





دانشکده برق و رباتیک

گروه الکترونیک

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق - الکترونیک

تشخیص برون خطی کلمه دست نوشته فارسی با استفاده از مدل مخفی مارکوف

زهرا ایمانی

استاد راهنما :

دکتر علیرضا احمدی فرد

استاد مشاور:

دکتر حسین خسروی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

ماه و سال انتشار: شهریور 92

## تقدیم بہ

پدر و مادر مہربانم کہ زندگیم را دیدیون مہر و عطوفت آن ہامی دانم

ہمسرم کہ نشانہ لطف الہی در زندگی من است

و برادرانم کہ ہمراہان ہمیشگی و پشتوانہ ہامی زندگیم ہستند.

## تقدیر و تشکر

سپاس بی‌کران پروردگاریکتاراکه، هستی مان، تشدید به طریق علم و دانش، نمونه‌مان شد و به، هم‌نشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه‌چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

از استاد با کمالات و شایسته جناب آقای دکتر علیرضا احمدی فرد که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از بیچ‌گلی در این عرصه بر من دریغ نمودند و زحمات را بهمانی این رساله را بر عهده گرفتند؛ کمال تشکر و قدردانی را دارم. همچنین از، نمونه‌های خردمندان جناب آقای دکتر حسین خسروی نیز تشکر می‌کنم.

در انتها از، همسر عزیزم جناب آقای مهندس عباس زهره‌وند برای، بیماری در انجام این رساله سپاسگزارم.

## چکیده

در این پایان نامه سیستمی برای بازشناسی برون خط کلمات دست‌نویس فارسی ارائه شده است. پیچیدگی نگارش فارسی و شکل متفاوت حروف بسته به موقعیت آن که اول کلمه، وسط کلمه، انتهای کلمه یا جدا از بخش های دیگر کلمه باشد بازشناسی کلمات در این زبان را بسیار دشوار نموده است. بطوریکه درصد بازشناسی روش های موجود کمتر از نرخ مطلوب برای تجاری شدن این سیستم‌ها می باشد. یک سیستم بازشناسی کلمه در حالت کلی شامل مراحل پیش‌پردازش، استخراج ویژگی و کلاسه‌بندی است. در این پایان نامه سه روش جهت بازشناسی پیشنهاد شده و کارایی این روش ها در مقایسه با روش های موجود ارزیابی شده است.

به دلیل نبود یک پایگاه داده مناسب و با تعداد تصویر کافی برای ارزیابی کارایی سیستم پیشنهادی، پایگاه داده فارسی شامل 30000 تصویر از 300 کلمه متداول دست نوشته در زبان فارسی، ایجاد شد. جهت ارزیابی روش های پیشنهادی و مقایسه با روش های موجود 198 کلاس از این پایگاه داده مورد استفاده قرار گرفت.

در روش اول تصویر کلمه به پنجره‌های عمودی دارای همپوشانی تقسیم می‌شود و از هر پنجره هیستوگرام کدهای زنجیره‌ای استخراج می‌شود، هر پنجره یک بردار 20 عنصری را تولید می‌نماید. برای آموزش و ارزیابی HMM گسسته بردار ویژگی‌های استخراج شده از پنجره لغزان، با استفاده از شبکه عصبی نگاشت خودسازمانده کوانتیزه می‌شود. برای تعداد حالت‌های مخفی مدل HMM در هر کلاس کلمه، کمترین تعداد پنجره برای تصاویر آموزش در هر کلاس بدست می‌آید. تعداد حالت‌های مخفی ضربی از این مقدار کمینه است. با آزمایش ضرایب مختلف، سیستم در مقدار  $1/8$  به بهترین نرخ بازشناسی می‌رسد. برای پارامتر هموارسازی روی مقادیر مختلف آزمایش شد، سیستم در مقدار  $0/001$  به جواب بهتری رسید. اندازه کتاب رمز 49 تنظیم می‌شود. در نهایت روش پیشنهادی اول با تعیین ضرایب بیان شده در بالا به نرخ بازشناسی  $66/57\%$  در 198 کلاس از پایگاه داده فارسی می‌رسد.

