

세계 농업용수 지속가능에 대한 위협과 대안들

최진용

서울대학교 농업생명과학대학 지역시스템공학전공 교수
iamcho@snu.ac.kr, http://ruralwater.snu.ac.kr

1. 인류, 식량 그리고 농업용수

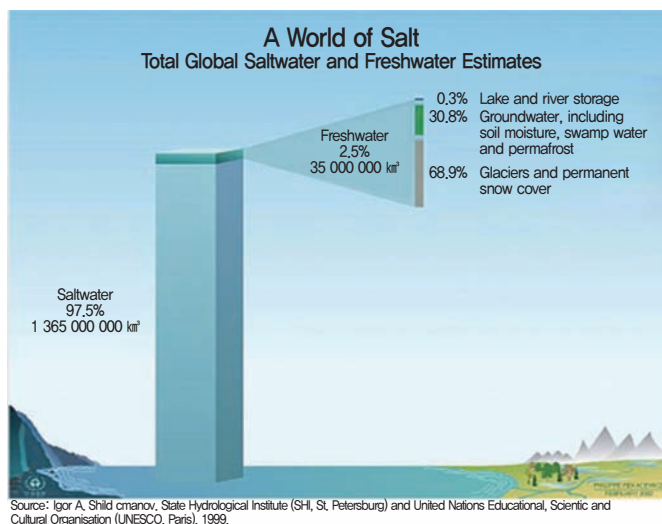
인류가 국가나 지역사회의 지속가능을 달성하기 위하여 해결해야 하는 문제 중 시대를 초월하여 지속적으로 노력을 기울여온 것은 물과 식량에 관한 것이었다. 한 국가의 흥망성쇠가 물에 의하여 좌우된 사례를 역사에서 흔히 목도할 수 있다. 지금 지구 곳곳에서 일어나고 있는 분쟁과 내란, 그리고 빈곤과 질병은 물의 부족으로 기인하는 경우가 대부분이다. 정말로 물은 인류공영의 가장 기초적인 자원임을 분명하게 알려주고 있는 것이다.

물은 인류 문명 발생의 원천이었다. 4대 문명은 현재에도 도도하게 흐르는 큰 강에서 발상하였

다. 그리고 문명은 물을 이용한 풍부한 농업 생산물을 기반으로 융성한 꽃을 피웠다. 그 물은 지금도 인류 생존의 가장 중요한 자원이다.

물은 생명을 유지하는 근간이지만 실제 사용할 수 있는 물은 매우 적다. 지구상에 물은 대부분 바다의 해수이며, 하천과 호수에 존재하는 물은 0.01%에 불과하다. 지하수를 포함하면 약 0.77%이다. 실로 적은 양이 아닐 수 없다. 인류의 생존을 위해 물에 대하여 진지하게 논의해야 하는 이유이다.

식량은 인류의 생존을 지키는 가장 중요한 재화이다. 식량을 생산하는 농업은 물과 같다는 등식이 성립할 정도로 농업용수는 농업을 지탱하는 기초



지구상의 물의 분포

자원이다. 전 세계적으로 당면하고 있는 빈곤과 기아는 식량 생산의 불균형에 의한 것이지만 이는 가용수자원의 불균형에서 비롯되며 결국은 경제적인 불평등으로 인한 수자원 개발 부진이 근본 원인인 경우가 많다. 절대 빈곤국은 식량 부족으로 질병과 기아의 어려움을 겪고 경제적으로 풍요로운 나라는 식량보다는 비만을 걱정하는 나라가 많다. 하지만 빈곤과 부국을 아우르는 세계 모든 나라가 인류의 지속가능성을 위하여 고민하는 것이 기후변화에 의한 환경변화, 그리고 수자원에 대한 영향, 더 나아가 식량생산과 안정적인 수자원 확보에 대한 것이다. 메가트렌드로서 기후변화는 기상이변을 야기하면서 물의 중요성을 더욱 일깨워 주었다. 인류의 지속가능성은 물과 식량을 담보로 달성될 수 있다. 이와 같은 지속가능성에 대한 기저에 물의 가용성이 자리 잡고 있으며, 식량과 물의 중요성을 인식할 때 농업생산성 향상의 중심에 있는 관개는 이제 인류의 미래를 도모하는 중요한 기술 분야로 다시 관심을 모으고 있다. 지구 가용수자원의 70%를 농업에서 이용한다는 점에서 관개의 중요성을 다시 언급하지 않을 수 없다. 세계 농업과 물이라는 관점에서 관심을 얻고 있는 주제와 새롭게 대두되는 시각을 살펴보고자 한다.

