

3

Tilltagande vattenbrist

Tchad-sjön i Afrika som en gång var ett landmärke för astronauter på bana runt jorden är nu svår för dem att lokalisera. Omgiven av länderna Tchad, Niger och Nigeria – tre länder där befolkningarna hör till dem som växer snabbast i världen – har sjön nu krympt med 95 procent sedan 1960-talet. Den ständigt stigande efterfrågan på vatten för bevattning torkar ut floder och åar som sjön är beroende av för sin existens. Följden är att Tchad-sjön kan vara helt utplånad inom kort och dess exakta läge bli ett mysterium för kommande generationer. (1)

Vi tycks varje dag kunna läsa om sjöar som försvinner, brunnar som sinar och floder som aldrig når havet. Men dessa berättelser beskriver vanligen lokala förhållanden. Vidden av den tilltagande vattenbristen världen över kan inte förstås förrän vi börjar sammanställa de talrika nationella undersökningarna – sådana som en 824-sidig analys av vattensituationen i Kina, en undersökning från Världsbanken om vattensituationen i Jemen, eller en detaljerad utvärdering från USDA (*U.S. Department of Agriculture*) av bevattningsutsikterna i västra USA. Först då kan vi se i vilken utsträckning vattnet överutnyttjas och bli medvetna om den nedgång som detta kan medföra. (2)

Världen lägger upp till en omfattande vattenbrist – och till stora delar är den osynlig, snabbt tilltagande och historiskt sett helt ny. Eftersom mycket av bristen kommer sig av att man pumpar upp grundvatten i alltför hög grad, är överuttaget inte alltid uppenbart. I motsats till skogar som brinner och sanddyner som invaderar hela trakter, så upptäcks sjunkande grundvattennivåer först när brunnarna torkar ut.

Detta globala vattenunderskott har skapats först nyligen, som ett resultat av att efterfrågan på vatten har tredubblats under det senaste halva århundradet. Att man borrat miljontals bevattningsbrunnar har pressat vattnet ned bortom möjligheten för en ny påfyllning i ett stort antal grundvattenreserver. Många regeringar misslyckas med att begränsa vattenupptagningen till hållbara mängder och det innebär att grundvattennivån idag sjunker i de länder där mer än hälften av jordens befolkning lever. (3)

Ett av de mera synliga tecknen på vattenknapphet är att floder torkar ut och att sjöar försvinner. Det växer också fram politiska turor kring denna vattenknapphet, mellan kraven från dem som bor uppströms och dem som bor nedströms, både inom ett land och mellan olika länder. Vattenknappheten är nu dessutom gränsöverskridande genom den internationella spannmålshandeln. Länder som pressar sig förbi gränserna för den vattentillgång de faktiskt har, brukar vanligen försöka klara av det växande behovet hos städerna och industrin genom att lägga beslag på vattnet som jordbruket använt till bevattning, och sedan importera spannmål för att kompensera förlusten i produktionskapacitet.

Kopplingen mellan vatten och livsmedel är stark. Var och en av oss dricker i medeltal dagligen nästan 4 liter vatten i en eller annan form, medan vattnet som behövs för att producera vår dagliga mat kräver sammanlagt åtminstone 2000 liter – alltså 500 gånger så mycket. Detta bidrar till att förklara varför 70 procent av all vattenanvändning går till ett enda ändamål, bevattning. Ytterligare 20 procent används av industrin och 10 procent av hushållen. När nu efterfrågan på vatten växer i alla tre kategorierna, stärks konkurrensen mellan dem, och det är nästan alltid jordbrukarna som förlorar. (4)

Sjunkande grundvattennivåer

Många länder pumpar upp för mycket grundvatten i sin kamp för att tillfredsställa växande vattenbehov, så även alla de tre stora spannmålsproducenterna, Kina, Indien och USA. Dessa tre, tillsammans med ett antal andra länder där grundvattnet sjunker, har sammantaget mer än hälften av jordens befolkning. (Se tabell 3.1) (5)

Det finns två slags grundvattendepåer, sådana som fylls på och sådana som inte gör det, d.v.s. där vattnet är fossilt. De flesta grundvattendepåer i Indien och den grunda depån under Nordkinesiska slätten är sådana som kan fyllas på. När dessa töms ut, minskas det maximala uttaget automatiskt till det som bestäms av påfyllningstakten.

När det gäller de fossila grundvattendepåerna däremot, så som den vidsträckt amerikanska Ogallala-akvifären, den djupt liggande under Nordkinesiska slätten och Saudi-akvifären, betyder en tömning att det är slut för gott, inget mer kan pumpas upp. Jordbrukare som mister sitt bevattningsvatten har alternativet att återgå till ett obevattnat jordbruk (med lägre avkastning) om regnmängderna medger det. Men i torrare områden så som i USA eller i Mellanöstern innebär förlusten av bevattningsvatten slutet för jordbruket.

Tabell 3–1. *Länder som tar ut för mycket vatten ur akvifärer, 2005*

<u>Land</u>	<u>Befolkning</u> (miljoner)
Indien	1 103
Iran	70
Israel	7
Jemen	21
Jordanien	6
Kina	1 316
Marocko	31
Mexico	107
Pakistan	158
Saudiarabien	25
Spanien	43
Sydkorea	48
Syrien	19
Tunisien	10
<u>USA</u>	<u>298</u>
 Totalt	 3 262

Källa: Se not 5.

Sjunkande grundvatten påverkar redan skördarna negativt i en del länder, bland dem Kina, världens största spannmålsproducent. En undersökning som offentliggjordes i Beijing i augusti 2001 avslöjade att grundvattennivån under Nordkinesiska slätten, som producerar över hälften av landets vete och en tredjedel av dess majs, sjunker snabbare än man tidigare rapporterat. Överuttaget har till stora delar utplånat den grunda akvifären och gjort att brunnsborrhare inriktat sig på områdets djupt liggande fossila vattendepåer, som alltså inte fylls på. (6)

Undersökningen som gjordes av *The Geological Environmental Monitoring Institute (GEMI)* i Beijing rapporterade att under Hebeiproinsen i hjärtat av Nordkinesiska slätten sjunker medelnivån i den djupa akvifären med nästan 3 meter om året. Runt vissa av städerna i denna provins sjönk den dubbelt så snabbt. He Qingcheng, chef för GEMIs team för grundvattenövervakning, påpekar att när den djupa vattendepån väl är utplånad, så har regionen förlorat sin sista vattenreserv, sin enda buffert. (7)

Hans oro återspeglas i en rapport från Världsbanken: ”Hörsägen avslöjar att de djupa brunnarna för dricksvatten runt Beijing nu har nått ner till 1000 meters nivå och därmed ökar kostnaderna dramatiskt.” I ovanligt skarpa ordalag för att vara en världsbanksrapport, förutsäger den att detta leder till ”katastrofala följder för kommande generationer” om man inte snabbt kan skapa balans i vattenanvändningen och vattentillgången igen. (8)

USAs ambassad i Beijing rapporterar att veteodlarna i vissa områden nu pumpar upp vatten från 300 meters djup. Att pumpa upp vatten från sådana djup höjer kostnaderna så mycket för jordbrukarna att de ofta tvingas att sluta med bevattning och gå över till ett mindre produktivt, obevattnat jordbruk. (9)

