

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra rozvojových studií

Bc. Marie Bouchalová

**Hodnocení vlivu pěstování a výroby bavlny na kvalitu vody
a půdy v severozápadní Indii**

Diplomová práce

Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Daněk, Ph.D.

Olomouc 2016

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá dopady pěstování a výroby bavlny na kvalitu vody a půdy v severozápadní Indii. Bavlník je rostlina velmi náročná na pěstební podmínky a právě v souvislosti s jeho pěstováním vyvstává řada problémů. Praktiky vedoucí k rapidnímu znečištění vody a půdy budou demonstrovány na příkladu provincie Punjab. V práci budou popsány důvody, proč a jak právě v této oblasti dochází k degradaci vody a půdy. Analytická část bude srovnávat techniky pěstování bavlníku s technikami používanými v jiných oblastech. Komparace mezi oblastmi bude provedena na základě vybraných kategorií, které charakterizují pěstování a výrobu bavlny. Prostřednictvím analýzy pak budou hledány alternativy pro zlepšení stávající situace v Punjabu. V závěru práce budou na základě předešlé analýzy nabídnuta možná řešení negativních dopadů výroby bavlny na životní prostředí, zejména pak na vodu a půdu ve zkoumané oblasti.

Klíčová slova

Punjab, znečištění vody, znečištění půdy, pěstování bavlníku, zavlažování

Abstract

This thesis deals with the impacts of cotton cultivation and production on soil and water quality in northwest India. Cotton plant is very demanding on the growing conditions and specifically in connection with the growing number of problems arises. Practices leading to rapid pollution of water and soil will be demonstrated on the example of Punjab province. The work will describe why and how in this area leads to the degradation of water and soil. Analytical part will be compared with cotton cultivation techniques used in other areas. Comparison between the regions will be based on selected categories that characterize the cultivation and production of cotton. Through the analysis will be sought alternatives to improve the current situation in Punjab. The conclusion will be based on previous analyzes offered possible solutions to the negative impact of cotton production on the environment, particularly on water and land in the surveyed area.

Key words

Punjab, water pollution, soil pollution, planting cotton, irrigation

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracovala samostatně a veškeré zdroje, ze kterých jsem čerpala, uvádím v seznamu použité literatury.

V Olomouci dne

Marie Bouchalová

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu práce Mgr. Tomášovi Daňkovi Ph.D. za odborné vedení ve formě cenných rad, připomínek a času, který mi věnoval.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marie BOUCHALOVÁ**
Osobní číslo: **R140132**
Studijní program: **N1301 Geografie**
Studijní obor: **Mezinárodní rozvojová studia**
Název tématu: **Hodnocení vlivu pěstování a výroby bavlny na kvalitu vody a půdy v severozápadní Indii**
Zadávající katedra: **Katedra rozvojových studií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Tato diplomová práce se zabývá dopady pěstování a výroby bavlny na kvalitu vody a půdy v severozápadní Indii. Bavlník je rostlina velmi náročná na pěstební podmínky a právě v souvislosti s jeho pěstováním vyvstává řada problémů. Praktiky vedoucí k rapidnímu znečištění vody a půdy budou demonstrovány na příkladu provincie Pandžáb. V práci budou popsány důvody, proč a jak právě v této oblasti dochází k degradaci vody a půdy. Analytická část bude srovnávat techniky pěstování bavlníku s technikami používanými v jiných oblastech. Komparace mezi oblastmi bude provedena na základě vybraných kategorií, které charakterizují pěstování a výrobu bavlny. Prostřednictvím analýzy pak budou hledány alternativy pro zlepšení stávající situace v Pandžábu. V závěru práce budou na základě předešlé analýzy nabídnuta možná řešení negativních dopadů výroby bavlny na životní prostředí, zejména pak na vodu a půdu ve zkoumané oblasti.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **20 - 25 tisíc slov**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

CHAPAGAIN, A.K., A.Y. HOEKSTRA, H.H.G. SAVENIJE a R. GAUTAM.
The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. *Ecological Economics* [online]. 2006, vol. 60, issue 1, s. 186-203. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2005.11.027.

CROSSLEY, Edited by Denis Hamilton and Stephen. Pesticide residues in food and drinking water human exposure and risks [online]. Chichester, Eng: Wiley, 2004. ISBN 978-047-0091-616.

MANCINI, Francesca, Aad J. TERMORSHUIZEN, Janice L.S. JIGGINS a Ariena H.C. VAN BRUGGEN. Increasing the environmental and social sustainability of cotton farming through farmer education in Andhra Pradesh, India. *Agricultural Systems* [online]. 2008, vol. 96, 1-3, s. 16-25. DOI: 10.1016/j.agsy.2007.05.001.

SRINIVAS, K. Ravi. Bt Cotton in India: Economic Factors versus Environmental Concerns. *Environmental Politics* [online]. 2002, vol. 11, issue 2, s. 154-158.

TAHIR, Seema a Tahir ANWAR. Assessment of Pesticide Exposure in Female Population Living in Cotton Growing Areas of Punjab, Pakistan. *Bulletin of Environmental Contamination* [online]. 2012, vol. 89, issue 6, s. 1138-1141. DOI: 10.1007/s00128-012-0857-7.

Vedoucí diplomové práce: **Mgr. Tomáš Daněk, Ph.D.**
Katedra rozvojových studií

Datum zadání diplomové práce: **30. ledna 2015**
Termín odevzdání diplomové práce: **15. dubna 2016**

prof. RNDr. Ivo Frébort, CSc., Ph.D.
děkan

L.S.

doc. RNDr. Pavel Nováček, CSc.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 30. ledna 2015

Obsah

1 Úvod.....	13
2 Techniky pěstování bavlny v severozápadní Indii.....	15
2.1 Zavlažování	15
2.2 Podnebí.....	17
2.3 Geneticky modifikovaná plodina	18
2.4 Zapojení lidské práce	20
2.5 Pěstební kombinace a příprava půdy.....	21
2.6 Institucionální podmínky.....	22
2.7 Dílčí shrnutí.....	23
3 Vliv pěstování bavlny v severní Indii na životní prostředí a životní úroveň obyvatelstva 25	
3.1 Intenzita hospodaření	25
3.2 Ekologické důsledky intenzivního zemědělství	26
3.3 Ekonomické důsledky nadměrného využívání přírodních zdrojů.....	29
3.4 Dílčí shrnutí.....	33
4 Důsledky intenzivního hospodářství pro kvalitu a dostupnost vody	35
5 Důsledky intenzivního hospodářství pro kvalitu půdy	42
6 Pěstování bavlny v Punjabu v kontextu pěstování bavlníku v jiných světových oblastech 46	
6.1 Dílčí shrnutí.....	60
7 Návrhy řešení negativních dopadů intenzivního zemědělství v Punjabu	61
7.1 Navrhovaná opatření	65
7.2 Shrnutí	66
8 Závěr	68
Bibliografie.....	71

Seznam tabulek

Tabulka 1: Distribuce nákladů na pěstování hektaru bavlny podle regionu v Indii a umělého zavlažování, rok 2010 (údaje v USD na hektar)	16
Tabulka 2: Užití pesticidů a umělých hnojiv při pěstování jednotlivých plodin v Punjabu v Indii, 2010.....	30
Tabulka 3: Srovnání náročnosti pěstebních kombinací v Punjabu na potřebu umělého zavlažování	31
Tabulka 4: Tempo růstu čistého domácího produktu a příjmu na osobu v Punjabu a v Indii v období 1980 – 1990 a 1990 – 1996 (údaje v procentech)	33
Tabulka 5: Zdroje zavlažování v zemědělství Indie v roce 1993 a v roce 2001 (údaje v procentech celku).....	36
Tabulka 6: Technický stav jednotlivých bloků kanálového zavlažovacího systému v oblasti Punjabu v období 1992 – 2010	36
Tabulka 7: Přehled zdrojů a užití vody v Punjabu v Indii	37
Tabulka 8: Způsoby zavlažování zemědělské půdy v Indii v roce 2004 (údaje v procentech)	37
Tabulka 9: Osetá plocha a intenzita zemědělské produkce v Punjabu v období 1961 – 2013	44
Tabulka 10: Tabulka 10: Produkce bavlny v pěstebním roce 2015/2016 (12 měsíců) ve vybraných pěstitelských centrech.....	46
Tabulka 11: Odhad rozsahu pěstebních ploch bavlny v jednotlivých státech v roce 2016 (údaje v mil. hektarů).....	46
Tabulka 12: Nároky pěstované bavlny na spotřebu vody v oblastech její produkce a způsoby jejího zajištění (údaje v mm a procentech).....	47
Tabulka 13: Spotřeba vody při zavlažování pěstované bavlny v jednotlivých pěstitelských oblastech (vybrané farmy v oblasti s nejmenším dopadem na životní prostředí v oblasti). 48	
Tabulka 14: Produktivita vody v úrodě bavlníkových semen při pěstování bavlny ve vybraných zemích (údaje v kg/m ³)	51
Tabulka 15: Užití umělých hnojiv pro podporu bavlníkové rostliny v důležitých světových oblastech jejího pěstování (údaje v kilogramech na hektar).....	52
Tabulka 16: Průměrné užití pesticidů při pěstování bavlny v jednotlivých zemědělských oblastech (údaje v kilogramech na hektar)	53

Tabulka 17: Srovnání pěstitelů bavlny z jednotlivých světových pěstitelských oblastí, kteří ve své oblasti hospodaří nejšetrněji s ohledem na životní prostředí.....	54
Tabulka 18: Hektarové výnosy bavlny a pšenice v zemích předních producentů bavlny (údaje v kilogramech a tunách na hektar plochy).....	56
Tabulka 19: Korelace hektarových výnosů bavlny s hektarovými výnosy pšenice a úrovní ekonomiky ve světových centrech pěstování bavlny	57

Seznam grafů

Graf 1: Rozšíření pěstování modifikované plodiny bavlny v Indii v období let 2002 - 2009	19
Graf 2: Dlouhodobý trend užití pesticidů, umělého zavlažování a dusíkatých hnojiv v oblasti Punjabu, Indie	26
Graf 3: Úroveň hladiny spodní vody v Punjabu v letech 1973 a 1994 a velikost zavlažované plochy v období 1970 - 2002	28
Graf 4: Zadlužení v Punjabu hospodařících zemědělců v období 1970 – 2006 (údaje v desítkách milionů indických rupií)	32

Seznam obrázků

Obrázek 1: Způsoby umělého zavlažování bavlny v severní Indii rozléváním do brázdy mezi řádky.	17
Obrázek 2: Kvality podzemní vody pro zavlažování ve státě Punjabu, Indie, 2014.	39
Obrázek 3: Schéma aplikace zavlažování bavlníkové rostliny v Číně při intenzivním pěstování odkapáváním pod mulčovací fólií (a) a aplikace v reálných podmínkách (b)	50
Obrázek 4: Schéma sebe posilujícího procesu degradace půdy a zvyšování intenzifikačních vstupů do zemědělství v Punjabu v Indii.....	62
Obrázek 5: Schéma sebe posilujícího procesu prohlubování nedostatku podzemí vody v Punjabu v Indii	64

1 Úvod

Většina našeho oblečení je vyrobena z bavlny, přesto však málokdo ví, jaké nároky má bavlník jako rostlina na životní prostředí země, ve kterých je pěstována. Jedná se o plodinu s vysokými nároky na podnebí i vodu. Indie patří k největším producentům bavlny na světě. Pěstování bavlny v severozápadní Indii má však své specifické znaky. Tyto znaky by se dále mohly členit z hlediska ovlivnitelnosti na ty, které člověk ovlivní jen omezeně jako je například podnebí v dané oblasti, které je velmi suché nebo na ty znaky, které se zvýšeným úsilím lze částečně ovlivnit jako je například příliv investic. Dalším limitujícím faktorem v Indii je úroveň vyspělosti země, od které se odvíjí problémy s pěstováním spjaté. Nedostatečný příjem investic se promítá do technik pěstování bavlny, s čímž pak souvisí i malá výnosnost plodiny. Farmáři jsou poté nuceni okolnostmi, tyto nedostatky kompenzovat vysokým zapojením lidské práce do zemědělství. Často představuje pěstování bavlny jediný zdroj obživy celé rodiny. Jedním z největších úskalí, které pěstování bavlníku přináší je však nešetrné intenzivní zemědělství, které s sebou nese negativní dopady na kvalitu vody a půdy. Cílem práce je tedy popsat důvody neefektivního pěstování bavlny v severozápadní Indii se zaměřením na provincii Punjab. Při psaní této práce byla položena následující výzkumná otázka: Jaké alternativy v pěstování bavlny je možné navrhnout, abychom dosáhli zlepšení stávající situace? Ke splnění cíle práce a zodpovězení výzkumné otázky byla využita rešeršně – kompilační metoda, kdy na základě popisu zkoumaného jevu z různých zdrojů, v závěru budou interpretovány poznatky.

Vzhledem k povaze tématu této práce bylo využíváno především anglicky psaných zdrojů. Jedná se o téma s omezenou dostupností zdrojů, proto bylo čerpáno z děl několika stěžejních autorů, kteří ve svých pracích často dosahují stejných závěrů.

V první části práce budou popsány techniky pěstování bavlny v severozápadní Indii se zaměřením na specifické faktory, jako je například podnebí, lidský faktor a institucionální podmínky. Další část se věnuje vlivu pěstování bavlny na životní prostředí a životní úroveň obyvatel severozápadní Indie. Hlavní část práce se bude zabývat samotnými dopady intenzivního hospodářství na kvalitu vody a půdy v Indii. Pátá kapitola se věnuje pěstování bavlny v Punjabu v kontextu pěstování bavlníku v jiných světových

oblastech. V závěru práce budou poznatky shrnuty a navrhnutá řešení negativních dopadů intenzivního zemědělství v Punjabu.

2 Techniky pěstování bavlny v severozápadní Indii

Podle údajů Organizace pro výživu a zemědělství se osmdesát procent světové produkce bavlny realizuje v šesti státech. Indie se svou roční produkcí cca 6,3 mil. tun bavlny je hned po Číně druhým největším světovým producentem (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2015). V rámci Indie jsou nejdůležitějšími oblastmi produkce bavlny státy Gujarát na severozápadě Indie, Maharashtra ve středozápadní Indii a dále pak Anhra Pradesh rozkládající se zejména v jihovýchodní části Indie. V severozápadní Indii je produkce bavlny významná ve státech Haryana, Punjab a Rajasthan (MINISTRY OF STATISTICS AND PROGRAMME IMPLEMENTATION, INDIA, 2014).

2.1 Zavlažování

Podstatnou charakteristikou pěstování bavlny v severních oblastech je skutečnost, že prakticky veškerá obdělávaná plocha severní Indie pro pěstování bavlny je na rozdíl od centrální oblasti a jižních oblastí zavlažována. Dešťové srážky v průběhu vegetačního období jsou v této oblasti na poloviční až třetinové úrovni ve srovnání s jižními nebo centrálními oblastmi (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2015). Téměř stoprocentní závislost na zavlažování je ve státech Punjab (100 %), Haryana (99,5 %), Rajasthan (93,5 %), ve státě Gujarat je zavlažováno 56,7 % obdělávané plochy bavlny, průměr za celou Indii je však pouze 35,3 %. Bavlnou oseté oblasti ve jmenovaných státech severní Indie jsou i oblastmi s nejvyššími hektarovými výnosy (667 kg na hektar ve státě Punjab, 646 kg na hektar ve státě Haryana ve srovnání s udávaným průměrem za celou Indii 403 kg na hektar během sklizně 2009 - 2010) (Sharma a Bugalya, 2014). V mezinárodním srovnání však v hektarových výnosech Indie podstatně zaostává za dalšími producenty. V období sklizně 2012 - 2013 Indie dosahovala výnosu bavlny na hektar ve výši 489 kg ve srovnání se světovým průměrem 796 kg na hektar, země jako Čína nebo Brazílie však dosahovaly průměrného výnosu až 1400 kg na hektar (Dai a Dong, 2014, 99-110). Odlišné postavení severního regionu Indie, dané zejména klimatickými podmínkami, vyvolává potřebu odlišných technik pěstování, které se pak projevují v odlišných nákladech na obhospodařování jednoho hektaru bavlny i v rámci samotné Indie. Potřeba zavlažování, jakož i intenzivnější forma pěstování představuje vyšší náklady na pěstování jednoho hektaru bavlny ve všech jeho fázích (přípravná fáze,

fáze setby, fáze růstu, sklizně, jakož i následného zpracování). Jak ukazuje následující tabulka, podstatnou okolností je právě způsob zajišťování vláhy.

	Zavlažováno			Nezavlažováno	
	Severní Indie	Střední Indie	Jižní Indie	Střední Indie	Jižní Indie
	1007	831	964	596	685
Průměr oblasti zavlažováno/nezavlažováno	897,5			640,5	
Odchylka Severní Indie od průměru oblastí	12%			57%	

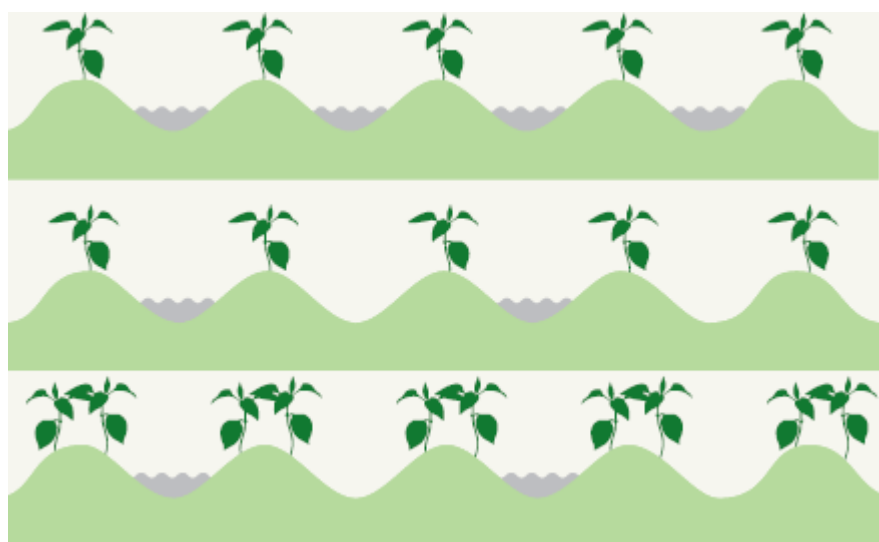
Tabulka 2: Distribuce nákladů na pěstování hektaru bavlny podle regionu v Indii a umělého zavlažování, rok 2010 (údaje v USD na hektar)

Zdroj: Vlastní zpracování na základě SHAMA a BUGALYA, 2014

Z tabulky je patrné, že podstatnou okolností techniky pěstování bavlny vůči ostatním regionům Indie mající vliv na náklady pěstování bavlny na jednom hektaru je technika zavlažování. V severní Indii jsou náklady na hektar bavlny vyšší o 12 %, než je průměr za ostatní zavlažované regiony, ale o 57 % vyšší než jsou průměrné náklady na pěstování nezavlažované bavlny v ostatních regionech Indie. Porovnááme-li rozsah zavlažované plochy, na které se pěstuje bavlna, severní Indie je srovnatelná s pěstitelskými oblastmi Číny (75-100 % zavlažované půdy), Egypta (100 %), Pákistánu (100 %), Uzbekistánu (100 %), zatímco oblasti střední a jižní Indie se v otázce zavlažování podobají spíše Spojeným státům (36 %) nebo Brazílii (<1 %) (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2015). Uměle zavlažované plochy pěstované bavlny představují v Indii asi 1/3 celkové plochy, na které je bavlna pěstována. 80 % těchto zavlažovaných ploch je ve státech Punjab, Haryana, Gujarat a Rajasthal (Sharma a Bugalya, 2014).

Metody umělého zavlažování se mohou lišit podle dostupnosti vody. Voda může být rozlévána do brázdy mezi řádky zasazené rostliny. V případě jejího nedostatku se používá zavlažování prostřednictvím zaplavování každé druhé brázdy. Tento přístup je možno dále zintenzivnit vytvořením dvojité řady pěstované rostliny. Při dostatku vody je zavlažování prováděno alespoň jednou za 15 dní. Z pohledu efektivního použití vody je však mnohem

účinnější systém zavlažování prostřednictvím kapajících rozvodů, které se dostanou blíže ke kořenům rostliny a umožňují častější zavlažování s nižší spotřebou vody (WORDL WIDE FUND FOR NATURE-INDIA, 2010). Přestože Indie má největší síť zavlažování na světě, její účinnost je relativně nízká (CENTRAL INSTITUTE FOR COTTON RESEARCH, 2011). Systém zavlažování zaostává např. za Čínou, kde je bavlna pěstována s vysokými výnosy na plochu (Dai a Dong, 2014, 99-110). Zastaralý systém zavlažování, který je neekonomický, podvazuje růst produktivity. Zavlažování prostřednictvím kapajících rozvodů umožňuje také efektivní distribuci umělých hnojiv, jejich lepší zacílení vede k jejich nižší spotřebě při stejném efektu a dále snižuje náročnost pěstování na lidskou práci a také zdraví (CENTRAL INSTITUTE FOR COTTON RESEARCH, 2011).



