

## تشخیص اتوماتیک پلاک خودرو فارسی به روش لبه‌یابی با استفاده از شبکه عصبی هاپفیلد

همايون مهدوی نسب<sup>(۱)</sup> - محمدصادق معمارزاده<sup>(۲)</sup> - پیمان معلم<sup>(۳)</sup>

(۱) استادیار گروه برق - دانشکده برق - دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد

(۲) کارشناسی ارشد گروه برق - دانشکده برق - دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد

(۳) استادیار گروه برق - دانشکده فنی و مهندسی - دانشگاه اصفهان

تاریخ پذیرش: زمستان ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: زمستان ۱۳۸۸

**خلاصه:** شماره پلاک خودرو یکی از مناسب‌ترین اقلام اطلاعاتی جهت احراز هویت خودروها می‌باشد. سیستم تشخیص پلاک خودرو یک سیستم مکانیزه است که با عکس گرفتن از خودروها، شماره پلاک آنها را استخراج می‌کند. روشی که در این مقاله ارائه شده است شامل دو قسمت می‌باشد. در قسمت اول با استفاده از لبه‌یابی و عملیات مورفولوژی محل پلاک شناسایی شده و در قسمت دوم با استفاده از شبکه عصبی هاپفیلد کاراکترها شناسایی می‌شوند. این روش بر روی 700 تصویر مختلف از نظر پس‌زمینه، فاصله و زاویه دید مورد آزمایش قرار گرفته و نرخ استخراج صحیح پلاک 97.8% و همچنین نرخ خواندن صحیح پلاک 93% ارزیابی شده است.

**کلمات کلیدی:** تشخیص پلاک خودرو، شبکه عصبی هاپفیلد، عملیات مورفولوژی، لبه‌یابی، هیستوگرام.

### ۱- مقدمه

تصاویر به خودرو محصور شده باشد نتایج خوبی از خود نشان می‌دهد، اما عیب این روش این است که به تغییر شکل مرزهای پلاک حساس بوده و زمان پردازشی آن زیاد است. از جمله روش‌های دیگر می‌توان به منطق فازی اشاره کرد [۵]. در این روش تعدادی قوانین شهودی تعریف شده، که با آنها ناحیه پلاک توصیف می‌شود. این روش به رنگ و روشنایی پلاک خودرو بسیار حساس بوده و نیاز به زمان پردازش طولانی‌تری نسبت به روش‌های مبتنی بر رنگ دارد.

در [۶] از فیلتر سوبل برای استخراج پلاک استفاده شده است. در این روش، حجم گرادیان و واریانس محلی، در یک تصویر محاسبه می‌شود. اساس این روش مبتنی بر این است که تغییر روشنایی در پلاک، نسبت به قسمتهای دیگر تصویر بسیار چشمگیرتر و تکرارشونده‌تر است.

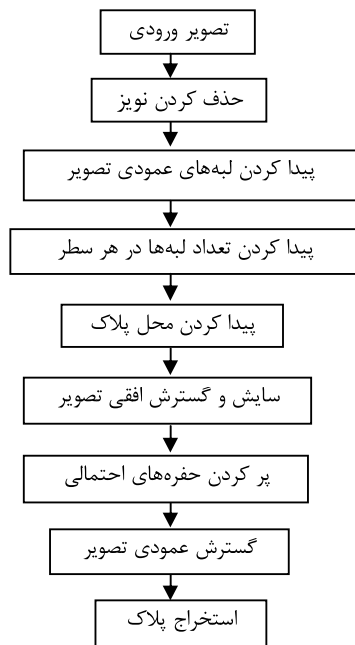
در [۷] از جستجوی چند ردیف در میان تصویر، برای تعیین محل پلاک خودرو استفاده شده است. در این مقاله از روش شبکه عصبی بعنوان روشی ناکارآمد یاد شده است. در این روش ارائه شده برای پیدا نمودن پلاک خودرو، تصویر با  $N$  ردیف فاصله اسکن شده و لبه‌های موجود شمرده می‌شود. اگر تعداد لبه‌ها بزرگتر از یک مقدار آستانه شد، حضور