Sjunkande grundvattennivåer, omvandlingen av åker till andra ändamål än odling och den uppkomna bristen på arbetare inom jordbruket i de kinesiska provinser som snabbt industrialiseras, bidrar alla tre till att krympa landets spannmålsskördar. Vetet, som främst odlas i det halvtorra norra Kina, är speciellt sårbart för vattenbrist. Efter en topp på 123 miljoner ton år 1997 har nu skörden under fem av de senaste åtta åren sjunkit, och uppgick år 2005 till bara 95 miljoner ton, en minskning på 23 procent. (10)

USAs ambassad rapporterar också att den nyligen inträffade nedgången i risproduktionen delvis är en följd av brist på vatten. Den nådde en topp på 140 miljoner ton år 1997, men skörden minskade under fyra av de följande åtta åren, ner till ett beräknat värde på 127 miljoner ton år 2005. Endast majsens, den tredje största spannmålsprodukten i Kina, har än så länge klarat sig utan nedgång. Det beror på att majspriserna är gynnsamma och att denna gröda inte är så beroende av bevattning som vete och ris. (11)

Överlag har Kinas spannmålsproduktion sjunkit från sin kulmen på 392 miljoner ton år 1998 till uppskattningsvis 358 miljoner ton år 2005. För att få perspektiv på storleksordningen här, kan nämnas att nedgången på 34 miljoner ton är större än hela den årliga veteskörden i Kanada. Kina täckte förr detta bortfall på det stora hela genom att förlita sig på sina egna enorma lager – ända fram till år 2004, då man importerade 7 miljoner ton spannmål. (12)

En rapport från Världsbanken påpekar att Kina tar upp för mycket vatten från tre flodbäcken i norr – från floden Hai, som rinner genom Beijing och Tianjin, från Gula floden och från floden Huai, nästa flod söder om den Gula. Eftersom det krävs 1000 ton vatten för att producera ett ton spannmål, innebär underskottet på nästan 40 miljarder ton vatten om året att när akvifären är utplånad kommer också spannmålssköörden att sjunka med 40 miljoner ton d.v.s. så mycket att det kunde livnära 120 miljoner människor i Kina. (13)

Av de främsta spannmålsproducenterna är det bara Kina som hittills har råkat ut för betydande nedgång i produktionen. Inte ens med en världsomfattande spannmålskris och stigande spannmålspriser, som ger impulser att sätta fart på produktionen, kommer det att bli lätt för Kina att lyckas återgå till tidigare produktionsnivåer för spannmål, med tanke på just bristen på bevattningsvatten. (14)

Den tilltagande vattenknappheten är visserligen mycket allvarlig i Kina, men ännu allvarligare är den i Indien, helt enkelt därför att marginalerna där är så små mellan den faktiska livsmedelskonsumtionen och överlevnaden. I en undersökning av Indiens vattensituation rapporterar Fred Pearce i *New Scientist* att de 21 miljoner brunnar, som borrhats i detta brunnsborrningens Mekka, gör att grundvattnet sjunker i största delen av landet. I norra Gujarat sjunker det med 6 meter varje år. (15)

I södra Indien i delstaten Tamil Nadu, med mer än 62 miljoner människor, torkar brunnar ut nästan överallt. Enligt Kuppannan Palanisami på Tamil Nadus jordbruksuniversitet har den sjunkande grundvattennivån gjort att 95 procent av brunnarna som ägs av småbrukare har sinat, vilket har minskat den bevattnade arealen i delstaten med över hälften bara på de senaste tio åren. (16)

I takt med att grundvattnet sjunker, tar brunnborrarna till modifierade oljeborrningstekniker för att nå ner till vattnet, och går rentav till djup på en kilometer på vissa håll. I samhällen där de underjordiska källorna helt har torkat ut, är allt jordbruk beroende av regnvatten och dricksvattnet måste levereras med tankbilar. Ledaren för grundvattenstationen vid *The International Water Management Institute* i Gujarat, Tushaar Shah, säger om vattensituationen i Indien att: ”När bubblan brister kommer en oerhörd anarki att drabba Indiens landsbygd.” (17)

I nuläget ökar fortfarande vete- och risskördarna, Indiens främsta livsmedelsspannmål. Men förlusten av bevattningsvattnet de närmaste åren framöver skulle kunna segra över de tekniska framstegen, och skördarna skulle kunna börja minska på en del håll, precis som de redan gör i Kina. (18)

USDA rapporterar att i USA, i delar av Texas, Oklahoma och Kansas – tre av de främsta spannmålsproducerande delstaterna – har det underjordiska grundvattnet sjunkit med mer än 30 m. Följden är att brunnarna sinat på tusentals jordbruk på södra delarna av de Stora slätterna. Även om denna utvinning av underjordiskt vatten reducerat USAs spannmålsproduktion, ger den bevattnade arealen endast en femtedel av USAs spannmålsskörd, i jämförelse med nästan tre femtedelar av skörden i Indien och fyra femtedelar i Kina. (19)

Pakistan, med 158 miljoner invånare och en befolkningstillväxt på 3 miljoner per år, utnyttjar också sitt underjordiska vatten. På den pakistanska delen av den bördiga slätten Punjab, är sänkningen av grundvattennivåerna lik den i Indien. Observationsbrunnar nära tvillingstäderna Islamabad och Rawalpindi visar att grundvattnets nivå sjönk varje år med mellan 1 och nästan 2 meter under perioden 1982 till 2000. (20)

I provinsen Baluchistan faller grundvattennivåerna runt huvudstaden Quetta med 3,5 meter per år. Richard Garstang, en vattenexpert vid Världsnaturfonden (WWF) och deltagare i en undersökning av Pakistans vattensituation, sade år 2001 att: ”... inom 15 år kommer Quetta inte att ha något vatten om nuvarande konsumtionsnivåer fortsätter.” (21)

Vattenbristen i Baluchistan gäller hela provinsen. Sardar Riaz A. Khan, tidigare chef för Pakistans forskningsinstitut för torra zoner i Quetta, rapporterar att sex flodbäcken har tömts på sina grundvattenreserver, så att de tidigare bevattnade åkrarna nu ligger ofruktbara. Khan spår att inom 10-15 år kommer praktiskt taget alla bäcken utanför det område som bevattnas med kanaler, att ha utplånat sitt grundvatten, och att provinsen således kommer att förlora stora delar av sin spannmålsskörd. (22)

Framtida nedskärningar av bevattningsvattnet till följd av grundvattenbrist kommer utan tvivel att minska hela Pakistans spannmålsskörd. Vetet är den

viktigaste stapelfödan och i landet som helhet fortsätter veteskörden trots allt att öka, men i långsammare takt än förut. (23)

Iran, ett land med 70 miljoner människor, pumpar upp för mycket av sitt grundvatten – i medeltal 5 miljarder ton för mycket per år, d.v.s. så mycket vatten som motsvarar en tredjedel av landets årliga spannmålsskörd. Under den lilla men bördiga Chenaran-slätten i nordöst sjönk grundvattnet med 2,8 meter per år i slutet av 1990-talet. Skulden till detta bär de nya brunnar, som borrades för bevattning och för förbrukning i den närbelägna staden Mashad. Byarna i östra Iran börjar allt oftare bli övergivna när brunnarna sinar, vilket skapar en ström av ”vattenflyktingar”. (24)