Obrázek 1: Způsoby umělého zavlažování bavlny v severní Indii rozléváním do brázdy mezi řádky

Zdroj: WORDL WIDE FUND FOR NATURE-INDIA, 2010

2.2 Podnebí

V severozápadní Indii je bavlna pěstována jako monzunová (kharif) plodina, jejíž setba bývá prováděna v období na přelomu dubna a května (Jalota et al., 2008, 76-83). Sklizeň v oblasti Punjabu a Haryany probíhá v prosinci až lednu, tedy před tím, než by zimní počasí mohlo poškodit úrodu. Bavlna je subtropická až tropická rostlina, jíž vyhovují teploty v rozmezí 20-30 stupňů Celsia. Teploty pod 20°C znamenají zpomalení růstu,

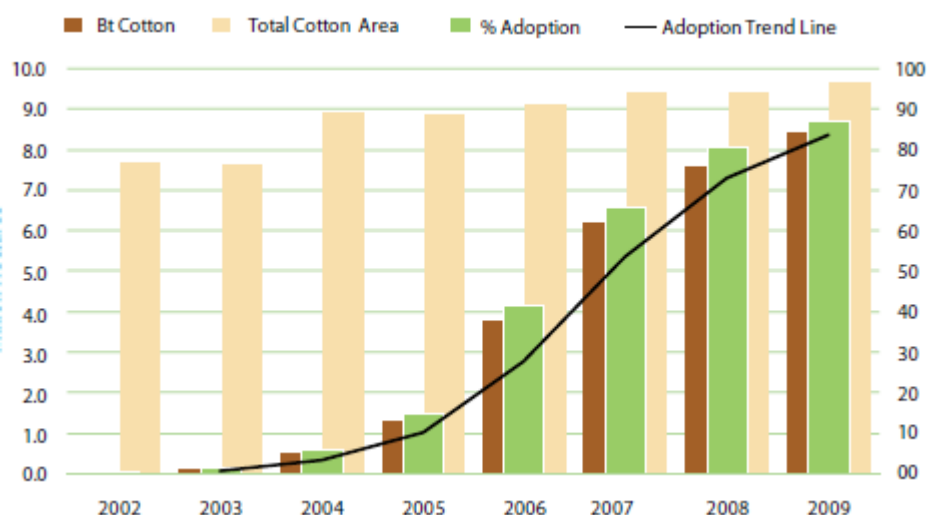
mrazy jsou největším ohrožením pro rostlinu. V tom se severní oblasti Indie odlišují od centrálních a jižních oblastí Indického poloostrova, které nejsou vystaveny mrazům a kde setba rostliny probíhá až do října a sklizeň v období leden až květen (Choudhary a Gaur, 2010).

V severozápadní Indii je bavlna pěstována v hlubokých černozemích plošiny Malwa a plošin v oblasti Gujarat. Vhodnými oblastmi pro pěstování jsou naplaveniny v rovinatých oblastech řek Satluj a Ganga. Často bývá pěstována s dalšími plodinami jako podzemnice olejná, kukuřice, některé druhy zeleniny apod. V severních oblastech Punjab, Haryana, Gujarat se pěstují v porovnání s dalšími oblastmi Indie typy bavlny spíše s delším vláknem. Vysokými výnosy a vysokou kvalitou bavlny je známá především oblast Punjabu. Příznivé podmínky v podobě úrodné půdy jsou dále podpořeny umělým zavlažováním, užitím umělých hnojiv a pesticidů.

2.3 Geneticky modifikovaná plodina

Pozitivní vliv na vysoké hektarové výnosy (v porovnání s ostatními regiony Indie) má i užití geneticky modifikované rostliny s vyšší odolností proti škůdcům. Ve světovém porovnání jsou však i přesto hektarové výnosy nízké. Přes kultivaci plodiny a užití pesticidů zůstávaly výnosy nízké zejména s ohledem na to, že se nedařilo dostat pod kontrolu klíčového škůdce, černopásku bavlníkovou, která je schopna poškodit až 80 % produkce. Významným pokrokem v boji s tímto škůdcem v Indii bylo od května 2002 nasazení geneticky modifikované bavlníkové rostliny (Narayanamoorthy a Kalamkar, 2006, 2715-2724). Nasazení modifikovaných rostlin může mít negativní dopady na biodiverzitu, kdy pěstitelé nahrazují velké množství místně kultivovaných odrůd rostliny jen několika variantami modifikované plodiny. Jejich užití však vedlo k statisticky významnému snížení užití pesticidů při pěstování plodiny. Studie autorů Quaima a spol. (2006) dokládají snížení (na základě pozorování v roce 2002-2003) počtu postřiků proti škůdcům z průměrné hodnoty 6,79 v případě původních odrůd na 4,18 v případě modifikovaných, což bylo doprovázeno snížením i užití insekticidů z průměrných 3,37 na 2,07 kg/akr (Qaim et al., 2006). Jedná se o podstatnou okolnost nejen ve vztahu k životnímu prostředí, ale i zdraví pěstitelů. Některé studie dokladují negativní důsledky užití například pesticidů pro zdraví pracovníků, kteří aplikují postřik nebo míchají a rozlévají přípravky do aplikačních nádob (Mancini et al., 2005). Uvedené má úzkou

souvislost s intenzivním nasazením lidské práce při pěstování bavlny v Indii (Shivendra a Kolady, 2016, 311-319). Užití pesticidů při pěstování bavlny na jednotku obdělávané plochy však nijak nevybočuje ze světového průměru (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2015). Rychlé rozšíření modifikovaných plodin v Indii vedlo v posledním desetiletí k poměrně značnému růstu produkce bavlny na obdělávanou plochu, z úrovně 200-300 kg/ha před rokem 2002 na 400-500 kg/ha po roce 2009. Nicméně stále zaostává za světovým průměrem (Shivendra a Kolady, 2016, 311-319). Podle studie týkající se období let 2002 - 2003 byl výnos těchto plodin na obdělávanou plochu v Indii o 1/3 vyšší vzhledem k původním plodinám (Qaim et al., 2006). Užití modifikovaných plodin je rozšířené zvláště v severní Indii, např. v oblasti Punjab činí 92 % všech plodin, v oblasti Haryana 95 % všech plodin. Modifikované plodiny bavlny mají však silné zastoupení v celé Indii (Shivendra a Kolady, 2016, 311-319). Rychlé rozšíření modifikované plodiny zobrazuje následující graf.



Graf 1: Rozšíření pěstování modifikované plodiny bavlny v Indii v období let 2002 - 2009

Pozn: Levá osa: rozloha v milionech hektarů, na které je bavlna v Indii pěstována.

Pravá osa: podíl plochy s modifikovanou plodinou na celkové ploše pro pěstování bavlny.

Zdroj: Choudhary a Gaur, 2010

Modifikované plodiny však nejsou odolné vůči všem škůdcům. Zatímco stále dochází k úbytku černopásky bavlníkové, v posledních letech dochází k rozšíření jiných škůdců a tedy opětovnému růstu užití insekticidů (Shivendra a Kolady, 2016, 311-319). V souvislosti s častějším užitím modifikované rostliny, patří náklady na semena rostliny vzhledem

k rozloze obdělávané půdy v oblastech Punjab a Haryana k jednoznačně nejvyšším v celé Indii.

Význam geneticky modifikované plodiny pro Indii v kontextu hlavních světových producentů je dán skutečností, že ohrožení plodiny škůdci je v Indii relativně vysoké. Zároveň pro daný region platí, že dostupnost chemických prostředků ochrany a jejich užití je na nízké až střední úrovni. Z toho pak vyplývá poměrně vysoký dopad užití geneticky modifikovaných plodin pro velikost úrody ve srovnání s vyspělými státy s dostupností chemických prostředků ochrany a nacházejících se také v jiných klimatických podmínkách (Qaim a Zilberman, 2003, 900-902). Názory ze strany vlád, nevládních organizací a farmářů se ovšem liší. Například zatímco indický ministr zemědělství je velkým zastáncem geneticky modifikované bavlny, jiné části vlády naopak genetické modifikace nepodporují, což obhajují zachováním biodiverzity. Dále se pak občanská společnost dělí na zastánce organické bavlny a na ty, kteří genetickou modifikaci vítají jako potenciál pro snižování chudoby a udržitelný způsob potravinové bezpečnosti. (Felkl, 2010)

2.4 Zapojení lidské práce

Nejnáročnějším obdobím z pohledu zapojení lidské práce do pěstování bavlny je období sběru, které probíhá ručně. Jde o období, které je v severozápadní Indii rozprostřeno v intervalu zhruba třech měsíců od října do počátku následujícího roku. Pěstování bavlny v severozápadní Indii je náročné na lidskou práci i v kontextu ostatních plodin pěstovaných v dané oblasti. Zatímco v sezóně 2006 - 2007 pěstování bavlny na jednom hektaru plochy vyžadovalo podle studie autorů Devi et al. (2013) provedené v Punjabu 821,2 hodin lidské práce, v případě rýže to bylo 410,41 hodiny a v případě pšenice jen 183,72 hodin lidské práce. Uvedené srovnání ukazuje na značnou náročnost pěstování bavlny oproti jiným plodinám. Navíc, ve srovnání s obdobím let 1985 - 1986, se náročnost pěstování bavlny na lidskou práci prakticky nezměnila (vzrostla o 1,1 %), zatímco náročnost pěstování rýže nebo pšenice na lidskou práci za uvedené období poklesla o 50, resp. o 57 % procent. V případě bavlny však také došlo v uvedeném období k rychlému rozšíření zavlažování, užití mechanizace v podobě traktorů, zvýšilo se také užití umělých hnojiv (o 95 %), prostředků proti škůdcům (o 361 %) a začaly se používat prostředky proti plevelu (Devi et al., 2013, 267-273). Z uvedeného srovnání je patrné, že v posledních desetiletích se náročnost pěstování bavlny v severní Indii na lidskou práci, přes rozšíření použití

mechanizace (a dále zavlažování, hnojení, postřiky), v relativním vyjádření k ostatním pěstovaným plodinám na jednotku plochy dále zvýšila.

Srovnáme-li produktivitu práce při pěstování bavlny v severní Indii s ostatními regiony Indie, kde se bavlna pěstuje, jsou oblasti Punjabu, Haryany a Rajasthanu oblastmi s nejvyšší produktivitou práce. Důvod je vyšší užití mechanizované práce, ale i dalších prostředků jako zavlažování, a vyšší podíl modifikovaných plodin. Pro Indii je také typický vysoký podíl práce členů rodiny na celkovém množství práce vynakládané při obhospodařování zemědělské plochy. V případě bavlny je tento podíl 45,3 %, nijak podstatně se neodlišuje od tohoto podílu přes hlavní zemědělské plodiny v Indii a situace v severozápadních regionech není podstatně odlišná od zbytku země (Reddy, et al., 2014, 347-358).

2.5 Pěstební kombinace a příprava půdy

Častou pěstební kombinací v oblasti Punjab je bavlna – pšenice (Jalota et al., 2008, 76-83). Bavlna se seje od konce dubna do poloviny května v závislosti na dostupnosti povrchové vody, neboť podzemní voda není vhodná pro zavlažování (Singh C. J. et al., 2002, 1-7). Příprava půdy pro setbu spočívá v přípravě půdy dvojím diskováním, dvěma kultivacemi a následným udusáním (Jalota et al., 2008, 76-83). Zbytky bavlníkové rostliny jsou po sklizni odstraněny a často použity jako palivo. Stejně operace se provádějí po sklizni pšenice. Stébla slámy jsou odstraněna, nebo jsou pro nedostatek času pro setbu bavlny pálena na poli, což způsobuje pokles uhlíku a dalších živin v půdě a její odpudivost vody (Beri et al., 2003). Vzhledem k oslabování úrodnosti půdy, zejména úbytku organických látek, docházelo v období let 1991 - 2001 k oslabování produktivity pěstování cyklu bavlna – pšenice a snížení plochy, na které se bavlna pěstovala. K řešení tohoto problému je obvykle doporučováno zelené hnojení. Nicméně v kontextu intenzivního přístupu zemědělství a rostoucí populace je ponechání půdy ladem málo pravděpodobným řešením (Jalota et al., 2008, 76-83).

Doporučenou praktikou je tedy zpracování zbytků bavlníkové rostliny a její opětovné užití jako zdroje dusíku, fosforu a uhlíku. Zbytky rostliny se drtí na malé kousky nebo na prach, který je možno přidávat do kompostu pro jeho obohacení. Další možností je zaorání zbytků

do půdy, nejlépe před obdobím dešťů, které podpoří jejich rozklad. Alternativou je i ponechání rozdrčených úlomků rostliny na povrchu, pomáhají tak zachycení dešťové vody (WORDL WIDE FUND FOR NATURE-INDIA, 2010). Pro efektivní nakládání se zdroji a dosažení dlouhodobě udržitelného využívání zemědělské půdy při pěstování bavlny je v oblasti navrhována a zkoumána řada pěstebních kombinací plodin, jako např. bavlna – podzemnice olejná, pro přirozené zachování úrodnosti půdy (Singh, Ahlawat a Sharma, 2015, 523-540).

2.6 Institucionální podmínky

Zemědělské hospodaření ve sledovaném regionu severozápadní Indie je poznamenáno poměrně velkým rozdrobením vlastnictví půdy. V poslední dekádě minulého století byla v oblasti Punjabu 1/4 hospodářství menších než 1 hektar, 18 % vlastníků zemědělské půdy mělo výměru od jednoho do dvou hektarů. Výměru nad deset hektarů měla hospodářství pouze v 6 % případů (Singh, 2002, 1631-1638). Srovnání za poslední tři dekády minulého století sice ukazují, že dochází k zvětšování obhospodařovaných pozemků, nicméně vývoj je velice pozvolný, přičemž k nárůstu dochází zejména v případě hospodářství o rozloze od 2 do 10 hektarů (Choudhary a Gaur, 2010) Průměrná velikost farmy v Indii byla v roce 2000 1,33 hektaru, přičemž dosavadní trend směřuje spíše k další fragmentaci a růstu samostatně hospodařících jednotek. (Manjunatha et al., 2013) Rychle rostoucí náklady vstupů do zemědělské výroby a slabé finanční postavení hospodařících zemědělců je nutí soustředit se na krátkodobou rentabilitu a zanedbávat dlouhodobé investice do půdy, popřípadě využívat současné přírodní zdroje takovým způsobem, že ohrožují (omezují) jejich budoucí užití. Rozdrobenost na půdě hospodařících jednotek neumožňuje efektivní diverzifikaci pěstovaných plodin. Hospodaření je závislé na využití pracovní síly jednotlivců, popř. příslušníků jejich rodin, které je v Indii značně rozšířeno, což omezuje možnost specializace pracovních pozic a využití náročnějších postupů pěstování (či jejich správné, efektivní zvládnutí). (Reddy A., Rani Ch. A Reddy G. P., 2014) Malá rozloha obdělávané půdy, jakož i limitované prostředky na ní pracujících vlastníků nebo nájemců jsou faktorem, který podmiňuje zvyšování produktivity a dosažení výnosů srovnatelných se světovým průměrem. Průměrná rozloha plochy, na které je pěstována bavlna v Punjabu, je 2,64 hektaru, v Harayně 1,72 hektaru, Rajasthanu 0,8 hektaru, Gujaratu 1,8 hektaru, zatímco průměrná hodnota za celou Indii je 1,5 hektaru (Choudhary a Gaur, 2010). Jde o hodnoty, které jsou

ve světovém srovnání poměrně malé. Například v USA je farem do obhospodařované plochy 3,6 hektaru jen 15,8 %, zatímco farem obhospodařujících 20 hektarů a více je téměř polovina (Macdonald, Peni a Hoppe, 2013). Podstatně odlišnou velikost obhospodařované plochy u zemědělských jednotek lze nalézt i v jiných oblastech pěstování bavlny, jako Uzbekistán nebo Kazachstán. V případě Uzbekistánu je průměrná velikost obhospodařované plochy 50 hektarů, v případě Kazachstánu 15 hektarů (Shtaltovna, 2014). Ze srovnání je tedy patrné, že plocha obhospodařované jednotky je v Indii významně menší. To může mít pak své důsledky pro rentabilitu, a vůbec možnosti, použití techniky při pěstování bavlny. Malá průměrná výměra obhospodařované plochy klade určité překážky využití (upotřebení) techniky, pro jejíž návratnost vzhledem k výši vstupní investice je třeba její využití na rozsáhlejších plochách. Malá hospodářství mohou být také více zranitelná vůči sezónním hospodářským výkyvům a znesnadňovat akumulaci kapitálu pro zefektivnění zemědělské výroby, jako je např. instalace drenážního zavlažovacího zařízení. Nasazení modifikované plodiny sice znamenalo pro hospodařící zemědělce zvýšení výnosů, nicméně odčerpalo část zdrojů v podobě zvýšených nákladů na setbu modifikované plodiny, které jsou dvojnásobné až trojnásobné v porovnání s běžnou plodinou (Kathage a Qaim, 2012, 11652-11656).

Pěstování bavlny (a zemědělská činnost vůbec) v oblasti a změny v zemědělské politice jsou také podstatně sepnuty se závažnými sociálními důsledky, jako např. životní úroveň obyvatelstva, ale i počet sebevražd bavlnu pěstujících zemědělců (Rao, 2004, 28-46). Citlivost problematiky pak může být limitem pro možnosti podstatnějších změn vedoucích k vyšší produktivitě.

2.7 Dílčí shrnutí

Indie patří k největším producentům bavlny na světě, nicméně v hektarových výnosech zaostává za ostatními regiony (zejména Čínou). Podstatným krokem v úsilí o zvýšení hektarových výnosů byl přechod na geneticky modifikovanou plodinu po roce 2002. Její rychlé rozšíření, zejména v severní Indii, ale i v ostatních částech vedlo v následujícím desetiletí ke zdvojnásobení hektarových výnosů. Pěstování bavlny v severní Indii je (oproti jiným regionům Indie) typické použitím umělého zavlažování. Často jde však o málo efektivní způsob formou zaplavování brázd mezi řádky. Plodina se v této oblasti pěstuje

od přelomu dubna a května do října až konce roku. V zimním období je plocha obvykle využita k pěstování pšenice. Pěstování bavlny je silně závislé na lidské práci. Limitem jsou potřebné investice např. do modernizace zavlažovacích systémů, nebo nákupu zemědělské techniky. Pokroky v efektivitě produkce jsou zřejmě také negativně ovlivněny ve světovém srovnání malou velikostí hospodařících jednotek (podvazujících možnosti mechanizace a akumulace kapitálu pro tvorbu investic). Možnosti některých změn, jako změny institucionálního rámce, jsou však omezeny svými důsledky v sociální oblasti a obecně značným významem zemědělského sektoru.

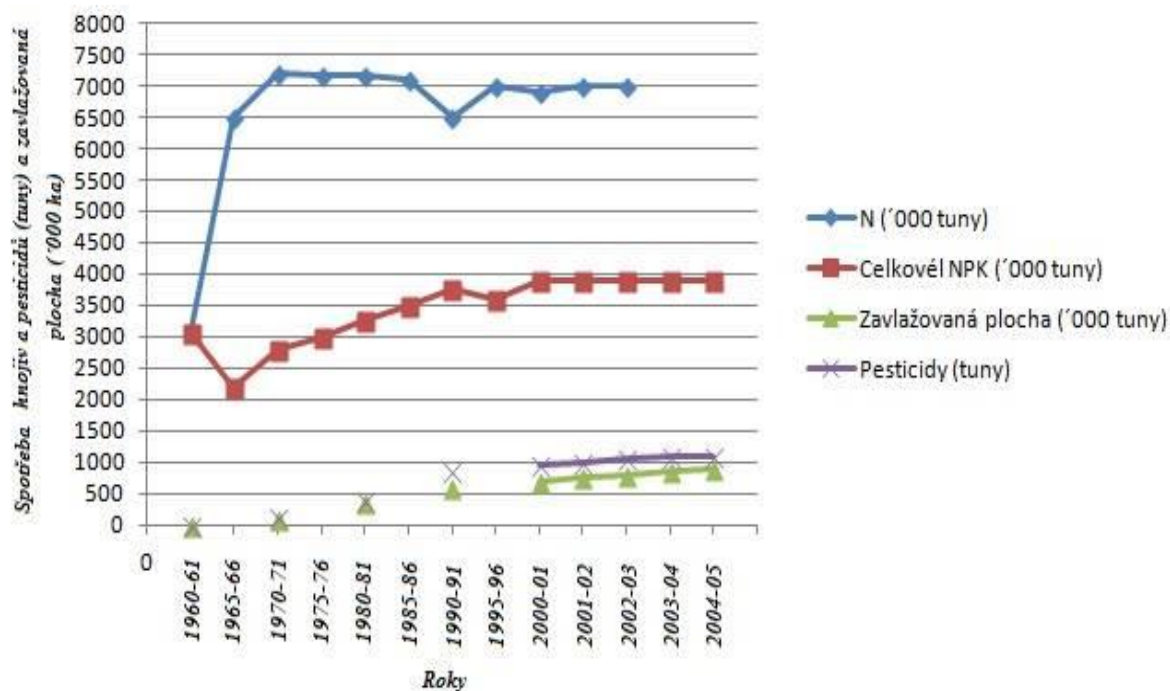
3 Vliv pěstování bavlny v severní Indii na životní prostředí a životní úroveň obyvatelstva

Pěstování bavlny v podmínkách severní Indie, zejména provincie Punjab, je téměř zcela, jak bylo ukázáno výše, závislé na zavlažování. Zemědělská půda je navíc obvykle v rámci pěstebního cyklu bavlna – pšenice (Jalota et al., 2008, 76-83) užívána celý kalendářní rok (Brar et al., 2015). To klade vysoké nároky na udržení kvality půdy a efektivní využití dostupné vody. Vysoká intenzita hospodářského využívání půdy (i v kontextu postavení zemědělství v ekonomickém a sociálním životě obyvatelstva v regionu) (Kaur, 2014, 331-341), pak vede k otázkám dlouhodobé udržitelnosti systému hospodaření. Výsledkem je pak úsilí o osvojení si v dané situaci alespoň co nejlepších postupů, které jsou, při dané intenzitě hospodaření, co nejvíce šetrné k užívané půdě a životnímu prostředí, jakož i k využívaným zdrojům (WORDL WIDE FUND FOR NATURE-INDIA, 2010).

