بررسی جایگاه فناوری اطلاعات بر مراحل مختلف زنجیره عرضه محصولات کشاورزی در ایران

الهه اعظم رحمتی[۱]، علیرضا کرباسی، محمود صبوحی[۲]

چکیده

با پیشرفت روزافزون فناوری‌ها و لزوم توجه به مزیت‌های رقابتی جهت خلق زنجیره عرضه بهینه‌ای که قادر به رقابت موثرتر باشد، بازیگران زنجیره‌های عرضه متوجه اهمیت فناوری اطلاعات در بهبود مدیریت زنجیره عرضه شده‌اند. در واقع یکی از برتری‌های رقابتی قابل اتکا در شرایط کنونی، اتخاذ و اجرای فناوری‌های پیشرفته در حوزه اطلاعات در زنجیره‌های عرضه است که از اینجا اهمیت این فناوری‌ها به عنوان عامل ایجاد و بکارگیری سیستم‌های اطلاعاتی مورد نیاز در مدیریت زنجیره عرضه مشخص می‌گردد؛ لذا مطالعه حاضر تلاشی در جهت بررسی جایگاه و اهمیت فناوری اطلاعات در مراحل مختلف زنجیره عرضه محصولات کشاورزی و تعیین اولویت‌بندی آنها از این حیث می‌باشد. در این راستا از روش فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و نظرات متخصصان و مدیران فعال در شرکت‌های تولیدی دانش‌بنیان مشهد در سال ۱۳۹۷، بهره گرفته شده است. براساس نتایج ارائه شده، فناوری اطلاعات در مراحل "برداشت و بازاریابی" و "برنامه‌ریزی تولید" به ترتیب با مقادیر وزنی ۰,۵ و ۰,۳۵ بیشترین اهمیت را داشته و در مرحله "کاشت" زنجیره عرضه محصولات کشاورزی کمترین رتبه (۰,۱۵) را به خود اختصاص داده است که براین اساس جهت توسعه فناوری اطلاعات در مراحلی از زنجیره عرضه محصولات کشاورزی که دارای خلأ است، پیشنهاداتی ارائه شده است. از جمله مهمترین این پیشنهادات جهت توجیه‌پذیری اقتصادی امکان اجرای استفاده از فناوری اطلاعات در مراحل مختلف زنجیره عرضه محصولات کشاورزی، حمایت مالی دولت و درنظرگرفتن تمهیدات لازم نظیر تجمیع زمین‌های زراعی (مانند تجربه چین درزمینه شرکت‌های اژدهاسر) می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: زنجیره عرضه کشاورزی، فناوری اطلاعات، تولید، کاشت، برداشت و بازاریابی.

[۱]- دانشجوی دکترای اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
[۲]- اساتید دانشگاه فردوسی مشهد

مقدمه

اگرچه کشاورزی نقش مهمی برای توسعه اقتصادی و اجتماعی در کشورهای توسعه‌نیافته بازی می‌کند، اما با این وجود در اکثر این کشورها بهره‌برداری و تولید در این بخش به صورت کارامدی انجام نمی‌گیرد که بخشی از این ناکارامدی در کشورهای درحال توسعه نتیجه عدم دسترسی به اطلاعات دقیق و مناسب، تقریباً در همه مراحل زنجیره عرضه محصولات کشاورزی، می‌باشد (Ravallion,1986; Eggleston et al,2001). از آنجا که مدیریت زنجیره عرضه کالاهای کشاورزی با تقاضای نوسان‌دار نامطمئن و نیز ریسک کمبود و یا مازاد عرضه مواجه می‌باشد، به همین دلیل کیفیت کافی اطلاعات یک شرط ضروری برای بهبود عملکرد همه اجزای زنجیره عرضه کشاورزی قلمداد می‌شود (Zhang et al.,2016). امروزه مدیریت زنجیره عرضه، درحال بکارگیری ابزارها و فناوری‌های نوینی برای هماهنگی و بهینه‌سازی فرایندهای کلیدی این بخش می‌باشد. در این زمینه نیاز به یک سیستم قابل اعتماد برای حمایت از تحقق اهدافی مانند کاهش هزینه‌ها، افزایش کیفیت، تسهیل توزیع، افزایش رضایت مشتری می‌باشد که استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند یکی از استراتژی‌های رسیدن به این اهداف باشد. توسعه سریع فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند برای حمایت از تحقق کارامد، یکپارچه و بهینه‌سازی کنترل فراوری صنعت کشاورزی بکار گرفته شود (Perdana,2012) که به همین خاطر در سال‌های اخیر بخش کشاورزی، وابستگی بسیاری به فناوری دانش و اطلاعات پیدا کرده است و دانش و اطلاعات از عوامل مهم افزایش سریع توسعه کشاورزی از طریق برنامه‌ریزی مناسب تولید، بکارگیری شیوه‌های کشت پیشرفته و مدیریت پس از برداشت و بازاریابی هستند (Bertolini,2004; Kalusopa,2005; Kizilaslan,2006). به دلیل آنکه نوین‌تر شدن اطلاعات و فناوری‌های اطلاعاتی سبب فاصله گرفتن از فعالیت‌های سنتی کشاورزی و منابع طبیعی شده و مسیر کشاورزی دقیق را هموار می‌کند (Saraei et al.,2017)، لذا برخی محققان بهره‌گیری از فناوری اطلاعات را در زمینه کشاورزی، با عنوان "کشاورزی دقیق[1]" معرفی کرده‌اند که برای کمک به هردوی کشاورزان و جامعه از طریق بهبود کارایی تولید ویا حفظ محیط‌زیست با توانمندسازی تولیدکنندگان این بخش جهت تصمیم‌گیری‌های آگاهانه خدمت می‌نماید (Erickson & DeBoer,2000; Batte & Arnholt,2003; Ruiz-Garcia & Lunadei,2011;Milovanovic,2014). البته از آنجا که فناوری اطلاعات و ارتباطات جزو اصلی اقتصادهای توسعه‌یافته به شمار می‌رود، اصطلاح کشاورزی دقیق در کشورهای توسعه‌یافته مشهورتر است (National Research Council,1997; Arundhathi & Subbiah,2007) هرچند با اندکی تأخیر تأثیرات فناوری اطلاعات در برخی از کشورهای درحال توسعه نیز قابل مشاهده است (Jorgensen & Stiroth,2000).

