم بر روی تعدادی از چاه‌های حفاری شده انجام داده است. در جدول ۳-۷ تعداد چاه‌ها و نتایج آنالیزهای کیمیاوی آب آنها در سال ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶ نشان داده شده است. از ۲۳ حلقه چاهی که در ولایات هرات و غور مورد آزمایش قرار گرفته‌اند ۱۳ حلقه‌ی آن در حوزه‌ی هری‌رود موقعیت دارند(شکل ۳-۴). نتایج آزمایشات هدایت الکتریکی ((EC (µS/Cm)، TDS (mg/l) و PH در چاه‌های آزمایش شده حوزه‌ی هری‌رود در شکل (۳-۵) نشان داده شده است. بر اساس استانداردهای سازمان بهداشت جهانی، برای آب‌های آشامیدنی میزان استاندارد EC برابر با ۱۵۰۰ (µS/Cm)، میزان TDS کمتر از ۱۰۰۰ mg/l و میزان PH بین ۶/۵-۸/۵ می‌باشد(آخونی پور حسینی و قربانی، ۱۳۹۵، WHO, 2003). بر اساس این استاندارد و داده‌های شکل (۳-۵)، مشکل خاصی در آب شرب حوزه‌ی آبریز هری‌رود وجود ندارد. قابل ذکر است که در ابتدای این بخش نیز اشاره‌ای به میزان هدایت الکتریکی (EC) آب‌های حوزه‌ی هری‌رود گردیده است(جدول ۳-۵) که این اعداد با اعداد شکل (۳-۵) تفاوت‌هایی دارند. در این خصوص باید یادآور شد، که ضمن اینکه داده‌های جدول (۳-۵) کمترین و بیشترین مقدار هدایت الکتریکی را نشان می‌دهند، تاریخ آزمایش آنها نیز قبل از تاریخ آزمایشات شکل (۳-۵) می‌باشد. همچنین نتایج مربوط به شکل (۳-۵) نتایج انجام آزمایش در یک مورد می‌باشد.

نمودارهای تغییرات سطح آب زیرزمینی و هدایت الکتریکی هر یک از چاه‌های مورد آزمایش در حوزه‌ی هری‌رود در ضمیمه‌ی چهار آمده است.

بطور کلی، نتایج آزمایشات فوق نشان می‌دهد که در آب‌های هرات مشکل خاصی از نظر کیفیت وجود ندارد. قابل ذکر است جهت بررسی و مونیتورینگ دقیق کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه، ضروری است در ابتدا مطالعات کاملی در خصوص تعیین دقیق موقعیت و مشخصات سفره‌های آب زیرزمینی انجام گردد و سپس شبکه منظم مونیتورینگ آب‌های زیرزمینی در سطح حوزه تشکیل گردد. همچنین انجام آزمایشات کیفی آب خصوصاً در چاه‌های آب شرب باید بطور منظم انجام گردد تا در صورت تغییر احتمالی کیفیت و احتمالاً تهدید سلامتی ساکنین منطقه، به موقع آگاهی‌دهی انجام گردد.

قابل ذکر است که احداث بند سلما بر وضعیت آب‌های زیرزمینی پایین دست بند تاثیر خواهد گذاشت. از آنجاکه تاکنون تحقیقی در خصوص تاثیر بند سلما بر آب‌های زیرزمینی پایین دست انجام نشده است نمی‌توان اظهار نظر صریحی در مورد آن انجام داد.

جدول ۱۴: مشخصات چاه‌های حفر شده در ولسوالی‌های(شهرستان‌های) هری‌رود پایینی بر اساس اطلاعات داکار (Shiladia, 2014)

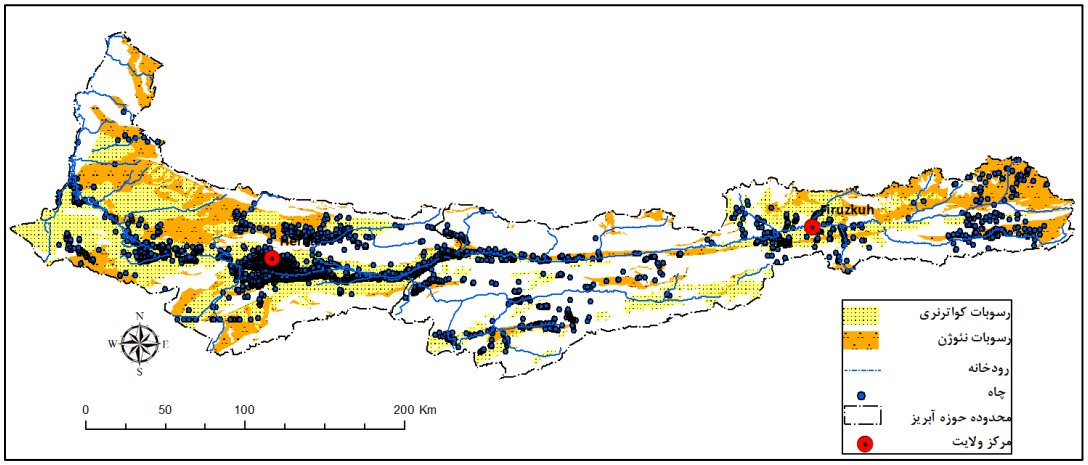
نام ولسوالی	نوع چاه	سال حفاری	تعداد	عمق (m)	سطح آب زیرزمینی (m)	هدایت الکتریکی EC (µS/Cm)	آرسنیک AS (ppb)	PH
کرخ	دستی	۲۰۰۲-۱۹۹۵	۱۷۳	۴۵-۶	۴۲-۴	۱۴۷۸-۶۱۲	۱۰	۸-/۲ ۷/۴
	ماشینی	۱۹۹۸-۱۹۹۵	۷۸	۴۸-۷	۵/۴۶-۵/۸			
	لوله‌گذاری شده							
پشتون زرغون	دستی	۲۰۰۴-۱۹۹۸	۱۶۳	۴/۵۶-۲	۲/۵۴-۸/۸	۱۱۳۰-۴۷۸	۵۰	۷-/۹ ۷/۶
	ماشینی	۲۰۰۰-۱۹۹۸	۲۳۰	۵۸-۷	۵/۵۷-۵			
	لوله‌گذاری شده	۲۰۰۱	۱۰۳	۱۴/۶۲-۷	۲۷-۴			
انجیل	دستی	۲۰۰۴-۱۹۹۳	۴۳۰	۴۸-۴	۴۶-۱/۶	۴۱۰۰-۴۲۶		۸-۷/۲
	ماشینی	۲۰۰۰-۱۹۹۳	۲۳۰	۶/۳۹-۲	۳۷-۳-/۸ ۴			
	لوله‌گذاری شده	۲۰۰۴-۱۹۹۶	۳۸۴	۴۵-۷	۰/۲۰-۵	۲۹۸۰-۶۸۲		
گذره	دستی	۲۰۰۲-۱۹۹۳	۱۷۴	۳۶-۵	۳۵-۳/۵	۲۵۰۰-۶۶۸		۶/۸-۷
	ماشینی	۱۹۹۸-۱۹۹۳	۷۶	۳۰-۴	۲۸-۲/۵			
	لوله‌گذاری شده	۲۰۰۱-۱۹۹۷	۲۰۷	۱۰/۹۲-۴۵	۲/۸۰-۹۵			
غوریان	دستی	۲۰۰۰-۱۹۹۵	۲۲۷	۴/۲۷-۴/۵	۲۶-۱-/۴ ۳	۳۸۵۰-۶۶۳	۱۰	۸-/۲ ۶/۳
	ماشینی	۲۰۰۲-۱۹۹۵	۱۰۰	۶/۲۱-۵	۱۹-۴/۸			
	لوله‌گذاری شده	۲۰۰۲	۱۵	۳۵-/۷ ۱۷/۲	۱۸-۴/۷			
زنده	دستی	۲۰۰۰-۱۹۹۳	۲۰۶	۲۴-۵/۵	۳/۲۲-۵/۷	۱۳۵۷۰-۹۹۲	۱۰	۸-/۴ ۷/۵

	ماشینی	۲۰۰۰-۱۹۹۳	۳۸	۱۷-۶	۴/۱۵-۶/۵		
	لوله‌گذاری شده	۲۰۰۰	۷	۲۵-۲۰	۴/۵	۲۵۰۰-۱۷۸۰	
گلران	دستی	۲۰۰۰-۱۹۹۷	۱۳۱	۵/۴۶-۲	۴۴-۴	۵۵۹۰-۷۴۵	۸-/۰ ۶/۲
	ماشینی	۲۰۰۰-۱۹۹۳	۱۵	۲۳-۶/۵	۴/۲۳-۷/۴		
	لوله‌گذاری شده	۱۹۹۶	۱	۴۸	۱۱		
کوهسان	دستی	۱۹۹۹-۱۹۹۳	۱۱۳	۸/۲۲-۵	۳/۲۰-۸/۵	۱۶۳۴۰-۹۷۲	۱۰	۸-/۲ ۷/۵
	ماشینی	۱۹۹۷	۱	۱۰	۸/۵			
	لوله‌گذاری شده	۲۰۰۲-۲۹۹۵	۴۸	۱۳/۴۸-۵	۳/۱۳-۵			

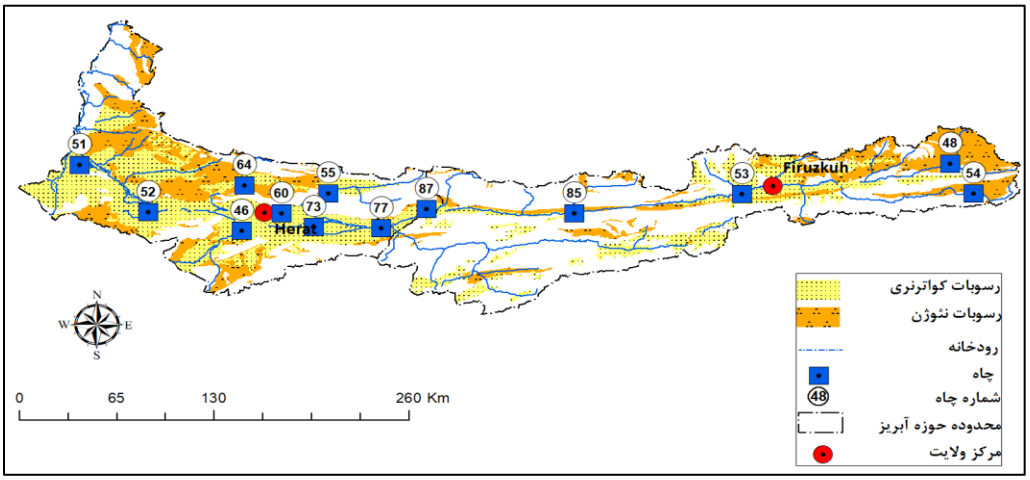
جدول ۱۵: مشخصات چاه‌های حفاری شده در حوزه‌ی هری‌رود (DACCAR)

ولایت	ولسوالی	تعداد چاه	عمق به متر	سطح آب زیرمینی به متر
غور	چخچران	۱۶۶	۵/۲۵-۶/۳	۴/۲۰-۵/۳
	لعل سرجنگل	۱۹۹	۲۵-۶	۰/۲۳-۸
	شهرک	۱۱۴	۶/۳۲-۵	۵/۳۰-۱/۴
	تولک	۱۷۳	۳۰-۵/۸	۰/۲۴-۵۷/۷
هرات	غوریان	۴۸۸	۴/۶۵-۴	۴۰-۱-۳
	گلران	۴۶	۵/۴۸-۲	۲۴-۴/۹
	کرخ	۳۱۷	۴۸-۴	۴۶-۴/۸
	کوهسان	۱۷۷	۵/۵۲-۳	۲/۱۵-۵/۲
	کشک رباط سنگی	۳۰	۶۶-۷	۲۰-۵/۲
	کشک کهنه	۱۶۶	۳۰-۵/۵	۲/۲۸-۹/۵

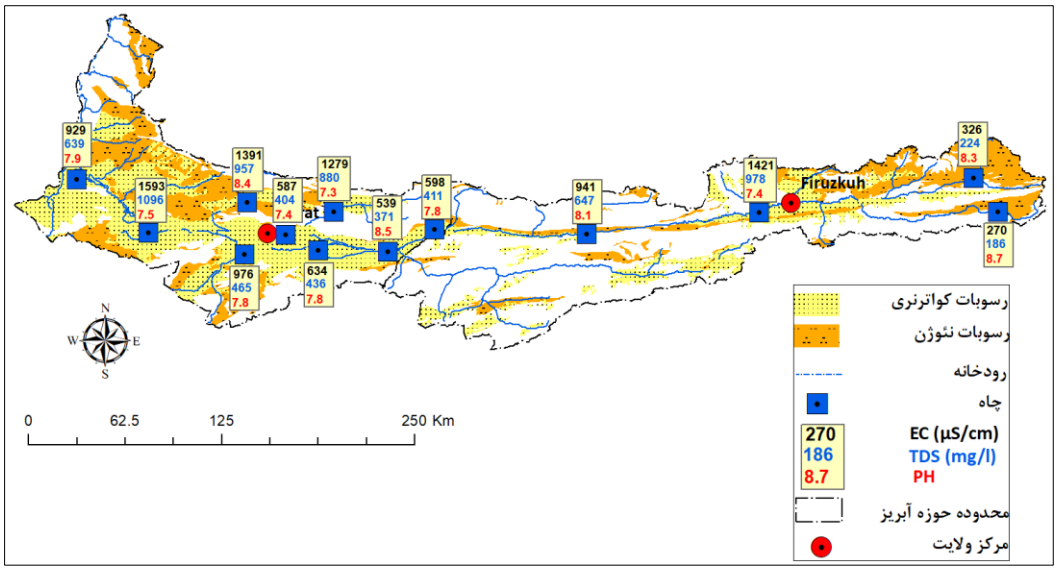
	چشت شریف	۱۴۲	۴۰-۵	۳/۳۹-۵
	گذره	۵۱۹	۹۲-۴	۰/۸۰-۴۴
	اوبه	۵۲۰	۵/۴۹-۴/۵	۳۰/۴۸-۸
	پشتون‌زرغون	۵۲۳	۴/۶۳-۲/۵	۲/۴۷-۴
	انجیل	۹۵۳	۶۴-۴	۰/۴۴-۵
	ادرسکن	۶۷	۲۰-۵	۳/۱۹-۵
	زنده جان	۳۶۵	۶۹-۵/۶	۰/۴۴-۵۴/۶



شکل ۰۳-۳: پراکندگی چاه‌های حوزه‌ی هریرود در سال‌های ۱۹۹۳-۲۰۰۸ با استفاده از اطلاعات (DACCAR, 2007)



شکل۳-٤: پراکندگی چاه‌های آزمایش شده در حوزه‌ی هری‌رود بین سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۰۶ با استفاده از اطلاعات (DACCAR, 2007)



شکل۳-٥: میزان EC, TDS & PH در چاه‌های آزمایش شده در سال ۲۰۰۵ با استفاده از اطلاعات (DACCAR, 2007)

جدول ۱۶: مشخصات چاه‌های مورد آزمایش کیمیاوی آب در ولایات هرات و غور (DACCAR, 2007)

ID	Province	District	Village	LON	LAT	WP Type	Well Depth (m)	Well Diameter (Inch)
44	44	Kushk-e Kohna	Shulyji	62.6562	34.78552	DW	11.3	35.5
45	Ghor	Pasaband	Astarghana	65.12406	33.65857	DW	81.2	35.5
46	Herat	Gozara	Tezan	62.06575	34.22767	TW		4
47	Ghor	Taiwara	Shahr-Sokhta	64.34017	33.50787	DW	9.9	35.5
48	Ghor	Lal-Wa-Sarjangal	Kara	66.31619	34.67457	DW	8.6	35.5
51	Herat	Kohsan	Kamisary	61.09056	34.66615	TW	29.8	4
52	Herat	Ghurian	Center	61.50554	34.35254	TW	27.5	4
53	Ghor	Chaghcharan	Ahangaran	65.0678	34.4712	TW	46	4
54	Ghor	Lai Wa-Sarjangal	Espideyual	66.45639	34.47528	DW	8	35.5
55	Herat	Karukh	Agha Sahib	62.58609	34.47787	DW		35.5
60	Herat	Enjil	Kahdistan	62.30587	34.3426	TW		4
63	Herat	Shindand	Samizai	62.19654	33.18905	TW		4

64	Herat	Enjil	Gandaw-Parwan	62.08145	34.53142	TW	43	4
67	Herat	Kushk-e Naw	Toraghundi	62.28473	35.23199	TW	31.7	4
68	Herat	Kushk-e Naw	Rabat-Sangi	62.1346	34.79738	TW		4
70	Herat	Adraskan	Zulm-Abad	62.15838	33.55578	TW	20.4	4
72	Herat	Gulran	Kariz-I-Kar	61.65043	35.01271	TW	40.2	4
73	Herat	Pashtun-Zarghun	Salimi	62.49703	34.25212	**TW**		4
77	Herat	Pashtun-Zarghun	Marwa	62.90203	34.24429	DW	13.2	35.5
79	Herat	Shindand	Qalai-Pain	61.9313	33.26911	TW		4
82	Herat	Farsi	Koshka	63.13009	33.72592	DW		
85	Herat	Chesht-e-Sharif	Sargaz	64.05972	34.34393	DW	12.4	35.5
87	Herat	Obeh	Center	63.17507	34.37196	DW		35.5

چاه‌هایی که با رنگ خاکستری نشان داده شده‌اند در حوزه‌ی هری‌رود قرار دارند.

ادامه‌ی جدول ۱۶: مشخصات چاه‌های مورد آزمایش کیمیاوی آب در ولایات هرات و غور (DACCAR, 2007)

ID	water Level (m)				Electrical Conductivity (µS/cm)				Record Date	
	Ave.	Min.	Max.	Diff.	Ave.	Min.	Max.	Diff.	First-Date	Last-Date
44	10.4	9.9	10.8	0.9	2,548	1814	3110	1296	9/7/05	7/12/06
45	6.6	5.9	7.3	1.35	705	667	766	99	25/07/05	25/11/06
46	4.1	3.4	5.4	2	840	676	1090	414	7/7/05	20/12/06
47	7.9	7.8	8.1	0.3	705	674	741	67	28/07/05	28/11/05
48	4.8	2.4	6.2	3.81	391	270	496	226	19/07/05	12/11/06
51	13	12.3	13.8	1.52	1,095	929	1350	421	12/7/05	19/12/06
52	7.6	5.7	8.7	3.04	1,820	1552	2180	628	12/7/05	19/12/06
53	20.3	15.8	25.5	9.66	2,665	1625	3580	1955	22/07/05	14/11/06
54	6.9	5.3	7.8	2.43	1,506	1290	1709	419	19/07/05	15/11/06
55	9.3	8.2	9.9	1.76	1,430	1279	1700	421	12/7/05	12/12/06
60	5.6	4.2	6.9	2.73	595	552	677	125	7/7/05	21/12/06

63	6	5.2	6.8	1.58	6,091	5100	7180	2080	13/07/05	13/12/06
64	7.7	6.6	9.7	3.06	1,452	1203	1677	474	10/7/05	23/12/06
67	6.5	6.3	6.7	0.41	3,472	2810	3910	1100	11/7/05	16/12/06
68	26.9	20.7	31.5	10.71	4,590	3100	7460	4360	10/7/05	23/11/06
70	9.6	8.4	11	2.58	865	577	1328	751	13/07/05	17/12/06
72	24.5	19.2	26.4	7.19	4,197	3750	4630	880	10/7/05	14/12/06
73	7.1	6.2	7.5	1.36	643	584	720	136	11/7/05	12/12/06
77	11.4	8.6	12.8	4.19	582	513	693	180	22/07/05	12/12/06
79	6.8	6.2	7.6	1.35	1,803	1508	2300	792	15/07/05	17/12/06
82										
85	10.4	8.2	11.5	3.3	1,144	896	1354	458	22/07/05	20/12/06
87	13.6	13.5	13.9	0.46	570	556	598	42	22/07/05	10/10/05

چاه‌هایی که با رنگ خاکستری نشان داده شده‌اند در حوزه‌ی هری‌رود قرار دارند.

ادامه‌ی جدول۱۶: مشخصات چاه‌های مورد آزمایش کیمیاوی آب در ولایات هرات و غور (DACCAR, 2007)

ID	Physical Parameters					(Chemical Parameters) Anions (mg/l)								
	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	Turbidity (NTU)	pH	T (°C)	HCO^{3-}	$CO3^{2-}$	Cl	$SO4^{2-}$	$SO3^{2-}$	S^{2-}	F^{-}	$NO3^{-}$	$NO2^{-}$
44	2.46	1.69	2.2	7.9	22.7	390	30	168	4	6	0.01	3	46	0
45	641	441	3.91	7.7		340	40	28	3	1	0	0.4	1.9	1
46	676	465	2.46	7.8	19	270	10	67	128	1	0	0.2	0.7	0
47	662	455	0.25	8.4		180	30	3.6	136	1	0.01	0.7	3.1	0
48	326	224	3.55	8.3	19.4	130	50	16	11	0	0	0.5	168	0
51	929	639	2.7	7.9	21.8	240	60	230	180	7	0	1.2	10	0
52	1593	1096	3.03	7.5	22	410	20	225	350	3	0	2.1	25	0
53	1421	978	1.19	7.4		430	20	5.7	360	1	0	0.9	0.8	0
54	270	186	4.88	8.7	20.6	180	90	20	180	3	0	0.8	2.8	0
55	1279	880	1.54	7.3	19.1	490	30	110	208	1	0.01	1.2	50	0.1
60	587	404	21.3	7.4	19.6	210	10	51	104	8	0	1	14	0
63	5260	3619	45	7.8	26.3	160	30	353	1700	0	0.02	11	81	0
64	1391	957	2.08	8.4	24.5	200	40	185	530	0	0	1.5	38	0
67	3190	2195	6.1	8.2	21.5	290	50	410	875	4	0.01	6.5	42	0
68	4000	2752	2.37	8.2	21.4	255	20	185	5	5	0	2.9	58	0
70	577	397	2.4	8.1	23.3	250	60	43	86	0	0	0.9	14	0
72	4100	2821	5.04	8.3	23.2	135	50	398	1950	2	0	7.1	27	0

73	634	436	1.67	7.8	23.3	290	40	45	83	1	0	0.7	9.2	0
77	539	371	3.2	8.5	20.5	240	20	512	88	4	0	0.5	1.5	0
79	1540	1060	1.81	7.7	24.3	280	30	165	495	3	0	5.4	13	0
82														
85	941	647	2.48	8.1	20	320	40	76	122	8	0	1.1	68	0
87	598	411	3.51	7.8	21.7	380	40	33	67	4	0.01	0.7	13	0

چاه‌هایی که با رنگ خاکستری نشان داده شده‌اند در حوزه‌ی هری‌رود قرار دارند.

ادامه‌ی جدول۱۶: مشخصات چاه‌های مورد آزمایش کیمیاوی آب در ولایات هرات و غور (DACCAR, 2007)

ID	(Chemical Parameters) Anions (mg/l)				(Chemical Parameters) Cations (mg/l)												Total Cation (mg/l)	Analysis Date (Cat&Ani)
	$PO4^{3-}$	B	Br^{-}	Total Anions	Na^{+}	K^{+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cr^{6+}	NH^{4+}	Mn^{2+}	Cu^{2+}	Al^{3+}	Fe	Zn^{2+}	As		
44	0.55	1.1	0.8	649.42	45	4.9	44	110	0.01	0.08	0.003	0.06	0	0.01	0	0	491.1	7/11/2005
45	0.06	0.2	0	415.55	122	5.3	45.2	2	0.05	0	0	0.06	0	0	0	0	685.82	30/10/05
46	0.45	0.5	0.1	477.96	111	2.1	32	38	0.02	0.24	0.002	0.04	0	0	0	0	529.46	11/10/2005
47	0.1	0.2	0.02	354.74	50	3.7	48.8	28	0.05	0.04	0.01	0.1	0	0	0	0	622.63	31/10/05
48	0.71	0.1	0.09	376.36	81	1.5	50	14	0.01	0.31	0.002	0.06	0	0	0	0	1218.49	11/10/2005
51	0.44	0.6	0.11	729.3	271	3.4	24	43	0	0.06	0.003	0.04	0	0.07	0	0	1661.03	12/8/2005
52	0	0.6	0.03	1035.5	245	6.7	66	90	0.02	0.84	0.007	0.08	0	0.01	0	0	1208.34	4/9/2005
53	0.1	0.6	0.01	819.18	94	10.5	57.6	100	0.06	0.12	0.003	0.04	0	0	0	0	774.56	30/10/05
54	0.48	0.2	0.08	477.32	63	5.2	44	65	0	0.53	0.004	0	0	0	0	0	1292.68	12/10/2005
55	0.57	0.5	0.04	891.36	138	58	66	80	0	0.55	0.002	0.66	0	0.02	0	0	635.39	14/7/05
60	0.32	0.5	0	398.81	72	4.1	32	37	0.01	0.07	0.005	0.02	0	0	0	0	6318.59	18/10/05
63	0.28	1.4	0.06	2336.3	768	2.3	200	90	0.01	0.48	0.01	0.12	0	0.03	0	0	1789.53	17/9/05
64	0.27	0.4	0.03	994.78	374	3.3	38	40	0.02	0.16	0.002	0.04	0	0.04	0	0	3066.09	10/11/2005
67	0.26	0.7	0.05	1678.1	593	4	64	100	0.01	0.56	0.01	0.04	0	0.02	0	0	808.79	18/10/05
68	0.39	0.6	0.03	531.91	7	4.4	80	85	0.02	0.2	0.014	0.18	0	0	0	0	658.04	24/12/05
70	0.23	0.3	0.1	454.07	117	2.4	34	31	0.01	0.05	0.002	0.02	0	0.01	0	0	5007.59	26/11/05
72	0.19	1.7	0.17	2571.4	788	6.6	130	190	0.01	0.87	0.007	0	0	0	0	0	648.77	15/10/05

73	0.25	0.2	0.05	469.41	59	3	54	48	0	0.23	0.004	0	0	0.01	0	0	1436.44	12/9/2005
77	0.1	0.1	0.06	866.26	352	4.1	56.4	34	34	0.002	0.1	0	0.001	0.01	0	0	1705.08	11/11/2005
79	0.26	1.1	0.02	992.55	394	0.9	38	25	0.01	0.23	0.001	0	0	0	0	0	951.84	28/10/05
82																		
85	0.31	0.5	0.02	635.93	62	3.6	32	100	0	0.14	0.003	0.02	0	0	0	0	696.73	14/12/05
87	0.22	0.3	0.03	538.38	54	2.8	58	60	0.01	0.17	0.002	0.06	0	0	0	0	899.94	28/10/05

چاه‌هایی که با رنگ خاکستری نشان داده شده‌اند در حوزه‌ی هری‌رود قرار دارند.

چشمه

از برخورد سطح آب زیرزمینی با سطح زمین، بخصوص در محل‌هایی که دارای درز و شکستگی تکتونیکی باشند، چشمه به‌وجود می‌آید. چشمه‌ها در حقیقت محل خروج آب‌های زیرزمینی از راه‌های طبیعی به سطح زمین می‌باشند. عوامل زیادی در آب‌دهی چشمه‌ها تاثیر دارند، یکی از این عوامل، سطح آب زیرزمینی منطقه می‌باشد(USDA, 2012). عموماً بالا آمدن سطح آب زیرزمینی، می‌تواند موجب افزایش دبی‌چشمه‌ها گردد و پایین افتادن سطح آب زیرزمینی می‌تواند باعث کاهش دبی یا حتی خشک شدن چشمه به‌طور موقت گردد.

در افغانستان نیز چشمه‌های زیادی وجود دارد و از قدیم‌الایام مورد استفاده‌ی شرب و زراعت قرار می‌گرفته اند. بطوری‌که زندگی روستاهای زیادی وابسته به ۵۶۰۰ (بر اساس آمار ۱۹۶۰) چشمه‌ای است که در نزدیکی آنها قرار دارند و در حدود ۱۸۸۰۰۰ هکتار زمین را نیز توسط آنها آبیاری می‌کنند (Rout, 2008).

چشمه‌ها در حوزه‌ی هری‌رود نیز جایگاه ویژه‌ی خود را از قدیم داشته‌اند و معمولاً در کنار آنها آبادی‌هایی به‌وجود آمده است. بطور کلی در سطح ولایات غور و هرات به ترتیب ۵۷۰ و ۱۵۳ چشمه وجود دارد(Qureshi, IWMI, 2002). بر اساس این آمار غور یکی از ولایاتی است که بیشترین چشمه را در سطح کشور دارا می‌باشد. متاسفانه آمار دقیقی از مشخصات چشمه‌های افغانستان بطور عموم و حوزه‌ی هری‌رود به طور ویژه وجود نداشته تا بتوان بر اساس آن وضعیت و میزان برداشت آب از آنها را تعیین نمود. یکی از فعالیت‌های مفیدی که می‌تواند در این راستا صورت گیرد تعیین موقعیت دقیق و مشخصات چشمه‌ها به تفکیک ولسوالی‌ها می‌باشد؛ چرا که ارزیابی منظم چشمه‌ها نیز می‌تواند اطلاعات ارزنده‌ای از وضعیت آب‌های زیرزمینی منطقه در اختیار قرار دهد.

بنابراین متاسفانه در نبود اطلاعات نمی‌توان اظهار نظر خاصی در مورد چشمه‌های حوزه‌ی هری‌رود نمود.

کاریز (قنات)

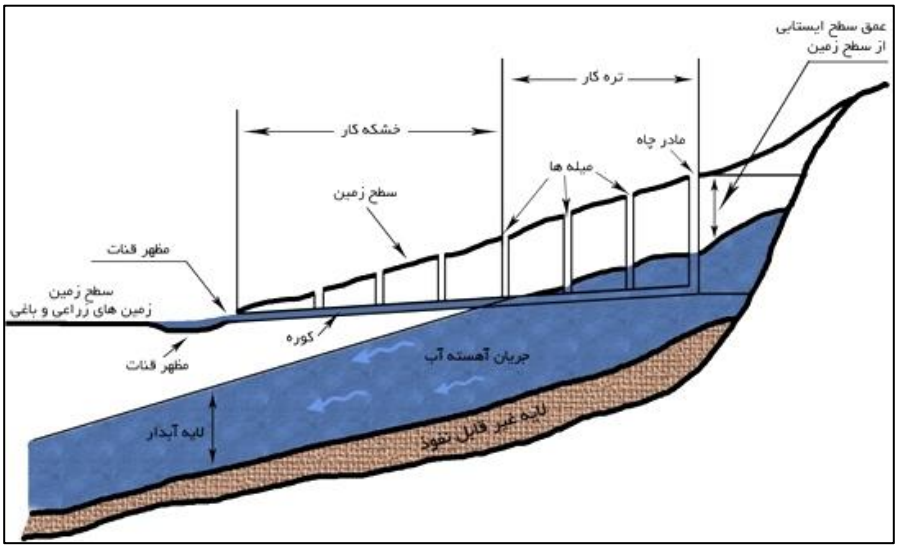
کاریز به مجموعه‌ای از تونل‌ها و گالری‌های زیرزمینی گفته می‌شود که با شیبِ ملایمی معمولاً در رسوباتِ مخروط‌افکنه‌ای حفر می‌شوند و آب‌های زیرزمینی را با نیروی ثقل زمین به سطح هدایت می‌کنند(مرکز بین‌المللی قنات و سازه‌های تاریخی، بی تا). معمولاً کاریز از یک تونل افقی با شیب ملایم و چندین میله‌ی عمودی با فواصل بین ۲۰ تا ۱۰۰ متر تشکیل شده است که به آخرین میله‌ی کاریز، مادرچاه گفته می‌شود(شکل ۳-۶). تعداد میله‌ها و طول تونل بستگی به فاکتورهایی از جمله مشخصات زمین‌شناختی و سطح آب زیرزمینی دارد، بطوری‌که طول کاریزها گاه به چندین کیلومتر می‌رسد. تکنیک حفر کاریز در

افغانستان، ایران، خاورمیانه و شمال افریقا سابقه‌ی چندین هزار ساله دارد. در حقیقت کاریز، سطح آب زیرزمینی را توسط یک تونل به سطح زمین طبیعی با شیب ملایمی متصل می‌نماید و از این طریق با استفاده از نیروی ثقل، باعث خروج آب‌های زیرزمینی به سطح زمین می‌گردد. میزان آب‌دهی هر کاریز وابسته به عواملی از قبیل جنس و اندازه‌ی رسوبات، شیب تونل‌ها، اختلاف ارتفاع بین سطح آب زیرزمینی و خروجی کاریز، و طول کاریز در سفره‌ی آب زیرزمینی دارد. یکی از فاکتورهای مهم در میزان آب‌دهی هر کاریز، میزان حفر کاریز در درون سفره‌ی آب زیرزمینی یا به اصطلاح قسمت "تره‌کار" کاریز می‌باشد. در یک کاریز، هر چقدر قسمت تره‌کار بیشتر باشد میزان آب‌دهی آن نیز بیشتر می‌گردد. بطور متوسط دبی هر کاریز بین ۱۰ تا ۲۰۰ لیتر در ثانیه متغیر می‌باشد که البته گاهاً در شرایطی می‌تواند تا ۵۰۰ لیتر بر ثانیه هم برسد(ICARDA, 2002).

از آب کاریزها معمولاً در تامین آب زراعت و شرب استفاده می‌گردد. ولی مهمترین استفاده از کاریزها، استفاده‌ی آنها در زراعت به عنوان یکی ازکم‌هزینه‌ترین راه‌های آبیاری می‌باشد. همچنین این روش استفاده از آب‌های زیرزمینی با شرایط محیط‌زیست نیز سازگار می‌باشد و تاثیر سوء محیطی زیستی از خود برجای نمی‌گذارد. تنها ایراد این سیستم را می‌توان عدم وجود مکانیزمی برای قطع آب آن در زمان‌هایی که نیاز به استفاده از آن نمی‌باشد، دانست. به عنوان مثال، در فصل زمستان یا در زمان‌های دیگری که نیاز به برداشت آب زیرزمینی نیست، آب کاریزها همچنان جاریست. بطور میانگین در طول سال ۲۵٪ از آب کاریزها بدون استفاده به هدر می‌رود(ICARDA, 2002).

در کل افغانستان ۶۷۴۱ رشته کاریز وجود دارد که ۱۶۳۰۰۰ هکتار زمین را آبیاری می‌کنند (Qureshi, 2002). بطور متوسط طول یک کاریز در افغانستان بین یک تا دو کیلومتر و عرض مقطع آن بین یک تا دو متر مربع و شیبِ هیدرولیکی آن یک متر در هر یک کیلومتر می‌باشد (Machpherson& all, 2015). این کاریزها بیشتر در مناطق جنوب و جنوب غرب کشور قرار دارند. متاسفانه در سال‌های اخیر ٪۳۶ از کاریزهای کشور خشک و بقیه نیز حدود ۸۳٪ از آب‌دهی خود را به دلیل خشک‌سالی از دست داده‌اند(Shobair& Alim, 2004). خشک‌سالی و به طبع آن کاهش بارندگی‌ها باعث کاهش تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و در نتیجه افت سطح آب‌های زیرزمینی شده است. افت سطح آب زیرزمینی باعث می‌گردد که سطح "تره‌کار" کاریز کاهش یابد و در نتیجه میزان آب‌دهی کاریز نیز کاهش می‌یابد. هرگاه سطح آب زیرزمینی به قدری کاهش یابد که سطح "تره‌کار" کاریز به صفر برسد، کاریز خشک می‌گردد. یکی دیگر از دلایل خشک‌شدن و همچنین کاهش آب کاریزها، حفر چاه‌ها به‌خصوص چاه‌های عمیق در مقیاس بسیار وسیع و برداشت بی‌رویه‌ی آب از آنها می‌باشد(Qureshi, 2002).

در ولایات غور و هرات به ترتیب چهار و ۲۲۸ رشته کاریز وجود دارد(ICARDA, 2002). یکی از دلایل وجود تعداد زیاد کاریز در ولایت هرات را می‌توان باز شدن دره‌ی هری‌رود در این ولایت و گسترش رسوبات مخروط افکنه‌ای در سطح این ولایت دانست. متاسفانه جزئیات دقیق و مدونی از کاریزهای ولایات هرات و غور در دسترس این پژوهش قرار ندارد تا بتوان بر اساس آن میزان برداشت آب و همچنین ساحات زیرِ کشت هر یک از کاریزها را مشخص نمود.



شکل ۳-۶: مقطع تیپ یک کاریز (قنات) (hamshahrionline)

تبادلات آبی حوزه‌ی هری‌رود افغانستان

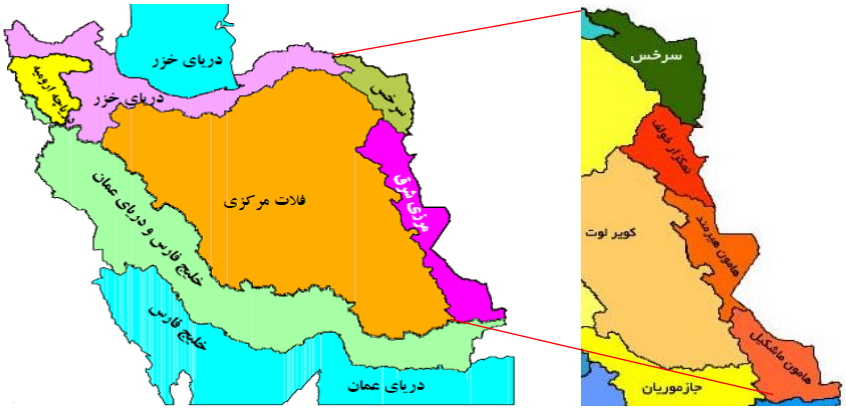
تبادلات آبی وقتی اهمیت بیشتری می‌یابند که حوزه‌ی آبریز، یک حوزه مرزی باشد و قسمت یا تعدادی از زیرحوزه‌های آن در کشورهای دیگر باشند. در چنین مواقعی باید وضعیت آب‌های زیرزمینی و سطحی حوزه کاملاً تحت نظر گرفته شوند و با ایجاد شبکه‌های نظارتی، آماربرداری منظم، پیوسته و دقیقی از وضعیت آب‌های سطحی و زیرزمینی انجام گیرد. در افغانستان فعلاً قسمتی از شبکه‌ی آماربرداری آب‌های سطحی احیا شده، ولی متاسفانه در خصوص آب‌های زیرزمینی و بررسی دقیق آنها کار جدی‌ای صورت نگرفته است. به همین دلیل در خصوص تبادلات آبی حوزه‌ی هری‌رود با کشورهای دیگر حوزه، به‌خصوص در قسمت آب‌های زیرزمینی اجباراً به اطلاعات منتشر شده از دیگر کشورها استناد می‌گردد. بنابر اطلاعات منتشر شده، از حوزه‌ی هری‌رود افغانستان سالانه ۲/۹۷ میلیون متر مکعب آب زیرزمینی به سفره‌ی آب زیرزمینی کرات و ۷۳/۰۵ میلیون متر مکعب آب زیرزمینی به سفره‌ی آب زیرزمینی سرخس وارد می-گردند(شکل ۳-۱۴) (مهندسی مشاور طوس، ۱۳۹۱). در مورد آب‌های ورودی به سفره‌ی آب زیرزمینی

سرخس باید خاطر نشان ساخت که این آب‌ها از طریق ترکمنستان وارد این سفره می‌گردند، ولی منشاء این آب‌ها بنا به وضعیت جریان‌های سطحی منطقه، هری‌رود می‌باشد. همچنین سالانه ۹/۱۹ میلیون متر مکعب آب زیرزمینی از منطقه جنت‌آباد- صالح آباد ایران وارد افغانستان می‌گردد(مهندسی مشاور طوس آب، ۱۳۹۱: ص ۵۰). نکته قابل ذکر اینکه آب‌های وارد شده از منطقه‌ی جنت‌آباد- صالح آباد به شمال غرب افغانستان در نزدیکی مرز ترکمنستان وارد می‌گردد از آنجاکه در این قسمت از کشور رسوبات قابل توجهی جهت تشکیل سفره‌های آب زیرزمینی وجود ندارد به احتمال قوی قسمت اعظم آنها وارد ترکمنستان می‌گردند. در این منطقه از کشور هیچ‌گونه چاه بهره‌برداری نیز وجود ندارد(شکل ۳-۳). براساس آمارهای موجود از ایستگاه تیرپل در افغانستان، از سال ۲۰۰۸ الی ۲۰۱۵ بطور میانگین ۴۴۶/۸۷ میلیون متر مکعب آب عبور کرده است؛ اما تمام این آب‌ها وارد مرز ایران و ترکمنستان نشده است زیرا در مسیر راه تا منطقه‌ی دهنه ذوالفغار چندین کانال در جناح افغانستان قرار دارند که از هری‌رود و آب‌هایی که از منطقه‌ی تیرپل عبور می‌کنند، برداشت می‌نمایند(شکل ۲-۲).

حوزه‌های آبریز ایران

بر اساس تقسیمات وزارت نیروی ایران، این کشور به شش حوزه‌ی آبریز بزرگ تقسیم گردیده است(شکل ۷-۳)، که هر کدام از این حوزه‌ها نیز به چندین زیرحوزه تقسیم شده است. بزرگترین حوزه‌ی آبریز ایران حوزه‌ی فلات مرکزی با مساحت ۸۲۴/۴ هزار کیلومتر مربع(۵۱٪ از مساحت کشور) و کوچکترین آن حوزه‌ی قره‌قوم (سرخس) با مساحت ۴۴/۲ هزار کیلومتر مربع(۲/۵٪ کل مساحت کشور)، می‌باشند(مرکز آمار ایران، ۱۳۹۷). پرآب‌ترین حوزه‌ی آبی ایران با توجه به متوسط آمار ۴۷ ساله، حوزه‌ی آبریز خلیج فارس و دریای عمان با میزان جریان سطحی ۴۷/۶ میلیارد متر مکعب در سال و کم آب‌ترین آنها حوزه‌ی مرزی شرق با ۱/۴۸ میلیارد متر مکعب در سال می‌باشد(مرکز آمار ایران، ۱۳۹۷).

بر اساس شاخص فالکن مارک، ایران در سال ۲۰۱۱ با سرانه‌ی آب ۱۷۱۸ متر مکعب در سال در آستانه‌ی ورود به شرایط تنش آبی بوده است(محمدجانی، یزدانیان، ۱۳۹۳).