3.1 Intenzita hospodaření

Současné v Punjabu užívané zemědělské praktiky mají svůj původ v procesu tzv. zelené revoluce, jejíž zavedení mělo v první polovině 60. let minulého století za cíl dosáhnout potravinové soběstačnosti Indie. Nástrojem bylo zvýšení obhospodařované plochy, ale především vyšší intenzita hospodaření – zejména použití umělých hnojiv, pesticidů a zavlažování (Sangha K. K., 2014, 331-341). Proces intenzifikace zemědělské výroby není v Indii ojedinělý. Jde v souladu se světovým trendem intenzifikace zemědělské výroby (Tilman et al., 2002, 671-677).

Dlouhodobý trend užití pesticidů, umělých dusíkatých hnojiv a užití zavlažování v oblasti Punjabu zobrazuje následující Graf 2. Z grafu je patrné, že od první poloviny 60. let minulého století došlo k podstatnému rozšíření užití pesticidů, vzrostla zavlažovaná plocha i užití umělých hnojiv. Užití těchto prostředků bylo doprovázeno podstatným zvýšením zemědělských výnosů (Sangha, 2014, 333). Vyšší intenzita hospodaření však přinesla i některá negativa. Patří k nim zejména ztráta produkčních schopností půdy a znečištění půdy v oblasti Punjabu.



Graf 2: Dlouhodobý trend užití pesticidů, umělého zavlažování a dusíkatých hnojiv v oblasti Punjab, Indie

Pozn.: Údaje v tunách (pesticidy), v tisících tun (umělá hnojiva) a v tisících hektarech (zavlažování).
Zdroj: Přepočteno dle Sangha, 2014

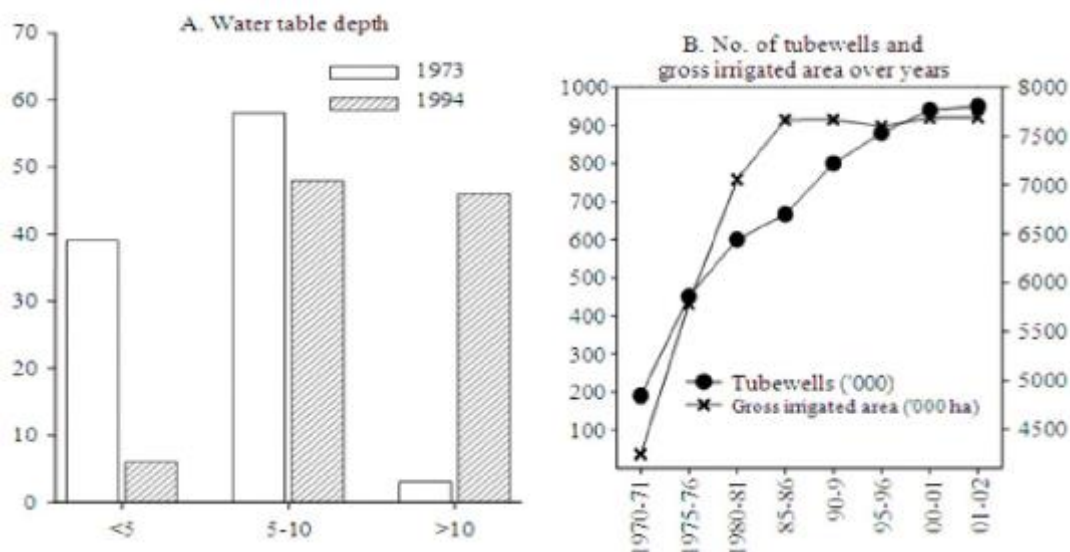
3.2 Ekologické důsledky intenzivního zemědělství

Po dlouhodobé a pravidelné aplikaci mj. fosforečných hnojiv dochází k tomu, že dodaný fosfor uniká do hlubších vrstev zeminy (pod 60 cm). Tam není schopen plnit svoji funkci zdroje výživy pro pěstované rostliny, ale představuje riziko znečištění podzemních vod. Kontaminace vod hrozí i při jeho povrchové aplikaci v případě zavlažování zaplavláním. Důsledkem kontaminace vod fosforem je ohrožení především vodních ale i ostatních živočichů. Úniky fosforu stojí za masivním bujením řas, jejichž ve vodě rozpustné toxiny mohou v oblasti způsobovat hynutí dobytka a vážné zdravotní problémy v případě lidí (Aulakh, Garg a Kabba, 2007, 417-427). Některé studie provedené na sekundárních datech ukazují, že změny životního prostředí spolu s ekonomickými a kulturními a sociálními změnami v regionu mají hluboký dopad na lidské zdraví. Projevovat se mají podstatným zvýšením případů rakoviny, onemocněním ledvin, předčasným stárnutím a neplodností (Kaur R. a Sinha, 2011, 35-42). Vlivem intenzivního využívání půdy v regionu od šesté dekády minulého století došlo k snížení její kvality. Snížil se nejen obsah dusíku a fosforu,

ale v půdě začal být pocíťován i nedostatek zinku, síry a dalších složek. Intenzivní zavlažování vedlo k poklesu podzemní hladiny vody v oblasti (o 23 cm ročně), ta navíc začala být znečištěná umělými hnojivy a pesticidy. Užití monokultur však zvýšilo nebezpečí vlivu škůdců a nemocí na výslednou hodnotu sklizně a tedy (pro snížení rizika) také zvýšilo potřebu jejich nasazení (Sidhu a Dhillon, 1997, 509-518).

V případě bavlny pak došlo dokonce v období 1997 – 2003 k poklesu produktivity v důsledku růstu poškození úrody (přes vyšší užití pesticidů) hmyzími škůdci (Sidhu, Vatta a Dhaliwal, 2010, 413-427). Bavlna přitom patří k nejnáročnějším plodinám široce pěstovaným v regionu na užití ochranných prostředků (Singh S., Park a Litten-Brown, 2011).

Nadužívání přírodních zdrojů (půdy a vody) vyústilo do situace, že na počátku nového tisíciletí v regionu Punjabu začínají převládat negativní stránky intenzifikace zemědělské výroby nad jejich přínosy. V období let 1997 – 2007 se zrychlil pokles hladiny spodní vody na průměrné tempo 80 cm za rok. Na vodu je náročné zejména pěstování rýže, nicméně tento vývoj se týkal i regionů Punjabu, kde se pěstuje bavlna (jihozápad regionu označovaný jako „bavlníkový pás“) (Sidhu R. S., Vatta a Dhaliwal, 2010, 413-427). Pokles hladiny spodních vod v regionu Punjab v delším horizontu zobrazuje následující graf. Z grafu je patrné, že zatímco v roce 1973 byla většina spodních vod v hloubce od 5 do 10 metrů a podstatná část v hloubce do 5 metrů, tak během dvacetiletého období došlo k posunu v hladině spodní vody směrem k vyšším hloubkám. Příčina je spatřována ve velké hustotě zavlažovacích zařízení, zejména v centrální oblasti regionu (Bhullar a Sidhu, 2006). Hladina spodní vody klesá dokonce i v letech, která jsou srážkově nadprůměrné (Singh S., Park a Litten-Brown, 2011).



Graf 3: Úroveň hladiny spodní vody v Punjabu v letech 1973 a 1994 a velikost zavlažované plochy v období 1970 - 2002

Pozn: Levý graf zobrazuje hladinu spodní vody rozdělenou do tří intervalů (do 5 metrů, 5 -10 metrů, více než 10 metrů). Na svislé ose je vynášena relativní četnost daného intervalu v procentech v jednotlivých letech. Pravý graf zobrazuje velikost zavlažované plochy v tisíci hektarech (pravá osa) a počet tisíců zavlažovacích zařízení (levá osa).

Zdroj: Sangha, 2014

Důsledky intenzivního zemědělství se neprojevují pouze v nedostatku vody, ale také v její kvalitě. Plošná studie provedená v Punjabu v roce 2009 (Aulakh, Khurana a Singh, 2009, 112-137) upozornila na nebezpečné úrovně arsenu, selenu, olova a dalších prvků pro lidské zdraví identifikovaných v tamější půdě a vodě. Nadměrné užívání zavlažování také způsobuje riziko zasolení půdy. Týká se to zejména centrálních oblastí Punjabu (Sangha, 2014, 335). Podzemní voda, které je v některých oblastech regionu používána obsahuje vysokou hodnotu solí a její opakované užití ovlivňuje chemické a fyzické vlastnosti půdy (Singh J. a Sing, 2013, 207-210). Vodu s vysokým obsahem solí (indikací je její elektrická vodivost), nedokážou pěstované rostliny zpracovat (Kumar, Singh K. a Singh B., 2014: 147-161).

Snahy o intenzifikaci zemědělské výroby a její zaměření na ekonomický zisk a ekonomickou efektivnost vedly také ke snížení diverzity pěstovaných plodin. Index diverzity zemědělské produkce v Punjabu kontinuálně klesal od poloviny 70 let minulého století do první dekády nového tisíciletí (Singh, Park a Litten-Brown, 2011). Důvody lze spatřovat ve vyšší mechanizaci zemědělské výroby a úsilí o vyšší efektivnost výrobního procesu a zaměření se na toho času ekonomicky nejvýnosnější plodiny. Důsledkem

je pak vymizení některých druhů pěstebních plodin (např. konopí, fazole, čirok) z regionu nebo odrůd (odrůdy rýže, pšenice). Pokles diverzity zemědělské produkce vede k poklesu bio-diverzity v přírodě (zemědělské plochy jsou důležitým habitatem) doprovázený vymizením některých rostlinných a živočišných druhů. S poklesem diverzity pěstovaných plodin

a poklesem rozlohy lesů (ty představují pouze 6 % rozlohy státu Punjab) je dáván do souvislosti úbytek včelstva, různých druhů ptáků a dalších zástupců fauny. Odhlédnuto od těžko predikovatelných dlouhodobých konsekvencí to pak představuje určité omezení pro možnosti pěstovat v regionu plodiny, které jsou závislé na opylení divokou faunou a nutnost spoléhat pouze na opylení prostřednictvím větru (Sangha, 2014, 331-341). Důsledkem je také větší citlivost pěstované produkce (a ekosystému jako celku) na rychlé šíření škůdců či chorob pěstovaných plodin (Sidhu, Vatta a Dhaliwal, 2010, 413-427) jakož i nestability ekosystému jako celku. Úzké zaměření produkce tak vede ke zvětšení rizika výpadku zemědělské produkce (důsledků tohoto výpadku) a tedy i nutnosti využívat vysokou míru prostředků na ochranu rostlin. Růst dopadů škůdců a propuklých chorob pěstovaných rostlin je dáván také do souvislosti s všudypřítomným poklesem mikroživin v půdě. Nejde však o nevratnou změnu. Pokles je způsoben vysokým užíváním vysokých dávek chemických látek, které jsou nepříznivé pro živé mikroorganismy v půdě (Chand, 1999).

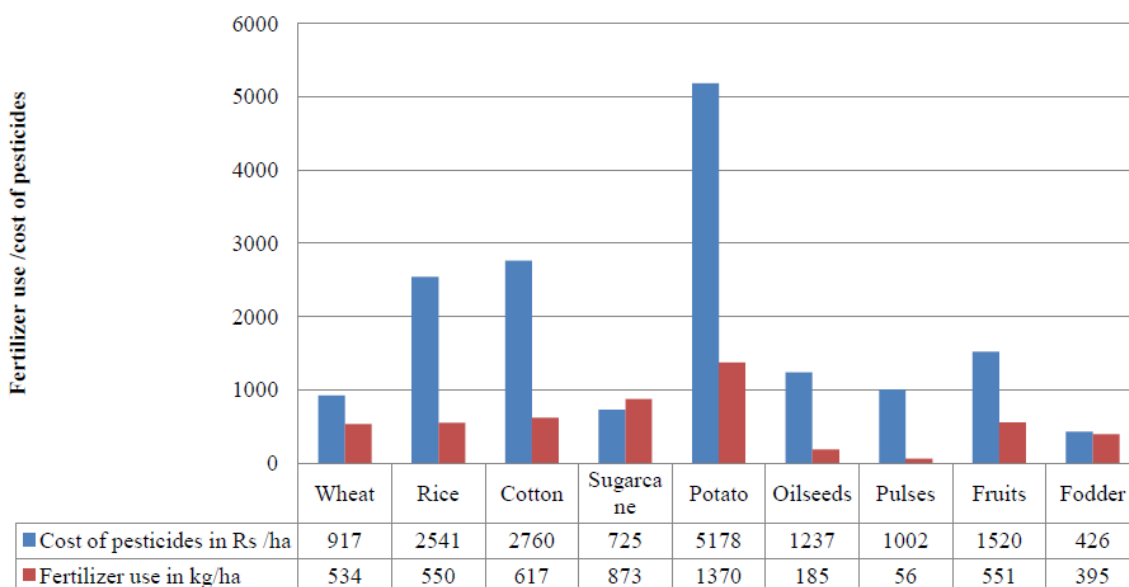
Uvedené dopady intenzivního využívání zemědělské půdy se neprojevují pouze zhoršením životního prostředí a zvýšením zdravotních rizik pro obyvatelstvo, poklesem stability zemědělské produkce a ekosystému jako celku, jehož nejmarkantnějším příznakem je pokles diverzity zemědělské produkce ale i divoké fauny a flóry a zvýšená závislost zemědělství na ochranných a podpůrných prostředcích jako jsou umělá hnojiva, pesticidy, umělé zavlažování, ale mají dopad i na ekonomiku zemědělské výroby. Této problematice se blíže věnuje následující kapitola.

3.3 Ekonomické důsledky nadměrného využívání přírodních zdrojů

Zhoršování dostupnosti vody jakož i kvality půdy se projevuje ve zvýšených nákladech pěstování. Pokles hladiny pozemní vody vede k nutnosti výměny odstředivých vodních pump za ponorné, které však mají vyšší spotřebu elektrické energie. Pro nedostatek elektrické energie v Indii jsou pro zajištění jejich provozu často nasazovány diesellové

agregáty, což dále zvyšuje náklady produkce a nebezpečí dalšího znečištění (Sangha, 2014, 331-341). Za předpokladu setrvalého poklesu hladiny spodní vody se nutná výměna může týkat až dvě sta tisíc pump, jejichž hodnota byla odhadována v korunovém vyjádření na 750 000 Kč (Chand, 1999).

Eroze přírodních zdrojů se projevuje také ve zvýšené potřebě agrochemikálií pro prevenci nemocí pěstovaných plodin a ztrát způsobených hmyzími škůdci. Užití pesticidů v Punjabu vzrostlo z průměrné úrovně dosahované na počátku osmdesátých let minulého století do stavu na konci prvního desetiletí nového tisíciletí o 80 % (měřítkem je hmotnost užívaných látek) (Sidhu, Vatta a Dhaliwal, 2010, 413-427). To má svůj odraz i v nákladech pěstování dotčených plodin. Hodnoty užívaných pesticidů i ve finančním vyjádření podle jednotlivých plodin zobrazuje následující Tabulka 3.



Tabulka 3: Užití pesticidů a umělých hnojiv při pěstování jednotlivých plodin v Punjabu v Indii, 2010

Pozn: Údaje v případě pesticidů (modře) jsou uváděny v indických rupiích na hektar obdělávané plochy, údaje v případě umělých hnojiv jsou v kilogramech na hektar obdělávané plochy.

Zdroj: Singh et al., 2011

V případě bavlníkové rostliny je patrné, že patří k nákladnějším plodinám na přípravky pro ochranu před škůdci nebo chorobami. Pěstební kombinace založené na pšenici a rýži a pšenici a bavlně patří k nejrozšířenějším v regionu díky nejvyšším dosahovaným výnosům z těchto pěstebních kombinací. Profitabilitu jednotlivých plodin, a tedy

i rozhodnutí o jejich pěstování, do značné míry ovlivňuje nastavení garantových výkupních cen zemědělské produkce (Singh, Park a Litten-Brown, 2011).

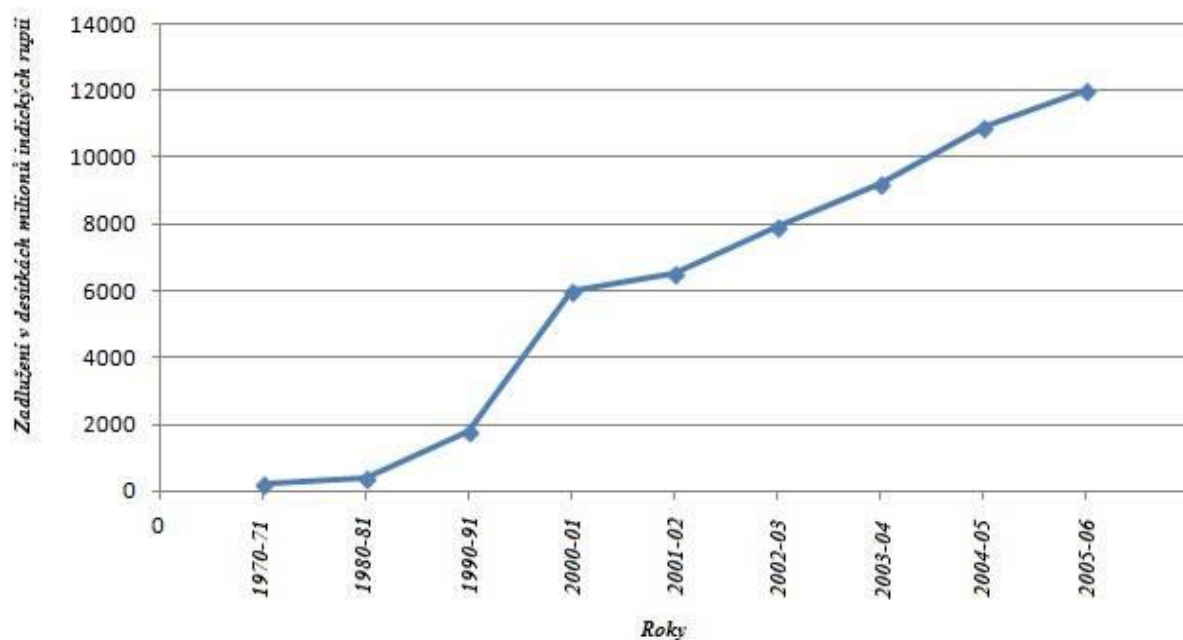
Náročnost pěstební kombinace bavlna – pšenice na umělé zavlažování není podstatně odlišná od nejrozšířenější pěstební kombinace v Punjabu rýže - pšenice. Konkrétní hodnoty srovnání s dalšími plodinami v oblasti zobrazuje následující tabulka.

Pěstební kombinace	Letní období/Kharif	Zimní období/Rabi	Celkem
Rýže – pšenice	Rýže (730)	Pšenice (350)	1 080
Třtinový cukr	Třtinový cukr	Třtinový cukr	1 600
Bavlna – pšenice	Bavlna (715)	Pšenice (350)	1 065
Kukuřice - pšenice	Kukuřice (460)	Pšenice (350)	810

Tabulka 4: Srovnání náročnosti pěstebních kombinací v Punjabu na potřebu umělého zavlažování (údaje v mm)

Zdroj: Shergill, 2007

S ohledem na vyšší náročnost zemědělské výroby rostly na konci minulého století s růstem hektarových výnosů i nutné výdaje na nákup pesticidů, umělých hnojiv, semen apod., ale i zajištění umělého zavlažování. To mělo svůj odraz v prudkém růstu nákladů na materiálové vstupy do zemědělství. V případě pěstování pšenice nebo rýže je tento růst v regionu Punjabu odhadován v období let 1975 – 1992 okolo deseti procent ročně v průběhu celého období (Jodhka, 2006, 1530-1537). Rostoucí náročnost zemědělské výroby na nakupované vstupy se projevila v rostoucí finanční zátěži hospodařících zemědělců, která se nakonec akumulovala v podobě rostoucího zadlužení farmářů (Sangha, 2014, 331-341) viz graf 4.



Graf 4 Zadlužení v Punjabu hospodařících zemědělců v období 1970 – 2006 (údaje v desítkách milionů indických rupií)

Zdroj: Sangha, K. K., 2014

V Punjabu navíc dochází k poklesu velikosti vlastněných zemědělských pozemků, průměrná roční půjčka pro zemědělce v Punjabu je třikrát vyšší než je indický průměr. Vysoké zadlužení je způsobeno zejména vlivem rostoucích nákladů na zemědělské vstupy (Sangha, 2014, 331-341).

Rostoucí náklady pěstování a klesající úrodnost půdy v regionu Punjabu se projeví již v 90. letech minulého století. Region v tomto období poprvé po zahájení zelené revoluce začal zaostávat za růstem v ostatních částech Indie (Chand, 1999). Konkrétní hodnoty zobrazuje následující tabulka

Období		1980 – 1990	1990 - 1996
Čistý domácí produkt – zemědělství	Punjab	5,19	2,89
	Indie	3,05	2,93
Čistý domácí produkt – celkem	Punjab	5,3	4,17
	Indie	5,18	5,22
Příjem na osobu	Punjab	3,43	2,28
	Indie	3,04	3,39

Tabulka 5: Tempo růstu čistého domácího produktu a příjmu na osobu v Punjabu a v Indii v období 1980 – 1990 a 1990 – 1996 (údaje v procentech)

Zdroj: Chand, 1999

Z tabulky je patrné, že k poklesu ekonomické výkonnosti dochází zejména v důsledku zpomalením růstu dosahovaného v zemědělském sektoru. Příčiny lze zejména spatřovat v široce rozšířeném vyčerpání půdy a její nižší úrodnosti, jakož i vyčerpání zdrojů zavlažování, které se pak promítá do finanční náročnosti produkce (Chand, 1999). Zhoršení výnosnosti půdy a vyšší náročnost na materiálové vstupy zemědělské výroby se nepromítají pouze do vyššího zadlužení hospodařících zemědělců, ale spolu se změnami v životním prostředí, které negativně ovlivňují zdraví populace, prudce zhoršilo socioekonomické podmínky a vyústilo do tak negativních jevů jako zvýšený počet sebevražd. Neoficiální odhady udávají pro období 1998 – 2005 až 40 tis. takových případů (Sangha, 2014, 331-341). Příjem 47 % domácností farmářů hospodařících v Punjabu je nižší než příjem nekvalifikovaného státního zaměstnance. Ekonomická situace podstatně většiny farmářů v regionu poklesla, nicméně stávající hospodářský model se již vyčerpal (Chand, 1999) a není tak cestou ke zlepšení jejich ekonomické a sociální situace.

