پیش‌بینی انرژی برق مورد نیاز با استفاده از روش سریهای زمانی

محمد علی تقوی
شرکت برق منطقه‌ای مازندران

سید خدایار علوی طبری
شرکت برق منطقه‌ای مازندران

حسن ناصری
سازمان برق ایران

چکیده :

امروزه روش تحلیل سریهای زمانی جهت پیش‌بینی داده‌هائی که در دوره‌های زمانی خاصی ثبت شده‌اند، در بعد وسیعی به کار گرفته می‌شود. در این روش با بهره‌گیری از اصول ریاضی و احتمال رفتار یک متغیر در قالب معادلات ریاضی شبیه‌سازی می‌شود. طوریکه، روند آتی آن با استفاده از معادله حاصله قابل پیش‌بینی می‌باشد. این نوع مدل‌سازی به دو صورت معادلات خطی و غیرخطی تقسیم‌بندی می‌گردد که با توجه به رفتار داده‌ها مدل مناسب انتخاب می‌شود.

در این مقاله با در نظر گرفتن میزان انرژی تحویلی به شبکه برق منطقه‌ای مازندران به عنوان یک متغیر زمانی، مدل مناسب که دارای کمترین خطا باشد، یک مدل غیر خطی است. پس از برازش مدل مناسب برروی داده‌ها، پیش‌بینی متوسط انرژی ماهانه بین سالهای ۷۶ - ۴۹ محاسبه شده است. بااستفاده از پیش‌بینی فوق و میزان شاخص فصلی، پیش‌بینی ماهانه بین سالهای ۷۶ - ۷۴ استخراج می‌گردد.

واژه‌های کلیدی:

سریهای زمانی - اتورگرسیو - میانگین متحرک - شاخص فصلی - مجموع مربعات

شرح مقاله:

بیشترین روشهای تحلیل داده‌های آماری با مدلهایی سر و کار دارد که در آنها فرض میشود متغیرها مستقل از یکدیگر عمل میکنند. دربسیاری از کاربردها وابستگی مشاهدات به عنوان عاملی مزاحم تلقی می‌گردد. و در آزمایشهای طراحی شده، تصادفی کردن طرح آزمایش بـه ایـن مـنظور معرفی می‌شود که به تحلیل مورد عمل همان اعتباری را ببخشد که گویی مشاهدات مستقل بوده‌اند. لیکن مقدار زیادی از داده‌های بازرگانی، اقتصاد، علوم طبیعی و مهندسی به صورت سریهای زمانی هستند که در آنها ماهیت این وابستگی به خودی خود مورد توجه است. فنون موجود برای تحلیل این گونه از سری مشاهدات وابسته به هم را تحلیل سریهای زمانی گویند.

استفاده از مشاهدات موجود یک سری زمانی در زمان t به منظور پیش‌بینی مقدار آن سری در زمان آینده‌ای، مثل t+l می‌تواند پایه‌ای برای کارهای زیر باشد.

الف)برنامه‌ریزی اقتصادی

ب)برنامه‌ریزی تولید

ج)کنترل تولید و موجودی

د)کنترل و بهینه‌سازی نحوه مصرف

فرض می‌کنیم که مشاهدات در فاصله‌های گسسته و مساوی در دسـترس بـاشند. مـثلا، در پیش‌بینی مقدار انرژی، مقدار انرژی ماه جاری X_t و انرژی ماههای قبل X_{t-1} ، X_{t-2} ، ... را می‌توان برای پیش‌بینی مقدار انرژی l ماه بعد، $l=1,2,3,...$ مورد استفاده قرار داد، مقدار پیش‌بینی شده در مبداء t برای مقدار انرژی X_{t+l} متعلق به زمان آینده‌ای مـثل t+l را بـا $\hat{X}_t(l)$ نشـان مـی‌دهیم تـابع $\hat{X}_t(l)$ $l=1,2,3,...$ که مقادیر پیش‌بینی به مبدأ t برای همه زمانهای انتظار آینده تعیین می‌کند. تابع پیش‌بینی به مبدأ t نامیده میشود. هدف آن است که تابع پیش‌بینی‌ای بدست آوریم که میانگین توان دوم انحرافات مقادیر واقعی از مقادیر پیش‌بینی شده، یعنی $X_{t+l} - \hat{X}_t(l)$ به ازای هر زمان انتظار l تا حـد امکـان کوچک باشد.

