

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

مکتبہ اہل کیفیت آماری

پیشرفتنہ

تالیف و گردآوری :

دکتر کریم آتشگر

عضو هیئت علمی دانشگاہ

سرشناسه	: آتشگر، کریم، ۱۳۴۰-
عنوان و نام پدیدآور	: کنترل کیفیت آماری پیشرفته / نویسنده کریم آتشگر.
مشخصات نشر	: تهران: مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: ۳۶۱ ص.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۶۹۰۱-۳۸-۱
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: کنترل کیفی--روش های آماری -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	: کنترل فرایندها -- روش های آماری -- راهنمای آموزشی (عالی)
رده بندی ده گانه	: TS۱۵۶/۱۲ ک۹ ۱۳۹۳
رده بندی دیو	: ۶۵۸/۵۶۰۱۵۱۹۵
شماره ثبت کتاب	: ۳۴۶۵۹۵۳

کلیه حقوق و چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است.

آدرس: تهران خیابان پاسداران شمالی، بالاتر از

میدان نهضت، نبش کوهستان هشتم.

موضوع: آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی

تلفن: ۲۲۸۰۱۷۳۷

وب سایت: <http://trida.ir>



نام کتاب: کنترل کیفیت آماری پیشرفته

تألیف و گردآوری: کریم آتشگر

چاپ اول: ۱۳۹۳

ناشر: مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۲۸۰۰۰۰ ریال

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمه

منابع علمی معتبر، و تجربه شرکت های توسعه یافته جهانی نشان می دهد که کیفیت، با بازرسی بدست نمی آید، بلکه در یک فرآیند تولیدی و یا خدماتی باید از همان ابتدا کارها را درست انجام داد. تأکید بر اینکه از همان ابتدا باید کارهای درست را، درست انجام داد زیرای تفکر استفاده از روش هایی است که با آنها می توان فرآیندها را پایش و نحوه عملکرد آنها را به تصویر کشید، و سپس با بهبود کیفیت، نیاز مشتریان را بصورت واقعی تأمین کرد.

واقعیت این است که امروزه در بسیاری از حوزه های کسب و کار، کیفیت، یک مؤلفه مهم برای تصمیم گیری محسوب می شود. صرفنظر از اینکه مشتری یک شخص است، یک شرکت است یا یک واحد نظامی است، و یا یک مغازه خرده فروشی است، زمانی که یک مشتری تصمیم می گیرد که خریدی را انجام دهد، به احتمال زیاد کیفیت را در تصمیم گیری خود مورد توجه قرار می دهد. بنابراین به منظور جذب بیشتر مشتری، در اختیار گرفتن سهم بیشتری از بازار محصول، و در نهایت افزایش سودآوری، بهبود کیفیت، برای شرکت های تولیدی و خدماتی، باید از اهمیت بالایی برخوردار باشد.

بر اساس گزارش The Global Competitiveness Report 2013-2014 که توسط World Economic Forum منتشر شده است، شاخص شاخص مشتری مداری^۱ (که به عبارتی می تواند بیانگر سطح کیفیت باشد)، و از آن به تیرگی نیاز مشتریان نیز تعبیر می شود، جایگاه ایران در میان ۱۴۸ کشور جهان، رتبه ۱۲۲ است. در این حال، این گزارش نشان می دهد، کشوری مانند ترکیه، رتبه ۲۴ را در سطح جهان در اختیار گرفته است. این گزارش رسمی و دیگر گزارشات مستند، نشان می دهد که کیفیت، یک عامل جدی در عرصه فعالیت های تولیدی و خدماتی ایران محسوب می شود. بنابراین مهندسین صنایع و عوامل اجرایی فرآیندها در عرصه های مختلف کاری ایران ضرورت دارد که به این سمت هدایت شوند تا با یکارگیری روش های علمی، که به کنترل فرآیندها، ارتقاء کیفیت و ارتقاء قابلیت آنها منتهی می شود، بتوانند، (۱) پارامترهایی که شرایط طبیعی را برای فرآیندهای

^۱ Degree of customer orientation

کاری آنها بیان می کنند را بدست آورند، ۲) اگر فرآیندی از شرایط طبیعی خارج شد، آن را شناسایی کنند، ۳) نقطه تغییر یا زمانی را که فرآیند واقعا تحت تأثیر عوامل ناخواسته از شرایط طبیعی خارج شده است را شناسایی کنند، ۴) عامل یا عواملی که فرآیند را از شرایط طبیعی خارج کرده است را تشخیص دهند، و آنها را بصورت ریشه ایی از فرآیند حذف کنند.

