

طراحی حروف دیجیتال در اواخر قرن بیستم: فرصت‌ها و چالش‌ها

فرناز معصوم‌زاده جوزدانی*

استادیار گروه ارتباط تصویری، دانشکده هنرهای تجسمی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۲/۱، تاریخ پذیرش نهایی: ۹۸/۲/۲۸)

چکیده

طراحی حروف دیجیتال از دستاوردهای رشد و دگرگونی سریع فناوری‌های دیجیتال در اواخر قرن بیستم است که از آغاز در پیوند با بهینه‌سازی محدودیتهای دستگاه‌های نمایش و چاپ پیشرفت کرد تا اینکه با آمدن قالب‌های گوناگون حروف دیجیتال، فرصت‌های زیباشناختی بیشتری در این حوزه پدید آمد. با وجود این، پژوهش‌های پیشین بیشتر بر محور تاریخ‌نگاری، مستندسازی و پژوهش‌های کاربردی استوار بوده است. مسأله اینجاست که چه فرصت‌ها و چالش‌هایی در طول تاریخ آغازین طراحی حروف دیجیتال مطرح بوده تا طراحی حروف با معیارهای دستگاه‌های دیجیتال هماهنگ، و نمایش بیشترین جلوه‌های آن در قالب‌های دیجیتال ممکن شود. این نوشتار با هدف درک و دستیابی به امکانات و محدودیت‌های طراحی حروف دیجیتال در دوران پیدایش آن، به روش توصیفی-تحلیلی شکل گرفته تا با استناد بر داده‌های گردآوری‌شده کتابخانه‌ای (تاریخی، فنی و تخصصی)، تأثیر دگرگونی‌های فناوری‌ها و نوآوری‌های دیجیتال در تاریخ تحولات طراحی حروف ارزیابی شود. در نتیجه به این می‌رسد که در دستگاه‌های دیجیتال تطبیق‌پذیری حروف نمایشی با حروف چاپی، مقیاس‌پذیری در اندازه‌های دیگر، کیفیت بازنمایی و وضوح تصویر، و در قالب‌های دیجیتال هندسی کردن، به‌صرفه‌کردن داده‌های حروف دیجیتال و بهره‌مندی از بیشترین امکانات سنت‌های خوشنویسی از مهم‌ترین تأثیر و تأثراتی بود که طراحی حروف دیجیتال در قرن بیستم از دستگاه‌ها و قالب‌های دیجیتال گرفت.

واژه‌های کلیدی

طراحی حروف دیجیتال، دستگاه‌های نمایش دیجیتال، قالب‌های حروف دیجیتال، حروف نمایشی، حروف چاپی.

مقدمه

در دنیای دیجیتال امروز بدون استفاده از فناوری و نواندیشی به آن نمی‌توان پیشرفت چشمگیری داشت. در این میان طراحی حروف دیجیتال را یکی از آن پیشرفت‌هایی باید دانست که پیوسته با چاره‌اندیشی به محدودیت‌های فناوری، توانمندسازی امکانات آن و گاهی نوآوری در آن در اواخر قرن بیستم به دست آمده است. با این حال این فرصت‌ها و چالش‌ها، کم‌تر مسئله محوری پژوهش‌های پیشین بوده و گاه‌گاه در لابه‌لای تاریخ‌نگاری‌ها، مستندسازی‌ها و راهنماهای فنی و عملی طراحی حروف دیجیتال مطرح شده است؛ منابعی که هنوز به زبان فارسی ترجمه نشده است. با اندیشیدن به تمام این موارد، نگارنده بر آن شد تا با هدف فهم و دستیابی به فرصت‌ها و چالش‌های طراحی حروف دیجیتال در اواخر قرن بیستم، ضمن گردآوری منابع کتابخانه‌ای به روش توصیفی-تحلیلی به مطالعه تاریخ رویدادهای طراحی حروف در این دوره بپردازد. بدین منظور دو پرسش را پیش می‌کشد، نخست اینکه دستگاه‌های دیجیتال اولیه چه فرصت‌ها و چالش‌هایی را برای طراحی حروف به همراه داشت؟ دوم اینکه، استفاده از قالب‌های دیجیتال گوناگون از اواخر قرن بیستم چه امکانات و محدودیت‌هایی در طراحی حروف به وجود آورد؟ این نوشتار در پاسخ به این پرسش‌ها، نخست به بیان مسأله پرداخته و سپس در بخش دوم، بحث درباره پیشینه پژوهش را با استناد بر چهار

منبع اصلی و در دسترس باز می‌کند. در بخش سوم با عنوان «فرصت‌ها و چالش‌های فناوری دیجیتال برای طراحی حروف در اواخر قرن بیستم»، کوشش می‌شود در دو زیربخش با عنوان‌های «امکانات و محدودیت‌های طراحی حروف در دستگاه‌های دیجیتال» و «امکانات و محدودیت‌های طراحی حروف در قالب‌های دیجیتال» به دو پرسش پژوهش پاسخ داده شود. افزون بر این هر زیربخش بر اساس پرسش‌ها به دو بخش ویژه تقسیم می‌شود تا جایگاه دستگاه‌های نمایش و چاپ و انواع قالب‌های حروف دیجیتال در طراحی حروف تحلیل و بررسی شود. در نهایت، در بخش «نتایج و پیشنهادات» با ارائه دو فهرست از چالش‌ها و فرصت‌های طراحی حروف در اواخر قرن بیستم یکی در دستگاه‌های دیجیتال و دیگری در قالب‌های دیجیتال به این نتیجه می‌رسد که دستگاه‌های دیجیتال اولیه همواره برای طراحی حروف دیجیتال چندامکان و محدودیت محوری شامل تطبیق‌پذیری با جلوه‌های نمایشی یا چاپی، مقیاس‌پذیری در اندازه‌های کوچک و بزرگ و کیفیت بازنمایی و وضوح تصویر داشته است. همچنین استفاده از قالب‌های حروف دیجیتال قرن بیستم پیوسته امکانات و فرصت‌هایی اساسی شامل هندسی کردن حروف، به‌صرفه کردن داده‌ها و بهره‌گیری از سنت‌های خط را برای طراحی حروف به وجود آورده است.

۲- پیشینه پژوهش

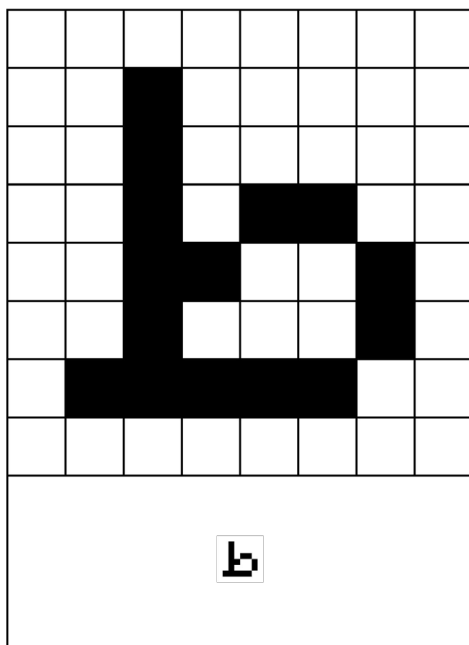
وقایع‌نگاری رویدادها و جنبش‌های طراحی حروف در اواخر قرن بیستم میلادی حوزه پایه‌ای برای طراحان و پژوهشگران خط به شمار می‌آید. به راستی در این دوره مرحله تازه‌ای در تاریخ طراحی حروف آغاز می‌شود و ابعاد هندسی و علمی خط گسترش پیدا می‌کند. حال که این دوره سپری شده، بر اساس متن‌های تاریخی و تحلیلی آن دوره و با استناد بر آن‌ها می‌توان بر محدودیت‌ها و امکانات طراحی حروف دیجیتال اندیشید و واکنش طراحان نسبت به این فرصت‌ها و چالش‌ها را فهمید و از آن‌ها در دیجیتال کردن حروف فارسی بهره گرفت. این پژوهش با استناد بر چهار منبع اصلی در حوزه طراحی حروف دیجیتال پیش می‌رود: نخست، مقاله «حروف‌نگاری و صفحه‌نمایش» (Staples, 2000) اثر لورتا استاپلز است که تاریخچه‌ای از فناوری‌های دیجیتال را که مستقیم و غیرمستقیم با صفحه نمایش پیوند خورده، ارائه می‌دهد و نقش آن‌ها را در رشد و دگرگونی حروف‌نگاری اواخر قرن بیستم تحلیل می‌کند. پیش از این، پایان‌نامه‌هایی^۱ در این باره نوشته بودند؛ برای نمونه امیلی کینگ^۲ (King, 1999) در دانشگاه کینگزتون انگلیس رساله دکتری‌اش را با عنوان «جلوه‌های جدید: طراحی حروف در دهه نخست حروف چینی دیجیتالی ناپسته به دستگاه» نوشت که سیری در نوآوری‌های فناورانه طراحی حروف در سال‌های ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۷ و نقش آن فناوری‌ها را در تجربه‌های عملی طراحی حروف در بر داشت. گفتنی است او در بخش‌های گوناگون، شرایط اقتصادی و فرهنگی

طراحی حروف را برجسته می‌نماید. در سال ۱۹۸۶ پیتر کارو^۳ کتابی درباره حروف دیجیتال به چاپ رساند که چاپ دوم آن با عنوان جدید «طراحی تایپ‌فیس دیجیتال (تعریف و قالب‌ها)» همراه با کتاب دیگرش در سال ۱۹۹۴ باز نشر شد. او در این کتاب بر آن بوده است که با نگاه علمی و کاربردی به دگرگونی‌های دستگاه‌ها و قالب‌های دیجیتال بپردازد. از دیگر پژوهشگرانی که با رویکردی علمی و کاربردی درباره طراحی حروف دیجیتال نوشته، چارلز بیگلو^۴ است که در مقاله‌اش با عنوان «حروف‌نگاری دیجیتال» کوشش کرده ملزومات بصری حروف دیجیتال را برای کارایی در قالب‌های دیجیتال و در تناسب با دستگاه‌های نمایش و چاپ به تصویر کشد. نگاه ویژه بیگلو، در کنار نگاه دقیق و همه‌جانبه کارو از این ملزومات، راهنمای نگارنده برای نشان‌دادن این ویژگی‌ها برای حروف فارسی بوده است. گفتنی است در سال‌های اخیر مقالاتی به زبان فارسی انتشار یافته که در بخش‌های مهمی از آن بر ضرورت و اهمیت پژوهش درباره طراحی حروف دیجیتال تأکید می‌شود. برای نمونه، در مقاله‌ای با عنوان «چالش‌های کمبود قلم‌های فارسی مناسب در ایران»، نگارندگان «کمبود قلم‌های تایپی مناسب و کاربردی آن در رسانه‌های الکترونیکی و دیجیتالی» را جزو هفت چالش اساسی به شمار می‌آورند، و تمرکز در این حوزه را، با توجه به تناسب متن با سرعت گسترش اطلاعات و همچنین انتقال راحت‌تر داده‌های باصرفه و کم‌حجم آن نسبت به داده‌های تصویری، مهم می‌دانند (صالحی و دیگران، ۱۳۹۷، ۱۷۹-۱۸۰). افزون بر این، در مقاله «مطالعه تطبیقی فونت تاهوما و اصول ساختاری خوشنویسی فارسی»، نگارندگان ضمن ارزیابی تایپ‌فیس تاهوما با اصول چهارگانه خوشنویسی

از منظر لو مانویچ^۵. حروف‌نگاری دیجیتال برصفحه نمایش، نسخه امروزین حروف‌چینی در کتاب‌های چاپی است. او جایگاه حروف‌نگاری دیجیتال در عصر دیجیتال را همچون جایگاه خط در ارتباطات کلامی انسان‌ها می‌انگارد، با این تفاوت که متن‌ها در دنیای دیجیتال برای انتقال پیام بین کاربرهای انسانی و رایانه‌ها به کار می‌رود؛ چنانکه پیام‌های متنی دستوری به صورت پنهان از طریق برنامه‌های رایانه‌ای به دستگاه فرستاده، و سپس پاسخ به صورت پیام‌های متنی یا خطا روی صفحه نمایش آشکار می‌شود. مانویچ، حتی صفحه نمایش را نسخه پیشرفته انتشارات کاغذی می‌داند؛ چون رابط گرافیکی کاربر اپل در سال ۱۹۸۴ دارای پنجره‌هایی بود که روی هم قرار می‌گرفت به گونه‌ای که کاربر می‌توانست همچون ورق‌زدن صفحه‌های کتاب، در بین پنجره‌های مستطیل‌شکل به جلو و عقب برود و همچنین مانند کتاب‌های طوماری در هر صفحه به بالا و پایین حرکت کند (Manovich, 2002, 83-85).