SaudiArabien, med 25 miljoner invånare, är lika vattenfattigt som oljerikt. Genom att luta sig kraftigt på subventioner utvecklades ett jordbruk med omfattande bevattning huvudsakligen ifrån djupt liggande fossila akvifärer. Efter många års användning av oljepengar för att stödja vetepreiser, som var fem gånger högre än världsmarknadsnivån, var regeringen tvungen att ta tag i budgetrealiteterna och skära ner subventionerna. Veteskördarna i landet sjönk från en topp på 4,1 miljoner ton år 1992 till 1,2 miljoner ton år 2005, en sänkning på 71 procent. (25)

Craig Smith skriver i *New York Times*: ”Sedda från luften liknar de runda vetefälten, i detta torra lands kornbod, skogsgröna poker-spel-marker utströdda över en brun öken. Men ännu flera är de spöklika konturerna av åkrar, som lämnats att sjunka tillbaka i sanden, vittnesbörd om att det var här kungarikets hasardspel om jordbruket tömde de dyrbara grundvattenreserverna till sista droppen.” En del saudiarabiska jordbrukare pumpar nu upp vatten från brunnar som är omkring 1200 meter djupa. (26)

En saudiarabisk landsomfattande undersökning år 1984 rapporterade att den fossila vattenreserven var 462 miljarder ton. Hälften av det vattnet har vid det här laget, enligt Smith, antagligen redan försvunnit. Detta tyder på att det bevattnade jordbruket skulle kunna hålla ut ännu ett årtionde eller så, för att sedan slås ut på det hela taget, och därefter begränsas till enbart den lilla areal som kan bevattnas ifrån de grunda vattendepåer, som fylls på av de knappa regnen i detta kungadöme. Det hela är ett klassiskt exempel på en överuttags- och-kollaps-präglad livsmedelsekonomi. (27)

I grannlandet Jemen, med 21 miljoner invånare, sjunker grundvattnet under större delen av landet med cirka två meter varje år, i takt med att vattenförbrukningen överstiger det hållbara uttaget från akvifärerna. I västra Jemen ligger Sana-bäckenet, där det beräknade årliga vattenuttaget på 224 miljoner ton överstiger den årliga påfyllningen på 42 miljoner ton med en faktor på 5, och följderna är att grundvattennivån sänks med 6 meter varje år. Världsbankens prognoser visar att Sana-bäckenet – där också landets huvudstad Sana ligger och där 2 miljoner människor har sina hem – kommer att ha torrlagts före år 2010. (28)

På jakt efter vatten i bäckenet har Jemens regering borrar brunnar på försök ner till två kilometers djup – normalt är det bara oljeindustrin som gör så – men man har inte lyckats hitta vatten. Jemen måste snart bestämma sig för om landet

ska flytta huvudstaden eller leda vatten till Sana, eventuellt i en ledning från ett avsaltningsverk vid kusten, ifall landet har råd med det. Bägge alternativen kommer att bli dyra och kan bli mycket traumatiska. (29)

Eftersom folkmängden ökar med 3 procent årligen och grundvattnet minskar i hela landet, håller Jemen snabbt på att bli ett hydrologiskt fiasko. Förutom den effekt överuttaget av grundvatten kan få på huvudstaden, påpekar världsbanksrepresentanten Christoffer Ward att ”grundvatten pumpas upp i en sådan omfattning att delar av landsbygdens ekonomi skulle kunna vara utplånade inom en generation.” (30)

Israel håller på att utplåna bägge de akvifärer landet huvudsakligen utnyttjar, trots att landet är en föregångare när det gäller att öka bevattningsproduktiviteten. Drabbade är både grundvattendepån vid kusten och den i bergen, som Israel delar med palestinierna. Påskyndad av både naturlig tillväxt och immigration, växer nu Israels folkmängd snabbare än vattentillgången medger. I det område som Israel delar med palestinierna pågår ständiga konflikter mellan dem om hur vattnet ska fördelas. P.g.a. allvarlig vattenbrist har Israel förbjudit bevattning av vete. (31)

Efterfrågan på vatten är större än tillgången också i Mexiko, med en befolkning på 107 miljoner idag, som förväntas bli 140 miljoner före år 2050. Mexiko City har vida kända vattenproblem. På landsbygden lider man också brist på vatten. T.ex. i delstaten Guanajuato, som är en jordbruksbygd, sjunker grundvattnet med 2 meter eller mer varje år. För hela landet gäller att 51 procent av allt vatten, som pumpas upp ur jorden, kommer från akvifärer som är överutnyttjade. (32)

Eftersom man mer eller mindre samtidigt pumpar upp alltför mycket grundvatten i många olika länder, skulle utplåningen av grundvattenreserverna, och de minskande skördarna som följer av detta, kunna uppträda vid ungefär samma tidpunkt. Och den accelererande tömningen av akvifärerna innebär att den dagen kan komma snart – och skapa en matbrist som kanske blir omöjlig att hantera.

Floder torkar ut

I motsats till den i stort sett dolda sänkningen av grundvattnet, syns det tydligt när floder torkat ut innan de nått havet. Två floder som är exempel på detta fenomen är Coloradofloden och Gula floden – den förra är den största floden i sydvästra USA, den senare är den största i norra Kina. Andra stora floder som antingen torkar ut helt, eller krymper till bara en liten rännil under torrperioden, är Nilen, Egyptens pulsåder, och Indusfloden som ger största delen av Pakistans bevattningsvatten, samt floden Ganges i Indiens tätbefolkade lågland i öster. Många mindre floder har försvunnit helt och hållet. (33)

Dammar och avledningar har torkat ut många floder i takt med att världens efterfrågan på vatten tredubblats under det senaste halvsekle och efterfrågan på el har vuxit ännu snabbare. När grundvattennivån har sjunkit har de källor som fyllt på floderna sinat, vilket har minskat flödet i vattendragen. (34)

Sedan 1950 har antalet stora dammar, sådana som är över 15 meter höga, ökat från 5000 till 45 000. Varje damm berövar en flod något av dess flöde. Ingenjörer tycker om att säga att dammar som byggts för att ge el inte tar något vatten ifrån floderna, bara energin, men detta är inte alldeles sant eftersom vattenbassängerna ökar avdunstningen. Den årliga vattenförlusten från en reservoar i torra eller halvtorra områden, där avdunstningen är hög, är vanligtvis av storleksordningen 10 procent av reservoarens lagringskapacitet. (35)

Coloradofloden klarar sig numera med nöd och näppe fram till havet. Delstaterna Colorado, Utah, Arizona, Nevada och framför allt Kalifornien, som alla är starkt beroende av Coloradoflodens vatten, tömmer helt enkelt floden innan den når fram till Californiaviken. Denna överdimensionerade efterfrågan på vatten förstör flodens ekosystem, inklusive dess fiskbestånd. (36)

En liknande situation råder i centrala Asien. Floden Amu-Darja – som tillsammans med Syr-Darja rinner ut i Aralsjön – är nu uttorkad av bomullsodlare uppströms i Uzbekistan och Turkmenistan. När flödet från Amu-Darja stängts av, är det bara det förminskade flödet i Syr-Darja som hindrar Aralsjön från att försvinna helt. (37)

Gula floden i Kina, som rinner cirka 4000 kilometer genom fem provinser innan den når Gula havet, har befunnit sig under tilltagande tryck i några decennier. Första gången den torkade ut var år 1972 och sedan 1985 har det ofta hänt att den inte lyckats nå fram till havet. (38)

