

Научно-информационный центр МКВК

**Адаптация
к дефициту воды и сотрудничество
на Ближнем Востоке**

И. Шева

Ташкент 2014

Перевод с английского

Источник: Shevah Y. (2014) Adaptation to Water Scarcity and Regional Cooperation in the Middle East. In: Ahuja S. (ed.) Comprehensive Water Quality and Purification, vol. 1, pp. 40-70. United States of America: Elsevier.

Содержание

1	Предисловие	5
2	Введение.....	5
2.1	Исследование	6
2.2	Методология	7
2.3	Организация работ	8
3	Проектная зона и исходные физические условия	8
3.1	Административная территория региона	8
3.2	Рельеф.....	11
3.3	Климат	11
3.3.1	Атмосферные осадки	12
3.3.2	Температура и испарение	12
3.4	Социально-экономические условия	13
3.4.1	Население.....	13
3.4.2	Экономическое состояние	15
4	Водный кризис в регионе	15
5	Возобновляемые водные ресурсы в бассейнах	17
5.1	Поверхностные водные ресурсы – на западе рифтовой долины.....	17
5.1.1	Верхний водосбор Иордана и Галилейское море.....	17
5.1.2	Низовья реки Иордан	20
5.1.3	Мертвое море.....	21
5.1.4	Другие трансграничные реки	21
5.1.5	Поверхностные воды - восток рифтовой долины	23
5.2	Ресурсы подземных вод.....	25
5.2.1	Горный бассейн подземных вод	25
5.2.2	Береговой подземный бассейн.....	26
5.2.3	Восточная часть подземных бассейнов рифтовой долины	27
5.2.4	Ископаемые подземные бассейны	28
5.2.5	Текущее состояние качества подземных вод	28
6	Управление водными ресурсами	30
6.1	Региональные водные ресурсы	30
6.2	Городское водоснабжение.....	32
6.2.1	Доступ к водоснабжению и санитарно-техническим средствам.....	32

6.2.2	Уровень питьевого водоснабжения и качество обслуживания	33
6.2.3	Плата за водопользование	33
6.2.4	Качество питьевого водоснабжения.....	34
6.2.5	Очистка питьевой воды	35
6.3	Промышленное водопотребление	36
6.4	Потребление воды в сельском хозяйстве.....	36
6.5	Улучшение управления в регионе	37
7	Будущие требования на воду и варианты устойчивого развития – региональные решения	39
7.1	Водообеспеченность региона и потребность в воде в будущем.....	40
7.2	Стратегия освоения и управления водными ресурсами.....	42
7.2.1	ИУВР	42
7.2.1.1	Водосбережение	43
7.2.1.2	Установление цен на воду	44
7.2.1.3	Экономические стимулы и рынок воды.....	45
7.2.1.4	Участие общественности и социально-экономические аспекты.....	45
7.2.2	Использование слабоминерализованных вод.....	46
7.2.3	Повторное использование сточных вод.....	47
7.2.3.1	Очистка сточных вод и качество очищенных вод	48
7.2.3.2	Нормы качества сточных вод.....	49
7.2.3.3	Повторное использование сточных вод: практическое решение	49
7.2.4	Опреснение морской воды	54
7.2.4.1	Технология опреснения морской воды	55
7.2.4.2	Воздействие на окружающую среду	56
7.2.4.3	Ввод в эксплуатацию опреснительных установок.....	57
7.3	Стоимость реализации плана развития	58
8	Региональное сотрудничество и перспективы	58
8.1	Существующие региональные и юридические соглашения по водным ресурсам.....	60
8.2	Управление трансграничными водами	61
8.3	Региональная база данных и информационные системы.....	61
8.4	Тренинг и наращивание потенциала	62
8.5	Выполняемые и предлагаемые региональные проекты	62
9	Обсуждение и выводы	63
10	Заключение	66

1 Предисловие

Различные механизмы эффективного сотрудничества предлагались для повышения устойчивости использования воды, чтобы сократить разрыв в восприятии водных ресурсов и связанных с ними аспектов, опыте и ожиданиях заинтересованных сторон в трех центральных странах региона. В числе них предлагается интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР), подразумевающие управление требованиями на воду, экономические инструменты и вовлечение игроков от частного сектора, с учетом социальных ценностей и необходимости обеспечения доступного водоснабжения для бедных. Также рекомендовались технические варианты устойчивого использования водных ресурсов, включая невозобновляемые ресурсы (повторное использование сточных вод и опреснение морской воды/подземных водоносных пластов) с определением практических решений, с целью обеспечения надлежащего водоснабжения для каждого. Невозможно будет удовлетворить потребности растущего населения без сильной политической воли, многостороннего сотрудничества и долгосрочных обязательств работать в направлении истинного трансграничного сотрудничества. Вода представляет значимый элемент текущего палестино-израильского конфликта и других региональных споров. При этом они могут быть решены посредством согласованных региональных усилий, смягчения трансграничной напряженности, углубления сотрудничества и понимания в этом политически нестабильном регионе.

2 Введение

На Ближнем Востоке, особенно в Израиле, Иордании, на Западном берегу и в секторе Газы - области исследования, освещаемой в данной главе – имеет место нехватка воды. Данная территория характеризуется небольшими осадками и высоким испарением и, в результате, страдает от недостаточной водообеспеченности, что ведет к использованию воды выше уровня ее естественного восстановления и ухудшению ее качества в целом и, в особенности, питьевой воды. Кроме того, неравномерное распределение водных ресурсов по региону и следующие один за другим периоды засухи в последние 7 лет (2004-2011 гг.) усугубили дефицит воды и разожгли в регионе конфликты и споры по воде.

Серьезная нехватка воды вкупе с ростом населения и экономической деятельностью создают беспрецедентный спрос на воду, зачастую за счет орошаемого земледелия, водных экосистем и бедного сельского населения (World Bank, 1995). Удовлетворение чрезмерного спроса на воду привело к истощению водных ресурсов и к загрязнению поверхностных и подземных вод

веществами, источником которых являются бытовые, сельскохозяйственные и промышленные отходы. Биологическое разнообразие и экосистемные услуги также находятся под угрозой из-за крупномасштабного отбора и транспортировки воды из озер и рек, месторождений подземных вод и перегораживания водотоков для освоения всех имеющихся ресурсов.

Водоснабжение необходимо для поддержания и укрепления благосостояния населения региона. Однако дальнейшее беспорядочное использование ограниченного потенциала может ускорить истощение и деградацию ресурсов, нанося необратимый ущерб, если не применять устойчивый подход к развитию. Устойчивое развитие определяется как развитие, обеспечивающее потребности настоящего, не подвергая риску возможности будущих поколений удовлетворять свои потребности (World Commission on Environment and Development, 1987). Всемирный банк добавляет, что вода - это дефицитный ресурс, и она должна рассматриваться как социальное и экономическое благо, требуя эффективных и экономичных мер. Тем не менее, следует учитывать социально-экономическое положение населения при оценке вероятных обстоятельств экономических мер, которые повлияют на освоение и обеспечение водных ресурсов в условиях их дефицита.

Глобальное потепление и, следовательно, снижение обеспеченности природными водными ресурсами ведет к водной катастрофе, поэтому необходимы срочные действия на региональном уровне для сдерживания трансграничной напряженности и борьбы за воду (Tal, 2007). Согласованные усилия, включающие передовые методы управления водой и освоение дополнительных источников воды добавит стимула для сотрудничества и понимания в нестабильном регионе, что обсуждается в данном исследовании.

2.1 Исследование

Настоящее исследование было предпринято междисциплинарной межнациональной рабочей группой (РГ), состоящей из специалистов региона, Европы и США, независимо от каких-либо формальных региональных соглашений. РГ при поддержке Международного союза теоретической и прикладной химии (МСТПХ) была нацелена на оценку трансграничных водных ресурсов и проблем качества воды и пыталась выполнить следующие задачи.

Общие задачи:

- Провести посредством межнационального совместного усилия независимую оценку текущего и будущего дефицита трансграничных вод региона;
- Понять преграды на пути развития устойчивой практики;
- Подготовить рекомендации по мерам, смягчающим и устраняющим негативное воздействие, требуемым для обеспечения безопасной и чистой воды на ближайшую и отдаленную перспективу.

2.2 Методология

В ходе исследования обследовалось физическое и социально-экономическое состояние региона и текущий характер водопользования, включая климат, гидрологию и факторы влияния. Также оценивались взаимосвязи между устойчивостью водообеспеченности и экосистемными услугами и вариантами улучшения водообеспеченности региона, в том числе:

Сбор и обзор данных

- Инвентаризация пригодных к использованию водных ресурсов.
- Данные по объему и качеству воды.
- Обзор баз данных и прошлых исследований.
- Прогнозы, устремления и анализ пробелов.

Концептуальная основа

- Водохозяйственная стратегия и планы развития.
- Рассмотрение особых критических вопросов и соответствующие исследования на конкретных примерах.
- Стратегии контроля качества воды и критерии качества воды.
- Приоритезация водопользования и водосбережения.
- Охрана водных ресурсов и экосистем.

Региональное взаимодействие и сотрудничество

- Сотрудничество между национальными организациями.
- Руководство и управление.
- Обучение и развитие потенциала.
- Распространение.

Собранные данные и обзоры, представленные здесь, отражают накопленный опыт по управлению трансграничными водными ресурсами, долговременные тренды и институциональное развитие, влияющее на совместное управление в регионе.

2.3 Организация работ

Обзор проводился командой специалистов из Израиля, Иордании, Палестины, Египта, Великобритании, Германии и США, образующих РГ, которая была создана для обмена опытом и выработки предложений по механизмам, которые можно использовать в целях укрепления эффективного сотрудничества в регионе. Работа специалистов, представляющих широкий диапазон дисциплин, была организована по четырем подгруппам, занимающимся сбором, обработкой и оценкой данных по каждому объекту до включения данных автором в региональное исследование, который отвечал за окончательное обобщение материалов.

При поддержке МСТПХ рабочая группа собралась в ноябре 2009 г. и декабре 2011 г., а между встречами взаимодействие осуществлялось по электронной почте для обсуждения принципов и задач исследования, оценки хода работ и завершения исследования. На семинарах для фокус-групп делались презентации, чтобы выявить потребности и инновационные решения, как описано ниже.

3 Проектная зона и исходные физические условия

3.1 Административная территория региона

Исследование охватывает административную территорию Израиля, Западного берега, сектора Газы и Иордании, обозначенную как «область исследования» (рис. 1).

Данная территория простирается на 27 018 км² на запад и 89 000 км² на восток от реки Иордан, общей площадью 107 тыс. км². Великая рифтовая долина реки Иордан отделяет Хашимитское государство Иордании от Израиля и Палестины. На западе от реки Иордан территория включает Израиль (21 тыс. км²), Западный Берег (6350 км²) и сектор Газа (365 км²) к югу от Средиземного моря, между Израилем и Египтом (рис. 2).

К востоку от реки Иордан находится Иордания - конституционная монархия с общими границами с Сирией на севере, Саудовской Аравией и Красным морем на юге, Ираком и Саудовской Аравией на востоке, Израилем и Палестиной на западе.

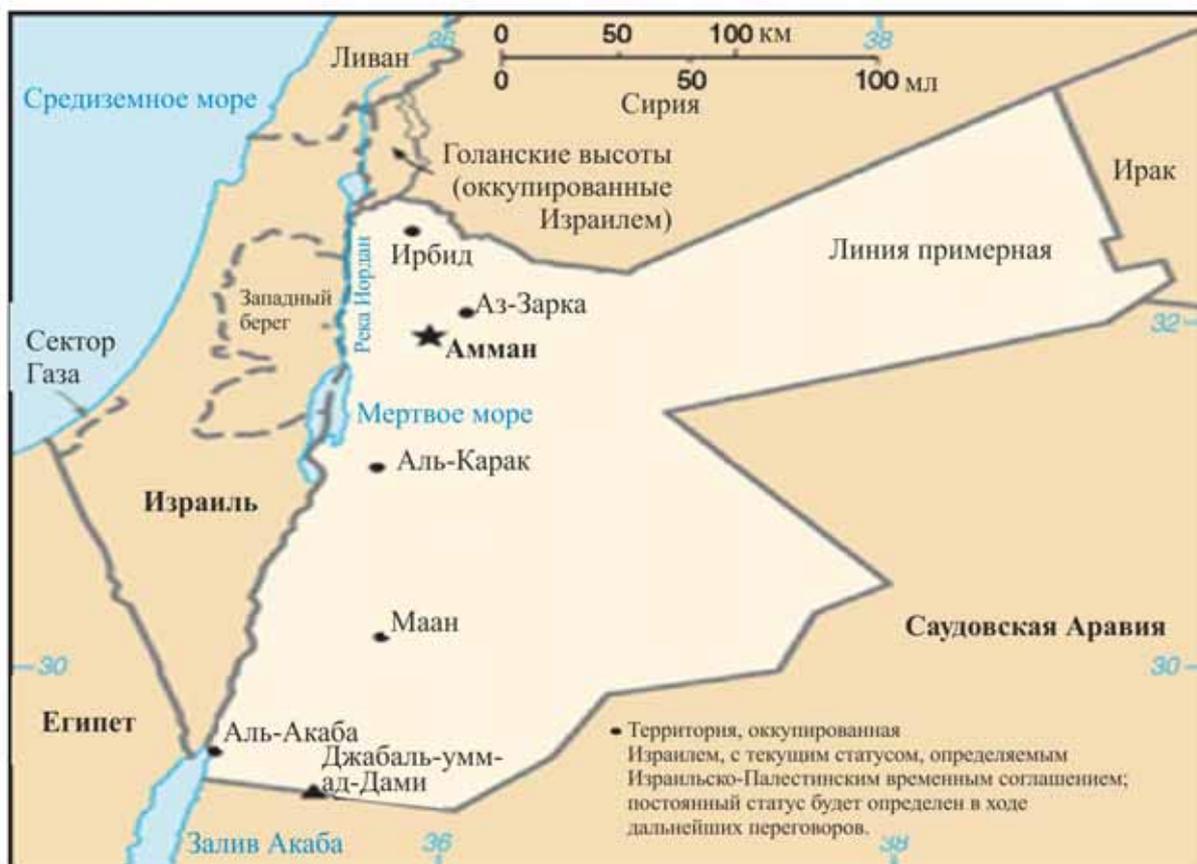


Рис. 1. Область исследования: Израиль, Палестина и Иордания

Источник: Библиотека Техасского университета в Остине, США.

Независимо от политических границ, территория Иордании, Израиля и Палестинской Автономии (ПА) представлена едиными климатическими и топографическими характеристиками восточного бассейна Средиземного моря, но при этом имеется потенциал социально-политической нестабильности вследствие своего культурного, политического и экономического разнообразия.

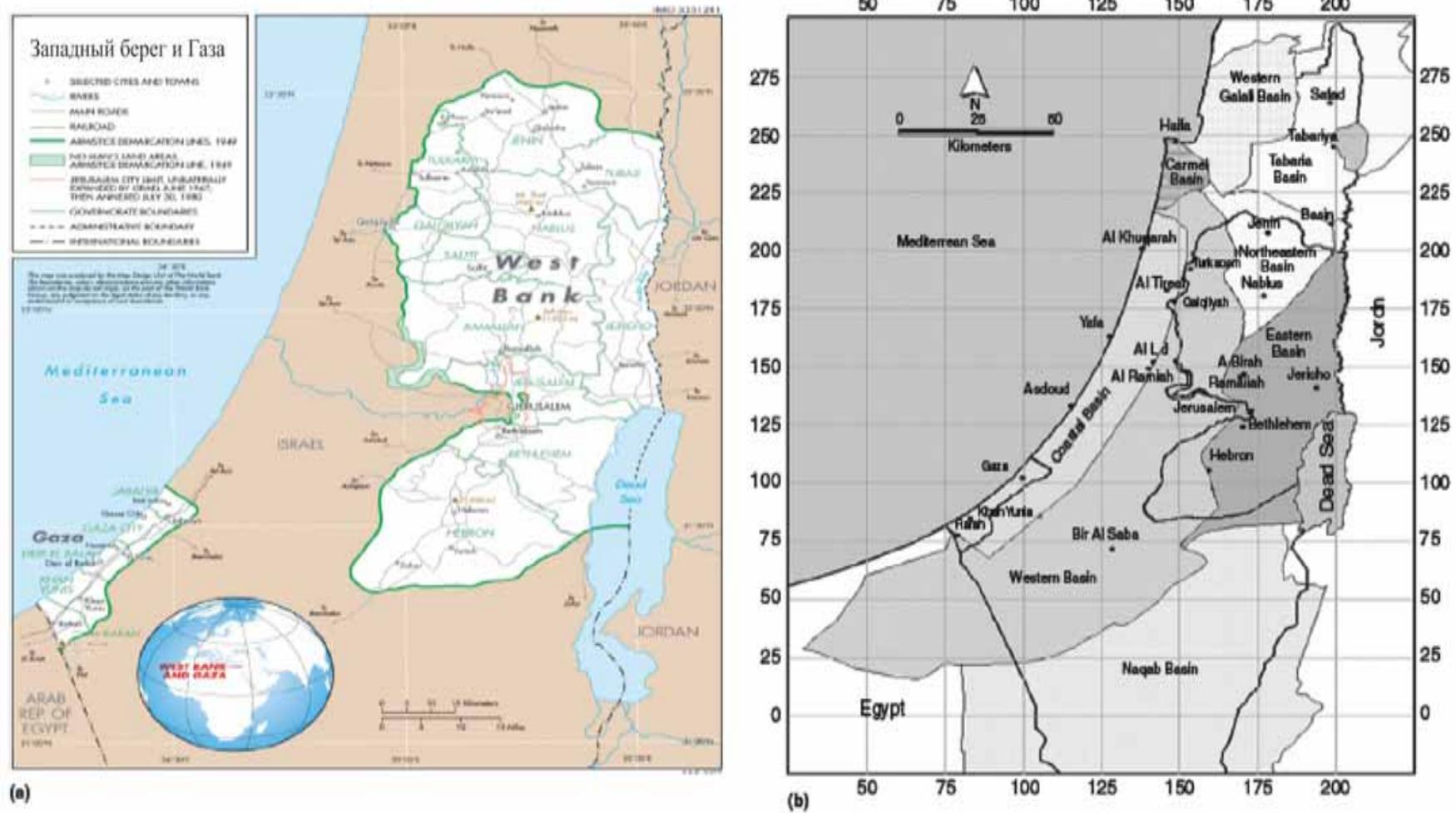


Рис. 2. Административные карты Израиля и Палестины. Среднегодовое и среднегодовое осадки в последние годы в области исследования

Источник: Библиотека Техасского университета в Остине, США.

3.2 Рельеф

Природный рельеф области исследования представлен Средиземноморским побережьем, окаймленным слабохолмистой равниной шириной 15-25 км и средним значением высоты над уровнем моря (н.у.м.) приблизительно 50 м, постепенно повышающейся и переходящей в плоскогорье со средней высотной отметкой 600 м и несколькими вершинами высотой больше 1000 м. Имеет место резкий переход к рифтовой долине, к востоку от плоскогорья, с высотными отметками местности от 600 м н.у.м. до 200-400 м ниже уровня моря на протяжении примерно 15 км. Рифтовая долина, продолжение великой рифтовой долины Африки, вмещает на севере Галилейское море (также называемое Тивериадским озером/Кинерет), расположенное на 200 м ниже уровня моря, а на юге - Мертвое море на самой низкой отметке в мире, 400 м ниже уровня моря.

К востоку от Иорданской рифтовой долины рельеф представлен гористой местностью на протяжении 30-50 км, чей западный гребень образует нагорье, которое возвышается более чем на 1000 м над ложем долины, с пиками, превышающими 1000 м над уровнем моря. Эта гористая местность переходит в относительно каменисто-гравелистую степь с высотными отметками, изменяющимися в диапазоне от 500 до 700 м н.у.м. Плоскогорье является частью субтропической пустыни, которая составляет большую часть восточных и южных территорий области исследования. Самой высокой точкой в стране является Джабал Умм аль Дами, 1854 м н.у.м., а самой низкой - Мертвое море, 420 м ниже уровня моря. Двадцать процентов территории к западу от Иорданской рифтовой долины и 10% к востоку от долины классифицируются как пахотные угодья.