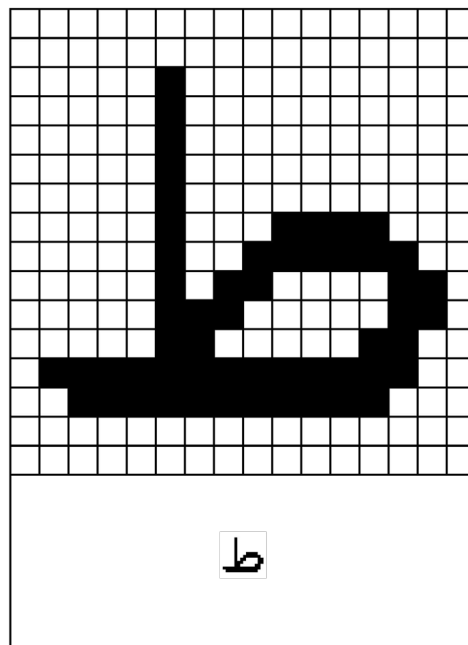
در آغاز طراحان حروف دیجیتال در پی راه‌حلی برای رویارویی با محدودیت‌های فناوری‌های دیجیتال بودند و به تدریج فرصت رقابت با جریان‌های طراحی حروف پیشین را پیدا کردند (Staples, 2000). این محدودیت‌ها و فرصت‌ها را می‌توان همواره به‌طور کلی در تناسب با امکانات دستگاه‌های دیجیتال و به‌طور جزئی در هماهنگی با قالب‌های دیجیتال در نظر گرفت^۶ که بیشتر این فناوری‌ها در نیمه دوم قرن بیستم روی داد. بدین ترتیب در ادامه زیر دو عنوان «امکانات و محدودیت‌های دستگاه‌های دیجیتال/ قالب‌های حروف دیجیتال» و شرح موقعیت‌های به‌وجود آمده برای طراحان حروف می‌پردازیم.

۱.۳- امکانات و محدودیت‌های طراحی حروف در دستگاه‌های دیجیتال



خط نسخ به این نتیجه می‌رسند که کاربرد دائم این فونت در رسانه‌های دیجیتال نه به خاطر پیروی طراح آن از اصول خوشنویسی بلکه به خاطر در نظر گرفتن ویژگی‌های صفحه نمایش در طراحی آن است (محمدی و دیگران، ۱۳۹۷). در دو مقاله دیگر بحث خوانایی حروف در فضای دیجیتال مطرح می‌شود؛ چنانکه در مقاله «مطالعه ارگونومی حروف فارسی در فضای مجازی»، نویسندگان برای بهینه‌سازی طراحی حروف و متناسب‌سازی آن با رسانه‌های دیجیتال، تنظیم نور محیط، انتخاب رنگ مناسب برای حروف، و رعایت اصول بصری حروف را پیش می‌نهند (اثنی‌عشری و دیگران، ۱۳۹۶). اما مسأله «خوانایی» در مقاله دیگری با عنوان «ارتباط شخصیت‌سازی در طراحی حروف با ویژگی‌های نوشتاری و زیبایی‌شناسانه» جزو یکی از چهار شخصیت حروف پرکاربرد در رسانه‌های چاپی و دیجیتال در کنار «صراحت»، «خلاقیت» و «شادی» قرار می‌گیرد که دستیابی به هر یک از این شخصیت‌ها از تنظیم چگونگی ارتفاع کرسی‌ها، نظام ساختاری و تعادل حروف امکان‌پذیر خواهد بود (افضل طوسی و دیگران، ۱۳۹۵). بدین ترتیب به نظر می‌رسد زمان آن رسیده تا با تمرکز بر امکانات و محدودیت‌های طراحی حروف دیجیتال اولیه بتوان تا اندازه‌ای نیاز به اطلاعات تاریخی و تخصصی در این حوزه را پاسخ داد. از این رو، در مقاله حاضر با تحلیل امکانات و محدودیت‌های طراحی حروف دیجیتال در دوران آغازین پیدایش، کوشش می‌شود چگونگی بهره‌گیری از برتری‌ها و رویارویی با کاستی‌های طراحی حروف دیجیتال مطرح شود تا راه‌حل‌های علمی و عملی را در اختیار آغازگران طراحی حروف دیجیتال فارسی قرار دهد.

۳- فرصت‌ها و چالش‌های فناوری دیجیتال برای طراحی حروف در اواخر قرن بیستم



تصویر ۱ (چپ) - کیفیت تصویر در نمایشگرهای نسل الف چنانکه کاروو می‌گوید. مأخذ: (Karow, 1994, 24) دو خط در میلی‌متر یا ۵۰ خط در اینچ، و (راست) در بقیه نسل‌ها از ب تا ه چهار خط در میلی‌متر یا ۱۰۰ خط در اینچ بود. اگر در تصویر چپ هر دو خانه و در تصویر راست هر چهار خانه را یک میلی‌متر در نظر بگیرد، مفهوم کیفیت را بهتر درک می‌کنید. حروف کوچک‌تر نشان می‌دهد این حروف در اندازه ۱۲ پوینت چطور دیده می‌شود.

دستگاه‌های دیجیتالی را به سه دسته تقسیم می‌کنند: ۱. دستگاه‌های نمایش، ۲. دستگاه‌های چاپگر یا حروف‌چین، ۳. دستگاه‌های کنترل عددی^۷ که چون مورد اخیر با دستگاه‌های چاپگر فناوری مشابهی داشت، در همان بخش چاپگرها، کوتاه به آن اشاره می‌شود.

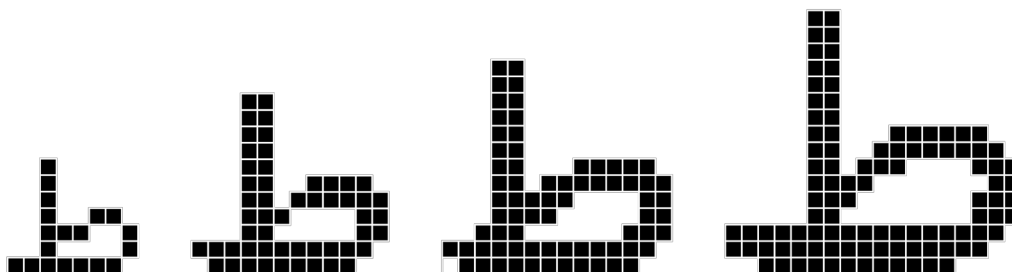
۳.۱.۱- طراحی حروف در دستگاه‌های نمایش

در دهه‌های پسین قرن بیستم، نمایشگرهای رایانه‌ای^۸ مانند تلویزیون، با فناوری لامپ اشعه کاتودی برای تولید تصویر به صورت خط به خط افقی و دیجیتالی روی صفحه نمایش به کار می‌رفت تا تصویر با سرعتی بیشتر از زمان ادراک چشم انسان پخش شود. این نمایشگرها در دهه ۱۹۷۰ به همراه دستگاه‌های رایانه ظهور پیدا کرد و امروزه برای نمایش داده‌های حرفی- عددی^۹ و همچنین برای نمایش تصاویر بیت‌مپی استفاده می‌شود (Karow, 1994-1, 22).

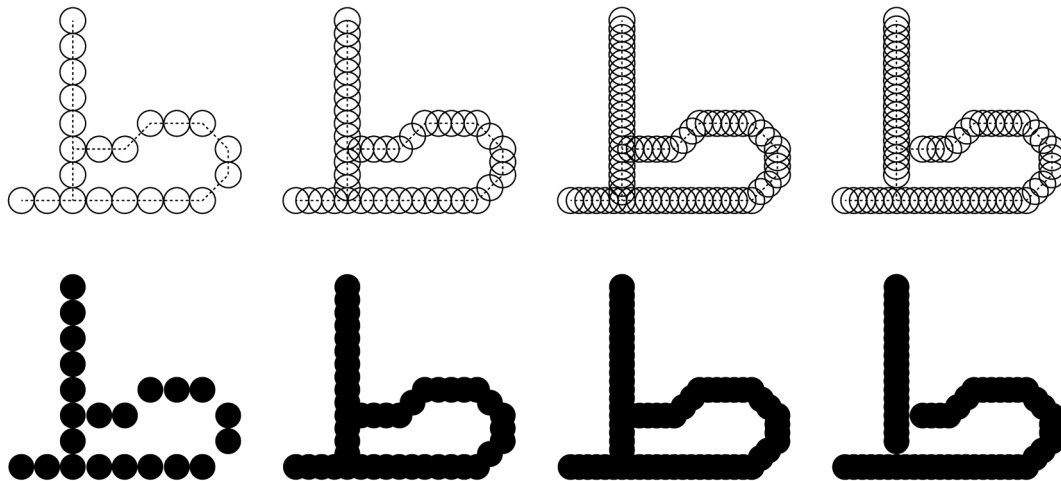
در فناوری لامپ اشعه کاتودی پیکسل (کوچک‌ترین جزء تصویر) همچون معیار مشخصی برای ساختن و نمایش حروف به کار می‌رود. سیستم‌های مکینتاش ۱۹۸۴ از نخستین نسل (الف) این دستگاه‌ها بود که پیکسل‌ها را تنها با دو رنگ سیاه و سفید و به شکل عناصر حرفی و عددی نشان می‌داد. در نسل دوم (ب)، متناسب با بیشتر شدن خط‌ها کیفیت تصویر بهتر و سرعت بازنمایی بیشتر شد، امکان نمایش پیکسل نیم‌سایه (خاکستری) نیز فراهم آمد (تصویر ۱). در دو نسل بعدی به غیر از نمایش اطلاعات عددی و حرفی، نمایش تصویر نیز به میان آمد. چنانکه در نسل نخست (ج)، اطلاعات به صورت گرافیکی و برداری به نمایش در می‌آمد؛ یعنی هر بردار دو نقطه را به هم می‌پیوست. پس سرعت بازنمایی بسیار بالا رفت و کیفیت بهتر شد. همچنین، در نسل دوم (د) نمایش تمام‌صفحه تصویر بیت‌مپی ممکن شد، اگرچه کیفیت بازنمایی نسبت به نسل ج کم بود. افزون بر این، در نسل متأخر (ه)، فرصت نمایش نزدیک به ۲۵۶ پیکسل خاکستری برای بازنمایی حروف، اعداد و تصویر ایجاد شد^{۱۰}. در نمایشگرهای تلویزیونی، نوشته‌ها به دو صورت نمایانده می‌شد. در حالت آنالوگ، به وسیله دوربین از یک صفحه نوشتار فیلم تهیه می‌شد و در حالت دیجیتال، نوشته را با یک پردازنده شبه‌حروف‌چین آماده کرده و به فیلم آنالوگ می‌افزودند (Karow, 1994-1, 23-29; Staples, 2000, 22).

