

ارائه ویژگیهای دیداری جدید در تصویر دست‌نوشته فارسی برای تشخیص روحیات افراد

یاسر نوروززاده، حسین نظام‌آبادی‌پور

چکیده

در این مقاله، ویژگیهای دیداری جدیدی برای تشخیص روحیات افراد بر اساس دست‌نوشته فارسی پیشنهاد شده است. هدف این پژوهش این است که مشخصاتی که گرافولوژیست‌ها در مورد مشخصات دست‌نوشته بیان می‌کنند را بتوان با کمک کامپیوتر براساس تصویر دست‌نوشته به طور خودکار استخراج کرد. بنابراین باید این مشخصات به صورت ویژگیهای دیداری قابل استخراج از تصویر بیان شوند. برای این منظور ابتدا تصاویر دست‌نوشته‌ها پیش پردازش می‌شوند و ویژگیهایی مانند عرض قلم، فاصله خطوط، ارتفاع حروف و ... استخراج می‌شوند. در مرحله بعد ویژگیهایی از قبیل فواصل بین کلمات، اندازه حروف، میزان کجی حروف و ارتفاع حروف عمودی محاسبه شده‌اند. این ویژگیها برای تشخیص نوع دست‌نوشته از لحاظ نظم و عدم تساوی حروف به کار می‌روند. ویژگیهای ارائه شده روی دست‌نوشته‌های دسته‌بندی شده توسط گرافولوژیست آزموده شده است. نتایج، مناسب بودن ویژگیهای پیشنهاد شده را تأیید می‌کند.

کلید واژه‌ها

گرافولوژی، استخراج ویژگی، پردازش تصویر، دست‌نوشته فارسی

روانی و تشخیص هویت می‌توان از گرافولوژی استفاده کرد [۳] تا [۱۱].

اخیراً، گرافولوژی دست‌نوشته‌های انگلیسی به کمک کامپیوتر و روشهای بینایی ماشین انجام شده است [۷]. در این روشها، دست‌نوشته‌ها بر اساس ویژگیهایی از قبیل سرعت، نظم، خط سیر و غیره دسته‌بندی می‌شوند. از آنجا که گرافولوژی بر مبنای ویژگیهای دست‌نوشته است، زبان دست‌نوشته در استخراج ویژگیها مؤثر است. بنابراین، برای هر زبان از جمله زبان فارسی استخراج ویژگیهای مناسب دیداری برای گرافولوژی با استفاده از کامپیوتر امری ضروری است. در زمینه گرافولوژی دست‌نوشته فارسی کارهای اندکی انجام شده است [۱۳]، [۱۴] و [۱۶].

در [۱۳] تعدادی ویژگی دیداری شامل میزان انبساط کلمات (کشیدگی از همه طرف)، درشت نویسی کلمات، زاویه‌ی کشیدگی حروف به بالا و پایین، فشردگی متن (فاصله خطوط، فاصله کلمات)، کجی متن، نسبت کشیدگی بالا به پایین و شکل حاشیه مطرح شده‌اند. همچنین در مرحله پیش‌پردازش، حذف نویز [۱۳] و کاهش درجه تفکیک [۱۴] پیشنهاد شده‌اند.

۱ مقدمه

امروزه با گسترش کاربردهای پردازش تصویر در زمینه‌هایی چون فشرده سازی [۱]، تحلیل حالات صورت [۲] و غیره سعی می‌شود بسیاری از مسائل به کمک کامپیوتر حل شوند. یکی از این کاربردها تحلیل تصویر دست‌نوشته افراد است. گرافولوژی، علم یا فنی است که با مطالعه خط یک فرد، شخصیت و خلق و خوی یا چگونگی روان او را می‌توان تشخیص داد. آگاهی از این علم می‌تواند موارد استفاده زیادی در جامعه داشته باشد؛ برای مثال برای تشخیص خصوصیات افراد متقاضی استخدام، برای نظارت بر افکار و گرایش‌های درونی دانش‌آموزان، تشخیص اختلالات

این مقاله در مردادماه ۱۳۹۱ دریافت، در خردادماه ۱۳۹۲ بازنگری و در تیرماه ۱۳۹۲ پذیرفته شد.

یاسر نوروززاده، دانشگاه شهید باهنر کرمان، بخش مهندسی کامپیوتر.

ynr@uk.ac.ir

حسین نظام‌آبادی‌پور، دانشگاه شهید باهنر کرمان، بخش مهندسی برق.

nezam@uk.ac.ir

ایجاد کنند، حذف می‌شوند. برای این منظور، نواحی با مساحت کمتر از ۱۵۰ برابر مربع عرض قلم حذف می‌شوند. سپس از عنصر ساختاری مستطیل با ابعاد ۵ و ۷ برابر عرض قلم برای گسترش کلمات استفاده شده است تا هر کلمه به یک قطعه پیوسته یک‌تکه تبدیل شود. سپس با اعمال جریان‌سازی بر روی این قطعات، سعی شده تا با متصل کردن قطعات مرحله قبل به یکدیگر، ساختار کلی هر خط از دست‌نوشته ایجاد شود [۱۷]. شکل‌های ۱۸ و ۱۹ به ترتیب نتیجه عملیات گسترش و جریان‌سازی را بر روی دست‌نوشته شکل ۱۶ نشان می‌دهند.



شکل ۱۸ دست‌نوشته شکل ۱۶ پس از جریان‌سازی با استفاده از مستطیل



شکل ۱۹ دست‌نوشته شکل ۱۶ پس از جریان‌سازی با استفاده از خط

و) برچسب‌گذاری

پس از جریان‌سازی هر خط از دست‌نوشته به صورت یک قطعه پیوسته خواهد بود. با برچسب‌گذاری، خطها را از یکدیگر متمایز می‌کنیم [۱۷]. شکل ۲۰ نتیجه برچسب‌گذاری را بر روی دست‌نوشته شکل ۱۶ نشان می‌دهد.



شکل ۲۰ دست‌نوشته شکل ۱۶ پس از برچسب‌گذاری

ز) به دست آوردن منحنی زمینه

قطعات برچسب‌گذاری شده در مرحله قبل، هموار می‌شوند تا قطعه تبدیل به یک منحنی با عرض یک پیکسل شود [۱۷]. برای این منظور، پارامتری به نام طول هموارسازی برای تعیین میزان هموار کردن، در نظر گرفته شده است که مقدار آن ۲۰ برابر عرض قلم در نظر گرفته شده است. برای هموار کردن هر قطعه به اندازه مقدار طول هموارسازی، نقطه میانه قطعه در هر ستون محاسبه

الف) باینری سازی

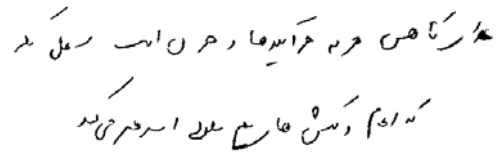
در این مرحله تصویر دست‌نوشته که دارای سطوح خاکستری است، به تصویر باینری تبدیل می‌شود [۱۵].

ب) محاسبه عرض قلم

برای محاسبه عرض قلم، تعداد نقاط سیاه قطعات پیوسته با جاروب تصویر به صورت سطری و ستونی، شمرده می‌شود. سپس، فراوان‌ترین اندازه در این قطعات محاسبه می‌شود. عدد با فراوانی بیشتر به عنوان عرض قلم در نظر گرفته می‌شود.

ج) رفع نویز

برای حذف نویز تصویر دودویی، ابتدا به اجزای پیوسته تصویر برچسب زده شده و مساحت هر بخش محاسبه می‌شود. سپس، اجزایی که مساحت مناطق سیاه آنها کمتر از ۱ و بیشتر از ۵۰ برابر مربع عرض قلم باشد، به عنوان نویز در نظر گرفته و حذف می‌شوند. بخش‌های با مساحت بیشتر از ۱۰۰ برابر مربع عرض قلم، بیانگر خط‌خوردگی‌ها در متن دست‌نوشته هستند. علاوه بر آن، بخش‌هایی که به چارچوب تصویر از بالا، پایین، راست و چپ متصل هستند، حذف می‌شوند. این کار برای حذف نویزهای ناشی از کثیفی کناره‌های کاغذ لازم است [۱۳]. شکل ۱۷ نتیجه این مرحله را بر روی دست‌نوشته شکل ۱۶ نشان می‌دهد.



