

## تحلیلی بر مفهوم و کاربرد پیش خورد در طراحی تعاملی

ابراهیم باقری طالقانی

استادیار، گروه طراحی صنعتی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

E-mail: e.bagheri@semnan.ac.ir

### چکیده

اصطلاح «پیش خورد» از نظریه کنترل اقتباس و کمتر از دو دهه است که به حوزه طراحی تعاملی معرفی شده است، اما طراحان همچنان اطلاع کافی و درک مناسبی از مفهوم و کاربرد آن در محصولات تعاملی ندارند و ابهام فراوان بین مفاهیم پیش خورد، بازخورد و افردنس، عامل دیگری است که باعث شده است تا کمتر در طراحی تعاملی مورد استفاده قرار گیرد. بر این اساس، هدف پژوهش حاضر بررسی و تجزیه و تحلیل مفهوم و کاربرد اصطلاح پیش خورد و ارائه مثال‌های کاربردی در جهت رفع ابهام و شفاف‌سازی کاربرد آن در حوزه طراحی تعاملی است تا طراحان بتوانند ضمن اشراف بر موضوع، به درستی از آن در محصولات و سطوح رابط کاربری استفاده نمایند. بنابراین ضمن معرفی پیشینه ورود اصطلاح پیش خورد به طراحی تعاملی، وجوه تشابه و تمایز آن با مفاهیم بازخورد و افردنس به همراه جداول تحلیلی به طور دقیق مورد بررسی قرار گرفته و انواع پیش خورد با ذکر مثال‌های کاربردی معرفی شده است و در پایان الزامات کاربرد پیش خورد در طراحی محصولات تعاملی، در قالب ۱۰ دستورالعمل کاربردی ارائه شده است که می‌توانند چکلیست مناسبی برای طراحی پیش خوردها و ارزیابی سطوح رابط کاربری محصولات تعاملی باشند.

**کلیدواژه‌ها:** پیش خورد، بازخورد، افردنس، کاربردپذیری، طراحی تعاملی

## مقدمه

طراحی تعاملی<sup>۱</sup> عرصه‌ای نوپا در حوزه طراحی است که نخست در حوزه تعامل انسان با رایانه<sup>۲</sup> و طراحی سطح رابط کاربری<sup>۳</sup> آن مورد استفاده قرار گرفت، اما امروزه به این حوزه محدود نمی‌شود. طراحی تعاملی به معنای طراحی عوامل مؤثر بر ارتباط دوسویه کاربران با محصولات است و هدف آن، ارتقای کیفیت تجربه کاربری از طریق طراحی یا بهبود کاربردپذیری<sup>۴</sup> محصولات یا سامانه‌ها است. بنابراین می‌کوشد تا محصولات را به‌گونه‌ای طراحی کند که اثربخش، بهره‌ور و همچنین رضایت‌بخش باشند. طراحی تعاملی، طراحی ارتباط هدفمند و دوسویه کاربر با محصول است که به‌واسطه سطح رابط کاربری و همچنین زمینه<sup>۵</sup> و شرایط محیط صورت می‌پذیرد. بر این اساس، موارد مذکور (کاربر، محصول، سطح رابط کاربری و زمینه و شرایط محیط) را می‌توان مؤلفه‌های ساختاری طراحی تعاملی تلقی نمود. از سوی دیگر، در یک تعامل، مؤلفه‌های دیگری حضور دارند که ارتباط هدفمند، مؤثر و دوسویه کاربر و محصول را امکان‌پذیر می‌سازند و اصول حاکم بر روابط تعاملی، یا مؤلفه‌های اجرایی یک تعامل تلقی می‌گردند. بازخورد<sup>۶</sup> عاملی ضروری است که باید به‌ازای انجام هر کنش کاربر ارائه گردد و از بدو معرفی مفاهیم مرتبط با طراحی تعاملی بر آن تأکید شده است، اما باید توجه داشت که در سال‌های اخیر مفاهیم افردنس<sup>۷</sup> و پیش‌خورد<sup>۸</sup> از حوزه روانشناسی و علوم مهندسی (نظریه کنترل و سامانه‌های کنترلی) به حوزه طراحی وارد شده و امروزه طراحی تعاملی بدون در نظر گرفتن این سه مؤلفه اجرایی (پیش‌خورد، بازخورد و افردنس) نمی‌تواند به‌درستی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گیرد. کلینت هیر، تعامل مناسب و موفق را در قالب اصطلاح «از عهد برآمدن»<sup>۹</sup> مطرح می‌کند. بدین معنا که کاربر در تعامل با محصولات، باید بتواند به شیوه‌ای دقیق و ظریف و متناسب با شرایط، درک و عمل نماید و قادر به عملکرد سلیس با حداقل تلاش آگاهانه باشد؛ این توانمندی به‌واسطه طراحی مناسب افردنس، پیش‌خورد و بازخورد میسر می‌گردد (Heyer, 2018: 1/21). بر این اساس، هدف اصلی این پژوهش، معرفی مفهوم پیش‌خورد (به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های اجرایی در طراحی تعاملی) و ارتباط آن با دیگر مؤلفه‌ها (افردنس و بازخورد) و همچنین معرفی انواع پیش‌خورد و مهم‌ترین دستورالعمل‌های کاربردی در خصوص کاربرد آن‌ها در فرایند طراحی تعاملی است که می‌تواند راهنمای مناسبی برای دانشجویان و طراحان این حوزه تلقی گردد.

## روش پژوهش

این پژوهش به لحاظ هدف، بنیادی و همچنین کاربردی است و به لحاظ روش، توصیفی-تحلیلی است و سعی نموده است ضمن تجزیه و تحلیل، تشریح و توصیف مفاهیم کاربردی مرتبط با پیش‌خورد در حوزه طراحی تعاملی، از مسیر قیاس با مفاهیم بازخورد و افردنس و ارائه مثال‌های کاربردی، مهم‌ترین الزامات کاربرد پیش‌خورد در فرایند طراحی را در قالب دستورالعمل‌های کاربردی ارائه نماید.

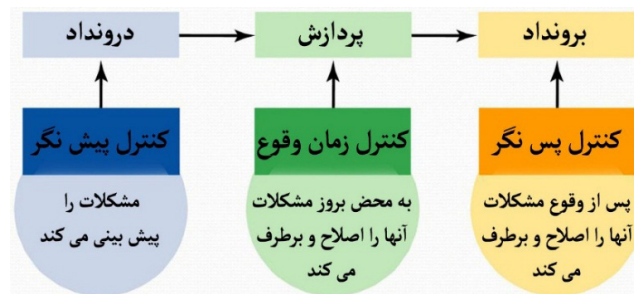
## پیشینه ورود مفهوم پیش‌خورد به حوزه تعامل انسان با رایانه (HCI)

واژه پیش‌خورد ابتدا در نظریه کنترل<sup>۱۰</sup> مورد استفاده قرار گرفت. در این نظریه، سه نوع کنترل مطرح می‌شود: گذشته‌نگر، آینده‌نگر و کنترل زمان وقوع (Bartol et al., 2008: 342).  
 ۱. کنترل گذشته‌نگر یا پس‌نگر: این نوع کنترل مبتنی بر بازخورد است و هدف آن، بازگشت

به گذشته و استفاده از اطلاعات گذشته برای مقایسه و یافتن انحرافات و انجام اصلاحات است. بازخورد با پیش‌بینی‌ها و هدف مقایسه شده و در صورت وجود انحراف، اقدام اصلاحی به عمل می‌آید و در غیر این صورت عملیات بعدی انجام می‌پذیرد. ترموستات، نمونه ساده‌ای از کاربرد بازخورد مکانیکی است.