Nilen, som är platsen för en annan urminnes civilisation, når nu Medelhavet med ett nödrop. Vattenanalytikern Sandra Postel konstaterar i boken *Pillar of Sand* att innan Assuandammen byggdes, nådde ungefär 32 miljarder kubikmeter vatten fram till Medelhavet varje år. När dammen var färdig hade dess utflöde sjunkit till mindre än 2 miljarder kubikmeter som en följd av ökad bevattning, andra utnyttjandeformer och avdunstning. (39)

Pakistan är liksom Egypten i allt väsentligt en flodbaserad civilisation, eftersom Pakistan är starkt beroende av Indus. Denna flod, som rinner upp i Himalaya och flyter västerut till Indiska oceanen, skänker inte bara ytvatten, utan fyller också på akvifererna, som i sin tur ger vatten åt bevattningsbrunnarna, som syns överallt på den Pakistanska landsbygden. Men med växande efterfrågan på vatten, börjar också Indus bli uttorkad i det nedre loppet. Pakistan, med en befolkning som enligt prognoserna ska bli 305 miljoner till år 2050, har stora bekymmer. (40)

I sydöstra Asien har flödet i Mekong minskats genom dammarna som kineserna byggt i det övre loppet. Länderna längre ner – där Kambodja, Laos, Thailand och Vietnam ingår, med tillsammans 168 miljoner invånare, – klagar på det minskade flödet, men detta har inte förmått bromsa Kinas ansträngningar att utnyttja kraften och vattnet i denna flod. (41)

Samma problem drabbar också Eufrat och Tigris, som båda rinner upp i Turkiet och flyter genom Syrien och Irak på väg till Persiska viken. Detta flodsystem, platsen för Sumer och andra tidiga civilisationer, överutnyttjas också. Stora dammar som byggts i Turkiet och Irak har minskat vattenflödet till det område som en gång gjorde skäl för namnet "den bördiga halvmånen", och

har bidragit till att förstöra 90 procent av de våtmarker som tidigare berikade deltaområdet. (42)

I de flodsystem, som tagits som exempel ovan, används praktiskt taget allt tillgängligt vatten i respektive bäcken. Det är klart att ifall människorna uppströms får mera vatten, så får människorna nedströms mindre.

Sjöar försvinner

När flödena i vattendrag minskas eller utplånas helt och när grundvattnet sjunker för att det överutnyttjas, då krymper sjöar, och ibland försvinner de för alltid. Som min kollega Janet Larsen konstaterat, hör de sjöar som håller på att torka ut, till världens mest välkända, bland dem Tchadsjön i Centralafrika, Aralsjön i Centralasien och Galileiska sjön i Mellanöstern. (43)

Många amerikanska sjöar har också mått dåligt. I Kalifornien har Owens Lake, som täckte 500 kvadratkilometer i början av 1900-talet, nu försvunnit. Efter att floden Owens leddes om till det törstiga Los Angeles 1913 klarade sig sjön bara i något mer än ett decennium. (44)

Den geologiskt sett äldsta sjön i Nordamerika, Mono Lake i Kalifornien, som är en omtyckt rastplats för flyttande sjöfåglar, är ett mera samtida offer för Los Angeles till synes osläckliga törst. Mono Lake har råkat ut för en 11 meters sänkning av vattennivån i jämförelse med året 1941, då avledningen från sjöns tillflöden till Los Angeles började. (45)

Reuters reporter Mega Goldin skriver: ”Att kunna gå på Galileiska sjön är idag ett konststycke som en vanlig dödlig kan klara av”, eftersom vattenbrynet dragit sig tillbaka. När jag första gången såg floden Jordan, där den rinner in i Israel från Syrien, var det uppenbart hur klen den var. Faktiskt skulle den bli kallad å eller bäck i många länder. Och ändå bär Jordan huvudansvaret för att förse Galileiska sjön med vatten; den rinner ju in i sjön i norr och ut i söder och fortsätter söderut ungefär 105 kilometer innan den mynnar ut i Döda havet. (46)

Allteftersom Jordan rinner igenom Israel krymper den ytterligare, så att Döda havet minskar ännu snabbare än Galileiska sjön. På fyrtio år har Döda havets yta sjunkit med cirka 25 meter. Avledningarna från Jordan där den flyter söderut i Israel i kombination med de snabbt sjunkande grundvattennivåerna i Jordanien, kan medföra att Döda havet är helt försvunnet före år 2050. (47)

Bland alla krympande sjöar har ingen fått så mycket uppmärksamhet som Aralsjön. Dess hamnstäder, en gång i tiden centra för regionens handel, är nu övergivna och ser ut som de spöklika f.d. guldgrävarstäderna i den amerikanska Västern. Förut var Aralsjön också en av världens största sötvattensförekomster, men nu har den förlorat fyra femtedelar av sin volym sedan 1960. Fartyg som en gång trafikerat sjöns farleder ligger kantrade i sanden på den tidigare sjöbotten – och inget vatten syns så långt ögat når. (48)

Grunden till Aralsjöns nedgång lades på 1960-talet, när centralstyret i Moskva gick in för planen att området kring Syr-Darjas och Amu-Darjas bäcken skulle bli ett enda enormt bomullsfält som skulle tillgodose landets textilindustri. Av ledningen av vatten från de två floderna som rann ut i Aralsjön ökade också i

takt med utvidgningen av bomullsodlingen. När sjön krympte, höjdes saltkoncentrationen tills fisken dog ut. Den blomstrande fiskerinäringen som förr hade producerat 50 000 ton om året gick förlorad, och arbetstillfällena på fiskebåtarna och i fiskindustrin gick samma väg. (49)

När man har krympt ett inflöde på 65 miljarder kubikmeter vatten om året till 1,5 miljarder kubikmeter från de bägge floderna, är utsikterna inte goda för att man ska kunna öka vattenflödet igen. Med en ny strandlinje, som ligger upp till 250 kilometer från de ursprungliga hamnstäderna, är områdena av exponerad sjöbotten enorma. Varje dag lyfter vindarna upp tusentals ton sand och salt från denna uttorkade sjöbotten, och fördelar de luftburna partiklarna över de omgivande betesmarkerna och åkrarna, och skadar dem. (50)

På en konferens arrangerad år 1990 av den sovjetiska vetenskapsakademien om Aralsjöns framtid ingick det en flygtur för de utländska gästerna. När jag flög över området, sittande i ett klassiskt enmotorigt dubbelvingat flygplan från andra världskriget, ett hundratal meter över sjöns torra, salttäckta botten, såg jag att den liknade månens yta. Det fanns ingen vegetation, inget tecken på liv, bara total ödslighet. (51)

Sjöar som försvinner är ett fenomen som kanske är allra mest uttalat i Kina. I provinsen Qinghai i västra Kina, där Gula flodens huvudfåra går, fanns det en gång 4077 sjöar. På de 20 senast åren har mer än 2000 försvunnit. Situationen är ännu mycket värre i provinsen Hebei, som omger Beijing. Grundvattnet sjunker mycket snabbt överallt i detta område och Hebei har förlorat 969 av sina 1052 sjöar. (52)

Sjöar försvinner i andra asiatiska länder också, i Pakistan, Iran och Indien. Otaliga sjöar har torkat ut i den indiska Kashmirdalen. Sjön Dal, tidigare 75 kvadratkilometer till ytan, har minskat till bara 12 kvadratkilometer. Eftersom grundvattnet sjunker i stora delar av Indien, försvinner många sjöar helt, och andra krymper i rask takt. (53)

Också i Mexiko växer folkmängden långt snabbare än vattentillgången medger. Landets största sjö, Chapala-sjön, är den huvudsakliga vattenkällan för Guadalajara, där 5 miljoner människor bor. Kraftigt ökande bevattning i området har minskat vattenvolymen i sjön med 80 procent. (54)

Sjöar försvinner i alla världsdelar och överallt av samma orsak: alltför kraftig avledning av vatten från floderna och ett alltför stort uttag från grundvattendepåerna. Ingen vet exakt hur många sjöar som har gått förlorade det senaste halvsekle, men vad vi faktiskt vet är att tusentals sjöar numera endast existerar på gamla kartor.