بر اساس پنج نسل (الف-ه) از نمایشگرهای اواخر قرن بیستم، می‌توان گفت امکانات نسل الف، نخست تنظیم برای نمایش نشانه‌های حروف و

اعداد بر اساس یک نظام شبکه‌ای با تعداد خانه‌های کم، و دوم انتخاب دورنگ (سیاه یا سفید) برای هر خانه بود. محدودیت‌های اصلی نیز در نمایش منحنی‌های صاف و بدون شکستگی به علت کمبود تعداد خانه‌های شبکه، و همچنین نیاز به طراحی جداگانه حروف و اعداد در اندازه‌های کوچک‌تر و بزرگ‌تر بود (تصویر ۲)^{۱۱}. در نسل ب، خانه‌های نظام شبکه‌ای افزایش یافت در نتیجه کیفیت بهتر و منحنی‌ها صاف‌تر شد. افزون بر این، امکان محو شدن لبه حروف به کمک رنگ خاکستری در لبه حروف فراهم آمد؛ در حقیقت پذیرش سهرنگ (سیاه یا سفید و یا خاکستری) برای هر خانه میسر شد که خانه‌های خاکستری درجه‌های گوناگونی می‌پذیرفت. توانایی مهم‌تر در این گونه نمایشگرها اینکه لازم نبود حروف با کشیدگی یکسان در طول سطر به نمایش در آید و این بر سرعت پردازش می‌افزود. در نسل ج، مهم‌تر از همه نمایش تصویر ممکن شد، سپس سرعت بازتولید خط به واسطه تنظیم مختصات نقطه افزایش یافت؛ چون که خط را به صورت برداری و بر پایه نقطه آغاز و پایان نشان می‌داد. این حالت برداری چنان که دیوید بادن^{۱۲} می‌گوید راهی برای تصاویر تعامل‌گرا گشود؛ زیرا به کاربر قدرت می‌داد تا تغییراتی را، همچون چرخش یک ساختار سه‌بعدی در یک محیط گرافیکی همسان‌ساخت^{۱۳}، بر روی تصاویر به وجود آورد. کیفیت تصویر نیز بیش از دو برابر بهتر از نسل‌های پیشین بود. افزون بر محدودیت به کارگیری رنگ در این نسل از نمایشگرها، گرانیقیمت بودن آن‌ها نسبت به نمایشگرهای شطرنجی^{۱۴} نیز چالش‌برانگیز بود (Bawden, 1985, 2). در نسل د، کیفیت بازنمایی تصویر در نظام شبکه‌ای به اندازه‌ای شد که تمام صفحه را می‌پوشاند. محدودیت در کیفیت بالای بازنمایی تصویر و به کارگیری رنگ هنوز در این نسل از نمایشگرها وجود داشت. نسل ه نمایشگرها، به انتخاب‌ها خاکستری‌ها (تا ۲۵۶ نمونه) برای هر خانه مجهز شدند. خط‌ها به خوبی تصویر می‌شد ولی کیفیت تصویر تغییری نکرد. در نمایشگرهای تلویزیونی می‌توانستند حروف را به حرکت درآورند و ترکیب‌های دیگرگون ایجاد کنند، اما کیفیت تصویر نسبت به نمایشگرهای رایانه‌ای نصف می‌شد. در نهایت باید اشاره کرد که رشد و گسترش نوآوری‌ها و فناوری‌های وابسته به صفحه نمایش مانند ظهور لوح‌های فشرده چندرسانه‌ای، فرامتن‌ها^{۱۵}، شبکه جهانی وب و فضای مجازی تأثیر بسزایی داشت تا دستگاه‌های نمایش در کانون دگرگونی‌های دنیای ارتباطات دیجیتال پایدار بماند (Staples, 2000, 28-30). تمرکز بر این نوآوری‌ها و فناوری‌های فرصت و نوشتار دیگری را پیش می‌نهد تا ابعاد دیگری از طراحی حروف دیجیتال را



تصویر ۲- مقیاس‌ناپذیری در حروف بیت‌مپی. در دستگاه‌های نمایش نسل الف و ب، برای استفاده از حروف در ابعاد بزرگ‌تر نیاز بود پیش‌تر حروف آن طراحی شده باشد.



تصویر ۳- تعداد ضربه‌ها و کیفیت تصویر در چاپگرهای سوزنی. در این چاپگرها، کیفیت تصویر را با تغییر تعداد ضربه‌های سوزن می‌توانستند تغییر دهند. برای نمونه در تصویر چپ، با کاهش تعداد ضربه‌ها، حرف «ط» را با کیفیت پایینی به نمایش در می‌آوردند. در دو تصویر میانی با افزایش تعداد ضربه‌ها و در نتیجه روی هم قرار گرفتن نقطه‌ها بر کیفیت تصویر افزودند. اگرچه بر اثر این افزایش نقطه‌ها، بخش‌های پیوندی خطوط افقی ضمیم شد. از این رو چنانکه در تصویر راست می‌بینید ضربه‌های محل اتصال را حذف کردند.

خطی سربی به شمار می‌آمد. روش چاپ این دستگاه بدین صورت است که سوزن‌ها به واسطه یک نوار جوهری بر کاغذ ضربه می‌زند، با این اوصاف تعداد سوزن‌ها و تعداد ضربه‌ها می‌بایست بر کیفیت تصویر تأثیر گذارد (تصویر ۳). در نهایت، این دستگاه‌ها در رشته طراحی کامپیوتری^{۲۰} به کار آمد و تا اندازه‌ای جزو دستگاه‌های پلات و ماشین‌های کنترل عددی قرار می‌گیرد. این دستگاه‌ها ارزان‌تر، سریع‌تر و تا حدی کم‌صداتر از نمونه‌های پیشین بود، اگرچه به‌طور معمول کیفیت چاپ پایین‌تری داشت. از مزایای دیگر آن تطبیق‌پذیری بود؛ یعنی عناصر چاپی به جای اینکه با عناصر پیش‌ساخته جایگزین شود، ساخته می‌شد. مزیت دیگر، توانایی استفاده از رنگ به کمک تعویض نوار جوهری بود. گفتنی است، امروزه با در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی در روش‌های تولید، ارزش این دستگاه‌ها را باز یافته‌اند (Karow, 1994-2, 162; Bawden, 1985, 30).

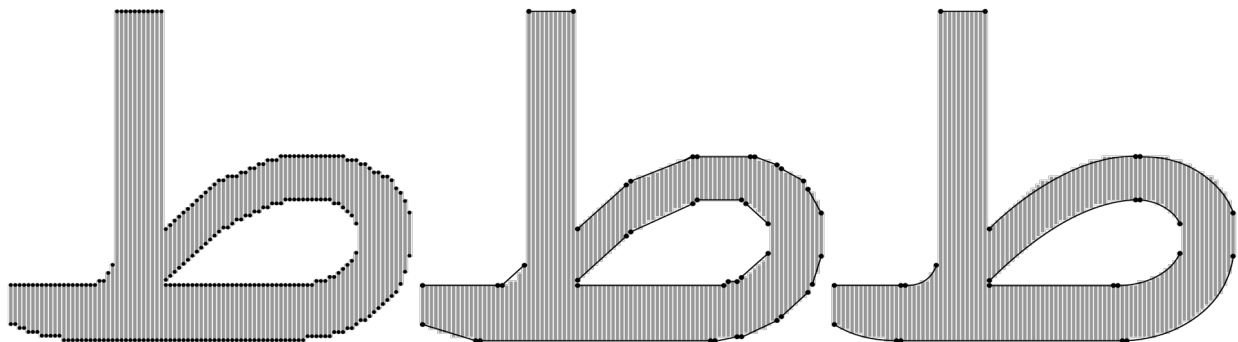
چاپگرهای لیزری از سال ۱۹۸۰ تا به امروز با نام‌های تجاری زیراکس^{۲۱} و کانن^{۲۲} شناخته شده است. این چاپگرها را با اتصال به رایانه‌های شخصی و اداری، برای تولید حجم زیادی از انتشارات رومیزی به کار می‌گرفتند. در چاپگرهای لیزری کیفیت بالا، تصویر متن

بتوان فهمید.

۳-۱-۲. طراحی حروف در دستگاه‌های چاپ

دستگاه‌های چاپ را ماشین‌های «حروف‌چین» نیز نامیده‌اند، نامی برای ماشین‌های چاپ سربی که از سال ۱۸۸۶ استفاده می‌شد و برخی از آن‌ها مانند لیتوتاپ^{۲۳}، مونوتاپ^{۲۴} و ماشین‌های حروف‌چین عکسی^{۲۵} تا سال ۱۹۴۹ برای چاپ حروف لاتین به کار می‌رفت. سرانجام در سال ۱۹۶۵ ماشین‌های دیجیتال که با اشعه کاتودی کار می‌کرد، ابداع شد و ده سال بعد جایگزین ماشین‌های چاپ سربی شد. البته در سال‌های آخر قرن بیستم چاپگرهای لیزری جای تمام آن‌ها را گرفت (Karow, 1994-1, 30). با این حال دستگاه‌های دیگری نظیر چاپگرهای ماتریس سوزنی^{۲۶}، چاپگرهای الکترواستاتیکی، چاپگرهای لیزری، دستگاه‌های میکروفیلیم را جزو مهم‌ترین دستگاه‌های خروجی باید در نظر داشت.

چاپگرهای ماتریس سوزنی که از سال ۱۹۷۰ در دست بود، برای چاپ اطلاعات الکترونیکی فراگیر شد؛ چون جایگزین ارزانی برای چاپگرهای



تصویر ۴- به‌صرفه‌کردن ذخیره‌سازی داده‌ها در قالب‌های طراحی حروف. در حافظه یک رایانه راهبردهایی برای کاهش داده‌ها لازم است تا حروف بر اساس وضوح تصویر بازتولید شود. یکی از این راهبردها قالب طول اجرا است که فقط نقطه‌های آغاز و پایان رشته‌های پیکسل‌ها ذخیره می‌شود (تصویر چپ). قالب اسپیلاین راهبرد دیگری برای ذخیره‌سازی اطلاعات است که در آن نقاط کناره حروف ثبت می‌شود (تصویر میانی). و قالب بزیه که در آن کناره حروف بر اساس نقاط کناره حروف و معادلات درجه سوم ذخیره می‌شود.

۱۲۸ حرف نشان می‌داد، ۱۲۸۰ بیت فضا نیاز بود (Karow, 1994-1, 58). نخستین بار قلم‌های بیت‌مپ در سیستم‌عامل‌های مکینتاش^{۲۴} و با عرضه رایانه‌های خانگی شرکت اپل در سال ۱۹۸۴ انتشار یافت. چون در این سیستم‌عامل می‌بایست قلم‌های گوناگونی به کار رود تا اطلاعات نوشتاری لازم را از طریق واسط‌کاربری نمایش دهد، دو قلم شیکاگو ۱۲ و ژنو ۹ را سوزان کر^{۲۵} طراحی کرد که به ترتیب برای نوشته‌های بزرگ‌تر در منوهای آبخاری^{۲۶} و قاب‌های محاوره^{۲۷} و همچنین برای نوشته‌های کوچک‌تر در عنوان آیکون‌های صفحه دستک‌تاپ و فهرست یافته‌ها در پنجره جستجوگر استفاده می‌شد (Staples, 2000, 22).