2. 농업용수와 쌀의 자급 그리고 가치 재점검

가뭄과 홍수, 기근과 빈곤으로 부터의 해방은 1945년 일제로부터의 해방보다 훨씬 늦게 이루어졌다. 1960년대 경제개발계획을 실천하기 이전까지 우리는 정치적으로는 독립되었으나 식량주권은 아직도 획득하지 못하였다. 1962년 이후 1990년대 까지 활발하게 추진된 농업생산기반정비사업은 우리에게 주곡인 쌀의 100% 자급 달성이라는 건국 이래 최대의 배부름을 선사하였다. 이

는 국토를 효율적으로 이용한다는 합의 하에, 농지의 생산성 향상을 통하여 국가 식량인 쌀의 자급자족을 달성하고 식량주권을 확보한다는 국가의 정책적 목표를 향한 강력한 실천으로 가능하였다. 이와 같은 주곡 자급 달성을 위한 노력은 경지의 확대를 골자로 하는 대단위 농업생산 기반 정비 이외에도 농업용수 개발과 함께 지금까지 꾸준히 추진되고 있는 경지정리와 배수개선 사업을 통하여 추진되었으며, 그 목표 달성에 성공하였지만 그 성공은 쌀 생산 과잉으로 인하여 쌀의 보관을 위하여 2015년에 2,686억원이 필요한 지경에 이르렀고 농업생산기반정비사업의 위협요인이 된다는 사실은 시사하는 바가 크다. 즉 유사 이래로 거의 달성해보지 못한 쌀 자급자족의 목표를 세우고 이제 그 목표를 이룩하였지만, “논농사”를 지탱하기 위하여 지금까지 추진해온 농업생산기반정비사업은 쌀 과잉생산으로 인한 관리 비용 증가로 경지면적 축소 등 다양한 도전에 직면해 있다. 쌀의 과잉생산은 사실상 쌀 생산량의 증가보다는 1995년 이후 논의 약 25%가 타 용도로 전용된 상황에서도 (1995 1,206천 ha 가 2011년 960천 ha 로 감소됨, 농업생산기반정비사업 통계연보) 1인당 쌀 소비량이 140kg/년에서 71kg/년 (농림수산식품통계연보, 2012) 으로 절반으로 감소한 이유가 제일 크다. 이와 같은 상황에서 국가 주곡 자급율이 지속적으로 감소되어 2011년 기준으로 22.6% (농업전망(2013), 한국농촌경제연구원) 정도에서 머물고 있음을 살펴볼 때, 국민의 식생활을 갑자기 쌀 위주의 식단으로 바꾸라고 강요하지 않는 한 포괄적 국가 식량 주권은 오히려 위태로운 상황이라고 볼 수 있다. 또한 지금도 국제시세보다 비싼 쌀 가격과 국가의 직불금 제도에도 불구하고 타 원예나 특용 작물에 비해 소득이 낮은 논농사는 국가가 국민을 쌀로 배부르게 하겠다는 야심찬 목표를 가지고 반듯하게 만들어 놓은 경지

정리 논을 점차 농민의 소득 증대를 위한 시설원에 등 타 작물의 재배지로 양보하게 하였으며, 이와 같은 실정을 감안한다면 이제 우리나라 경지면적의 약 56.5 % (농림수산식품통계연보, 2012)를 차지하고 있는 논용수의 대부분을 차지하는 국가 농업수리시설 활용과 가치 향상에 대하여 보다 심도 있는 논의를 요구하고 있다고 보여진다.

