

## بررسی تأثیر ابعاد نوآوری سبز بر عملکرد سازمان

علی مروتی شریف آبادی\* - مهسا نمک‌شناس جهرمی\*\* - علیرضا ضیایی بیده\*\*\*

(تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۷ - تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۱۰)

### چکیده

دنیای مدرن امروز، موجب افزایش آلودگی‌ها و مشکلات زیست‌محیطی و در نتیجه افزایش نگرانی دولت‌ها و سازمان‌ها در رابطه با محیط‌زیست شده‌است. این نگرانی‌ها موجب به‌وجود آمدن مفهوم جدیدی تحت‌عنوان نوآوری سبز شد. این پژوهش، با هدف بررسی تأثیر ابعاد نوآوری سبز بر عملکرد سازمان انجام شده و در این رابطه نقش میانجی عملکرد زیست‌محیطی سازمان نیز بررسی شده‌است. جامعه آماری پژوهش حاضر را شرکت‌های فعال در صنعت کاشی و سرامیک استان یزد تشکیل می‌دهند. به‌منظور سنجش نوآوری سبز ابعاد، شامل نوآوری مدیریتی سبز، نوآوری محصول سبز، نوآوری فرآیند سبز و نوآوری فناوریانه سبز، در نظر گرفته شد. برای آزمون فرضیه‌های پژوهشی از مدل‌سازی معادلات ساختاری بر پایه روش کم‌ترین مربعات جزئی استفاده شده‌است. نتایج نشان داد که ابعاد نوآوری سبز شامل نوآوری فرآیند و فناوریانه سبز هم به‌صورت مستقیم و هم به‌صورت غیرمستقیم به‌واسطه نقش میانجی عملکرد زیست‌محیطی، بر عملکرد سازمان تأثیرگذارند. همچنین نوآوری مدیریتی و محصول سبز تنها به‌صورت غیرمستقیم بر عملکرد سازمان تأثیر می‌گذارند. در نهایت بر پایه اثر کلی ابعاد نوآوری سبز بر عملکرد سازمان، پیشنهادها برای کاربردی برای پیاده‌سازی جنبه‌های مختلف از نوآوری سبز در صنعت کاشی و سرامیک ارائه شد.

کلمات کلیدی: نوآوری سبز، صنعت کاشی و سرامیک، عملکرد زیست‌محیطی، مدل‌سازی معادله ساختاری، کمترین مربعات جزئی.

\* استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد

\*\* دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد (نویسنده مسئول)

Ma.namakshenas@gmail.com

\*\*\* دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه خلیج فارس

## مقدمه

با افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی از سوی مصرف‌کنندگان، دولت‌ها و جوامع مختلف در سراسر جهان، شرکت‌های تولیدی درصدد توسعه برنامه‌های دوستدار محیط زیست مانند توسعه محصول سبز، برند سبز و فناوری سبز برآمدند (Yung, et al., 2011; Chiou, et al., 2011). این نگرانی‌ها به صنایع مختلف کشیده شد تا جایی که امروزه یکی از عوامل مهم در فعالیت شرکت‌ها از تأمین مواد اولیه گرفته تا فرایند تولید محصول جدید در کارخانه و مسائلی که حین استفاده از محصول توسط مصرف‌کننده پیش می‌آید، ملاحظات زیست‌محیطی است (Barbiroli & Raggi, 2003).

بزرگ‌ترین مسئله‌ای که امروزه هر سازمان با آن برخورد دارد، مسئله تحول و دگرگونی است و قطعاً پذیرش این تغییر از سوی سازمان‌ها از بزرگ‌ترین عوامل دوام و بقای سازمان است. در واقع در این بازار پویا و مملو از رقابت، نوآوری ضامن بقای هر سازمان است. از آنجایی که امروزه عملکرد زیست‌محیطی بنگاه‌ها و پیروی از قوانین زیست‌محیطی به‌عنوان یک مزیت رقابتی برای بنگاه‌ها محسوب می‌شود (Tseng, et al., 2013)، بنابراین سازگار بودن هر گونه نوآوری با ملاحظات زیست‌محیطی بسیار حائز اهمیت است. به موجب این ضرورت مفهوم جدیدی با عنوان نوآوری سبز پدید آمد، بدین معنی که هر گونه نوآوری باید سهمی در ارتقای کارایی زیست‌محیطی سازمان داشته باشد. مانند نوآوری در فرآیندهای تولید که موجب صرفه‌جویی در مصرف انرژی و منابع طبیعی، بهبود فرآیند بازیافت و یا کاهش آلودگی‌های محیطی می‌شوند (Murat Ar, 2012).

در استان یزد ۴۲ واحد تولیدی کاشی و سرامیک مشغول فعالیت هستند. تجمع این تعداد واحد تولیدی در این استان، از سویی جو رقابتی شدیدی را به وجود آورده است، که به موجب آن هر واحد تولیدی برای ادامه حیات خود در بین سایر واحدها نیازمند نوآوری به‌عنوان یک مزیت رقابتی است. از سوی دیگر، کاشی و سرامیک در کلیه بخش‌های چرخه حیات خود، از جمله بهره‌برداری از منابع طبیعی، تولید، مصرف و پس از مصرف در تعامل مستقیم و غیرمستقیم با محیط زیست قرار دارد. در نتیجه با توجه به ضرورت نوآوری در صنعت کاشی و

سرامیک از یک سو و نقش این صنعت در آلودگی محیط زیست و بهره برداری بی رویه از منابع طبیعی از سوی دیگر، به جاست که همزمان با توجه و تأکید بر نوآوری و اقدامات نوآورانه در این صنعت، ملاحظات زیست محیطی را نیز در این نوآوری ها دخالت داده و در واقع به جای نوآوری، نوآوری سبز را به کار گیریم.