برای نسل ب و نسل د دستگاه‌های نمایش، قالب بیت‌مپ را طراحی کردند. در این قالب تعداد خانه‌های شبکه به تعداد خاکستری‌های بین مرزهای سیاه و سفید بستگی دارد؛ برای نمونه قالب‌هایی چهارک‌بایتی/نیم‌بایتی/بایتی به ترتیب چهار/شانزده/۶۲۵ گام خاکستری دارد.

قالب‌های بیت‌مپی را بر پایه قالب‌های بیت‌مپی می‌سازند چنانکه در یک فرآیند رمزگذاری از حروف بیت‌مپی سیاه و سفید با کیفیت بالا، حروف بیت‌مپی خاکستری با کیفیت پایین در می‌آورند (تصویر ۶). پس، از محدودیت‌های قالب‌های بیت‌مپی خاکستری، برگشت‌ناپذیری به قالب‌های بیت‌مپی و کیفیت پایین تصویر است. در نسخه‌های پسین با بالارفتن تعداد خاکستری‌ها، حجم بالای ذخیره‌سازی و بازنمایی این قالب‌ها نیز مسأله‌ساز شد. برای مسأله ذخیره‌سازی و بازنمایی حجم بالای فونت‌های بیت‌مپی راه‌حلهایی را اندیشیده‌اند که یکی از آن‌ها پیدایش قالب طول اجرا^{۲۸} بود (نمونه سمت چپ در تصویر ۴). قالب طول اجرا را بر پایه قالب بیت‌مپ ساخته‌اند به طوری که اطلاعات صفر و یک خانه‌های شبکه به صورت خط‌های ممتد ردیفی یا ستونی ذخیره می‌شود (Warnock, 1980, 3 & 63; Karow, 1994-1, 58-59).

سه برتری که از قالب حروف خاکستری به دست می‌آید، نخست، نمایش حروف بهتر می‌شود؛ زیرا چندین نسخه از هر حرف ساخته، و به صورت گوناگون و متناسب با ترکیب چیده و فاصله‌گذاری می‌شود. دوم، می‌توان حروف را در اندازه کوچک (کوتاه‌تر از شش خانه) تولید کرد. هرچند، اندازه‌های کوچک نه برای خواندن متن، و بیشتر برای تصاویر بندانگشتی^{۲۹} به کار می‌رود. سوم، فونت را به طور خودکار می‌توان چرخاند، به گونه‌ای که کرسی حروف افقی نباشد

مستقیم بر صفحه دستگاه چاپ و یا غیرمستقیم بر کاغذ یا فیلم منتقل می‌شد. در چاپگرهای لیزری کیفیت پایین، با اشعه لیزر تصویر نوشتار برداشته، و الگوی آن به صورت الکترواستاتیکی بر روی غلطک منتقل می‌شد. ذرات ریز تونر به قسمت‌هایی از غلطک که بارالکتریکی داشت، می‌چسبید و سپس بر روی کاغذ بر می‌گشت و در نهایت با حرارت ثابت می‌شد (Bigelow et al, 1983, 106-108). در این چاپگرها، چون صفحه باید یکباره روی کاغذ چاپ شود، اطلاعات تمام نقاط تصویر را می‌بایستی درحافظه چاپگر نگه داشت (تصویر ۴). پس، کیفیت و انعطاف‌پذیری چاپگرهای لیزری برای چاپ تصویر و متن و همچنین قیمت آن‌ها، به میزان حافظه چاپگر بستگی داشت (Nishri, 1988, 1). این دستگاه‌ها در همه زمینه‌ها نظیر سرعت، کم‌صدایی، تطبیق‌پذیری با صفحه نمایش و مهم‌تر از همه مقیاس‌پذیری حروف، به جز قیمت بهترین نوع چاپگر بود. یکی از دیگر محدودیت‌ها اینکه هرچند چاپگرهای رنگی در آن زمان وجود داشت، گرانیقیمت بود و همه کس نمی‌توانست از آن استفاده کند (Karow, 1994-1, 30-31; Bawden, 1985, 3-4).

۲.۳- امکانات و محدودیت‌های طراحی حروف در قالب‌های دیجیتالی

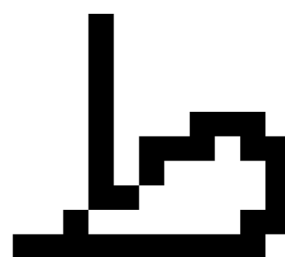
همراه با افزایش ظرفیت‌های دستگاه‌های الکترونیک، طراحی حروف دیجیتال پیشرفت کرد و قالب‌های جدیدی برای ارائه آن ابداع شد. در شمار زیادی از دستگاه‌های پسین، دسترسی به قالب‌های زیادی از حروف دیجیتال ممکن شد که مهم‌ترین آن‌ها عبارت است از: بیت‌مپ و بایت‌مپ، طول‌اجراء، برداری، منحنی‌ها، قالب‌های نوآورانه (متافونت و کونیو)^{۳۳} که در این مقاله در دو گروه قالب‌های تصویرمحور (سه مورد نخست) و قالب‌های برداری (سه مورد پسین) به توصیف و تحلیل آن‌ها می‌پردازیم.

۳.۱- طراحی حروف در قالب‌های تصویرمحور

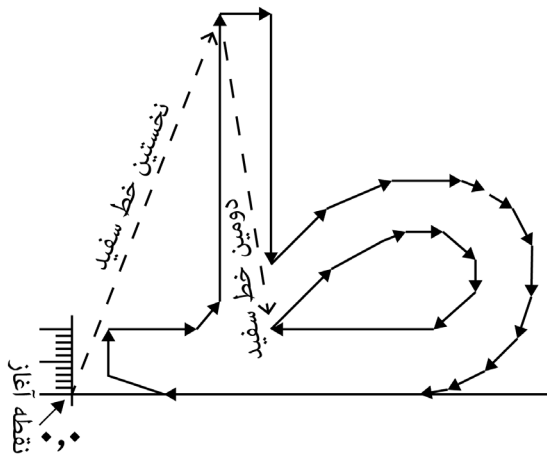
در دستگاه‌های نمایش نسل الف، تمام حروف لاتین را در یک شبکه شطرنجی طراحی می‌کردند که ده ردیف و هشت ستون داشت (تصویر ۵). دو ستون از چپ، یک ستون از راست و یک ردیف از بالای این شبکه را برای فاصله خالی می‌گذاشتند و حروف را در خانه‌های باقی‌مانده با نوشتن عدد یک یا صفر (برای سیاه یا سفید) مشخص می‌کردند. در هر ده بیت، یک حرف آغاز می‌شد و در دستگاه‌هایی که



تصویر ۶- طراحی حروف در قالب بیت‌مپ یا خاکستری. برای بازتولید حروف بایت‌مپ (تصویر راست)، از یک حرف بیت‌مپی با کیفیت (تصویر چپ) استفاده می‌شود تا هر چهار پیکسل از آن به یک خانه بایت‌مپی تبدیل شود.



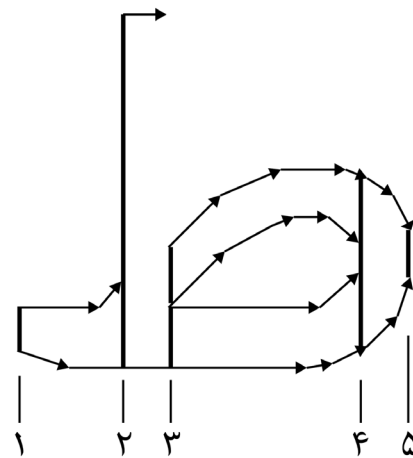
تصویر ۵- طراحی حروف در قالب بیت‌مپ براساس نظام شطرنجی با خانه‌های محدود (نزدیک به ۸۰ پیکسل).



تصویر ۸- طراحی حروف در قالب برداری بسته. در این روش همچون قالب برداری باز، آغاز تمام خطوط، نقطه پایان خطوط قبلی است، ولی همه خطوط به نقطه پایان بسته برداری ارجاع داده می‌شود و بدین ترتیب چرخش حروف امکان پذیر شد.

یکی از نخستین شرکت‌هایی که از این فناوری بهره گرفت، شرکت «بیت‌استریم» بود؛ مایک پارکر^{۳۷} به همراه سه نفر از همکارانش که در میان آن‌ها متیو کارتر^{۳۸}، طراح حروف قرار داشت، آن را در سال ۱۹۸۱ بنیان نهاد (King, 1999, 57). این شرکت پی‌آمد فناوری‌های چندرسانه‌ای لوح‌های فشرده و همچنین نرم‌افزارهای فنی و هنری مؤلفان بود که به وسیله آن‌ها می‌توانستند کلمات را به شکلی تازه نمایش دهند. تا آن زمان، بیشتر فناوری‌های طراحی حروف برای بهینه‌سازی حروف چاپی صورت گرفته بود و با وجود اینکه همه‌جا از صفحه نمایش چندرسانه‌ای استفاده می‌شد، گزینش قلم‌های نوشتاری در آن‌ها محدود بود (Staples, 2000, 28-29). بنابراین، پارکر و کارتر جنبشی به پا کردند تا نسخه جدیدی از قلم‌های سنتی طراحی حروف را بازبیاورند؛ قلم‌هایی که آن زمان از مالکیت معنوی شرکت‌های مونوتایپ و لینوتایپ درآمدی بود (King, 1999, 166). در نتیجه می‌توان گفت قالب‌های برداری فرصت‌های تجاری و زیباشناختی گسترده‌ای در طراحی حروف دیجیتال به وجود آورد.

در سال ۱۹۸۵، شرکت اپل همراه با عرضه چاپگرهای لیزری، فناوری پست‌اسکرپت را ارائه کرد که به تدریج رشد کرد و دگرگون شد و نام‌های تجاری گوناگونی گرفت؛ برای نمونه قالب تروتایپ^{۳۹} به شرکت اپل تعلق دارد و قالب تایپ^{۴۰} در نتیجه توافق شرکت ادوبی با شرکت اپل برای بهره‌گیری از فونت‌های یکدیگر شکل گرفت (Staples, 2000, 30). از نظر ساختاری در قالب‌های پست‌اسکرپت، خطوط کناره‌های حروف را با زبان توصیفی محاسباتی تعریف می‌کنند تا بتوان اندازه حروف را در مقیاس‌های کوچک و بزرگ، بدون شکستگی و واضح در صفحه نمایش تغییر داد (Reas et al., 2007, 11). طراحی حروف پست‌اسکرپت شبیه به طراحی حروف در قالب منحنی برداری است، اما خطوط کناره‌ها بر پایه توابع درجه سوم بزیه^{۴۱} چنان ترسیم و نمایانده می‌شود که به نقطه آغاز و پایان منحنی وابسته است (تصویر ۹)؛ یعنی



تصویر ۷- طراحی حروف در قالب برداری باز. در این روش، نخست نقطه‌های پایان و آغاز خط‌های مستقیم کناره حروف ذخیره می‌شود (خط ۱ تا ۵)، سپس نقطه‌های کناره‌های دیگر با خطوط مستقیم وصل می‌شود و نقطه‌های آن خطوط نیز ذخیره می‌شود.

