

МОЖНО ЛИ ДОСТИЧЬ ВОДОСБЕРЕЖЕНИЯ ПУТЕМ ЗАМЕНЫ КУЛЬТУР?

*А. Каримов
ИВМИ*

Рост численности населения и требований на продовольствие предполагают отведение дополнительных водных и земельных ресурсов для выращивания зерновых, овощных и других продовольственных культур. В аридной зоне, где водные ресурсы практически полностью распределены между существующими водопотребителями, растущие потребности могут быть удовлетворены за счет водосбережения и подачи сбереженной воды для выращивания продовольственных культур. Одним из возможных подходов к сбережению воды является замена водозатратных непродовольственных культур низко водозатратными продовольственными. В данной работе анализируется эффект водосбережения в результате замены люцерны в Ферганской долине на озимую пшеницу. Результаты расчетов показывают, что указанная замена культур способствовала сокращению эвапотранспирации культур в Ферганской долине на 500 Мм³/год и увеличила водные ресурсы доступные для водопользователей нижнего течения. В статье оценено изменение непродуктивной доли эвапотранспирации.

Ключевые слова: эвапотранспирация культур; водный баланс; продуктивность воды; Ферганская долина; Река Сырдарья.

1. Введение

Ферганская долина имеет значительный потенциал для выращивания продовольственных культур. Долина получает солнечную энергию способную испарить более 10 000 млн м³ (Мм³) воды в год. Практикуемая структура посевных культур имеет потенциал испарения 7000-8000 Мм³ в год, если культуры не испытывают дефицита влаги и других ресурсов. Однако фактическая эвапотранспирация много меньше и изменяется в пределах 5500-6500 Мм³ в год, из которых только около 70 % составляет транспирация культур. Даже с этим количеством продуктивно используемой влаги фермеры производят более 850 тысяч тонн (Тт) хлопка-сырца, 1300 Тт зерна пшеницы, более 1000 Тт овощей и другой сельскохозяйственной продукции. Эти объемы могут быть увеличены почти вдвое, если тепловые, почвенные и водные ресурсы будут использованы более продуктивно. Для достижения этого в условиях нарастающего дефицита водных ресурсов важна реализация цикличного процесса трансформирования непродуктивных или малопродуктивных затрат водных ресурсов в продуктивные (Molden, 1997). Изменение структуры сельскохозяйственных культур является одной из мер, с помощью которых можно повысить эффективность использования тепловых ресурсов и снизить требования на ограниченные водные ресурсы.

С 1992 г. доминирующий в Ферганской долине севооборот хлопок/ люцерна был заменен чередованием культур хлопок/пшеница. Прошедшее время указывает на то, что это мероприятие привело к снижению требований на оросительную воду, однако эффект водосбережения остался не оцененным. Цель данной статьи заключается в оценке водосбережения от замены люцерны на орошаемых землях озимой пшеницей. Под водосбережением в данной работе понимается сокращение непродуктивных затрат водных ресурсов путем проведения тех или мероприятий и направление сбереженной воды на продуктивное использование.

2. Методология

Исследования рассматривают период с 1992 по 2004 г. В начале 1990-х годов ротация культур хлопок-пшеница была доминирующей во всем бассейне р. Сырдарья. Площадь под хлопчатником составляла 43 %, а под люцерной 22 %, тогда как озимая пшеница выращивалась только на 8 % всей орошаемой площади. После 1995 г., с целью повышения производства зерна, люцерны была заменена озимой пшеницей. Площади под орошаемой пшеницей достигли 27 % общей орошаемой, тогда как площади люцерны уменьшились до 1 %.

Зона данных исследований ограничена «узбекской частью» Ферганской долины. Эта территория включает бассейн рек Нарын и Сырдарья между гидрологическими станциями Учкурган и Акджар, бассейн р. Карадарьи ниже Андижанского водохранилища, и бассейны малых рек, стекающих с горных обрамлений окружающих Ферганскую долину. Вертикальная расчетная граница представлена сверху поверхностью земли и снизу глубиной 300-350 м ниже поверхности земли. Нижняя граница принята условно и обозначает границу зоны активного водообмена.