شاید بتوان یکی از دلایل کم توجهی مدیران به نوآوری های سبز یا محیط زیست دوستانه را عدم آگاهی آن ها از منافع و مزایای پیاده سازی آن در سازمان دانست. مرور پیشینه پژوهش نشان می دهد تاکنون پژوهشی تجربی در زمینه نوآوری سبز و پیامدهای آن در سازمان، نه تنها در صنعت کاشی و سرامیک، بلکه در سایر صنایع کشور نیز انجام نشده است. با توجه به اهمیت موضوع، ضرورت انجام پژوهشی کاربردی در این زمینه آشکار می شود. در این پژوهش با هدف رفع نیاز پژوهشی ذکر شده، تأثیر ابعاد مختلف نوآوری سبز بر کارایی زیست محیطی و عملکرد شرکت ها در صنعت کاشی و سرامیک استان یزد مورد بررسی قرار خواهد گرفت. مدیران این صنعت با توجه به نتایج این پژوهش از یک سو به اهمیت و پیامدهای مثبت نوآوری سبز در سازمان پی می برند و از سوی دیگر جنبه هایی از نوآوری سبز مشخص می شود که بیشترین تأثیر را بر بهبود عملکرد شرکت های تولید کننده کاشی و سرامیک دارد.

### مرور ادبیات نظری و پیشینه پژوهش

به زعم کمپ و پیرسون (۲۰۰۷) نوآوری سبز می تواند فرآیندی جدید برای تولید محصول یا ارائه خدمت، یک روش یا سیاست جدید مدیریتی و یا راهکاری جدید برای کسب و کار باشد که کاهش خطرات زیست محیطی، آلودگی و تأثیرات منفی مصرف انرژی (مانند آب، برق، گاز، نفت و ...) را در پی دارد (Bergh, et al., 2011). چن (۲۰۰۶)، نوآوری سبز را به عنوان نوآوری نرم افزاری یا سخت افزاری در فناوری تعریف می کند که وابسته به محصولات یا فرآیندهای سبز مانند صرفه جویی در مصرف انرژی، بازیافت ضایعات، طراحی محصول سبز و یا مدیریت زیست محیطی سازمان است (Semán, et al., 2012). در تعریفی دیگر، نوآوری سبز

1- Kemp and Pearson

2- Chen

به عنوان یک دیدگاه، ایده، محصول، خدمت یا فرآیندی جدید در نظر گرفته می شود که به دنبال کاهش آثار منفی زیست محیطی است (Seman, et al., 2012).

به طور کلی هدف از نوآوری سبز، کم کردن اثرات نامطلوب زیست محیطی است (Tseng, et al., 2013) و این عامل قابل ملاحظه، در کل زنجیره ارزش از تأمین کننده تا مصرف کننده مطرح می شود (Zhu & Sarkis, 2010). پژوهش گران پیشین نوآوری سبز را متشکل از چهار بعد اصلی دانسته اند: نوآوری مدیریتی سبز، نوآوری محصول سبز، نوآوری فرآیند سبز و نوآوری فناوریهای سبز (Tseng, et al., 2013). در ادامه به توصیف و تعریف هر یک از ابعاد نوآوری سبز پرداخته می شود.

**نوآوری مدیریتی سبز:** نوآوری مدیریتی سبز، اشاره دارد به توانایی سازمان در توسعه و پیاده سازی پروژه های سبز مانند مدیریت زنجیره تأمین سبز و سیستم های مدیریت زیست محیطی (Tseng, et al., 2013). از جمله اقداماتی که سازمان را برای دستیابی به این بعد از نوآوری سبز یاری می رساند می توان به پیاده سازی موفق سری استانداردهای ISO 14000، صرفه جویی در مصرف منابع، جلوگیری از انتشار مواد مضر در محیط زیست، برگزاری سمینارهایی در راستای آموزش و ارتقای آگاهی ذی نفعان، اشاره کرد (Zhu & Sarkis, 2010).

**نوآوری محصول سبز:** نوآوری محصول سبز شامل بهبود کیفیت و تنوع محصول همزمان با توجه به ملاحظات زیست محیطی است (Li, Su, & Liu, 2010). کمیسیون اتحادیه اروپا (۲۰۰۱) نوآوری محصول سبز را به عنوان طراحی و توسعه محصولات تعریف می کند که تأثیرات منفی و ریسک زیست محیطی محصول را کاهش می دهد، منابع کمتری جهت تولید محصول مصرف می شود و در مرحله کنار گذاری محصول از تولید پسماند جلوگیری می شود (Lin, Tan, & Geng, 2013). به بیان ساده تر نوآوری سبز در چرخه عمر محصول عبارت است از اصلاح طراحی محصول به منظور کاهش اثرات منفی زیست محیطی آن (Jinzhou, 2011). نتایج

- 
- 1- Green management innovation
  - 2- Green product innovation
  - 3- Green process innovation
  - 4- Green technological innovation
  - 5- Commission of the European Communities

پژوهش‌ها نشان می‌دهند که امروزه در کسب و کارها توجه به نوآوری محصول سبز به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته‌است (Dangelico & Pontrandolfo, 2010).

نوآوری فرآیند سبز: نوآوری فرآیند به‌صورت بهبود فرآیندهای موجود و توسعه فرآیندهای جدید با هدف کاهش عدم قطعیت و افزایش بهره‌وری و بازده فرآیندهای درون‌سازمانی تعریف شده‌است (Ren, 2009). استفاده از دانش سبز برای پیشبرد و هدایت نوآوری در فرآیندهای سازمانی را «نوآوری فرآیند سبز» می‌نامند که می‌تواند منجر به افزایش و بهبود کارایی زیست‌محیطی سازمان شود (Ren, 2009). بدین منظور ضروری است که مدیران سازمان علاوه بر ارزیابی و بهبود فرآیندهایی از قبیل بازیافت، استفاده مجدد و تولید دوباره مواد اولیه، از راهکارهایی که منجر به کاهش مصرف انرژی و آلودگی‌های زیست‌محیطی در حین تولید، استفاده و کنارگذاری محصول می‌شود، آگاهی کامل داشته باشند (Tseng, 2009).

