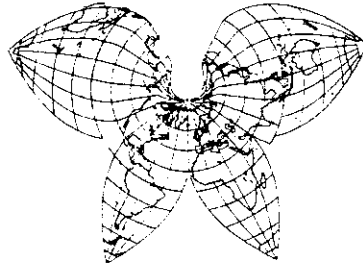


# آب‌های

# شیرین جهان

نیروز، امروز، فردا



## ترجمه: سیاوش شایان

از رینر گلر، انستیتو جغرافیای -  
طبیعی دانشگاه فرایبورگ نقل از:  
بولتن جغرافیای گاربردی و توسعه، انستیتو  
همکار بهای علمی توینگن آلمان فدرال، ۱۹۸۳ (۱)

## مقدمه:

هوا و آب دو موهبت الهی هستند که حیات گیاهان، جانوران و انسان مستقیم یا غیر - مستقیم بدانها وابسته است. مقدار آبهای شیرین جهان محدود است ولی وابستگی جانداران بدان بسیار نامحدود، بنابراین شایسته است ابتدا میزان و کیفیت این منبع حیات بخش را مشخص کرده سپس سعی کنیم تا از آن بطور شایسته استفاده کنیم، از اسراف بیهوشیم و برای استفاده خود در آینده برنامه ریزی کنیم و بفکر آیندگان باشیم تا گهران معنی نشده باشد.

انتخاب این مقاله و ترجمه آن بدین علت صورت گرفت که نویسنده ابتدا آبهای گل جهان را به خواننده معرفی میکند و سپس به آبهای شیرین که مقدار آن کم  $2/5\%$  کل آبهای جهان و تمام این مقدار نیز در حال حاضر قابل استفاده نیست می‌پردازد و با ارائه جداول، شواهد و اشکال سعی بر آن دارد تا اعمال بشر را بر این منبع بزرگ حیات بخش به چشم وی بکشد و او را مجبور سازد در قدمهایی که برای استفاده از آبهای شیرین بر میدارد اندیشمندانه تر پیش رود.

مترجم

رسم از بالا شکل کره‌ای از آب به نظر می‌رسد. اقیانوسها  $71\%$  سطح زمین را اشغال می‌کنند و سطح قطبی و خجالبهای کوهستانی  $3/18\%$  آن را به خود اختصاص داده‌اند. اگر مقدار کمی را که در باجه‌های داخل خشکی‌ها انفعال کرده‌اند ( $0/4\%$  یا  $2/558 -$  میلیون کیلومتر مربع) به ارقام فوق اضافه کنیم، فقط  $\frac{1}{4}$  کل سطح زمین را بصورت خشکی خواهیم یافت که رودها و باطلاف‌ساز در داخل آن فرار دارند. (به شکل ۱ مراجعه کنید).

حجم آبی که در جهان وجود دارد می‌تواند تمام سطح کره زمین را تا لایه‌ای به عمق  $2718$  متر سیواند. در طول تاریخ زمین، در نتیجه حرکات تکتونیکی و طی مراحل طبیعی زمین سواخی بست و مرتفع بطور بی‌قاعده و نامنظم بر روی پوسته حامد ساره ما پراکنده شده‌اند و این باعث شده که چنین لایه آبی موجود شاید، اگر از این نقطه نظر به مسئله بگرم، بس روی‌ها و پهنروی‌های مناسب دریاها در طی میلیونها سال تاریخ زمین، اعمالی طبیعی و توحیه - پذیر به نظر خواهند آمد.

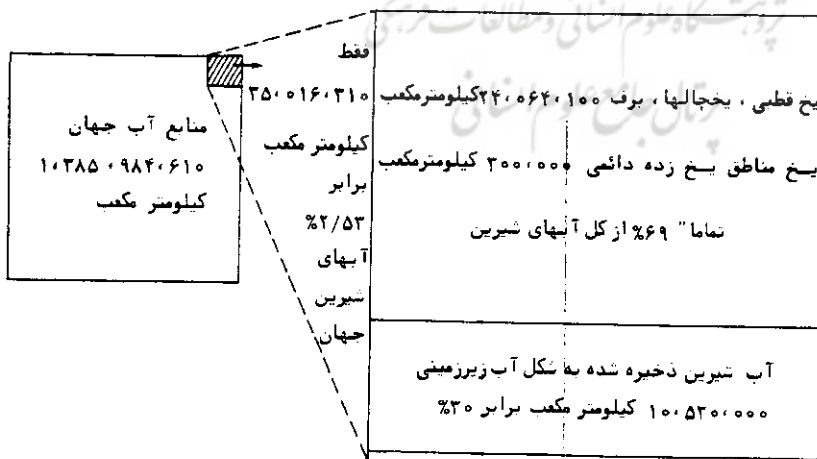
از کل آبهای جهان (جدول شماره ۱)  $1338$  میلیارد مترمکعب یا  $96/5\%$  آن در اقیانوسها انباشته شده‌اند و خشکی‌ها فقط  $4709710710$  کیلومترمکعب یا  $3/5\%$  را خود اختصاص داده‌اند. آبی که در خشکی‌ها وجود دارد کم و بیش بصورت مساوی بین آبهای جاری سطحی و آب زیرزمینی تقسیم شده است، اگر تمام آبهای درون خشکی‌ها در سطح آنها بخش میشد لایه آبی به ارتفاع

جدول شماره ۱ - منابع آب جهان ( نقل از کتاب تعادل آب در جهان و منابع آب کره زمین )

چاپ ۱۹۷۴ لنینگراد بزبان روسی صفحه ۴۷

درصد منابع نسبت به :		عمق لایه به متر	حجم آب به کیلومتر مکعب	مساحت به کیلومتر مربع	منبع آب
کل منابع	منابع آب شیرین				
-	۹۶/۵	۳۰۲۰۰	۱۰۳۳۸۰۰۰۰۰۰۰	۳۶۱۰۲۰۰۰۰۰۰	اقیانوسهای جهان
-	۳/۵	۳۲۲	۴۷۰۹۷۱۰۷۱۰	۱۴۸۰۸۰۰۰۰۰۰	کل خشکیها
-	۱/۷	۱۷۴	(۱) ۲۳۴۰۴۰۰۰۰۰۰	۱۳۴۰۸۰۰۰۰۰۰	آبهای زیرزمینی ( آبهای شیرینی که بر اثر جاذبه زمین به خاک نفوذ کرده اند )
۳۰/۱	۰/۷۶	۷۸	۱۰۰۵۳۰۰۰۰۰	۱۳۴۰۸۰۰۰۰۰۰	آبهای شیرین
۰/۰۵	۰/۰۰۱	۰/۲	۱۶۰۵۰۰	۸۲۰۰۰۰۰۰۰۰	رطوبت خاک
۶۸/۷	۱/۷۴	۱/۴۸۳	۲۴۰۰۶۴۰۱۰۰	۱۶۰۲۳۲۰۵۰۰	یخ قطبی ، برف یخچالها
۶۱/۷	۱/۵۶	۱۰۵۴۵	۲۱۰۶۰۰۰۰۰۰۰	۱۳۰۹۸۰۰۰۰۰۰	در قطب جنوب
۶/۶۸	۰/۱۷	۱۰۲۹۸	۲۰۳۴۰۰۰۰۰۰	۱۰۸۰۲۰۴۰۰	گروئولند
۰/۲۴	۰/۰۰۱۶	۳۶۹	۸۳۰۵۰۰	۲۲۶۰۱۰۰	جزایر قطب شمال
۰/۱۲	۰/۰۰۳	۱۸۱	۴۰۰۶۰۰	۲۲۴۰۰۰۰	کوهستانها
۰/۸۶	۰/۰۲۲	۱۴	۳۰۰۰۰۰۰	۲۱۰۰۰۰۰۰۰۰	یخ زمینهای یخ بسته
۰/۲۶	۰/۰۰۷	۷۳/۶	۹۱۰۰۰۰	۱۰۲۳۶۰۴۰۰	دریاچههای شیرین
-	۰/۰۰۶	۱۰۳/۸	۸۵۰۴۰۰	۸۲۲۰۳۰۰	دریاچههای شور
۰/۰۳	۰/۰۰۰۸	۴/۲۸	۱۱۰۴۷۰	۲۰۶۸۲۰۶۰۰	زمینهای باطلاتی
۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۲	۰/۰۱۴	۲۰۱۲۰	۱۴۸۰۸۰۰۰۰۰۰۰	آبهای جاری ( رودها )
۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۱۰۱۲۰	۵۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	آبهای زیستی
۰/۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۲۵	۱۲۰۹۰۰	۵۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	آب موجود در اتمسفر

(۱) - این رقم شامل منابع آب زیرزمینی قطب جنوب که مقدار آن ۲ میلیون کیلومتر مکعب برآورد شده و ۱ میلیون کیلومتر مکعب آن آب شیرین است ، نمی باشد .



