

Daniel Ariel

## Streszczenie rozprawy doktorskiej pt. Społeczno-ekonomiczne determinanty wdrażania innowacji w rolnictwie Izraela na przykładzie technologii nawadniania

### A. Uzasadnienie wyboru tematu badawczego

Współczesne gospodarstwa i producenci rolni działają zupełnie inaczej niż kilka lat temu. Sterowniki, czujniki, urządzenia agronomiczne i maszyny, a także oprogramowanie do zarządzania gospodarstwem, globalne systemy pozycjonowania oraz systemy informacji geograficznej, to tylko kilka przykładów tego, jak technologia zmienia sektor rolny. Te precyzyjne systemy rolnicze i nowoczesne technologie nawadniania pozwalają gospodarstwom i hodowcom być bardziej opłacalne, wydajne, bezpieczne i przyjazne dla środowiska. Dzięki zaawansowanym technologiom rolnicy nie muszą już stosować nawozów i pestycydów na całym obszarze uprawy oraz nawadniać całego pola. Zamiast tego mogą używać minimalnych wymaganych ilości i dostarczać je precyzyjnie w określone miejsce. Korzyści, które można osiągnąć dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii, obejmują wyższą wydajność upraw, mniejsze zużycie wody, nawozów i pestycydów oraz mniejszy odpływ chemikaliów do rzek i wód gruntowych, co z kolei obniża ceny żywności.

Konieczność zastosowania nowoczesnych technologii w rolnictwie i nawadnianiu należy jednak rozpatrywać również z perspektywy globalnej biorąc pod uwagę względy środowiska i ekologii, zwłaszcza zasobów naturalnych. W miarę wzrostu liczby ludności na świecie konieczne staje się produkowanie coraz większych ilości żywności. W tym celu sektor rolny musi stosować nowoczesne technologie, w tym technologie nawadniania. Świeża woda jest zasobem nieodnawialnym, dlatego celem decydentów i badaczy w każdym kraju na świecie jest proponowanie i wspieranie rozsądnych rozwiązań w zakresie wykorzystania ograniczonych zasobów, takich jak woda i ziemia. Rolnictwo jest głównym konsumentem słodkiej wody (około 70%), dlatego nowoczesne technologie w rolnictwie są niezbędne do wypełnienia luki w podaży żywności.

Chociaż wiadomym jest, w jaki sposób technologia zwiększy produkcję żywności, nie jest do końca jasne, co skłania rolników do stosowania tej technologii. Dlatego niniejsza rozprawa ma na celu wyjaśnienie, co może stymulować rolników do wdrażania nowoczesnych technologii rolniczych. Badania zaprezentowane w rozprawie odnoszą się przede wszystkim do izraelskich rolników, którzy są dobrze znani z wysokiego poziomu wdrażania technologii. Chociaż Izrael jest krajem „bez wody”, ogromne inwestycje w infrastrukturę wodną w latach 50. XX wieku spowodowały, że duże obszary w południu Izraela zostały przekształcone z pustyni w najbardziej produktywny obszar rolny w kraju.

Wiele wcześniejszych badań koncentrowało się na tym, dlaczego rolnicy **nie wdrażają** nowoczesnych technologii nawadniania, nawet jeśli postrzegane są one jako przynoszące korzyści ekonomiczne. Te badania są więc unikatowe, ponieważ skupiają się na tym, które czynniki powodują, że izraelscy rolnicy stosują nowe technologie nawadniania. Ponadto, zgodnie z najlepszą wiedzą autora, tego typu badania nigdy nie zostały przeprowadzone wśród izraelskich rolników. Biorąc pod uwagę, że rolnictwo izraelskie jest wysoko zaawansowane, zrozumienie zachowań izraelskich rolników może przyczynić się do poprawy poziomu wdrażania technologii przez rolników w innych krajach. Badania te mają również znaczenie dla decydentów na szczeblu krajowym, ponieważ rolnictwo jest ważne dla wszystkich krajów na całym świecie zarówno jako dostawca żywności, który może zapewnić stabilność w kraju, jak i jako główny konsument wody. Ta rozprawa ma więc częściowo charakter użyteczny i dostarczyć wskazówek decydentom i podmiotom komercyjnym, które inwestują w rozwój innowacyjnych technologii nawadniania.