نوآوری فناورانه‌ی سبز: نوآوری فناورانه سبز، شامل سرمایه‌گذاری در تهیه تجهیزات و ماشین‌آلات سبز و به‌کارگیری فناوری‌های پیشرفته سبز است. هم‌چنین توسعه راهکارهای نوین به‌منظور نگهداری از کالاها، صرفه‌جویی در مصرف مواد و مدیریت مدارک و اسناد، نیز در مقوله نوآوری فناورانه سبز قرار می‌گیرند (Tseng, et al., 2012). اساساً نوآوری فناورانه سبز، فرآیند تولید دانش فنی با هدف کاهش پیامدهای منفی زیست‌محیطی است (Jin Zhou, 2011). از آنجایی که بسیاری از فناوری‌های جدید پیامدهای سنگین زیست‌محیطی به‌دنبال دارند و خسارات جبران‌ناپذیری را به اکوسیستم وارد می‌کنند، دیگر ارزش و بهای خود را از دست داده‌اند و امروزه سازمان‌ها حاضرند فقط در فناوری‌های جدیدی سرمایه‌گذاری کنند که این‌گونه پیامدها را به‌دنبال نداشته باشند (Tseng, et al., 2013). در واقع این‌جا مفهوم مسئولیت اجتماعی سازمان‌ها نمود پیدا می‌کند (Jin Zhou, 2011).

### مرور پژوهش‌های پیشین

مطالعه‌ای میدانی توسط پژوهشگران تایوانی در سال ۲۰۱۱ با هدف بررسی تأثیر نوآوری سبز بر عملکرد زیست‌محیطی و مزیت رقابتی شرکت‌ها صورت گرفت. نمونه مورد بررسی در

این مطالعه، شامل ۱۲۴ شرکت تایوانی فعال در ۸ صنعت مختلف بود. در این پژوهش تأثیر مثبت ابعاد نوآوری سبز شامل نوآوری محصول سبز، نوآوری فرآیند سبز و نوآوری مدیریتی سبز بر عملکرد زیست‌محیطی تأیید شد (Chiou, et al., 2011).

در پژوهش دیگری، مورات آر (۲۰۱۲) تأثیر نوآوری محصول سبز بر عملکرد و مزیت رقابتی سازمان را در ۱۴۰ شرکت فعال در صنایع مختلف کشور ترکیه بررسی کرد. نتایج این پژوهش نشان دادند نوآوری محصول سبز تأثیر مثبت و معناداری بر عملکرد و مزیت رقابتی سازمان دارد. همچنین این تأثیر بر مزیت رقابتی سازمان بیشتر از عملکرد است (Murat Ar, 2012). در پژوهشی دیگر تأثیر نوآوری‌های زیست‌محیطی بر عملکرد صادراتی سازمان‌های اروپایی بررسی شد. نتایج این پژوهش نیز نشان داد قابلیت و عملکرد سازمان‌های مورد پژوهش در زمینه نوآوری زیست‌محیطی یا سبز تأثیر مثبتی بر مزیت رقابتی آن‌ها در بازارهای جهانی دارد (Costantini & Mazzanti, 2012).

تسنگ و همکاران (۲۰۱۲) پژوهشی را با هدف ارزیابی محرک‌های نوآوری سبز در شرکت‌های الکترونیکی کشور تایوان، انجام دادند. در این مطالعه، نوآوری سبز در قالب چهار بعد نوآوری محصول سبز، نوآوری مدیریتی سبز، نوآوری فرآیند سبز و نوآوری فناورانه سبز مورد سنجش قرار گرفت. نتایج نشان داد نوآوری مدیریتی سبز یکی از کلیدی‌ترین محرک‌های پیاده‌سازی نوآوری سبز در سازمان است (Tseng, et al., 2012). تسنگ و همکاران (۲۰۱۳) پژوهش دیگری را با هدف سنجش میزان پیاده‌سازی نوآوری سبز در شرکت‌های الکترونیکی کشور تایوان، انجام دادند. در این پژوهش براساس دیدگاه مدیران سازمان در رابطه با اهمیت هر یک از ابعاد نوآوری سبز و عملکرد سازمان در هر بعد، راهکارهایی برای بهبود و تقویت نوآوری سبز در شرکت‌های مورد پژوهش ارائه شد (Tseng, et al., 2013).

پژوهش دیگری با هدف پاسخ به این پرسش که چگونه نوآوری محصول سبز می‌تواند بر عملکرد شرکت تأثیر بگذارد، در سال ۲۰۱۳ صورت گرفت. این مطالعه در چهار شرکت برتر تولید کننده موتورسیکلت در ویتنام انجام شد. نتایج، حاکی از این بود که عملکرد شرکت در حوزه نوآوری محصول سبز بر عملکرد کلی شرکت شامل سهم بازار، میزان فروش، سود و

اعتبار و شهرت شرکت تأثیر مثبت و مستقیم دارد. هم‌چنین تأثیر مثبت عملکرد محیط‌زیستی شرکت بر عملکرد کلی شرکت نیز مورد تأیید قرار گرفت (Lin, Tan, & Geng, 2013). در جدول شماره ۱ خلاصه‌ای از یافته‌های تعدادی دیگر از پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه نوآوری سبز و پیامدهای آن در سازمان گزارش شده‌است.