شکل۳-۷: تقسیم‌بندی حوزه‌های آبریز اصلی ایران و حوزه‌های درجه‌ی دو مشترک با افغانستان، (نقشه‌ها از وزارت نیروی ایران)

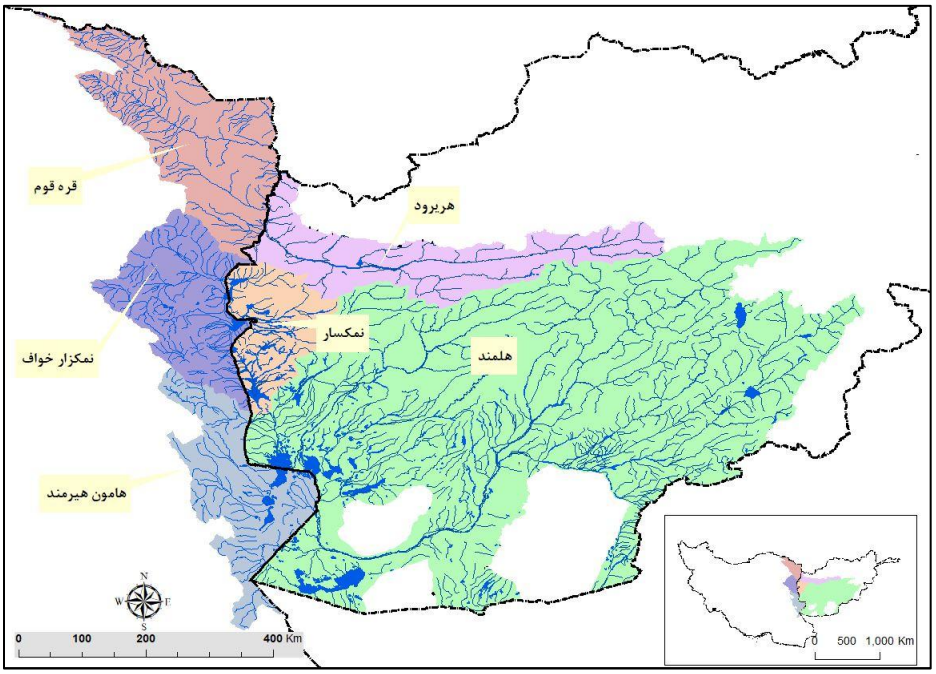
حوزه‌های آبریز مشترک افغانستان و ایران

افغانستان و ایران در دو حوزه‌ی اصلی قره‌قوم (سرخس) و مرزی شرق با هم مشترک می‌باشند(شکل۳-۷). حوزه‌ی آبریز مرزی شرق به سه زیرحوزه‌ی نمک‌زار خواف، هامون هیرمند و هامون مشکیل تقسیم می‌گردد، که افغانستان با دو زیرحوزه‌ی نمک‌زار خواف و هامون هیرمند مشترک می‌باشد(وزارت نیرو، ۱۳۹۳). حوزه‌ی آبریز قره‌قوم (سرخس) در ایران با حوزه‌ی هری‌رود در افغانستان، حوزه‌ی آبریز نمک‌زار خواف با حوزه‌ی آبریز نمک‌سار افغانستان و حوزه‌ی آبریز هامون‌هیرمند با حوزه‌ی آبریز هلمند افغانستان مشترک می‌باشد(وزارت نیرو، ۱۳۹۳؛ TWAP,2016)(شکل ۳-۸). در جدول (۳-۸) مساحت هریک از این حوزه‌ها در افغانستان و ایران مقایسه شده است. میزان بارندگی تجمعی در سال آبی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ در حوضه‌ی مرزی شرق ۵۰/۶ میلی‌متر و در حوزه قره‌قوم ۱۲۳/۴ میلی‌متر بوده است، که به ترتیب نسبت به بارندگی متوسط ۴۹ ساله ۷۵/۷ و ۴۳/۸ میلی‌متر کاهش داشته است(Shoaresal.ir). میزان بارندگی تجمعی در سال آبی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ در زیرحوزه‌ی پترگان خواف ۶۳/۲ میلی‌متر و در زیرحوزه‌ی هامون‌هیرمند ۳۰/۹ میلی‌متر گزارش شده است، که نسبت به میانگین ۴۹ ساله به ترتیب ۶۷/۴ و ۷۸/۳ میلی‌متر کاهش داشته است(Shoaresal.ir).

با توجه به اینکه این پژوهش در مورد رودخانه‌ی هری‌رود می‌باشد، در ادامه بیشتر به بررسی حوزه‌ی قره‌قوم در ایران پرداخته خواهد شد. قسمتی از حوزه‌ی هری‌رود که در ایران قرار دارد با دو نام حوزه‌ی آبریز قره‌قوم یا حوزه‌ی آبریز سرخس شناخته می‌شود. در این تحقیق نیز از هر دو نام استفاده شده است.

جدول ۱۶: مشخصات حوزه‌های آبریز مشترک ایران و افغانستان (مرکز آمار ایران ،۱۳۹۷ ،Faver, 2004)

نام حوزه‌ی آبریز در افغانستان	مساحت $1000\times Km^2$	نام حوزه‌ی آبریز در ایران	مساحت $1000\times Km^2$
هری‌رود	۳۹	قره‌قوم	۴۴/۲
نمک‌سار	۲۰	نمک‌زار خواف	۳۳
هلمند	۲۶۲/۳	هامون‌هیرمند	۳۳/۵



شکل ۰۳-۸: حوزه‌های آبریز مشترک افغانستان و ایران (بر اساس اطلاعات رقومی وزارت انرژی و آب افغانستان و انجمن تخصصی مهندسی علوم آب ایران)

حوزه‌ی قره‌قوم

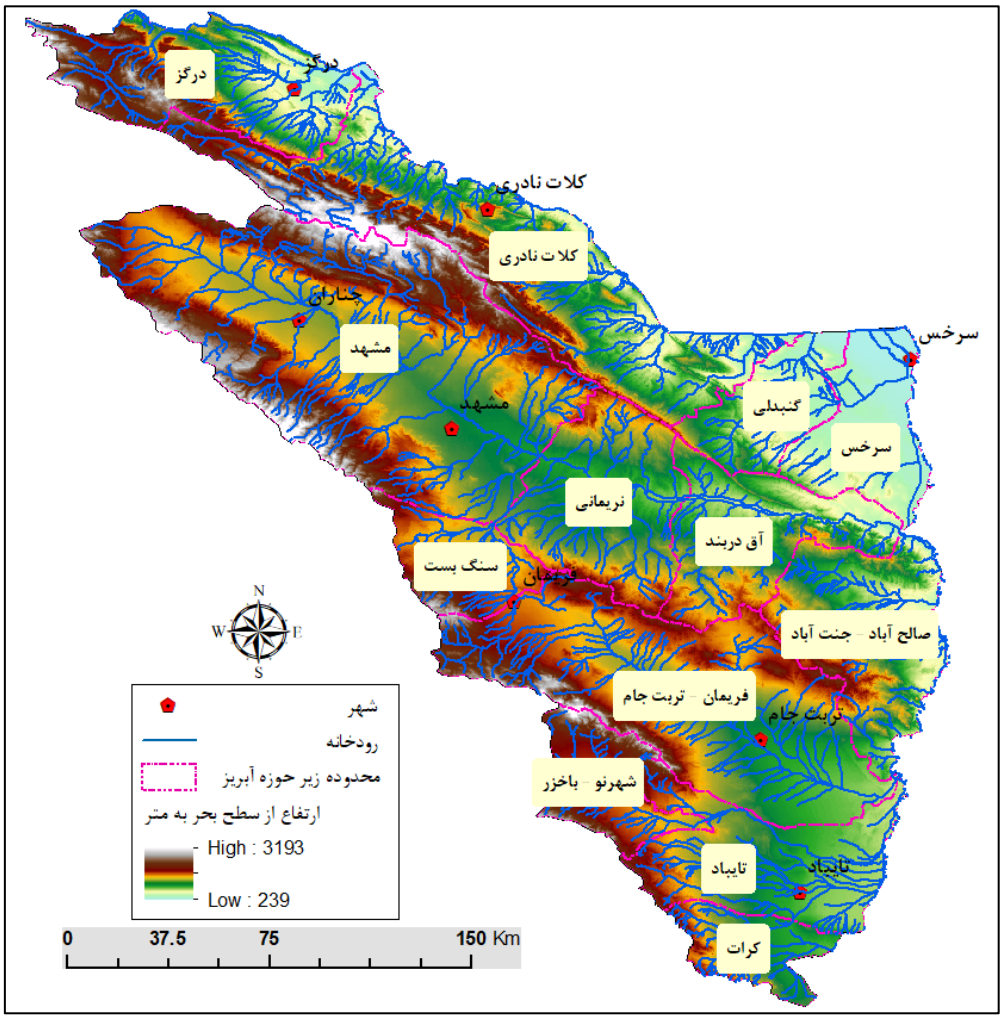
حوزه‌ی آبریز قره‌قوم در شمال شرقی ایران قرار دارد. این حوزه از طرف شرق به افغانستان و از شمال به ترکمنستان متصل است. مساحت این حوزه ۴۴/۲ هزار کیلومتر مربع می‌باشد. قسمت اعظم این حوزه از نظر سیاسی در ولایت خراسان رضوی و همچنین قسمت کوچکی از آن در ولایت خراسان شمالی قرار دارد. ای حوزه شامل شهرهای مهمی از جمله مشهد، سرخس، درگز، تایباد، تربت‌جام و.... می‌شود. ۶۴/۹ درصد مساحت این حوزه را ارتفاعات و ۳۵/۱ درصد باقی‌مانده را دشت‌ها تشکیل می‌دهند(وزارت نیرو، ۱۳۹۱). این حوزه دربرگیرنده‌ی ۱۳ دشت به نام‌های درگز، کلات‌نادری، گنبدلی، سرخس، آق‌دربند، نریمانی، مشهد، سنگ‌بست، صالح‌آباد-جنت‌آباد، فریمان-تربت‌جام، تایباد، شهرنو-باخزر و کرات است(خنجری، صبوحی، ۱۳۹۰)(شکل ۳-۹). دشت‌های مشهد و تربت جام بزرگترین دشت‌های حوزه و دشت‌های کرات و شهرنو-باخزر کوچک‌ترین دشت‌های این حوزه‌اند.

جیومورفولوجی

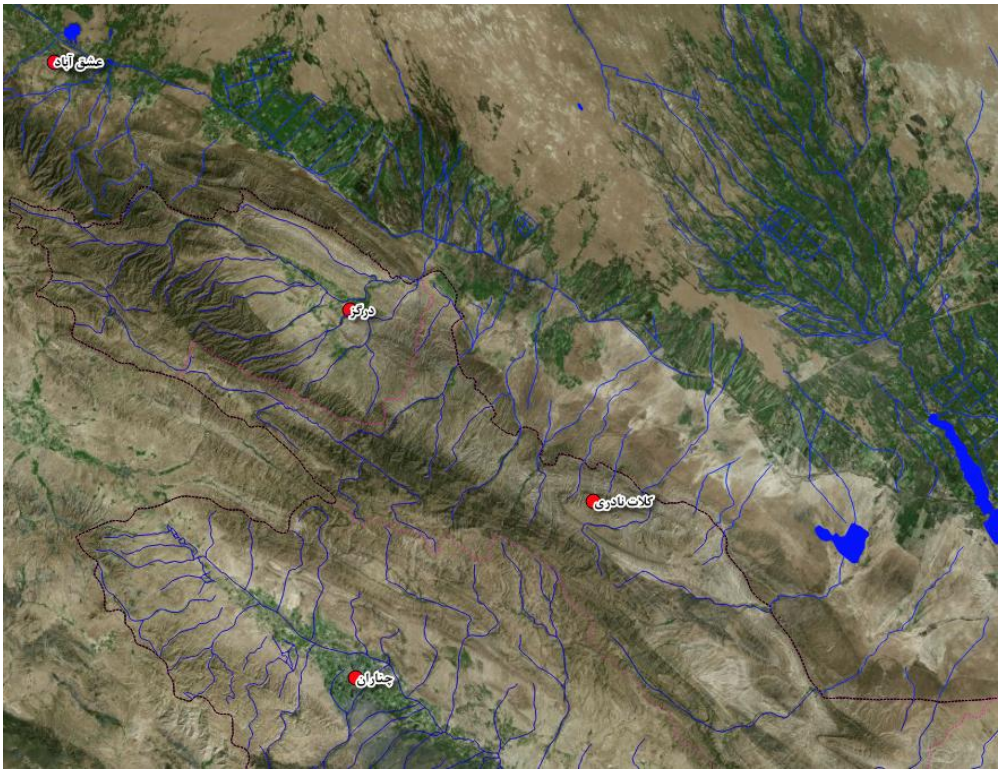
مهمترین ارتفاعات حوزه‌ی آبریز قره‌قوم، ارتفاعات هزار مسجد و کپه‌داغ می‌باشند. پایین‌ترین ارتفاع حوزه بر اساس مدل ارتفاعی رقومی(Digital Elevation Model DEM)(شکل ۳-۹)، ۲۴۰ متر از سطح بحر در پایین‌دست شهر سرخس و محل خروج هری‌رود به ترکمنستان می‌باشد. کوه‌های هزارمسجد در شمال غربی با ارتفاع حدود ۳۰۳۰ متر، بینالود در غرب با ارتفاع حدود ۳۱۹۰ و کوه جام در جنوب با ارتفاع حدود ۲۹۴۰ متر، حوزه‌ی قره‌قوم را از حوزه‌های آبریز اترک و کویر نمک جدا می‌کند(چیذری، قدیمی، ۱۳۸۰). در داخل حوزه نیز ارتفاعاتی با جهت شمال غرب-جنوب شرق وجود دارد. جهت عمومی ارتفاعات کپه‌داغ شمال غرب-جنوب شرق، به موازات گسل عشق‌آباد می‌باشد که فرورفتگی کشف رود را هم در همان جهت به‌وجود آورده است(نبوی، ۱۳۵۵). مهمترین ارتفاعات حوزه‌ی قره‌قوم ارتفاعات کپه‌داغ می‌باشند. منطقه‌ی کپه‌داغ پس از کوهزایی سیمیرین پیشین به شکل یک حوزه‌ی رسوبی در آمده است که در آن از دوره‌ی ژوراسیک تا میوسن رسوبات ضخیمی(۸۰۰۰ متر در ایران و ۱۷۰۰۰ متر در ترکمنستان) برجای گذاشته شده است(دریکوند، یساقی، ۱۳۹۳). این رسوبات بیشتر شامل شیل، سنگ آهک (چونه)، مارن، ماسه سنگ، کنگلومرا و سنگ‌های تبخیری می‌باشد(نبوی ۱۳۵۵).

اغلب رودخانه‌های حوزه‌ی قره‌قوم به سمت هری‌رود مرزی جریان دارند و در نهایت به این رودخانه می‌ریزند. از مهمترین این رودخانه‌ها می‌توان به کشف‌رود، جام‌رود، و روس‌رود اشاره نمود. ولی حداقل نه رودخانه از جمله درونگر، چهچه، قره‌تیکان و... در شمال حوزه جریان دارند که مستقیماً وارد ترکمنستان شده و با پیوستن به سیستم‌های آبیاری ترکمنستان اراضی این کشور را آبیاری می‌نمایند؛ اما جزء حوزه‌ی

هری‌رود به شمار می‌روند(شکل ۳-۱۰). دو رودخانه‌ی روس‌رود و جام‌رود در مرز افغانستان و ایران وارد هری‌رود می‌گردند و کشف‌رود در منطقه‌ای به نام پل خاتون در پایین‌دست بند دوستی در مرز ایران و ترکمنستان به هری‌رود می‌پیوندد. هری‌رود بعد از اتصال کشف‌رود به آن در ایران و ترکمنستان به نام تجن نامیده می‌شود. جهت جریان غالب رودخانه‌های اصلی حوزه قره‌قوم در مرکز و جنوب از شمال غربی به طرف جنوب شرقی است و در شمال حوزه از جنوب غربی به شمال شرقی است(شکل ۳-۹).



شکل ۳-۹: موقعیت دشت‌ها و زیرحوزه‌های حوزه‌ی آبریز قره‌قوم (بر اساس اطلاعات لایه‌های رقومی انجمن تخصصی علوم آب ایران و داده-های SRTM)



شکل ۰-۱۰: وضعیت سرشاخه‌های حوزه‌ی هری‌رود که از ایران مستقیماً وارد ترکمنستان می‌گردند.

جمعیت

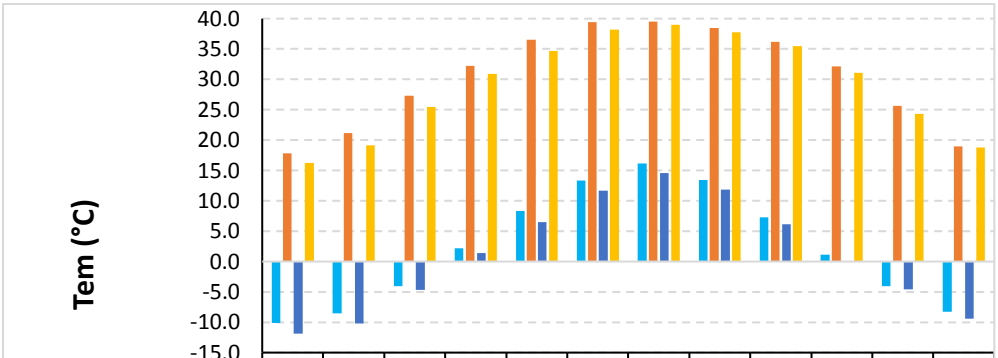
در حوزه‌ی قره‌قوم چندین شهر وجود دارد که مهمترین آنها شهر بزرگ مشهد مرکز ولایت خراسان رضوی است. مشهد مهمترین شهر زیارتی ایران و دومین شهر پرجمعیت این کشور است. جمعیت ساکن در حوزه‌ی آبریز قره‌قوم ۳/۵ میلیون نفر(TWAP, 2016) تا ۳/۶۶ میلیون نفر(شاهدی، طالبی حسین آباد، ۱۳۹۲) گزارش شده است. طبق سرشماری سال ۱۳۸۵ ایران، پراکندگی جمعیت در زیرحوزه‌های حوزه‌ی آبریز قره‌قوم مطابق جدول ۳-۹ می‌باشد. با توجه به این اطلاعات نزدیک به سه میلیون نفر از جمعیت سه و نیم میلیون نفری حوزه در زیرحوزه‌ی مشهد(بیشتر در شهر مشهد) ساکن هستند. بنا به اعلام سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی خراسان رضوی در سال ۱۳۹۶، نرخ رشد جمعیت ولایت خراسان رضوی ۱/۴۳ درصد می‌باشد که بالاتر از حد اوسط ایران(۱/۲۴٪) است. با این احتساب جمعیت حوزه‌ی آبریز قره‌قوم هم از سال ۱۳۹۲ که آمار ذیل گرفته شده است افزایش یافته. علاوه بر جمعیت دائمی ساکن در حوزه‌ی قره‌قوم، به دلیل وجود شهر مذهبی مشهد در این حوزه، همه ساله افراد زیادی به عنوان مسافر به این منطقه سفر می‌نمایند که در بعضی از مواقع سال جمعیت منطقه از اعداد فوق‌الذکر بالاتر می‌شود.

جدول ۱۷: پراکندگی جمعیت در زیرحوزه‌های حوزه‌ی قره‌قوم-ایران (شاهدی، طالبی حسین آباد، ۱۳۹۲) (اعداد ۱۰۰۰×)

نام زیر حوزه	سنگ بست	مشهد	زیمانی	آق دربند	صالح آباد -جنت آباد	فریمان - تربت جام	شهرنو-باخرز	کرات	تایباد	سرخس	گنبدلی	درگز	کلات نادری	کل حوزه قره قوم
جمعیت	۲۱	۲۹ ۴۷	۲۲	۱۲	۴۲	۲۶۵	۴۳	۱۱	۹۷	۶۶	۱۱	۶۵	۵۷	۳۶۶ ۳

آب و هوا

حوزه‌ی آبریز قره‌قوم در یک ناحیه خشک و نیمه خشک واقع شده است. در ولایت خراسان رضوی ۸۷ ایستگاه باران‌سنجی، ۳۲ ایستگاه تبخیرسنجی و هفت ایستگاه برف‌سنجی فعال می‌باشد(وزارت نیرو، ۱۳۹۴). پراکندگی این ایستگاه در سطح حوزه در شکل (۳-)۱۱ بر اساس لایه‌های رقومی موجود نشان داده شده است(geographybank.blogfa.co). جهت بررسی تغییرات دمای حوزه‌ی آبریز قره‌قوم، دمای متوسط ماهانه‌ی ایستگاه‌های مشهد و تربت جام در نمودار (۳-۳) نشان داده شده است. قابل ذکر است که آمار مربوط به ایستگاه مشهد متوسط آمار ۶۷ ساله(۱۹۵۱-۲۰۱۷) و آمار مربوط به ایستگاه تربت جام متوسط آمار ۲۵ ساله(۱۹۹۳-۲۰۱۷) می‌باشد(مرکز ملی اقلیم‌شناسی cri.ac.ir). بر اساس این آمار، چهار ماه از سال در مشهد دما به زیر صفر درجه می‌رسد و کمترین میانگین دمای ثبت شده ۱۱/۹- در جنوری و بیشترین میانگین دما در ماه جولای ۳۹ درجه‌ی سانتی‌گراد ثبت شده است. همچنین کمترین میانگین دما در ایستگاه تربت جام در ماه جنوری ۱۰/۱- درجه‌ی سانتی‌گراد و بیشترین آن در ماه جولای به میزان ۳۹/۵ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌باشد.



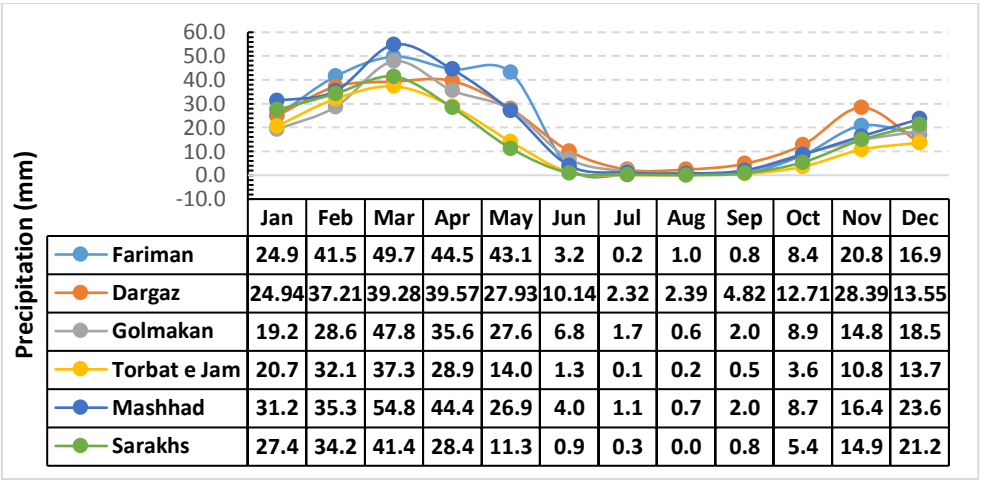
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Torbet e Jam (Min)	-10.1	-8.6	-4.1	2.1	8.4	13.4	16.2	13.4	7.3	1.1	-4.0	-8.3
Torbat e Jam (Max)	17.8	21.1	27.3	32.2	36.5	39.4	39.5	38.5	36.2	32.1	25.6	18.9
Mashhad (Min)	-11.9	-10.2	-4.7	1.4	6.5	11.7	14.6	11.8	6.1	0	-4.6	-9.4
Mashhad (Max)	16.2	19.1	25.5	30.9	34.7	38.2	39	37.8	35.5	31.1	24.3	18.8

نمودار ۷: اوسط ماهانه‌ی دمای هوای ایستگاه‌های هواشناسی مشهد(۶۷ ساله) و تربت جام (۲۵ ساله) (دمای هوا براساس C°)
(بر اساس اطلاعات مرکز ملی اقلیم‌شناسی www.cri.ac.ir)

بارندگی نقش بسیار مهمی در جاری شدن رودخانه‌های هر منطقه دارد. چراکه همیشه بخشی از بارندگی‌ها تبدیل به روان آب و جریان‌های سطحی می‌گردد. بنابراین میزان بارندگی در هر حوزه یکی از معیارهای برآورد میزان روان‌آب می‌باشد. عوامل زیاد دیگری مانند درجه‌ی حرارت، جنس زمین، شیبِ زمین، کاربری اراضی و... نیز در تولید روان‌آب هر منطقه نقش دارند؛ اما میزان بارندگی یکی از مهمترین عوامل آن می‌باشد. در سطح حوزه‌ی قره‌قوم ایستگاه‌های هواشناسی متعددی وجود دارد. جهت بررسی میزان بارندگی در حوزه، آمار شش ایستگاه تجزیه و تحلیل شده است. ایستگاه‌های مورد اشاره، دارای سال‌های آماری مختلف به شرح ذیل می‌باشند. ۱- ایستگاه مشهد ۶۷ سال(۱۹۵۱-۲۰۱۷) ۲)؛ ۲- ایستگاه تربت جام ۲۵ سال(۱۹۹۳-۲۰۱۷)؛ ۳- ایستگاه فریمان ۱۲ سال(۲۰۰۶-۲۰۱۷)؛ ۴- ایستگاه درگز ۱۰ سال (۲۰۰۸-۲۰۱۷)؛ ۵- ایستگاه گلمکان ۳۱ سال(۱۹۸۷-۲۰۱۷)؛ ۶- ایستگاه سرخس ۳۴ سال(۱۹۸۴-۲۰۱۷). تجزیه و تحلیل آمار بارندگی ایستگاه‌های فوق‌الذکر نشان می‌دهد که میانگین بیشترین بارندگی در ایستگاه مشهد در ماه مارچ به میزان ۵۴/۸ میلی‌متر می‌باشد. با توجه به این آمار، بارندگی‌ها در سطح حوزه از اکتوبر شروع شده و تا ماه جون ادامه می‌یابند(نمودار ۳-۴).

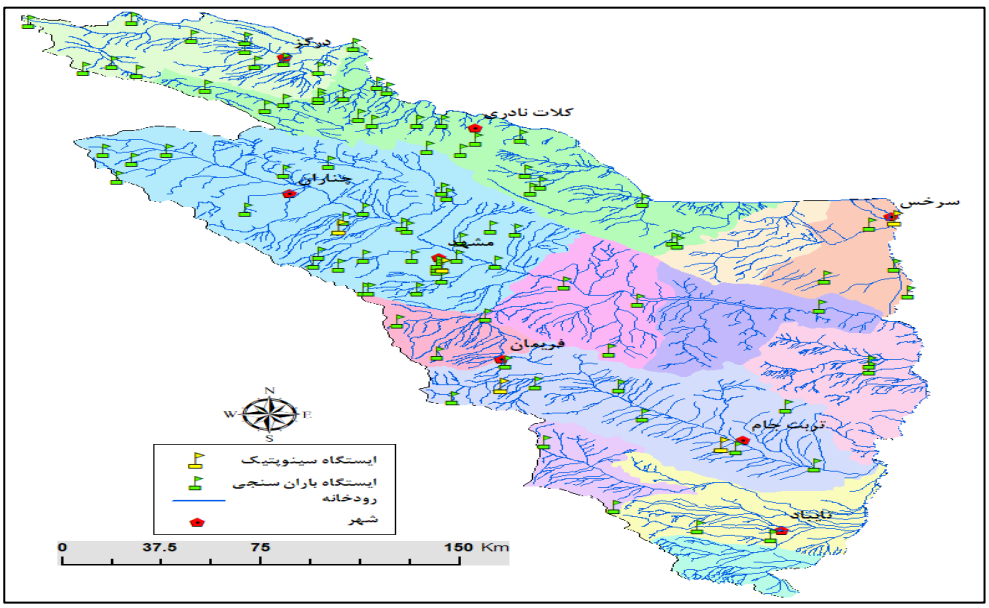
بررسی آمار این شش ایستگاه نشان می‌دهد که میزان بارندگی متوسط سطح حوزه حدود ۲۱۸/۱ میلی‌متر است. شرکت مدیریت منابع آب ایران وابسته به وزارت نیروی ایران نیز متوسط بلند مدت بارندگی حوزه‌ی قره‌قوم را ۲۱۷ میلی‌متر تا سال ۱۳۹۴ گزارش نموده است(شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۵). مقایسه‌ی آمار مجموع بارندگی سالانه‌ی هر ایستگاه با میزان میانگین بارندگی سالانه‌ی حوزه(نمودار ۳-

۵)، نشان می‌دهد که در اغلب ایستگاه‌ها(بجز تربت جام و سرخس) میزان بارندگی سالانه بیشتر از حد میانگین است. در ایستگاه تربت جام اغلب سال‌ها بارندگی از حد میانگین سالانه‌ی حوزه کمتر بوده و در ایستگاه سرخس میزان بارندگی همیشه پایین‌تر از حد میانگین سالانه‌ی حوزه بوده است.



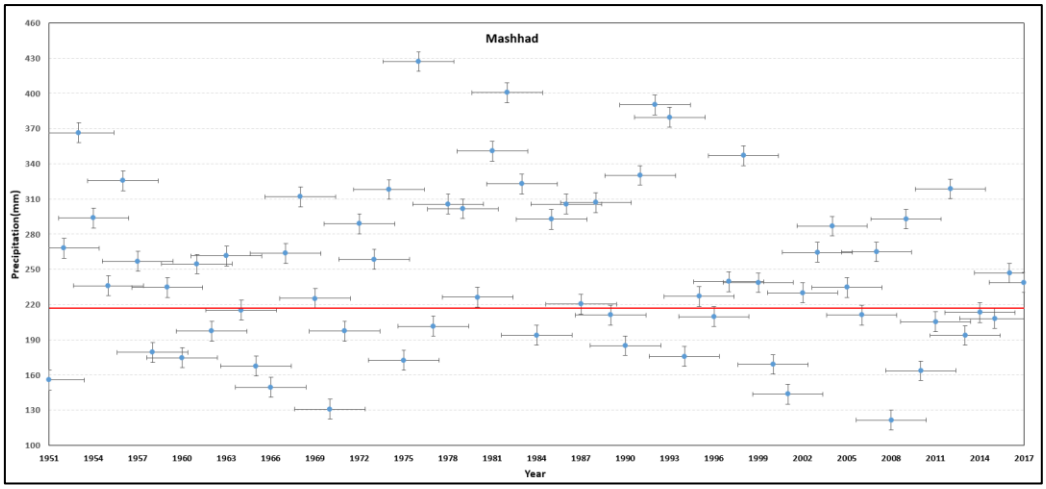
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Fariman	24.9	41.5	49.7	44.5	43.1	3.2	0.2	1.0	0.8	8.4	20.8	16.9
Dargaz	24.94	37.21	39.28	39.57	27.93	10.14	2.32	2.39	4.82	12.71	28.39	13.55
Golmakan	19.2	28.6	47.8	35.6	27.6	6.8	1.7	0.6	2.0	8.9	14.8	18.5
Torbat e Jam	20.7	32.1	37.3	28.9	14.0	1.3	0.1	0.2	0.5	3.6	10.8	13.7
Mashhad	31.2	35.3	54.8	44.4	26.9	4.0	1.1	0.7	2.0	8.7	16.4	23.6
Sarakhs	27.4	34.2	41.4	28.4	11.3	0.9	0.3	0.0	0.8	5.4	14.9	21.2

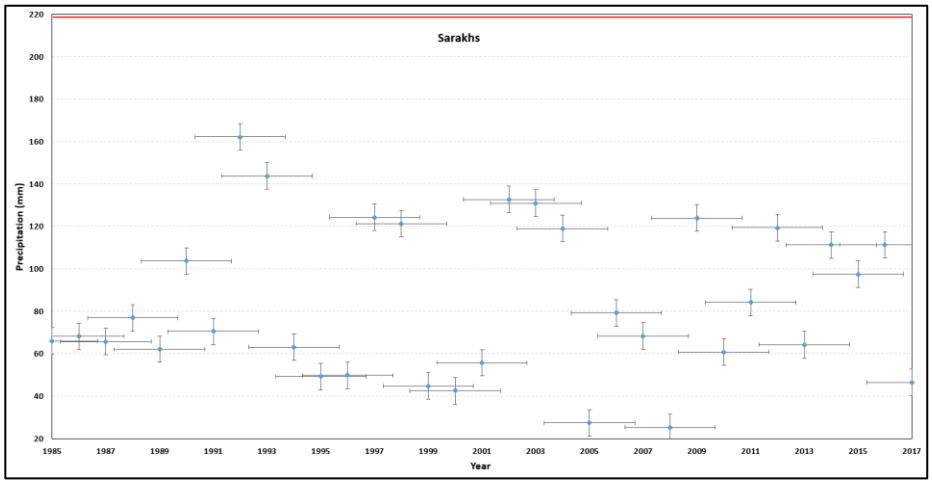
نمودار ۸: نمودار میانگین بارندگی ماهانه‌ی بلندمدت شش ایستگاه هواشناسی در سطح حوزه‌ی قره‌قوم
(براساس اطلاعات مرکز ملی اقلیم‌شناسی www.cri.ac.ir)

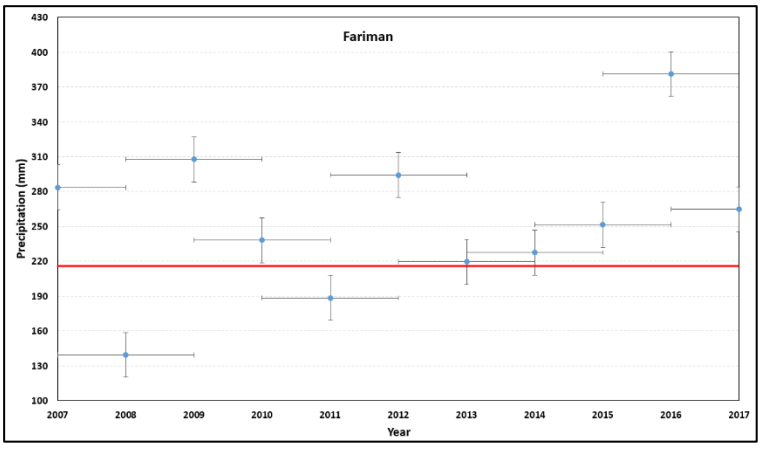


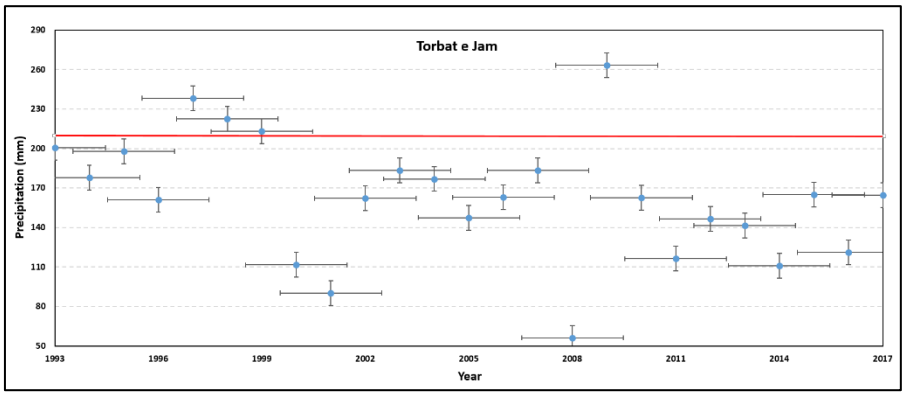
شکل ۰۳-۱۱: پراکندگی ایستگاه‌های هواشناسی(سینوپتیک و باران سنجی) در حوزه‌ی آبریز قره‌قوم (لایه‌ی موقعیت ایستگاه‌ها از پایگاه انجمن تخصصی مهندسی علوم آب)

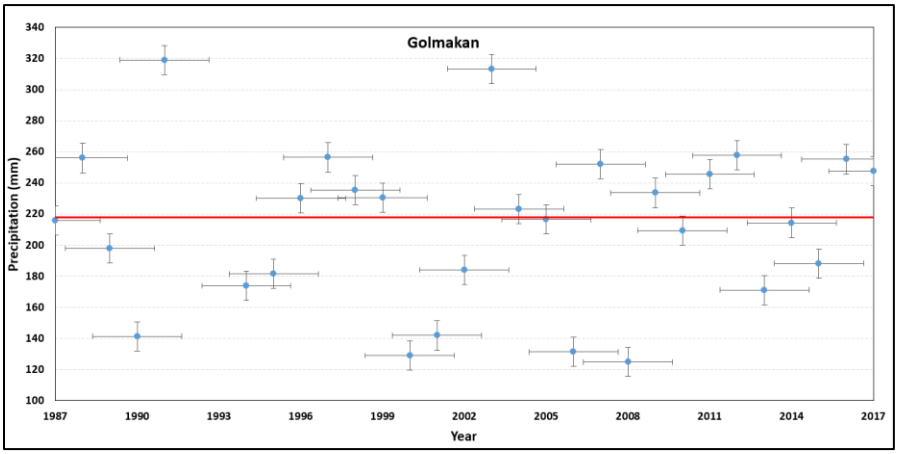
نمودار ۹: متوسط بارندگی درازمدت سالانه‌ی ایستگاه‌های منتخب قره¬قوم و مقایسه با میانگین بارندگی سالانه‌ی حوزه (خط سرخ نشان دهنده‌ی میانگین بارندگی سالانه است) (براساس اطلاعات مرکز ملی اقلیم‌شناسی www.cri.ac.ir)

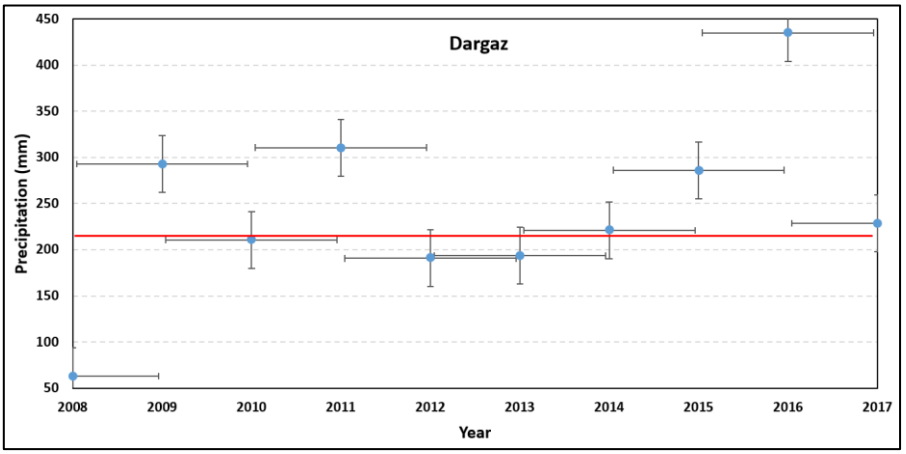







Torbat e Jam
Precipitation (mm)
290
260
230
200
170
140
110
80
50
1993
1996
1999
2002
2005
2008
2011
2014
2017
Year


Golmakan
Precipitation (mm)
340
320
300
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
1987
1990
1993
1996
1999
2002
2005
2008
2011
2014
2017
Year


Dargaz
Precipitation (mm)
450
400
350
300
250
200
150
100
50
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
Year

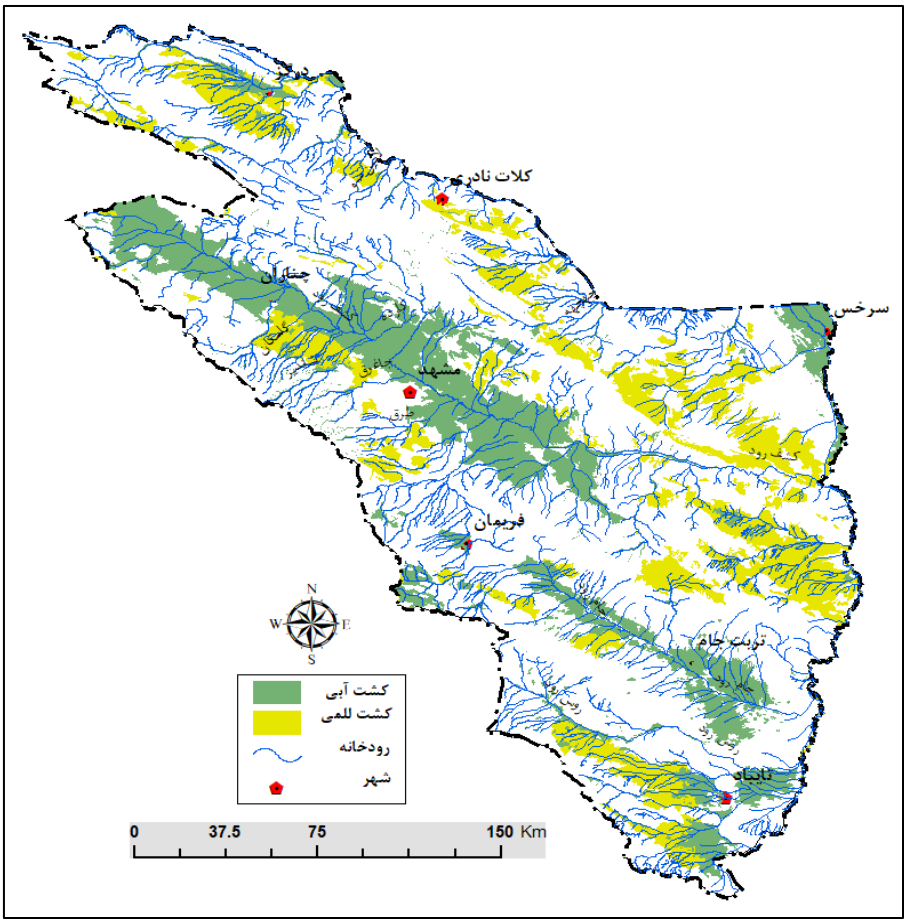
زراعت

در ایران، خودکفایی در محصولات زراعتی یکی از اهداف حکومت می‌باشد. به همین دلیل توسعه‌ی زراعت جهت افزایش تولید به هر نحوی انجام شده است. با همین رویکرد میزان اراضی زراعتی ایران که در سال ۱۹۷۰ حدود ۵/۲ میلیون هکتار بود، در سال ۱۹۹۰ به ۷ میلیون هکتار و در سال ۲۰۰۹ به ۹/۱ میلیون هکتار افزایش یافته است، که رشدی حدود ۱/۴ درصدی در سال را نشان می‌دهد(محمدجانی، یزدانیان، ۱۳۹۳). توسعه‌ی اراضی زراعتی به معنی مصرف آب بیشتر در این بخش می‌باشد. این موضوع وقتی حادتر می‌شود که میزان آب‌های تجدیدپذیر در یک کشور یا محدوده‌ی ثابت، هر روز به دلیل تغییرات اقلیمی کاهش می‌یابند.