## B. Cele, hipotezy i metoda badań

Tradycyjne podejście do poszukiwania determinantów wdrażania nowych technologii przez rolników opiera się na analizie czynników społecznych i ekonomicznych. Dlatego głównym celem tej pracy jest **znalezienie czynników społeczno-ekonomicznych, które wpływają na stosunek rolników do wdrażania innowacyjnych technologii nawadniania.**

Autor uważa jednak, że jest to ograniczone podejście i że wśród czynników społecznych i ekonomicznych należy również wyróżnić czynniki behawioralne i zwrócić na nie szczególną

uwagę. Dlatego w niniejszej rozprawie wykorzystane zostaną koncepcje z zakresu ekonomii behawioralnej, takie jak podejmowanie decyzji przez rolników, awersja do ryzyka, teoria oczekiwanej użyteczności, racjonalne oczekiwania i ograniczona racjonalność. Ponieważ Izrael charakteryzuje się wyjątkowymi warunkami środowiskowymi, w tym słabej jakości glebami w niektórych regionach, wodą niskiej jakości i niskimi opadami na niektórych obszarach rolniczych, czynniki środowiskowe również zostaną wzięte pod uwagę. Uzupełniającym celem tej rozprawy jest zatem **znalezienie czynników behawioralnych i środowiskowych, które wpływają na stosunek rolników do wdrażania innowacyjnych technologii nawadniania.**

Realizacji tych celów służą główne badania rozprawy oparte na ankiecie, która została zaprojektowana specjalnie na jego potrzeby. Badania własne uzupełnione zostały przeglądem literatury i wcześniejszych badań z tego zakresu.

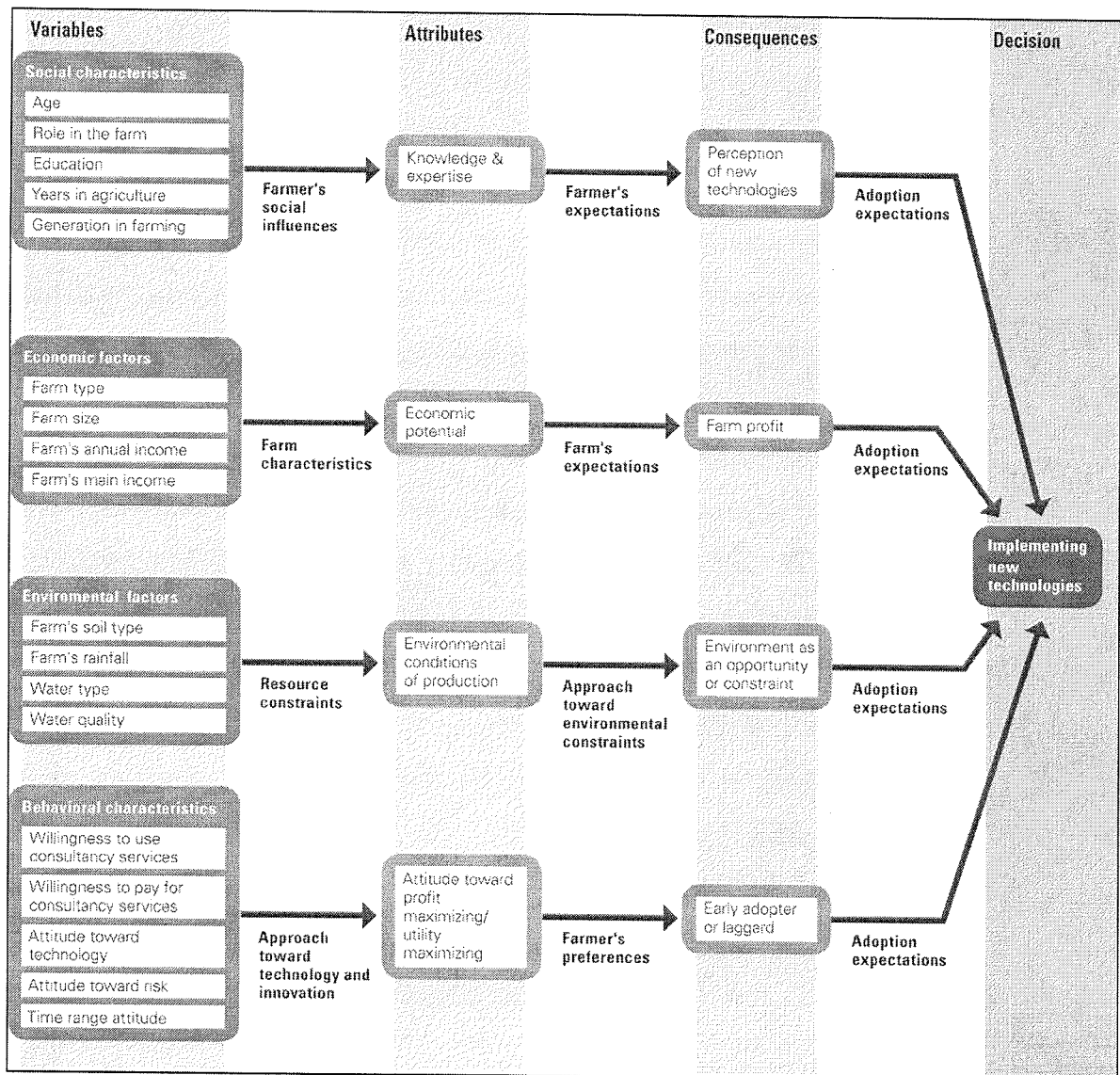
Szczegółowe cele pracy są następujące:

1. Przedstawienie aktualnej wiedzy na temat stosunku rolników do innowacji. Cel ten zostanie osiągnięty poprzez przegląd teorii z zakresu ekonomii behawioralnej, ze szczególnym uwzględnieniem zachowań ekonomicznych rolników.
2. Zaprezentowanie znaczenia ekonomiki rolnictwa i ekonomii zasobów dla globalnych wyzwań zrównoważonego rozwoju. Cel ten zostanie osiągnięty poprzez przegląd wybranych teorii ekonomiki rolnictwa i ekonomii zasobów.
3. Przedstawienie najważniejszych cechy izraelskiego rolnictwa, które wskazują na jego wyjątkowość. Cel ten zostanie osiągnięty poprzez przegląd aktualnej literatury, w tym raportów OECD, Organizacji ds. Żywności i Rolnictwa (FAO) oraz oficjalnych publikacji Ministerstwa Rolnictwa Izraela.
4. Omówienie głównych metody nawadniania i porównanie ich, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów ekonomicznym, a także wskazanie najnowszych technologii wykorzystywanych w tych badaniach do analizy poziomu wdrażania technologii przez izraelskich rolników.
5. Zidentyfikowanie najważniejszych determinant dla izraelskich rolników przy podejmowaniu decyzji dotyczących wdrażania technologii nawadniania i porównanie ich z rolnikami w innych krajach. Ten cel zostanie zrealizowany w ramach głównego badania rozprawy

testującego cztery główne zestawy zmiennych: społeczne, gospodarcze, środowiskowe i behawioralne.

Rozprawa zawiera zestaw hipotez badawczych związanych z determinantami wdrażania nowych technologii przez izraelskich rolników. W tym celu autor zaproponował nowy model badawczy, który podzielony został na cztery główne obszary: społeczny, ekonomiczny, środowiskowy i behawioralny (Rysunek 1). Dla każdego z obszarów zadano w badaniu zestaw pytań służący do zidentyfikowania wpływu danej kategorii na poziom wdrażania nowoczesnych technologii.

**Rysunek 1. Model badawczy**



Źródło: opracowanie własne.

Główna hipoteza pracy brzmi:

H1: Wdrażanie nowych technologii wśród rolników w Izraelu zależy od czynników behawioralnych.

Uzupełniające się hipotezy są następujące:

H2: Wdrażanie nowych technologii przez izraelskich rolników zależy od czynników społecznych.

H3: Wdrażanie nowych technologii przez izraelskich rolników zależy od czynników ekonomicznych.

H4: Wdrażanie nowych technologii przez izraelskich rolników zależy od czynników środowiskowych.

W pracy zastosowano metody analizy opisowej (średnia, odchylenie standardowe, częstotliwości) oraz metody analizy wnioskowania (ANOVA i regresja Poissona). Za zmienną zależną przyjęto liczbę technologii wykorzystywanych przez rolników, która jest typem zmiennej zliczeniowej. Odpowiednim podejściem ekonometrycznym jest w tym przypadku model regresji Poissona, w której wartości obserwowane zmiennej mają charakter zliczeniowy, a wartości przewidywane są naturalnymi logarytmami zliczeń.