سیستم تشخیص پلاک خودرو<sup>۱</sup> کاربردهای فراوانی دارد که از آن جمله می‌توان به اخذ عوارض، محاسبه مدت سفر، اندازه‌گیری سرعت متوسط خودروها، کنترل ترافیک، پارکینگهای عمومی، زمینه انتظامی، امنیتی و نظامی اشاره کرد. یک سیستم تشخیص پلاک خودرو از سه بخش اصلی تشکیل شده است: تشخیص محل پلاک، جداسازی کاراکترها و تشخیص کاراکترها. روشهای گوناگونی برای استخراج پلاک خودرو در پردازش تصویر وجود دارد، که از آن جمله می‌توان به ویژگی رنگ [۱]، لبه‌یابی<sup>۲</sup> [۲]، عملگرهای مورفولوژی<sup>۳</sup> [۳] و تبدیل هاف<sup>۴</sup> [۴] اشاره کرد. در روشهای مبتنی بر رنگ هنگامی که شرایط نوری تغییر می‌کند رنگ نیز پایداری خود را از دست می‌دهد و عوض می‌شود. پلاکهای رنگی زمان پردازشی زیادی نسبت به پلاکهای با سطح خاکستری می‌برند. مزیت روش لبه‌یابی این است که ساده و پرسرعت پیاده‌سازی می‌شود، ولی عیب آن این است که به تنهایی کاربرد ندارد و بسیاری از نقاط خارج از پلاک را هم به عنوان پلاک شناسایی می‌کند. در روش استفاده از تبدیل هاف ابتدا لبه‌های تصویر ورودی به دست می‌آیند، سپس تبدیل هاف جهت کشف ناحیه‌های پلاک بکار گرفته می‌شود. این روش هرگاه که

سپس کاراکترها جداسازی می‌شوند [۱۶]. پس از جداسازی کاراکترها به کمک شبکه‌های عصبی، کاراکترها شناسایی می‌شوند [۱۷]. شناسایی کاراکترها به کمک شبکه عصبی هاپفیلد انجام می‌شود. بخش دوم این مقاله به بیان روش پیشنهادی در تشخیص محل پلاک، بخش سوم جداسازی کاراکترها و بخش چهارم به شناسایی کاراکترها می‌پردازد. در پایان در بخش پنجم به بررسی نتایج پیاده‌سازی الگوریتم بر روی تصاویر می‌پردازد و مقایسه‌ای بین عملکرد روش پیشنهادی و روش مطرح‌شده در [۱۵] انجام می‌شود.

## ۲- تشخیص محل پلاک

از آنجا که در این روش از اطلاعات رنگ برای استخراج پلاک استفاده نمی‌شود، لذا سیستم شناسایی قادر به تشخیص پلاک‌ها با رنگ‌های مختلف می‌باشد. مراحل مختلف تشخیص محل پلاک در فلوچارت رسم شده در شکل (۱) نمایش داده شده است. در ابتدا عکس‌های رنگی ورودی به سطح خاکستری تبدیل می‌شوند، تا پردازش روی آنها سریعتر انجام شود. شکل (۲) نمونه‌ای از تصویر سطح خاکستری ورودی است که پلاک خودرو از آن استخراج می‌شود.



شکل (۱): مراحل تشخیص محل پلاک

Fig. (1): The sequences of the license plate recognition



شکل (۲): تصویر سطح خاکستری

Fig. (2): The image of the gray surface

یک پلاک مشخص می‌شود. در صورتی که در اولین پردازش اسکن، پلاک پیدا نشود، الگوریتم با کاهش مقدار سطح آستانه جهت شمردن تعداد لبه‌ها تکرار می‌شود. این روش سرعت اجرای خیلی خوبی دارد، به دلیل اینکه فقط چند ردیف در میان یک تصویر اسکن می‌شود.

در [۸] به معرفی یک سیستم چند کارگزاره برای تشخیص پلاک خودرو پرداخته است. در سیستم پیشنهادی از سه کارگزار دقت، سرعت و قاضی استفاده شده است. کارگزار دقت با اعمال فیلتر گیبر و کنکاش بیشتر بر روی تصاویری که کارگزار سرعت قادر به یافتن پلاک خودرو در آنها نیست، محل پلاک را با سرعت و دقت بالایی پیدا می‌نماید.

در [۹] تشخیص پلاک خودرو در فریمی از یک فیلم ویدئویی بررسی شده است. در این روش برای تشخیص پلاک در یک فریم از فیلم ویدئویی، روشی مبتنی بر تبدیل فوری به نام تحلیل طیفی مطرح شده است.

در [۱۰] از تبدیل IFT برای شناسایی پلاک خودرو استفاده کرده است. در این روش ابتدا لبه‌های عمودی تصویر استخراج می‌شود. در هر نقطه‌ی تصویر، چگالی لبه‌ها را تخمین زده و چگالی نواحی شبیه پلاک تقویت می‌شود. سپس با استفاده از الگوریتم تبدیل IFT مرز پلاک با دقت بالا استخراج می‌شود.

در [۱۱] ابتدا با استفاده از اطلاعات رنگی، نواحی کاندید استخراج می‌شوند. سپس با استفاده از تعریف جدیدی که برای مورفولوژی ریاضی ارائه شده است، وجود ارقام در نواحی کاندید بررسی می‌شوند. در انتها با توجه به اینکه باید در ناحیه پلاک چندین رقم پشت سر هم موجود باشند، ناحیه پلاک مشخص می‌شود.