حوزه‌ی آبریز قره‌قوم هم از توسعه‌ی اراضی زراعتی مستثنا نبوده و میزان اراضی زراعتی آن در چند دهه‌ی اخیر رشد یافته است. سطح اراضی زراعتی در زیرحوزه‌های قره‌قوم بسته به میزان آب‌های در دسترس متفاوت می‌باشد. بر اساس آمار استانداری(ولایت) خراسان رضوی و سازمان جهاد کشاورزی(۱۳۸۷)، بیشترین میزان سطح زیر کشت در زیرحوزه‌ی مشهد با ۱۱۹۳۶۳ هکتار و کمترین آن در زیرحوزه‌ی گنبدلی با ۱۲۵۷ هکتار می‌باشد(جدول ۳-۱۰)(شاهدی، طالبی حسین آباد، ۱۳۹۲). بر همین اساس، بعد از زیرحوزه‌ی مشهد، زیرحوزه‌ی فریمان-تربت جام(۷۹۲۷۰ هکتار) و زیرحوزه‌ی تایباد(۲۲۸۶۸ هکتار) بیشترین سطح اراضی زیر کشت را دارند. بر اساس جدول (۳-۱۰) میزان کل اراضی تحت کشت حوزه‌ی قره‌قوم در سال ۱۳۸۷، ۳۱۴۴۶۶ هکتار می‌باشد. پراکندگی اراضی زراعتی آبی و للمی حوزه‌ی آبریز قره‌قوم در شکل (۳-۱۲) نشان داده شده است. همچنان این شکل نشان دهنده‌ی تراکم بیشتر اراضی زراعتی در زیرحوزه‌های مشهد، فریمان-تربت جام و تایباد نسبت به سایر نقاط حوزه می‌باشد. مصرفِ آب سالیانه‌ی در بخش زراعت حوزه‌ی آبریز قره‌قوم حدود ۲۰۱۲ میلیون متر مکعب می‌باشد، که زیرحوزه‌ی مشهد با مصرف ۳۷/۷ درصد آن بیشترین و زیرحوزه‌ی گنبدلی با مصرف ۰/۲۴ درصد، کمترین میزان را به خود اختصاص داده‌اند(خنجری، صبوحی، ۱۳۹۰).

جدول ۱۸: سطح اراضی زراعتی زیرحوزه‌های حوزه‌ی آبریز قره‌قوم در سال ۱۳۸۷(شاهدی، طالبی حسین اباد، ۱۳۹۲)

نام زیر حوزه	سنگ بست	مشهد	نریمانی	آق دربند	صالح آباد-	فریمان-	شهرنو-	کرات	تایباد	سرخس	گنبدلی	درگز	کلات نادری	کل حوزه
مساحت اراضی	۶۸۷ ۷	۱۱۹ ۳۶۳	۱۴ ۷۰ ۴	۱۹ ۹۴	۹۲ ۱۱	۷۹ ۲۷ ۰	۹۱ ۲۹	۱۲ ۰۳ ۷	۲۲ ۸۶۸	۱۳ ۱۳ ۱	۱۲ ۵۷	۱۳ ۹۱ ۸	۹۷ ۰۷	۳۱۴ ۴۶۶



شکل۳-۱۲: پراکندگی اراضی زراعتی آبی و للمی و باغات در حوزه‌ی آبریز قره‌قوم(لایه‌ی اطلاعاتی اولیه از پایگاه انجمن تخصصی مهندسی علوم آب)

منابع آب‌های سطحی

در حوزه‌ی قره‌قوم چند رودخانه‌ی مهم که مستقیماً به هری‌رود مرزی می‌ریزند وجود دارد. مهمترین این رودخانه‌ها کشف‌رود، جام‌رود و روس‌رود می‌باشند. همچنین تعدادی رودخانه هم در شمال و شمال شرقی حوزه وجود دارند که از ایران وارد ترکمنستان شده و در آنجا به هری‌رود یا به کانال‌های منشعب از هری‌رود می‌ریزند. بنابراین در نگاه جامع و کلی این رودخانه‌ها نیز جزئی از حوزه‌ی هری‌رود می‌باشند. مهمترین این رودخانه‌ها درونگر، قره تیکان، چهچهه، کلات و.... می‌باشند(شکل ۳-۱۰). برای بررسی بهتر وضعیت منابع آب سطحی، رودخانه‌های مهم این حوزه مورد بررسی بیشتر قرار گرفته‌اند.

- **کشف‌رود**

کشف‌رود از ارتفاعات خواجه‌علی، پشته‌پر و شاه‌جهان رشته کوه‌های هزارمسجد و بینالود سرچشمه گرفته(دهقان و همکاران، ۱۳۹۲) و با عبور از دشت مشهد و دره‌ی آق‌دربند، در منطقه‌ی پل‌خاتون در مرز ایران و ترکمنستان به هری‌رود می‌پیوندد. هری‌رود پس از پیوستن کشف‌رود به آن رودخانه تجن نامیده می‌شود. منطقه‌ی پل‌خاتون در پایین‌دست بند دوستی قرار دارد. طول رودخانه کشف‌رود ۲۹۰ کیلومتر است(فرجزاده ،رجایی نجف‌آبادی، قویدل رحیمی،۱۳۹۱)، که رودخانه‌هایی از جمله ارداک، گلمکان، شاندیز، جاغرق، طرق، کارده و... نیز در مسیر به آن می‌پیوندند. حوزه‌ی کشف‌رود با مساحت ۱۵۶۵۰ کیلومتر مربع بزرگترین حوزه‌ی فرعی حوزه‌ی آبریز قره‌قوم می‌باشد. بلندترین نقطه‌ی این حوزه ۳۳۰۲ متر و پست‌ترین نقطه‌ی آن ۳۹۰ متر از سطح بحر ارتفاع دارند(دهقان و همکاران، ۱۳۹۲). شهر زیارتی و بزرگ مشهد با جمعیتی بیش از سه میلیون نفر در این حوزه‌ی فرعی قرار دارد، از این‌رو می‌توان این حوزه‌ی فرعی را مهمترین منطقه‌ی حوزه‌ی قره‌قوم دانست.

- **جام‌رود**

سرچشمه‌ی رودخانه جام‌رود از ارتفاعات جنوب و جنوب غربی شهرستان فریمان می‌باشد. جریان اصلی جام‌رود از به‌هم پیوستن دو رودخانه‌ی فریمان و قلندرآباد در شمال شرقی شهر قلندرآباد تشکیل می‌گردد. رودخانه‌ی فریمان از دامنه‌ی شمالی کوه فدل در جنوب غرب آب‌زار و رودخانه‌ی قلندرآباد نیز از دامنه‌ی شمالی کوه کله‌منار سرچشمه می‌گیرند. شاخه‌های دیگری از جمله بردو، نی‌هنگ و تیمنک در مسیر عبور جام‌رود از دشت فریمان و جام به این رودخانه می‌پیوندند. طول رودخانه‌ی جام‌رود ۱۹۰ کیلومتر و مساحت حوزه‌ی آبریز آن ۶۳۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. این رودخانه در نهایت در منطقه‌ی روستای دوآب به هری‌رود می‌پیوندد(افشین، ۱۳۷۴).

- **روس‌رود**

این رودخانه از بلندی‌های ۲۹۰۰ متری کوه سیاه چئبی در شمال روستای علم‌دار شهرستان باخزر سرچشمه می‌گیرد(گران، فلاح تفتی، پورحسن، ۱۳۸۵). جهت عمومی این رودخانه از شمال غرب به جنوب شرق می‌باشد، که با عبور از دشت‌های باخزر و تایباد در نهایت به رودخانه‌ی هری‌رود می‌ریزد. بر اساس داده‌های خروجی از لایه‌های جی. آی. اس[۴] (GIS) طول روس‌رود ۱۲۰ کیلومتر و مساحت حوزه‌ی آبریز آن ۴۳۵۰ کیلومتر مربع می‌باشد.

- **رودخانه‌ی درونگر**

حوزه‌ی فرعی رودخانه‌ی درونگر با مساحت ۳۲۶۴ کیلومتر مربع در شمال حوزه‌ی قره‌قوم قرار دارد. سرشاخه‌های این رودخانه به نام‌های شمخال و شاه‌رگ از ارتفاعات غرب(۲۹۰۳ متر) و جنوب غرب حوزه(۲۴۴۴ متر) سرچشمه گرفته و با جهت غربی- شرقی از دشت درگز عبور کرده و پنج کیلومتر از مرز ایران و ترکمنستان را تشکیل داده و در نهایت وارد دشت قره‌قوم ترکمنستان می‌گردد(مابقی، حسین زاده، ۱۳۹۶).

- **رودخانه‌های منطقه‌ی کلات**

حوزه‌ی آبریز فرعی کلات در شرق حوزه‌ی آبریز قره‌قوم قرار دارد. این حوزه‌ی آبریز دارای رودخانه‌های متعددی است که از ارتفاعات جنوبی کلات سرچشمه گرفته و سپس با گذر از مرز ایران و ترکمنستان وارد این کشور می‌گردند. مهمترین این رودخانه‌ها عبارتند از قره تیکان، لایین سو، چهچهه، قره‌سو و ارچنگان که خلاصه‌ی مشخصات آنها در جدول (۳-۱۱) آمده است.

جدول ۱۹: مشخصات رودخانه‌های حوزه‌ی فرعی کلات (مهندسین مشاور آبنمود توس، ۱۳۸۳)

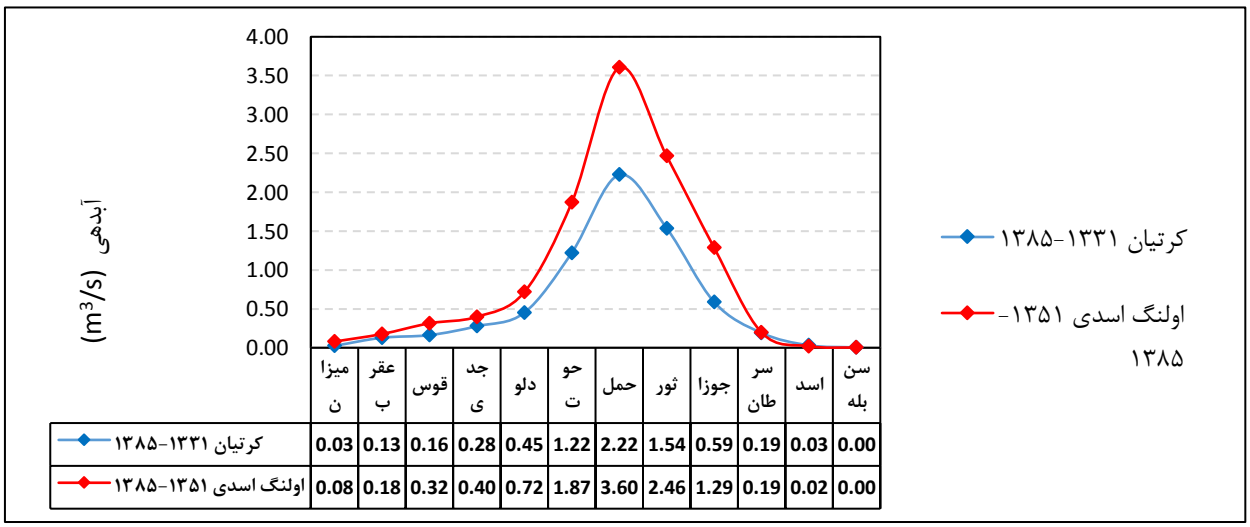
نام رود	مساحت حوزه (Km2)	طول رود (Km)	متوسط ارتفاع از سطح بحر (m)
قره تیکان	۸۴۸	۳۷/۵	۱۵۹۲
لایین سو	۲۵۰	۲۷/۵	۱۸۵۱
چهچهه	۸۳۸	۶۹	۱۴۹۰
قره‌سو	۳۸۷	۳۹/۵	۱۶۰۰
ارچنگان	۲۳۸	۱۷/۵	۱۵۷۵

[4]: Geographical Information System

جهت اندازه‌گیری میزان آب رودخانه‌های حوزه‌ی آبریز قره‌قوم ۴۵ ایستگاه هیدرومتری تا سال ۱۳۸۸ فعال بوده‌اند(مهندسین مشاور طوس آب، ۱۳۸۸: ص ۵۰). تا سال ۱۳۹۶ تعداد این ایستگاه‌ها به ۵۲ عدد افزایش یافته است(انجمن تخصصی مهندسی علوم آب، ۱۳۹۶). مشخصات این ایستگاه‌ها از لایه‌ی رقومی ایستگاه‌ها استخراج و در جدول (۳-۱۲) آمده است. بر اساس اطلاعات جدول (۳-۱۲)، اولین ایستگاه هیدرومتری حوزه‌ی قره‌قوم در سال ۱۳۳۰ بر روی رودخانه‌ی طرق نصب شده است. با توجه به این تعداد ایستگاه در سطح حوزه، باید آمار و ارقام مناسبی جهت آنالیز و محاسبه‌ی میزان آب‌های سطحی منطقه موجود باشد. با توجه به اینکه این آمار در اختیار این پژوهش قرار ندارد ناچار در تعیین میزان آب‌دهی رودخانه‌ها و در کل حوزه‌ی آبریز قره‌قوم به آمار و اطلاعات وزارت نیرو، موسسات وابسته و همچنین مقالات منتشر شده استناد شده است.

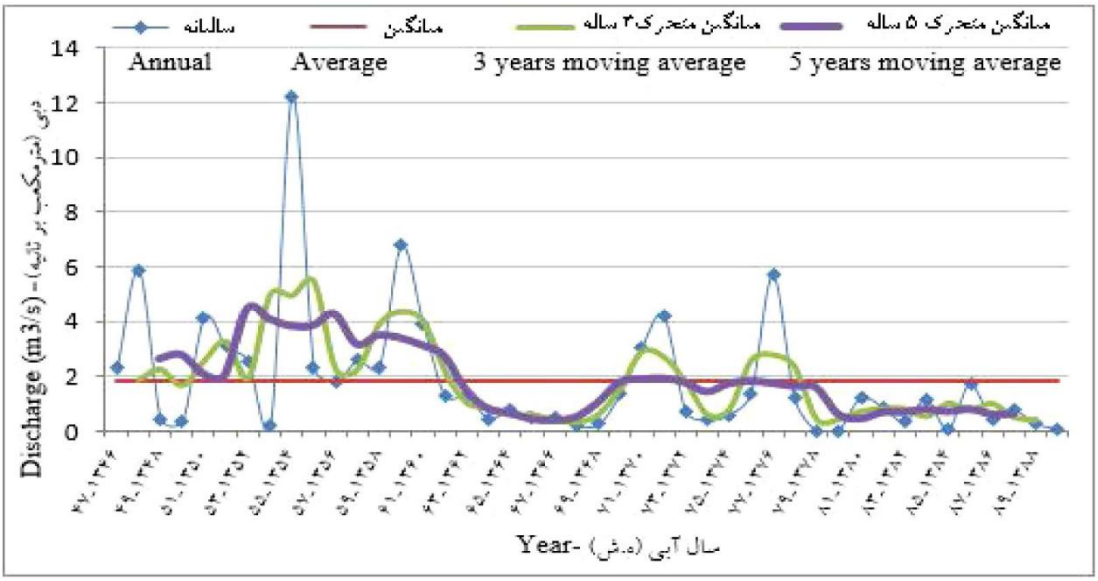
کشف‌رود مهمترین رودخانه‌ی حوزه‌ی قره‌قوم است که سه ایستگاه هایدرومتری اولنگ اسدی، آق‌دربند و پل‌خاتون-کشف‌رود مستقیماً بر روی این رودخانه نصب می‌باشند. قابل ذکر است که دو ایستگاه هایدرومتری به نام پل‌خاتون در حوزه‌ی قره‌قوم وجود دارد که یکی به نام پل‌خاتون-کشف‌رود و دیگری به نام پل‌خاتون-هری‌رود می‌باشد که به‌ترتیب بر روی کشف‌رود و هری‌رود نصب شده‌اند. از میان ایستگاه‌های هایدرومتری حوزه‌ی کشف‌رود، هایدروگراف میانگین ماهانه‌ی دو ایستگاه کرتیان(۱۳۸۵-۱۳۳۱) و اولنگ اسدی(۱۳۸۵-۱۳۵۱) بر اساس آمار بلندمدت نشان می‌دهد که بیشترین آب-دهی میانگین این ایستگاه‌ها در ماه حمل و به ترتیب برابر با ۲/۲ و ۳/۶ متر مکعب بر ثانیه بوده است(نمودار ۳-۶) (فرج زاده و همکاران، ۱۳۹۱). بررسی آب‌دهی ماهیانه‌ی چندین سال اخیر در ایستگاه هایدرومتری پل‌خاتون-کشف‌رود(که در خروجی حوزه‌ی کشف‌رود نصب شده است) نشان می‌دهد آب‌دهی این رودخانه به‌خصوص در ماه‌های گرم سال صفر یا نزدیک به صفر می‌باشد(حاجی بیگلو، بردی شیخ، ۱۳۹۶). هایدروگراف سالیانه‌ی این ایستگاه نیز نشان می‌دهد که از سال‌های آبی (۱۳۴۷-۱۳۴۶) تا (۱۳۸۸-۱۳۸۹) سال‌های خشک سالی و ترسالی متعددی در این حوزه وجود داشته است(نمودار ۳-۷) (حاجی بیگلو، بردی شیخ، ۱۳۹۶). بر اساس این نمودار میانگین آب‌دهی سالانه‌ی کشف‌رود در محل این ایستگاه حدود ۲ متر مکعب بر ثانیه بوده است. نوسانات میزان آب‌دهی ماهیانه‌ی کشف‌رود نشان می‌دهد که بیشترین متوسط آب‌دهی ماهیانه‌ی این رودخانه در ماه ثور به میزان ۶/۵ متر مکعب بر ثانیه و کمترین آن در ماه اسد به میزان ۰/۰۲۱ متر مکعب بر ثانیه بوده است. ۷۳/۴ درصد از آب‌دهی این رودخانه در فصل بهار، ۱/۸ درصد در فصل تابستان، ۳/۶ درصد در فصل خزان و ۲۱/۲ درصد در زمستان می‌باشد(حاجی بیگلو، بردی شیخ، ۱۳۹۶).

با توجه به تجزیه و تحلیل آمار ایستگاه‌های حوزه‌ی قره‌قوم، حجم کل روان‌آب تولید شده‌ی حاصل از بارندگی در سطح حوزه در دوره سال‌های آبی (۱۳۴۶-۱۳۴۵) تا (۱۳۸۵-۱۳۸۴) برابر با ۹۳۶/۱۲ میلیون متر مکعب گزارش شده است(مهندسی مشاور طوس آب، ۱۳۹۱، صص ۵-۱۱). سالنامه‌ی آماری آب کشور سال (۱۳۹۱-۱۳۹۰)، که توسط وزارت نیروی ایران منتشر می‌گردد، حجم جریان‌های سطحی در حوزه‌ی قره‌قوم در سال آبی (۱۳۹۰-۱۳۸۹) به میزان ۱۰۳۴ میلیون متر مکعب و در سال آبی (۱۳۹۱-۱۳۹۰) حدود ۱۴۱۶ میلیون متر مکعب گزارش نموده است. در همین سالنامه میانگین بلندمدت جریان‌های سطحی حوزه‌ی قره‌قوم ۳۰۷۲ میلیون متر مکعب گزارش شده است(وزارت نیرو، ۱۳۹۴). در گزارش شرکت مدیریت منابع آب ایران برای سال آبی (۱۳۹۴-۱۳۹۳)، حجم جریان‌های سطحی حوزه‌ی قره‌قوم ۱۱۱۷ میلیون متر مکعب و برای سال آبی (۱۳۹۵-۱۳۹۴) برابر با ۱۴۳۴ میلیون متر مکعب گزارش شده است. در همین گزارش میانگین بلندمدت حجم جریان‌های سطحی حوزه‌ی قره‌قوم ۲۷۱۱ میلیون متر مکعب گزارش شده است(شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۵). قابل ذکر است که این اعداد فقط میزان آب تولید شده و ورودی به حوزه را نشان می‌دهند که مصرفی از آن صورت نگرفته است. حوزه‌ی قره‌قوم هم دارای جریان‌های سطحی و زیرزمینی خروجی و هم جریان‌های ورودی است(شکل ۳-۱۴). در مجموع سالیانه ۳۳۱/۰۸ میلیون متر مکعب آب به‌صورت سطحی و زیرزمینی از حوزه‌ی قره‌قوم خارج می‌گردد(مهندسی مشاور طوس آب، ۱۳۹۱: ص ۲).

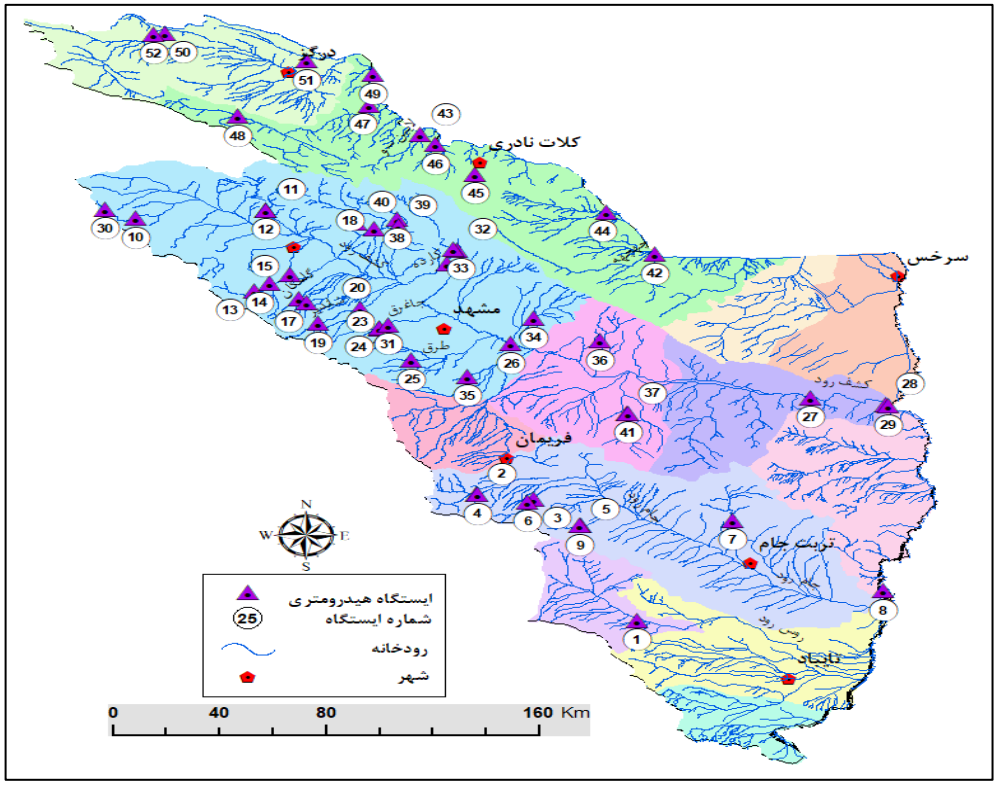


	میزان	عقرب	قوس	جدی	دلو	حوت	حمل	ثور	جوزا	سرطان	اسد	سنبله
کرتیان ۱۳۳۱-۱۳۸۵	0.03	0.13	0.16	0.28	0.45	1.22	2.22	1.54	0.59	0.19	0.03	0.00
اولنگ اسدی ۱۳۵۱-۱۳۸۵	0.08	0.18	0.32	0.40	0.72	1.87	3.60	2.46	1.29	0.19	0.02	0.00

نمودار ۱۰: هایدروگراف میانگین ماهانه‌ی ایستگاه‌های کرتیان و اولنگ اسدی(بر اساس آمار برگرفته از فرج زاده و همکاران، ۱۳۹۱)



نمودار ۱۱: هایدروگراف میانگین سالانه‌ی کشف‌رود(حاجی بیگلو، بردی شیخ، ۱۳۹۶)



شکل ۳-۱۳: موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری حوزه‌ی آبریز قره‌قوم(لایه‌ی اطلاعاتی اولیه از پایگاه انجمن تخصصی مهندسی علوم آب)

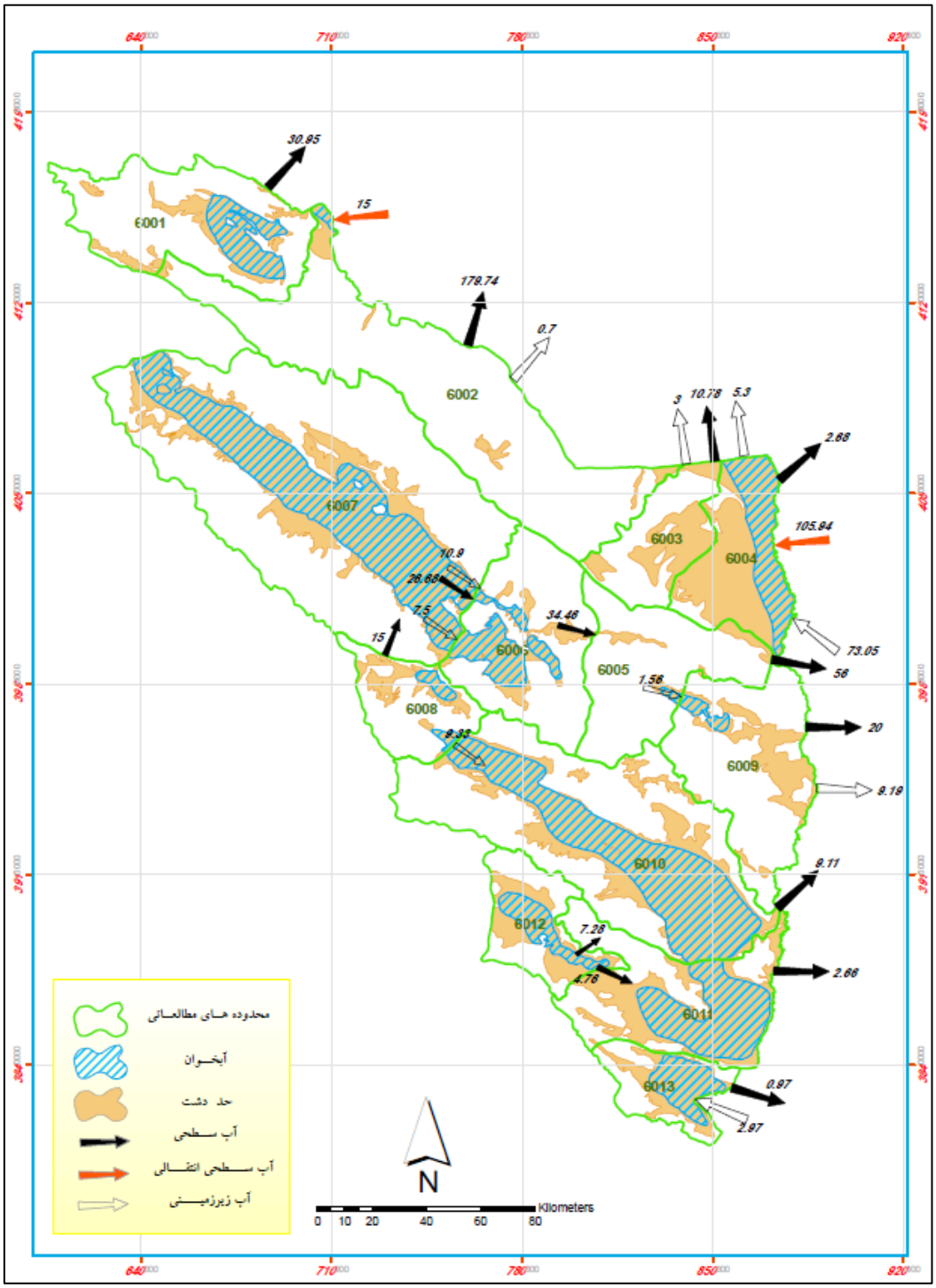
جدول ۲۰: مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری حوزه‌ی آبریز قره‌قوم(استخراج از لایه‌ی رقومی waterresearch.sellfile.ir)

شماره	نام ایستگاه	رودخانه	کد ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح بحر (متر)	سال تاسیس
۱	ده منج	شهرنو	۶۱۰۰۱	۶۰/۲۷	۳۵/۰۲	۱۳۰۰	NA
۲	باغ عباسی	فریمان	۶۲۰۰۱	۵/۷۳۰۸۳۹	۳/۵۷۸۶۱۵	۱۶۲۵	۱۳۴۶
۳	کلاته رحمان	قلندر آباد	۶۲۰۰۳	۵/۹۲۱۹۴۹	۳/۵۵۸۶۱۵	۱۵۷۷	۱۳۵۶
۴	نهر فریمان	فریمان	۶۲۰۰۴	۵۹/۷۳۲۵	۳/۵۷۸۶۱۵	۱۶۲۵	۱۳۴۰
۵	غارشیشه	بردو	۶۲۰۰۵	۶/۰۸۱۱۱۰	۳/۴۳۹۷۲۵	۱۴۶۵	۱۳۵۲
۶	نهر کلاته رحمان	قلندر آباد	۶۲۰۰۸	۵/۹۰۳۰۶۹	۳/۵۴۴۴۴۵	۱۵۷۷	۱۳۵۶
۷	تیمنک سفلی	تیمنک	۶۲۰۰۹	۶/۵۹۳۶۱۰	۳/۴۶۲۷۸۵	۱۱۳۶	۱۳۵۷
۸	دوآب مزرعه	جامرود	۶۲۰۱۱	۶۱/۱	۳/۱۵۰۵۶۵	۶۷۴	۱۳۵۶
۹	نهر بردو	بردو	۶۲۰۱۳	۶۰/۰۸	۳/۴۳۹۷۲۵	۱۴۶۵	۱۳۵۲
۱۰	زیارت	کلیدر	۶۴۰۰۱	۵۸/۵۸	۳۶/۸	۱۵۰۰	NA
۱۱	نهر رادکان	رادکان	۶۴۰۰۲	۵/۰۱۹۷۲۹	۳/۸۳۶۱۱۶	۱۲۶۸	۱۳۴۹
۱۲	امامزاده-کشف-رود	رادکان	۶۴۰۰۳	۵۹/۰۵	۳/۸۳۶۳۹۶	۱۲۷۰	۱۳۵۱
۱۳	دهانه اخملد	اخمله	۶۴۰۰۵	۵۸/۹۸	۳۶/۴۸	۱۳۴۰	NA
۱۴	موشنگ	فریزی	۶۴۰۰۷	۵/۰۳۴۲۴۹	۳۶/۵۱۱۶	۱۷۷۸	۱۳۵۱

۱۵	خیج -فریزی	فریزی	۶۴۰۰۹	۵۹/۱	۳۶/۵۵	۱۲۹۰	NA
۱۶	گلمکان	گلمکان	۶۴۰۱۱	۵/۱۳۳۰۶۹	۳/۴۴۳۳۳۶	۱۴۸۱	۱۳۵۱
۱۷	دولت آباد-خرم دره	خرم دره	۶۴۰۱۳	۵۹/۱۵۷۵	۳/۴۲۶۹۴۶	۱۴۹۱	۱۳۵۶
۱۸	بند ساروج	ارداک	۶۴۰۱۵	۵/۳۸۶۶۷۹	۳/۷۵۱۳۹۶	۱۳۵۶	۱۳۵۳
۱۹	زشک-خراسان	زشک	۶۴۰۱۷	۵/۱۹۶۶۷۹	۳/۳۳۴۷۲۶	۱۶۷۳	۱۳۵۶
۲۰	سرآسیاب شاندیز	زشک	۶۴۰۱۹	۵/۳۳۹۷۲۹	۳/۴۰۰۲۸۶	۱۲۳۱	۱۳۵۱
۲۱	اندروخ	کارده	۶۴۰۲۱	۵۹/۶۳	۳۶/۶	۹۶۰	NA
۲۲	حصار-دهبار	دهبار	۶۴۰۲۳	۵/۴۰۲۷۸۹	۳/۳۰۹۴۴۶	۱۲۰۹	۱۳۵۴
۲۳	حصار -مایان	مایان	۶۴۰۲۵	۵۹/۴۲	۳۶/۲۸	۱۲۵۰	NA
۲۴	گلستان-جاغرق	جاغرق	۶۴۰۲۷	۵/۴۰۱۱۱۹	۳/۳۱۴۷۲۶	۱۲۱۰	۱۳۵۳
۲۵	کرتیان	طرق	۶۴۰۲۹	۵/۵۱۱۶۷۹	۳/۱۷۱۶۷۶	۱۲۳۰	۱۳۳۰
۲۶	اولنگ اسدی	کشف رود	۶۴۰۳۳	۵/۶۴۵۲۸۹	۳/۲۵۱۶۷۶	۹۱۴	۱۳۵۱
۲۷	آق دربند	کشف رود	۶۴۰۳۷	۶/۸۵۶۱۱۰	۳۶/۰۰۵	۵۵۸	۱۳۲۹
۲۸	پل خاتون-کشف‌رود	کشف رود	۶۴۰۳۹	۶/۱۰۸۸۹۱	۳/۹۷۵۲۸۵	۳۹۷	۱۳۶۱
۲۹	پل خاتون-هری‌رود	هریرود	۶۴۰۴۱	۶۱/۱۲	۳۵/۹۷	۳۷۰	NA
۳۰	چکنه علیا	چکنه	۶۴۰۴۳	۵۸/۴۷۷۵	۳۶/۸۴	۱۶۸۱	۱۳۶۱

۳۱	زیر بند گلستان- هیدرومتری	جاغرق	۶۴۰۴۷	۵/۴۳۲۲۲۹	۳۶/۳۲۷۵	۱۱۷۲	۱۳۵۱
۳۲	کارده-بالادست سد	کارده	۶۴۰۴	۵/۶۶۶۱۱۹	۳/۶۵۹۷۲۶	۱۳۱۷	۱۳۶۳
۳۳	کوشک آباد	کارده	۶۴۰۵۱	۵/۶۵۱۹۴۹	۳/۶۶۲۷۸۶	۱۳۱۹	۱۳۶۹
۳۴	ماه نسا	ماه نسا	۶۴۰۵۳	۵/۹۲۱۳۹۹	۳/۳۵۶۶۷۶	۹۶۳	۱۳۶۳
۳۵	کال بیدک	بیدک	۶۴۰۵۵	۵۹/۷	۳۶/۱	۱۰۹۰	NA
۳۶	امامزاده	میامی	۶۴۰۵۷	۶/۱۴۷۷۸۰	۳/۲۵۶۳۹۶	۹۳۳	۱۳۶۵
۳۷	کلاته منار	کلاته منار	۶۴۰۵۹	۶/۲۳۸۰۶۰	۳/۹۳۵۲۸۵	۹۹۰	۱۳۶۵
۳۸	آب قد	ارداک	۶۴۰۷۴	۵/۴۶۲۲۲۹	۳/۷۹۵۵۶۶	۱۴۶۶	۱۳۸۵
۳۹	میان مرغ	ارداک	۶۴۰۸۳	۵۹/۴۶۵	۳/۷۶۵۵۶۶	۱۴۰۲	۱۳۸۵
۴۰	جنگ	کارده	۶۴۹۵۳	۵/۳۲۶۳۹۹	۳/۷۸۰۲۸۶	۱۶۸۰	۱۳۷۰
۴۱	نهر کلاته منار	کلاته منار	۶۴۹۶۲	۶/۲۴۰۲۸۰	۳/۹۳۶۶۷۵	۹۸۰	۱۳۶۶
۴۲	چهچهه	چهچهه	۶۵۰۰۱	۶/۳۳۱۱۱۰	۳/۶۴۱۱۱۶	۴۵۰	۱۳۵۸
۴۳	سنگدیوار	لاین سو	۶۶۰۰۱	۵/۵۴۱۶۷۹	۳/۱۶۹۴۴۷	۶۹۴	۱۳۶۲
۴۴	قره تیکان	قره تیکان	۶۶۰۰۳	۶/۱۶۸۰۶۰	۳/۸۲۶۹۴۶	۵۲۵	۱۳۵۶

۴۵	دربند-کلات نادری	قره سو	۶۶۰۱۰	۵/۷۲۶۶۷۹	۳/۹۹۵۸۳۶	۹۴۷	۱۳۷۰
۴۶	ارچنگان	ارچنگان	۶۶۰۱۱	۵/۵۹۲۲۲۹	۳/۱۲۶۱۱۷	۶۹۹	۱۳۷۰
۴۷	حاتم قلعه-قوزقان چای	قوزقان چای	۶۷۰۰۱	۵/۳۶۶۹۴۹	۳/۳۰۱۳۹۷	۴۸۹	۱۳۵۲
۴۸	کپکان-گرنی	گرنی	۶۷۰۰۳	۵/۹۲۳۰۶۸	۳/۲۵۱۱۱۷	۱۴۳۰	۱۳۵۶
۴۹	حصار-قوزقان چای	قوز قان چای	۶۷۰۰۷	۵/۳۸۱۶۷۹	۳/۴۳۵۸۳۷	۲۹۱	۱۳۷۵
۵۰	سنگ سوراخ-درونگر	درونگر	۶۸۰۰۱	۵۸/۶۸	۳۷/۶۲	۱۲۰۰	NA
۵۱	گلخندان خراسان	درونگر	۶۸۰۰۳	۵/۱۵۶۱۱۹	۳/۴۹۵۸۳۷	۳۳	۱۳۶۷
۵۲	محمد تقی بیگ	درونگر	۶۸۰۰۵	۵/۵۴۰۲۸۸	۳۷/۶۱۵	۹۸۹	۱۳۶۳



شکل ۳-۱٤: وضعیت آب‌های ورودی و خروجی حوزه‌ی قره‌قروم (طوس آب، ۱۳۹۱)

آب‌های زیرزمینی

آب‌های ذخیره شده در سفره‌های زیرزمینی جزء ذخیره‌های آبی مهم هر کشور به شمار می‌رود و استفاده از آنها باید با دقت و برنامه‌ریزی مناسب صورت گیرد؛ اما گاهاً کشورها با در پیش‌گرفتن سیاست‌های اشتباه بحران‌های جدیدی خلق می‌نمایند، که بحران آب یکی از آنها است. برداشت بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی باعث ایجاد بیلانس منفی در آنها شده و در نهایت با پدید آمدن فرونشست در سطح زمین علاوه بر بروز مشکلات فراوانی برای ساکنین منطقه، خلل و فرجی که آب‌ها قبلاً در آنها ذخیره می‌شده است نیز بسته شده و سفره‌ی آب زیرزمینی کم کم قدرت ذخیره خود را از دست می‌دهد و برای همیشه از بین می‌رود. بدین سبب است که باید بین میزان برداشت و تغذیه‌ی سفره‌های آب زیرزمینی تعادل برقرار گردد. متاسفانه در دهه‌های اخیر میزان برداشت آب از سفره‌های آب زیرزمینی در ایران افزایش چشم‌گیری یافته است(Vali-khodjeini, 1995). برداشت آب‌های زیرزمینی عمدتاً در ایران صرفا جهت مصرف شرب نبوده و متاسفانه در بخش‌های غیرضروری دیگری مصرف می‌شوند. بیشترین مصرف آب ایران در بخش زراعت می‌باشد(FAO, 2009)، و متاسفانه آب‌های زیرزمینی قسمت زیادی از این مصرف را تشکیل می‌دهند، بطوری‌که حدود ۵۸ درصد از زراعت ایران وابسته به آب‌های زیرزمینی می‌باشد(Zektser, Evertt, 2004).

برداشت آب‌های زیرزمینی حوزه‌ی آبریز قره‌قوم هم از سایر حوزه‌های ایران مستثنا نبوده و جهت مصارف مختلف در زراعت، صنعت و شرب از دیرباز درحال برداشت بوده است و کماکان ادامه دارد. سیاست توسعه‌ی همه جانبه و خودکفایی به‌خصوص در بخش زراعت از یک‌سو و روش‌های آبیاری با راندمان پایین از سوی دیگر باعث ضیاع بیشتر آب در این منطقه‌ی کم‌آب می‌گردد.

برداشت آب‌های زیرزمینی در حوزه‌ی قره‌قوم نیز به سه روش چاه، چشمه و کاریز انجام می‌گردد. تعداد کاریزها، چشمه‌ها و چاه‌ها در هریک از دشت‌های حوزه‌ی قره‌قوم و میزان تخلیه‌ی آب‌های زیرزمینی توسط هریک از آنها بر اساس گزارش سالنامه‌ی آبی ایران(۱۳۹۱-۱۳۹۰)، در جدول (۳-۱۳) آمده است(وزارت نیرو، ۱۳۹۴). بر این اساس در حوزه‌ی قره‌قوم ۴۶۳۷ حلقه چاه نیمه‌عمیق، ۵۹۸۷ حلقه چاه‌عمیق، ۲۷۸۰ چشمه و ۲۰۶۳ رشته کاریز وجود دارد که در مجموع ۲۴۵۳ میلیون متر مکعب از آب‌های زیرزمینی دشت قره‌قوم در سال آبی (۱۳۹۱-۱۳۹۰) توسط آنها استخراج شده است. با توجه به داده‌های جدول (۳-۱۳) از این مقدار آب استخراج شده ۸۲/۷ درصد به مصرف زراعت، ۱۳/۷ درصد به مصرف صنعت و فقط ۳/۶ درصد آن به مصرف شرب رسیده است. این میزان برداشت از آب‌های زیرزمینی باعث شده است که میزان افت سطح آب‌های زیرزمینی در سفره‌های آب زیرزمینی حوزه‌ی قره‌قوم به حدود ۱/۰۲ متر در سال برسد که بیشترین میزان افت سطح آب زیرزمینی در ایران

می‌باشـــد(نور و همکاران ،۱۳۹۷). در ســـال آبی (۱۳۹۱-۱۳۹۰) از مجموع ۱۳ دشـــت در حوزه‌ی آبریز قره‌قوم، سه دشت(کلات نادری، گنبدلی و آق‌دربند) آزاد و ده دشت جهت برداشت آب زیرزمینی ممنوعه اعلام شده بودند(وزارت نیرو، ۱۳۹۴)؛ اما با ادامه‌ی برداشت بی‌رویه در سال‌های بعد شش دشت(نریمانی، مشـــهد، فریمان-تربت جام، تایباد، شـــهرنو-باخزر و کرات) از مجموع ۱۳ دشـــت حوزه‌ی آبریز قره‌قوم ممنوعه‌ی بحرانی اعلام شـــده‌اند(نور و همکاران، ۱۳۹۷). در دشـــت‌های بحرانی اجازه حفاری چاه‌های جدید داده نمی‌شود و برداشت‌ها باید طبق قوانین تعیین شده انجام گردد؛ اما در دشت‌های فوق بحرانی به علت افت شـدید سـطح آب زیرزمینی، برداشـت آب حتی از چاه‌هایی که دارای مجوز نیز هسـتند با احتیاط و به اندازه‌ی محدود انجام می‌گیرد. متاسفانه وضعیت دشت‌های ممنوعه‌ی بحرانی را نمی‌توان به حالت اولیه برگرداند و فقط با کنترل میزان برداشـت می‌توان از وخیم‌تر شـدن اوضـاع جلوگیری نمود (ahmadambiya.blogsky.com). بررســی جدول (۳-۱۳) نشـان می‌دهد که به جز مناطق کلات نادری و آق‌دربند(که بیشـترین میزان تخلیه‌ی آب زیرزمینی از طریق چشـمه‌ها صـورت می‌گیرد)، در سایر مناطق چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق نقش بسیار مهمی در تخلیه آب‌های زیرزمینی دارند. به عنوان مثال در دشـت‌هایی مانند فریمان–تربت جام، کرات، تایباد، و سـرخس بین ۸۲ تا ۱۰۰ درصـد تخلیه از طریق چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق انجام می‌شـــود. بنابراین دلایل انســـانی و عدم برنامه‌ریزی و مدیریت نادرســـت در اســـتفاده از آب‌های زیرزمینی می‌تواند از عمده‌ترین دلایل به‌وجود آمدن بحران آب‌های زیرزمینی در منطقه باشد. نکته‌ی جالب توجه دیگر در آمار جدول (۳-۱۳) این است که در مناطق کلات نادری و آق‌دربند که دخالت‌های انسانی در تخلیه‌ی آب زیرزمینی کمتر از سایر مناطق حوزه بوده است، وضـعیت بحرانی به‌وجود نیامده و این دشـت‌ها در رده‌بندی دشـت‌های ممنوعه و ممنوعه‌ی بحرانی قرار نگرفته‌اند.

