

## Determinants of the Non-Farm Income of rural households in Neyshabur: Application of Multilevel Tobit Model

SAMANEH IRAVANI<sup>1</sup>, MAHMOUD DANESHVAR KAKHKI\*, MOHAMMAD  
GHORBANI, ALIREZA KARBASI<sup>2</sup>

1. Ph.D. Student Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture,  
Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2. Full Professors of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ferdowsi  
University of Mashhad, Mashhad, Iran

(Received: Apr. 5, 2020- Accepted: Jul. 12, 2020)

### ABSTRACT

Today, the incomes of the rural non-farm sector are an important source for farmers and other rural households, especially those without agricultural land. In this regard, the present study has considered the income structure of rural households in Neyshabur County and its related factors. Data were obtained by completing a questionnaire and multi-stage stratified random sampling method from 380 rural households in the county during September 2017 to February 2018. The two-level Tobit model was used to analyze the determinants of rural household income. The results show that 51.16% of the household average income (21.19 million Tomans) in 2016-2017 from the farm (crop, horticulture, and livestock) and 48.83% from the non-farm sector (non-farm self-employment, wage employment, pension-profit-rent and cash subsidy). The results of estimating the two-level Tobit model for each source of income show that the village factor has not affected the fluctuation of income from crop, horticulture, livestock and non-farm self-employment and has not affected the income from non-farm wages. Also, the results revealed that higher education of the household head only affected non-farm wage income and access to credit only on non-farm self-employment income. It is noteworthy that the increase in the number of households employed if they were engaged in non-farm self-employment has generated more annual household income than all five groups of rural households. According to the results, the policy proposal of this study is to facilitate the establishment of non-farm businesses by improving access to credit and increasing technical and vocational training and skills courses in rural areas.

**Keywords:** Non-Farm Income, Multilevel Tobit Model, Rural Household, Neyshabur

### Extended abstract

#### Objectives

Nowadays the rural non-farm income (i.e. the income of wage and self-employment activities in trade, production, and services) is an important income source for farmers and other rural households. This has led policymakers to develop these activities in rural areas. There are several reasons why promoting RNF activity can be of interest to policymakers in developing countries. The first reason is that RNF income is an important factor in the family economy and therefore food security; because it allows more access to food. This source of income may also prevent rapid or excessive urbanization, as well as the destruction of natural resources due to overuse. Second, RNF activities increase agricultural profitability by providing the necessary liquidity to invest in agricultural inputs, developing processing and distribution of agricultural products, and increasing access to market centers. The third reason is that the nature and performance of agriculture, which is itself influenced by agricultural policies, can have important effects on the dynamics of the RNF

sector. According to this, the present study has considered the income structure of rural households in Neyshabur County and its related factors.

### Methods

The data is gathered through a questionnaire survey carried out on 380 rural households from four districts (Zabarkhan, Markazi, Sarvelayat and Mianjolgeh) in the Neyshabour County. Based on the population in these areas, the corresponding 80, 182, 35, and 83 questionnaires were completed by the subjects. The survey is conducted during September 2017 to February 2018. Households were chosen through a multistage stratified sampling method, in such a way that after determining the district, villages were selected randomly within the district, and at the next stage, households were selected randomly in the villages.

In this study, according to various studies such as Davis et al (2017), rural household income is divided into two groups: farm income (crop, horticulture, and livestock) and non-farm income (non-farm self-employment, wage employment, pension- profit -rent and cash subsidy) and multilevel Tobit model used to investigate the determinants of rural household income in each of these groups.

### Results

The results of the questionnaire show that 51.16% of the household average income (21.19 million Tomans) in 2016-2017 from the farm and 48.83% from the non-farm sector. Also, of the 380 households surveyed, 64.5% have at least one source of farm income and 70% have at least one non-farm source of income (excluding subsidies). Among the 380 households surveyed, 132 households had income from the crop sector, which the average income of these households in the crop year 2016-2017 is 8.94 million Tomans. Also, 124 and 133 households had income from the horticulture and livestock sectors, which had an annual income of 10.2 and 12.59 million Tomans, respectively, from these two agricultural sub-sectors. Households with income from non-farm self-employment and non-farm wages are 126 and 130 households with an average income of 12.85 and 10.25 million Tomans, respectively. The results show that the heads of households that have income from the non-agricultural sector are younger and have higher education than households with agricultural activities.

The results of the two-level Tobit model indicate that 44.90%, 63.76%, 37.87% and 22.84% of the fluctuation in income from crop, horticulture, livestock and non-farm self-employment income, respectively, were related to the rural effect. The difference in the village did not affect the income from non-farm wages. Households in rural areas approximate the urban centers have had more horticulture income. Livestock income was also higher in the villages with less population. While non-farm self-employment was higher in the villages with more population.

The results show that household head's characteristics such as age, sex, and education did not affect the farm income and the income of this sector was dependent on variables such as farmland size, farmland ownership, the number of livestock, and the number of employees in the sector. Also, the results revealed that higher education of the household head only affected non-farm wage income and access to credit only on non-farm self-employment income. It is noteworthy that the increase in the number of households employed if they were engaged in non-farm self-employment has generated more annual household income than all five groups of rural households.

### Discussion

The results show that higher education for the household head, access to credit, and an increase in the number of non-farm workers in the household has a positive effect on non-farm income. Therefore, the policy suggestion of this study is to facilitate the creation of non-farm businesses by improving access to credit and enhancing vocational training and skills training in rural areas.

## عوامل تعیین کننده درآمد غیر کشاورزی خانوارهای روستایی نیشابور: کاربرد الگوی توبیت چند سطحی

سمانه ایروانی<sup>۱</sup>، محمود دانشور کاخکی\*<sup>۲</sup>، محمد قربانی، علیرضا کرباسی<sup>۳</sup>  
<sup>۱</sup>، دانشجوی دکتری گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران  
<sup>۲</sup>، <sup>۳</sup>، استادان گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران  
 (تاریخ دریافت: ۹۹/۱/۱۷ - تاریخ تصویب: ۹۹/۴/۲۲)

### چکیده

امروزه درآمدهای بخش غیرکشاورزی روستایی منبع مهمی برای کشاورزان و سایر خانوارهای روستایی به ویژه خانوارهای فاقد زمین کشاورزی است. در این راستا، مطالعه حاضر ساختار درآمدی خانوارهای روستایی شهرستان نیشابور و عوامل موثر بر آن را مورد توجه قرار داده است. داده‌ها از طریق تکمیل پرسشنامه و روش نمونه‌گیری طبقه‌ای چند مرحله‌ای از ۳۸۰ خانوار روستایی شهرستان مذکور طی ماه‌های شهریور تا بهمن ۱۳۹۶ به دست آمده و از الگوی توبیت دوسطحی برای تحلیل عوامل موثر بر درآمد استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد، ۵۱/۱۶ درصد از میانگین درآمد سالانه (۲۱/۱۹ میلیون تومان) یک خانوار روستایی شهرستان نیشابور در سال ۹۶-۱۳۹۵ از بخش کشاورزی (زراعت، باغ و دام) و ۴۸/۸۳ درصد نیز از بخش غیرکشاورزی (خود اشتغالی، مزدگیری، مستمری، سود سپرده، اجاره و یارانه) به دست آمده است. نتایج برآورد الگوی توبیت دو سطحی برای هر یک از منابع درآمدی نشان می‌دهد، عامل روستا بر نوسان درآمد از بخش زراعت، باغ، دام و خود اشتغالی غیرکشاورزی اثرگذار و بر درآمد از مزدگیری غیرکشاورزی موثر نبوده است. همچنین، نتایج نشان داد تحصیلات بالاتر سرپرست خانوار تنها بر درآمد از مزدگیری غیرکشاورزی و دسترسی به اعتبارات تنها بر درآمد از خود اشتغالی غیرکشاورزی اثرگذار بوده است. نکته قابل توجه این‌که افزایش تعداد شاغلان خانوار اگر چنانچه در بخش خود اشتغالی غیرکشاورزی مشغول شده باشند درآمد سالانه بیشتری نسبت به همه گروه‌های درآمد برای خانوار روستایی به همراه داشته است. با توجه به نتایج حاصل شده، پیشنهاد سیاستی این مطالعه تسهیل ایجاد کسب و کارهای غیرکشاورزی از طریق بهبود شرایط دسترسی به اعتبارات و افزایش آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و دوره‌های مهارت‌آموزی در مناطق روستایی است.