لازم است که علاوه بر محاسبه بهترین پیش‌بینی‌ها، صحت آنها نیز مشخص شود، بطوری که بتوان مثلاً مخاطره ناشی از تصمیمات مبتنی بر این پیش‌بینی‌ها را محاسبه کرد. صحت پیش‌بینی‌ها را می‌توان با محاسبه حدود احتمالی در دو طرف هر مقدار پیش‌بینی شده‌بیان کرد این حدودرامی‌توان به

ازای هر مجموعه مناسبی از مقادیر احتمال، مثلاً ۵۰٪ و ۹۵٪ حساب کرد. این حدود طوری هستند که مقدار تحقق یافته سری زمانی، هنگامی که رخ دهد، با احتمال بیان شده درون آنها واقع خواهد شد.

سریهای زمانی خود به دو شاخه خطی و غیر خطی تقسیم بندی می‌شوند که بنابه چگونگی رفتار متغیر مربوطه بر روی داده‌ها برازش می‌شود. فهم سریهای زمانی غیرخطی بدون داشتن آگاهی کافی از سریهای زمانی خطی مشکل می‌باشد. بنابراین توضیحی مختصر در مورد سریهای زمانی خطی ضروری بنظرمی‌رسد.

تحلیل سریهای زمانی خطی:

مدل اتورگرسیو: یک مدل تصادفی که می‌تواند در نمایش سریهای معینی که در عمل دیده میشوند بی‌نهایت مفید واقع شود موسوم به‌اتورگرسیواست در این مدل، مقدار فعلی فرآیند به صورت یک مجموع خطی متناهی از مقادیر قبلی فرآیند و یک مقدار e_t به عنوان میزان خطا بیان می‌شود.

فرض میکنیم مقادیر یک فرآیند را در زمانهای با فاصله مساوی $t, t-1, t-2, \cdots$

به وسیله $X_t, X_{t-1}, X_{t-2}, \cdots$ نشان دهیم. مثلاً

$$X_t = a_1X_{t-1} + a_2X_{t-2} + a_3X_{t-3} + \cdots + a_pX_{t-p} + e_t$$

رابطه خطی بالا فرآیند اتورگرسیو مرتبه p نامیده می‌شود $(AR(p))$

این مدل شامل $p+2$ پارامتر مجهول $\mu, a_1, a_2, \ldots, a_p, \sigma^2$ است که در عمل باید از روی داده‌ها برآورد شود.

مدل میانگین متحرک: نوعی مدل دیگر که ازلحاظ نمایش سریهای زمانی مشاهده شده دارای اهمیت عملی زیادی است. فرآیند موسوم به میانگین متحرک متناهی است. در این حالت X_t را بطور خطی با یک تعداد متناهی q از e_tهای پیشین وابسته می‌کنیم پس.

$$X_t = e_t + b_1e_{t-1} + b_2e_{t-2} + \ldots + b_qe_{t-q}$$

رابطه خطی بالا فرآیند میانگین متحرک مرتبه q نامیده می‌شود $(MA(q))$

این مدل شامل $q+2$ پارامتر مجهول $\mu, b_1, b_2, \ldots, b_q, \sigma^2$ است که درعمل باید از روی داده‌ها برآورد شود.

تحلیل سریهای زمانی غیرخطی:

هر نوع نمایشی یک سری زمانی که به صورت خطی نباشد یک مدل غیرخطی است.

فرآیند سری زمانی مورد بحث، میزان انرژی تحویلی به شبکه برق منطقه‌ای مازندران است. که اولین مقدار آن (فروردین ۱۳۴۹ = X_1) و آخرین مقدار آن (مرداد ۱۳۷۴ = X_{305}) می‌باشد.

$$X_1, X_2, X_3, \ldots, X_{305}$$

نمایش پراکندگی این سری در شکل یک نشانگر سه نکته مهم است.

الف - رفتار سری زمانی پریودیک (فصلی) می‌باشد.

ب - سری زمانی دارای روند صعودی است.

ج - نمودار حاصله از سری زمانی، گرایش به منحنی توزیع نرمال دارد.

با توجه به بند (ج) نتیجه می‌شود، رفتار فرآیند فوق به صورت غیرخطی است. بنابراین پس از تست نمودن مدلهای مختلف غیر خطی مدل مناسب به شرح زیر حاصل گردید.

$$\hat{m}_{sal} = c\int_0^{a+b\,sal} \frac{2}{\sqrt{\pi}} e^{-z^2}\, dz \qquad (1-1)$$

مدل برازش شده فوق تابعی از متغیر تصادفی نرمال است که دارای سه پارامتر a,b,c می‌باشد.