شکل ۱۷ دست‌نوشته شکل ۱۶ پس از حذف نواحی کم مساحت

د) کاهش درجه تفکیک

برای استخراج بعضی از ویژگی‌ها لازم است درجه تفکیک تصویر به اندازه ۱۰ و ۲۰ برابر کاهش یابد. برای این منظور، ابتدا تصویر دست‌نوشته به مربع‌های 10×10 و 20×20 تقسیم می‌شود. سپس در هر مربع، تعداد نقاط سیاه محاسبه می‌شوند. اگر کمتر از نصف نقاط آن بلوک، سیاه بود، به جای آن بلوک، یک نقطه سفید و در غیر این صورت، یک نقطه سیاه جایگزین می‌شود [۱۳]. بنابراین، از تصویر ورودی، دو تصویر نیز با درجه تفکیک‌های پایین برای نیازهای بعدی تهیه می‌شود.

ه) گسترش مورفولوژی و جریان‌سازی

برای یافتن منحنی زمینه لازم است با جریان‌سازی، ساختار کلی دست‌نوشته مشخص شود. برای این منظور، سه مرحله در نظر گرفته شده است. ابتدا نواحی کم مساحت که معمولاً سرکشها و علامت مد و غیره هستند، و ممکن است در تمایز خطوط مشکل

¹Streaming

و ارتفاع آنها محاسبه شده است. شکل ۲۳ حروف عمودی به دست آمده براساس دست نوشته شکل ۱۶ را نشان می دهد.

شکل ۲۳ دست نوشته شکل ۱۶ پس از تشخیص حروف عمودی

شکل ۲۳ دست نوشته شکل ۱۶ پس از تشخیص حروف عمودی

ی) حذف حروف با ارتفاع زیاد با استفاده از منحنی زمینه

پس از به دست آوردن حروف عمودی، می توان با تفریق این تصویر از تصویر اصلی دست نوشته، حروف غیر عمودی دست نوشته را به دست آورد. شکل ۲۴ نتیجه به دست آمده براساس دست نوشته شکل ۱۶ را نشان می دهد.

شکل ۲۴ دست نوشته شکل ۱۶ پس از حذف کاراکترهای با ارتفاع زیاد

شکل ۲۴ دست نوشته شکل ۱۶ پس از حذف کاراکترهای با ارتفاع زیاد

با استفاده از منحنی زمینه

۳ ویژگیهای دیداری پیشنهادی

در [۱۲] انواع خطها از لحاظ نظم و عدم تساوی حروف دسته بندی شده اند. در این دسته بندی برای هر نوع دست نوشته مشخصات ظاهری آن ذکر شده است. جدول ۱ تقسیم بندی انواع خطها را از لحاظ نظم و عدم تساوی نشان می دهد. در ستون "مشخصات دست نوشته" این جدول، مشخصات نوع دست نوشته بر اساس نظر گرافولوژیست بیان شده اند. تاکنون ویژگی دیداری متناسب با دست نوشته فارسی برای ویژگیهای ارائه شده در جدول ۱ ارائه نشده است. ارائه ویژگیهای مناسب دیداری و چگونگی استخراج آنها به گونه ای که متناسب با بیان ویژگیهای گرافولوژی جدول ۱ باشند، کار اصلی این مقاله است که در ادامه به آن پرداخته می شود.

در ادامه این بخش، ویژگیهای استخراج شده برای هر یک از انواع دست نوشته های جدول ۱ بیان شده اند؛ سعی شده ویژگیها بیان کننده مشخصاتی از دست نوشته باشند که گرافولوژیست بیان کرده است. البته در اینجا دست نوشته های نوع ۴، ۵ و ۶ (موزون، همگن، اختلافات جزئی) به دلیل شباهت زیاد با هم در یک گروه قرار گرفته اند. نمونه تصاویر دست نوشته های مورد استفاده در شکل های ۱ تا ۱۶ آمده اند.

شده و جایگزین مقادیر آن ستون در قطعه می شود. در نتیجه قطعه تبدیل به یک منحنی با عرض یک پیکسل می شود. در انتها منحنی زمینه که مطابق با روند تغییرات در پستی و بلندیهای دست نوشته است و حاوی اطلاعات مفیدی می باشد، به دست می آید. بر اساس مقدار پارامتر هموارسازی، قطعه به دست آمده از جریان سازی که نشان دهنده یک خط از دست نوشته است، هموار می شود. زیاد بودن مقدار این پارامتر باعث از بین رفتن ناهمواریهای دست نوشته می شود و کم بودن مقدار آن باعث می شود منحنی زمینه بیش از حد به محتوای متن مانند سرکشها وابسته شود. شکل ۲۱ منحنی زمینه را برای دست نوشته شکل ۱۶ نشان می دهد.



شکل ۲۱ دست نوشته شکل ۱۶ پس از به دست آوردن منحنی زمینه و نمایش نحوه هموارسازی با طول ۲۰ برابر عرض قلم

ح) به دست آوردن فاصله بین منحنی های زمینه

برای به دست آوردن فاصله خطوط، از منحنی های زمینه که در مرحله قبل به دست آمده اند، استفاده شده است. برای این منظور، با میانگین گیری متوالی از منحنی زمینه، یک خط مستقیم متناظر با آن تولید و فاصله افقی بین دو خط محاسبه می شود [۱۷]. شکل ۲۲ این فاصله را برای دست نوشته شکل ۱۶ نشان می دهد.



شکل ۲۲ دست نوشته شکل ۱۶ پس از به دست آوردن فاصله بین منحنی های زمینه

ط) تشخیص حروف عمودی

تشخیص حروف عمودی پس از پیدا کردن منحنی زمینه و در طی دو مرحله انجام می شود. ابتدا هر خط، با توجه به منحنی زمینه به صورت افقی پیمایش می شود تا حروف کم ارتفاع مانند "ب"، "د"، "ر" و "و" حذف شوند. ابتدا با عنصر ساختاری مستطیل با ابعاد دو در یک برابر عرض قلم، تصویر ساییده شده است. سپس بر روی تصویر حاصل نواحی با مساحت کمتر از چهار برابر عرض قلم حذف شده اند و در مرحله آخر، با استفاده از عنصر مستطیلی چهار در سه عملیات انبساط بر روی تصویر انجام شده است تا بخشهای گسسته یک حرف به یکدیگر متصل شوند. سپس اجزاء متصل به هم تصویر به عنوان حروف عمودی در نظر گرفته شده اند

جدول ۱ دسته‌بندی انواع خطها از لحاظ نظم و عدم تساوی حروف [۱۲]

ردیف	نوع	شماره شکل	مشخصات دست‌نوشته
۱	خودبخودی	۱۵	حرکات مکانیکی، حروف با شکلهای ساده مانند حروف چاپی
۲	یکنواخت	۲	یک شکل و بدون تنوع
۳	منظم	۱۴ و ۱۳	تساوی شکلهای، ابعاد، حرکات دست و فواصل بین حروف و کلمات
۴	موزون	۱۶ و ۷، ۸	حروف در قالبهای منظم و با سرعت و فشار و انحراف منظم
۵	همگن	۵، ۸، ۹، ۱۳، ۱۶	به صورت متحدالشکل، عدم تغییر در جریان یک نامه یا بین نوشته‌ها
۶	اختلافات جزئی	۹	تفاوتهای جزئی در اندازه حروف، نظم در فواصل کلمات و کجی حروف
۷	نامساوی	۷، ۸	نامساوی بودن ارتفاع حروف
۸	خم شدن نامساوی حروف	۱۰، ۵، ۱۰، ۱۱	
۹	تفاوت فشار قلم	۳	تکیه ناگهانی که باعث ضخیم شدن خط می‌شود
۱۰	نامنظم	۶، ۱۲	نامساوی بودن نظم و فواصل
۱۱	تند و تیز	۱۱	تغییر ناگهانی جهت، شکل و ابعاد حروف
۱۲	ناهماهنگ	۴	فقدان کامل اندازه و هماهنگی

۳-۳ ویژگی پیشنهادی برای دست‌نوشته منظم

تساوی شکلهای، ابعاد، حرکات دست و فواصل بین حروف و کلمات از مشخصات یک دست‌نوشته منظم است [۱۲]. بنابراین انتظار می‌رود که اگر واریانس فاصله بین کلمات کم باشد، دست‌نوشته منظم باشد و بالعکس. به عبارت دیگر در دست‌نوشته منظم، میزان تغییرات فاصله بین کلمات کم است. شکل ۱۳ و ۱۴ دو نمونه دست‌نوشته از نوع منظم را نشان می‌دهد [۱۲]. جدول ۲ مقدار این ویژگی را برای نمونه‌های متفاوت دست‌نوشته‌ها نشان می‌دهد.

