



۱۳۰۷

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

**پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی – بیوالکترونیک**

**عنوان:**

ارائه مدلی برای پیش‌بینی رابطه بین آلودگی هوا و بیماری‌های قلبی و تنفسی و روش‌های افزایش

سلامتی توسط شبکه‌ی عصبی مصنوعی

**توسط:**

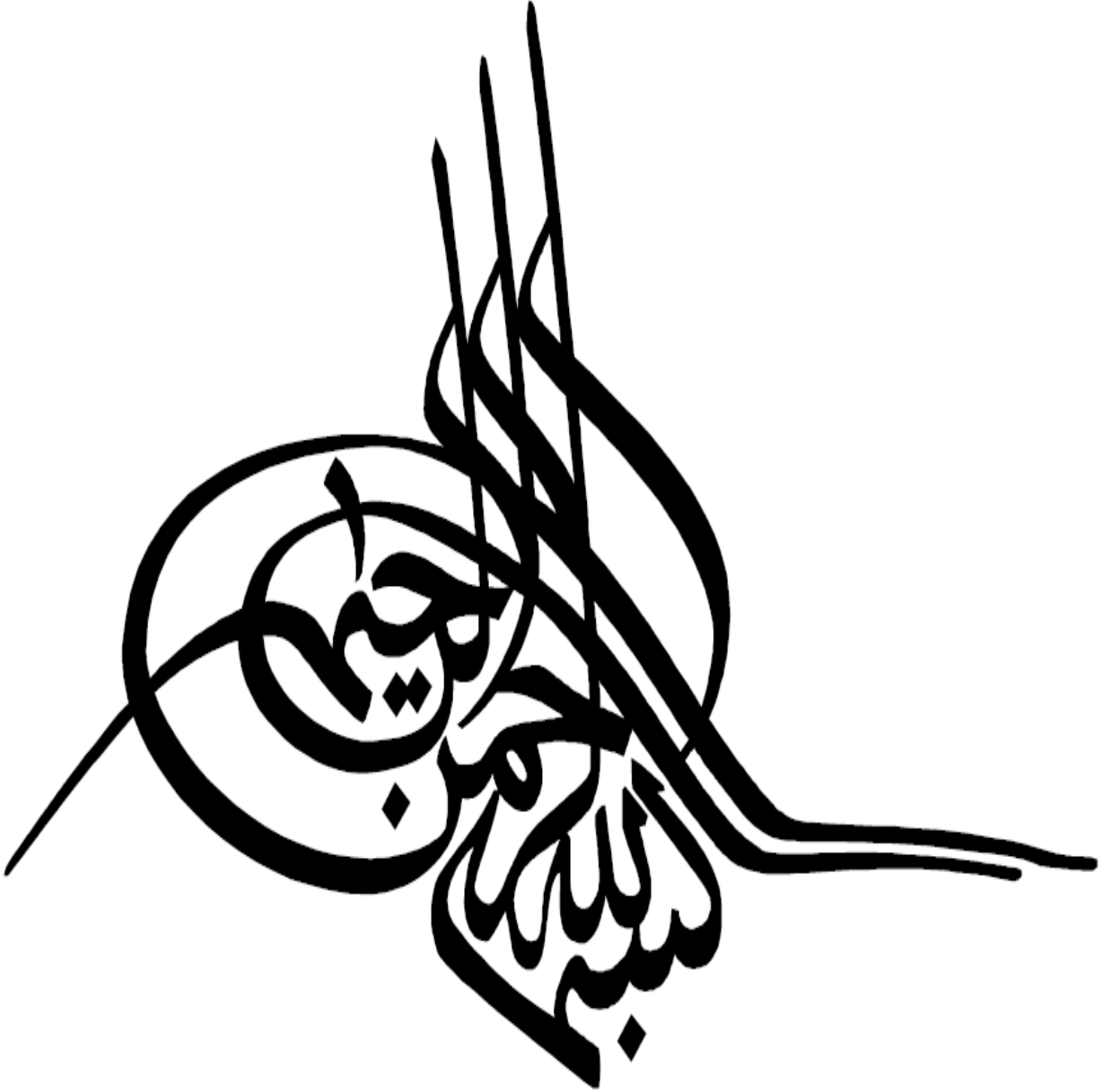
مصطفی ایران‌منش پاریزی

**استاد راهنما:**

دکتر محمد تشنه لب

زمستان ۹۱







## تأییدیه هیات داوران

(برای پایان نامه)

اعضای هیئت داوران، نسخه نهائی پایان نامه آقای: مصطفی ایران منش پاریزی

را با عنوان: ارائه مدلی برای پیش‌بینی رابطه بین آلودگی هوا و بیماری‌های قلبی و تنفسی و روش‌های افزایش سلامتی توسط شبکه‌ی عصبی مصنوعی

از نظر فرم و محتوی بررسی نموده و پذیرش آن را برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد تأیید می‌کند.