3.4 Dílčí shrnutí

Region Punjabu stál v popředí úsilí o zintenzivnění přístupu k zemědělství započatého v Indii počátkem 60. let minulého století. Cílem tzv. zelené revoluce byla potravinová soběstačnost země, které nakonec bylo prostřednictvím zvýšení plochy obdělávané půdy, ale zejména zvýšením hektarových výnosů dosaženo. Zintenzivnění zemědělské výroby však přineslo řadu negativních důsledků a souviselo zejména s nadužíváním přírodních zdrojů. Rapidní nárůst ploch s umělým zavlažováním vedl postupem času k poklesu vhodných zdrojů vody a k růstu nákladů na její zajištění. Intenzivní vytěžování půdy vedlo k závislosti na umělých hnojivech, soustředění se na úzký okruh plodin s nejvyššími ekonomickými výnosy vedlo k poklesu diverzity pěstované produkce. S rozšířením

monokulturních zemědělských ploch došlo i k poklesu diverzity okolní flóry a fauny. Úzce zaměřené pěstební plochy jsou více náchylné k propuknutí chorob a rozvoji škůdců, k čemuž přispívá i dlouhodobé vyčerpání půdy. Pěstitelé se tak musí ve zvýšené míře spoléhat na nakupované pesticidy. Všechna tato opatření jsou podstatným nákladem zemědělské produkce. Tato opatření mohou být navíc vzájemně kontraproduktivní, přičemž mají podstatný vliv na životní prostředí. Postupné snižování výnosnosti půdy za stálé nutnosti udržovat materiálové vstupy má negativní vliv na rentabilitu zemědělské produkce a finanční situaci farmářů. Spolu s negativními dopady zhoršeného životního prostředí na zdraví obyvatelstva utváří podmínky pro sociální a ekonomické zhoršení situace v regionu.

4 Důsledky intenzivního hospodářství pro kvalitu a dostupnost vody

Intenzivní forma zemědělství má své důsledky, jak bylo již uvedeno výše, pro kvalitu a dostupnost vody. Intenzivní zavlažování v oblasti Punjabu spojené s úsilím o maximalizaci hektarových výnosů vede k dlouhodobému poklesu hladiny spodní vody. V důsledku užití vysoké úrovně umělých hnojiv a ochranných chemických prostředků dochází k jejímu znečištění. Podobně jako v případě kvality půdy tak někteří autoři hovoří o dopadu nadměrného využívání přírodních zdrojů na budoucí generace (Sidhu a Dhillon, 1997).

Zemědělství je v Indii největší uživatel vodních zdrojů. Zatímco průmysl a domácnosti spotřebují dohromady 9 % užité vody, na zemědělství (zavlažování) připadá zbývajících 91 %. Zatímco v roce 1990 to bylo 460 km³, tak v roce 2010 to již bylo 692 km³. Zavlažování je koncentrováno zejména v severní části Indie, v okolí řek Indus a Ganga. Jde zejména o region Punjabu, Rajasthanu, Uttar Pradesh a Madhya Pradesh (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2012). V případě Punjabu jsou hlavními využívanými vodními toky Sutlej a Beas, okrajově pak Ravi a Ghaggar (Kaur, 2014, 279-286). Důležitost vodních zdrojů v těchto regionech pro zemědělství, ale i např. pro městské obyvatelstvo vede k velké pozornosti věnované právům a spravedlivému nakládání s vodou (Narain, 2014, 974-989). K zemědělským účelům je využívána jak povrchová voda (v Indii představuje 52 % využívané vody), tak podzemní voda (33 %), voda z odvodnění zemědělských kanálů (15 %), zlomkový podíl má pak odsolování. Podzemní voda se stává stále důležitějším zdrojem nejen pitné vody pro obyvatelstvo, ale zdrojem i pro zemědělství (Singh, 2013, 61-71). Historicky bylo zavlažování v Indii zajišťováno prostřednictvím zavlažovacích kanálů, které jsou povětšinou ve vlastnictví státu. Postupem času však dochází k zvětšování podílu podzemní vody na celkovém množství vody užitém k zavlažování (viz následující tabulka) (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2012).

Rok	1993	2001
Zavlažovací kanály (většinou ve vlastnictví vlády)	34 %	29 %
Nádrže	6,5 %	4 %
Studny (většinou v soukromém vlastnictví a správě)	53 %	63 %
Neidentifikované	6,5 %	4 %

Tabulka 6: Zdroje zavlažování v zemědělství Indie v roce 1993 a v roce 2001 (údaje v procentech celku)

Zdroj: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2012

Z tabulky 5 je patrné, že v mezidobí došlo k podstatnému rozšíření využití podzemní vody k umělému zavlažování. Tyto dodatečné zdroje zavlažovací kapacity jsou obvykle vytvořeny ze soukromých zdrojů. Podmínky k tomu byly vytvořeny rozvojem elektrické sítě (nižší náklady na čerpání než v případě naftových generátorů) a dostupností úvěrování (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2012). Důvodem je také snížení zavlažované plochy prostřednictvím zavlažovacích kanálů. Zatímco na počátku 70. let minulého století bylo v Punjabu tímto způsobem zavlažováno 1,3 mil. hektarů, tak na přelomu tisíciletí to již bylo pouze 1 mil. hektarů půdy. Příčinou snížení zavlažování tímto způsobem je špatný technický stav kanálů a s tím související ztráty vody. Podle odhadů pouze 35 – 40 % vody vstupující do zavlažovacích kanálů je využito k zavlažování (Kaur, 2014, 279-286). Zastarávání rozvodného zavlažovacího systému ilustruje následující tabulka hodnotící jednotlivé bloky tohoto systému dle jejich technického stavu a využití.

Kategorie	1992	1999	2005	2010
Přetížený	63	73	103	107
Kritický stav	7	11	5	5
Vážný stav	15	16	4	4
Odpovídající stav	33	38	25	26

Tabulka 7: Technický stav jednotlivých bloků kanálového zavlažovacího systému v oblasti Punjabu v období 1992 – 2010. Jednotkou je počet objektů (stavebních děl).

Zdroj: Kaur N., 2014, 279-286

Špatný technický stav zavlažovacích kanálů zvyšuje tlak na využívání podzemní vody. Zatímco však v některých oblastech Indie je podzemní vody stále dostatek, tak v oblasti Punjabu a v okolních regionech čerpání spodní vody přesáhlo dlouhodobě udržitelné úroveň (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2012). Přehled čerpání vody a její dlouhodobé dostupnosti v oblasti Punjabu zobrazuje

následující tabulka 7. Z ní je patrný nedostatek vodních zdrojů pro současnou formu zemědělství Punjabu.

Zdroje a užití vody	Množství vody
Povrchová voda	1,58 milionů km ² /m ³
Spodní voda	1,68 milionů hektar-metrů km ² /m ³
Dostupná voda celkem	3,26 milionů hektar-metrů km ² /m ³
Zemědělská potřeba vody	4,53 milionů hektar km ² /m ³
Deficit vody	1,26 milionů km ² /m ³

Tabulka 7: Přehled zdrojů a užití vody v Punjabu v Indii

Zdroj: Kaur N., 2014, 279-286

K podobným údajům dochází Kumar, Singh K. a Singh B. (2014, 147-161) když dlouhodobý průměr užití povrchové vody odhadují na 1,58 milionů km²/m³ a celkové užití vody v zemědělství Punjabu na 3,13 milionů km²/m³. Upozorňují na skutečnosti, že poptávka po vodě od 70. let minulého století (nejen k zemědělskému užití) v regionu dlouhodobě roste. O 32, 55, 68 a 72 % v letech 1980, 1990, 2000 a 2008. Růst v posledním období dávají do souvislosti s intenzivním přístupem k zemědělství, přičemž roční celkový deficit vody odhadují na 1,63 milionu km²/m³ (Kumar et al., 2014, 147-161).

V souvislosti s nedostatkem vody i k nezemědělskému užití dochází k rozvoji šetrnějších způsobů zavlažování. Od 80. let minulého století pak k postupnému rozvoji užití zavlažovacích postřikovačů, které jsou šetrnější na vodní zdroj (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2012). Jejich podíl na celkové zavlažované ploše je však minimální (podíly jednotlivých způsobů zavlažování uvádí následující tabulka 8).

Způsob zavlažování	Podíl na celkové zavlažované ploše
Povrchové zavlažování (rozlévání)	97 %
Zavlažovací postřikovače	2 %
Lokální zavlažování	1 %

Tabulka 8: Způsoby zavlažování zemědělské půdy v Indii v roce 2004 (údaje v procentech)

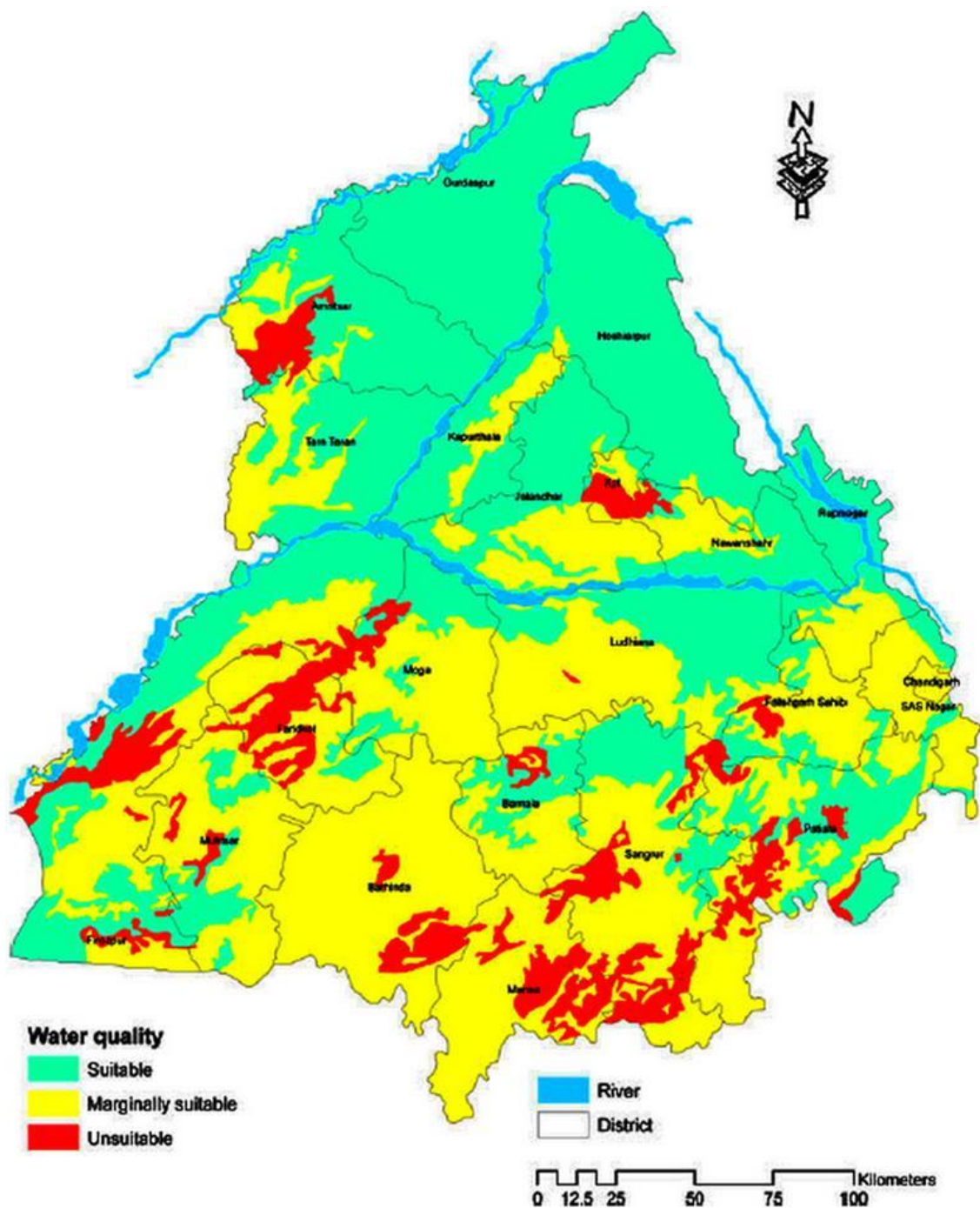
Zdroj: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2012

V oblasti Punjabu je 97 % obdělávané plochy zavlažováno. 73 % této zavlažované plochy je pak zavlažováno podzemní vodou (Khera et al., 2014, 27-31). Pro nešetrné využívání a nadužívání vodních zdrojů dochází v oblasti Punjabu k poklesu hladiny spodní vody. Zatímco v roce 1973 bylo jen 3 % území s hladinou spodní vody pod 10 metrů, tak v roce 2004 to již bylo 90 % (Kumar, et al., 2014, 147-161). Nároky na zavlažování se však

značně liší podle jednotlivých plodin a pěstebního období (kharif – letní období a rabi – zimní období). Nejnáročnějším na vodní zdroje v období kharif, ve kterém se pěstuje i bavlna, patří rýže a cukrová třtina. Pěstební kombinace založená střídání rýže a pšenice patří přitom k nejrozšířenějším v regionu. Z pohledu náročnosti na vodní zdroje tak pěstování bavlny, jako druhé nejrozšířenější plodiny v období kharif, může představovat určitou odpověď na dlouhodobý nedostatek vody v regionu (Kaur, Sidhu a Vatta, 2010, 273-284). Pěstební nároky bavlny na vodu (1,3 tis. m³/hektar) jsou ve srovnání s nároky rýže (9,7 -13,7 m³/hektar) téměř desetinové. Pěstování bavlny, její výnosy, jsou však citlivější na kvalitu zavlažované vody ve srovnání s jinými plodinami (Thind, Buttar a Aujla, 2010, 489-496).

Nedostatek vody není jediným problémem, kterému čelí snahy o intenzivní hospodářské využívání půdy v regionu Punjabu. Podstatnou otázkou, nejen pro zemědělské účely, je kvalita vody. Kvalita povrchové vody je negativně ovlivněna průmyslovou činností, odpadní vodou domácností, ale i vlastní zemědělskou činností, zejména do vody postupným uvolňováním v zemědělství užívaných umělých hnojiv, herbicidů a pesticidů (Kaur, 2014, 279-286). Intenzivní formy zemědělství se projevují nejen na kvantitě, ale i na kvalitě podzemní vody. Během posledních čtyř dekad se počet studní zvýšil 25 krát. V důsledku toho došlo k čerpání vody z větších hloubek, které jsou však v řadě případů solnými vrstvami, obsahujícími tak nevhodnou vodu pro zemědělské účely. Kvalitu podzemních vod z hlediska jejich užití k zavlažování pěstovaných plodin v oblasti Punjabu zobrazuje následující obrázek.

Červeně označené plochy představují oblasti s nevhodnou podzemní vodou k zavlažování (8 % plochy). Žlutě označené plochy jsou oblastmi, kde lze podzemní vodu pro zavlažování použít, nicméně s určitými výhradami (46 % plochy). Modře označené plochy jsou pak oblasti s vhodnou podzemní vodou pro účely zavlažování (46 % plochy) (Kumar et al., 2014, 147-161).



Obrázek 2: Kvality podzemní vody pro zavlažování ve státě Punjabu, Indie, 2014.

Zdroj: Kumar, R., Singh, K. a Singh, B., 2014

Geologické podloží oblasti je bohaté na soli a sodík, což představuje určitý limit pro užití podzemní vody v zemědělství. Užití takové vody by mohlo vést k zasolení půdy a k jejímu znehodnocení (Kumar et al., 2014, 147-161). V jihozápadní části regionu je v důsledku geologického složení podzemních vrstev i zásaditost vody. Složení užívané podzemní vody tak musí být monitorováno. Užití nevhodné vody je také někdy kompenzováno doplňky jako sádra nebo organické hnojivo, aby použitím takové vody nedocházelo k degradaci půdy (Khera et al., 2014, 27-31).

Kvalita podzemní vody také silně kolísá v závislosti na ročním období. V po-monzunovém období obvykle klesá kvalita vody (Hundal a Khurana, 2013, 1841 – 1851). Podzemní voda však není využívána pouze k zemědělským účelům, ale slouží jako zdroj pitné vody obyvatelstva. Zejména v jihozápadní části Punjabu je problémem zasolenost vody, v dalších oblastech je to pak vysoká koncentrace selenu (Kaur, 2014, 279-286). Zvýšené obsahy solí v podzemní vodě jakož i změny jejích dalších chemických vlastností bývají dávány do souvislosti se zvýšeným počtem výskytu rakoviny v poslední dekádě v jihozápadní části Punjabu (Hundal a Khurana, 2013, 1841 – 1851).

Na kvalitě podzemní vody se však intenzivní zemědělská výroba projevuje i přímo, tj. znečištěním podzemní vody dusičnany z umělých hnojiv přesahujícím limity pro pitnou vodu (Kaur N., 2014, 279-286). V některých oblastech Punjabu jsou překročeny limity pro pitnou vodu i v případě koncentrace magnézia nebo chromu. Na kontaminaci podzemních vod se nepodílí pouze zemědělství, nicméně jeho intenzivní forma v podobě užití vysokých dávek umělých hnojiv ho řadí mezi přední znečišťovatele (Singh A. K. et al., 2015, 514). Zemědělství je např. také důležitým zdrojem znečištění fosfáty (Singh Ch. K. et al., 2011, 1881-1898).

V oblasti však dochází také ke kontaminaci povrchové vody. Jedním z důležitých zdrojů je i zemědělství. Kontaminace je obvykle způsobena úniky umělých hnojiv, herbicidů a pesticidů, jakož i erozí půdy obsahující tyto látky. Ve vodních tocích v oblasti byly identifikovány vysoké koncentrace pesticidů jako DDT, BHC, Endosulfan nebo Aldrin. Dále též vysoké koncentrace prvků jako železo, zinek, měď, chrom, olovo a nikl (Kaur N., 2014, 279-286).

Dostupnost pitné vody a možnosti využívání vody v zemědělství se stávají v regionu severovýchodní Indie důležitým společenským tématem. Protože postupem doby těžišť

zavlažovacího systému přešlo z veřejně vlastněných zavlažovacích kanálů na povětšinou soukromě vybudované zavlažovací systémy čerpající podzemní vodu, vznikají otázky spravedlivého rozdělení a čerpání přírodních zdrojů. Úvahy směřují např. k vytvoření systému vodních povolenek, změny ve vlastnictví půdy (nebo vazby mezi půdou přístupem k vodě), vytvoření rezervoárů pitné vody apod. (Steinberg, 2013, 148-168). Dosavadní systém, v kterém je pro zemědělské účely voda volně dostupná, je některými autory považován za základ neefektivního nakládání s vodou při zavlažování (Sidhhu R. S., Vatta a Dhaliwal, 2010, 413-427). Nedostatek vody, požadavky na její alternativní užití obyvatelstvem k nezemědělským účelům a dále pak kvalita vody pro zemědělské využití, ale zejména její kvalita jako pitná voda se stává důležitým společenským tématem.

5 Důsledky intenzivního hospodářství pro kvalitu půdy

Techniky intenzivního zemědělství se projevují nejen v kvalitě a dostupnosti vody, ale i na kvalitě samotné obdělávané půdy. Intenzivní využívání půdy po několik desetiletí vedlo k postupnému poklesu obsahu živin v půdě (Kaur K. K., 2014, 331-341). V zemědělských půdách se objevují deficity některých složek jako dusíku, fosforu, zinku, síry apod. (Sidhu R. S. a Dhillon, 1997, 509-518). Půda se tak stává díky náročnosti pěstovaných plodin, které z půdy odebírají živiny, méně úrodnou (Kaur N., 2014, 279-286). Mikroživiny pak musejí být do půdy dodávány v podobě umělých hnojiv. Rozsah a podoba se liší v závislosti na pěstovaných plodinách a půdách. V oblasti Punjabu je nejčastějším deficitem půdy nedostatek zinku, dále též železa a manganu. Umělé dodání chybějících živin pěstovaným rostlinám v podobě určitých chemických látek je však spojeno s rizikem nežádoucích reakcí v závislosti na vlastnostech obdělávané půdy jako kyselost apod. (Sadana et al., 2010, 24-26).

Rizikovým faktorem je také kontaminace povrchových a podzemních vod. Jde např. o případy, kdy se dodávané látky jako je fosfor, který je důležitý pro růst pěstovaných plodin, dostávají do nižších vrstev půdy a hrozí kontaminací podzemních vod (Aulakh, Garg a Kabba, 2007, 417-427). Naopak zavlažování kontaminovanou vodou je hlavním zdrojem hromadění kovů jako chrom, měď, kobalt, kadmium a olovo v zemědělských půdách Punjabu. Týká se to zejména půd, které jsou nejvíce zavlažovány, tj. s pěstebními plodinami jako rýže nebo cukrová třtina a v oblastech v okolí řek (Bhatti, 2016, 801-808). Zdrojem kontaminace půdy je také zavlažování odpadní vodou, která obsahuje těžké kovy. Její použití vede ke kontaminaci olovem nejen půdy, ale i pěstovaných plodin. Nadlimitní množství olova se tak dostává do potravního řetězce a může představovat vážné zdravotní riziko (Sikka a Nayyar, 2016, 443-448). Dalším prvkem, který se v nadlimitních množstvích uváděných Světovou zdravotnickou organizací objevuje jak v půdě, vodě, ale i v rostlinách (zejména rýže), je arsen. Ten může mít velice nebezpečné důsledky pro lidské zdraví. Jeho zdrojem, kromě v zemědělství užívaných chemikálií je zavlažovací voda z hlubokých vrtů. Pokles hladiny spodní vody vede k čerpání vody z vrstev bohatých na soli, které arsen obsahují (Sidhu S. S. et al., 2012, 1046-1050).