شکل شماره ۱ - مقدار آبهای شیرین جهان و انواع آن

آب اتمسفری ۱۲۰۹۰۰ کیلو  
متر مکعب یا ۰/۰۴% از کل  
منابع آبهای شیرین یا ۰/۰۰۱  
% کل منابع آب جهان

آب درون رودها ، دریاچهها ، آب زیستی ۱۰۵۰۷۱۰ کیلومتر مکعب  
برابر با ۳% کل آبهای شیرین یا ۰/۰۰۸% کل آبهای جهان

۲۲۲ متر روی قاره‌ها را میپوشانید . حال آنکه عمق متوسط اقیانوسها ۳۷۰۰ متر است .

به اعداد مربوط به حجم آبهای زیرزمینی اطمینان چندانی نمیتوان داشت در حوالی سال ۱۹۷۰ برآورد شد (بوسیله کالر) که ۴ میلیون متر مکعب از آبهای زیرزمینی تا اعماق ۸۰۰ متری قرار گرفته‌اند ، بعلاوه شرایط خاص آب ، آبهای تا این عمق از لحاظ اقتصادی و اکولوژیکی قابل استفاده است ، ۴ میلیون کیلومتر مکعب دیگر از آبهای زیرزمینی در اعماق پائین تر اساتته شده‌اند ، با در نظر گرفتن اینکه درجه حرارت قسمت های درونی زمین بیشتر است ، در مقیاسهای محلی و ناحیه‌ای این آبها میتواند منابع تولید حرارت باشند ، کل حجم آبهای سواخی عمیق‌تر در حال حاضر ۸ میلیون کیلومتر مکعب برآورد شده‌است .

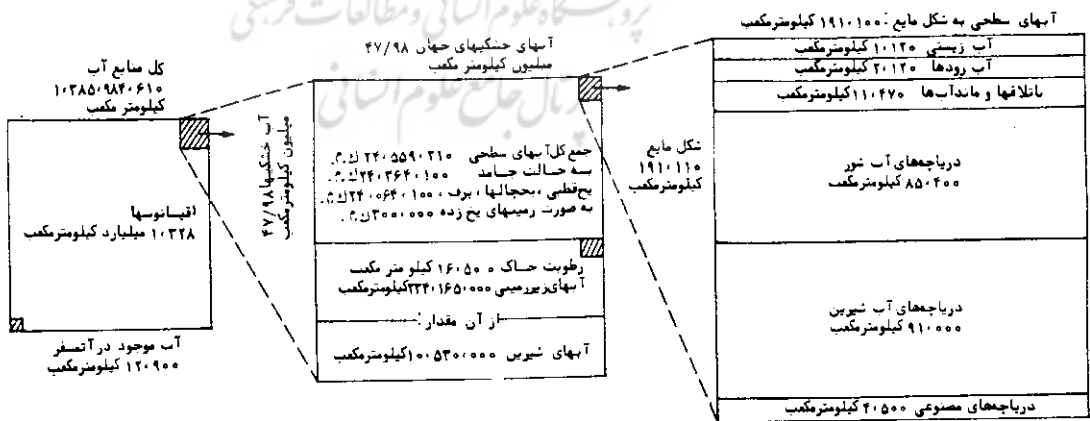
### نسبت آب شیرین

آب شیرین فقط در خشکیها و جزایر یافت می‌شود ، از آب خشکیها فقط ۷۲٪ یا ۲/۵۲٪ از آبهای جهان آب شیرین است . از کل آبهای زمین (۱۳۸۶ میلیارد کیلومتر مکعب) ، فقط ۳۵ میلیون کیلومتر مکعب آن آب شیرین است ( در مورد اعداد به جدول ۱ - رجوع کنید ) .

طبیعت برای حفظ آبهای ارزشمند و حیاتی شیرین به بشرت نکه ندارد ، قسمت اعظم آبهای شیرین جهان (۶۹/۸۶٪) شکل یخ قطبی و یخچالهای کوهستانی و یخ دائما " محمد شمال کانادا و اتحاد جماهیر شوروی بحال اجماع می‌باشد ، چنانچه ۲۶۰۰۶۳۱ میلیون کیلومتر مکعب از سطح زمین یخ بسته و ۲۰۰۰۰۰۰۰ کیلومتر مکعب (۸۶٪) آب شیرین شکل حاکهای دائما " یخ زده در ریزر سطح زمین قرار گرفته‌اند . ( به شکل ۲ مراجعه کنید ) .

مسح بزرگ دیگر آب شیرین را آبهای زیرزمینی تشکیل میدهند ، از رقم ۲۳/۴ میلیون کیلومتر مکعب آبهای زیرزمینی ، ۱۰/۵۲ - میلیون متر مکعب آب شیرین است این رقم آبهای ذخیره شده در فطب حبوب را که سعی از آن آب شیرین است ، شامل نمی‌شود ، در مورد مقدار و عمق آبهای زیر زمینی هنوز اطلاعات زیادی در دسترس نیست ، فقط می‌توانیم مقدار آبهای شیر و شیرین را برآورد کنیم آبهای زیرزمینی سردیک به سطح زمین که قسمت اعظم آب مورد نیاز را تا من می‌کند بیشتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند منابع بزرگ آب شیرینی که در دسته آبهای زیر زمینی قرار دارند ، فقط تا حد بعضی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرند اغلب این آبها در اعماق زیاد قرار دارند بطوریکه استخراج آنها گران تمام می‌شود ، این آب در چرخه بارندگی ، جاری شدن و تسخیر وارد نمی‌شود اما مورد استفاده قرار میگیرد و سرور زمان رو به انقاص می‌رود .

اغلب این آبهای زیرزمینی بین ۲۰ تا ۵۰ هزار سال قبل شکل گرفته‌اند حال آنکه بعضی از آنها در بیش از ۱۰۰ هزار سال قبل بوجود آمده‌اند ، اگر این منابع مورد استفاده قرار گیرند در شرایط حوی کسبی های آنها بر نخواهد شد و استفاده از آنها باعث پائین رفتن سطح آبهای زیر زمینی می‌شود و بدسالت آن هر سه‌های استخراج افزایش خواهد یافت ، تحمیل این وضعیت مصالح اکولوژیکی این مناطق را بحظر اسداخته و دوام اقتصادی آنها را محدود می‌سازد ، بعلاوه اینکه مایع آب شیرین زیرزمینی دورتر از مراکز عمده تقاضا قرار گرفته‌اند مورد استفاده صرفانه کتر قرار می‌گیرند ، سرگرتین منبع آبهای شیرین زیرزمینی از لحاظ حجمی در ریزر منطقه صحرا ( Sahara ) قرار گرفته است ، این منبع بزرگ بیش از ۲۰۰۰۰۰۰۰ سال قبل به هنگام زوال عصر یخبندان و غلظه آب و هوای بارانی بر منطقه صحرای امروروی ایجاد شده‌است ، در این عصر مقادیر فراوانی از آبهای حنکی‌های زمین در طول حداقل ۶



شکل شماره ۲ - منابع آب جهان

عصر یخندان صورت صفحات عظیم یخی درآمدند بطوریکه سطح آب دریاها و اقیانوسها ۲۰۰ متر از سطح کنونی پایین تر رفت. اگر یخ مناطق قطب جنوب و سایر خشکی‌ها ذوب گردد، سطح آب دریاها و اقیانوسها حدود ۵۰ متر افزایش خواهد یافت و مناطق پست بسیاری زیر آب قرار خواهد گرفت. پراکندگی خشکی و آب در سطح زمین نیز بر چرخه ریزش‌های حوی، جاری شدن و تسخیر اثر میگذارد.