3. 기후변화와 농업용수

세계적으로 인류 생존을 위한 화두는 아직 식량이며, 식량의 불균형에 의한 빈곤과 기아는 여전히 국제사회에서 기본적인 인간 존엄을 지키기 위해 퇴치해야 하는 이슈이다. 이 문제를 해결하기 위해서는 관개를 통한 농업생산성 향상이 필요한바, 기후변화는 농업수자원의 안정적 확보에 가장 큰 위협요인으로 평가할 수 있다. 여러 산업을 비교할 때, 농업만큼 기술적, 규모적, 경영적 측면에서 다양한 스펙트럼을 가진 산업이 없다. 아주 원시적 농법으로 재래 종자에 의지하여 가족 농에 영농하는 소규모농업으로 부터, 첨단기술이 모두 동원된 로봇을 활용하고, 컴퓨터로 재배환경을 제어하며, 생명공학으로 탄생한 종자를 심고 대기업화된 경영구조를 갖춘 농업회사에 이르기까지 그 기술과 규모가 매우 다양하다. 하지만 전 세계적으로 수자원의 70% 를 농업에서 이용한다는 FAO의 보고에서 알 수 있듯이 첨단기술의 농업도, 재래 농업도 모두 기후변화와 환경오염으로 인한 수자원의 고갈과 가뭄 앞에서는 그 대안을 찾기가 쉽지 않다. 2000년대 이후 세계 곳곳에서는 가뭄과 홍수로 곡물생산이 감소하여 주요 곡물 수출국이 수출을 중단하는 사태를 겪었으며, 농산물 생산을 위한 물의 이용은 다른 산업과의 용수 이용에서 갈등을 겪는다.

기후변화는 이제 지구의 환경 분야의 메가트렌

드에서는 빠지지 않는 키워드가 되었다. 이와 같은 기후변화 그리고 수자원의 부족을 해결하기 위하여 세계에서는 농업문제를 큰 화두로 삼고, 현재 개발된 지표수 이외에도 대체 수자원을 활용한 농업, 물을 적게 사용하는 농업 그리고 해수 농업 및 가뭄에 적응성이 높은 종자 개발 등, 결국 물을 최대한 효율적으로 이용하기 위한 대안을 찾는 농업을 추구하고 있다. 이에 관개기술 또한 농업용수의 확보와 농업수리시설의 운영과 관리 효율 증대를 위해 적정기술에서 첨단기술에 이르는 다양한 접근 방법과의 융합을 도모해야 한다. 적정기술의 수동식 펌프에서, 태양광 펌프 그리고 첨단 물관리를 위한 IoT (Internet of Things, 사물인터넷) 과 빅데이터 기술까지 이제 안정된 농업용수 확보를 위한 기후변화 대응 방안 확보를 위해 보다 적극적인 활용 노력이 필요하다.

4. UN 지속가능개발 목표와 국제 농업용수 협력

유엔은 2015년까지 세계의 빈곤과 환경 등의 문제를 해결하기 위해 밀레니엄목표를 제시하고 추진해 왔으며 이제 인류 공영 발전을 위한 유엔의 2030 목표가 지속가능 개발로 밀레니엄개발목표에서 재설정되었다. 지속가능개발 목표는 2015년 9월 UN 총회에서 지난 2000년에 발표되어 진행되어온 MDGs (Millenium Development Goals) 를 평가하고 2030 목표로서 새롭게 제안한 것으로 SDGs (Sustainable Development Goals) 라고 지칭하며, 이를 진행하기 위한 다양한 활동이 전개되고 있다. 이는 향후 세계적으로 인류가 행복과 복지를 증진하기 위하여 공통으로 추진해야 할 목표이며 향후 15년간 세계적인 개발 관련 의제들을 선도할 것이다. SDGs 에는 총 17개의 목표가 포함되어 있는데, 이 중 2. Zero Hunger, 6.