۲. کنترل پیش‌نگر یا آینده‌نگر: کنترل پیش‌نگر یا آینده‌نگر قبل از آنکه عملی واقع و نتیجه‌ای حاصل شده باشد، موانع و مشکلات را پیش‌بینی کرده و انجام اصلاحات را ممکن می‌سازد. کنترل پیش‌نگر با تکیه بر اطلاعات موجود در مورد هدف و پیش‌بینی‌های عملیاتی و عوامل مؤثر بر آن‌ها، کنترل را عملی می‌سازد. در واقع این نوع کنترل مبتنی بر پیش‌خورد است. اگر فردی یک سیبل را هدف گرفته و شلیک کند، پس از شلیک می‌تواند نقطه هدف خود را با نقطه برخورد گلوله مقایسه نموده و تیراندازی خود را اصلاح کند (کنترل گذشته‌نگر)، اما یک شکارچی را در نظر بگیرید که قصد دارد پرنده‌ای را در حال پرواز هدف قرار دهد. او نمی‌تواند با کاربرد مکانیسم بازخورد هدف خود را تحقق بخشد، بلکه باید با توجه به حرکت پرنده به سمت جلو، نقطه‌ای را نشانه‌گیری کند که پرنده لحظاتی بعد به آنجا خواهد رسید (کنترل پیش‌نگر). در مثالی دیگر از کنترل پیش‌نگر، راننده مجرب در سربالایی در زمانی مناسب و قبل از خاموش شدن ماشین، دنده مناسب را انتخاب و به کار می‌گیرد.

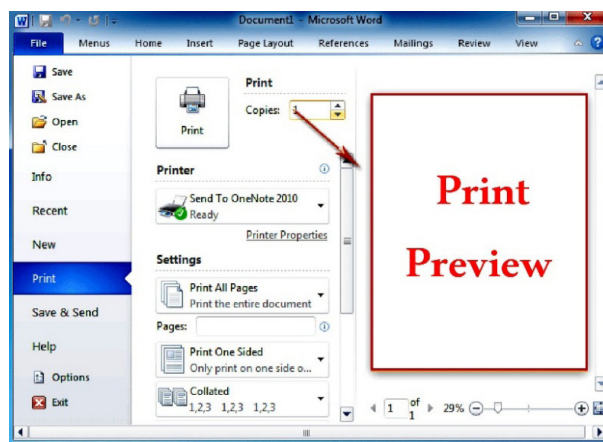
۳. کنترل زمان وقوع: این نوع کنترل، اطلاعات زمان حال را ملاک عمل قرار می‌دهد و تصمیمات به‌موقع و سریع اتخاذ می‌شود. رایانه‌ها و دستگاه‌های رایانه محور در عصر ما امکان دسترسی سریع به اطلاعات را فراهم می‌آورند، به‌گونه‌ای که می‌توان اطلاعات مربوط به عملیات یک پروژه را در همان لحظاتی که عملیات رخ می‌دهد دریافت داشت. این اطلاعات را اصطلاحاً اطلاعات زمان واقعی یا اطلاعات زمان وقوع نامیده و کنترلی را که بر اساس این نوع اطلاعات می‌باشد، کنترل زمان وقوع می‌نامند. به‌عنوان مثال اطلاعات پروازی هواپیماها و ذخیره جا به‌وسیله کامپیوتر، نوعی اطلاعات زمان وقوع است و یا در مهلت زمانی حذف و اضافه دانشجویان، لحظه‌ای یک دانشجوی درسی را حذف می‌کند و بلافاصله ظرفیت آن درس توسط دانشجوی دیگر پر می‌شود (تصویر ۱).



تصویر ۱. سه نوع کنترل و ارتباط آن‌ها با مراحل فرایند انجام کار یا عملکرد (URL)

واژه پیش‌خورد که مربوطه به کنترل پیش‌نگر بوده است، از نظریه کنترل اقتباس شده و در حوزه‌های دیگری چون طراحی تعاملی، اقتصاد، علوم شناختی و رفتاری مورد استفاده قرار گرفته است. پیش‌خورد اولین بار در سال ۲۰۰۲ توسط دجاجادیننگرات و دیگران، در مقاله‌ای مرتبط با حوزه تعامل انسان با رایانه (HCI) مورد استفاده قرار گرفته و به حوزه طراحی معرفی شد. نویسندگان مقاله مذکور، کاربرد پیش‌خورد را اعلام هدف انجام یک کنش یا اقدام به کاربر معرفی

نموده‌اند (Djajadiningrat et al., 2002: 285). پیش‌خورد اطلاعاتی است که قبل از انجام عملکرد برای کاربر فراهم می‌شود. در واقع به کاربر در خصوص آنچه هدف و نتیجه کنش یا عملش خواهد بود اطلاع می‌دهد تا کاربر بتواند کنش یا اقدام مناسبی را انتخاب نموده و به انجام رساند. به‌عنوان مثال پیش‌نمایش چاپ<sup>۱۱</sup>، تصویری است که قبل از چاپ فایل موردنظر، به شما اطلاع می‌دهد که نتیجه چاپ چگونه خواهد بود. در واقع پیش‌نمایش چاپ در رایانه، مثال بسیار ساده‌ای است که مفهوم پیش‌خورد را بیان می‌کند، اما مثال مناسبی برای درک تمام وجوه مفهوم پیش‌خورد نیست (تصویر ۲).



تصویر ۲. پیش‌نمایش چاپ، مثالی ساده برای معرفی پیش‌خورد (مأخذ: اسکرین شات از نرم‌افزار)

### وجوه تشابه و تمایز پیش‌خورد با افردنس و بازخورد

آنچه می‌تواند باعث سهولت درک مفهوم پیش‌خورد و کاربرد آن در حوزه طراحی گردد، مقایسه این مفهوم با مفاهیم بازخورد و افردنس است. لذا در این بخش به‌اختصار به وجوه تشابه و تمایز پیش‌خورد با افردنس (مدنظر گیبسون و نورمن) و بازخورد اشاره‌شده و مثال‌های کاربردی ارائه می‌گردد.

افردنس و پیش‌خورد: ایده افردنس از روانشناسی بوم‌شناختی<sup>۱۲</sup> سرچشمه می‌گیرد و توسط جیمز گیبسون در سال‌های ۱۹۷۷ تا ۱۹۷۹ پیشنهاد شده است. افردнси که توسط گیبسون مطرح شده است، به «امکان‌پذیری‌های عملکردی که از سوی محیط برای فرد کنشور فراهم می‌شود» اشاره دارد؛ بر «آنچه محیط به جاندار ارائه می‌کند، آنچه فراهم می‌سازد و یا در دسترس قرار می‌دهد، چه خوب و چه بد» (Gibson, 1979: 127). در نظر گیبسون، افردنس توسط هر دو عامل محیط و جاندار تعیین می‌شود. به بیان دیگر به‌طور همزمان یک ویژگی نسبی است و بر اساس ارتباط بین جاندار و محیط تعیین می‌شود یا به‌طور مشخص‌تر، ظرفیت عملکردی برای جاندار است. به‌عنوان مثال، سوزن امکان سوراخ کردن یا دوختن و چکش امکان کوبیدن میخ را برای انسان فراهم می‌سازند (افردنس سوراخ کردن، دوختن و کوبیدن دارند) ولی برای حیوانی مثل سگ یا اسب این افردنس‌ها وجود ندارند. ایده افردنس توسط دونالد نورمن و کتاب پیشگام او با عنوان «روانشناسی اشیاء روزمره» در ۱۹۸۸م به حوزه طراحی و سرانجام حوزه تعامل انسان و رایانه معرفی شد. نورمن افردنس را «[...] ویژگی‌های واقعی و درک شده اشیاء، اساساً ویژگی‌های بنیادینی که تعیین می‌کنند چگونه اشیاء به‌طور امکان‌پذیر می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند [...]»