این کتاب سعی کرده تا نیازهای اساسی فوق را مورد توجه قرار داده و آنها را در سطح پیشرفته ایی از مباحث کنترل کیفیت آماری، مورد بررسی قرار دهد. بطوری که سعی شده است تا مطالب این کتاب علاوه بر آنکه از لحاظ کاربردی برای مهندسين صنایع و فعالان عمرانی، جذابیت داشته باشد، تلاش گردیده تا مباحث طرح شده بتواند بسیاری از زوایای دانشی و تدریسی را برای دانشجویان مقاطع کارشناسی ارشد و دکترای مهندسی صنایع تأمین نماید.

با ویرکد فوق، مطالب این کتاب بصورت زیر سازماندهی شده است:

فصل اول این کتاب

به تعریف کیفیت و این فصل از لحاظ اجرایی در عرصه واقعی فرآیندها پرداخته است. علاوه بر این فصل نشان داده می شود که برای تحقق کیفیت مورد نظر، کنترل تغییر پذیری و دست یابی به نتایج پایدار، باید از روش های سیستمی، در مقابل رویکردی که به حل موقت مشکلات می پردازد، استفاده کرد. در همین راستا ضمن تشریح زنجیره کیفیت، نشان داده می شود که با استفاده از زنجیره کیفیت است که یک فرآیند می تواند ادعا نماید که در عمل بر تأمین نیاز مشتریان تمرکز کرده است.

در این فصل نمودارهای کنترل کمی و وضعی، مبانی آماری آنها مورد بحث قرار می گیرد. از آنجایی که عیوب وصفی در یک محصول در بسیاری از موارد دارای اهمیت و ارزش یکسانی نیستند، لذا در این فصل نمودار کنترل مدیریت به عنوان نمودار کنترلی که وزن و اهمیت عیوب را یکسان در نظر نمی گیرد، مورد بحث و توجه قرار گرفته است. از آنجاییکه طول متوسط دنباله تحت کنترل و طول متوسط دنباله خارج از کنترل در طراحی طرح های کنترل، و ارزیابی آنها اهمیت دارد، لذا طول متوسط دنباله به همراه مبانی آماری آنها در این فصل مورد بررسی قرار می گیرد. در پیاده سازی کنترل فرآیند آماری دو فاز یک، و فاز دو کنترل آماری باید مورد توجه مهندسين قرار گیرد. تشریح این دو فاز مهم بخش دیگری از فصل یک این کتاب را تشکیل می دهد. زمانی که فرآیندی در شرایط تحت کنترل آماری کار

می کند، اغلب لازم است که مدیران فرآیندها، اطلاعات مربوط به قابلیت فرآیندی را که بر آن مدیریت می کنند را در اختیار داشته باشند، تا بتوانند تصمیمات بهتری اتخاذ کنند. در این فصل ضمن بررسی اهمیت شناخت قابلیت فرآیند، نحوه محاسبه قابلیت فرآیند و شرایطی را که نشان دهنده ششی سیگما در یک فرآیند است، تشریح می گردد.

یک فرآیند، برای آنکه از شرایط تحت کنترل خارج و به شرایط خارج از کنترل منتقل شود، ممکن است تحت تأثیر انواع تغییرات قرار گیرد. از اینرو شناخت انواع تغییراتی که ممکن است فرآیند را تحت تأثیر قرار دهد در تجزیه و تحلیل یک فرآیند خارج از کنترل و همچنین در انتخاب طرح های کنترل برای مهندسين صنايع و توليد اهميت دارد. در اين فصل ۹ نوع تغييرات پله اي، تغيير چند پله اي، تغيير خطي، تغييرات ايزوتونيك، تغييرات آنتي تونيك، تغييرات فراتونيك، تغييرات اسپوراديك، تغييرات منظم، و تغييرات سيكلي تشریح می گردد.