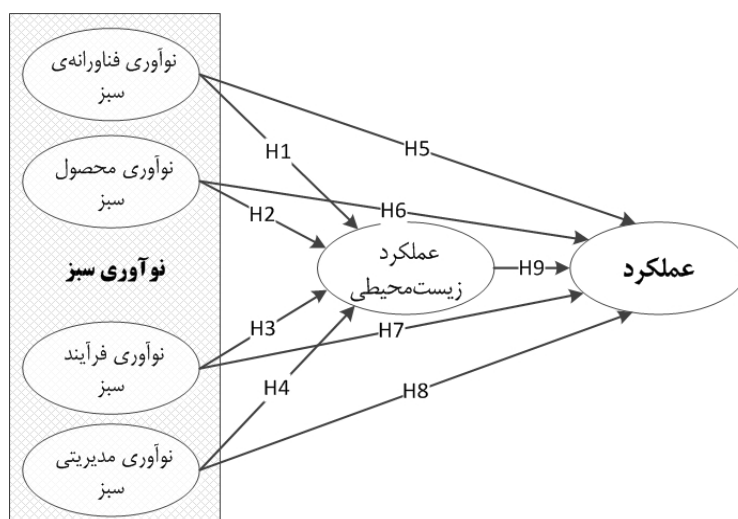
جدول شماره ۱- خلاصه‌ای از یافته‌های تعدادی از پژوهش‌های پیشین در زمینه نوآوری سبز

پژوهش‌گران	جامعه آماری	خلاصه‌ای از یافته‌های پژوهش
Cheng et al. (2014)	صنایع مختلف در تایوان	نوآوری سازمانی، فرآیندی و محصول سبز تأثیر مثبتی بر عملکرد سازمان دارند.
Triguero (2013)	شرکت‌های کوچک و متوسط اروپایی	همکاری با سازمان‌های پژوهشی و دانشگاه‌ها، تقاضای بازار برای محصولات سبز، همکاری تامین‌کنندگان و قانون‌گذاری‌ها از جمله محرک‌های نوآوری سبز هستند.
Sezen and Cankaya (2013)	صنایع مختلف در ترکیه	نوآوری فرآیند سبز و نوآوری محصول سبز تأثیر مثبتی بر عملکرد زیست محیطی سازمان دارند.
Chang and Chen (2013)	صنایع مختلف در تایوان	هویت سازمانی سبز و تعهد زیست محیطی باعث افزایش کارایی سازمان در پیاده‌سازی نوآوری سبز می‌شوند.
Wu (2013)	تولیدکنندگان فناوری اطلاعات	یکپارچگی زنجیره تامین تأثیر مثبتی بر نوآوری محصول سبز و نوآوری فرآیند سبز دارد.
بنی مهد و همکاران (۱۳۸۸)	شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران	عملکرد زیست محیطی تأثیر معناداری بر عملکرد مالی شرکت‌ها ندارد.
بادآور نهندی و همکاران (۱۳۹۱)	شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران	رابطه معناداری بین کارایی زیست محیطی و معیارهای عملکرد مالی شرکت‌ها وجود ندارد.

### مدل مفهومی پژوهش

مرور پیشینه پژوهش نشان داد در پژوهش‌های متعددی تأثیر ابعاد مختلف نوآوری سبز بر کارایی زیست محیطی و عملکرد سازمان تأیید شده است. با این وجود تأثیر همزمان تمام

ابعاد نوآوری سبز بر عملکرد سازمان همزمان با توجه به نقش میانجی کارایی زیست محیطی تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته است. براین اساس مدل مفهومی پژوهش مطابق شکل شماره ۱ ارائه می شود. از نوآوری های مدل مفهومی این پژوهش در نظر گرفتن تأثیر همزمان تمام ابعاد نوآوری سبز شامل نوآوری فناورانه، محصول، فرآیند و مدیریتی سبز بر عملکرد سازمان و عملکرد زیست محیطی است. همچنین تأثیر ابعاد نوآوری سبز بر عملکرد سازمان هم به صورت مستقیم و هم به صورت غیرمستقیم به واسطه نقش میانجی عملکرد زیست محیطی مورد آزمون قرار می گیرد.



شکل شماره ۱- مدل مفهومی پژوهش

### روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر، از حیث هدف، پژوهشی کاربردی است و از حیث روش انجام آن، در زمره پژوهش های توصیفی- همبستگی طبقه بندی می شود. همچنین این پژوهش از آن جهت که به بررسی داده های مرتبط با برهه ای از زمان می پردازد، از نوع پژوهش های مقطعی است. با توجه به پیشینه پژوهش و مدل مفهومی ارائه شده، فرضیه های پژوهشی بدین شکل تدوین شدند:

فرضیه ۱: نوآوری فناورانه سبز بر عملکرد زیست محیطی سازمان تأثیر دارد.



- فرضیه ۲: نوآوری محصول سبز بر عملکرد زیست محیطی سازمان تأثیر دارد.
- فرضیه ۳: نوآوری فرآیند سبز بر عملکرد زیست محیطی سازمان تأثیر دارد.
- فرضیه ۴: نوآوری مدیریتی سبز بر عملکرد زیست محیطی سازمان تأثیر دارد.
- فرضیه ۵: نوآوری فناورانه سبز بر عملکرد سازمان تأثیر دارد.
- فرضیه ۶: نوآوری محصول سبز بر عملکرد سازمان تأثیر دارد.
- فرضیه ۷: نوآوری فرآیند سبز بر عملکرد سازمان تأثیر دارد.
- فرضیه ۸: نوآوری مدیریتی سبز بر عملکرد سازمان تأثیر دارد.
- فرضیه ۹: عملکرد زیست محیطی سازمان بر عملکرد سازمان تأثیر دارد.