تعریف می‌کند. بر طبق نظر نورمن، افردنسه‌ها می‌توانند به‌طور ثمربخش در طراحی محصولات بکار برده شوند: «افردنسه‌ها، سرنخ‌های قوی برای شناسایی ویژگی‌های اشیاء فراهم می‌سازند» (Nor-man, 1988: 9). نورمن یک دهه بعد بر افردنسه‌های درک شده (افردنسه‌هایی که توسط کاربر درک می‌شود و لزوماً با افردنسه‌های واقعی مطابقت ندارند) تأکید نموده است. (Norman, 1999: 38)

وجه تشابه افردنسه‌ها با پیش‌خوردها این است که افردنسه‌ها نیز، قبل از انجام کنش یا عمل توسط کاربر، اطلاعاتی را برای آن‌ها فراهم می‌سازند. همان‌گونه که در حوزه ادبیات تعامل انسان با رایانه (HCI) و توسط نورمن معرفی شده است (Norman, 1988: 9-11)، افردنسه‌های درک شده، اساساً کاربر را به انجام یک کنش مشخص دعوت می‌کنند. بنابراین افردنسه‌ها پیشنهاد می‌کنند که چگونه فرد با یک محصول یا سامانه تعامل برقرار کند. مثل دکمه‌هایی که افردنس فشار دادن دارند، دستگیره‌هایی که افردنس گرداندن یا پیچاندن دارند و یا دکمه‌های لغزنده‌ای که وابسته به جهت طراحی شده، افردنس بالا و پایین بردن یا چپ و راست بردن دارند، اما باید توجه داشت که برخلاف پیش‌خورد، افردنسه‌های درک شده، اطلاعاتی در خصوص هدف انجام یک کنش یا اقدام ارائه نمی‌کنند و این مورد وجه تمایز افردنسه‌ها با پیش‌خورده است. شکل ظاهری یک شیء (مثل شکل یک دکمه) دلالت بر این دارد که این شیء می‌تواند فشار داده شود، اما مشخص نیست که با فشار دادن این دکمه چه اتفاقی خواهد افتاد یا کاربر باید منتظر چه پاسخی باشد. به بیان دیگر، دعوت به کنش یا اقدام مناسب، لازمه و پیش‌نیاز پیش‌خورد است، اما کافی نیست. محصول همچنین باید اطلاع دهد که کاربر باید منتظر چه نتایج یا پیامدهایی باشد. «ذات و ماهیت کاربرپذیری، متکی بر معرفی هدف یک کنش یا اقدام است، نه ضرورت کنش یا اقدام» (Djajadiningrat et al., 2002: 286).

بر این اساس، پیش‌خوردها معمولاً در تناسب با افردنسه‌های سطح رابط کاربری طراحی شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد (Sandhaus & Hornecker, 2018: 90).

بازخورد و پیش‌خورد: بازخورد اطلاعاتی است که پس از انجام عملکرد حاصل می‌شود و دریافت آن به معنای پایان پذیرفتن انجام عملکرد و دستیابی به نتایج یا پیامدهای آن است. بازخورد در خصوص کنش یا اقدامی که انجام پذیرفته است به کاربر اطلاع می‌دهد. بازخورد پیامی است بیانگر این‌که هدف حاصل شده است و یا هنوز باقی است (Saffer, 2009: 133) و به‌طور معمول هدفش اطلاع‌رسانی به کاربر در خصوص پاسخگو بودن سامانه به کنش کاربر، دلالت داشتن بر پیشروی کار و یا تأیید هدایت محصول توسط کاربر است (Bellotti and Edwards, 2001: 10). پیش‌خورد اطلاعاتی است که قبل از انجام عملکرد برای کاربر فراهم می‌شود و بیان می‌کند که کاربر با انجام یک کنش یا اقدام به چه نتیجه‌ای دست خواهد یافت. بازخورد همانند پیش‌خورد، اطلاعاتی را در خصوص نتایج یک فرایند یا اقدام، ارائه می‌کند (Djajadiningrat et al., 2002: 286). اما پس از انجام بخشی از آن یا پس از خاتمه عملکرد. درحالی‌که بازخورد در خصوص عملکردی که انجام پذیرفته است به کاربر اطلاع‌رسانی می‌کند، پیش‌خورد به کاربر آگاهی می‌دهد که نتیجه اقدام یا عمل او چه خواهد بود. هنگامی‌که کاربر با چند گزینه مواجه می‌شود، پیش‌خورد امکان کشف، درک و ارزیابی مستقیم گزینه‌ها را برای کاربر فراهم می‌سازد و در نتیجه منجر به افزایش اعتماد به نفس و آگاهی می‌شود (Coppers et al., 2019: 2). لازم به ذکر است که دونالد نورمن در ویراست کتاب «طراحی اشیاء روزمره» خود، دیدگاه متفاوتی نسبت به سایر محققان ارائه نموده است (Norman, 2013: 72).

نورمن به‌طور واضح بین پیش‌خورد و افردنس تمایز قائل نمی‌شود. در نظر او، پیش‌خورد معنایی گسترده‌تر دارد و به معنای هر نوع اطلاعاتی است که به انجام عملکردها کمک می‌کند. نورمن پیش

خورد را این‌گونه تعریف می‌کند: «پیش خورد اطلاعاتی است که کمک می‌کند به سؤالات مربوط به اجرای عملکرد (انجام دادن) پاسخ داده شود؛ و بازخورد، اطلاعاتی است که به درک و فهم آنچه رخ داده است، کمک می‌کند. هرکسی می‌داند بازخورد چیست؛ به شما کمک می‌کند بدانید چه رخ داده است. اما چگونه می‌دانید که چه کاری می‌توانید انجام دهید؟ این نقش بر عهده پیش خورد است؛ واژه‌ای که از نظریه کنترل اقتباس شده است» (Norman, 2013: 72).

## انواع پیش خورد

ونسوین، دجاجادینینگرات و اووربیک، بر اساس نوع اطلاعاتی که کاربر در مورد کنش یا اقدام دریافت می‌کند، بین سه نوع متمایز از پیش خورد تمایز قائل شده‌اند: پیش خورد ذاتی، افزوده و عملکردی. (Wensveen, 2004, 180)

پیش خورد ذاتی: اطلاعات مرتبط با امکان‌پذیری‌های عملکرد محصول را ارائه می‌کند و اساساً با مهارت‌های حرکتی - ادراکی فرد مرتبط است. پیش خورد ذاتی اطلاع می‌دهد که چه نوع کنش یا اقدامی امکان‌پذیر است (مثل فشار دادن یک دکمه، لغزاندن، غلتاندن و غیره) و چگونه این کنش یا اقدام می‌تواند انجام شود (با کدام اندام یا بخش بدن، چه حرکتی، مقدار نیروی موردنیاز و غیره). ونسوین معتقد است پیش خورد ذاتی می‌تواند به‌عنوان تفسیر محدودی از آفرندن مدنظر گیسیسون تلقی گردد (Wensveen, 2005: 161). به‌عنوان مثال در مورد دکمه روشن/ خاموش یک وسیله، دکمه به‌گونه‌ای به نظر می‌رسد که می‌توان آن را فشار داد (اما نمی‌توان آن را جابجا کرد یا چرخاند). در مقایسه، بازخورد ذاتی اطلاعات فیزیکی است که از انجام کنش یا عملکرد حاصل می‌شود و یا به دست می‌آید. با فشار دادن دکمه بازخورد حاصل می‌شود و کاربر حس می‌کند که وضعیت دکمه در حال تغییر است و در واقع بازخورد فیزیکی را کاربر حس و درک می‌کند.

