

ระบบชลประทานในอนาคตโดยใช้ท่อส่งน้ำ

ประโยชน์ ชมกบุตร

อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

บทคัดย่อ

ปัญหาการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับพื้นที่เกษตรกรรมและหลาย ๆ พื้นที่ เนื่องจากในช่วงฤดูฝนเกษตรกรไม่ได้ทำการเก็บกักน้ำฝนที่ตกลงมาทำให้เกิดการสูญเสียน้ำที่สามารถจะนำมาใช้ประโยชน์ไปเป็นจำนวนมาก หากมีการขุดสระน้ำเพื่อใช้เก็บกักขังน้ำที่มีมากในฤดูฝนและนำน้ำมาใช้ในฤดูแล้ง ก็จะช่วยบรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรในช่วงฤดูแล้งได้เป็นอย่างดี แนวความคิดในลักษณะนี้เรียกว่า “ทฤษฎีใหม่”

ทฤษฎีใหม่เกิดจากแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เป็นเรื่องเกี่ยวกับการช่วยให้เกษตรกรมีน้ำใช้เพียงพอ และรู้จักใช้น้ำและที่ดินที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เป็นประโยชน์สูงสุด อุปสรรคที่สำคัญที่สุด คือ สระน้ำที่ได้รับน้ำให้เต็มเพียงปีละครั้งจะมีการระเหยวันละประมาณ 1 เซนติเมตร โดยเฉลี่ยในวันที่ฝนไม่ตก หมายความว่าในปีหนึ่งถ้าวันที่ฝนไม่ตก 150 วัน ระดับน้ำของสระจะลดลง 1.5 เมตร ทำให้กิจกรรมการเกษตรทำได้ไม่ตลอดปี จึงต้องการเติมน้ำจากแหล่งน้ำอื่น บทความนี้ชี้ประเด็นเน้นการชลประทานโดยใช้ท่อส่งน้ำ ผสมกับการจัดการทั้งในระดับไร่นาและระดับโครงการ เพื่อให้เกิดผลตอบแทนการใช้น้ำเพื่อการเกษตรสูงสุดทั้งด้านเศรษฐกิจและการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร

Pipes Irrigation system in Future

Prayote Chombhubutr

Lecturer Faculty of Engineering Vongchavalitkul University

Abstract

The problem of shortage of water in dry season happened in many cropping areas. Because in the wet season the farmers don't store water. So water has been lost. If use in dry season. The problem of water shortage for cropping in dry season will be to decreased. This idea is called "New theory"

New theory is created by His Majesty king bhumipol Adulyadej; This theory can help the farmer to have enough water and know the procedure of using water and land at maximum advantage.

The most serious problem that a pond which is filled only once a year, will suffer an evaporation rate of approximately one centimeter for each day. It means that in one year, if we haven't had any rain for 150 days, the level of water will subside about 1.5 meters. Outside water supply will be needed in addition.

This paper suggest, that future irrigation should be by transporting water through pipeline and by better management of water uses at farm and at project level to achieve maximum returns for water used. Not only economic but also agricultural productivity sector as well.

คำสำคัญ (Keywords) New Theory, Future Irrigation, Irrigation Efficiency, Irrigation Distribution, Pipe Irrigation.