3.3 Климат

Область исследования находится в переходной зоне между жаркой и аридной южной частью Западной Азии и относительно прохладным и влажным северным Средиземноморским районом. В результате имеет место широкий диапазон пространственно-временных колебаний температуры и осадков. Климат на большей части северо-западной территории данной области типично средиземноморский с мягкими, дождливыми зимами и жарким засушливым летом. Восточные и южные части области исследования относятся к аридным и полуаридным.

3.3.1 Атмосферные осадки

Осадки выпадают в период с октября по май и демонстрируют значительную региональную и межгодовую изменчивость.

Количество осадков, выпадающих на Средиземноморском побережье, колеблется в диапазоне от 300 мм на юге до 600 мм на севере. В центральном и северном высокогорье, на западе Иорданской рифтовой долины, среднегодовое количество осадков варьирует от 200 до 1000 мм и от 200 до 600 мм на востоке долины. В южных районах количество осадков резко уменьшается в направлении рифтовой долины и к югу, где оно варьирует от 250 до 25 мм в год. В Израиле среднемноголетние осадки колеблются от менее 30 мм на юге до почти 1100 мм на северо-западе.

Большая часть области исследования получает менее 250 мм осадков в год, и намного меньшее количество осадков выпало в последние годы из-за глобального потепления и следующих друг за другом засушливых лет, как показано на рис. 3, на котором проводится сравнение среднегодового количества осадков за длительный период (1930-1960 гг.) и в последние годы (2000-2008 гг.).

Это наблюдение совпадает с результатами моделей изменения климата и статистической интерпретации, где было обнаружено, что имело место снижение годового количества осадков, связанное с увеличением среднеквадратического отклонения, что предполагает тенденцию к более аридному климату, наряду с тенденцией к более засушливым и влажным годам в будущем (Alpert et al., 2008). Частому межгодовому дефициту осадков сопутствует небольшое количество дождливых дней (50-60 дней в год) в течение короткого сезона дождей, а также засушливое лето, совпадающее с пиковым спросом на воду (орошение).

3.3.2 Температура и испарение

Летние температуры изменяются в диапазоне от 18 до 32°C, за исключением Иорданской долины, где температура может достигать 45°C. Зимние температуры колеблются в пределах 14°C на побережье Средиземного моря и приблизительно 9°C на более высоких отметках. Летняя солнечная радиация очень высокая (20-30 млн. Джоулей на м² в сутки). Интенсивность испарения изменяется в диапазоне от почти 1550 мм на Средиземноморском побережье до более 4400 мм в год в восточной Иордании. Среднегодовые значения эвапотранспирации колеблются от 50 до 100% от осадков. Летом испарение высокое, составляя 70% от суммарного годового испарения!

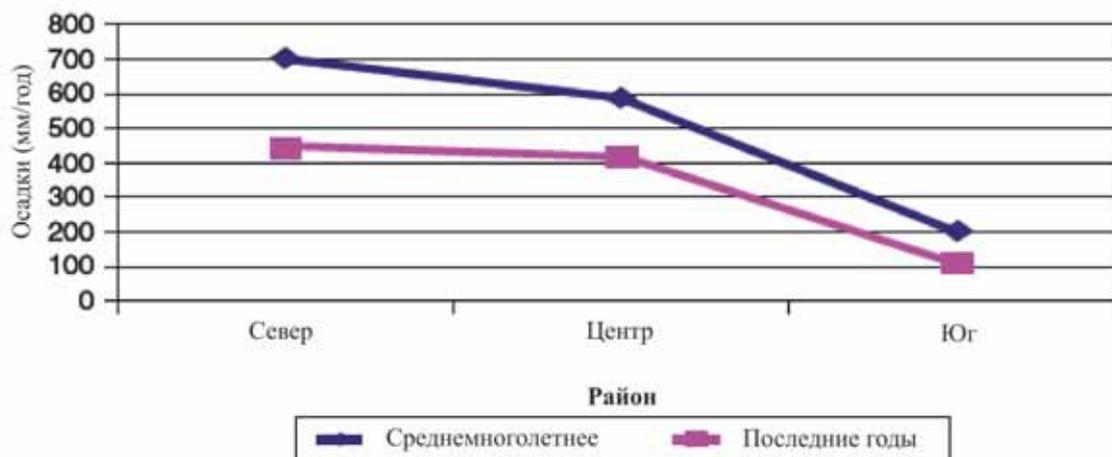


Рис. 3. Среднегодовые осадки в области исследования

Примечание: Компиляция нескольких гидропостов, представляющих север, центр и юг за многолетний период (1930-1960 гг.) и в последние годы (2000-2008 гг.).

3.4 Социально-экономические условия

3.4.1 Население

На 2010 год суммарная численность населения в области исследования составляла примерно 18 млн. человек, демонстрируя большие колебания в темпах роста населения, урбанизации, занятости и вкладе в экономику между тремя объектами, как показано в таблице 1.

Исходя из текущих темпов роста населения, 3,6% в Иордании, 3,1% в Палестине и 2% в Израиле, численность населения региона может достигнуть 30 млн. человек в 2040 году (табл. 1). Население Израиля увеличится примерно от 7,7 до 12 млн. человек, Палестины приблизительно от 4,3 (1,5 млн. в секторе Газы и 2,5 на Западном берегу) до 8,1 млн. человек, а Иордании от 6,2 до 10,3 млн. человек. Ускоренный рост населения приведет к резкому повышению спроса на воду, увеличивая нагрузку на водные ресурсы и инфраструктуру, и, вместе с повышением уровня жизни и социальной структуры, это окажет беспрецедентное давление на имеющиеся ресурсы.

Таблица 1

**Израиль, Палестина и Иордания - зона исследования: численность населения
и выборочные социально-экономические показатели**

Объект	Общая числ. населения (млн.)		% сельское население	Средний прирост (%)	Рабочая сила в сельском хоз-ве (%)	ВВП 2008 г.		Среднее количество осадков, мм/год	Потенциальные водные ресурсы		Природные воды, выделенные для с/х, %
	2010 г.	2040 г.				На душу населения, \$	ВВП с/х, %		Всего млрд. м ³ /год	Процент использ-я	
Израиль	7,7	12,0	8	1,8	4	23 353	3	435	1,78	93	57
Палестина	4,3	8,1	28	4,0	14	3 493	33	402	0,84	43	64
Иордания	6,2	10,3	22	2,3	7	4 485	6	111	0,93	91	72
Всего	18,2	30,3							3,55		

*Источник: с разрешения 5-го Всемирного водного форума (2008 г.). World Water Forum Mediterranean Report.pdf: Regional Document Mediterranean. Istanbul, Turkey, p.72. Доступно на: www.worldwaterforum5.org.
Различная статистическая отчетность*

3.4.2 Экономическое состояние

Экономическое состояние определяется уровнем урбанизации и видом занятости. В государстве, в котором 92% населения проживает в городской зоне, на фоне 72% в Палестине и 78% в Иордании, различия в экономике Израиля и оставшейся части региона остаются большими. В начале пятидесятых сельское хозяйство и орошение занимали центральное место в развитии аграрной экономики региона. Израиль и Палестина построили крупные гидроузлы, которые поддерживают производство продовольствия и доходы сельского населения. Впоследствии доля сельского населения и вклад сельского хозяйства в валовой внутренний продукт и экономику резко упали (таблица 1).

Израиль представляет более развитую экономику по сравнению с оставшейся частью области исследования, где другие пытаются достичь базового уровня услуг в странах с низким уровнем доходов. Развитие Палестинской Автономии и Иордании сдерживается большой численностью сильно рассеянного сельского населения, составляющего 28% в Палестине и 22% в Иордании. Таким образом, сельское хозяйство останется основным экономическим направлением, как в Палестине, так и в Иордании в обозримом будущем для поддержания быстро растущего населения, а также потребности в увеличении производства продовольствия. Однако по мере того, как растут требования несельскохозяйственных секторов на воду, а стоимость освоения дополнительных источников водоснабжения становится более высокой, роль сельского хозяйства в экономике может потребовать переоценки, как первый шаг в существенном повышении продуктивности сельского хозяйства.

4 Водный кризис в регионе

Показатель риска водной безопасности указывает, что 18 стран мира подвергаются «крайнему риску» опасности для своей водной безопасности. Из них 15 стран находятся на Ближнем Востоке, включая зону исследования, где водные ресурсы ограничены и распределены неравномерно во времени и пространстве. В зоне исследования годовой объем возобновляемых водных ресурсов на человека составляет менее 200 м³ (рис. 4) по сравнению с 800-1000 м³ в соседних странах и гораздо большим объемом в странах, богатых на воду, таких как США – более 10 тыс. м³, Франция – 3,5 тыс. м³ и Великобритания – 2,5 тыс. м³ на человека.

Из-за роста численности населения водообеспеченность на человека еще более сокращается, что приводит к использованию ресурса, превышающему допустимый отбор воды, подвергая серьезной опасности многолетние запасы.

Эта проблема начинает тревожить все больше, вследствие:

- Роста населения.
- Урбанизации и индустриализации.
- Повышения спроса на душу населения.
- Требований сельского хозяйства.
- Неэффективного использования воды и загрязнению имеющихся ресурсов.

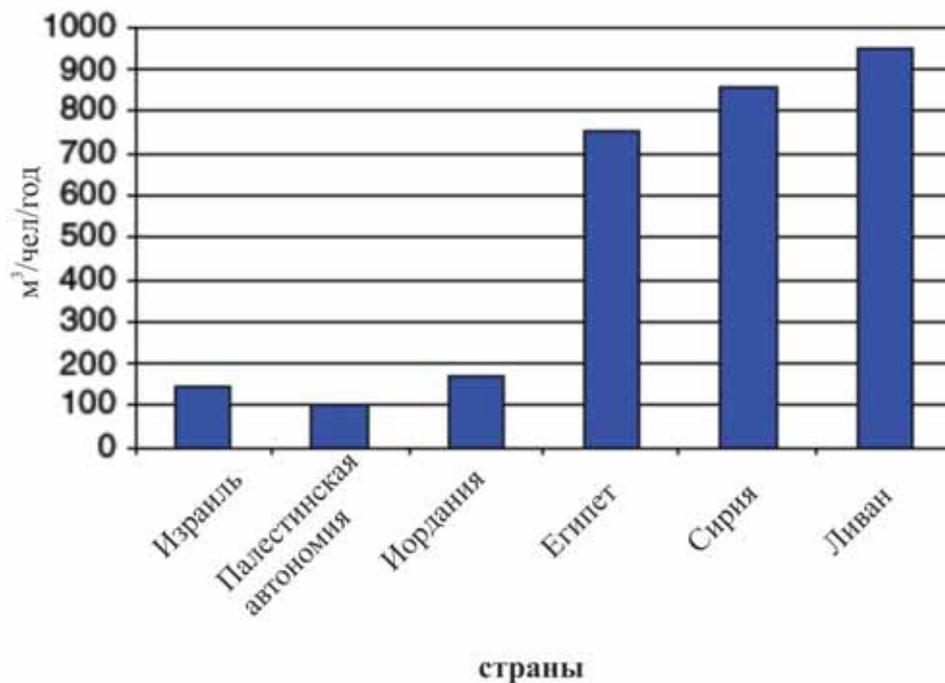


Рис. 4. Водообеспеченность в области исследования и соседних странах, 2008 г., м³/чел/год.

Более того, глобальное потепление и возможно более длительные периоды засухи, которые наблюдались в период с 2004 по 2011 гг., несомненно, увеличат нагрузку на убывающие водные ресурсы, как упоминалось в разделе 3.3.1 выше.

Отсутствие безопасности в связи с острым дефицитом воды и конфликтующие требования на достаточный объем дефицитных водных ресурсов могут привести к международным спорам за воду, поскольку вода берет начало в одной стране, а течет на территории другой страны, и это может способствовать росту конкуренции за имеющиеся ресурсы и даже привести к войне (El Kharraz et al., 2012). Недостаток воды является основным препятствием на пути к мирному процессу в регионе, который уже находится под угрозой, и поэтому необходимы срочные региональные действия, чтобы ослабить и обратить вспять эти негативные тенденции.

5 Возобновляемые водные ресурсы в бассейнах

Объем среднегодовых осадков оценивается в 16,4 млрд.м³ в год. Однако из-за эвапотранспирации и поверхностного сброса, только 2,6 млрд.м³ подлежат использованию, включая 1,2 млрд.м³ в год поверхностных вод и 1,4 млрд.м³ в год подземных вод (CES Consulting Engineers & GTZ, 1996). Возобновляемые водные ресурсы почти полностью являются трансграничными, и используются совместно тремя основными сторонами, питаая верховья реки Иордан и стекая в Галилейское море, прибрежные и горные подземные водоносные платы и реку Ярмук. Среднегодовое водные ресурсы на западе рифтовой долины достигают 1800 млн.м³ в год, но из-за продолжительной засухи в последние годы, потенциальная водоотдача сократилась примерно до 1 млрд.м³ в год в 2009 году (рис. 5).

5.1 Поверхностные водные ресурсы – на западе рифтовой долины

5.1.1 Верхний водосбор Иордана и Галилейское море

Верхний водосбор Иордана простирается на площади 2730 км², которая негусто заселена и экстенсивно возделывается, используется как пастбище для скота и на рыбоводство. К основным притокам относится река Дан (235 млн.м³), Снир-Хасбани (110 млн.м³), Баниас (75 млн.м³) и другие притоки, несущие свои воды на Голанские высоты и в верхнюю Галилею. Суммарный сток изменяется в диапазоне от 420 млн.м³ в год в засушливые годы до 2460 млн.м³ в год в очень многоводные годы. Большая часть стока верхнего водосбора Иордана впадает в Галилейское море (рис. 6).

Галилейское море занимает площадь 167 км², с эксплуатационным объемом в 710 млн.м³, регулируемым между 208,8 и 212 м ниже уровня моря. Из-за продолжительной засухи в последние годы и низкого стока в озеро, уровень воды в 2008 году упал до самой низкой отметки в 214,5 м ниже уровня моря, что на 2,2 м ниже допустимой отметки (рис. 7), вызывая опасения, что такой очень низкий уровень может нарушить экосистему и качество воды в озере и иметь отрицательное воздействие на биологическое разнообразие и естественное функционирование экосистемы.

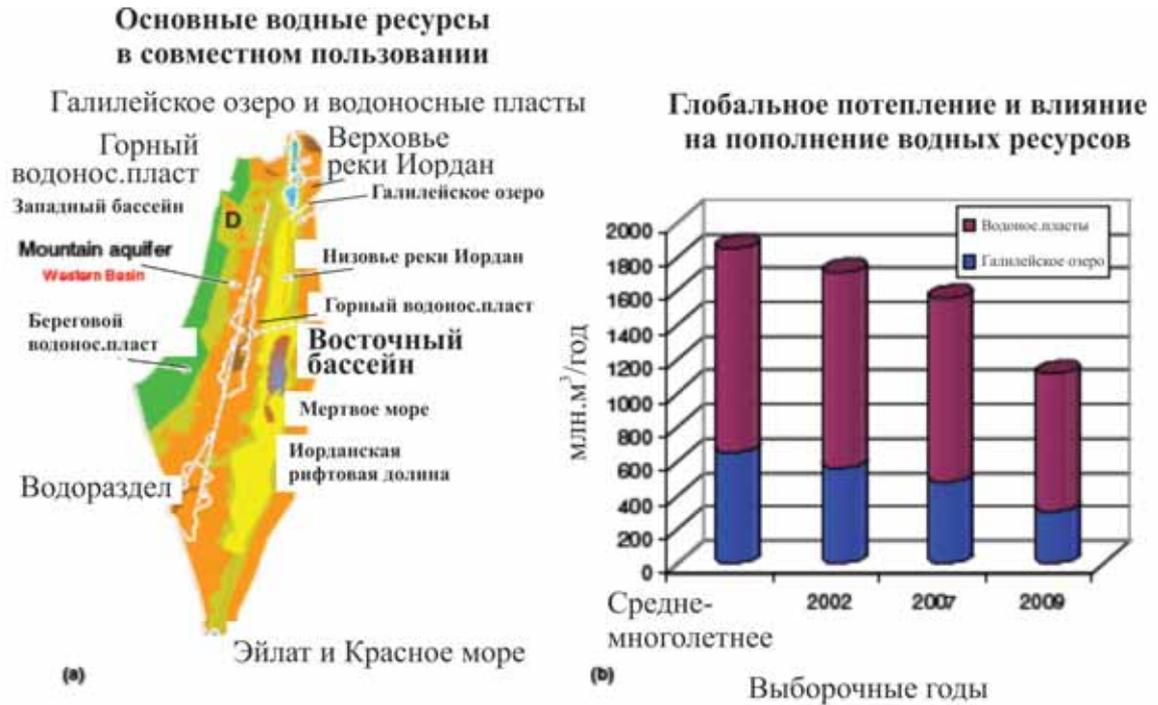


Рис. 5. Основные трансграничные и совместно используемые водные ресурсы и водообеспеченность на западе Рифтовой долины за многолетний период и в последние годы, млн.м³/год



Рис. 6. Водосборная площадь Галилейского озера и отличительные данные по озеру

Воспроизведено с разрешения из работы Д.Меркель, Т.Зохари и А.Сукеник (2008). (Sea of Galilee management under low water level conditions and impact on water quality. Tel-Aviv: Israel Water Authority, Ministry of Infrastructure)

Качество воды в Галилейском море определяется антропогенной деятельностью в водосборе и колеблющимся гидрологическим циклом. Сбрасываемые дренажные и сточные воды, формирующиеся на территории водосбора, несут с собой загрязняющие вещества, которые могут причинить вред водной флоре и фауне и представлять риск для здоровья человека. Избыток питательных веществ может привести к эвтрофикации, а взвешенные материалы в воде вызвать помутнение, которое негативно сказывается на проникновении света и препятствует росту желательных водных растений. Поддающийся биологическому разложению органический материал (измеряемый биохимической потребностью в кислороде (БПК) и химической потребностью в кислороде) может снизить уровень кислорода, растворенного в воде, что губительно для рыб.

Для охраны качества воды, был проведен обширный мониторинг Галилейского моря, который показал, что, несмотря на антропогенное вмешательство и непрерывное падение уровня воды в последние годы, существенного ухудшения качества воды в озере не произошло, за исключением мутности воды, что требует фильтрации и дезинфекции воды до ее подачи на питьевые цели. Тем не менее, тревожные события, произошедшие в последние годы, такие как кризис рыбного промысла, изменения в пищевой цепи и циклическое цветение цианобактерий - сине-зеленых водорослей, которые часто превышали допустимые лимиты (рис. 8) – указывают на то, что природная буферная емкость озера может быть в опасности.

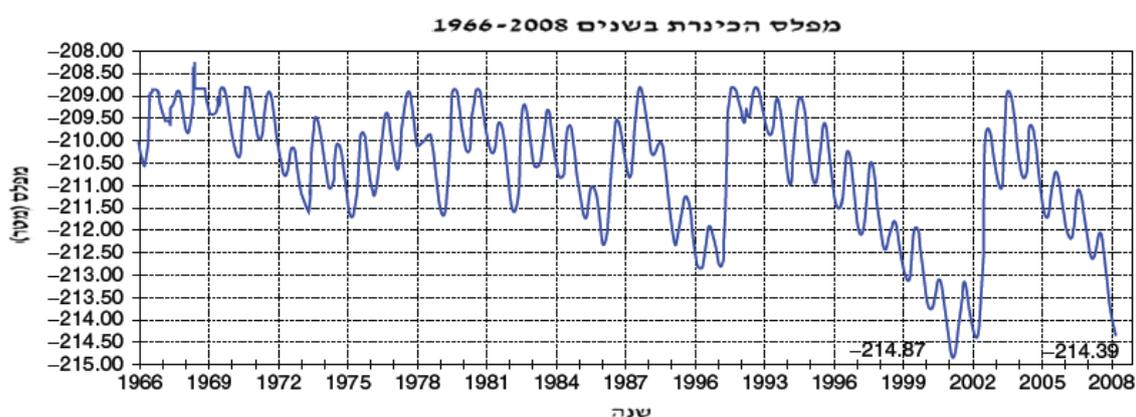


Рис. 7. Галилейское море - максимальные уровни воды, зафиксированные в период 1966-2008 гг.