**واژه‌های کلیدی:** درآمد غیرکشاورزی، الگوی توبیت چند سطحی، خانوار روستایی، نیشابور

### مقدمه

تصور سنتی در مورد خانوارهای کشاورزی در کشورهای در حال توسعه بر این بوده است که این خانوارها عمدتاً بر مشاغل کشاورزی تمرکز دارند و توجه کمی به فعالیت های غیرکشاورزی روستایی (RNF) دارند. این تصور حتی امروزه نیز متداول است و در گفتمان های سیاستی هنوز درآمد کشاورزی با درآمدهای روستایی و روابط شهری/ روستایی با روابط کشاورزی/ غیرکشاورزی به طور مشابه به کار گرفته می شوند. بر همین اساس، وزارت صنعت بر صنعت شهری و وزارت کشاورزی بر فعالیت های کشاورزی متمرکز هستند و حتی برنامه ریزان و علاقمندان توسعه روستایی نیز کمتر به RNF توجه کرده اند (Reardon et al., 1998). با این وجود، شواهد مبنی بر این که درآمدهای بخش غیرکشاورزی روستایی (یعنی درآمد حاصل از فعالیت های مزدگیری و خود اشتغالی در تجارت، تولید و خدمات) منبع مهمی برای کشاورزان و سایر خانوارهای روستایی به ویژه خانوارهای فاقد زمین کشاورزی است. به طوری که برخی از پژوهش ها نشان داده اند که منابع درآمدی غیرکشاورزی حدود ۳۰-۴۵ درصد و در برخی مواقع تا ۱۰۰ درصد از میانگین درآمد خانوار روستایی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه را تشکیل می دهد (Adato & Meinzen-Dick, 2002; Barrett, Reardon, & Wedd, 2001; Steven Haggblade & Hazell, 2005; Steven Haggblade, Hazell, & Reardon, 2009; Mortimore & Adams, 1999; Vasco & Tamayo, 2017). دلایل مختلفی وجود دارد که چرا ارتقاء فعالیت RNF می تواند مورد توجه سیاست گذاران کشورهای در حال توسعه باشد. اولین دلیل این است که درآمد RNF یک عامل مهم در اقتصاد خانواده و در نتیجه امنیت غذایی است؛ زیرا دسترسی بیشتر به غذا را امکان پذیر می کند. این منبع درآمد همچنین ممکن است از شهرنشینی سریع یا بیش از حد و همچنین تخریب منابع طبیعی به دلیل استفاده بیش از حد جلوگیری کند. دوم این که فعالیت های RNF با فراهم کردن نقدینگی لازم برای سرمایه گذاری در نهادهای کشاورزی، توسعه فرآوری و توزیع محصولات

کشاورزی و افزایش دسترسی به مراکز بازار، سودآوری کشاورزی را افزایش می دهد. سومین دلیل این است که ماهیت و عملکرد کشاورزی که خود متاثر از سیاست های کشاورزی است می تواند تأثیرات مهمی بر پویایی بخش RNF داشته باشد. به طوری که این بخش زمانی رشد سریع تر و مناسب تری خواهد داشت که بخش کشاورزی پویاتر باشد، محصولات کشاورزی برای فرآوری و توزیع در دسترس باشند و نهادهایی برای فروش، تجهیزاتی برای تعمیر و درآمدهای نقدی کشاورزی برای خرید کالا و خدمات در دسترس باشد (Steven Haggblade, Hazell, & Reardon, 2010; Reardon et al., 1998; Yúnez-Naude & Taylor, 2001). از طرفی شناسایی عوامل موثر بر اشتغال و درآمد غیرکشاورزی روستایی می تواند برای سیاست گذاران و برنامه ریزان جهت توسعه این فعالیت ها راهگشا باشد. بر این اساس، مطالعات مختلفی در کشورهای در حال توسعه صورت گرفته است. برای مثال Anang and Yeboah (2019) در مطالعه خود در کشور غنا بیان می کنند، جنسیت، تجربه کشاورزی، تحصیلات و مکان جغرافیایی از عوامل اثر گذار بر درآمد خارج از مزرعه بوده است. مقاله برای تشویق تنوع درآمد و بهبود اقتصاد روستایی، ارتقاء سطح تحصیلات رسمی در نواحی روستایی را پیشنهاد می دهد. Asfaw, Simane, Hassen, and Bantider (2017) با بررسی ۳۸۴ کشاورز کوچک دیم کار در منطقه ولکا اتیوپی و کاربرد الگوی لاجیت و تحلیل ANOVA به این نتیجه رسیدند که دسترسی به سرمایه کافی، زیرساخت های ضعیف و فقدان آموزش مهم ترین محدودیت هایی است که مانع از ورود کشاورزان به فعالیت های غیرکشاورزی روستایی می شود. نتایج الگوی لاجیت پژوهش مذکور نیز نشان داد، خانوارهایی دارای سرپرست جوان و باسواد، دسترسی به اعتبارات خرد، داشتن مسئولیت های اجتماعی از عوامل موثر در مشارکت خانوارها در اشتغال غیرکشاورزی بوده است. (Odoh and Nwibo, 2017) در مطالعه خود در جنوب شرقی نیجریه و بررسی ۳۶۰ خانوار روستایی نشان دادند، ۸۲/۵ درصد از خانوارهای

درآمد از خانوارهای روستایی شهرستان نیشابور را مورد بررسی قرار داده است. علت انتخاب این شهرستان علاوه بر سهم بالای جمعیت روستایی نسبت به کل استان (۳۴/۹ درصد از کل جمعیت شهرستان در سال ۱۳۹۵)، تنوع درآمد و توسعه مشاغل غیرکشاورزی در خانوارهای روستایی این شهرستان به دلیل وجود دو شهرک صنعتی بزرگ عطار و خیام می‌باشد.

### روش تحقیق

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه از طریق تکمیل پرسشنامه از ۳۸۰ خانوار روستایی در ۲۷ روستا که در چهار بخش شهرستان نیشابور شامل بخش‌های مرکزی، سرولایت، میان جلگه و زبرخان پراکنده بودند طی ماه‌های شهریور تا بهمن سال ۱۳۹۶ به دست آمده است. خانوارها بر اساس روش نمونه‌گیری طبقه‌ای چند مرحله‌ای به این صورت که بعد از انتخاب بخش و دهستان‌های آن، روستاها در هر دهستان و خانوارها در هر روستا به صورت تصادفی انتخاب شدند. تعداد خانوارها در هر بخش و همچنین در هر دهستان با توجه به سهم خانوارهای روستایی آن بخش از کل خانوارهای روستایی شهرستان و آن دهستان از کل خانوارهای بخش تعیین شدند. تعداد خانوارهای روستایی شهرستان نیشابور در سال ۱۳۹۵، ۵۰۰۰۰ خانوار (حجم جامعه) است. با توجه به عدم اطلاع دقیق از نسبت خانوارهای با درآمد غیرکشاورزی میزان  $p$  و  $q$  برابر با  $0/5$  با فاصله اطمینان ۹۵ درصد و  $d=0/05$  در فرمول کوکران (رابطه ۱) حجم نمونه برابر با ۳۸۰ خانوار تعیین شد.

$$n = \frac{Nz^2pq}{Nd^2 + z^2pq} \quad (1)$$

در این مطالعه با توجه به مطالعات مختلف مانند Davis, Giuseppe, and Winters et al. (2009) و Zezza (2017) درآمد خانوارهای روستایی به دو گروه درآمد مزرعه (زراعت، باغ و دام) و درآمد خارج از مزرعه<sup>۲</sup> (خود اشتغالی غیرکشاورزی، مزدبگیری غیرکشاورزی و کشاورزی، سود سپرده، اجاره، مستمری و یارانه) تقسیم شده است و به منظور بررسی عوامل

مورد بررسی دارای درآمد از بخش غیرکشاورزی هستند و اندازه کوچک مزرعه، بازده کم فعالیت‌های کشاورزی، ریسک و عدم قطعیت بخش کشاورزی، عضویت در سازمان‌های اجتماعی، دسترسی محدود به اعتبارات و انگیزه سود از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر تنوع درآمد و درآمد از بخش غیرکشاورزی بوده است. Khan, and Zheng (2016) عوامل موثر بر درآمد غیرکشاورزی در پاکستان را بررسی کردند. نتایج نشان داد، سن سرپرست خانوار و نگهداری از دام اثر منفی و اندازه مزرعه، بعد خانوار، تحصیلات سرپرست خانوار و نزدیکی به شهر اثر مثبت و معنی‌دار بر درآمد غیرکشاورزی در خانوارهای مورد بررسی داشته است. Demie and Zeray (2016) در مطالعه خود عوامل تعیین کننده درآمد غیرکشاورزی را با استفاده از الگوی توبیت در شرق اتیوپی بررسی کردند. نتایج نشان داد، دسترسی به اعتبارات، اندازه زمین، دام و تعداد بزرگسالان در خانواده به طور معنی‌دار و مثبت بر سهم درآمد حاصل از اشتغال غیرکشاورزی روستایی (RNFE) تأثیر داشته است. Abdulmalek and Usami (2009) با استفاده از الگوی توبیت عوامل موثر بر درآمد غیرکشاورزی در روستاهای بنگلادش را بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهد، مالکیت زمین، تحصیلات سرپرست خانوار و تجربه مهاجرت اثر معنی‌داری بر درآمد غیرکشاورزی (خود اشتغالی و مزد بگیری) داشته است. جمع‌بندی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد، تحصیلات، دسترسی به اعتبارات، نزدیکی به شهر، تعداد بزرگسالان در خانواده از عوامل اثرگذار بر درآمد حاصل از بخش غیرکشاورزی است.