در [۱۲] روش جدیدی برای مکان‌یابی پلاک خودرو، با استفاده از اطلاعات رنگ تصویر و با انجام پیمایش ستونی، ارائه و مورد بررسی قرار گرفته است. در این روش با گسترش تکنیک‌های شناسایی الگو، مکان پلاک تعیین می‌شود.

در [۱۳] ابتدا با گستراندن بافت نگار تصویر، کیفیت تصویر بهبود می‌یابد. سپس با تکرنگ‌سازی تصویر و استفاده از تکنیک شمارش تعداد دفعات تغییر سطح رنگ، محل کاندیدهای احتمالی پلاک تشخیص داده می‌شوند. سپس با استفاده از روش‌های مورفولوژی و روش‌های آماری، نویزهای تصویر حذف شده، سپس صحت کاندیدها بررسی شده و محل پلاک تعیین می‌گردد.

در [۱۴] با استفاده از آستانه‌گیری و سپس شناسایی حوضچه‌های سفید رنگ پیوسته‌ای که جزیره‌های سیاه رنگ درون خود دارند (پلاک سفید با عناصر سیاه درونش) و با در نظر گرفتن مساحت این حوضچه‌ها به عنوان یک معیار که نباید از حد آستانه بیشتر یا کمتر باشد، نامزدهایی برای مکان پلاک خودرو معرفی می‌شود.

در [۱۵] لبه‌های عمودی با عملگر سوبل<sup>۵</sup> استخراج می‌شود، سپس با بررسی معیار تراکم نواحی که تراکم کمتری دارند حذف شده، سپس به کمک ترکیبی از عملگرهای مورفولوژی پلاک خودرو استخراج می‌شود. در این مقاله ابتدا با استفاده از پردازش تصویر محل پلاک شناسایی می‌شود. این کار با ترکیب لبه‌یابی و عملیات مورفولوژی انجام می‌شود.

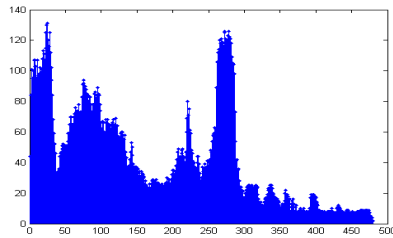
$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(الف) (ب)

شکل (۳): (الف) ماسک عمودی سوبل، (ب) ماسک افقی سوبل  
Fig. (3): (a) The vertical sobel mask, (b) The horizontal sobel mask



شکل (۴): تصویر حاصل شده از بخش 2-2  
Fig. (4): The image obtained from section 2-2



شکل (۵): هیستوگرام افقی تصویر لبه‌های عمودی  
Fig. (5): The horizontal histogram of vertical edge image



شکل (۶): تصویر حاصل شده از بخش 3-2  
Fig. (6): The image obtained from section 3-2

#### ۴-۲ - پیدا کردن محل کاندید پلاک

بعد از پیدا کردن سطرهایی که 55% بالای هیستوگرام را تشکیل می‌دهند، بیش از یک محل کاندید برای پلاک به دست می‌آید. در این صورت برای پیدا کردن محل واقعی پلاک راه‌حلهایی پیشنهاد می‌شود. در شبیه‌سازی انجام شده عرض محل پلاک بین 15 تا 35 پیکسل است، بنابراین نواحی که در خارج از این محدوده قرار دارند حذف می‌شوند. آخرین محل، به عنوان محل واقعی کاندید پلاک در نظر گرفته می‌شود. شکل (۷) نتیجه این مرحله از عملیات را نشان می‌دهد.

#### ۲-۱ - حذف کردن نویز

پس از تبدیل تصویر به سطح خاکستری به آن فیلتر گوسین اعمال می‌شود، تا نویزهای احتمالی موجود در تصویر از بین برود. تابع گوسین به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$W(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

که در آن  $\sigma = 1$  می‌باشد.