(Warnock, 1980, 10).

۳.۲- طراحی حروف در قالب‌های برداری

چنانکه پیشتر گفته شد، قالب‌های برداری را به سه گروه، قالب‌های برداری باز و بسته، قالب‌های منحنی بزیه و اسپیلاین، و قالب‌های نوآورانه تقسیم کرده‌اند.

قالب‌های برداری همراه با نسل نخست (ج) دستگاه‌های نمایش تصویر پدید آمد و در دستگاه‌های میکروفیلیم و ماشین‌های کنترل عددی استفاده می‌شد. در این قالب‌ها فقط خط کناره حروف ذخیره می‌شود که این دورگیری و ذخیره‌سازی به دو روش صورت می‌پذیرد: ۱. باز، و ۲. بسته. حروف برداری باز در بیشتر موارد چنان مجموعه پیوسته‌ای از خطوط کناره‌ها بود که نقطه پایان خط نخست، روی نقطه پایانی خطوط کناره‌ها می‌افتاد. بدین صورت تنها با ذخیره‌سازی نقطه‌های پایانی خطوط کناره‌ها می‌توانستند حروف را به قالب بردار درآورند (تصویر ۷). اما باز بودن اشکال برداری، چرخاندن آن‌ها را مشکل می‌کرد، و قالب‌های برداری بسته را در پاسخ به این مشکل به میان آوردند. در حروف برداری بسته، همه خطوط کناره‌ها را به نقطه پایان بسته ارجاع می‌دادند به گونه‌ای که چرخش حرف فقط نسبت به آن نقطه صورت می‌گرفت (تصویر ۸؛ Karow, 1994-1, 65).

«قالب‌های منحنی» را کارو بر روی نام گروهی از فناوری‌های طراحی حروف گذاشته تا ویژگی غیرخطی و غیرمستقیم آن‌ها را برجسته نماید. مهم‌ترین این فناوری‌ها شامل ۱. دایره‌ها^{۴۲} در شرکت بیت‌استریم^{۴۱}، ۲. توابع بزیه^{۴۲} در فناوری پست‌اسکرپت^{۴۳} و ۳. اسپیلاین^{۴۴} در شرکت‌های زیراکس، اپل^{۴۵} و میکروسافت^{۴۶} می‌شود. قالب‌های دایره از قالب‌های برداری توصیفی‌ای (پست‌اسکرپت) است که در آن حروف به صورت ترکیبی از خطوط مستقیم و دوایر تعریف می‌شود. در این قالب‌ها، خطوط مستقیم در گوشه‌ها با یکدیگر زاویه‌دار، و بر منحنی‌ها مماس می‌شود. همچنین منحنی‌ها می‌بایست بر یکدیگر مماس باشد (نمونه سمت راست در تصویر ۴؛ Karow,

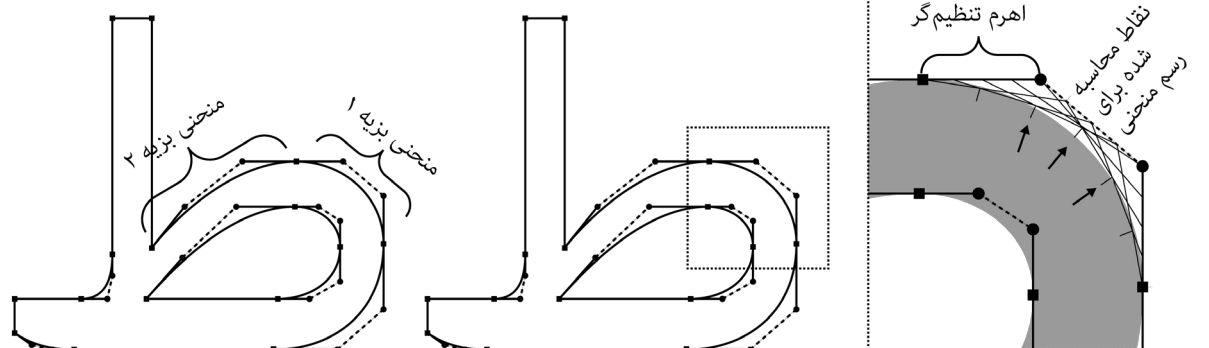
از قالب‌های برداری شکل گرفت اما از نظر سرعت بازیابی داده‌ها و کیفیت ذخیره‌سازی (دقت و مطابقت با قالب‌های ماشینی) با معیارهای طراحی حروف دیجیتال سازگار نبود و کنار گذاشته شد^{۴۳}. برای نمونه قالب متافونت^{۴۴} را دونالد کنوت^{۴۴} بر پایه اصول قلم‌گذاری به زبان برنامه‌نویسی نوشت. پس از تعریف ساختار هندسی حروف، فرم نهایی آن‌ها را با ویژگی‌های یک «قلم» مجازی مشخص کرد. گفتنی است با استفاده از این قلم می‌توانستند اندازه قلم را بر اساس صفحه نوشتار تغییر دهند، همچنین با دیگرگون کردن متغیرهای دیگر مانند شکل سر قلم و زاویه قلم امکان تولید حروف گوناگونی فراهم آمد (Bigelow et al., 1983, 118-119). قالب متافونت افزون بر اینکه با ایجاد گوناگونی پایان‌ناپذیر دقیق نبود، تولید آن هزینه‌بر بود. مسأله دیگر اینکه برای هر حرف می‌بایست برنامه طولانی جداگانه‌ای می‌نوشتند (Karow, 1994-1, 80).

فیلیپ کونیو^{۴۵} از دیگر طراحان قالب‌های نوآورانه است. او در سال ۱۹۷۶ «طرح شبیه‌سازانه حروف»^{۴۶} را برای تولید خودکار حروف رومی پیش نهاد. او مجموعه قواعدی تنظیم کرد تا بخش‌های مشابه طرح و ساختار حروف را کنار هم بنشانند تا حروف به‌طور خودکار ساخته شود (تصویر ۱۱). در این قالب، هر حرف به بخش‌ها و اندازه‌هایی تقسیم می‌شد و در گروه خاصی قرار می‌گرفت (Adams, 1986, 54). برتری این قالب را در کم‌جا گرفتن آن در حافظه، و کاستی آن را نه تنها در انطباق‌ناپذیری آن با قالب‌های رایج، بلکه در این دانسته‌اند که برش‌های بیشتری در طراحی حروف ایجاد می‌شود (Karow, 1994-1, 79).

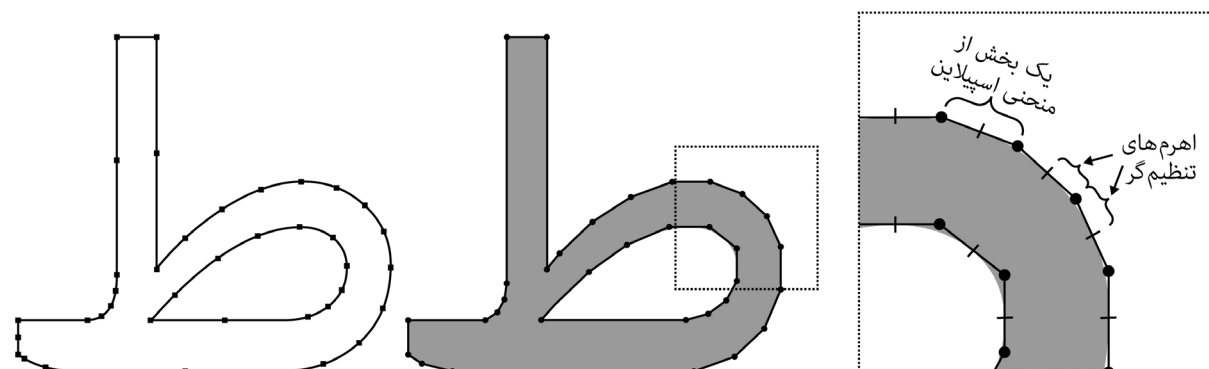
برای رسم یک منحنی چهار نقطه را باید در نظر گرفت، یک نقطه آغاز، دو نقطه میانی (اهرم‌های تنظیم‌گر) و یک نقطه پایان (Karow, 1994-1, 76). از ویژگی‌های این قالب دقت، سرعت و کیفیت در بازنمایی تصویر است و محدودیت آن، ناهمخوانی قالب‌های تجاری با یکدیگر است.

قالب‌های اسپیلاین را از دهه ۱۹۷۰ برای طراحی حروف دیجیتال به کار می‌بردند (Karow, 1994-1, 76). برای نمونه شرکت زیراکس در سال ۱۹۷۴، از این قالب برای دیجیتال کردن طراحی‌های دستی بهره می‌گرفت (Plass et al., 1983, 236). در قالب‌های اسپیلاین فقط نقطه‌های مماس خطوط ذخیره، و سپس این نقطه‌ها با یک خط محاسبه‌شده (اسپیلاین) پیوسته می‌شود؛ این خط که از منحنی‌هایی مانند دایره، بیضی و سهمی است، از معادلات درجه دو به دست می‌آید (تصویر ۱۰؛ Bigelow et al., 1983, 118). یکی از معایب این قالب این است که اگر بخواهند نقطه‌ها را دستی و با داوری چشم جاگذاری کنند، بسیار سخت و زمان‌بر است (Karow, 1994-2, 77). با این وجود، یکی از قالب‌های سراسر است و به‌صرفه (کم‌جا) برای دیجیتال کردن حروف است؛ زیرا نقاط تنظیم‌گر در تقاطع اضلاع چندضلعی محاط بر منحنی قرار می‌گیرد و مانند منحنی‌های توابع درجه سوم لازم نیست برای رسم سهمی نقاط زیادی بین نقاط چهارگانه محاسبه شود (تصویر ۹؛ Govil-Pai, 2004, 171).

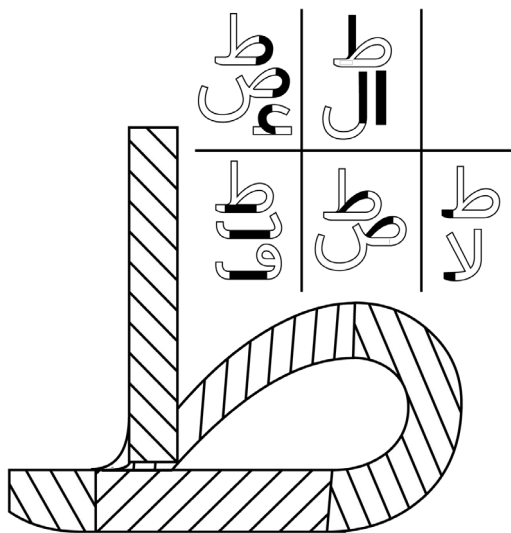
هم‌زمان با رشد و رونق طراحی حروف دیجیتال، قالب‌های نوآورانه دیگری



تصویر ۹- طراحی حروف در قالب پست‌اسکریت. در این قالب منحنی‌ها بر اساس چهار نقطه و بر اساس معادلات درجه سوم بزیه رسم می‌شود. گفتنی است این چهار نقطه در بردارنده نقطه‌های آغاز و پایان منحنی و دو نقطه دو اهرم تنظیم‌گر است.



تصویر ۱۰- طراحی حروف در قالب اسپیلاین. در این قالب، منحنی‌ها در چندضلعی‌هایی محصور است و فقط نقطه‌های تماس منحنی‌ها با اضلاع این چندضلعی‌ها ذخیره می‌شود. این روش بیشتر برای دیجیتال کردن حروف اسکن‌شده کاربرد دارد.