اعضای هیئت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر محمد تشنه لب	دانشیار	
۲- استاد مشاور			
۳- استاد مشاور			
۴- استاد ممتحن	دکتر محمد پویان	دانشیار	
۵- استاد ممتحن	دکتر منصور ولی	استادیار	
۶- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر منصور ولی	استادیار	



تقدیم به

روح پاک پدر شهیدم

که عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی، ایستادگی را تجربه نمایم و

مادرم

اسوه صبر، مقاومت، ایثار و دل انگیزترین رایحه مهر، که دامن پر مهرش، یگانه

پناهم بوده





## تشکر و قدردانی

سپاس بی‌کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

با قدر دانی فراوان از آقای دکتر تشنه لب به پاس زحمات، راهنمایی‌ها و هدایت‌هایشان، که نه تنها استاد درس، که استاد بزرگواری و اخلاق بودند.

با تشکر فراوان از خواهر مهربانم، خانم فرشته ایران منش پاریزی، برادران عزیزم، آقایان مرتضی و مجتبی ایرانمنش پاریزی، و همچنین دوستان گرامی، خانم عسل ایران پاک، خانم فهیمه میراب زاده و آقایان ابذر عرب عامری، دکتر محمد منثوری، محمد موسوی، میلاد رفعتی و مهدی احمدیان که بدون کمک و یاری ایشان انجام این پایان نامه ممکن نبود.



## چکیده

تأثیر آلاینده‌های هوا بر سلامتی افراد، بسیار واضح است و لذا در این بین، بیمارانی با زمینه‌های مشکلات قلبی و عروقی در معرض خطر بیشتری نسبت به افراد سالم هستند. با وجود این مشکل، نیاز به داشتن راه-کارهای مناسب برای مقابله با این خطرات احساس می‌شود. استفاده از مدل ریاضی در پیش بینی تعداد افرادی که در روزهای آینده به علت مشکلات تنفسی و یا قلبی به بیمارستان‌ها و مراکز درمانی مراجعه می‌کنند، می‌تواند در خدمات رسانی بهتر و جلوگیری از پیش آمدن شرایط بحرانی مفید باشد. به این منظور در این پایان نامه، جهت پیش بینی تعداد مراجعین بیماران قلبی و تنفسی به بخش اورژانس، با توجه به شرایط هواشناسی و غلظت هر یک از آلاینده‌ها در روزهای گذشته، ابتدا از یک مدل رگرسیون خطی استفاده شده است، ولی با توجه به مطلوب نبودن پیش بینی‌ها در این مدل، سعی بر این شده است تا از مدلی استفاده شود که رابطه ای غیر خطی، میان اثرات کوتاه مدت آلودگی هوا و سلامتی انسان برقرار کند. بدین منظور در این تحقیق، از دو مدل شبکه عصبی استفاده گردیده است. اولین مدل، شبکه عصبی پرسپترون چند لایه می‌باشد و در نهایت با توجه به حافظه دار بودن سیستم مورد مطالعه، از مدل شبکه عصبی دیگری به نام شبکه عصبی المن، که یک شبکه حافظه دار بازگشتی است استفاده شده است. در ضمن عملکرد شبکه عصبی المن استفاده شده در این تحقیق، با شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و مدل رگرسیون خطی نیز مقایسه شده است که نتایج برتری این روش را نسبت به دیگر روش‌ها نشان می‌دهد. همچنین در این پایان نامه آلاینده‌های مهم در پیش بینی تعداد مراجعین قلبی و تنفسی برجسته شده است.