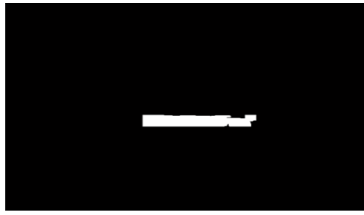
#### ۲-۲ - پیدا کردن لبه‌های عمودی

لبه یک تغییر ناگهانی در شدت روشنایی تصویر است. پلاک خودرو به دلیل اعداد و حروف نوشته شده روی آن دارای لبه‌های عمودی زیادی می‌باشد. از همین ویژگی برای یافتن محل پلاک در تصویر استفاده می‌شود. روش‌ها و الگوریتم‌های مختلفی برای پیدا کردن لبه در پردازش تصویر مطرح شده است. در این میان عملگر سوبل به دلیل سرعت بالا و حجم پردازشی کم در مقایسه با دیگر روش‌ها کارایی مطلوبی دارد. لبه‌یابی به روش سوبل در حقیقت استفاده از ماسک سوبل می‌باشد. در حالت کلی سوبل دارای دو ماسک تشخیص لبه افقی و عمودی می‌باشد، که در شکل (۳) به نمایش گذاشته شده است. در روش پیشنهادی چون اعداد و حروف دارای لبه‌های عمودی زیادی می‌باشند فقط از ماسک عمودی استفاده می‌شود، با این فرض که تصویر ورودی چرخش بیش از اندازه نداشته باشد. تصویر حاصل از اعمال فرآیند لبه‌یابی یک تصویر باینری است، که پیکسل‌های مربوط به لبه‌ها در آن با مقدار یک مشخص می‌شوند. شکل (۴) نتیجه عمل لبه‌یابی را نشان می‌دهد.

#### ۲-۳ - پیدا کردن تعداد لبه‌ها در هر سطر

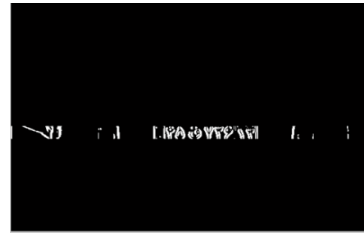
بعد از پیدا کردن لبه‌های عمودی تصویر، از تحلیل هیستوگرام [۱۸] کمک گرفته و هیستوگرام افقی تصویر لبه پیدا می‌شود. بدین منظور برای هر سطر از تصویر تعداد نقاط با سطح خاکستری یک را شمرده و نموداری تشکیل می‌شود، که محور افقی آن سطرهای تصویر و محور عمودی آن همان تعداد نقاط شمارش شده می‌باشد. شکل (۵) هیستوگرام افقی تصویر لبه را نشان می‌دهد.

به طور کلی سطرهایی که پلاک خودرو در آنها قرار دارد دارای بیشترین هیستوگرام افقی هستند. لذا مرحله بعدی پیدا کردن سطرهایی است، که 55% بالای هیستوگرام را تشکیل می‌دهند. بدین ترتیب سطرهای کاندیدای محل پلاک تعیین می‌شوند. مقدار 55% به طور تجربی و با سعی و خطا به دست آمده است. شکل (۶) تصویر کاندیدهای حاصل شده را نشان می‌دهد.



شکل (۱۰): محل تقریبی پلاک

Fig. (10): The approximate location of the licence plate



شکل (۷): تصویر حاصل شده از بخش ۲-۴

Fig. (7): The image obtained from section 2-4

### ۲-۷- پرکردن حفره‌های احتمالی

از آنجا که ناحیه پلاک یک ناحیه به هم پیوسته است، حفره‌های احتمالی موجود در شکل (۸)، پر می‌شوند. شکل (۹) نتیجه عمل مورفولوژی پرکردن حفره‌ها را نشان می‌دهد. همانطور که از شکل (۹) معلوم است، در محل کاندید پلاک چند ناحیه به هم پیوسته وجود دارد. طول هریک از این نواحی را به دست آورده و آن ناحیه‌ای که بزرگترین طول را دارد، به عنوان محل دقیق پلاک در نظر گرفته و بقیه نواحی حذف می‌شوند. شکل (۱۰) نتیجه کار را نشان می‌دهد.

### ۲-۸- گسترش عمودی تصویر

از آنجایی که شکل (۱۰) بخش میانی پلاک را در بر دارد بر روی شکل عمل گسترش عمودی اعمال می‌شود. شکل (۱۱) نتیجه کار را نشان می‌دهد.



شکل (۱۱): تصویر حاصل شده از بخش ۲-۸

Fig. (11): The image obtained from section 8-2

### ۲-۹- استخراج پلاک

شکل (۱۱) محل دقیق پلاک می‌باشد. بنابراین پلاک خودرو استخراج می‌شود. شکل (۱۲) خروجی سیستم استخراج‌کننده پلاک را نشان می‌دهد. می‌توان پلاک استخراج‌شده را در تصویری جداگانه ذخیره نمود. شکل (۱۳) پلاک استخراجی از شکل (۲) را نشان می‌دهد.



شکل (۱۲): پیدا شدن محل پلاک

Fig. (12): The appearance of the location of license plate

### ۲-۵- سایش تصویر

اینک روی تصویر کاندید شکل (۷) عمل سایش انجام می‌شود. عمل سایش به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$AOB = \{x | (B)_x \subseteq A\} \quad (2)$$

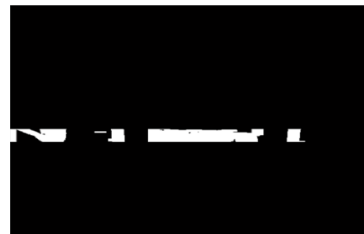
سایش A و B مجموعه تمام نقاط X است که اگر B به اندازه X جابجا شود، باز هم کاملاً درون A قرار گیرد.