جدول ۱- فرصت‌ها و چالش‌های طراحی حروف در دستگاه‌های دیجیتال در اواخر قرن بیستم میلادی.

تصویر ۱۱- طراحی حروف در قالب نوآورانه کونیو.

فرصت‌های زیباشناختی	محدودیت‌ها	امکانات	نوع دستگاه
◀ پله‌پله شدن کناره حروف	<ul style="list-style-type: none"> * شکستگی در بازنمایی منحنی‌ها * مقیاس ناپذیری * کیفیت پایین بازنمایی * پهنای ثابت در تمام حروف 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ نمایش داده‌های حرفی-عددی ✓ نمایش رنگ سیاه و سفید 	نمایشگر نسل الف
◀ محو شدن لبه حروف	<ul style="list-style-type: none"> * وضوح پایین فرم‌ها * محدودیت در نمایش رنگ‌ها 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ نمایش داده‌های حرفی-عددی ✓ نمایش رنگ سیاه و سفید و خاکستری محدود ✓ کیفیت و سرعت بالاتر از نسل الف ✓ پهنای متغیر حروف 	نمایشگر نسل ب
<ul style="list-style-type: none"> ◀ کناره‌نما شدن حروف ◀ پویانمایی و بیانگرایی حروف بر اثر چرخش 	<ul style="list-style-type: none"> * قیمت بالا * محدودیت در نمایش رنگ‌ها 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ نمایش تصویر ✓ تصویر برداری ✓ چرخش حروف 	نمایشگر نسل ج
◀ واکنش‌گرایی در حروف‌نگاری بر اثر استفاده در چند رسانه‌ای‌ها	<ul style="list-style-type: none"> * کیفیت پایین بازنمایی * محدودیت در نمایش رنگ‌ها 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ نمایش تمام صفحه تصویر 	نمایشگر نسل د
◀ تصویری شدن حروف	<ul style="list-style-type: none"> * کیفیت پایین بازنمایی * محدودیت در نمایش رنگ‌ها 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ نمایش خاکستری‌های گوناگون (۲۵۶ رنگ) ✓ وضوح بهتر تصویر 	نمایشگر نسل ه
◀ نقطه‌نقطه‌ای شدن حروف	<ul style="list-style-type: none"> * کیفیت پایین بازنمایی * وضوح پایین فرم‌ها 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ کم‌صداتر از دستگاه‌های حروف‌چین ✓ تطبیق‌پذیری نسبی با تصویر نمایشگر ✓ چاپ رنگی با تعویض نوار ✓ به‌صرفه (جوهر کمتر) ✓ مکانیزم متناسب با دستگاه‌های کنترل عددی 	چاپگر سوزنی
◀ بافت‌دار شدن حروف بر اثر چاپ روی کاغذ و مقوا	<ul style="list-style-type: none"> * قیمت بالا * نیاز به حافظه بیشتر برای کیفیت بهتر * محدودیت در چاپ رنگ‌ها 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ سرعت بالا ✓ کم‌صدا ✓ تطبیق‌پذیری با صفحه نمایش ✓ مقیاس‌پذیری برای حروف ✓ استفاده در نشر رومیزی ✓ کیفیت بالای بازنمایی 	چاپگر لیزری

نتیجه

از تحلیل تاریخ رشد و دگرگونی طراحی حروف دیجیتال در اواخر قرن بیستم چنین برداشت می‌شود که چالش‌ها و محدودیت‌های دستگاه‌های دیجیتال و قالب‌های حروف دیجیتال نه تنها سکوی پرشی شده تا فناوری‌ها و نوآوری‌های دیجیتال به رشد و شکوفایی چشمگیری برسد، بلکه پنجره‌ای بوده تا چشم‌انداز تازه‌ای از تاریخ خط و طراحی حروف آشکار شود.

بدین ترتیب، پرسش نخست این پژوهش را که دربارهٔ امکانات و محدودیت‌های طراحی حروف در دستگاه‌های دیجیتال می‌توان چنین پاسخ داد: تطبیق‌پذیری، مقیاس‌پذیری، کیفیت بازنمایی و بازتولید حروف، وضوح حروف و نمایش یا چاپ حروف رنگی از محدودیت‌های دستگاه‌های دیجیتال در اواخر قرن بیستم بود که مرحله به مرحله با آمدن فناوری‌ها و نوآوری‌های تازه این محدودیت‌ها از بین رفت و به امکاناتی در طراحی حروف دیجیتال تبدیل شد^{۴۷}. تطبیق‌پذیری حروف نمایشی با حروف چاپی از مهم‌ترین چالش‌ها در دستگاه‌های دیجیتال بود. اگرچه در آغاز حروف دیجیتال را برای بهبود کیفیت و سرعت چاپ طراحی می‌کردند، دیری نگذشت که دیجیتالی کردن حروف چاپی پیشین برای افزایش امکانات در دستگاه‌های نمایش در کانون توجه قرار گرفت.

یکی دیگر از محدودیت‌های دستگاه‌های دیجیتال مقیاس‌پذیری حروف بود؛ چنانکه اگر حروف برای اندازه کوچک طراحی می‌شد، نمی‌توانستند آن را به صورت خودکار بزرگ کنند و برای بزرگ کردن آن لازم بود حروف در اندازه بزرگ نیز طراحی شود. این مسأله با آمدن تصویرهای برداری از بین رفت و امکانات تازه‌ای در دستگاه‌های دیجیتال به همراه آورد؛ چنانکه بازنمایی حروف در صفحه نمایش و بازتولید خودکار آن با اندازه‌های دیگر در دستگاه‌های نمایش و چاپگر واضح و آسان شد.

از دیگر محدودیت‌ها وضوح تصویر بود؛ به طوری که فرم حروف در دستگاه‌های نمایش اولیه، دچار شکستگی (پله‌پله شدن) یا محوشدگی می‌شد.

در چاپگرهای سوزنی نیز کناره حروف واضح نبود و در کیفیت‌های پایین‌تر حتی به صورت نقطه‌نقطه‌ای دیده می‌شد. با افزایش پیکسل‌ها و تعداد خاکستری‌های تصویر و سپس با فناوری تصاویر برداری، مشکل وضوح حروف به اندازه‌ای از فهرست چالش‌های فناوری بیرون آمد که منبع الهامی برای طراحان حروف و حروف‌نگاران شد. این چهار چالش مهم‌ترین کاستی‌هایی بود که در دستگاه‌های دیجیتال وجود داشت و طراحان حروف را با مشکلاتی روبرو می‌کرد. در جدول ۱، فهرست کامل‌تری از امکانات و محدودیت‌های طراحی حروف دیجیتال برای دستگاه‌های نمایش و چاپگر در اواخر قرن بیستم و همچنین فرصت‌های زیباشناختی حروف‌نگاری و طراحی حروف دیجیتال را می‌توان دید.

پرسش دوم که دربارهٔ امکانات و محدودیت‌های طراحی حروف برای قالب‌های دیجیتال در اواخر قرن بیستم است، چنین پاسخ می‌توان داد که هندسی کردن حروف، به‌صرفه کردن داده‌های طراحی، دستکاری آسان منحنی‌ها، تجاری کردن حروف دیجیتال، کاربرد حروف، تولید خودکار حروف و بهره‌گیری از سنت‌های پیشین خط و طراحی حروف، همچون قلم‌گذاری، زاویه قلم، تنوع قلم‌های چاپی از چالش‌ها و فرصت‌هایی است که در تاریخ طراحی حروف دیجیتال قرن بیستم مطرح بود. در جدول ۲، فهرست کاملی از این مشکلات و راه‌چاره‌ها گردآوری شده، اما در ادامه به شرح سه مورد مهم از آن پرداخته می‌شود که بیشتر از موارد دیگر در طراحی حروف فارسی به کار می‌آید.

هندسی کردن حروف چه در قالب‌های تصویرمحور دیجیتال و چه در قالب‌های برداری یکی از چالش‌های اصلی در طراحی حروف دیجیتال قرن بیستم به شمار می‌آمد. در هر قالب، محدودیت‌هایی برای طراحی وجود داشت و مهم‌تر آنکه باید به زبان ماشین ترجمه می‌شد. در آغاز حروف تصویرمحور را باید در شبکه‌های شطرنجی می‌گنجاندند و هر خانه را با اعداد صفر و یک به دستگاه معرفی می‌کردند. در قالب‌های برداری، فرم حروف باید براساس خط و دایره تعریف می‌شود و با مختصات نقطه‌ها و معادلات منحنی‌ها برای دستگاه تعریف می‌شد. این قواعد به تدریج در طراحی گرافیک اهمیت پیدا کرد و استفاده از نظام شبکه‌بندی در بیشتر گرایش‌های این رشته فراگیر شد.

به‌صرفه کردن داده‌های طراحی از دیگر چالش‌هایی است که سرعت بالای بازنمایی، کیفیت و دقت حروف و کاهش هزینه‌های تولید و انتشار به آن وابسته بود. این داده‌ها در حروف تصویرمحور خانه‌های شطرنجی است که بسیار جا می‌گیرد و در حروف برداری، مختصات نقطه‌ها و معادلات خط است که به‌صرفه‌تر است. این مقتصد کردن حروف، جلوه‌های ویژه‌ای را مانند کنارنما شدن حروف، بخش‌بندی شدن آن، حذف بخش‌های از فرم حروف و محصور کردن حروف در چندضلعی به همراه آورد که فرصت‌های زیباشناختی تازه‌ای ایجاد کرد.

بهره‌گیری از سنت‌های پیشین خط و طراحی حروف از دیگر مسائلی بود که برای طراحان حروف دیجیتال در اواخر قرن بیستم چالش‌برانگیز شد. با وجودی که اصول و قواعدی بر خطوط سنتی و حروف چاپی حاکم بود، دقیق نبود و یا رعایت تمام آن اصول برنامه‌نویسی پیچیده‌ای نیاز داشت که از نظر صرف زمان به‌صرفه نبود. اسکن حروف، قاعده‌مند کردن حروف براساس قلم‌گذاری، و تجزیه حروف به خط و دایره یا بخش‌های متشابه از کوشش‌هایی بود که در این دوران برای رویارویی با این مسأله صورت پذیرفت. در آخر، پیشنهاد می‌شود این فرصت‌های زیباشناختی در آثار طراحی حروف و

حروف‌نگاری ایران پی‌گرفته، و با آثار جهانی مقایسه شود تا آشکار شود طراحان ایران تا چه حد به این امکانات و محدودیت‌های فناوری و نوآوری آشنا بوده‌اند. افزون بر این، سنجش سنت‌های خوشنویسی ایرانی با فرصت‌ها و چالش‌های طراحی حروف دیجیتال در قرن بیستم، مسأله دیگری است که اگر به راه چاره آن بیندیشند، دیجیتال کردن طراحی حروف فارسی با سرعت بیشتری پیشرفت خواهد کرد.

جدول ۲- فرصت‌ها و چالش‌های طراحی حروف در قالب‌های دیجیتال در اواخر قرن بیستم میلادی.