همچنین متغیر sal به عنوان عنصر اصلی پیش‌بینی کننده میانگین انرژی یک ماه در سال مورد نظر بکار گرفته می‌شود.

به عنوان مثال برای پیش‌بینی میانگین انرژی یک ماه در سال ۱۳۷۵ مقدار sal=27 خواهد بود. بنابراین مقادیر مختلف این متغیر می‌تواند 1,2,3,...,26,... باشد.

پارامترهای a,b,c با استفاده از روش گاوس نیوتن (Gauss_Newton) بدست می‌آید.

نحوه محاسبه برآورد همزمان پارامترهای فوق بااستفاده از زیربرنامه NLIN توسط نرم افزار آماری SAS انجام شده است. در این زیربرنامه ابتدا سه مقدار پیشنهادی به ترتیب برای پارامترهای a,b,c وارد می‌کنیم. مقدار پیشنهادی در ردیف اول جدول شماره یک درج شده است، مرحله بعد بااستفاده از روش گاوس نیوتن مقادیر پارامترهای فوق در هر بار گردش بهینه می‌شوند تا جائیکه بهترین جواب در سطر آخر جدول فوق قرار گرفته است.

نمودار ۱ : پیر اکندگی میزان انرژی تحویلی به برق منطقه‌ای مازندران بین سالهای ۷۴ - ۴۹

جدول ۱: تخمین پارامترهای مدل غیرخطی متغیر وابسته m_{sal}با استفاده از روش گاوس نیوتن

تکرار	a	b	c	مجموع مربعات
0	-2.200000	0.110000	500000000	6.79516928E16
1	-1.906206	0.089358	411184234	8.60591108E14
2	-1.880034	0.089018	397522182	6.79331526E14
3	-1.880040	0.089254	396224856	6.79142638E14
4	-1.879995	0.089248	396251523	6.7914247E14
5	-1.879995	0.089248	396250915	6.7914247E14

به هنگام برآورد هر پارامتری ارائه شاخص پراکندگی و فاصله اطمینان برآورد بسیار مفید می‌باشد، در جدول شماره دو مقادیر برآورد، خطای استاندارد و یک فاصله اطمینان ۹۵٪ آورده شده است.

جدول ۲: تخمین پارامترهای مدل ریاضی پیش‌بینی انرژی

پارامتر	تخمین	خطای استاندارد	فاصله‌اطمینان۹۵درصد	
			حدپائین	حدبالا
a	-1.9	0.030	-1.94	-1.82
b	0.08	0.006	0.08	0.10
c	396250914.6	33350592.18	327260513.27	465241315.99

در صورتیکه هدف پیش‌بینی میانگین انرژی یک ماه در سال باشد با استفاده از رابطه (۱-۱) و قرار دادن مقدار سال بجای متغیر salاین مقدار محاسبه می‌شود. در جدول شماره سه مقدار متوسط انرژی ماهانه در طول سالهای ۱۳۷۴ - ۱۳۴۹ به اضافه میزان برآورد متوسط انرژی ماهانه در طول

سالهای ۷۶-۷۴ همراه با یک فاصله اطمینان ۹۵ درصد نشان داده می‌شود.

برای محاسبه پیش‌بینی یک ماه بخصوص از مقدار پیش‌بینی شده متوسط انرژی ماهانه سال مورد نظر استفاده می‌شود. روش عملی پیش‌بینی ماهانه انرژی به قرار زیر است.

ابتدا شاخص فصل (Seasonal Index) هر سال در جدول شماره چهار محاسبه می‌شود.

پس از محاسبه شاخص فصلی پیش‌بینی برای هر ماه با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