### ۲-۶- گسترش افقی تصویر

بعد از عمل سایش بر روی تصویر عمل گسترش افقی انجام می‌شود. عمل گسترش به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$A \oplus B = \{x | [(B)_x \cap A] \subseteq A\} \quad (3)$$

گسترش A با B مجموعه تمام Xهایی است که  $(B)_x$  و A لااقل در یک عنصر غیرصفر همپوشانی داشته باشند.  $(B)_x$  قرینه B حول مرکز خودش و سپس انتقال این قرینه با X است. شکل (۸) نتیجه کار را نشان می‌دهد.



شکل (۸): تصویر حاصل شده از بخش ۲-۵ و ۲-۶

Fig. (8): The image obtained from section 5-2 and 6-2



شکل (۹): تصویر حاصل شده از پرکردن حفره‌های احتمالی

Fig. (9): The image obtained from filling the probable holes

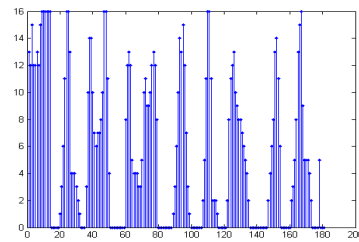


شکل (۱۳): پلاک استخراج شده از شکل (۲)

Fig. (13): The extracted license plate from Fig. (2)

### ۳- جداسازی کاراکترها

در پلاکهای فارسی به دلیل اینکه بین اعداد و حروف فاصله وجود دارد، لذا از این خاصیت برای جداسازی کاراکترها استفاده می‌شود. تصویر بدست آمده از شکل (۱۳) به باینری تبدیل می‌شود. هیستوگرام تصویر باینری شده در شکل (۱۴) نمایش داده شده است. با توجه به نمودار در جاهایی که عدد یا حرف وجود ندارد، در آن نقاط نمودار مینیمم است. بین دو مینیمم یک کاراکتر وجود دارد. بدین ترتیب کاراکترها جداسازی می‌شوند، و هر کاراکتر در یک تصویر نمایش داده می‌شود. شکل (۱۵) کاراکترهای جدا شده را نشان می‌دهد.



شکل (۱۴): هیستوگرام پلاک استخراج شده

Fig. (14): The histogram of the extracted license plate



شکل (۱۵): کاراکترهای جدا شده

Fig. (15): The separated characters

کاراکترهای جدا شده را هم اندازه کرده و اندازه آنها  $50 \times 50$  در نظر گرفته می‌شود.

### ۴- شناسایی کاراکترها

در شبکه هاپفیلد<sup>۱</sup>، خروجی هر نرون به نرونهای دیگر فیدبک می‌شود، و وزن ارتباطی بین نرونها، قانون شبکه را تعیین می‌کند. همچنین توجه شود، که خروجی هر نرون به خودش فیدبک نمی‌شود. در این شبکه، خروجی اول به صورت ورودی بعدی، مجدداً به سیستم داده می‌شود که خود خروجی دیگری را باعث می‌شود و مجدداً این عمل تکرار می‌شود. جواب نهایی هنگامی حاصل می‌شود که از یک دوره به دوره دیگری

تغییری روی ندهد. ورودی‌ها در شبکه عصبی هاپفیلد به صورت دوقطبی یعنی (1 و -1) است. برای شناسایی کاراکترها در این مقاله از شبکه عصبی هاپفیلد استفاده می‌شود. ورودی این شبکه تصویر تک‌تک کاراکترهای جدا شده در مرحله قبل می‌باشد. پلاکهای فارسی از 9 رقم و 16 حرف تشکیل شده است، که در مجموع 25 کاراکتر وجود دارد. برای آموزش شبکه از هر کاراکتر 20 تصویر به‌طور تصادفی و بدون نویز انتخاب شده، که در مجموع برای آموزش شبکه تعداد 500 تصویر مورد استفاده قرار می‌گیرد. تعداد نرونهای مورد استفاده در این شبکه 2500، و تعداد دوره تکرار در این شبکه 100 می‌باشد. تابع فعالیت شبکه، تابع پله دوقطبی است.