Clean Water and Sanitation 13. Climate Action 은 물과 식량에 직접적인 관련이 있다. 이외에도 빈곤 (1. No Poverty), 책임있는 소비와 생산 (12. Responsible Consumption and Production) 등 다른 SDGs 들도 직간접적으로 농업용수와 관련이 있다. 지속가능개발목표는 향후 국제사회에서 농업용수관련 사업과 국제협력에 있어서 기본적으로 추구하고 지향해야할 목표로 제시될 가능성이 높다. 또한 사업의 평가와 추진 목적이 이와 같은 지속가능개발 목표에 합당해야 그 정당성을 확보할 수 있다. 추후 지속가능개발 목표와 농업용수개발사업과의 연계성을 구체화하고 실천방안을 마련하는 것이 필요하다.

5. 물과 식량, 에너지 통합 해석 틀, 넥서스

물, 식량 등의 자원 안보와 관련하여 지속가능한 자원 관리를 위한 전 세계적인 협의가 이루어지고 있으며, 물, 식량, 에너지 자원의 연계성을 해석하고 통합적인 관리방안을 제시하기 위하여 넥서스(Nexus) 개념이 제시되고 있다. World Economic Forum에서는 Water Security와 관련하여 기후, 인구, 교역 등의 다양한 주제와 각 주제들을 통합적으로 고려할 수 있는 새로운 의사결정지원 시스템으로서 ‘Water Food Energy Nexus’를 제시하고 있다(WEF, 2011). 이에 따라 물, 식량, 에너지 확보를 주요 요인으로 설정하



2015 9월 UN에서 제시된 17개의 지속가능개발 목표(Sustainable Development Goals: SDGs)



탄자니아 잔지바르의 코이카 국제협력 농업용수 시설과 어린이

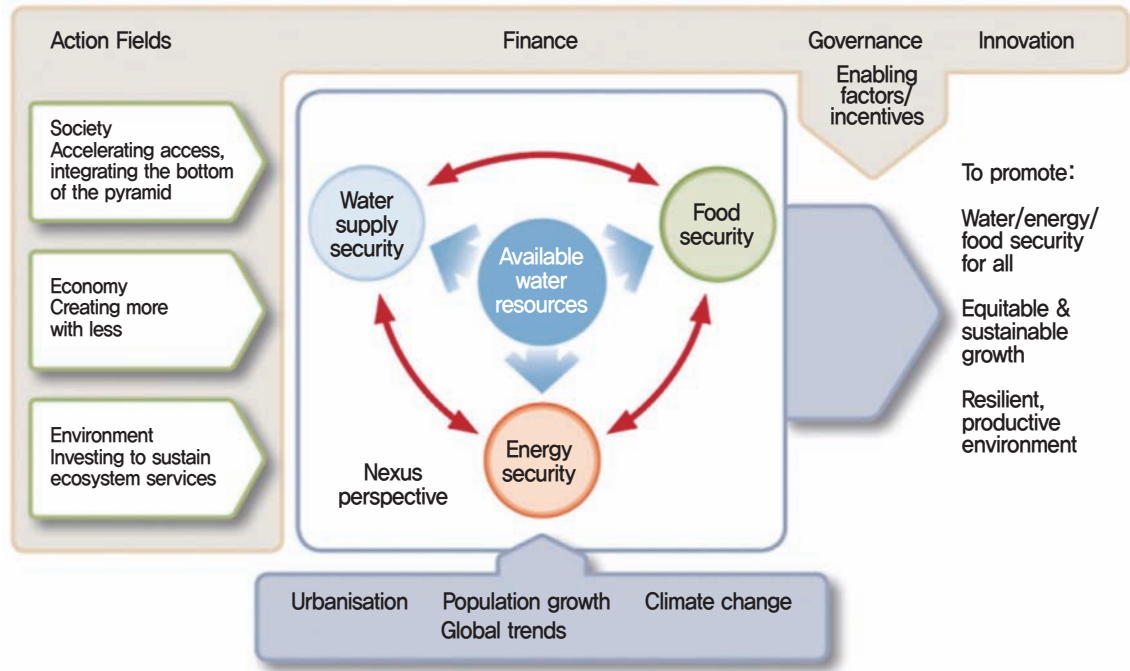
고, 요인들 간의 상호연관 및 관련 세부 요인들을 통합적으로 고려하는 넥서스 관련 연구가 선진국을 중심으로 전 세계적으로 수행되고 있다.