جامعه آماری پژوهش حاضر را شرکت‌های فعال در صنعت کاشی و سرامیک استان یزد تشکیل می‌دهند که تعداد آن‌ها ۴۲ شرکت گزارش شده است. فرمول زیر برای تعیین حجم نمونه استفاده شده است. در این فرمول برای برآورد انحراف معیار جامعه، پرسش‌نامه پژوهش بین یک نمونه ۱۵ تایی توزیع شد و سپس انحراف معیار متغیر کلیدی پژوهش (۰/۱۲۶) که نوآوری سبز است، به عنوان برآوردی برای انحراف معیار جامعه در نظر گرفته شد.

$$n = \frac{N \cdot Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 \cdot \sigma_p^2}{s^2 \cdot (N - 1) + Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 \cdot \sigma_p^2}$$

در این فرمول خطای نمونه‌گیری ( $E$ ) برابر ۰/۵ در نظر گرفته شده و براین اساس تعداد نمونه مورد بررسی برابر ۱۷ شرکت تعیین شد. برای اطمینان از دستیابی به تعداد نمونه آماری، تعداد ۵۰ پرسش‌نامه در بین مدیران ارشد هر یک از ۱۷ شرکت نمونه توزیع شد که پس از حذف پرسش‌نامه‌های مخدوش، تعداد کل ۴۵ پرسش‌نامه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

گویه‌های تشکیل دهنده پرسش‌نامه پژوهش از طریق بررسی پژوهش‌های پیشین، استخراج شدند و با مراجعه به اساتید صاحب نظر، اعتبار آن‌ها به لحاظ محتوا مورد تأیید قرار گرفت. برای سنجش پایایی یا قابلیت اعتماد پرسش‌نامه از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شده است. جدول ۱ مقدار آلفای کرونباخ و همچنین پژوهش‌هایی که سنجه‌های مربوطه از آن‌ها اقتباس شده است را نشان می‌دهد.

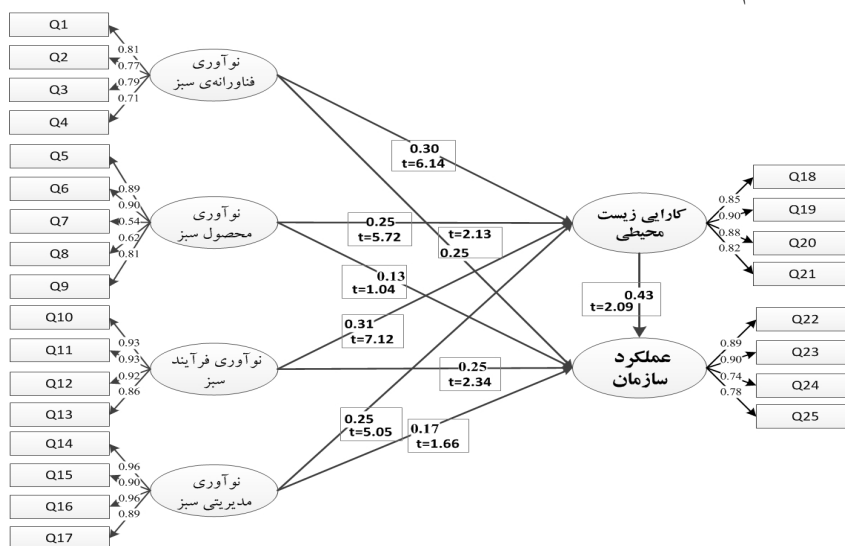
جدول شماره ۲- مشخصات پرسش نامه پژوهش

متغیر	تعداد گویه	منبع	آلفای کرونباخ
نوآوری مدیریتی سبز	۴	(Ren, 2009)	۰/۹۵
نوآوری فرآیند سبز	۴	(Ren, 2009)	۰/۹۶
نوآوری محصول سبز	۵	(Ren, 2009)	۰/۸۲
نوآوری فناورانه سبز	۴	(Ren, 2009)	۰/۷۶
عملکرد زیست محیطی سازمان	۴	(Barbiroli & Raggi, 2003)	۰/۸۸
عملکرد سازمان	۴	(Costantini & Mazzanti, 2012)	۰/۸۵

### آزمون مدل مفهومی و فرضیه‌های پژوهش

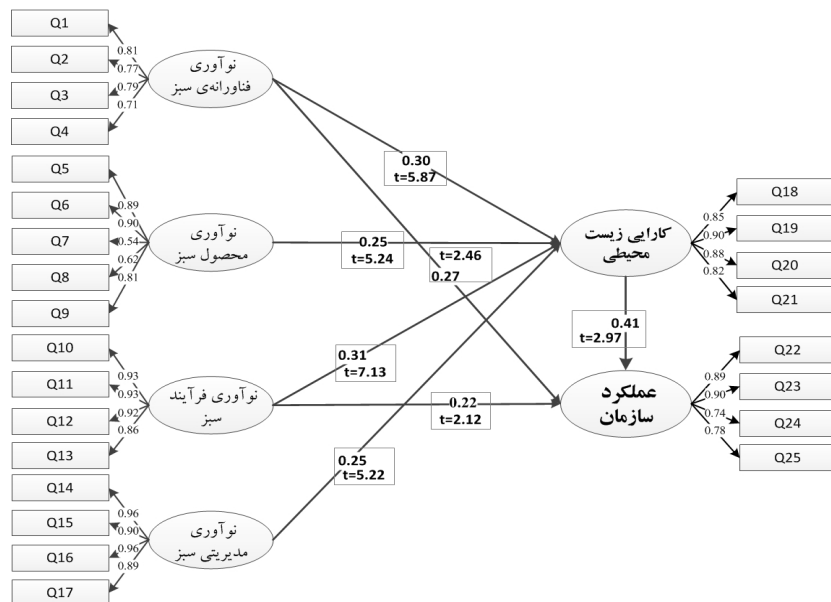
برای آزمون مدل مفهومی و همچنین فرضیه‌های پژوهش از مدل‌سازی معادلات ساختاری بر پایه روش کم‌ترین مربعات جزئی استفاده شده است. بدین منظور نرم‌افزار *SmartPLS* به کار گرفته شد. نرم‌افزارهایی که از مدل‌سازی معادلات ساختاری بر پایه روش آماری استفاده می‌کنند، نسبت به وجود شرایطی مانند هم‌خطی متغیرهای مستقل، نرمال نبودن داده‌ها و کوچک بودن نمونه، سازگار هستند (Haenlein & Kaplan, 2004).