۳-۴ ویژگی پیشنهادی برای دست‌نوشته موزون، همگن و اختلافات جزئی

در دست‌نوشته موزون، حروف در قالبهای منظم و با سرعت و فشار و انحراف منظم ظاهر می‌شوند [۱۲]. در دست‌نوشته همگن کلمات به صورت متحدالشکل هستند و در جریان یک متن یا بین نوشته‌ها تغییراتی نداریم [۱۲]. همچنین، در دست‌نوشته با اختلافات جزئی، تفاوت‌های جزئی در اندازه حروف، نظم در فواصل کلمات و کجی حروف دیده می‌شود [۱۲]. با توجه به اینکه این سه نوع دست‌نوشته دارای شباهتهای زیادی هستند، در این مقاله به عنوان یک نوع دست‌نوشته در نظر گرفته شده‌اند. ویژگی مشترک این دست‌نوشته‌ها، کم بودن واریانس کجی حروف و کم بودن واریانس اندازه حروف است. شکلهای ۱، ۵ تا ۹، ۱۳ و ۱۶ از این نوع هستند [۱۲]. برای محاسبه کجی حروف از روش [۱۳] و برای محاسبه اندازه حروف از روش [۱۴] استفاده می‌شود. جدول ۲ مقدار این ویژگیها را برای نمونه‌های متفاوت دست‌نوشته‌ها نشان می‌دهد.

۳-۵ ویژگی پیشنهادی برای دست‌نوشته نامساوی

دست‌نوشته نامساوی از طریق نامساوی بودن ارتفاع حروف قابل تشخیص است [۱۳]. برای اندازه‌گیری ارتفاع حروف، ابتدا حروف غیر عمودی از دست‌نوشته حذف شده‌اند. برای این منظور همانگونه که در بخش ۲ قسمت ح گفته شد، عمل می‌شود. سپس واریانس حروف عمودی مانند "ا" محاسبه شده است. زیاد بودن مقدار واریانس ارتفاع حروف، نشان‌دهنده این است که دست‌نوشته از نوع نامساوی است. شکل ۷ و ۸ دو نمونه دست‌نوشته نامساوی نشان داده شده است [۱۲]. جدول ۲ مقدار این ویژگی را برای نمونه‌های متفاوت دست‌نوشته‌ها نشان می‌دهد.

۳-۶ ویژگی پیشنهادی برای دست‌نوشته با خم شدن نامساوی حروف

در این نوع دست‌نوشته به دلیل نامساوی بودن میزان خمیدگی حروف [۱۲] واریانس زوایا زیاد خواهد بود. بنابراین، زیاد بودن مقدار واریانس زوایای حروف می‌تواند بیانگر این نوع دست‌نوشته باشد. شکلهای ۱۰، ۱۱ و ۱۵ سه نمونه دست‌نوشته از این نوع را نشان می‌دهند [۱۲]. جدول ۲ مقدار این ویژگی را برای نمونه‌های متفاوت دست‌نوشته‌ها نشان می‌دهد.

۳-۱ ویژگی پیشنهادی برای دست‌نوشته خودبخودی

در دست‌نوشته خودبخودی حرکات به صورت مکانیکی است و حروف مانند حروف چاپی دارای شکلهای ساده هستند [۱۲]. از آنجا که در حروف چاپی، همه حروف روی یک خط زمینه نوشته می‌شوند و حروف عمودی کاملاً عمودی هستند، به همین دلیل تعداد زوایای نزدیک به صفر (تا حداکثر پنج درجه اختلاف) و نود درجه (تا حداکثر پنج درجه اختلاف) نسبت به کل زوایا به عنوان ویژگی این نوع دست‌نوشته در نظر گرفته شده است. بنابراین، هرچه این پارامتر مقدار بیشتری داشته باشد، میزان خودبخودی بودن دست‌نوشته بیشتر است. برای به دست آوردن زاویه کشیدگی حروف به بالا و پایین از روش ارائه شده در [۱۴] استفاده شده است. شکل ۱۵ یک نمونه دست‌نوشته از نوع خودبخودی را نشان می‌دهد [۱۲]. جدول ۲ مقدار این ویژگی را برای نمونه‌های متفاوت دست‌نوشته‌ها نشان می‌دهد.

۳-۲ ویژگی پیشنهادی برای دست‌نوشته یکنواخت

با توجه به اینکه دست‌نوشته یکنواخت، یک شکل و بدون تنوع است [۱۲]، کمبود واریانس منحنی زمینه به عنوان ویژگی این نوع دست‌نوشته در نظر گرفته شده است. زیرا منحنی زمینه بسته به تنوع شکل حروف می‌تواند دارای تغییرات زیاد یا کم باشد. برای به دست آوردن منحنی زمینه از روش ارائه شده در [۱۶] استفاده شده است. شکل ۲ یک نمونه دست‌نوشته از نوع یکنواخت را نشان می‌دهد [۱۲]. جدول ۲ مقدار این ویژگی را برای نمونه‌های متفاوت دست‌نوشته‌ها نشان می‌دهد.

جدول ۲ مقادیر ویژگیهای استخراج شده برای انواع دست نوشته‌های مرحله یادگیری

شماره شکل	ویژگیها										
	۱-۳	۲-۳	۳-۳	۴-۳	۵-۳	۶-۳	۷-۳	۸-۳	۹-۳	۱۰-۳	
۱	۰,۴۳۵	۰,۰۴۲	۰,۷۱۶	۰,۳۳۵	۰,۶۱۸	۰,۰۸۰	۰,۲۷۲	۰,۰۲۱	۰,۲۲۴	۰,۰۲۶	۰,۰۱۶
۲	۰,۵۴۷	۰,۴۲۵	۰,۶۰۹	۰,۱۸۱	۰,۲۹۰	۰,۰۱۸	۰,۴۶۰	۰,۰۳۴	۰,۱۵۶	۰,۰۹۵	۰,۰۰۲
۳	۱,۰۰۰	۰,۰۰۰	۱,۰۰۱	۱,۰۰۰	۰,۰۸۴	۱,۰۰۰	۰,۰۰۰	۰,۳۳۱	۰,۰۰۰	۰,۳۱۹	۰,۰۰۰
۵	۰,۱۰۳	۰,۳۲۸	۱,۰۰۰	۰,۱۳۸	۱,۰۰۰	۰,۰۸۵	۰,۵۴۲	۰,۰۰۰	۰,۶۵۸	۰,۰۰۰	۰,۰۷۲
۶	۰,۰۰۰	۰,۰۹۳	۰,۲۷۵	۰,۰۹۷	۰,۳۹۴	۰,۰۱۴	۰,۶۳۸	۰,۱۲۷	۱,۰۰۰	۰,۰۶۲	۰,۲۰۳
۷	۰,۲۸۴	۰,۱۶۸	۰,۲۳۸	۰,۱۶۸	۰,۲۲۶	۰,۰۲۹	۰,۴۸۳	۰,۱۵۱	۰,۳۵۹	۰,۱۲۸	۰,۰۴۰
۸	۰,۱۰۲	۰,۱۶۷	۰,۲۹۳	۰,۶۱۷	۰,۳۳۱	۰,۰۳۸	۰,۱۰۵	۰,۱۱۸	۰,۶۶۲	۰,۰۷۹	۰,۱۹۳
۹	۰,۱۸۳	۰,۲۴۸	۰,۲۲۳	۰,۲۰۷	۰,۲۴۲	۰,۱۱۱	۰,۴۲۰	۰,۱۶۱	۰,۴۹۸	۰,۱۱۸	۰,۱۰۷
۱۰	۰,۲۸۱	۱,۰۰۰	۰,۳۸۱	۰,۱۰۸	۰,۳۹۵	۰,۰۳۷	۰,۶۱۰	۰,۰۸۲	۰,۳۶۲	۰,۰۶۱	۰,۰۶۵
۱۱	۰,۰۳۵	۰,۰۰۷	۰,۰۰۰	۰,۱۱۰	۰,۰۰۰	۰,۰۷۶	۰,۶۰۳	۱,۰۰۰	۰,۸۶۰	۱,۰۰۰	۰,۰۳۴
۱۲	۰,۰۸۳	۰,۱۹۷	۰,۱۲۸	۰,۰۴۷	۰,۱۴۵	۰,۰۲۳	۰,۷۹۴	۰,۲۷۴	۰,۷۱۱	۰,۲۰۱	۰,۱۷۲
۱۳	۰,۱۱۹	۰,۳۲۰	۰,۳۴۰	۰,۰۰۰	۰,۳۷۲	۰,۱۰۲	۱,۰۰۰	۰,۰۹۷	۰,۶۲۲	۰,۰۶۷	۰,۳۳۱
۱۴	۰,۳۹۸	۰,۱۹۰	۰,۲۴۴	۰,۰۲۴	۰,۳۱۰	۰,۰۲۸	۰,۸۸۳	۰,۱۴۶	۰,۲۵۱	۰,۰۸۷	۰,۲۶۱
۱۵	۰,۱۹۱	۰,۰۹۳	۰,۱۷۲	۰,۱۵۵	۰,۳۰۵	۰,۰۰۰	۰,۵۰۷	۰,۲۱۰	۰,۴۸۴	۰,۰۸۹	۱,۰۰۰
۱۶	۰,۰۴۹	۰,۳۶۲	۰,۱۵۵	۰,۱۲۰	۰,۱۵۱	۰,۰۳۳	۰,۵۸۱	۰,۲۳۱	۰,۸۱۳	۰,۱۹۴	۰,۰۷۵
آستانه پیشنهادی	۰,۲۵۴	۰,۲۴۳	۰,۳۲۵	۰,۲۲۰	۰,۳۲۴	۰,۱۱۲	۰,۵۲۶	۰,۱۹۹	۰,۵۱۱	۰,۱۶۸	۰,۱۷۲