بایستی به این نکته توجه داشت که فراهم‌سازی مناسب‌ترین و سریع‌ترین روند زنجیره عرضه با بهره‌برداری از چنین توانمندی‌های فناوری اطلاعات که موجب آماده شدن یک محصول از ابتدای خط تولید تا تحویل به مشتری می‌گردد، به اندازه روش تولید آن محصول نیز اهمیت پیدا می‌کند (Nilipour Tabatabaei et al.,2012). بنابراین با توجه به اینکه یک زنجیره عرضه موثر می‌تواند منجر به کاهش مقدار منابع کل لازم جهت ارائه سطح مورد نیاز خدمات به مشتری در هر بخش و بهبود خدمت‌دهی به مشتری از طریق افزایش در دسترس بودن محصول و کاهش زمان سفارش همراه با کاهش هزینه گردد (Banomyong & Supatn,2011)، ضروری است تا جایگاه فناوری اطلاعات در مراحل مختلف زنجیره عرضه بخش کشاورزی مورد ارزیابی قرار گرفته و مشخص شود که در وضعیت موجود در کدام مرحله

[1]-Precision Agriculture

از زنجیره عرضه محصولات کشاورزی کاربرد فناوری اطلاعات رایجتر بوده و در کدام مراحل هنوز نیاز به کار و توسعه دارد. لذا این پژوهش با بهره‌گیری از روش فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی به بررسی جایگاه فناوری اطلاعات در مراحل مختلف زنجیره عرضه محصولات کشاورزی پرداخته است که تاکنون مطالعه‌ای با این شیوه به موضوع نپرداخته است. در ادامه ضمن اشاره به کاربردهایی از فناوری اطلاعات در بخش کشاورزی، اشاراتی به مطالعات و ادبیات صورت گرفته در این زمینه به تفکیک سه مرحله زنجیره عرضه محصولات کشاورزی (Rastegari & Nooripoor,2016) شده است که در جدول (۱) این مطالب گردآوری شده به صورت خلاصه آورده شده است.

جدول (۱) مطالعاتی در زمینه فناوری اطلاعات در مراحل مختلف زنجیره عرضه محصولات کشاورزی

ردیف	مراحل زنجیره عرضه	مطالعاتی در زمینه کاربردهای فناوری اطلاعات در مراحل مختلف زنجیره عرضه محصولات کشاورزی	
		کاربردها	نام نویسنده و سال
۱	برنامه‌ریزی تولید	▪ استفاده از گیرنده‌های GPS[1] و نقشه‌برداری GIS[2] برای نگه داشتن سوابق دقیق محل، هکتار کاشته شده و عملکرد محصولات (تهیه و محافظت از اطلاعات آماری پایه جهت حفظ هویت واحد تولیدی) ▪فراهم نمودن جدیدترین اخبار و اطلاعات در زمینه قیمت‌ها، شرایط جوی و سایر اطلاعات موردنیاز ▪آموزش از راه دور ▪ استفاده از نرم‌افزارهایی نظیر برنامه‌ریزی احتیاجات مواد[3] و منابع ساخت[4]، برنامه‌ریزی منابع سازمان[5]، بسته‌های کنترل موجودی[6]	Stafford,1996; Kaaya,1999; Godwin,1999.) Udink ten Cate & Dijkhuizen,1999; Erickson & DeBoer,2000; Batte & Arnholt,2003; Phougat,2006; Falaki,2008; Niknami ,2009.Samah et al.,2009; Rigi et (al.,2014; Milovanovic,2014)
۲	کاشت	▪سیستم نظارت و مدیریت از راه دور دما، خاک با استفاده از فناوری RFID ▪ اندازه‌گیری و کنترل محیط گلخانه با استفاده از فناوری ارتباطات موبایل ▪جمع‌آوری و توزیع اطلاعات مراحل رشد محصول و اطلاعات آفت با استفاده از GPS ▪مدیریت دقیق توسط نقشه منابع آبی و مدیریت بلایای طبیعی ▪استفاده از دستگاه کودپاش گریز از مرکز	(Auernhammer,1994;Lewis,1998; Rossing,1999; Jahns,2000;Batte & Arnholt,2003; Hamrita & Hoffacker,2005; Muriithi et al.,2009;Voulodimos,2010; Patel & Sayyed,2014;Rigi et al.,2014; Milovanovic,2014;Narendrasinh & Chauhan,2014)
۳	برداشت و بازاریابی	▪ تسهیلات ذخیره‌سازی نوین برای حفظ کیفیت محصولات اتوماسیون مدیریت پس از برداشت ▪ استفاده از RFID برای ردیابی و کنترل زنجیره مواد غذایی	(Kagan,2000;Koutsoumanis,2005;Diekmann et al.,2008; Raab et al.,2008; Jedermann Et al.,2009; Amador et al.,2009; Reiners et al.,2009; Ruiz-Garcia et al.,2009; Ampatzidis & Vougioukas,2009; Peets et al.,2009;Abad et al.,2009; Ruiz-Garcia &

[1]- Global Positioning Systems (GPSs)
[2]- Geographic Information Systems (GIS)
[3]- MRP
[4]- MRP2
[5]- ERP
[6]- ERP2

▪ امکان نظارت زنجیره مواد غذایی فسادپذیر توسط RFID ▪ استفاده از استفاده از کد الکترونیکی و برچسب هوشمند ▪ مزایده‌های اینترنتی و تجارت الکترونیک نهاده‌ها و ستاده‌های کشاورزی	Lunadei,2011; Roe et al.,2011; Patel & Sayyed,2014; Milovanovic,2014;Rigi et al.,2014;FAO,2017)

اولین مرحله درنظر گرفته شده مربوط به برنامه‌ریزی تولید می‌باشد که با بکارگیری یک برنامه‌ریزی تولید مناسب و مطلوب، افزایش کارایی منابع تولید، حفظ و توسعه حاصلخیزی خاک و ترویج سیستم‌های کشت پایدار را رقم خواهد زد. دومین مرحله مربوط به کاشت می‌باشد که پذیرش فناوری‌های نوین تولید در این مرحله مشروط به دانش و اطلاعات کشاورزی است (Saha et al.,1994) و همچنین یکی از عناصر اصلی فرایندهای پذیرش نوآوری در کشاورزی، بهبود و توسعه دانش در مورد فناوری‌های نوین از طریق انباشت اطلاعات در طول زمان می‌باشد (Cameron,1999). از آنجا که محصولات کشاورزی بلافاصله پس از برداشت مصرف نمی‌شوند و فرایند تولید مواد غذایی و سایر محصولات کشاورزی با برداشت آنها از سطح مزرعه پایان نمی‌یابد، توانایی تولیدکننده در زمینه مدیریت تلفات پس از برداشت و بازاریابی محصولات با سودآوری وی رابطه دارد. فساد پس از برداشت و اتلاف مواد غذایی یک پدیده شایع در کشورهای توسعه یافته و درحال توسعه است (Ali & Kumar,2011)؛ بنابراین کشاورزان برای به حداقل رساندن تلفات پس از برداشت نیاز به دانش و اطلاعات دارند. همچنین کشاورزان به اطلاعات مربوط به بازار برای بازاریابی مناسب نیز نیازمند هستند (Schroeder et al.,1998).