Städer vinner, jordbrukare förlorar

Vattenkonflikter mellan länder dominerar tidningsrubrikerna. Men *inom* enskilda länder är det dragkampen mellan städer och jordbruk som sysselsätter lokala politiska ledare. Vattenförbrukningens ekonomi är inte till jordbrukarnas fördel i denna konkurrens, helt enkelt för att det krävs så mycket vatten för att producera mat. Som exempel kan man ta att det bara krävs 14 ton vatten för att

tillverka ett ton stål, som är värt 550 dollar, men det krävs 1000 ton vatten för att odla ett ton vete, som är värt 150 dollar. I länder som är inriktade på att expandera ekonomin och skapa arbetstillfällen är det inte överraskande att man låter jordbruket stryka på foten. (55)

Många av världens största städer ligger i avrinningsområden där allt tillgängligt vatten redan förbrukas. Städer som ligger i sådana områden är bland andra Mexiko City, Kairo och Beijing, vilka kan öka sin vattenkonsumtion bara om de importerar vatten från andra avrinningsområden eller tar det från jordbruket. Bokstavligen hundratals städer i världen hanterar nu sitt växande vattenbehov genom att beröva jordbrukarna bevattningsvattnet. Bland de städer i USA som gör så finner vi San Diego, Los Angeles, Las Vegas, Denver och El Paso. En undersökning gjord av USDA i delstater i västra USA fann att den årliga försäljningen av vattenrättigheter under 1996 och 1997 uppgick till 1,65 miljarder ton i medeltal, tillräckligt för att producera 1,65 miljoner ton spannmål. (56)

Världsbankens beräkningar för tätbefolkade, men relativt vattenrika Sydkorea, visar att den ökade vattenförbrukningen för hushålls- och industriändamål, skulle kunna minska tillgången för jordbruket från 13 miljarder ton till 7 miljarder ton år 2025. Banken förutspår också att mellan åren 2000 och 2010 kommer Kinas efterfrågan på vatten i städerna att öka från 50 miljarder ton till 80 miljarder ton, en tillväxt med 60 procent. Kraven från industrin kommer samtidigt att gå upp från 127 miljarder ton vatten till 206 miljarder, d.v.s. öka 62 procent. Många hundra städer vänder sig till landsbygden för att klara sina framtida vattenbehov. I området runt Beijing har detta skifte varit på gång sedan år 1994, när jordbrukarna förbjöds att utnyttja reservoarerna som försåg staden med vatten. (57)

Kina försöker accelerera den ekonomiska utvecklingen i den övre delen av Gula flodens bäcken och därför ges framväxande industrier uppströms företräde till vattnet. Och när mera vatten används uppströms, når mindre mängder vatten fram till jordbrukarna nedströms. Under ovanligt torra år, klarar sig Gula floden inte ända fram till Shandong, den sista provinsen på flodens väg ner mot havet. (58)

Jordbrukarna i Shandong, som vanligen har fått ungefär hälften av sitt bevattningsvatten från Gula floden och hälften från brunnar, förlorar nu vatten från bägge källorna. Förlusten av bevattningsvatten i en provins som producerar en femtedel av Kinas majs och en sjundedel av vetet, bidrar till att förklara varför Kinas spannmålsskörd sjunker. (59)

Bokstavligen hundratals städer i andra länder hanterar sitt vattenbehov genom att ta en del av det vatten, som jordbrukarna hade räknat med att få. I exempelvis västra Turkiet är staden Izmir numera starkt beroende av brunnarna i grann-distriktet, det jordbrukspräglade Manisa. (60)

På södra delarna av de Stora slätterna i USA och i de sydvästra delarna av landet, där praktiskt taget allt vatten nu är reserverat, kan det växande vattenbehovet i städer och tusentals andra tätorter bara tillfredsställas genom att man tar vattnet från jordbruket. En månadstidskrift från Kalifornien, *The Water*

Strategist, ägnar flera sidor åt en uppräknings av vattenförsäljningar i västra USA under den föregående månaden. Det går knappt en dag utan nya försäljningar. Åtta av tio försäljningar rör sig, typiskt nog, om att antingen enskilda jordbrukare eller deras bevattningsdistrikt säljer till just städer och kommuner. (61)

Colorado med en snabbt ökande folkmängd, har en av världens mest aktiva vattenmarknader. Växande städer, stora och små, i denna delstat med hög invandring, köper upp jordbrukares och ranchägares bevattningsrättigheter. I det övre bäckenet av floden Arkansas, som omfattar delstatens sydöstra fjärdedel, har Colorado Springs och Aurora (en förort till Denver) redan köpt vattenrätter till en tredjedel av bäckenets jordbruksmark. Aurora har köpt rättigheterna till lika mycket vatten, som tidigare användes till att bevattna 9600 hektar åker i Arkansasdalen. (62)

Städerna i Kalifornien gör ännu mycket större uppköp. År 2003 köpte San Diego rätten till 247 miljoner ton vatten årligen från jordbrukarna i Imperial Valley i stadens närhet – den största vattenöverföringen mellan landsbygd och stad i USAs historia. Den överenskommelsen gäller för de kommande 75 åren. År 2004 förhandlade *The Metropolitan Water District*, som förser 18 miljoner kalifornier med vatten i ett flertal städer i den sydliga delen av delstaten, sig till ett uppköp av 137 miljoner ton vatten per år från jordbrukare under de närmaste 35 åren. Denna högproduktiva jord som ägs av jordbrukarna är ofruktbar utan bevattningsvatten. Jordbrukarna som säljer sina vattenrätter skulle vilja fortsätta bruka jorden, men storstädernas tjänstemän erbjuder långt mer för vattnet än vad jordbrukarna någonsin kunde förtjäna på att bevattna sina grödor. (63)

I många länder får jordbrukarna emellertid inte någon kompensation för förlusten av bevattningsvattnet. År 2004 upptäckte exempelvis de kinesiska jordbrukarna längs floden Juma nedströms från Beijing att floden hade slutat att rinna. En avledning till en damm hade byggts nära huvudstaden för att skaffa flodvatten till Yanshan Petrochemical, en statsägd industri. Fastän jordbrukarna protesterade bittert, var slaget förlorat. För de 120 000 drabbade byborna nedanför dammen är risken stor att vattenförlusten lamslår deras möjligheter att försörja sig på jordbruket. (64)