مراحل ذکر شده فوق که در ساحت چهره زمین مؤثر بوده‌اند و مراحل مختلف تغییر طبیعی و اقلیمی، باعث تغییرات درازمدت در پراکندگی آب بر روی خشکی‌ها و اقیانوسها شده‌اند، اگر چه از تأثیرات بشر نیز بی‌سره نبوده‌اند. استفاده و دخل و تصرف در منابع آب را بوسیله بشریت با استانداردهای امروزی میتوان مورد چشم پوشی قرار داد. هنوز هم آب شیرین بصورتی که مورد لزوم است چه از لحاظ کمی و چه کیفی در زمان مورد نظر در دسترس قرار نمی‌گیرد. علاوه بر نیز از رودخانه‌ها و دریاچه‌ها و آبهای زیر-زمینی نزدیک سطح زمین که ضعف ترین عناصر چرخه آب در طبیعت به شمار میروند اطلاعاتی کسب کرده است.

دریاچه‌ها، باطلاحها و رودها و حوضیه‌ها همراه با ابرها و ریزشهای جوی نمودهایی از چرخه آب در طبیعت هستند. رویش‌های گیاهی، دیگر نمود قابل رویت شمار می‌روند که آب مورد نیاز خویش را از لایه‌های فوقانی خاک و سنگها بدست می‌آورند. آب شیرین بشکل مایع در سطح زمین فقط ۰/۳٪ از منابع آب شیرین را تشکیل می‌دهد که بیش از ۰/۰۰۸٪ از کل آبهای جهان است. در تمام دسا از هر ۱۰۰۰۰۰ متر مکعب آبی که در رودها و باطلاحها و دریاچه‌ها وجود دارد فقط ۱ متر مکعب آن آب شیرین است. ۱۹۱۰۰۰۰ کیلومتر مکعب از آبهای سطح رسی بشکل مایع در فاره‌ها جای گرفته‌اند که از این مقدار ۹۲/۲٪ یا ۱۷۶۰۴۰۰ - کیلومتر مکعب آن در دریاچه‌های جهان جای گرفته‌اند که نصف آن آب شیرین و نیم دیگر آب شور است. مساحت دریاچه‌های روی زمین تقریباً برابر مساحت مناطق پوشیده از یخ در دسیا یعنی گروئنلند و جزایر قطب شمال است. اما حجم آبی که در این یخ‌ها وجود دارد از آب دریاچه‌های جهان ۱۲ برابر بیشتر است. بعد از دریاچه‌ها مرداب‌ها و لجن‌زارها و باطلاحها که مساحتشان بیش از دریاچه‌ها است بزرگترین حجم آب (۱۱۰۷۴۰ کیلومتر - مکعب) را به خود اختصاص داده‌اند. در طول تاریخ آبهای جاری بیش از دریاچه‌ها برای بشریت اهمیت داشته‌اند ولی آنها فقط ۲۰۱۲۰ کیلومتر مکعب یا ۰/۰۰۶٪ کل آبهای شیرین جهان را در بر می‌گیرند. فراوانی آب در رودهای جهان فقط بدان علت بیشتر چشم می‌خورد که رودخانه‌ها آشکارا در جریان چرخه آب در طبیعت قرار دارند. آبی که در رودها جاری است در هر سال چند بار وارد چرخه، سطحی آب می‌شود. نوع دیگر آنها

آبهای رستنی هستند یعنی آبی که باید گفت بوسیله پوشش‌های گیاهی و زندگی جانوری در روی زمین جذب می‌شود و ۵۰٪ کل آبهای جاری را در بر می‌گیرد. از لحاظ جمعی آبهای رستنی کوچکترین بخش منابع آبهای جهان بشمار می‌آیند و سواى اثرات تعیین کننده خویش دارای نقش مثبت در طبیعت هستند زیرا هیچگاه دخالت بشر در حجم کلی آبهای جهان تغییر ایجاد نمی‌کند و فقط در مکان و زمان پراکندگی آن تغییر می‌دهد.

### چرخه آب در طبیعت

مطالب ما تا اینجا بیشتر در مورد "مساع آب" بود تا "نهنه‌های آب".

آب دحیره نمی‌شود بلکه مداوماً در حال جریان است. یخچانها که بدان‌ها "یخ مرده" گفته می‌شود دیر یا زود دوبنده و بالاخره نابدید میگردد. آب زیرزمینی نیز جریان دارد، اگر چه حرکت آن کند است. در مورد اینکه آبهای زیرزمینی در چه محلها و اعماقی متمرکز شده‌اند بحثی میتوان اطلاعاتی کسب کرد. س گذشت میلیونها سال ممکن است این آب زیرزمینی ساکن در چرخه آب در طبیعت مشارکت جوید. چرخه آب در طبیعت این اطمینان را تقویت می‌کند که خشکی‌ها دائماً از طریق بارندگی آب شیرین بدست می‌آوردند، آنها تسخیر شده و ابر ایجاد می‌کنند و آنها بر باعث بارش آب شیرین می‌شوند، کمیت این اعمال حیاتی را میتوان با اعداد نشان داد، کل حجم آب در آتسفر حدود ۱۲۰۹۰۰ کیلومتر مکعب است که برابر با کل بارندگی‌های حوضه، آمازون است و بنابراین باید ۹۸/۷٪ دیگر نواحی باقیمانده سطح کره زمین بارندگی دریافت نکنند. در طول یکسال میزان متوسط بارش بر سطح زمین ۱۰۰۳۰ میلیمتر است اگر آب جریان پیدا نکند و تسخیر نشود بارندگی سالیانه می‌تواند لایه‌ای از آب فقط ۱ متر فراهم آورد، به عبارت دیگر در هر مترمربع از سطح زمین ۱۰۰۰۰ لیتر آب می‌بارد. متوسط بارندگی کل جهان حجمی معادل - ۵۲۵۰۱۰۰ کیلومتر مکعب آب است.

از آنجا که بهر حال فقط ۱۲۰۹۰۰ کیلومتر مکعب آب بصورت بخار در آتسفر وجود دارد (جدول ۱) این نشان می‌دهد که آب موجود در آتسفر در سال باید هر ۹ روز یکبار، با ۴۰ مرتبه در سال تبدیل به بخار شود. از آنجا که ۱۲۰۹۰۰ کیلومتر مکعب هر ۹ روز یکبار مدله بخار می‌شود درخواهیم یافت که چرا ۸۰٪ تا ۹۰٪ از انرژی تشعشعی وارد به سطح زمین بصورت تسخیر میرسد. حورتسند انرژی لازم را جهت چرخه آب در ضیعت فراهم می‌کند. چرخه آب به تنها جابجایی آب را باعث می‌شود بلکه جابجایی حرارت را نیز شامل می‌شود و در مقایسه با حرایات دریایی نوعی سیستم تصفیه آب بشمار می‌رود. مواد مصری که وارد آب شده‌اند در جریان مرحله تسخیر بر سطح زمین باقی می‌مانند و مواد مضر



وارد به آتسفر سبز بوسیله بارندگی به زمین باز می‌گردند (این - اعمال فقط در بخشهایی از آتسفر صورت می‌گیرد که در آنها - بارندگی صورت پذیرد) ، عمل پاکسازی و تصفیه در لایه‌های فوقانی آتسفر انجام نمی‌گیرند .

از کل آبی که از خشکی‌ها تسخیر می‌شود ۵۰٪ تا ۷۰٪ آن با عمل تعریق گیاهان به فضا بازگردانده می‌شود . مقدار کم و غیر قابل محاسبه ، دقیقی از آب سبز در گیاهان و انسان و حیوانات ذخیره می‌شود که برابر ۱۰۱۲۰ کیلومتر مکعب یا ۵۳٪ آبی است که در رودخانه‌های جهان جریان دارد . از آنجا که سالانه ۷۲۰۵۰۰ - کیلومتر مکعب آب از خشکی‌ها تسخیر می‌شود می‌توان بی‌برد که آب زیستی چگونه در هر سال وارد چرخه آب در طبیعت می‌شود . آبهای جاری و آبهای شیرین دریاچه‌ها که نسبت کمی از کل آبهای جهان را بخود اختصاص داده‌اند عمدتاً "تحت تاءثیر اعمال بشر قراردارد ، این دخالت‌ها بویژه باعث آلودگی آبها و تغییر در مساحت و شکل طبیعی آبها و تغییراتی در مراحل هیدرولوژیکی آنها می‌شود . مساحت دریاچه‌های مصنوعی که به عنوان منابع آب ساخته شده‌اند ۴۰۰۰۰۰۰ کیلومتر مربع است ، اکثر این دریاچه‌ها در ۱۰۰ سال اخیر ساخته شده‌اند کل این دریاچه‌ها ۴۵ عدد است که مساحت آنها حداقل ۲ برابر دریاچه کنستانس (Constance Lake) <sup>۲</sup> می‌باشد .