در مجموع در ۱۳ محدوده‌ی حوزه‌ی آبریز قره‌قوم، ۱۱ سفره‌ی آب زیرزمینی کوچک و بزرگ وجود دارد(شکل ۳-۱۴)(طوس آب، ۱۳۹۱: ص ۶۶). به گفته‌ی این منبع دو سفره‌ی تایباد و کرات با افغانستان مشترک می‌باشند(شکل ۳-۱۴)؛ اما بر اساس نتایج مطالعات مرکز بین‌المللی منابع آب زیرزمینی (igrac)، افغانستان با ایران در چهار سفره‌ی آب زیرزمینی و با ایران و ترکمنستان در یک سفره‌ی آب زیرزمینی و ایران و ترکمنستان نیز در یک سفره‌ی آب زیرزمینی در حوزه‌ی آبریز هری‌رود مشترک می‌باشند(جدول ۳-۱۴) (igrac, 2015). بر اساس اطلاعات منتشر شده از سوی این مرکز، افغانستان با ایران در سفره‌های کرات، تایباد، فریمان-تربت جام و آق‌دربند، و با ایران و ترکمنستان با سفره‌ی آب زیرزمینی جنت‌آباد-صالح‌آباد مشترک می‌باشد. همچنین ایران و ترکمنستان نیز در سفره‌ی آب زیرزمینی سرخس با یکدیگر مشترک می‌باشند(شکل ۳-۱۵). مشخصات افت سطح آب‌های زیرزمینی در سطح حوزه(جدول ۳-۱۵)

نشان می‌دهد که تمامی سفره‌های حوزه از زمان آغاز آمارگیری تا کنون با افت سطح آب زیرزمینی مواجه بوده‌اند. در این میان سفره‌ی آب زیرزمینی تربت جام (۳۶/۹- متر) و کرات (۳۳/۴۳- متر) بیشترین افت را داشته‌اند(نور و همکاران، ۱۳۹۷). قابل ذکر است که سفره‌های آب‌های زیرزمینی تربت جام، مشهد و تایباد بزرگترین سفره‌های آب زیرزمینی منطقه می‌باشند و کاهش سطح آب زیرزمینی(جدول ۳-۱۵) در این سفره‌ها نشان دهنده‌ی تخلیه‌ی آب زیرزمینی بیشتری نسبت به سفره‌های کوچکتر است. بطور کلی وضعیت آب‌های زیرزمینی در سراسر حوزه‌ی قره‌قوم در حالت ناگواری به سر می‌برد. به عنوان مثال سفره‌ی آب زیرزمینی مشهد به عنوان مهمترین سفره‌ی آب زیرزمینی حوزه(به دلیل وجود شهر مشهد)، نیز با افت سطح آب و بیلان منفی مواجه می‌باشد. مشکل بحران آب در مشهد تنها محدود به بخش زراعت نیست، بلکه استفاده‌ی خدماتی و صنعتی نیز مصرف زیادی در این منطقه دارند. به عنوان مثال مصارف بخش خدمات و صنعت از هشت درصد در سال ۱۳۵۳ به ۴۰ درصد در سال ۱۳۹۴ افزایش یافته است. بیلان آب زیرزمینی دشت مشهد ۸۸- میلیون متر مکعب در سال می‌باشد و سطح آب سفره‌های آب زیرزمینی این منطقه سالانه ۷۰ سانتی‌متر افت می‌نماید (Khorasan water Regional Authority, 2015)، با ادامه این روند در آینده‌ای نه‌چندان دور سفره‌ی آب زیرزمینی مشهد از نظر کمی و کیفی نابود خواهد شد(حاتمی یزد و همکاران، ۱۳۹۶). قابل توجه است که بیشترین چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق حوزه‌ی قره‌قوم نیز در این دشت حفر شده‌اند.

بر اساس شاخص فالکن مارک، میزان سرانه آب به ازای هر نفر در حوزه‌ی قره‌قوم برابر با ۵۶۲ متر مکعب است، که به معنی تنش آبی در حوزه است و زیرحوزه‌ی مشهد با سرانه‌ی آب تجدیدپذیر ۲۲۵ متر مکعب به ازای هر نفر در سال در شرایط کمبود مطلق می‌باشد(شاهدی، طالبی حسین‌آباد، ۱۳۹۲).

تبادل جریان‌های آبی سطحی و زیرزمینی حوزه‌ی قره‌قوم

از آنجاکه حوزه‌ی قره‌قوم جزئی از حوزه‌ی هری‌رود می‌باشد، طبیعی است که تبادلات آبی بین این قسمت و سایر قسمت‌های حوزه وجود داشته باشد. وضعیت تبادل آبی در حوزه‌ی آبریز قره‌قوم (شکل ۳-۱۴) نشان می‌دهد که در این حوزه، تبادلات آبی به‌صورت سطحی و زیرزمینی با قسمت‌هایی از حوزه در افغانستان و ترکمنستان وجود دارد. همچنین مقداری انتقال مصنوعی آب سطحی از مناطق مرزی(بند دوستی) به درون حوزه‌ی قره‌قوم(شهر مشهد) نیز وجود دارد. حجم کل جریان‌های سطحی خروجی از حوزه‌ی قره‌قوم ۳۱۲/۸۹ میلیون متر مکعب و حجم کل جریان‌های آب زیرزمینی خروجی ۱۸/۱۹ میلیون متر مکعب و حجم کل آب‌های سطحی انتقالی به حوزه ۱۲۰/۹۴ میلیون متر مکعب می‌باشد(شکل ۳-۱۴)(مهندسی مشاور طوس آب، ۱۳۹۱: صص ۵۱-۵۲). بر این اساس بیشترین حجم آب سطحی خروجی

از منطقه‌ی کلات نادری(۱۷۹/۷۴ میلیون متر مکعب) و کمترین آن از منطقه‌ی کرات(۰/۹۷ میلیون متر مکعب) می‌باشد. همچنین بیشترین میزان حجم خروجی آب‌های زیرزمینی از محدوده‌ی جنت‌آباد-صالح-آباد(۹/۱۹ میلیون متر مکعب) می‌باشد. اطلاعات شرکت (مهندسی مشاور طوس آب،۱۳۹۱: ص ۵۰) می‌رساند که سالیانه حدود ۳۲/۷۴ میلیون متر مکعب آب سطحی از حوزه‌ی قره‌قوم وارد هری‌رود مرزی افغانستان و ایران و ۵۶ میلیون متر مکعب آب از کشف‌رود وارد هری‌رود مرزی ایران و ترکمنستان گردیده است(شکل ۳-۱۴) (مهندسی مشاور طوس آب، ۱۳۹۱). لازم به ذکر است که ایران با احداث خط لوله‌ای به قطر دو متر سالیانه ۱۵۰/۹۴ میلیون متر مکعب آب از بند دوستی به شهر مشهد انتقال می‌دهد(شکل ۳-۱۴)(مهندسی مشاور طوس آب، ۱۳۹۱: ص ۶۶).

جدول ۲۱: مشخصات سفره‌های آب زیرزمینی مشترک در حوزه‌ی آبریز هری‌رود (igrac, 2015)

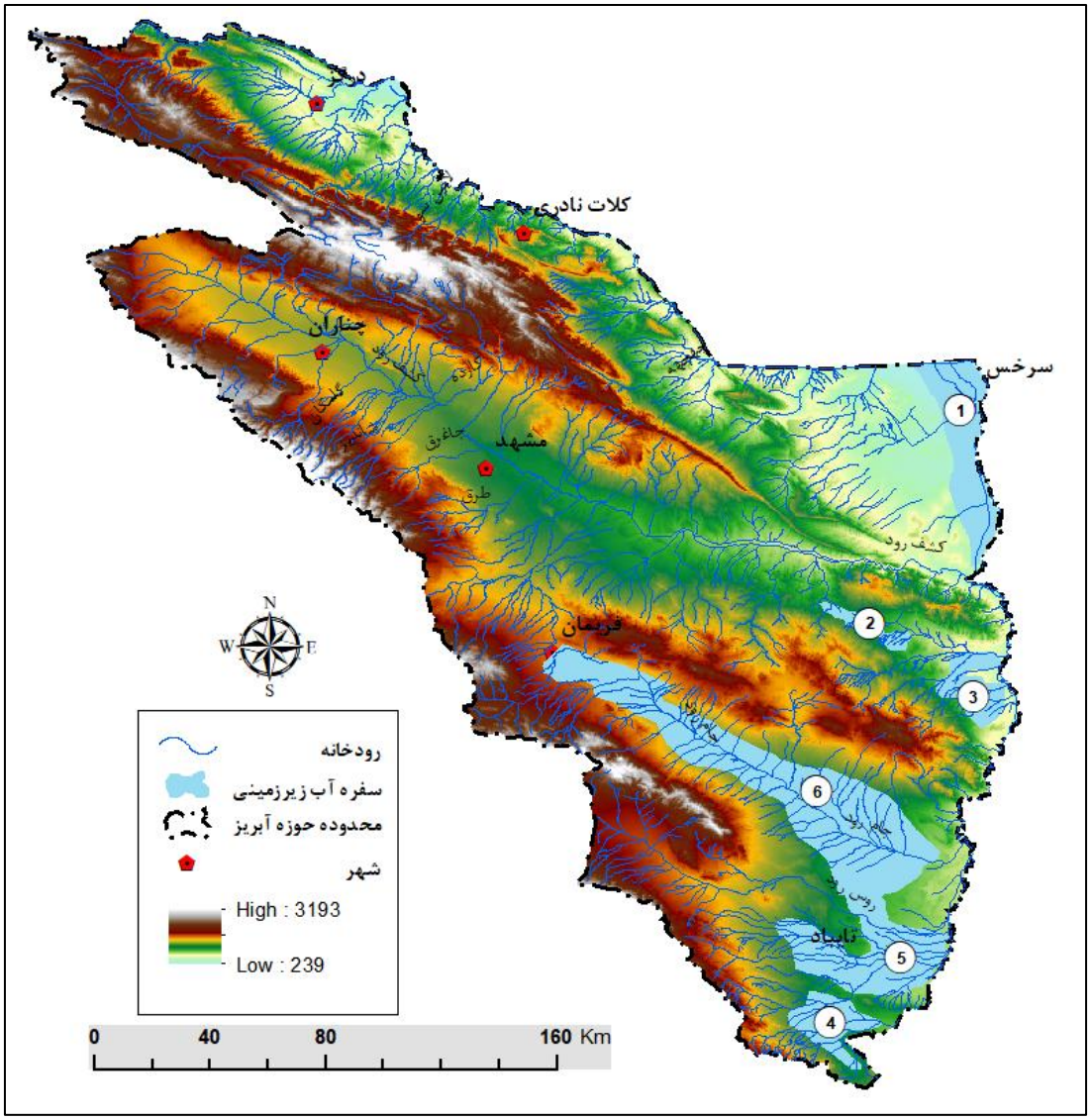
ردیف	نام سفره‌ی آب زیرزمینی	کشورهای مشترک	مساحت Km^2
۱	آق‌دربند	افغانستان- ایران	۱۷۰
۲	فریمان- تربت جام	افغانستان- ایران	۲۸۰۲
۳	تایباد	افغانستان- ایران	۱۱۵۹
۴	کرات	افغانستان- ایران	۴۱۱
۵	جنت اباد- صالح آباد	افغانستان- ایران- ترکمنستان	۳۹۶
۶	سرخس	ایران- ترکمنستان	۸۷۸

جدول ۲۲: میزان برداشت سالیانه و تعداد چاه‌ها، چشمه‌ها و کاریزهای حوزه‌ی قرهقوم(وزارت نیرو، ۱۳۹۴)

ردیف	نام محدوده	وضعیت بهره برداری	تعداد چاه نیمه عمیق	تخلیه نیمه عمیق (×1000m³)	تعداد چاه عمیق	تخلیه عمیق (×1000m³)	تعداد چشمه	تخلیه چشمه (×1000m³)	تعداد کاریز	تخلیه کاریز (×1000m³)	مصرف زراعت (Mm³)	مصرف صنعت (Mm³)	مصرف شرب (Mm³)
۱	درگز	ممنوعه	۱۳۶	۵۲۷۸/۰۸	۱۰۸	۱۷۶۸۳/۶۲	۱۰۴	۲۰۱۰۹	۱۰۷	۱۶۴۸۵	۵۱	۱	۷
۲	کلات نادری	آزاد	۲۰۸	۴۳۵۳/۴۷	۱۸	۳۲۰۰/۶۴	۸۹۰	۵۶۴۲۸	۱۷	۴۰۱	۴۷	۸	۹
۳	گنبدلی	آزاد	۷	۳۱۲/۲۴	۱	۲۵۰/۹۱	۹	۱۲۵۴	۲	۳۸۷	۱		
۴	سرخس	ممنوعه	۱۲۴	۲۶۲۰۸/۱۲	۲۶۷	۳۰۷۰۱۷/۸۲					۳۲۸	۴	
۵	آق دربند	آزاد	۱۹	۳۵۲/۳۳	۸	۹۷۸/۶۲	۶۹	۲۸۷۰	۲۸	۱۹۰۵	۴	۱	۱
۶	نریمانی	ممنوعه	۳۸۳	۸۰۹۲/۷۳	۲۴۹	۱۲۸۷۷۱/۶۳	۶۷	۲۴۸۶	۶۱	۲۲۳۸	۱۳۵	۲	۴
۷	مشهد	ممنوعه	۲۹۶۳	۳۲۴۲۰/۱۷	۳۷۵۳	۸۱۴۹۵۱/۰۳	۶۸۰	۸۷۴۰۰	۱۰۸۷	۱۳۷۸۲۴	۷۳۰	۴۴	۲۹۴
۸	سنگ بست	ممنوعه	۲۸۶	۵۲۰۹/۰۸	۱۱۱	۳۲۸۰۴/۳۴	۱۲۵	۳۹۴۴	۱۵۲	۱۹۷۸۶	۵۵	۳	۳
۹	صالح آباد- جنت آباد	ممنوعه	۶۹	۷۲۶/۴۱	۵۲	۱۵۰۸۶/۴۶	۱۳۹	۲۳۵۳	۹۷	۷۱۷۸	۲۲	۱	۲
۱۰	فریمان- تربت جام	ممنوعه	۸۳	۸۵۴/۳۷	۱۰۶۰	۵۱۵۰۱۰/۴۴	۵۵۳	۸۴۳۲۵	۳۰۳	۲۹۹۹۶	۵۷۵	۲۵	۳۰
۱۱	تایباد	ممنوعه	۲۴	۱۴۸۸/۸۵	۲۳۸	۱۲۱۱۵۷/۸۲	۶۵	۱۸۲۸	۸۴	۶۴۳۸	۱۲۲	۱	۷
۱۲	شهرنو- باخزر	ممنوعه	۳۳۰	۵۷۲۸/۹۲	۱۸	۴۰۳۷/۱	۶۹	۱۱۴۹	۱۰۲	۲۵۰۸	۱۲		۱
۱۳	کرات	ممنوعه	۵	۴/۱۱	۱۰۴	۸۳۱۱۳/۱۴	۱۰	۲۰۸	۲۳	۷۱۰	۸۲	۱	۱

جدول ۲۳: وضعیت تغییر سطح آب سفره‌ی آب زیرزمینی حوزه‌ی قرهقوم(نور و همکاران، ۱۳۹۷)

ردیف	نام سفره آب زیرزمینی	شروع سال آمار برداری	مساحت (Km^2)	میانگین تغییر سطح آب زیرزمینی (m)	میانگین تجمعی تغییر سطح آب زیرزمینی (m)	میانگین تغییر حجم سفره آب زیرزمینی (Mm^3)	میانگین تجمعی تغییر سطح اب زیرزمینی (Mm^3)
۱	درگز	۱۳۶۳	۵۶۹	-۰/۲۳	-۴/۹	-۳/۹۸	-۸۳/۶
۲	سرخس	۱۳۶۹	۵۹۳	-۰/۱۵۳	-۳/۵۳	-۸	-۱۸۴/۲
۳	نریمانی	۱۳۶۹	۳۶۰	-۱/۲۲	-۲۸/۲۱	-۱۷/۶۶	-۴۰۶/۲۲
۴	مشهد	۱۳۶۳	۲۴۶۰	-۰/۷۱	-۲۰/۷۴	-۱۰۵/۵	-۳۰۶۱/۲
۵	جنت آباد	۱۳۸۴	۱۳۰	-۰/۴۸۵	-۳/۸۸	-۱/۸۹	-۱۵/۱۳
۶	تربت جام	۱۳۶۶	۳۰۰۴	-۱/۴۱	-۳۶/۹	-۱۷۰/۵	-۴۴۳۳/۹
۷	تایباد	۱۳۷۶	۱۰۹۰	-۰/۸۱	-۱۳/۱	-۳۵/۶۹	-۵۷۱/۱۶
۸	شهرنو- باخزر	۱۳۹۰	۱۹۲	-۰/۳۷۵	۰/۷۵	-۲/۱۶	-۴/۳۲
۹	کرات	۱۳۷۲	۴۳۴	-۱/۸۳	-۳۳/۴۳	-۳۰/۱۸	-۵۴۸/۰۲



شکل۳-۱۵: موقعیت سفره‌های آب مشترک بین افغانستان، ایران و ترکمنستان در حوزه‌ی آبریز هری‌رود (igrad, 2015)، نام سفره‌های آب زیرزمینی بر اساس شماره‌ی روی نقشه: ۱- سرخس، ۲- آق دربند، ۳- صالح¬آباد-جنت¬آباد، ۴- کرات، ۵- تایباد، ۶- فریمان-تربت جام

فصل چهارم

بندهای حوزه‌ی آبریز هری‌رود

مقدمه

هر کشوری برای استفاده از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی خود برنامه‌های خاصی دارد که آنها را با اجرای پروژه‌های متعدد عملی می‌نماید. بطور کلی اجرای هر پروژه‌ی آبی به معنی دست‌کاری در ساختار طبیعت و روند طبیعی چرخه‌ی آب در منطقه می‌باشد. به‌همین دلیل برنامه‌ریزی منابع آب و پیشنهاد و اجرای پروژه‌های آبی از حساسیت زیادی برخوردار می‌باشد. این حساسیت زمانی بیشتر می‌شود که محل اجرای پروژه، در منطقه‌ای خشک یا نیمه خشک قرار داشته باشد. زیرا اشتباه در برنامه‌ریزی منابع آب در این مناطق می‌تواند مشکلات جبران‌ناپذیری را به‌وجود آورد. با این تفاصیل انتظار می‌رود که هر کشوری به‌خصوص در حوزه‌های آبی مشترک، برنامه‌ریزی توسعه‌ی منابع آب را طوری انجام دهد که کمترین مشکل زیست‌محیطی و اجتماعی را به‌وجود آورد.

از آنجاکه حوزه‌ی آبریز هری‌رود یک حوزه‌ی آبریز مرزی است، جهت روشن شدن بهتر وضعیت بهره‌برداری از منابع آب در دو سوی مرز افغانستان و ایران به عنوان سرچشمه‌های هری‌رود، در ادامه به‌طور اجمالی به پروژه‌های بندسازی در دو طرف مرز به عنوان پروژه‌های مهم تاثیرگذار بر وضعیت آب‌های سطحی(و گاهاً زیرزمینی) پرداخته شده است.

پروژه‌های آبی حوزه‌ی هری‌رود افغانستان

استفاده از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی در افغانستان سابقه‌ای به درازای ایجاد تمدن در این منطقه دارد. ایجاد تمدن‌ها در گذشته وابسته به آب بوده است و معمولاً تمدن‌ها در کنار رودخانه‌ها شکل می-گرفته‌اند. در گذشته از آب‌های سطحی توسط کانال‌ها و از منابع آب زیرزمینی توسط چشمه‌ها، چاه‌های کم‌عمق، و کاریزها استفاده می‌شده است. استفاده از بندهای آب در گذشته فراگیر نبوده، اما نمونه‌هایی در کشور وجود دارد که نشان دهنده‌ی وجود تفکر مهار آب، در بین مردمان آن زمان می‌باشد. به عنوان نمونه می‌توان به بند سلطان در ولایت غزنی اشاره نمود که در بین سال‌های ۳۷۸ الی ۴۲۱ هجری قمری به دستور سلطان محمود غزنوی احداث شده است(خبرگزاری فارس، ۱۳۹۴) و هنوز هم پابرجاست و آب در آن ذخیره می‌گردد. تاریخ استفاده از تکنولوژی‌های مدرن جهت مهار آب‌ها و استفاده از آنها در کشور، به سال ۱۳۰۰ هجری خورشیدی(۱۹۱۲ میلادی) برمی‌گردد. در این سال بند برق آبی جبل‌السراج در شمال کابل افتتاح و مورد بهره‌برداری قرار گرفت(خبرگزاری صدای آفغان، ۱۳۹۳).

از گذشته تاکنون ساکنین ولایت غور و هرات از رودخانه‌ی هری‌رود با استفاده از شبکه‌ی کانال‌های منظمی که از قدیم‌الایام ساخته‌اند و سیستم توزیع آبی که ایجاد نموده‌اند، استفاده می‌کرده‌اند. اولین طرح

مدرن برای استفاده از آب‌های سطحی هری‌رود مربوط به سال ۱۳۳۹ هجری خورشیدی است که سازمان خوراکه و زراعت سازمان ملل، مطالعات تخنیکی خود را بر روی توسعه‌ی وادی هری‌رود آغاز نمود و پس از آن مطالعات تخنیکی بند سلما در سال ۱۳۵۱ آغاز گردید(وزارت انرژی و آب، ۲۰۱۶). برای استفاده‌ی بهتر از آب‌های هری‌رود وزارت انرژی و آب تاکنون ساخت یک بند را به اتمام رسانده(بند دوستی افغان-هند)، دو بند دیگر در حال اجرا(پوزلیج و پاشدان) و دو بند نیز تحت مطالعه(کبگان و تیرپل) می‌باشد(شکل ۱-۴)، که با اتمام آنها، آب مورد نیاز و همچنین بخشی از برق مورد نیاز ساکنین منطقه تامین خواهد گردید. هدف از احداث این بندها تامین آب مورد نیاز زراعت، شرب و صنعت و همچنین تامین بخشی از انرژی برق مورد نیاز منطقه می‌باشد.

- **بند دوستی افغان- هند**

مطالعات بند دوستی افغان-هند(سلما) در سال ۱۳۵۱ شروع شده و عملیات ساخت آن نیز در سال ۱۳۵۵ آغاز گردید(وزارت انرژی و آب، ۲۰۱۶). متاسفانه به دلیل افزایش ناامنی کار ساخت آن در سال ۱۳۵۷ متوقف گردید. در سال ۱۳۸۴ مجدداً قرارداد احداث این بند با دولت هندوستان عقد گردید و در سال ۱۳۹۵ به بهره‌برداری رسید. ارتفاع این بند ۱۰۴/۳ متر و طول آن ۵۴۰ متر می‌باشد. ظرفیت ذخیره‌ی آب این بند ۶۳۳ میلیون متر مکعب(The Financial Express, 2016 ؛ حوزه‌ی دریایی هریرود-مرغاب،۲۰۱۷) بوده، که هدف اصلی آن تامین آب برای ۳۵۰۰۰ هکتار از اراضی که تاکنون با کمبود آب مواجه بوده‌اند و تامین آب برای ۴۵۰۰۰ هکتار زمین جدید می‌باشد. همچنین این بند قادر به تولید ۴۲ مگاوات برق نیز می‌باشد (Wapcos).

- **بند پاشدان**

این بند بر روی رودخانه‌ی کرخ(یکی از معاونین هری‌رود) در حال ساخت می‌باشد. ارتفاع این بند ۴۲ متر و طول آن ۱۰۰۰ متر خواهد بود و با ذخیره‌ی ۳۷ میلیون متر مکعب آب ۱۲۸۹۱ هکتار زمین آبیاری خواهد شد(محمودی ،۱۳۹۶: ج۲: ص ۳۰۸). همچنین ۲ مگاوات برق نیز توسط آن تولید خواهد گردید(وزارت اقتصاد، ۱۳۹۴).

- **بند پوزلیج**

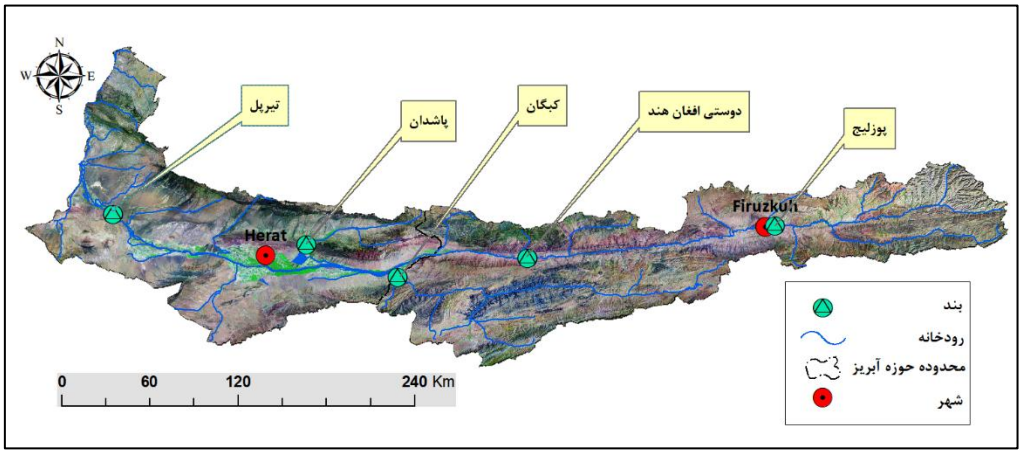
این بند در ولایت غور، بر روی هری‌رود در حال ساخت می‌باشد. هدف از ساخت این بند تولید برق برای شهر فیروزکوه می‌باشد. ارتفاع این بند ۳۰ متر و طول آن ۸۷ متر است. این بند با ذخیره‌ی ۲۹/۷۳۲ میلیون متر مکعب آب قادر به تولید ۴/۰۵ مگاوات برق خواهد بود(محمودی، ۱۳۹۶، ج۲: ص ۳۰۹).

- **بند کبگان**

مطالعات اولیه جهت احداث این بند بر روی رودخانه‌ی کبگان(از معاونین هری‌رود) در سال ۱۹۶۵ توسط سازمان خوراکه و زراعت سازمان ملل(FAO) انجام شده است. ارتفاع این بند ۱۱۶ متر و ظرفیت ذخیره‌ی آن ۲۱۱ میلیون متر مکعب برآورد شده بود(MEW, 2014). این بند جهت تولید برق و همچنین آبیاری اراضی زراعتی در نظر گرفته شده است. انجام مطالعات این بند مجدداً در دستور کار وزارت انرژی و آب قرار گرفته است.

- **بند تیرپل**

این بند بر روی هری‌رود، با هدف تامین آب زراعتی برای اراضی زراعتی ولسوالی کهسان در نظر گرفته شده است. اراضی منطقه کوهسان از کانال‌های قدیمی که سربند آنها بر روی هری‌رود مرزی قرار داشته‌اند آبیاری می‌شده‌اند. از جمله‌ی این کانال‌ها می‌توان به کانال‌های کمانه و بنیاد اشاره نمود. به مرور زمان استفاده از این سربندها و کانال‌ها با مشکلات تخنیکی از جمله فرسایش و رسوب‌گذاری مواجه گردید و به بازسازی ضرورت پیدا نمود؛ اما علی‌رغم تهیه‌ی پلان‌های کاری و نقشه‌های بازسازی آنها توسط وزارت انرژی و آب افغانستان، در مذاکرات انجام شده با مقامات ایرانی، طرف ایرانی با بازسازی آنها موافقت ننموده و مانع انجام هرگونه عملیات بازسازی در منطقه گردیدند(محمودی، ۱۳۹۶، ج۲: صص ۳۲۳-۳۲۷). بنابراین به منظور تامین آب اراضی این ولسوالی و همچنان آبیاری اراضی جدید زراعتی در این منطقه، وزارت انرژی و آب، مطالعات مقدماتی احداث بند تیرپل را آغاز نمود. مطالعات تکمیلی این بند پس از طی مراحل تدارکاتی در حال انجام است. با تکمیل این بند علاوه بر آبیاری اراضی موجود، اراضی جدید دیگری هم تحت آبیاری قرار خواهند گرفت.



شکل ٤-۱: موقعیت بندهای ساخته شده، در حال ساخت و تحت مطالعه‌ی حوزه‌ی هری‌رود افغانستان (براساس اطلاعات وزارت انرژی و آب)

پروژه‌های اجرا شده بر روی هری‌رود ایران

بندسازی مدرن در ایران در سال ۱۳۲۳ با مطالعه‌ی بند گلپایگان آغاز شده است. عملیات ساخت این بند در سال ۱۳۲۶ شروع و در سال ۱۳۳۶ مورد بهره‌برداری قرار گرفت. در مجموع ۱۹ بند تا سال ۱۳۵۷ در ایران ساخته شد و از سال ۱۳۵۷ تا ۱۳۹۵ مجموعاً ۴۳۹ بند در مراحل مختلف بهره‌برداری (۱۶۵)، اجر (۱۲۴) و مطالعات (۱۵۰) قرار دارند(پایگاه اطلاع رسانی دولت، ۱۳۹۵). دولت ایران پس از سال ۱۳۵۷، توسعه‌ی زراعت در ایران را به عنوان یکی از اهرم‌های پیشرفت اقتصادی برشمرد. لذا برای تامین آب مورد نیاز بخش زراعت، پروژه‌های بندسازی را در اولویت کارهای عمرانی خود قرار داد(پایگاه اطلاع رسانی تازه‌های انرژی ایران، ۱۳۹۵). در اوایل در برنامه‌های توسعه‌ی بندسازی ایران، بحث‌هایی مانند محیط-زیست و برنامه‌ریزی منابع آب جایگاهی ویژه‌ای نداشت و تمام تلاش بر روی مهار آب‌ها و توسعه‌ی زراعت با توجه به شعار خودکفایی زراعتی بوده است.

همان‌طور که گفته شد، بندسازی در ایران پس از انقلاب سال ۱۳۵۷ شتاب یافت و حوزه‌های مرزی از جمله حوزه‌ی قره‌قوم نیز از این برنامه بی‌نصیب نماند. در مورد بندهای ساخته شده، در دست اجرا و در حال مطالعه در حوزه‌ی آبریز قره‌قوم آمار مختلفی ارائه شده است. با توجه به بعضی از آمارهای منتشر شده به نقل از شرکت مدیریت منابع آب ایران، در حوزه‌ی آبریز قره‌قوم(سرخس) ۲۱ بند در حال بهره-برداری، ۳ بند در حال ساخت و ۱۵ بند در حال مطالعه می‌باشد(damghangeology). در سایت مدیریت منابع آب ایران، آمار کمی متفاوت بوده و ۱۶ بند در حال بهره‌برداری و ۶ بند در حال مطالعه ذکر شده است، که البته بندهای مرزی در این آمار لحاظ نشده‌اند. در جدول (۴-۱) فهرست بندهای حوزه‌ی قره‌قوم که با جستجوهای اینترنتی فراهم شده است، آمده است. اطلاعات این جدول نشان دهنده‌ی وجود ۲۸ بند درحال بهره‌برداری، یک بند درحال ساخت و ۱۱ بند درحال مطالعه در سطح حوزه‌ی قره‌قوم می باشد(وزارت نیرو، ۱۳۹۴، پورتال شرکت مدیریت منابع اب ایران). البته این جدول کامل نبوده و تعدادی از بندهای کوچک یا بندهایی که جدیداً در دست مطالعه یا اجرا قرار گرفته‌اند در آن آورده نشده است. لازم به ذکر است که علاوه بر این بندها تعدادی پروژه‌های آبی دیگر، مانند پروژه‌های تغذیه‌ی مصنوعی نیز در سطح حوزه‌ی آبریز قره‌قوم انجام شده است.

جدول ۲٤: مشخصات بندهای مورد بهره‌برداری، ساخت و مطالعه‌ی حوزه‌ی قره‌قوم در ایران(وزارت نیرو، ۱۳۹۴، پورتال شرکت مدیریت منابع آب ایران)

ردیف	نام بند	مرحله	شهرستان	حجم مخزن (Mm^3)	آب قابل تنظیم (Mm^3)
۱	دوستی	بهره‌برداری	سرخس	۱۲۵۰	۴۱۰ (سهم ایران)
۲	درونگر	بهره‌برداری	درگز	۲۰	۲۶/۱
۳	زاوین	بهره‌برداری	کلات	۲/۶۹	۳/۲
۴	طرق	بهره‌برداری	مشهد	۳۳/۱	۱۵/۷
۵	فریمان	بهره‌برداری	فریمان	۳/۷۷	۶
۶	کارده	بهره‌برداری	مشهد	۲۸/۱	۲۲
۷	ارداک	بهره‌برداری	چناران	۳۰/۳	۳۳/۷
۸	چهچهه	بهره‌برداری	کلات	۲۲	۱۰/۸۹
۹	زنگلانلو (ابیورد)	بهره‌برداری	کلات	۴۳	۳۰/۵
۱۰	قره تیکان(سر رود)	بهره‌برداری	کلات	۱۷/۵	۱۲/۵
۱۱	خور کلات	بهره-برداری	کلات	۰/۲	۲
۱۲	دولت آباد	بهره-برداری	چناران	۱/۲	۶
۱۳	رهنه	بهره-برداری	تایباد	۰/۵	۰,۵
۱۴	ریگاب	بهره-برداری	صالح آباد	۰/۳۵	
۱۵	چشمه ایوب	بهره‌برداری	فریمان	۰/۲	۱
۱۶	شهداء سیه لاخ	بهره-برداری	تایباد	۲	۱
۱۷	چالی دره طرقبه	بهره-برداری	طرقبه	۱/۴	۱,۴
۱۸	فرزنه	بهره-برداری	تایباد	۲	۱,۸

۱۹	اسجیل	بهره-برداری	چناران	۱/۰۳	۲,۸
۲۰	چشمه سبز	بهره-برداری	گلمکان	۳	۳
۲۱	چشمه جوهر	بهره‌برداری	تربت جام	۰/۲۵	
۲۲	کاریز کهندل	بهره‌برداری	صالح آباد	۰/۸۷	۰/۷
۲۳	ملو	بهره‌برداری	تربت جام	۲/۴۹	۱/۲۵
۲۴	استای	بهره‌برداری	تایباد	۰/۳	
۲۵	پساوه	بهره‌برداری	تایباد	۲	۱
۲۶	کالکراب	بهره‌برداری	تربت جام	۱/۷۷	۱
۲۷	کردیان	بهره‌برداری	باخزر	۳/۳	۳/۳
۲۸	شهید دهقان	بهره‌برداری	تایباد	۶/۰۷	۶
۲۹	شوریجه	اجرا	سرخس	۱۹۵	۲۷
۳۰	تیرگان	مطالعات	درگز	۴/۲۱	۳/۸۷
۳۱	چنار	مطالعات	درگز		
۳۲	رادکان	مطالعات	چناران	۲/۹۱	۱,۲۴
۳۳	روس	مطالعات	باخزر	۲۷	۸
۳۴	شورکال	مطالعات	درگز	۱۶/۵	
۳۵	بهمن جان	مطالعات	چناران	۲/۸۳	۲,۵۱
۳۶	کوه آباد	مطالعات	تایباد	۰/۲۷	۰,۴۵
۳۷	گلار	مطالعات	تربت جام		
۳۸	فریزی	مطالعات	مشهد	۴۵/۲	۴۵/۲۵
۳۹	کلاته منار	مطالعات	مشهد	۱۰/۴۴	۹/۸۸
۴۰	کوه سفید	مطالعات	تایباد		

فصل پنجم

استفاده‌ی تاریخی از آب هری‌رود

هری‌رود افغانستان

تمدن‌های منطقه‌ی ما عموماً در کنار رودخانه‌ها شکل گرفته‌اند و زندگی ساکنین منطقه به درجات مختلف به آب رودخانه‌ها بستگی داشته و دارد. از آنجاکه برداشت آب جاری از رودخانه‌ها یکی از آسانترین روش‌های استفاده از آب می‌باشد، از قدیم‌الایام برداشت آب از رودخانه در اولویت ساکنین منطقه بوده است. به‌همین دلیل نیز اراضی نزدیک به رودخانه‌ها دارای ارزش بیشتری بوده‌اند، چراکه آب آسان‌تر به آنها می‌رسیده است. برداشت آب از رودخانه، با ایجاد سردهانه و احداث کانال‌های انحراف آب(شق نهر)(با شیبی کمتر از شیب رودخانه) انجام می‌شود. به این ترتیب آب از رودخانه جدا شده و به اراضی مورد نظر انتقال داده می‌شود. از آنجا که کانال‌های انتقال آب از رودخانه به صورت اشتراکی برای زمین‌های زیادی حفر می‌شده است، مساله‌ی مدیریت و حق برداشت هریک از مالکین اراضی(حق آبه) به‌وجود آمده است. به‌همین دلیل در هر منطقه سیستم مدیریت خاصی برای آب رودخانه‌ها و کانال‌ها ایجاد شده است که اشخاصی به نام میراب مسئول آن بودند. این سیستم هم‌اکنون نیز در بیشتر مناطق افغانستان و به‌خصوص در هرات در کانال‌های منشعب از هری‌رود استفاده می‌شود. در خصوص تعیین میزان حق‌آبه هر زمین و چگونگی توزیع آب به زمین‌ها، کتب تاریخی نیز نوشته شده است که هنوز هم در بعضی موارد برای حل منازعات آبی به این کتب مراجعه می‌شود. نمونه‌ای از یک کتاب تاریخی منسوب به عبدالرحمن جامی در مرکز حوزه‌ی دریایی هری‌رود در هرات موجود است. از آنجاکه استفاده‌ی تاریخی یکی از عوامل ایجاد حق‌آبه می‌باشد در ذیل مختصراً وضعیت تاریخی استفاده از آب در حوزه‌ی هری‌رود بررسی می‌گردد.

هری‌رود، شاه‌رگ حیات هرات است و پر واضح است که وجود شهرها و روستاهای متعدد در کنار آن بدون وجود این رودخانه امکان‌پذیر نبوده و نخواهد بود. جهت استفاده از آب هری‌رود ساکنین منطقه از قدیم-الایام به حفر کانال‌های کوچک و بزرگ اقدام نموده‌اند، که تا حال نیز این کانال‌ها موجود بوده و مورد استفاده ساکنین منطقه قرار می‌گیرند. شبکه‌ی کانال‌های هرات مشهور به بلوکات هرات می‌باشند، که توسط میرآب‌ها مدیریت می‌شوند. این شبکه شبکه‌ای بسیار قدیمی است که ساکنین منطقه از آنها برای رساندن آب به اراضی خود استفاده می‌کرده‌اند و در گذر زمان بارها تخریب و بازسازی شده است. به عنوان مثال معین‌الدین محمد اسفزاری مورخ قرن نهم هجری قمری در کتاب "روضات‌الجنات فی اوصاف مدینه هرات" آورده است که در زمان حمله‌ی مغول به هرات نهر انجیل که یکی از نهرها جهت آب‌رسانی به شهر بود، به کلی نابود گردید. این نهر به همت مردم هرات پس از حمله مغول با دو ماه کار متداوم احیا، و مجدداً آب به شهر و اراضی زراعتی جاری گردید. همچنین اسفزاری می‌افزاید که " ابوسعید آخرین ایلخان و فرمانروای مغولان در هرات، جویی به نام جوی سلطانی احداث کرد. این جوی که آب رود پاشتان

در آن جاری بود، از پاشتان تا قریه‌ی سلقمان را که شش فرسنگ بود، به باغ و گشن تبدیل کرد." در نقل قول دیگری از ابن حوقل(جغرافیدان سده چهارم ه.ق) در صفحات ۱۷۳ و ۱۷۴ کتاب "سفرنامه‌ی ابن حوقل یا ایران در صوره‌الارض" در مورد بلوکات هرات چنین آمده است:

" ولایات هرات که باید به وسیله‌ی این رود «مالان» آبیاری می‌شدند. در شمال و جنوب رود قرار داشتند. در نتیجه، در دو طرف رود جوی‌ها و نهرهایی درست کرده بودند که آب روستا و مزارع از طریق این جوی‌ها تأمین می‌شد. هر یک از این جوی‌ها را به نام بلوکی می‌خواندند. بلوکات انجیل، آلنجان، غوروان و پاشتان، توران و تونیان، خیابان، سبقر، پروانه و هوا دشتک در شمال رود و کمبراق، ادوان و تیزان در جنوب رود قرار داشتند."

مصرف آب هری‌رود در هرات بگونه‌ای بوده است که به گفته ولادیمیر بارتولد (۱۸۶۹-۱۹۳۰ م) مورخ و شرق‌شناس مشهور در کتاب "آبیاری ترکستان"، آب هری‌رود بخصوص در فصل تابستان به شهرهای پایین‌دست مانند سرخس نمی‌رسیده است، به همین دلیل در منطقه‌ی سرخس کشت دیم رواج داشته است.

بنابراین عمده‌ی مصرف آب هری‌رود از گذشته‌ها تا به امروز در بلوکات هرات بوده است. متاسفانه در دهه‌های اخیر اثرات جنگ‌ها و نابسامانی‌های داخلی بر روی شبکه آبیاری هرات نیز تاثیر گذاشته است و در اغلب موارد زیربناهای اساسی آن بدون حفظ و مراقبت باقی‌ماند و رو به تخریب نهاد. به‌همین دلیل نه تنها در وضعیت آبیاری و توسعه‌ی زراعت در حوزه‌ی هری‌رود افغانستان پیشرفتی صورت نگرفت، بلکه به گونه‌ای پسرفت هم رخ داده است. از جمله طرح‌های زیربنایی عقب‌افتاده می‌توان به احداث بندهای سلما، پاشدان و کبگان اشاره نمود که برای توسعه‌ی آبیاری دشت هرات در نظر گرفته شده بودند. بعد از سقوط طالبان و استقرار حکومت جدید و آمدن امنیت نسبی در کشور تعدادی از این طرح‌ها از جمله بند سلما و پاشدان مجدداً روی دست گرفته شد، که خوشبختانه بند سلما به اتمام رسیده و بند پاشدان در مرحله ساخت قرار دارد. خوشبختانه در این‌دوره تعدادی از کانال‌ها و سربندهای تخریب شده هم مجدداً بازسازی شده‌اند و امیدواری به‌وجود آمده است که سطح زیر کشت منطقه‌ی هرات در مرحله‌ی اول به وضعیت قبل از جنگ‌ها و در مرحله‌ی دوم با برنامه‌ریزی، مدیریت و استفاده از پتانسیل‌های موجود، افزایش یابد.