Intenzivní formy hospodaření v regionu vedou také k poklesu organických uhlíkatých látek v půdě. Jejich nedostatek vede k změně fyzických vlastností půdy a ovlivňuje úrodnost

půdy. Organické uhlíkaté látky ovlivňují provzdušnění půdy, její schopnost zachycovat vodu včetně podmínek pro výživu rostlin. Zdrojem uhlíkatých organických látek v půdě jsou organická hnojiva, která však nejsou příliš užívána (Kaur N., 2014, 279-286). Ke ztrátě organických látek z půdy přispívá i skutečnost, že zbytky úrody jsou často páleny. Punjab je jednou z oblastí, která generuje nejvíce těchto zbytků (Bhattacharyya et al., 2015, 3528-3570). Důvodem k takovéto likvidaci organických zbytků úrody je často nedostatek času po dokončení sklizně pro setbu další plodiny.

Degradovaná půda odolává hůře vodní erozi v období dešťů. Situaci dále zhoršuje odlesnění vedené snahou o maximální využití volných ploch pro pěstování zemědělských plodin (Saha a Kukul, 2015, 263-271).

Celková obhospodařovaná plocha v druhé polovině minulého století rostla. Kultivovány byly i oblasti, které byly pro zemědělské hospodaření nevhodné jako písečné pouštní oblasti, nebo mokřady a zasolená území (Kaur N., 2014, 279-286). Zemědělské půdy v suchých oblastech jako Punjab však čelí riziku zpětné přeměny v pouště (Dutta a Chaudhuri, 2015, 441-461). Punjab, podobně jako Rajastan nebo Gujaru, je tomu zvláště náchylný díky rozlehlým písčitém oblastem (Bhan, 2013, 49-57). Za hlavní příčiny tohoto vývoje je považován mj. velký stupeň odlesnění, intenzivní zemědělské praktiky, podepisující se na kvalitě půdy, jakož i dlouhodobě neudržitelné hospodaření s vodou (Dutta a Chaudhuri, 2015, 441-461). Použití podzemní vody bohaté na soli, nevhodné způsoby zavlažování nebo zaplavování půdy pak vedou v oblastech jako Punjab k zasolování půdy (Bhan, 2013, 49-57).

Za hlavní zdroj degradace půdy (pokud odhlédneme od jejího hospodářského využití) v oblasti Punjabu je považována vodní eroze, následována větrnou erozí, zasolováním a podmáčením půdy (Bhattacharyya et al., 2015, 3528-3570). Za hlavní indikátory skutečnosti, že současný způsob zemědělského hospodaření není dlouhodobě udržitelný, je považována eroze půdy, ztráta organických látek obsažených v půdě a zasolování půdy. Jako hlavní bezprostřední příčiny je identifikována intenzivní orba, která vede k poklesu organických látek, rozpadu půdy a její snadnější erozi vodou a deštěm, jakož i její nižší schopnosti absorbovat vodu. Dále je to nedostatečné navracení organických látek půdě po sklizni a zaměření na pěstování monokultur (Bhan a Behera, 2014, 1-12).

Dalším zdrojem rizika pro půdu jsou pro vysokou intenzitu hospodaření v oblasti Punjabu (i kontextu Indie) a zaměření se na monokultury související vysoké hladiny užití pesticidů a herbicidů (Sidhu, Vatta a Dhaliwal, 2010, 413-427). Ty jsou nejen v případě pěstování bavlny považovány za důležité pro udržení kontroly nad plevelem. Při opakované aplikaci stejných látek však plevel získává odolnost. Zvyšování dávek má však negativní vliv na životní prostředí a lidské zdraví a projevuje se i ve složení půdy (Singh a Rathore, 2015).

Za skutečností snížené úrodnosti půdy stojí fakt, že přestože užití pesticidů a umělých hnojiv mělo na přelomu tisíciletí i nadále vzestupnou tendenci (Kaur K. K., 2014, 331-341), tak intenzita zemědělské výroby již ustávala (Kaur N., 2014, 279-286). Rozsah využívané půdy a intenzita zemědělské produkce je zobrazena v následující tabulce 9.

Rok	1961	1971	1981	1991	2001	2010	2013
Osetá plocha (tisíce hektarů)	3 757	4 053	4 191	4 218	4 250	4 171	4 158
Intenzita zemědělské produkce (index)	126	140	161	178	187	190	190

Tabulka 9: Osetá plocha a intenzita zemědělské produkce v Punjabu v období 1961 – 2013

Zdroj: Kaur N., 2014

Z této tabulky je patrné, že růst využití půdy pro zemědělské účely v oblasti Punjabu je typický zejména pro 60. léta, v menší míře pak pro 70. léta minulého století. Od přelomu tisíciletí však již dochází k omezování oseté plochy (Kaur N., 2014, 279-286). Z tabulky je však také patrné, že na přelomu tisíciletí se také zpomaluje růst výnosů typický pro předchozí období a produkce vzhledem k oseté ploše stagnuje. Jak je však uvedeno výše, materiálové vstupy do zemědělství v podobě umělých hnojiv a ochranných prostředků mají i v tomto období tendenci pokračovat v růst. Příčina jejich potřebného zvyšování, zatímco výstup v podobě zemědělské produkce zůstává nezměněn, je spatřována v právě nižší úrodnosti půdy, nedostatku některých živin, které je potřeba druhotně dodávat a napravování nerovnováh vzniklých intenzivním hospodařením. Náklady na zvýšené materiálové vstupy (umělá hnojiva, pesticidy, herbicidy, opatření zaměřená na zamezení eroze půdy apod.) se tak stávají ekonomickým limitem intenzivní zemědělské produkce.

Ekonomické důsledky v podobě snížené rentability, nebo dokonce nerentability hospodařících zemědělců spolu s environmentálními důsledky intenzivní formy zemědělství, zejména jeho důsledky pro lidské zdraví, jsou základem sociální krize

v regionu. Ta se stává impulsem pro hledání adekvátní odezvy na vzniklou situaci. Snahou je pak nalezení takového modelu zemědělské výroby, který by splňoval (na rozdíl od současného přístupu) podmínku dlouhodobé udržitelnosti (Bhan a Behera, 2014) a zároveň měl na zřeteli, že zemědělství v regionu je důležitým sektorem ekonomiky. Zemědělství Punjabu má značný význam v kontextu celé Indie a je jediným zdrojem obživy značného počtu farmářů a jejich rodin. (Manjunatha et al., 2013) Srovnání přístupů k pěstování zejména bavlny v Punjabu s jinými světovými centry její produkce a úvahám o možnostech aplikace těchto přístupů v oblasti Punjabu pro zlepšení současné ekonomické a ekologické situace v regionu jsou věnovány následující kapitoly.

6 Pěstování bavlny v Punjabu v kontextu pěstování bavlníku v jiných světových oblastech

Indie je ve světovém měřítku po Číně druhým nejdůležitějším producentem bavlny (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2015). Hektarové výnosy plodiny v Indii však značně zaostávají za běžně dosahovanými výnosy v jiných zemích. (Chapagain et al., 2006, 186-203). Na přelomu let 2015 a 2016 však Indie předběhla v produkci bavlny Čínu, což ukazuje tabulka číslo 10.

Země	Produkce (v tis. tun)	Součet produkce (v tis. tun)
Indie	5 748	5 748
Čína	4 790	10 538
Spojené státy	2 806	13 344
Pákistán	1 524	14 868
Brazílie	1 285	16 153
Uzbekistán	827	16 980
Turecko	577	17 557
Austrálie	566	18 123
Turkmenistán	294	18 417
Burkina Faso	239	18 656

Tabulka 100: Produkce bavlny v pěstebním roce 2015/2016 (12 měsíců) ve vybraných pěstitelských centrech

Zdroj: Vlastní výpočty a zpracování dle STATISTA, 2016

Její prvenství bylo dáno zejména rozsahem obdělávané půdy pro pěstování bavlny. Plocha věnovaná pěstování bavlny v Indii je větší než celková plocha věnovaná pěstování bavlny v dalších čtyřech největších pěstitelských centrech dohromady. Přehled pěstební plochy bavlny v těchto pěstebních centrech zobrazuje tabulka 11.

Země	Pěstební plochy bavlny (v mil. ha)	Kumulace pěstebních ploch (v mil. ha)
Indie	10,7	-
Spojené státy	3,907	3,907
Čína	2,8	6,707
Pákistán	2,4	9,107
Brazílie	0,93	10,037

Tabulka 11: Odhad rozsahu pěstebních ploch bavlny v jednotlivých státech v roce 2016 (údaje v mil. hektarů)

Zdroj: Vlastní výpočty a zpracování. Zdroj dat: INDEX MUNDI, 2016

Z porovnání údajů uvedených v tabulce 10 a v tabulce 11 je patrné, že zatímco po Indii zbývající čtyři největší producenti bavlny (v tabulce 10) dohromady využívají k pěstování bavlny menší plochu než Indie, jejich produkce bavlny je více než dvojnásobná ve srovnání s Indií. Příčinou jsou ve světovém měřítku nízké hektarové výnosy bavlny v Indii. (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2015)

V Indii je bavlna pěstovaná v různých regionech, Punjab je však z nich nejvýznamnější (18 % celkové produkce) (Chapagain et al., 2006, 186-203).

Ve světovém měřítku se pěstování bavlny odehrává v různých klimatických podmínkách a s tím souvisejícími nároky na zavlažování. Přehled potřeb pěstované plodiny na vodu, dostupnost dešťových srážek v jednotlivých regionech a podíl zavlažované plochy v hlavních pěstitelských oblastech zobrazuje následující tabulka 12.

Země	Celková potřeba vody	Dešťové srážky	Krytí potřeby dešťovou vodou	Zavlažování	Celkem spotřeba	Krytí potřeby spotřebou	Podíl zavlažovaných ploch
Čína	718	397	55 %	240	638	89 %	75 %
Indie	810	405	50 %	134	538	66 %	33 %
USA	516	311	60 %	107	419	81 %	52 %
Pákistán	850	182	21 %	668	850	100 %	100 %
Brazílie	606	542	89 %	10	551	91 %	15 %
Uzbekistán	999	19	2 %	981	999	100 %	100 %
Turecko	963	90	9 %	874	963	100 %	100 %
Austrálie	901	322	36 %	521	843	94 %	90 %
Řecko	707	160	23 %	547	707	100 %	100 %
Egypt	1 009	0	0 %	1 009	1 009	100 %	100 %
Průměr	808	243	565	509	752	92 %	77 %
Var. koef.	20 %	71 %	54 %	70 %	27 %	11 %	40 %

Tabulka 12: Nároky pěstované bavlny na spotřebu vody v oblastech její produkce a způsoby jejího zajištění (údaje v mm a procentech)

Zdroj: Chapagain et al., 2006

Z Tabulka je patrné, že s ohledem na jednotlivé lokace dochází ke změnám v potřebě vody pro pěstování bavlny. Nicméně variabilita její potřebnosti ve srovnání s variabilitou její dostupnosti ve formě dešťových srážek je méně podstatná. Nároky na vodu při pěstování bavlny lze v Indii hodnotit jako průměrné. Podstatnější je však dostupnost srážkové vody. Zde je však region Punjabu odlišný od zbytku Indie. Zatímco uváděná průměrná hodnota krytí potřeb vody srážkovou vodou za Indii je 50 % a podíl zavlažovaných ploch pouze 33

%, tak v Punjabu jsou téměř veškeré pěstební plochy zavlažovány. Pěstební podmínky v Punjabu s ohledem na dostupnost vody tak odpovídají spíše zemím jako Pákistán, Uzbekistán, Turecko, popř. Řecko nebo Austrálie. Na opačném konci spektra klimatických podmínek se nachází Brazílie a také USA, které mají nejméně zavlažovaných ploch a nejvyšší krytí potřeb vody dešťovou vodou. Srovnatelnými pěstebními oblastmi pro porovnání přístupů k pěstování bavlny v Punjabu jsou z hlediska vodního hospodářství ty, které jsou závislé na umělém zavlažování (např. Uzbekistán). Z tabulky také vyplývá, že Indie jako celek za ostatními zeměmi zaostává v dostatečném krytí potřeb vody pro pěstování bavlny.

Ze srovnání pěstebních oblastí, které zajišťují vodu pro pěstování zavlažováním, také vyplývá, že v Indii je při pěstování bavlny největší spotřeba vody na hektar zavlažované plochy (viz následující tabulka 13) (Bevilacqua et al., 2014, 154-165).

Oblast	Spotřeba vody při zavlažování (milionů litrů vody pro zavlažování 1 hektaru bavlny)
Egypt	6,5
Čína	4,27
Indie	8,3
Spojené státy	0,0015

Tabulka 13: Spotřeba vody při zavlažování pěstované bavlny v jednotlivých pěstebních oblastech (vybrané farmy v oblasti s nejmenším dopadem na životní prostředí v oblasti)

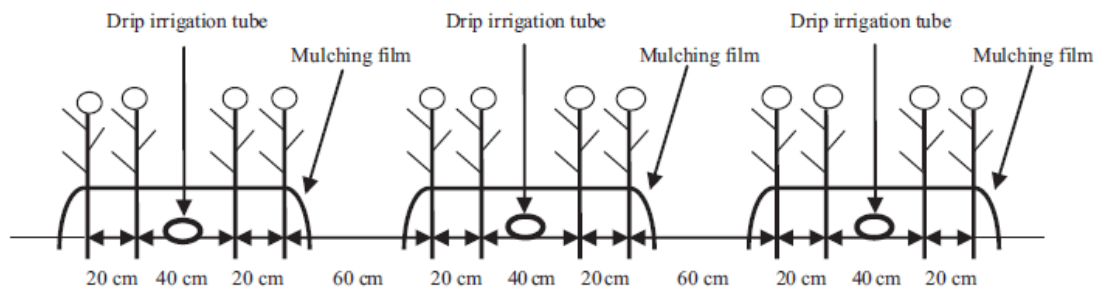
Zdroj: BEVILACQUA et al., 2014

Ze srovnání z tabulky 13 vyplývá skutečně okrajovost významu zavlažování ve Spojených státech. Zejména ve srovnání s Egyptem (kde je 100 % potřeb vody při pěstování bavlny kryto zavlažováním) je v Indii vysoká spotřeba vody na jeden zavlažovaný hektar pěstované bavlny. Významně vyšší hodnoty než v oblasti, která je zcela závislá na zavlažování a má nejvyšší spotřebu vody, svědčí o neefektivních způsobech zavlažování – o vysokém poměru na zavlažování dodané a skutečně pro zavlažování využitě vody. Zavlažování zaplavením (viz obrázek 1) praktikované v Indii patří k neméně efektivním. Tímto způsobem je v Indii zajišťováno 97 % plochy. Značná část vody se vypaří nebo vsákne neupotřebena (U. S. GEOLOGICAL SURVEY, 2016). I v rámci tohoto způsobu zavlažování existují rozdíly. Pro efektivnost zavlažování má podstatný význam, zda je pole vyrovnáno (Kaur B. et al., 2012, 79-85), zda je zabráněno únikům vody a zda je přebytečná voda zachytávána k opětovnému užití (U. S. GEOLOGICAL SURVEY, 2016). Jak bylo ukázáno v kapitole věnující se hospodaření se zemědělskou vodou v Punjabu,

ztráty vody vstupující do zavlažovacích kanálů jsou značné (ke skutečnému zavlažování je užito pouze 30 -40 % vody) (Kaur N., 2014, 279-286). Podstatná je také kvalita vody. Testování zavlažování zaplavováním pouze alternativního řádku při pěstování bavlny v Punjabu ukázalo, že pokud je využívána kvalitní voda ze zavlažovacích kanálů, úroda není podstatně ovlivněna. Situace je však odlišná při užití nekvalitní vody ze studní, v tom případě výnosy klesají (Thind, Buttar a Aujla, 2010, 489-496).

Kromě modifikací a dodatečných opatření při zavlažování zaplavováním je za více efektivní způsob zavlažování považována kapková závlaha, kdy se voda k pěstovaným rostlinám dostává prostřednictvím děr v plastových trubkách vedených kolem kořenů rostlin (U. S. GEOLOGICAL SURVEY, 2016).

Aplikace tohoto způsobu zavlažování při intenzivním přístupu k pěstování bavlny v Číně je spolu s variantami jeho užití zobrazena na následujícím obrázku 3. Užití mulčovací fólie vede k zvýšení teploty půdy a rychlejšímu zrání rostliny. Mulčovací fólie zabraňuje také ztrátě vlhkosti. Přestože uvedený způsob zavlažování má řadu rizikových nebo negativních aspektů (zasolování okolo zavlažovacích otvorů, ovlivnění kořenového systému rostlin, nerovnoměrné rozložení živin v půdě, odstraňování fólie apod.) dosahuje významně vyšší efektivity zavlažování (o 20 – 50 %) než zavlažování zaplavování a o 10 – 30 % vyšší výnosy bavlny. Zavlažování odkapáním také umožňuje dopravovat umělá hnojiva přímo ke kořenům rostlin, což podstatně zvyšuje i efektivitu jejich užití (Dai a Dong, 2014, 99-110). Z pokročilejších systémů zavlažování jsou v Indii v o něco větší míře využívány postřikovače (viz tabulka 8). Jejich užití se však také potýká s vysokými ztrátami prostřednictvím odpařování, předpokladem jejich zapojení je užití těžké zemědělské techniky. Zavlažování odkapáváním je tak považováno za efektivnější (U. S. GEOLOGICAL SURVEY, 2016).



Obrázek 3: Schéma aplikace zavlažování bavlníkové rostliny v Číně při intenzivním pěstování odkapáváním pod mulčovací fólií (a) a aplikace v reálných podmínkách (b)

Zdroj: Dai a Dong, 2014

Na vyšší mezní produktivitu vody dodávané odkapáváním proti obvyklému zaplavitelní pěstební plochy měřenou jako přírůstek produkce k množství dodané vody upozorňují experimenty provedené v polosuchých oblastech centrální Indie (Singh, Rao a Regar, 2010, 965-970). Přestože zemědělci v Indii vynakládají nejvíce vody na hektar pěstované plochy bavlny, tak pozitivní dopady těchto dodávek na přírůstky úrody bavlny jsou ve srovnání s ostatními zeměmi nízké. Srovnání produktivity dodané vody v produkci bavlníkových semen ve vybraných zemích zobrazuje následující tabulka 14.

Rok studie	Region	Způsob zavlažování	Produktivita vody v úrodě bavlníkových semen
2007	Uzbekistán	Odkapávání	0,63-0,88
		Mezi řádky	0,46-0,5
2009	Turecko	Odkapávání	0,77-0,96
2006	Turecko	Mezi řádky	0,61-0,72
2002	Turecko	Odkapávání	0,50-0,74
2011	Sýrie	Odkapávání	0,32-0,39
2010	Indie	Odkapávání	0,394-0,418
2005	Indie	Odkapávání	0,221
		Rozlévání	0,176
2004	Svět		0,41-0,95

Tabulka 14: Produktivita vody v úrodě bavlníkových semen při pěstování bavlny ve vybraných zemích (údaje v kg/m³)

Zdroj: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2015

Indie vykazuje nejmenší přírůstek produkce vzhledem k dodané vodě ze srovnávaných zemí. V případě odhadnutého intervalu produktivity dodané vody na produkci bavlníkového semene v globálním pohledu se hodnoty dosahované v Indii pohybují na jeho dolním okraji. Nízké hodnoty jsou teoreticky vysvětlitelné buď tím, že rostliny mají takový dostatek vody, že jeho další zvýšení již nemůže zvýšit produkci, nebo jen velmi málo (tj. dodávané množství vody je vzhledem k maximální produkci optimální) nebo je dodávána nedostatečně účinně, popř. brání v projevu pozitivních účinků vody na úrodu jiné okolnosti. Vzhledem k pocíťovanému nedostatku vody v Indii, zejména pak v Punjabu, při pěstování bavlny, lze první variantu vyloučit. Že jde o nízkou účinnost zavlažování, napovídá i nižší hodnota produktivity v úrodě bavlníkového semene dodanou vodou rozléváním (0,176 kg/m³) ve srovnání se zavlažováním odkapáváním (0,221 kg/m³).

Dalším důležitým ukazatelem přístupu k pěstování bavlníkové rostliny ukazující na míru intenzity je rozsah použití umělých hnojiv. Míru jejich užití v jednotlivých pěstitelských oblastech zobrazuje následující tabulka.

Země	Dusíkatá hnojiva	Fosforečná hnojiva	Draselná hnojiva
Čína	120	70	25
Indie	66	28	6
USA	120	60	85
Pákistán	180	28	0,4
Brazílie	40	50	50
Uzbekistán	210	45	1,2
Turecko	127	39	3,5
Austrálie	121	50	12,4
Řecko	127	39	3,5
Egypt	54	57	57
Průměr	117	47	24
Medián	121	48	9

Tabulka 15: Užití umělých hnojiv pro podporu bavlníkové rostliny v důležitých světových oblastech jejího pěstování (údaje v kilogramech na hektar)

Zdroj: Chapagain et al., 2006

Ze srovnání Indie¹ s dalšími oblastmi pěstování bavlny vyplývá, že užití umělých hnojiv v Indii hluboce zaostává za průměrnými hodnotami užívanými v jiných světových oblastech. V případě dusíkatých a fosforečných hnojiv se aplikované dávky na jednotku obhospodařované plochy pohybují na poloviční úrovni, v případě draselných hnojiv na dvoutřetinové úrovni. Přestože jsou v oblasti Punjabu aplikovány intenzivnější zemědělské techniky než v ostatních oblastech Indie, srovnání nenaznačuje, že ve světovém srovnání dodávané dávky umělých hnojiv nejsou nepřiměřeně vysoké, spíše jsou podprůměrné.