یکی از ویژگی های مهمی که هر سیستم کیفیتی باید از آن برخوردار باشد، قابلیت به تصویر کشیدن و بیان مسائل کیفیت یک فرآیند، با استفاده از مبانی پولی و مالی است. بطوری که واحدهای تضمین کیفیت باید بتوانند از بُعد مالی، مانند یک ذی حساب عمل نمایند. بنابراین سیستم های کیفیت باید بتوانند، تغییرات در مشخصه های کیفی، تأثیر عوامل انحرافات با دلیل در فرآیند، پی آمدهای حاصل از تغییرات، و پی آمدهای عدم تأمین الزامات مشتری های داخلی و خارجی را با استفاده از پولی و مالی بخوبی تشریح و تفسیر کنند. هنگامی که از هزینه در مباحث کیفیت سخن به میان می آید، به این معنا است که موضوع کیفیت می خواهد با دیمانسیون پول بررسی شود. یکی از عواملی که موجب می شود، مدیران و کارشناسان نا آشنا با مباحث کیفیت، و تغییرات در فرآیندها، به مباحث مرتبط با کیفیت و بهبود فرآیندها علاقمند شوند، توانمندی مهندسين صنايع در بيان مسائل کیفیت با استفاده از دیمانسیون پول است. در این فصل از کتاب، سعی شده است با آشنایی با بعضی از اصطلاحات مالی، هزینه کیفیت تشریح، و نمونه هایی از نحوه تهیه گزارش هزینه کیفیت، معرفی می شود.

فصل دوم این کتاب،

به شناسایی نقطه تغییر در فرآیندهای تک متغیره اختصاص دارد. زمانی را که یک فرآیند بدلیل تغییرات غیر تصادفی، واقعا از شرایط تحت کنترل، به شرایط خارج از کنترل منتقل می شود را نقطه تغییر می نامند. عبارت دیگر اگر نمودار کنترل در زمان T سیگنال

خارج از کنترل صادر نماید، در واقع، فرآیند در یک زمانی مانند τ (نقطه تغییر)، قبل از زمان T ، از شرایط تحت کنترل آماری خارج شده است، که شناسایی این زمان برای شناسایی عوامل انحراف فرآیند، بسیار اهمیت دارد. در این فصل به تفصیل، ضمن تشریح نقطه تغییر و اهمیت آن، تخمین زنده های نقطه تغییر برای پارامتر توزیع های مختلف، زمانی که تحت تأثیر تغییرات تک پله ای و یا خطی قرار می گیرند، معرفی می شوند. چگونگی انجام تست مدل هایی که برای کنترل فرآیندها طراحی می شود، و همینطور مجموعه های اطمینان که در بررسی فاصله ای نقطه تغییر، بسیار اهمیت دارد، از دیگر موارد مهمی است که در این فصل از کتاب مورد بحث قرار می گیرد.

فصل سوم این کتاب،

به نمودارهای کنترل در فرآیندهای چند متغیره می پردازد. نمودارهای کنترل مربع کای، T^2 هانتینگ، آروبی، شرطی، جمع تجمعی و میانگین متحرک موزون، مهمترین عناوین این فصل را تشکیل می دهند. آنجاییکه بسیاری از فرآیندهای واقعی تولیدی و خدماتی دارای چندین مرحله کاری می باشند، سری که مشخصه های فنی محصول بتدریج و در طی چند مرحله کاری تحقق می یابد، نیاز است و بررسی فرآیندهای چند مرحله ای در این فصل نیز مورد توجه قرار گرفته است. به سیستم هایی که در آنها مشخصات کیفی و یا مشخصات فنی مورد نظر در یک محصول، پس از طی چند مرحله کاری تأثیرگذار بر هم، تحقق می یابد، سیستم ها و یا فرآیندهای چند مرحله ای می گویند. آخرین بخش فصل سوم کتاب به بررسی این نوع از فرآیندها می پردازد.

فصل چهارم این کتاب،

به شناسایی نقطه تغییر در فرآیندهای چند متغیره می پردازد. در این فصل، علاوه بر معرفی سه روش در شناسایی نقطه تغییر (هنگامی که بردار میانگین فیلد تحت تأثیر تغییر تک پله ای و یا تغییر خطی قرار می گیرد)، نقطه تغییر چند مسیره نیز معرفی می شود.