خروجی نرم‌افزار بعد از آزمون مدل مفهومی پژوهش، در شکل شماره ۲ نشان داده شده است.



شکل شماره ۲: آزمون مدل مفهومی اولیه پژوهش

پیش از بررسی برازش مدل باید روابط غیرمعنادار از مدل حذف شوند و مدل اصلاح شده برای بار دیگر آزمون شود. همان گونه که در شکل شماره ۲ مشاهده می کنید با توجه به مقادیر  $t$ -value محاسبه شده و مقایسه آن با مقدار بحرانی (۱/۹۶) دو رابطه از روابط تدوین شده در مدل مفهومی پژوهش معنادار نیستند. این دو رابطه را از مدل حذف کرده و مدل مفهومی اصلاح شده را برای بار دیگر آزمون می کنیم. شکل شماره ۳ خروجی نرم افزار را پس از آزمون مدل مفهومی نهایی پژوهش نشان می دهد.



شکل شماره ۳: آزمون مدل مفهومی نهایی پژوهش

پس از اصلاح مدل به بررسی برازش کلی مدل مفهومی پرداخته می شود. مدل های معادلات ساختاری به طور معمول ترکیبی از مدل های اندازه گیری (نشان دهنده زیرمؤلفه های متغیرهای پنهان) و مدل های ساختاری (نشان دهنده روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته) هستند. نرم افزار *SmartPLS* برای برازش مدل های اندازه گیری، پایایی مرکب ( $CR$ ) و متوسط اشتراک ( $AVE$ ) را محاسبه می کند و مقدار  $R^2$  را برای برازش مدل های ساختاری

ارائه می‌دهد. مقادیر بیشتر از ۰/۵ برای متوسط اشتراک، بیشتر از ۰/۷ برای پایایی مرکب و بیشتر از ۰/۳ برای  $R^2$  بیانگر برازش مناسب مدل هستند. در جدول ۳ مقادیر گزارش شده برای هر یک از متغیرهای کلیدی مدل (متغیرهای پنهان) را مشاهده می‌کنید که نشان‌دهنده برازش قابل قبول برای مدل مفهومی پژوهش هستند.

جدول شماره ۳: شاخص‌های برازش مدل اندازه‌گیری و ساختاری

متغیر	<i>AVE</i>	پایایی مرکب	$R^2$
نوآوری فناورانه‌ی سبز	۰/۵۸	۰/۸۵	-----
نوآوری محصول سبز	۰/۵۹	۰/۸۷	-----
نوآوری فرآیند سبز	۰/۸۳	۰/۹۵	-----
نوآوری مدیریتی سبز	۰/۸۶	۰/۹۶	-----
عملکرد زیست‌محیطی	۰/۷۴	۰/۹۲	۰/۹۲
عملکرد سازمان	۰/۶۷	۰/۸۹	۰/۶۹

پس از اطمینان از برازش کلی مدل نوبت به بررسی برازش جزئی مدل یا همان آزمون فرضیه‌های پژوهشی می‌رسد. در این مرحله ضریب اثرگذاری هر متغیر و معنادار بودن این ضریب مورد بررسی قرار می‌گیرد. جدول ۳ ضرایب تأثیر برآورد شده و نیز معناداری این ضرایب را نشان می‌دهد. براین اساس می‌توان در رابطه با رد یا تأیید فرضیه‌های پژوهشی تصمیم‌گیری کرد.

همان‌گونه که اطلاعات ارائه‌شده در جدول شماره ۴ نشان می‌دهند داده‌های تجربی جمع‌آوری شده تمام فرضیه‌های پژوهشی به جزء فرضیه ششم و هشتم را مورد تأیید قرار می‌دهند. در فرضیه ششم ادعا شده بود که نوآوری محصول سبز تأثیر مثبت و معناداری بر میزان عملکرد سازمان دارد. با توجه به این که مقدار  $t$  محاسبه‌شده برای این رابطه (۱/۰۴)، کم‌تر از مقدار بحرانی آن (۱/۹۶) است، در نتیجه شواهد کافی برای تأیید این فرضیه وجود ندارد. در فرضیه هشتم نیز با توجه به مقدار  $t$  برآورد شده و مقایسه آن با مقدار بحرانی می‌توان نتیجه گرفت که نوآوری مدیریتی سبز تأثیر معناداری بر عملکرد سازمان ندارد.

جدول شماره ۴: بررسی معناداری ضرایب تأثیر برآورد شده و آزمون فرضیه‌های پژوهش

فرضیه	رابطه مورد بررسی	ضریب تأثیر	t-value	آزمون فرضیه
نخست	نوآوری فناورانه‌ی سبز ← عملکرد زیست‌محیطی	۰/۳۰	۵/۸۷	تأیید فرضیه
دوم	نوآوری محصول سبز ← عملکرد زیست‌محیطی	۰/۲۵	۵/۲۴	تأیید فرضیه
سوم	نوآوری فرآیند سبز ← عملکرد زیست‌محیطی	۰/۳۱	۷/۱۳	تأیید فرضیه
چهارم	نوآوری مدیریتی سبز ← عملکرد زیست‌محیطی	۰/۲۵	۵/۲۲	تأیید فرضیه
پنجم	نوآوری فناورانه سبز ← عملکرد سازمان	۰/۲۷	۲/۴۶	تأیید فرضیه
ششم	نوآوری محصول سبز ← عملکرد سازمان	۰/۱۳	۱/۰۴	رد فرضیه
هفتم	نوآوری فرآیند سبز ← عملکرد سازمان	۰/۲۲	۲/۱۲	تأیید فرضیه
هشتم	نوآوری مدیریتی سبز ← عملکرد سازمان	۰/۱۷	۱/۶۶	رد فرضیه
نهم	عملکرد زیست‌محیطی ← عملکرد سازمان	۰/۴۱	۲/۹۷	تأیید فرضیه

همان‌گونه که در مدل مفهومی پژوهش مشخص است، ابعاد نوآوری سبز به‌صورت غیرمستقیم و به‌واسطه نقش میانجی کارایی زیست‌محیطی بر عملکرد سازمان تأثیرگذار هستند. در جدول شماره ۵ ضرایب تأثیر غیرمستقیم ابعاد نوآوری سبز بر عملکرد سازمان ارائه شده‌است. از مجموع ضرایب تأثیر غیرمستقیم و مستقیم، اثر کلی متغیر به‌دست می‌آید که برای هر کدام از رابطه‌ها محاسبه و گزارش شده‌است.