Důležitým materiálovým vstupem při pěstování bavlny jsou ochranné prostředky. Přestože se bavlna ve světovém měřítku pěstuje na 2,4 % obdělávané plochy, tak při pěstování bavlny aplikované insekticidy představují 24 % světového trhu s těmito látkami, v případě herbicidů jde pak o 11 % světového trhu (Chapagain et al., 2006, 186-203). Srovnání užití pesticidů v jednotlivých pěstitelských oblastech přináší následující tabulka 16.

¹ Při srovnání je třeba mít na zřeteli, že intenzita zemědělské činnosti v oblasti Punjabu je vzhledem k průměru za celou Indii nadprůměrná. Množství užití umělých hnojiv v Punjabu bude tedy s vysokou pravděpodobností vyšší než průměrné hodnoty za celou Indii.

Země	Rok	Užití pesticidů
Austrálie	2007	1,0
Brazílie	2006	4,9
Indie	2006	0,9
Togo	2010	1,1
Turecko	2006	0,6
Spojené Státy	2006	1,2
Průměr		1,6
Variační koeficient		92 %
Medián		1,05

Tabulka 16: Průměrné užití pesticidů při pěstování bavlny v jednotlivých zemědělských oblastech (údaje v kilogramech na hektar)

Zdroj: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2015

Oblast Indie opět ze srovnání vychází jako oblast s podprůměrnými zásahy do pěstování bavlny. Srovnání je sice vychýleno vlivem extrémních hodnot v případě Brazílie reflektujících její odlišné klimatické podmínky, nicméně i při použití mediánu omezujícího vliv extrémních pozorování zůstává množství aplikovaných pesticidů při pěstování bavlny v Indii mezi těmi nižšími.

Určité srovnání intenzity zapojovaných rozličných zdrojů do pěstování bavlny v Punjabu ve srovnání s jinými světovými pěstitelskými oblastmi bavlny může představovat těch vybraných pěstitelů z daných oblastí, kteří jsou v dané oblasti považováni za nejvíce šetrní k životnímu prostředí (Bevilacqua et al., 2014, 154-165).

Ukazatel	Egypt	Čína	Indie	USA
Region	Severní Egypt	Xinjiang	Sever	Missouri
Velikost farmy	14,4 ha	3,2 ha	16,8 ha	213 ha
Sklizeň	ruční sběr	ruční sběr	ruční sběr	mechanizace
Produktivita	940 kg / ha	1100 kg / ha	563 kg / ha	1013 kg / ha
Užití defoliantů	Ne	Ano	Ne	Ano
Zavlažování	Ano	Ano	Ano	Ne
Způsob zavlažování	Zaplavování	Zaplavování	Zaplavování	-
Zdroj vody	Nil	Řeky, studny	Zavodňovací sys.	-
Spotřeba vody	6,5 mil. l/ha	4,27 mil. l/ha	8,5 mil. l/ha	0,0015 mil. l/ha
Spotřeba elektřiny	0,8585 kWh/kg	0,648 kWh/kg	0,912 kWh/kg	0,427 kWh/kg
Spotřeba nafty	314,4 l/ha	365,8 l/ha	351,2 l/ha	415,4 l/ha
Doprava (tuny* km/kg bavlny)	0,285	0,267	0,326	0,348
Pesticidy Ia – extrémně rizikové Ib – vysoce rizikové II – středně rizikové III – mírně rizikové U – nepravděpodobně rizikové	0,95 kg/ha I-U 0,042 kg/ha II-U	0,5 kg/ha U/Ia 0,5 kg/ha II-U 0,5 kg/ha	0,46 kg/ha Ib 0,125 kg/ha Ib 0,39 kg/ha II 1,12 kg/ha II 0,90 kg/ha II 0,1 kg/ha II 0,05 kg/ha II 0,014 kg/ha U	0,7 kg/ha U/Ia 1,35 kg/ha I-U 0,0102 kg/ha II-U
Herbicidy	0,59 kg/ha U 0,66 kg/ha U	0,74 kg/ha III 0,91 kg/ha U 0,94 kg/ha U	1,3 kg/ha III 1,1 kg/ha U 0,78 kg/ha III	0,8 kg/ha 0,025 kg/ha 0,04 kg/ha 0,1 kg/ha Ib 1,2 kg/ha U 0,047 kg/ha III 0,62 kg/ha U
Hnojiva kg/na kg bavlny	Močovina 0,074 N-amonium 0,04256 N-nitrate 0,04256 Fosfor 0,041 Potaš 0,047	Močovina 0,05 N-amonium 0,12 N-nitrate 0,05 Fosfor 0,077 Potaš 0,124	N-amonium 0,0444 N-nitrate 0,0444 Fosfor 0,045 Potaš 0,03	Močovina 0,023 N-amonium 0,055 N-nitrate 0,031 Fosfor 0,053 Potaš 0,09

Tabulka 17: Srovnání pěstitelů bavlny z jednotlivých světových pěstitelských oblastí, kteří ve své oblasti hospodaří nejšetrněji s ohledem na životní prostředí

Zdroj: BEVILACQUA et al., 2014

Přestože musíme ke srovnání přistupovat s určitou obezřetností, neboť pozorování v jednotlivých oblastech mohou být značně vychýlená proti průměrně dosahovaným hodnotám,² mohou získané hodnoty poskytnout alespoň rámcovou představu o vzájemných relacích využívání zemědělských zdrojů při pěstování bavlny v jednotlivých

² Např. velikost zemědělské jednotky hospodařící na ploše 16,8 ha není, jak uvedeno v předchozích kapitolách, pro Punjab typická.

pěstitelských centrech. Ze srovnání jsou patrné naprosto odlišné podmínky a (s tím související) i odlišný přístup k pěstování bavlny ve Spojených státech oproti ostatním pěstitelským oblastem. Spojené státy se liší velikostí obhospodařované plochy, která je o jeden až dva řády větší než velikost farem v ostatních oblastech. Úroda není také uměle zavlažována. Rozsah plochy neumožňuje (i s ohledem na ceny práce a kapitálu v oblasti) ruční obhospodařování (zejména sběr), pěstování je mechanizované.

Pěstování bavlny v severní Indii je tak spíše podobné pěstování bavlny v Číně, popř. v Egyptě (ze srovnávaných oblastí). Porovnáme-li množství vstupů vynakládaných na pěstování bavlny, zjistíme, že v severní Indii je spotřebováno mnohem více vody, pesticidů a herbicidů, ale méně umělých hnojiv než v porovnávaných oblastech. Spotřeba nafty je průměrná, vyšší je však spotřeba elektrické energie a potřeba dopravy na jednotku vypěstované plodiny. Důvodem jsou malé hektarové výnosy, které zaostávají za všemi ostatními regiony. Přes různé přístupy k hospodaření a různé klimatické a půdní podmínky jsou výnosy v těchto oblastech sobě navzájem podobné a dosahují zhruba dvojnásobné výše výnosů na obdělávanou plochu v severní Indii. Důvody nižších výnosů lze logicky spatřovat pouze v nevhodné kombinaci zdrojů pro pěstování bavlny, nebo v nevhodnosti prostředí (klíma, půdní podmínky, přítomnost škůdců apod.) pro pěstování bavlny (popř. v nezachycených faktorech).

Nižší hektarové výnosy v Indii nejsou pouze záležitostí vybrané skupiny producentů, ale týkají se celé Indie. Srovnání hektarových výnosů bavlny v Indii (ale i pšenice, která se v Indii vyskytuje v pěstební kombinaci s bavlnou) s ostatními zeměmi produkujícími bavlnu zobrazuje následující tabulka 18.

Země produkce	Výnos bavlny (kg/ha)	Výnos pšenice (tuna/ha)	Hrubý domácí produkt na osobu paritou kupní síly v USD
Čína	1 633	5	14 107
Indie	529	3	6 161
USA	900	4	55 805
Pákistán	748	3	5 000
Brazílie	1 508	3	15 614
Uzbekistán	642	5	6 068
Turecko	1 639	2	20 437
Austrálie	1 859	2	47 389
Řecko	1 034	5	26 448
Egypt	693	6	11 849

Tabulka 18: Hektarové výnosy bavlny a pšenice v zemích předních producentů bavlny (údaje v kilogramech a tunách na hektar plochy)

Zdroj: INDEX MUNDY, 2016 a MEZINÁRODNÍ MĚNOVÝ FOND. 2015. 2016

Ze srovnání je patné, že hektarové výnosy bavlny patří v Indii k nejnižším z již sledovaných center.³ Sledujeme-li však hektarové výnosy pšenice v uvedených zemích zaostávání Indie není tak významné. Korelace hektarových výnosů pšenice a hektarových výnosů bavlny v jednotlivých zemích je dokonce záporná ve výši -0,46. Uvedené tedy naznačuje, že pěstební rozdíly nejsou zřejmě podstatně ovlivněny obecnými charakteristikami jako nevhodnost půdy k hospodaření. Nicméně mohou být ovlivněny přítomností či absencí specifických podmínek vyžadovaných jednotlivými pěstovanými plodinami.⁴

Sledujeme-li dále souvislost hektarových výnosů bavlny a pšenice s ekonomickou úrovní dané země (v tabulce 18 zachycené úrovní hrubého domácího produktu na obyvatele přepočteného paritou kupní síly na americké dolary) zjistíme, že zatímco v případě pšenice získáme negativní korelační koeficient (-0,23), tak v případě bavlny země uvedené v tabulce 18 dosahují pozitivního korelačního koeficientu ve výši 0,4). Uvedené hodnoty jsou pod hranici spolehlivosti $\alpha = 5 \%$ a $\alpha = 10 \%$. Důvodem může být nízký počet pozorování. Odpovědí může být zahrnout do testovaného vzorku více zemí. Výsledky takového rozšíření o země (Turkmenistán, Burkina Faso a Mali), které dosahují větší roční produkce bavlny než země s nejmenší produkcí v tabulce 18 (Řecko) jsou zobrazeny v tabulce 19 (INDEX MUNDY, 2016).

³ Indie má nejnižší výnosy, následována Uzbekistánem, Egyptem a Pákistánem

⁴ Podnebí, přítomnosti specifických látek v půdě, kolísání teplot, srážky apod.

Ukazatel	Deset pozorování (země z tabulky 16)	Třináct pozorování (země z tabulky 16 rozšířené o Turkmenistán, Burkina Faso a Mali)
Korelace výnosů bavlny a pšenice	-0,460	-0,174
Korelace výnosů bavlny a úrovně ekonomiky	0,400	0,485
Korelace výnosů pšenice a úrovně ekonomiky	-0,227	-0,167
Kritická hodnota oboustranného testu nulové hypotézy o nulové korelaci (alfa = 5%)	0,630	0,553
Kritická hodnota oboustranného testu nulové hypotézy o nulové korelaci (alfa = 5%)	0,521	0,476

Tabulka 19: Korelace hektarových výnosů bavlny s hektarovými výnosy pšenice a úrovní ekonomiky ve světových centrech pěstování bavlny

Zdroj: INDEX MUNDY, 2016

Z hodnot uvedených v této tabulce vyplývá, že výnosy pšenice nemají souvislost s ekonomickou úrovní dané země. Hektarové výnosy bavlny nemají souvislost s hektarovými výnosy pšenice (přestože by to mohlo být ospravedlnitelné na základě předpokladu o důležitosti faktoru kvality půdy). Výše korelačního koeficientu hektarových výnosů bavlny a úrovně ekonomiky (0,485) však při rozšířeném počtu pozorování vede k zamítnutí nulové hypotézy, že hektarové výnosy bavlny nesouvisí s úrovní ekonomiky.

Výsledky testování naznačují, že pěstování bavlny, na rozdíl od pšenice, je technologicky náročnější proces vyžadující zapojení rozličných zdrojů, což může být v méně rozvinutých ekonomikách jako Indie limitem, projevujícím se v nízkých hektarových výnosech. Pěstování bavlny, na rozdíl od pšenice, je zřejmě mnohem více závislé na vybudované ať již zemědělské či nezemědělské infrastruktuře.

Příkladem takové infrastruktury je zejména zavlažování. Přestože v některých centrech pěstování bavlny není zavlažování bavlny běžné díky klimatickým podmínkám (např. Spojené státy), při pěstování bavlny ho lze považovat za standard. Jak bylo uvedeno výše, v úrovni zavlažovacích technik panují značné rozdíly. Tyto systémy však nejsou provozovány izolovaně, ale navazují na širší ekonomickou a technickou infrastrukturu. Příkladem takových omezení v Indii může být nedostatek a výpadky elektrické energie, které se pak projevují v dodatečných nákladech (např. diesellové agregáty) (Kaur K., 2014, 331-341), ale i nižších výnosech. Rozdílné fáze růstu bavlníkové rostliny jsou různě citlivé na nedostatek vody (Singh, Rao a Regar, 2010, 965-970). Neschopnost zajistit zavlažování

v určitých termínech (např. díky výpadkům elektřiny) se pak nutně projeví na hektarových výnosech plodiny.

Nižší hektarové výnosy bavlny v méně rozvinutých zemích však mohou mít také souvislost s velikostí obhospodařovaných farem. Ve světovém měřítku platí, že velikost farem v ekonomicky rozvinutých zemích je řádově větší a v čase má tendenci růst, zatímco velikost farem méně rozvinutých zemí jihovýchodní Asie dosahuje řádově nižších hodnot a má tendenci klesat. V rozvinutých zemích se průměrná velikost farmy od 60. let minulého století do jeho konce zvýšila z velikosti přes 20 hektarů na velikost přes 30 hektarů. Průměrná velikost farem v méně rozvinutých zemích jihovýchodní Asie se naopak v uvedeném období snížila z velikosti okolo 2,5 hektaru na cca 1,3 hektaru (Lowder, Scoet a Raney, 2016, 16-29). Důvody zvyšování fragmentace vlastnictví půdy v Indii jsou spatřovány v určitých zvyklostech vázících se k dědění půdy, absenci progresivní daně na zděděnou půdu a nerozvinutý trh s pozemky (Manjunatha et al., 2013, 397-405).

Srovnání produktivity půdy při zemědělské činnosti dle velikosti farem v Pákistánu ukázalo, že nejmenší a největší farmy dosahují nejvyšších hodnot, zatímco střední farmy zaostávají. Skutečnost je vysvětlována tím, že na velmi malých farmách je výnos z půdy dosažen intenzivní lidskou prací, zatímco dostatečně velké farmy dovolují investice do kapitálového vybavení a též zajištění vysokých hektarových výnosů (Kiani, 2008, 42-52).

Nedostatek jiných ekonomických příležitostí (mimo zemědělství) v Indii k možnosti využití lidského kapitálu a v poměru s tím vysoká cena investičního zařízení váže pracovní sílu k intenzivnějšímu využití půdy, tj. obhospodařování menších pozemků. Mezi roky 1990 až 2000 klesla průměrná velikost obhospodařované farmy z 1,57 hektaru na 1,33 hektaru (počet hospodařících jednotek vzrostl z 106,64 na 119,93 milionu) (Manjunatha et al., 2013, 397-405). Vývoj třeba také vnímat v kontextu zvyšující se populace (MINISTERSTVO ZAHRANIČNÍCH VĚCÍ ČESKÉ REPUBLIKY, 2016). Zatímco v roce 1980 připadlo v Indii na osobu 0,41 hektaru zemědělské půdy, v roce 2009 to již bylo 0,31 hektaru (Manjunatha et al., 2013, 397-405). Podobný vývoj můžeme sledovat v sousedním Bangladéši, kde mezi roky 1977 a 1996 vzrostl počet farem z 6,2 na 11,8 milionů a podíl farem s obhospodařovanou půdou do 1 hektaru vzrostl z 50 % na 80 %, průměrná velikost farmy klesla z 1,42 hektaru na 0,68 hektaru a obdělávaná půda na osobu klesla z 0,11 na 0,06 hektaru (Rahman, S. a Rahman, M., 2009, 95-103).

Rostoucí fragmentace vlastnictví půdy a zmenšování obhospodařovaných ploch kontrastuje s vývojem v ekonomicky úspěšných východoasijských zemích, jako je Jižní Korea nebo Japonsko, kde se velikost farem zvyšuje, dochází k defragmentaci a pracovní síla je uvolňována do jiných sektorů ekonomiky (Manjunatha et al., 2013, 397-405). Vysvětlení jevu jsou nacházena v dědických zvyklostech, populačních tlacích a nedostatku půdy (Rahman, S. a Rahman, M., 2009, 95-103). Na vztahu mezi velikostí farem a velikostí výnosů není v odborné literatuře shoda. Některé studie ukazují, že malé velikosti farem nemusejí být překážkou růstu hektarových výnosů. Důležité je sledováno institucionální uspořádání (vlastnictví půdy, možnosti jejího převodu apod.) motivace zemědělských pracovníků a pobídky k dlouhodobým investicím do půdy a zemědělské infrastruktury (zavlažovací systémy, přístupové cesty) jak je demonstrováno na příkladu Číny (Wu, Liu a Davis, 2005, 28-49). Za směřováním zelené revoluce a vytvoření malých hospodářství stála také hypotéza „chudí ale efektivní“, že malí vlastníci půdy v dlouhém časovém období rozpoznají limity svých technologických postupů a upraví je s ohledem dosažení nákladově efektivního zemědělského výstupu (Sherlund, Barrett a Adesina, 2002, 85-101). V případě nedostatku kapitálu a dostatku (nevyužití) pracovní síly má tento přístup své opodstatnění. Jeho aplikace v případě bavlny však zřejmě všechny dosažené úspěchy (produkce bavlny na hektar obdělávané plochy rostla v Indii od počátku 60. let minulého století průměrným tempem 2,48 % zatímco ve Spojených státech v uvedeném období rostly hektarové výnosy bavlny pouze průměrným tempem 1,06 %) ⁵ naráží větší omezení, které se týkají nutných investic do zemědělské infrastruktury, zejména zavlažovacích systémů, než jiné zemědělské plodiny jako např. pšenice a dále též investice do vzdělání farmářů (výchozími podmínkami je však situace v severní Indii spíše podobné pěstování bavlny v Číně, které však ve srovnatelném období dosáhla průměrného ročního růstu 3,12 %) ⁶ (Wu, Liu a Davis, 2005, 28-49).

Jak bylo ukázáno v předchozích kapitolách, v posledních desetiletích prudce narostl význam externích materiálových vstupů zemědělské výroby jako umělá hnojiva, zavlažování, pesticidy, herbicidy, modifikované plodiny apod. Úspěšná aplikace těchto prostředků, která se má odrazit ve vyšších hektarových výnosech, jakož i intenzivní formy hospodaření, které však nevedou k degradaci půdy a její ohrožení erozí, vyžaduje určité

⁵ Vlastní výpočty na základě dat INDEX MUNDY, 2016.

⁶ Za zdroj zvyšování produktivity zemědělství v Číně je kromě institucionálních reforem na konci 70. let minulého století považováno i otevření se mezinárodnímu obchodu se zemědělskými komoditami, které nutí zemědělce soustředit se na ty komodity, u kterých nacházejí komparativní výhodu.

technologické znalosti a dodržování určitých postupů. Pro obecný posun v zemědělské výrobě, který může být v případě bavlny pouze více zdůrazněn, k technologicky náročnějším postupům může být, stejně jako pro nutné investice do zemědělské infrastruktury, limitem postupující fragmentace vlastnictví půdy a na ní hospodařících jednotek.

6.1 Dílčí shrnutí

Z komparace pěstitelských technik bavlny v Punjabu a užívaných materiálových vstupů a dalších okolností s dalšími významnými světovými centry pěstování bavlny vyplývá, že pro region Punjabu je charakteristické neefektivní nakládání s vodou. Spotřeba vody na jednotku obdělávané půdy s bavlnou převyšuje hodnoty dosahované i v těch zemích, které jsou plně odkázány na zavlažování (jako např. Egypt). Příčiny leží v zanedbání investic do zavlažování a užívání méně efektivních metod jako zaplavování. Hektarové výnosy bavlny v Indii dlouhodobě rostou, v posledních desetiletích to bylo zejména díky modifikované plodině, nicméně ve srovnání s dalšími světovými centry pěstování bavlny podstatně zaostávají.