앞에서 언급한 SDGs 에는 총 17개의 목표가 포함되어 있는데, 이 중 2. Zero Hunger, 6. Clean Water and Sanitation, 7. Affordable and Clean Energy 는 물-에너지-식량 넥서스와 직접적인 관련이 있으며, 이외에도 빈곤 (1. No Poverty), 책임있는 소비와 생산 (12. Responsible Consumption and Production), 그리고 기후 실행 (13. Climate Action) 등 다른 SDGs 들도 직간접적으로 넥서스와 관련이 있다. 물-에너지-식량 넥서스는 지구에서 가장 중요한 세 개의 핵심 이슈인 물-에너지-식량의 상호관계를 해석하여 물 확보, 에너지 확보, 식량 확보에 있어서 자원의 효율적인 이용을 달성하고 궁극적으로는 지역-유역-글로벌의 다양한 공간에서의 지속가능한 발전을 이룩하자는데 데서 출발하였다. SDGs의 각 목표의 달성은 기후변화의 실행이 물과 에너지, 식량 확보에 영향을 주는 것을 보듯이 각 목표의 효율적인 실행은 이와 같은 상호 관계를 해석해서 자원을 절약하고 효율을 높여 목표를 달성할 수 있는 도구가 필요한데, 이것이 넥서스가 대안으로서 논의되는 이유이다.

넥서스 개념을 자원 관리부분에 적용하기 위하여 물식량에너지 자원 간의 연계해석 방법 및 넥서스 플랫폼 구축 등에 대한 연구가 전 세계적으로 진행 중에 있다. UN의 World Water Development Report (UN, 2014)에서는 농업분야를 중심으로 식량수요가 물과 에너지에 미치는 영향을 분석하고, 에너지 생산을 위해 사용되는 물과 식량 안보와의 관계를 분석하는 연구를 수행한 바 있다. International Renewable Energy Agency (IRENA)에서는 신재생에너지의 사용이 물과 식

량 안보에 미치는 영향을 넥서스 개념을 적용하여 분석한 바 있고(IRENA, 2015), FAO에서는 물-식량-에너지-기후 넥서스 관련 요소들을 정립 및 정량화하고, 요소 간의 연계성 분석과 정책적 대응 방안을 순차적으로 제시할 필요가 있음을 제시하였다(FAO, 2014). 넥서스 플랫폼 개발에 관한 연구로서 Howells et al. (2013)은 물, 식량, 에너지 문제에 초점을 맞추어 수문 모델과, 토지이용 모델, 에너지 모델을 통합할 수 있는 CLEW(기후, 토양, 에너지, 물) 모형을 개발하였고, Mohtar and Daher (2014)는 물, 식량, 에너지 요소간의 상쇄작용(trade-off)를 고려한 웹기반 WEF-Nexus 시스템을 개발하여 배포하고 있으며, 요인별 다양한 시나리오의 적용이 가능하도록 플랫폼을 설계하였다.

그러나 아직까지 우리나라에서는 물-에너지-식량 넥서스 관련 연구는 개념적인 부분에 집중되어 있고, 요인들 간의 상호 연관성을 해석하는 기술적인 부분은 부족한 실정이다. 자원들 간의 상호 연계 관리의 필요성은 국내외에서 이미 충분히 제시되어 있기 때문에 연계성을 해석할 수 있는 기술 개발이 시급하다. 특히, 대부분의 국외 넥서스 모형에서는 에너지의 측면이 강조되고 있으나 우리나라의 경우 식량과 수자원, 그리고 기후영향에 보다 집중된 넥서스 시스템이 필요할 것으로 판단된다. 또한 넥서스 시스템의 활용을 위해서는 미래 정책 의사결정 분야와 접목될 필요가 있으며, 이를 위하여 다양한 물, 식량, 에너지 자원 관리 시나리오를 적용할 수 있고, 자원간의 상쇄작용(trade-off)의 분석을 통하여 자원관리의 지속가능성을 평가할 수 있는 한국형 물-에너지-식량 넥서스 시스템의 개발이 필요할 때이다.