Расчеты проведены в следующей последовательности:

А. Для выделенной природной системы рассчитаны: русловой баланс реки Сырдарьи; водный баланс орошаемых почв; водный баланс подземных вод; общий водный баланс. Эти уравнения дополненные ограничениями доверительного интервала измеренных параметров представляют модель оценки эвапотранспирации культур, которая определена путем минимизации суммы квадратов ошибок системы водно-балансовых уравнений.

В. Относительная эвапотранспирация (ET_o) рассчитана на модели CROPWAT с использованием среднемесячных значений максимальной и минимальной температуры, давления атмосферного воздуха, скорости ветра и продолжительности солнечного сияния. Потенциальная эвапотранспирация культур рассчитана путем умножения относительной эвапотранспирации ET_o на коэффициент культур K_c . Коэффициенты культур были приняты по данным ФАО с поправками института УЗМЕЛИОВОДХОЗ.

С. Метод двойного коэффициента ФАО (Allen et al., 1998) был использован для оценки транспирации культур и испарения с поверхности почвы для репрезентативных участков. Потенциал водосбережения был приравнен величине непродуктивной доле затраченных водных ресурсов (Molden, 1997). Продуктивная ($PF_d = T \cdot ETca^{-1}$) и непродуктивная доля ($NPF_d = E \cdot ETca^{-1}$) затраченных водных ресурсов были оценены с использованием суточных климатических данных для шести основных групп культур – пшеница, хлопок, кормовые, сады и повторные культуры (посевы овощей после уборки озимой пшеницы). Расчеты с использованием таблиц в Excel, разработанные Allen и др. (1998), выполнены для трех типов почв – суглинки, супеси и пески. Испарение с уровня грунтовых вод принято по данным лизиметрических исследований проведенных в Ферганской долине (Ганиев, 1979).

Д. Продуктивная доля затрат водных ресурсов была рассчитана в зависимости от размещения сельскохозяйственных культур. Для разделения различных факторов, изменения структуры сельскохозяйственных культур были выделены в девять групп:

- M1 = начальное размещение сельскохозяйственных культур (1992);
- M2 = замена люцерны озимой пшеницей;
- M3 = M2 и повторные посевы овощных после уборки озимой пшеницы;
- M4 = M3 и снижение уровня грунтовых вод глубже 3 м;
- M5 = сокращение площади под хлопчатником и отведение ее под овощные культуры;

M6 = M5 и снижение уровня грунтовых вод глубже 3 м;
M7 = замена люцерны озимой пшеницей и сокращение площади под хлопчатником с отведением ее под овощные;
M8 = M7 и повторные посевы овощных после уборки озимой пшеницы на 46% земель под озимой пшеницей (2004);
M9 = M8 и снижение уровня грунтовых вод глубже 3 м.

3. Результаты и обсуждение

А. Изменение эвапотранспирации культур в Ферганской долине и оттока по реке Сырдарья под влиянием изменений структуры посевов

Результаты расчетов указывают на снижение эвапотранспирации культур в Ферганской долине на 500 Мм³/год. Изменение структуры посевных культур способствовало увеличению стока реки Сырдарьи в створе реки Акджар в среднем на 500 Мм³ в год, что улучшило водообеспеченность в нижнем ее течении.

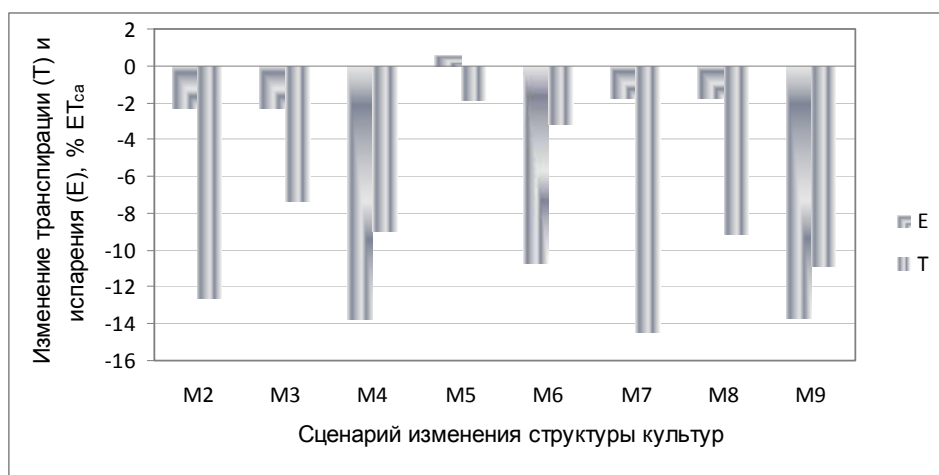
Д. Изменение продуктивной доли затрат водных ресурсов в результате изменения структуры культур в Ферганской долине