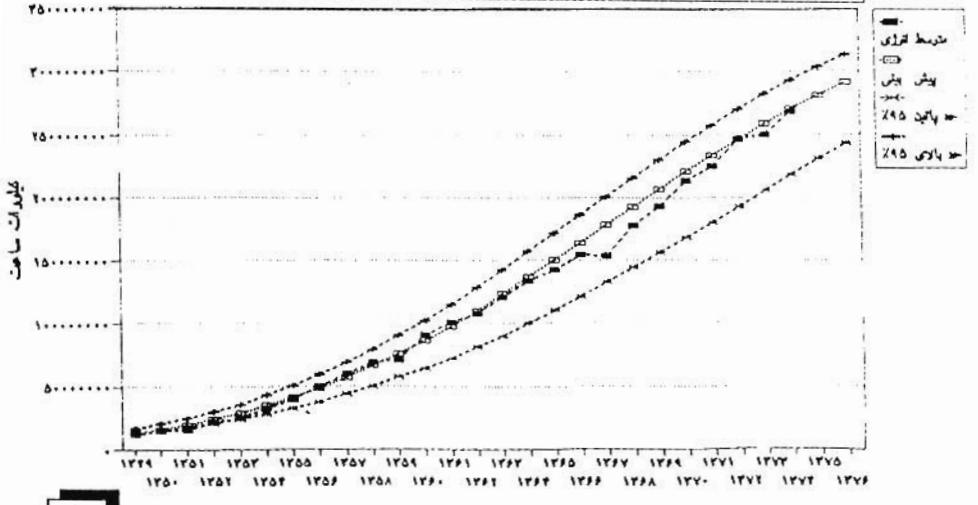
$$month(i)=\hat{m}_{sal} \times S_i$$

i= فروردین ، اردیبهشت ، ... , اسفند

به عنوان مثال میزان انرژی برای سال ۷۶ - ۷۴ (sal=26,27,28) به تفکیک ماه در جدول شماره پنج محاسبه شده است.

جدول ۳: پیش بینی متوسط انرژی ماهانه بین سالهای ۱۳۷۶ ـ ۱۳۴۹ با فاصله اطمینان ۹۵ درصد .

سال	متوسط‌انرژی ماهانه KWH	پیش بینی متوسط‌انرژی ماهانه KWH	حد پائین ۹۵ درصد KWH	حد بالای ۹۵ درصد KWH
۱۳۴۹	۱۱۸۳۰۵۶۳	۱۲۸۱۳۶۷۹	۱۲۳۴۷۹۵۶	۱۶۵۸۶۹۵۶
۱۳۵۰	۱۴۷۰۲۰۲۶	۱۵۸۹۳۱۹۵	۱۴۷۴۱۶۲۲	۲۰۳۹۵۹۱۵
۱۳۵۱	۱۴۸۹۳۰۵۳	۱۹۵۴۲۸۴۲	۱۷۵۰۱۴۰۰	۲۴۸۶۵۱۷۶
۱۳۵۲	۲۱۵۹۷۲۴۱	۲۳۸۲۵۱۷۳	۲۰۶۶۲۹۹۸	۳۰۰۵۷۰۶۷
۱۳۵۳	۲۵۲۴۳۶۱۴	۲۸۷۹۹۹۱۰	۲۴۲۶۱۸۲۸	۳۶۰۲۸۴۶۷
۱۳۵۴	۳۱۹۴۷۵۱۵	۳۴۵۲۱۵۵۲	۲۸۳۳۲۲۳۴	۴۲۸۲۸۱۳۱
۱۳۵۵	۴۰۰۱۲۳۲۳	۴۱۰۳۶۸۱۶	۳۲۹۰۶۶۵۸	۵۰۴۹۳۹۶۵
۱۳۵۶	۵۰۲۵۴۵۴۹	۴۸۳۸۲۰۲۰	۳۸۰۱۴۷۲۹	۵۹۰۵۰۳۸۳
۱۳۵۷	۵۹۷۰۵۰۸۲	۵۶۵۸۰۵۶۰	۴۳۶۸۲۳۳۳	۶۸۵۰۵۸۹۹
۱۳۵۸	۶۷۹۹۱۸۰۵	۶۵۶۴۰۵۹۳	۴۹۹۳۰۶۶۳	۷۸۸۵۱۱۰۷