آب قابل استفاده که بشر بدان وابسته می‌باشد مقدار کمی از آبهای جهان را در برمی‌گیرد ، این مقدار آب فقط بوسیله چرخه آب در طبیعت فراهم می‌شود . فقط مقدار آبی را میتوان استخراج نمود که چرخه آب بتواند مجدداً آنرا تجدید کند ، این مقدار برابر ۴۰۰۰۰۰۰ کیلومتر مکعب در سال است ( طبق محاسبه نام گارتز - وریشل <sup>۳</sup> در سال ۱۹۷۵) .

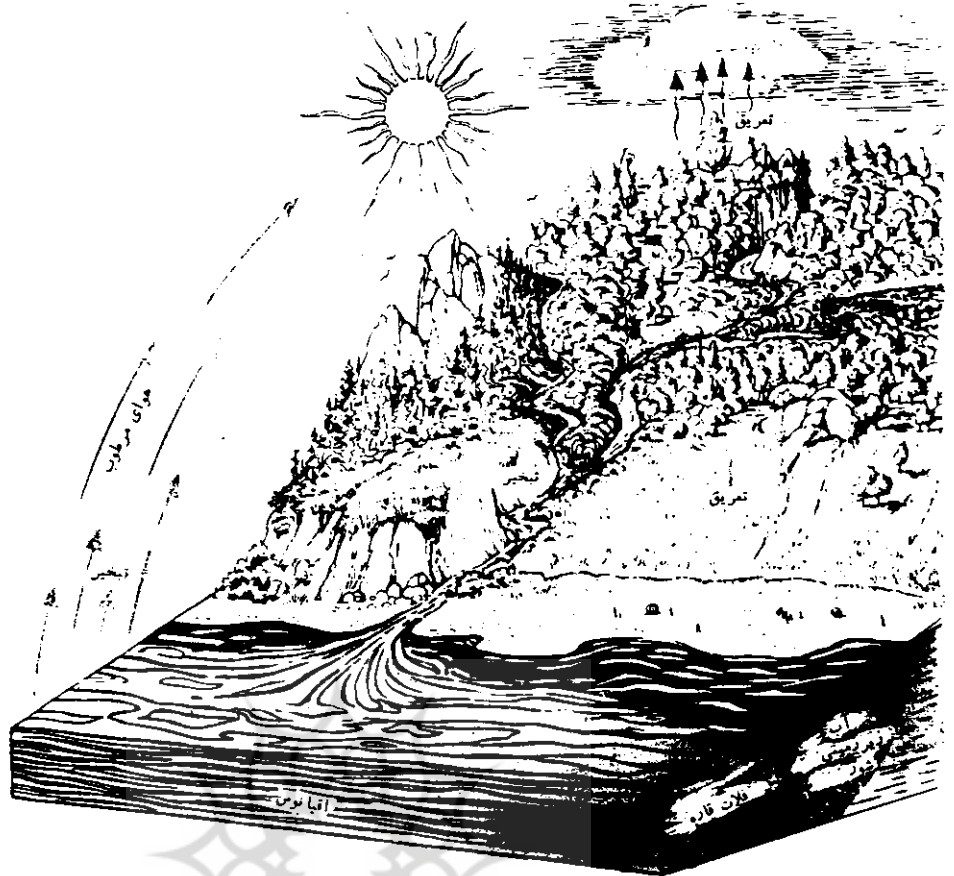
به هر حال حدود ۲۵۰۰۰۰۰ کیلومتر مکعب آن (کمتر از سیسب - منابع آب شیرین جهان) را میتوان واقفاً با تکنیک‌های امروزی مورد استفاده قرار داد .

### تقاضای آب و گردش آب در طبیعت

جمعیت جهان در سال ۱۹۶۰ برابر ۳ میلیارد و ۱۰ میلیون نفر بود ، براساس محاسبه سازمان ملل این رقم در سال ۲۰۰۰ حدود ۶/۵ میلیارد نفر خواهد شد ، همچنانکه جمعیت افزایش می‌یابد ، احتیاج به آب نیز زیاد می‌شود و غذای بیشتری باید تولید گردد و آب مورد نیاز برای کشاورزی تقاضای بیشتر پیدا می‌کند و برای صنایع نیز باید آب زیادی فراهم کرد ، تولید انرژی و دامداری نیز آب می‌طلبد . اگر رقم ۲۵۰۰۰۰۰ کیلومتر مکعب آب شیرینی را که می‌توان در یکسال فراهم کرد به عنوان یک حقیقت مسلم قبول - داشته باشیم ، این بدان معنا است که در سال ۲۰۰۰ آبی که برای

هر یک از افراد بشر درسال می‌توان فراهم کرد از رقم کنونی ۸۰۳۰۶ متر مکعب به ۳۰۸۴۶ متر مکعب کاهش خواهد یافت . اگر آبی را که برای کشاورزی و صنایع و تولید انرژی لازم است به رقم فوق بیافزاییم در سال برای هر نفر ۱۰۰۰ متر مکعب آب نیاز خواهیم داشت ، در نتیجه نسبت بین آب مورد نیاز و آبی که میتوان فراهم کرد از ۸/۳ در سال ۱۹۶۰ به ۳/۸ در سال ۲۰۰۰ خواهد رسید . با افزایش جمعیت در جهان باید منتظر تغییر در تعادل آب در سطوح محلی و در تمامی جهان باشیم در حالیکه بارندگی کم و بیش ثابت باقی مانده است مقدار آبی که از خشکی‌ها به اقیانوسها می‌ریزد در طول دهه اخیر تقلیل یافته و در طول چند دهه میزان تسخیر چند درصد افزایش داشته‌است ، این روند ادامه خواهد یافت . رویش‌های گیاهی بزرگترین مصرف کنندگان آب در خشکی‌ها به شمار می‌آیند ،  $\frac{1}{3}$  مساحت قاره‌ها زمینی‌های قابل کشت و مناطق مسکونی هستند حال آنکه ۱۶٪ آن چمنزار دائمی ، استپ و ساوان می‌باشد . همچنین از  $\frac{1}{3}$  زمینهای جهان برای امور کشاورزی استفاده می‌شود ، مناطق وسیعی از جنگلهایی را که اسنان ممکن است تغییر دهد نیز باید به ارقام فوق افزود ، می‌توان گفت حداقل در  $\frac{1}{3}$  سطح خشکیهای زمین تعادل طبیعی در حال تغییر است .

زمینهای کشاورزی چهره‌ای مصنوعی از زمین بشمار می‌آیند و زیاد تحت تاءثیر عمل اسنان قرار گرفته‌اند ارجحیت بخشیدن به یکوع



حنگلی آب بیشتری خارج می‌شود یا از زمینهای عاری از جنگل بطور وضوح امکان پدید بیست .

برای بعضی نواحی که تاره بصورت منطقه شهری و متراکم صنعتی درآمده‌اند از لحاظ مصرف آب و میزان کم و زیاد شدن جریان آب این سؤال مطرح است که چه مقدار آب می‌توان از جنگل وزمینهای زراعی و چراگاهها صرفه جویی کرد . پاسخ این سؤال بدون شک از اقلیمی به اقلیم دیگر تفاوت می‌کند . اروپای مرکزی بخاطر طبیعت خاص خویش از جنگلهای واقعی سهم بیوسته تشکیل شده‌است اگر چه میزان این پوشش جنگلی از حاشی به‌جای دیگر فرق می‌کند .