در روش پیشنهادی دوم علاوه بر هیستوگرام کدهای زنجیره‌ای، از ویژگی میانگین بلوکی برای کلاسه‌بندی استفاده می‌شود و ابعاد بردارهای ویژگی به 25 افزایش می‌یابد. نرخ بازشناسی با استفاده از همان ضرایب تنظیم شده در روش اول، 68/88% بدست می‌آید. که افزایش بیش از 2% را نسبت به روش اول نشان می‌دهد.

روش پیشنهادی سوم در واقع بکارگیری یک سیستم دو خبره‌ای است. با استفاده از بررسی که روی نتایج ارزیابی روش دوم انجام شد یک مفهوم جدید به نام معیار اطمینان برای کلاسه‌بند HMM معرفی می‌شود. با مشاهده هیستوگرام اختلاف دو بزرگترین احتمال در خروجی HMM برای تصاویر آزمون یک مقدار آستانه به عنوان معیار اطمینان معرفی می‌شود. تصاویری که شرایط معیار اطمینان را دارند با کلاسه‌بند HMM بازشناسی می‌شوند و تصاویری که این شرایط را ندارند با استفاده از کلاسه‌بند KNN بازشناسی می‌شوند. برای کلاسه‌بند KNN از ویژگی‌های ساختاری، تعداد مولفه‌های متصل تصویر، تعداد مولفه‌های متصل بالای خط کرسی و تعداد مولفه‌های متصل پایین خط کرسی، استفاده می‌شود. کلاسه‌بند KNN با استفاده از این ویژگی‌ها و با 11 نزدیک‌ترین همسایه و معیار فاصله بلوک شهری به نرخ بازشناسی 61/69% دست می‌یابد. در این سیستم HMM برای تصاویری که معیار اطمینان را دارند به نرخ بازشناسی 85% دست می‌یابد. در کل نرخ بازشناسی این روش برای 198 کلاس از پایگاه داده فارسا 76/49% است. که نسبت به روش اول افزایش 7% را بدنبال دارد.

**کلید واژه:** بازشناسی کلمه دست‌نوشته فارسی، پایگاه داده فارسا، هیستوگرام کدهای زنجیره‌ای، نگاشت خودسازمانده، مدل مخفی مارکوف، معیار اطمینان، k نزدیک‌ترین همسایه

## لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

1- "معرفی پایگاه داده فارسی: تصاویر دیجیتال از کلمات دست‌نویس فارسی"، یازدهمین کنفرانس

سیستم‌های هوشمند ایران، ICIS 2013

2- "Offline handwritten Farsi cursive text recognition Using Hidden Markov Model",  
8<sup>th</sup> Iranian Conference on Machine Vision and Image Processing, MVIP2013

3- "A confidence-base method for handwritten Farsi word Recognition", International  
Journal of Computer Applications (IJCA)

## فهرست

1	فصل اول.....
1	1-1 بازشناسی دستنوشته.....
2	2-1 مشخصات دستنوشته فارسی.....
6	3-1 روش شناسی.....
10	فصل دوم.....
22	فصل سوم.....
22	1-3 پیش پردازش.....
22	1-1-3 استخراج خط کرسی.....
23	2-1-3 یکسان سازی عرض حرکت.....
23	1-2-1-3 استفاده از همسایگی پیکسل های پیش زمینه [13].....
24	2-2-1-3 استفاده از اسکلت بندی و انبساط [11].....
25	2-3 استخراج ویژگی.....
26	1-2-3 سیستم پنجره لغزان.....
27	1-1-2-3 اکدهای زنجیره ای.....
29	2-1-2-3 میانگین بلوکی.....
29	3-1-2-3 ویژگی های انتقال [2].....
30	2-2-3 ویژگی های ساختار - مانند.....
30	3-3 شبکه عصبی خودسازمانده کوهنن (SOM) [19].....
32	1-3-3 الگوریتم SOM :.....
35	4-3 کلاسه بند.....
35	1-4-3 مدل مخفی مارکوف [11].....
36	1-1-4-3 پارامترهای HMM.....