Воспроизведено с разрешения Израильской гидрологической службы (2008).
(*State of water resources - Coastal aquifer. Tel-Aviv: Israel Water Authority, Ministry of Infrastructure*)

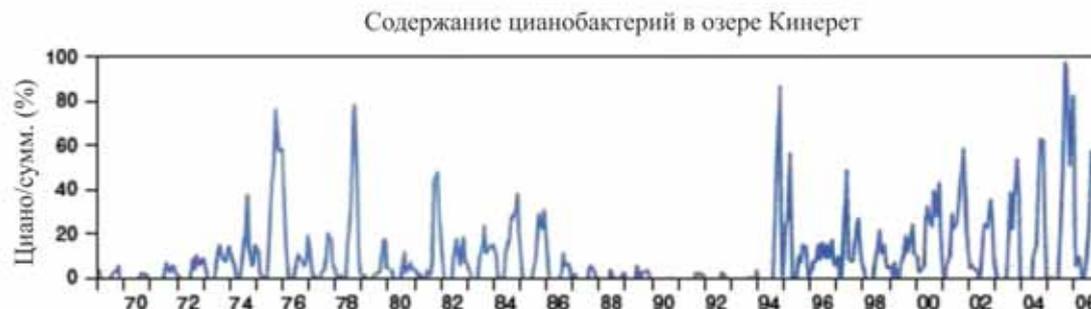


Рис. 8. Циклическое цветение азотфиксирующих водорослей - цианобактерии в Галилейском море за 1970-2006гг., % от общего содержания водорослей

Воспроизведено с разрешения из работы Д.Меркель, Т.Зохани и А.Сукеник (2008). (Sea of Galilee management under low water level conditions and impact on water quality. Tel-Aviv: Israel Water Authority, Ministry of Infrastructure)

Галилейское море обеспечивает в среднем 420 млн.м³ воды в год, из которых 55 млн.м³ используется в окрестностях озера, а 45 млн.м³ потребляется Королевством Иордании. Оставшийся объем отводится и перекачивается во Всеизраильский водопровод, представляющий главный распределитель воды для израильских и палестинских потребителей.

5.1.2 Низовья реки Иордан

Ниже по течению от Галилейского моря, нижний участок реки Иордан прорезает Иорданскую долину вплоть до Мертвого моря. Годовой сток в низовье реки Иордан, оцениваемый в 50-х в 1400 млн.м³ (Salameh and Bannayan, 1993), сократился до состояния струйки минерализованной и загрязненной воды вследствие отбора воды из верхнего участка Иордана и Ярмука, что уничтожило большую часть притока пресных вод в низовье Иордана. Оставшиеся воды представлены возвратным стоком с орошаемых полей, стоком соленых источников и, в многоводные годы, ливневым стоком из вадии (сухое русло) Фара, Бадан, Малех и Килт. Уменьшенный сток и его плохое качество негативно влияют на естественную флору и фауну реки. Низовье Иордана играет большую роль, так как является местом паломничества и природных богатств. По существу, река привлекает широкий интерес, призывая лидеров региона работать сообща над ее восстановлением.

5.1.3. Мертвое море

Мертвое море, куда впадает река Иордан, было лишено большей части воды, отводимой в верхнем течении. В результате в последнее столетие Мертвое море потеряло большую часть площади своей поверхности и объем воды (рис. 9).

Высыхание низовья Иордана имело разрушительное воздействие на Мертвое море, уровень воды в котором стремительно упал до беспрецедентно низкой отметки. Уровень воды в море упал с 390 до 550 м ниже уровня моря, а площадь поверхности сократилась с 950 км² в начале двадцатого века до 392 км² в настоящее время (Malkawi and Hussein, 2011). Такая отрицательная динамика является причиной неблагоприятного влияния на экологию региона и ведет к политической и социально-экономической напряженности.

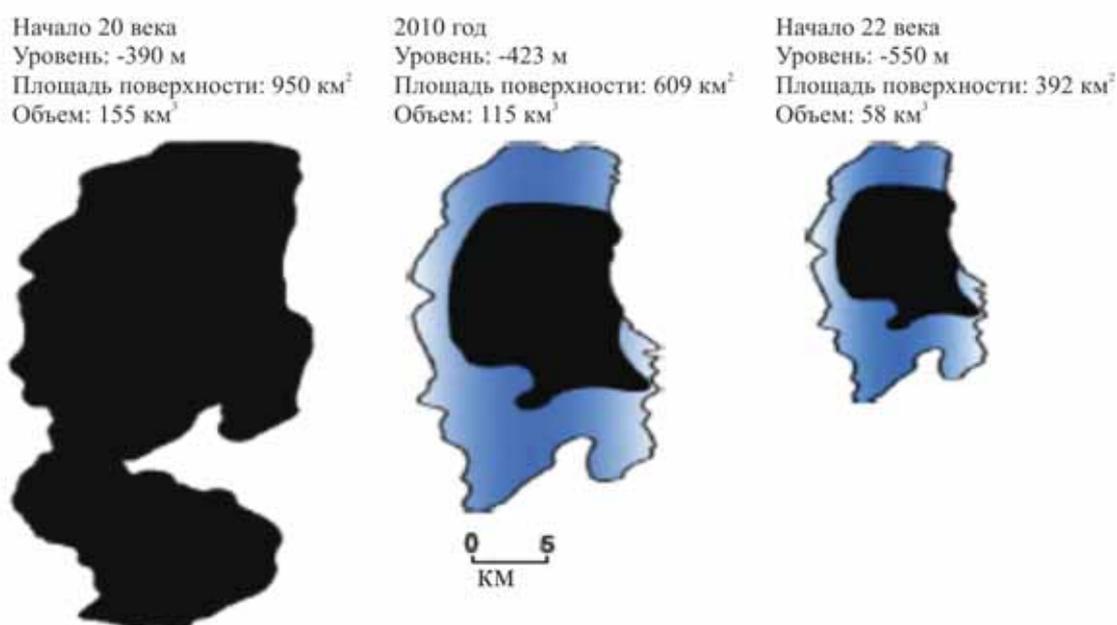


Рис.9. Изменения в площади поверхности и объеме воды Мертвого моря за последнее столетие

Источник: веб-сайт IWA: <http://www.water.gov.il/Hebrew/ProfessionalInfoAndData/2012/18-Israel-Water-Sector-Red-Sea-Dead-Sea-Conveyance.pdf>

5.1.4 Другие трансграничные реки

Имеется 16 основных рек с приблизительным стоком 95 млн.м³ в год, впадающих в прибрежные бассейны и текущих в Средиземное море, и 15 рек с примерным стоком 70 млн.м³, которые текут на восток и впадают в реку Иордан (Национальная Академия наук, 1999). Ливневый сток, попадающий в эти реки,

перехватывается и хранится в 120 небольших открытых водохранилищах, рассеянных по всей стране, с суммарной емкостью около 100 млн.м³. К другим объектам относится восполнение подземных водоносных слоев, такие как проекты Шикма и Менаше, и подпитка водоносных слоев с помощью неиспользуемых карьеров (рис. 10). Также распространены небольшие водоемы для хранения ливневого стока, который используется в животноводстве и орошении.



Рис. 10. Фото дождеприемника на месте старого карьера для пополнения запасов воды

Независимо от национальных границ, эти реки, когда-то поддерживающие богатые водные экосистемы и ветланды, теперь сильно истощены и загрязнены. Потеря или снижение многолетнего стока имеет выраженное отрицательное воздействие на местное биологическое разнообразие, при котором теряются блага, приносимые природной флорой и фауной. Кроме того, различные водосборы и реки, такие как Александр, Хеврон и Бсор, среди прочих, подвергаются трансграничному передвижению загрязняющих веществ с одного государства в другое, ставя под угрозу качество питьевых вод. Водотоки представляют высокие концентрации точечных и площадных источников загрязнения, транспортируя неочищенные или частично очищенные промышленные и бытовые сточные воды.

Комплексная оценка экологических условий, которая была проведена в двух временных трансграничных водотоках - Хеврон/Бсор (рис. 11) и Зомар/Александр (Abramson et al., 2010) - показала, что оба водотока сильно загрязнены. Среднее содержание по основным показателям составило для БПК 21 мг/л, NH_4 47 мг/л и фосфора 1,6 мг/л по сравнению с допустимыми нормативами сброса соответственно 10, 1,5 и 1 мг/л. Перемещение загрязняющих веществ ведет к напряженности между государствами и требует срочных действий, чтобы решить проблему сильного ухудшения качества и объема водных ресурсов (Malkawi et al., 2009).

5.1.5 Поверхностные воды - восток рифтовой долины

На востоке рифтовой долины, основными источниками поверхностных вод являются бассейны рек Ярмук/Иордан, которые совместно используются соседними странами Израиль и Сирия. Другие местные притоки включают реки Зерка, Муджиб и Хаса, и водосбор Мертвого моря - Вади Араба и оазис Азрак, на 100 км к востоку от Аммана. По последним данным среднегодовой сток реки Ярмук оценивается в 360 млн.м³ в год, что ниже стока в 467 млн.м³ в год в период с 1927 по 1964 гг. (Саламе, 1996).

Вода из реки Ярмук частично поступает в Галилейское море, а ее большая часть отводится в канал им. короля Абдуллаха, который служит источником питания ряда водохранилищ общим объемом 160 млн.м³ в год, представляя часть Проекта комплексного развития «Горс», включая вади Араб, Зиглаб, короля Талала, Карамах, Шуэйб, плотины Кафрейн и Вехда. Водоохранилище им. короля Талала первоначально планировалось для обеспечения территории Аммана питьевой водой, но из-за плохого качества воды его использование ограничивается целями орошения в долине реки Иордан.

Другие источники поверхностных вод включают южную часть проекта «Горс» общей аккумулярующей емкостью 57,3 млн.м³ в год и другие притоки во внутренних бассейнах Иордании, сток которых составляет 47 млн.м³ в год.

В целом, на востоке рифтовой долины поверхностные водные ресурсы составляют примерно 300 млн.м³ в год, исключая потенциальные 40 млн.м³ в год, которые не перехватываются (Национальная академия наук, 1999). Для перехвата этого потенциального стока было инициировано несколько пилотных проектов, чтобы опробовать строительство вододерживающих сооружений.

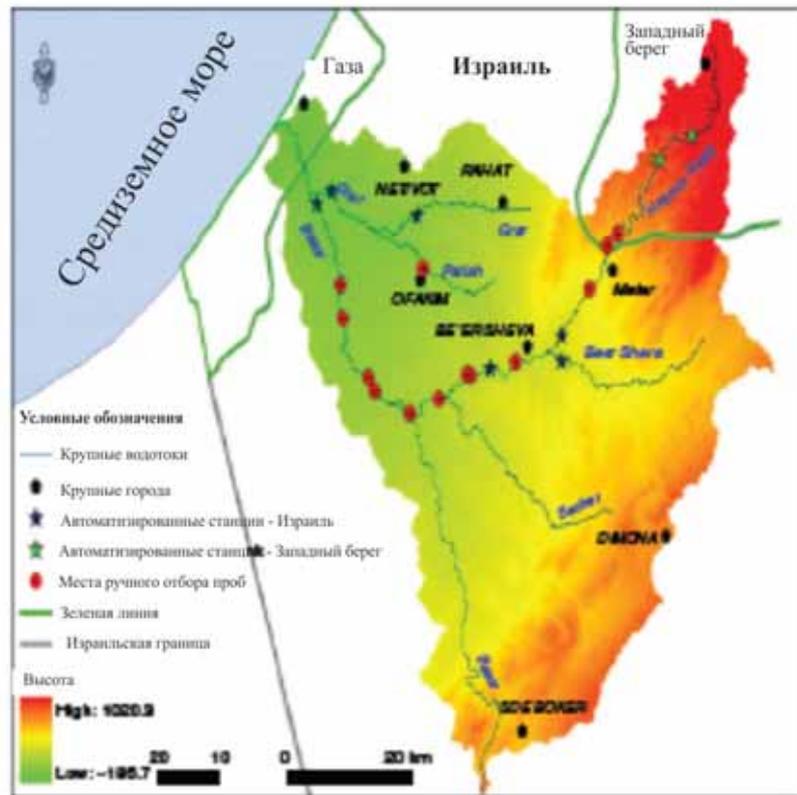


Рис. 11. Карта водосбора Хеврон/Бсор и фото плана восстановления загрязненной реки

Карта и фото получены от Алона Тала со ссылкой на Abramson, A., Tal, A., Becker, N., et al. (2010). Stream restoration as a basis for Israeli–Palestinian cooperation: A comparative analysis of two trans-boundary streams. International Journal of River Basin Management 8(1), 39–53.

5.2 Ресурсы подземных вод

Ливневый и поверхностный стоки, просачивающиеся под землю, накапливаются в проницаемых пластах и формируют подземные водоносные слои. На счет этих подземных водоносных слоев относится более 60% снабжения пресными водами, и они составляют крупнейший источник пресной воды, обеспечивая резервный запас для обеспечения критических требований на воду во время периодических или продолжительных засушливых периодов. Средняя величина восполнения оценивается в 1,6 млрд.м³ в год, из которых 0,7 млрд.м³ в год формируется в Горном бассейне подземных вод, разделяемом Израилем и Западным Берегом, 0,5 млрд.м³ в год в Береговом бассейне подземных вод, разделяемом Израилем и сектором Газы и 0,35 млрд.м³ в Иордании (CES Consulting Engineers and GTZ, 1996). Непредсказуемые осадки и, в результате, неустойчивое восполнение подземных водоносных слоев и отбор воды из них сильно изменили естественное состояние этих водоносных слоев. Текущая практика показывает, что во время засухи имеет место чрезмерное выкачивание подземных вод, чтобы компенсировать дефицит поверхностных вод, это приводит к серьезному истощению запасов подземных вод и, следовательно, отражается на краткосрочной и перспективной водообеспеченности.

5.2.1 Горный бассейн подземных вод

Горный бассейн подземных вод состоит из трех бассейнов: западного, северо-восточного и восточного водоносных пластов. Из этих трех бассейнов западный бассейн пока является наиболее ценным с позиции количества и качества воды. Общий сток западного бассейна самый большой и наиболее надежный, составляя в среднем от 350 до 400 млн.м³ в год. Израиль забирает большую часть стока западного водоносного слоя, тогда как прямой отбор воды из него палестинцами составляет всего 20%. Бурение в горах для добычи подземных вод рядом с городскими центрами Палестины технически сложно из-за глубокого залегания подземных вод, низкой проницаемости пород и быстрого падения зеркала подземных вод. Постоянная засуха в последние годы и, в результате, избыточный отбор подземных вод привели к падению зеркала подземных вод, представляя потенциально серьезную угрозу качеству водоснабжения вследствие возможного нарушения равновесия между пресными и солеными водоемами в этом месторождении, а также антропогенного загрязнения.

Горный бассейн подземных вод уязвим к загрязнению сточными водами, формируемыми на территории израильских и палестинских деревень и городов, расположенных на Западном берегу, где сельское население не имеет доступа к

канализационным системам и пользуется выгребными ямами. Имеющиеся очистные станции не работают на уровне своих проектных мощностей, и ни на одной из них нет оборотной схемы, а частично очищенные сточные воды сбрасываются в ближайшие эстуарии, которые затем просачиваются в западный водоносный пласт Горного бассейна подземных вод. Сброс неочищенных или частично очищенных сточных вод и различных отходов с фабрик, заводов, перерабатывающих мрамор и оливки, пестицидов и минеральных удобрений, а также изредка твердых отходов - все это представляет угрозу для качества воды, отводимой из Горного бассейна.

Восточный водоносный пласт также уязвим к загрязнению из-за сточных вод, формируемых на территории Восточного Иерусалима и прилегающих деревень, текущих на восток по открытым водотокам в Мертвое море, представляя опасность для окружающей среды и здоровья человека по пути своего следования.

До настоящего времени Горный бассейн подземных вод является единственным природным источником подземных вод, качество которых осталось допустимым. Содержание нитратов в целом низкое (5-25 мг/л), а уровень солености изменяется в диапазоне от 50 до 300 мг/л, за исключением локальных участков загрязнения (н-р, область Тулкарем). Однако Израиль и Палестина все еще находятся в процессе создания инфраструктуры, необходимой для сбора и обработки сточных вод, формируемых в результате жизнедеятельности населения Западного берега. В последнее время многие поселения были оснащены станциями очистки сточных вод, включая большую станцию для обслуживания города Тул Карем и его окрестностей. Строительство других современных очистных станций задерживается вследствие нормативных положений, ожидая решения по уровню очистки и вариантам отведения/повторного использования частично очищенных сточных вод.

5.2.2 Береговой подземный бассейн

Береговой подземный бассейн представляет собой водоносный пласт, сложенный из четвертичных песков и известкового песчаника, подстилающих береговую равнину Израиля и сектора Газы. Естественное восполнение и возвратные стоки, поступающие в этот бассейн, оцениваются примерно в 0,5 млрд.м³ в год, из которых приблизительно 57-113 млн.м³ в год составляет вклад в бассейн на территории сектора Газы. Этот водоносный пласт разрабатывается тысячами мелких и глубоких частных и государственных скважин, что усложняет контроль оптимального отбора воды, особенно в условиях сильной засухи и нехватки воды. В секторе Газы отбор подземных вод оценивается в 180 млн.м³ в год, дефицит составляет примерно 75-90 млн.м³ в год.

Избыточное выкачивание воды из Берегового подземного бассейна привело к интрузии морской воды, повышая соленость водоема. Береговой бассейн также подвержен интрузии соленых эоценовых вод из прилегающих и

более глубоких водоносных пластов, а падение напора приводит к перемещению морской воды в пресноводный водоем. Над подземным бассейном район прибрежной долины густо населен и интенсивно возделывается. Таким образом, подземный бассейн подвергается ускоренному процессу деградации, что отражено в тенденции увеличения уровня хлоридов и нитратов и прочих органических и неорганических загрязняющих веществ. Соли накапливаются в подземных водах со скоростью 2 мг/л/год, причем содержание хлоридов увеличилось с 110 мг/л в 1963 году почти до 200 мг/л в 2008 году. Минеральные удобрения и пестициды, применяемые в большом количестве в зоне исследования, влияют на природные экосистемы и водные ресурсы, что описано в разделе 6.2.5 ниже.

5.2.3 Восточная часть подземных бассейнов рифтовой долины

В Иордании месторождения возобновляемых и ископаемых подземных вод обеспечивают приблизительно 420 млн.м³ в год (60% от располагаемого объема возобновляемых пресных вод). Основные подземные бассейны включают Муджиб, Зерка Маам и Ярмук на севере, Жафр Дулия, Дуэйл Агиб, Дисы и Вади Араба в центре и на юге Королевства. Другие подземные бассейны на севере включают Сирхан, Хамад и Азрак, которые содержат соли в большой концентрации и относятся к категории солоноватых вод (Salameh, 1996).

Некоторые бассейны подземных вод, например Жафр Дулия, уже были истощены в 70-80-х годах, а Дуэйл Азрак, Дисы и Вади Араба используются выше уровня их естественного восстановления, а другие, такие как Азрак и Агиб имеют признаки истощения в виде падения уровня воды и повышения солености. Вода из группы скважин Азрак транспортируется по трубопроводу протяженностью 100 км до Аммана, вызывая быстрое падение зеркала подземных вод, что ведет к сильному увеличению минерализации подземных вод вследствие восходящего перетекания соленой воды в водоносные пласты, расположенные под районами Дулейл и Бадиа (Salameh and Bannayan, 1993). Другие ресурсы, включая подземные бассейны Муджиб, Зерка Маам и Ярмук используются не на всю мощность (Salameh, 1996).