บทนำ

ในประเทศต่างๆ ทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย ประชากรกว่า 70% ยังเป็นผู้ยากจนและอาศัยอยู่ในชนบท [World Band. 1997] และมีอัตราเพิ่มของประชากรในชนบทอยู่ในเกณฑ์สูง รายได้จากเกษตรกรรมยังเป็นรายได้หลักของประชากรผู้ยากจนในชนบท ดังนั้นถ้าพยายามยกมาตรฐานการครองชีพของชาวชนบทขึ้นจะต้องอาศัยการเกษตรเพื่อเพิ่มรายได้ การจะเพิ่มรายได้ชาวชนบทนั้นสามารถทำได้โดยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เพื่อเพิ่มอาหารให้แก่ชาวชนบท และถ้าจัดการให้ดีให้รักษาระดับราคาของผลผลิตทางการเกษตรเหล่านี้ไว้ในระดับเดิมหรือเพิ่มขึ้น ก็จะสามารถเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรได้ในเวลาเดียวกัน การเกษตรต้องใช้น้ำ ดังนั้นการชลประทานจึงจำเป็นต้องเข้ามามีบทบาทสำคัญในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร แต่จากกระแสความต้องการของประชาชนที่จะอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้อยู่ในสภาพดี จึงเกิดข้อขัดแย้งขึ้น ฝ่ายอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมไม่ต้องการให้มีการสร้างเขื่อนและอ่างกักเก็บน้ำขนาดใหญ่ขึ้นมาอีก เพราะเขื่อนและอ่างกักเก็บน้ำขนาดใหญ่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมเป็นอันมาก ดังนั้นในช่วง 10 ปีข้างหน้าในการที่จะเพิ่มแหล่งกักเก็บน้ำขนาดใหญ่และระบบส่งน้ำ

ขนาดใหญ่จะมีความเป็นไปได้น้อยมาก ในขณะที่เดียวกันก็มีการคาดคะเนว่าในปี พ.ศ.2555 ปริมาณอาหารจะต้องเพิ่มขึ้นกว่าปริมาณปัจจุบันถึงร้อยละ 50 [Seckler D, Amerasinghe U, Molden D, De Sila R, and Barder R. 1998] และเชื่อกันว่าโลกจะสามารถเพิ่มอาหารขึ้น 50% (ตารางที่ 1) ต้องเพิ่มไปอีกว่า 70% ประสบการณ์บอกว่าประสิทธิภาพของชลประทานที่ 70% เป็นไปได้ยาก ถ้ายังกักกันอยู่ภายในปัจจุบัน นอกจากนี้ใน 10 ปีข้างหน้า จะต้องมีการเพิ่มผลผลิตอุตสาหกรรมขึ้นไม่น้อยกว่า 50% และการผลิตทางอุตสาหกรรมนั้นก็ต้องใช้น้ำ อีกทั้งจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นในอนาคตต่างก็ใช้น้ำในการดำรงชีพ ดังนั้น จะต้องมีการจัดการให้โครงการชลประทานที่มีอยู่เพิ่มประสิทธิภาพสูงขึ้น ด้วยการลดการสูญเสียระหว่างส่งน้ำให้ลดลง การให้น้ำแก่พืชในแปลงนาที่จะต้องเปลี่ยนเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าในปัจจุบัน บทความนี้มุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบชลประทานด้วยการเปลี่ยนแปลงเก็บน้ำจากการเก็บน้ำบนผิวดินเป็นการเก็บไว้ใต้ดินแล้วสูบขึ้นมาใช้พร้อมทั้งส่งน้ำไปยังแปลงเพาะปลูกพืชด้วยระบบชลประทานโดยท่อ

ประสิทธิภาพของระบบชลประทาน

ประสิทธิภาพของระบบชลประทานจะขึ้นกับปัจจัย 3 ประการดังนี้

- 1) ออกแบบและสร้างระบบชลประทานให้กระจายน้ำได้ดี
- 2) จัดเจ้าหน้าที่สอนและให้คำแนะนำให้เกษตรกรใช้น้ำอย่างประหยัด
- 3) บริหารจัดการน้ำโดยใช้องค์กรผู้ใช้น้ำเป็นผู้ดำเนินการ

ผลปรากฏว่า ยังเพิ่มประสิทธิภาพชลประทานได้ไม่ถึง 70% ด้วยเหตุที่เกษตรกรมีการศึกษาดำ ทำให้เข้าไม่ถึงหลักการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพระบบชลประทานได้

ประสิทธิภาพของระบบชลประทานในปัจจุบัน

Malano และ Van Hofwegen [Malano H.M. and P.J.M. Van Hofwegen. 1999] ให้ข้อมูลประสิทธิภาพของระบบชลประทานในประเทศมอโรคโคซึ่งเน้นระบบข้อมูลประสิทธิภาพของระบบชลประทานแบบส่งน้ำตามท่อ และอภิชาติและคณะ [อภิชาติ อนุกุลอำไอ และคณะ. 2524] ให้ข้อมูลประสิทธิภาพโครงการชลประทานในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งส่งน้ำด้วยระบบคลองส่งน้ำดังปรากฏในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพชลประทาน

ดัชนี	คิดจาก	ระบบส่งน้ำ ด้วยท่อ ¹	ระบบส่งน้ำ ด้วยคลอง ²
ความพอเพียง (adequacy)	$\frac{\text{ปริมาณน้ำที่ส่งให้} + \text{ปริมาณฝนใช้งาน}}{\text{ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ}}$	78%	50% (ฤดูแล้ง) 40% (ฤดูฝน) 60% ³
ความเชื่อถือได้ (Reliability)	$\frac{\text{ปริมาณน้ำที่ส่งให้ทั้งหมด}}{\text{ปริมาณน้ำที่ส่งให้}}$	1.01	มากกว่า 1 ² 1.03 ¹
ต้นทุน (Cost)	$\frac{\text{ต้นทุนรวม}}{\text{ปริมาณน้ำที่เรียกเก็บเงิน}}$	1.5 บาท/ลบ.ม	0.5บาท/ลบ.ม ² 0.6 บาท/ลบ.ม ³
ประสิทธิภาพการ เก็บเงิน	$\frac{\text{ปริมาณที่เรียกเก็บเงินได้}}{\text{ปริมาณน้ำที่ส่งให้รวม}}$	0.82	ไม่มีข้อมูล
ผลตอบแทน (Benefit)	$\frac{\text{รายได้ผลผลิตที่ขายได้}}{\text{พื้นที่เพาะปลูกในโครงการ}}$	100,000 บาท/ha	ประมาณ 25,000 บาท/ha (เฉพาะปลูกข้าว)

ที่มา

1) Malano H.M. and P.J.M. Van Hofwegen 1999

2) อภิชาติ อนุกุลอำไ และคณะ. 2524

3) ประโยชน์ ชุมภูบุตร 2545. ส่งน้ำโดยคลองลาดคอนกรีตระยะไม่เกิน 1 กิโลเมตร

แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบชลประทาน

การเพิ่มประสิทธิภาพโดยการจัดการ

อภิชาติ และคณะ [อภิชาติ อนุกุลอำไ และคณะ. 2524] เน้นว่า การเพิ่มประสิทธิภาพทำได้ใน 3 ระดับคือ ระดับลุ่มน้ำ ระดับโครงการ และระดับแปลงนา ในระดับลุ่มน้ำนั้นในประเทศไทยยังไม่พบว่า มีความพยายามเพิ่มประสิทธิภาพกัน ส่วนในระดับโครงการและระดับไร่นาทำได้โดย

- ก) ออกแบบและสร้างอาคารน้ำที่เหมาะสม สามารถแพร่กระจายน้ำให้ดีและจัดแบ่งให้เหมาะสมกับวิธีการส่งน้ำ (Hardware/Software)
- ข) จัดการให้เกษตรกรและเจ้าหน้าที่ส่งน้ำเข้าใจหลักการชลประทานเบื้องต้น ให้คำแนะนำแก่เกษตรกรให้ใช้น้ำอย่างประหยัด ถือได้ว่าเป็นวิธีการที่ทำได้โดยการฝึกอบรม และฝึกปฏิบัติมา (people ware)

การบริหารและการจัดการโดยการตั้งองค์กรผู้ใช้น้ำ จัดวางรูปแบบการบริหารภายในให้มีความคล่องตัว มีระบบสื่อสารที่ดี ผู้ใช้น้ำที่เป็นเกษตรกรต้องเข้าร่วมในการ

บริหารจัดการโครงการ ตลอดจนร่วมทำการบำรุงรักษาระบบ (management ware)