Замена люцерны озимой пшеницей (M2) сократило испарение на 2 %, тогда как транспирации культур сократились на 13 %. Это предполагает, что замена люцерны озимой пшеницей на 182 869 га земель Ферганской долины сократила затраты водных ресурсов на 736 Мм³ в год, однако эффект водосбережения этого мероприятия составил всего 45 Мм³ в год. Продуктивная доля затрат водных ресурсов в Ферганской долине сократилась с 0,74 до 0,71.

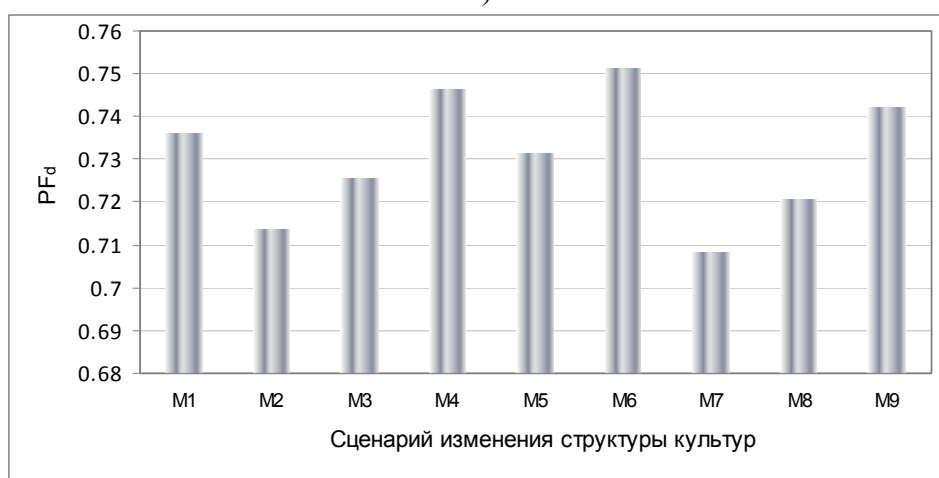
Посевы повторных культур после уборки озимой пшеницы на 46 % земель под озимой пшеницей (M3) снизили потери транспирации до 7 %, тогда как уровень испарения с поверхности почвы остался на том же уровне. При этом продуктивная доля затрат увеличилась с 0,71 до 0,72. Когда замена культур была совмещена со снижением уровня грунтовых вод (M4), испарение сократилось на 14 %, тогда как транспирации сократились на 9 % в сравнении с начальными условиями. Эти меры способствовали сбережению водных ресурсов в размере 271 Мм³ в год, тогда как затраты в целом сократились на 759 Мм³ в год. Продуктивная доля затрат увеличилась с 0,72 до 0,75.

Замена хлопчатника овощными на 47348 га земель (M5) не повлияло существенно на затраты водных ресурсов. Когда эта мера была совмещена со снижением уровня грунтовых вод (M6), потери на испарение сократились на 11 %, тогда как транспирация уменьшилась только на 3 %. Эта мера способствовала сбережению 209 Мм³ в год водных ресурсов, тогда как 387 Мм³ в год стало доступно для водопользователей нижнего течения. Продуктивная доля затрат увеличилась с 0,74 до 0,75.

Когда люцерна была заменена озимой пшеницей и хлопчатник овощными культурами (M7), транспирации сократились на 14 %, тогда как уменьшение испарения было незначительным. Продуктивная доля затрат сократилась до минимума до 0,71. Повторные культуры после уборки пшеницы (M8) снизили сокращение транспирации с 14 до 7 % без существенного сокращения испарения с поверхности почвы. Продуктивная доля затрат увеличилась с 0,71 до 0,72.