جدول شماره ۵: ضرایب تأثیر غیرمستقیم و اثر کلی متغیرها

اولویت	اثر کلی	ضریب تأثیر غیرمستقیم	رابطه مورد بررسی
۱	۰/۳۹	$0/30 * 0/41 = 0/12$	نوآوری فناورانه سبز ← عملکرد سازمان
۳	۰/۱۰	$0/25 * 0/41 = 0/10$	نوآوری محصول سبز ← عملکرد سازمان
۲	۰/۳۵	$0/31 * 0/41 = 0/13$	نوآوری فرآیند سبز ← عملکرد سازمان
۳	۰/۱۰	$0/25 * 0/41 = 0/10$	نوآوری مدیریتی سبز ← عملکرد سازمان

با توجه به اثر کلی ابعاد نوآوری سبز بر عملکرد سازمان می‌توان آن‌ها را اولویت‌بندی کرد و بدین صورت جنبه‌هایی از نوآوری سبز که بیشترین اثر کلی را بر عملکرد سازمان دارند در اولویت توجه و پیاده‌سازی قرار داد.

## بحث و نتیجه‌گیری

در ادامه با توجه به نتایج آزمون مدل مفهومی و فرضیه‌های پژوهشی، در رابطه با هر یک از ابعاد نوآوری سبز به بحث و نتیجه‌گیری و همچنین ارائه پیشنهادات کاربردی پرداخته می‌شود.

نوآوری فناورانه سبز: نتایج پژوهش حاضر نشان داد نوآوری فناورانه سبز هم به صورت مستقیم و هم به صورت غیرمستقیم به واسطه نقش میانجی عملکرد زیست‌محیطی بر عملکرد کلی سازمان تاثیرگذار است. همچنین نوآوری فناورانه سبز بیشترین اثر کلی را بر متغیر عملکرد سازمانی دارد. براین اساس به مدیران فعال در صنعت کاشی و سرامیک پیشنهاد می‌شود پیاده‌سازی این جنبه از نوآوری سبز در سازمان را در اولویت قرار دهند. پیشنهادات زیر جهت ایجاد انگیزه در مدیران این صنعت ارائه می‌شود:

- توسعه سازوکارهای تشویق و تنبیه جهت ایجاد انگیزه در شرکت‌های تولیدکننده کاشی و سرامیک برای استفاده از تجهیزات و فناوری‌های دوستدار محیط‌زیست.
- کاهش هزینه‌های معاملاتی و مالیاتی جهت خرید و واردات تجهیزات و ماشین‌آلات سبز.
- توسعه سیستم‌های نظارتی زیست‌محیطی جهت شناسایی و پیگیری میزان آلودگی و مخاطرات زیست‌محیطی که شرکت‌ها ایجاد می‌کنند.

نوآوری محصول سبز: یافته‌های این پژوهش نشان داد که نوآوری محصول سبز تنها به صورت غیرمستقیم و از طریق تأثیر مثبتی که بر عملکرد زیست‌محیطی سازمان دارد می‌تواند باعث افزایش عملکرد کلی سازمان شود. از دلایل این یافته می‌توان به تحمیل هزینه‌های کوتاه‌مدت به سازمان به واسطه خرید تجهیزات سبز، آموزش کارکنان و نظارت بیشتر و دقیق‌تر جهت تولید و توسعه محصولات سبز اشاره کرد. با این وجود مطابق یافته‌های پژوهش حاضر نوآوری محصول سبز می‌تواند در بلندمدت از طریق بهبود عملکرد زیست‌محیطی سازمان از جمله کاهش ضایعات، کاهش مصرف انرژی و مواد اولیه باعث افزایش عملکرد کلی سازمان شود.

نوآوری فرآیند سبز: این بعد از نوآوری سبز، هم به صورت مستقیم و هم اینکه به صورت غیرمستقیم به واسطه تأثیر مثبتی که بر عملکرد زیست‌محیطی سازمان دارد می‌تواند

عملکرد کلی سازمان را بهبود بخشد. از آنجایی که نوآوری فرآیند سبز بعد از نوآوری فناورانه سبز بیشترین اثر کلی را بر عملکرد سازمان دارد پیاده‌سازی و توسعه آن در شرکت‌های تولیدکننده کاشی و سرامیک در اولویت دوم قرار می‌گیرد. بدین منظور پیشنهادهای کاربردی زیر ارائه می‌شود:

- تعریف و مهندسی مجدد فرآیندهای تولید برای اطمینان از اثربخشی درونی
- طراحی مجدد فرآیندها و توسعه اقدامات تحقیق و توسعه
- مدیریت مؤثر اسناد و اطلاعات
- توسعه سمینارهای آموزشی جهت افزایش آگاهی زیست‌محیطی ذی‌نفعان
- طراحی مجدد نحوه ارائه خدمت به مشتریان در جهت رهنمودهای زیست‌محیطی

نوآوری مدیریتی سبز: از دیگر ابعاد نوآوری سبز، نوآوری مدیریتی سبز است که براساس نتایج این پژوهش به صورت مستقیم بر عملکرد سازمان تأثیرگذار نیست ولی می‌تواند به صورت غیرمستقیم از طریق بهبود عملکرد زیست‌محیطی سازمان باعث افزایش عملکرد کلی سازمان شود. هزینه‌های مشاوره و نظارت به منظور پیاده‌سازی سیستم‌های مدیریت زیست‌محیطی را می‌توان از دلایل تأثیر مستقیم نوآوری مدیریتی سبز بر عملکرد سازمان دانست. بی‌شک مطابق با یافته‌های این پژوهش نوآوری مدیریتی سبز نیز در بلندمدت می‌تواند از طریق افزایش عملکرد زیست‌محیطی سازمان باعث بهبود عملکرد کلی سازمان شود.