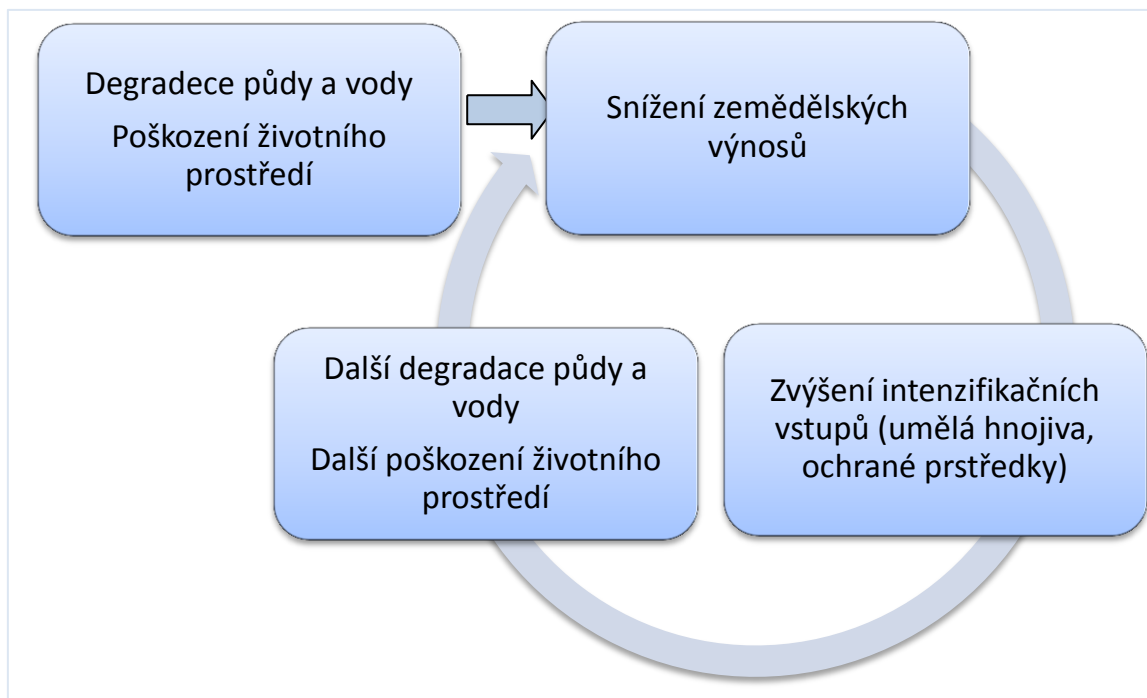
Přestože se region Punjabu potýká s vážnými důsledky intenzivního hospodaření, tak v mezinárodním srovnání jsou aplikované dávky umělých hnojiv, insekticidů buď významně menší či srovnatelné. Problematické důsledky pro životní prostředí a zdravotní rizika obyvatelstva jsou pak především důsledkem jejich aplikace, zejména v souvislosti se zastaralými způsoby zavlažování. Komparace s hektarovými výnosy pšenice naznačuje, že pěstování bavlny je komplexnější záležitostí náročnější na zemědělskou infrastrukturu a dodržování technologických postupů.⁷ Hektarové výnosy bavlny se tak do jisté míry jeví jako funkce úrovně rozvoje ekonomiky. Úroveň rozvinutosti ekonomiky zřejmě ovlivňuje také fragmentaci vlastnictví půdy a velikost obhospodařovaných ploch a představuje určitý limit zvyšování produktivity půdy. Příklad Číny však ukazuje, že faktory jako zemědělské investice, institucionální uspořádání jsou významnějším prvkem.

⁷ Např. výběrová studie ukazuje (viz výše), že při pěstování bavlny v severní Indii se aplikuje osm různých druhů herbicidů a tři druhy pesticidů.

7 Návrhy řešení negativních dopadů intenzivního zemědělství v Punjabu

Z výše v práci uvedených informací vyplývá, že se region Punjabu v Indii potýká s negativními důsledky intenzifikace přístupu k zemědělské výrobě. Zdroje tohoto přístupu v Indii lze datovat do první poloviny 60. let minulého století v souvislosti s kampaní za potravinovou soběstačnost země označovanou jako zelená revoluce. Ta kromě extenzivního využití půdních zdrojů, jehož možnosti však již byly limitované, usilovala o zavedení intenzivnějších hospodářských technik. Směr tohoto úsilí byl v souladu se světovým trendem aplikovaným v zemědělství. Nejen v Punjabu, ale i v ostatních regionech Indie se díky intenzifikaci zemědělské výroby podařilo zvýšit hektarové výnosy a země dosáhla potravinové soběstačnosti. Region Punjabu byl v popředí tohoto vývoje. Od poslední dekády minulého tisíciletí se však začínají projevovat ve větší míře negativní dopady intenzivního zemědělství, jde zejména o dopady na životní prostředí a dále pak kvalitu využívaných přírodních zdrojů (zejména zemědělská půda a voda). Jejich snížená kvalita se pak projevuje v neschopnosti zvyšovat (nebo alespoň udržet) stávající hektarové výnosy, což vede k nutnosti zapojování dodatečných intenzifikačních zemědělských vstupů (zejména umělá hnojiva, které kompenzují sníženou úrodnost půdy a také ochranných prostředků jako pesticidy a herbicidy, které kompenzují ekologickou nestabilitu vytvořených monokulturních celků). Masivní zapojení těchto komponent však může poškodit již současnou úroveň kvality zdrojů a ekologickou rovnováhu a vést v dalším kole k nutnosti zvyšování dávek s rizikem další degradace přírodních produkčních zdrojů a prostředí (viz následující obrázek 4).

Zvyšování materiálových vstupů do zemědělství, aniž by byly doprovázeny adekvátním zvýšením zemědělské produkce, naráží také na bariéru ekonomické rentability. Neschopnost takto nadále dosahovat ekonomicky rentabilní výsledky ústí do ekonomické krize zemědělství v regionu. Spolu se zdravotními důsledky značné ekologické zátěže pro obyvatelstvo jsou pak základem sociální krize v regionu, jejímž průvodním jevem je nezvladatelné zadlužení hospodařících farmářů nebo jejich zvýšený počet sebevražd, zvýšený výskyt závažných nemocí apod.



Obrázek 4: Schéma sebe posilujícího procesu degradace půdy a zvyšování intenzifikačních vstupů do zemědělství v Punjabu v Indii

Zdroj: Vlastní zpracování

Porovnání intenzity hospodaření při pěstování bavlny, která je v Punjabu jednou z důležitých plodin, s technikami uplatňovanými v dalších světových oblastech jejího pěstování vyplývá, že intenzita přístupu k zemědělství (měřeno aplikovanými dávkami umělých hnojiv a ochranných prostředků proti škůdcům a plevelu) není v severní Indii podstatně odlišná. Odlišuje se však vysokou spotřebou zavlažovací vody a to i v porovnání s oblastmi, které jsou plně závislé na zavlažovacích systémech (např. Egypt).

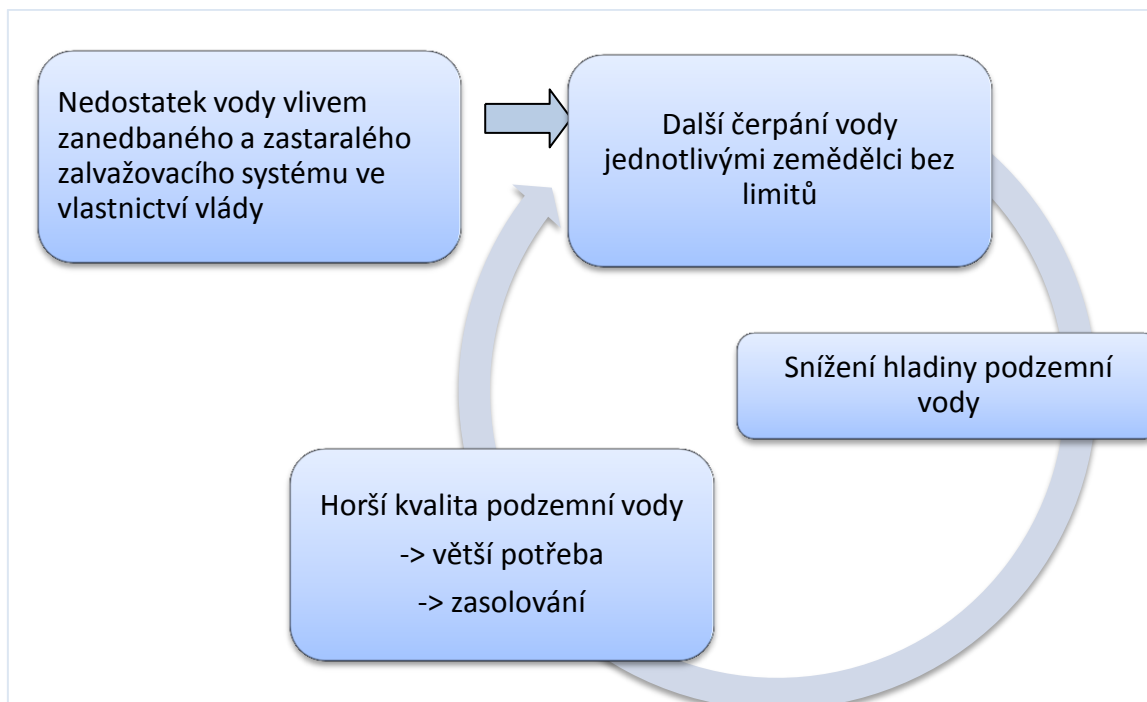
Ve způsobu hospodaření s vodou lze zřejmě spatřovat hlavní zdroj problémů v regionu. Na jeho počátku je ve vládních rukou spravovaný systém zavlažovacích kanálů. Jeho účinnost je však vzhledem k zanedbané údržbě, ale také jeho konstrukci neodpovídající podmínkám moderního zemědělství, poměrně nízká (k zavlažování je skutečně využito pouze 35 - 40 % vody vstupující do systému). Výsledkem je velká spotřeba vody, která však v zemědělské činnosti nenachází své účinné využití. Na neefektivnosti se velkou měrou podílí i konečný způsob zavlažování. Pole jsou zaplavována, nebo voda je často rozlévána do řádků. Tím na rozdíl od systému odkapání, který je např. aplikován při intenzivním pěstování bavlny v Číně, dochází k velkým ztrátám vody vypařováním, ale i úniky z obdělávaného pole. Zavlažování nemůže být ani přesně řízeno a dávkováno.

Rozlívání vody po obdělávaném poli jako způsob zavlažování lze identifikovat jako hlavní zdroj kontaminace prostředí pěstování bavlny (ale i jiných plodin) užívanými chemickými látkami (umělá hnojiva, pesticidy, herbicidy). Schopnost těchto vynakládaných látek pozitivně ovlivnit zemědělskou produkci je tak po odplavení omezena. Navíc takto odplaveny dále představují zdravotní rizika pro obyvatelstvo.

Vzhledem k nízké účinnosti zavlažovacího systému region trpí nedostatkem vody. Jednotliví zemědělci se ho snaží odstranit individuálním čerpáním spodní vody.⁸ Čerpání není nijak omezeno (zpoplatněno) a jednotlivci jsou limitováni pouze náklady původní investice a náklady provozu (zejména elektřiny a nafty). To vede k nadužívání zdroje individuálními zemědělci a v důsledku toho ke vzniku nedostatku vody pro ostatní. Zůstává pak voda horší kvality (např. zasolená), které je však pro dosažení stejných zemědělských efektů potřeba použít více a navíc vede k zasolování půdy. To vede opět k sebe posilujícímu jevu. Na konci jeho každého cyklu je prohlubován nedostatek vody. Bez limitů v podobě např. ceny vody nebo kvantitativních limitů v uvažování jednotlivého zemědělce nutně převládne jeho zájem (využití dalších zdrojů pro dosažení přírůstku produkce) nad možností přenechat tyto zdroje jiným, kteří mají pro ně lepší využití. Úvahy o využití zdrojů nemusí jít pouze napříč hospodařícími zemědělci, ale i mezi současnými a budoucími generacemi nebo její užití v průmyslu nebo obyvatelstvem). Schéma procesu cyklického zhoršování dostupnosti vody v Punjabu zobrazuje následující obrázek 5.

Prohlubující se nedostatek vody má za následek druhotné zhoršování kvality půd jejich zasolováním a je dalším zdrojem zintenzivňování prvně zmíněného cyklického procesu snižování kvality půdy. Druhým způsobem, jak nedostatečnost v systému zavlažování zintenzivňuje cyklus zhoršování kvality půdy je zejména odplavování dodaných umělých hnojiv a ochranných chemických prostředků. Techniky zavlažování a pravidla rozdělení zdrojů vody (nároky na její užití) (Narain, 2014, 974-989) lze tak identifikovat jako jedny z podstatných faktorů přispívající k negativním důsledkům intenzivních zemědělských technik v regionu Punjabu.

⁸ Nutno uvést, že bavlna přestože patří k druhé nejrozšířenější pěstební kombinaci v regionu, (bavlna-pšenice) není tou nejnáročnější plodinou na zdroj vody. Tou je v regionu daleko více rozšířené pěstování rýže.



Obrázek 5: Schéma sebe posilujícího procesu prohlubování nedostatku podzemní vody v Punjabu v Indii

Zdroj: Vlastní zpracování

Ze srovnání s ostatními světovými zemědělskými oblastmi věnujícími se pěstování bavlny je patrné, že Indie dalece zaostává za ostatními regiony. Přestože dlouhodobě (od 60. let minulého století) dosahuje rychlejšího růstu hektarových výnosů bavlny, v posledních letech tento intenzifikační proces - odhlédneme-li od aplikace modifikované plodiny, která v Indii znamenala značné zvýšení hektarových výnosů – zaostává a mezi Indií a dalšími centry pěstování bavlny přetrvávají značné rozdíly v hektarových výnosech, i přes uplatňování intenzifikačních technik. Rozdíly jsou patrné zejména ve srovnání s Čínou, kde je bavlna pěstována také jednotkami obhospodařujícími menší plochy. Ze srovnání s jinými zemědělskými plodinami (jako např. pšenice) také vyplývá, že bavlna je náročnější plodinou (na zavlažování, na ošetřování, aplikaci ochranných přípravků apod.). Indie zaostává v hektarových výnosech bavlny více, než v uvedené pšenici. Důvodem může být právě náročnost pěstování bavlny, náročnost na dodržování pracovních postupů, správnou aplikaci přípravků, větší citlivost plodiny v různých fázích vývoje apod. Proces intenzifikace zemědělské výroby je posunem od jednotlivých, jednoduchých úkonů spojených s tradičním zemědělstvím k náročnějším, komplikovanějším a sofistikovanějším postupům, k použití různorodých látek s důrazem na jejich správnou aplikaci. To klade také značné nároky na samotné pěstitele, jejich znalosti a odbornou úroveň, což se v případě bavlny projevuje více než např. při pěstování méně náročné pšenice.

Ze srovnání množství aplikovaných látek vyplývá, že jejich dávky jsou v Indii srovnatelné se světem, nicméně hektarové výnosy zaostávají a škody na životním prostředí jsou značné. Zajistit odborné znalosti pěstitelů, které jdou nad rámec navyklých postupů však v kontextu rozdrobeného vlastnictví půdy a dominance malých a drobných hospodařících jednotek není jednoduché.

7.1 Navrhovaná opatření

Uvedené otázky leží mimo striktně omezenou zemědělskou problematiku, ale jsou spíše součástí problematiky vymezení širšího institucionálního rámce. Primárním úkolem je zřejmě zavést takový systém práv v nakládání s vodou, který by vedl k adekvátnímu ocenění vzácnosti tohoto zdroje do ekonomických kalkulací zemědělsky hospodařících jednotlivců. Systém, kdy možnost čerpání vody je založena na vlastnictví půdy (pozemku) nutně vede k jednání, které nepřihlíží k negativním důsledkům pro ostatní uživatele vody. Cílem by mělo být zavedení takového systému, který by oceňoval množství spotřebované vody, nebo alespoň kladl limity na její spotřebu jednotlivými zemědělci, aby se předešlo stavu, kdy zemědělci (jakož i jiní uživatelé) přistupující k tomuto zdroji šetrně jsou ve výsledku znevýhodňováni.

Vzhledem k tomu, že v současném systému zemědělství je rozhodování zemědělců o volbě pěstované plodiny rozhodnou měrou ovlivněno nastavením výkupních cen produkce vládními agenturami, lze krátkodobě, pro řešení akutní situace v regionu, znevýhodnit plodiny náročné na vodu (jako rýže, cukrová třtina) ve prospěch méně náročných plodin (pšenice, kukuřice).

Z dlouhodobého hlediska je neudržitelný systém zavlažování zaplavováním. Jednak pro nešetrnost hospodaření s vodou a kontraproduktivní účinky na kvalitu a úrodnost půdy. Nové zavlažovací systémy však vyžadují investice. Nelze předpokládat, že zdroje pro jejich vytvoření lze uvolnit ze dne na den. Je možné však vytvářet podmínky pro jejich akumulaci – povzbuzovat úspěšné pěstitelé k dalším investicím do půdy a zemědělské infrastruktury. Investice hospodařících zemědělců při jejich současné velikosti jsou nutně omezené rozsahem i dobou užití. Vláda při zajišťování investic do dlouhodobé zemědělské infrastruktury (např. zavlažovací kanály) selhává. Prostor by tedy měl být dán konsolidaci vlastnictví zemědělské půdy a jejího obhospodařování (což jde však proti ideovým východiskům zelené revoluce). Větší koncentrace vlastnictví zemědělské půdy by

pak vytvořila prostor pro dlouhodobější investice. Malý zemědělci, kteří bojují o přežití, přirozeně nepřemýšlí o delších horizontech než je nezbytně nutné a zanedbávají dlouhodobé investice. Vhodné se tak jeví podporovat trh se zemědělskou půdou, její převoditelnost.

Koncentrace vlastnictví zemědělské půdy je také řešením nutnosti určité kvalifikace a znalostí pěstebních technik, dodržování určitých postupů a sledování vývoje v dané oblasti. V současnosti se užívají modifikované plodiny, různé druhy pesticidů, herbicidů, umělých hnojiv, způsobů orby, setby, zavlažování, pěstebních kombinací atd. Pro jednotlivé zemědělce (obhospodařující nejvýše několik hektarů), kteří jsou pod tlakem každodennosti, není lehké udržovat krok s nejlepšími praktikami v oboru. Marginální užítky těchto praktik (vzhledem k jimi obhospodařované ploše) navíc nemusí být z krátkodobého hlediska přínosné vzhledem k jimi vynaloženým nákladům k získání poznatků o těchto praktikách (nákladem je i čas, který lze strávit obhospodařováním podle současných praktik). Intenzivní zemědělství se stává sofistikovaným oborem s nutnou dělbu práce a specializací. Nutností je organizace výroby, která tuto dělbu práce umožní. Dělbba práce vnitřní organizace, členění, specializace však není možná v případě velkého množství malých samostatně hospodařících jednotek. Navrhovaným řešením je tedy růst hospodařících jednotek, nástrojem pak podpora koncentrace vlastnictví.

7.2 Shrnutí

Hlavními negativními projevy intenzivního přístupu k zemědělské produkci v Punjabu v Indii jsou zejména:

- klesající úrodnost půdy,
- zaostávání v hektarových výnosech,
- kontaminace životního prostředí chemickými látkami,
- vyčerpání zásob vody,
- klesající rentabilita zemědělské činnosti,
- následná zdravotní a sociální krize v regionu.

Hlavními bezprostředními příčinami současného neuspokojivého stavu zemědělského odvětví v Punjabu v Indii, konkrétně pak pěstování bavlny, v porovnání s dalšími světovými centry její produkce jsou zejména:

- zastaralý a neudržovaný systém zavlažovacích kanálů,
- nedostatečná omezení spotřeby vody pro jednotlivé zemědělce,
- zavlažování zaplavováním,
- nedostatečné znalosti nejlepších postupů a pěstebních technik zemědělci.

K odstranění výše uvedených charakteristik neuspokojivého stavu zemědělského odvětví v Punjabu v Indii, by mělo dojít zejména k:

- zajištění investic do zemědělské infrastruktury (pro zvýšení hektarových výnosů, pro šetrnější nakládání s vodou),
- omezení volného (neomezeného) nakládání s vodou,
- uplatňování moderních pěstebních technik.

Navrhovanými konkrétními opatřeními k zajištění žádoucího stavu jsou:

- krátkodobě podpora plodin méně náročných na vodu (výkupní ceny),
- podpora trhu se zemědělskými pozemky,
- vytvoření pravidel (legislativy) pro nakládání s vodou, která budou omezovat/zpoplatňovat její užití,
- podpora koncentrace vlastnictví půdy a obhospodařovaných celků jako předpoklad:
 - o zajištění dlouhodobých zemědělských infrastrukturních investic,
 - o zajištění specializace a dělby práce při zemědělských činnostech,
 - o zajištění vyšší pravděpodobnosti odborného vedení a užití nejlepších dostupných postupů při zemědělských činnostech.

8 Závěr

Indie je významným pěstitelským centrem bavlny ve světovém měřítku. Je zemí s největší obdělávanou plochou bavlny, zemí s její největší produkcí a patří k předním exportérům bavlny. Pěstování bavlny má v zemi dlouhodobou tradici. Přesto hektarové výnosy této plodiny dalece zaostávají za ostatními světovými pěstitelskými centry. Od 60. let minulého století je v Indii patrná, v souladu se světovými trendy, snaha o intenzivnější formy zemědělství, které by zajistily vyšší hektarové výnosy, v případě Indie pak zejména potravinovou soběstačnost. Severní regiony Indie jako Punjab patřily k oblastem, které byly v popředí tohoto přístupu. V posledních desetiletích se však v regionu podstatněji promítají negativní dopady intenzivních forem zemědělství. Region se musí potýkat s negativními důsledky intenzivních pěstitelských technik na životní prostředí, vyčerpáváním přírodních zdrojů, zejména v podobě úrodnosti půdy a zásob zavlažovací vody. To má pak své důsledky pro zemědělskou výrobu a její dlouhodobou udržitelnost.

Z mezinárodního srovnání však vyplývá, že intenzita přístupu k pěstování bavlny ve sledované oblasti indického Punjabu nevybočuje, měřeno např. dodávaným množstvím umělých hnojiv, užitým množstvím pesticidů nebo herbicidů apod. z běžně uplatňovaných přístupů v jiných pěstitelských regionech. Punjab, podobně jako zbytek Indie, přes podstatné zvýšení hektarových výnosů bavlny v posledním desetiletí díky užití a rozšíření modifikované plodiny, však podstatně zaostává za obvykle dosahovanými výnosy v jiných pěstitelských centrech. Přesto se však Punjab potýká ve značné míře s negativními důsledky intenzivního zemědělství.

Z analýzy situace zemědělství v Punjabu, zejména pěstování bavlny, a jeho komparace s dalšími pěstitelskými centry vyplynulo, že hlavním zdrojem negativních důsledků na kvalitu a dostupnost přírodních zdrojů je nedostatečné hospodaření s vodou. Jde jednak o zastaralý a neudržovaný systém zavlažovacích kanálů, který se potýká se značnými ztrátami vody a dále pak způsob finálního zavlažování zaplavováním nebo v lepším případě rozléváním do řádek. Ten kromě neefektivního užití zavlažovací vody vzhledem k vypařování, únikům atd., má za následek zvýšené zasolování půdy, odplavování živin, odplavování dodaných umělých hnojiv a ochranných prostředků.