بررسی مطالعات داخلی نشان می‌دهد که مطالعات کمی مانند Mirakzadeh, Ghasempouri (2012)، Khaledi, Rigi karami, and Alahveisi (2017) و Rahbari, Shafie Sabet, and Rezaie (2017) به موضوع اشتغال و درآمد غیرکشاورزی روستایی پرداخته‌اند. اگرچه، هیچ کدام از این مطالعات عوامل موثر بر درآمدهای غیرکشاورزی را بررسی نکرده‌اند. با توجه به مطالب بیان شده، مطالعه حاضر عوامل موثر بر

مزدبگیری غیرکشاورزی) است. به این صورت که اگر خانواده مورد بررسی از آن منبع، درآمد داشته باشد مقدار درآمد و در غیر آن صورت، صفر قرار داده می‌شود.  $X_{ij}$  متغیرهای توضیحی سطح خانوار،  $Z_j$  متغیرهای توضیحی سطح آبادی (روستا) است. این متغیرها به ترتیب شامل ویژگی‌های فردی و شخصی سرپرست خانوار (مانند سن، جنس، تحصیلات)؛ ویژگی‌های خانوار (تعداد شاغلان کشاورزی، تعداد شاغلان غیرکشاورزی، دارایی خانوار (ارزش وسیله نقلیه و دسترسی به وام)، ویژگی‌های کشاورزی (اندازه مزرعه (زارعی و باغی)، تعداد دام (سبک و سنگین) و ویژگی‌های آبادی (فاصله از مرکز شهرستان و جمعیت) است.  $v_{0j}$  نشان‌دهنده همبستگی درون آبادی‌ها (سطح دوم) به دلیل ساختار سلسله مراتبی داده‌ها است.

از آنجایی که قبل از برآورد، لازم است داده‌های مربوطه مورد آزمون قرار گیرد تا مشخص شود که آیا با ساختار سلسله مراتبی مواجه‌اند یا خیر؟ برای این منظور از آماره همبستگی درون کلاسی و یا درون واحدی استفاده شد. آماره همبستگی درون واحدی غیر صفر نشان‌دهنده وجود همبستگی بین دو مشاهده از یک واحد سطح بالاتر است. هرچه شاخص همبستگی درون واحدی بزرگ‌تر باشد، لزوم استفاده از الگوسازی چندسطحی نیز بیشتر می‌شود (Naderi, 2002). این آماره که با  $\rho$  یا ICC نشان داده می‌شود برای یک الگوی دوسطحی به صورت ذیل قابل محاسبه است:

$$\rho = \frac{\sigma_{u_0}^2}{\sigma_{u_0}^2 + \sigma_{e_0}^2} \quad (4)$$

که در آن  $\sigma_{e_0}^2$  واریانس جمله اخلال مربوط به واحدهای سطح اول و  $\sigma_{u_0}^2$  کوواریانس بین دو مشاهده از واحدهای سطح دوم است. لازم به یادآوری است این آماره بر اساس مدل تهی (مدل شامل عرض از مبدا) محاسبه می‌شود.

برای هر یک از منابع درآمدی ذکر شده (درآمدهای حاصل از زراعت، باغ، دام، خوداشتغالی غیرکشاورزی و

موثر بر درآمد خانوارهای روستایی در هر یک از این گروه‌ها از الگوی توبیت چند سطحی استفاده شده است. رویکرد Tobit هنگامی که متغیر وابسته دارای ارزش‌های مثبت و پیوسته باشد، اما برای بخش بزرگی از افراد این ارزش‌ها صفر باشد، یک راه‌حل مفیدتر از مدل‌سازی رگرسیون استاندارد است که با مدل‌سازی متغیر پنهان مشخص می‌شود. مدل توبیت را می‌توان با معادلات زیر توصیف کرد (Piergentili et al., 2015):

$$Y_i^* = X_i'\beta + \varepsilon_i \quad y_i = \begin{cases} Y_i^* & \text{if } Y_i^* > 0 \\ 0 & \text{if } Y_i^* \leq 0 \end{cases} \quad \varepsilon_i | x_i \sim N(0, \sigma^2)$$

که در آن  $\varepsilon_i$  جزء اخلال است که بنا به فرض دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس  $\sigma^2$  می‌باشد.  $X_i$  و  $Y_i$  برای  $i = 1, 2, \dots, n$  قابل مشاهده و  $Y_i^*$  در صورتی که  $Y_i \leq 0$  غیر قابل مشاهده می‌باشد (Amemiya, 1984). از طرفی، وقتی که داده‌ها دارای ساختار سلسله مراتبی باشند، استفاده از الگوی یک سطحی (رگرسیون کلاسیک) با مشکل ناهمسانی واریانس مواجه شده و استنباط آماری دچار مشکل می‌شود. با توجه به این‌که در مطالعه حاضر داده‌های جمع‌آوری شده دارای ساختار سلسله مراتبی است (به این دلیل که خانوارها در درون روستا و روستاها در درون بخش‌ها قرار گرفته‌اند)، استفاده از الگوی چند سطحی ارجحیت دارد. بنابراین، با پیروی از Piergentili et al. (2015) از الگوی توبیت چند سطحی استفاده شد. به منظور سهولت بررسی رابطه (۳) الگوی توبیت دو سطحی با عرض از مبدا تصادفی را نشان می‌دهد. این الگو برای حالت سه سطحی، که بخش به عنوان سطح سوم در نظر گرفته شده است، در مطالعه بررسی شده است.

(۳)

$$y_{ij} = \begin{cases} y_{ij}^* & \text{if } y_{ij}^* > 0 \\ 0 & \text{if } y_{ij}^* \leq 0 \end{cases} \quad \varepsilon_{ij} | x_{ij} \sim N(0, \sigma^2), v_{0j} | x_{ij} \sim N(0, \sigma_v^2)$$

$$y_{ij} = \begin{cases} y_{ij}^* & \text{if } y_{ij}^* > 0 \\ 0 & \text{if } y_{ij}^* \leq 0 \end{cases} \quad \varepsilon_{ij} | x_{ij} \sim N(0, \sigma^2), v_{0j} | x_{ij} \sim N(0, \sigma_v^2)$$

که در آن،  $Y_{ij}^*$  درآمد کشاورزی (زراعت، باغ و دام) و درآمد غیرکشاورزی (خوداشتغالی غیرکشاورزی و

(۵)

مزدبگیری غیرکشاورزی) با توجه به جدول (۱) چهار<sup>۱</sup> مدل برآورد می‌شود.

$$LR = 2 \times \log(L_{II}/L_I) = 2 \times (\log L_{II} - \log L_I) \sim \chi^2_q$$

که در آن،  $L_{II}$  مقدار log likelihood مدل دوم و  $L_I$  مقدار log likelihood مدل اول و  $q$  تعداد پارامترهای اضافی در مدل دوم است. اگر آماره LR در مدلی معنی‌دار شد نشان می‌دهد، آن مدل خوب است. شاخص Deviance که برابر با  $-2 \log \text{likelihood}$  است و هرچه کمتر باشد آن مدل بهتر است. معیارهای نیکویی برازش در مدل‌های Nonnest همان معیارهای شوارتز، بی‌زین و آکاتیک است.

علاوه بر آماره‌های فوق و با توجه به این‌که محاسبه آماره ضریب تعیین ( $R^2$ ) در مدل‌های سلسله مراتبی مشکل است آماره  $R_1^2$  به عنوان شاخص جایگزین پیشنهاد شده است. این آماره از طریق محاسبه کاهش نسبی جز خطای تصادفی در سطح یک نسبت به مدل تهی در الگوهای سلسله مراتبی خطی محاسبه می‌شود (Piergentili et al., 2015). اگرچه آماره  $R^2$  برای همه سطوح قابل محاسبه است. برای یک الگوی دوسطحی  $R^2$  برای سطح اول و سطح دوم به صورت رابطه (۶) محاسبه می‌شود (Hox, 2002).

(۶)

$$\text{Level 1} \quad R_1^2 = 1 - \frac{\hat{\sigma}_{01}^2}{\hat{\sigma}_{p1}^2}$$

$$\text{Level 2} \quad R_2^2 = 1 - \frac{\hat{\sigma}_{02}^2}{\hat{\sigma}_{p2}^2}$$

که در آن،  $\hat{\sigma}_p^2$  واریانس مربوط به مدل کامل و  $\hat{\sigma}_0^2$  واریانس مربوط به مدل صفر است.

### نتایج و بحث

در جدول ۲ میانگین درآمدی در هر یک از منابع درآمدی و سهم هر یک از کل درآمد یک خانوار روستایی با توجه به نمونه مورد بررسی (۳۸۰ خانوار) در سال ۹۶-۱۳۹۵ آمده است.

جدول ۱- سناریوهای مختلف ساختن مدل

الگوی دو سطحی			
مدل ۱ (مدل تهی)	مدل ۲	مدل ۳	مدل ۴
مدل تهی	مدل ۱ +	مدل ۲ +	مدل ۳ +
بدون متغیرهای توضیحی و تنها در نظر گرفتن اثرات تصادفی روستا	متغیرهای سطح اول (ویژگی خانوارها)	(ویژگی‌های کشاورزی)	متغیرهای سطح روستا
نتایج برای نشان دادن درصد نوسان در سطح درآمد که به وسیله واحدهای سطح دو (روستا) توضیح داده شده‌اند.	نتایج ارتباط بین متغیرهای سطح ۱ (خانوارها) و درآمد را نشان می‌دهند.	نتایج نشان می‌دهند اگر ویژگی‌های کشاورزی اضافه شوند مدل بهتر می‌شود.	نتایج نشان می‌دهند اگر متغیرهای سطح دو (روستا) اضافه شوند مدل بهتر می‌شود.