با توجه به مقادیر صفر در افکنش افقی، هر نوار ستونی به تعدادی بخش سطری تقسیم می‌شود. بخشهای با ارتفاع کمتر از ۵ برابر عرض قلم، حذف می‌شوند. در بخشهای باقیمانده، هر بخش به دو قسمت بالایی و پایینی تقسیم می‌شود. زاویه اتصال مرکز ثقل تکه پایینی به بالایی، بیانگر زاویه کشیدگی عمودی این قسمت است [۱۴]. برای محاسبه این ویژگی زوایای صفر و نود درجه در نظر گرفته نشده‌اند. زیرا این نوع زوایاها در حروفی مانند "ب" برای زاویه صفر و "آ" برای زاویه نود درجه مشاهده می‌شوند و در نظر گرفتن آنها باعث وابستگی ویژگی پیشنهادی به محتوای متن می‌شود. شکل ۱۱ یک نمونه دست نوشته از نوع تند و تیز را نشان می‌دهد [۱۲]. جدول ۲ مقدار این ویژگی را برای نمونه‌های متفاوت دست نوشته‌ها نشان می‌دهد.

۳-۱۰ ویژگی پیشنهادی برای دست نوشته ناهماهنگ

شاخصه یک دست نوشته ناهماهنگ، تغییرات زیاد در اندازه و هماهنگی کلمات است [۱۲]. بنابراین، برای تشخیص این نوع دست نوشته باید واریانس اندازه کلمات را محاسبه نمود. هرچه این مقدار بیشتر باشد، ناهماهنگی دست نوشته بیشتر است. بنابراین با استفاده از روش پیشنهاد شده در [۱۴] می‌توان اندازه کلمات را محاسبه نمود و واریانس آنها به دست آورد. شکل ۴ یک نمونه دست نوشته از نوع ناهماهنگ را نشان می‌دهد [۱۲]. با توجه به روش ارائه شده جهت تشخیص منحنی زمینه، امکان جداسازی خط زمینه در نمونه مورد نظر وجود نداشت. در نتیجه ویژگی مورد نظر برای آن محاسبه نشد. جدول ۲ مقدار این ویژگی را برای نمونه‌های متفاوت دست نوشته‌ها نشان می‌دهد.

۳-۷ ویژگی پیشنهادی برای دست نوشته با تفاوت فشار قلم

تغییرات در فشار قلم باعث تغییرات در ضخامت دست نوشته می‌شود [۱۲]. بنابراین، اگر واریانس عرض قلم از مقدار معینی بیشتر شود نشان می‌دهد که دست نوشته از این نوع است. نحوه محاسبه عرض قلم در بخش ۲ توضیح داده شده است. شکل ۳ یک نمونه دست نوشته با تفاوت فشار را نشان می‌دهد [۱۲]. جدول ۲ مقدار این ویژگی را برای نمونه‌های متفاوت دست نوشته‌ها نشان می‌دهد.

۳-۸ ویژگی پیشنهادی برای دست نوشته نامنظم

در یک دست نوشته نامنظم، فواصل نامساوی بین کلمات و بی‌نظم هستند [۱۲]. پس، زیاد بودن واریانس فاصله کلمات می‌تواند نشان دهد که دست نوشته از نوع نامنظم است. شکل ۶ و ۱۲ یک نمونه دست نوشته از نوع نامنظم را نشان می‌دهد [۱۲]. جدول ۲ مقدار این ویژگی را برای نمونه‌های متفاوت دست نوشته‌ها نشان می‌دهد.

۳-۹ ویژگی پیشنهادی برای دست نوشته تند و تیز

در این نوع دست نوشته، تغییرناگهانی در جهت، شکل و ابعاد حروف دیده می‌شود [۱۲]. بنابراین اگر نسبت زوایای تند به مابقی زوایاها زیاد باشد، دست نوشته از نوع تند و تیز است. برای این منظور در هر خط، پاره‌خطهای افقی با طول بزرگتر از ۱/۵ برابر عرض قلم حذف می‌شوند. سپس، صفحه به ۴۰ نوار ستونی مساوی تقسیم می‌شود. سپس برای هر نوار، افکنش افقی محاسبه می‌شود.

۴ آزمایشها و نتایج

برای بررسی روش پیشنهادی، از تصاویر دست‌نوشته که در [۱۲] توسط گرافولوژیست دسته‌بندی شده‌اند، استفاده شده است. لازم به ذکر است که تعدادی از این تصاویر همزمان دارای چند ویژگی متفاوتند. به عنوان مثال شکل ۵ که دارای دو ویژگی "همگن بودن" و "خم شدن نامساوی حروف" است. این موضوع در آزمایشها مدنظر قرار گرفته است. روش ارائه شده در دو مرحله انجام شده است: در مرحله اول پارامترهای روش پیشنهادی از قبیل آستانه‌ها تنظیم شده است و در مرحله بعد کارایی ویژگیهای پیشنهادی آزموده شده است.

۴-۱ مرحله یادگیری

مقادیر ویژگیهای پیشنهادی با استفاده از دست‌نوشته‌های دسته‌بندی شده توسط گرافولوژیست محاسبه شده است. سپس با توجه به نوع هر دست‌نوشته، یک آستانه برای آن ویژگی ارائه شده است. مقدار نرمال شده تمام ویژگیهای پیشنهادی برای دست‌نوشته‌های مرحله یادگیری در جدول ۲ آمده است. برای محاسبه آستانه، میانگین مقادیر ویژگی مورد نظر در نمونه دست‌نوشته‌های مرحله یادگیری محاسبه شده است. در صورتی که ویژگی دست‌نوشته از مقدار آستانه در ویژگی مورد بررسی کمتر باشد، می‌توان گفت این دست‌نوشته دارای این ویژگی نیست.

بر اساس جدول ۱ شکل‌های ۱، ۵، ۱۰ و ۱۱ از نظر گرافولوژیست جزء دست‌نوشته‌های "خم شدن نامساوی حروف" (ویژگی ۳-۶) هستند. همانگونه که از جدول مشخص است مقدار به‌دست آمده برای ویژگی ارائه شده بجز شکل ۱ برای ما بقی شکلها از آستانه محاسبه شده یعنی از ۰/۵۲۶ بیشتر است که تأیید می‌کند که ویژگی ارائه شده برای این نوع دست‌نوشته مناسب بوده است.