Антропогенное загрязнение также способствовало ухудшению качества выкачиваемых подземных вод. Высокое содержание нитратов, фосфатов и солености были зафиксированы в Хирбет эс Самра (район Амман-Зерка), Мафраке, Агабе и Рамта, где содержание нитратов в 3-4 раза превышает исходный естественный уровень. На территории Аммана содержание нитратов в источниках увеличилось до 60-72 мг/л по сравнению с естественной концентрацией 15-20 мг/л. В районе Зарка воду, добываемую из местных скважин, можно безопасно использовать для коммунально-бытового снабжения только после ее смешения с водой лучшего качества, чтобы снизить содержание солей и концентрацию нитратов.

5.2.4 Ископаемые подземные бассейны

Подземные бассейны, которые получают небольшую подпитку или вообще не восполняются, относятся к ископаемым или невозобновляемым источникам. Подземный бассейн Дисси на юге Иордании и Нубийский водоносный пласт из песчаника на юге Израиля являются основными геологическими единицами, содержащими большие объемы ископаемой воды в зоне исследования, по оценкам примерно 250 млн.м³ в год (110 млн.м³ в год на западе рифтовой долины и 140 млн.м³ в год на востоке долины), с текущим водозабором 25 млн.м³ в год на западе рифтовой долины и 70 млн.м³ в год на востоке долины (CES Consulting Engineers and GTZ, 1996).

5.2.5 Текущее состояние качества подземных вод

В целом, месторождения подземных вод в зоне исследования полностью используются и частично используются выше уровня их естественного восстановления. Из-за продолжительных периодов засухи, спрос на воду обеспечивается за счет выкачивания подземных вод с допущением, что потом выпадут дожди. Кроме того, антропогенное загрязнение также вносит свой вклад в потенциальное ухудшение состояния этих месторождений, за счет:

- Сброса недостаточно очищенных сточных вод со станций очистки коммунально-бытовых и промышленных стоков;
- Сброса с городской дренажной системы;
- Фильтрата с мусорных свалок;
- Сброса сельскохозяйственных сточных вод и минерализованных возвратных вод;
- Остатков удобрений и пестицидов.

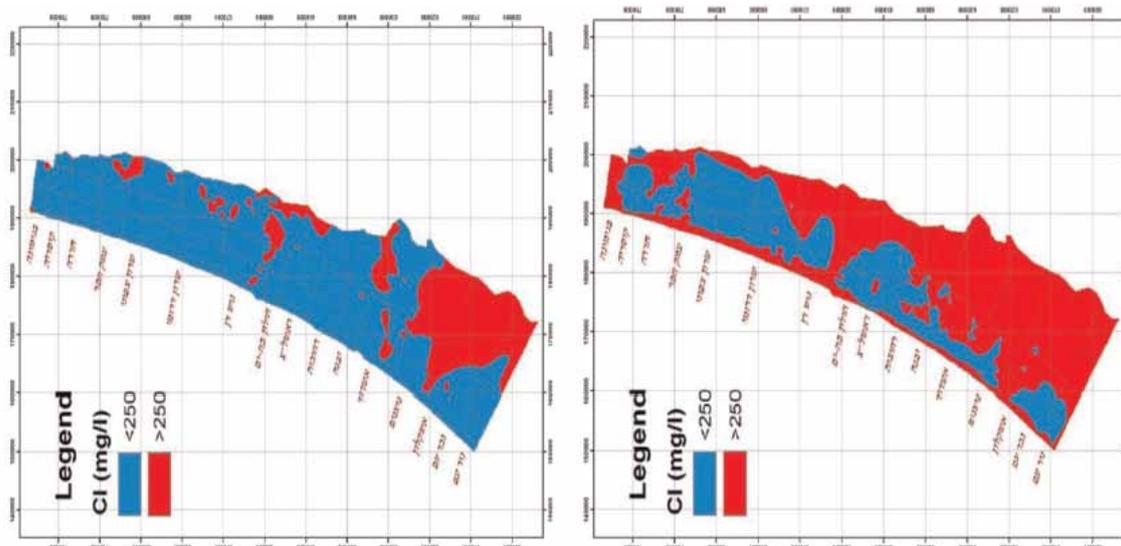
Главная проблема заключается в появлении соединений, разрушающих эндокринную систему, и присутствии соединений солей и нитратов, которые сложно и дорого удалять из питьевой воды.

Текущее состояние качества воды в местных подземных бассейнах оценивалось с помощью данных длительного мониторинга уязвимого Берегового подземного бассейна. Содержание нитратов и хлоридов увеличивается и превышает нормы по питьевой воде во многих частях бассейна. Среднее содержание нитратов выросло с 30 до более чем 60 мг/л за последние 60 лет, а соленость воды бассейна теперь превышает в среднем 210 мг/л, особенно в южной части Берегового подземного бассейна. За несколько лет содержание

хлоридов в подземных водах существенно выросло, в результате 15% от общего объема воды в бассейне непригодными для питьевых целей (рис.12).

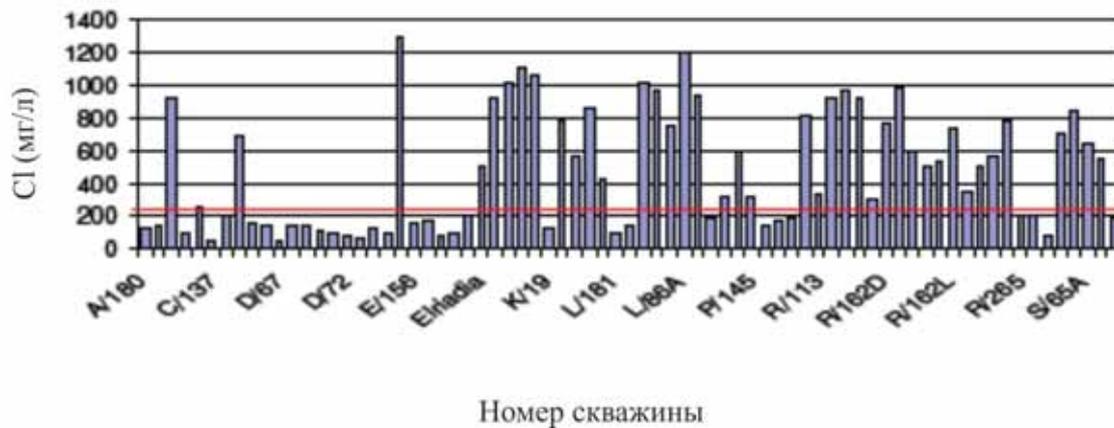
Текущие уровни залегания подземных вод также свидетельствуют о чрезмерном выкачивании и неустойчивом использовании подземных вод, что отражается в исчезновении природного стока подземных источников, высыхании источников, питающих многолетний сток, и вторжении соленых вод.

В секторе Газы, вследствие интрузии морских вод и выщелачивания минеральных удобрений и других солей, практически вся вода загрязнена и минерализованная. От 90 до 95% водных ресурсов не пригодно для питьевых целей. Содержание хлоридов колеблется от 300 до 700 мг/л на фоне 250 мг/л, рекомендованных Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ), а уровень нитратов в большинстве скважин составляет примерно 100-150 мг/л, что в 3 раза превышает рекомендованное значение в 50 мг/л (рис.13 и 14).



**Рис. 12. Содержание хлоридов в подземных водах
Берегового подземного бассейна в 1930 г. и 2008 г., показывающее
уровни концентрации ниже и выше допустимого 250 мг/л в питьевой воде**
*Источник: Israel Hydrological Service (2008). State of water resources – Coastal Aquifer.
Tel-Aviv: Israel Water Authority, Ministry of Infrastructure*

Канализационные коллекторы, выгребные ямы, места отведения сточных вод и протекающие канализационные трубы являются основными источниками загрязнения подземных вод. Мусорные свалки также представляют опасность для ограниченных подземных вод и водотоков, поэтому предпринимается попытка закрыть как можно больше свалок, с которых вредные загрязняющие вещества могут проникать в подземные водоносные пласты и загрязнять их. Просачивание и фильтрат возвратных вод следует сократить, чтобы максимально уменьшить инфильтрацию растворенных веществ в подземные воды.



**Рис. 13. Содержание хлоридов в подземных водах
Берегового подземного бассейна под сектором Газы, 2004 г.**

Получено от Алона Тала со ссылкой на Abu Mailla, Y., El-Nahal, I. and Al-Agha, M. (2004).
Seasonal variations and mechanisms of groundwater nitrate pollution in the Gaza Strip.
Environmental Geology 47, 84–90, с разрешения Всемирного банка

В связи с этим в Израиле был осуществлен план по сбору, очистке и повторному использованию сточных вод по всей стране, согласно которому до 90% формируемых сточных вод очищается и используется повторно. На поздней стадии плана была выполнена модернизация станций очистки сточных вод до систем третьего порядка, доводящих содержание БПК и азота в очищенных сточных водах до очень низкого уровня - 10 мг/л. В Палестине очистка сточных вод все еще находится на начальных этапах, и инфраструктура не соответствует требованиям, что негативно отражается на окружающей среде и здоровье населения. В Иордании инфраструктура по очистке сточных вод подходящая, хотя некоторые очистные станции должны быть расширены, чтобы они могли справляться с текущими и будущими мощностями.

6 Управление водными ресурсами

6.1 Региональные водные ресурсы

Суммарный водозабор по исследуемой зоне в целом в 2010 году, включая традиционные и нетрадиционные источники воды (опреснение и повторное использование сточных вод), достиг 3000 млн.м³ в год, из которых 1600 млн.м³ в год (50%) было отведено из подземных источников, 540 млн.м³ в год (20%) - поверхностные воды, а остаток - опресненная вода (240 млн.м³ в год) и очищенные сточные воды (615 млн.м³). Постоянная засуха в последние годы вызвала резкое сокращение доступных природных вод, в среднем с 2,1 млрд.м³ в год до примерно 1,5 млрд.м³ в год. В результате ресурсы подземных вод

использовались сверх 450 млн.м³ в год за счет истощенных и ископаемых водоносных пластов (таблица 2).

Доступные ресурсы объемом примерно 3 млрд.м³ в год используются совместно Израилем - 1,5 млрд.м³ в год, Палестиной - 0,4 млрд.м³ в год и Иорданией - 1,1 млрд.м³ в год (рис.16). На территории региона промышленное и коммунально-бытовое потребление составляет приблизительно 1,2 млрд.м³ в год (40%), а на счет сельскохозяйственного сектора, основного потребителя воды, относится 1,8 млрд.м³ (60%).



**Рис. 14. Содержание нитратов в подземных водах
Берегового подземного бассейна под сектором Газы, 2004 г.**

Получено от Алона Тала со ссылкой на Abu Maila, Y., El-Nahal, I. and Al-Agha, M. (2004).
Seasonal variations and mechanisms of groundwater nitrate pollution in the Gaza Strip.
Environmental Geology 47, 84–90, с разрешения Всемирного банка

Таблица 2

**Водоснабжение и требования на воду в регионе в 2010 г.
и прогнозы на 2020 г. и 2040 г. (млн.м³/год)**

	Годы	2010г.	2020г.	2040г.
Водоснабжение	Население (млн.)	18	23	30
	Поверхностные воды	539	605	695
	Подземные воды	1630	1620	1575
	Опреснение	236	1370	2020
	Повторное использование сточных вод	615	1140	1935
	Всего	3020	4735	6225
Требования на воду	Города	1230	1755	2630
	Сельское хоз-во - природные воды	1080	1725	1615
	Сельское хоз-во - очищ.сточные воды/соленоватые воды	700	1205	1910
	Восстановление экосистем	10	50	70
	Всего	3020	4735	6225
	Средние на человека - коммунально-бытовые (м ³ /год)	68	78	87
	Средние на человека - всего (м ³ /год)	171	221	218

6.2 Городское водоснабжение

6.2.1 Доступ к водоснабжению и санитарно-техническим средствам

Исходя из определения ВОЗ улучшенного доступа к санитарно-техническим средствам и питьевой воде, доля населения в зоне исследования с доступом к водопроводной воде составляет 96%, а к улучшенным санитарно-техническим средствам – 92%. Доступ к водопроводной воде немного выше в городских центрах (97%) и ниже (95%) для сельского населения, от 84% в Палестине до 97% в Иордании и 100% в Израиле. Доступ к улучшенным санитарно-техническим средствам составляет 96% в городских центрах и 83% в сельских районах, изменяясь в диапазоне от 64% в Палестине до 79% в Иордании и 98% в Израиле (рис. 15).

В целом, водопроводы доступны почти для всего населения в Израиле и Иордании и для 90% палестинского населения. Приблизительно 10% населения, живущего в небольших и отдаленных деревнях Палестины, не подсоединены к водопроводной сети. Улучшенные санитарно-технические службы доступны почти для всего населения Израиля, 90% Иордании и 78% Палестины.

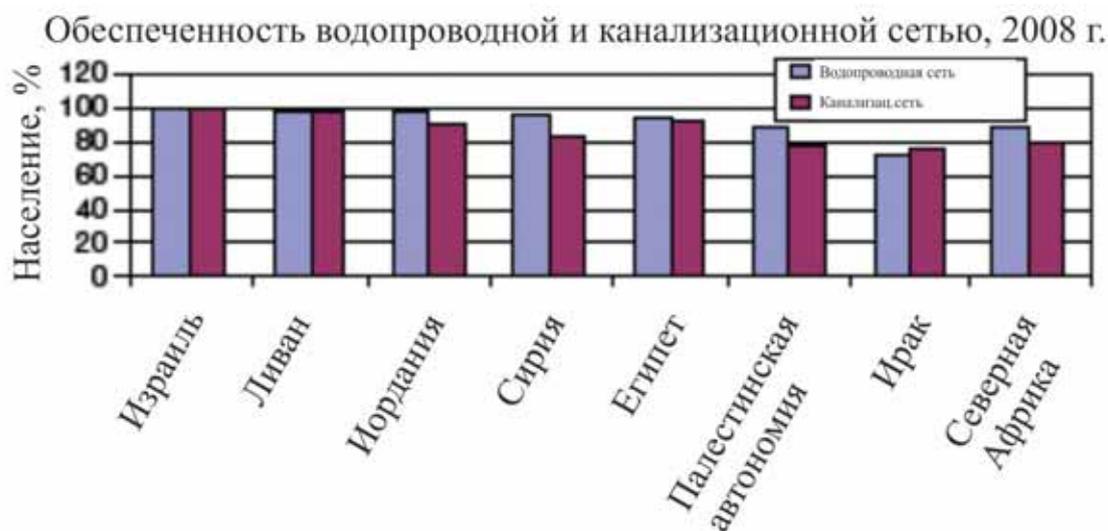


Рис. 15. Доступ населения к водопроводу и улучшенным санитарно-техническим службам в Израиле, Палестине и Иордании по сравнению с другими странами региона, 2008 г.

6.2.2 Уровень питьевого водоснабжения и качество обслуживания

Суммарное коммунально-бытовое, промышленное и коммерческое водопотребление в размере 1200 млн.м³ в год в 2010 году распределялось таким образом: Израиль – 700 млн.м³/год, Палестина – 180 млн.м³/год (96 млн.м³ в секторе Газы и 85 млн.м³ на Западном берегу) (Attili, 2012) и Иордания – 320 млн.м³/год. Эти цифры отражают среднее потребление на человека в размере 90, 44 и 45 м³ на человека в год или приблизительно 250 л/чел/сут в Израили и около 125 л/чел/сут в Палестине и Иордании. Средние нормы потребления составляют выше 36,5 м³/год или 100 л/чел/сут, указываемые как минимальные нормы по стандартам ВОЗ. Из-за отсутствия распределительных систем, разбросанное население и отдаленные поселки испытывают серьезный дефицит воды, водопотребление которых намного ниже минимальных требований.

Значения водопотребления включают большие организационные и физические потери в транспортирующей и сетевых водоснабжающих системах, что снижает водоподачу для потребителей на 15% в Израиле, 25% в Иордании и 34% в Палестине. Таким образом, хотя большинство населения региона имеет доступ к водопроводам, надежность водоснабжения в Палестине и Иордании низкая, и во многих городах и деревнях распространено периодическое снабжение, когда они имеют водопроводную воду только через день. Низкий уровень обслуживания в Палестине и Иордании объясняется плохим управлением и организацией обслуживания, включая низкий уровень технического обслуживания инфраструктуры, утечку в сетях, низкие тарифы, нелегальные подключения и недостаточные доход и финансирование.

6.2.3 Плата за водопользование

Исходя из повышающейся двухступенчатой системы тарификации, базовый тариф за воду, ниже 3,5 м³/чел/мес равен 2,5 \$/м³, а выше этого уровня – 4 \$/м³. В случае засушливых условий может применяться третья ставка – 6,95 \$/м³ (налог на засуху). Хотя эти тарифы установлены в Израиле, в других частях зоны исследования оплата и сбор платы за воду по счетам очень низкие, что ведет к упадку в управлении бизнесом и неудовлетворенности потребителей в связи с низким качеством и ухудшением обслуживания. Низкий уровень покрытия затрат подрывает финансовое обеспечение служб, что еще более обостряет ситуацию с низким уровнем и ухудшением служб.

6.2.4 Качество питьевого водоснабжения

Источники питьевой воды регулярно проверяются на физическое, биологическое и химическое загрязнение, включая присутствие тяжелых металлов. Результаты указывают на значительное улучшение микробиологического качества питьевой воды, причем уровень несоответствия нормам упал с 6,5% в 1991 году до 0,2% в 2008 году. Однако химическое качество питьевой воды ухудшилось, показывая высокое содержание химикалий и органических загрязнителей. Появление загрязняющих веществ заставило Министерство здравоохранения Израиля закрыть в последние 10 лет 2,2 тыс. питьевых колодцев из-за высокого уровня нитратов (50%), высокой минерализации (20%) и органических загрязнителей (30%) (Израильская гидрологическая служба, 2008). В секторе Газы большая часть колодцев загрязнена, показывая высокие уровни нитратов и хлоридов, которые превышают рекомендованные ВОЗ стандарты качества питьевой воды (см. таблицу 3).

Вследствие низкого качества воды распространены заболевания, передающиеся через воду. При опросе по состоянию здоровья 25% респондентов отметили различные заболевания, включая холеру, тиф, дизентерию, диарею, сальмонеллез и гепатит (EWASH, 2012). В Иордании зафиксировано загрязнение водоносных скважин, обеспечивающих водой такие города, как Амман-Зерка, Мафрак, Агаба и Рамта, показывая высокое содержание нитратов - выше 70 мг/л по сравнению с природным содержанием 15-20 мг/л.

Таблица 3

Химические характеристики питьевой воды в секторе Газы в мг/л (2004)

Параметры	Нормы ВОЗ	Бейт-Ханун	Бейт-Лахия	Джебалия	Газа	Хан-Юнис	Рафах
ЕС (мСм/см)	1,20	1,60	0,8	1,20	2,50	5,00	3,50
TDS	1000	1000	420	800	1800	3200	1900
Cl	250	400	60	130	650	1200	1300
F	1,5	1,4	0,5	0,7	1,0	2,8	2,8
NO ³	45	40	115	70	90	100	120
SO ₄	250	35	45	40	200	700	200
Na ⁺	200	180	40	75	650	650	600

Сокращения: ЕС - электропроводность; мг/л - миллиграмм на литр; мСм/см - миллисименс на сантиметр; TDS - общее содержание растворенных веществ; ВОЗ - Всемирная организация здравоохранения.

Источник: Abu Mayla, Y., Ghannam, M. и Aby Amer, S. (2011). *Water quality in Gaza Strip, 2010-2011*. Из: *Proceedings of the Frontiers of Chemical Sciences V: Research and Education in the Middle East*, p.21. Paris, France: Malta Conferences Foundation, с разрешения worldbank.org.

6.2.5 Очистка питьевой воды

Надлежащая очистка воды может сделать ее приемлемой для водоснабжения. В Израиле имеется несколько очистных станций для подготовки поверхностных и подземных вод. Недавно в районе Эшкола была открыта центральная водоочистная станция для очистки воды, поступающей из Галилейского моря во Всеизраильский водопровод (рис. 16).