فصل پنجم این کتاب،

به یکی از مباحث جذاب در فرآیندهای چند متغیره، یعنی موضوع تشخیص متغیر یا متغیرهایی که موجب انحراف، در فرآیندهای چند متغیره می شود، پرداخته است. مهندسين

صنایع در فرآیندهای چند متغیره با شرایط پیچیده ایی روبرو هستند. زمانی که چندین مشخصه کیفی دارای کوواریانس، در یک فرآیند، بصورت توأم (یعنی هم زمان) کنترل می شوند، با هشدار سیگنال خارج از کنترل، توسط نمودارهای کنترل، دست اندر کاران فرآیند تولید فقط متوجه می شوند که فرآیند در شرایط خارج از کنترل قرار گرفته است، و هیچگونه سیگنال و یا علامتی که نشان دهد، کدامیک از متغیرها باعث انحراف فرآیند شده است را دریافت نمی کنند. بعبارت دیگر، سیگنال نمودارهای کنترل، در فرآیندهای چند متغیره، همزمان معرف اطلاعات چندین متغیر تصادفی است، زیرا هر نمودار کنترل همزمان به چند متغیر تصادفی دارای کوواریانس تعلق دارد. از اینرو، هنگامی که نمودار کنترل، در این گروه از فرآیند، شرایط خارج از کنترل را هشدار می دهد، مهندسین کیفیت نمی توانند تفسیر کاملی را از سیگنال خارج از کنترل مشاهده شده، ارائه دهند. با بیانی دیگر، زمانی که در یک فرآیند چند متغیره، فرآیند در شرایط خارج از کنترل قرار می گیرد، و نمودار کنترل هشدار می دهد، مهندسین کیفیت نمی توانند با اطلاعاتی که نمودار کنترل نشان می دهد، تشخیص دهند که کدام متغیر، یا کدامیک از متغیرها موجب خارج از کنترل شدن فرآیند شده است. استفاده از روش هایی که در این فصل معرفی می شود، به مهندسین صنایع و مهندسین کیفیت کمک می کند تا بتوانند متغیر یا متغیرهای عامل انحراف را از سیگنال هشدار بدست آمده، تشخیص دهند.

فصل ششم این کتاب،

به یکی از جدیدترین مباحث کنترل فرآیند خارج از کنترل می پردازد، که در سال های اخیر مورد توجه محققین زیادی قرار گرفته است. در بسیاری از فرآیندهای تولیدی و خدماتی، مشخصه های کیفی، تابعی از یک یا چند متغیر مستقل هستند. به طوری که تعریف رابطه بین مشخصه های کیفی و متغیرهای مستقل، مبنای دست یابی به تعریف شرایط تحت کنترل آماری در آن فرآیند است. بعبارت دیگر در این دسته از فرآیندها، بین متغیرهای کیفی مورد نظر و متغیرهای مستقل تأثیرگذار، یک نوع رابطه رگرسیونی وجود دارد. این گروه از مشخصه های کیفی، **متغیر پاسخ**، و به متغیرهای مستقل آن، **متغیر رگرسیور**، یا **متغیر پیش بینی** می گویند. این رابطه، که با رویکرد رگرسیونی، بصورت یک منحنی بر روی نمودار ظاهر می شود، شکل واقعی تری از رفتار فرآیند را برای مهندسین صنایع فراهم می آورد تا بتوانند فرآیند را به شکل اثربخش تری بصورت آماری کنترل کنند. با این رویکرد، مدیران فرآیند و یا مهندسین صنایع، برخلاف روش های گذشته، نتایج نمونه گیری را بر روی نمودار،

بصورت یک منحنی مشاهده می کنند. به این منحنی، که نشان دهنده رابطه بین متغیرهای مستقل و متغیر پاسخ است، در ادبیات کنترل فرآیند آماری، پروفایل گفته می شود. این فصل از کتاب ضمن معرفی این رویکرد، به بررسی مبانی آماری پروفایل نیز می پردازد.

فصل هفتم این کتاب،

به رویکرد استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی در کنترل آماری فرآیندهای چند متغیره می پردازد. توانایی بسیار بالای شبکه های عصبی در شناسایی همزمان، شرایط خارج از کنترل، نقطه تغییر، عامل و یا عوامل انحراف فرآیند، جهت تقییر، و حتی مقدار تغییر، موجب شده است که رویکرد شبکه های عصبی مصنوعی مورد توجه بسیاری از محققین و فعالان عرصه تولید صنعت قرار گیرد. این فصل از کتاب به علاقمندان استفاده از این روش کمک می کند تا با مبنای طراحی شبکه های عصبی برای کنترل فرآیندهای چند متغیره، بصورت کاربردی آشنا شوند.