37	HMM 2-1-4-3 گسسته یا پیوسته .....
38	HMM در 3-1-4-3 سه مسئله اساسی در .....
39	4-1-4-3 آموزش HMM برای سیستم بازشناسی کلمه دست‌نوشته .....
43	5-1-4-3 آزمایش سیستم HMM برای بازشناسی کلمه دست‌نوشته .....
45	6-1-4-3 انواع مختلف HMM [24] .....
47	2-4-3 هموارسازی پارامترهای HMM با استفاده از شبکه خودسازمانده [22] .....
51	فصل چهارم .....
51	1-4 مقدمه .....
52	2-4 پایگاه داده فارسی [28] .....
52	1-2-4 جمع‌آوری و مرتب‌سازی کلمات پرکاربرد .....
53	2-2-4 طراحی فرم و جمع‌آوری دست‌نوشته از افراد .....
53	3-2-4 اسکن فرم‌ها .....
55	4-2-4 جداسازی کلمات از فرم‌ها و برجسب گذاری .....
56	5-2-4 حذف نویز و بهبود کیفیت تصویر .....
60	فصل پنجم .....
60	1-5 مقدمه .....
61	1-1-5 پیش پردازش .....
61	2-1-5 استخراج ویژگی .....
61	3-1-5 کوانتیزه سازی بردارهای ویژگی .....
61	4-1-5 کلاس‌بندی .....
62	1-4-1-5 ساختار HMM و مقداردهی اولیه پارامترها .....
64	2-4-1-5 هموارسازی پارامترهای HMM .....
64	2-5 روش‌های پیشنهادی .....

64.....	3-5 تعاریف اولیه:
66.....	4-5 روش پیشنهادی اول: استفاده از هیستوگرام کدهای زنجیره‌ای
67.....	1-4-5 نتایج ارزیابی عملکرد روش اول با استفاده از پایگاه داده فارسا
68.....	HMM 1-1-4-5 ها با تعداد حالت یکسان
73.....	HMM 2-1-4-5 ها با تعداد حالت‌های مخفی متفاوت
75.....	5-5 روش پیشنهادی دوم: استفاده از بردار ویژگی 25 تایی
75.....	1-5-5 نتایج ارزیابی عملکرد روش دوم با استفاده از پایگاه داده فارسا
76.....	6-5 روش پیشنهادی سوم: بازشناسی به کمک دو خبره
81.....	1-6-5 ارزیابی روش بازشناسی دو خبره‌ای با استفاده از پایگاه داده فارسا
84.....	7-5 ارزیابی روش‌های پیشنهادی با استفاده از پایگاه داده ایرانشهر
86.....	8-5 تحلیل نتایج و مقایسه با روش‌های موجود
89.....	فصل ششم
89.....	1-6 نتیجه گیری
91.....	2-6 پیشنهادات
92.....	مراجع