Эта станция, мощностью 1,2 млн.м³/сут, может удалять примеси и уменьшать мутность воды до менее чем 1 нефелометрической единицы мутности, отвечая самым высоким стандартам качества воды. В Иордании муниципалитет Зерка-Марка обеспечивает безопасность водоснабжения за счет смешения источников воды, чтобы снизить содержание солей и концентрацию нитратов. На Западном берегу распространены системы очистки в точке использования (водопроводный кран, с) и точке входа (в здание), включая небольшие системы обратного осмоса (ОО), ионного обмена и дистилляции, используемые для удаления органических и неорганических загрязняющих веществ (Tamimi and Abu Shbak, 2011).



Рис. 16. Фото Эшкольского противопаводочного водохранилища и станции очистки питьевой воды мощностью 1,2 млн.м³/сут

6.3 Промышленное водопотребление

Промышленный и коммерческий сектор составляет относительно небольшой процент от общего водопользования (приблизительно 150 млн.м³/год, из которых в 2010 году 30 млн.м³/год составляла соленоватая вода) - от 3% до 6% от общего потребления. В Иордании большинство крупных промышленных пользователей воды находятся на самообеспечении, и многие в большей мере нерегулируются (Salameh and Bannayan, 1993). Плата за потребление воды в промышленности берется по субсидированной цене. В Израиле текущая цена на воду равна 1 \$/м³, причем поставлена цель постепенно увеличить эту плату, чтобы компенсировать полную стоимость подачи воды. Промышленные предприятия заставляют использовать альтернативные источники питьевой воды, и для промышленности предусматриваются гранты на инвестирование в локальные станции очистки и повторное использование сточных вод. Нефтеперегонные заводы, сталелитейное производство и бумажная промышленность повторно используют свою охлаждающую воду со значительной экономией воды.

6.4 Потребление воды в сельском хозяйстве

Сельское хозяйство является главным потребителем воды (60%), со следующим распределением между странами: Израиль - 990 млн.м³/год, из которых 625 млн.м³/год - законтурные и частично очищенные сточные воды, Палестина - 200 млн.м³/год, Иордания - 590 млн.м³/год. Исключая повторное использование сточных вод, природные воды, используемые для орошения в Израиле, составляют всего 37% от общего вододеления, по сравнению с 100% в Палестине и 86% в Иордании. Ценовое стимулирование используется для поощрения перехода от использования пресных вод к орошению сточными водами. Хотя цена на пресные воды (1 \$/м³) постепенно повышается с целью погашения полных затрат на производство, цена на очищенные сточные воды составляет всего 0,34 \$/м³, т.е. одна треть цены на питьевую воду. Стоимость установки ирригационной инфраструктуры также субсидируется (60%) правительством (OECD, 2011), чтобы ускорить внедрение передовых методов орошения и мер по водосбережению.

Системы самотечного орошения, используемые в прошлом с кпд 50%, были заменены современной техникой микроорошения (капельное, микрождеватели и дождевальные установки), с кпд орошения 85-90%. Капельное орошение, впервые разработанное в Израиле в 60-х годах, было усовершенствовано с включением в эту технологию таких инноваций, как подпочвенное капельное орошение, компьютеризация, фертигация (непосредственное внесение удобрений к корням растений), и находящиеся под

давлением капельницы, которые позволяют распределять воду равномерно и дают возможность поливать по своему усмотрению, тем самым, уменьшая потери воды и существенно улучшая эффективность водопользования (Shevah and Kohen, 1994). Новые технологии орошения привели к значительному снижению затрат воды на орошение, в среднем от 8700 м³/га в 1955 году до 5300 м³/га в 2008 году (рис.17).

Изменения, аналогичные тем, которые происходили в сельском хозяйстве Израиля, теперь происходят в аграрных секторах Палестины и Иордании. Однако переход от использования природных вод к оборотным очищенным сточным водам и улучшения в возделывании сельскохозяйственных культур и эффективности орошения необходимо ускорить, чтобы не отставать от растущей потребности в орошении и производстве культур.

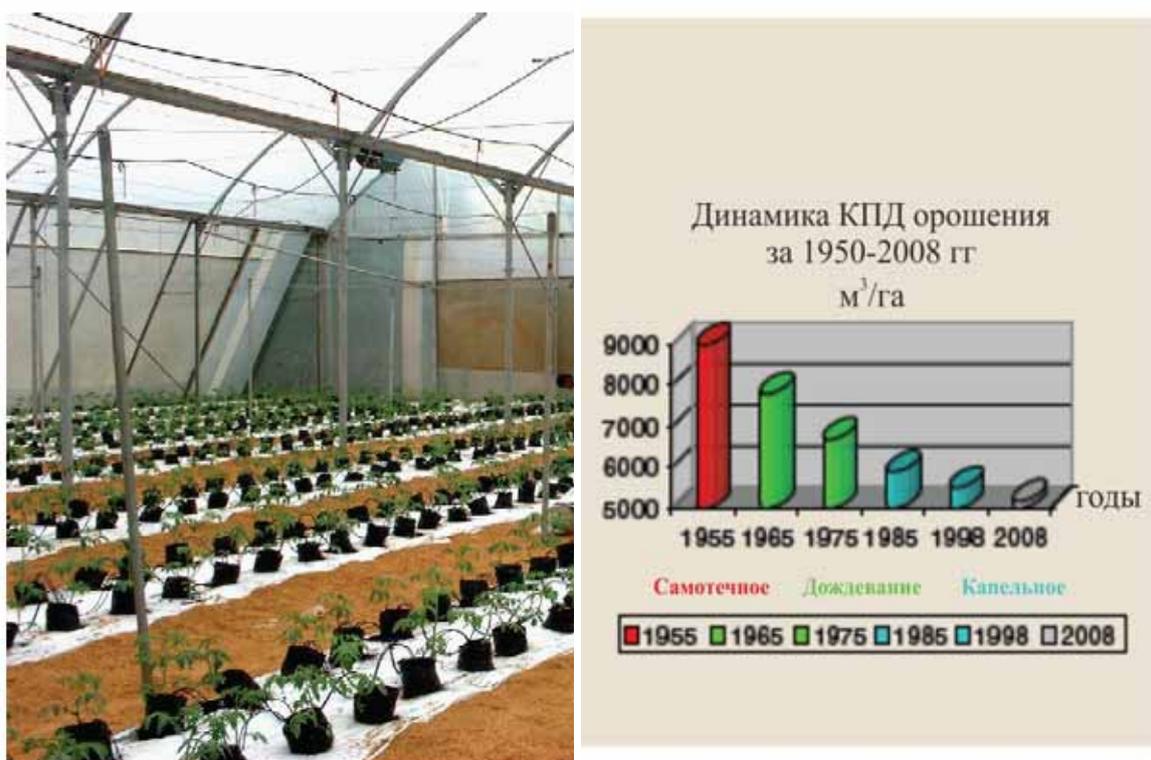


Рис. 17. Улучшенные системы растениеводства, изменения в технике орошения и повышение КПД орошения, Израиль, 1955-2008 гг., м³/га

6.5 Улучшение управления в регионе

В целом управление водными ресурсами, включая разработку, охрану и отбор воды из каждого возобновляемого источника, далеко от устойчивого. Чрезмерное выкачивание воды из водоносных пластов, избыточный отвод воды из поверхностных водотоков и отсутствие важной политики управления

требованиями на воду представляют угрозу для дефицитных водных ресурсов региона.

Чтобы обратить вспять эти нежелательные тенденции, следует сократить отбор воды и установить систему мониторинга для оценки темпов восстановления. Предельно важно управлять водными ресурсами в соответствии со следующими принципами:

- Совместное региональное управление, которое будет способствовать оптимальному распределению имеющихся водных ресурсов, одновременно гарантируя сохранение качества воды и ценности экосистемных товаров и услуг.
- Поддержание сбалансированного уровня использования ресурса с помощью оптимизационных и имитационных моделей для установления приоритетов распределения и устойчивого использования водных ресурсов, с учетом большого множества сценариев засухи.
- Сточные вод должны надлежащим образом собираться, очищаться и отводиться, чтобы решить проблемы загрязнения и не отставать от ожидаемого роста населения и промышленности.
- Следует расширить переброску воды, чтобы передавать излишки воды, сгенерированные в одной части системы, в другую часть, нуждающуюся в дополнительном водоснабжении, с учетом существующего Всеизраильского водопровода, канала им. Короля Абдуллаха (рис. 18) и транспортирующей системы Дисы.

Всеизраильский водопровод, который был введен в эксплуатацию в 1964 году, транспортирует в среднем 380 млн.м³/год воды, выкачиваемой из Галилейского моря и двух крупных водоносных пластов, в населенные центры и аридный юг Израиля, на Западный берег и сектор Газа посредством труб большого диаметра, протяженностью 130 км. Всеизраильский водопровод имеет эксплуатационный объем примерно 600 млн.м³ и позволяет совместно использовать поверхностные и подземные водные ресурсы в зависимости от их наличия. С увеличением подачи опресненной морской воды с опреснительных станций, расположенных на побережье Средиземного моря, направлением потока меняется с севера-юга на запад-восток, уменьшая зависимость от Галилейского моря, ресурсы которого будут заменены водой с береговой линии.

Канал им. Короля Абдуллаха отводит из реки Ярмук в среднем сток в 150 млн.м³ в год, который используется на орошение в верхней части Иорданской долины, и составляет часть требований на воду Аммана в проект Дейр-Алла.

Транспортирующая система Дисы предназначена для переброски воды из водоносного пласта Дисы через границу с Саудовской Аравией на самый юг страны. По завершении проект она будет транспортировать 100 млн.м³ в год питьевой воды в Амман, столицу Иордании, через трубопровод протяженностью 320 км.

7. Будущие требования на воду и варианты устойчивого развития - региональные решения

Растущий спрос на воду в большей мере обеспечивался за счет расширения гидротехнического строительства. Однако системы на основе управления водоснабжением достигли своего предела, а попытки удовлетворить будущий спрос путем простого увеличения водозабора поверхностных и подземных вод будут невозможны и приведут к дальнейшему неустойчивому развитию. Дополнительное водоснабжение региона можно обеспечить только посредством управления требованиями на воду и развития регенерации сточных вод, опреснения солоноватых и морских вод или импорта воды за пределами зоны исследования. В данном исследовании предлагается комбинация вариантов водоснабжения на основе регионального трансграничного подхода, включающая усовершенствованное управление и инновации, сбережение и освоение нетрадиционных ресурсов, дополняемое строгим регулированием, обеспечивая реальное решение проблемы дефицита воды в регионе, как детально описывается ниже.

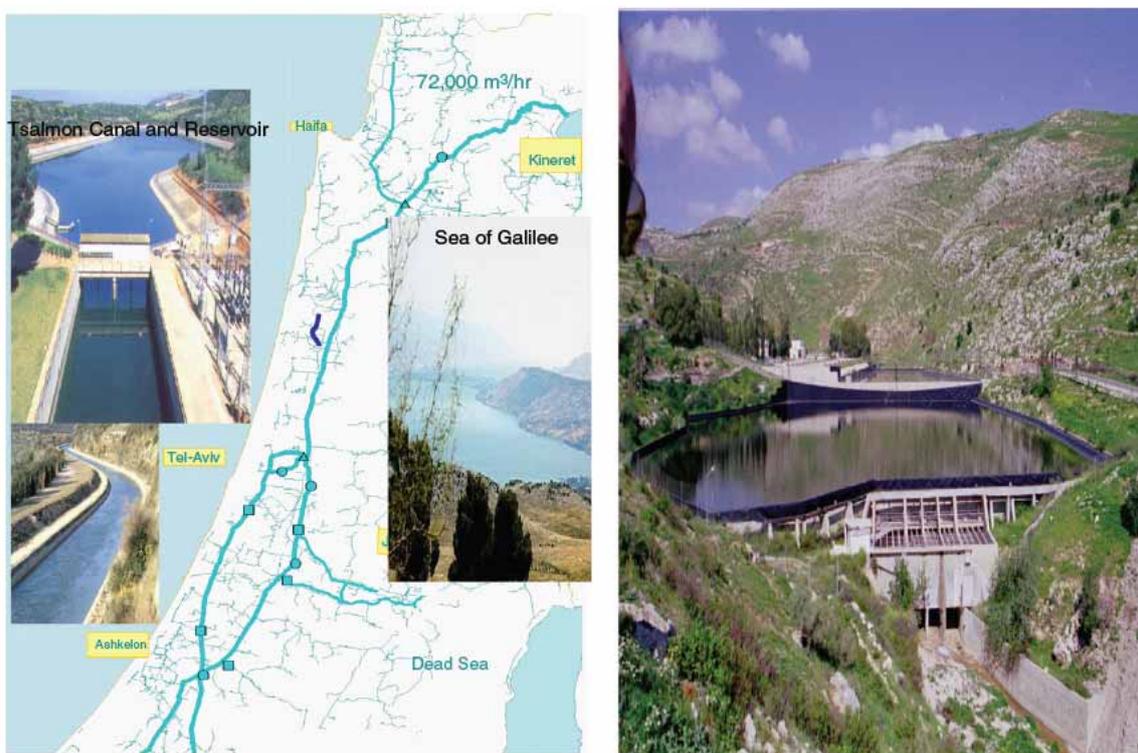


Рис. 18. Крупномасштабная переброска воды - Всеизраильский водопровод, канал им. короля Абдаллаха в Иордании и плотина Аль-вехдах

*Воспроизведено с разрешения Израильского управления водного хозяйства, веб-сайт, 2012 г.
Израильская национальная водохозяйственная система.*

На http://www.water.gov.il/Hebrew/ProfessionalInfoAndData/2012/israel_national_water_system-map.pdf. Фото сделано Хозцелем.

7.1 Водообеспеченность региона и потребность в воде в будущем

Для удовлетворения потребности в воде населения, численность которого по прогнозам на 2040 год составит 30 млн. человек, необходимо повысить уровень водообеспеченности примерно до 6,2 млрд. м³/год, т.е. увеличить на 3,2 млрд. м³/год, за счет производства дополнительного объема воды опреснением и повторным использованием сточных вод, которые будут совместно использоваться Израилем, Палестиной и Иорданией, как показано на рис. 19.

Помимо удовлетворения потребностей увеличившегося населения дополнительный объем воды будет направлен на орошение и для повышения нормы водопотребления городов Палестины и Иордании с нынешних 45 м³/чел./год до 90 м³/чел./год, то есть на одном уровне с водопотреблением в Израиле (рис. 20).

Потребность экосистем в воде. Принимая во внимание тот факт, что естественная окружающая среда тоже входит в категорию законных водопользователей, вышеуказанные цифры учитывают также отвод водных ресурсов для восстановления экологических систем в регионе с сильно различающимися климатическими условиями – от умеренно-влажного средиземноморского до засушливого климата. В водных экосистемах растет концентрация загрязнителей, подвергая водные и наземные виды организмов угрозе исчезновения. Необходимо высвободить необходимое количество воды для поступления в реки, чтобы улучшить качество их вод и водную среду обитания, а также для восстановления биоразнообразия на суше и в водно-болотных угодьях.

В соответствии с этим норма водораспределения будет составлять в среднем 225 м³/чел/год в Израиле (так же как и в настоящее время), 185 м³/чел/год в Палестине (увеличение как минимум на 92 м³/чел/год) и 197 м³/чел/год в Иордании (увеличение как минимум на 140 м³/чел/год), то есть в целом по региону увеличение с нынешнего среднего объема 162 м³/чел/год до 192 м³/чел/год (рис. 20). При предлагаемой удельной норме водораспределения для населения, численность которого к 2040 г. достигнет, согласно прогнозам, 30 млн. человек, для удовлетворения общей потребности региона в воде должно быть поставлено воды общим объемом 6,2 млрд. м³/год (увеличение на 100%), при этом к 2020 году объем водоподачи увеличится примерно на 1 млрд. м³/год, а к 2040 году – на 3,2 млрд. м³/год, как показано на рис. 21.

Из этого увеличенного объема потребности в воде 1,5 млрд. м³/год потребуется для удовлетворения хозяйственно-бытовых и промышленных нужд из расчета 87 м³/чел/год в среднем: от 80 м³/чел/год в Иордании до 95 м³/чел/год в Израиле. Повышенную потребность в воде можно будет удовлетворить посредством повышения эффективности управления располагаемыми природными ресурсами в результате реализации крупномасштабных программ по опреснению примерно 1,8 млрд. м³ воды, которые должны будут реализованы в течение ближайших 30 лет с учетом нынешнего и прогнозируемого

водопотребления коммунально-бытовым и промышленным секторами. В результате потребления воды коммунально-бытовым сектором будут образовываться возвратные воды, которые после соответствующей обработки могут быть использованы для орошения, увеличив, таким образом, количество воды, выделяемой для нужд орошения, с нынешних 1,8 млрд. м³/год до 3,2 млрд. м³/год к 2040 году.

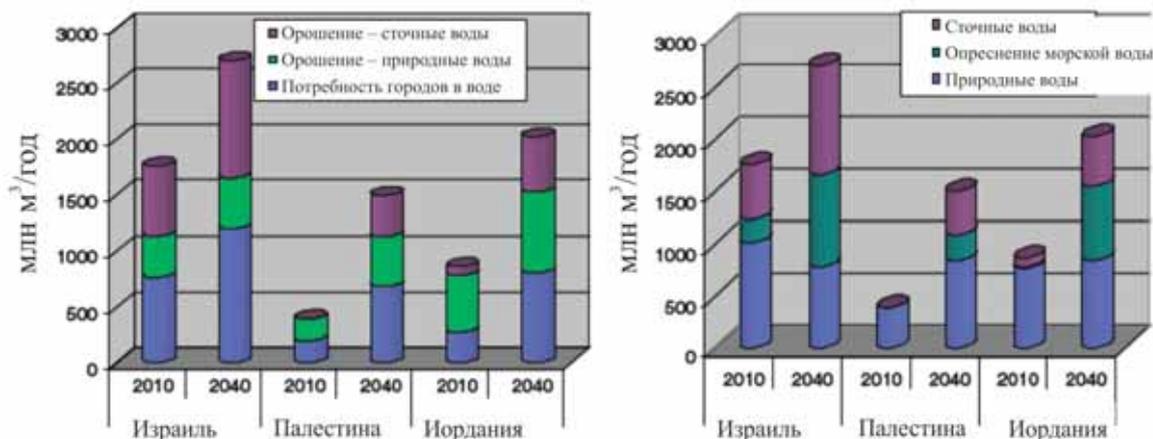


Рис. 19. Потребность в воде (слева) и обеспечение водой городов и сельского хозяйства Израиля, Палестины и Иордании за счет естественных и нетрадиционных источников (справа) в 2010 г. и прогноз на 2040 г., млн. м³/год

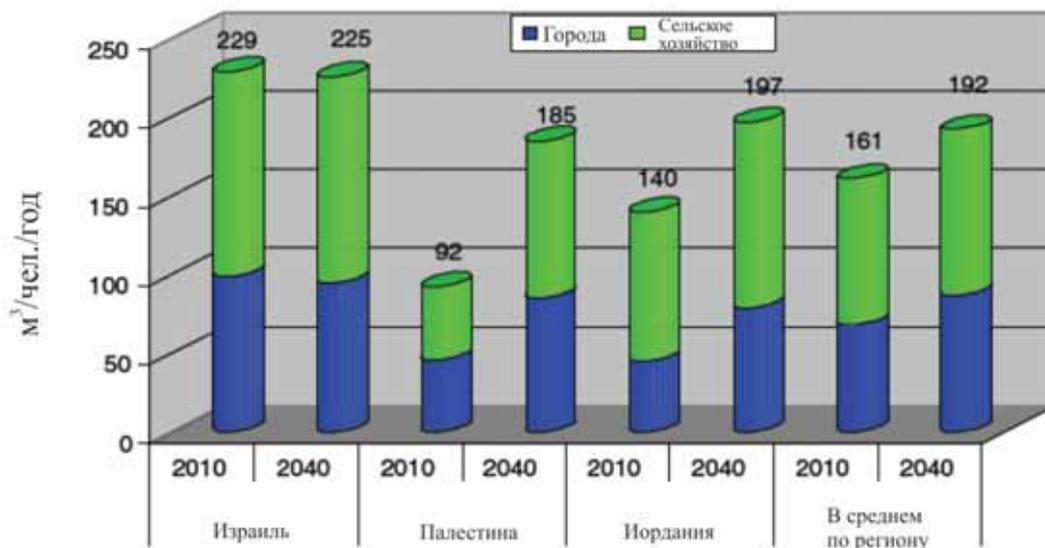


Рис. 20. Уровень водообеспеченности в Израиле, Палестине и Иордании и водообеспеченность городов и сельского хозяйства в среднем по региону в 2010 г. и прогноз на 2040 г., м³/чел/год

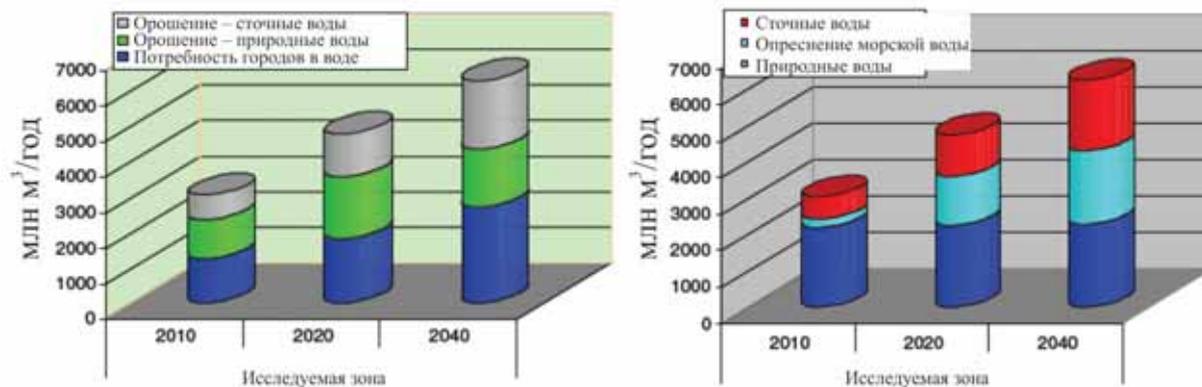


Рис. 21. Потребность в воде (слева) и обеспечение водой городов и орошаемых земель за счет естественных и нетрадиционных источников (справа) в среднем по региону в 2010 г. и прогноз на 2020 и 2040 гг., млн. м³/год

Эти расчеты приблизительно совпадают с предыдущими, которые прогнозировали нехватку воды в объеме от 865 до 3480 млн. м³ в год в целом по региону на период 2000–2040 гг. (CES Consulting Engineers и Германское агентство по техническому сотрудничеству GTZ, 1996 г.).