در گذشته احتمالاً "مقدار آبی که از خشکی به اقیانوسها می‌ریخت و مخصوصاً آبی که سیلاها به اقیانوسها می‌بردند کمتر از امروز بوده است بویژه در فزون وسطی مناطق وسیعی از جنگلها برای بدست آوردن زمینهای زراعی و چراگاه پاکسازی شد ، پاکسازی محیط از جنگل ، سیلاهایی را با فرسایش سریع و از بین بردن نهشته‌های جوان در حلگه‌ها و دره‌ها بدنیاال داشته است . می‌دانم که منطقه مدیترانه تا همین اواخر پوشیده از جنگلهای متراکم بود . مشکل ستوان گفت جقدر از این مناطق در دوره رومی‌ها از جنگل پاکسازی شده‌اند و جقدر از این پاکسازیهها را می‌توان به عوامل

گیاه خاص و استفاده بیش از حد از زمینهای چمرار و غلغرار و جرای بیش از حد و دامداری در این زمینها تغیراتی در عوامل طبیعی اکولوژیکی آنها بوجود می‌آورد . سکونت متراکم انسانها و صنایع تا نهایت تحمل طبیعت ، بر تعادل آب نیز اثر می‌گذارد ، در نواحی متراکم از جمعیت در گوشه و کنار جهان امروزه این فشار مفرط وارد می‌شود ، استفاده بیش از حد از زمین بصورت کشاورزی کمتر نظر را جلب می‌کند حال آنکه وسعت بیشتری دارد و بنا براین فشار آنها برای برهم زدن تعادل آب در طبیعت زیادتر است .

عموماً باید در نظر داشت که مراکز سکونی انسانی و صنایع اثرات زیانباری بر اعمال هیدرولوژیکی دارند در حالیکه کشاورزی را باید دارای تاثرات مثبت و سعی تلفی کرد . کشاورزی آنچنان اثرات متفاوتی بر محیط دارد که در گزارش کوناھی ایچینن فقط بعضی از این اثرات را می‌توان مد نظر قرار داد .

بررسی‌هایی که درباره جنگل ، زمینهای زراعی و تعادل آب در اغلب کشورها انجام شده ، و بررسی آب و هوای کره زمین این نتیجه را بدست می‌دهد که بعلت ظرفیت زیاد نگهداری آب در حد فاصل درختان و در داخل خاک ، جنگلها عموماً در سیلاهای طغیانی صدمه بسیار می‌سیند . نشان دادن اینکه در طول یک سال از مناطق

آب و هوایی نسبت داد. بعد از پاکسازی محیط از جنگل، بارانهای شدید که از ویژگیهای آب و هوای مدیترانه‌ای است به آسانی خاک را شسته و تا نزدیکی دریا با خود برده است. این اعمال را در تمام طول سال می‌توان در کوهستانهایی که کشاورزی در آنجا انجام می‌شود در تپه‌هایی که آب و هوای با دصول خشک - مرطوب دارند مشاهده کرد.

در برخی نواحی جهان در طول ۱۵۰ سال گذشته سبب نفرونی و سطحی با پاکسازی جنگل زمینهای زراعی و مزارع بیشتری بوجود آمده است که بعضی موارد آن پیامدهای هیدرولوژیکی ویران کننده و زیست‌بوم بدسالی داشته‌اند. در این مورد می‌توان نمونه‌هایی مثل مناطق خشک غرب آمریکا شمالی، مناطق خشک - مرطوب آفریقا و استرالیا یا مناطق بارانی و سیمه بارانی زلاند سورا ذکر نمود. در این مناطق تخریب و سه‌شنبه گذاری خاک از جایی به جای دیگر هر ساله انجام می‌شود. زمینهای زراعی و چراگاهی بر اثر هر دو عامل فرسایش و سه‌شنبه گذاری بوجود می‌آیند، تبدیل جنگلها به زمینهای زراعی و چراگاهی نقش آب و هوای جنگلی را که بخصوص از لحاظ تولید ابرهای جنگلی که در امکان بارش نقش به‌سزایی دارند کاهش میدهد.

خاک تخریب شده قدرت نگهداری آب و ظرفیت حفظ آن و تبدیل آب را به آبهای زیرزمینی تقلیل می‌دهد، باعث کم شدن ظرفیت حفظ آب در حدفاصل درختان و در خاک بارندگی به‌صورت جریان رودهای سطحی در می‌آید، این عمل را گله جراسی می‌توانند تشدید کند در نتیجه شیب سلاب بیشتر و جریان به حداکثر میزان ممکن خود می‌رسد. به عبارت دیگر رودخانه‌ها نوسانات بیشتری پیدا می‌کند و میزان آب و قدرت فرسایش آن و حمل و نقل مواد افزایش

بدا می‌کند. این اعمال میران بهره‌وری خاک را کاهش می‌دهند زیرا جریان سریع آب در دوره‌های طغیانی به نسبت باعث بروز خساراتی به کناره‌های رود و نواحی طغیانی می‌شود بلکه استفاده از آترا ناممکن می‌کند. فقط جریانات سیلابی ملامت استفاده از کناره‌های رود را امکان پذیر می‌سازد. علاوه بر ناهشیوات زیان - خشی، پاکسازی جنگل و ایجاد منابع ذخیره‌ای در مناطق آب و هوایی خشک ریسک بزرگی بشمار می‌روند، ابتدا نوسانات سطح آب از حالت عادی خارج می‌تود و سپس فرسایش، حمل و نقل مواد حامد و برحای گذاشتن آنها در بستر رودها با رسوب گذاری در بالا و پائین رود کاهش پیدا کرده و در نهایت فقط سیلابهایی حاصل می‌شوند که برای تهیه آب می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

مناطق بیابانی جهان از یکطرف بوسیله جنگلهای طبیعی و از سوی دیگر با استیهای مناطق خشک محصور شده‌اند، رشد گیاهان طبیعی در مناطق نیمه خشک موجب حفظ خاکها می‌شود پوشش گیاهی نسبت به خاک بدون پوشش باعث تصفیه و تعریق و تبخیر بیشتر می‌شود.

بررسیها نشان داده‌اند که پوشش گیاهی سرعت جریان آب را کاهش داده باعث تقلیل فرسایش به میزان زیاد می‌شود، علاوه بر آن از بین رفتن آب درون گیاه را نیز کم می‌کند. استفاده از این مناطق به منظور کشاورزی نیز صدماتی به خاک وارد می‌آورد، متداولترین عامل فرسایش در این نواحی جرای بیش از حد و گله‌داری است که لایه فوقانی خاک را تخریب و به فرسایش میدان عمل بیشتری می‌دهد، یا باعث می‌شود ذرات ریز بوسیله باد از جای برداشته شده در نتیجه مقدار کمتری آب در خاک ذخیره گردیده و جریان آب و مقدار نوسانات آن افزایش یابد.

جدول شماره ۲- موازنه آب بهاره بر حسب انواع زمین، بر اساس مطالعات دوره ۱۱ ساله در ایستگاه آزمایش کورسک، استیتو جغرافیایی آکادمی علوم شوروی (نقل از ام. آی. لویچ ۱۹۷۴)

نوع ناهمواری و استفاده	برف و باران به میلیمتر	جریان سطحی به میلیمتر	رطوبت خاک به میلیمتر	ضریب جاری شدن آب
<u>زمین قابل کشاورزی</u>				
قابل کشت و شخم شده* پاییز	۱۰۴	۳۶	۶۸	۰/۳۴
گلش ( زیر آیش )	۱۲۵	۸۱	۴۴	۰/۶۵
زمین کشت زمستانه	۱۱۲	۸۱	۳۱	۰/۷۲
<u>زمین‌های نامساعد برای کشت</u>				
استپ‌های طبیعی	۱۳۹	۱۰	۱۲۹	۰/۰۷
استپ‌های طبیعی که مورد چرادر گرفته‌اند	۱۲۲	۴۶	۷۶	۰/۳۷
جنگل	۱۵۸	۲/۳	۱۵۵	۰/۰۲





چنانکه ذکر شد بطوریکه تحقیق در شوروی و شمال آمریکا ثابت کرده است این عمل (تخریب جنگلها) باعث افزایش جریانهای سطحی جاری شدن سیلابهای بیشتر، کاهش نمود آبهای زیرزمینی و پائین رفتن سطح آب در سطح سفره‌های زیرزمینی شد.