### C. Ograniczenia badań

Badanie ma trzy główne ograniczenia. Pierwszy to wielkość próbki. W zrealizowanym badaniu wzięło udział 203 uczestników: 106 z Izraela, 51 z Indii i 45 z krajów rozwiniętych. W przypadku około 25 000 aktywnych gospodarstw wielkość próby powinna wynosić ~ 350 osób. W ankiecie wzięło udział 106 uczestników z Izraela. Niedobór próby tłumaczy to, że badania przeprowadzono bez wsparcia finansowego z jakichkolwiek źródeł. Drugim ograniczeniem jest rozkład badanych rolników. Informacje zostały zebrane podczas dużej wystawy w Izraelu i przez Internet. Stawia to pod znakiem zapytania odpowiednią reprezentację izraelskiego rolnictwa. Opierając się na osobistej wiedzy autora na temat sektora rolnego w Izraelu, wielu izraelskich rolników odwiedza takie wydarzenie, jak wspomniane. Dlatego autor zakłada, że nie wpłynie to na stroniczości w sposobie gromadzenia danych. Trzecie ograniczenie dotyczy rolników spoza Izraela. Wielkość próby nie była reprezentatywna dla całkowitej populacji rolników w Indiach lub

krajach rozwiniętych. Ponadto ankieta została przeprowadzona podczas wizyty na wystawie rolniczej w Izraelu. Miało to ogromny wpływ na uzyskane wyniki od rolników z zagranicy i wskazuje konieczność podejścia do otrzymanych rezultatów z dużym dystansem.

#### D. Struktura rozprawy

Struktura rozprawy jest następująca:

Rozdział 1 omawia determinanty zachowań rolników wobec wdrażania innowacji w świetle teorii ekonomii. Koncentruje się na przeglądzie literatury w celu poszerzenia i wykorzystania głównych teorii ekonomii behawioralnej w celu wyjaśnienia zachowania rolników wobec wdrażaniem technologii rolniczych. Omawiane tematy obejmują historyczny rozwój ekonomii behawioralnej, ekonomię behawioralną w porównaniu do ekonomii standardowej, podstawowe założenia i teorie ekonomii behawioralnej, ekonomię zachowań rolników oraz teorie innowacji.

Rozdział 2 omawia globalne wyzwania ekonomii zasobów naturalnych, ekonomiki rolnictwa i gospodarki wodnej. Bada interakcje między ekonomią a zasobami naturalnymi. W podrozdziałach omawia się następujące tematy: założenia polityki rolnej, ceny jako determinanty zachowania rolników, woda jako kluczowy problem ekonomii środowiska, niedobór słodkiej wody oraz polityka/ceny wody.

Rozdział 3 omawia wyjątkowość sektora rolnego w Izraelu. Rolnictwo odegrało ważną rolę w rozwoju gospodarki Izraela. Rozdział wskazuje również na unikatowość spółdzielni rolniczych w Izraelu: Kibuc i Moshav. Następnie omawia działalność badawczo-rozwojową w rolnictwie w Izraelu oraz sposób, w jaki rząd Izraela inwestuje w badania i rozwój. Czynniki te, wraz ze skutecznym rozpowszechnianiem innowacji w gospodarstwach za pośrednictwem publicznej usługi doradztwa, pozwoliły Izraelowi stać się światowym liderem w dziedzinie technologii rolniczej. W ostatniej części rozdziału omówiono sektor irygacyjny w Izraelu.

Rozdział 4 omawia zaawansowane systemy nawadniające z perspektywy technicznej, ekonomicznej i agronomicznej. Wyjaśniono różnice między tymi metodami nawadniania w oparciu o aktualną literaturę. Ostatnia część tego rozdziału poświęcona jest pięciu technologiom, które stanowią podstawę konstrukcji zmiennej zależną: sterowniki do

nawadniania i fertygacji, oprogramowanie do zarządzania gospodarstwem, GPS, GIS oraz czujniki gleby i wody. Wszystkie reprezentują najnowsze technologie stosowane przez rolników na całym świecie.

Rozdział 5 jest głównym rozdziałem tej rozprawy. Zaczyna się od zaprezentowania założenia badań, wkładu badań oraz przeglądu ram teoretycznych, a następnie prezentuje koncepcję i model badań. W dalszej części przedstawia hipotezy rozprawy, a następnie metodologię badawczą. Zmienna zależna jest zmienną zliczeniową skonstruowaną w oparciu o literaturę oraz wcześniejsze ramy i modele wdrażania technologii. Każda grupa zmiennych objaśniających jest testowana przy użyciu regresji Poissona w celu ustalenia, czy istnieje związek z poziomem wdrażania technologii. W ostatnich podrozdziałach dokonano porównania między rolnikami izraelskimi i innymi rolnikami, którzy brali udział w badaniu, a następnie wskazano, w jaki sposób wyniki badania wspierają istniejącą wiedzę.