## فهرست شکل‌ها

- شکل 1-1: برخی ویژگی‌های نگارش فارسی [1]..... 4
- شکل 2-1: نمونه‌هایی از ادغام حرف مجاور در متون دست‌نویس [1]..... 6
- شکل 3-1: فضای بین کلمه‌ای [3]..... 7
- شکل 1-2: خلاصه الگوریتم استخراج نقطه پیشنهاد شده در [2]..... 15
- شکل 2-2: نحوه استخراج ویژگی انتقال [2]..... 16
- شکل 3-2: ناحیه‌های مورد استفاده برای استخراج ویژگی و نوار متحرک [9]..... 17
- شکل 4-2: فریم بندی تصویر برای استخراج ویژگی [11]..... 18
- شکل 5-2: چهار نوع پیکربندی تقعر برای پیکسل پس‌زمینه P [12]..... 19
- شکل 1-3: نحوه تخمین مکان خط کرسی، (الف) تصویر کلمه، (ب) هیستوگرام افقی کلمه [12]..... 23
- شکل 2-3: (الف) شکل اصلی، (ب) شکل اصلی بعد از یک مرحله تصحیح عرض حرکت [13]..... 24
- شکل 3-3: (الف) تصویر اصلی، (ب) اسکلت تصویر، (ج) اسکلت منبسط شده..... 25
- شکل 4-3: حرکت نوار لغزان روی تصویر کلمه [11]..... 27
- شکل 5-3: جهت‌های کد زنجیره‌ای پایه، (الف) برای چهار جهت، (ب) برای 8 جهت [14]..... 28
- شکل 6-3: مرز با کد زنجیره‌ای 8 تایی [17]..... 28
- شکل 7-3: 4 جهت بدست آمده از 8 جهت [17]..... 29
- شکل 8-3: ساختار شبکه SOM..... 31
- شکل 9-3: نرون‌های لایه خروجی یک بعدی..... 32
- شکل 10-3: تغییر تدریجی شعاع همسایگی [19]..... 32
- شکل 11-3: یک مدل HMM با سه حالت و چهار بردار مشاهده [22]..... 37
- شکل 12-3: ساختارهای متفاوت شبکه‌ی انتقالی HMM [24]..... 45
- شکل 13-3: (الف) بردار احتمال انتشار، (ب) نمایش بردار احتمال انتشار به صورت ماتریسی..... 48
- شکل 14-3: همسایگی‌ها برای یک هدف..... 48
- شکل 1-4: یک نمونه پر شده از فرم شماره 1..... 54
- شکل 2-4: تصویر سازی افقی و عمودی برای آشکارسازی مکان سطرها و ستون‌ها در فرم..... 55
- شکل 3-4: تصویر استخراج شده از فرم شماره 1..... 56

- شکل 4-4: مراحل دو سطحی سازی تصویر. .... 57
- شکل 4-5: شش نمونه از دو کلمه در پایگاه داده فارسی. .... 58
- شکل 5-2: یک مدل مخفی مارکوف با چهار حالت [11]. .... 62
- شکل 5-3: پنجره بندی تصویر قبل از استخراج ویژگی. .... 67
- شکل 5-4: بردار ویژگی کد زنجیره‌ای برای یک پنجره. .... 67
- شکل 5-5: هیستوگرام چینش بردارهای ورودی شبکه SOM 49 تایی. .... 69
- شکل 5-6: بردارهای وزن در شبکه SOM برای ورودی‌ها. .... 69
- شکل 5-7: هیستوگرام اختلاف احتمال دو تا بهترین مدل. .... 79
- شکل 5-7: بلوک دیاگرام مرحله کلاسه بندی در روش پیشنهاد شده دو خبره‌ای. .... 80
- شکل 5-8: استخراج ویژگی ساختار-مانند. .... 81
- شکل 5-9: تقسیم بندی نمونه‌هایی از تصاویر با معیار اطمینان. .... 81
- شکل 5-10: نمونه‌های از تصاویر موجود در پایگاه داده ایرانشهر. .... 84
- شکل 5-11: مقایسه نتایج بدست آمده از روش‌های پیشنهادی در پایگاه داده فارسی و ایرانشهر. .... 86
- شکل 5-12: مقایسه نتایج نرخ بازشناسی روش‌های موجود و روش‌های پیشنهادی. .... 87

## فهرست جداول

- جدول 1-1: الفبای فارسی [2] ..... 5
- جدول 2-1: تنوع نقاط در نوشتار فارسی [2] ..... 15
- جدول 5-1: درصد نرخ بازشناسی روش اول برای 10 کلاس از پایگاه داده فارسا برای عرض پنجره لغزان متفاوت ..... 68
- جدول 5-2: نتایج آزمایش روش اول بر روی 10 کلاس اول از پایگاه داده فارسا ..... 70
- به ازای تعداد حالت‌های مخفی متفاوت HMM ..... 70
- جدول 5-3: نرخ بازشناسی با استفاده از هموارسازی ماتریس احتمال مشاهدات ..... 71
- جدول 5-4: ماتریس سردرگمی سیستم برای 10 کلاس اول از پایگاه داده فارسا ..... 72
- جدول 5-5: نرخ بازشناسی با استفاده از ویژگی هیستوگرام کدهای زنجیره‌ای برای 198 کلاس ..... 73
- جدول 5-6: نتایج بازشناسی برای HMM ها با تعداد حالت‌های مخفی متفاوت ..... 74
- جدول 5-7: ارزیابی سیستم برای HMM ها با تعداد حالت‌های مختلف بعد از هموار سازی ..... 75
- جدول 5-8: نرخ بازشناسی روش پیشنهادی دوم قبل از هموار سازی پارامترهای HMM به ازای ضرایب مختلف کنترل کننده تعداد حالت‌های مخفی ..... 76
- جدول 5-9: نرخ بازشناسی روش پیشنهادی دوم بعد از هموار سازی پارامترهای HMM به ازای مقادیر مختلف پارامتر SF ..... 76
- جدول 5-11: نرخ بازشناسی HMM برای تصویرهایی که شرایط معیار اطمینان را دارند ..... 83
- جدول 5-12: ارزیابی نرخ بازشناسی روش‌های پیشنهادی با استفاده از پایگاه داده ایرانشهر ..... 85
- جدول 5-13: نرخ بازشناسی روش دوخبره‌ای با استفاده از پایگاه داده ایرانشهر ..... 86