پیش‌خورد افزوده: اطلاعاتی در خصوص امکان‌پذیری‌های عملکرد یک محصول یا سامانه و یا هدف امکان‌پذیری‌های عملکرد که از سوی منبع اطلاعاتی دیگر (منبع اضافی یا افزوده) ارائه می‌شود (Wensveen, 2005: 162). مثل پیام‌هایی در صفحه‌نمایش که دلالت بر آنچه باید انجام شود دارد و یا لیبل‌های گرافیکی و واژگانی که معرف هدف امکان‌پذیری عملکرد هستند. این نوع پیش خورد با مهارت‌های شناختی کاربران سر و کار دارد. به‌عنوان مثال، آیکون ON/Off روی ریموت کنترل و همچنین رنگ قرمز دکمه، پیش خورد افزوده را فراهم می‌سازند. آیکون و رنگ مذکور به مهارت‌های شناختی کاربر این اطلاع را می‌دهند که احتمالاً این دکمه برای روشن و خاموش نمودن تلویزیون است. در مقایسه، بازخورد افزوده اطلاعاتی است که از منبع دیگر پس از انجام عملکرد دریافت می‌شود و حاصل از خود عملکرد نیست. پس از فشردن دکمه، چراغ ال. ای. دی. نشانگر روی بدنه تلویزیون روشن می‌شود و بازخورد افزوده‌ای را فراهم می‌سازد؛ بدین معنا که سامانه یا تلویزیون کنش یا اقدام کاربر را دریافت نموده است.

پیش‌خورد عملکردی<sup>۱۳</sup> یا کارکردی: این نوع پیش خورد، فراتر از امکان‌پذیری‌های کنش یا عمل کاربر و هدف مشخص آن‌ها است و اطلاعاتی را در خصوص هدف کلی محصول و ویژگی‌های عملکردی آن به کاربر ارائه می‌کند (Wensveen, 2005, 162). پیش خورد عملکردی به این سؤالات پاسخ می‌دهد: این محصول چیست، چه کاربردی دارد و چگونه کار می‌کند. راهبرد امکان‌پذیر در مورد پیش خورد عملکردی، قابل‌رؤیت ساختن و سهولت درک کارکرد و بخش‌های عملکردی یک محصول است. همانند یک دستگاه فروش کالا<sup>۱۴</sup> که در آن کالاهایی که برای فروش ارائه شده است

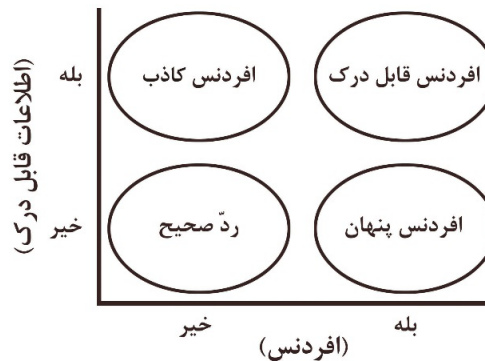
و همچنین مکانیزم ارائه کالا به کاربر، به‌طور واضح قابل‌مشاهده و درک است. در مثال دیگر، تلویزیون دارای اسپیکر و نمایشگر است و اطلاعاتی در خصوص قابلیت‌های بصری و شنوایی به کاربر ارائه می‌کند که پیش‌خورد عملکردی محصول نامیده می‌شود (تصویر ۳). در مقایسه، بازخورد عملکردی اطلاعات دریافتی در خصوص هدف واقعی انجام عملکرد است که پس از اقدام کاربر ارائه می‌شود. به‌عنوان‌مثال، پس از روشن نمودن تلویزیون، تصویری بر روی نمایشگر دیده می‌شود و صدای متناظر آن شنیده می‌شود که بازخورد عملکردی تلویزیون است و کاربر با دریافت این بازخورد متوجه می‌گردد که کنش‌ها یا اقدامات او انجام پذیرفته و کارکرد این وسیله نمایان شده است.

نکته حائز اهمیت این است که اطلاعات ذاتی و اطلاعات افزوده، کنش یا اقدام کاربر را به اطلاعات عملکردی مرتبط می‌سازند.



تصویر ۳. گشتالت کیبورد معرف کاربرد آن است (پیش‌خورد عملکردی)؛ ویژگی‌های فرمی کلیدها معرف امکان‌پذیری فشردن (پیش‌خورد ذاتی) و لیبل روی کلیدها معرف هدف و نتیجه فشردن هر کلید است (پیش‌خورد افزوده). (مأخذ: نگارنده)

**پیش‌خورد مخفی و کاذب**<sup>۱۵</sup>: ویلیام گیور<sup>۱۶</sup> در مقاله‌ای بسیار تأثیرگذار با عنوان «افردنسه‌های فناوری»<sup>۱۷</sup> که به همایش HCI ارائه شد، به‌طور نظام‌مند به تجزیه و تحلیل رابطه بین افردنس و اطلاعات قابل‌درک مربوط به افردنس پرداخته و چهارترکیب امکان‌پذیر از حضور و غیاب افردنسه‌ها و همچنین حضور و غیاب اطلاعات مربوط به افردنس را مشخص نموده است: افردنسه‌های قابل‌درک،



تصویر ۴. جداسازی افردنسه‌ها از اطلاعاتی که در مورد آن‌ها وجود دارد، منجر به تمایز بین افردنس قابل‌درک، افردنس کاذب، افردنس مخفی و ردّ صحیح می‌شود (مأخذ: 81: Gaver, 1991)

افردنسه‌های کاذب، افردنسه‌های مخفی و ردّ صحیح (تصویر ۴) (Gaver, 1991: 81). به‌عنوان مثال ساعت ارائه شده در تصویر ۵، افردنس روزشمار را دارد و اطلاعات معرف آن، مستطیلی در صفحه است که عدد مربوط به تاریخ درون آن قابل مشاهده است. از آنجاکه افردنس و اطلاعات معرف آن هر دو وجود دارند، با یک افردنس قابل درک روبرو هستیم. این ساعت چند موتور نیست و غیر از عقربه‌های اصلی، سه عقربه دیگر فقط به صفحه چسبانده شده‌اند و در واقع ساعت فاقد ساعت مبنا، قطب‌نما، فشارسنج و غیره است. از آنجاکه سه عقربه کوچک اطلاعات افردنسه‌هایی را ارائه می‌کنند که در واقع وجود ندارد، با افردنس کاذب روبرو هستیم. در ضمن امکان تنظیم روزشمار ساعت با پیچ اصلی تنظیم ساعت وجود دارد، اما مشخص نیست که چگونه می‌توان روزشمار را تنظیم نمود و فرض کنید کاربر نیز اطلاع و تجربه‌ای در مورد آن ندارد. بنابراین افردنس وجود دارد اما اطلاعات معرف آن به‌وضوح ارائه نشده است و با یک افردنس مخفی یا پنهان روبرو هستیم. این ساعت فاقد چراغ دید در شب است و اطلاعاتی نیز در این خصوص وجود ندارد (ردّ صحیح).