W konkluzjach znajduje się sekcja poświęcona potwierdzaniu hipotez, po której następuje dyskusja, zalecenia dotyczące dalszych badań i kilka końcowych przemyśleń. Na końcu załączono obszerny aneks z dodatkowymi danymi i wynikami analiz.

#### E. Wyniki badań

Po przeanalizowaniu wszystkich różnych grup zmiennych (społecznych, ekonomicznych, środowiskowych i behawioralnych) w oddzielnych modelach i ustaleniu, które z czynników są istotne i przyczyniają się do poziomu wdrażania technologii, oszacowano regresję obejmującą wszystkie zmienne. W tym celu zastosowano procedurę regresji krokowej. Wyniki regresji Poissona wszystkich zmiennych przedstawiono w tabeli 1.

Wyniki pokazują, że modyfikowana zmienna *pełniona funkcja w gospodarstwie* (pracownik lub właściciel) była istotnym predyktorem poziomu wdrażania technologii nawadniania, tj. bycie pracownikiem zwiększa liczbę stosowanych technologii o 25,4%. *Wielkość gospodarstwa* rolnego jest kolejnym znaczącym predyktorem poziomu wdrażania technologii nawadniania. Wskaźnik IRR wskazuje, że liczba wdrażonych technologii w przypadku dużych gospodarstw (powyżej 1000 ha) jest o około 26% wyższa niż w przypadku małych i średnich gospodarstw (mniej niż 1000 ha). *Dochód gospodarstwa* jest również istotnym czynnikiem

predykcyjnym poziomowi wdrażania technologii nawadniania. Wskaźnik IRR wskazuje, że gospodarstwa o przedziale dochodów powyżej 200 000 USD mają wyższy poziom wdrażania technologii nawadniania niż gospodarstwa o niskich dochodach (dochód poniżej 50 000 USD) o około 100%. *Opady deszczu* w gospodarstwie są również istotnym czynnikiem prognostycznym poziomu wdrażania technologii nawadniania. Wskaźnik IRR wskazuje, że w gospodarstwach z opadami 201–400 mm poziom technologii jest o 22,2% wyższy niż w gospodarstwach z opadami 0–200 mm.

**Tabela 1. Determinanty wdrażania nowoczesnych technologii (regresja Poissona)**

Zmienne	B	IRR	Bootstrap bł. stand.	z	P>z	[95% przedział ufności]		VIF
<b>Zmienna zależna:</b>	<b>Liczba technologii nawadniania wykorzystanych przez rolnika</b>							
<b>Pełniona funkcja (dummy):</b>	<b>Właściciel ref.</b>							
<b>Pracownik</b>	.226	1.25	.08	4.00	0.025	.05	.40	1.24
<b>Wielkość gospodarstwa (dummy):</b>	<b>&lt;1000 ha ref.</b>							
<b>Wielkość &gt;1000 ha</b>	0.23	1.26	0.08	2.61	0.007	0.05	0.40	1.26
<b>Dochód gospodarstwa (dummy):</b>	<b>&lt;\$50000 ref.</b>							
<b>Dochód \$50000 - \$200000</b>	0.25	1.28	0.17	1.46	0.145	-0.08	0.59	4.55
<b>Dochód powyżej \$200000</b>	0.69	2.00	0.14	4.71	0	0.40	0.98	4.42
<b>Opady: (dummy):</b>	<b>Opady 0-200 mm ref.</b>							
<b>Opady 201 – 400mm</b>	.20	1.22	.090	2.28	0.037	.02	.37	2.07
<b>Opady 401 – 600mm</b>	.12	1.13	.106	1.22	0.179	-.08	.33	2.21
<b>Jakość wody (dummy):</b>	<b>Niska ref.</b>							
<b>Średnia</b>	-0.24	0.77	0.09	-2.71	0.004	-0.42	-0.06	1.12
<b>Wysoka</b>	-0.28	0.75	0.16	-1.69	0.069	-0.61	0.04	1.19
<b>Skołonność do korzystania z doradców - zliczeniowa</b>	0.05	1.05	0.01	3.29	0.001	0.02	0.08	1.14
<b>_cons</b>	-0.44	0.64	0.17	-2.58	0.01	-0.77	-0.10	
Log Likelihood =	-170.487							
Liczba obserwacji =	101.00							
Powtórzenia =	197.00							
Wald chi2(6) =	35.69							
Prob > chi2 =	0.000							

Źródło: opracowanie własne.