هری‌رود ایران(حوزه‌ی قره‌قوم)

از جایی‌که هری‌رود به نقطه‌ی مرزی ایران می‌رسد و مرز بین دو کشور را تشکیل می‌دهد تا بعد از پل‌خاتون منطقه‌ی مسکونی در طرف ایران وجود ندارد. بعد از پل‌خاتون تعدادی روستا از جمله سنگر،

کلاته امام خان، کلاته حاج حسین و قوش عظیم در مسیر هری‌رود قرار دارند. سرخس مهمترین منطقه‌ی مسکونی ایران در کنار هری‌رود است. مطالعه‌ی اسناد تاریخی نشان می‌دهد که آب هری‌رود به جز موارد سیلابی هیچ‌گاه به منطقه‌ی سرخس نمی‌رسیده است. به عنوان مثال به روایات تاریخی ذیل که در کتاب "سرخس دیروز و امروز" نیز آمده است اشاره می‌گردد:

۱. یعقوبی جغرافی‌شناس قرن سوم هجری در سال ۲۷۹هـ در کتاب البلدان(ص ۹۷-۹۵، ترجمه فارسی، ص ۵۴) می‌نویسد: "سرخس سرزمینی باشکوه و شهر آن بزرگ است و در بیابانی ریگ‌زار واقع است و مردمی به‌هم آمیخته در آن سکونت دارند. عبدالله بنخازم سلمی در خلافت عثمان... آن را فتح کرده و آب مشروب اهالی از چاه‌هاست و نهری و چشمه‌ای ندارد و قومی از... در آن سکونت دارند و مبلغ خراج آن یک میلیون درهم و ضمیمه‌ی خراج خراسان است."

۲. ابراهیم اصطخری مکنی به ابواسحاق متوفی ۳۴۶ه . ق درباره‌ی این شهر اطلاعات متنوعی به دست داده و از جمله گفته است "سرخس شهری است میان نیشابور و مرو، در هامونی نهاده و آب روان ندارد مگر آنقدر که گفتیم از پوشنگ زیادت آید و کشاورزی همه بخش باشد، و این شهر چند نیمه مرو بود شهری آبادان است و هوا و خاکی درست دارد، چراخورها فراوان بود در نواحی و کار ایشان بیشتر بازرگانی شتر باشد و آب چاه خورند و خراس‌ها دارند." در جای دیگر می‌نویسد: "آب پوشنگ از هری باشد و این رود به سرخس‌رود، لیکن به وقت آن‌که هوا گرم شود آب آنجا نرسد."

۳. یاقوت حموی مؤلف کتاب معجم‌البلدان(جلد ۳، ص ۲۰۸) در اوایل قرن هفتم هجری سرخس را چنین توصیف کرده است: "سرخس شهری است قدیمی از شهرهای خراسان... بزرگ و پهناور که بین نیشابور و مرو در وسط راه قرار گرفته، فاصله‌ی آن تا هر یک از دو شهر شش منزل است و آن شهری است تشنه که در آن آب پیدا نمی‌شود مگر آب چاه‌ها که بسیار گواراست و در آن نهر جاری وجود ندارد مگر نهری که در قسمتی از سال جاری می‌گردد و دائمی نیست و آن زیادی آب‌های هرات می‌باشد."

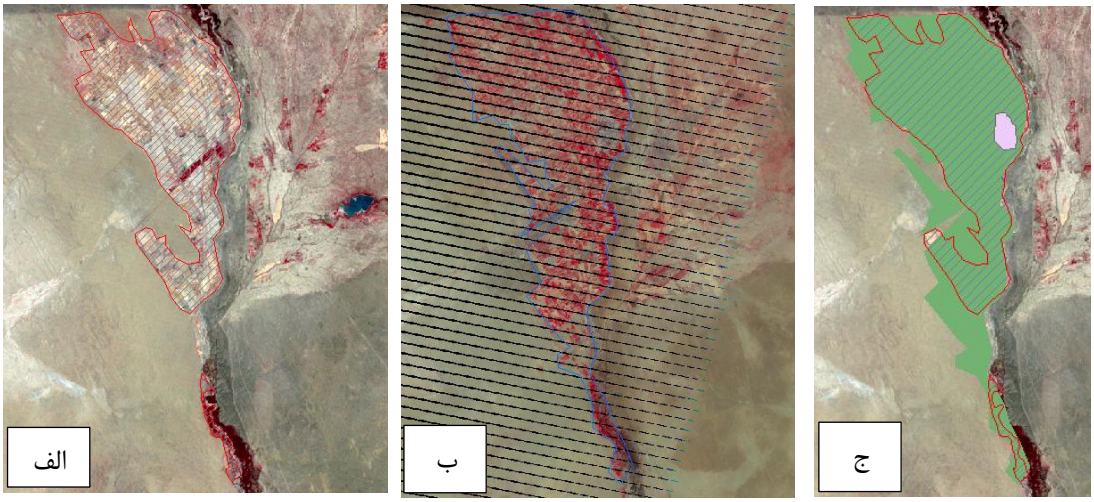
۴. تاریخ قزوینی: "ولایتی است میان مرو و نیشابور. سرخس بن گودرز آنجا را ساخته. اهلش خوب و زراعتش مرغوب. تابستان آب از چاه کشند."

۵. ولادیمیر بارتولد در کتاب *آبیاری در ترکستان*۱۳۵۰؛ ص ۵۹ -۶۰: "در دو فرسخی سرخس نهری وجود داشت که سراسر شهر را قطع می‌کرد. با این وجود، به علت مصرف بیشتر آب در

هرات، در تابستان آب سرخس کاملاً خشک می‌شد. به این دلیل، در این ناحیه کشاورزی دیمی بیشتر رواج داشت."

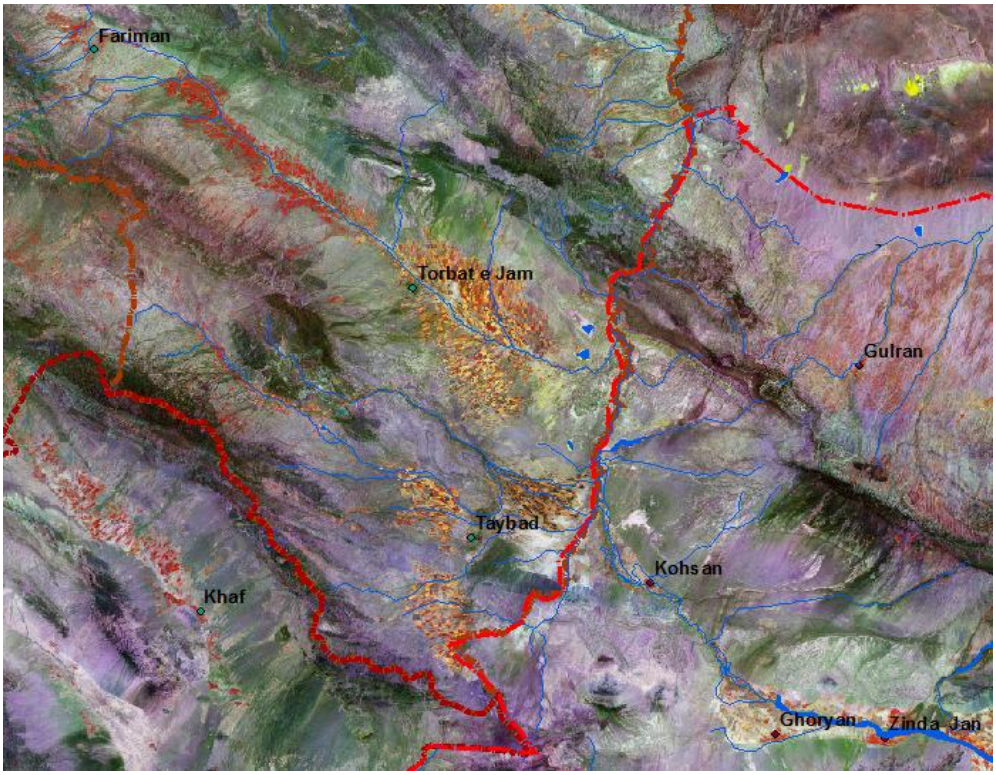
۶. وحید سنایی، هیدروپولیتیک، امنیت و توسعه در روابط ایران، افغانستان و ترکمنستان: " جریان هری‌رود به اواخر زمستان و اوایل بهار محدود می‌شود..."

بنابراین از نظر تاریخی، استفاده‌ی ایران از آب هری‌رود به‌صورت محدود در سرخس، آن‌هم در زمان سیلاب‌ها و آب مازاد هرات بوده است. بر اساس قرارداد بین ایران و روسیه ۳۰ در صد از آب تجن حق ایران و ۷۰ درصد حق روسیه بوده است، که ایران از طریق پنج کانال به نام‌های سنگر، نوروزآباد، دولت‌آباد، مظفری و جنگل زیر نظر میرآب‌های ایرانی و روسی برداشت می‌کرده است. اما ایران به‌خصوص بعد از انقلاب با سرلوحه قراردادن شعار خودکفایی زراعتی، در منطقه‌ی سرخس نیز اقدام به توسعه‌ی زراعت نمود. بطوری‌که اراضی زراعتی سرخس را به حدود ۳۲۰۰۰ هکتار رساندند (خبرگزاری جمهوری اسلامی، ۱۳۹۱). اراضی زراعتی منطقه‌ی سرخس که قبلاً بصورت للمی کشت می‌شده‌اند، پس از احداث بند دوستی بر روی هری‌رود در مرز ایران و ترکمنستان تبدیل به اراضی آبی شده‌اند(باشگاه خبرنگاران جوان، ۱۳۹۲؛ خبرگزاری ساریکا، ۱۳۸۹). جهت بررسی تغییرات اراضی زراعتی منطقه تصاویر ماهواره‌ای منطقه‌ی سرخس از سال ۱۹۷۳ تا ۲۰۱۵ مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاصل در شکل (۵-۱) نشان داده شده است. تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۹۷۳ (۵-۱-الف) نشان می‌دهد که ایران در آن زمان حداکثر ۲۲۵۰۰ هکتار زمین را بیشتر بصورت للمی کشت می‌کرده است و اراضی آبی آنها نیز بصورت «آیشی» و بسیار محدود بوده‌اند؛ اما تا سال ۲۰۱۵ اراضی زیر کشت به حدود ۳۲۰۰۰ هکتار رسیده و قسمت اعظم آنها نیز از للمی به آبی تغییر کرده‌اند(شکل ۵-۱-ب) که با اطلاعاتی که خبرگزاری‌های ایران نشر نموده‌اند مطابقت دارد. این اقدام ایران به معنی فشار بیشتر بر منابع آبی منطقه می‌باشد.



شکل ۵-۱: سطح زیر کشت منطقه‌ی سرخس در سال‌های ۱۹۷۳ (الف) و ۲۰۱۵ (ب) با استفاده از تصاویر ماهواره‌های لندست ۱ و ۷ و مقایسه‌ی سطوح زیر کشت (ج) در سال‌های ۱۹۷۳(منطقه هاشوردار) و ۲۰۱۵ (منطقه سبز)

در ادامه برای درک بهتر وضعیت توسعه‌ی زراعت در دو سوی مرز، منطقه تایباد و تربت جام ایران با مناطق غوریان و کهسان مقایسه می‌گردد. دو حوزه‌ی آبریز تایباد و تربت جام از آن جهت نیز اهمیت دارند که آب‌های آنها به هری‌رود مرزی می‌ریزند و هرگونه دخالت در وضعیت آب‌ها بر آب‌دهی هری‌رود مرزی تاثیر می‌گذارد. با وجود آب‌دهی بسیار کمتر حوزه‌های جام‌رود و تایباد نسبت به هری‌رود افغانستان، بررسی تصاویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۵(شکل ۵-۲) نشان می‌دهد که زراعت در این مناطق بسیار توسعه یافته است. از دیگر عوامل توسعه‌ی زراعت در این مناطق، علاوه بر احداث بندها، احداث چاه‌های عمیق با هدف برداشت آب‌های زیرزمینی جهت زراعت می باشد(ولایتی، ۱۳۸۵). در اثر برداشت بیش از حد منابع آب زیرزمینی، سفره‌های آب زیرزمینی این مناطق دارای افت شدید شده‌اند بطوری‌که در گروه دشت‌های فوق بحرانی قرار گرفته‌اند(نور و همکاران، ۱۳۹۷). تصاویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۵ نشان می‌دهند که با وجود عبور هری‌رود از مناطق غوریان و کهسان، زراعت چشم‌گیری در منطقه وجود ندارد.



شکل ۰۵-۲: تصویر ماهواره‌ای لندست با باند ۲-۳-۱ (۲۰۱۵): توسعه‌ی زراعت در اطراف جام‌رود و تایباد کاملاً مشخص است. (مناطق زراعتی در این باند به رنگ سرخ و زرد مشاهده می¬گردد)

در اینجا باید اشاره گردد که ایران و ترکمنستان در سال ۱۳۷۹ با یک توافق دوجانبه و بدون در جریان گذاشتن و تفاهم با افغانستان(که بخش عمده‌ای از حوزه‌ی هری‌رود در آن قرار دارد) و سوء استفاده از شرایط ناگوار سیاسی و نظامی افغانستان، شروع به احداث بندی به نام دوستی بر روی هری‌رود نمودند. احداث این بند با واکنش و محکومیت شدید افغانستان مواجه گردید و در همان زمان وزارت‌های آب و برق و امور خارجه‌ی وقت افغانستان اعتراضیه‌ی شدید خود نسبت به این اقدام یک جانبه و هشدار در مورد تبعات آتی آن را به کشورهای مذکور طی نامه‌های رسمی از مجاری دیپلماتیک رساندند(محمودی، ۱۳۹۶، ج۲: ص ۳۱۷). متاسفانه این کشورها بدون توجه به این اعتراض کار خود را ادامه دادند و نهایتاً در سال ۱۳۸۴ این بند را افتتاح نمودند.

همان‌طور که اشاره گردید از نظر تاریخی، مصرف ایران از هری‌رود مرزی فقط محدود به ناحیه‌ی سرخس آن‌هم به‌صورت بسیار محدود و فقط در فصول سیلابی(اگر آب مازادی از هرات به آن می‌رسیده است) می‌شده است. البته ایران در حوزه‌ی هری‌رود داخلی خود(حوزه‌ی قره‌قوم) از گذشته‌ها زراعت داشته است و امروزه هم به‌صورت بسیار زیاد آن را توسعه داده است(خبرگزاری جمهوری اسلامی، ۱۳۹۶)، بطوری‌که

با کمبود آب شدید در حوزه مواجه شده و اکثر دشت‌های آن را ممنوعه بحرانی اعلام نموده است(نور و همکاران، ۱۳۹۷). در حقیقت ایران با احداث پروژه‌های مهار آب‌ها، مانع رسیدن هرگونه آبی از حوزه‌ی قره‌قوم به هری‌رود مرزی نیز شده است. چراکه افغانستان و ایران به‌طور مشترک تامین کننده‌های آب هری‌رود مرزی می‌باشند. به معنی دیگر ایران حق‌آبه‌ی هری‌رود مرزی که باید ابتدا به سرخس و سپس به طرف ترکمنستان جریان می‌یابد را قطع نموده است. بنابراین این انتظار که افغانستان باید تمامی آب هری‌رود مرزی، سرخس و ترکمنستان را تامین کند به دور از واقعیت می‌باشد.

ترکمنستان به عنوان کشور سومی که از آب‌های سیلابی هری‌رود استفاده می‌کرده است نیز انتظار دارد تا سیلاب‌ها مانند گذشته به این کشور برسند؛ اما باید توجه داشت که علاوه بر تاثیرات اقلیمی که باعث کاهش آب‌دهی هری‌رود شده است، اقدامات یک‌جانبه‌ی ایران نیز در مهار آب‌های حوزه‌ی قره‌قوم باعث کاهش بیشتر آب‌های هری‌رود مرزی شده است. در نهایت باید گفت که در تامین حق‌آبه‌ی ترکمنستان از هری‌رود، باید ایران نیز مشارکت داشته باشد چراکه قسمت زیادی از حوزه‌ی هری‌رود در این کشور قرار دارد. ترکمنستان صرفاً مصرف‌کننده‌ی آب سیلابی هری‌رود می‌باشد و استفاده‌ی آنها بیشتر در قسمت کشاورزی است. مهمترین محصول زراعتی ترکمنستان پخته(پنبه) می‌باشد و این کشور دومین تولید کننده‌ی پخته‌ی جهان پس از ازبکستان می‌باشد(رشیدی ،۱۳۹۳). شبکه‌ی گسترده‌ای از کانال‌های آبیاری(در پایین‌دست بندی که ترکمن‌ها بر روی هری‌رود ساخته‌اند) در دشت قره‌قوم وجود دارد که اراضی این دشت را آبیاری می‌کنند. اطلاعات جدیدی به جز آنچه در جدول (۵-۱) آمده است از وضعیت آبی هری‌رود در ترکمنستان در دسترس این پژوهش قرار ندارد.

مشخصات حوزه‌ی هری‌رود و میزان استفاده‌ی هریک از کشورهای حوزه در جدول (۵-۱) بصورت خلاصه آورده شده است. قابل ذکر است که این آمار رسمی بوده و امکان دارد اعداد و ارقام آن با نتایج این پژوهش اختلاف اندکی داشته باشد. با توجه به جدول (۶-۱) میزان استفاده‌ی افغانستان از آب‌های سطحی و زیرزمینی حوزه به نسبت سایر کشورهای حوزه کمتر می‌باشد. در حالی‌که میزان آب تولید شده در افغانستان نسبت به سایر کشورها بیشتر می‌باشد. لذا بر اساس اصل عدالت و انصاف، افغانستان نیز باید میزان استفاده از آب‌های هری‌رود را با برنامه‌ریزی افزایش داده تا مناطق واقع در حوزه‌ی هری‌رود این کشور نیز هم‌پای کشورهای دیگر حوزه توسعه نمایند.

جدول ۲۵: مشخصات حوزه‌ی آبریز هری‌رود در سه کشور افغانستان، ایران و ترکمنستان (منبع: Oregon state university, FAO Climwat 2,0, Faver and Kamal (2004), IRI (2012), Ministry of water and Power (1962-78), FAO Aquastat, Uhl (2003))

	افغانستان	ایران	ترکمنستان
مساحت (Km2)	۳۹۳۰۰ (۳۵٪)	۴۹۲۶۰ (۴۴٪)	۲۳۶۴۰ (۲۱٪)
جمعیت	۱۷۲۳۰۰۰ (۳۲٪)	۳۵۲۶۰۰۰ (۶۵٪)	۱۶۸۰۰۰ (۳٪)
تراکم جمعیت (Cap/km2)	۴۴	۷۲	۷
میانگین بارندگی (mm)	۲۴۵	۲۱۹	۱۶۱
اراضی قابل کشت (ha)	۲۱۳۹۰۰	۲۳۸۹۰۰	۳۹۳۴۰۰
آب‌های سطحی در دسترس (MCM)	۱۵۷۰	۷۷۱	۵۰۸
آب‌های زیرزمینی در دسترس (MCM)	۶۴۰	۱۵۲۳	NDA
کل آب قابل دسترس (MCM)	۲۲۱۰	۲۲۹۴	N.A.
حجم مخازن ذخیره آب (۲۰۱۳) (MCM)	۰*	۶۲۵	۹۹۵
میزان استفاده آب سطحی (٪)	۴۰	۱۰۰	۱۰۰
میزان استفاده آب زیرزمینی (٪)	۲۵	۱۳۵	۱۰۰
میزان استفاده از کل آب (٪)	۳۶	۱۲۲	۱۰۰
میزان وابستگی	N.A.	۶۱	۱۰۰

*آمار جدول مربوط به قبل از افتتاح بند دوستی افغان-هند(سلما) بوده است، بنابراین میزان حجم مخازن ذخیره‌ی آب افغانستان صفر در نظر گرفته شده است، بناً حجم مفید بند دوستی افغان-هند باید در این قسمت منظور گردد.

فصل ششم

رودخانه‌های مشترک و مفاهیم قوانین بین‌المللی

هایدروپلتیک حوزه‌ی هری‌رود

محدودیت منابع آب شیرین در دسترس باعث شده است که آب، یکی از ارزشمندترین سرمایه‌های طبیعی هر کشور باشد. امروزه دیگر آب یک کالای فراوان و فاقد ارزش اقتصادی نیست، بلکه یک کالای بدون جایگزین و با ارزش اقتصادی بسیار بالاست(صادقی ،۱۳۸۵) که در رشد و توسعه‌ی کشورها نقش اساسی دارد. از روزگاران دور همواره تمدن‌ها در حاشیه رودخانه‌های پرآب تشکیل شده‌اند. به عنوان مثال می‌توان به تمدن‌های بزرگ بین‌النهرین، نیل، و ماوراءالنهر اشاره نمود. امروزه نیز گسترش شهرها وابسته به منابع آبی است. هرچند به کمک تکنولوژی می‌توان آب‌ها را به محل‌های مورد نیاز انتقال داد؛ اما با افزایش جمعیت و تغییر الگوی مصرف موجودیت و تامین آب یکی از مهمترین چالش‌هایی است که تجمعات انسانی امروزی، با آن مواجه می‌باشند. در گذشته موارد مصرف آب صرفاً محدود به شرب، زراعت، و حمل و نقل بوده است؛ اما امروزه مصارف صنعتی و محیط‌زیست هم به آن افزوده شده است. همچنین تغییر در الگوی بارندگی، گرم شدن کره‌ی زمین، عدم سرمایه‌گزاری مناسب جهت مدیریت منابع آب، و رشد روزافزون سرانه‌ی مصرف آب(به دلیل ارتقای سطح بهداشت، رشد جمعیت، گسترش شهرنشینی، گسترش صنایع و زراعت) باعث افزایش مصرف آب شده است، بطوری‌که مصرف آن نسبت به اوایل قرن بیست ۱۷ برابر و نسبت به سه قرن قبل ۴۵ برابر شده است(مختاری هشی و قادری حجت، ۱۳۸۷). مشکلات تامین آب در مناطق خشک و نیمه خشک (مانند افغانستان) بیشتر از سایر نقاط می‌باشد. چراکه در این مناطق غالب جمعیت در حوزه‌های مشترک آبی زندگی می‌نمایند و وابستگی مردم به آب رودخانه‌ها بیش از سایر نقاط جهان می‌باشد. امروزه تامین آب، یکی از مهمترین اولویت‌های حکومت‌هاست. از این‌روست که گفته می‌شود، آب، به‌خصوص آب شیرین در هزاره‌ی سوم میلادی به مثابه‌ی نفت در شکل‌گیری روابط سیاسی، منطقه‌ای و جهانی نقش اساسی خواهد داشت(متقی و صادقی، ۱۳۹۳: ص ۲۳). بنابراین برای هر کشوری، کنترل و استفاده‌ی مناسب از آب‌ها، به‌خصوص آب‌های مرزی از اهمیت بالایی برخوردار است.

پیشرفت علم در دوران حاضر کمک زیادی به برنامه‌ریزی منابع آب در سطح حوزه‌ها نموده است. مدیریت جامع حوزه‌ای منابع آب[5] می‌تواند گام موثری در تامین آب تمامی مصرف کنندگان یک حوزه‌ی آبریز باشد. اما در حوزه‌های آبی که بین دو یا چند کشور مشترک می‌باشند، مدیریت منابع آب یک‌پارچه با چالش‌های متعددی روبرو می‌گردد. یکی از مهمترین دلایل را می‌توان عدم تطابق مرزهای سیاسی با مرزهای حوزه‌های آبریز عنوان نمود که منجر به دخالت عوامل غیرمهندسی مانند سیاست و امنیت، در مدیریت آب می‌گردد. این امر گاه سبب بروز اختلافات و مجادلات بین‌المللی بین کشورهای ذی‌دخل می‌گردد و حتی گاهی منجر به ایجاد تنش‌های فیزیکی بین کشورها شده است. بطور مثال در ۵۰ سال

[5]: IWRM

گذشته ۳۷ مورد خشونت بین کشورها بر سر آب گزارش شده است که همه‌ی آنها به جز ۷ مورد در خاورمیانه بوده است(بزی و همکاران، ۱۳۸۹). تقسیم آب در حوزه‌های مشترک به‌قدری اهمیت دارد که تعدادی از کارشناسان در دومین کنفرانس آب در مارچ ۱۹۹۴ در هالند تقسیم آب در دنیا را "تقسیم حیات" خوانده‌اند(مینایی، ۱۳۹۰). کمبود، توزیع نامتوازن، تقاضای روزافزون، و عدم وجود جایگزین، نقش این ماده‌ی حیاتی را به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک هر روز برجسته‌تر و پررنگ‌تر می‌نماید و کشورهایی که دارای منابع آبی بیشتری باشند می‌توانند نقش سیاسی مهمتری هم در منطقه داشته باشند. نبود آشنایی مناسب با قوانین بین‌المللی آب و همچنین تئوری‌ها و اصول مختلف بهره‌برداری از منابع آب مشترک مرزی، می‌تواند به طور چشم‌گیری در سوء مدیریت و بهره‌برداری نامناسب از این حوزه‌ها موثر باشد.

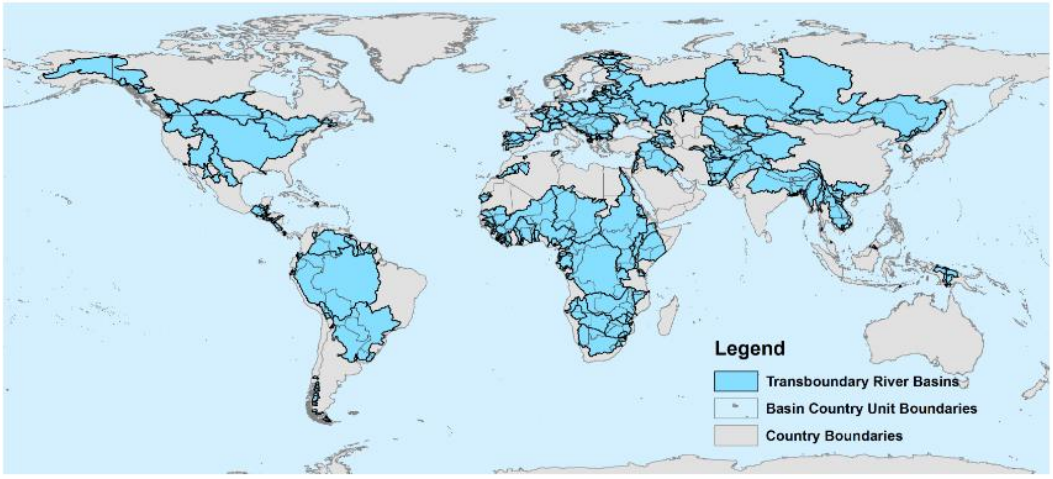
نگاه اجمالی به نقشه‌ی جغرافیای جهان و مرزهای طبیعی حوزه‌های آبریز نشان از عدم تطابق مرزهای طبیعی حوزه‌های آبریز و تقسیم‌بندی‌های سیاسی دارد. امروزه بیش از ۴۰ درصد از جمعیت جهان در حوزه‌های مشترک آبی زندگی می‌کنند و ۵۰ تا ۶۵ درصد از وسعت هریک از قاره‌ها را حوزه‌های مشترک آبی تشکیل می‌دهند(Lazerwits, 1994). بنابراین حوزه‌های آبریز را می‌توان از نظر برنامه‌ریزی و مدیریت، به دو گروه بزرگ حوزه‌های داخلی و مرزی(مشترک) تقسیم نمود.

حوزه‌های آبریز مشترک در جهان

بر اساس آخرین مطالعات انجام شده در سال ۲۰۱۶ توسط دانشگاه ایالتی ارگان، تعداد حوزه‌های مشترک آبی در جهان ۲۸۶ حوزه می‌باشد (شکل۶-۱). البته از گذشته تاکنون تعداد حوزه‌های آبریز مشترک تغییر نموده است. از عمده‌ترین دلایل آن را می‌توان تجزیه‌ی کشورها و بکارگیری از تکنولوژی‌های جدید مانند مدل‌های سه‌بعدی دقیق جهان در تعیین مرزهای حوزه‌های آبی برشمرد. به عنوان مثال دیپارتمان رفاه اقتصادی و اجتماعی سازمان ملل[۶] در سال ۱۹۷۸ تعداد آنها را ۲۱۴ و دانشگاه ایالتی ارگان[۷] در سال ۱۹۹۹ تعداد آنها را ۲۶۱، در سال ۲۰۰۲ تعداد آنها را ۲۶۳ و در سال ۲۰۱۲ تعداد آنها را ۲۷۶ حوزه اعلام کرده‌اند. بر اساس نتایج پژوهش‌های سال ۲۰۱۶ توسط دانشگاه ایالتی ارگان، ۱۵۱ کشور جهان دارای حوزه‌های آبی مشترک می‌باشند که ۲/۸ میلیارد (۴۲٪) از جمعیت جهان در آنها زندگی می‌کنند. حوزه-های مشترک آبی ۶۲ میلیون کیلومتر مربع وسعت دارند که حدود ۴۲٪ از سطح خشکی‌های زمین

6: United Nations Department of Economic and Social affairs
7: Oregan State University

می‌باشد. همچنین در این حوزه‌ها ۲۲۰۰۰ میلیارد متر مکعب برابر ۵۴٪ حجم آب تولید شده توسط تمام رودخانه‌های جهان تولید می‌شود(TWAP, 2016).



شکل ۰۶-۱: پراکندگی حوزه‌های آبی مشترک در جهان (TWAP, 2016)

مفهوم هایدروپلتیک

از آنجاکه چالش‌های استفاده از حوزه‌های داخلی محدود به داخل کشور و یک مشکل داخلی می‌باشد حل آنها بسیار آسان‌تر از چالش‌های فراروی حوزه‌های مرزی(که با یک یا چند کشور مشترک می‌باشند) است. بنابراین برای استفاده از منابع آب حوزه‌های مرزی، کشورها با توجه به مصالح داخلی خود راه‌حل‌های مختلفی را جستجو می‌کنند. تلاش‌های زیادی برای تعیین قواعد و قوانین بین‌المللی جهت بهره‌برداری از منابع آب مشترک و مرزی که مورد قبول همه‌ی طرفین باشد صورت گرفته است؛ اما تاکنون این تلاش‌ها نتوانسته توافق همه‌ی طرفین را جلب نماید و هنوز نتوانسته تعریف دقیقی از حاکمیت کشورها بر منابع آب خود را ارائه دهد. بنابراین کشورها تلاش می‌کنند با گفتگو و توافقات دوجانبه و چندجانبه مشکلات حوزه‌های آبریز مرزی خود را حل نمایند. یکی دیگر از چالش‌های حل مسائل آبی بین کشورها و به درازا کشاندن آن این است که در مباحث آبی بحث بر سر یک ارزش جغرافیایی است و همیشه ارزش‌های جغرافیایی جزء منافع ملی کشورها محسوب می‌گردند و هیچ دولتی نمی‌تواند به راحتی بر سر منافع ملی دست به معامله بزند(مختاری هشی و قادری حجت، ۱۳۸۷). چراکه هر نوع معامله در این خصوص می‌تواند انتقادات شدید عمومی را علیه دولت‌ها برانگیزد. بنابراین بحث‌های آبی بین کشورها دارای پیچدیگی‌های فنی، سیاسی و اجتماعی می‌باشند که باید با درایت، صبر و حوصله حل گردند. بحث بر سر تاثیر مسائل آبی در روابط سیاسی، اقتصادی و اجتماعی بین کشورها منجر به ظهور علمی به نام "هایدروپلتیک" گردیده است. اشخاص و منابع مختلف، برای علم "هایدروپلتیک" تعاریف و اهداف گوناگونی ذکر کرده‌اند؛

اما بطورکلی، هدف علم "هایدروپلتیک" ارتقاء ثبات سیاسی، امنیت منطقه‌ای، توسعه‌ی پایدار اقتصادی، و زیست‌محیطی در مقیاس‌های محلی، ملی، منطقه‌ای، و جهانی می‌باشد(Jenny. R.K., 2011). منازعات و رقابت‌ها بر سر مسائل آبی ممکن است در سطوح مختلف محلی، ملی، منطقه‌ای و جهانی صورت گیرد. از این‌رو می‌توان هایدروپلتیک را به چهار مقیاس محلی، ملی، منطقه‌ای و جهانی تقسیم نمود(مختاری هشی و قادری حجت، ۱۳۸۷). بحث‌های محلی هایدروپلتیک، به حل منازعات آبی در یک منطقه از یک کشور یا بین چند روستا می‌پردازد. در بحث‌های ملی، عموماً به حل منازعات آبی بین ولایت‌ها و شهرها(همانند ساخت بندها و انتقال بین‌حوزه‌ای آب‌ها) پرداخته می‌شود. هدف از بحث‌های منطقه‌ای، حل منازعات آبی بین کشورها در حوزه‌های آبی مشترک می‌باشد. این مشکلات می‌توانند در خصوص کمیت یا کیفیت آب باشند. در سطح جهانی، هایدروپلتیک به بحث‌هایی مانند تدوین قوانین بین‌المللی و هم‌گرایی در به نتیجه رساندن آنها می‌پردازد.

هیدروهژمون

هر کشوری به تنهایی دارای وزن ژئوپلتیکی می‌باشد. برای تعیین وزن ژئوپلتیکی هر کشور باید سطوح قدرت ملی آن مورد سنجش قرار گیرد. قدرت ملی هر کشور نیز مستلزم ارزیابی و محاسبه‌ی مولفه‌ها و عوامل مختلف اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، سرزمینی، نظامی، فرهنگی، علمی، و فرامرزی می‌باشد(اعظمی، ۱۳۸۵). بنابراین وزن ژئوپلتیکی هر کشور جمع مولفه‌های فوق می‌باشد. هر کشوری در منطقه که دارای وزن ژئوپلتیکی بیشتری باشد، معمولاً می‌تواند از آن در معادلات منطقه‌ای استفاده‌ی بیشتری برده و معادلات را به نفع خود پایان دهد. در ارتباط با گفتگوها و حل و فصل مسائل آبی بین کشورها وزن ژئوپلتیک یکی از عوامل مهم و تعیین‌کننده است. استفاده از وزن ژئوپلتیکی در بهره‌برداری از منابع آبی بین کشورهای همسایه پدیده‌ای است که مارک زیتون از آن به عنوان "هیدروهژمون" یاد می‌کند(متقی، صادقی، ۱۳۹۳: ص ۲۲). به نظر می‌رسد که در هیدروهژمون وضعیت بالادستی و پایین‌دستی نسبت به قدرت سیاسی و اقتصادی دارای وزن کمتری است. به عنوان مثال در حوزه‌ی رودخانه‌های دجله و فرات، ترکیه به عنوان کشور بالادستی و با قدرت هیدروهژمون بالاتر، بیشترین استفاده را از آب می‌کند و بالعکس در حوزه‌ی رودخانه نیل کشور مصر به عنوان یک کشور پایین‌دست و با استفاده از قدرت هیدروهژمون بالاتر، بیشترین استفاده را می‌کند. همچنین در حوزه‌ی رودخانه‌ی اردن(بین اردن و اسرائیل) نیز استفاده از قدرت هیدروهژمون کاملاً مشهود می‌باشد. مثال‌های فوق نشان می‌دهد که هیدروهژمون همیشه می‌تواند اثر مثبتی (لااقل از دید کشور قوی‌تر) بر خروجی معادلات داشته باشد (Zeitoun,

(Warner, 2006). بنابراین کشورها تلاش می‌نمایند تا با افزایش وزن ژئوپلیتیکی خود بتوانند بر مذاکرات و روابط دوجانبه و چندجانبه اثر بیشتری گذاشته و بیشترین منفعت را نصیب خود نمایند.

آب و امنیت ملی

همان‌طور که گفته شد ۴۲٪ از خشکی‌های زمین در حوزه‌های آبریز مشترک قرار دارند و زندگی ۴۲٪ از مردم جهان نیز به این حوزه‌ها متکی است. به عنوان مثال میزان وابستگی به حوزه‌های آبریز مشترک در ترکمنستان ۱۰۰ درصد، مصر ۹۷ درصد، هالند ۸۹ درصد، پاکستان ۸۰ درصد، سودان ۷۷ درصد و عراق ۶۶ درصد می‌باشد(sowine, 2001, 2004). کمبود(بخصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان)، توزیع نامتناسب در سطح جهان، افزایش سطح تقاضا و مصرف، تغییرات اقلیم و از همه مهمتر بی‌بدیل بودن و عدم وجود جایگزین برای آب از عوامل مهمی هستند که هر روز تنش‌ها و منازعات آبی را تشدید می‌نمایند. منازعات آبی می‌توانند دلایل کمی یا کیفی داشته باشند. به این معنی که گاهاً منازعات بر سر کمیت آب است و گاهاً بر سر آلودگی و کیفیت آب(جدول ۶-۱). تنش‌های آبی اگر با مذاکره حل نگردند، به راحتی می‌توانند تبدیل به تنش‌های سیاسی شده و امنیت کشورها را تحت تاثیر قرار دهند. ارتباط مستقیم منابع آبی با امنیت غذایی و اقتصادی کشورها سبب شده است که تامین منابع آبی از جایگاه ویژه‌ای در امنیت ملی هر کشور برخوردار باشد. به جرات می‌توان گفت که در جهان امروز، تامین آب آشامیدنی در پاره‌ای مواقع مهمتر از ایمن بودن در برابر حملات خارجی است(بزی و همکاران، ۱۳۸۹). در هر صورت بحران و نزاعی که بر سر آب بین کشورها به‌وجود می‌آید از دو جهت با بحران‌های سیاسی که در کنفرانس‌ها حل و فصل می شود متفاوت است؛ اول اینکه تاکنون قانون صریح و قاطع بین‌المللی برای حمایت و تقسیم آب بین کشورها و جوامع ذی‌نفع وجود ندارد. دوم اینکه بحران‌های ناشی از کمبود آب، بحران ژئوپلتیکی محسوب می‌شوند و حل و فصل آنها به راحتی دیگر بحران‌ها نیست. همان‌طور که قبلاً نیز گفته شد مسئله‌ی آب برای هر کشوری یک ارزش ملی است و کشورها حاضر نیستند به راحتی بر سر ارزش‌های ملی خود معامله کنند. با توجه با این مسائل، موضوع آب در دهه‌ی ۱۹۹۰ به عنوان یک موضوع محیط‌زیستی در زمره‌ی موضوعات بین‌المللی و دستور کار سازمان ملل متحد قرار گرفت و جایگاه تازه‌ای در میان موضوعات روز یافت(بزی و همکاران، ۱۳۸۹). از این رو، بحران آب به عنوان یک مسئله‌ی تهدید کننده‌ی امنیت کشورها، مفهوم امنیت ملی را نیز تغییر داده است و بر امنیت ملی و بقای هر جامعه تاثیرگذار شده است. به عنوان مثال اگر آب به منبع قدرت سیاسی و اقتصادی بدل شود، موضوع تامین آب می‌تواند توجیه‌گر بروز جنگ گردد، در این صورت شبکه‌های تامین آب می‌توانند جزئی از اهداف نظامی محسوب شوند(دولتیار، ۱۳۸۹: ص ۲۹). از

همین‌روست که امکان به‌وجود آمدن طبقه‌بندی‌های جدیدی بین کشورها از نظر موجودیت منابع آب در آنها می‌باشد. در این‌صورت کشورهای دارای منابع آب بیشتر، غنی‌تر از کشورهای دارای منابع آب محدود و یا کم محسوب خواهند گردید. در چنین حالاتی است که امکان بروز جنگ‌های مستقیم بر سر کنترل منابع آب بین کشورها ایجاد می‌گردد. درباره‌ی ارتباط بین آب و امنیت، نظریات تحلیل‌گران و پژوهش‌گران زیادی در سطح جهان مطرح می‌باشد. به عنوان مثال ساندرا پوستل از موسسه‌ی جهانی آب تاکید دارد که آب همانند نفت یک منبع استراتژیک است که هر چه کمیاب‌تر شود ملت‌ها بر سر آن رقابت بیشتری خواهند داشت و همانند نفت احتمال دارد که باعث بروز جنگ شود. همچنین باتلر معتقد است که امنیت منابع آب، هم‌اکنون یکی از مهمترین عناصر در سیاست خارجی بسیاری از کشورهاست به‌طوری که از اهمیت نفت بسی فراتر رفته است. چرا که منابع جایگزین انرژی را می‌توان به صورت گاز، ذغال سنگ و یا انرژی هسته‌ای یافت ولی بدون آب زندگی هم غیر ممکن است(دولتیار، ۱۳۸۹: ص ۵۶).

به گفته‌ی کارشناسان سازمان ملل سرانه‌ی آب در شرق میانه تا سال ۲۰۲۵ به نصف کاهش پیدا خواهد کرد و نسبت به بروز کشمکش‌های سیاسی و درگیری‌های نظامی هشدار داده‌اند. سرانه‌ی فعلی آب در این منطقه ۱۲۰۰ متر مکعب در سال است در حالی‌که سرانه‌ی جهانی ۷۰۰۰ متر مکعب در سال می‌باشد. با توجه به پیش‌بینی‌های رشد جمعیت تا سال ۲۰۲۵ میزان سرانه در منطقه‌ی شرق میانه به ۵۰۰ متر مکعب در سال خواهد رسید(بزی و همکاران، ۱۳۸۹)، که بر اساس شاخص فالکن مارک در محدوده‌ی کمبود مطلق آب قرار خواهد گرفت. بنابراین آب در شرق میانه کالایی است که ارزش اقتصادی آن برابر با ادامه‌ی حیات در این منطقه است. لذا کشورهایی که دارای منابع آبی می‌باشند باید با قدرت تمام از منابع خود محافظت نمایند و با آینده‌نگری، حیات ساکنین و امنیت خود را با خطر مواجه نسازند. متاسفانه به دلایل مختلف طبیعی و انسانی، همواره به تعداد کشورهایی که با کم‌آبی موجه هستند افزوده می‌گردد. به عنوان مثال شمار کشورهایی که در شرق میانه بر اساس شاخص فالکن با کم‌آبی مواجه بوده‌اند از سه کشور(بحرین، اردن و کویت) در سال ۱۹۵۵ به ۱۱ کشور(الجزایر، قطر، عربستان سعودی، سومالی، تونس، امارات متحده عربی، یمن و اسراییل) در سال ۱۹۹۰ رسیده است و انتظار می‌رود هفت کشور(ایران، مصر، لیبی، مراکش، عمان، سوریه و اتیوپیا) نیز در سال ۲۰۲۵ به این فهرست اضافه شوند(چیت ساز، ۱۳۸۶). با نگاهی به آمار ارائه شده، وضعیت بحرانی آب در منطقه‌ی شرق میانه کاملاً هویدا شده و دور از ذهن نیست که این مسئله به مسئله‌ی درجه یک امنیتی در کشورهای منطقه بدل گردد.