جمع‌بندی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد قابلیت‌هایی که برای فناوری اطلاعات در زنجیره تأمین می‌توان قائل شد، شامل چهار بُعد ۱)تبادل اطلاعات، ۲)هماهنگی، ۳)یکپارچه‌سازی فعالیت‌ها و ۴)واکنش‌پذیری زنجیره تأمین (Mohammadi et al.,2011)، می‌باشد که در این پژوهش سه مرحله تفکیک شده زنجیره عرضه محصولات کشاورزی با استفاده از این چهار بُعد مورد ارزیابی قرار گرفته است.

روش تحقیق

فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)[1] یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره[2] در زیرگروه تصمیم‌گیری چند شاخصه[3] است که برای انتخاب یک گزینه از میان چند گزینه به کار می‌روند و در مجموعه مدل‌های جبرانی قرار می‌گیرد (Becker et al.,2018). این مدل بر مبنای فرایند تحلیل سلسله مراتبی طراحی شده است و "شبکه" را جایگزین "سلسله مراتب" کرده است. روش ANP بر اساس تحلیل مغز انسان برای مسایل پیچیده و فازی با ساختار غیرردهای و به منظور اصلاح روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی[4] ارائه شده است. در این روش پس از برپایی یک ساختار غیرردهای و تعیین ارتباط منطقی بین سطوح مختلف تصمیم، ساختار موجود به N زیرمجموعه ($S_1,S_2,\ldots S_N$) تقسیم شده و سپس از طریق مقایسات زوجی، ماتریس قضاوت برای سیستم بازخور تشکیل می‌شود. بدین منظور ابتدا لازم است با مقایسه دوبه دو معیارها و زیرمعیارها، ماتریس مقایسات زوجی تشکیل گردد. سپس به منظور بررسی سازگاری و قابلیت

[1]- Analytic Network Process
[2]- Multiple Criteria Decision Making (MCDM)
[3]- Multiple Attribute Decision Making (MADM)
[4]- Analytic Hierarchy Process

اعتماد تصمیم‌ها، نسبت سازگاری (CR) هر ماتریس با توجه به رابطه ارائه شده توسط ساعتی (۱۹۷۰) مطابق ذیل محاسبه می‌گردد:

$$CR = \frac{CI}{RI} \qquad (۱)$$

که در آن CI شاخص سازگاری ماتریس مقایسه زوجی بوده و در صورتی که $CR \leq 10\%$ باشد، معیار سازگاری حاصل شده، در غیر این صورت لازم است که در مقایسه زوجی معیارها بازنگری گردد.

پس از اطمینان از سازگاری ماتریس‌های مقایسات زوجی، وزن هر عنصر در هر زیرگروه تعیین می‌شود. تکنیک بردار ویژه از جمله روش‌های مناسب در این زمینه می‌باشد که در این صورت وزن هر عنصر از طریق معادله ذیل تعیین می‌گردد:

$$w_i = \frac{1}{\lambda_{max}} \sum_{i=1}^{n} a_{ij} w_j \qquad i=1,2,...n \qquad (۲)$$

که در آن λ_{max} بزرگترین مقدار بردار ویژه و a_{ij} درایه‌های ماتریس مقایسات زوجی می‌باشند.

بدین ترتیب در صورتی که n_i نشان‌دهنده تعداد عناصر مجموعه S_i بوده و w_{ik}^{j1} بیانگر وزن عنصر Kام از زیرمجموعه iام در مقایسه با عنصر یکم از زیرمجموعه iام باشد، آنگاه ماتریس قضاوت برای عناصر زیرمجموعه iام در رابطه با عناصر موجود از زیرگروه jام به قرار ذیل است:

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} w_{i1}^{j1} & w_{i1}^{j2} & \dots & w_{i1}^{jnj} \\ w_{i2}^{j1} & w_{i2}^{j2} & \dots & w_{i2}^{inj} \\ & \cdot & & \\ & \cdot & & \\ & \cdot & & \\ w_{ini}^{j1} & w_{ini}^{j2} & \dots & w_{ini}^{jnj} \end{bmatrix} \qquad (۳)$$

و سرانجام ماتریس نهایی برای مقایسات از کلیه زیرمجموعه‌ها با هر یک از زیرمجموعه‌های دیگر معروف به سوپرماتریس، به صورت ذیل تشکیل می‌شود:

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1N} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2N} \\ & \cdot & & \\ & \cdot & & \\ & \cdot & & \\ W_{N1} & W_{N2} & \dots & W_{NN} \end{bmatrix} \qquad (۴)$$

ارجحیت نهایی برای هر عنصر از هر زیرگروه بر طبق استدلال ساعتی که بر اساس پروسه‌های مارکوف استوار است، از طریق حد ذیل قابل بیان می‌باشد:

$$W_C = \lim_{l\to\infty} w^{2l+1} \qquad (۵)$$

این صورت عناصر سوپر ماتریس به سمت یک مقدار واحد همگرا شده که مقادیر آن‌ها در هر سطر از سوپرماتریس برابر خواهد بود. بدین ترتیب اولویت‌بندی گزینه‌ها از مقایسه و مرتب‌سازی مقادیر ماتریس W_C در هر ستون مقدور می‌باشد. بنابر موارد ذکر شده به طور کلی مراحل لازم برای اولویت‌بندی گزینه‌ها بر اساس روش ANP را می‌توان شامل ۵ گام دانست:

الف) تشکیل ماتریس مقایسات زوجی ساختار تصمیم

ب) بررسی سازگاری تصمیم

ج) تعیین وزن نسبی عناصر تصمیم بر اساس روش بردار ویژه

د) تشکیل سوپرماتریس ساختار تصمیم بر اساس وزن‌های محاسباتی در مرحله قبل

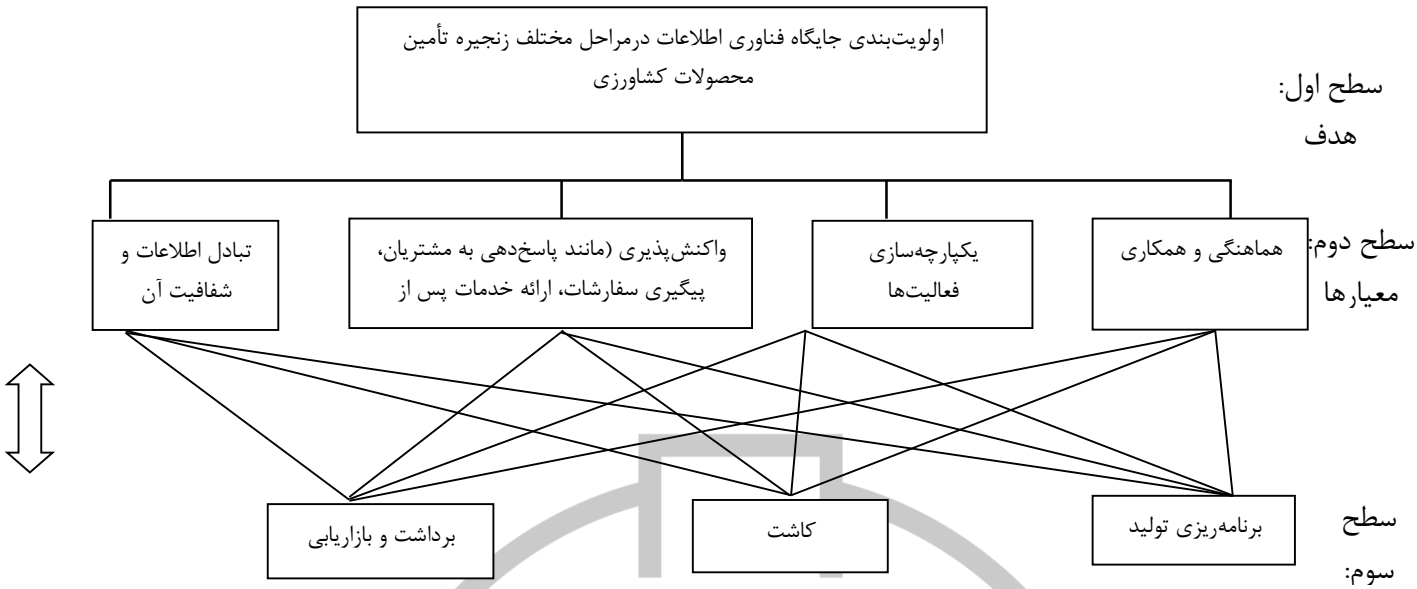
ه) محاسبه حد توان‌های فرد سوپرماتریس و تعیین ماتریس ارجحیت نهایی

در مقام مقایسه، با توجه به پیشینه تاریخی می‌توان نتیجه گرفت که ANP روشی کاملتر از AHP است؛ چه این که مبدع دو روش یک نفر است و در واقع ساعتی با توجه به کاستی‌های موجود در روش AHP، روش ANP را معرفی کرده است. مدل فرایند تحلیل شبکه ای یک مدل پیشرفته جهت ساخت و تحلیل تصمیم گیری است. این مدل قابلیت محاسبه سازگاری قضاوت‌ها و انعطاف‌پذیری در تعداد سطوح معیارهای قضاوت را دارد. مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای (Saaty,2005) در واقع مدل گسترش‌یافته روش برنامه‌ریزی سلسله مراتبی (AHP) است (Saaty,1980) که فرض موجود در روش برنامه‌ریزی سلسله مراتبی مبنی بر عدم وجود رابطه بین سطوح مختلف تصمیم‌گیری را ندارد (Dikmen & Birgonul,2007; Wu et al,2012; Becker et al.,2018).

از آن‌جا که روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در خطاب با جامعه نخبگان مورد استفاده قرار می‌گیرد، لذا جامعه آماری این پژوهش را نیز صاحب‌نظران و مدیران شرکت‌های تولیدی دانش‌بنیان فعال در سطح شهر مشهد تشکیل می‌دهد که از روش نمونه‌گیری هدفمند برای بهره‌گیری از نظرات این افراد استفاده شده است. در نمونه‌گیری هدفمند، محقق به دنبال نمونه‌هایی است که قادر به ارائه اطلاعات مورد نیاز تحقیق می‌باشند از اینرو افراد آگاه، مطلع و خبره در حوزه مورد نظر انتخاب می‌شوند (Saunders et al.,1997). از آنجا که روش فرایند تحلیل شبکه‌ای از جمله روش‌های ذهنی است و برای برآورد، نیازی به حجم بالای نمونه ندارد، بنابراین در مطالعه حاضر از ۷ نفر از نخبگان فعال در زنجیره عرضه محصولات کشاورزی در سال ۱۳۹۷جهت جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز بهره گرفته شده است.

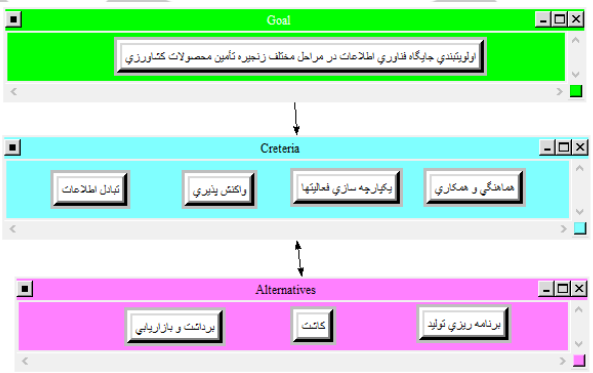
نتایج و بحث

به منظور اولویت‌بندی مراحل مختلف زنجیره عرضه محصولات کشاورزی به لحاظ اهمیت و جایگاه فناوری اطلاعات با استفاده از روش ANP مراحل زیر مدنظر قرار گرفت. با توجه به مطالب ذکر شده ساختار تصمیم متناظر با معیارهای موثر بر قابلیت زنجیره عرضه محصولات کشاورزی از لحاظ فناوری اطلاعات و سه مرحله معرفی شده زنجیره عرضه به صورت شکل (۱) قابل مشاهده است:



شکل (۱) مدل تحلیل شبکه‌ای غیرنرم‌افزاری اولویت‌بندی مراحل مختلف زنجیره عرضه محصولات کشاورزی با تکیه برجایگاه فناوری اطلاعات

ساختار تصمیم ذکر شده، یک ساختار بازخور در سطوح دوم و سوم تصمیم می‌باشد. به عبارتی همانطور که معیارهای موثر فناوری اطلاعات بر قابلیت زنجیره عرضه در سطح دوم بر انتخاب گزینه‌ها و تأثیرپذیری آنها از فناوری اطلاعات در سطح سوم موثر می‌باشند؛ معیارهای سطح دوم نیز براساس هریک از مراحل زنجیره عرضه محصولات کشاورزی می‌توانند تحت‌تأثیر قرار گیرند و میزان اهمیت آنها براساس هر مرحله از زنجیره عرضه متغیر می‌باشد. بنابراین در این مطالعه علاوه بر بررسی تأثیرپذیری مراحل زنجیره عرضه از فناوری اطلاعات، تغییرات و اهمیت نسبی هریک از معیارهای ذکر شده براساس مراحل مختلف زنجیره عرضه نیز به طور جداگانه مدنظر قرار می‌گیرد که عملاً در روش‌های مرسوم تصمیم‌گیری (مانند AHP) این موضوع نادیده گرفته می‌شود و این مزیت روش فرایند تحلیل شبکه‌ای را نسبت به روش‌های مرسوم نشان می‌دهد.