دست‌نوشته شکل ۲ که جزء دست‌نوشته‌های یکنواخت است، در ویژگی ۳-۲ دارای مقدار ۰/۴۲۵ است که از مقدار آستانه بیشتر است و بنابراین مناسب بودن این ویژگی تایید می‌شود. از طرفی ویژگیهای ۳-۱، ۳-۳ در این دست‌نوشته مقادیر مناسبی داشته‌اند که به ترتیب نشان دهنده انواع خودبخودی و منظم هستند. در شکل ۲، متناسب بودن اندازه حروف، منظم بودن را مشاهده می‌شود.

دست‌نوشته شکل ۳ طبق نظر گرافولوژیست، دارای تفاوت در فشار قلم است که مقدار ویژگی ۳-۷ مقدار ۰/۳۳۱ به‌دست آمده است که بیشتر از آستانه محاسبه شده برای این ویژگی است. از طرف دیگر ویژگیهای مربوط به خودبخودی بودن (۳-۱)، موزون بودن (۳-۴) و نامساوی بودن (۳-۵) در آن قابل توجه است. نامساوی بودن ارتفاع حرفی مانند "ر" در این تصویر، این ویژگیها را تایید می‌کند. در شکل ۳، سادگی شکل حروف نیز خودبخودی بودن را نشان می‌دهد.

طبق جدول ۱، دست‌نوشته شکل ۵ جزء دو دسته بندی همگن (ویژگی ۳-۴) و خم شدن نامساوی حروف (ویژگی ۳-۶) قرار دارد. همانگونه در جدول ۲ مشاهده می‌شود، مقدار ویژگیهای ۳-۴ (واریانس کجی حروف و واریانس اندازه حروف) به ترتیب ۰/۱۳۸ و ۱ است. مقدار ویژگی ۳-۶ نیز در آن ۰/۵۲۴ به دست آمده است که به خوبی ویژگی ارائه شده را تأیید می‌کند. میزان تغییرات در اندازه حروف در این دست‌نوشته قابل مشاهده است. همچنین زوایای حروف از یک ثبات نسبی برخوردار است. از ویژگیهای دیگر این دست‌نوشته، ویژگی ۳-۸ (نامنظم بودن) است. در این دست‌نوشته در خط اول فاصله بین کلمات "فلز" و "پایین" بیشتر از مابقی کلمات است. همچنین در خط دوم فاصله بین کلمات کم است بجز دو کلمه "خواهد" و "بود" که فاصله بیشتری دارند.

دست‌نوشته شکل ۶ نشان‌دهنده یک دست‌نوشته نامنظم است. ویژگی ۳-۸ در جدول ۲ میزان نامنظم بودن این دست‌نوشته را نشان می‌دهد که مقدار آن ۱ است. طبق جدول ۲ ویژگی ۳-۶ که بیانگر خم شدن نامساوی حروف است، نیز در این دست‌نوشته دیده می‌شود (مقدار ۰/۶۳۸) که بیشتر از مقدار آستانه این ویژگی است.

شکل ۷ دست‌نوشته‌ای را نشان می‌دهد که از نوع موزون و نامساوی است. ویژگیهای ۳-۴ و ۳-۵ به ترتیب برای این دو نوع دست‌نوشته ارائه شده‌اند که مقادیر آنها در جدول ۲ نشان می‌دهد. مقادیر ویژگیهای ۳-۴ کمتر از آستانه هستند ولی به مقدار آستانه نزدیکند. دلیل ضعیف بودن مقدار ویژگی ۳-۵ می‌تواند به دلیل کم بودن تعداد حروف عمودی در این دست‌نوشته باشد.

دست‌نوشته شکل ۸ دست‌نوشته‌ای از نوع موزون و نامساوی را نشان می‌دهد. ویژگیهای ۳-۴ و ۳-۵ شاخصه این دو نوع دست‌نوشته هستند. این ویژگیهای ۳-۴ مقادیر مناسبی دارند ولی ویژگی ۳-۵ مقدار کمی دارد. ضمناً این دست‌نوشته در ویژگی ۳-۸ (نامنظم) نیز قوی است. به عنوان نمونه فاصله کلمات در خط دوم در مقایسه با خط اول بیشتر است که نامنظم بودن آن را تأیید می‌کند.

دست‌نوشته شکل ۹ یک نمونه دست‌نوشته همگن و با اختلافات جزئی است که ویژگیهای ۳-۴ برای آنها ارائه شده است. مقادیر ۰/۲۰۷ و ۰/۲۴۲ به ترتیب واریانس کجی حروف و واریانس اندازه حروف را نشان می‌دهند. می‌توان گفت که ویژگیهای ارائه شده در مورد این نمونه هرچند از آستانه کمتر هستند ولی مقادیر قابل قبولی داشته‌اند. در مورد این دست‌نوشته ویژگیهای ۳-۲ (یکنواخت بودن) قابل توجه است. با مشاهده دست‌نوشته مشخص است که کلمات تقریباً بر روی خط زمینه هستند که خاصیت یکنواختی دست‌نوشته را تأیید میکنند.

دست‌نوشته شکل ۱۰ یک دست‌نوشته با خم شدن نامساوی حروف است. ویژگی ۳-۶ برای این دست‌نوشته ۰/۶۱۰ به‌دست آمده است که مقداری قابل قبول است. شکل ۱۱ دست‌نوشته‌ای از

"با وجود" به وضوح دیده می‌شود. تفاوت در فشار قلم در نقطه "نافل" در خط اول در مقایسه با کلمه "نهاد" در خط سوم کاملاً قابل مشاهده است. تفاوت فشار قلم در نسخه چاپی به خوبی قابل مشاهده نیست ولی در تصویر تشخیص آن راحتتر است. همچنین در انتهای سرکشها فشار قلم کمتر شده است. نامنظم بودن به دلیل بی‌نظمی در فاصله کلمات است. به عنوان نمونه فاصله کلمه "با" در خط اول با کلمه قبل و فاصله "را" در خط سوم با کلمه بعد بیشتر از مابقی فاصله‌هاست. ناهماهنگی در اندازه قسمتهایی مانند دو کلمه "نماز" در خط اول یا با مقایسه اندازه حروف "د" و "ر" دیده می‌شود. زوایای تند ویژگی دست‌نوشته تند و تیز است که این زوایای تند در حرف "د" قابل مشاهده هستند.

دست‌نوشته شکل ۲۶ از نوع نامساوی، با تفاوت در فشار قلم، نامنظم، ناهماهنگ و تند و تیز است. تنوع ارتفاع الف در خط سوم مؤید نامساوی بودن این نمونه است. همچنین تفاوت فشار قلم خصوصاً در بعضی کلمات مانند "شب" و "قطارها" در خط اول و "نوش" در خط دوم دیده می‌شود. بی‌نظمی در فواصل کلماتی مانند "یافت" در خط اول، "ولیمه" در خط دوم و "درآمد" در خط سوم قابل مشاهده است. وجود زوایای تند در حروفی مانند "د"، "ع"، و "م" ویژگی تند و تیز بودن را تأیید می‌کنند.

ویژگیهای نوع با تفاوت در فشار قلم، نامنظم، ناهماهنگ و تند و تیز در دست‌نوشته شکل ۲۷ نسبت به مابقی ویژگیها شاخص‌تر هستند. در این دست‌نوشته تفاوت فشار قلم خصوصاً در نوشتن نقطه‌ها و متفاوت بودن فاصله کلمات، زاویه‌دار بودن حروف عمودی و وجود زوایای تند در حروفی مانند "د" دیده می‌شود. برای ناهماهنگی موردی مشاهده نشد که دلیل آن می‌تواند تنوع حروف الفبای به کار رفته باشد.

شکل ۲۸ ویژگیهای دست‌نوشته‌ای را نشان می‌دهد که ویژگیهای منظم، یکنواختی و نامنظم بودن در آن مقادیر بالایی دارند. در این دست‌نوشته مقدار ویژگی ۳-۸ (نامنظم) بسیار بیشتر از ویژگی ۳-۳ (منظم) است که ظاهر دست‌نوشته نیز آن را تأیید می‌کند. از آنجا که کلمات تقریباً روی یک خط نوشته شده‌اند، دست‌نوشته یکنواخت است.