فرصت‌های زیباشناختی	محدودیت‌ها	امکانات	قالب‌ها
استفاده از نظام شبکه‌ای (گرید)	* خوانایی کمتر بر اثر متشابه شدن حروف	✓ به‌صرفه (مختصرگو و کم‌جا)	بیت‌مپ
تصویری شدن حروف ترکیب کردن حروف با عکس	* برگشت‌ناپذیری به قالب‌های بیت‌مپی * کیفیت پایین تصویر * به‌صرفه نبودن (جا گرفتن) * سرعت پایین در باز‌نمایی	✓ گوناگون شدن هر حرف بر اساس ترکیب‌ها و فاصله‌گذاری‌ها ✓ طراحی حروف کوتاه‌تر مناسب برای تصویر بندانگشتی ✓ تغییر کرسی حروف	بایت‌مپ
راه‌راه شدن حروف (تصویر)	* سرعت پایین در باز‌نمایی و باز‌تولید	✓ کم‌جایتر از قالب‌های بیت‌مپی	طول اجرا
حذف بخش‌هایی از خطوط کناره‌نمای حروف	* مشکل چرخاندن حروف بر اثر نابستگی نقاط به یکدیگر	✓ کم‌جایتر از قالب‌های طول اجرا	منحنی باز
حروف وارونه، عمودی و مورب	* به‌صرفه نبودن (جا گرفتن)	✓ امکان چرخاندن حروف به کمک وابستگی نقاط به نقطه پایانی	منحنی بسته
تعریف حروف بر اساس خط و دایره	* به‌صرفه نبودن (جا گرفتن)	✓ ایجاد فرصت‌های تجاری ✓ تنوع فونت‌های دیجیتال ✓ ذخیره‌سازی به‌صرفه‌تر (کم‌جا)	دایره‌ها
اهرم‌دار و بخش‌بندی شدن حروف با خط و نقطه	* ناهمخوانی قالب‌های تجاری با یکدیگر	✓ ذخیره‌سازی به‌صرفه (کم‌جا) ✓ دقت در باز‌نمایی حروف ✓ مقیاس‌پذیری ✓ بدون شکستگی و واضح ✓ دستکاری آسان منحنی‌ها	منحنی بزیه
محاط بودن حروف در چند ضلعی	* دستکاری مشکل منحنی	✓ مناسب برای اسکن تصویر ✓ ذخیره‌سازی به‌صرفه (کم‌جایترین)	منحنی اسپیلاین
تولید حروف گوناگون از یک ساختار مشخص بهره‌گیری از سنت‌های خوشنویسی	* نادقیق بودن حروف بر اثر گوناگونی پایان‌ناپذیر * تولید هزینه‌بر * برنامه‌نویسی طولانی برای هر حرف	✓ تولید خودکار حروف ✓ گوناگون کردن حروف ✓ به‌صرفه (کم‌جا)	متافونت
تکه‌تکه کردن حروف تشابه حروف	* ایجاد برش‌های بیشتر در حروف	✓ تولید خودکار حروف ✓ به‌صرفه (کم‌جا)	کونیو

پی‌نوشت‌ها

۱۱۸ مقاله بیگلو (Bigelow et al., 1983)، تصویر ۵ را با استناد به توصیفات کارو (Karow, 1994-1, 58)، و تصاویر ۶ به بعد را به ترتیب از تصاویر ۴۶ و ۴۷، ۴۸، ۵۰، ۵۲، ۵۷، ۵۹، و ۶۲ کتاب کارو برای حروف فارسی باز ساخت.

۱۲. استاد علم اطلاعات دانشگاه سیسی لندن.

- | | |
|----------------|-----------------------|
| 13. Modular. | 14. Raster. |
| 15. Hypertext. | 16. Linotype. |
| 17. Monotype. | 18. Phototypesetting. |

19. Dot Matrix Printer.

20. Computer Aided Design (CAD).

21. Xerox. 22. Canon.

۲۳. پیتر کارو (Karow, 1994-1) برگزیده‌ای از مهم‌ترین قالب‌های فونت دیجیتال را گرد آورده و قالب‌هایی را برگزیده که در طراحی حروف امروزی به کار می‌آید یا به می‌گشاید.

۲۴. در سال ۱۹۸۴ که رایانه مکینتاش را از شرکت اپل روانه بازار کردند، مفاهیم و فناوری‌های رایانه‌ای به فرهنگ عامه راه یافت و عصر نوینی در حروف‌نگاری آغاز شد. یکی از این مفاهیم و فناوری‌ها، حرکت به سوی «دریافت عین مشاهده» (WYSIWYG) که مخفی برای عبارت "what you see is what you get" یعنی آنچه می‌بینید، همان است که دریافت می‌کنید) بود که از دهه ۱۹۷۰ در مرکز پژوهشی زیراکس شکل گرفت و سرانجام در سال ۱۹۸۱ به صورت یک نرم‌افزار واسط گرافیکی (Graphic User Interface (GUI) کاربر به نام «زیراکس استار» Xerox Star ارائه شد. در این سیستم، تصاویر به صورت بیت‌مپ دیجیتال شده بود و کیفیت صفحه نمایش ۷۲ پیکسل در اینچ بود که بر فن آوری چاپی تأثیر می‌گذاشت؛ یعنی کیفیت خروجی چاپگرهای سوزنی نیز بر اساس دقت تصویر بیت‌مپ در صفحه نمایش تنظیم می‌شد (Bigelow, 1983, 118).

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| 25. Susan Kare. | 26. Pulldown Menus. |
| 27. Dialog Boxes. | 28. Run Length. |
| 29. Thumbnaï 1. | 30. Circles. |
| 31. Bitstream. | 32. Bézier Functions. |

۳۳. «زبان توصیفی» یا (PostScript) را چاک گسچه (Chuck Geschke) و جان وارنوک (John Warnock) پس از کار مداوم در شرکت زیراکس در اوایل دهه ۱۹۸۰ ارائه کردند (Walden, 2016, 15).

- | | |
|--------------------|------------------|
| 34. Spline. | 35. Apple. |
| 36. Microsoft. | 37. Mike Parker. |
| 38. Mathew Carter. | 39. rueType. |
| 40. Type 1. | |

۴۱. منحنی‌ها و سطوحی را که امروزه به آن منحنی‌های بزیه می‌گویند، پی. د کاستلجو (P. de Casteljaou) و پی. بزیه (P. Bézier) به‌طور مستقل به وجود آوردند. نظریه محاسباتی پایه آن را نخست آر. فورست (R. Forest) با مفهوم چندجمله‌ای‌های برنستاین (Bernstein Polynomials) شناسانده بود. ایده اصلی این بود که منحنی‌ها و سطوح را با تعداد (اندکی) از نقاط تنظیم‌گر بتوان دستکاری کرد و سنجید (Hagen et al, 1997, 3).

۴۲. یکی دیگری از قالب‌های نوآورانه را آدامز (Adams, 1986) در پایان‌نامه‌ای با عنوان «گفتگوی فرم‌ها: حروف و طراحی فونت دیجیتال» در دانشگاه ماساچوست ارائه داد. او به مطالعه ابزار و فرآیند طراحی حروف پرداخت تا فرم حروف را به‌طور خودکار از زیرمجموعه‌ای از حروف (حروف تنظیمی) بیرون کشد. او حروف تنظیمی را چنین تعریف می‌کند: نماینده حروف و شکل‌دهنده سایر حروف است که عناصر ساختاری اولیه، ویژگی‌های طراحی و تناسب مرتبط را داشته باشد. برای نمونه حروف کوچک o, h, v, و p را پیش می‌نهد.

۱. یکی از پایان‌نامه‌هایی که استاپلز (Staples, 2000, 22) از آن استفاده کرده، پایان‌نامه کارشناسی ارشد ریچارد روبینشتاین با عنوان «حروف‌نگاری دیجیتال: مقدمه‌ای بر حروف و ترکیب‌بندی برای طراحی سیستم رایانه» است که کتاب آن در سال ۱۹۸۸ (در همان سال ارائه) از انتشارات ادیسون وزلی چاپ شد. ر. ک. به:

Rubinstein, Richard (1988), *Digital Typography: An Introduction to Type and Composition for Computer*, Boston: Addison-Wesley.

۲. نویسنده و موزه‌دار علاقه‌مند به حوزه طراحی گرافیک.

۳. پیتر کارو (متولد ۱۹۴۰)، برنامه‌نویس و مخترع قالب آیکاروس Ikarus است. گفتنی است در این قالب طراحی دقیق خطوط کناره‌نمای حروف که بر روی آن نقطه‌های اسپیلاین منحنی مشخص شده، بر روی گرید الکترونیکی قرار می‌گیرد و جای نقطه‌ها با نشانگر موس در حافظه رایانه ذخیره می‌شود. برنامه آیکاروس نقطه‌های خطوط را محاسبه می‌کند.

با استفاده از این برنامه به‌طور خودکار می‌توان طرح‌های گوناگونی را از یک طراحی حروف به دست آورد؛ برای نمونه با تغییر اندازه حروف از روی تصویر ثابت اسکن‌شده، تغییر ضخامت حروف به نازک، معمولی و بولد و ترکیب دو حرف مشابه از دو فونت گوناگون می‌توان نمونه‌های فراوانی را از یک طرح استخراج کرد (Bigelow, 1983, 118).

۴. چارلز بیگلو (متولد ۱۹۴۵)، تاریخ‌نگار و طراح حروف، از سال ۱۹۸۲ گزارش‌هایی درباره هنر و فناوری طراحی حروف دیجیتال در مجموعه گزارش‌های سببولد Seybold report نوشته است. باید گفت این مجموعه که برای مستندسازی تغییر و تحولات فناوری و طراحی حروف در آمریکا تهیه می‌شد، کم‌کم با افزایش پیشرفت‌ها و دستاوردها در این حوزه، ابعاد بین‌المللی پیدا کرد (King, 1999, 59-56).

۵. استاد علوم کامپیوتر در دانشگاه نیویورک.

۶. کینگ در رساله دکتری‌اش می‌گوید که دستگاه‌های حروف‌چین‌وفن آوری‌های طراحی حروف نقطه آغازی بوده که روش‌های طراحی حروف دیجیتال شکل گیرد و گسترش یابد (King, 1999, 54). دیوید والدن، پژوهشگر فناوری رایانه‌ای، حروف دیجیتال را برآمده از چند زمینه می‌داند: الف) قالب‌ها و نمادها و نشانه‌های کدنویسی، ب) ابزاری که به وسیله آن طراحی حروف را به دیجیتال تبدیل می‌کنند و حروف جدیدی می‌آفرینند، ج) محاسباتی که برای طراحی گلیف‌ها به کار می‌رود (اگر جدای از قالب‌ها باشد)، د) مواردی که حروف دیجیتال برای خوانایی، نمایش، چاپ و محدودیت در کیفیت طراحی می‌شود، ه) چگونگی تغییرات طراحی فونت متناسب با تغییرات فناوری و (و) برداشت غیرقانونی فونت‌ها، فروش و تجارت فونت‌ها، حفاظت از فونت‌ها و سرقت آن‌ها (Walden, 2016, 24-25).

7. Numeral Control (NC).

۸. Video Display Terminals (VDTs)، گفتنی است در این دستگاه‌ها از سیگنال کنترلی استفاده می‌شود تا پرتوی لامپ اشعه کاتودی (CRT) هدایت شود.

9. Alphanumeric.

۱۰. نسل الف تا ه نمایشگرهای رایانه‌ای به ترتیب با روش‌های در پی آمده اطلاعات را باز می‌نمود: الف) روش اسکن تصویر Raster Scan VDT، ب) روش خاکستری‌نما Gray Representation، ج) روش نمایش مستقیم Direct VDT، د) روش گرافیکی تصویر Raster Graphics، و ه) روش گرافیک خاکستری Graphics with gray tones (Karow, 1994, 23-29).