از آنجاییکه اکثر مطالب این کتاب، بر اساس دانش نویسنده، برای اولین بار است که بصورت یک متن جامع و قابل اتکا، قالب یک کتاب، به علاقمندان عرضه می شود، لذا وجود اشکالات تخصصی و ظاهری در متن، در از ذهن نمی باشد. از همه اساتید، محققین، و دانشجویان گرامی تقاضا دارد، نویسندگان پیشنهادات خود از طریق آدرس الکترونیکی Atashgar@iust.ac.ir در رفع اشکالات موجود، و تکمیل مطالب ارائه شده، برای چاپ های بعدی، یاری نمایند. پیشاپیش، سپاسگاری خویش را به آن بزرگواران تقدیم می نمایم.

کریم آتشگر

تهران - بهار ۱۳۹۳

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل ۱: کیفیت، آمار و کنترل تغییرات
۳	۱-۱ شناخت کیفیت و اهمیت آن
۸	۲-۱ زنجیره کیفیت
۱۱	۳-۱ پیشگامان کنترل کیفیت آماری
۱۲	۴-۱ کنترل کیفیت آماری
۱۳	۵-۱ نمودارهای کنترل
۱۳	۱-۵-۱ مبانی اولیه
۱۹	۲-۵-۱ نمودارهای کنترل برای مشخصه های کمی
۳۰	۳-۵-۱ نمودارهای کنترل برای مشخصه های وصفی
۳۰	نمودار کنترل p
۳۵	نمودار کنترل u
۳۷	نمودار کنترل c
۴۸	۴-۵-۱ نمودار کنترل دیریت
۵۳	۶-۱ متوسط طول دنباله
۵۴	۷-۱ فاز یک و فاز دو کنترل آماری
۶۱	۸-۱ قابلیت فرآیند
۶۸	۹-۱ انواع تغییرات فرآیند
۶۹	۱۰-۱ هزینه های کیفیت
۷۳	۱-۱۰-۱ آشنایی با چند اصطلاح مالی
۷۳	۲-۱۰-۱ هزینه کیفیت و ساختار آن

۷۶	 گزارش هزینه کیفیت ۳-۱۰-۱
----	--------------------------------

فصل ۲: شناسایی نقطه تغییر در فرآیندهای تک متغیره

۸۳	 مقدمه ۱-۲
۸۴	 نقطه تغییر ۲-۲
۸۹	 شناسایی نقطه تغییر تک پله ایی برای میانگین فرآیند ۳-۲
۹۸	 شناسایی نقطه تغییر خطی برای میانگین فرآیند ۴-۲
	 شناسایی نقطه تغییر میانگین فرآیند با استفاده از نمودارهای کنترل ۵-۲
۱۰۱	 EWMA و CUSUM
۱۰۵	 شناسایی نقطه تغییر تک پله ایی برای واریانس فرآیند ۶-۲
۱۱۲	 شناسایی نقطه تغییر خطی برای واریانس فرآیند ۷-۲
۱۱۸	 روش پلوس برای بدست آوردن β ۱-۲
۱۲۰	 شناسایی نقطه تغییر برای اقلام نامنطبق ۸-۲
	 شناسایی نقطه تغییر برای اقلام نامنطبق با استفاده از نمودارهای کنترل ۹-۲
۱۲۷	 EWMA و CUSUM
۱۲۹	 شناسایی نقطه تغییر تک پله ایی در بازه توزیع پواسون ۱۰-۲
۱۳۲	 شناسایی نقطه تغییر خطی در بازه توزیع پواسون ۱۱-۲
۱۳۵	 روش تست مدل های طراحی شده ۱۲-۲
۱۳۶	 مجموعه های اطمینان ۱۳-۲

فصل ۳: نمودارهای کنترل در فرآیندهای چند متغیره

۱۴۹	 مقدمه ۱-۳
۱۵۰	 خطا در کنترل غیر توأم متغیرها ۲-۳
۱۵۲	 نمودار کنترل مربع کای ۳-۳
۱۶۰	 ۱-۳-۳ فاصله ماهالانوبیس
۱۶۳	 نمودار کنترل T^2 هاتلینگ ۴-۳
۱۷۳	 نمودار کنترل آنتروپی شرطی ۵-۳
۱۷۵	 نمودار کنترل جمع تجمعی چند متغیره ۶-۳
۱۷۹	 نمودار کنترل میانگین متحرک موزون چند متغیره ۷-۳
۱۸۳	 فرآیندهای چند مرحله ایی ۸-۳
۱۸۶	 ۱-۸-۳ انواع فرآیندهای چند مرحله ایی
۱۹۲	 ۲-۸-۳ نمودار کنترل در فرآیندهای چند مرحله ایی