تصویر ۵. امکان درک چهارترکیب افردنس و اطلاعات (قابل درک، کاذب، پنهان و ردّ صحیح) در یک ساعت (مأخذ: نگارنده)

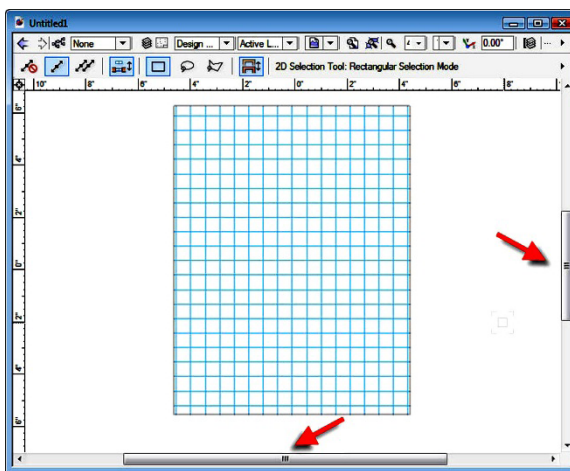
در مورد پیش خورد نیز استدلال مشابهی می‌تواند وجود داشته باشد. هنگامی که پیش خورد اطلاعات نادرستی را در خصوص نتیجه کنش یا اقدام کاربر و عملکرد سامانه ارائه کند (مثل دکمه‌ای که لیبل نادرست دارد یا اطلاعات روی لیبل آن باهدف و کارکردش متناسب نیست)، پیش خورد کاذب یا نادرست است. گاهی این روش در بدافزارها برای حقه زدن به کاربر و انجام اقدامات مخرب استفاده می‌شود. به‌عنوان مثال لیبل یک آیکون در صفحه مجازی، «تأیید اطلاعات» است، در صورتی که انتخاب و فشردن این آیکون باعث ذخیره‌سازی یا ارسال اطلاعات شخصی و محرمانه کاربر می‌شود. همچنین هنگامی که پیش خورد وجود نداشته باشد (مثل دکمه فاقد لیبل یا پیش خورد افزوده)، در واقع رابطه کنش کاربر با عملکرد سامانه را مخفی می‌کند و پیش خورد مخفی نامیده می‌شود. (تصویر ۶)





تصویر ۶. تصویری از یک کنترل پنل صنعتی حاوی پیش‌خوردهای نادرست و مخفی (مأخذ: نگارنده)

پیش‌خورد تودرتو و پی در پی: گیور در مقاله خود استدلال می‌کند که افردنسه‌ها همیشه موجودیتی مستقل نیستند و می‌توانند به یکدیگر مرتبط باشند و دو ارتباط متفاوت بین افردنسه‌ها را تشریح می‌کند: پی در پی بودن و تودرتو بودن (Gaver, 1991:82). پیش‌خورد نیز می‌تواند پی در پی و تودرتو باشد. افردنسه‌ها و پیش‌خوردهای تو در تو<sup>۸</sup>: افردنسه‌های تودرتو در یک صفحه یا فضا گروه‌بندی شده‌اند و یک افردنس، زمینه‌ای را برای افردنس دیگر فراهم می‌سازد. به‌عنوان مثال، قابلیت یا امکان چنگش دستگیره در به‌عنوان یک افردنس، می‌تواند درون قابلیت کشیدن در به سمت کاربر وجود داشته باشد و یا جابجایی نوار پیمایشی، عامل درک امکان جابجایی صفحه نرم‌افزار است (تصویر ۷).



تصویر ۷. جابجایی نوار پیمایشی، عامل درک امکان جابجایی صفحه نرم‌افزار (افردنس و پیش‌خورد تو در تو) (مأخذ: نگارنده)

مک‌گرنر و هو معتقدند هنگامی که کاربران یک دکمه را می‌فشارند یا آیکونی را کلیک می‌کنند، به خاطر خود دکمه یا آیکون نیست، بلکه تمایل به انجام عملکرد خاصی دارند که هدف یا نتیجه کنش مربوطه توسط آن‌ها است. به بیان دیگر، با کلیک کردن یا فشردن دکمه، عملکرد انجام می‌شود و کاربر به هدف می‌رسد و افردنس امکان‌پذیری فشردن یا کلیک کردن، با افردنس انجام عملکرد مربوطه و دستیابی به هدف، تو در تو است (McGrener and Ho, 2000: 185). عملکردی هم که با کلیک یک دکمه انجام می‌شود، به‌طور معمول به‌واسطه لیبل یا آیکونش مشخص می‌شود. بنابراین

با پیش خوردی مواجه هستیم که کاملاً به افردنسه‌های تو در تو شباهت دارد. از سوی دیگر پیش‌خوردهای عملکردی مطرح شده توسط ونسین که معرف اهداف یا عملکردهای کلی محصول یا سامانه هستند، سلسله‌مراتب افردنسه‌های یک محصول را در قالب افردنسه‌های تو در تو معرفی می‌کنند. به‌عنوان مثال با دیدن فرم و مشخصات کلی یک اسپیکر رومیزی (پیش‌خورد عملکردی) متوجه می‌شویم که وسیله‌ای صوتی است که با فشردن دکمه ON/Off آن می‌توان وسیله را روشن یا خاموش نمود و با چرخاندن پیچ‌های کنترلی، می‌توان صدای خروجی را تنظیم کرد. به‌بیان دیگر پیش‌خورد عملکردی این وسیله، معرف پیش‌خورد تو در تو است.

افردنسه‌ها و پیش‌خوردهای پی در پی<sup>۱۶</sup>: افردنسه‌های پی در پی به لحاظ زمان متوالی هستند و کنش و اقدام در خصوص یک افردنس قابل‌درک، منجر به بروز اطلاعاتی می‌شود که به یک افردنس جدید اشاره دارد. به‌عنوان مثال اطلاعات بصری در مورد یک دستگیره درب، ممکن است دلالت بر امکان چنگش دستگیره داشته باشد، درحالی‌که چنگش دستگیره نشان می‌دهد که قابل‌گردش نیز هست و با گردش دستگیره متوجه حرکت و امکان باز شدن درب خواهیم شد (تصویر ۸).



تصویر ۸. چنگش دستگیره، درک امکان گردش دستگیره و باز شدن درب (افردنسه‌های پی در پی) (مأخذ: نگارنده)

پیش‌خورد می‌تواند ثابت باشد و یا در گذر زمان به هنگام رسانی شود. یک لیبل ثابت بر روی دکمه کیبورد مثالی از پیش‌خورد ثابت است، اما در سطح رابط کاربری گرافیکی<sup>۲۰</sup>، اطلاعاتی که معرف یک افردنس است (مثل آیکون یا دکمه‌ای بر صفحه‌نمایش)، می‌تواند به‌طور سریع به هنگام رسانی شده و در قالب افردنسه‌های جدید در دسترس باشد (مثل اینکه با کلیک آیکون، یک منوی بالا به پایین باز شده و امکان انتخاب را به کاربر می‌دهد). در اینجا تغییر و به هنگام رسانی اطلاعات در اثر کنش کاربر، به معنای ارائه پیش‌خوردهای پی در پی است. بنابراین، پیش‌خورد نیز می‌تواند در زمان مشخصی در دسترس بوده و در هنگام کنش یا اقدام کاربر به هنگام رسانی شود تا اطلاعات جدیدی را فراهم سازد. جدول ۱، انواع پیش‌خورد را بنا بر مهارت ارتباطی موردنیاز، شیوه ارائه و کاربرد مقایسه و تحلیل نموده است و با مثال‌های ساده و قابل‌درک همراه است.