۱۱. تمام تصاویر این مقاله را نگارنده به استناد به منابع متنی یا تصویری طراحی کرد. چنانکه در آغاز حرف «ط» از قلم ترفیک را متناسب با حرف «b» در تصاویر کارو (King, 1994, 1) برگزید. سپس تصویر ۱ را با استناد بر توصیفات او، تصویر ۲ را بر اساس تصویر ۷۱ از کتاب او، تصاویر ۳ و ۴ را براساس تصاویر صفحات ۱۱۷

Hagen, Hans, Siegfried Heinz, and Alexa Nawotki. (1997), "Variational Design with Boundary Conditions and Parameter Optimized Surface Fitting": *Focus on Computer Graphics: Tutorials and Perspectives in Computer Graphics*. Wolfgang Strasser, Reinhard Klein, and René Rau (Eds.), Springer, Berlin/Heidelberg, Germany, Pp. 3-13.

Karow, Peter. (1994-1), *Digital Typefaces: description and formats*. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, Germany, 2nd ed.

Karow, Peter. (1994-2), *Font Technology: Methods and tools*. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, Germany.

King, Emily. (1999), *New Faces: type design in the first decade of device-independent digital typesetting*. (1987-1997), *PhD Thesis*. Kingston University, Retrieved 17 May, 2019, from < <https://www.typotheque.com/articles>>

Manovich, Lev. (2002), *The Language of New Media*, The MIT press, MA, U.S.A.

Nishri, Alex. (1988), *Laser Printers: How Do They Work?*, *Computer News*, No. 245, Pp. 1-3, Retrieved 17 May, 2019, from <<https://archive.org/details/computernewsmarc245mart/page/n1>>

Plass, Michael & Maureen Stone. (1983), *Curve-Fitting with Piecewise Parametric Cubics*, *Computer Graphics*. V. 17, No. 3, Pp. 229-239.

Reas, Casey & Ben Fry. (2007). *Processing: A Programming Handbook for Visual Designers and Artists*. The MIT Press, MA, U.S.A.

Staples, Loretta. (2000), *Typography and the Screen: A technical Chronology of Digital Typography, 1984-1997*, *Design Issues*. Vol. 16, No. 3, Pp. 19-34.

Walden, David. (2016), *an Informal Look into the History of Digital Typography*, Retrieved 17 May 2019 from <<https://tug.org/tug2016/walden-digital.pdf>>

Warnock, Jhon. E. (1980), *the Display of Characters Using Gray Level Sample Arrays*, Xerox Cooperation, Palo Alto, CA, U.S.A.

43. Metafont.

44. Donald Knuth.

45. Philippe Coueignoux.

46. Character Simulated Design (CSD).

۴۷. شایان توجه اینکه همواره رشد و دگرگونی طراحی حروف دیجیتال با جابه‌جایی فرصت‌ها و چالش‌های فناوری‌ها و نوآورانه همراه بوده است. گاهی حتی پس از گذشت سال‌ها این جایگزینی صورت گرفته است. برای نمونه کیفیت پایین در چاپگرهای سوزنی مسأله‌ای بود که برای رویارویی با آن چاپگرهای لیزری را با فناوری پست‌اسکرپت روی کار آوردند. حال اینکه با رشد دیدگاه‌های طراحی گرافیک پایدار (طراحی گرافیک متناسب با اهداف توسعه پایدار) به‌صرفه بودن چاپگرهای سوزنی در فرآیند تولید از نظر استفاده از کم‌ترین هزینه اهمیت پیدا کرد.

فهرست منابع

اثنی‌عشری، عبدالرضا و شهره امینی (۱۳۹۶)، مطالعه ارگونومی حروف فارسی در فضای مجازی، *اولین کنفرانس ملی پژوهش‌های نوین ایران و جهان در مدیریت، اقتصاد و حسابداری و علوم انسانی*، دانشگاه علمی کاربردی شوشتر، شیراز.

افضل طوسی، عفت‌السادات و صالح انصاریان (۱۳۹۵)، ارتباط شخصیت‌سازی در طراحی حروف و ویژگی‌های نوشتاری و زیبایی‌شناسانه، *مبانی نظری هنرهای تجسمی*، شماره ۲، صص ۷۱-۸۲.

صالحی، سودابه، احمد صالحی کاخکی و محمد درویشی (۱۳۹۷)، چالش‌های کمبود قلم‌های فارسی مناسب در ایران، *مطالعات فرهنگ-ارتباطات*، دوره ۱۹، شماره ۴۲، صص ۱۶۵-۱۸۹.

محمدی، عاطفه و صداقت جباری (۱۳۹۷)، مطالعه تطبیقی فونت تاهوما و اصول ساختاری خوشنویسی فارسی، *هنرهای زیبا-هنرهای تجسمی*، دوره ۲۳، شماره ۳، صص ۶۵-۷۴.

Adams, Debra A. (1986), *A Dialogue of forms: Letters and Digital Font Design, Supervised by Muriel Cooper*, Ms. Thesis in Visual Studies, Massachusetts Institute of Technology, MA, U.S.A.

Bawden, David. (1985), *Computer output devices: a tutorial review*, *Journal of Information Science*, No. 11, Pp. 1-8.

Bigelow, Charles and Donald Day. (1983), *Digital Typography*, *Scientific American* (August), Pp.106-119.

Govil-Pai, Shalini. (2004), *Principles of Computer Graphics (Theory and Practice using OpenGL and Maya)*, Springer, Sunnyvale, CA, U.S.A.

Deutschen Demokratischen Republik. Berlin: Ostsee-Druck Rostock.

Simpson, Marianna Shreve. (1980). *Arab and Persian Painting in the Fogg Art Museum*. Cambridge: Fogg Art Museum.

Sims, Eleanor. (1996). "A Timurid Manuscript of Nizami's *Khamseh* from the Library of the Timurid Sultan Shah Rukh, Persia, Circa, 1420-1425." *Bonhams, Oriental and European Rugs and Carpets and Islamic Works of Art*, October 15-16, 1996, Lot 491: 58-68.

Sorimachi, Hirofumi (ed.) (1975). *Miniatures of Europe, Persia and India*. Tokyo: Kobunso.

Sotheby & Co. (1965). *Catalogue of Fine Western & Oriental Manuscripts and Miniatures*. London: Sotheby & Co., Monday, 5th July, 1965.

Soucek, Priscilla P., and Filiz Çağman. (1995). "A Royal Manuscript and Its Transformation: The Life of a Book." In *The Book in the Islamic World: The Written Word and Communication in the Middle East*. Edited by George N. Atiyeh, 179-208. Albany: State University of New York.

Soudavar, Abolala. (1992). *Art of the Persian Courts: Selections from the Art and History Trust Collection*. New York: Rizzoli.

Stierlin, Henri. (2009). *Islamic Art and Architecture*. London: Thames & Hudson.

Tabbagh, Emile. (1936). *The Emile Tabbagh Collection: Early Mediterranean and Near Eastern Art*. New York: American Art Association, January 3 and 4, 1936.

Studies, 48, no. 6: 871-903.

Ghiasian, Mohamad Reza. (2018a). *Lives of the Prophets: The Illustrations to Hafiz-i Abru's "Assembly of Chronicles"*. Leiden: Brill.

Ghiasian, Mohamad Reza. (2018b). "The Topkapı Manuscript of the *Jami' al-Tawarikh* (Hazine 1654) from Rashidiya to the Ottoman Court: A Preliminary Analysis," *Iranian Studies*, 51, no. 3: 399-425.

Hillenbrand, Robert. (1977). *Imperial Images in Persian Painting*. Edinburgh: The Scottish Arts Council.

Holter, Kurt (1937). "Die islamischen Miniaturhandschriften vor 1350." *Zentralblatt für Bibliothekswesen* 54: 1-34.

Khalili, Nasser D. (2005). *The Timeline History of Islamic Art and Architecture*. London: Worth.

Macy, V. Everit. (1938, January 6-8). The V. Everit Macy Collection. New York: Anderson Galleries.

Martinovitch, Nicholas N. (1935). "Die verlorene Handschrift von Rašīd ad-Dīn." *Artibus Asiae*, 5, no. 2/4: 213-221.

Pope, A. U., and P. Ackerman. (1939). *A Survey of Persian Art from Prehistoric Times to the Present*. London: Oxford University Press.

Riefstahl, Rudolf M. (1934). *An Exhibition of Persian and Indian Miniature Paintings from the Collections of Demotte, Inc*. New York: Gotchnag.

Robinson, B. W., Ernst J. Grube, G. M. Meredith-Owens and R. W. Skelton. (1976). *Islamic Painting and the Arts of the Book*. London: Faber and Faber.

Rührdanz, Karin. (1984). *Orientalische Illustrierte Handschriften aus Museen und Bibliotheken der*

Digital Typography in the Late 20th Century: Opportunities and Challenges

Farnaz Masoumzadeh Jouzdani*

Assistant Professor of Graphic Design, Faculty of Visual Art, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran.
(Received 21 Apr 2019, Accepted 18 May 2019)

There is no doubt that technology plays a key part of almost every improvement in different sciences nowadays. As a case in point, digital typography is considered as one of this advancement achieved constantly through solving the technology limits, reinforcing its possibilities, and sometime innovating in it. However, there was less concern for these opportunities and challenges, and Very few researches have been done in digital typography chronology, documentation and even in translated Persian resources. Considering all of above-mentioned aspects, the author aimed to understand and access to the opportunities and challenges of the late 20th digital typography in its early appearance. To this end, this paper gathered data from library sources in order to employ descriptive-analytical method for scrutinizing the history of type design in that period. Thus, it addressed two following questions: first, what opportunities and challenges did early digital devices present to digital typography? The second is what potentials and limitations diverse digital formats have for type design? Regarding to the publication and display of digital typography in monitors and printers, the first hypothesis is that the impact of early display devices and printers' developments—processing due to the improvement of some pivotal limitations and sometimes as a result of reinforcing potentials and innovating in these devices—put forward some pivotal opportunities and challenges to digital typography. Furthermore, digital formats—nearly ten of which are divided into two groups named raster and vector—varied to make digital devices appropriate for utilizing type design potentials, and sometimes mitigate inferiorities of devices. Consequently, the second hypothesis is that the variety of raster and vector formats formed to adapt type design potentials with digital device inferiorities—resulted in bringing constantly some substantial opportunities and limitations to digital typography. In order to realize these hypotheses, this paper started with the statement of the problem, and then in the second part, it opened the discussion on research literature by reference to four main available sources. In

the third part titled “opportunities and challenges of digital technology in the 20th type design” it attempted to answer to the paper's two research questions in two separate subtitles named “possibilities and limitations of type design in digital devices” and “possibilities and limitations of type design in digital formats”. Moreover, based on the hypotheses, each subtitle was organized into two specific parts so as to analyze the role of digital devices and digital formats in type design. Ultimately, in the part titled “Results and suggestions”, presenting two lists of challenges and opportunities (one for digital devices and another for digital formats), it reached a conclusion that digital devices have always had some significant possibilities and limitations for type design containing compatibility with display and printing features, scalability to small and large sizes, the quality of representation and image resolution. In addition, the use of the 20th digital formats have continuously generated fundamental possibilities and limitations for type design consisting of putting letters into geometric precise grids, economizing storage space, and inspiring from calligraphy traditions.

Keywords

Digital Typography, Digital Display Devices, Digital Font Formats, Display typeface, Printing Letter.

*Tel: (+98-936) 2556310, Fax: (+98-31) 36286451, E-mail: farnaz.masoumzadeh@gmail.com