Vare sig det handlar om rena expropriationen, eller att städerna erbjuder jordbrukarna (eller helt enkelt har råd att borra djupare brunnar), så förlorar världens jordbrukare kriget om vattnet. De måste inte bara tackla sjunkande vattentillgång i många situationer, utan också en minskande andel av denna sjunkande tillgång. Sakta men säkert håller städerna på att suga till sig vattnet från världens jordbrukare, trots att dessa försöker producera mat åt ytterligare omkring 70 miljoner människor i världen varje år. (65)

Knappheten tar sig över landsgränserna

Historiskt sett har vattenbrist varit ett lokalt problem. Det var regeringens ansvar i varje land att balansera tillgång och efterfrågan på vatten. Nu sker det en förändring här eftersom knappheten tar sig över ländernas gränser genom den internationella spannmålshandeln. Eftersom det går åt 1000 ton vatten för att producera ett ton spannmål, såsom vi konstaterat tidigare, är det mest effektiva

sättet att importera vatten istället för att importera spannmål. Många länder använder därför spannmål för att balansera sin vattenbudget. På samma sätt är handel med framtida spannmål på sätt och vis också att handla med framtida vatten. (66)

Kina och Indien följs av en andra grupp av länder med vattenbrist – Algeriet, Egypten, Iran, Mexiko och Pakistan. Tre av dem – Algeriet, Egypten och Mexiko importerar redan nu en stor del av sitt spannmål. Och även vattenfattiga Pakistan gjorde plötsligt på samma sätt som kineserna och vände sig år 2004 till världsmarknaden för att importera 1,5 miljoner ton vete. Också detta lands behov av spannmålsimport kommer sannolikt att öka under åren framöver. (67)

Norra Afrika och Mellanöstern – från Marocko i väster till Iran i öster – har blivit världens snabbast växande importmarknad för spannmål. Efterfrågan på säd drivs upp både av snabb befolkningsökning och stigande välfärd, där mycket av den sistnämnda härstammar från olje-exporten. När snart sagt varje land i regionen är hårt pressat av sina begränsade vattenresurser, kan den växande efterfrågan på vatten i städerna bara tillgodoses genom att beröva jordbrukarna deras bevattningsvatten. (68)

Egypten, där det bor cirka 74 miljoner människor, har blivit en av de större veteimportörerna under de senaste åren, i kamp med Japan – enligt tradition den största importören – om platsen i täten. Numera importerar man 40 procent av den totala spannmålsstillgången i landet, en andel som hela tiden pressas uppåt efter hand som folkmängden växer och den skörd man kan få med hjälp av Nilens vatten blir allt mer otillräcklig. (69)

Algeriet med 33 miljoner invånare importerar mer än hälften av sitt spannmål, vilket innebär att vattenmängden som gått åt till den importerade säden är större än vattnet från de inhemska källorna, vilka ändamål det än handlar om. Det starka beroendet av importen gör att Algeriet är särskilt sårbart för störningar i handeln, t.ex. utförsel förbud av spannmål i exporterande länder. (70)

Generellt kan sägas att den mängd vatten som krävs för att producera spannmål och andra jordbruksprodukter, som importerades till Mellanöstern och norra Afrika förra året, motsvarade hela årsflödet i Nilen vid Assuandammen. Följaktligen kan man betrakta regionens vattenunderskott som en andra flod av Nilens storlek, som flyter in i form av importerade spannmål. (71)

Det påstås ofta att framtida krig i Mellanöstern troligen kommer att utkämpas om vattnet snarare än om oljan, men konkurrensen om vattnet äger egentligen rum på världsmarknaden för spannmål. Länderna med de starkaste ekonomierna, och inte nödvändigtvis de med den starkaste krigsmakten, kommer att klara den konkurrensen bäst.

Om man vill veta var behovet av spannmålsimport kommer att koncentreras imorgon bör man se efter var vattenunderskotten växer fram idag. Hittills har de länder som importerat mycket av sitt spannmål varit små. Nu kan vi konstatera snabbt växande vattenunderskott i både Kina och Indien, bägge med mer än en miljard invånare. (72)

År för år vidgas klyftan mellan världens vattenkonsumtion och det hållbara vattenuttaget. Varje år sjunker grundvattnet mer än det gjorde året innan. Både

utplåningen av akvifärer och avledningen av vatten till städerna bidrar till ett växande underskott på bevattningsvatten och därmed till ett växande spannmålsunderskott i många länder med brist på vatten.

Livsmedelsbubblan i vår ekonomi

Som ovan framgått, får man nästan garanterat en framtida minskning i livsmedelsproduktionen när man pumpar upp för mycket vatten och utplånar akvifärerna i sin strävan att tillfredsställa en växande efterfrågan på livsmedel. Många länder skapar i själva verket en ekonomi byggd på en "livsmedelsbubbla" – där livsmedelsproduktionen är konstgjort förstörad genom det ohållbara utnyttjandet av grundvatten.

Följderna av överuttaget var inte uppenbara när jordbrukarna började använda grundvatten i stor skala för några årtionden sedan. Det som tilltalar så mycket i att pumpa upp grundvatten i motsats till storskaliga ytvattenssystem är att jordbrukaren kan tillföra vatten till grödorna exakt när det behövs och på det sättet maximera vattnets effekt. Grundvattnet är också tillgängligt under torrperioden, vilket gjort det möjligt för många jordbrukare i milda klimatzoner att fördubbla sina odlingar.

Som en illustration kan man ta avkastningen av spannmål för livsmedelsbruk i Punjab, där avkastningen från jord som bevattnats från brunnar var 5,5 ton per hektar, medan avkastningen från jord bevattnad genom kanaler i medeltal var 3,2 ton per hektar. Liknande data från den sydliga delstaten Andhra Pradesh visar också en kraftig fördel med brunnsbevattning, som ger en medelavkastning för livsmedelsspannmål på 5,7 ton per hektar jämfört med 3,4 ton från jordar som bevattnats med kanalvatten. (73)

Av allt bevattningsvatten i USA kommer 37 procent från underjorden, resten, 63 procent kommer från ytvattenkällor. Men trots detta får tre av de främsta spannmålsproducerande delstaterna – Texas, Kansas och Nebraska – 70-90 procent var av sitt bevattningsvatten från Ogallala akvifären, som i allt väsentligt är en fossil akvifär med mycket liten återfyllning. Den höga produktiviteten i grundvattenbaserad bevattning innebär att livsmedelsproduktionens minskning kommer att bli oproportionerligt stor när grundvattnet tar slut. (74)

Vid vilken tidpunkt kommer vattenbristen att övergå i livsmedelsbrist? I vilka länder kommer förlusten av bevattningsvatten orsakad av utplåningen av grundvatten att innebära en minskad spannmålsproduktion? David Seckler och hans kolleger vid *The International Water Management Institute*, världens främsta vattenforskningsgrupp, sammanfattar problemet träffande: "Många av de mest befolkade länderna i världen – Kina, Indien, Pakistan, Mexiko och nästan alla länder i Mellanöstern och norra Afrika – har bokstavligen åkt snålskjuts genom att utplåna sina grundvattenresurser de senaste två, tre decennierna. Straffet för att ha misshushållat med denna värdefulla resurs är nu överhängande och det är inte någon överdrift att påstå att följderna skulle kunna bli katastrofala för dessa länder och, med tanke på hur betydelsefulla de är, för världen som helhet." (75)