در گذشته جریان کلی آب سالیانه در سطح زمین بیشتر بود، و این عامل علت افزایش فرسایش و جریانهای سطحی عامل ناساعدی بشمار می‌رفت. در مناطقی که روش‌های نوین کشاورزی بکار گرفته شد، سنجی کاملاً مخالف اعمال هیدرولوژیکی گرفته‌شد روش‌های نوین کشاورزی برای شخم زنی و تیلر زنی کلاً باعث افزایش نشت بین نمود آب و ظرفیت نگهداری آن می‌شود و رژیم آبیاری را اساساً تغییر می‌دهد، مقدار بیشتری از جریان سطحی متوجه خاک می‌شود، محروپ‌های افکنه کاهش پیدا می‌کند و آبهای زیرزمینی بیشتری بوجود می‌آیند و همه اینها طرفت آبهای جاری (دائمی) را افزایش می‌دهند، در اقلیم‌هایی که بارس برف در آنها حتمی است، در بهار خاک، آب ششری به دست می‌آورد و حجم کل واقعی آبهای جاری کاهش پیدا می‌کند، این کاهش بویژه بدین علت صورت می‌گیرد که سیلابهای بهاره بیشتر متوجه درون خاک شده، جریان سطحی کاهش پیدا می‌یابد. از آنجا که آب نمودی بعداً برای مقاصد کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، این عمل را می‌توان سودمند تلقی کرد اعمال کشاورزی و هیدرولوژیکی کنونی ممکن است جریانهای سطحی و سیلابهایی را بوجود آورند.

اثر دیگر دامداری که می‌توان آنرا در حواشی نیه‌ها و مناطق کوهستانی مشاهده کرد این است که گاو و گوساله هم‌رسمی آسیب وارد کرده جریان آب را سرعت می‌بخشد. جرای گله‌ها در ناحیه مرتفع غربی کلرادو مدتی متوقف شد در سطح جریان آب ۲۰٪ کاهش پیدا کرد زیرا آب بیشتری بداخل زمین نمود کرد و سفته‌های بیشتری بر سطح خاک باقی ماند و میزان فرسایش را بین ۱۸٪ تا ۵۴٪ کمتر کرد، این عمل هیچگونه تغییری در ترکیب عناصر گیاهی بوجود نیاورد.

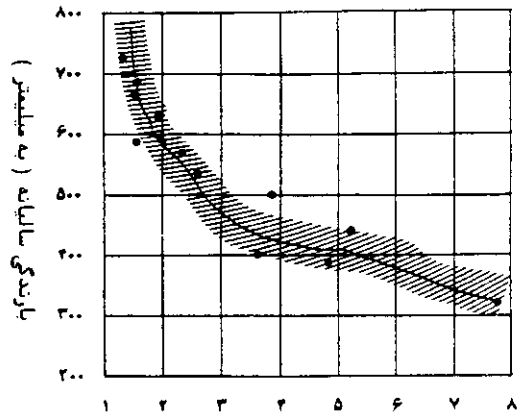
در آلپ‌ها و سایر مناطق کوهستانی نیز در مورد اینکه افزایش فرسایش و حمل مواد حامد طرح گسترش رودها را در مناطق کوهستانی برای مقاصد مدیریت منابع آب مانع می‌شود، نتایج مناسبی بدست آوردند. مراتع و چمنزارهای جنگلی حدود ۲۰٪ آب‌های باواریا را در برگرفته است (نقل از کارل و دانز ۵ - ۱۹۶۹). رواج دامداری و استفاده از گیاهان از رویش مجدد جنگل‌های ارزشمند جلوگیری می‌کند و یامامعی در این مورد بشمار میرود، این جنگلها از لحاظ هیدرولوژیکی اهمیت براه دارند.

تغییر شکل‌هایی که بر اثر فعالیت‌های کشاورزی در هیدرولوژی یک منطقه اثر می‌گذارد در تغییر ظرفیت حفط آب - خاک عوامل مؤثر بشمار می‌آید.

در گذشته وقتی که جنگلها تخریب شده و زمینهای قابل کشت برای اولین بار با روشهای ابتدایی شخم زده و کاشته شدند، ظرفیت حفط آب کاهش پیدا کرد.



شکل شماره ۳ - کاهش جریان آب در زمینهای زراعی در نتیجه تخم زنی (به درصد از بارندگی سالیانه) نتایج از اتحاد شوروی (نقل از ام. آی. لوویچ) ۱۹۷۴



کاهش جریان آب (%)

### آبیاری، بزرگترین مصرف کننده آب

آبیاری گسترده ترین دخالت بشر در تعادل آب در طبیعت و اعمال هیدرولوژیکی بشمار می رود. از هگامیکه سدالاعلی «سد» آسوان (سرروی نیل ساخته شده تاکنون سالیانه حدود ۵۵ میلیارد متر مکعب آب از منابع آبدیده بداخل آن وارد شده است، از این میان ۱۰ میلیارد متر مکعب در منطقه دریاچه ناصر نفوذ می کند و تخیر می شود. بر خلاف گذشته که آب بسیاری در رود نیل تلف می شد در حال حاضر سالیانه ۵۵ میلیارد متر مکعب در پشت مخزن

باقی می ماند، کمترین مقدار آن در آذربایجان (غرباً) ۳ میلیارد متر مکعب) و بیشترین مقدار در ماههای تیر و مرداد (۷-۶ میلیارد متر مکعب در هر ماه).

در سال ۱۹۷۳، ۴۱ میلیارد متر مکعب از ۵۵ میلیارد متر مکعب به مصرف آبیاری رسیده که نشان دهنده ۲۰۰۰۰۰ متر مکعب برای هر هکتار زمین آبیاری شده است. حال آنکه فقط ۳ میلیارد متر مکعب به مصرف نایاب آب آتامبدنی و صنایع رسیده است (جمعیت در ۱۹۷۳، ۳۷/۵ میلیون نفر) ۳/۵ میلیارد متر مکعب نیز برای مقاصد دربانوردی روی رود نیل بکار رفته است (این مقداری است که در بدریای مدیریتانه ریخته شده). گفته می شود مقدار آبی که در کانالهای آبیاری بر اثر نفوذ و تخیر از میان رفته برابر ۱۱/۸ میلیارد متر مکعب می باشد، ۷۵٪ آب رود نیل به مصرف آبیاری می رسد (نقل از کین اوئی ۱۹۷۷).

صرف نظر از هر گونه تعبیری در مساحت زمین های تحت آبیاری، بعد از سال ۱۹۶۶ مقدار آب مورد نیاز برای آبیاری همیزان قابل ملاحظه ای افزایش پیدا کرده زیرا رهنشهای بسیاری از اراضی فوق به کشت برنج و نیشکر که آب بسیاری مصرف می کنند اختصاص یافته و در نتیجه ۵ میلیارد متر مکعب آب زیادتر از حد معمول در منطقه رود نیل مورد نیاز است. در طول ۳۰ سال گذشته مساحت زمینهای که به کشت برنج اختصاص یافته ۲ برابر شده است. آبیاری بر اعمال هیدرولوژیکی مناطق خشک و نیمه خشک تأثیر ویژه ای دارد. در جاهایی که بعلت نبود آب تخیر طبیعی بسیار ناچیز است، بعد از آبیاری تخیر به ۱۰ برابر یا بیشتر از حد معمول خود می رسد.

جدول شماره ۳ - آب مورد نیاز امروز و فردا از منابع آب جهان (اعداد به کیلومتر مکعب) نقل از ام. آی. لوویچ ۱۹۷۴.

نوع استفاده	آب استخراجی سال ۱۹۷۰	آب مصرفی در سال ۱۹۷۰	آب استخراجی سال ۲۰۰۰	آب مصرفی در سال ۲۰۰۰
تهیه آب برای آشامیدن، صنایع، ایستگاههای تولید انرژی حرارتی، دامداری.	۶۰۰	۱۳۰	۱۰۵۰۰*	۱۰۰۵۰*
کشت آبی	۷۰۸۰۰	۲۰۱۰۰	۴۰۰۰۰**	۳۰۹۵۰
آبیاری با باران (کشت دیم)	۵۰۰	۵۰۰	۱۰۲۰۰	۱۰۲۰۰
برق آبی، دربانوردی	۱۷۰	۱۶۰	۵۰۰	۵۰۰
ماهگیری	۶۵	۱۵	۸۵	۱۷۵
جمع کل	۳۰۶۳۵	۲۰۴۰۵	۶۰۸۲۵	۶۰۲۳۵

(\*) - بجز ۴۵۰ کیلومتر مکعب فاضلابی که در آبیاری استفاده شده است.  
 (\*\*\*) - با ۴۵۰ کیلومتر مکعب فاضلابی که در آبیاری استفاده شده است.