جدول ۲۶: مهمترین منازعات بین المللی محیطی بر سر منابع آبی رودخانه ای (زرقانی، ۱۳۸۶)

نام رودخانه یا رودخانه‌ها	کشورهای طرف منازعه	علت اصلی منازعه و اختلاف
نیل	مصر، اتیوپی، سودان	جریان آب
دجله و فرات	ترکیه، سوریه، عراق	بندسازی، جریان آب
اردن، لیتانی	اسرائیل، لبنان	جریان آب
یرموک	اردن، سوریه	جریان آب
ایندوس، ساتلی	هند، پاکستان	استفاده از آب جهت آبیاری
گنگ	هند، بنگلادش	سیلاب، رسوب‌گذاری
مکونگ	لائوس، ویتنام، کامبوج، تایلند	جریان آب
پارانا	آرجانتاین، برازیل	سدسازی، سیلاب
لوکا	بولیوی، چیلی	سدسازی، شور شدن آب
ریوگراند، کلرادو	مکزیک، ایالات متحده امریکا	شوری آب، آلودگی کیمیاوی، تغییر مسیر رود
دریاچه‌های بزرگ	کانادا، ایالات متحده امریکا	نغییر مسیر آب
راین	فرانسه، آلمان، هالند، سویزرلند	آلودگی صنعتی
آلب	چک، اسلواکی، آلمان	آلودگی صنعتی
سزاموس	هنگری، رومانیا	آلودگی صنعتی
دانوب	چک، اسواکی، هنگری، آلمان	جریان آب، بندسازی

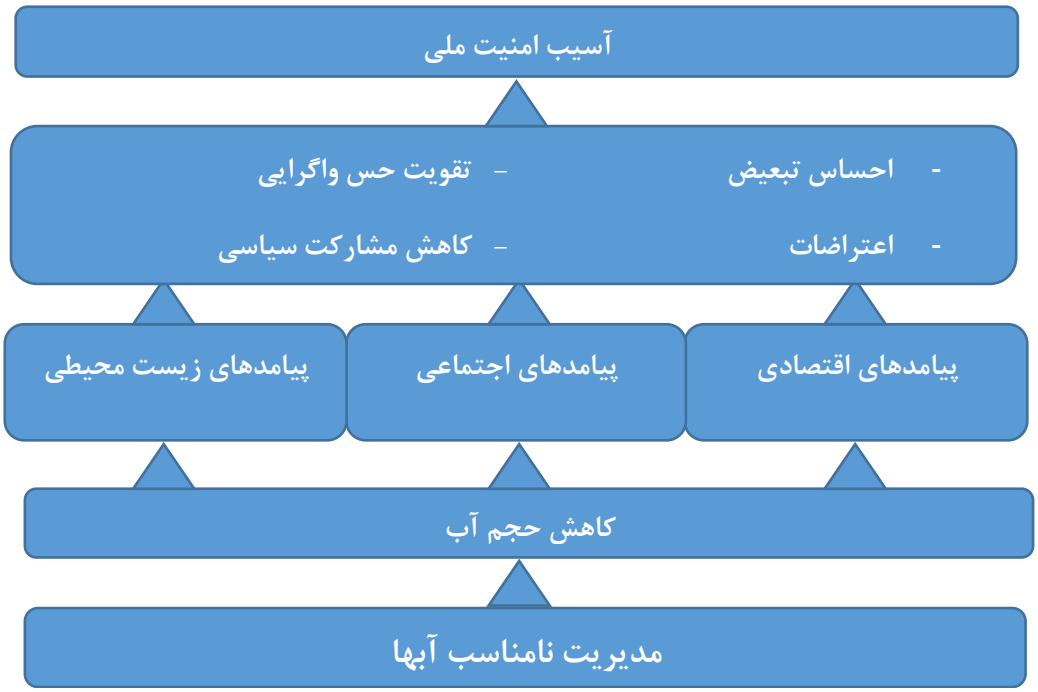
ارتباط آب با امنیت را می‌توان به صورت نمودار (۶-۱) نشان داد. همان‌طور که در این نمودار مشاهده می‌گردد، مدیریت نامناسب آب‌ها باعث کاهش حجم آب در مناطق مختلف می‌گردد. این امر پیامدهای مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در بر خواهد داشت که باعث بالا رفتن نارضایتی عمومی می‌شود. نارضایتی عمومی جامعه سرفصل برهم‌خوردن وضعیت امنیتی جامعه است(نوروزی، غفوری، ۱۳۹۴). به‌خصوص اگر چنین امری در کشورهایی با وضعیت امنیتی شکننده اتفاق بیافتد. بنابراین حکومت‌ها در برخورد با منابع آبی پس از مطالعات کافی باید با احتیاط و در نظر گرفتن همه‌ی جوانب عمل نمایند. چراکه کوچکترین اشتباه یا قصور در این مورد می‌تواند منجر به فاجعه‌ی ملی گردد.

به عنوان مثال‌های عملی می‌توان به برنامه‌ی انکشافی وسیع دولت ترکیه در جنوب این کشور(مناطق کردنشین) جهت مهار آب‌ها و استفاده‌ی آنها برای رشد اقتصادی منطقه اشاره نمود(میان آبادی، ۱۳۹۲). دولت ترکیه به این وسیله می‌خواهد امنیت این قسمت از کشور را بالا ببرد.

همچنین وزارت دفاع ایالات متحده امریکا با همکاری مرکز توسعه و تحقیقات انجینیری[۸]، بخش انجینری اردوی ایالات متحده[۹]، سازمان زمین‌شناسی امریکا[۱۰] و مرکز مشاوره‌ی علم و تکنولوژی وزارت امور خارجه امریکا[۱۱] و نیز برنامه‌ای تحت عنوان قوته‌وری در اعماق هلمند[۱۲] جهت ارتقاء وضعیت امنیتی ولایت هلمند در سال ۲۰۰۹ به راه انداخت. این گروه تحقیقاتی، نتایج خود را با کارشناسان نظامی و غیرنظامی امریکا در خصوص نقش آب در ثبات و امنیت منطقه طی جلساتی در میان گذاشتند (Palmer-Moloney, 2009). یکی از مهمترین نتایج این تحقیقات لزوم هماهنگی جهت تلاش‌های صورت گرفته برای ایجاد امنیت و ثبات در افغانستان با اهداف کوتاه‌مدت بخش زراعتی می‌باشد، بطوری‌که فعالیت‌ها و عملیات صورت گرفته باید بر بهبود سیاست‌گذاری و ظرفیت‌سازی در مدیریت منابع آب و بالابردن بهره‌وری کمی و کیفی آب تاکید کنند(Palmer-Moloney, 2011). همچنین این گروه تحقیقاتی نگرانی خود را نسبت به برداشت‌های اضافه از آب‌های زیرزمینی ابراز داشته و تامین آب از این راه را روش پایدار و مناسبی ندانسته‌اند.

8: ERDC
9: USACE
10: USGS
11: STAS
12: Helmand Deep Dive

امنیت غذایی و شغلی، پیش‌شرط اصلی تحقق امنیت ملی می‌باشد، که این دو عامل نیز به امنیت آبی وابسته هستند(دکامین، ۱۳۹۵). این مسئله در کشورهایی مانند افغانستان که اقتصاد آنها به زراعت وابسته است بسیار پررنگ‌تر می‌باشد. در بین حوزه‌های آبی، مشکلات و منازعات حوزه‌های داخلی سریع‌تر و با روش‌های مدیریت داخلی قابل حل می‌باشند. اما در حوزه‌های مشترک با توجه به تداخل منازعات اجتماعی، اقتصادی و سیاسی بین دو یا چند کشور پیچیدگی مسئله بیشتر خواهد بود.



نمودار ۶-۱: فرایند سیاسی شدن موضوع آب و آسیب امنیت ملی(نوروزی، غفوری، ۱۳۹۴)

قوانین بین‌المللی آب‌های مرزی

منازعات آبی از قدیم‌الایام بین شهرها و روستاها وجود داشته است و در هر منطقه‌ای با روش‌های مخصوص به خود حل می‌شده است. در هر منطقه‌ای قوانین خاصی در استفاده از آب وجود داشته است که نسبتاً در مناطقی مانند هرات هنوز هم مورد استفاده قرار می‌گیرند. تلاش‌ها برای تدوین و گسترش قوانین بین‌المللی آب از دهه ۱۸۷۰ با تاسیس دو سازمان بین‌المللی انجمن حقوق بین‌الملل[۱۳] و موسسه‌ی حقوق بین‌الملل[۱۴] آغاز شده و تا امروز نیز ادامه دارد(میان آبادی، ۱۳۹۲). تفاوت این دو سازمان در این است که

[13]: ILA
[14] : IIL

انجمن حقوق بین‌الملل حق اعمال حاکمیت‌ها و دولت‌ها را در بهره‌برداری از منابع آبی واقع در داخل سرزمین‌شان به شرطی که باعث خسارات فرامرزی نگردد به مشروعیت می‌شناسد؛ اما موسسه‌ی حقوق بین‌الملل بر اصل استفاده‌ی "منصفانه" و "معقولانه" تاکید دارد. این تلاش‌ها منجر به تدوین نظریه‌ی هارمون در سال ۱۸۹۵ گردید و پس از صدور اعلامیه‌ی مادرید، ۱۹۱۱، بیانیه‌ی دوبرونیک ۱۹۵۶، قطعنامه‌ی نیویورک (ILA) در ۱۹۵۸، و قطعنامه‌ی سالزبورگ (IIL)، در ۱۹۶۱، در نهایت به قواعد هلسینکی (ILA) در سال ۱۹۶۶ منجر گردید(آوریده، عطاری، عبداللهی، ۱۳۹۵). اما شروع تدوین معاهدات و توافق‌نامه‌های بین‌المللی در خصوص حل مسائل و منازعات آبی در زمان کنونی از کنوانسیون هلسینکی در سال ۱۹۹۲ شروع شد و به کنوانسیون حقوق بهره‌برداری‌های غیرکشتیرانی از آبراهه‌های بین‌المللی نیویورک در سال ۱۹۹۷ ختم شده است(شیرازیان، خطیبی، ۱۳۹۴). درکل چهار سند در مورد آب‌های فرامرزی سطحی و زیرزمینی وجود دارند که عبارتند از: الف) قواعد هلسینکی (۱۹۶۶)؛ ب) کنوانسیون آب اروپا (کنوانسیون هلسینکی) (۱۹۹۲)؛ ج) کنوانسیون سازمان ملل در استفاده‌ی غیرکشتیرانی از آبراهه‌های بین‌المللی (۱۹۹۷)؛ و د) قواعد منابع آب برلین(۲۰۰۴). با وجود تمام این تلاش‌ها، تاکنون مسائل آبی و بهره‌برداری از منابع آبی مشترک، مهمترین مسئله‌ای است که به وسیله‌ی پیمان یا قانون الزام‌آور بین‌المللی مدیریت و برنامه‌ریزی نمی‌شود(Salman, 2007). برای آشنایی با این کنوانسیون‌ها و قواعد در ادامه شرح مختصری از آنها آمده است.

الف) قواعد هلسینکی ۱۹۶۶

این قواعد در انجمن حقوق بین‌الملل در شش فصل و ۳۷ ماده تدوین شده است که فصول اول و دوم این قواعد به موضوع تقسیم آب پرداخته‌اند. با توجه به ماده‌ی یک از فصل اول، کاربرد این قواعد در حوزه‌های بین‌المللی که موافقتنامه‌ای در مورد آنها وجود ندارد الزامی است. در ماده‌ی دوم نیز حوزه‌های بین‌المللی به حوزه‌هایی اطلاق شده است که سیستم آبی آنها در محدوده‌ی جغرافیایی دو یا چند کشور گسترده شده است و شامل آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شود. در ماده‌ی چهارم فصل دو نیز اشاره شده است که هر دولت در محدوده‌ی جغرافیایی خود می‌تواند سهمی معقولانه و منصفانه از آب‌های بین‌المللی را برداشت نماید. همچنین در ماده‌ی پنج فصل دو، ۱۱ عامل به شرح ذیل برای محاسبه سهم معقولانه و منصفانه برای هر کشور در حوزه‌ی آبریز مشترک در نظر گرفته شده است.

- جغرافیای حوزه، مساحتی از حوزه مشترک که در هر یک از کشورها گسترده شده است؛
- هایدرولوژی حوزه، سهمی که هر کشور حوزه در تولید آب دارد؛
- آب و هوا و اقلیم موثر در حوزه؛

- استفاده‌های قبلی هر کشور از حوزه‌ی آبریز مشترک به‌خصوص استفاده‌های فعلی؛
- نیازهای اقتصادی و اجتماعی هر کشور
- جمعیت وابسته به آب‌های حوزه‌ی مشترک در هر کشور؛
- نسبت هزینه‌های جایگزینی تامین نیازهای اقتصادی و اجتماعی در کشورهای حوزه؛
- در دسترس بودن منابع دیگر؛
- جلوگیری از استفاده‌های غیرضروری و هدر دادن آب‌های حوزه؛
- امکان‌پذیری پرداخت غرامت به یک یا چند کشور حوزه برای کاهش مناغشات آبی؛
- مقدار آب مورد نیاز هر کشور حوزه بدون وارد کردن آسیب جدی به کشورهای دیگر حوزه؛

برای هریک از کشورهای حوزه با توجه به خصوصیات فوق وزنی داده می‌شود و در نهایت وزن هر کشور در حوزه‌ی آبریز محاسبه می‌گردد.

بطور کلی دو اصل مهمی که قواعد هلسینکی بر آن بنا شده است عبارتند از استفاده‌ی تمام کشورهای مشترک حوزه‌ی آبریز از منابع آب آن و دیگر استفاده معقولانه و منصفانه از منابع آب مشترک برای هر کشور حوزه.

ب) کنوانسیون آب اروپا(کنوانسیون هلسینکی) ۱۹۹۲

این کنوانسیون از سه بخش و ۲۸ ماده تشکیل شده است. بخش دوم این کنوانسیون با هشت ماده مربوط به مقررات استفاده از آب‌های مشترک و همکاری کشورهای اطراف یک رودخانه می‌باشد. مشاوره، جمع-آوری و ارزیابی مشترک داده‌ها جهت تعیین منابع آلوده‌کننده، تدوین برنامه‌های مشترک نظارت بر میزان و کیفیت آب، تبادل اطلاعات، نصب سیستم‌های هشدار سیل و همکاری‌های متقابل در شرایط بحرانی از جمله همکاری‌هایی است که در بخش دو ماده‌ی نه، این کنوانسیون به آنها اشاره شده است. در این کنوانسیون نیز در ماده‌ی دو بخش اول به اصل منصفانه و معقولانه و عدم آسیب رسانی اشاره شده است. مشخص است که در اروپا موضوعاتی مانند محیط‌زیست، کیفیت آب و سیلاب نسبت به میزان آب مورد استفاده در مسائل آب‌های مرزی و مشترک از اهمیت بالاتری برخوردار است. به همین دلیل تکیه‌ی بیشتر کنوانسیون آب هلسینکی بر این موارد می‌باشد.

ج) کنوانسیون سازمان ملل در استفاده غیرکشتیرانی از آبراهه‌های بین‌المللی، ۱۹۹۷

این کنوانسیون در هفت بخش و ۳۷ ماده تنظیم شده است. بخش‌های این کنوانسیون عبارتند از: ۱) مقدمه، ۲) اصول عمومی، ۳) اقدامات برنامه‌ریزی شده، ۴) حفاظت، نگهداری و مدیریت، ۵) شرایط ضرر رسانی و موقعیت‌های اضطراری، ۶) موارد متفرقه و ۷) بند آخر(که مربوط به شرایط امضاء معاهده، داوری و حل اختلاف می‌باشد.). مواد اصلی کنوانسیون در بخش‌های اول تا چهارم تشریح داده شده است. در ماده‌ی دو بخش اول اصطلاح جریان آب[15]به سیستم آب‌های سطحی و زیرزمینی که با ارتباطات فیزیکی به یک نقطه‌ی مشترک می‌رسند تعریف شده است، و زمانی‌که این سیستم در بیش از یک کشور جریان داشته باشد اصطلاح بین‌المللی به آن اضافه می‌گردد. در این کنوانسیون هم اصل استفاده معقولانه و منصفانه در ماده پنجم بخش دوم آمده است و از کشورهای حوزه‌های مشترک خواسته است تا در استفاده، توسعه و حفاظت از منابع آب و جریان‌های آبی به صورت منصفانه و معقولانه مشارکت نمایند. برای تعیین وزن هر کشور در اصل منصفانه و معقولانه، نیز معیارهایی در ماده‌ی شش در نظر گرفته است. معیارهای این کنوانسیون شامل موارد زیراند:

- مشخصات جغرافیایی، هایدروگرافی، هایدرولوژیکی، اقلیم، اکولوژی و سایر عوامل طبیعی؛
- نیازهای اجتماعی و اقتصادی کشورهای حوزه‌ی آبریز؛
- جمعیت وابسته به آب‌های مشترک در هر کشور؛
- اثرات استفاده‌ی آب در یک کشور بالای کشورها یا کشورهای دیگر حوزه؛
- استفاده‌های فعلی و پتانسیل استفاده در آینده از جریان‌های آبی؛
- نگهداری، محافظت، توسعه و اقتصاد استفاده از منابع آب مشترک و هزینه‌های اقدامات انجام شده برای آن؛
- در دسترس‌بودن گزینه‌های جایگزین با قیمت متناسب گزینه‌های برنامه‌ریزی شده و موجود.

در ماده‌ی هفت این کنوانسیون هم تاکید بر جلوگیری از آسیب‌رسانی به کشورهای دیگر در استفاده از منابع آب مشترک شده است. یکی از مواد جدید در این کنوانسیون که در کنوانسیون‌ها و معاهدات قبلی به آن اشاره نشده است، اصل اطلاع‌رسانی قبلی از اقدامات برنامه‌ریزی شده‌ی کشورها جهت استفاده از منابع آب مشترک در صورت تاثیر بر کشورهای دیگر می‌باشد(ماده ۱۲، بخش سوم).

از نگاهی دیگر وجود اصل "استفاده‌ی منصفانه و معقولانه" و "اصل عدم آسیب‌رسانی" در یک معاهده می‌تواند تضاد تلقی گردد. بطوری‌که در کنوانسیون نیز اولویت هر یک از آنها کاملاً مشخص نشده و موجب

[15]: Water Course

اختلاف نظر بین کارشناسان شده است(آوریده، عطاری، عبداللهی، ۱۳۹۵). گزارشگر دوم کمیسیون بین-الملل، استفاده‌ی منصفانه و معقولانه را در اولویت قرار داده است در حالی‌که گزارشگر سوم اصل عدم آسیب‌رسانی را در اولویت می‌داند(Wolf, 1999). این موضوع برای کشورهای کمتر توسعه‌یافته(مانند افغانستان) از اهمیت بیشتری برخوردار است. به عنوان مثال در حوزه‌ی هری‌رود افغانستان به عنوان کشوری که بیشترین آب را تولید می‌کند به دلایلی که قبلاً ذکر شد نتوانسته توسعه‌ی لازم را به‌وجود آورد. در شرایط فعلی که ثبات نسبی در کشور حکمفرماست زمینه‌هایی برای توسعه فراهم شده است. بر اساس اصل استفاده‌ی منصفانه و معقولانه، افغانستان حق دارد که حداقل همانند سایر کشورهای حوزه(ایران و ترکمنستان)، حوزه‌ی خود را هم توسعه دهد. اما از دید اصل عدم آسیب‌رسانی به کشورهای دیگر، افغانستان نمی‌تواند کاری انجام دهد که به کشورهای دیگر آسیبی وارد شود. پر واضح است که با توجه به کمبود آب در حوزه‌ی هری‌رود، هرگونه استفاده‌ی بیشتر از منابع آب حوزه باعث اعتراض دیگر کشورها خواهد شد و به عنوان آسیب‌رسانی تلقی خواهد گردید. بنابراین با وجود این مفاهیم دوگانه در یک کنوانسیون، ضروری است تا قبل از پذیرش یا عدم پذیرش آن از سوی یک کشور، بررسی‌های دقیق کارشناسی صورت گیرد و تمام جوانب آن در نظر گرفته شود.

نمونه‌ی دیگر از برخورد دوگانه‌ی سازمان‌های بین‌المللی با استفاده از این مفاهیم دوگانه را می‌توان در رفتار بانک جهانی در خصوص تامین مالی پروژه‌ها عنوان کرد. بانک جهانی در پروژه‌های تامین مالی خود باید اصول حاکم بر حقوق بین‌الملل را دنبال نماید. این بانک در تئوری اصل استفاده‌ی منصفانه و معقولانه را به رسمیت می شناسد، ولی در عمل به علت سادگی اجرا با توسل به پالسی‌های گذشته‌ی خود، عدم آسیب‌رسانی را ملاک قرار داده و پروژه‌ای که موجب آسیب‌رسانی شود را بدون تصویب کشورهای دیگر تامین مالی نمی‌کند(World Bank, 1993). مثال بانک جهانی از این‌رو در این قسمت آورده شده است که حمایت‌های مالی این بانک از پروژه‌های آبی افغانستان محدود به پروژه‌های کوچک بوده است و عملاً تاکنون هیچ پروژه‌ی بزرگ آبی را حمایت ننموده است. دلیل بانک جهانی برای پروژه‌های افغانستان همیشه بحث آسیب‌رسانی احتمالی به کشورهای دیگر بوده است و خواهان اطلاع‌رسانی به کشورهای دیگر حوزه‌های مشترک شده است. درحالی‌که بنابر اصل استفاده‌ی منصفانه و معقولانه افغانستان حق دارد از منابع آبی خود متناسب با نیازهای فعلی و پتانسیل توسعه‌ی خود استفاده نماید. البته یک سوال جدی که باید بانک جهانی در خصوص عدم حمایت از پروژه‌های بزرگ آبی در افغانستان پاسخ دهد این است که با وجود معاهده‌ی هلمند بین افغانستان و ایران و توجه به ماده‌ی سه کنوانسیون ۱۹۹۷ سازمان ملل متحد(که تاکید بر ارجحیت پروتکل‌ها و موافقت‌نامه‌های دو

جانبه و یا چندجانبه‌ی قبلی بین ک شورها بر مقررات این کنوا سیون دارد)، چرا تاکنون هیچ حمایتی از پروژه‌های حوزه‌ی آبریز هلمند صورت نگرفته است؟

د) قواعد منابع آب برلین، ۲۰۰۴

قواعد برلین را می‌توان کامل‌ترین قواعد منابع آب تاکنون دانست؛ چراکه در تدوین این قواعد از حقوق بین‌المللی محیط‌زیست، قوانین حقوق بشر، قوانین بشردوستانه‌ی مربوط به جنگ و درگیری مسلحانه و همچنین کنوانسیون آب سازمان ملل متحد نیز استفاده شده است(آوریده، عطاری، عبداللهی، ۱۳۹۵). در حقیقت قواعد برلین مسائل مختلف منابع آب را فراتر از قواعد هلسینکی و کنوانسیون سازمان ملل متحد پوشش داده است.

قواعد برلین در ۱۴ فصل و ۷۳ ماده تدوین شده است، که در فصل سوم قوانین مربوط به آب‌های مرزی و در فصل هشتم قوانین مربوط به آب‌های زیرزمینی داخلی و مرزی پرداخته است. در ماده‌ی ۱۰ فصل سه بر استفاده‌ی منصفانه، معقولانه و پایدار تاکید شده است و در ماده‌ی ۱۲ این فصل به استفاده‌ی منصفانه و معقولانه با التزام به عدم آسیب‌رسانی به کشورهای دیگر پرداخته شده است. برای نحوه‌ی تعیین سهم منصفانه و معقولانه برای هرکشور نیز نه معیار ذیل در نظر گرفته شده است.

- مشخصات جغرافیایی، هایدروگرافی، هایدرولوجیکی، هایدروجیولوجیکی، اقلیم، اکلوژی و سایر عوامل طبیعی؛
- نیازهای اجتماعی و اقتصادی کشورهای حوزه‌ی آبریز؛
- جمعیت وابسته به آب‌های حوزه‌ی مشترک در هر کشور حوزه؛
- اثرات استفاده از آب‌های مشترک حوزه بر روی سایر کشورهای حوزه؛
- استفاده‌های فعلی و پتانسیل استفاده از آب‌های مشترک حوزه در آینده؛
- نگهداری، محافظت، توسعه و اقتصاد استفاده از منابع آب حوزه‌ی مشترک و هزینه‌های اقدامات انجام شده برای آن؛
- در دسترس بودن گزینه‌های جایگزین با قیمت متناسب گزینه‌های برنامه‌ریزی شده و موجود؛
- پایداری استفاده‌های موجود و برنامه‌ریزی شده؛
- کاهش میزان آسیب‌های زیست‌محیطی.

همان‌طور که مشاهده می‌شود معیارهای قواعد برلین ترکیبی از کنوانسیون هلسینکی ۱۹۹۲ و کنوانسیون سازمان ملل ۱۹۹۷ می‌باشد. با این اختلاف که در قسمت‌های عوامل طبیعی واژه‌ی "هایدروجیولوجی" به آن اضافه شده است که نشان دهنده‌ی اهمیت دادن این قواعد به آب‌های زیرزمینی می‌باشد. همچنین

دو معیار پایداری استفاده از آب‌های مشترک و کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی نیز به قواعد برلین اضافه شده است. در قواعد برلین استفاده‌ی منصفانه و معقولانه با التزام به عدم آسیب‌رسانی محدود شده است(ماده ۱۲)، که این نشان دهنده‌ی برابری این دو اصل در این قواعد می‌باشد و این یک تغییر اساسی نسبت به کنوانسیون هلسینکی است که استفاده‌ی منصفانه و معقولانه را به عنوان قاعده‌ی اصلی می‌داند(Salman, 2007). این اقدام در قواعد برلین نسبت به کنوانسیون سازمان ملل متحد هم که تعهد به عدم آسیب‌رسانی را تابع اصل منصفانه و معقولانه می‌داند، دگرگونی را نشان می‌دهد (Salman, 2007). بنابراین قواعد برلین هم با تمام تلاش‌هایی که نموده است نتوانسته تصویر واضح و روشنی از تعاریف مبهمی مانند استفاده‌ی عادلانه و منصفانه و آسیب‌پذیری را ارائه دهد.

نظریه‌های حقوقی در زمینه‌ی بهره‌برداری آب‌های شیرین مشترک

نظریه‌های بهره‌برداری از آب‌های شیرین مرزی از گذشته تاکنون تغییرات زیادی نموده است. در گذشته نظریه‌ها افراطی‌تر بوده و به مرور زمان متعادل‌تر شده‌اند. بطور کلی چهار نظریه: الف) دکترین حاکمیت سرزمینی مطلق؛ ب) دکترین تمامیت ارضی مطلق؛ ج) دکترین تمامیت ارضی یا حاکمیت سرزمینی محدود شده و د) دکترین مالکیت جمعی و مشاع آب در زمینه‌ی استفاده از آب‌های مرزی از گذشته تاکنون مطرح بوده‌اند.

الف) دکترین حاکمیت سرزمینی مطلق

این دکترین بر مبنای مفهوم سنتی و مطلق‌گرایانه‌ی حاکمیت سرزمینی بنا نهاده شده است(متقی، صادقی، ۱۳۹۳: ص ۷۰). بنابراین اصل، هر کشوری حق دارد بدون در نظر گرفتن آسیب‌های وارده به پایین‌دست هرطور که خواست از منابع آبی که در داخل مرزهای جغرافیایی آن جریان دارد استفاده نماید. به معنی دیگر، این اصل آن قسمت از آب‌های مرزی را که در داخل کشور جریان دارند را همانند آب‌های ملی دانسته و استفاده همه جانبه از آن را حق آن کشور می‌داند. این نظریه اولین بار توسط جانستون هارمون، دادستان کل ایالات متحده امریکا در سال ۱۸۹۵ میلادی به خاطر حل اختلافات بر سر استفاده از آب‌های رودخانه‌ی ریوگراند بین مکزیک و ایالات متحده امریکا، مطرح گردید. به همین دلیل این اصل به دکترین هارمون نیز مشهور است. این نظریه به شدت منافع کشورهای بالادست را تامین می‌کند و این کشورها همواره علاقه‌مند استناد به این اصل در دعاوی حقوقی خود هستند؛ اما تعدادی از حقوقدان‌ها و کارشناسان این اصل را به دلیل در نظر نگرفتن اصول عدالت و انصاف رد کرده‌اند و انتقادات جدی را به آن وارد کرده‌اند(متقی، صادقی، ۱۳۹۳: ص ۷۰).

ب) دکترین تمامیت مطلق سرزمینی

این دکترین در تضاد کامل با دکترین حاکمیت سرزمینی مطلق بوده و کشورهای پایین‌دست حوزه‌های آبی مشترک، علاقه‌مند به استناد به آن هستند. بر اساس این اصل کشورهای واقع در حوزه‌ی آبریز مشترک حق دخالت(انسداد یا انحراف) در مسیر آب بطوری‌که باعث آسیب و زیان کشورهای دیگر گردد، را ندارند. در حقیقت با توجه به این اصل، رودخانه‌ها باید مسیر طبیعی خود را بدون هیچ دخل و تصرف عمده‌ای طی نمایند و هرگونه دخل و تصرف باید با اجازه‌ی کشورهای پایین‌دست باشد. در نگاه کلی این اصل هم ناعادلانه می‌باشد، چراکه حق بسیار زیادی را برای کشورهای پایین‌دست در نظر گرفته و در حقیقت به آنها یک حق وتوی دائمی را داده است که به‌وسیله‌ی آن می‌توانند مانع هرگونه توسعه در کشورهای بالادست گردند و همیشه خواهان جریان کامل آب به پایین‌دست شوند. از طرف دیگر، اگر میزان جریان آب به پایین‌دست، مازاد بر مصرف کشورها نیز باشد، دولت‌های بالادست حق هیچگونه اعتراضی را ندارند. درکل می‌توان گفت همان‌طور که اصل حاکمیت سرزمینی مطلق نمی‌تواند قابل استناد در دعاوی حقوقی باشد، دکترین تمامیت ارضی مطلق نیز نمی‌تواند مورد استناد قرار گیرد. زیرا هر دو دکترین به نفع یکی از طرفین دعوا طرح شده‌اند.

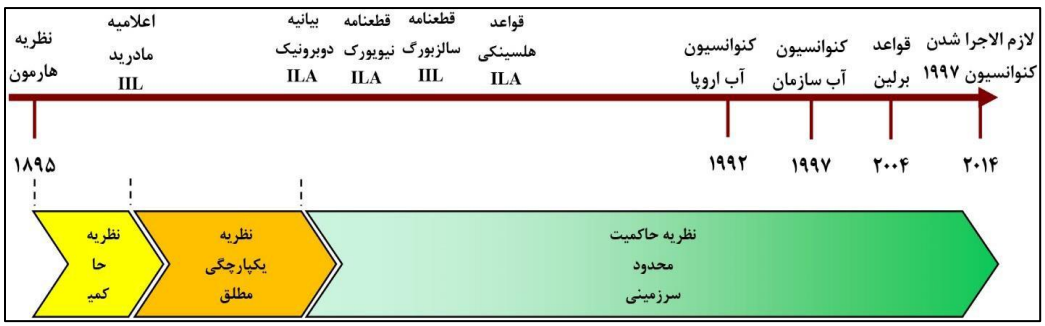
ج) دکترین تمامیت ارضی یا حاکمیت سرزمینی محدودشده

بر اساس این دکترین کشورهای واقع در حوزه‌های آبی مشترک دارای حاکمیت محدود بر منابع آبی مشترک می‌باشند. در این دکترین استفاده از منابع آبی مشترک باید با در نظر گرفتن عدم آسیب‌رسانی به سایر کشورها باشد. به عبارت دیگر استفاده از منابع آب با توجه به این دکترین تا اندازه‌ای مجاز است که موجب خسارت در خصوص کشتیرانی، آبیاری ،تولید نیروی برق و آسیب‌های محیط‌زیست به کشورهای مسیر رودخانه نگردد(متقی، صادقی، ۱۳۹۳: ص ۷۲). بنابراین مالکیت هر کشوری بر منابع آبی مشترک نسبی و مشروط می‌باشد. در این دکترین اصل استفاده‌ی منصفانه و معقولانه و اصل عدم آسیب-رسانی به کشورهای دیگر اهمیت زیادی دارد(میان‌آبادی، ۱۳۹۲). این دکترین در اصول حقوق بین‌الملل پذیرفته شده است و می‌توان آن را اساس و پایه‌ی قوانین مدرن بین‌المللی آب دانست.

د) دکترین مالکیت جمعی و مشاع آب

در این دکترین کل حوزه‌ی آبریز مشترک به عنوان یک واحد اقتصادی تلقی شده که منابع آن مربوط به کل کشورهای حوزه می‌باشد و کشورهای حوزه می‌توانند بصورت مشترک و مساویانه از آن استفاده کنند. بنا به این دکترین کشورهای حوزه باید یک سازمان مشترک برای بهره‌برداری منصفانه از آب رودخانه

تشکیل دهند، بصورتی‌که رودخانه از ابتدا تا انتها تحت حاکمیت هیچ کشوری قرار نداشته باشد و حاکمیت آن بصورت مشاع بین کشورهای حوزه انجام شود(پیشگاهی فرد، ۱۳۸۴). می‌توان گفت که این دکترین ترویج دهنده‌ی اصل استفاده‌ی معقولانه و منصفانه از آب‌های مشترک می‌باشد و نزدیک به دکترین تمامیت ارضی یا حاکمیت سرزمینی محدود شده می‌باشد. چرا که در هر دو دکترین به نحوی اشاره به مشارکت دسته جمعی کشورهای حوزه‌ی آبریز مشترک در مدیریت و بهره‌برداری از منابع آب شده است. از بحث‌های فوق می‌توان دریافت که اصرار اغلب نظریه‌ها و معاهدات آبی برای حوزه‌های مشترک بر اصل استفاده‌ی معقولانه و منصفانه می‌باشد. این اصل تقریباً در تمامی معاهدات و کنوانسیون‌های مدرن آبی با درجات مختلف بازتاب یافته است. از منظر تاریخی نیز کنوانسیون‌ها و معاهدات بین‌المللی آب‌های مشترک با نزدیکتر شدن به زمان حال از دکترین افراطی مانند حاکمیت سرزمینی مطلق فاصله گرفته و بیشتر بر استفاده و مدیریت جمعی کشورها اصرار دارند(شکل ۶-۲). بطوری‌که در کنوانسیون ۱۹۹۷ سازمان ملل و همچنین قواعد برلین ۲۰۰۴ جنبه مشارکتی کشورها و همچنین اصول استفاده‌ی معقولانه و منصفانه و همچنین اصل عدم آسیب‌رسانی پر رنگ شده است. استفاده‌ی معقولانه و منصفانه از منابع آب می تواند تضمین‌کننده‌ی توسعه در همه‌ی کشورهای حوزه باشد. البته در تعیین وزن هر کشور در استفاده‌ی معقولانه و منصفانه باید دقت و وسواس زیادی صورت گیرد. چراکه بر اساس کنوانسیون‌ها و معاهدات فوق‌الذکر، زیربنای محاسبه‌ی نیاز آبی هر کشور از آب‌های مشترک، وزن آن کشور بنابر فاکتورهای تعیین وزن ارائه شده می‌باشد. یکی از فاکتورهای تعیین وزن در اصل منصفانه و معقولانه در کنوانسیون‌ها و معاهدات آبی فوق‌الذکر، میزان استفاده فعلی و پتانسیل‌های آینده می‌باشد. این فاکتور برای کشورهایی مانند افغانستان(که متاسفانه نتوانسته‌اند همگام با سایر کشورهای همسایه توسعه یابند) فرصتی است که با نشان دادن پتانسیل‌های انکشافی منطقه و نیاز ساکنین منطقه به آن، توسعه‌ی خود را حداقل همتراز با کشورهای دیگر حوزه انجام دهند.



شکل۶-۱: سیر تاریخی نظریه‌ها و حقوق بین‌المللی حاکم بر استفاده‌های غیرکشتیرانی آب‌های مرزی(آوریده، عطاری، عبداللهی، ۱۳۹۵)

رویکردهای مختلف در خصوص حل منازعات آب

کشورها در برخورد با مسئله‌ی آب رویکردهای مختلفی همانند امنیتی، اقتصادی، حقوقی، تکنولوژیکی، و زیست‌محیطی را دنبال می‌نمایند(پیلتن، صدیق بطحایی اصل، ۱۳۹۵). انتخاب نوع رویکرد می‌تواند استراتژی برخورد دولت‌ها با منازعات آبی را نیز تعیین نماید. استراتژی‌های حل منازعات در نهایت به پذیرش یا عدم پذیرش مذاکره منتج می‌گردد(راهی، ۱۳۸۹)، که مسائل آبی نیز از آن مستثنا نمی‌باشد. گاه طرفین، منازعه را به عنوان یک مشکل به رسمیت شناخته و خواهان حل آن از طریق مذاکره می‌گردند و گاهاً یک‌طرف یا طرفین منازعه به‌جای مذاکره در مقابل آن سکوت می‌کنند(راهی، ۱۳۸۹). این نوع برخوردها را می‌توان در مسائل آبی نیز از سوی کشورهای مختلف مشاهده نمود. علاوه بر این بعضی از محققان آب معتقدند که آب یک منبع قدرت است و کمبود آن یک معضل استراتژیک، که می‌تواند قدرت سیاسی آنها را تهدید نماید(پیلتن، صدیق بطحایی اصل، ۱۳۹۵). این افراد معتقد به نگاه امنیتی همراه با برخوردهای فیزیکی به مسئله آب هستند.

بنابراین در برخورد با منازعات آبی، کشورها سه راه سکوت، مذاکره، و یا امنیتی(استفاده از قدرت) را می‌توانند در پیش گیرند. هر یک از این روش‌ها مزایا و معایب خاص خود را دارد که در ذیل به آنها پرداخته شده است. در این شکی نیست که انتخاب هر یک از این روش‌ها می‌تواند اثرات مختلفی بر آینده‌ی حوزه‌ی آبی نیز داشته باشد. همان‌طور که قبلاً هم ذکر شد عموماً حکومت‌ها مسائل آبی را جزء مسائل ملی خود می‌دانند، لذا این نوع تصمیم‌گیریها معمولاً در سطح بسیار بلند دیپلماسی و توسط تصمیم‌گیرندگان ارشد هر کشور انجام می‌گیرد. به عقیده‌ی پژوهش‌گر مسئله‌ای که در این بین نباید از یاد برده شود مشوره با ساکنین حوزه‌ی آبریز به عنوان استفاده‌کنندگان مستقیم منابع آبی حوزه می‌باشد. چراکه تصمیم‌هایی که برای حوزه‌ی آبی گرفته می‌شود می‌تواند مستقیماً زندگی آنها را تحت تاثیر قرار دهد. بنابراین بهتر است کارشناسان و تصمیم گیرندگان، پس از مشورت با ساکنین حوزه تصامیم خود را نهایی نمایند.

سکوت

تعدادی از کشورها این روش برخورد را در سیاست خارجی خود انتخاب می‌کنند و سیاست‌مداران کشور پاسخ‌های بسیار کلی، مبهم و گنگی را در مقابل سوال‌هایی که از آنها در خصوص مسائل آبی می‌شود، ارائه می‌دهند. سکوت به معنی انتخاب روش رد مذاکره می‌باشد(راهی، ۱۳۸۹). از دلایل انتخاب این نوع سیاست می‌توان به احساس ضعف نسبت به طرف مقابل و فرانرسیدن زمان مناسب اشاره نمود(راهی، ۱۳۸۹). در مسائل آبی، عدم داشتن متخصصین لازم جهت انجام مذاکرات یا عدم تسلط کافی بر منابع

آبی را می‌توان به عنوان ضعف تعبیر نمود. بنابراین می‌توان گفت که هدف از اتخاذ این سیاست، خرید زمان برای پرورش نیروهای متخصص و تسلط بر منابع آبی با اجرای پروژه‌های زیربنایی، به عنوان اهرم‌های مهم مذاکره می‌باشد. یکی از ابزارهای مهم در مذاکره بر سر مسائل آبی با کشورهای دیگر، داشتن نیروی متخصص و متعهد می‌باشد. بنابراین اگر کشوری برنامه‌ای جدی برای پرورش نیروهای انسانی در حوزه‌ی دیپلماسی و مذاکره، با تخصص آب داشته باشد، انتخاب سیاست سکوت می‌تواند به آن کمک نماید. همچنان اگر در این فاصله برنامه‌هایی برای استفاده‌ی بهتر و موثرتر از منابع آب در سطح حوزه نیز پیاده گردد، در آینده‌ی مذاکرات تاثیرگذار خواهد بود. البته نباید نادیده گرفت که در صورت انتخاب این سیاست، کشورهای دیگر هم فرصتی جهت توسعه‌ی بیشتر نیروی انسانی، توان اقتصادی، و تخنیکی خود خواهند یافت.

مذاکره

مذاکره جهت حل و فصل منازعات یک امر شناخته شده و معمول در سطح جهان می‌باشد(راهی، ۱۳۸۹)، از آنجاکه طرف‌ها بر اساس انتخاب خود (نه اجبار) وارد مذاکره می‌شوند، به نتیجه‌رساندن آن(یا تمایل به نتیجه‌رساندن آن) یکی از اهداف طرف‌های مذاکره کننده می‌باشد. چراکه شکست مذاکرات برای تمام طرف‌ها بازخورد خوبی در سطح جامعه‌ی آنها نخواهد داشت. به عبارت دیگر مذاکره یکی از بهترین روش‌های حل منازعات می‌باشد(ابراهیم، ۲۰۱۷) و عموماً طرف‌های منازعه تمایل به آن دارند. برگزاری مذاکرات استراتژیک بین دو یا چند کشور نشان دهنده‌ی نزدیکی، دوستی، و عمق روابط و به هم‌پیوستگی منافع آنهاست(موسوی، ۱۳۹۱). انجام هر مذاکره نیازمند پیش‌نیازهایی است که قبلاً باید فراهم گردند. یکی از مهمترین پیش‌نیازهای مذاکره، همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، ترکیب تیم مذاکره‌کننده است. افراد شامل در تیم مذاکره، بسته به نوع مذاکرات، باید از تخصص و تعهد لازم برخوردار باشند. در مسائل آبی اعضای تیم مذاکره‌کننده نه‌تنها باید به اصول و مفاهیم مذاکره تسلط داشته باشند، بلکه باید اطلاعات پایه در مورد منابع آب و سیاست هم داشته باشند؛ چراکه بحث منابع آب همان‌طور که قبلاً گفته شد بحث بر سر منافع جغرافیایی و ملی است و اثرات آن مستقیماً بر زندگی میلیون‌ها نفر از ساکنین حوزه نمایان می‌گردد. پیش‌نیاز دیگر مذاکره، گردآوری اطلاعات لازم در خصوص موضوع مورد بحث می‌باشد. به معنی دیگر اگر مذاکره در موضوع آب انجام می‌گردد، باید اطلاعات کامل و روشنی از وضعیت آب‌های حوزه در اختیار تیم مذاکره‌کننده باشد. نکته‌ی مهم این است که تیم مذاکره‌کننده‌ی هر کشور باید اطلاعات دقیقی از وضعیت حوزه‌ی مشترک در کشورهای دیگر نیز داشته باشد. کنوانسیون‌ها و قواعد بین‌المللی مدرن آبی هم بگونه‌ای تنظیم شده‌اند که کشورها را ترغیب به مذاکره می‌کنند. به همین دلیل

تبادل اطلاعات آبی و همچنین مدیریت جمعی حوزه‌های آبریز مشترک در آنها مورد تایید قرار گرفته است.