جدول ۱. مقایسه انواع پیش خورد

نوع پیش خورد	مهارت ارتباطی کاربر	شیوه ارائه	کاربرد	مثال
ذاتی	ادراکی - حرکتی	امکانپذیری های عملکردی شیء یا آیکون یا ...	معرفی نوع کنش امکانپذیر و چگونگی انجام آن	دکمه یا آیکون فشاری یا کشویی یا ...
افزوده	شناختی	پیامها، لیبل ها، اطلاعات افزوده ثابت یا متغیر	معرفی امکانپذیری های عملکرد و اهداف آنها	لیبل گرافیکی روی یک دکمه یا رنگ متغیر چراغ یک کلید کیبورد
عملکردی	شناختی	فرم و مشخصات عملکردی محصول	معرفی هدف یا کارکرد کلی محصول	مشخصات کلی یک اسپیکر یا تلویزیون
تودرتو (گروه بندی در فضا)	شناختی	ارائه اطلاعات در خصوص هدف یا نتیجه انجام کنش	معرفی مسیر یا شیوه حصول هدف یا انجام عملکرد مورد نظر	امکان انجام یک عملکرد یا حصول هدف به واسطه امکان فشردن دکمه مربوطه
ثابت	شناختی	ارائه اطلاعات ثابت	معرفی امکانپذیری های عملکرد و اهداف آنها	لیبل ثابت روی دکمه کیبورد
پی در پی (توالی در زمان)	حرکتی - شناختی	تغییر و به هنگام رسانی اطلاعات در اثر کنش کاربر	معرفی گام به گام و پی در پی امکانپذیری های عملکرد و اهداف آنها	تغییر لیبل ها و پیامها (اطلاعات) در بعد زمان
مخفی	---	عدم ارائه اطلاعات در خصوص هدف یا نتیجه انجام کنش	طراحی نادرست - (گاهی با هدف ایمنی، تخصص یا گارانتی محصول کاربرد دارد)	دکمه بدون لیبل - (قفل رمزدار درب گاوصندوق)
کاذب	شناختی	ارائه اطلاعات کاذب یا نادرست در خصوص هدف یا نتیجه انجام کنش	طراحی نادرست یا کاربرد در بدافزارها و اقدامات مخرب	دکمه ای که لیبل نادرست دارد

(مأخذ: نگارنده)

### ارتباط افردنسه‌های دست ورزی و اثر گذار با پیش خورد

کاپتلینین و ناردی، افردنسه‌های فناوری‌های ابزاری<sup>۲۱</sup> را معرفی نموده‌اند که مشتمل بر افردنسه‌های دست ورزی و افردنسه‌های اثرگذار<sup>۲۲</sup> است. تمایز بین این دو نوع افردنس، با مثال یک چاقو قابل توصیف است. چاقو مشتمل بر دو بخش متمایز است: دسته و تیغه. دسته چاقو برای در دست گرفتن چاقو است (دست ورزی)، درحالی‌که تیغه برای برش یا جداسازی شیء دیگر است (اثرگذار). کاپتلینین و ناردی معتقدند این تمایز در فناوری‌های دیجیتال و ابزارهای کاربردی موجود در سطح رابط کاربری آنها نیز وجود دارد (Kaptelinin and Nardi, 2012: 971). به‌عنوان مثال امکان کلیک کردن یک آیکون، افردنس دست ورزی است، درحالی‌که با کلیک آن آیکون، فایلی باز شده و محتوای فایل نمایش داده می‌شود که افردنس اثرگذار است. در واقع کاپتلینین و ناردی نیز همانند دجاجادیننگرات (۲۰۰۲) و ونسوین (۲۰۰۵)، بین امکان‌پذیری کنش یا عمل (افردنس دست ورزی) و هدف انجام آن (افردنس اثرگذار)، تمایز قائل می‌شوند و معتقد هستند: «افردنسه‌های دست ورزی قابل‌درک هستند درحالی‌که برون‌داد اقدام یا کنش کاربر (افردنسه‌های اثرگذار) فوراً و

بلافاصله قابل‌درک نیستند» (Kaptelinin and Nardi, 2012: 974). ورمیولن و همکارانش معتقد هستند افزودن‌های اثرگذار، از آنجاکه برونداد یک کنش یا اقدام معین را معرفی می‌کنند، به نظر می‌رسد کاملاً مشابه و مرتبط با پیش خورد هستند (Vermeulen et al, 2013: 1936). بنابراین افزودن دست ورزی همان افزودن قابل‌درک و یا درک شده است و افزودن اثرگذار، نوعی پیش خورد است؛ و برقراری یکپارچگی و ارتباط منسجم و شهودی بین افزودن قابل‌درک با پیش خورد، باعث می‌شود تا امکان‌پذیری عملکرد و همچنین هدف و برونداد کنش یا اقدام، به کاربر معرفی شود تا امکان تعامل مناسب فراهم گردد.

### ارتباط پیش خورد و بازخورد با چهار نوع افزودن شناختی، فیزیکی، حسی و عملکردی<sup>۲۳</sup>

رکس هارتسون<sup>۲۴</sup> بین چهار نوع از افزودن‌ها بر اساس نقشی که در حمایت و پشتیبانی از کاربران هنگام تعامل با محصول بازی می‌کنند، تمایز قائل شده است (Hartson, 2003: 318-324).

افزودن شناختی: هارتسون افزودن‌های شناختی را ویژگی از طراحی تعریف می‌کند که تفکر و یادداشتن در مورد برخی چیزها را حمایت، تسهیل و یا امکان‌پذیر می‌کنند. مثل پیام لیبل یک دکمه که به کاربران کمک می‌کند بدانند که اگر دکمه را کلیک کنند چه اتفاقی خواهد افتاد (معادل آنچه نورمن افزودن درک شده می‌نامد و مرتبط با معناشناسی و نشانه‌شناسی<sup>۲۵</sup> است).

افزودن فیزیکی: بر طبق نظر هارتسون، یک افزودن فیزیکی ویژگی از طراحی است که اقدام و کنش فیزیکی کاربران را کمک و حمایت می‌کند، تسهیل می‌کند و یا امکان‌پذیر می‌سازد. مثل امکان فشردن دکمه یا حرکت تیغه‌های قیچی نسبت به یکدیگر (معادل آنچه نورمن افزودن واقعی و گیسیون افزودن یا امکان‌پذیری عملکرد می‌نامد).

افزودن حسی: هارتسون افزودن حسی را یک ویژگی طراحی تعریف می‌کند که حس کردن (دیدن، شنیدن، احساس کردن و غیره) توسط کاربر را ممکن می‌سازد، کمک، حمایت و یا تسهیل می‌کند. افزودن‌های حسی، نقش حمایتگر برای افزودن‌های شناختی و فیزیکی دارند. مثل اندازه فونت یک لیبل یا تباین متن با زمینه که دیده شدن و خوانایی را فراهم می‌سازند. (ویژگی‌هایی که تبادل حسی سطح رابط کاربری محصولات را فراهم می‌سازند).