7.2 Стратегия освоения и управления водными ресурсами

7.2.1 ИУВР

Проблему нехватки воды в настоящее время и в будущем следует рассматривать с точки зрения рационального использования располагаемых ресурсов, применения современных систем поддержки принятия решений и инструментов ИУВР, а также проведения разнообразных проектных мероприятий и внедрения механизмов взаимодействия, что позволит субъектам водопользования обмениваться решениями и опытом исходя из следующих принципов:

- Определение целей и регулирование политики освоения и использования водных ресурсов;
- Охрана и рациональное использование водных ресурсов – сокращение объемов расточительно используемых вод и потерь воды;
- Повышение эффективности сельскохозяйственного орошения;
- Внедрение экономических инструментов – реалистического ценообразования и финансовых стимуляторов;
- Изменение организационных основ и нормативно-правовой базы;

- Стимулирование общественного участия, содействие повышению информированности общественности и осуществлению социальных перемен;
- Обучение и наращивание потенциала.

На основе вышеприведенных принципов предлагаемый подход с учетом спроса (на воду) не ограничивается только обеспечением водой, но также включает и управление спросом на соответствующем низшем уровне с вовлечением стейкхолдеров в процесс принятия решений и улучшением социально-экономических условий (Шевах и Кохен, 1997 г.).

7.2.1.1 Водосбережение

Спрос на воду можно регулировать при помощи мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов в коммунально-бытовом, сельскохозяйственном и промышленном секторах. Однако для этого требуется изменение экономической политики (ценообразование) и применение социально-экономических стимулов для ограничения нецелевого использования имеющихся водных ресурсов. Как показано ниже, при борьбе с потерями воды и сокращении расходов воды в различных отраслях могут быть использованы карты, составленные при помощи ГИС, индикаторы эффективности, инструменты поддержки принятия решений, а также установлена приоритетность мероприятий.

Практические решения и общедоступные технологии сокращения объема водопользования в коммунально-бытовом секторе включают различного рода эффективные соединительные и зажимные элементы и приспособления, устройства и так называемые «интеллектуальные» расходомеры, позволяющие в режиме реального времени осуществлять учет расхода воды и получать сигналы о любых утечках в сети. В Израиле полностью налажен учет расхода воды, а «интеллектуальные» расходомеры постепенно заменяют большинство расходомеров, показания с которых снимаются вручную, т.е. без автоматизированного сбора данных. Добровольная экономия воды в домашнем хозяйстве может включать установку водопроводных кранов, санузлов, насадок душа, стиральных машин и посудомоечных машин с низким расходом воды, ограничение использования установок утилизации отходов, полива садов и мойки автомобилей. Насадки душа с низким расходом и редукторы давления могут позволить сэкономить как энергию, так и воду, и поэтому необходимо стимулировать их широкое применение.

В промышленности установление ограничения на водопользование посредством ведения соответствующей политики ценообразования наряду с повышением требований к качеству сточных вод и введением компенсационных выплат может заставить водопользователей промышленного и торгового

секторов сократить объем водопользования и чаще пользоваться системами рециркуляции воды и использовать воду более низкого качества.

В сельском хозяйстве эффективность водопользования можно повысить за счет усовершенствования оросительных систем, легко приспособляемых к любым условиям. Применение соответствующих методов и осуществление необходимых инвестиций может привести к существенному повышению эффективности орошения при рациональном использовании располагаемых водных ресурсов и одновременном повышении доходов фермеров, занимающихся традиционным земледелием (Раймон и Ор, 1991г.). Созданием ассоциаций водопользователей, применением методов установления цен по прогрессивной шкале, изменением практики выращивания сельхозкультур и усовершенствованием техники полива можно значительно повысить эффективность водопользования, особенно при внедрении систем микроорошения и капельного орошения.

7.2.1.2 Установление цен на воду

Установление реальных тарифов на воду поможет повысить осознание необходимости бережливого водопользования, а в случае с орошением это вынудит фермеров переходить на культивацию менее влагоемких культур и применять эффективные системы орошения.

В связи с этим цена на воду может отражать частичные или полные затраты, связанные с установкой системы водоснабжения, включающие:

- Расходы на развитие инфраструктуры (капитальные затраты, ЭиТО и «экологические услуги»);
- Административно-управленческие расходы;
- Так называемые «издержки соблюдения»¹ требований по качеству воды (прямые финансовые расходы или альтернативные издержки).

Как правило, цены устанавливаются с учетом покрытия расходов на эксплуатацию и техническое обслуживание систем водоснабжения, а также уплаты долгов, хотя можно рассматривать и метод дифференцированного ценообразования или установления доступной цены. Можно также ввести ценообразование на основе предельных издержек или тарификацию в зависимости от времени суток, или же можно увязать с платежеспособностью или возможностью данной отрасли или внутри данной отрасли, в зависимости от эластичности цены или дохода. Также возможно введение дополнительной платы за воду, с тем чтобы отбить охоту у групп водопользователей с высоким уровнем доходов к чрезмерному использованию воды. Установление тарифов пропорционально объему потребления и повышение цены на воду, используемую для хозяйственно-бытовых нужд, на 40% в Израиле в январе

¹ Издержки соблюдения законодательства, норм и правил. – прим. переводчика.

2010 года позволило снизить объем водопотребления в домашнем хозяйстве, при этом постепенно избавляясь от субсидированных цен на воду для сельского хозяйства для перехода в ближайшем будущем на полную окупаемость.

7.2.1.3 Экономические стимулы и рынок воды

Экономические инструменты позволяют избежать нерационального и расточительного использования воды и помогают регулировать спрос на воду среди всех основных групп водопользователей. Необходимо изучить возможность введения экономических стимулов, платы за водозабор и перераспределения водных ресурсов в соответствии с принципами «пользователь платит» и «загрязнитель платит». Передача права на водопользование происходит исключительно в добровольном порядке, в то же время разрешается обмен выделяемыми ресурсами воды между их владельцами и торговля водой между фермерами, местными властями, промышленными предприятиями и другими хозяйствующими субъектами, стимулируется создание полуавтономных ассоциаций водопользователей, водохозяйственных объединений и частных участников рынка, в случае необходимости для развития рынка воды.

7.2.1.4 Участие общественности и социально-экономические аспекты

Для оптимизации водопользования необходимо вовлечение и участие общественности с учетом социальных ценностей, обеспечения водой по цене, приемлемой для бедных слоев населения, и финансовых последствий для водопользователей, покрывающих капитальные и регулярные расходы. Кроме того, можно добиться оптимального распределения воды без игнорирования права собственности на ресурсы, что позволит:

- Организовать водораспределение с учетом приоритетов, установленных на местном уровне;
- Организовать приобретение и продажу прав на краткосрочное использование водных ресурсов;
- Установить приоритетность проектов, приносящих пользу местному населению и в первую очередь бедным слоям сельского населения;
- Рассмотреть возможность осуществления проектов очистки и отведения сточных вод, способных принести общественную и экологическую пользу.

В целях информирования общественности могут проводиться кампании с использованием различных средств массовой информации (телевидение, радио,

газету и Интернет). Медиа-кампании становятся все более эффективными и наряду с другими видами мероприятий помогают проводить разъяснительную работу среди населения о сокращении водопотребления в домашнем хозяйстве. Подобные кампании, как, например, недавно проведенные в Израиле, помогли сократить объем водопотребления на 10%.

Отсюда следует, что меры по управлению спросом и охране и рациональному использованию водных ресурсов являются выполнимыми с технической и экономической точек зрения, не ведут к негативным последствиям для окружающей среды, а также помогают сохранить имеющиеся скудные ресурсы, как для нынешнего, так и для будущего поколений. Для успешной реализации управление спросом на воду должно также включать и выработку соответствующей политики, применение эффективных систем хозяйственного водоснабжения с низким уровнем потерь воды, высокой самоокупаемостью и ограниченным использованием адресных субсидий.

7.2.2 Использование слабоминерализованных вод

Содержание хлоридов в слабоминерализованной воде превышает, по определению, 400 мг/л, а значение электропроводности более 1,5 дСм/м. На территории исследуемой зоны имеется большой объем слабоминерализованных вод, которые обычно являются частью комплексной системы подземных вод. Обеспеченность Израиля слабоминерализованными водами составляет примерно 200 млн. м³/год, включая соляные источники и сельскохозяйственные возвратные стоки, поступающие в низовье реки Иордан ниже Галилейского моря, а в западной части Иорданской долины общий объем водообеспеченности составляет 300 млн. м³/год (Гольдберг, 1992 г.). На западном берегу реки Иордан около 65 млн. м³/год сбрасывается на западное побережье Мертвого моря (преимущественно в источники Фешка и Туриеба) и от 70 до 90 млн. м³/год – на восточное побережье Мертвого моря. Помимо этого, еще 40 млн. м³/год имеется на территории Сектора Газа. Со временем количество слабоминерализованных вод увеличится в связи с притоком засоленных вод и проникновением удобрений и сточных вод в месторождения подземных пресных вод.

Степень эксплуатации слабоминерализованных вод будет зависеть от поиска соответствующих путей ее использования с учетом того, что слабоминерализованная вода не всегда находится там, где ее можно было бы использовать с пользой. В изучаемой зоне слабоминерализованные воды наиболее широко применяются для разведения рыб и орошения сельхозкультур с высокой солеустойчивостью, таких как хлопок и ячмень, для которых допускается уровень засоленности 8 дСм/м и более (Шальхевет, 1994 г.). В последнее время начали заниматься активным опреснением слабоминерализованных вод после сооружения нескольких крупных опреснительных установок. Например, на юге Израиля в Кциоте опресняют

3 млн. м³ воды в год, в Граноте – 3 млн. м³/год и в Лахате – 7 млн. м³/год. Также имеются несколько небольших установок в Секторе Газа.

7.2.3 Повторное использование сточных вод

Регенерация сточных вод играет важную роль в снижении степени загрязнения окружающей среды и отводе сточных вод как представляющих опасность для окружающей среды и здоровью населения, увеличивая при этом объем активного запаса воды, пригодной для использования (Агентство по охране окружающей среды США, 1992 г.). На Ближнем Востоке насущную необходимость представляет надлежащая очистка и повторное использование сточных вод, являясь основным вариантом предоставления большей части огромного количества воды на оросительные и промышленные нужды. Из прогнозируемого общего объема водопотребления коммунальным и торгово-промышленным секторами, которые в 2040 году составят примерно 2,6 млрд. м³/год, 1,9 млрд. м³ сточных вод в год могут быть повторно использованы, из них 1,2 млрд. м³/год представляют собой очищенные сточные воды региона западнее реки Иордан, а 0,5 млрд. м³/год – на востоке реки Иордан.

Исследуемая зона уже является лидером в использовании обработанных сточных вод для непитьевых целей. Примерно 550 млн. м³ сточных вод в год используются для орошения сельскохозяйственных культур и для других непитьевых нужд, причем 80 млн. м³/год в Иордании и 450 млн. м³/год в Израиле. В Иордании доля орошения сточными водами составляет 12% от общего объема оросительных вод (Малкави и Хуссейн, 2011 г.). Приблизительно 80 млн. м³ сточных вод в год повторно используются для орошения – в основном в Иорданской долине. Большая часть очищенных сточных вод Аммана сбрасывается в реку Зарка и накапливается в водохранилище Короля Талала, где смешивается с ливневыми водами и затем высвобождается для использования в оросительных целях в Иорданской долине. Иорданское законодательство, которое в 1995 году стало еще строже, требует, чтобы все вновь построенные станции очистки сточных вод предусматривали также повторное использование сточных вод с упором на расширение орошаемых площадей в нагорной местности на востоке страны. Для организации повторного использования сточных вод в Палестине все еще существует необходимость усовершенствования водоочистных сооружений. Как было отмечено, капитальные затраты на повышение эффективности очистки сточных вод, изменение структуры посева, а также имеющиеся культурные традиции являются препятствием, помимо крутого рельефа на Западном берегу, затрудняющим использование сточных вод в той местности.

7.2.3.1 Очистка сточных вод и качество очищенных вод

Неочищенные сточные воды, аккумулируемые в водоочистных сооружениях, подвергаются первичной очистке, которая заключается в отсеивании крупных твердых частиц и удалении песчинок, осаждении оседающих материалов отстаиванием и удалении плавающих материалов. Затем следует вторичная очистка, включающая биологическое разложение нагрузки по органическим загрязнениям при помощи средств медленной обработки, таких как усреднительные пруды, капельные биологические фильтры и аэрируемые накопители. Возможны и варианты быстрой обработки, включающие продолженную аэрацию, аэрацию активным илом или вращающиеся биореакторы (дисковые биофильтры). В условиях орошения без ограничений² требуется также и третичная очистка (глубокая доочистка) для последующего удаления азота и фосфора, взвешенных частиц и растворенных органических веществ (Шевах, 2004 г.).

Формирование сточных вод происходит почти постоянно, тогда как повторное использование сточных вод, особенно для нужд орошения, носит сезонный характер, что требует накопления сточных вод для сохранения баланса между спросом и снабжением. Ёмкости для хранения можно построить на земле или под землей с целью пополнения запасов грунтовых вод (рис. 22).

В Израиле сточные воды, прошедшие вторичную очистку на водоочистной станции в округе Дан, обслуживающем Тель-Авив с его пригородами (130 млн. м³/год), подвергаются почвенной очистке, при которой сточные воды, прошедшие вторичную очистку, пропускают через слои песка, где они подвергаются физической, химической и биологической обработке, перед тем как попадают в водоносный горизонт, ограниченный водоупорными слоями (Изексон, 2012 г.). При помощи различных подходов сточные воды, прошедшие вторичную очистку на водоочистной станции в городе Хайфа и на других водоочистных сооружениях, обслуживающих средние и малые города, накапливаются в наземных водохранилищах объемом от 8 миллионов кубических метров (на водоочистной станции в городе Хайфа) до нескольких сот или тысяч кубических метров, и с суммарным объемом около 175 миллионов кубических метров. Продолжительное удержание сточных вод в открытых водоемах и/или в водоносном пласте дает улучшение физико-химических характеристик сточных вод, приводя их таким образом в соответствие с действующими стандартами качества сточных вод, как показано в таблице 4. По истечении периода удержания сточные воды при помощи насосов подаются на орошаемые поля через трубы диаметром до 7000 мм на расстояние до 80 км, как, например, в системе водоочистки в округе Дан.

² Здесь – орошение сельскохозяйственных культур предназначенных для употребления в пищу в сыром виде. – прим. переводчика.

7.2.3.2 Нормы качества сточных вод

Охрана здоровья населения и окружающей среды при использовании возвратных вод давно является предметом беспокойства, и пользователи возвратных вод должны придерживаться строгих норм безопасности и осуществлять повседневный дозиметрический контроль. Нормы безопасности были выработаны по результатам проведенных исследований по анализу риска с целью оценки воздействия очищенных сточных вод и их потенциального вреда для ландшафта, сельскохозяйственных работников и сельхозкультур, орошаемых возвратными водами (Шувал и др., 1997 г.). В настоящее время сточные воды должны соответствовать различным химическим и биологическим критериям качества, устанавливающим, помимо прочего, допустимый уровень взвешенных частиц, биохимической потребности в кислороде (БПК), фекальных бактерий типа коли и оставшихся хлористых солей. Нормы регулируются в зависимости от характеристик малых и крупных станций водоочистки и планируемого вида водопользования, устанавливая более низкие требования к качеству воды для орошения сельхозкультур, употребляемых после обработки, и более высокие требования к сточным водам, идущим на орошение без ограничений или сбрасываемым в эстуарии, как представлено в таблице 5.

7.2.3.3 Повторное использование сточных вод: практическое решение

Регенерация сточных вод является экологически безопасной мерой и во многих случаях экономически целесообразной. Чтобы сточные воды, отводимые после использования в городах и селах, отвечали санитарным нормам и правилам, их следует подвергать обработке для соответствия строгим нормам удаления отходов в окружающую среду и в водные объекты. Таким образом, дополнительные издержки, связанные с последующей обработкой, с тем чтобы сделать сточные воды пригодными для непитьевого использования, кажутся более целесообразными и меньше по сравнению затратами на поиск альтернативных источников водоснабжения. Следовательно, на случай продолжающегося увеличения потребности в воде, превышающей естественную водообеспеченность, целесообразно предусмотреть повторное использование сточных вод в значительном объеме на территории зоны исследования. Более того, необходимо повысить информированность населения и организовать тренинги, чтобы обеспечить заинтересованность всех в повторном использовании сточных вод (Всемирный банк, 2009 г.).

Преимущество повторного использования сточных вод заключается в следующем:

- Они имеются круглый год в достаточном и прогнозируемом количестве, пропорционально объему городского водопотребления, который является относительно постоянным;
- Во время засух лишь незначительно меняется их количество;
- Цена на них договорная;
- Это приносит пользу для окружающей среде, так как в водные объекты не сбрасываются сточные воды.