а)



б)

Рис. 1 - Изменение величины затрат (а) и продуктивной доли затрат (б) при различных сценариях размещения сельскохозяйственных культур

Когда это мероприятие было совмещено со снижением уровня грунтовых вод (M9), затраты водных ресурсов на испарение сократились на 14 %, тогда как на транспирации на 11 % по сравнению с начальным размещением сельскохозяйственных культур. Эффект водосбережения составил 269 Мм³ в год, тогда как 865 Мм³ в год стало доступным для водопользователей нижнего течения. Продуктивная доля затрат водных ресурсов составила 0,74.

Результаты расчетов представленные на рис. 5 показывают, что замена культур на орошаемых почвах Ферганской долины снизила расходование водных ресурсов на транспирации на 439 Мм³ в год и испарение с поверхности почв на 104 Мм³ в год. Эти данные указывают на то, что сокращение требований на оросительную воду было достигнуто в основном за счет снижения транспирации культур, тогда как сокращение непродуктивных затрат было второстепенным. Одной из причин этого является близкое залегание УГВ на площади более 200 000 га. Испарение с поверхности почв с середины июня по сентябрь после уборки озимой пшеницы составляет 65-220 мм на суглинистых почвах при УГВ на глубине 3 и 1,5 м, соответственно.

Продуктивная доля затрат может быть повышена несколькими путями. Испарение с поверхности в летний период может быть трансформировано в продуктивную транспирацию путем посева повторных или промежуточных культур. Так фермеры Ферганской долины выращивают огурцы, морковь, бобовые культуры, кукурузу или сорго после уборки озимой пшеницы, если имеют доступ к оросительной воде.

Увеличение отбора подземных вод позволит снизить уровень грунтовых вод, сократить непродуктивные затраты и направить сэкономленную воду на орошение промежуточных и повторных культур.

4. Выводы

Результаты данных исследований показывают, что замена высоко водозатратных непродуктивных культур низко водозатратными продовольственными культурами не привела к ожидаемому сбережению водных ресурсов из-за близкого залегания уровня грунтовых вод. Эта мера позволила снизить эвапотранспирации культур и увеличить сток реки для использования ниже по течению. Однако снижение эвапотранспирации достигнуто за счет сокращения транспирации культур, а не непродуктивного испарения с поверхности почвы. Результаты этих исследований указывают на наличие различных опций для лиц, принимающих решение, для увеличения продуктивной доли затрат водных ресурсов. Они могут увеличить площади под повторными культурами, при этом вся сэкономленная вода будет использоваться в пределах Ферганской долины или они могут способствовать реализации мероприятий по снижению уровня близко залегающих грунтовых вод. Увеличение отбора подземных вод позволит снизить уровень грунтовых вод и направить отобранную воду для орошения повторных культур. При этом сэкономленная вода будет доступна для водопользователей расположенных ниже по течению р. Сырдарья. Внедрение водосберегающих технологий является одним из важных инструментов по высвобождению водных ресурсов для орошения продовольственных культур, что является объектом будущих исследований.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ганиев К.Г.. Испарение и инфильтрационное питание грунтовых вод. - Ташкент: Фан, 1979.
2. Мирзаев С.Ш., Бакушева Л.П. Оценка влияния водохозяйственных мероприятий на запасы подземных вод. - Ташкент: Фан, 1979.
3. Рубинова Ф.Э. Изменение стока р. Сырдарья под влиянием водохозяйственной деятельности в ее бассейне. – М.: Гидрометеиздат, 1979.
4. Шредер В.Р., Васильев И.К., Трунова Т.А. Гидромодульное районирование для расчета оросительных норм для хлопчатника в аридной зоне // Труды / Ин-т «Средазгипроводхлопок». – 1977. – Вып. 8. - С. 28-41.
5. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper. 56. 1998, 300p. FAO, Rome.
6. CAWATERinfo. Water resources of the Syrdarya river basin. Basin water organization (BWO), Syrdarya. http://www.cawater-info.net/syrdarya/water_e.htm.
7. Clemmens, A.J. Accuracy of project-wide water uses from a water balance: a case study from the Southern California. Irrig Drainage Syst (2008) 22:287-309. DOI 10.007/8 10795-008-9057-3.