افزودن عملکردی: یک ویژگی از طراحی است که به کاربران در به انجام رساندن کار کمک می‌کند. این نوع از افزودن‌ها، کاربرد را به مفید و سودمند بودن پیوند می‌زنند. مثلاً هنگامی که کاربر از منوی مربوطه، آیکون مرتب کردن فایل‌ها بنا بر نام، اندازه، یا تاریخ ویرایش را کلیک می‌کند، توانایی درونی سامانه در مرتب کردن فایل‌ها، افزودن عملکردی است (هدف کاربرد).

این چهار نوع افزودن به‌طور کامل به یکدیگر وابسته و مرتبط هستند تا به کاربران در تعامل با محصول کمک نمایند. اگر به تعریف و توضیحات افزودن شناختی توجه کنید، متوجه خواهید شد که شباهت زیادی به مفهوم پیش خورد دارد. از سوی دیگر از آنجاکه افزودن شناختی به تفکر، دانستن یا نتیجه یک کنش یا حتی عملکرد می‌پردازد، مفهوم بازخورد را نیز می‌تواند در بر گیرد. بر همین اساس، ورمیولن و دیگران، پیش خورد و بازخورد را برحسب افزودن تعریف نموده‌اند: پیش خورد یک افزودن شناختی است که به‌واسطه یک افزودن حسی مناسب، قابل‌فهم و درک است (همچون یک لیبل توصیفی خوانا و یا فرم فیزیکی شیء) و معرف یک افزودن عملکردی (عملکرد سامانه) است که با افزودن فیزیکی (امکان‌پذیری کنش یا عملکرد) پیوند می‌خورد. بازخورد یک

افردنس شناختی است که به واسطه یک افردنس حسی مناسب (مثل یک پیام حاوی اطلاعات)، قابل فهم و درک است و اطلاعاتی را در مورد نتیجه کنش کاربر فراهم می‌سازد که از طریق ترکیب افردنسهای فیزیکی و عملکردی به کاربر ارائه می‌شود (Vermeulen et al, 2013, 1938). در نتیجه بررسی ارتباط پیش خورد و بازخورد با انواع افردنس، می‌توان مشخصات و ملزومات کاربرد آن‌ها را در طراحی تعاملی، در قالب جدول ۲ ارائه نمود.

جدول ۲. مشخصات و ملزومات کاربرد پیش خورد و بازخورد در طراحی تعاملی

هدف	توالی زمانی	افردنس معادل	لازمه ادراک کاربر	لازمه کنش کاربر
پیش خورد	معرفی افردنس های عملکردی (عملکردهای سامانه یا محصول) و نتیجه انجام کنش یا اقدام کاربر	قبل از انجام کنش یا اقدام کاربر	افردنس حسی؛ اطلاعات قابل درک	افردنس فیزیکی - پیشخورد ذاتی
باز خورد	معرفی نتیجه کنش انجام پذیرفته کاربر به واسطه ترکیب افردنس های فیزیکی و عملکردی	حین انجام یا پس از انجام کنش یا اقدام کاربر	افردنس حسی؛ تناسب با هدف و کنش کاربر	تبدیل بازخورد به پیشخورد برای کنش یا اقدام بعدی

(مأخذ: نگارنده)

### تبدیل بازخورد به پیش خورد در فرایند تعامل با محصول

در فرایند تعامل با یک محصول، بازخورد فراهم شده پس از انجام یک کنش یا عمل، ممکن است برای کنش یا اقدامی که به‌طور منطقی پس از آن صورت می‌پذیرد، نقش پیش خورد را بر عهده داشته باشد. ونسوین، بازخوردی را که به پیش خورد مبدل می‌شود، ردپاهای ذاتی کنش یا عملکرد کاربر می‌نامد: «این بازخورد، چیزی جز شهادی برای کاربر نیست که نشان می‌دهد او بر طبق امکان‌پذیری‌های عملکرد اقدام نموده است، مثل اینکه این بازخورد، رد پای از کنش یا عمل انجام شده است» (Wensveen, 2004: 183). مثالی از تبدیل بازخورد به پیش خورد، کلید روشنایی است. هنگامی که کاربر کلید را می‌فشارد، بازخورد حاصل، شامل تغییر وضعیت کلید و همچنین روشن شدن چراغ و تولید نور است (بازخورد عملکردی). اگر دقت کنید، کنش یا اقدام قبلی کاربر، امکان‌پذیری عملکرد را نیز تغییر داده است و چراغ نمی‌تواند دوباره روشن شود و تنها می‌تواند خاموش گردد. در واقع بازخورد روشن شدن چراغ و تغییر وضعیت کلید، به پیش خورد مبدل شده است و نشان می‌دهد که با فشردن کلید می‌توان چراغ را خاموش نمود. بر این اساس در طراحی تعاملی می‌توان از تبدیل بازخورد به پیش خورد برای تداوم ارتباط دوسویه کاربر با محصول استفاده نمود.

### کاربرد پیش خورد در فرایند طراحی محصولات تعاملی

هدف این پژوهش معرفی فرایند طراحی محصولات تعاملی نیست، اما به اختصار نحوه استفاده از پیش‌خوردها در یک فرایند عمومی، معرفی می‌گردد. پس از انجام تحقیقات طراحی و در فاز ایده‌پردازی یک فرایند، سناریوها ارائه شده و سناریوی برتر مشخص می‌شود. سپس سطوح واسط کاربری<sup>۲۶</sup> در قالب استوری بورد و وایر فریم‌ها<sup>۲۷</sup> طراحی می‌گردد. به بیان دیگر، جزئیات سطوح واسط کاربری در تطابق با ارتباط دوسویه کاربر و محصول شکل می‌پذیرد. در این مرحله

انتظار می‌رود هدف یا کارکرد اصلی محصول، سطح واسط کاربری و افردنسه‌های مربوطه، فرایند کار با محصول، کلیدها و عوامل کنترلی و اهداف و نتیجه کاربرد هرکدام به‌طور واضح به کاربر معرفی گردد. این وظیفه بر عهده انواع پیش‌خورد معرفی شده در متن مقاله است. بنابراین تیم طراحی با کاربرد صحیح پیش‌خوردها می‌کوشد تا با فراهم نمودن اطلاعات مذکور، فرایند تعامل با محصول را قابل‌درک نموده و کاربردپذیری محصول را بهبود بخشد.

### نتیجه‌گیری

مفهوم پیش‌خورد کمتر از دو دهه است که به حوزه طراحی و به خصوص طراحی تعاملی معرفی شده است و عدم درک مناسب مفهوم و کاربرد آن باعث شده است که کمتر موردبررسی و تأکید قرار گیرد، درحالی‌که کاربرد صحیح پیش‌خورد در طراحی تعاملی، می‌تواند باعث افزایش کاربردپذیری محصولات، کاهش خطاهای کاربران، کاهش زمان استفاده از محصول و در نتیجه بهبود تعامل کاربر با محصول گردد. همان‌گونه که اشاره شد، در طراحی تعاملی پس از مطالعه مؤلفه‌های ساختاری (کاربر، محصول، زمینه استفاده و غیره) و اهداف طراحی، باید سه مؤلفه پیش‌خورد، بازخورد و افردنس و ارتباط آن‌ها به‌درستی موردبررسی و تجزیه و تحلیل قرار گیرد تا بتوان ارتباط هدفمند و دوسویه کاربر با محصول را طراحی نمود. بنابراین در این بخش مهم‌ترین الزامات کاربرد پیش‌خورد در طراحی محصولات تعاملی که حاصل بررسی و تحلیل مفاهیم مرتبط است، به‌اختصار و در قالب ده دستورالعمل اصلی ارائه می‌گردد و به نظر می‌رسد پس از مطالعه و درک مفاهیم ارائه شده در این مقاله، کاربرد آن‌ها به‌عنوان چکلیست طراحی پیش‌خوردها و همچنین ارزیابی سطوح رابط کاربری، نقش بسزایی در طراحی صحیح محصولات تعاملی خواهد داشت:

۱. هدف یا کارکرد کلی یک محصول باید از طریق پیش‌خورد عملکردی (با طراحی فرم، رنگ، مشخصات ظاهری و گشتالت محصول) قابل‌درک بوده و به کاربر معرفی گردد.
۲. سطح واسط کاربری محصول باید از طریق کاربرد پیش‌خورد عملکردی و افزوده به کاربر معرفی شده و قابل‌درک باشد.
۳. امکان‌پذیری‌های عملکرد، کلیدها و عوامل کنترلی، عناصر ورود اطلاعات به سامانه یا محصول و اهداف و نتیجه کاربرد هرکدام باید از طریق پیش‌خورد افزوده (با کاربرد رنگ‌ها، پیام‌ها، لیبلاها و غیره) مشخص شده و سهولت درک آن‌ها توسط کاربر مدنظر قرار گیرد.
۴. نوع کنش امکان‌پذیر که باید توسط کاربر انجام شود و چگونگی انجام آن باید از طریق پیش‌خورد ذاتی (با کاربرد دکمه‌ها، کلیدها، سوئیچ‌ها، اسلایدرها، آیکون‌ها و غیره) طراحی شده و ضمن بررسی تناسب آن باهدف، به سهولت درک و استفاده از آن‌ها توسط کاربر توجه گردد.
۵. فرایند انجام کار یا عملکرد و مسیر یا شیوه حصول هدف باید از طریق افردنسه‌ها و پیش‌خوردهای تودرتو و پی در پی به کاربر معرفی شود.
۶. در شرایطی که فرایند انجام کار و حصول هدف باید مرحله‌به‌مرحله انجام شود و امکان‌پذیری‌های عملکرد باید گام‌به‌گام معرفی و میسر شوند، باید از پیش‌خورد پی در پی (به‌واسطه تغییر و به‌هنگام رسانی اطلاعات در اثر کنش کاربر) استفاده شود.
۷. تمام عوامل کنترلی در سطح واسط کاربری باید دارای پیش‌خورد افزوده باشند و هنگامی که امکان‌پذیری‌های عملکرد و اهداف کاربرد آن‌ها تغییر نمی‌کند، باید از پیش‌خوردهای ثابت برای

آن‌ها استفاده نمود.

۸. هنگامی که الزاماتی همچون ایمنی، منع دسترسی فرد غیرمتخصص، گارانتی محصول و موارد مشابه مطرح نیست، وجود پیش‌خورده‌ای مخفی و غیر قابل‌درک توجیهی ندارد.
۹. به ازای انجام هر کنش یا اقدام از سوی کاربر، ارائه انواع بازخورد (ذاتی، افزوده و عملکردی) به تناسب هدف انجام کنش ضروری است و باید یکپارچگی و انسجام مناسبی بین سه مؤلفه پیش‌خورد، کنش کاربر و بازخورد ایجاد گردد.
۱۰. بهتر است بازخوردها به گونه‌ای طراحی شوند که بتوانند در فرایند تعامل با محصول، برای کنش یا اقدام بعدی متناظر، نقش پیش‌خورد داشته باشند تا تعامل مناسب کاربر با محصول تداوم یابد.

### پی‌نوشت‌ها

1. Interaction Design
2. Human – Computer Interaction (HCI)
3. Interface
4. Usability
5. Context
6. Feedback
7. Affordance
8. Feedforward
9. Coping
10. Control Theory
11. Print Preview
12. Ecological Psychology
13. Inherent, Augmented & Functional Feedforward
14. Vending Machine
15. Hidden & False Feedforward
۱۶. (William Gaver): دکترای روانشناسی و علوم شناختی و استاد دپارتمان طراحی دانشگاه لندن و مدیرعامل استودیوی تحقیقات در خصوص تعامل.
17. Technology Affordances
18. Nested Affordances & Feedforwards
19. Sequential Affordances & Feedforwards
20. Graphical User Interface (GUI)
21. Instrumental Technology Affordances
22. Handling & Effector Affordances
23. Cognitive, Physical, Sensory & Functional Affordances
۲۴. (Rex Hartson): استاد دپارتمان علوم رایانه‌ای دانشکده مهندسی دانشگاه ویرجینیاتک.
25. Semantics & Semiotics
26. User Interface (UI)
27. Storyboard & Wireframe

### فهرست منابع

- Bartol, K. (2008). *Management Foundations: A Pacific Rim Focus*. NSW: McGraw-Hill.

- Bellotti, V; and K. Edwards. (2001). "Intelligibility and accountability: human considerations in context-aware systems". *Human-Computer Interaction*. (vol 16), 193–212.
- Coppers, S. (2019). "Fortunettes: Feedforward about the future state of GUI widgets". *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*. (vol 20), 1–20.
- Djajaningrat, T. (2002). "But how, Donald, tell us how?: on the creation of meaning in interaction design through feedforward and inherent feedback". *Proc. of Designing Interactive Systems*. DIS '02, ACM (London, England).
- Gaver, W. (1991). "Technology affordances". *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems :Reaching Through Technology*, New York: NY, US, ACM Press.
- Gibson, J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston, MA, USA: Houghton Mifflin Company.
- Hartson, H. R. (2003). "Cognitive, physical, sensory, and functional affordances in interaction design". In *Behaviour and Information Technology*. (vol 22), 315- 338.
- Heyer, Clint. (2018). "Designing for Coping". *Interacting with Computers*. (vol 30), 1–32.
- Kaptelinin, V; and B. Nardi. (2012). Affordances in HCI: toward a mediated action perspective". *Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '12, ACM (New York, NY, USA), 967–976.
- McGrenere, J. Ho, W. (2000). "Affordances: Clarifying and evolving a concept". *Proceedings of Graphics Interface 2000*. Québec: Canadian human-computer communications society press.
- Norman, D. A. (1988). *The Psychology of Everyday Things*. New York: Basic Books.
- Norman, D. A. (1999). "Affordances, Conventions, and Design". *Interactions*. (vol 6), 38-41.
- Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition*. New York: Basic Books.
- Saffer, D. (2009) *Designing for Interaction :Creating Innovative Applications and Devices*. Indianapolis: New Riders Press.
- Sandhaus, H; and E. Hornecker. (2018). "A WOZ Study of Feedforward Information on an Ambient Display in Autonomous Cars". *The 31st Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology Adjunct Proceedings - UIST '18 Adjunct*, Berlin: ACM Press.
- Vermeulen, J. (2013). "Crossing the bridge over Norman's gulf of execution: revealing feedforward's true identity". *CHI '13*. New York: ACM press.
- Wensveen, S. A. G. (2004). "Interaction frogger: a design framework to couple action and function through feedback and feedforward". *Proc. of the 5th conference on Designing Interactive Systems*. New York: ACM press.
- Wensveen, S. (2005). "A tangibility approach to affective interaction". *Doctoral dissertation*. TU Delft, The Netherlands.

URL: <https://slideplayer.com/slide/14678338>