แม้ว่าจะทำทั้ง 3 รูปแบบแล้ว แต่โอกาสที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของระบบชลประทานที่ส่งน้ำด้วยคลองส่งน้ำ ก็ยังจะต่ำกว่า 70% อยู่ดี ระบบการเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการชลประทานโดยการจัดการจึงเหมาะสมกับการดำเนินงานในระยะสั้นเช่นภายใน 5 ปีข้างหน้า ทั้งนี้เพราะในระบบการส่งน้ำด้วยคลอง มีการสูญเสียน้ำด้วยการระเหยและการรั่วซึม ทำให้ลดลงได้ยาก

การเพิ่มประสิทธิภาพโครงการชลประทานโดยการปรับเปลี่ยนส่งน้ำด้วยท่อ

ถ้าดูตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า โครงการชลประทานที่อ้างถึงไว้ ซึ่งเป็นโครงการชลประทานส่งน้ำด้วยท่อให้ค่าประสิทธิภาพการส่งน้ำสูงถึง 78% โดยมีต้นทุนสูงกว่าต้นทุนของระบบส่งน้ำด้วยคลองส่งน้ำประมาณ 3 เท่าตัว (1.5 บาท/ลบ.เมตร) เพราะต้องลงทุนระบบท่อและต้องมีเครื่องสูบน้ำดันน้ำไปตามท่อ ในการทำงานจะมีระยะเวลาใช้น้ำประมาณ 100 วันใช้น้ำประมาณวันละ 10 มิลลิเมตร หรือ 1,600 ลบ.เมตร ต่อการปลูกข้าว 1 ไร่ ทำให้ต้นทุนค่าน้ำจะเป็นประมาณ 2,400 บาท/ไร่ ซึ่งเมื่อรวมกับค่าใช้จ่ายอื่นๆ แล้วจะเป็นประมาณ 5,000 บาท/ไร่ ต้องปลูกข้าวพันธุ์ดีที่มีผลผลิตไม่น้อยกว่า 100 ถัง/ไร่ ได้ราคาต้นละเกิน 5,000 บาท จึงจะคุ้ม ดังนั้นชลประทานส่งน้ำโดยท่อจึงมีความเหมาะสมกับการปลูกพืชราคาสูง ระบบส่งน้ำโดยท่อจึงเหมาะสมกับอนาคต (10 ปีขึ้นไป) ซึ่งคาดว่าจะความต้องการอาหารจะสูงขึ้นและประชากรมีรายได้สูงพอที่จะจ่ายค่าอาหารที่สูงขึ้นได้

ในประเทศไทยมีโครงการที่สามารถปรับเปลี่ยนไปใช้ระบบท่อส่งน้ำได้อยู่แล้ว เช่นโครงการสูบน้ำที่กระทำโดยกรมชลประทาน ซึ่งปัจจุบันนี้ยังอาศัยคลองตาดคอนกรีตส่งน้ำอยู่ จึงมีการสูญเสียน้ำอยู่มาก ถ้าปรับเปลี่ยนเป็นการส่งน้ำโดยท่อก็จะสามารถลดการสูญเสียได้ลง มีน้ำเหลือที่ปลายท่อมากขึ้น สามารถขยายพื้นที่เพาะปลูกได้มากขึ้น แต่ต้องจัดการโดยเสริมความเข้มแข็งขององค์กรผู้ใช้น้ำ ให้สามารถดำเนินการจ่ายน้ำ ซ่อมบำรุงระบบท่อ และเก็บเงินได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงจะสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลาที่วางแผนไว้ได้

โครงการที่สามารถปรับเปลี่ยนมาเป็นการส่งน้ำโดยท่อที่ทำได้รวดเร็วอื่นได้แก่ โครงการสูบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรเช่นที่อำเภอศรีนคร จังหวัดอุดรธานี และอำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย ซึ่งเป็นโครงการสูบน้ำด้วยสูบขนาดใหญ่จะมีหัวความดันมากพอที่จะดันน้ำเข้าท่อและจ่ายน้ำให้เกษตรกรในบริเวณรอบบ่อได้ โครงการสูบน้ำ