فصل اول:

مقدمه

## فصل اول

### 1-1- بازشناسی دست‌نوشته<sup>1</sup>

در حدود بیش از 350 میلیون نفر در جهان به زبان‌هایی صحبت می‌کنند که برای نوشتن آن‌ها از دست‌خط عربی یا شبیه به آن استفاده می‌شود. از زبان‌های غیر عربی می‌توان به فارسی، دری، پشتو، اردو و کردی اشاره کرد.

در نیمه اول دهه 1980 میلادی کارهای انگشت شماری درباره بازشناسی کلمات دست‌نویس، حروف و ارقام دست‌نویس انجام شد. در نیمه دوم این دهه پژوهش‌های OCR<sup>2</sup> رونق بیشتری گرفت. مهمترین زمینه‌ها در این دوره عبارتند از: بازشناسی ارقام، حروف و مجموعه‌های بسیار محدود کلمات دست‌نویس، ارقام و حروف مجزای چاپی و کلمات چاپی با قلم‌های محدود. از سال 2000 میلادی تاکنون، پژوهش‌هایی در موارد زیر گزارش شده‌است: بازشناسی کلمات چاپی بدون جداسازی آن‌ها به حروف یا زیر حروف، تعیین نوار زمینه یا خط کرسی<sup>3</sup> در متون چاپی و دست‌نویس، بازشناسی اسامی شهرها و مبالغ مندرج در چک‌های بانکی به حروف، ترکیب طبقه بندها در بازشناسی کلمات. البته کارهای مربوط به بازشناسی نویسه‌ها و کلمات دست‌نویس و شکستن کلمات چاپی و دست‌نویس به حروف و زیر حروف و بازشناسی آن‌ها همچنان ادامه دارد.

در سال 2005 اولین مسابقه OCR عربی درباره بازشناسی اسامی دست‌نویس شهرها برگزار شد.

---

<sup>1</sup>Handwritten Recognition

<sup>2</sup>Optical Character Recognition

<sup>3</sup>Baseline

مسئله بازشناسی کلمه دست‌نویس می‌تواند به دو گروه اصلی به نام‌های تشخیص برخط<sup>1</sup> و برون‌خط<sup>2</sup> مطابق با فرمت کلمه دست‌نویس تقسیم شود. ورودی سیستم بازشناسی برخط به صورت پیوسته هم‌زمان با نوشتن نویسنده بر روی یک صفحه رقمی کننده<sup>3</sup> به سیستم وارد می‌شود. برای بازشناسی دست‌نویسته برخط از ویژگی‌هایی مانند مختصات مکانی حرکت قلم روی صفحه، سرعت نوشتن و میزان فشار قلم بر صفحه استفاده می‌شود. ورودی سیستم بازشناسی برون‌خط تصویر اسکن شده از کلمه دست‌نویس است و از آنجایی که فقط بر مبنای تصویر است، نسبت به سیستم‌های برخط مشکل‌تر است [1].

این پایان‌نامه بر روی سیستم‌های بازشناسی کلمات دست‌نویسته برون‌خط متمرکز شده است.