**کلید واژه:** آلودگی هوا، بیماری های قلبی، تنفسی، شبکه عصبی، المن و مراجعین بخش اورژانس.



## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
د.....	فهرست شکل ها
ز.....	فهرست جدول ها
۱.....	<b>فصل ۱- مقدمه</b>
۲.....	۱-۱- اهداف پژوهش
۳.....	۲-۱- ساختار پایان نامه
۵.....	<b>فصل ۲- مقدمه ای بر آلودگی هوا</b>
۵.....	۱-۲- مقدمه
۸.....	۲-۲- تاریخچه آلودگی هوا
۹.....	۳-۲- طبقه بندی آلاینده های هوا
۹.....	۱-۳-۲- طبقه بندی از نظر منشاء
۹.....	۲-۳-۲- طبقه بندی از نظر اثرات فیزیولوژیکی
۱۰.....	۴-۲- منابع آلودگی هوا
۱۱.....	۵-۲- نمونه برداری و اندازه گیری آلودگی هوا
۱۲.....	۶-۲- معرفی آلاینده ها و اثرات بهداشتی آنها بر سلامت انسان
۱۲.....	۱-۶-۲- مونو اکسید کربن
۱۳.....	۱-۱-۶-۲- اثرات بهداشتی مونواکسید کربن
۱۵.....	۲-۶-۲- اکسیدهای ازت
۱۵.....	۱-۲-۶-۲- اثرات بهداشتی اکسیدهای ازت
۱۶.....	۳-۶-۲- سرب
۱۷.....	۱-۳-۶-۲- اثرات بهداشتی سرب
۱۷.....	۴-۶-۲- اوزن
۱۸.....	۱-۴-۶-۲- اثرات بهداشتی اوزن
۱۹.....	۵-۶-۲- دی اکسید گوگرد
۱۹.....	۱-۵-۶-۲- اثرات بهداشتی دی اکسید گوگرد

- ۲-۶-۶- ذرات معلق ..... ۲۰
- ۲-۶-۶-۱- اثرات بهداشتی ذرات معلق ..... ۲۰
- ۲-۷- آلودگی هوا و سرطان ..... ۲۲

### فصل ۳- مروری بر کارهای انجام شده، در زمینه ارتباط تعداد مراجعین بیماران قلبی و تنفسی به

۲۵

#### بخش اورژانس با آلودگی هوا

- ۳-۱- مقدمه ..... ۲۵
- ۳-۲- مدل های افزودنی تعمیم یافته ..... ۲۶
- ۳-۲-۱- مروری بر یافته ها ..... ۲۶
- ۳-۲-۱-۱- اروپا ..... ۲۹
- ۳-۲-۱-۲- آسیا ..... ۳۰
- ۳-۲-۱-۳- استرالیا ..... ۳۱
- ۳-۲-۱-۴- آمریکای شمالی ..... ۳۱
- ۳-۲-۱-۵- مطالعات روی چند منطقه ..... ۳۴
- ۳-۳- خلاصه ..... ۳۴

### فصل ۴- شبکه های عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک ..... ۳۷

- ۴-۱- مقدمه ..... ۳۷
- ۴-۲- کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی ..... ۳۸
- ۴-۳- تعریف پایه شبکه های عصبی ..... ۳۸
- ۴-۴- مدل یک نرون ..... ۴۰
- ۴-۵- ساختارهای شبکه ..... ۴۱
- ۴-۵-۱- شبکه های عصبی برگشتی ..... ۴۲
- ۴-۶- یادگیری در شبکه های عصبی ..... ۴۳
- ۴-۶-۱- شبکه عصبی المن ..... ۴۴
- ۴-۶-۲- الگوریتم آموزش مبتنی بر پس انتشار خطا ..... ۴۵
- ۴-۷- الگوریتم های ژنتیک ..... ۴۷
- ۴-۷-۱- ساختار عمومی الگوریتم های ژنتیکی ..... ۴۷
- ۴-۷-۲- نرخ برش ..... ۵۰