شکل(۲) مدل تحلیل شبکه‌ای نرم‌افزاری اولویت‌بندی مراحل مختلف زنجیره عرضه محصولات کشاورزی با تکیه بر جایگاه فناوری اطلاعات

در مرحله بعد به تشکیل ماتریس مقایسه زوجی اقدام نموده که به منظور بررسی سازگاری تصمیم نیز نسبت سازگاری (CR) هر ماتریس محاسبه و براساس مقدار آستانه‌ای ۰,۱ کنترل گردید. پس از اطمینان از سازگاری اجماع پاسخ‌های خبرگان و محاسبه وزن هریک از معیارها و گزینه‌های سطح ۲ و ۳ و وزن روابط داخلی، سوپرماتریس ناموزون تشکیل می‌شود. سوپرماتریس قادر به محدود کردن ضرایب برای محاسبه تمامی اولویت‌ها در نتیجه اثر تجمیعی هر عنصر بر سایر عناصر در تعامل می‌باشد. در این بخش ابتدا با توجه به ماتریس‌های مقایسات زوجی به دست آمده، ماتریسی به نام سوپرماتریس حاصل می‌شود. این ماتریس به دست آمده را سوپرماتریس اولیه یا سوپر ماتریس بدون وزن می‌نامند. در واقع این ماتریس یک ماتریس چندبعدی است که روابط میان عناصر مدل شبکه‌ای را نمایش می‌دهد (جدول ۲).

جدول(۲) سوپر ماتریس ناموزون اولویت‌بندی مراحل مختلف زنجیره عرضه محصولات کشاورزی به لحاظ جایگاه فناوری اطلاعات

	یکپارچه‌سازی فعالیت‌ها	واکنش‌پذیری	هماهنگی و همکاری	تبادل اطلاعات	کاشت	برنامه‌ریزی تولید	برداشت و بازاریابی
برداشت و بازاریابی	۰/۶۱۴۴۱۱	۰/۲۱۷۶۳۸	۰/۵۶۹۵۴۱	۰/۶	۰	۰	۰
برنامه‌ریزی تولید	۰/۲۶۸۳۶۸	۰/۶۹۰۹۵۹	۰/۳۳۳۰۶۹	۰/۲	۰	۰	۰
کاشت	۰/۱۱۷۲۲۱	۰/۰۹۱۴۰۲	۰/۰۹۷۳۹۰	۰/۲	۰	۰	۰
تبادل اطلاعات	۰	۰	۰	۰	۰/۵۱۶۷۱۴	۰/۵۶۰۵۲۷	۰/۵۱۶۷۱۴
هماهنگی و همکاری	۰	۰	۰	۰	۰/۰۸۱۲۷۹	۰/۱۲۹۲۴۲	۰/۰۸۱۲۷۹
واکنش‌پذیری	۰	۰	۰	۰	۰/۲۶۰۰۳۶	۰/۲۴۳۸۲۰	۰/۲۶۰۰۳۶
یکپارچه‌سازی فعالیت‌ها	۰	۰	۰	۰	۰/۱۴۱۹۷۱	۰/۰۶۶۴۱۱	۰/۱۴۱۹۷۱

(مأخذ: یافته‌های تحقیق)

در گام آخر سوپرماتریس ناموزون تحت نرم‌افزار سوپردسیژن آنقدر به توان می‌رسد تا جایی که در عناصر متوالی ماتریس، تفاوتی بین عناصر سوپرماتریس به توان k با سوپرماتریس به توان k+1 نباشد. در این مرحله سوپرماتریس محدود شده به دست می‌آید. از خصوصیات این ماتریس این است که از حالت چندبعدی خارج شده و تنها به صورت سطری دیده می‌شود. همچنین مقادیر هر سطر در تمام ستون‌ها یکسان است. همانطور که مشاهده می‌شود، در سوپرماتریس حاصله تمامی اعداد سطرها برابر می‌باشد (جدول ۳).

جدول(۳) سوپرماتریس محدودشده اولویت‌بندی مراحل مختلف زنجیره عرضه محصولات کشاورزی به لحاظ جایگاه فناوری اطلاعات

	یکپارچه‌سازی فعالیت‌ها	واکنش‌پذیری	هماهنگی و همکاری	تبادل اطلاعات	کاشت	برنامه‌ریزی تولید	برداشت و بازاریابی
برداشت و بازاریابی	۰/۲۵۰۷۰۲	۰/۲۵۰۷۰۲	۰/۲۵۰۷۰۲	۰/۲۵۰۷۰۲	۰/۲۵۰۷۰۲	۰/۲۵۰۷۰۲	۰/۲۵۰۷۰۲
برنامه‌ریزی تولید	۰/۱۷۲۹۲۸	۰/۱۷۲۹۲۸	۰/۱۷۲۹۲۸	۰/۱۷۲۹۲۸	۰/۱۷۲۹۲۸	۰/۱۷۲۹۲۸	۰/۱۷۲۹۲۸
کاشت	۰/۰۷۶۳۶۹	۰/۰۷۶۳۶۹	۰/۰۷۶۳۶۹	۰/۰۷۶۳۶۹	۰/۰۷۶۳۶۹	۰/۰۷۶۳۶۹	۰/۰۷۶۳۶۹
تبادل اطلاعات	۰/۲۶۵۹۳۴	۰/۲۶۵۹۳۴	۰/۲۶۵۹۳۴	۰/۲۶۵۹۳۴	۰/۲۶۵۹۳۴	۰/۲۶۵۹۳۴	۰/۲۶۵۹۳۴
هماهنگی و همکاری	۰/۰۴۸۹۳۴	۰/۰۴۸۹۳۴	۰/۰۴۸۹۳۴	۰/۰۴۸۹۳۴	۰/۰۴۸۹۳۴	۰/۰۴۸۹۳۴	۰/۰۴۸۹۳۴
واکنش‌پذیری	۰/۱۲۷۲۱۴	۰/۱۲۷۲۱۴	۰/۱۲۷۲۱۴	۰/۱۲۷۲۱۴	۰/۱۲۷۲۱۴	۰/۱۲۷۲۱۴	۰/۱۲۷۲۱۴
یکپارچه‌سازی فعالیت‌ها	۰/۰۵۷۹۱۹	۰/۰۵۷۹۱۹	۰/۰۵۷۹۱۹	۰/۰۵۷۹۱۹	۰/۰۵۷۹۱۹	۰/۰۵۷۹۱۹	۰/۰۵۷۹۱۹