ویژگیهای خودبخودی، نامساوی، تفاوت در فشار قلم و تند و تیز در دست‌نوشته شکل ۲۹ دیده می‌شوند. به دلیل وجود زوایای نزدیک به صفر و نود درجه در این دست‌نوشته، نوع آن خودبخودی تشخیص داده شده که در حروفی مانند "م" و "ت" مشهود است. نامساوی بودن آن نیز از تغییرات زیاد ارتفاع حرف الف مشخص است. تفاوت در فشار قلم در انتهای "م"، "ض" و "س" و ابتدای "س" در "سلام" دیده می‌شود. ضخامت بیشتر کلمه "عرض" و "شد" در مقایسه با سایر کلمات تفاوت در فشار قلم را تأیید می‌کنند. زوایای تند که نشانه تند و تیز بودن هستند، نیز در کلمات انتهایی دیده می‌شود.

نمونه دست‌نوشته شکل ۳۰، از نوع نامساوی، تفاوت در فشار قلم، نامنظم و تند و تیز است. نامساوی بودن ارتفاع حرف الف در این

نوع تند و تیز (ویژگی ۳-۹) و خم شدن نامساوی حروف (ویژگی ۳-۶) است. مقادیر به دست آمده که به ترتیب ۱ و ۰/۶۰۳ هستند به خوبی این ویژگیها را بیان کرده‌اند. ویژگیهای ۳-۷ (تفاوت فشار قلم) و ۳-۸ (نوع نامنظم) نیز در مورد این دست‌نوشته مقدار بالایی داشته‌است. تفاوت در فشار قلم در صفرهای اعداد تا حدودی مشخص است. در این دست‌نوشته می‌توان نامنظم بودن را به خصوص در فاصله بین کلمات و مکان کلمات مشاهده نمود.

دست‌نوشته شکل ۱۲ یک دست‌نوشته نامنظم است که ویژگی ۳-۸ برای این نوع دست‌نوشته ارائه شده است. مقدار ۰/۷۱۱ برای این ویژگی به دست آمده است که مقدار مناسبی است. در این دست‌نوشته ویژگی ۳-۶ (خم شدن نامساوی حروف) نیز قابل توجه است که با تصویر دست‌نوشته که زوایای حروف دارای تنوع زیادی است. شکل ۱۳ یک نمونه دست‌نوشته منظم و همگن را نشان می‌دهد. ویژگیهای ۳-۳ و ۳-۴ برای این دو نوع دست‌نوشته ارائه شده‌اند. همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، مقادیر به دست آمده برای این ویژگیها نیز قابل قبول هستند.

دست‌نوشته شکل ۱۴ از نوع منظم است. ویژگی ۳-۳ میزان منظم بودن این نمونه دست‌نوشته را نشان می‌دهد که گرچه نزدیک به مقدار آستانه است، ولی مقدار قابل قبولی ندارد که دلیل آن می‌تواند ضعیف بودن میزان منظم بودن در این دست‌نوشته باشد. به عنوان نمونه در خط دوم بین "رابطه" و "جرم"، "چرا" و "قانون" فاصله بیشتر از مابقی کلمات است. شکل ۱۵ دست‌نوشته‌ای از نوع خودبخودی را نشان می‌دهد. ویژگی ۳-۱ که برای این نوع دست‌نوشته ارائه شده است دارای مقدار پایینی است که چندان رضایتبخش نیست. شاید دلیل آن این نکته باشد که در استخراج این ویژگی از نسبت تعداد زوایای صفر و نود درجه نسبت به کل زوایا استفاده شده است، درحالی که محتوای دست‌نوشته نیز بر تنوع زوایا تأثیرگذار است. شکل ۱۶ یک دست‌نوشته همگن را نشان می‌دهد. ویژگی ۳-۴ که برای این منظور ارائه شده است در مورد این نمونه دست‌نوشته مقادیر قابل قبولی را نشان نمی‌دهند.

۲-۴ مرحله آزمون

در مرحله دوم مقادیر ویژگیهای ارائه شده بر روی ۱۵ دست‌نوشته جدید به دست آمده است (شکل‌های ۲۵ تا ۳۹) تا دسته‌بندی آنها بر اساس آستانه‌های پیشنهادی در مرحله قبل، انجام شود. نتایج این مرحله در جدول ۳ نشان داده شده است. در جدول ۳ ویژگیهای نمونه دست‌نوشته‌هایی که برای آزمایش ویژگیهای ارائه شده بررسی شده‌اند، خلاصه شده است. نوع دست‌نوشته‌های مورد آزمایش نیز در جدول ۴ آمده است.

دست‌نوشته شکل ۲۵ بر اساس مقادیر ویژگیهای محاسبه شده که در جدول ۳ ذکر شده‌اند و با توجه به مقدار آستانه یک دست‌نوشته از نوع نامساوی، با تفاوت در فشار قلم، نامنظم، ناهماهنگ و تند و تیز است که در جدول ۴ این موضوع نشان داده شده است. نامساوی بودن آن از تفاوت ارتفاع الف در کلماتی مانند "نماز" و

جدول ۳ مقادیر ویژگیهای استخراج شده برای نمونه دست نوشته‌های مرحله آزمون

شکل	ویژگیها										
	۱-۳	۲-۳	۳-۳	۴-۳	۴-۳	۵-۳	۶-۳	۷-۳	۸-۳	۹-۳	۱۰-۳
۲۵	۰,۳۴	۰,۱۹۱	۰,۰۴۷	۰,۰۰۱	۰,۰۱۸	۰,۳۳۲	۰,۳۶۸	۰,۶۱۵	۰,۸۸۷	۰,۷۲۵	۰,۳۶۳
۲۶	۰,۰۳	۰,۱۳۵	۰	۰,۰۰۱	۰	۰,۳۷۴	۰,۴۱	۱	۰,۸۹۹	۱	۰,۶۹
۲۷	۰,۱۳۹	۰,۱۱۴	۰,۰۳	۰,۰۰۱	۰,۰۲۱	۰,۰۶۸	۰,۲۹۷	۰,۷۱۷	۰,۶۲۸	۰,۶۹۴	۱
۲۸	۰,۰۴۴	۰,۴۱۳	۰,۴۵۴	۰,۰۰۳	۰,۲۶۶	۰	۰,۱۹۱	۰,۰۸۷	۰,۸۵۶	۰,۱۱۵	۰
۲۹	۰,۷۸	۰,۰۲۷	۰,۱۲۱	۰,۰۰۱	۰,۰۲۹	۱	۰,۳۵۵	۰,۳۶۴	۰,۰۷۲	۰,۶۱۴	۰,۱۰۱
۳۰	۰,۱۱۸	۰,۰۱	۰,۰۳۱	۰,۰۰۱	۰,۰۰۸	۰,۲۳۱	۰,۵۱۳	۰,۷۱	۰,۶۷۲	۰,۸۶۱	۰,۰۵۵
۳۱	۱	۰	۰,۵۲۴	۰	۰,۱۵۸	۰,۳۴۷	۰,۶۱۳	۰,۰۶۷	۰	۰,۲۰۲	۰,۲۰۳
۳۲	۰,۱۷۸	۰,۰۹۵	۰,۲۱۷	۰,۰۰۱	۰,۱۳۳	۰,۴۸۳	۰,۵۴۲	۰,۲۲۳	۰,۵۵۸	۰,۲۳۶	۰,۰۷۲
۳۳	۰,۵۴۹	۰,۱۰۸	۰,۴۹۶	۰,۰۰۱	۰,۱۵۸	۰,۰۶۲	۰,۳۵۴	۰,۰۷۴	۰,۱۸۴	۰,۲۰۲	۰,۰۲۱
۳۴	۰,۴۲۲	۰,۴۱۷	۰,۴۵۳	۰,۰۰۱	۰,۳۱	۰,۲۰۳	۰,۵۱۹	۰,۰۸۷	۰,۲۷۲	۰,۰۹۵	۰,۰۳۴
۳۵	۰	۰,۲۹۴	۰,۸۰۶	۱	۰,۳۵۲	۰,۷۱۶	۰	۰,۰۱۹	۱	۰,۰۸	۰,۰۸۱
۳۶	۰,۱۲۴	۰,۲۳	۱	۰	۰,۴۷۴	۰,۵۷۳	۱	۰	۰,۶۵۹	۰,۰۵	۰,۰۰۵
۳۷	۰,۷۰۷	۱	۰,۷۹۹	۰,۰۰۱	۱	۰,۰۰۶	۰,۴۳	۰,۰۱۹	۰,۱۰۲	۰	۰,۰۴۸
۳۸	۰,۱۵۸	۰,۰۶۶	۰,۱۲	۰,۰۰۱	۰,۱۰۹	۰,۴۶	۰,۳۶۱	۰,۳۶۶	۰,۵۹۴	۰,۲۷۸	۰,۰۳۸
۳۹	۰,۵۲۲	۰,۲۲۴	۰,۳	۰	۰,۱۷۵	۰,۰۵۱	۰,۶۸۱	۰,۱۵۶	۰,۲	۰,۱۸۲	۰,۴۳۸

طرفی تنوع زوایا در این دست نوشته زیاد است. پس جزء دست-نوشته‌ها با خم شدن نامساوی است. ناهماهنگی در اندازه کلمات نیز با مقایسه کلمات کوچکی مانند "ما" با کلمات بزرگ مانند "دل" مشاهده می‌شود.