۵۰.....	نرخ جهش ۳-۷-۴
۵۱.....	روال ارزیابی ۴-۷-۴
<b>فصل ۵- پیش بینی مراجعین بخش اورژانس با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی .... ۵۳</b>	
۵۳.....	مقدمه ۱-۵
۵۳.....	داده های مورد استفاده ۲-۵
۵۷.....	پیش پردازش داده ها ۳-۵
۶۸.....	انتخاب ساختار شبکه عصبی مصنوعی ۴-۵
۶۹.....	مدلسازی با شبکه عصبی پرسپترون چند لایه، بدون انتخاب ویژگی ۵-۵
۷۶.....	انتخاب ویژگی با استفاده از الگوریتم ژنتیک ۶-۵
۷۹.....	مدلسازی با استفاده از رگرسیون خطی، با انتخاب ویژگی ۷-۵
۸۰.....	انتخاب ویژگی برای مدل رگرسیون خطی با خروجی CP ۱-۷-۵
۸۴.....	انتخاب ویژگی برای مدل رگرسیون خطی با خروجی RP ۲-۷-۵
۸۷.....	مدلسازی با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه، با انتخاب ویژگی ۸-۵
۸۷.....	انتخاب ویژگی برای شبکه عصبی پرسپترون چند لایه با خروجی CP ۱-۸-۵
۹۰.....	انتخاب ویژگی برای شبکه عصبی پرسپترون چند لایه با خروجی RP ۲-۸-۵
۹۴.....	مدلسازی با استفاده از شبکه عصبی المن ۹-۵
۹۵.....	انتخاب ویژگی برای خروجی CP برای شبکه عصبی المن ۱-۹-۵
۹۸.....	انتخاب ویژگی برای خروجی RP برای شبکه عصبی المن ۲-۹-۵
۱۰۱.....	نتیجه گیری ۱۰-۵
<b>فصل ۶- نتیجه گیری و پیشنهادات ..... ۱۰۳</b>	
۱۰۳.....	نتیجه گیری ۱-۶
۱۰۵.....	پیشنهادات ۲-۶
<b>فهرست مراجع ..... ۱۰۷</b>	
<b>واژه نامه فارسی به انگلیسی ..... ۱۱۰</b>	
<b>واژه نامه انگلیسی به فارسی ..... ۱۱۴</b>	

## فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۲: سهم برخی از آلاینده ها از منابع ثابت و متحرک [۲].	۷
شکل ۱-۴: ساختار شبکه عصبی پیش رو(غیر بازگشتی) با سه لایه [۴۵].	۳۹
شکل ۲-۴: ساختار شبکه عصبی برگشتی با سه لایه [۴۵].	۳۹
شکل ۳-۴: مدل یک نرون خطی و غیرخطی [۴۵].	۴۱
شکل ۶-۴: شبکه عصبی بازگشتی بدون حلقه خودپسخور و نرون های میانی [۴۵].	۴۲
شکل ۷-۴: شبکه بازگشتی با نرون های مخفی با حجم حافظه بالاتر [۴۵].	۴۳
شکل ۸-۴: ساختار شبکه المن [۴۵].	۴۵
شکل ۹-۴: فلوچارت یک الگوریتم ژنتیک معمولی	۵۲
شکل ۱-۵: محل استقرار ایستگاه های سنجش آلودگی هوا، متعلق به شرکت کنترل کیفیت هوای تهران [۲].	۵۴
شکل ۲-۵: جهت باد(درجه) بر حسب شماره نمونه ها	۵۸
شکل ۳-۵: سرعت باد(گره) بر حسب شماره نمونه ها	۵۸
شکل ۴-۵: دمای حباب خشک(درجه سلسیوس) بر حسب شماره نمونه ها	۵۹
شکل ۵-۵: دمای حباب مرطوب(درجه سلسیوس) بر حسب شماره نمونه ها	۵۹
شکل ۶-۵: رطوبت نسبی(درصد) بر حسب شماره نمونه ها	۶۰
شکل ۷-۵: فشار(میلی بار) بر حسب شماره نمونه ها	۶۰
شکل ۸-۵: غلظت مونواکسید کربن( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) بر حسب شماره نمونه ها	۶۱
شکل ۹-۵: غلظت مونواکسید نیتروژن( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) بر حسب شماره نمونه ها	۶۱
شکل ۱۰-۵: غلظت دی اکسید نیتروژن( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) بر حسب شماره نمونه ها	۶۲
شکل ۱۱-۵: غلظت دی اکسید گوگرد( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) بر حسب شماره نمونه ها	۶۲
شکل ۱۲-۵: تعداد مراجعین بیماران قلبی به بخش اورژانس (نفر) بر حسب شماره نمونه ها	۶۳
شکل ۱۳-۵: تعداد مراجعین بیماران تنفسی به بخش اورژانس (نفر) بر حسب شماره نمونه ها	۶۳
شکل ۱۴-۵: بلوک ورودی و خروجی سیستم	۶۸