(مأخذ: یافته‌های تحقیق)

در نهایت اولویت‌بندی مراحل مختلف زنجیره عرضه محصولات کشاورزی براساس جایگاه فناوری اطلاعات به صورت جدول (۴) ارائه شده است که حاکی از آن است در شرایط موجود جایگاه فناوری اطلاعات در مرحله "برداشت و بازاریابی" با مقدار وزن نرمال شده ۰,۵بیشترین اهمیت را دارد که بخش مهمی از اهمیت آن به دلیل فرصت‌های فراهم شده تجارت الکترونیک جهت آگاهی از فرصت‌های سودآورتر فروش و قابلیت بکارگیری اینترنت در عرضه محصولات کشاورزی به بازار است که توسط مدیران واحدهای تولیدی ظاهراً مورد استقبال بیشتری نسبت به سایر مراحل زنجیره عرضه محصولات کشاورزی قرار گرفته است؛ براساس خروجی حاصل، مرحله "برنامه‌ریزی تولید" با مقدار وزنی ۰,۳۴ دومین رتبه را به خود اختصاص داده و در نهایت مرحله کاشت با وزن ۰,۱۵ حاکی از آن است که هنوز در "مرحله کاشت" مربوط به زنجیره عرضه محصولات کشاورزی رواج فناوری اطلاعات چندان محسوس و زیاد تشخیص داده نشده است.

جدول (۴) اولویت‌بندی مراحل مختلف زنجیره عرضه محصولات کشاورزی براساس اهمیت فناوری اطلاعات

عنوان	وزن ایده‌آل	وزن نرمال
برداشت و بازاریابی	۱	۰/۵۰۱۴۰۵
برنامه‌ریزی تولید	۰/۶۸۹۷۷۵	۰/۳۴۵۸۵۶
کاشت	۰/۳۰۴۶۲۱	۰/۱۵۲۷۳۹

(مأخذ: یافته‌های تحقیق)

در مورد سهم نسبی معیارهای تصمیم‌گیری در اولویت‌بندی گزینه‌های پیشنهادی براساس جایگاه فناوری اطلاعات نیز معیار تبادل اطلاعات با وزن ۰,۴۷ و پس از آن معیار واکنش پذیری با وزن ۰,۳۳ مهمترین معیارهای تأثیرگذار برجایگاه فناوری اطلاعات در اولویت‌بندی مراحل مختلف زنجیره عرضه شناخته شده است. معیارهای یکپارچه‌سازی و هماهنگی به ترتیب با وزن‌های ۰,۱۱ و ۰,۰۷ به عنوان کمترین اهمیت معیارها تشخیص داده شده‌اند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در دنیای تجاری کنونی توجه به برتری‌های رقابتی جهت سبقت از رقبای زیاد موجود در فعالیت‌های کسب‌وکار امری ضروری بوده و خلق زنجیره عرضه بهینه‌ای که قادر به رقابت موثرتر باشد، در سال‌های اخیر توجه بسیاری از محققین و شاغلین بخش‌های مختلف را به خود معطوف کرده است. با پیشرفت روزافزون فناوری‌ها و لزوم توجه به مزیت‌های رقابتی جهت بقا در بازارهای پرتلاطم جهانی و اهمیت فاکتور زمان، به ویژه در چرخه‌های تولیدی محصولات کشاورزی، بازیگران زنجیره‌های عرضه متوجه اهمیت فناوری اطلاعات در بهبود مدیریت زنجیره عرضه شده‌اند. در واقع یکی از برتری‌های رقابتی قابل اتکا در شرایط کنونی، اتخاذ و اجرای فناوری‌های پیشرفته در حوزه اطلاعات در زنجیره‌های عرضه است که امروزه با تحولات زیاد، هر روز شاهد محصولات جدیدی در این حوزه می‌باشیم. در نتیجه اهمیت این فناوری‌ها به عنوان عامل ایجاد و بکارگیری سیستم‌های اطلاعاتی مورد نیاز در مدیریت زنجیره عرضه مشخص می‌گردد؛ لذا در این پژوهش سعی شد به ارزیابی جایگاه این مهم در مراحل مختلف زنجیره عرضه محصولات کشاورزی با بهره‌گیری از فرایند تحلیل شبکه‌ای پرداخته شود. براساس نتایج ارائه شده، از آنجا که جایگاه فناوری اطلاعات در مرحله "کاشت" زنجیره عرضه محصولات کشاورزی کمترین رتبه را به خود اختصاص داده است، پیشنهاد می‌شود به دلیل خلأ موجود در استفاده از فناوری‌هایی مانند سیستم سنجش از راه دور، سیستم‌های هوایی بدون سرنشین (همراه با رکوردهای پیشین مزرعه)، تصاویر ماهواره‌ای، هوایی یا زمینی، استفاده از دستگاه کودپاش گریز از مرکز و سایر کاربردهای این فناوری که در ایران هنوز فراگیر نشده است، سیاست‌گذاری‌های لازم در جهت فراهم نمودن چنین بستری در این مرحله زنجیره عرضه محصولات کشاورزی انجام شود. در مرحله برنامه‌ریزی تولید نیز هنوز خلأهایی در بکارگیری نرم‌افزارهایی نظیر برنامه‌ریزی احتیاجات مواد و منابع ساخت، بسته‌های کنترل موجودی و سایر کاربردهای فناوری اطلاعات و ارتباطات در بخش کشاورزی دیده می‌شود. البته باید درنظر داشت درحالیکه کشورهای توسعه‌یافته می‌توانند به انگیزه‌های اقتصادی-زیست‌محیطی حاصل از ترویج کشاورزی دقیق به دلیل بزرگ مقیاس بودن متکی باشند، این رویکردها ممکن است در کشورهای کمتر توسعه یافته، به دلیل عدم وجود زیرساخت‌های فنی و مالی لازم و نیز کوچک مقیاس بودن کشاورزان چندان خوب و سریع صورت نگیرد که لازم است دولت در این زمینه علاوه بر حمایت‌های مالی، تمهیدات لازم نظیر تجمیع زمین‌های زراعی (مانند تجربه چین درزمینه شرکت‌های اژدهاسر) را جهت توجیه‌پذیری اقتصادی استفاده از فناوری اطلاعات بیاندیشد.