دست نوشته شکل ۳۲ که ویژگیهای نامساوی، خم شدن نامساوی، تفاوت در فشار قلم و تند و تیز در آن مقادیر بالایی دارند. نامساوی بودن به دلیل تفاوت در ارتفاع حروف عمودی است. به عنوان نمونه ارتفاع الف‌ها بیشتر از قسمت عمودی در "ل" و "ک" است. واریانس زوایا در نوع خم شدن نامساوی زیاد است. در این نمونه می‌توان تفاوت زوایا را در "د"‌ها مشاهده کرد. تفاوت در فشار قلم با مقایسه "قبیل" با "مناسب" دیده می‌شود. همچنین خط آخر به دلیل گسستگیهای ریز با فشار کمتری نوشته شده است. زوایای تند در این دست نوشته زیاد نیستند.

شکل ۳۳ دست نوشته‌ای است از نوع خودبخودی، منظم، تند و تیز و ناهماهنگ است. در این دست نوشته زوایای عمودی و افقی زیادی وجود دارد که باعث شده نوع آن خودبخودی تعیین شود. فاصله کلمات بجز دو مورد در بقیه موارد فواصل یکسان و در نتیجه دست نوشته منظم است. زوایای حروف نیز در آن تند است به عنوان نمونه "ی"، "چ" و "ن". تفاوت اندازه حروف باعث شده این دست نوشته از نوع ناهماهنگ باشد. به عنوان نمونه اندازه "د" دوم در "ندارد" و "ن" در "چون" با اندازه سایر حروف هماهنگ نیست.

در دست نوشته شکل ۳۴ ویژگیهای نوع خودبخودی، یکنواخت، منظم و نامساوی مقادیر بالایی دارند. شکلهای افقی و عمودی در کلمات این دست نوشته، زیاد دیده می‌شوند؛ مانند "ساخت" و "پخت". کلمات تقریباً بر روی یک خط زمینه با نوسانات کم قرار گرفته‌اند که یکنواختی آن را نشان می‌دهند.

جدول ۴ تعیین نوع دست نوشته برای نمونه دست نوشته‌های مرحله آزمون
۱. خودبخودی ۲. یکنواخت ۳. منظم ۴. موزون ۵. همگن ۶. اختلافات جزئی ۷. نامساوی ۸. خم شدن نامساوی حروف ۹. تفاوت فشار قلم ۱۰. نامنظم ۱۱. تند و تیز ۱۲. ناهماهنگ

شکل	نوع											
	۱	۲	۳	۵,۶,۴	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲		
۲۵					√		√	√	√	√		
۲۶					√		√	√	√	√		
۲۷							√	√	√	√		
۲۸		√	√						√			
۲۹	√				√		√			√		
۳۰					√		√	√	√			
۳۱			√		√	√				√	√	
۳۲					√	√	√			√		
۳۳	√		√							√	√	
۳۴	√	√	√		√							
۳۵		√	√	√	√				√			
۳۶			√	√	√	√			√			
۳۷	√		√	√								
۳۸						√		√	√	√		
۳۹	√						√			√	√	

دست نوشته شکل ۳۱ براساس ویژگیها از نوع منظم، نامساوی، خم شدن نامساوی، تند و تیز و ناهماهنگ است. متناسب بودن فاصله کلمات در این نمونه، منظم بودن آن را نشان می‌دهد. از طرفی ارتفاع حروف عمودی یکسان نیست. مثلاً الف در "ما" کوتاهتر از دسته "ط" و قسمت عمودی "ل" است. بنابراین از نوع نامساوی است. در این دست نوشته زوایای تند در حروف "ب" "ی" و "د" دیده می‌شوند که مؤید تند و تیز بودن دست نوشته هستند. از

۵ جمع‌بندی

گرافولوژی دست‌نوشته، علمی است که در بسیاری از حوزه‌ها می‌تواند کاربردهای مفیدی به‌همراه داشته باشد. به علت تخصصی بودن این دانش، استفاده همگانی از آن غیرعملی به نظر می‌رسد. در سالهای اخیر تلاشهای اندکی برای استخراج ویژگیهای مناسب از تصویر دست‌نوشته فارسی صورت گرفته است که منجر به معرفی تعداد اندکی ویژگی دیداری شده است. در این مقاله یازده ویژگی دیداری جدید در ارتباط با استخراج ویژگیهای گرافولوژی دست‌نوشته از نظر نظم و عدم تساوی حروف پیشنهاد شد. برای هر یک از ویژگیهای پیشنهادی، پس از استخراج از تصاویر مجموعه یادگیری، یک آستانه مناسب ارائه شد. قدرت تمایز این ویژگیها به همراه آستانه‌های پیشنهادی روی مجموعه آزمون مورد بررسی قرار گرفت و نتایج ارائه شد. نتایج آزمایش‌ها قدرت ویژگیهای دیداری پیشنهادی را در استخراج ویژگیهای گرافولوژی را بجز چند ویژگی تأیید می‌کند. ویژگیهای ۳-۴ و ۳-۵ با توجه به جدول ۲ مقادیر مناسبی برای نمونه‌های یادگیری نداشته‌اند که می‌تواند به این دلیل باشد که هر نوع دست‌نوشته باید مجموعه‌ای از ویژگیها را داشته باشد تا جزء یک نوع دست‌نوشته محسوب شود، درحالی که در اینجا برای هر نوع دست‌نوشته تنها یک ویژگی در نظر گرفته شده است. البته نتایج جدول ۳ با مشخصات دیداری دست‌نوشته‌ها تطابق دارد. به عبارت دیگر، مقدار ویژگی به درستی ویژگی را نمایش می‌دهد ولی دست‌نوشته نیاز به ویژگیهای تکمیلی دارد تا بتوان نوع آن را با دقت بیشتری تعیین کرد. متأسفانه به دلیل عدم دسترسی به گرافولوژیست خبره، در داده‌های مجموعه آزمون به تعداد محدودی دست‌نوشته موجود اکتفا شد. بررسی بیشتر کارایی مجموعه ویژگیهای پیشنهادی می‌تواند با یک مجموعه داده بزرگ در کارهای بعدی تعقیب شود. همچنین به دلیل وجود ابهام ذاتی در بیان ویژگیهای یک دست‌نوشته می‌توان از یک سیستم فازی برای بیان این ویژگیها استفاده نمود.

برای سنجش ویژگیهای روحی فرد، می‌توان از روشهای دیگر مانند روانشناسی رنگها و یا نتایج بررسی پرسشنامه‌هایی که برای تشخیص روحیات افراد به کار می‌روند، استفاده کرد تا دقت گرافولوژی در تشخیص روحیات فرد را بتوان با روشهای دیگر سنجید. علاوه بر این می‌توان با استخراج ویژگیهای دست‌نوشته به صورت آنلاین دقت گرافولوژی دست‌نوشته به کمک کامپیوتر را در بسیاری موارد مثل تعیین سرعت و فشار قلم افزایش داد.

مراجع

- [1] Abadpour A., Kasaei S., "A Novel Color Image Compression Method using Eigen images", Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers (IAEEE), Vol. 5, No. 2:45-53, 2008.
- [2] Seyedarabi M. H., Aghagolzadeh A. and Khanmohammadi S., "Analysis and Synthesis of Facial Expressions by Feature-Points Tracking and Deformable

یکسان بودن فاصله کلمات منظم بودن دست‌نوشته را نمایش می‌دهد و نامساوی بودن آن با مقایسه قسمت عمودی حروف "ط"، "ک"، "ساخت" و "با" با الف مشهود است.