- شکل ۵-۱۵: پیش بینی  $CP(k+1)$  توسط شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP)، بدون انتخاب ویژگی، بر روی داده های آموزش ..... ۷۱
- شکل ۵-۱۶: پیش بینی  $CP(k+1)$  توسط شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP)، بدون انتخاب ویژگی، بر روی داده های آزمایش ..... ۷۱
- شکل ۵-۱۷: پیش بینی  $RP(k+1)$  توسط شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP)، بدون انتخاب ویژگی، بر روی داده های آموزش ..... ۷۲
- شکل ۵-۱۸: پیش بینی  $RP(k+1)$  توسط شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP)، بدون انتخاب ویژگی، بر روی داده های آزمایش ..... ۷۳
- شکل ۵-۱۹: یک کروموزوم نمونه در الگوریتم ژنتیک باینری ..... ۷۷
- شکل ۵-۲۰: بلوک دیاگرام مدل شبکه عصبی به همراه انتخاب ویژگی توسط الگوریتم ژنتیک ..... ۷۹
- شکل ۵-۲۱: مقدار تابع هزینه بر حسب تکرارها در انتخاب ویژگی برای مدل رگرسیون خطی ..... ۸۱
- شکل ۵-۲۲: خروجی مدل رگرسیون خطی برای داده های آموزشی ..... ۸۲
- شکل ۵-۲۳: خروجی مدل رگرسیون خطی با پیش بینی  $CP(K+1)$  برای داده های آزمایش ..... ۸۳
- شکل ۵-۲۴: مقدار تابع هزینه الگوریتم ژنتیک بر حسب تکرارها در انتخاب ویژگی برای مدل رگرسیون خطی ..... ۸۴
- شکل ۵-۲۵: خروجی مدل رگرسیون خطی در پیش بینی بیماران تنفسی در داده های آموزش ..... ۸۵
- شکل ۵-۲۶: خروجی مدل رگرسیون خطی در پیش بینی  $RP(K+1)$  برای داده های آزمایش ..... ۸۶
- شکل ۵-۲۷: تابع هزینه الگوریتم ژنتیک بر حسب تکرارها در انتخاب ویژگی برای مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) با خروجی CP ..... ۸۸
- شکل ۵-۲۸: خروجی مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) در پیش بینی CP برای داده های آموزش ..... ۸۹
- شکل ۵-۲۹: خروجی مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) در پیش بینی CP برای داده های آزمایش ..... ۸۹
- شکل ۵-۳۰: مقدار تابع هزینه الگوریتم ژنتیک بر حسب تکرارها در انتخاب ویژگی برای مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) با خروجی RP ..... ۹۱

- شکل ۵-۳۱: خروجی مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) در پیش بینی RP برای داده های آموزش  
 ۹۲.....
- شکل ۵-۳۲: خروجی مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) در پیش بینی RP برای داده های آزمایش  
 ۹۲.....
- شکل ۵-۳۳: بلوک دیاگرام کلی شبکه عصبی المن مورد استفاده در مدلسازی ..... ۹۴
- شکل ۵-۳۴: مقدار تابع هزینه بر حسب تکرارها در انتخاب ویژگی برای شبکه عصبی المن با خروجی CP ۹۵
- شکل ۵-۳۵: خروجی شبکه عصبی المن با داده های آموزش در پیش بینی متغیر CP ..... ۹۶
- شکل ۵-۳۶: خروجی شبکه عصبی المن با داده های آزمایش در پیش بینی متغیر CP ..... ۹۷
- شکل ۵-۳۷: مقدار تابع هزینه بر حسب تکرارها در انتخاب ویژگی برای شبکه عصبی المن با خروجی RP ۹۸
- شکل ۵-۳۸: خروجی شبکه عصبی المن با داده های آموزش در پیش بینی متغیر RP ..... ۹۹
- شکل ۵-۳۹: : خروجی شبکه عصبی المن با داده های آزمایش در پیش بینی متغیر RP ..... ۱۰۰