۱۳۵۹	۶۹۷۰۰۳۱۴	۷۵۵۵۳۱۰۶	۵۶۷۷۵۳۰۲	۹۰۰۵۷۱۹۰
۱۳۶۰	۹۰۳۷۸۸۱۶	۸۶۲۹۰۴۸۶	۶۴۲۲۵۳۵۱	۱۰۲۰۷۵۱۰۵
۱۳۶۱	۱۰۰۶۹۴۵۱۷	۹۷۸۰۵۷۴۳	۷۲۲۸۲۶۵۳	۱۱۴۸۳۵۵۲۸
۱۳۶۲	۱۰۷۹۷۳۹۴۲	۱۱۰۰۳۲۴۵۳	۸۰۹۴۱۱۴۴	۱۲۸۲۴۹۶۳۴
۱۳۶۳	۱۲۰۶۹۵۵۶۳	۱۲۲۸۸۵۵۰۴	۹۰۱۸۶۳۵۲	۱۴۲۲۱۰۷۱۴
۱۳۶۴	۱۳۳۶۱۵۵۶۸	۱۳۶۲۶۲۶۵۳	۹۹۹۹۵۰۹۲	۱۵۶۵۹۶۶۱۳
۱۳۶۵	۱۴۲۲۶۴۷۱۸	۱۵۰۰۴۶۸۵۲	۱۱۰۳۳۵۳۵۷	۱۷۱۲۷۲۸۸۲
۱۳۶۶	۱۵۴۰۱۰۷۹۶	۱۶۴۱۰۹۲۷۶	۱۲۱۱۶۶۴۵۰	۱۸۶۰۹۶۵۲۶
۱۳۶۷	۱۵۳۵۷۲۸۲۹	۱۷۸۳۱۲۹۱۱	۱۳۲۴۳۹۳۳۱	۲۰۰۹۲۰۱۷۰
۱۳۶۸	۱۷۷۵۵۸۳۸۵	۱۹۲۵۱۶۵۴۶	۱۴۴۰۹۷۱۹۹	۲۱۵۵۹۶۴۳۹
۱۳۶۹	۱۹۳۳۳۴۶۴۰	۲۰۶۵۷۸۹۷۰	۱۵۶۰۷۶۳۴۴	۲۲۹۹۸۲۳۳۸
۱۳۷۰	۲۱۳۶۶۹۷۳۸	۲۲۰۳۶۳۱۶۹	۱۶۸۳۰۷۱۲۸	۲۴۳۹۴۳۴۱۸
۱۳۷۱	۲۲۵۲۱۵۵۸۴	۲۳۳۷۴۰۳۱۸	۱۸۰۷۱۵۲۱۴	۲۵۷۳۵۷۵۲۴
۱۳۷۲	۲۴۶۴۸۸۵۵۰	۲۴۶۵۹۳۳۶۹	۱۹۳۲۲۲۹۱۰	۲۷۰۱۱۷۹۴۷
۱۳۷۳	۲۴۹۴۷۵۳۶۲	۲۵۸۸۲۰۰۷۹	۲۰۵۷۵۰۶۲۴	۲۸۲۱۳۵۸۶۲
۱۳۷۴	۲۶۸۳۴۴۵۶۱	۲۷۰۳۳۵۳۳۵	۲۱۸۲۱۸۳۸۰	۲۹۳۳۴۱۹۴۵
۱۳۷۵		۲۸۱۰۷۲۷۱۶	۲۳۰۵۴۷۳۵۰	۳۰۳۶۸۷۱۵۳
۱۳۷۶		۲۹۰۹۸۵۲۲۹	۲۴۲۶۶۱۳۴۳	۳۱۳۱۴۲۶۶۹