Za druhotné následky nevyhovujícího zavlažovacího systému lze tedy označit ztrátu účinnosti dodaných umělých hnojiv a ochranných prostředků, degradaci půdy

a kontaminaci životního prostředí těmito látkami, popř. ohrožení zdraví obyvatelstva. Neúčinný zavlažovací systém vede také k zvyšování tlaku na dostupné zásoby vody a jejich spotřebu, přestože nemusí být pro zavlažování vhodné.

Nyní bude zodpovězena výzkumná otázka, která byla zadána v úvodu práce: Jaké alternativy v pěstování bavlny je možné navrhnout, abychom dosáhli zlepšení stávající situace? Je zřejmé, že cestou ke zlepšení tohoto nedostatku jsou investice do zemědělské infrastruktury, zejména zavlažovacích systémů a zavedení takových pravidel nakládání s vodou, které prostřednictvím limitů či zpoplatnění vody zabrání nevhodnému nakládání s tímto zdrojem. Dočasným opatřením pak může být podpora pěstování v oblastech nejvíce postižených nedostatkem vody plodin, které jsou méně náročné na zavlažování.

Rozsáhlé investice do zemědělské infrastruktury však nejsou schopni provádět samostatně hospodařící zemědělci, jejichž obhospodařované plochy dosahují maximálně jednotek hektarů. Vláda, v jejichž rukou spočívá rozhodující část zavlažovacího systému, však v těchto dlouhodobých investicích selhává. Cestou se tak jeví postupná konsolidace obhospodařovaných ploch (a zřejmě tedy i vlastnictví půdy), která umožní návratnost takových projektů.

Pro konsolidaci zemědělsky hospodařících jednotek hovoří i skutečnost, že zemědělská výroba je stále sofistikovanější činností, při jejíž realizaci je třeba osvojení si stále náročnější poznatků a postupů. Ze srovnání vyplývá, že region zaostává spíše v technicky náročnějších pěstebních plodinách. To může souviset s potřebnou mírou dělby práce, sdílení poznatků a potřebou specializace jednotlivých zemědělských profesí. To v případě malých hospodařících jednotek, dosahující dělby práce a tedy specializace nejčastěji pouze na úrovni rodiny není možné. Cestou k odstranění tohoto nedostatku je větší velikost hospodařících jednotek umožňující vnitřní specializaci.

Z výše uvedeného vyplývá, že klíč ke zlepšení situace zemědělství a jeho dopadů na životní prostředí leží zejména v institucionální oblasti. Jde zejména o zajištění promítnutí vzácnosti vody do rozhodování zemědělských subjektů o zavlažování a dále též podpora (např. podporou trhu se zemědělskými pozemky) konsolidace zemědělsky hospodařících jednotek, která by umožnila vnitřní specializaci a dále též otevřela prostor pro významnější dlouhodobé investice do zemědělské infrastruktury a techniky. Je také

zřejmé, že tato cesta nebude jednoduchá a především velice citlivá, neboť velká část obyvatelstva je závislá na půdě, která je jejich základním zdrojem obživy. Jakékoliv změny v této oblasti budou velice citlivě vnímány a budou často (ať oprávněně či nikoliv) vyvolávat pocit existenčního ohrožení. Výše uvedené změny lze realizovat také pouze s ohledem na kontext širší ekonomické a společenské situace. Dosavadní způsob hospodaření je však neudržitelný. Naráží nejen na ekologické, ale i ekonomické limity, jejichž společné překračování ústí do širší sociální krize v regionu. (Narain, 2014)

Bibliografie

- AULAKH, M. S., GARG, A. K., KABBA, B. S. 2007. Phosphorus accumulation, leaching and residual effects on crop yields from long-term applications in the subtropics. *Soil Use and Management* Vol. 23, Issue 4, 417–427.
- AULAKH, S. A., KHURANA, M. P., SINGH, P. 2009. Water Pollution Related to Agricultural, Industrial, and Urban Activities, and its Effects on the Food Chain: Case Studies from Punjab. *Journal of New Seeds*, Vol. 10, Issue 2, 112-137.
- BERI, V., SIDHU, B. S., GUPTA, A. P., TIWARI, R. C., PAREEK, R. P., RUPELA, O. P., KHERA, R., SINGH, J. 2003. *Organic Resources of a Part of Indogangetic Plain and Other Utilization*. Ludhiana: Department of Soils, Punjab Agricultural University.
- BEVILACQUA, M., CIARAPICA, F. E., MAZZUTO, G., PACIAROTTI, C. 2014. Environmental analysis of a cotton yarn supply chain. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 82, 154-165.
- BHAN, S. 2013. Land degradation and integrated watershed management in India. *International Soil and Water Conservation Research*, Vol. 1, No. 1, 49-57.
- BHAN, S., BEHERA, U. K. 2014. Conservation agriculture in India—Problems, prospects and policy issues. *International Soil and Water Conservation Research*, Vol. 2, No. 4, 1-12.
- BHATTACHARYYA, R. et al. 2015 Soil degradation in India: Challenges and potential solutions. *Sustainability*, Vol. 7, No. 4, 3528-3570.
- BHATTI, S. S., KUMAR, V., SINGH, N., SAMBYAL, V., SINGH, J., KATNORIA, J. K., NAGPAL, A. K. 2016. Physico-chemical Properties and Heavy Metal Contents of Soils and Kharif Crops of Punjab, India. *Procedia Environmental Sciences*, Vol. 35, 801-808.
- BRAR, B. S., DHERI, G. S., RATTAN, L., KAMALBIR, S., WALIA, S. S. 2015. Cropping System Impacts on Carbon Fractions and Accretion in Typic Ustochrept Soil of Punjab, India. *Journal of Crop Improvement*, Vol. 23, Iss. 3.
- CENTRAL INSTITUTE FOR COTTON RESEARCH. 2011. Low Cost Drip – Cost Effective and Precision Irrigaton Tool in Bt Cotton. *Technical Bulletin*, No. 1.

CHAND, R. 1999. Emerging Crisis in Punjab Agriculture: Severity and Options for Future. *Economic and Political Weekly*, Vol. 34, Issue 13, A2-A10.

CHAPAGAIN, A. K., HOEKSTRA, A. Y., SAVENIJE, H. H. G., GAUTAM, R. 2006. The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. *Ecological economics*, Vol. 60, No. 1, 186-203.

CHOUDHARY, B., GAUR, K. 2010. *Bt Cotton in India: A Country Profile*. Ithaca, NY: ISAAA. ISBN 978-1-892456-46-X. Dostupné také z: <http://re.indiaenvironmentportal.org.in/files/Bt_Cotton_in_India-A_Country_Profile.pdf>

DAI, J., DONG, H. 2014. Intensive cotton farming technologies in China: Achievements, challenges and countermeasures. *Field Crops Research*, Vol. 155, 99-110.

DEVI, Y., SINGH, L., VATTA, J., KUMAR, K. S. 2013. Dynamics of Labour Demand and its Determinants in Punjab Agriculture. *Agricultural Economics Research Review*, Vol. 26, No. 2, 267-273.

DUTTA, S., CHAUDHURI, G. 2015. Evaluating Environmental Sensitivity of Arid and Semi-arid Regions in Northeastern Rajasthan, India. *Geographical Review*, Vol. 105, No. 4, 441-461.

EICHE, E. 2015. Microscale distribution and elemental associations of Se in seleniferous soils in Punjab, India. *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 22, No. 7, 5425-5436.

FELKL, G., 2010. Potentials of agricultural genetic engineering for food security in India: Experiences with transgenic cotton. [online] [cit 2016-12-15]. Dostupné z: <https://www.giz.de/fachexpertise/downloads/giz2010-en-cotton-india.pdf>. 7-8

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 2015. *Measuring the Sustainability in Cotton Farming Systems*. Řím, International Cotton Advisory Committee, 168 p. ISBN 978-92-5-108614-8. p. 5

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2012. *Aquastat, India – Water Report*. 2012 [online]. Řím [cit 2016-09-24]. Dostupné z: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/ind/index.stm>.

HUNDAL, H. S., KHURANA, M. P. S. 2013. An appraisal of groundwater quality for drinking and irrigation purposes in southern part of Bathinda district of Punjab, northwest India. *Environmental earth sciences*, Vol. 70, No. 4, 1841-1851.

INDEX MUNDY. *Cotton Production by County 2016* [online]. Indexmundy.com [cit 2016-10-01]. Dostupné z: <<http://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=cotton&graph=production>>.

INDEX MUNDI. *Commodity. Cotton Area Harvested by Country*. 2016. [online]. Dostupné z: <<http://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=cotton&graph=area-harvested>>. [citace 12. 12. 2016].

INDEX MUNDY. *Wheat yield by country. Cotton yield by County. Year of estimate: 2016*. [online]. Dostupné z: <<http://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=cotton&graph=yield>>. [citace 1. 10. 2016].

JALOTA, S. K., BUTTAR, G. S., SOOD, A., CHAHAL, G. B. S., RAY, S. S., PANIGRAHY, S. 2008. Effects of sowing date, tillage and residue management on productivity of cotton (*Gossypium hirsutum* L.)- wheat (*Triticum aestivum* L.) system in northwest India. *Soil & Tillage Research*, 99, 76-83.

JODHKA, S. S. 2006. Beyond 'crises': rethinking contemporary Punjab agriculture, *Economic and Political Weekly*, Vol. 41, No. 16, 1530-1537.

KATHAGE, J., QAIM, M. 2012. Economic impacts and impact dynamics of Bt (*Bacillus thuringiensis*) cotton in India. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 109, No. 29, 11652-11656.

KAUR, B., SIDHU, R. S., VATTA, K. 2010. Optimal crop plans for sustainable water use in Punjab. *Agricultural Economics Research Review*, Vol. 23, No. 2, 273-284.

KAUR, B., SINGH, S., GARG, B. R., SINGH, J. M., SINGH, J. 2012. Enhancing water productivity through on-farm resource conservation technology in Punjab agriculture. *Agricultural Economics Research Review*, Vol. 25, No. 1, 79-85.

- KAUR, K. K. 2014. Modern Agricultural Practices and Analysis of Socioeconomic and Ecological Impacts of Development in Agriculture Sector, Punjab, India - A Review. *Indian Journal of Agricultural Research*, 48(5), 331-341.
- KAUR, N. 2014. Impact of intensive agriculture on natural resource base of Punjab-a review. *Agricultural Reviews*, Vol. 35, No. 4, 279-286.
- KAUR, R., SINHA, A. K. 2011. Globalization and health: a case study of Punjab. *Human Geographies – Journal of Studies and Research in Human Geography*, 5.1, 35-42.
- KHERA, J. S., TOOR, A.S., DHALIWAL, S. S., SINGH, C. B. 2014. Quality and Suitability of Sub-Surface Irrigation Water in Muktsar District of Punjab. *The Journal of Plant Science Research*, Vol. 30, No. 1, 27-31.
- KIANI, A. K. 2008. Farm size and productivity in Pakistan. *European Journal of Social Sciences*, Vol. 7, No. 2, 42-52.
- KUMAR, R. SINGH, K., SINGH, B. 2014. Mapping groundwater quality for irrigation in Punjab, North-West India, using geographical information system. *Environmental earth sciences*, Vol. 71, No. 1, 147-161.
- LOWDER, S. K., SKOET, J., RANEY, T. 2016. The Number, Size, and Distribution of Farms, Smallholder Farms, and Family Farms Worldwide. *World Development*, Vol. 87, 16-29.
- MACDONALD, J. M., PENI, K., HOPPE, R. A. 2013. Farm Size and the Organization of U.S. Crop Farming. *ERR-152* [online]. Washington: U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service [cit. 2016-02-19]. Dostupné z: <<http://www.ers.usda.gov/media/1156726/err152.pdf>>.
- MANCINI, F., BRUGGEN, A. H. C. V., JIGGINS, J. L. S., AMBATIPUDI, A. C., MURPHY, H. 2005. Acute Pesticide Poisoning among Female and Male Cotton Growers in India. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, Vol. 11, Issue 3.
- MANJUNATHA, A. V., ANIK, A. R., SPEELMAN, S., NUPPENAU, E. A. 2013. Impact of land fragmentation, farm size, land ownership and crop diversity on profit and efficiency of irrigated farms in India. *Land Use Policy*, Vol. 31, 397-405.

MEZINÁRODNÍ MĚNOVÝ FOND. World Economic Outlook Database. Gross domestic product based on purchasing power parity (PPP) per capita, 2015. 2016. [online]. Dostupné z: <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/01/weodata/index.aspx>>. [citace 1. 10. 2016].

MINISTERSTVO ZAHRANIČNÍCH VĚCÍ ČESKÉ REPUBLIKY. 2016. *Indie - základní charakteristika teritoria, ekonomický přehled* [online]. Praha [cit. 2016-10-1]. Dostupné z: <http://www.mzv.cz/jnp/cz/encyklopedie_statu/aside/indie/>.

MINISTRY OF STATISTICS AND PROGRAMME IMPLEMENTATION, INDIA. 2014. *Agriculture. Production of Principal Crops, All India and State wise* [online]. New Delhi [cit. 2016-02-19]. Dostupné z: <http://mospi.nic.in/Mospi_New/upload/SYB2015/ch8.html>.

NARAIN, V. 2014. Whose land? Whose water? Water rights, equity and justice in a peri-urban context. *Local Environment*, Vol. 19, No. 9, 974-989.

NARAYANAMOORTHY, A., KALAMKAR, S. S. 2006. Is Bt Cotton Cultivation Economically Viable for Indian Farmers? An Empirical Analysis. *Economic and Political Weekly*, Vol. 41, No. 26, 2715-2724.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 2015. *Measuring the Sustainability in Cotton Farming Systems*. Řím: International Cotton Advisory Committee. ISBN 978-92-5-108614-8.

QAIM, M., SUBRAMANIAN, A., NAIK, G., ZILBERMAN, D. 2006. Adoption of Bt Cotton and Impact Variability: Insights from India. *Review of Agricultural Economics*, Vol. 28, Issue 1, 48-58.

QAIM, M., ZILBERMAN, D. 2003. Yield Effects of Genetically Modified Crops in Developing Countries. *Science*, Vol, 299, 900-902.

RAO, Ch. N. 2004. Suicides Of Farmers And Cotton Cultivation In India. *The IUP Journal of Applied Economics*, Vol. 3, Issue 5, 28-46.

- RAHMAN, S., RAHMAN, M. 2009. Impact of land fragmentation and resource ownership on productivity and efficiency: The case of rice producers in Bangladesh. *Land Use Policy*, Vol. 26, No. 1, 95-103.
- REDDY, A. 2014. Amarender, RANI, Ch. Radhika, REDDY, G.P. Labour Scarcity and Farm Mechanisation: A Cross State Comparison. *Indian Journal of Agricultural Economics*, Vol. 69, No. 3, 347-358.
- SADANA, U. S., MANCHANDA, J. S., KHURANA, M. P. S., DHALIWAL, S. S., SINGH, H. 2010. The current scenario and efficient management of zinc, iron, and manganese deficiencies. *Better Crops*, Vol. 4, No. 1, 24-26.
- SAHA, D., KUKAL, S. S. 2015. Soil Structural Stability and Water Retention Characteristics Under Different Land uses of Degraded Lower Himalayas of North- West India. *Land Degradation & Development*, Vol. 26, No. 3, 263-271.
- SANGHA, K. K. 2014. Modern Agricultural Practices and Analysis of Socioeconomic and Ecological Impacts of Development in Agriculture Sector, Punjab, India - A Review. *Indian Journal of Agricultural Research*. 48(5), 331-341.
- SHARMA, S., BUGALYA, K. K. 2014. Competitiveness of Indian agriculture sector: A case study of cotton crop. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 133, 320-335.
- SHERLUND, S. M., BARRETT, Ch. B., ADESINA, A. A. 2002. Smallholder technical efficiency controlling for environmental production conditions. *Journal of development economics*, Vol. 69, No. 1, 85-101.
- SHIVENDRA, K., KOLADY, S. 2016. Agricultural biotechnology and crop productivity: macro-level evidences on contribution of Bt cotton in India. *Current Science*, Vol. 110, No. 3, 311-319.
- SHTALTOVNA, A. 2014. *A comparative study on cotton production in Kazakhstan and Uzbekistan*. Bonn: University of Bonn, Center for Development Research. ISSN 1864-6638. Dostupné také z: <http://www.cottoncampaign.org/uploads/3/9/4/7/39474145/shtaltovnahornidge_kaz-uzb_farmers_study_2014.pdf>.

- SIDHU, R. S., DHILLON, M. S. 1997. Land and water resources in Punjab: Their degradation and technologies for sustainable use. *Indian Journal of Agricultural Economics*, Vol. 52, No. 3: 508.
- SIDHU, R. S., DHILLON, M. S. 1997. Land and Water Resources in Punjab: Their Degradation and Technologies for Sustainable Use. *Indian Journal of Agricultural Economics*, Vol. 52, No. 3, 509-518.
- SIDHU, R. S., VATTA, K., DHALIWAL, H. S. 2010. Conservation Agriculture in Punjab – Economic Implications of Technologies and Practices. *Indian Journal of Agricultural Economics*, Vol. 65, No. 3, 413-427.
- SIDHU, S. S., BRAT, J. S., BISWAS, A., BANGER, K., SAROA, G. S. 2012. Arsenic Contamination in Soil–Water–Plant (Rice, *Oryza sativa* L.) Continuum in Central and Sub-mountainous Punjab, India. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, Vol. 89, No. 5, 1046-1050.
- SIKKA, R., NAYYAR, V. K. 2016. Monitoring of Lead (Pb) Pollution in Soils and Plants Irrigated with Untreated Sewage Water in Some Industrialized Cities of Punjab, India. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, Vol. 96, No. 4, 443-448.
- SINGH, A. 2013. Artificial groundwater recharge zones mapping using remote sensing and GIS: a case study in Indian Punjab. *Environmental management*, Vol. 52, No. 1, 61-71.
- SINGH, A. K., GUPTA, V. K., SHARMA, B., SINGLA, B., KAUR, P., WALIA, G. 2015. What are we drinking? Assessment of water quality in an urban city of Punjab, India. *Journal of family medicine and primary care*, Vol. 4, No. 4, 514.
- SINGH, C. J., ALUJA, M. S., SAINI, K. S., BUTTAR, G. S., BRAR, J. S. 2002. Conjunctive use of fresh and salty water in cotton and wheat in south-west Punjab. In: *Proceedings of the 17th World Congress of Soil Science*, 1-7.
- SINGH, CH. K., SHASHTRI, S., MUKHERJEE, S., KUMARI, R., AVATAR, R., SINGH, A., SINGH, R., P. 2011. Application of GWQI to assess effect of land use change on groundwater quality in lower Shiwaliks of Punjab: remote sensing and GIS based approach. *Water resources management*, Vol. 25, No.7, 1881-1898.

- SINGH, J., SING, B. 2013. Quality of underground irrigation water in Central alluvial Region of Punjab, India. *Agricultural Science Digest*, Vol. 33, No. 3, 207-210.
- SINGH, K., RATHORE, P. 2015. Efficacy evaluation of selected herbicides on weed control and productivity evaluation of cotton in Punjab Bt. *Journal of Environmental Biology*.
- SINGH, R. J., AHLAWAT, I. P. S., SHARMA, N. K. 2015. Resource use efficiency of transgenic cotton and peanut intercropping system using modified fertilization technique. *International Journal of Plant Production*, 9 (4), 523-540.
- SINGH, S., PARK, J., LITTEN-BROWN, J. 2011. The economic sustainability of cropping systems in Indian Punjab: A farmer's perspective. In *presentation at the EAAE 2011 congress change and uncertainty, challenges for agriculture, food and natural resources*. Punjab: EAAE.
- SINGH, S. 2002. Contracting Out Solutions: Political Economy of Contract Farming in the Indian Punjab. *World Development*, Vol. 30, No. 9, 1631-1638.
- SINGH, Y., RAO, S. S., REGAR, P. L. 2010. Deficit irrigation and nitrogen effects on seed cotton yield, water productivity and yield response factor in shallow soils of semi-arid environment. *Agricultural Water Management*, Vol. 97, Issue7, 965-970.
- STATISTA. *The Statistics Portal. Cotton production by country worldwide in 2015/2016*. 2016. [online]. Dostupné z: <<https://www.statista.com/statistics/263055/cotton-production-worldwide-by-top-countries/>>. [citace 12. 12. 2016].
- STEINBERG, N. C. 2013. Losing water in a fight for land: examining water access amidst land acquisition in Northwest India. *Contemporary South Asia*, Vol. 21, No. 2, 148-168.
- THIND, H. S., BUTTAR, G. S., AUJLA, M. S. 2010. Yield and water use efficiency of wheat and cotton under alternate furrow and check-basin irrigation with canal and tube well water in Punjab, India. *Irrigation science*, Vol. 28, No. 6, 489-496.
- TILMAN, D., CASSMAN, K. G., MATSON, P. A., NAYLOR, R., POLASKY, S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, Vol. 418, 671-677.

U. S. GEOLOGICAL SURVEY. *Irrigation techniques* [online]. Washington [cit. 2016-10-01]. Dostupné z: <<http://water.usgs.gov/edu/irmethods.html>>.

WORDL WIDE FUND FOR NATURE-INDIA. 2010. *Better Management Practices for Cotton Cultivation*. *Wwfindia.org* [online]. New Delhi [cit. 2016-2-19]. Dostupné z: <http://awsassets.wwfindia.org/downloads/better_management_practices_for_cotton_cultivation.pdf>.

WU, Z., LIU, M. DAVIS, J. 2005. Land consolidation and productivity in Chinese household crop production. *China Economic Review*, Vol. 16. No. 1, 28-49.