در آخر نیز، استفاده از مدل مفهومی این پژوهش، به‌عنوان یک پایه و اساس برای تحقیقات آینده و پیش‌بینی جنبه‌های ناشناخته این بحث توصیه می‌شود.

## منابع

- بادآور نهندی، ی.، برادران حسن زاده، ر.، و یزدانی، ا. (۱۳۹۱). بررسی رابطه کارآمدی زیست محیطی با ارزش و بازده دارایی های شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. دانش حسابداری، ۸، ۹۵-۱۱۲.
- بنی مهد، ب.، طالب نیا، ق.، و ازوجی، ح. (۱۳۸۸). بررسی رابطه بین عملکرد زیست محیطی و عملکرد مالی. پژوهشنامه حسابداری مالی و حسابرسی، ۱(۳)، ۱۴۹-۱۷۴.
- Barbiroli, G., & Raggi, A. (2003). A method for evaluating the overall technical and economic performance of environmental innovations in. *Journal of Cleaner Production*, 11(4), 365-374.
- Bergh, J., Truffer, B., & Kallis, G. (2011). Environmental innovation and societal transitions: Introduction and overview. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1, 1-23.
- Chang, C.-H., & Chen, Y.-S. (2013). Green organizational identity and green innovation. *Management Decision*, 51(5), 1056-1070.
- Cheng, C., Yang, C.-L., & Sheu, C. (2014). The link between eco-innovation and business performance: a Taiwanese industry context. *Journal of Cleaner Production*, 64, 81-90.
- Chiou, T.-Y., Chan, H., Lettice, F., & Chung, S. (2011). The influence of greening the suppliers and green innovation on environmental performance and competitive advantage in Taiwan. *Transportation research*, 47, 822-836.
- Costantini, V., & Mazzanti, M. (2012). On the green and innovative side of trade competitiveness? The impact of environmental policies and innovation on EU exports. *Research Policy*, 41, 132-153.
- Dangelico, R., & Pontrandolfo, P. (2010). From green product definitions and classifications to the Green Option Matrix. *Journal of Cleaner Production*, 18(16-17), 1608-1628.
- Haenlein, M., & Kaplan, A. (2004). A Beginner's Guide to Partial Least Squares Analysis. *UNDERSTANDING STATISTICS*, 4(3), 283-297.
- Jinzhou, W. (2011). Discussion on the Relationship between Green Technological Innovation and System Innovation. *Energy Procedia*, 5, 2352-2357.



- Li, Y., Su, z., & Liu, Y. (2010). Can strategic flexibility help firms profit from product? *Technovation*, 30(5-6), 300-309.
- Lin, R.-J., Tan, K.-H., & Geng, Y. (2013). Market demand, green product innovation, and firm performance: evidence from Vietnam motorcycle industry. *Journal of Cleaner Production*, 40, 101-107.
- Lin, Y., Tseng, M.-L., Chen, C.-C., & Chiu, A. (2011). Positioning strategic competitiveness of green business innovation capabilities using hybrid method. *Expert systems with applications*, 38(3), 1839-1849.
- Mu, J., Peng, G., & Maclachlan, D. (2009). Effect of risk management strategy on NPD. *Technovation*, 29(3), 170-180.
- Murat Ar, I. (2012). The impact of green product innovation on firm performance and competitive capability: the moderating role of managerial environmental concern. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 62, 854-864.
- Ren, T. (2009). Barriers and drivers for process innovation in the petrochemical industry: A case study. *Journal of Engineering and Technology Management*, 26(4), 285-304.
- Seman, N., Zakuan, N., Jusoh, A., Arif, M., & Saman, M. (2012). The relationship of green supply chain management and green innovation concept. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 57, 453-457.
- Sezen, B., & Cankaya, S. (2013). Effects of green manufacturing and eco-innovation on sustainability performance. *9th International Strategic Management Conference* (pp. 154-163). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*.
- Triguero, A., Moreno, L., & Davia, M. (2013). Drivers of different types of eco-innovation in European SMEs. *Ecological Economics*, 92, 25-33.
- Tseng, M.-L. (2009). A causal and effect decision-making model of service quality expectation using greyfuzzy DEMATEL approach. *Expert systems with applications*, 36(4), 7738-7748.
- Tseng, M.-L., Huang, F.-h., & Chiu, A. (2012). Performance drivers of green innovation under incomplete information. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 40, 234-250.

- Tseng, M.-L., Wang, R., Chiu, A., Geng, Y., & Lin, Y. (2013). Improving performance of green innovation practices under uncertainty. *Journal of cleaner production*, 40, 71-82.
- Wu, G.-C. (2013). The influence of green supply chain integration and environmental uncertainty on green innovation in Taiwan's IT industry. *Supply Chain Management: An International Journal*, 18(5), 539-552.
- Yung, W., Chan, H., So, J., Wong, D., Choi, A., & Yue, T. (2011). A life-cycle assessment for eco-redesign of a consumer electronic product. *Journal of Engineering Design*, 22(2), 69-85.
- Zhu, Q., & Sarkis, J. (2010). A portfolio-based analysis for green supplier management using the analytical network process. *Supply Chain Management: an international journal*, 15(4), 306-319.