مذاکره یک مکانیزم ضروری برای حل انواع منازعات و برای حفظ ثبات روابط بین‌المللی می-باشد(Mautner-Markfof, 1989)، بنابراین عدم پذیرش آن از سوی کشورها بازخورد خوبی در سطح بین‌المللی نخواهد داشت. هر کشوری در پای میز مذاکره می‌تواند ضمن شنیدن صحبت‌های طرف مقابل، نظرات خود را نیز به طرف مقابل بیان دارد، تا در نهایت راه‌حل معقولی برای حل منازعه مشخص گردد. البته همان‌طور که قبلا اشاره شد، کشورها باید تلاش کنند تا مسائل خارج از موضوع، بر مذاکره سایه نیاندازد و موضوع اصلی را تحت شعاع قرار ندهد. به عنوان مثال اگر موضوع مذاکرات در مورد مسائل آبی یک حوزه‌ی آبریز مشترک می‌باشد، نباید موضوعات دیگری همانند موضوعات اقتصادی، سیاسی و نظامی در آن مطرح گردد و از آنها به عنوان اهرم فشار استفاده گردد. از آنجاکه هر یک از طرفین مذاکره برای خود خط قرمزهایی(به عنوان حداقل خواسته‌های خود) دارند، در صورت بروز چنین اتفاقی هیچ یک از طرف‌های درگیر زیربار توافق اجباری نخواهند رفت و نتیجه‌ی مذاکرات جز شکست چیزی نخواهد بود. در دنیای مدرن امروز مذاکره‌کنندگان حرفه‌ای همواره به نتیجه برد-برد فکر می‌کنند. در این نوع نتیجه است که طرفین مذاکره احساس رضایت می‌کنند و هر یک دستاوردی برای خود دارند. در چنین فضایی همکاری جهت توسعه‌ی اقتصادی نیز می‌تواند در حوزه‌ی مشترک رخ دهد و هر کشوری با توجه به پتانسیل خود از مزیت‌های اقتصادی منابع آب حوزه استفاده نماید.

با توجه به بحث‌های فوق به نظر می‌رسد که در پیش گرفتن راه مذاکره برای حل منازعات آبی حوزه‌های مشترک بهترین روش است. چراکه با استفاده از فرصت مذاکره می‌توان رو در رو با طرف‌های دیگر حرف‌ها و خواسته‌های خود را به گوش آنها رساند و حرف‌ها و خواسته‌های آنها را نیز شنید و سپس با صبر و حوصله روی آنها بحث نموده و به نتیجه رضایت‌بخشی رسید. پر واضح است که مذاکرات آبی یکی از پیچیده‌ترین نوع مذاکرات بوده و نیاز به وقت و زمان زیادی دارد. به عنوان مثال مذاکرات منتج به قرارداد آب هلمند از سال ۱۳۰۹ تا ۱۳۵۱ به درازا انجامید.

استفاده از قدرت

به رغم دگرگونی‌های بی‌سابقه در صحنه‌ی ژئوپلتیک جهانی، در بیشتر نقاط جهان، آب همواره به عنوان یک عنصر کلیدی در سیاست خارجی کشورها بوده است(لطفعلی زاده، ۱۳۹۶: ص ۱۶). متاسفانه برخلاف سخنان پرطمطراق جوامع بین‌المللی، به نظر می‌رسد در سطح جهانی اراده‌ی سیاسی جهت حل مشکل

کم‌آبی وجود ندارد؛ از این‌رو بسیاری اذعان می‌دارند که جنگ‌های آینده می‌تواند بر سر منابع آب صورت گیرد(ببران، هنر بخش، ۱۳۸۷). از این‌رو منابع آب می‌توانند به عنوان یک منبع افزایش‌دهنده‌ی قدرت کشورها، به ابزار و وسیله‌ی ژئوپلتیک تبدیل گردند(فروغی، ۱۳۸۲). بر این اساس کشورها تلاش دارند تا با مهار آب‌ها در داخل مرزهای خود کنترل آنها را در دست گیرند تا بتوانند از آن به عنوان یک ابزار قدرت استفاده کنند. چراکه عموماً دولت‌ها در موضوع شراکت در آب‌های فرامرزی "شرکای ناخشنود" هستند و این موضوع احتمال بروز بحران بین دولت‌ها در مورد دسترسی به منابع آب را افزایش می‌دهد(فروغی، ۱۳۸۲). چنین دیدگاهی راجع به آب‌های فرامرزی نشانه‌ی تایید اصل حاکمیت سرزمینی مطلق می‌باشد. در این سیاست از عدم توازن قدرت بین کشورها استفاده شده که از راه‌های مختلفی از جمله اعمال فشار و تهدید استفاده می‌گردد، که در حقیقت استفاده از هیدروهژمون می‌باشد (Zeitoun, Warner, 2006). نمونه‌هایی از اعمال چنین سیاستی را می‌توان در رودخانه‌های نیل، اردن، دجله و فرات مشاهده نمود. در این سیاست روابط قدرت بین کشورهای حوزه‌ی تعیین‌کننده اصلی میزان کنترل بر منابع آب می باشد(Zeitoun, Warner, 2006). لازم به ذکر است که در بحث استفاده از قدرت، موقعیت کشورها و پتانسیل آنها در استفاده از آب‌ها(توسط ساختمان‌های آبی) تا زمانی که به منابع قدرت وابسته نباشد نقش تعیین کننده‌ای نخواهند داشت(Warner, 2004). به عبارت دیگر می‌توان گفت طرفداران این سیاست سعی می‌کنند با فشارهای همه‌جانبه‌ی سیاسی و نظامی، کنترل بیشتری بر منابع آب داشته باشند. رقابت بر سر کنترل بیشتر بر منابع آب در حوزه‌هایی که با کمبود فیزیکی آب مواجه هستند، بیشتر می‌باشد(Zeitoun, Warner, 2006).

همان‌طور که مشاهده می‌شود در این نوع سیاست عموماً مسائل دیگری که هیچ‌گونه ارتباطی با مسائل آبی ندارند به مسائل آبی ربط داده می‌شوند. این مسائل عموماً شامل نقاط ضعفی است که کشور یا کشورهای ضعیف‌تر نزد کشور یا کشورهای قوی‌تر دارند. کشورهای قوی‌تر سعی می‌کنند با اتکا به این نقاط ضعف کشورهای ضعیف را تحت فشار قرار دهند تا به اهداف خود برسند. این نوع سیاست یکی از بدترین نوع سیاست‌های آبی می‌باشد چراکه نتیجه‌ی آن منجر به توسعه‌ی پایدار منطقه نشده و همیشه یک طرف خود را بازنده و طرف دیگر برنده احساس می‌کند. امروزه‌ی سیاست‌هایی با نتیجه‌ی برد-باخت در سطح جهانی طرفدار زیادی ندارد، چراکه نتایج آن پایدار نخواهد بود. بهترین نتیجه همیشه از سیاست برد-برد حاصل می‌گردد و نتایج اینگونه سیاست‌ها هم منجر به توسعه‌ی پایدار منطقه می‌گردد.

اختصارات

- µS/Cm : Microsiemens per Centimeter
- EPA: U.S. Environmental Protection Agency
- PPB: Parts per billion
- USGS: Unaited State Geological Survey
- WHO: World Health Organization
- IWMI: International Water Management Inistitute
- IWRM: Integrated Water Resource management
- FAO: Food and agriculture Organisation of United nations
- DACCAR: Danish Committee for Aid to Afghan Refugees
- TDS: Total dissolved solids
- UN DESA: United Nations Department of Economic and Social Affairs
- IGRAC: International Groundwater Resources Assessment Center
- STAS: Office of the Science and Technology Advisor to the Secretary of State
- USACE: US Army Corps of Engineers
- ERDC: Engineer Research and Development Center
- ILA: International Law Association
- ILL: Institute of International Law

منابع و ماخذ

منابع فارسی

ابـراهیم، جمیـل عـوده، ۲۰۱۷، مـذاکرات سیاسـی و حـل منازعـات، (متـرجم محمـد نـوری)، مرکـز النبـــــاء مطالعـــــات راهبـــــردی https://pe.annabaa.org/political/1624 (accessed on 12 December 2018)

ابن حوقل، ۱۳۶۶، سـفرنامه‌ی ابـن حوقـل یـا ایـران در صـوره الارض، ترجمـه جعفـر شـعار، انتشـارات امیرکبیر، تهران

آخـونی‌پـور حسـینی، فاطمـه؛ قربـانی، محمـد علـی، ۱۳۹۵، کـاربرد آنتروپـی شـاتون در تعیـین مـوثرترین پـارامتر شـیمیایی در کیفیـت آب‌هـای سطحی(حوضـه صـوفی چـای)، مجلـه محـیط زیست و مهندسی آب، جلد ۲، شماره ۴، صفحات ۳۲۲-۳۳۲

اداره‌ی ملـی احصـائیه و معلومـات، ۱۳۹۷، سـالنامه‌ی احصـائیوی ۱۳۹۶، شـماره ۳۹، جمهـوری اسلامی افغانستان

عزیزی، قاسم؛ نظیف، سـارا؛ عباسـی، فـائز، ۱۳۹۵؛ ارزیـابی عملکـرد بهـره‌بـرداری از سـدهای حوضـه-ی آبریـز ارومیـه بـا رویکـرد پویـایی سیسـتم‌هـا، مطالعـات جغرافیـایی منـاطق خشـک، دوره هفتم، شماره ۲۵

افشـین، یـدالله، ۱۳۷۴، رودخانـه‌هـای ایـران، وزارت نیـرو، شـرکت مهندسـین مشـاور جامـاب ،صفحات ۳۲۳-۳۲۰.

اسـفزاری، زمچـی، ۱۳۳۹ روضـه الجنـات فـی اوصـاف مدینـه هـرات، بـه اهتمـام سـید محمـد کـاظم امام، دانشگاه تهران، صفحات ۸۵-۸۴

اسـتراتیژی انکشـاف ملـی افغانسـتان، اداره منـابع آب ۱۳۹۱-۱۳۸۷، جلـد دوم رکـن سـوم- زیربنـا، ۱۳۸۶

آسیب‌شناسی وضعیت اقتصادی و اجتماعی ولایت هرات، وزارت اقتصاد، ۱۳۹۴

اعظمـی، هـادی، ۱۳۸۵، وزن ژئـوپلتیکی و نظـام قـدرت منطقـه‌ای (بررسـی مـوردی: جنـوب غـرب آسیا)، فصلنامه‌ی ژئوپلتیک، سال دوم، سماره سوم و چهارم، صفحات ۱۵۴-۱۱۹

آقاخانی، عباس؛ سعدانی، محسن؛ فرجی، مریم؛ بنیادی‌نژاد، غلامرضا، ۱۳۸۹، مقایسه روش‌های برآورد میزان نیاز آبی صنایع بر اساس استفاده از پارامترهای تعداد واحد صنعتی، تعداد پرسنل شاغل، مساحت کل و مساحت زیربنا، مجله‌ی تحقیقات نظام سلامت ،سال ششم، شماره دوم، صفحات ۳۵۷ تا ۳۶۴

آوریده، فریبا؛ عطاری، جلال؛ عبداللهی، محسن؛ ۱۳۹۵، مطالعه‌ی تطبیقی اصول و قواعد بین-المللی حاکم بر تقسیم آب در رودخانه‌های فرامرزی، فصلنامه‌ی علوم محیطی، دوره چهاردهم، شماره دو، صفحات ۹۶-۷۹

بارتولد، ولادیمیر، ۱۳۵۰؛ آبیاری در ترکستان، ترجمه کریم کشاورز، انتشارات موسسه مطالعات و تحقیقات اجتماعی، تهران

ببران صدیقه، هنربخش نازلی، ۱۳۸۷، بحران وضعیت آب در جهان و ایران، فصلنامه راهبرد، سال ۱۶، شماره ۴۸، صفحات ۱۹۳-۲۱۲

برآورد نفوس کشور، اداره مرکزی احصائیه، ۱۳۹۷

ابراهیمی، میلاد؛ احتشامی، مجید؛ ۱۳۸۸؛ بررسی روند تهیه استاندارد کیفیت آب شرب در کشورهای در حال توسعه، دومین سمپوزیوم بین المللی محیط زیست،

بزی، خدارحم؛ خسروی، سمیه؛ جوادی، معصومه؛ حسین نژاد، مجتبی؛ ۱۳۸۹، بحران آب در خاورمیانه (چالش‌ها و راهکارها)، چهارمین کنگره‌ی بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام، زاهدان، ایران

پاپلی یزدی، محمد حسین، ۱۳۷۴، هری‌رود، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱۰۳۹، صفحات ۱۳۶-۱۲۷

پیلتن، فرزاد؛ صدیق، بطحایی اصل، ۱۳۹۵، مبانی و مکانیزم همکاری‌های زیست محیطی ایران و همسایگان در حوزه‌ی آب‌های رودخانه‌ای مشترک، فصلنامه راهبرد اجتماعی فرهنگی، سال پنجم، شماره ۲۱، صفحات ۱۲۲-۹۱

پیشگاهی‌فرد، زهرا، ۱۳۸۴، مقدمه‌ای بر جغرافیای سیاسی دریاها با تاکید بر آب‌های ایران، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۴۰

چیـذری، امیـر حسـین، قـدیمی، علیرضـا،۱۳۸۰، مقایسـه‌ی روش‌هـای ارزیـابی چنـد ضـابطه‌ای در مـدیریت پایـدار منـابع آبـی، مطالعـه‌ی مـوردی: حـوزه‌ی آبریـز قـره‌قـوم خراسـان، اقتصـاد کشاورزی و توسعه، سال نهم، شماره ۳۴، صفحات ۱۶۷- ۲۰۶

چیت سـاز، محسـن، ۱۳۸۶، آب و امنیـت بـین‌المللـی، پـژوهش‌نامـه مطالعـات توسـعه پایـدار، شـماره اول، تهران، اندیشه برتر پویا

حـاتمی یـزد، ابـوذر؛ داوری، کـامران؛ یوسـفی، علـی؛ قهرمـان، بیـژن؛ ۱۳۹۶، شناسـایی تعارضـات مدیریت آب با استفاده از تحلیل نقشه‌های شناختی

حاجی بیگلو، محبوبه؛ بـردی‌شـیخ، واحـد،۱۳۹۶، مکـان‌یـابی ایجـاد تـالاب‌هـای رودخانـه‌ای در حـوزه-هـای آب‌خیـز، مطالعـه مـوردی: رودخانـه تجـن- اسـتان خراسـان رضـوی، دانشـگاه علـوم کشـاورزی و منـابع طبیعـی گرگـان، نشـریه پـژوهش‌هـای حفاظـت آب و خـاک، جلـد ۲۴، شماره چهارم

حیـدرزاده، یارمحمـد، ۲۰۱۳، نقـش دریـای هـری‌رود در شـادابی نـواحی مسـیر خـود در افغانسـتان، سایت اینترنتی آریایی

(accessed on 26 http://www.ariaye.com/dari10/elmi/yar21.pdf December 2018)

خنجری، سـمیه؛ صـبوحی، محمـود، ۱۳۹۰، تعیـین کـارایی مصـرف آب آبیـاری حوضـه‌ی آبریـز قـره-قـوم بـا تاکیـد بـر محـدودیت‌هـای وزنـی، تحقیقـات اقتصـاد کشـاورزی، جلـد ۳، شـماره ۱، صفحات ۷۳-۸۸.

دریکونـد، بهـزاد؛ یسـاقی، علـی؛ ۱۳۹۳، اثـر پهنـه گسـلی مـورب لغـز کپـه داغ شـمالی بـر آرایـش پلکانی کوهان‌های تاقـدیس نـادر در کمربنـد چـین خـورده-رانـده کپـه داغ، مجلـه علـوم زمـین، سال بیست و چهارم، شماره ۹۴، صفحات ۱۹۷-۲۰۸

دکـامین، مجیـد، ۱۳۹۵، امنیـت آب در ایـران، شـبکه مطالعـات سیاسـت‌گـذاری عمـومی، مرکـز بررسی‌های استرتژیک ریاست جمهوری، تهران

(accessed on 22 October http://npps.ir/ArticlePreview.aspx?id=91629 2018)

دهقان، پوریا؛ حسین‌پور مقدم، منا، لشکری‌پور، غلامرضا؛ غفوری، محمد، ۱۳۹۲، بررسی اشکال ژئومورفولوزی حوضه‌ی آبریز رودخانه کشف‌رود (شمال شرق ایران)، هشتمین همایش زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، صفحات ۱۶۹۵-۱۶۶۶

دولت‌یار، مصطفی، گری تیم، اس، ۱۳۸۹، سیاست آب در خاورمیانه، ترجمه رسول افضلی و رضا التیامی نیا، تهران: نشر شرکت چاپ و نشر بین‌الملل

راهی‌سعید، مراد، ۱۳۸۹، اصول و فنون مذاکره، موثرترین روش برای حل و فصل صلح‌آمیز منازعات، مطبعه بهیر، کابل، ص ۱۱

رشیدی، امیر حسین، ۱۳۹۳، ژئوپلتیک ترکمنستان و تاثیر بر امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران، دانشکده و پژوهشکده علوم دفاعی، تهران، ص ۶۶

زارع، محمد رضا؛ عالی، رحیم؛ شهریاری، علی؛ آهن و منگنز در آب آشامیدنی: نگرانی‌ها و مشکلات احتمالی، مجله‌ی پیشگیری و سلامت، دوره ۲، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵ ،صفحات ۴۲-۳۴.

زرقانی سید هادی، لطفی امین، ۱۳۹۰، نقش رودهای مرزی در همگکاری و همگرایی منطقه ای (نمونه موردی: هریرود و سد دوستی)، مجله جغرافیا و توسعه ی ناحیه ای، شماره ی شانزدهم، صفحات ۸۲-۵۷

زرقانی، سیدهادی، ۱۳۸۵، مقدمه‌ای بر شناخت مرزهای بین‌المللی، انتشارات دانشگاه علوم انتظامی، صفحه، ۱۲۱

سروی اقتصادی- اجتماعی و دموگرافیکی غور، جمهوری اسلامی افغانستان، اداره مرکزی احصائیه، ۱۳۹۱

سروی اقتصادی- اجتماعی و دموگرافیکی هرات، جمهوری اسلامی افغانستان، اداره مرکزی احصائیه، ۱۳۹۵

سینائی، وحید، ۱۳۹۰، هیدروپلتیک، امنیت و توسعه همکاری‌های آبی در روابط ایران، افغانستان و ترکمنستان، فصلنامه‌ی روابط خارجی، سال سوم، شماره دوم، تابستان، ص ۲۱۱-۱۸۵.

شاهدی، مهری؛ طالبی، حسین؛ آباد، فاطمه، ۱۳۹۲، ارائه شاخص کاربردی به منظور بررسی تعادل منابع آب و پایداری توسعه، مطالعه‌ی موردی حوضه آبریز قره‌قوم، نشریه‌ی آب و توسعه پایدار، سال اول، شماره یک، صفحات ۷۳ تا ۷۹

شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۵، گزارش میزان بارندگی، جریان‌های سطحی و حجم آب موجود در مخازن سدها، مهر لغایت تیر ماه سال آبی ۱۳۹۴-۹۵، وزارت نیرو، جمهوری اسلامی ایران، تهران.

شیرازیان، شیرین؛ خطیبی، عطیه، ۱۳۹۴، حقوق بهره‌برداری غیرکشتیرانی از آبراه‌های بین-المللی با نگاهی به توسعه‌ی پایدار؛ پایداری، توسعه و محیط زیست، دوره دوم، شماره چهار، صفحات ۸۵-۷۳

شیردلی، عظیم، ۱۳۹۳، ارزیابی پایداری منابع آب ایران و حوزه‌ی قره‌قوم توسط شاخص‌های بین‌المللی تا افق ۱۴۰۴، دو فصلنامه‌ی مدیریت آب در مناطق خشک، جلد یک، شماره یک، صفحات ۵۳ تا ۶۱

صادقی، سید شمس الدین، ۱۳۸۵، هیدرولیک و بحران آب، اطلاعات سیاسی و اقتصادی ،شماره ۱۱۵-۱۱۶، ۴۵.

فرجزاده، منچهر؛ رجایی نجف آبادی، سعید؛ قویدل، رحیمی یوسف، ۱۳۹۱، آشکارسازی اثر نوسانات بارش بر رواناب سطحی حوضه‌ی آبریز سرخس(کشف رود)، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال دوم، شماره هفتم، صفحات ۱۱-۲۴

فروغی، پیام، ۱۳۸۲، استفاده از آب‌های فرامرزی، امنیت بین‌المللی و مدیریت بحران در آسیای مرکزی، فصلنامه مطالعات آسیای مرکزی و قفقاز، سال ۱۲، دوره سوم، شماره ۴۳، صفحات ۱۹۴-۱۶۷

فقیری، نسرین؛ نگاهی، محمد مصطفی، ۱۳۹۴، کاهش مدیریت حوادث هایدرومتیورولوژیکی افغانستان، دانشکده محیط زیست، دانشگاه کابل

کنشگران (مورد مطالعه: کنشگران مدیریت آب دشت مشهد)، تحقیقات منابع آب، سال سیزدهم، شماره ۲، انجمن علوم و مهندسی منابع آب

گران، علی؛ فلاح، تفتی ابراهیم؛ پورحسن، محمد، ۱۳۸۵، تاثیر مدیریت جامع بر رد یا توجیه طرح‌های توسعه منابع آب؛ مطالعه موردی: رودخانه روس در شرق استان خراسان رضوی، دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، انجمن علوم و مهندسی منابع آب ایران.

لطفعلی، زاده محمد، ۱۳۹۶، ریشه‌های هیدروپلتیکی امنیت منطقه‌ای در خاورمیانه(مطالعه موردی دجله و فرات)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته‌ی علوم سیاسی، گرایش مطالعات منطقه‌ای، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی

مابقی، اعظم؛ حسین زاده، سیدرضا، ۱۳۹۶، تجزیه و تحلیل تکتونیک- ژئومورفولوژی حوضه‌ی رودخانه درونگر، جغرافیا و توسعه، شماره ۴۹، صفحات ۱۶۳-۱۸۸

متقی، افشین؛ صادقی، موسی، ۱۳۹۳، جغرافیای سیاسی آب‌ها با تاکید بر منابع آب ایران، سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی، تهران، ۳۱۹ صفحه، صفحه ۲۳

محمدجانی، اسماعیل؛ یزدانیان، نازنین، ۱۳۹۳، تحلیل وضعیت بحران آب در کشور و الزامات مدیریت آن، فصلنامه روند، سال ۲۱، شماره های ۶۵ و ۶۶، صفحات ۱۴۴-۱۱۷

محمودی، سلطان محمود، ۱۳۹۶، مدیریت جامع منابع آبی افغانستان سطح ملی، جلد اول: نشر پرند، کابل

محمودی، سلطان محمود، ۱۳۹۶، مدیریت جامع منابع آبی در حوزه های آبریز افغانستان، جلد دوم: نشر پرند، کابل

مختاری‌هشی، حسین؛ قادری، حاجت مصطفی، ۱۳۸۷، هیدروپلتیک خاورمیانه در افق ۲۰۲۵ میلادی؛ مطالعه موردی: حوضه‌های دجله و فرات، رود اردن و رود نیل، فصل‌نامه ژئوپلتیک، سال چهارم، شماره اول، ۳۶-۷۴.

مرکز آمار ایران، ۱۳۹۷، سالنامه آماری کشور ۱۳۹۵، سازمان برنامه و بودجه کشور، ریاست جمهوری

موسوی، سیدعلی محمد، ۱۳۹۱، مذاکرات استراتژیک (راهبردها، تکنیک‌ها و الزامات)، فصل-نامه پژوهش‌های روابط بین‌الملل، دوره نخست، شماره چهارم، صفحات ۱۷۲-۱۴۳

مهندسی مشاور طوس آب، ۱۳۸۸، گزارش آغزین (بازنگری) مطالعات بهنگام‌سازی طرح جامع آب حوضه‌های شرق کشور(حوضه‌ی قره‌قوم، نمکزار خواف+ دق‌پترگان، هامون– هیرمند و هامون– ماشکیل)، دفتر برنامه‌ریزی کلان آب و آبفا، وزارت نیرو

مهندسی مشاور طوس آب، ۱۳۹۱، گزارش نهایی بهنگام‌سازی تلفیق مطالعات منابع آب حوضه‌ی آبریز قره‌قوم، جلد سوم: تجزیه و تحلیل آمار و اطلاعات و بیلان آب، بخش پنجم: تلفیق مطالعات و بیلان، دفتر مطالعات پایه منابع آب، شرکت آب منطقه‌ای خراسان، وزارت نیرو

مهندسین مشاور آبنمود توس، ۱۳۸۳ ، مطالعات شناسایی منابع آب محدوده مطاعاتی کلات نادر ، شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان

میان آبادی، حجت، ۱۳۹۲، ملاحظات سیاسی و امنیتی و حقوقی در مدیریت رودخانه‌های مرزی، فصلنامه پژوهش‌های روابط بین‌الملل، دوره نخست، شماره نهم، پاییز ۱۳۹۲، صفحات ۲۳۵-۲۰۳

مینایی، مهدی، ۱۳۹۰، آب عاملی موثر در تعیین نقش و جایگاه ژئواکونومیک ایران در منطقه-ی خاورمیانه، مجموعه مقالات سخنرانی‌های علمی ۸۹-۱۳۸۸، مرکز آموزش عالی امام خمینی، نشر آموزش کشاورزی- معاونت ترویج و آموزش، صفحات ۱۳۸-۱۳۱

نبوی، محمد حسن، ۱۳۵۵، دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ۱۰۹ صفحه

نور، حمزه؛ چزگی، جواد؛ باقریان، کلات علی؛ رجائی، سید حسن؛ صدیق، رضا، ۱۳۹۷، ارزیابی وضعیت کمی منابع آب زیرزمینی در حوضه‌ی قره‌قوم، سومین کنفرانس ملی حفاظت خاک و آب‌خیزداری، پژوهش‌کده‌ی حفاظت خاک و آب‌خیزداری، تهران، ایران

نوروزی، حسین؛ غفوری، محمود، ۱۳۹۴، شاخص‌های ایجاد تنش‌های اجتماعی در مکان‌یابی سدها با رویکرد پیش‌گیری از تنش‌های اجتماعی- امنیتی، مجله راهبرد پایدار ،سال اول شماره دو صفحات ۴۹-۴۴

وزارت اقتصاد، ۱۳۹۴، آسیب‌شناسی وضعیت اقتصادی و اجتماعی ولایت هرات، دولت جمعوری اسلامی افغانستان

http://moec.gov.af/Content/files/Herat%20Provincial%20Profile.pdf
(accessed on 16 October 2018)

وزارت نیـرو، ۱۳۹۴، سـالنامه آمـاری آب کشـور ۱۳۹۰-۱۳۹۱، دفتـر برنامـه‌ریـزی کـلان آب و آبفـا، تهران

ولایتـی، سـعداله، ۱۳۸۵، بررسـی بحـران آب اسـتان خراسان(شـمالی، رضـوی، جنـوبی)، انتشـارات دانشـگاه تربیـت مـدرس، برنامـه‌ریـزی و آمـایش فضـا، جلـد ۱۰، شـماره یـک، صـفحات ۲۳۴-۲۳۱

منابع انگلیسی

Aini Abdullah, Water Conservation in Afghanistan, Journal od developments in Sustainable Agriculture, Vol.2, 2007, Pp. 51-58.

ADB, 2017, Afghanistan Inclusive and Sustainable Growth Assessment, Pp. 8, https://www.adb.org/sites/default/files/linked-documents/cps-mya-2017-2021-ld-1.pdf (accessed on 10 October 2018)

ADB, Western basins water resources management and irrigates agriculture development project, final report, by SMEC, 2005.

Branislav Petrusevski, Saroj Sharma, Jan C. Schippers (UNESCO-IHE), and Kathleen Shordt (IRC) Reviewed by: Christine van Wijk (IRC), Arsenic in Drinking water, IRC International water and Sanitation Center, 2007, Pp.8.

Cassardo C, Jones JAA, 2011, Managing water in a changing world. Water 3:618–628

Comprehensive WASH Needs Assessment Lal wa Sar Jangal District Ghor Province, Afghanistan, World Vision, 2016

CSO, 2016, Socio-Demographic and Economic Survey Heart, Kabul.

Eckstein David, Künzel Vera, Schäfer Laura, 2017, Global Climate Risk Index 2018, Who Suffers Most From Extreme Weather Events? Weather-related Loss Events in 2016 and 1997 to 2016, German Watch, Bonn, Germany, P. 28.

EPA, Drinking water standard for arsenic, Office of Water, EPA 815-F-00-015, Jan. 2001, www.epa.gov/water

Falkenmark. "The massive water scarcity threatening Africa-why isn't it being addressed." Ambio 18, no.2 (1989): 112-118.

FAO, 2009, Groundwater Management in Iran, Draft Synthesis Report, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome

FAO, 1996. Afghanistan, Promotion of Agricultural Rehabilitation and Development Programmes, Water Resources and Irrigation. FAO Project TCP/AFG/4552. November 1996. AREV

FAO, 2016, The Islamic republic of Afghanistan Land Cover atlas, http://www.fao.org/3/a-i5457e.pdf (accessed on 11 December 2018)

FAOClimwat2.0.n.d. Databases. Retrieved from http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_ climwat.html (accessed on 15 September 2018)

FAO Aquastat. n.d. Turkmenistan. Retrieved from http://www.fao.org/countryprofiles/index/en/? iso3=TKM

Favre, R., & Kamal, G. M. (2004). Watershed atlas of Afghanistan. Kabul: Ministry of Irrigation, Water Resources and Environment.

Faver Raphy, 2004, Watershed Atlas of Afghanistan,First edition- working document for planners,Kabul.

Ghulami Masoud, 2017, Assessment of climate change impacts on water resources and agriculture in data-scarce Kabul basin, Afghanistan, Thèse de doctorat, Université Côte d'Azur, Pp. III.

Hamner Jesse H, 1997, pattern in international water resource treaties: Colorado journal of international environmental law and policy.

ICARDA, 2002, Needs assessment on soil and water in Afghanistan. Future Harvest Consortium to rebuild agriculture in Afghanistan. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas.

Igrac, 2015, Transboundary Aquifers of rhe World, Special Edition for the 7 World Water Forum 2015

International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Need Assessment on Soil and Water in Afghanistan, Future Harvest Consortium to Rebuild Agriculture in Afghanistan, Alepo Syria, 2002.

Islamic Republic of Iran (IRI). (2012). 'Ministry of Power,' Package One — Present Situation and Possibilities of Water Resources Development,

Vol. 4 — Surface Water Resources (Quantitative and Qualitative Aspects), Ordibehesht 1391 [April-May 2012].

Islamic Republic of Iran (IRI). (2011a). 'Ministry of Power', Package One — Present Situation and Possibilities of Water Resources Development, Vol. 4 — Surface Water Resources (Quantitative and Qualitative Aspects), (Karakum Basin), Khordad 1390 [May-June 2011].

Jenny R. Kehl, 2011, Hydropolitical Complexes and asymmetrical Power: Conflict, Cooperation, and Governance of International River Systems, American Sociological Association, Vol. 17, No. 1, Pp. 218-235

Kibona D, Kidulile G, Rwabukambara F, 2009, Environment, climate warming and water management. Transit Stud Rev 16:484–500

Khorasan Razavi regional Water Authority (2015) Statistics & information, http://www.khrw.ir/?l=EN.

Klemm, W., 1997, "Promotion of Agricultural Rehabilitation and Development Programs in Afghanistan. Water Resources and Irrigation", FAO, Islamabad, November 1996; a report part of the Afghanistan Agricultural Strategy, FAO, Rome.

Lazerwitz, D.J., 1994, The flow of international water law: The international law commission's law of the non-navigational uses of international watercourses, Indiana Journal of Global Studies, Volume 1, Pp. 1-16.

Lui J, Dorjderem A, Fu J, Lei X, Lui H, Macer D, Qiao Q, Sun A, Tachiyama K, Yu L, Zheng Y , 2011, Water ethics and water resource management. Ethics and Climate Change in Asia and the Pacific (ECCAP) Project, Working Group 14 Report. UNESCO Bangkok

Macpherson G.L., Johnson W.C., Liu Huan, 2015, Viability of karezes (ancient water supply systems in Afghanistan) in a changing world, applied Water Resouce, Vol. 7, Issue 4, PP 1689-1710.

Mautner-Markhof F. (ed.) 1989, Processes of International Negotiations. Boulder, CO: Westview Press.

MEW, 2014, Hydrogeological Study of Lower Harirud River Basin, Afghanistan, Main Report, Sheladia Associates Inc. USA.

MEW, 2017, Harirud Morghab River Basin Master Plan, Volume 1, GIZ.

MEW, 2014, Hari Rud River Basin Master Plan, Asian Development Bank, Grant 0033-AFG (ADB)/Grant 0052-AFG (CIDA), Pp. 185

Ministry of Water and Power. 1962–78. Hydrological yearbook 1962-1978. Harirud river basin. Kabul: Water and Soil Survey Department, General Directorate of Hydrology

Maddocks Andrew, Reig Paul, World's 18 Most Water- Stressed Rivers, World ResourcesInstitute, 2014 (https://www.wri.org/blog/2014/03/world%E2%80%99s-18-most-water-stressed-rivers)

Oregon State University. n.d. Program in Water Conflict Management and Transformation. Retrieved from http://www.transboundarywaters.orst.edu/ (accessed on 15 September 2018)

Palmer-Moloney, L. J., 2009, Gauging water security in Southwest Afghanistan: a cultural, geographic and environmental perspective on Afghanistan's Helmand River watershed. Helmand Deep dive workshop. Washington, DC: Office of the Secretary of Defense, strategic Multi-layered assessment.

Palmer-Moloney L. J., 2011, Watre's role in measuring security and stability in Helmand Province, Afghanistan. Water International 36(2), 207-221.

Qureshi Asad Sarwar, Water Resources Management in Afghanistan: The Issues and Options, Working Paper 49, Pakistan Country Series No. 14, IWMI, 2002, Pp.13.

Regional Rural Economic Regeneration strategies (RRERS), 2009

Rout Bob, How the Water Flows, Afghanistan Research and Evaluation Unit, Afghanistan Research and Evaluation Unit Issue Paper Series, AREU, 2008, Pp. 15

Saffi M.H, Vijselaar L, Groundwater Resources at Risk in Afghanistan (Evaluation of the past and present situation of groundwater resources and consequences for the future, on the basis of previous groundwater investigation and present groundwater monitoring data), DACCAR, Kabul,2007

Saffi M. Hassan, Kohistani Ahmad Jawid, Scientific Investigation Report in Afghanistan, Water Resources Potential, Quality Problems, Challenges and Solutions in Afghanistan, DACCAR Main office Kabul, July 2013.

Salman, S. M. a. (2007). The Helsinki Rules, the UN Watercourses Convention and the Berlin Rules: Perspectives on International Water Law, International Journal of Water Resources Development, Vol. 23, No. 4, Pp. 625-640

Salman S., 2007, The Helsinki Rules, the UN Watercourses Convention and the Berlin Rules: perspectives on international water. Water Resources Development, Vol. 23, No. 4, Pp.625–640.

Shiklomanov, I. (1998). World Water Resources. A New Appraisal and assessment for the 21st. Century, United Nations, Educational, Scientific and Cultural Organisation, UNESCO, Paris.

Shobair SS, Alim AK (2004) The effects of calamities on water resources and consumption in Afghanistan. Joint report of FAO and WHO in Afghanistan, p 11

Shroder j.& Ahmadzai S., Transboundary Water Resources in Afghanistan, Climate Change and Land-Use Implication, 1st Edition, Elsevier, 2016, Pp. 34.

Spectorr Bertram ,2001,Transboundary Disputes :Keeping Backyards Cleam ,Chapter 11, Maryland :Rowman and Littlefield Publishers ,Inc.

Swain A., 2001, Water wars: fact or fiction? doi:10.1016/S0016-3287(01)00018-0

Swain A., 2004, Managing water conflict: Asia, Africa, and the Middle East, p. 234, London: Routledge.

The Financial express, 2016, Salma Dam inaugurated by PM Modi; one of India's most expensive infrastructure projects in Afghanistan, New delhi

The World Bank,1993, Water resources management. A World Bank Policy Paper, P.120 http://documents.worldbank.org/curated/en/940261468325788815/pdf/multi-page.pdf (accessed on 23 October 2018)

Thomas Vincent, Warner Jeroen, 2015, Hydropolitics in the Harirud/Tejen River Basin: Afghanistan as hydro-hegemon?, Water International, Vol. 40, N. 4, Pp. 1-21

Tol Richard S.J., Downing Thomas E, Kuik Onno J, Smith Joel B; 2004; Distributional aspects of climate change impacts; Global Environmental Change 14, Pp.259-272

TWAP, 2016, Transboundary Waters: AGlobal Compendium, Water System Information Sheets: Eastern& centeral Asia, Volume 6- Annex J: Eastern& Centeral asia.

TWAP, 2016, Transboundary River Basins Status and Trends, Volume 3: River Basins, UNEP

Uhl Vincent W., Uhl, Baron, Rana, Tahiri M Qasem, Afghanistan an overview of groundwater resources and challenges, Washington crossing, PA, USA, 2003.

Uhl, V. W. (2003). Afghanistan: An overview of groundwater resources and challenges. Kabul, Afghanistan: Uhl, Baron, Rana & Associates, Inc.

UNEP, 2016, Climate change in Afghanistan, https://postconflict.unep.ch/publications/Afghanistan/Afg_CC_RuralLivelihoodsFoodSecurity_Nov 2016.pdf (accessed on 19 December 2018)

UNFPA & CSO, "Ghor Socio-Demographic and Economic Survey," 2012, http://collaborativemonitoring.com/wp-content/uploads/2016/01/Ghor-Socio-Demographic-andEconomic-Survey-2015.pdf (accessed on 16 October 2018)

United State Department of Agriculture (USDA), 2012, Chapter 12 Springs and wells, National Engineering Handbook, part 650 Engineering Field Handbook

Vali-Khodjeini, A.,1995, Human impacts on groundwater resources in Iran. IAHS Publications-Series of Proceedings and Reports-Intern Assoc Hydrological Sciences, 230, 141-146

Wapcos, Afghan-India Friendship Dam (Salma dam) Heart Afghanistan, http://www.wapcos.gov.in/upload/AfghanIndiaFriendshipDamBook.pdf (accessed on 16 October 2018)

Warner J., 2004, Mind the GAP - Working with Buzan: the Illisu Dam as a security Issue. SOAS Water Issues Study Group, School of Oriental and African Studies/King's College - London (Occasional Paper 67).

White, Christopher J., Tanton Trevor W., Rycroft david W., 2014, The Impact of Climate Change on the Water Resources of the Amu Darya Basin in Central Asia, Water Resources Management, DOI 10.1007/s11269-014-0716-x, Vol. 28, Pp. 5267-5281.

White C. Understanding water scarcity: Definitions and measurements, Global Water Forum [online]. 2012 May [cited 2016 Nov 30]. Available from: http://www.iwmi.cgiar.org/News_Room/pdf/Understanding_water_scarcity.pdf?gal og=no.

WHO, 2003, Total dissolved solids in Drinking-water, Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, WHO/SDE/WSH/03.04/16.

WHO, Guidelines for Drinking-Water quality, Fortth Edition, 2011, Pp. 317.

WHO, Arsenic in Drinking Water, Background document for development of WHO guidkines for drinking-water quality, WHO/SDE/WSH/03.04/75/Rev/1, 2011

WHO, Iron in Drinking-Water, Background document for development of WHO Guidelines for Drinking water Quality, WHO/SDE/WSH/03.04/08, 2003

http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/iron.pdf

Wolf A T., 1999, Criteria for equitable allocations: the heart of international water conflict. Natural Resources Forum; Vol. 23, No. 4, Pp.3-30.