منابع

Abad, E., Palacio, F., Nuin, M., González de Zárate, A., Juarros, A., Gómez, J.M., Marco,S. (2009). RFID smart tag for traceability and cold chain monitoring of foods: demonstration in an intercontinental fresh fish logistic chain. Journal of Food Engineering,93 (4):394–399.

Ali, J. and Kumar, S.(2011). Information and Communication Technologies (ICTs) and Farmers Decision-making across the Agricultural Supply Chain. International Journal of Information Management, 31:149-159.
Amador, C., Emond, J. P., Nunes, M. C. (2008). Application of RFID technologies in the temperature mapping of the pineapple supply chain. In: Food Processing Automation Conference. Providence, Rhode Island, USA.
Amador, C., Emond, J.P., Nunes, M.C.N.(2009). Application of RFID technologies in the temperature mapping of the pineapple supply chain. Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety (3):26–33.
Ampatzidis, Y.G., Vougioukas, S.G. (2009). Field experiments for evaluating the incorporation of RFID and barcode registration and digital weighing technologies in manual fruit harvesting. Computers and Electronics in Agriculture, 66 (2):166–172.
Arundhathi, N. and Subbiah A. (2007). Transformative Impact of ICT Change Stories from Rural India. Jamsetji Tata National Virtual Academy (NVA) M S Swaminathan Research Foundation, Chennai:1-31<www.mssrf-nva.org>.
Auernhammer, H. (Ed.).(1994). Special Issue. Global positioning systems in agriculture. Comput. Electron. Agric. 11:1–95.
Banomyong,R. and Supatn,N.(2011).Developing a supply chain performance tool for SMEs in Thailand.Supply Chain Management: An International Journal, 16(1): 20-31
Batte, M. and Arnhol, M.(2003). Precision farming adoption and use in Ohio: case studies of six leading-edge adopters. Computers and Electronics in Agriculture, 38:125-139.
Becker, J., Becker, A., Sulikowski, P. and Zdziebko, T.(2018). ANP- based Analysis of ICT Usage in Central European Enterprises. Procedia Computer Science,126:2173-2183.
Bertolini, R.(2004). Making Information and Communication Technologies Work for Food Security in Africa. 2020 Africa Conference Brief 11. International Food Policy Research Institute: Washington DC.
Cameron, L.A.(1999). The Importance of Learning in the Adaption of High Yielding Variety Seeds. American Journal of Agricultural Economics, 81:83-94.
Diekmann, F., Roe, B. E., Batte, M. T.(2008). Tractors on eBay: Differences between Internet and In-Person Auctions, The American Journal of Agricultural Economics, 90(2):306-320.
Dikmen, I. and Birgonul, M.T.(2007).Using Analytic Network Process for Performance Measurement in Construction,College of Architecture, Georgia Institute of Technology, USA:1-11.
Eggleston, K., Jensen, R. and Zeckhauser, R.(2001). Information and Communication Technologies, Markets and Economic Development. Chapter7. The Global Competitiveness Report 2001-2002(GCR). Published by World Economic Forum (WEF) in Collaboration with the Center for International Development (CID) at Harvard University and Institute for Strategy and Competitiveness, Harvard Business School.
Erickson, K., Lowenberg-DeBoer, J. (2000). Precision Farming Profitability. Purdue University, West Lafayette.
Falaki, M., Shabanali Fami, H., Iravani, H. and Mohammadi, M.(2008). Survey of Agricultural Extension Experts' Attitudes towards Application of Information Technology in Agricultural Extension System.Journal of Water and Soil Science, 12(43):253-265.
FAO.(2017). Information and Communication Technology (ICT) in Agriculture.< www.fao.org>.
Godwin, R.J. (Ed.).(1999). Spatial yield recording of non-grain crops. Comput. Electron. Agric. 23:83–174
Gorla, N.(2009).A Survey of Rural e-Government Projects in India: Status and Benefits. Information Technology for Development,15(1):52-58.
Hamrita, T.K., Hoffacker, E.C.(2005). Development of a ‘‘smart’’ wireless soil monitoring sensor prototype using RFID technology. Applied Engineering in Agriculture, 21 (1):139–143.
Jahns, G. (Ed.).(2000). Navigating agricultural field machinery. Comput. Electron. Agric. 25:1–194.
Jedermann, R., Ruiz-Garcia, L., Lang, W.(2009). Spatial temperature profiling by semi-passive RFID loggers for perishable food transportation. Computers and Electronics in Agriculture, 65 (2): 145–154.
Jorgensen, W., Stiroth, K. (2000). Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age. Brookings Papers on Economic Activity, 1:125-235.