## 1-2 مشخصات دست‌نویسته فارسی

متن فارسی به طور ذاتی در دست‌نویسته و فرم‌های چاپ شده پیوسته است و به صورت افقی از راست به چپ نوشته می‌شود. نوشتن فارسی از لحاظ ساختاری خیلی شبیه عربی است. بنابراین یک شناساگر کلمه فارسی، برای بازشناسی کلمات عربی هم می‌تواند استفاده شود.

تنها تفاوت بین دست‌خط فارسی و عربی در مجموعه حروف است. مجموعه حروف فارسی در جدول 1 نشان داده شده است. همه 28 حرف عربی را شامل می‌شود (بعلاوه 4 حرف اضافه که در جدول 1-1 با\*علامت گذاری شده) یک حرف فارسی به عنوان یک حرکت اصلی (واحد) نوشته می‌شود و در بیشتر موارد با حرکت‌های تکمیلی دیگر مانند نقاط و خطوط زیکزاک کامل می‌شود. بیشتر از نصف حروف فارسی (18 تا از 32) نقطه دار هستند. 10 حرف 1 نقطه دارند. 3 حرف دو نقطه دارند و 5 حرف سه نقطه دارند این حروف یک قالب کلی واحد دارند که با حضور، نبود و یا تعداد نقاط از هم متمایز شده‌اند این مجموعه {ن،ث،ت،پ،ب}، {خ،ح،چ،ج}، {ذ،د}، {ژ،ز،ر}، {ش،س}، {ض،ص}،

---

<sup>1</sup> On line

<sup>2</sup> Off line

<sup>3</sup> Tablet Digitizer



{ظ،ط}، {غ،ع}، {ق،ف} است. بنابراین نوشتن مبهم نقاط بعضی مواقع باعث می‌شود تصویر یک کلمه در شکل‌های گوناگون با معانی کاملاً متفاوت خوانده شود. برخلاف زبان انگلیسی، حروف فارسی به دسته‌های حروف کوچک و بزرگ تقسیم نمی‌شوند در عوض حروف فارسی چندین شکل، بسته به موقعیت قرارگیری آن‌ها در کلمه، دارند. برای مثال شکل حرفی مانند «ه» اگر در ابتدای کلمه «ه» در وسط کلمه «هه» یا در آخر کلمه قرار بگیرد «ه» و یا به صورت مجزا «ه» تغییر می‌کند. بعضی از حروف فارسی مانند آ، د، ذ، ر، ز، و، چهار شکل مختلف ندارند، در نتیجه آن‌ها معمولاً کلمه را به دو قسمت تقسیم می‌کنند [2].

بنابراین هر کلمه می‌تواند شامل یک یا چند بخش باشد که به آن‌ها زیر-کلمه<sup>1</sup> می‌گویند. یک زیر-کلمه از چند حرف چسبیده به هم تشکیل می‌شود. مطابق قواعد نگارش زبان فارسی باید بین کلمات فاصله وجود داشته باشد و بین زیر-کلمات فاصله اضافه وجود نداشته باشد (شکل 1-1).

در برخی از شیوه‌های نوشتاری زبان فارسی، دو یا چند حرف کنار هم می‌توانند به گونه‌ای با هم ترکیب شوند که شکل حاصل شباهتی به حروف تشکیل دهنده آن‌ها ندارد. چنین مواردی نه تنها در نوشتار دست‌نویس بلکه در متون تایپی نیز وجود دارد. متداول‌ترین ترکیب در متون تایپی، ادغام دو حرف (ل) و (ا) به صورت (لا) است. در نوشته‌های دست‌نویس فارسی نیز بخاطر زیبایی بصری نوشتار و همچنین سلیقه نویسندگان، شکل برخی از حروف کنار هم، به کلی تغییر می‌کند. (شکل 1-2) [1].