Zeitoun Mark, Warner Jeroen, 2006, Hydro-hegemony – a framework for analysis of trans-boundary water conflicts, Water policy, Vol. 8, Pp. 435-460

Zektser Igor S., Everett Lorne G., 2004, groundwater Resources of the World and their Use, IHP-VI, Series on Groundwater No. 6, UNESCO,

تارنماهای انترنتی

اداره مرکزی احصائیه

http://cso.gov.af/fa/page/demography-and-socile-statistics/demograph-statistics/389711 (accessed on 14 September 2018)

هواشناسی جهانی آنلاین

https://www.worldweatheronline.com/herat-weather-averages/herat/af.aspx (accessed on 10 September 2018)

خبرگزاری بی بی سی

http://www.bbc.com/persian/afghanistan-45481519 (accessed on 17 September 2018)

سازمان زمین شناسی امریکا

https://pubs.usgs.gov/of/afghan/ (accessed on 19 September 2018)

فرهنگسرای دوربین (دانشنامه هرات)

http://doorbin.af/?p=4004 (accessed on 25 September 2018)

وبلاگ بیدار شهر

http://bidarshahr.blogfa.com/post/3136 (accessed on 1 October 2018)

سایت خبری تحلیلی شعار سال

http://shoaresal.ir/fa/news/124864 (accessed on 3 October 2018)

سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان خراسان رضوی

http://www.mpokhr.ir (accessed on 4 October 2018)

مرکز اقلیم شناسی

http://cri.ac.ir/show=251 (accessed on 4 October 2018)

مرکز بین المللی قنات و سازه های تاریخی

http://icqhs.org/SC.php?type=static&id=29

همشهری آن لاین

http://hamshahrionline.ir/details/163658 (accessed on 1 December 2018)

انجمن تخصصی مهندسی علوم آب

http://waterse.ir/maps/ (accessed on 6 October 2018)

ناجیان آب کشاورزی

http://www.ahmadambiya.blogsky.com/1390/03/03/post-81/ (accessed on 12 October 2018)

خبرگزاری فارس

http://af.farsnews.com/social/news/13940607000361 (accessed on 15 October 2018)

خبرگزاری جمهوری اسلامی

http://www.irna.ir/fa/NewsPrint.aspx?ID=335603 (accessed on 26 October 2018)

http://www.irna.ir/fa/News/82573679 (accessed on 19 December 2018)

خبرگزاری آوا

https://www.avapress.com/fa (accessed on 13 December 2018)

خبرگزاری شفقنا

https://af.shafaqna.com/FA/191174 (accessed on 13 December 2018)

خبرگزاری هرات تایمز

http://herattimes.com (accessed on 13 December 2018)

خبرگزاری ساریکا

http://sarika.blogfa.com/post/435 (accessed on 15 December 2018)

باشگاه خبرنگاران جوان

https://www.yjc.ir/fa/news/4635185 (accessed on 15 December 2018)

وزارت انرژی و آب افغانستان

http://mew.gov.af/fa/article/61741 (accessed on 15 October 2018)

شهرک صنعتی هرات، ظرفیتها و چالشها، توسلی غرجستانی، سایت معاونت دوم ریاست جمهوری، ۱۳۹۷

https://vpo.gov.af (accessed on 17 September 2018)

پایگاه اطلاع رسانی دولت ایران

http://dolat.ir/detail/288886 (accessed on 17 October 2018)

حوزه دریایی هریرود- مرغاب

https://www.facebook.com/gdhmrb (accessed on 31 October 2018)

پایگاه اطلاع رسانی تازه های انرژی ایران

https://www.iranenergy.news/news (accessed on 17 October 2018)

شرکت مدیریت منابع آب ایران

http://daminfo.wrm.ir/fa/tabularview?rnd=97240 (accessed on 17 October 2018)

زمین ساخت پژوهان

http://damghangeology.com (accessed on 17 October 2018)

Jaguar Overseas Limited

http://www.jaguaroverseas.com/pdf/Jaguar-Salma-Dam.pdf (accessed on 16 October 2018)

Khoema

https://knoema.com/atlas/Afghanistan/topics/Water/Precipitation/Average-precipitation-in-depth (accessed on 20 September 2018)

Worldatlas

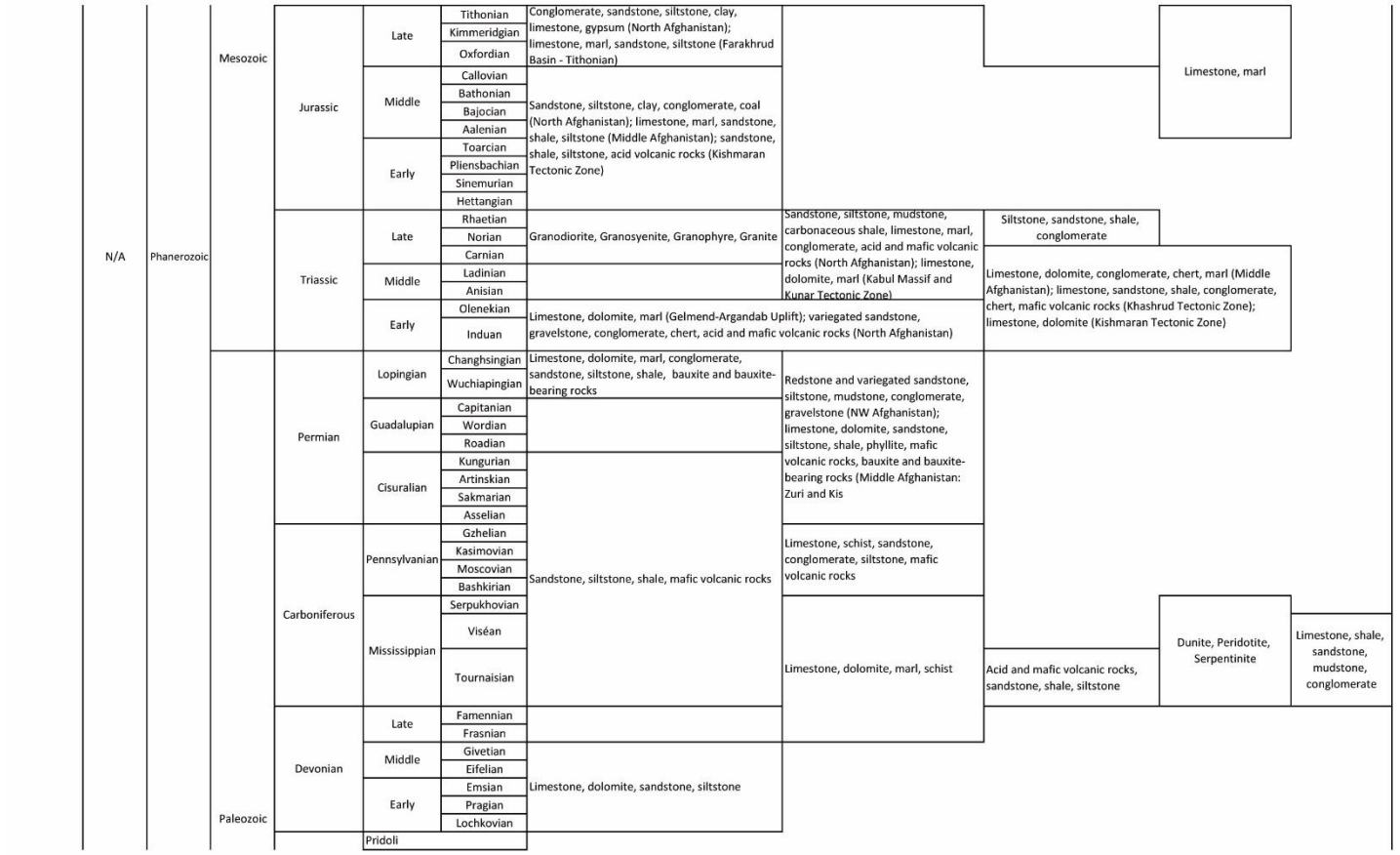
https://www.worldatlas.com/articles/countries-with-the-highest-average-elevations.html (accessed on 20 September 2018)

ضمیمه‌ی یک

جدول توالی زمین‌شناسی سنگ‌های حوزه‌ی آبریز هری‌رود

ضمیمه ۱- ترتیب زمانی تشکیل سنگها و رسوبات حوزه آبریز هریرود (براساس نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی کشور (USGS, 2005)

Supereon	Eon	Era	Period	Epoch	Age	Rocks			
		Cenozoic	Quaternary	Holocene	.Meghalayan -Northgrippian -Greenlandian	Shingly and detrital sediments, gravel, sand, clay, clay sand, loess, travertine	Shingly and detrital sediments, gravel, sand, clay, clay sand, loess, travertine		
				Pleistocene	Late	Shingly and detrital sediments, gravel, sand, clay, clay sand, loam, loess, travertine			
					Middle	Shingly and detrital sediments, gravel, sand, clay, clay sand, loam, loess, travertine; trachybasalt, leucite basanite (Sarlog Group); andesitic basalt, olivine basalt (Asparan Group)			
					Calabrian	Rhyodacite			
					Gelasian				
			Neogene	Pliocene	Piacenzian	Gray conglomerate, gravelstone, sandstone, siltstone, clay, limestone, marl, gypsum, salt, acid and mafic volcanic rocks	Limestone, marl, dolomite, sandstone, clay, siltstone, gypsum, conglomerate, Gray conglomerate, gravelstone, sandstone, siltstone, clay, limestone, marl, gypsum, salt, acid and mafic volcanic rocks		
					Zanclean				
				Miocene	Messinian		Diorite porphyry, Granodiorite porphyry, Monzonite porphyry, Syenite porphyry, Nepheline syenite, Redstone, clay, acid and mafic volcanic rocks, limestone, marl; olivine basalt, trachybasalt, andesitic basalt (Taivara Group)		
					Serravallian	Brown clay, siltstone, sandstone, conglomerate, limestone			
					Langhian				
					Burdigalian				
					Aquitanian				
			Paleogene	Oligocene	Chattian	Sandstone, siltstone, clay, conglomerate, limestone, marl, acid and mafic volcanic rocks,	Granite, Granite porphyry, Granodiorite, Quartz syenite, Granosyenite	Andesitic basalt, basalt, trachyte, dacite, rhyolite, ignimbrite, tuff, conglomerate, sandstone, siltstone, limestone,	Rhyolite, Dacite
					Rupelian				
				Eocene	Priabonian	Clay, shale, siltstone, sandstone, limestone, marl, gypsum, conglomerate (North Afghanistan - Katavaz Basin); sandstone, siltstone, conglomerate and gravelstone, acid and mafic volcanic rocks (Gerirud Basin)	Diabase, Diorite		
					Bartonian				
					Lutetian				
					Ypresian				
				Paleocene	Thanetian				
					Selandian				
					Danian				
			Cretaceous	Late	Maastrichtian	Sandstone, siltstone, clay, limestone, marl, conglomerate, gypsum (North Afghanistan); limestone (Middle Afghanistan); redstone, siltstone, conglomerate (Khashrud Tectonic Zone)			
					Campanian				
					Santonian				
					Coniacian				
					Turonian				
					Cenomanian				
				Early	Albian		Granodiorite, Granite, Red sandstone, conglomerate, siltstone, gypsum, clay	Shale, siltstone, sandstone, conglomerate, chert, limestone, greenstone, acid and mafic volcanic rocks	Limestone, marl, sandstone, conglomerate
					Aptian	Limestone, marl, sandstone, conglomerate			
					Barremian				
					Hauterivian				Sandstone, siltstone, limestone, marl
					Valanginian	Sandstone, siltstone, limestone, marl			
					Berriasian				


N/A
Phanerozoic
Mesozoic
Paleozoic
Jurassic
Triassic
Permian
Carboniferous
Devonian
Pridoli
Late
Middle
Early
Lopingian
Guadalupian
Cisuralian
Pennsylvanian
Mississippian
Tithonian
Kimmeridgian
Oxfordian
Callovian
Bathonian
Bajocian
Aalenian
Toarcian
Pliensbachian
Sinemurian
Hettangian
Rhaetian
Norian
Carnian
Ladinian
Anisian
Olenekian
Induan
Changhsingian
Wuchiapingian
Capitanian
Wordian
Roadian
Kungurian
Artinskian
Sakmarian
Asselian
Gzhelian
Kasimovian
Moscovian
Bashkirian
Serpukhovian
Viséan
Tournaisian
Famennian
Frasnian
Givetian
Eifelian
Emsian
Pragian
Lochkovian
Conglomerate, sandstone, siltstone, clay, limestone, gypsum (North Afghanistan); limestone, marl, sandstone, siltstone (Farakhrud Basin - Tithonian)
Sandstone, siltstone, clay, conglomerate, coal (North Afghanistan); limestone, marl, sandstone, shale, siltstone (Middle Afghanistan); sandstone, shale, siltstone, acid volcanic rocks (Kishmaran Tectonic Zone)
Granodiorite, Granosyenite, Granophyre, Granite
Limestone, dolomite, marl (Gelmend-Argandab Uplift); variegated sandstone, gravelstone, conglomerate, chert, acid and mafic volcanic rocks (North Afghanistan)
Limestone, dolomite, marl, conglomerate, sandstone, siltstone, shale, bauxite and bauxite-bearing rocks
Sandstone, siltstone, shale, mafic volcanic rocks
Limestone, dolomite, sandstone, siltstone
Sandstone, siltstone, mudstone, carbonaceous shale, limestone, marl, conglomerate, acid and mafic volcanic rocks (North Afghanistan); limestone, dolomite, marl (Kabul Massif and Kunar Tectonic Zone)
Redstone and variegated sandstone, siltstone, mudstone, conglomerate, gravelstone (NW Afghanistan); limestone, dolomite, sandstone, siltstone, shale, phyllite, mafic volcanic rocks, bauxite and bauxite-bearing rocks (Middle Afghanistan: Zuri and Kis
Limestone, schist, sandstone, conglomerate, siltstone, mafic volcanic rocks
Limestone, dolomite, marl, schist
Siltstone, sandstone, shale, conglomerate
Limestone, dolomite, conglomerate, chert, marl (Middle Afghanistan); limestone, sandstone, shale, conglomerate, chert, mafic volcanic rocks (Khashrud Tectonic Zone); limestone, dolomite (Kishmaran Tectonic Zone)
Acid and mafic volcanic rocks, sandstone, shale, siltstone
Limestone, marl
Dunite, Peridotite, Serpentinite
Limestone, shale, sandstone, mudstone, conglomerate

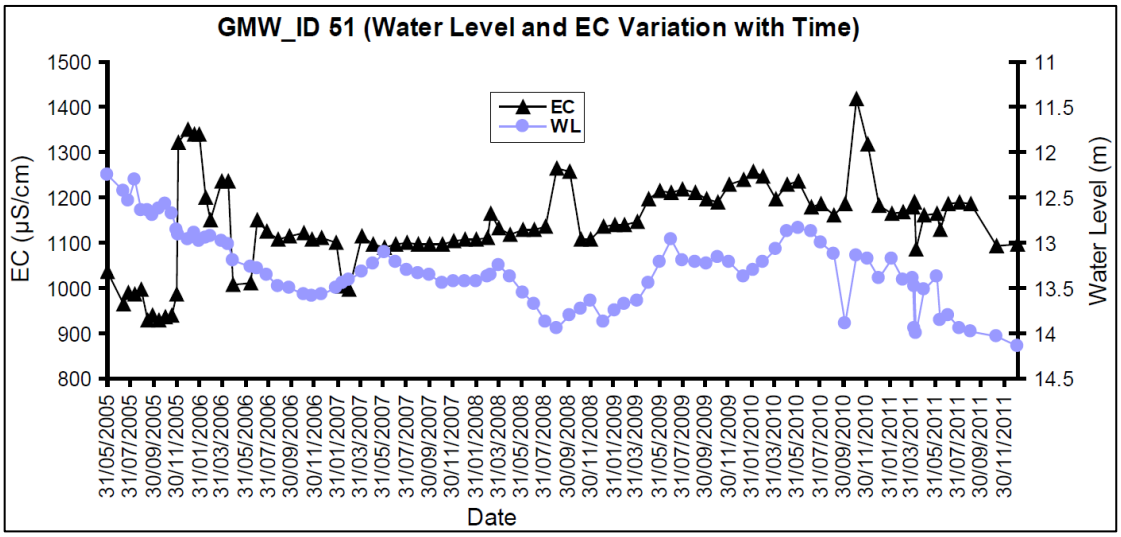
			Silurian	Ludlow	Ludfordian			
					Gorstian			
				Wenlock	Homerian			
					Sheinwoodian			
				Llandovery	Telychian			
					Aeronian			
					Rhuddanian			
			Ordovician	Late	Hirnantian	Sandstone, siltstone, shale (Lagar and Argandab Tectonic Zones); limestone, sandstone, siltstone, shale (Middle Afghanistan); shale, sandstone, chert (North Afghanistan)		
					Katian			
					Sandbian			
				Middle	Darriwilian			
					Dapingian			
				Early	Floian			
					Tremadocian			
			Cambrian	Furongian	Stage 10	Sandstone, siltstone, limestone, dolomite, mafic volcanic rocks		
					Jiangshanian			
					Paibian			
				Miaolingian	Guzhangian			
					Drumian			
					Wuliuan			
				Series 2	Stage 4			
					Stage 3			
				Terreneuvian	Stage 2			
					Fortunian			
brian	Proterozoic	Neoproterozoic	Ediacaran			Greenschist, metaterrigenous rocks, marble, dolomite, metavolcanic rocks	Gabbro, Metadiabase, Amphibolite, Diorite, Plagiogranite, Gneiss-granite, Granite, Plagiogranite	Gneiss-granite, Granite, Plagiogranite
			Cryogenian					
			Tonian					
		Mesoproterozoic	Stenian			Greenschist, gneiss, quartzite, marble, amphibolite		
			Ectasian					
			Calymmian					
		Paleoproterozoic	Statherian			Mica, biotite, biotite-amphibole, and garnet-biotite gneiss, plagiogneiss, migmatite, quartzite, marble, amphibolite		
			Orosirian					
			Rhyacian					
			Siderian					
	Archean	Neoarchean						
		Mesoarchean						
		Paleoarchean						
		Eoarchean						
	Hadean	Early Imbrian						
		Nectarian						
		Basin Groups						
		Cryptic						

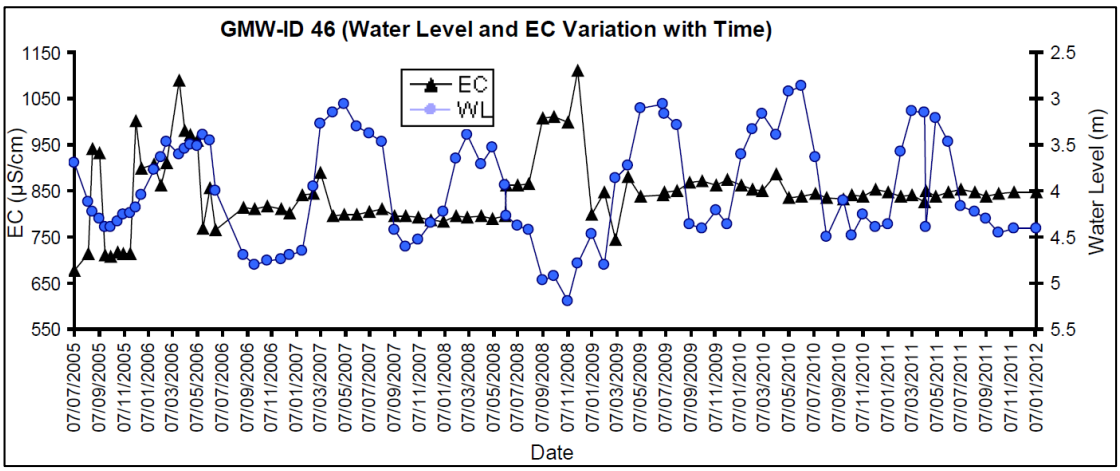
ضمیمه‌ی دو

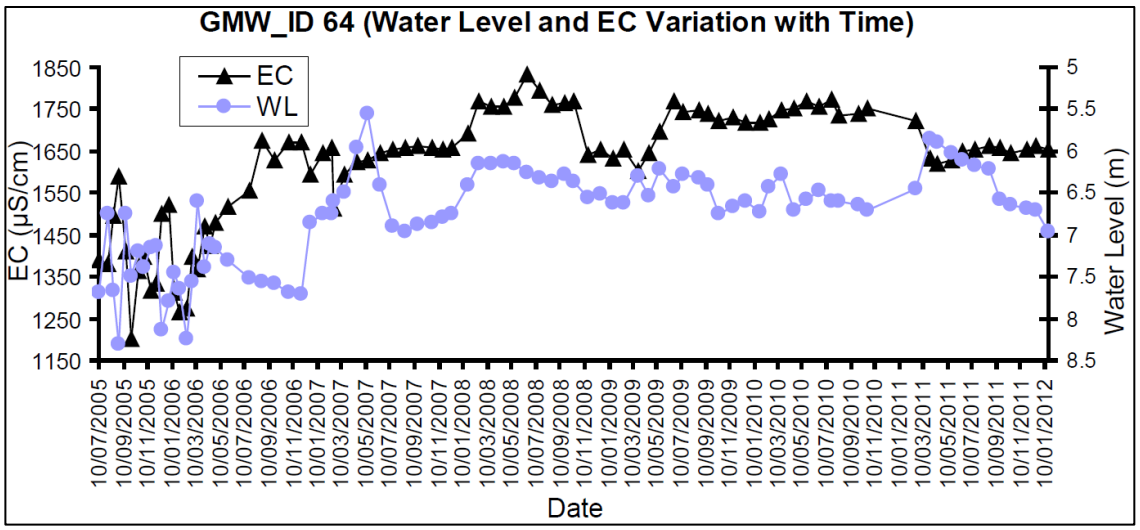
نمودارهای تغییرات سطح آب و هدایت الکتریکی در چاه‌های مورد آزمایش حوزه‌ی هری‌رود

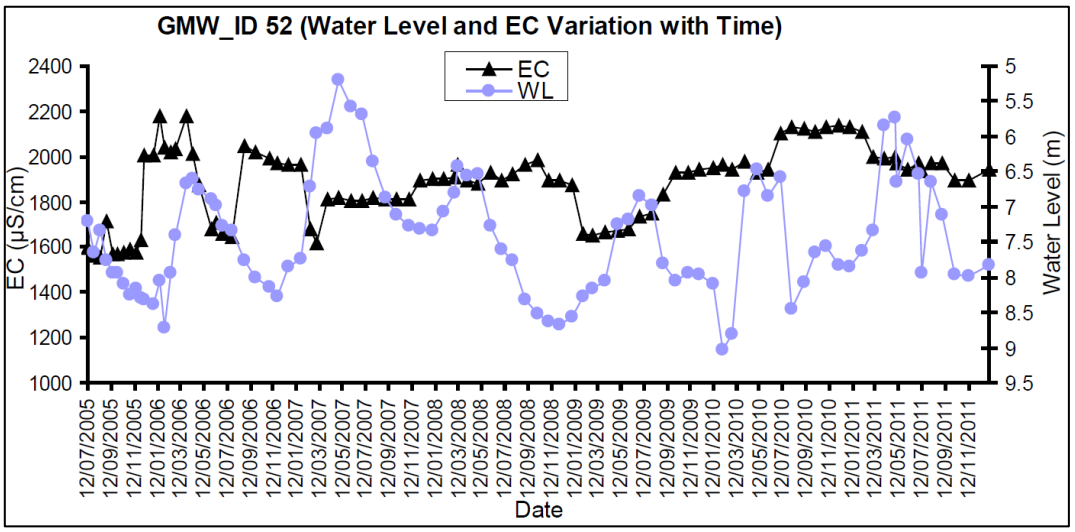
(DACCAR, 2013)

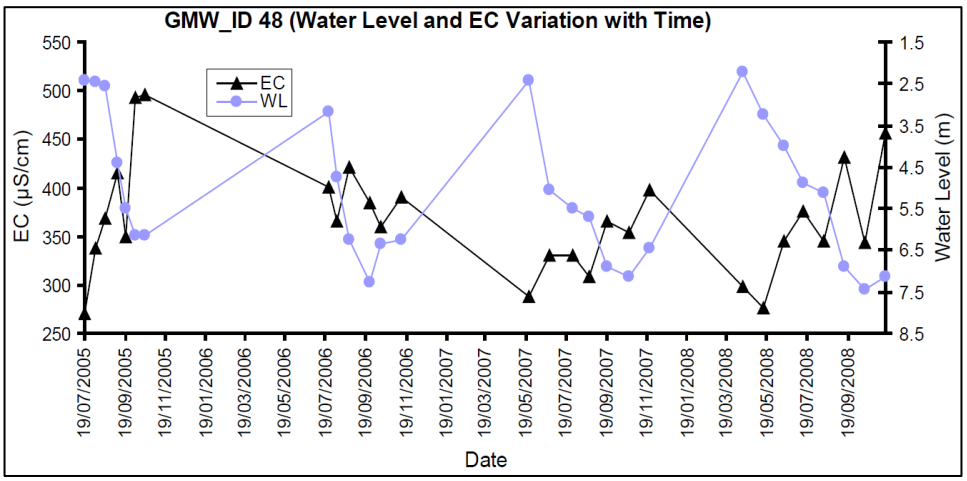
این نمودارها صرفاً جهت بررسی بیشتر منابع آب زیرزمینی حوزه‌ی هری‌رود، عیناً از گزارش موسسه‌ی داکار که توسط آقایان حسن صافی و احمد جاوید کوهستانی در سال ۲۰۱۳ تهیه شده است، برداشت شده و در ضمیمه‌ی این تحقیق گنجانده شده است.

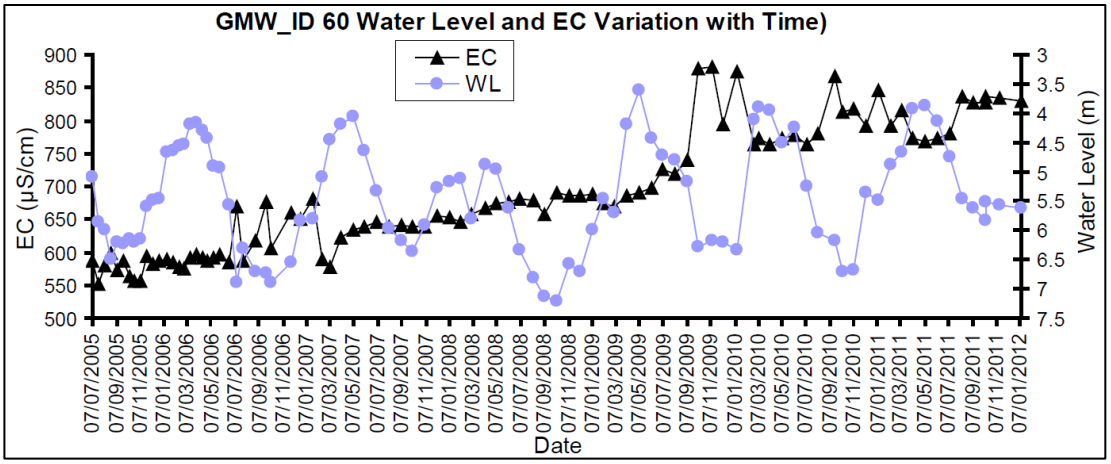


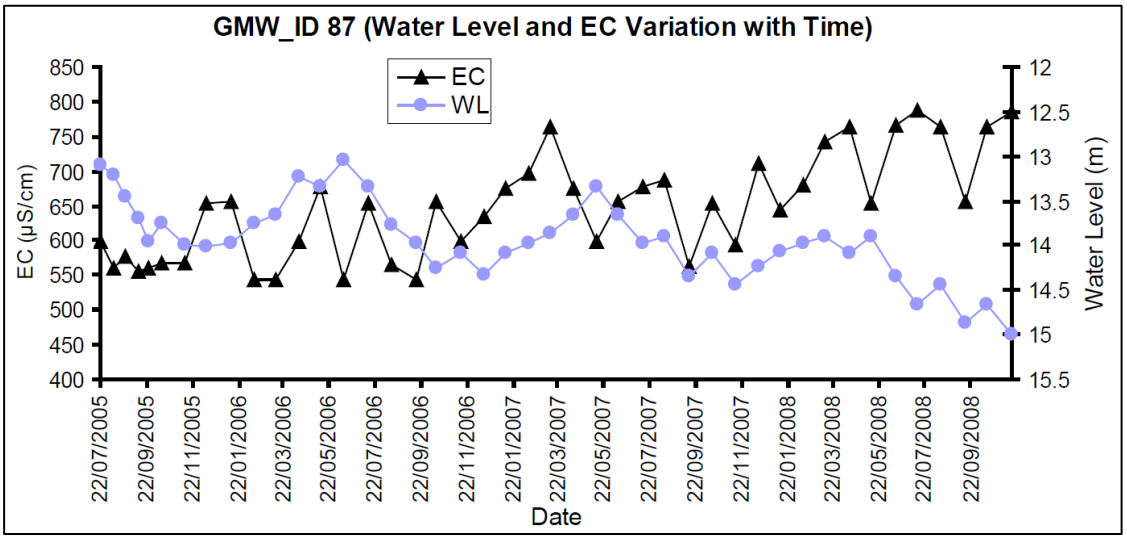


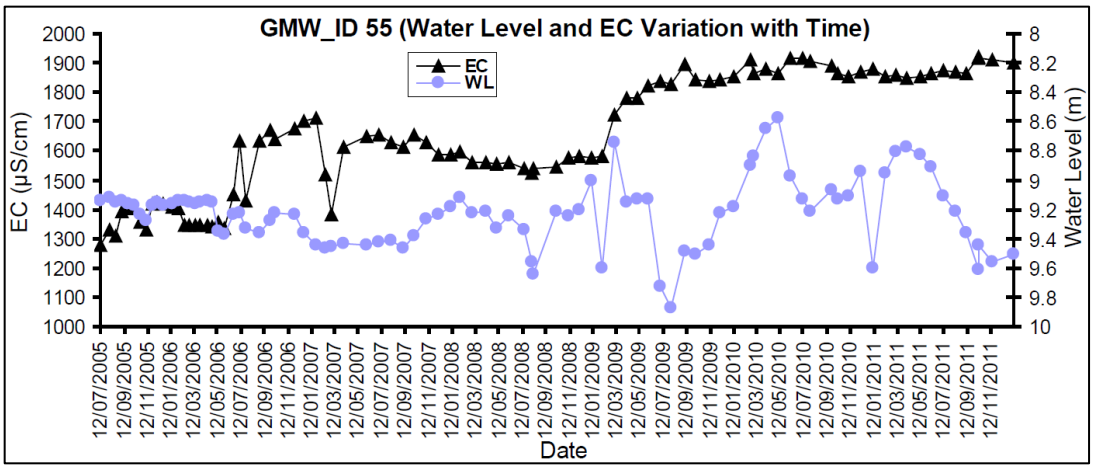

GMW_ID 64 (Water Level and EC Variation with Time)
EC
WL
EC (µS/cm)
Water Level (m)
Date

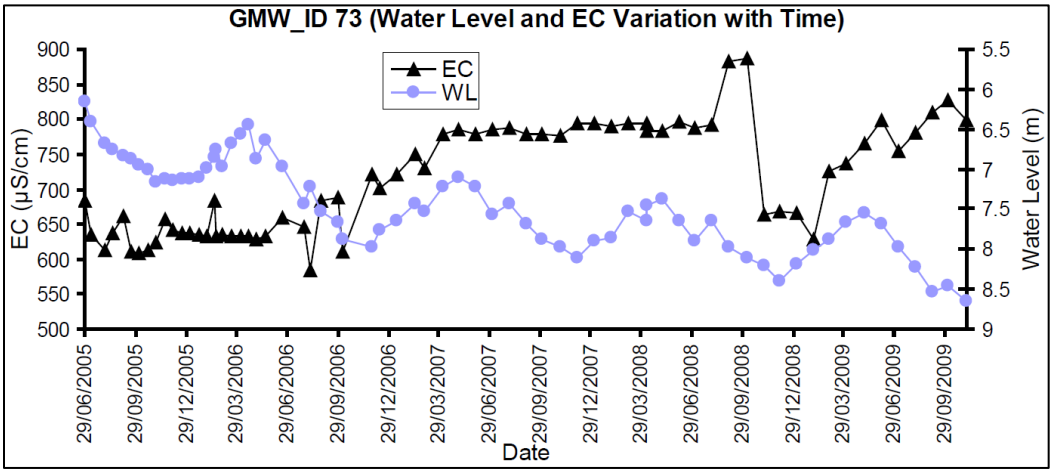

GMW_ID 52 (Water Level and EC Variation with Time)
EC
WL
EC (µS/cm)
Water Level (m)
Date

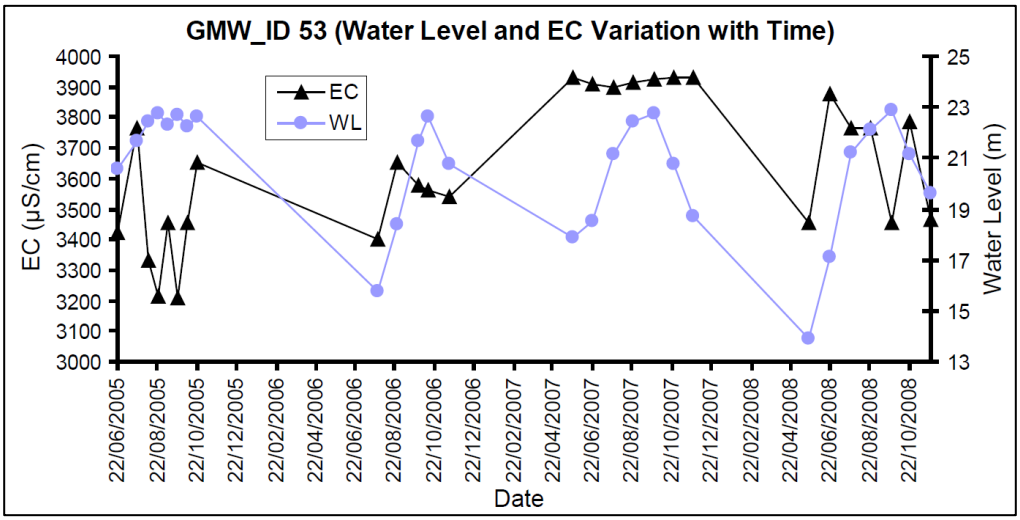

GMW_ID 48 (Water Level and EC Variation with Time)
EC
WL
EC (µS/cm)
Water Level (m)
Date

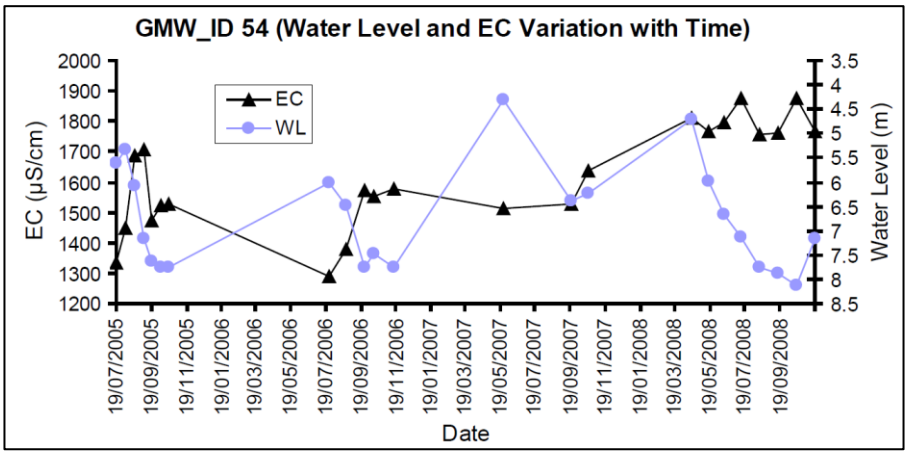

GMW_ID 60 Water Level and EC Variation with Time)
EC
WL
EC (µS/cm)
Water Level (m)
Date


GMW_ID 87 (Water Level and EC Variation with Time)
EC
WL
EC (µS/cm)
Water Level (m)
Date


GMW_ID 55 (Water Level and EC Variation with Time)
EC
WL
EC (µS/cm)
Water Level (m)
Date


GMW_ID 73 (Water Level and EC Variation with Time)
EC
WL
EC (µS/cm)
Water Level (m)
Date


GMW_ID 53 (Water Level and EC Variation with Time)
EC
WL
EC (µS/cm)
Water Level (m)
Date


GMW_ID 54 (Water Level and EC Variation with Time)
EC
WL
EC (µS/cm)
Water Level (m)
Date

درباره‌ی نویسنده

سیدعلی حسینی فرزند سید احمد شاه در ولسوالی انجیل ولایت هرات در سال ۱۳۵۳ در یک خانواده‌ی زراعت‌پیشه چشم به جهان گشود. با شروع جهاد مردم افغانستان علیه ارتش سرخ شوروی و بمباردمان قریه و تخریب منزل‌شان، خانواده تصمیم به مهاجرت به جمهوری اسلامی ایران را گرفته و وی نیز همراه با خانواده، در شهر مشهد مقیم گردید. تحصیلات ابتدایی و ثانویه‌ی خود را در مشهد به پایان برده و در سال ۱۳۷۲ از طریق کانکور سراسری در دانشگاه صنعتی شاهرود در رشته‌ی زمین‌شناسی تحصیلات عالی خود را آغاز نموده و در سال ۱۳۷۶ از دوره لیسانس فارغ گردید. پس از آن در یکی از مدارس مخصوص مهاجرین در شهر مشهد به عنوان معلم مشغول به تدریس برای مهاجرین بدون مدرک (که اجازه تحصیل در مدارس ایرانی را نداشتند) شد. در سال ۱۳۸۱ تحصیلات دوره‌ی فوق لیسانس(ماستری) خود را در دانشگاه فردوسی مشهد در رشته‌ی زمین‌شناسی مهندسی (Engineering Geology) آغاز نمود و در سال ۱۳۸۳ از این دانشگاه فارغ گردید. در حین تحصیل در دوره‌ی ماستری، در پروژه‌های مختلف با شرکت‌های متعدد مشاور منابع آب و بندسازی در ایران و افغانستان همکاری نزدیک داشته است. این تجربه باعث گردید که دوره‌ی تحصیل ماستری همراه با کار تخصصی در شرکت‌های مختلف همراه گردد. پس از فراغت از دوره‌ی ماستری به کشور بازگشته و یک شرکت مهندسی مشاور در امور منابع آب و بندسازی همراه با تنی چند از مهندسان کشور به ثبت رساند و شروع به فعالیت‌های مهندسی در داخل کشور نمود.

جهت استفاده از ابزارها و تکنیک‌های جدید در امور زمین‌شناسی و منابع آب، وی دوره‌های آموزشی مختلف سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای (GIS & RS) را در ایران و جرمنی گذرانده است. همچنین یک دوره‌ی آموزشی را نیز برای کارمندان محترم وزارت انرژی و آب برگزار نموده است. تا کنون از وی چندین مقاله‌ی تخصصی در زمینه‌ی بندسازی و منابع آب در مجلات و کنفرانس‌های بین‌المللی خارجی به چاپ رسیده است.

Harirud

A study of the Basin

Summary

Afghanistan is a landlocked country which is being located in the semi-dry part of the globe. 75 per cent of this country is mountainous, in which create the fountainhead of important rivers, including Axos, Kabul, Helmand, Morghab and Harirud. According to ministry of water and power, Afghanistan has five main basins including, Kabul, Axos, Helmand, North and Harirud-Morghab, which is shaped of 42 sub-basins, that only the North Basin is counted as internal basin and four others are the joint basin with other neighboring countries. Based on the studies of UNFAO in 1996, there has been production of water in Afghanistan with the amount of 84 billion cubic meter; but unfortunately, based on the data of ministry of water and power, the amount of water production in 2018 decreased to 49 billion cubic meters.

Harirud is the westernmost basin of the country which is being joint between three countries, Afghanistan, Iran and Turkmenistan. The fountainhead of this river if the central parts of afghansitan and with passing through cities of Firoozkoh and Herat and with composing the border of Iran and Afghanistan; and Iran and Turkmenistan, it goes to the Turkmenistan and is hidden in the sandstones of Qaraghom.

The total space of this basin is 112200 square The population inhabited in the whole basin is about 5417000, in which 32 per cent of that belongs to Afghanistan, 64 per cent for Iran and only 3 per cent for Turkmenistan.

The population inhabited in the whole basin is about 5417000, in which 32 per cent of that belongs to Afghanistan, 64 per cent for Iran and only 3 per cent for Turkmenistan.

The amount of raining is variable from 134 to 263 Mm in Afghanistan and the average of raining in Iran is reported 218 Mm. The most amount of raining in Harirud Afghanistan is in the Herat Station, in March about 58 Mm and in Iran is around Mashad, in March about 55 Mm.

The water needs of the regions include: agriculture, drinking, crafts and the environment, that due to gradual increase of the population and life style transmission, this need has been increased. Based on the master plan of Harirud basin the total water needs of Harirud basin in Afghanistan for 2015 was about 5665 Million Cubic meter, in which this amount will increase to 6276 million cubic meter by 2045.

Agriculture in Harirud Afghanistan`s basin includes 225852 acres of irrigated lands and 268183 acres of rain feed lands. Based on the forecasting of master plan the acres which need water will increase to 477000 by 2045.

The watering of Harirud river in a comparison of the old (1962-1980) and new (2009 to the present), base on the eleven hydrometric stations that have been installed on the basin, shows a considerable decrease of water. With consider to the issue that at the result of insecurity in country, there were no development in agricultural and industrial sector between 1980-2009, therefor the most important reason of the water decrease is the climate change and the human factor does not have any effect on the decrease of water in this regard. Global studies on the statues of the basins show that Harirud basin is the fourth most challenging water basin of the world. The

amount of renewable waters of the Harirud-Morghab basin is about 407 cubic meter, that based on the universal indexes like Falcon Mark, Harirud basin is under the intense water tension.

The underground water has been investigated, in short by FAO (1996), UHL and Taheri (2003), ADB (2005) and Shiladia (2014). The results of these studies are general and do not determine the beds of the underground water. The underground water of the region are mostly used by wells (713), fountains (723), and Canals (232) for drinking and agriculture. A comparison of the qualitative investigation on the underground water of the region with the global standards like World Health Program shows that there are no problems for the underground water of the region and they are drinkable.

Controling and saving of the surface water of the Harirud basin has been considered by building dams like Salma and Kabgan, that has been stopped due to wars. After fall of Taliban and starting of a new political system, these projects have been restarted. Fortunately, the project of Salma dam started to exploit. And the Pashdan dams are under building and the Kabgan and Tirpul dams are under study.

The Harirud basin in Iran is called Qaraghom and sometimes Sarakhs basin. A number of important rivers including the Kashfrood, Jamrood and Rosrood, are falling from Iran`s part to Border Harirud. And some rivers including Qara Tikan, ChahChaheh, Darongar and… getting directly into Turkmenistan and join to Harirud there.

Agriculture in Qaraghom basin is mainly in forms of irrigated and rain feed. And has its development every year. More than 314000 agricultural acres exist in this basin currently.

Surface water of the Qaraghom basin is measured with the 45 hydrometric station which is installed on the rivers of the basin. Long-term average of the water production in the Qaraghom basin is 3027 m cubic meter and between 2015-2016 is reported about 1434 m cubic meter. Based on the Faclon Mark the water per capita for each person will be 861.7 cubic meter by 2025.

Underground water of Qaraghom basin has 11 small and big underground water reservoir in which the biggest one belongs to the desert of Mashad. Collectively 2453 m cubic meter of the underground water of the Qaraghom basin has been taken out by 4637 semi-deep wells, 5987 very deep wells, 2780 fountains and 2063 canals between 2012-2013. 82.7 per cent of this amount used for agriculture, 13.7 per cent for crafts and only 3.6 per cent of that used for drinking goals. Overtaking from underground water caused declining of the underground water in all the region yearly.

The joint underground water reservoirs between Afghanistan and Iran are including the Aq Darband (170 square Km) underground water reservoir, Fariman-Torbat Jam (2802 square Km), Taibaad (1159 square Km) and Korat (411 square Km). as well as the Jenat Abad-Saleh Abad (396 square Km) underground water reservoir is shared between Afghanistan, Iran and Turkmenistan.

Control of the surface water of the Qaraghom basin is done with building multiple dams by Iran. About 40 dams are under exploitation, building or study in Qaraghom basin. Also a number of artificial feeding projects for consolidating of the underground water reservoirs have been conducted in the Qaraghom basin. Building a uniletral dam of friendship on the border Harirud without informing Afghanistan as the main provider of the Harirud,

is a sample of the dams that has been built on the basin. It is mentionable that the ministries of water and power and foreign affairs of Afghanistan in that time sent a vigorous objection and warned about the consequences of this water dam without informing Afghanistan. The expanded programs of controlling the water of Qaraghom caused lack of water falling to the border Harirud and this caused the that Afghanistan must provide this need. While we should not spare the part of Iran in providing the amount of water for border Harirud. With regard to the issue that a biggest part of Harirud is in Iran, this country must take part in providing water for border Harirud that will go to Turkmenistan at last.

Historical studies show that Herat was the main user of the Harirud water from far past and only at the time of floods only the overloaded water would be open to the regions of Sarakhs and Turkmenistan. For this reason, the agricultural system in the lower land of Herat was rain feed model. Inhabitants of Herat from Far past have created a network of irrigation through canals for using of the Harirud water that was renown as Bolokat-e-Herat[16], which is still usable.

Need for development exist in every country and Afghanistan is not an exception. Water is the principle of development for countries like Afghanistan that is mainly based on the agriculture. There are so many potentials in Harirud basin for agricultural and industrial development. By changing these potentials to actuals with a strong will, the need for water in the region will increase and we can say not only we will not have any surplus water in the Harirud, but the basin will face a lack of water. Therefore,

[16]: Herat Blocks.

Afghanistan should think of transmitting water intra-basin to resolve the lack of water in Harirud.

There are 286 shared basins in the world that the method of picking water from them caused conflicts among different countries. Generally, Countries tend to resolve their water conflicts through bilateral of multilateral negotiations. Due to request for water in these days, is caused of entering water issues to the security discussions in some countries, particularly countries which are located in the dry or semi-dry parts of the globe. So the countries try to use other factors in their water negotiations like gifting some encouraging, or using threatens to use from water. For resolving water conflicts in the regions, multiple commissions and rules have been developed that no one of them is compulsory and countries can joint anyone of them based on their own desire. The most important of these regulations are the Helsinki rules (1966), Helsinki convection (1992) and UN convection on Non-shipping usage of the international waterways (1997) and the regulation of water resources in Berlin (2004).