### ۵- نتایج عملی

پایگاه داده‌ای که در این پروژه استفاده شده، شامل 700 تصویر رنگی  $640 \times 480$  است، که با استفاده از دوربین دیجیتال سونی 7.2 مگاپیکسلی گرفته شده است. این تصاویر متنوع از نظر زاویه دید، میزان روشنایی مطلوب، فواصل گوناگون و پس‌زمینه می‌باشد. الگوریتم پیشنهادی در روز به خوبی عمل می‌کند، اما در شب جواب نمی‌دهد. برای کارایی سیستم در شب می‌توان از دوربینهای دیگر مانند دوربینهای مادون قرمز یا دوربینهای مخصوص دید در شب استفاده کرد. در شرایطی که پلاک آغشته به گل و لای باشد، اگر درصد نسبت پیکسل‌های سفید به سیاه در تصویر باینری محل پلاک از 50 بیشتر بود، سیستم به درستی عمل می‌کند، اما اگر درصد نسبت پیکسل‌های سفید به سیاه در تصویر باینری محل پلاک از 50 کمتر بود، سیستم به خوبی عمل نمی‌کند. در روزهای بارانی و برفی سیستم به خوبی عمل می‌کند. در روش [۱۵] خطاهای احتمالی شامل چهار حالت است: استخراج ناحیه بزرگتر از پلاک، استخراج ناحیه کوچکتر از پلاک، استخراج ناحیه اشتباه به عنوان پلاک، عدم استخراج ناحیه‌ای خاص به عنوان پلاک. اما در روش پیشنهادی خطاهای احتمالی فقط شامل یک حالت است و آن حالت، استخراج ناحیه‌ای اشتباه به عنوان پلاک می‌باشد. روش پیشنهادی به کمک نرم‌افزار Matlab پیاده‌سازی و بر روی رایانه Pentium-4 1.6 GHz اجرا شده است. نتایج روش پیشنهاد شده برای تشخیص محل پلاک در جدول (۱) آورده شده است. روش مطرح‌شده در [۱۵] را بر روی پایگاه داده موجود، مورد آزمایش قرار داده و نتایج آن نیز برای مقایسه در جدول (۱) نشان داده شده است.

Table (1): The comparison of the methods in recognizing the location of the license plate

جدول (۱): مقایسه عملکرد دو روش در تشخیص محل پلاک

استخراج درست پلاک	استخراج ناحیه بزرگتر از پلاک	استخراج ناحیه کوچکتر از پلاک	استخراج ناحیه اشتباه به عنوان پلاک	عدم استخراج ناحیه‌ای خاص به عنوان پلاک
تعداد	روش پیشنهادی 685	0	0	0
	روش [۱۵] 435	8	19	142
درصد	روش پیشنهادی 97.8	0	0	0
تشخیص	روش [۱۵] 62.1	1.1	2.7	20.4

Table (4): The statistics of correct and un-correct recognition of the characters, using neuro-networks

جدول (۴): آمار شناسایی درست و اشتباه کاراکترها با شبکه عصبی هاپفیلد

کاراکتر	تعداد	صحیح	درصد	اشتباه	درصد
1	960	951	99	9	1
2	600	516	86	84	14
3	1028	826	80.3	202	19.7
4	455	433	95.2	22	4.8
5	409	404	98.7	5	1.3
6	264	362	99.4	2	0.6
7	362	347	95.5	16	4.5
8	315	309	98	6	2
9	356	354	99.4	2	0.6
A	20	20	100	0	0
B	30	28	93.3	2	6.7
C	28	28	100	0	0
D	143	143	100	0	0
E	81	81	100	0	0
F	86	66	76.7	20	23.3
G	100	73	73	27	27
H	70	70	100	0	0
I	20	20	100	0	0
J	20	20	100	0	0
K	40	40	100	0	0
L	21	21	100	0	0
M	21	21	100	0	0
N	20	20	100	0	0
O	23	23	100	0	0
p	20	20	100	0	0
All	5593	5196	93	397	7

جدول (۲) زمان پردازش دو روش را برای تشخیص محل پلاک نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود زمان پردازشی دو روش تفاوتی با هم نمی‌کند، ولی روش پیشنهادی عملکرد خیلی بهتری از نظر استخراج محل پلاک از خود نشان می‌دهد. زمان متوسط مورد نیاز برای اجرای مراحل مختلف الگوریتم در جدول (۳) ارائه شده است. زمان پردازش حدود 6 ثانیه است. با توجه به زمان پردازش این روش قابلیت استفاده در کارهای بلادرنگ را دارد. در جدول (۴) آمار شناسایی درست و اشتباه با شبکه عصبی هاپفیلد آورده شده است. شناسایی کاراکترها با شبکه چند لایه پیشرو با الگوریتم پس انتشار خطا نیز مورد بررسی قرار گرفته است. در این حالت، تعداد نودهای لایه ورودی 2500، تعداد نرونهای لایه مخفی 600 و تعداد نرونهای خروجی 250 می‌باشد. تابع فعالیت شبکه عصبی در هر دو لایه مخفی و خروجی سیگموئید می‌باشد. همانطور که در جدول (۵) آورده شده است، شبکه هاپفیلد از لحاظ دقت شناسایی کاراکترها نسبت به شبکه چند لایه پیشرو با الگوریتم پس انتشار خطا نتیجه بهتری را از خود نشان می‌دهد، اما شبکه چند لایه پیشرو از لحاظ زمانی عملکرد بهتری را نشان می‌دهد.