*Jakość wody* w gospodarstwie jest także istotnym czynnikiem predykcyjnym poziomu wdrażania technologii nawadniania. Wskaźnik IRR wskazuje, że w gospodarstwach o średniej i wysokiej jakości wody poziom wdrażania technologii jest odpowiednio o 22% i 25% niższy niż w gospodarstwach o wodzie niskiej jakości.

*Skłonność do korzystania z usług doradców* jest również istotnym predyktorem poziomu wdrażania technologii nawadniania. Współczynnik IRR wskazuje, że dla każdej jednostki wzrostu predyktora częstość występowania wzrosła o współczynnik 1,056 (5,6%). Innymi słowy, im intensywniejsze korzystanie z usług doradczych, tym wyższy poziom wdrażania technologii. Analiza testu VIF wskazuje, że nie występuje problem współliniowości zmiennych.

## F. Wnioski

Główne wnioski z tych badań są następujące: wśród zmiennych społecznych znaczący wpływ na wdrażanie technologii przez izraelskich rolników odgrywa pełniona funkcja w gospodarstwie. Może to wynikać ze struktury rolniczej „kibucu” i „moszawa”. Pozwala to na przyjęcie hipotezy mówiącej, że wdrażanie nowych technologii przez izraelskich rolników zależy od czynników społecznych. Jeśli chodzi o determinanty ekonomiczne, analiza wyników regresji Poissona pokazuje, że dwie determinanty mogą przewidzieć i przyczynić się do poziomu adopcji technologii. Te zmienne to: dochód gospodarstwa i wielkość gospodarstwa. Pozwala to na przyjęcie hipotezy mówiącej, że wdrażanie nowych technologii przez izraelskich rolników zależy od czynników ekonomicznych. Wśród determinant środowiskowych stwierdzono, że jakość wody w gospodarstwie (średnia) była istotnym predyktorem poziomu przyjęcia technologii nawadniania (im niższa jakość wody, tym wyższy poziom wdrażania technologii). Drugim czynnikiem środowiskowym były opady deszczu w gospodarstwie (200–400 mm). Pozwala to na przyjęcie hipotezy mówiącej, że wdrażanie nowych technologii przez izraelskich rolników zależy od czynników środowiskowych. Wśród zmiennych behawioralnych istotnym predyktorem poziomu wdrażania technologii nawadniania była skłonność do skorzystania z usług doradców.

Głównym wkładem tej rozprawy była nowatorska strategia wyróżnienia i uwzględnienia w badaniach czynników behawioralnych i środowiskowych oprócz tradycyjnie analizowanych czynników społecznych i ekonomicznych. Najważniejszym rezultatem tych badań jest ustalenie

związku między wdrażaniem technologii a chęcią korzystania z usług konsultingowych (wiedzy), co potwierdzają dwie główne teorie w ekonomii, szczególnie w ekonomii behawioralnej. Pierwsza to teoria tworzenia sieci i dzielenia się wiedzą, a druga to ograniczona teoria racjonalności.

Badanie to ujawniło również, z usług którego typu doradców korzysta się najczęściej w Izraelu i że z usług tych korzystają przynajmniej w niewielkim stopniu wszyscy rolnicy. Badanie wykazało, że teorie ograniczonej racjonalności oraz tworzenia sieci i wiedzy są istotne dla wyjaśnienia zachowania izraelskich rolników w zakresie wdrażania technologii. Struktura usług doradczych w Izraelu okazała się dobrym sposobem na ograniczenie ograniczonej racjonalności. W badaniach podkreślono jeden z kluczowych elementów sukcesu izraelskiego rolnictwa, jakim jest transfer wiedzy.

Nadal jednak istnieje niedostatek badań kwestii związanych z korzystaniem z usług konsultantów, a także z ogólnego szkolenia i transferu wiedzy. W Izraelu toczą się ciągłe debaty na temat próby zminimalizowania zaangażowania rządu w usługi doradztwa. Ta rozprawa może przyczynić się do zmiany w tego kierunku.