برای انتخاب بین مدل‌های مختلف الگوی چندسطحی با توجه به این‌که مدل‌ها به صورت Nest و یا Nonnest هستند، از آماره‌های مختلفی می‌توان استفاده کرد. به طوری که اگر مدل‌ها به صورت Nest بودند، از دو آماره LR و Deviance استفاده گردد. هر دو این آماره‌ها دارای توزیع کای اسکور با درجه آزادی تعداد محدودیت‌ها هستند (Goldstein, 1995). اگر فرض شود که مدل I درون مدل II قرار گرفته باشد (Nest شده باشد) آماره LR به صورت رابطه (۵) نوشته می‌شود.

۱. درآمد از بارانه‌ها به دلیل این‌که به صورت نقدی از طرف دولت پرداخت می‌شود و همه خانوارهای آن را دریافت می‌کنند و درآمد از مستمری، سودسپرده‌ها اجاره نیز به دلیل این‌که عوامل اقتصاد کلان بر آن‌ها تاثیر دارد، بررسی نشده‌اند.

2. Likelihood Ratio Test

3. BIC

4. AC

جدول ۲- میانگین سالانه درآمد خانوارهای روستایی به تفکیک منابع درآمدی در شهرستان نیشابور ( میلیون تومان)

منابع درآمدی	میانگین	انحراف معیار	سهم از کل درآمد (%)
<b>کل درآمد خانوار</b>	۲۱/۱۹	۱۶/۴۰	۱۰۰
<b>درآمد کشاورزی</b>	۱۰/۸۴	۱۵/۸۰	۵۱/۱۶
زراعت	۳/۱۱	۵/۶۵	۱۴/۶۵
باغ	۳/۳۳	۸/۶۳	۱۵/۷۲
دام	۴/۴۱	۱۰/۳۵	۲۰/۷۸
<b>درآمد غیرکشاورزی</b>	۱۰/۳۵	۸/۴۷	۴۸/۸۳
۱- درآمد مبتنی بر فعالیت خود اشتغالی غیرکشاورزی	۷/۷۷	۸/۲۲	۳۶/۶۵
مزدبگیر غیرکشاورزی	۴/۲۶	۷/۳۷	۲۰/۱۱
۲- درآمدهای کسب نشده مستمری-سود سپرده-اجاره و درآمدهای انتقالی (پارانه)	۳/۵۱	۶/۳۲	۱۶/۵۴
	۲/۵۸	۳/۰۷	۱۲/۱۷
	۰/۶۲	۲/۹۸	۲/۹۵
	۱/۹	۰/۶۴	۹/۲۱

ماخذ: یافته های پژوهش

بوده که سهمی حدود ۱۴/۶۵، ۱۵/۷۲ و ۲۰/۷۸ درصد از کل درآمد را داشته‌اند. میانگین درآمد در هر یک از زیرگروه‌های درآمد غیرکشاورزی که شامل درآمد از خود اشتغالی غیرکشاورزی، درآمد از مزدبگیری غیرکشاورزی، درآمد از مستمری، سود سپرده، اجاره و درآمد از یارانه است به ترتیب ۴/۲۶، ۳/۵۱، ۰/۶۲ و ۱/۹ میلیون تومان در سال بوده است. سهم هرکدام از این منابع درآمدی نیز به ترتیب ۲۰/۱۱، ۱۶/۵۴، ۲/۹۶ و ۹/۲۱ درصد از کل درآمد می‌باشد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در بین منابع درآمدی کشاورزی بیشترین سهم مربوط به درآمد از بخش دام و در درآمدهای غیرکشاورزی بیشترین سهم مربوط به خوداشتغالی غیرکشاورزی است. شایان ذکر است با توجه به اندازه خانوار که ۳/۵۸ نفر می‌باشد درآمد سرانه در نمونه مورد بررسی ۵/۹۱ میلیون تومان در سال ۹۶-۱۳۹۵ است.

از ۳۸۰ خانوار مورد بررسی، ۶۴/۵ درصد دارای حداقل یک منبع درآمد کشاورزی و ۷۰ درصد دارای حداقل یک منبع درآمدی غیرکشاورزی (بدون در نظر گرفتن یارانه‌ها) هستند. همچنین، از نظر تنوع منابع درآمدی، ۴۶ درصد از خانوارها دو منبع، ۳۴ درصد سه منبع، ۱۶ درصد چهار منبع، ۴ درصد پنج منبع، یک خانوار شش منبع درآمدی و یک خانوار هم هفت منبع درآمدی داشته‌اند. در جدول ۳ میانگین درآمد، حداقل و حداکثر درآمد و ویژگی‌های سرپرست خانوار در هر یک از منابع درآمدی ارائه شده است.

چنانچه جدول ۱ نشان می‌دهد، میانگین درآمد یک خانوار روستایی شهرستان نیشابور در سال (۹۶-۱۳۹۵) مبلغ ۲۱/۱۹ میلیون تومان می‌باشد که ۵۱/۱۶ درصد از آن از بخش کشاورزی و ۴۸/۸۳ درصد نیز از بخش غیرکشاورزی تامین می‌شود. درآمد بخش کشاورزی به سه زیر گروه زراعت، باغ و دام تقسیم شده است. میانگین درآمد حاصل از هر یک از این منابع درآمدی به ترتیب ۳/۱۱، ۳/۳۳ و ۴/۴۱ میلیون تومان

جدول ۳- ویژگی‌های فردی و میانگین درآمد در خانوارها به تفکیک هر یک از منابع درآمدی

تخصیلات سرپرست (سال)	سن سرپرست (سال)	درآمد سالانه ( میلیون تومان)			تعداد خانوار	شرح
		میانگین	حداقل	حداکثر		
۶/۹۴	۴۳/۴۹	۸/۹۴	۳۶/۸۴	۰/۴۲	۱۳۲	خانوارهای دارای درآمد از زراعت
۶/۶۶	۴۵/۵۲	۱۰/۲۱	۷۲/۵۲	۰/۳۵	۱۲۴	خانوارهای دارای درآمد از باغ
۷/۰۶	۴۳/۱۲	۱۲/۵۹	۹۵	۱/۵۰	۱۳۳	خانوارهای دارای درآمد از دام
۸/۴۹	۳۹/۳۱	۱۲/۸۵	۴۲	۲	۱۲۶	خانوارهای دارای درآمد از خوداشتغالی غیرکشاورزی
۸/۶۱	۳۸/۲۶	۱۰/۲۵	۴۸	۱	۱۳۰	خانوارهای دارای درآمد از مزدبگیری غیرکشاورزی
۵/۹۷	۵۱/۸۲	۷	۲۸/۸۰	۱/۰۹	۳۴	خانوارهای دارای درآمد از مستمری-سود سپرده، اجاره
۷/۶۳	۴۱/۴۱	۱/۹۸	۳/۸۲	۰/۵۴	۳۸۰	خانوارهای دارای درآمد از یارانه (کل نمونه)

ماخذ: یافته های پژوهش



۸/۵ سال می‌باشد. در نمونه مورد بررسی، تنها ۳۴ خانوار از بخش مستمری، سود سپرده و اجاره درآمد داشته‌اند در حالی که همه خانوارهای مورد بررسی یارانه دریافت کرده‌اند بیشترین یارانه دریافتی نیز ۳/۸۲ میلیون تومان در سال بوده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود سرپرست خانورهایی که از بخش غیرکشاورزی درآمد داشته‌اند جوان‌تر و دارای تحصیلات بالاتری نسبت به خانوارهای دارای فعالیت کشاورزی هستند.

نتایج برآورد الگوی توبیت دوسطحی برای منابع مختلف درآمدی خانوار روستایی در جدول‌های ۵ تا ۹ آمده است. لازم به ذکر است مدل تهی برای هر یک از منابع درآمدی بر اساس الگوی سه‌سطحی (سطح بخش به عنوان سطح سوم) هم انجام شد که در جدول ۴ نشان داده شده است. در هیچ یک از منابع درآمدی واریانس سطح سوم معنی دار نشده و ساختار داده‌ها الگوی سه‌سطحی را تایید نکرده است. در جدول ۵ عوامل موثر بر درآمد از زراعت ارائه شده است.