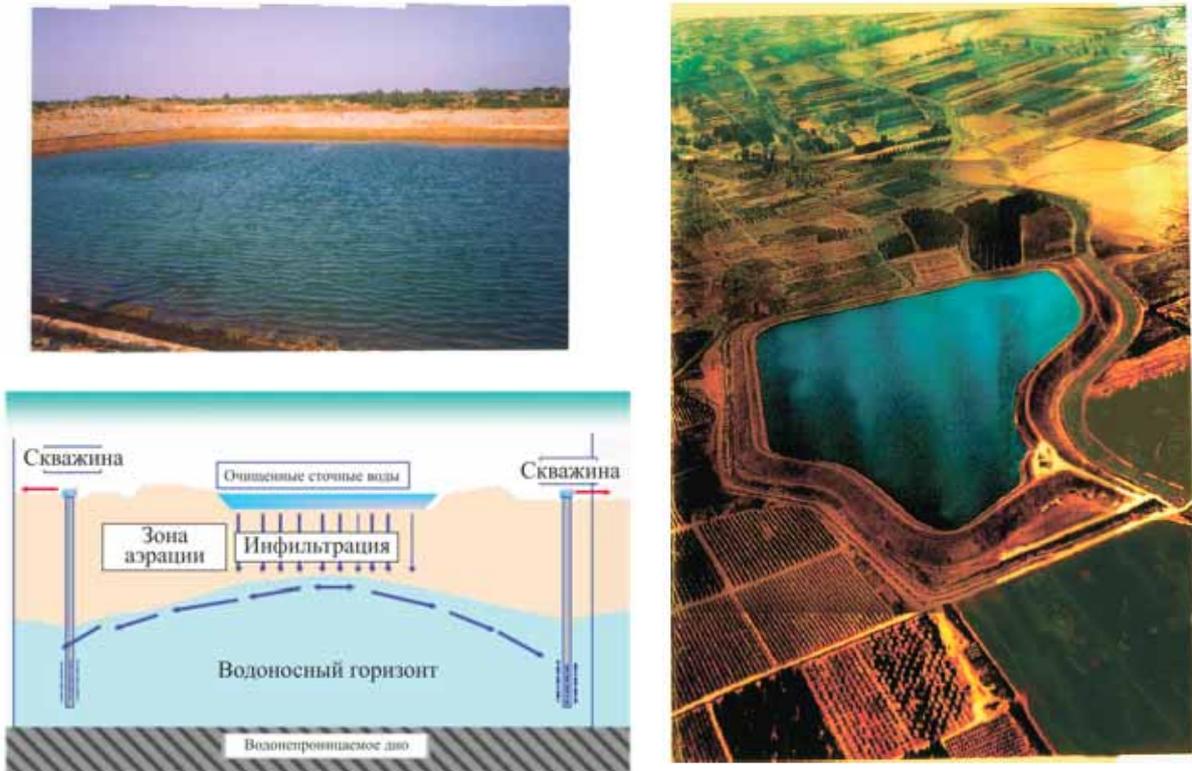


Рис. 22. Инфильтрационные бассейны, построенные для фильтрования сточных вод, прошедших вторичную очистку, с целью искусственного восполнения грунтовых вод в системе очистки сточных вод в округе Дан (слева), и открытый водоем, построенный для удержания сточных вод города Нетанья, прошедших вторичную очистку (справа)

Таблица 4

**Степень очистки сточных вод, прошедших вторичную очистку,
после их удержания, инфильтрации в водоносный пласт и накопления
в водохранилище поверхностного стока**

Параметры	Водохранилище поверхностного стока системы Хайфа-Кишон		Система пополнения запасов подземных вод на станции водоочистки в округе Дан	
	на выходе	на входе	на выходе	на входе
рН	7,4	7,5	7,9	7,2
БПК	29	4	18	8
ХПК		40	80	59
Общее кол-во взвешенных частиц		11	21	9
Общее содержание азота по Кьельдалю	30,7	9,5		9
Общее содержание фосфора		2,1	3,8	1,9
Хлориды	364	301		250
Электропроводность	1,97	1675		2425
Активное вещество метиленового голубого красителя		0,1	1,3	0,3
Растворенный кислород		4,9	1	5
Фекальные колиформные бактерии		0	2200	25
Бор	0,25	0,24	0,2	0,16
Кадмий		0,0002	< 0,005	< 0,002
Медь		0,012		0,004
Свинец		0,002	< 0,008	< 0,002
Хром		0,003		0,004

Сокращения: БПК – биохимическая потребность в кислороде, ХПК – химическая потребность в кислороде.

*Источник: таблица представлена с разрешения Министерства охраны окружающей среды
Израиля (2011 г.) с его веб-сайта. Доступна на сайте:*

<http://www.environment.gov.il/bin/en.jsp?enPage=BlankPage&enDisplay=view>

*&enDispWhat=Zone&enDispWho=shfachim_nose&enZone=shfachim_nose (данные за 2011 г.,
получены в мае 2012 г.).*

Таблица 5

**Санитарно-гигиенические нормы и нормы качества сточных вод,
полученных на малых и крупных водоочистных сооружениях,
и предполагаемое использование их для орошения и/или сброса в эстуарии**

Выбранные параметры	Малые водоочистные сооружения	Крупные водоочистные сооружения	Сброс в эстуарии
	Использование для орошения с ограничениями ³	Использование для орошения без ограничений	
рН	6,5–8,5	6,5–8,5	7–8,5
БПК	20	10	10
ХПК	100	100	70
Общее кол-во взвешенных частиц	30	10	10
Общее содержание азота	60	25	10
Общее содержание фосфора	12	5	1
Хлориды	250	250	400
Бор	0,4	0,4	–
Электропроводность	1,4	1,4	–
Ртуть	0,002	0,002	0,0005
Хром	0,1	0,1	0,05
Свинец	0,1	0,1	0,008
Кадмий	0,1	0,01	0,005
Медь	0,2	0,2	0,02
Фекальные колиформные бактерии	–	10	200
Остаточный хлор	–	1	0,05

Источник: таблица представлена с разрешения Министерства охраны окружающей среды Израиля с его веб-сайта. Доступна на сайте: http://www.environment.gov.il/bin/en.jsp?enPagejBlankPage&enDisplayjview&enDispWhatjZone&enDispWhojshfachim_nose&enZonejshfachim_nose (данные за 2010 г.).

³ Здесь: орошение сельхозкультур, употребляемых после обработки (зерновых культур, технических и кормовых культур, пастбищных угодий и деревьев). – прим. переводчика.

Помимо этого, подача обработанных сточных вод на нужды орошения позволит заменить выделяемые фермерам пресные воды безопасной и обогащённой биогенными веществами водой, что в итоге принесет пользу городскому населению, фермерам и окружающей среде.

Недостатком повторного использования сточных вод для орошения является:

- Необходимость убедить потребителей в целесообразности повторного использования сточных вод и сделать качество этих вод приемлемыми для населения;
- Потенциально вредное воздействие на здоровье человека и риск для здоровья;
- Риск загрязнения грунтовых вод и повышения засоленности почвы, что требует обработки почвы и внедрения эффективных дренажных систем. Требуется проведение исследований по оценке риска и соответствующего мониторинга;
- Необходима финансовая поддержка для снижения расходов на повторное использование вод.

Препятствием служат общественное восприятие повторного использования вод и психологические факторы, влияющие на принятие решений, хотя в целом сопротивление общественности постепенно снижается, свидетельством чего является экстенсивное повторное использование сточных вод в Израиле и частично в Иордании.

Так как в настоящее время, и в обозримом будущем, основным видом деятельности в Палестине и Иордании является сельское хозяйство, то неизбежно использование сточных вод для орошения. Отвод сточных вод для орошения повысит производство сельхозкультур и тем самым поможет смягчить остроту проблемы бедности, снизив давление на ограниченные природные ресурсы. Это также позволит дать убедительный ответ на критику со стороны лоббистов в сфере охраны окружающей среды, требующих попуска пресной воды в естественные водотоки. В связи с этим следует изучить возможность повторного использования сточных вод в увязке с сельским хозяйством, здравоохранением, санитарно-гигиеническими услугами, чтобы можно было поставить сточные воды на баланс, а также организовать торговлю ими. Трансграничный рынок повторно используемых сточных вод позволит организовать отвод сточных вод с городов, расположенных на холмах Западного берега Иорданской долины. Предварительные исследования показали, что Иорданская рифтовая долина может быть подходящим местом для искусственного пополнения быстро сокращающихся запасов водоносных пластов (Гуттман и Валдман, 2011 г.).

7.2.4 Опреснение морской воды

Опреснение морской воды при помощи тепловых или мембранных процессов получило широкое признание во всем мире как эффективное и экономичное решение для стран, испытывающих нехватку воды, таких как Иордания, Израиль и Палестина (Национальная академия наук, 1999 г.). Опреснение морской воды кажется надежным средством страхования от засух в условиях истощения природных водных ресурсов. В Израиле установки для опреснения слабоминерализованной и морской воды, построенные на основе сотрудничества между государственным и частным секторами, уже обеспечивают более 300 млн. м³ питьевой воды в год. Планируется увеличить количество опреснительных установок (несколько уже находятся на стадии строительства), постепенно увеличивая объем опреснения морской воды до 800 млн. м³/год к 2020 году, в том числе 50 млн. м³ слабоминерализованной воды в год (Теннех, 2010 г.), что составит 100% внутреннего водопотребления на сегодняшний день (рис. 23).

Кроме крупных установок для опреснения морской воды в Израиле, Иордании и в секторе Газы также функционируют небольшие установки. В секторе Газы в качестве паллиатива появились малые опреснительные установки, которые вырабатывают 100-200 литров воды в день (Тамими и Абу-Шбак, 2011 г.). Помимо четырех государственных опреснительных установок, эксплуатируемых службой коммунального водоснабжения прибрежного района, функционируют около 100 небольших коммерческих опреснительных установок мощностью примерно 2000 м³/день (Всемирный банк, 2009 г.).

В Иордании опреснительные установки, включая скважины Абу-Зейган и Зарка, вырабатывают 85 млн. м³/год. Также действуют другие опреснительные установки малой мощности. В долгосрочной перспективе ожидается увеличение объема получаемой пресной воды в опреснительных установках с удовлетворением около 50% спроса на пресную воду в регионе к 2040 году.

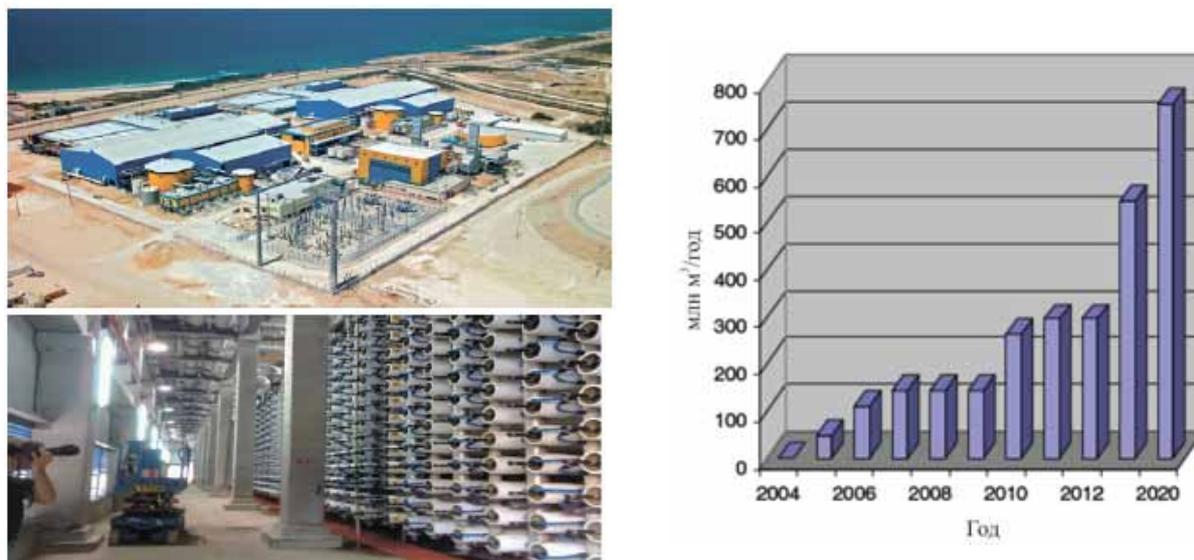


Рис. 23. Фотоснимок опреснительной установки в Ашкелоне и рабочих камер с мембранами (слева), а также израильский план опреснения морской воды (справа) на период 2020-2040 гг., млн.м³/год

7.2.4.1 Технология опреснения морской воды

За пределами стран Персидского залива почти во всех новых опреснительных установках применяется метод обратного осмоса, при котором с помощью гидравлического давления через полупроницаемую мембрану выжимают чистую воду из соленой питательной воды. Этот процесс состоит из этапов прохождения питательной воды от источника к водоприёмнику с предохранительной сеткой, предварительной физико-химической обработки, микрофльтрации, отделения примесей при помощи мембраны и доочистки, с последующим добавлением солей угольной кислоты по окончании процесса опреснения, дезинфекции и, возможно, добавлением магния из соображений безопасности здоровья населения. Благодаря серьезным достижениям за последние годы в области опреснения морской воды методом обратного осмоса, опреснение позволит обеспечить дополнительными объемами питьевой воды для удовлетворения потребности региона. Станции опреснения морской воды методом обратного осмоса представляют собой гибкие и блочные установки с относительно низкими эксплуатационными и капитальными затратами из-за применения передовых технологий опреснения воды и рекуперации энергии, в результате чего снижается стоимость опреснения методом обратного осмоса (Либерман, 2004 г.).

Однако значительное увеличение объема опресненной воды ведет к большим расходам на энергию, связанным с производством и доставкой на большое расстояние и последующим распределением воды. При удельном энергопотреблении в 3,5 кВт·ч/м³ и стоимости примерно 25-30 цент/м³, затраты

на энергию доходят до 45% общей стоимости производства, которая составляет 0,54 доллар/м³ (Йечиель и Шевах, 2012 г.). Нынешняя стоимость энергии все еще является высокой, что дает повод для распространения общего мнения в водохозяйственном секторе о том, что опреснение морской воды методом обратного осмоса является чересчур дорогим и недопустим из-за большого энергопотребления, возможного негативного воздействия на окружающую среду и других связанных с этим затрат (Элимелеч и Филлип, 2011 г.).

7.2.4.2 Воздействие на окружающую среду

Концентрация усилий на опреснении морской воды для повышения водообеспеченности приведет к снижению давления на ресурсы пресной воды, что в итоге предотвратит дальнейшее истощение водоносных пластов, и будет способствовать их восстановлению. Смешивание опресненных вод с пресной питьевой водой повысит качество воды, подаваемой потребителю, уменьшая твердость и снижая концентрацию таких специфических загрязнителей, как нитраты и бор.

Негативное воздействие на окружающую среду, связанное с опреснением, включает, помимо прочего, захват водных организмов в водоприемном отделении установки, сброс растворов солей, в том числе химикатов, после предварительной обработки, чрезмерно большое потребление энергии, а также выброс в атмосферу парниковых газов. Установка крупного глубинного водозаборного сооружения и сброс высококонцентрированных растворов солей, содержащих химические вещества против накипи, загрязнения и для предупреждения коррозии, обратно в чувствительные к загрязнению морские воды, могут нанести вред уязвимой морской экосистеме и представлять угрозу для морской флоры и фауны. Опреснительная установка также представляет собой крупное производство, расположенное на морском побережье и слабо защищенное от отрицательных внешних воздействий.

Были проанализированы результаты целенаправленных научно-исследовательских работ с целью выявления возможностей снижения стоимости и энергопотребления, а также сведения к минимуму воздействия опреснения на окружающую среду, с тем чтобы сделать процесс опреснения более целесообразным вариантом для тех, кто сталкивается с нехваткой воды (Элимелеч и Филлип, 2011 г.). Также преследуется цель включения систем оптимизации и поддержки принятия решения в процесс управления опреснительными установками в поисках устойчивых и эффективных экологических, технических, финансовых и экономических систем (Йечиель и Шевах, 2012 г.).

7.2.4.3 Ввод в эксплуатацию опреснительных установок

Израиль поставил перед собой задачу реализации крупномасштабного плана опреснения морской воды общим объемом 750 млн. м³/год (Теннех, 2010 г.) вдоль средиземноморского побережья. Одновременно Всемирный банк в настоящее время оказывает содействие правительствам Израиля, Иордании и Палестинской автономии в проведении оценки альтернативных мер повышения водообеспеченности и прекращения снижения уровня Мертвого моря. Из различных альтернативных планов по опреснению и пополнению Мертвого моря (рис. 24) система транспортирования воды, соединяющая Красное море с Мертвым морем, вызвала огромный интерес как предпочтительное решение.

Этот проект включает строительство системы транспортирования протяженностью 180 км, простирающейся от залива Акаба до Мертвого моря, для транспортировки 1,9 млрд. м³ морской воды в год из Красного моря в Мертвое из-за разницы высот между уровнем Красного и Мертвого морей, составляющей более 400 м, для выработки гидроэлектроэнергии и производства 850 млн. м³ опресненной воды в год. Проект соединения Красного моря с Мертвым морем изменит вспять тенденцию снижения уровня воды и позволит повысить уровень абсолютной отметки с 408 до 315 м ниже уровня моря, предотвратив, таким образом, высыхание Мертвого моря. Это может также положительно повлиять на заключение мирного договора, предусматривающего сотрудничество между Иорданией, Израилем и Палестиной, как модель мирного сосуществования в регионе.

Однако выборочное расположение систем транспортирования воды перекрывает протянувшуюся восточноафриканскую рифтовую систему – высокоактивную тектоническую зону. Следовательно, существующие риски социального и экологического характера могут быть серьезными, включая возможный ущерб трубопроводу/каналу и поступление морской воды в окружающую среду и в грунтовые воды. Смешивание воды из двух морей может также привести к цветению водорослей, осаждению гипса и окрашиванию воды в красный цвет, что дает, в свою очередь, эффект слоистого разреза, лишая Мертвое море его уникальных характеристик, делающих его популярным объектом туризма. Таким образом, из различных рассмотренных вариантов наиболее практичным выглядит увеличение объема опреснения морской воды на средиземноморском побережье. Производство воды недалеко от основных центров водопотребления выглядит наиболее экономически эффективным, позволяющим заменить поставляемую со стороны пресную воду, которую можно будет перенаправить другим потребителям и в другие более удаленные районы.

7.3 Стоимость реализации плана развития

Исходя из результатов экстраполяции данных недавних расчетов капитальных затрат на развитие систем водоснабжения и канализации в Израиле, общая сумма требуемых капитальных вложений на период 2010-2040 год составит 50 млрд. долларов США. Эта сумма будет направлена на освоение новых водных ресурсов, развитие систем транспортировки и распределения воды потребителям, сбора, очистки и повторного использования сбрасываемых сточных вод (рис. 25).

Расходы на инвестирование будут распределены между центральным (15%) и местными властями (46%) и государственными и частными компаниями (38%).

8 Региональное сотрудничество и перспективы

Похоже, Ближний Восток погружается в серьезный кризис в связи с непрекращающимся истощением водных ресурсов. Несмотря на существование государственных границ, водные ресурсы региона являются гидрологически связанными, и изменения количества и качества водных ресурсов в одном регионе могут повлиять на количество и качество воды в другом. Таким образом, проблемы прав на воду неактуальны в ситуации, когда на текущий момент исчерпаны все ресурсы и потребуется немало лет на их восстановление, тогда как сегодняшняя необходимость требует совместного и оперативного решения на региональном уровне. Водный кризис предоставляет хорошую возможность и одновременно испытание для сотрудничества на Ближнем Востоке, при условии, что вовлеченные стороны смогут подтвердить свои обязательства по разрешению водных конфликтов, решению проблемы существующего неравенства в водном секторе при существующей иерархии, обеспечения доступа к ресурсам, а также повышения финансового и человеческого потенциала. Разрешение водного кризиса может помочь представить водную политику с положительной стороны как внутри страны, так и в соседней стране, несмотря на заметную разницу в их экономике, дав, таким образом, толчок к взаимовыгодному сотрудничеству.