Kaaya, J. (1999). Role of Information Technology in Agriculture. Proceedings of FoA Conference, 4:315-328.
Kagan, A.(2000). Information system implementation within U.S. agribusiness: an applications approach. Comput. Electron. Agric., 28:207–228.
Kalusopa, T.(2005). The Challenges of Utilizing Information Communication Technologies (ICTs) for the Small-scale Farmers in Zambia. Library Hi Tech,23:414-424.
Kizilaslan, N.(2006). Agricultural Information Systems: A national Case Study. Library Review, 55: 497-507.
Koutsoumanis, K., Taoukis, P.S., Nychas, G.J.E.(2005). Development of a safety monitoring and assurance system for chilled food products. International Journal of Food microbiology, 100 (1–3): 253–260.
Lewis, T.(1998). Evolution of farm management information systems. Comput. Electron. Agric. 19:233–248.
Milovanovic, S.(2014). The Role and Potential of Information Technology in Agricultural Improvement. Economics of Agriculture, 61(2):471-485.
Mohammadi, A., Sahrakar, M. and Yazdani, H.R.(2011). Investigating the Effects of Information Technology on the Capabilities and Performance of the Supply Chain of Dairy Companies in Fars Province: A Multiple Case Study. Journal of Informatiom Technology Management, 3(8):151-170.
Muriithi,A.G., Bett, E. and Ogaleh, A.(2009). Information Technology for Agriculture and Rural Development in Africa: Experiences from Kenya. Conference on International Researchon Food Security, Natural Resource Management and Rural Development, University of Hamburg, October 6-8, 2009.
Narendrasinh, B and Chauhan,B.(2010). Information Technology for Agricultural Development in India edited by Dipak De and Basavaprabhu Jirli (Ganga Kaveri Publishing House, Jangamawadi Math, Varanasi):1-24.
National Research Council.(1997). Precision Agriculture in the 21st Century: Geospatial and Information Technologies in Crop Management. National Academy Press, Washington.
Niknami, M.(2009). Objectives and Strategies of ICT Application to Develop of Agricultural Promotion of Iran.Agricultural Extension and Education Research,2(4):41-50.
Nilipour Tabatabaei, A., Khayambashi, B., Karbasian, M. and Shariati, M.(2012). Optimization the Usage of Information Technology in Supply Chain Management and Marketing of Aviation Products by AHP Approach.New Marketing Research Journal,2(5):143-163.
Patel, S. & Sayyed, I.U. (2014). Impact of Information Technology in Agriculture Sector. International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences, 4(2):17-22.
Peets, S., Gasparin, C.P., Blackburn, D.W.K., Godwin, R.J.(2009). RFID tags for identifying and verifying agrochemicals in food traceability systems. Precision Agriculture,10 (5):382–394.
Perdana, Y.(2012). Logistics Information System for Supply Chain of Agricultural Commodity. Procedia - Social and Behavioral Sciences,65:608-613.
Phougat, S. (2006). Role of Information Technology in Agriculture. Science Tech Entrepreneur, August: 1-7.
Raab, V., Bruckner, S., Beierle, E., Kampmann, Y., Petersen, B., Kreyenschmidt, J.(2008). Generic model of shelf life dynamics in support of cold chain management in pork and poultry supply chains. Journal on Chain and Network Science, 8(2):59–73.
Rastegari, H. and Nooripoor, M.2016. Analyzing the Influence of Information and Communication Technology on Agricultural Supply Chain Products (the Case of Central District of Flavarjan County).Journal of Agricultural Extension and education Research, 9(2):21-33.
Ravallion, M.(1986). Testing market integration American Journal of Agricultural Economics,68: 102-109.
Reiners, K., Hegger, A., Hessel, E.F., Böck, S., Wendl, G., Van den Weghe, H.F.A. (2009).Application of RFID technology using passive HF transponders for the individual identification of weaned piglets at the feed trough. Computers and Electronics in Agriculture 68 (2):178–184.
Rigi, K., Farahmand, M., Sheikhpour, S., Moradi, H. and Keshtehgar, A.(2014). The role of information technology in agricultural development. Journal of Novel Applied Sciences,3(2):203-205.

Roe, B. E., Wyszynski, T. E., Olimov, J. M.(2011).Pigs in Cyberspace: A Natural Experiment Testing Differences between Online and Offline Club-Pig Auctions. The American Journal of Agricultural Economics, 93(5):1278-1291.

Rossing, W.(1999). Electronic animal identification. Comput. Electron. Agric. 24:1–117.

Ruiz-Garcia, L. and Lunadei, L.(2011). The role of RFID in agriculture: Applications, limitations and challenges. Computers and Electronics in Agriculture,79:42-50.

Ruiz-Garcia, L., Steinberger, G., Rothmund, M. (2009). A model and prototype implementation for tracking and tracing agricultural batch products along the food chain. Food Control 21:112–121.

Saaty, TL.(1980).The Analytic Hierarchy Process. USA New York: McGraw Hill.

Saaty, TL.(2005).Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks. USA Pittsburgh: RWS Publications.

Saha, A., Love, H.A. and Schwart, R.(1994). Adaption of Emerging Technologies under Output Uncertainty. American Journal of Agricultural Economics, 76:836-846.

Samah, B.A., Shaffril, H.A.M., Hassan, M.D.S., Hassan, M.A., Ismail, N. (2009).Contribution of Information and Communication Technology in Increasing Agrobased Entrepreneurs Productivity in Malaysia.Journal of Agriculture & Social Sciences, 5(3):93–97.

Saraei, S., Afrakhteh, H., Riahi, V. and Jalalian, H.(2017). Evaluate the usage of information and communication technology in agricultural water use optimization using soft system approach. Interdisciplinary Studies in the Humanities, 9(4):49-70.

Schroeder, T.C., Ward, C.E., Mintert, J.R. and Peel, D.S.(1998). Value based Pricing of fed Cattle: Challenges and Research Agenda. Review of Agricultural Economics, 25:125-134.

Stafford, J.V. (Ed.). (1996). Spatially variable field operations. Comput. Electron. Agric., 14:99–253.

Udink ten Cate A.J., Dijkhuizen, A.A.(1999). Information and communication technology applications in agriculture, Comput. Electron. Agric., 22:83–250.

Valmohammadi,C.(2010).using the analytic network process in business strategy selection: a case study, Australian journal of basic and applied sciences, 4(10): 5205-5213.

Voulodimos, A.S., Patrikakis, C.Z., Sideridis, A.B., Ntafis, V.A., Xylouri, E.M. (2010). A complete farm management system based on animal identification using RFID technology. Computers and Electronics in Agriculture 70 (2):380–388.

Wu, K., Tseng, M. and Chiu, A.(2012). Using the Analytical Network Process in Porter's Five Forces Analysis –Case Study in Philippines. Procedia - Social and Behavioral Sciences,57:1-9.

Zhang, Y., Wang, L. and Duan, Y.(2016). Agricultural information dissemination using ICTs:A review and analysis of information dissemination models in China. Information Processing in Agriculture, 3:17-29.

Survey the status of Information Technology on the Stages of Agri-food Supply Chain in Iran

Abstract

Due to the advances in technology and the need to consider the competitive advantages to creat an optimal supply chain that is able to compete more effectively, actors of Supply chain have realized the importance of information technology in improving supply chain management. In fact, one of the most competitive advantages in today's situation is the adoption and implementation of advanced information technology (IT) in the supply chains. Therefore, this study is an attempt to survey the status and importance of information technology in different stages of agricultural supply chain to determine their priority. In this regard, the Analytic Network Process *(*ANP*)* method is used by using the opinions of active managers and experts from knowledge-based companies of Mashhad in 2018. Based on the results, the IT in the stages of "harvesting and marketing" and "production planning", respectively with the weight values of 0.5 and 0.35 has the most important and in the "sowing and grow" stage of the agricultural supply chain, with weight values of 0.15 has the lowest important. Accordingly the result, suggestions have been made for the development of IT in required stages of agricultural supply chain. One of the most advices is government financing and enforcing aggregate farms such as the China's experience on “dragon-head” enterprises.

Keywords: Supply Chain, information technology, production planning, sowing and grow, harvesting and marketing.