---

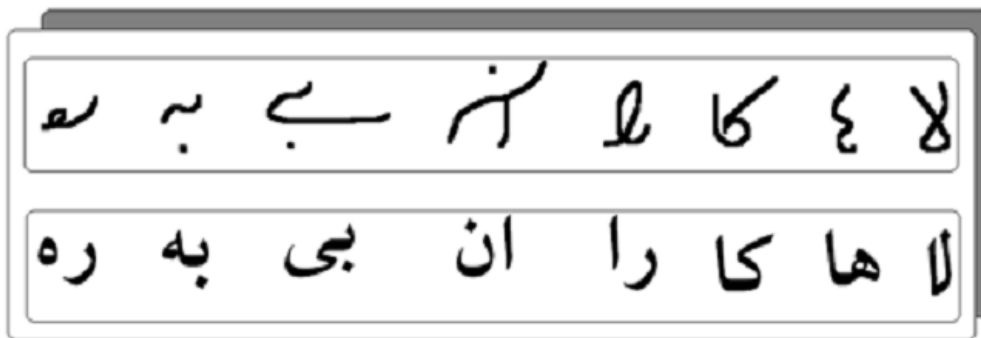
<sup>1</sup>Sub-word



شکل 1-1: برخی ویژگی های نگارش فارسی [1]

جدول 1-1: الفبای فارسی [2]

N0	Character	Isolated	First	Middle	Last
1	Alef	ا (آ)	ا (آ)	ا	ا
2	Be	ب	ب	ب	ب
3	* Pe	پ	پ	پ	پ
4	Te	ت	ت	ت	ت
5	Se	ث	ث	ث	ث
6	Jim	ج	ج	ج	ج
7	* Che	چ	چ	چ	چ
8	He	ح	ح	ح	ح
9	Khe	خ	خ	خ	خ
10	Dal	د	د	د	د
11	Zal	ذ	ذ	ذ	ذ
12	Re	ر	ر	ر	ر
13	Ze	ز	ز	ز	ز
14	* Zhe	ژ	ژ	ژ	ژ
15	Sin	س	س	س	س
16	Shin	ش	ش	ش	ش
17	Sad	ص	ص	ص	ص
18	Zad	ض	ض	ض	ض
19	Ta	ط	ط	ط	ط
20	Za	ظ	ظ	ظ	ظ
21	Ayn	ع	ع	ع	ع
22	Ghayn	غ	غ	غ	غ
23	Fe	ف	ف	ف	ف
24	Ghaf	ق	ق	ق	ق
25	Kaf	ک	ک	ک	ک
26	* Gaf	گ	گ	گ	گ
27	Lam	ل	ل	ل	ل
28	Mim	م	م	م	م
29	Noon	ن	ن	ن	ن
30	Waw	و	و	و	و
31	He	ه	ه	ه	ه
32	Ye	ی	ی	ی	ی



شکل 1-2: نمونه هایی از ادغام حرف مجاور در متون دست نویس [1]

### 3-1 روش شناسی<sup>1</sup>

روش‌های بازشناسی متون دست‌نویس و تایپ شده به دو گروه تقسیم بندی می‌شوند:

1- روش کلی‌نگر<sup>2</sup> که شناسایی به صورت کلی روی همه نمایش کلمه انجام می‌شود، بنابراین

نیازی به تقسیم کردن یک کلمه به کاراکترهای مجزا نیست اما لازم است که ما بتوانیم یک

خط متن را به کلمات تقسیم کنیم، که این همیشه ممکن نیست زیرا فضای داخل کلمه<sup>3</sup>

بعضی مواقع بزرگتر از فضای بین کلمه<sup>4</sup> است. (شکل 1-3)

2- روش تحلیلی<sup>5</sup> که در آن کلمه به طور صریح<sup>6</sup> یا ضمنی<sup>7</sup> تقسیم بندی می‌شود. در روش

تقسیم بندی صریح تلاش برای جداکردن حروف تنها، که آن‌ها به طور مجزا شناسایی می-

شوند انجام می‌شود. اما در روش ضمنی تصویر متن (خط یا کلمه) به یک دنباله از واحدهای

کوچک (یک دنباله از مشاهدات) تبدیل می‌شود و شناسایی در یک سطح متوسط نسبت به

کلمه یا حرف انجام می‌شود.

<sup>1</sup>Methodology

<sup>2</sup>Holistic

<sup>3</sup>Intra-word space

<sup>4</sup>Inter-word space

<sup>5</sup>Analytical Strategy

<sup>6</sup>Explicit

<sup>7</sup>Implicit