물-식량-에너지 넥서스 (SEI, 2011, Understanding the Nexus)

6. 제언들

가. 변화하는 미래 대응 농업생산기반

현재 우리나라 농업문제에서 물 문제는 쌀 생산과 직접적인 관련이 있다. 주곡이 남아도는 상황에서 최근 개시된 한중 FTA 그리고 관세협정에 의한 쌀의 의무수입량까지 더해져서 이제 농업용수 관리를 논 용수 공급에 초점을 맞추기에는 한계가 있다. 또한 기후변화는 전 지구적인 문제로서 한반도는 기후변화에 더욱 취약한 지역으로 구분되어 있다. 기후변화에 대응하면서 농지 이용의 범용화와 고도화를 달성할 수 있도록 논과 밭을 아우르는 물관리 체계 개선과 기술 도입이 절실하다. 이는 경지 이용에 대한 마스터플랜을 새로 세우는 것에서 출발할 수 있다. 이때 우리 농촌의 고령화와 국민의 식생활 다각화, 식량의 주권화

보 등을 고려하여야 한다. 향후 로봇이나 무인 농작업 자동화에 대응할 수 있고 농업용수 공급 효율화에 대응하는 고도화 농업생산기반을 갖춰야 한다. 이는 논과 밭을 포괄하는 용수공급 방안을 마련하는 것을 포함하여 미래 농지기반을 설계하고 이를 지원하는 농업용수 공급체계를 마련해야 한다는 것이다.

나. 관개배수 기술 개발과 해외 진출

지금까지 우리나라 농업용수는 지표수나 지하수를 개발하여 아무 처리없이 공급하는 체계로 운영되어 왔다. 농업용수는 저수지, 양수장 등의 수원공-수로-경지로 이루어지는 아주 단순한 공급 체계를 갖추고 있고 그 과정에 아무 처리없이 공급되고 부가가치를 생산해내지 못하였다. 또한 현재의 농업생산기반체계에서 농업용수 관리는

쌀을 대상으로 대부분 이루어지므로 한계가 있다. 기후변화에 대응하여 농산물 생산 뿐만 아니라 농촌에서 필요로 하는 각종 용수 수요에 대응하기 위해서는 이제 다양한 농어촌용수 이용 기술이 개발되어야 한다. 하수 재이용, 해수담수화, 순환형 물공급 체계, 마이크로워터그리드, 축산폐수고도화처리 기술 등 우리나라 뿐 만 아니라 세계를 대상으로 하는 적극적인 물 관련 기술개발과 축적에 힘써야 한다. 이는 현재 봉착되어 있는 국내 농업용수관리의 한계를 극복하고 세계로 나아가려는 우리나라 관개배수분야의 미래 기술이기도 하다. 당장 실현이 어려운 것도 있지만 세계로 진출하려는 한국관개배수기술 분야의 관련 기관과 주체들이 진취적으로 도전해야 할 기술도 있다는 것을 다시 한 번 일깨워 주고 싶다.