Table (2): The comparison of the processing time for recognizing the location of the license plate

جدول (۲): مقایسه زمان پردازش دو روش برای تشخیص محل پلاک

روش پیشنهادی	روش [۱۵]	زمان پردازش (ms)
2000	2000	2000

Table (3): The time spared to implement the proposed algorithm

جدول (۳): زمان سپری شده برای اجرای الگوریتم پیشنهادی

الگوریتم پیشنهادی	زمان (ms)
تشخیص محل پلاک	2000
جداسازی کاراکترها	500
تشخیص کاراکترها	3500

مختلف، فاصله و زاویه دید مختلف، شرایط مختلف نوری، در شرایط بارانی و برفی، و در مواقعی که پلاک خودرو آغشته به گل و لای باشد، آزمایش شده است. در قسمت تشخیص محل پلاک خودرو ممکن است به جای پلاک، ناحیه‌ای اشتباه به عنوان پلاک شناخته شود. مثلاً به جای پلاک، شیشه ماشین یا درخت یا شیئی که در تصویر به همراه خودرو وجود دارد شناخته شود. در قسمت شناسایی کاراکترها ممکن است کاراکتری به درستی شناسایی نشود. با آزمایش این روش بر روی تصاویر، نرخ استخراج صحیح پلاک را 97.8% و همچنین نرخ خواندن صحیح پلاک را 93% به دست آوردیم.

Table (5): The comparison of Hapfied network with multilayer forward network, using back propagating algorithm  
جدول (۵): مقایسه شبکه هاپفیلد با شبکه چند لایه پیشرو با الگوریتم پس انتشار خطا

نوع شبکه عصبی	درصد شناسایی کاراکترها	زمان (ms)
هاپفیلد	93	3500
چند لایه پیشرو با الگوریتم پس انتشار خطا	81.9	1000

#### ۶- نتیجه گیری

در این مقاله روشی برای تشخیص پلاک خودرو فارسی ارائه گردید. در این روش ابتدا به کمک عملگر سوبل، لبه‌های عمودی تصویر استخراج می‌شود. از تحلیل هیستوگرام کمک گرفته و سطرهایی که لبه‌های کمتری دارند حذف می‌شوند، سپس به کمک عملیات مورفولوژی محل پلاک استخراج می‌شود. پس از استخراج محل پلاک، کاراکترها جداسازی شده، سپس به کمک شبکه‌های عصبی هاپفیلد کاراکترها شناسایی می‌شوند. روش پیشنهادی بر روی تصاویر با پس زمینه‌های

#### پی نوشت:

- 1- License Plate Recognition
- 2- Edge Detection
- 3- Morphology Operators
- 4- Hough Transform
- 5- Sobel Operator
- 6- Histogram Analysis
- 7- Erosion
- 8- Dilation
- 9- Hopfield Network

#### References

- [1] X. Shi, W. Zhao, Y. Shen, "Automatic license plate recognition system based on color image processing", In lecture notes on computer science, Vol.3483, O.Gervasi, et al, Eds. New York: Springer-Verlag, pp.1159– 1168, 2005.
- [2] W. Jia, H. Zhang, X. He, M. Piccardi, "Mean shift for accurate license plate localization", IEEE/ITS, pp.566-570, 2005.
- [3] D. Zheng, Y. Zhao, J. Wang, "An efficient method of license plate location", Pattern recognit. Lett., Vol.26, No.15, pp.2431–2438, Nov. 2005.
- [4] T.D. Duan, T.L. Hong Du, T.V. Phuoc, N.V. Hoang, "Building an automatic vehicle license plate recognition system", Int. Conf. Comp. Sci. RIVF, pp.59–63, 2005.
- [5] J.A.G. Nijhuis, M.H. ter Brugge, K.A. Helmholt, J.P.W. Pluim, L. Spaanenburg, R.S. Venema, M.A. Westenberg, "Car license plate recognition with neural networks and fuzzy logic", IEEE /ICNN, Vol.5, pp.2232-2236, 1995.
- [6] B. Attaran, M. Jahed, "Extraction and identification of letters and numbers in vehicle license using Sobel filter, neural networks and Hu. Moments", First Mach. Visi. and Ima. Proc. Conf., Birjand, Iran, 2000. (In Persian)
- [7] A. Boroomandnia, M. Fathi, "Automatic vwhicle license recognition using image processing", Third Inter. Conf. in Elec. Engi., Tehran, Iran, 1995. (In Persian)
- [8] M. Akbarzadeh, S. Ildarabadi, M. Ebrahimi, R. Monsefi, "A multi processor system for vehicle license location identification", Third Info. And Know. Conf., Mashhad University, Iran, 2007. (In Persian)
- [9] M. Roohani, H. Ameri, "Vehicle license locating in a frame of a video using modified spectral analysis", Third Info. and Know. Conf., Mashhad University, Iran. 2007. (In Persian)
- [10] V. Abolghasemi, A. Ahmadi, "IFT transform application in vehicle license recognition", Third Info. And Know. Conf., Mashhad University, Iran, 2007. (In Persian)
- [11] B. Chanaghloo, M. Rahmati, "Online recognition of vehicle license in complex background images using fuzzy morphology", Fifth Mach. Vis. and Ima. Proc. Conf., Tabriz University, Iran, 2008. (In Persian)
- [12] A.H. Ashtari, M. FATHI, "New method of locating vehicle license in color images", Fifth Mach. Vis. and Ima. Proc. Conf., Tabriz University, Iran, 2008. (In Persian)
- [13] Gh. Radmard, M.R. Feziderakhshi, "Iranian vehicle license number recognition using image processing techniques and neural networks", Fifth Mach. Vis. and Ima. Proc. Conf., Tabriz University, Iran, 2008. (In Persian)
- [14] S.M. Youssef, S.B. AbdelRahman, "A smart access control using an efficient license plate location and recognition approach", Department of computer engineering, College of engineering and technology, Arab academy for science and technology, Egypt, Expert systems with applications 34, 256–265, 2008.
- [15] F. Faraji, R. Safabakhsh, "New and fast method for vehicle license location recognition in complex images based on morphological operations", Fourth Mach. Vis. and Ima. Proc. Conf., Mashhad University, 2007. (In Persian)
- [16] J.C.H. Poon, M. Ghadiali, G.M.T. Mao, L.M. Sheung, "A robust vision system for vehicle license plate recognition using gray-scale morphology", IEEE/SIE, Vol.1, pp.394-399, 1995.