จากบ่อบาดาลเพื่อการเกษตรในจังหวัดสุโขทัยนั้นแต่ละบ่อสูบน้ำได้ไม่น้อยกว่า 200 ลบ. เมตร/ชั่วโมง ส่งน้ำให้แปลงเพาะปลูกได้ 250 ไร่ต่อบ่อ อัตราให้น้ำสูงสุด 8.5 มิลลิเมตร/วัน (มีนาคม) เพียงพอปลูกข้าว กข. การส่งน้ำกระทำโดยสูบน้ำขึ้นมาจากบ่อบาดาลแล้วส่งเข้าคลองที่ตาดด้วยคอนกรีต ระยะส่งน้ำไม่เกิน 1 กิโลเมตร สูบ 1 วัน ประสิทธิภาพการส่งน้ำวัดได้ 60% โดยประมาณ และส่งน้ำได้ 1.03 เท่าของอัตราที่พืชต้องการใช้ ถ้าพัฒนาทั้งโครงการจะมีบ่อบาดาลขนาดใหญ่สูบน้ำได้ 300 ลบ.เมตร/ชั่วโมง จำนวน 147 บ่อ และขนาดเล็กลงมา หัวสูบน้ำได้ 200 ลบ.เมตร/ชั่วโมง จำนวน 320 บ่อ การสูบน้ำบาดาลมาใช้งานเกษตรจะทำให้ระดับน้ำใต้ดินลดลง ต้องมีระบบเติมน้ำในช่วงที่น้ำท่วมล้นฝั่งแม่น้ำยม ซึ่งจะช่วยลดอุทกภัยในเขตจังหวัดสุโขทัยลงได้บ้าง และเป็นการเก็บน้ำไว้ในอ่างเก็บน้ำได้ดิน ไม่เกิดปัญหากับกลุ่มอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม แต่ก็ต้องจัดการให้มือถือนักผู้ใช้ น้ำที่มีความสามารถสูง สามารถดูแลจัดการระบบส่งน้ำโดยท่อได้ดี และเก็บเงินค่าน้ำได้ไม่ตกหล่น

จากการศึกษาระบบส่งน้ำด้วยท่อมียอดดังต่อไปนี้

- 1) สามารถส่งน้ำไปในพื้นที่ที่มีลักษณะสูงๆ ต่ำๆ ได้สะดวก
- 2) ระบบท่อบำรุงน้ำมีการสูญเสียน้ำเนื่องจากการระเหย และการรั่วซึมน้อยกว่าในระบบคลองเปิด
- 3) ในการสร้างระบบท่อบำรุงน้ำจะเสียพื้นที่เพาะปลูกน้อยกว่าในระบบคลองเปิด
- 4) ใช้งานได้นานและมีประสิทธิภาพ
- 5) สามารถบำรุงรักษาได้ง่าย

การบำรุงรักษาในระบบส่งน้ำนั้นไม่เพียงแต่พิจารณาเฉพาะที่ตัวท่อเท่านั้น แต่ยังต้องรวมถึงอุปกรณ์ประกอบท่อต่างๆ เช่น เกดวาล์ว คอนโทรลวาล์ว แอร์วาล์ว เป็นต้น ซึ่งความเสียหายส่วนใหญ่ที่เกิดกับระบบท่อบำรุงน้ำได้แก่

- 1) ความเสียหายของตัวท่อ และการยึดต่อ เนื่องจากแรงกดทับจากเครื่องมือการเกษตร ทำให้เกิดการสูญเสีย
- 2) การผุกร่อน มักจะเกิดกับท่อที่ทำจากเหล็กที่ฝังไว้ใต้ดิน ส่วนท่อ PVC และท่อซีเมนต์ใยหิน ไม่มีปัญหาเรื่องการผุกร่อนจึงสามารถฝังไว้ใต้ดินได้นาน
- 3) ข้อต่อหลุด เนื่องจากการต่อท่อไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำเนื่องจากการรั่วซึม

- 4) การสะสมของตะกอน จะทำให้การจ่ายน้ำได้น้อยลง ซึ่งจะแก้ไขได้โดยการติดตั้ง Blow off เพื่อระบายตะกอนที่สะสมในท่อส่งน้ำ
- 5) ต้นทุนสูง ทำให้ต้องเก็บค่าน้ำสูง (ไม่ต่ำกว่า 1.50 บาทต่อลูกบาศก์เมตร)