다. 물과 식량 그리고 에너지 통합 해석을 통한 농업용수 가치 창출

단일목적용수인 농업용수는 식량산업의 토대를 지지하는 수자원이라는 당위성에도 불구하고 국가 경제에서 차지하는 비중과 쌀 생산 과잉, 농업 비점오염의 배출원 등으로 지목되어 그 위상이 흔들리고 있다. 이제 농업용수의 이용과 활용에 있어서 물-에너지-식량의 연계 관계로 새롭게 조명하고 그 가치 창출에 노력해야 한다. 농업용수

는 생산에서 공급까지 타용수에 비하여 에너지와 비용을 매우 적게 사용한다. 상수도 사업이 만성 적자라는 사실을 살펴보고 정성적으로 국가 경제에 미치는 영향을 고려하여 새롭게 가치를 평가해야 한다. 농업용수 시설에서 수면 태양광시설, 소수력 발전 등을 통하여 에너지를 만들어낼 수도 있다. 농업용수의 가치를 주곡 생산에 묶어 두면 한계를 해결하기 어렵다. 물 순환에 미치는 긍정적 효과를 분석하고 물-에너지-식량과의 관계에서 새롭게 조명할 수 있는 기술의 확보가 필요한 이유이다.

7. 결론

메가트렌드에 비추어 미래의 물 문제를 살펴보고 농업용수의 한계를 극복하기 위한 몇 가지 방안을 살펴보았다. 농업용수는 사용하는 양에 비하여 경제적으로 미치는 파급효과가 적다는 도전에 직면해 있다. 하지만 국가를 지탱하고 인류의 지속가능성을 생각하면 가장 기본적으로 유지해야 하는 용수이기도 하다. 기후변화가 가져올 위협과 경제적 가치로부터의 한계는 지속적으로 혁신적인 기술 개발에 투자할 때 극복할 수 있을 것이다. 위협을 극복하면 기술이 되고 기회가 온다. 인류의 미래는 자연의 위협과 경제성의 한계를 극복한 농업용수 관련 기술로 지속가능할 것이다.

참고문헌

- 농림수산식품부, 2012, 2012.11.19. 보도자료('12년산 쌀생산량), 농림수산식품부 식량정책과
- 농림수산식품부, 2012, 2011년 농림수산통계연보, 농림수산식품부
- 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 2012, 2011 농업생산기반정비사업 통계연보, 농림수산식품부
- 정하우 등, 2006, 관개배수공학, 동명사
- 한국농어촌공사, 2015, 메가트렌드 분석을 통한 KRC 메가루키 미래전망보고서, 메가루키 제8조
- Daher, B. and Mohtar, R.H., 2014. Water-energy-food (WEF) Nexus Tool 2.0: guiding integrative resource planning and decision-making, Water International, DOI:10.1080/02508060.2015.1074148
- FAO, 2014. "Walking the Nexus Talk: Assessing the Water-Energy-Food Nexus in the Context of the Sustainable Energy for All Initiative"
- Howells, M., Hermann, S., Welsch, M., Bazilian, M., Segerström, R., Alfstad, T., Gielen, D., Rogner, H., Fischer, G., Velthuis, H., Wiberg, D., Young, C., Roehrl, R.A., Mueller, A., Steduto P., and Ramma, I., 2013. Integrated analysis of climate change, land-use, energy and water strategies, Nature Climate Change, Vol. 3: 621-626.
- International Renewable Energy Agency (IRENA), 2015. Renewable Energy in the Water, Energy & Food Nexus.
- Mohtar, R. and Daher, B., 2012. Water, energy, and food: The ultimate nexus. In Heldman, D.R. and Moraru, C.I.(Eds), Encyclopedia of agricultural, food, and biological engineering. CRC Press, Taylor and Francis Group
- Mohtar, R.H. and Daher, B., 2014. A Platform for Trade-off Analysis and Resource Allocation: The Water-Energy-Food Nexus Tool and its Application to Qatar's Food Security, a Valuing Vital Resources Research Paper, Chatham House.
- OECD-FAO, 2012. "OECD FAO Agricultural Outlook 2013-2022", OECD, Paris.
- United Nations, 2014, World Water Development Report 2014, UN
- United Nations, 2015, Sustainable Development Goals, <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/> 2015. 12. 4. accessed
- World Economic Forum(WEF), 2014. Global Risks 2014 Report.
- World Economic Forum(WEF), 2011. Water security: The water-energy-food-climate nexus: The world economic forum water initiative ed. by D. Waughray. Washington, DC: Island Press.