دست‌نوشته شکل ۳۵ از نوع یکنواخت، منظم، موزون، نامساوی و نامنظم است. در مورد این دست‌نوشته چون تعداد کلمات کم است قضاوت صحیحی نمی‌توان کرد. به عنوان نمونه هم منظم و هم نامنظم تشخیص داده شده که با هم در تناقض هستند. با اینحال به دلیل کم بودن میزان تغییرات در منحنی زمینه از نوع یکنواخت تشخیص داده شده است. کلمات از نظر اندازه با هم هماهنگ هستند در نتیجه نوع آن موزون است. از آنجا که ارتفاع حروف عمودی یکسان نیست، از نوع نامساوی است. زیرا دو الف دارای ارتفاع نامساوی هستند.

نوع دست‌نوشته شکل ۳۶ یکنواخت، منظم، موزون، نامساوی، خم شدن نامساوی و نامنظم است. یکنواختی این دست‌نوشته از قرار گرفتن کلمات در امتداد یک خط دیده می‌شود. فاصله کلمات تغییرات زیادی ندارد. بنابراین از نوع منظم است و اندازه حروف بجز "د" در می‌شود، تغییرات زیادی ندارند. در نتیجه موزون است. تنوع در ارتفاع حروف عمودی سبب نامساوی بودن این نمونه شده است. خم شدن نامساوی حروف با مقایسه "ر" ها در آن مشهود است. منظم و نامنظم بودن آن می‌تواند به دلیل انتخاب نامناسب مقدار آستانه برای این ویژگیها باشد.

نمونه دست‌نوشته‌ای که در شکل ۳۷ آمده است، از نوع خودبخودی، منظم و موزون تشخیص داده شده است. در این نمونه دندانه‌ها و حروف عمودی ارتفاع بسیار کمی دارند که موجب شده دست‌نوشته خودبخودی باشد. فاصله کلمات بجز یک مورد یکسان است و اندازه حروف تغییرات زیادی ندارند.

شکل ۳۸ دست‌نوشته‌ای را نشان می‌دهد که از نوع نامساوی، تفاوت در فشار قلم، نامنظم و تند و تیز است. نامساوی بودن از عدم تساوی ارتفاع حروفی مانند "ها" در "مقیاسها"، "لی" و "ما" در "آزمایشگاه" نسبت به مابقی ناشی شده است. علاوه بر این تفاوت در فشار قلم را می‌توان در فشار کمتر در الف و "ی" ها مشاهده نمود. فاصله غیریکسان کلمات نیز نامنظم بودن را در پی داشته است. زوایای تند نیز در "ی" در کلمات "معمولی" و "آزمایشگاهی" و در "ه" در کلمه "زاویه" دیده می‌شوند.

نمونه دست‌نوشته ۳۹ از نوع خودبخودی، خم شدن نامساوی، تند و تیز و ناهماهنگ است. تعداد زوایای افقی و عمودی زیاد باعث شده این دست‌نوشته از نوع خودبخودی باشد. حذف دندانه‌ها نیز این موضوع را تأیید می‌کند. تنوع در زوایای حروف دلیل این است که نمونه از نوع خم شدن نامساوی است. با مقایسه "ر" ها در این نمونه می‌توان این مورد را متوجه شد. زوایای حروف نیز در مواردی زوایای تند هستند مانند "ی" در "مغناطیسی"، "ن" در "چون" و "ر" در "فر". ناهماهنگی را نیز می‌توان در اندازه متفاوت در "و" مشاهده نمود.

تصویر و سیستم استنتاج فازی"، اولین همایش مشترک سیستمهای هوشمند و سیستمهای فازی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۶ [۱۷] نوروززاده، یاسر و نظام‌آبادی‌پور، حسین، "استخراج ویژگیهایی از تصویر یک دست‌نوشته برای به‌کارگیری در شناسایی روحیات افراد"، پنجمین کنفرانس ماشین‌بینایی و پردازش تصویر ایران، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تبریز، ۱۳۸۷

یاسر نوروززاده مدرک کارشناسی خود را در سال ۱۳۸۲ در رشته مهندسی کامپیوتر (سخت افزار) از دانشگاه شهید باهنر کرمان و مدرک کارشناسی ارشد خود را در گرایش هوش مصنوعی در سال ۱۳۸۴ از دانشگاه شیراز دریافت کرد. وی هم اکنون هیات علمی بخش مهندسی کامپیوتر دانشگاه شهید باهنر کرمان است. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه‌ی او پردازش تصویر و رایانش نرم است.



حسین نظام‌آبادی‌پور مدرک کارشناسی ارشد و دکتری خود را در رشته برق الکترونیک از دانشگاه تربیت مدرس به ترتیب در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۳ دریافت کرد. وی تاکنون استاد بخش مهندسی برق دانشگاه شهید باهنر کرمان است. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه‌ی او پردازش تصویر، بازشناسی الگو، کاربرد رایانش نرم در پردازش تصویر و روشهای بهینه‌سازی ابتکاری است.



- Model," Journal of Iranian Association of Electrical and Electronic Engineers (IAEEE), Vol. 4, No. 1:11-19, 2007.
- [3] Zhanghui Chen, Baoyao Zhou, Alvis Cheuk M. Fong: "Does There Exist Relationship between Personality and Handwriting of Chinese Characters? A View from Image Mining". ICTAI: 229-232, 2011.
- [4] Yizhi C., Jinchang L., "Analysis of Handwriting's Characters Based on Method of Functional Data", In Proceedings of the 2010 International Conference on Computational and Information Sciences (ICCIS '10). IEEE Computer Society, USA, 367-371, 2010.
- [5] Greasley P., "Handwriting Analysis and Personality Assessment: The Creative Use of Analogy, Symbolism, and Metaphor", European Psychologist, Volume 5, Issue 1, Pages 44-51, March 2000.
- [6] Longstaff M.G., Heath R.A., "A nonlinear analysis of the temporal characteristics of handwriting", Human Movement Science 18, Pages 485-524, 1999.
- [7] King R.N. and Koehler D.J., "Illusory Correlations in Graphological Inference", Journal of Experimental Psychology: Applied, Volume 6, Issue 4, Pages 336-348, December 2000.
- [8] Sacks P., "Handwriting analysis in staff selection", The Graphological Magazine, and no. 1. Spring 1995.
- [9] Sheikoasami G., Srihari S., and Govindaraju V., "Computer Aided Graphology", Progress in Handwriting Recognition, A. Downton, and S. Impedovo (editors), World Scientific Publishing Company, pp. 503-510, 1997.
- [10] Teltscher H.O., "Handwriting-Revelation of Self", Hawthorn Books Inc. Publishers, New York, 1971.
- [11] Tucha O., Mecklinger L., Walitza S. and K. W. Lange, "Attention and movement execution during handwriting", Human Movement Science 25, Pages 536-552, 2006.

- [۱۲] بوشاتو، گابریل، ترجمه و پژوهش احمد یلدا، "خط و شخصیت"، کتاب‌سرا، ۱۳۸۵، صفحات ۹۶-۹۸.
- [۱۳] بهرامی شریف علی، "گرافولوژی دست‌نوشته فارسی به کمک کامپیوتر"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی الکترونیک، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۳.
- [۱۴] بهرامی شریف، علی و کبیر، احسان اله، "گرافولوژی دست‌نوشته فارسی به کمک کامپیوتر"، نشریه مهندسی برق و کامپیوتر ایران، سال ۳، شماره ۲، صفحات ۷۳-۷۹، پاییز و زمستان ۱۳۸۴.
- [۱۵] سریزدی، سعید و نظام‌آبادی‌پور، حسین، "ارائه روشی جدید برای آستانه‌یابی کلی برای دوسطحی سازی تصویر به منظور استفاده در سیستم بازشناسی متن"، اولین کنفرانس بین‌المللی فناوری اطلاعات و دانش، دانشگاه امیرکبیر، صفحات ۲۹۳ تا ۲۹۹، تهران، ۱۳۸۲.
- [۱۶] نوروززاده، یاسر و پورآقاچوچک، داوود و سعید، مسعود و نظام-آبادی‌پور، حسین، "گرافولوژی دست‌نوشته به کمک پردازش