با توجه به نتایج جدول ۲، در بین ۳۸۰ خانوار مورد بررسی، ۱۳۲ خانوار دارای درآمد از بخش زراعت هستند که به طور میانگین این خانوارها در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، ۸/۹۴ میلیون تومان درآمد داشته‌اند. همچنین ۱۲۴ و ۱۳۳ خانوار نیز از بخش های باغ و دام درآمد داشته‌اند که این خانوارها به ترتیب ۱۰/۲ و ۱۲/۵۹ میلیون تومان درآمد سالانه از این دو زیربخش کشاورزی کسب نمودند. میانگین سن سرپرست خانوار در فعالیت‌های بخش کشاورزی بین ۴۳/۱ تا ۴۵/۵ سال و میانگین تحصیلات سرپرست خانوار نیز بین ۶/۶ و ۷ سال متغیر بوده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تفاوت زیادی بین سن و تحصیلات سرپرست خانوارهای دارای درآمد از زیر بخش‌های کشاورزی وجود ندارد. از بخش خوداشتغالی و مزدگیری غیرکشاورزی نیز به ترتیب ۱۲۶ و ۱۳۰ خانوار کسب درآمد کرده‌اند که میانگین درآمد سالانه آن‌ها ۱۲/۸۵ و ۱۰/۲۵ میلیون تومان بوده است. در این دو بخش، میانگین سن سرپرست خانوار ۳۸ و ۳۹ سال و میانگین تحصیلات نیز

جدول ۴- واریانس جز خطای تصادفی در الگوی های سه‌سطحی (مدل تهی)

وارینانس جز خطای تصادفی	زراعت	باغ	دام	خوداشتغالی غیرکشاورزی	مزدگیری غیرکشاورزی
در سطح اول (خانوار)	۱۰۲/۸۵	۱۷۹/۲۹	۳۱۹/۴۸	۲۴۷/۶۴	۲۰۷/۷۵
	*(۱۴/۳۶)	*(۲۴/۵۸)	*(۴۳/۶۲)	*(۳۶/۹۰)	*(۳۰/۴۶)
در سطح دوم (روستا)	۴۶/۹۷	۳۰۲/۱۸	۱۹۴/۷۸	۷۷/۳۴	۱/۸۷
	***(۱۹/۷۴)	***(۱۳۲/۹۱)	*(۷۲/۶۸)	***(۳۳/۰۴)	ns(۵/۹۵)
در سطح سوم (بخش)	۴۴/۰۹	۱۰/۱۴	۱/۲۳ e-۳۰	۱/۴۹e-۳۲	۳/۳۳e-۳۲
	ns(۴۰/۰۸)		ns(۱/۳۸e-۱۴)	ns(۸/۱۲e-۱۶)	ns(۲/۳۴e-۱۶)

ماخذ: یافته‌های پژوهش

\*\*\* و \*\* به ترتیب معنی داری در سطح ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪. مقادیر داخل پرانتز انحراف معیار می‌باشند.

جدول ۵- نتایج الگوی توبیت دوسطحی در بررسی عوامل موثر بر درآمد از زراعت

متغیرها	مدل ۱ (تهی)	مدل ۲	مدل ۳	مدل ۴
عرض از مبدا	**۵/۰۹	*۳۰/۳۶	*۱۷/۳۹	-۱۵/۹۶
جنسیت (مرد=۱)		۳/۸۷	-۰/۶۲	-۰/۶۷
سن (سال)		***۰/۱۱	۰/۰۰۴	-۰/۰۰۱
تحصیلات(سال)		۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۱۵
تعداد شاغلان کشاورزی(نفر)		*۲۲/۰۷	*۱۱/۹۲	*۱۱/۶۲
مساحت زمین زراعی(هکتار)			*۲/۱۷	*۲/۳۱
مالکیت زمین زراعی (مالک=۱)			*۶/۸۷	*۷/۰۱
ارزش دارایی کشاورزی(میلیون تومان)			***۰/۰۱	***۰/۰۱
دسترسی به اعتبارات			۰/۰۱	۰/۰۰۲
جمعیت روستا( نفر)				۰/۰۰۰۳
فاصله تا نیشابور( کیلومتر)				***۰/۰۵
واریانس جز خطای تصادفی				
واریانس جز خطای سطح روستا	*۸۴/۲۴ (۳۰/۸۹)	*۶۷/۵۰ (۲۳/۵۰)	*۲۰/۳۴ (۷/۱۲)	*۱۶/۲۸ (۶/۰۴)
واریانس جز خطای سطح خانوار	*۱۰۳/۳۷ (۱۴/۴۶)	*۵۰/۶۷ (۶/۸۱)	*۲۲/۱۳ (۲/۹۶)	*۲۱/۸۵ (۲/۹۱)
ICC	۰/۴۴۹۰	-	-	-
-2I1	۱۲۳۱/۰۴	۱۰۶۰/۴۴	۹۰۴/۱۴	۹۰۰/۸
R12	-	٪۵۰/۹۸	٪۷۸/۶۱	٪۷۸/۸۹
LR test vs tobit	(p= 0.00) ۸۵/۴۲	۱۱۲/۸۰	(p= 0.00) ۷۱/۵۳	(p= 0.00) ۵۵/۵۴
LR test	-	(p=0.00) ۱۷۰/۶۰	(p=0.00) ۱۵۶/۳۰	(p=0.18) ۳/۳۴

ماخذ: یافته های پژوهش

\*\*\*،\*\*،\* معنی داری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد. مقادیر داخل پرانتز انحراف معیار می باشند.

اساس مقدار آماره ICC، ۴۴/۹۰ درصد از نوسانات سطح درآمد از بخش زراعت مربوط به تفاوت در روستا است. به عبارت دیگر، ۵۵ درصد از نوسانات توسط ویژگی های خانوار و کشاورزی توضیح داده شده است. با توجه به نتایج مدل (۳)، متغیرهای تعداد شاغلان کشاورزی، سطح زیرکشت محصولات زراعی و مالکیت زمین زراعی اثر مثبت و معنی داری بر درآمد از بخش زراعت به ترتیب در سطح ۱۰٪، ۱٪ و ۱٪ داشته اند. برای مثال یک هکتار افزایش در سطح زیرکشت محصولات زراعی، درآمد از این بخش را ۲/۱۷ میلیون تومان افزایش می دهد. سایر ویژگی ها مانند جنسیت، سن و سطح تحصیلات سرپرست خانوار و همچنین مقدار اعتبارات دریافتی برای فعالیت زراعی اثر معنی داری بر درآمد از بخش زراعت نداشته است. در جدول ۶ نتایج الگوی توبیت دوسطحی در بررسی عوامل موثر بر درآمد از بخش باغ آمده است.

با توجه به نتایج جدول ۵ و معنی داری واریانس جز خطای تصادفی در سطح روستا و همچنین مقدار آماره ICC وجود ساختار سلسه مراتبی و الگوی دوسطحی در داده ها تایید می شود. مقدار آماره Lr Test vs Tobit نیز بیانگر برتر بودن الگوی دوسطحی نسبت به الگوی توبیت استاندارد است. علاوه بر این، ورود ویژگی های خانوار (مدل ۲)، کشاورزی (مدل ۳) و روستا (مدل ۴) در برآورد الگو منجر به کاهش واریانس جز خطای تصادفی در هر دو سطح خانوار و روستا شده است که حاکی از بهتر شدن الگو با ورود این متغیرها بوده است. علاوه بر این، مقدار آماره  $R_1^2$  (۶۱/۷۸ درصد) در مدل (۳) که معیاری مشابه  $R^2$  در الگوی توبیت استاندارد است، خوب بودن برازش الگو را تایید می کند. با توجه به توضیحات بیان شده و معنی دار نشدن آماره LR Test در مدل (۴)، مدل (۳) به عنوان الگوی برتر در بررسی عوامل موثر بر درآمد از بخش زراعت انتخاب می شود. بر

جدول ۶- نتایج الگوی توبیت دوسطحی در بررسی عوامل موثر بر درآمد از باغ

متغیرها	مدل ۱ (تهی)	مدل ۲	مدل ۳	مدل ۴
عرض از مبدا	* (۳/۸۵) - ۱۱/۰۷	* (۹/۰۵) - ۴۴/۴۴	* (۳/۴) - ۹/۵۹	(۳/۵۵) - ۵/۴۴
جنسیت (مرد=۱)		(۵/۱۵) ۲/۸۴	(۱/۹۲) ۰/۲۴	(۱/۸۸) ۰/۲۲
سن (سال)		*** (۰/۰۹) ۰/۱۷	(۰/۰۴) ۰/۰۶	(۰/۰۴) ۰/۰۵
تحصیلات (سال)		(۰/۳۱) ۰/۴۱	(۰/۱۳) ۰/۰۴	(۰/۱۳) ۰/۰۰۴
تعداد شاغلان کشاورزی (نفر)		* (۳/۷۷) ۲۵/۵۶	** (۱/۵) ۳/۸۱	* (۱/۴۵) ۳/۶۸
مساحت زمین باغی (هکتار)			* (۱/۲۵) ۳۰/۱۵	* (۱/۲۳) ۳۰/۲۲
مالکیت زمین باغی (مالک=۱)			* (۱/۰۶) ۴/۴۵	* (۱/۰۴) ۴/۵۶
ارزش دارایی کشاورزی (میلیون تومان)			(۰/۰۰۶) ۰/۰۰۲	(۰/۰۰۶) ۰/۰۰۲
دسترسی به اعتبارات			(۰/۱۱) ۰/۰۰۷	(۰/۱۱) ۰/۰۰۶
جمعیت روستا (نفر)				(۰/۰۰۱) ۰/۰۰۰۹
فاصله تا نیشابور (کیلومتر)				* (۰/۰۳) ۰/۱۰۵
واریانس جز خطای تصادفی				
واریانس جز خطای سطح روستا	* (۱۲۶/۶) ۳۱۵/۳۸	* (۱۰۷/۱۱) ۲۶۸/۳۱	* (۱۰/۱۸) ۲۶/۲۱	* (۶/۳۳) ۱۶/۱۵
واریانس جز خطای سطح خانوار	* (۲۴/۵۵) ۱۷۹/۱۹	* (۱۸/۱۱) ۱۳۵/۵۱	* (۲/۲۳) ۱۶/۶۸	* (۲/۱۴) ۱۶/۲۸
ICC	۰/۶۳۷۶	-	-	-
-2ll	۱۱۸۷/۸۶	۱۱۰۳/۵۸	۷۸۲/۳۴	۷۷۳/۴۲
R <sup>2</sup>	-	٪۲۴/۳۷	٪۹۰/۶۹	٪۹۰/۹۲
LR Test vs Tobit	(p= 0.00) ۱۴۶/۷۸	(p= 0.00) ۱۲۴/۸۷	(p= 0.00) ۵۵/۵۷	(p= 0.00) ۵۰/۰۵
LR Test	-	(p=0.00) ۸۴/۲۸	(p=0.00) ۳۲۱/۲۴	(p=0.01) ۸/۹۳