Eftersom expansionen av bevattningen bidrog till att tredubbla världens spannmålsskörd mellan år 1950 och 2000, kommer det inte som någon över-

raskning att förlust av vatten följaktligen kan krympa skördarna. När det gäller vatten till bevattning befinner sig många länder i ett klassiskt "överuttags-och-kollaps-läge". Om länder som pumpar upp för mycket vatten inte snabbt vidtar åtgärder för att minska vattenförbrukningen och stabilisera grundvattennivån, så går en minskning i livsmedelsproduktionen så småningom inte att undvika. (76)

Noter till kapitel 3

1. M.T. Coe and J.A. Foley, "Human and Natural Impacts on the Water Resources of the Lake Chad Basin," *Journal of Geophysical Research (Atmospheres)*, vol. 106, no. D4 (2001), pp. 3349–56; Lynn Chandler, "Africa's Lake Chad Shrinks by 20 Times Due to Irrigation Demands, Climate Change," press release (Greenbelt, MD: NASA, Goddard Space Flight Center, 27 February 2001); population information from United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (New York: February 2005).
2. World Bank, *China: Agenda for Water Sector Strategy for North China* (Washington, DC: April 2001); Christopher Ward, *The Political Economy of Irrigation Water Pricing in Yemen* (Sana'a, Yemen: World Bank, November 1998); U.S. Department of Agriculture (USDA), *Agricultural Resources and Environmental Indicators 2000* (Washington, DC: February 2000).
3. Water use tripling from I.A. Shiklomanov, "Assessment of Water Resources and Water Availability in the World," Report for the Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World (St. Petersburg, Russia: State Hydrological Institute, 1998), cited in Peter H. Gleick, *The World's Water 2000–2001* (Washington, DC: Island Press, 2000), p. 52.
4. Jacob W. Kijne, *Unlocking the Water Potential of Agriculture* (Rome: FAO, 2003), p. 26; water use from Shiklomanov, op. cit. note 3, p. 53.
5. Grain production from USDA, *Production, Supply, & Distribution*, electronic database, www.fas.usda.gov/psd/psdselection.asp, updated 13 September 2005; Table 3–1 compiled by Earth Policy Institute from United Nations, op. cit. note 1.
6. Michael Ma, "Northern Cities Sinking as Water Table Falls," *South China Morning Post*, 11 August 2001; share of China's grain harvest from the North China Plain based on Hong Yang and Alexander Zehnder, "China's Regional Water Scarcity and Implications for Grain Supply and Trade," *Environment and Planning A*, vol. 33 (2001), and on USDA, op. cit. note 5.
7. Ma, op. cit. note 6.
8. World Bank, op. cit. note 2, pp. vii, xi.
9. John Wade, Adam Branson, and Xiang Qing, *China Grain and Feed Annual Report 2002* (Beijing: USDA, 21 February 2002).
10. Grain production from USDA, op. cit. note 5.
11. Wade, Branson, and Xiang, op. cit. note 9; grain production from USDA, op. cit. note 5.
12. Grain production from USDA, op. cit. note 5.
13. World Bank, op. cit. note 2, p. viii; calculations by Earth Policy Institute based on 1,000 tons of water to produce 1 ton of grain in U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), *Yield Response to Water* (Rome: 1979).
14. Irrigated area from FAO, *FAOSTAT Statistics Database*, at apps.fao.org, updated 4 April 2005; grain harvest from USDA, op. cit.

- note 5.
15. Fred Pearce, "Asian Farmers Sucking the Continent Dry," *New Scientist*, 25 August 2004.
 16. *Ibid.*; Tamil Nadu population from 2001 census, "Tamil Nadu at a Glance: Area and Population" at www.tn.gov.in.
 17. Pearce, *op. cit.* note 15.
 18. Tushaar Shah et al., *The Global Groundwater Situation: Overview of Opportunities and Challenges* (Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2000).
 19. USDA, *op. cit.* note 2, Chapter 2.1, p. 6; irrigated share calculated from FAO, *op. cit.* note 14; harvest from USDA, *op. cit.* note 5.
 20. Population from United Nations, *op. cit.* note 1; fall in water table from "Pakistan: Focus on Water Crisis," U.N. Integrated Regional Information Networks, 17 May 2002.
 21. "Pakistan: Focus on Water Crisis," *op. cit.* note 20; Garstang quoted in "Water Crisis Threatens Pakistan: Experts," *Agence France-Presse*, 26 January 2001.
 22. Sardar Riaz A. Khan, "Declining Land Resource Base," *Dawn* (Pakistan), 27 September 2004.
 23. USDA, *op. cit.* note 5.
 24. Population from United Nations, *op. cit.* note 1; overpumping from Chenaran Agricultural Center, Ministry of Agriculture, according to Hamid Taravati, publisher, Iran, e-mail to author, 25 June 2002.
 25. Craig S. Smith, "Saudis Worry as They Waste Their Scarce Water," *New York Times*, 26 January 2003; grain production from USDA, *op. cit.* note 5.
 26. Smith, *op. cit.* note 25.
 27. *Ibid.*
 28. Population from United Nations, *op. cit.* note 1; Yemen's water situation from Christopher Ward, "Yemen's Water Crisis," based on a lecture to the British Yemeni Society in September 2000, July 2001; Ward, *op. cit.* note 2.
 29. Marcus Moench, "Groundwater: Potential and Constraints," in Ruth S. Meinzen-Dick and Mark W. Rosegrant, eds., *Overcoming Water Scarcity and Quality Constraints* (Washington, DC: International Food Policy Research Institute, October 2001).
 30. Population from United Nations, *op. cit.* note 1; Yemen's water situation from Ward, *op. cit.* note 2.
 31. Deborah Camiel, "Israel, Palestinian Water Resources Down the Drain," *Reuters*, 12 July 2000.
 32. Population from United Nations, *op. cit.* note 1; water table fall from Shah et al., *op. cit.* note 18; percentage of water extracted from underground from Karin Kemper, "Groundwater Management in Mexico: Legal and Institutional Issues," in Salman M.A. Salman, ed., *Groundwater: Legal and Policy Perspectives, Proceedings of a World Bank Seminar* (Washington, DC: World Bank, 1999), p. 117.
 33. Colorado, Ganges, Indus, and Nile rivers from Sandra Postel, *Pillar of Sand* (New York: W.W. Norton & Company, 1999), pp. 59, 71–73, 94, 261–62; Yellow River from Lester R. Brown and Brian Halweil, "China's Water Shortages Could Shake World Food Security," *World Watch*, July/August 1998, p. 11.
 34. Gleick, *op. cit.* note 3, p. 52.
 35. Sandra Postel, *Last Oasis* (New York: W.W. Norton & Company, 1997), pp. 38–39; World Commission on Dams, *Dams and Development: A New Framework for Decision-Making* (London: Island Press, 2000),