فصل ۴: شناسایی نقطه تغییر در فرآیندهای چند متغیره .. ۱۹۹

۲۰۱	.....	مقدمه	۱-۴
۲۰۲	.....	شناسایی نقطه تغییر تک پله ای در بردار میانگین فرآیند چند متغیره	۲-۴
۲۱۳	.....	شناسایی نقطه تغییر خطی در بردار میانگین فرآیند چند متغیره	۳-۴
	.....	شناسایی نقطه تغییر بردار میانگین فرآیند با استفاده از نمودارهای کنترل	۴-۴
۲۱۸	.....	MEWMA و IMCUSUM	
۲۱۹	.....	نقطه تغییر چند مسیره	۵-۴

فصل ۵: تشخیص عامل انحراف در فرآیندهای چند متغیره ۲۲۵

۲۲۷	.....	مقدمه	۱-۵
۲۲۸	.....	استفاده نامبری یمنفرونی برای فرآیند چند متغیره	۲-۵
۲۳۰	.....	استفاده از بیضی کنترل	۳-۵
۲۳۱	.....	روش تجزیه T^2	۴-۵
۲۳۳	.....	مرحله تجزیه ۱-۴-۵	
۲۴۳	.....	مرحله تفسیر ۲-۴-۵	
۲۵۴	.....	۳-۴-۵ فرآیند گام به گام برای روش تجزیه T^2	
۲۵۹	.....	۴-۴-۵ روشی دیگر برای تجزیه T^2	

فصل ۶: پایش پروفایل ها ۲۶۱

۲۶۳	.....	مقدمه	۱-۶
۲۶۴	.....	مبانی آماری پروفایل	۲-۶
۲۶۸	.....	پروفایل های خطی و پروفایل های غیر خطی	۳-۶
۲۷۳	.....	فاز یک و فاز دو کنترل پایش پروفایل ها	۴-۶
۲۷۴	.....	پایش پارامترهای پروفایل های خطی	۵-۶
۲۸۸	.....	کاربرد و نمونه هایی از پروفایل ها	۶-۶
۲۹۱	.....	طراحی پروفایل در فاز یک، و کنترل فرآیند در فاز دو	۷-۶
۲۹۱	.....	۱-۷-۶ فرآیند طراحی پروفایل برای فاز یک کنترل	
۲۹۴	.....	۲-۷-۶ کنترل فرآیند در فاز دو کنترل	
۲۹۵	.....	پایش پروفایل فرآیندهای چند مرحله ایی	۸-۶

فصل ۷: مبانی شبکه های عصبی مصنوعی در پایش

فرآیندهای چند متغیره ۲۹۷

۲۹۹		مقدمه	۱-۷
-----	-------	-------	-----

۳۰۰	 اهمیت استفاده از شبکه های عصبی، در فرآیندهای چند متغیره	۲-۷
۳۰۳	 آشنایی با شبکه های عصبی مصنوعی	۳-۷
۳۰۶	 ساختار و معماری شبکه عصبی مصنوعی	۴-۷
۳۰۹	 ۱-۴-۷ نوع شبکه	
۳۱۳	 ۲-۴-۷ پارادایم یادگیری	
۳۱۴	 ۳-۴-۷ تابع انتقال	
۳۱۶	 آموزش شبکه	۷-
۳۱۷	 ۱-۵-۷ پیش پردازش داده های آموزشی	
۳۲۰	 ۲-۵-۷ الگوریتم آموزش	
۳۲۱	 ۳-۵-۷ مشکل کردن زیر محدوده ها	
۳۲۳	 ۴-۵-۷ اندازه شبکه	
۳۲۶	 ۵-۵-۷ عملیات پایه	
۳۲۷	 ۶-۷ ارزیابی عملکرد شبکه	
۳۳۱	 ۱-۶-۷ حد آستانه	
۳۳۳	 ۷-۷ مقایسه شبکه های عصبی	
۳۳۵	 پیوست ها	
۳۴۹	 مراجع	