ماخذ: یافته های پژوهش

\*\*\*, \*\* و \* به ترتیب معنی داری در سطح ٪۱، ٪۵ و ٪۱۰. مقادیر داخل پرانتز انحراف معیار می باشند

مثبت بر درآمد از بخش باغ داشته اند. به طوری که افزایش یک هکتار به سطح باغات درآمد از این بخش را ۳۰ میلیون تومان افزایش داده است. مالکیت زمین باغی درآمد سالانه را ۴/۴۵ میلیون تومان افزایش می دهد. در بین ویژگی ها روستا، فاصله از مرکز شهرستان اثر منفی بر درآمد از بخش باغبانی داشته است. به عبارت دیگر هرچه فاصله روستا از مرکز شهرستان بیشتر شده است درآمد از بخش باغ در بین خانوارهای دارای این درآمد کاهش یافته است. این مساله با واقعیت مناطق روستایی شهرستان نیشابور کاملاً منطبق است، چون روستاهایی که در بخش های زبرخان و مرکزی شهرستان هستند و فاصله کمتر با شهر نیشابور دارند عمدتاً محصولات باغی آبی با درآمد بالا مانند آلو بخارا و گیلاس تولید می کنند ولی روستاهای مناطق سرولایت بادام و سیب که بیشتر هم به صورت دیم است، را تولید می کنند. جدول ۷ اثر عوامل موثر بر درآمد از بخش دامداری را نشان می دهد.

با توجه به جدول ۶، معنی دار بودن واریانس اجزای خطای تصادفی (سطح روستا و خانوار) و مقدار آماره ICC در مدل تهی، وجود ساختار سلسه مراتبی در درآمد از بخش باغبانی را تایید می کند. همچنین، کاهش واریانس اجزای خطای تصادفی با اضافه شدن ویژگی های مربوط به خانوار، کشاورزی و روستا بهبود الگوی برآورد شده را نشان می دهد. در بین مدل های برآورد شده با توجه به مقدار شاخص دویانس و معنی دار بودن آن بر اساس LR Test، مدل (۴) به عنوان الگوی بهتر انتخاب شد. مقدار آماره R<sup>2</sup> نشان می دهد که استفاده از ساختار سلسه مراتبی و متغیر های وارد شده در الگو ۹۱ درصد از نوسانات متغیر وابسته را توضیح می دهند. با توجه به مدل تهی (مدل ۱) مقدار آماره ICC نشان می دهد که ۶۳/۷ درصد از نوسانات درآمد از بخش باغ مربوط به سطح روستا است. بر اساس نتایج مدل (۴) تنها سه متغیر مالکیت زمین و مساحت زمین باغی و تعداد شاغلان بخش کشاورزی اثر معنی دار و

جدول ۷- نتایج الگوی توبیت دوسطحی در بررسی عوامل موثر بر درآمد از دام

متغیرها	مدل ۱ (تهی)	مدل ۲	مدل ۳	مدل ۴
عرض از مبدا	۳/۱۴)*-۷/۸۷	(۱۰/۳۴)-۴۳/۶۱	* (۳/۲۲)-۸/۲۶	** (۳/۲۵)-۷/۱۰
جنسیت (مرد=۱)		*		
سن (سال)		(۵/۸۵)۴/۷۳	(۱/۹۰)-۰/۹۴	(۱/۹۰)-۰/۸۸
تحصیلات (سال)		(۰/۱۲)۰/۰۹	(۰/۰۴)-۰/۰۴	(۰/۰۴)-۰/۰۳
تعداد شاغلان کشاورزی (نفر)		(۰/۳۷)۰/۴۱	(۰/۱۳)-۰/۰۳	(۰/۱۳)۰/۰۲
دام سبک (راس)		* (۴/۴۲) ۳۰/۹۹	* (۱/۴۷) ۶/۷۳	* (۱/۴۷) ۶/۶۹
دام سنگین (راس)			* (۰/۰۳) ۰/۶۵	* (۰/۰۳) ۰/۶۴
دسترسی به اعتبارات			* (۰/۰۹) ۲/۴۰	* (۰/۰۹) ۲/۳۸
جمعیت روستا (نفر)			(۱/۳۷)-۱/۹۸	(۱/۳۶)-۱/۹۶
فاصله تا نیشابور (کیلومتر)				(۰/۰۰۰۶)-۰/۰۰۱
				**
				(۰/۰۲)-۰/۰۱
واریانس جز خطای تصادفی				
واریانس جز خطای سطح روستا	۱۹۴/۷۸ *(۷۲/۶۸)	* (۵۵) ۱۴۱/۸۲	(۲/۱۹)۲/۸۵	(۱/۸۹)۲/۰۳
واریانس جز خطای سطح خانوار	۳۱۹/۴۷ *(۴۳/۶۲)	(۳۴/۴۲) ۲۵۶/۴۱ *	* (۳/۶۲) ۲۸/۱۳	* (۳/۶۳) ۲۸/۱۴
ICC	۰/۳۷۸۷	-	-	-
-2ll	۱۳۸۸/۷۴	۱۲۹۹/۶	۹۳۷/۸	۹۳۲/۹۲
R <sup>2</sup>	-	%۱۹/۷۳	%۹۱/۱۹	%۹۱/۱۹
LR test vs tobit	p= ) ۶۷/۵۷ (0.00	p= ) ۴۶/۶۴ (0.00	(p=0.03)۳/۱۸	(p=0.08) ۱/۸۱
LR test	-	(p=0.00)۸۹/۱۴	۳۶۱/۸۱ (p=0.00)	(p=0.08) ۴/۸۷

ماخذ: یافته های پژوهش

\*\*\*،\*\* و \* به ترتیب معنی داری در سطح ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪. مقادیر داخل پرانتز انحراف معیار می باشند

متغیرهای تعداد شاغلان بخش کشاورزی، تعداد دام سبک و سنگین اثر مثبت و معنی دار بر درآمد از بخش دام داشته است. سایر متغیرها مانند دسترسی به اعتبارات، سن و تحصیلات سرپرست خانوار اثر معنی داری بر درآمد دامی نداشته است. افزایش یک راس دام سنگین ( گاو شیری و پرواری) و دام سبک (گوسفند و بز) به ترتیب درآمد سالانه از بخش دام را ۲/۴ میلیون تومان و ۶۵۰ هزار تومان افزایش می دهند. اضافه شدن هر شاغل بخش کشاورزی نیز درآمد سالانه خانوار از بخش دام را ۶/۶ میلیون تومان افزایش می دهد. در بین ویژگی های روستا، جمعیت روستا اثر منفی و معنی دار بر درآمد از بخش دام داشته است. به بیان

با توجه به مدل (۱)، معنی دار بودن واریانس سطح روستا و مقدار آماره ICC بیانگر وجود ساختار سلسه مراتبی در داده های مربوط به درآمد دامی در خانوارهای روستایی مورد بررسی است. بر اساس آماره ICC، ۳۷/۸۷ درصد از نوسانات درآمد از بخش دام به توسط سطح روستا توجیه می شود و بقیه نوسانات مربوط به ویژگی های خانوار و کشاورزی می باشد. کاهش واریانس اجزای خطای تصادفی و همچنین شاخص دویانس (-) و افزایش مقدار R<sup>2</sup> با اضافه شدن ویژگی های خانوار، کشاورزی و روستا در مدل های ۲ تا ۴ بیانگر تاثیرگذاری مثبت این عوامل در برآورد الگو است. علاوه بر این، معنی داری آزمون LRtest بیانگر ارجح بودن مدل (۴) بر سایر مدل ها می باشد. با توجه به این مدل،

است. همچنین، اعتبارات دریافتی برای هیچ یک از فعالیت‌های کشاورزی اثر معنی‌داری بر درآمد از این زیر بخش‌ها نداشته است. در بین ویژگی‌های روستا، جمعیت روستا در درآمد از بخش دام و فاصله تا مرکز شهرستان در درآمد از بخش باغ اثر معنی‌دار بر درآمد از این بخش‌ها داشته است.

در بین درآمدهای غیرکشاورزی، دو منبع درآمدی مبتنی بر فعالیت یعنی درآمد از خوداشتغالی و درآمد از مزدبگیری غیرکشاورزی مورد بررسی قرار گرفتند. در جدول ۸ عوامل موثر بر درآمد از خود اشتغالی با استفاده از الگوی توبیت دوسطحی ارائه شده است.

دیگر، هرچه جمعیت روستا بیشتر شده درآمد از بخش دام کاهش یافته است.