ประเภทของท่อส่งน้ำ

ท่อส่งน้ำที่ใช้กันทั่วไป ก็มี ท่อเหล็กหล่อ (Cast Iron) ท่อเหล็กเหนียว (Steel Pipe) ท่อซีเมนต์ใยหิน หรือท่อ AC. (Asbestos Cement) และท่อ PVC (Polyvinyl Chloride) สำหรับประเทศไทย ท่อส่งน้ำที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ ท่อซีเมนต์ใยหินชนิดทนความดัน ท่อชนิดนี้ผลิตขึ้นจากปูนซีเมนต์ แร่ใยหิน และน้ำ เป็นท่อที่มีเนื้อเดียวกันตลอดไร้ตะเข็บ

สรุป

- ก) ความต้องการอาหารในทศวรรษหน้า ที่ต้องการเพิ่มอาหารอีกถึง 50% ทำให้ต้องการน้ำเพื่อการเกษตรเพิ่มขึ้นในปริมาณประมาณ 50% หรือต้องการให้จัดการให้สามารถผลิตผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้น 50% แต่ใช้น้ำเพิ่มไม่ถึง 50% ทำได้โดยเพิ่มประสิทธิภาพการส่งน้ำให้สูงขึ้นจะสามารถเพิ่มผลผลิตและรายได้เกษตรกรได้
- ข) แนวทางการจัดหาเพิ่ม โดยทำโครงการชลประทานขนาดใหญ่ตามที่เคยทำนั้น มีความเป็นไปได้น้อย เพราะมักจะมีผลกระทบกับแนวทางอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและปัญหาสังคมสูง ดังนั้น ต้องจัดการให้ใช้น้ำจากระบบเดิมอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพระบบส่งน้ำที่ต้องการคือ 70% สามารถทำได้โดยส่งน้ำทางท่อเท่านั้น ระบบส่งน้ำด้วยท่อมัตถุนสูง ต้องการองค์กรผู้ใช้น้ำ ชัดความสามารถสูงและสามารถเก็บเงินค่าน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

- ก) ควรจัดตั้งองค์กรกลางเพื่อตรวจสอบประเมินผลประสิทธิภาพ การใช้น้ำจากระบบชลประทานขนาดเล็กของชาวบ้าน และจากระบบชลประทานขนาดใหญ่ที่จัดการโดยภาครัฐให้มีค่าสูงใกล้เคียงกับเป้าหมายคือประมาณ 70%

- ข) ต้องขายนํ้าดิบเพื่อการผลิตอื่นเช่น นํ้าประปาเพื่อประชาชน หรือเพื่อการผลิตอุตสาหกรรมอื่น เพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่ระบบชลประทานโดยทอ และเพิ่มอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุนให้เกิน 1
- ค) พยายามใช้นํ้าจากแหล่งนํ้าใต้ดิน ในระดับที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมากนัก เพื่อหลีกเลี่ยงการสร้างอ่างเก็บนํ้าบนดิน

เอกสารอ้างอิง

- ประโยชน์ ชมภูบุตร. 2545. การศึกษาการสูบน้ำใต้ดินเพื่อการเกษตรในเขตจังหวัดแพร่และสุโขทัย. รายงานการศึกษาเสนอต่อมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล จังหวัดนครราชสีมา
- อภิชาติ อนุกุลอำไอ และคณะ. 2524. คู่มือการชลประทานระดับไร่นา, **ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย**, กรุงเทพฯ,
- Malano H.M. and P.J.M. Van Hofwegen. 1999 Management of Irrigation and Drainages System-Service Approach, A.A. **Balkema Publisher** : Netherlands
- Seckler D, Amerasinghe U, Molden D, De Sila R, and Barder R. 1998. World Water Demand and Supply 1990-2025: Scenarios and Issues. **International Water Management Institute** : Columbo, Sri Landa.
- World Band. 1997. **Rural Development: From Vision to Action**. A Sector Strategy : Washington DC.