## فهرست جدول ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲: ضریب انتشار مواد نفتی بر حسب کیلوگرم آلودگی، برای ۱۰۰۰ لیتر سوخت [۵].	۱۰
جدول ۲-۲: ضرایب انتشار برای اتومبیل و کامیون [۵].	۱۱
جدول ۳-۲: اثرات بهداشتی مونواکسید کربن [۵].	۱۳
جدول ۴-۲: اثرات افزایش کربوکسی هموگلوبین خون [۵].	۱۴
جدول ۵-۲: رابطه مرگ و میر به علت ذرات معلق، در پنج شهر آلوده آمریکا [۱۳].	۲۱
جدول ۶-۲: بعضی مواد سمی در هوای تهران [۵].	۲۲
جدول ۷-۲: خطر ابتلاء به سرطان ریه ناشی از ترکیبات مختلف حاصل احتراق [۵].	۲۳
جدول ۱-۳: خلاصه ای از مطالعات انجام شده در زمینه تاثیر کوتاه مدت آلاینده های هوا بر روی سلامتی انسان [۲۰].	۲۷
جدول ۲-۳: خلاصه برخی مطالعات سری زمانی در مورد آلودگی هوا، منتشر شده از سال ۱۹۹۳ [۲۰].	۲۸
جدول ۱-۵: متغیرهای موجود در داده های هواشناسی	۵۵
جدول ۲-۵: متغیرهای موجود در داده های آلودگی هوا	۵۶
جدول ۳-۵: متغیرهای موجود در داده های بخش اورژانس بیمارستان	۵۶
جدول ۴-۵: آمار توصیفی متغیرهای ورودی و خروجی داده های استفاده شده	۶۵
جدول ۵-۵: همبستگی خطی بین متغیرهای ورودی و خروجی داده های استفاده شده	۶۶
جدول ۶-۵: ورودی ها و خروجی های مدل	۶۷
جدول ۷-۵: مشخصات مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP)، بدون انتخاب ویژگی	۷۰
جدول ۸-۵: خطای آموزش و آزمایش پیش بینی $CP(k+1)$ توسط شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP)، بدون انتخاب ویژگی	۷۳
جدول ۹-۵: خطای آموزش و آزمایش پیش بینی $RP(k+1)$ توسط شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP)، بدون انتخاب ویژگی	۷۴
جدول ۱۰-۵: خروجی مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP)، بدون انتخاب ویژگی، با پارامترهای مختلف با ورودی داده های آزمایش	۷۵

- جدول ۵-۱۱: پارامترهای الگوریتم ژنتیک مورد استفاده برای انتخاب ویژگی ..... ۷۸
- جدول ۵-۱۲: ورودی های انتخاب شده توسط الگوریتم ژنتیک برای مدل رگرسیون خطی با خروجی  $CP(k+1)$  ..... ۸۱
- جدول ۵-۱۳: خطای آموزش و آزمایش مدل رگرسیون خطی در پیش بینی  $CP(k+1)$  ..... ۸۳
- جدول ۵-۱۴: ورودی های انتخاب شده توسط الگوریتم ژنتیک برای مدل رگرسیون خطی با خروجی  $RP(k+1)$  ..... ۸۵
- جدول ۵-۱۵: خطای آموزش و آزمایش مدل رگرسیون خطی در پیش بینی  $RP(k+1)$  ..... ۸۶
- جدول ۵-۱۶: مشخصات شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) مورد استفاده در پیش بینی تعداد مراجعین بخش اورژانس ..... ۸۷
- جدول ۵-۱۷: ورودی های انتخاب شده توسط الگوریتم ژنتیک برای پیش بینی  $CP(k+1)$  در مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) ..... ۸۸
- جدول ۵-۱۸: خطای آموزش و آزمایش پیش بینی  $CP(K+1)$  توسط شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) ..... ۹۰
- جدول ۵-۱۹: ورودی های انتخاب شده توسط الگوریتم ژنتیک برای پیش بینی  $RP(k+1)$  در مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) ..... ۹۱
- جدول ۵-۲۰: خطای آموزش و آزمایش پیش بینی  $RP(K+1)$  توسط شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) ..... ۹۳
- جدول ۵-۲۱: پارامترهای شبکه عصبی المن مورد استفاده برای پیش بینی تعداد مراجعین بخش اورژانس ..... ۹۴
- جدول ۵-۲۲: ورودی های انتخاب شده توسط الگوریتم ژنتیک برای پیش بینی  $CP(k+1)$  توسط شبکه عصبی المن ..... ۹۶
- جدول ۵-۲۳: خطای آموزش و آزمایش پیش بینی  $CP(K+1)$  توسط شبکه عصبی المن ..... ۹۷
- جدول ۵-۲۴: ورودی های انتخاب شده توسط الگوریتم ژنتیک برای پیش بینی  $RP(k+1)$  توسط شبکه عصبی المن ..... ۹۹
- جدول ۵-۲۵: خطای آموزش و آزمایش پیش بینی  $RP(K+1)$  توسط شبکه عصبی المن ..... ۱۰۰
- جدول ۵-۲۶: نتایج بدست آمده از مدل های مختلف استفاده شده ..... ۱۰۲