جمع‌بندی عوامل موثر بر درآمد از بخش کشاورزی خانوارهای روستایی نشان داد، ویژگی‌های سرپرست خانوار مانند سن، جنس و تحصیلات در درآمد از زیربخش‌های کشاورزی شامل زراعت، باغ و دام اثرگذار نبوده است و این درآمدهای وابسته به متغیرهای مربوط به کشاورزی مانند مساحت زمین، مالکیت آن، تعداد دام سبک و سنگین و تعداد شاغلان در بخش کشاورزی بوده است. افزایش یک نفر به شاغلان کشاورزی خانوار درآمد بیشتری در بخش زراعت نسبت به بخش دام و در بخش دام نسبت به بخش باغ برای خانوار روستایی ایجاد کرده

جدول ۸- نتایج الگوی توبیت دوسطحی در بررسی عوامل موثر بر درآمد از خوداشتغالی غیرکشاورزی

متغیرها	مدل ۱ (تهی)	مدل ۲	مدل ۳
عرض از مبدا	۷/۸۷-*(۲/۲۵)	۲۴/۰۳-*(۷/۸۵)	۲۶/۲۵-*(۷/۷۹)
جنسیت (مرد=۱)		۹/۷۳-*(۵/۴۵)	۹/۲۳-*(۵/۳۷)
سن (سال)		۰/۰۹-*(۰/۰۹)	۰/۱۱-*(۰/۰۹)
تحصیلات (سال)		۰/۰۷-*(۰/۲۹)	۰/۰۳-*(۰/۲۹)
تعداد شاغلان غیرکشاورزی (نفر)		۱۶/۳۹-*(۲/۱۴)	۱۶/۲۰-*(۲/۱۰)
دسترسی به اعتبارات		۲/۱۴-*(۰/۶۹)	۲/۳۹-*(۰/۷)
جمعیت روستا (نفر)			۰/۰۰۴-*(۰/۰۰۱)
فاصله تا نیشابور (کیلومتر)			۰/۰۱-*(۰/۰۳)
واریانس جز خطای تصادفی			
واریانس جز خطای سطح روستا	۷۲/۳۴-*(۳۳/۰۴)	۷/۱۲-*(۱۰/۶۹)	۰/۳۴-*(۶/۲۳)
واریانس جز خطای سطح خانوار	۲۴۷/۶۴-*(۳۶/۹)	۱۹۲/۶۹-*(۲۸/۷۳)	۱۹۰/۶۶-*(۲۸/۰۷)
ICC	۰/۲۲۸۴	-	-
-2I1	۱۳۲۶/۴۶	۱۲۲۷/۲۲	۱۲۱۶/۸۴
R <sup>2</sup>	-	٪۲۲/۱۹	٪۲۳
LR test vs tobit	۲۵/۰۳ (p= 0.00)	۰/۶۳ (p= 0.2)	۰/۰۰۳ (p= 0.47)
LR test	-	۹۹/۲۴ (p=0.00)	۱۰/۳۹ (p=0.005)

ماخذ: یافته‌های پژوهش

\*\*\* و \*\* و \* به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪. مقادیر داخل پرانتز انحراف معیار می‌باشند

شاخص دویانس،  $R_1^2$  و همچنین معنی‌دار بودن آزمون LR Test، مدل (۳) به عنوان مدل بهتر انتخاب می‌شود. با توجه به این مدل، متغیرهای جنسیت، تعداد شاغلان غیرکشاورزی، اعتبارات و جمعیت روستا اثر مثبت و معنی‌دار بر درآمد از خود اشتغالی غیرکشاورزی داشته‌اند. متغیر جنسیت نشان می‌دهد که مردان نسبت به زنان سالانه ۹ میلیون تومان درآمد بیشتری از بخش

با توجه به جدول ۸ ساختار سلسله مراتبی در مشاهدات مربوط به درآمد از خوداشتغالی غیرکشاورزی با توجه به معنی‌دار بودن واریانس سطح روستا و مقدار آماره ICC و همچنین معنی‌دار بودن آماره LR Test vs Tobit در مدل تهی (مدل ۱) مورد تایید قرار می‌گیرد و در برآورد مدل بایستی از الگوی چند سطحی استفاده کرد. در بین مدل‌های برآورد شده، با توجه به مقادیر

غیرکشاورزی، درآمد خانوار از بخش خود اشتغالی غیرکشاورزی را ۱۶ میلیون تومان در سال افزایش می‌دهد.

خوداشتغالی غیرکشاورزی دارند. همچنین، خانوارهایی که برای کسب و کار غیرکشاورزی اعتبارات دریافت کرده‌اند ۲/۳۹ میلیون تومان درآمد بیشتری در سال به دست آورده‌اند. افزایش یک نفر به تعداد شاغلان

جدول ۹- نتایج الگوی توبیت در بررسی عوامل موثر بر درآمد مزدبگیری غیرکشاورزی

متغیرها	مدل ۱ (تهی)	توبیت
عرض از مبدا	۱/۸۳-۵/۶۲ (۱/۲۱)*	۰/۰۲ (۲/۱۵)
جنسیت (مرد=۱)		۱/۵۵- (۱/۳۳)
سن (سال)		۰/۰۱ (۰/۰۳)
تحصیلات (سال)		۰/۳۶ (۰/۰۹)*
تعداد شاغلان غیرکشاورزی (نفر)		۲/۹۷ (۰/۵۳)*
دارایی خانوار		۰/۰۲ (۰/۰۲)
واریانس جز خطای تصادفی		
واریانس جز خطای سطح روستا	۱/۸۳ (۵/۹۵)	-
واریانس جز خطای سطح خانوار	۲۰۷/۷۶* (۳۰/۴۶)	-
ICC	۰/۰۰۸۷	-
DE (Design Effect)	۱/۱۱	-
-2ll	۱۳۳۳/۷۸	۲۴۱۵/۴۲
R <sup>2</sup>	-	-
LR test vs tobit	۰/۱۱ (p= 0.37)	-
LR test	-	-

ماخذ: یافته های پژوهش

\*\*\*، \*\* و \* به ترتیب معنی داری در سطح ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪. مقادیر داخل پرانتز انحراف معیار می باشند

درآمد خانوار از این بخش را ۲/۹۷ میلیون تومان در سال افزایش خواهد داد.

جمع‌بندی عوامل موثر بر درآمد از بخش غیرکشاورزی خانوارهای روستایی نشان داد، اولاً اثرات روستا در زیربخش خود اشتغالی غیرکشاورزی اثرگذار بوده ولی بر درآمد از مزدبگیری اثرگذار نبوده است. از بین ویژگی‌های سرپرست خانوار، جنسیت سرپرست خانوار ( مرد بودن) بر درآمد از خود اشتغالی غیرکشاورزی و تحصیلات بر درآمد از مزدبگیری غیرکشاورزی اثر معنی‌داری داشته است. افزایش تعداد شاغلان غیرکشاورزی هم بر درآمد از خود اشتغالی و هم مزدبگیری اثر معنی‌دار داشته است، اگرچه درآمد از خوداشتغالی را بیش از چهار برابر درآمد مزدبگیری افزایش داده است. همچنین، دسترسی به اعتبارات و جمعیت روستا درآمد از خود اشتغالی را افزایش داده

جدول ۹ نتایج بررسی عوامل موثر بر درآمد از مزدبگیری غیرکشاورزی را نشان می‌دهد. با توجه به مدل تهی ملاحظه می‌شود که واریانس جز خطای تصادفی در سطح روستا معنی‌دار نیست. همچنین مقدار آماره ICC نیز بسیار کوچک است. از طرفی آزمون LR Test vs Tobit نیز معنی‌دار نشده است. بنابراین، وجود ساختار سلسه مراتبی در داده‌های مربوط به درآمد از مزدبگیری غیرکشاورزی تایید نشده و لذا مدل توبیت برای برآورد استفاده شده است. با توجه به مدل توبیت، متغیرهای تحصیلات سرپرست و تعداد شاغلان غیرکشاورزی اثر مثبت و معنی‌دار بر درآمد از مزدبگیری غیرکشاورزی داشته‌اند. به طوری که اضافه شدن یک سال به تحصیلات سرپرست خانوار، ۳۶۰ هزار تومان درآمد از این بخش را افزایش داده است. همچنین، اضافه شدن یک نفر به شاغلان خانوار در بخش غیرکشاورزی

جوان تر و دارای تحصیلات بالاتری نسبت به خانوارهای دارای فعالیت کشاورزی هستند.

نتایج الگوی توبیت دو سطحی حاکی از آن است که به ترتیب ۴۴/۹۰، ۶۳/۷۶، ۳۷/۸۷ و ۲۲/۸۴ درصد از نوسان در درآمد از زراعت، باغ و دام و خود اشتغالی غیرکشاورزی در خانوارهای روستایی نیشابور مربوط به اثر روستا بوده است. تفاوت در روستا بر درآمد از مزدبگیری غیرکشاورزی اثرگذار نبوده است. به طوری که خانوارهایی که در روستاهای نزدیک به مرکز شهرستان بوده‌اند درآمد باغی بیشتری داشته‌اند. همچنین درآمد از دام در روستاهای که جمعیت کمتر داشته‌اند، بیشتر بوده است. این در حالی است که درآمد از خود اشتغالی غیرکشاورزی در روستاها با جمعیت بیشتر، بالاتر بوده است. همچنین، تحصیلات بالاتر سرپرست خانوار تنها بر درآمد از مزدبگیری غیرکشاورزی و دسترسی به اعتبارات تنها بر درآمد از خود اشتغالی غیرکشاورزی اثرگذار بوده است. نکته قابل توجه این که افزایش تعداد شاغلان خانوار اگر چنانچه در بخش خود اشتغالی غیرکشاورزی مشغول شده باشند درآمد سالانه بیشتری نسبت به همه گروه‌های درآمدی داشته است. به عبارت دیگر، اشتغال در بخش خود اشتغالی غیرکشاورزی درآمد بالاتری را نصیب خانوارهای روستایی می‌کند. با توجه به نتایج به دست آمده، پیشنهاد می‌شود ایجاد کسب و کارهای غیرکشاورزی در مناطق روستایی تسهیل شود. به بیان دیگر از طریق بهبود دسترسی به اعتبارات برای راه‌اندازی مشاغل غیرکشاورزی، آموزش مهارت‌های فنی و حرفه‌ای برای جوانان روستایی در هر سطحی از تحصیلات، برگزاری دوره‌های آموزشی جهت راه‌اندازی کسب و کارهای نوآورانه می‌توان توسعه این مشاغل در مناطق روستایی را تسهیل نمود.