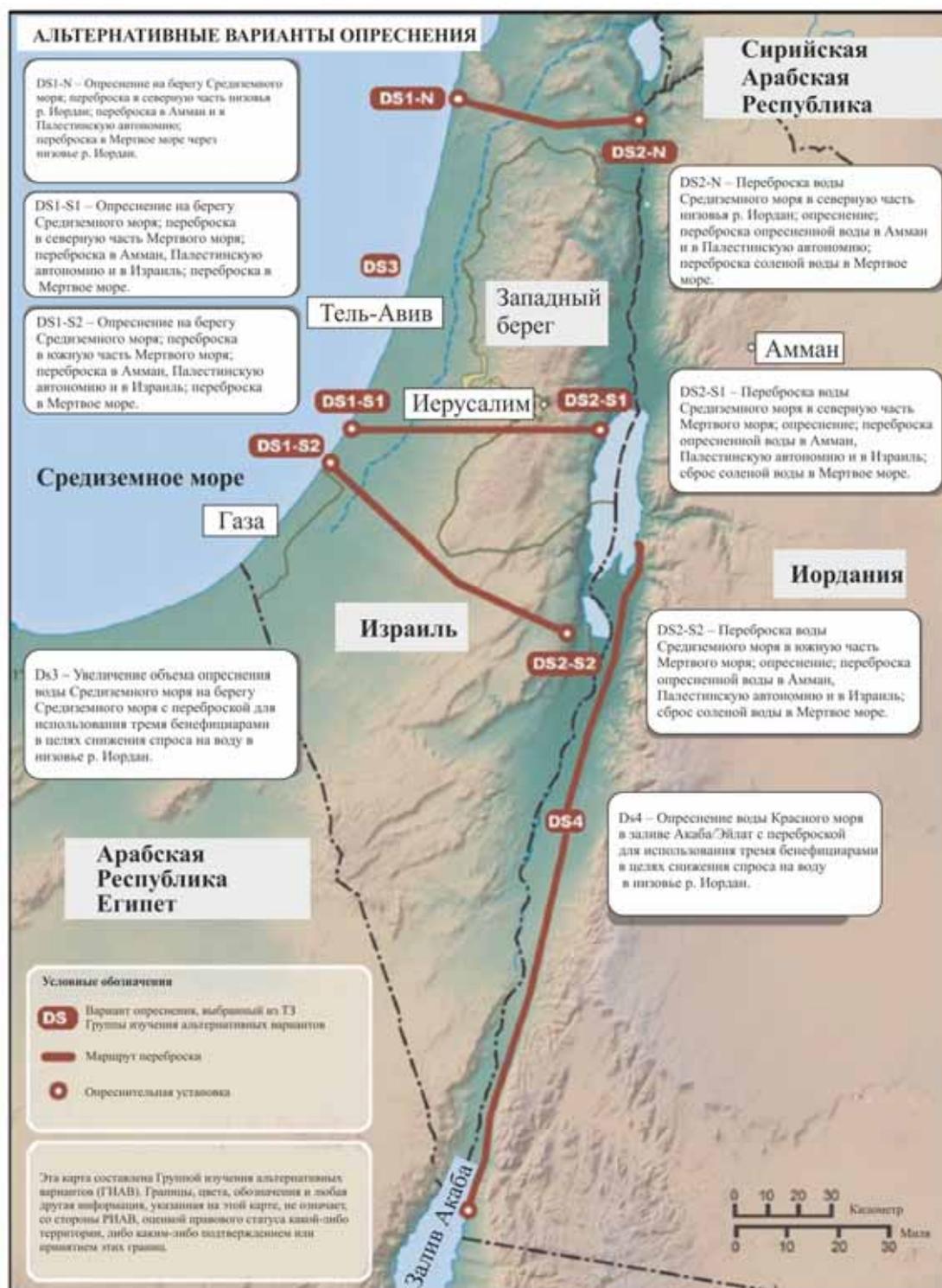


Рис. 24. Альтернативный вариант расположения региональных опреснительных установок вдоль побережий Средиземного и Красного морей и альтернативные маршруты доставки опресненной воды

Разработан на основе данных, полученных с сайта водного хозяйства Израиля:
<http://www.water.gov.il/Hebrew/ProfessionalInfoAndData/2012/18-Israel-Water-Sector-Red-Sea-Dead-Sea-Conveyance.pdf>.

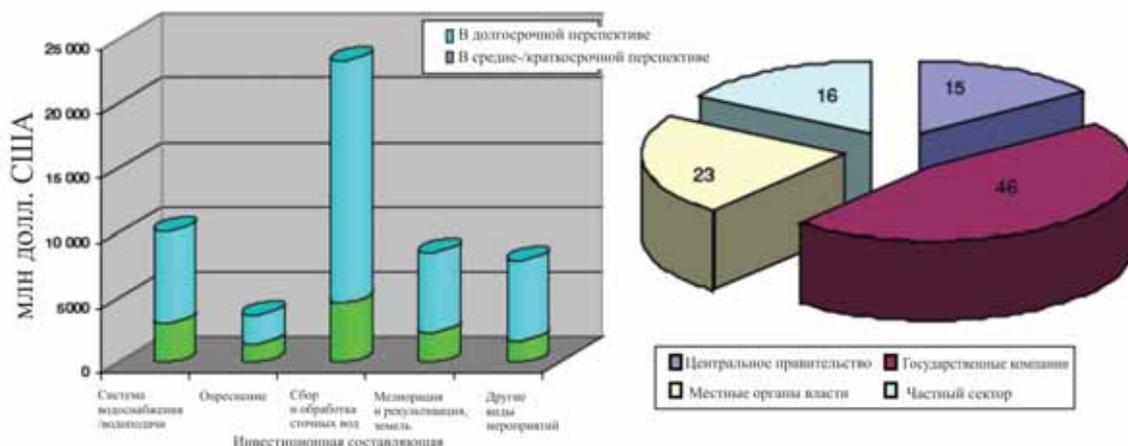


Рис. 25. Расчетные капитальные вложения для реализации краткосрочного и долгосрочного планов развития водного хозяйства в регионе (млн. долл. США), а также данные по финансированию со стороны государства и частного сектора (выраженные в процентах)

8.1 Существующие региональные и юридические соглашения по водным ресурсам

Сторонами было подписано несколько региональных соглашений по водным ресурсам. 16 октября 1994 года Израиль и Иордания подписали мирный договор, который закладывал основу для сотрудничества по водным ресурсам. 28 сентября 1995 года Израиль и ПА заключили временное соглашение по Западному берегу и сектору Газы, которое охватывает вопросы водоснабжения и отведения сточных вод. 1 февраля 1996 года Израиль, Иордания и ПА подписали Декларацию принципов сотрудничества по водохозяйственным вопросам, включая правовые и административные механизмы и сферы сотрудничества в рамках двухстороннего, регионального или международного сотрудничества. Новое типовое соглашение по воде между Израилем и ПА было предложено Ближневосточным обществом «Друзья Земли» (FoEME, 2010), в котором предлагается создать «Двухстороннюю водохозяйственную комиссию» и «Посреднический комитет в водной сфере» перед лицом регулярной засухи и воздействий изменения климата, а также роста численности населения и экономического развития в Израиле и Палестине.

На основе этих соглашений сторонами были сформулированы общие цели, направленные на достижение эффективного и устойчивого водопользования, а именно:

- Признание принципов «справедливого и разумного использования воды» для противостояния неравномерному и несправедливому распределению воды, которое сейчас имеет место.
- Справедливое использование водных ресурсов и совместное управление этими ресурсами с помощью Совместного водохозяйственного комитета.
- Соглашение по водodelению по реке Ярмук и подземному бассейну Вадии Араба в соответствии с Мирным договором между Израилем и Иорданией (1994).

Эти соглашения формируют основу оптимального и интегрированного управления трансграничными водами и нетрадиционными источниками воды.

8.2 Управление трансграничными водами

Региональное управление водой потребует согласованных стратегий по устойчивому распределению, сбережению и освоению, объективно учитывая экономическое и социальное благополучие без ущерба устойчивости, а также эффективной подготовки информации и управления данными. Оно также может быть увязано с текущими работами, поддерживаемыми правительствами стран, неправительственными организациями и международным сообществом, чтобы создать основу для стратегических партнерств. Следует свести к минимуму такие барьеры, как неопределенность и взаимные подозрения сторон, гарантируя, что сотрудничество не направляется и не манипулируется в соответствии с интересами доминирующей стороны водосборного бассейна.

8.3 Региональная база данных и информационные системы

Региональные информационные системы водного сектора, включающие банки данных, системы мониторинга и раннего оповещения в сочетании с надлежащими мероприятиями по управлению, считаются первым шагом в региональном сотрудничестве, обеспечивающим важный механизм укрепления доверия, а также основу для упорядоченного обмена информацией. Управление совместно используемыми ресурсами может быть упрощено в значительной степени, если все стороны будут использовать единые методы сбора и анализа требуемых данных и иметь доступ к этим данным для поддержки планирования использования водных ресурсов в регионе. В соответствии с этим предлагается

согласованный, комплексный и надежный массив данных на региональном уровне для сбора данных по осадкам, поверхностному стоку, качеству поверхностных и подземных вод, водообеспеченности, и многоотраслевому водопользованию, среди прочих параметров. Создание единой точки входа для региональных водных ресурсов будет подтверждать достоверность данных по отбору воды и контролю загрязнения, местонахождению и уровню водного стресса, тенденциям и мерам, чтобы затронуть вопросы устойчивого водопользованию и недостатки в сборе и распространении данных.

8.4 Тренинг и наращивание потенциала

Решение региональных проблем, представляющих взаимный интерес, и демонстрация практических решений потребует государственного образования, тренинга и наращивания потенциала на низшем уровне, воспитывая ответственное отношение к воде и местной окружающей среде. Необходимо обучать группы, индивидуумов и заинтересованных сторон, чтобы улучшать навыки и накапливать опыт в сфере управления водоснабжением и водоотведением на локальном уровне, обеспечивая:

- Платформу для диалога между учеными, инженерами, экономистами и лицами, определяющими политику, организуя региональные мероприятия для мобилизации действующих лиц водного сектора региона для отслеживания новых действий.
- Основу для развития потенциала экспертов, хорошо оснащенных для выполнения региональной программы работ.
- Налаживание связей между учеными из разных стран и разных дисциплин, инициирование научных партнерств и открытого обмена идеями по водным ресурсам и региональным проблемам.

8.5 Выполняемые и предлагаемые региональные проекты

В зоне исследования специалисты из Израиля, Палестины и Иордании уже совместно работают над различными проектами. Ведущаяся деятельность способствует созданию нового поколения специалистов, способных работать сообща, не смотря на основные политические соображения.

Основные совместные и региональные проектные инициативы включают:

- Исследования по Мертвому морю и нижней части Иорданской долины, включая комплексное геофизическое исследование разлома Мертвого моря для оценки опасности и минеральных ресурсов, высокоточное

геофизическое отображение активных прибрежных разломов в районе Акабы, новый геофизический подход к прогнозированию карстовых опасностей.

- Устойчивое использование систем водоносных пластов в Иорданской рифтовой долине.
- Устойчивое управление доступными ресурсами и инновационные технологии (СМАРТ) и воздействие изменения климата на природные экосистемы (проект ГЛОВА) - ВМВФ.
- Проект «Добрые соседи в сфере воды» - мирные инициативы по реке Иордан
- Проект опреснения и транспортировки морской воды от Красного моря в Мертвое море.
- Региональная оценка качества питьевой воды - IUPAC WG.

Существующие партнерства должны быть расширены, чтобы иметь возможность охватить проекты на региональном уровне, начиная с немедленного инициирования пилотных и типовых проектов и прокладывая путь к важному региональному сотрудничеству, включая:

- Создание Региональной информационной системы водного сектора и банка данных, с поддержкой региональной СППР, увязанной с управлением требованиями на воду и воздействием на водные ресурсы.
- Восстановление и сохранение крупных месторождений подземных вод, создание стратегического запаса в государствах, испытывающих серьезную засуху.
- Комплексные системы очистки сточных вод, их накопления и повторного использования, включая пополнение подземных вод.
- Воздействие станций опреснения морской воды на окружающую среду и влияние питьевой опресненной воды на здоровье человека.

9 Обсуждение и выводы

Данные, приведенные в этой главе, дают общую оценку степени и воздействия дефицита воды в зоне исследования, обеспечивая всесторонний обзор текущих тенденций и будущего развития ситуации с дефицитом и качеством воды в регионе. В контексте Израильско-Палестинского и Иорданского конфликта, хронический водный кризис ассоциируется как с количеством, так и качеством воды, затрагивая все аспекты жизни, от экосистем и окружающей среды до здравоохранения, продовольственной безопасности и бедности. Этот кризис в виде использования природных ресурсов выше уровня

их естественного восстановления и их истощения достиг той точки, когда для некоторых водоносных пластов уже характерен необратимый ущерб (Zeitoun et al., 2009). Глобальное потепление, по прогнозам, только усугубит водный стресс в регионе, который уже переживает политическую и социальную напряженность, что в итоге может привести к войне из-за воды (El Kharraz et al., 2012).

В таких условиях попытки удовлетворить будущие требования на воду в регионе за счет увеличения водозабора поверхностных и подземных вод не является подходящим вариантом, особенно в виду серии следующих друг за другом лет серьезной засухи, что приведет к дальнейшему неустойчивому использованию воды. Виды на будущее в отношении воды указывают на дополнительную нагрузку на ограниченные водные ресурсы в области исследования. Ожидается, что текущий спрос на воду 18-ти миллионного населения региона, составляющий приблизительно 3 млрд.м³ в год, увеличится к 2040 году почти до 6 млрд.м³ в год. Этот объем требуется для удовлетворения требований на воду населения с прогнозируемой численностью 30 миллионов, увеличивая средний уровень коммунально-бытового потребления с 68 до 87 м³/чел/год, и обеспечения достаточного объема воды для производства продовольствия.

Управление требованиями на воду в таком масштабе представляет реальную проблему, но ее можно решить при условии налаживания тесного сотрудничества в регионе между руководителями-водниками на национальном и трансграничном уровне, сталкивающимися с этими критическими и масштабными задачами. Смысл заключается в трансграничном управлении гидрологическим циклом, независимо от политических границ, нацеливаясь на устойчивый подход к улучшению водоснабжения, эффективности водопользования и освоению новых водных ресурсов. Потребуются согласованные действия, где управление требованиями на воду комбинируется с освоением нетрадиционных источников воды, а именно повторным использованием сточных вод и опреснением морских вод, которые в настоящее время представляют основные варианты сокращения разрыва между спросом и обеспечением.

Для достижения устойчивого развития и внутренних реформ, региональное сотрудничество будет опираться на эффективную и прозрачную информационную систему. Региональная база данных, созданная с помощью согласованной методологии, единой техники и протоколов, поможет сторонам договориться по количественным и качественным аспектам совместного использования водных ресурсов, а также по уровню отбора воды из общих источников, позволяя обеспечить доступ к безопасному, регулярному водоснабжению в достаточном объеме по всему региону.

В этой связи в рамках ИУВР предлагается управление требованиями на воду, включающее в себя технические, социальные, экономические, институциональные и экологические аспекты эффективности (Hoetzi et al., 2009). Система ИУВР, которая основывается на банке полных и надежных данных, приведет к устойчивому использованию имеющихся водных ресурсов, водосбережению и снижению потерь воды. Она также приведет к

долгосрочному восстановлению истощенных ресурсов и возрождению рек и экосистем, при этом используя большую часть доступных ресурсов, устраняя необходимость в лишних инвестициях. Более того, это улучшит общее руководство сектором, подразумевая политические компромиссы, подотчетность, эффективное развитие потенциала, общественные кампании и уважение прав индивидуумов и заинтересованных сторон для участия в процессе принятия решений, при этом включая систему мониторинга на региональном уровне.

Одновременно необходимо ускорить освоение нетрадиционных водных ресурсов, повторное использование сточных вод и опреснение солоноватых и морских вод на основе инновационных технологий, распространяя успешный опыт по всему региону. Повторное использование сточных вод является жизнеспособным и предпочтительным источником для орошения сельскохозяйственных культур, при этом используются огромные объемы очищенных стоков, которые будут сформированы в результате потенциального коммунально-бытового потребления в размере 2,6 млрд.м³/год к 2040 году - достаточный объем для орошения примерно 250 тыс.га. Крупномасштабное повторное использование надлежащим образом очищенных стоков, одновременно обеспечивающее разумное решение для достаточного обеспечения водой промышленности и сектора орошения также будет способствовать должному сбору, очистке и отведению сточных вод, избегая сброса неочищенных или частично очищенных стоков в водотоки и загрязнения водоносных пластов. Приrostные издержки в связи с дополнительной очисткой, требуемой для доведения сточных вод до качества, пригодного для непитьевого водопотребления, меньше затрат на освоение альтернативных источников. Широкое использование очищенных сточных вод позволит также положительно ответить на давление со стороны экологического лобби, требующего обеспечить попуски природных вод на восстановление водных экосистем.

Замена пресных вод, используемых в орошении, очищенными сточными водами будет недостаточна, поэтому необходимо будет ускорить внедрение крупномасштабного опреснения морской воды, чтобы удовлетворить требования коммунально-бытового потребления. Нынешние производственные мощности опреснения воды, равные примерно 350 млн.м³/год, постепенно будут увеличены до целевого показателя 2 млрд.м³ в 2040 году. Данный амбициозный план осуществим, поскольку текущая стоимость 0,54 \$/м³ близка к требуемой для освоения традиционных источников воды (Yechiel and Shevah, 2012). Уникальная ситуация, когда крупные узлы потребления воды расположены рядом со Средиземным морем, является дополнительным преимуществом, делая строительство опреснительных станций на берегу Средиземного моря или в самом море предпочтительным решением по сравнению с другими изучаемыми альтернативами (Malkawi and Hussein, 2011).

Внедрение передовых методов управления трансграничными водами потребует от израильских, палестинских и иорданских специалистов, которые могут работать совместно, расширения предыдущих инициатив и существующих научно-исследовательских платформ, чтобы проложить путь для широкого регионального сотрудничества. Во-первых, потребуются совместные

группы, чтобы инициировать научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы и пилотные проекты по региональным вопросам, такие как организации и многостороннее руководство, восстановление и сохранение основных подземных бассейнов для обеспечения стратегических запасов воды, оценка воздействия на окружающую среду крупных опреснительных установок и т.п. Не менее важно создать региональные альянсы местных и иностранных ученых и инженеров для укрепления доверия и решения насущных вопросов региональной значимости.

Не смотря на различия в экономике и уровне жизни трех стран, региональное управление водными ресурсами имеет потенциал стать инструментом достижения мира, снижая уровень потенциального конфликта. В конечном счете, это также приведет к справедливому, сбалансированному и устойчивому управлению водными ресурсами, и, одновременно, укрепит базу для достижения соглашения. К сожалению, текущие позиции трех сторон все еще очень далеки друг от друга, но бесспорно управление водоразделами и трансграничное сотрудничество имеют высокий приоритет на международной повестке дня и не являются далекой реальностью.

10 Заключение

В данном исследовании дается обзор степени и воздействия хронического дефицита воды и засухи в зоне обследования, включающей Иорданию, Израиль и Палестину, и располагаемых практических мер, требуемых для смягчения текущей неустойчивой водохозяйственной ситуации. Чрезмерно засушливый климат ведет к повышенной нагрузке на дефицитные водные ресурсы, вызывая ускоренное ухудшение качества воды в постоянно истощенных водных источниках, а трансграничное передвижение загрязняющих веществ подвергает опасности совместно используемые водные объекты и представляет угрозу здоровью, подливая огонь в текущий конфликт в регионе. Регион, вероятно, погружается в серьезный водный кризис, обостряемый глобальным потеплением и сопутствующими климатическими изменениями, еще больше усугубляя истощение водных ресурсов. Была проведена независимая оценка текущей ситуации и перспектив смягчения последствий, которая показала реальность неудовлетворения требований на воду в настоящее время, что требует согласованных срочных действий. Предлагается подлинное региональное сотрудничество, твердо базирующееся на технической осуществимости и экономических реалиях, с упором на устойчивом использовании трансграничных природных вод, повторном использовании невозобновляемых сточных вод и опреснении морских вод. Улучшение качества воды и водообеспечения на региональном уровне решит существующую неравномерность в водном секторе региона, независимо от политических и экономических различий. Кроме того, оно также станет символом мира и прогресса, снижая уровень конфликта между тремя сторонами, и имея

возможность эффективного расширения, чтобы включить другие страны Ближнего Востока и Северной Африки.

Перевод: Усманова О., Ибрагимов З.

Верстка и дизайн: Беглов И.

Подготовлено к печати
в Научно-Информационном Центре МКВК

Республика Узбекистан, 100 187,
г. Ташкент, массив Карасу-4, д. 11

Тел. (998 71) 265 92 95, 266 41 96

Факс (998 71) 265 27 97

Эл. почта: info@icwc-aral.uz