- p. 8.
36. Postel, *op. cit.* note 33, pp. 261–62; Jim Carrier, “The Colorado: A River Drained Dry,” *National Geographic*, June 1991, pp. 4–32.
 37. U.N. Environment Programme (UNEP), *Afghanistan: Post-Conflict Environmental Assessment* (Geneva: 2003), p. 60.
 38. Brown and Halweil, *op. cit.* note 33.
 39. Postel, *op. cit.* note 33, pp. 71, 146.
 40. *Ibid.*, pp. 56–58; population from United Nations, *op. cit.* note 1.
 41. Moench, *op. cit.* note 29; population from United Nations, *op. cit.* note 1.
 42. UNEP, “‘Garden of Eden’ in Southern Iraq Likely to Disappear Completely in Five Years Unless Urgent Action Taken,” news release (Nairobi: 22 March 2003); Hassan Partow, *The Mesopotamian Marshlands: Demise of an Ecosystem, Early Warning and Assessment Technical Report* (Nairobi: Division of Early Warning and Assessment, UNEP, 2001).
 43. Janet Larsen, “Disappearing Lakes, Shrinking Seas,” *Eco-Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute, 7 April 2005).
 44. David Maisel, “Lake and Bake: Photos of the Once-Mighty, Now-Drained Owens Lake,” *Grist Magazine*, 19 January 2005.
 45. Larsen, *op. cit.* note 43; “Statistics: The Measurements of the Mono Basin,” *Mono Lake Web site*, www.monolake.org, updated 4 January 2005.
 46. Megan Goldin, “Israel’s Shrinking Sea of Galilee Needs Miracle,” *Reuters*, 14 August 2001; Jordan River diminishing from Annette Young, “Middle East Conflict Killing the Holy Water,” *The Scotsman*, 12 September 2004.
 47. Caroline Hawley, “Dead Sea ‘to Disappear by 2050,’” *BBC*, 3 August 2001; Gidon Bromberg, “Water and Peace,” *World Watch*, July/August 2004, pp. 24–30.
 48. Quirin Schiermeier, “Ecologists Plot to Turn the Tide for Shrinking Lake,” *Nature*, vol. 412 (23 August 2001), p. 756.
 49. “Sea to Disappear within 15 Years,” *News 24*, 22 July 2003; “Kazakh Dam Condemns Most of the Shrunken Aral Sea to Oblivion,” *Guardian* (London), 29 October 2003; Nikolai Mikhailchuk, “The Dying Aral Sea,” *The Green Cross Optimist*, spring 2004, pp. 37–39; Fred Pearce, “Poisoned Waters,” *New Scientist*, October 1995, pp. 29–33; Caroline Williams, “Long Time No Sea,” *New Scientist*, 4 January 2003, pp. 34–37.
 50. Larsen, *op. cit.* note 43; NASA, Earth Observatory, “Aral Sea,” at earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=16277, viewed 25 January 2005; Alex Kirby, “Kazakhs ‘to Save North Aral Sea,’” *BBC*, 29 October 2003.
 51. “Kazakh Dam Condemns Most of the Shrunken Aral Sea to Oblivion,” *op. cit.* note 49.
 52. Lester R. Brown, “Worsening Water Shortages Threaten China’s Food Security,” *Eco-Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute, 4 October 2001); Li Heng, “20 Natural Lakes Disappear Each Year in China,” *People’s Daily*, 21 October 2002; Xinhua, “Glaciers Receding, Wetlands Shrinking in River Fountainhead Area,” *China Daily*, 7 January 2004.
 53. Prakriiti Gupta, “Last SOS for Dal Lake,” *People & the Planet*, 8 June 2004; Hilal Bhat, “Silenced Springs,” *Down to Earth*, vol. 13, no. 18 (5 February 2005).
 54. Jim Carlton, “Shrinking Lake in Mexico Threatens Future of Region,” *Wall Street Journal*, 3 September 2003; population from United

- Nations, *op. cit.* note 1.
55. Water to make steel from Postel, *op. cit.* note 35, p. 137; price of steel as of June 2005 from Michael Fenton, Iron & Steel Commodity Specialist, U.S. Geological Survey, e-mail to Erin Greenfield, Earth Policy Institute, 21 July 2005; 1,000 tons of water for 1 ton of grain from FAO, *Yield Response to Water* (Rome: 1979); price of wheat from International Monetary Fund, *International Financial Statistics*, <http://ifs.apdi.net>, July 2005.
 56. Noel Gollehon and William Quinby, "Irrigation in the American West: Area, Water and Economic Activity," *Water Resources Development*, vol. 16, no. 2 (2000), pp. 187–95; Postel, *op. cit.* note 35, p. 137.
 57. Gershon Feder and Andrew Keck, *Increasing Competition for Land and Water Resources: A Global Perspective* (Washington, DC: World Bank, March 1995), pp. 28–29; population projections from United Nations, *op. cit.* note 1; China water demand from World Bank, *op. cit.* note 8; Brown and Halweil, *op. cit.* note 33.
 58. Postel, *op. cit.* note 33, pp. 65–66.
 59. Brown and Halweil, *op. cit.* note 33.
 60. Shah et al., *op. cit.* note 18.
 61. Gollehon and Quinby, *op. cit.* note 56, pp. 187–95; *The Water Strategist*, various issues at www.waterstrategist.com.
 62. Arkansas River basin from Joey Bunch, "Water Projects Forecast to Fall Short of Needs: Study Predicts 10% Deficit in State," *Denver Post*, 22 July 2004.
 63. Dean Murphy, "Pact in West Will Send Farms' Water to Cities," *New York Times*, 17 October 2003; Tim Molloy, "California Water District Approves Plan to Pay Farmers for Irrigation Water," *Associated Press*, 13 May 2004.
 64. "China Politics: Growing Tensions Over Scarce Water," *The Economist*, 21 June 2004.
 65. Population from United Nations, *op. cit.* note 1.
 66. FAO, *op. cit.* note 13.
 67. Grain production from USDA, *op. cit.* note 5; Jonathan Watts, "No Longer Self-Sufficient in Food, the Country Today Has to Buy Abroad, Raising Global Prices: China's Farmers Cannot Feed Hungry Cities," *Guardian*, 26 August 2004; Peter Goodman, "A New Use for Good Earth: Chinese Farmers Pay Price in Drive to Build Golf Centers," *Washington Post*, 13 April 2004; Jim Yardley, "China Races to Reverse Falling Grain Production," *New York Times*, 2 May 2004; population from United Nations, *op. cit.* note 1.
 68. Grain from USDA, Foreign Agricultural Service, *Grain: World Markets and Trade* (Washington, DC: various years).
 69. Population from United Nations, *op. cit.* note 1; grain production from USDA, *op. cit.* note 5.
 70. Population from United Nations, *op. cit.* note 1; grain production from USDA, *op. cit.* note 5.
 71. Nile River flow from Postel, *op. cit.* note 33, p. 77; grain imports from USDA, *op. cit.* note 5; calculation based on 1,000 tons of water for 1 ton of grain from FAO, *op. cit.* note 13.
 72. Population from United Nations, *op. cit.* note 1; grain production from USDA, *op. cit.* note 5.
 73. Andrew Keller, R. Sakthivadivel, and David Seckler, *Water Scarcity and the Role of Storage in Development*, Research Report 39 (Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2000), p. 5.
 74. USDA, *op. cit.* note 2, p. 7; USDA, *National Agricultural Statistics Ser-*

- vice, Agricultural Statistics 2003 (Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 2003), pp. I-6 – I-42.
75. David Seckler, David Molden, and Randolph Barker, “Water Scarcity in the Twenty-First Century,” Water Brief 1 (Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 1999), p. 2; United Nations, op. cit. note 1.
76. USDA, op. cit. note 5; FAO, op. cit. note 13.