- [17] R. Parisi, E.D.D. Claudio, G. Lucarelli, G. Orlandi, "Car plate recognition by neural networks and image processing", *IEEE/SCS*, Vol.3, pp.195-198, 1998.
- [18] K. Kanayama, Y. Fujikawa, K. Fujimoto, M. Horino, "Development of vehicle-license number recognition system using real-time image processing and its application to travel-time measurement", *IEEE Vehi. Tech.*, pp.798-804, 1991.

#### رزومه



در سال ۱۳۶۷ در مقطع کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک و در سال ۱۳۷۲ در مقطع کارشناسی ارشد مهندسی برق - مخابرات با رتبه ممتاز از دانشگاه صنعتی اصفهان فارغ‌التحصیل شده و از همان سال به تدریس و تحقیق در دانشگاه آزاد اسلامی مشغول بوده است. در سال ۱۳۸۴ از رساله دکتری خود در موضوع تخمین حرکت در فشرده‌سازی ویدئو در واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی دفاع کرده است. وی علاقه‌مند به تحقیق در زمینه‌های پردازش و فشرده‌سازی سیگنال‌های چندبندی، تصویر و ویدئو و سیستم‌های هوشمند عصبی و فازی است و چندین مقاله با این عناوین در کنفرانس‌های ملی و بین‌المللی و مجلات علمی و پژوهشی به چاپ رسانده است.



محمدصادق معمارزاده در سال ۱۳۶۱ در اصفهان متولد شده است. وی مدرک لیسانس خود را از دانشگاه آزاد واحد نائین در سال ۱۳۸۵ و مدرک فوق‌لیسانس خود را از دانشگاه آزاد نجف‌آباد در سال ۱۳۸۷ دریافت کرده است. زمینه تحقیقاتی وی در رابطه با شناسایی پلاک خودرو فارسی به کمک پردازش تصویر و شبکه‌های عصبی می‌باشد.



پیمان معلم در سال ۱۳۷۰ مدرک کارشناسی مهندسی الکترونیک خود را از دانشگاه صنعتی اصفهان و در سال ۱۳۷۴ مدرک کارشناسی ارشد مهندسی الکترونیک خود را از دانشگاه صنعتی امیرکبیر دریافت نمود. نامبرده در سال ۱۳۸۲ موفق به اخذ درجه دکترا در مهندسی برق از دانشگاه صنعتی امیرکبیر گردید. دکتر معلم از سال ۱۳۸۲ به عنوان استادیار گروه مهندسی برق دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه اصفهان مشغول به فعالیت گردید. زمینه‌های علمی مورد علاقه نامبرده متنوع بوده و شامل موضوعاتی مانند شبکه‌های عصبی، پردازش تصاویر، طراحی مدارات مجتمع و پردازش هوشمند سیگنال‌ها می‌باشد. اجرای بیش از ۱۵ پروژه کاربردی و تالیف بیش از ۱۰۰ مقاله در فعالیت‌های پژوهشی ایشان دیده می‌شود.