اغلب آبیاری مستلزم ایجاد منابع جدید و وسیعی از آب بصورت منابع ذخیره‌ای، وجود یک سیستم پراکنده و گسترده از کانالها و وجود مناطق سیلابی و مراتع است. احداث دریاچه‌های مصنوعی و کانالها نیز مثل آبیاری مزارع تسخیر را افزایش می‌دهد و در سفره آبهای زیرزمینی تغییر ایجاد می‌کند و اعمال هیدرولوژیکی را افزایش می‌دهند.

ذخیره آب که عامل قابل توجهی در تعادل آب شمار می‌رود، جریانهای سطحی را تنظیم کرده و تأسیس شبکه گسترده‌ای از کانالهای آبیاری، جریان آب را در داخل زمینهاستاءخیر می‌اندازد، بعلاوه کیفیت آب نیز در مزارع بعد از آبیاری بمقدار قابل ملاحظه‌ای تغییر پیدا می‌کند. در کنفرانس جهانی تغذیه در سال ۱۹۷۴ در رم گفته شد که در آن هنگام در جهان ۲ میلیون کیلومتر مربع کشت آبی وجود دارد. در برنامه دهه ۱۹۸۵-۱۹۷۵ که برای تأمین مواد غذایی اساسی در کشورهای در حال توسعه در نظر گرفته شده طرح احداث ۲۳۰،۰۰۰ کیلومتر مکعب<sup>۷</sup> مزارع جدید آبیاری تهیه شده است، این نکته را نیز باید در نظر داشت که اغلب آب مورد نیاز آبیاری از آبهای سطحی تهیه می‌شود. براساس محاسبه ال - گابالی<sup>۸</sup> در سال ۱۹۷۷، در کشورهای خاور نزدیک شامل مصر، سوریه، عراق، پاکستان، ایران، افغانستان و عربستان سعودی<sup>۹</sup> ۲۶۱،۰۴۹۰ کیلومتر مربع از زمینهای زیرکشت با آبهای جاری سطحی و ۵۸،۰۵۱۰ کیلومتر مربع با آبهای زیرزمینی مورد آبیاری قرار گرفته است.

منابع زیرزمینی وسیعی از مناطق واحه‌ای بصرف رسیده که پیش بینی می‌شود در آینده سودمندی و موجودیت آنها بخطر خواهد افتاد، عملیات مهندسی آب در مناطقی که آب مورد نیاز آنها از آبهای زیرزمینی تأمین می‌گردد این اطمینان را می‌دهد که تا حد امکان جریانهای سطحی آب بدون نوسان زیاد باقی خواهد ماند و بالاترین و پائین ترین سطح آب بطور کلی متعادل باقی خواهد ماند، از طرفی جریانهای سیلابی که در مصر قدیم خاکهای حاصلخیزی فراهم میکرد اکنون کاهش یافته و یا رو بزوال می‌باشند، بعد از اینکه برنامه‌های توسعه در مصر بانجام رسید اعمال فرسایش و نهشته گذاری در این رودها تغییر اساسی را متحمل شده است یعنی حمل مواد جامد متوقف شده، نیروی فرساینده افزایش یافته ستر رود عمیق‌تر و چند تغییر مورفولوژیکی در خطوط ساحلی و دهانه رود (دلتای نیل) بر اثر عدم نهشته گذاری بوقوع پیوسته است.

استفاده از مزارع و چمنزارها بمقاصد کشاورزی و بویژه آبیاری آنها، شرایط هیدرولوژیکی قسمت‌های فوقانی خاک را ( که - ارتطابق آبهای زیرزمینی و آتسفر را در چرخه هیدرولوژیکی فراهم مینماید) تغییر می‌دهد. ساختمان طبیعی نمود پذیری خاک بر اثر شخم زنی تغییر می‌یابد، تغییر مقدار آب درون خاک

و تعادل آبهای زیرزمینی تغییر در مراحل شیمیایی خاک را بدنبال دارد، آبیاری گاه مقدار آب درون خاک را افزایش داده به حداکثر میزان ممکن می‌رساند، این وضعیت مطلوب گیاهان نیست، علت وقوع چنین امری عدم اطلاع کافی کشاورزان است، با افزایش آب درون خاک تسخیر تا حداکثر میزان ممکن بالا رفته و سفره آب زیرزمینی به تبعیت آن بالاتر می‌آید و باعث شوری خاک می‌شود. بالا آمدن سطح آبهای زیرزمینی گاه در مرزعه تغییر ایجاد کرده و آنرا بصورت غرقابی در می‌آورد.

### تغییر در تعادل آب

جزئیات بررسی شده نشان داد که خاک پوشیده از گیاه معمولاً نسبت به خاک بدون پوشش گیاهی تسخیر بیشتری دارد، همچنین مشخص شد که پوشش گیاهی متراکم بیش از پوشش‌های گیاهی تنک برای رشد خویش آب بمصرف می‌رساند، در این مورد نقطه نظرات متفاوتی وجود دارد ولی عمدتاً<sup>۱۰</sup> گفته میشود که مصرف بی‌قیدوبند آب در زمین تراکم گیاهان را زیادتر کرده و تعریق در آنها بالا می‌رود، لازم به تذکر است که نوع گیاهانی که منطقه را می‌پوشاند نیز اهمیت بسزا دارد. دو نوع گیاه وجود دارد، گیاهان آب ذخیره کن (گوتشی) و گیاهانی که آب را هدر میدهند. فعالیت‌های کشاورزی بر حجم آبهای جاری و زیرزمینی اثر می‌گذارد.

در برنامه توسعه نواحی مرطوب مداری، تأثیر جنگلهای بارانی - مداری بر مراحل هیدرولوژیکی مورد بررسی قرار گرفته است. تسخیر و تعریق در این جنگلهای زیاد است و رطوبت بسیار تولید میکند باعث بارندگیهای سنگین برمدارات مرکزی میگردد با استفاده از روشهای ایروتنویی در هیدرولوژی ثابت شده که منشاء مقدار بسیاری از این بارشهای استوایی از منطقه جنگلهای بارانی است. اگر این مطلب را قبول داشته باشیم پاکسازی جنگلهای آمازون بارندگی کمتر و بدنبال آن تولید آب کمتری را بدیال خواهد داشت (تحقیقات ای - سالاتی و بی. بی. و. س. و ر. ک. ل. در سال ۱۹۸۳)، جدول شماره ۴ تغییراتی را که در سال ۲۰۰۰ باید منتظر آن بود نشان می‌دهد، اعداد این جدول تقریبی اند (نقل از ام. آی - لوویج<sup>۱۱</sup>).

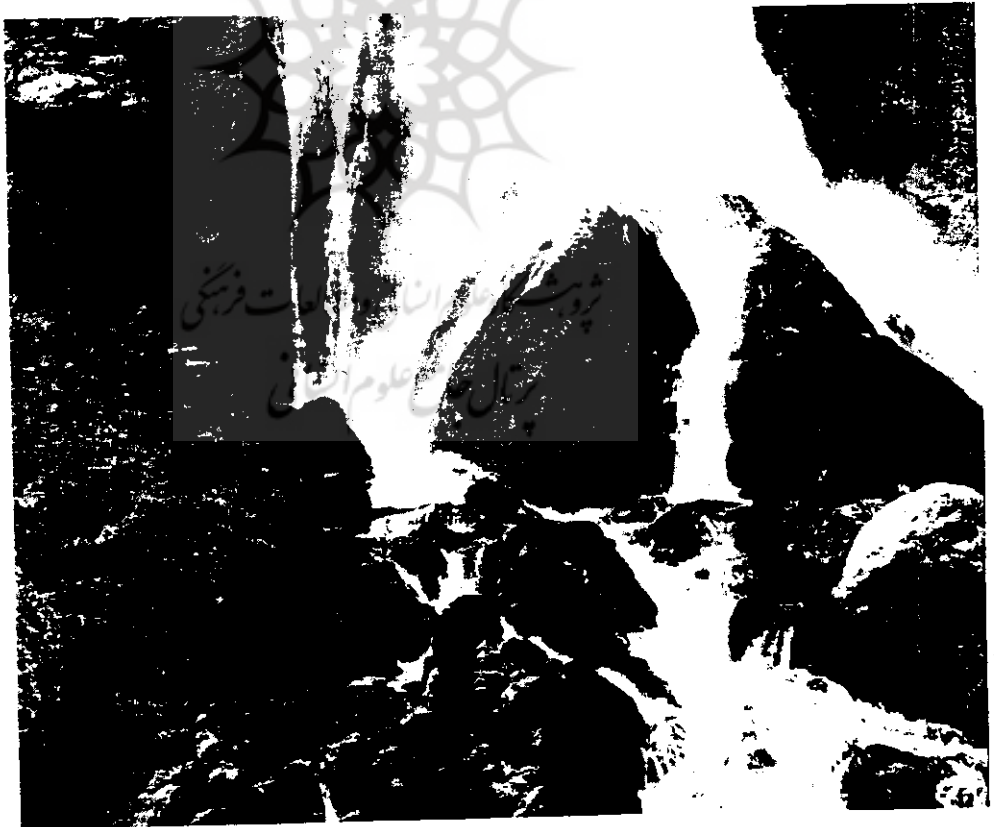
جدول شماره ۴ در صفحه ۵۸ به چاپ رسیده است.