است. مقایسه نتایج مطالعه حاضر با مطالعه Kanwal et al. (2016) و Abdulmalek and Usami (2009) در تاثیرگذاری تحصیلات بر درآمد از بخش غیرکشاورزی و مطالعه Demie and Zeray (2016) در اثرگذاری دسترسی به اعتبارات و با مطالعه Anang and Yeboah (2019) بر اثرگذاری عوامل جغرافیایی بر درآمد غیرکشاورزی مشابهت دارد.

#### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در مطالعه حاضر عوامل موثر بر درآمد خانوارهای روستایی شهرستان نیشابور با استفاده از الگوی توبیت دو سطحی بررسی شده است. منابع درآمدی خانوار به هفت گروه شامل درآمد از زراعت، باغ، دام، خود اشتغالی غیرکشاورزی، مزدبگیری غیرکشاورزی، مستمری، سود سپرده، اجاره و یارانه تقسیم‌بندی شده است. داده‌ها از طریق تکمیل پرسشنامه از ۳۸۰ خانوار روستایی شهرستان نیشابور استخراج شده است. نتایج بررسی پرسشنامه‌ها نشان می‌دهد، میانگین درآمد یک خانوار روستایی شهرستان نیشابور در سال (۹۶-۱۳۹۵) مبلغ ۲۱/۱۹ میلیون تومان می‌باشد که ۵۱/۱۶ درصد از آن از بخش کشاورزی و ۴۸/۸۳ درصد نیز از بخش غیرکشاورزی تامین می‌شود. در بین ۳۸۰ خانوار مورد بررسی، ۱۳۲ خانوار دارای درآمد از بخش زراعت بوده‌اند که به طور میانگین درآمد این خانوارها در سال زراعی بالغ بر ۹۶-۱۳۹۵، ۸/۹۴ میلیون تومان است. همچنین، ۱۲۴ و ۱۳۳ خانوار نیز از بخش‌های باغ و دام درآمد داشته‌اند که این خانوارها به ترتیب ۱۰/۲ و ۱۲/۵۹ میلیون تومان درآمد سالانه از این دو زیربخش کشاورزی داشته‌اند. خانوارهای دارای درآمد از بخش خود اشتغالی غیرکشاورزی و مزدبگیری غیرکشاورزی نیز به ترتیب ۱۲۶ و ۱۳۰ خانوار با میانگین درآمد ۱۲/۸۵ و ۱۰/۲۵ میلیون تومان می‌باشند. نتایج نشان می‌دهد، سرپرست خانوارهایی که از بخش غیرکشاورزی درآمد داشته‌اند

#### REFERENCES

1. Abdulmalek, M., & Usami, K. (2009). Determinants of Non-farm Income Diversification in Developed Villages of Bangladesh. *American Journal of Economics and Business Administration*, 1(2), 141-149.
2. Adato, M., & Meinzen-Dick, R. (2002). Assessing the impact of agricultural research on poverty using the sustainable livelihoods framework. Environment and Production Technology Division. *Discussion Paper 89. Washington, DC: International Food Policy Research Institute*.
3. Amemiya, T. (1984). Tobit models: A survey. *Journal of Econometrics*(24), 3-61.
4. Anang, B. T., & Yeboah, R. W. N. (2019). Determinants of Off-Farm Income among Smallholder Rice Farmers in Northern Ghana: Application of a Double-Hurdle Model. *Advances in Agriculture*, 2019, 1-7. doi:10.1155/2019/7246176

5. Asfaw, A., Simane, B., Hassen, A., & Bantider, A. (2017). Determinants of non-farm livelihood diversification: evidence from rainfed-dependent smallholder farmers in northcentral Ethiopia (Woleka sub-basin). *Development Studies Research*, 4(1), 22-36. doi:10.1080/21665095.2017.1413411
6. Barrett, C., Reardon, T. A., & Wedd, P. (2001). Nonfarm income diversification and household livelihood strategies in rural Africa: concepts, dynamics and policy implications. *Food Policy*, 26(4), 315-331. doi:https://doi.org/10.1016/S0306-9192(01)00014-8
7. Davis, B., Giuseppe, D. S., & Zezza, A. (2017). Are African households (not) leaving agriculture? Patterns of households' income sources in rural Sub-Saharan Africa. *Food Policy*, 67, 153-174. doi:10.1016/j.foodpol.2016.09.018
8. Demie, A., & Zeray, N. (2016). Determinants of participation and earnings in the rural nonfarm economy in Eastern Ethiopia. *African Journal of Rural Development*, 1(1), 61-74.
9. Ghasempouri, H. (2012). Investigating the role of non-farm income on rural poverty reduction in Delfan County, Lorestan Province. *M.S. thesis, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Razi University*.
10. Goldstein, H. (1995). Multilevel statistical models. *London, Edvard Arnold*.
11. Haggblade, S., & Hazell, P. (2005). The rural nonfarm economy: Pathway out of poverty or pathway in? *paper prepared for the IFPRI/ODI/Imperial College research workshop on the future of small farms, Withersdane Conference Centre, Wye, Kent, UK, June 26-29*.
12. Haggblade, S., Hazell, P., & Reardon, T. (2009). transforming the rural nonfarm economy : Opportunities and threats in the developing world. *International food policy research institute (IFPRI)*(58), 1-3.
13. Haggblade, S., Hazell, P., & Reardon, T. (2010). The Rural Non-farm Economy: Prospects for Growth and Poverty Reduction. *World Development*, 38(10), 1429-1441. doi:10.1016/j.worlddev.2009.06.008
14. Hox, J. (2002). Multilevel analysis: Techniques and applications. *Lawrence Erlbaum Associates, Publishers Mahwah, New Jersey. London*.
15. Kanwal, N., Khan, M. A., & Zheng, Z. (2016). Analyzing the Determinants of Non-farm Income Diversification of Farm Households in Peshawar District of Pakistan. *Timisoara Journal of Economics and Business*, 9(1), 33-48. doi:10.1515/tjeb-2016-0003
16. Mirakzadeh, A. A., Khaledi, F., Rigi karami, Z., & Alahveisi, M. E. (2017). Analysis of effective factors and barriers to development of non-farm activities with emphasis on home businesses :(Case study of Qouri Qaleh village). *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 48(3), 533-547. doi:10.22059/IJAEDR.2017.63993
17. Mortimore, M., & Adams, W. M. (1999). Working the Sahel: environment and society in northern Nigeria. . *London: Routledge*.
18. Naderi, A. (2002). Multilevel modeling and its applications in economics
19. *Conference on Introduction and Application of Dynamic and Computational Nonlinear Models in Economics, Faculty of Economics, Allameh Tabatabai University*
20. Odoh, N. E., & Nwibo, S. U. (2017). Socio-economic determinants of rural non-farm
21. households income diversification in southeast Nigeria. *International Research Journal of Finance and Economics*(164), 116-128.
22. Piergentili, P., Simon, G., Paccagnella, O., Grassetto, L., Rizzi, L., & Samani, F. (2015). Risk-Adjusted Models of Costs Referable to General Practitioners Based on Administrative Databases in the Friuli Venezia Giulia Region in Northern Italy. *Archives of Community Medicine and Public Health*, 1(1), 012-021. doi:10.17352/2455-5479.000004
23. Rahbari, M., Shafie Sabet, N., & Rezaie, Z. (2017). Analysis of Factors Affecting the Non-Agricultural Economy and its Impacts on the Sustainability of Rural Settlements. *Journal of Geography and Regional Development*, 1(28), 237-258. doi:10.22067/geography.v15i1.59424
24. Reardon, T., Stamoulis, K., Balisacan, A., Cruz, M. E., Berdegue, J., & Banks, B. (1998). Rural non-farm income in developing countries. *The State of Food and Agriculture 1998*.
25. Vasco, C., & Tamayo, G. N. (2017). Determinants of non-farm employment and non-farm earnings in Ecuador. *CEPAL Review*, 121, 53-67.
26. Winters, P., Davis, B., Carletto, G., Covarrubias, K., Quiñones, E. J., Zezza, A., . . . Stamoulis, K. (2009). Assets, Activities and Rural Income Generation: Evidence from a Multicountry Analysis. *World Development*, 37(9), 1435-1452. doi:10.1016/j.worlddev.2009.01.010
27. Yúnez-Naude, A., & Taylor, J. (2001). The Determinants of nonfarm activities and incomes of rural households in Mexico, with emphasis on education. *World Development*, 29(3), 561-572. doi:https://doi.org/10.1016/S0305-750X(00)00108-X