جدول شماره ۴ - برآورد تغییر در تعادل آب خشکبهای جهان (حجم به کیلومتر مکعب)  
(نقل از ام. آی. لوویج ۱۹۷۲)

تعادل		عناصر تعادل
در سال ۲۰۰۰	در سال ۱۹۷۰	
۱۱۰،۳۰۰	۱۱۰،۳۰۰	بارش بر خشکبها
۳۷،۵۰۰	۳۸،۸۰۰	آب خشکبها که به دریا می‌ریزد (کل جریان) بحر جریانات حاصله از بح و خجالتهای قطعی
۲۳،۵۰۰	۱۴،۰۰۰	جریان اساسی (جریان ثابت)
۱۷،۰۰۰	۱۲،۰۰۰	از آن: جریان آسهای زیر زمینی
۵،۵۰۰	۲،۰۰۰	: نخلبه از دریاچه‌ها و منابع صورت کنترل ننده
۲۰،۵۰۰	۲۶،۸۰۰	جریانات سطحی آب (جریان مستقیم از سطح خشکی مثل طغیانهای سیلابی)
۸۹،۵۰۰	۸۳،۵۰۰	کل رطوبت دخره‌نده در سطح خشکبها، شامل رطوبت ظاهری خاک
۷۲،۸۰۰	۷۱،۵۰۰	کل نخبیر (نخبیر + معریق = سخبیر و عریق)

متر مکعب از این مقدار قبلاً دخره شده و با محاسبه دخره‌های  
آب زیر زمینی در آینده این رقم تا ۵،۰۰۰ کیلومتر مکعب خواهد  
رسد، کشاورزی با دخره آسهای زیر زمینی به منظور آبیاری مزارع  
حدید و سخم زدن رسنها، به افزایش رقم فوق کمک خواهد کرد.  
تغییر بر معنی دیگر در جدول تعادل آسهای خشکبهای جهان این

بر اساس جدول فوق تغییر در استفاده از خشکبها، صرعه مهمی  
بر مراحل هندرولوژیکی و تعادل آب وارد می‌آورد، تغیر جریان  
اساسی (جریان ثابت) از ۱۴،۰۰۰ کیلومتر مکعب به ۲۳،۵۰۰ کیلومتر مکعب  
یکی از بر معنی ترین این سمودها است، این میزان افزایش با تنظیم  
سطوح آسها و ایجاد منابع دخره‌های بوجود می‌آید، ۴،۵۰۰ کیلو -



است که ۷۰۰ کیلومتر مکعب از جریان‌های آسپای سطحی در اثر شخم-زدن و تیلاز بداخل خاک نفوذ کرده و تخریب آب ۶۰۰ کیلومتر-مکعب بر اثر بهره‌برداری بیش از حد از جنگلها و چراگاهها و استفاده از ذخایر جدید بیشتر می‌شود. مقدار کل حجم آبی که از دریاها به اقیانوسها وارد می‌گردد به ۱۰۳۰۰ کیلومتر مکعب کاهش پیدا می‌کند (اگر بارندگی تغییری نکند) و بر اثر گسترش مزارع و آبیاری مزارع نواحی خشک و نیمه خشک و بهره‌برداری زیاد و تخریب از منابع ذخیره آب، تخریب تا ۱۰۳۰۰ کیلومتر مکعب زیادتر می‌شود. در شهرنشینی با مقیاس کوچک، مهندسی آب بمنظور استفاده بهتر از زمینها در مقدار و چگونگی استفاده از آب تغییراتی می‌دهد، این تغییرات بر اعمال هیدرولوژیکی چون پراکندگی باران، نسبت بین تخریب و آب ذخیره شده و جریان‌های سطحی آب و در آسپای زیرزمینی اثر خواهند گذاشت، گسترش زمینهای رراعی و چراگاهها در سرتاسر جهان با از بین رفتن جنگلها و گیاهان مناطق خشک و افزایش استفاده از آنها باعث ایجاد تغییراتی در مقدار تخلیه آسپای جاری به اقیانوسها و افزایش تخریب میگردد که این جریان اهمیت فراوان دارد.

کمبود آب فقط شامل مقدار آن نیست بلکه کیفیت آنرا نیز در برمیگیرد زیرا آلودگی آنها کیفیت آنها را خراب می‌کند. در آینده کیفیت آب یکی از مسائل مهم به هنگام استفاده از آب خواهد بود، با لوله‌کشی از فواصل دور می‌توان آب را با کیفیت خوب فراهم نمود، این کار در برخی مناطق دنیا انجام شده و در این مورد مثالهایی از گذشته‌های دور نیز در دست است، استفاده از آنها بدین طریق گران تمام می‌شود، بنابراین می‌توان گفت مخارج زیاد اینکار به کمبود آب کمک می‌کند.

تا کنون بعضی اجتماعات کوچک قادر بوده‌اند بدون نصب کشور آب و گرمکن مخارج مربوطه از مردم به حیات خویش ادامه دهند، در این اجتماعات آب را از چشمه‌ها یا لوله‌هایی که از خاصیت نقل زمین استفاده می‌کنند مورد استفاده قرار می‌دهند. اجتماعات متمرکزتر و بزرگتر نمی‌توانند از این روش استفاده کنند. اگر خود را آماده کنیم تا سبهای لازم را بپردازیم آب کافی در دنیا بدست خواهد آمد، اما مسلماً هزینه آن گران تمام خواهد شد و آب حتی از نفت ارزشمندتر می‌شود. گسترش و بهبود اطلاعات هیدرولوژیکی قدیمی حیاتی برای رسیدن به اهداف ما خواهد بود و در این زمینه باید سازمانهای بین المللی نظیر یونسکو<sup>۱۲</sup>، سازمان هواشناسی جهانی<sup>۱۳</sup>، برنامه محیطی سازمان ملل<sup>۱۴</sup>، و سازمان خوار و بار و تغذیه جهانی<sup>۱۵</sup>، و سازمان بهداشت جهانی<sup>۱۶</sup> که همه از سازمانهای وابسته به سازمان ملل هستند و تحقیقات هیدرولوژیکی دیگر در همه نقاط جهان بویژه کشورهای در حال توسعه قدمهای اساسی را بردارند.

## یادداشتها

1-Keller, R. "world, s Fresh Water, Yesterday, Today, Tomorrow", in Applied Geography and Development, Institute for Scientific Co-Operation Tubingen, 1984 Volume 24 pp 7-23

۲- دریاچه‌های در مرز کشورهای آلمان فدرال، اطریش و سویس. م 3-Baumgartner & A. Richel

۴- گوهستانهای با واریا در جنوب و جنوب غربی کشور آلمان فدرال قرار گرفته‌اند.

5-Karl & Danz

6-Kinawy, J.2.

۷- کیلومتر مربع باید صحیح باشد. م

8-El Gabaly, M.M.

۹- برخی از کشورهای نامبرده جزء کشورهای خاور میانه‌اند. م

10-E.Salati & P.B. Vose & R. Keller

11-M.I. Lvovitch

12-UNESCO

13-WMO(World Meteorological Organization)

14-UNEP(United National Environmental Programme)

15-FAO(Food and Agriculture Organization)

16-WHO(World Health Organization)

آدرس مؤلف مقاله

Prof. Dr. R. Keller, Institut Fur Physische Geographie der Albert - Ludwigs - Universität, Werderring 4, 7800

Freiburg, Federal Republic of Germany