جدول ۴: شاخص فصلی انرژی تحویلی به شبکه برق منطقه‌ای مازندران

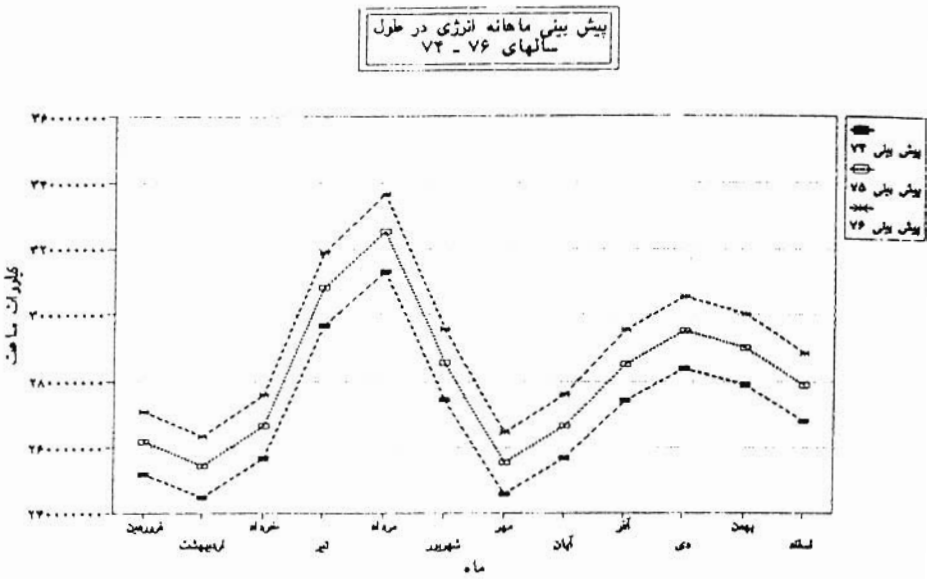
ماه	انرژی تحویلی به شبکه برق مازندران			.....					میانگین در طول ۲۶ سال	میانگین ماهانه سال	شاخص فصلی
	۱۳۴۹	۱۳۵۰	۱۳۵۱		۱۳۷۱	۱۳۷۲	۱۳۷۳	۱۳۷۴			
فروردین	۷۶۴۱۷۰۸	۱۰۲۷۱۱۹۸	۱۲۵۷۵۲۸۸	.....	۲۱۸۴۱۶۸۲۴	۲۲۱۵۷۵۰۷۶	۲۳۹۰۷۸۶۶۰	۲۳۵۰۳۰۱۸۹	۱۰۳۶۱۵۴۶۸	۱۱۲۳۱۲۱۵۹	۰.۹۳۱۴۷
اردیبهشت	۸۹۹۰۸۷۸	۱۱۱۵۲۴۷۵	۱۱۱۵۲۴۷۵	.....	۲۰۸۳۹۸۱۶۷	۲۲۱۰۵۱۲۸۰	۲۳۰۲۶۶۷۷۶	۲۳۷۲۹۸۹۹۹	۱۰۱۶۵۷۱۶۰	۱۱۲۳۱۲۱۵۹	۰.۹۰۵۱۳
خرداد	۹۳۴۱۹۱۳	۱۲۱۸۷۱۸۱	۱۲۱۸۷۱۸۱	.....	۲۰۳۴۸۸۳۵۰	۲۲۳۹۵۵۸۸۵	۲۳۸۹۳۹۰۲۰	۲۶۰۳۸۰۸۳۵	۱۰۶۵۹۵۷۷۲	۱۱۲۳۱۲۱۵۹	۰.۹۴۹۱
تیر	۱۰۲۷۲۴۶۲	۱۳۲۱۳۴۳۷	۱۳۲۱۳۴۳۷	.....	۲۴۲۴۸۳۱۱۴	۲۵۳۹۱۱۰۸۵	۲۵۸۲۴۵۷۴۸	۲۹۴۱۷۹۵۱۸	۱۲۳۱۵۷۵۱۷	۱۱۲۳۱۲۱۵۹	۱.۰۹۶۵۶
مرداد	۱۰۱۹۵۱۸۶	۱۳۳۲۴۵۳۷	۱۳۳۲۴۵۳۷	.....	۲۳۶۱۱۹۶۴۶	۲۹۰۶۹۲۶۰۷	۲۹۲۲۷۹۰۰۸	۳۱۴۷۲۳۲۶۷	۱۳۰۰۳۶۸۰۳	۱۱۲۳۱۲۱۵۹	۱.۱۵۷۸۲
شهریور	۱۱۰۹۹۴۲۱	۱۷۲۰۹۸۲۶	۱۷۲۰۹۸۲۶	.....	۲۳۷۷۳۶۱۹۴	۲۷۳۰۶۴۰۱۷	۲۶۳۶۱۱۵۵۴		۱۱۳۰۴۸۲۸۷	۱۱۲۳۱۲۱۵۹	۱.۰۱۵۴۶
مهر	۱۵۶۱۰۵۰۶	۲۰۸۷۳۲۱۱	۲۰۸۷۳۲۱۱	.....	۲۰۶۵۵۵۰۱۲	۲۲۹۵۸۴۵۳۶	۲۳۸۱۳۴۳۶۴		۱۰۲۰۶۶۳۰۲	۱۱۲۳۱۲۱۵۹	۰.۹۰۸۷۷
آبان	۱۵۶۹۱۹۶۰	۱۷۹۲۳۶۲۸	۱۷۹۲۳۶۲۸	.....	۲۱۴۱۲۵۱۹۲	۲۳۹۵۶۰۹۲۸	۲۴۱۳۱۲۸۶۰		۱۰۶۵۷۰۷۶۳	۱۱۲۳۱۲۱۵۹	۰.۹۴۸۸۸
آذر	۱۴۸۲۰۸۶۱	۱۶۰۸۶۴۷۰	۱۶۰۸۶۴۷۰	.....	۲۳۵۱۵۰۶۹۰	۲۵۲۰۳۴۱۸۲	۲۴۷۹۶۱۳۵۲		۱۱۳۹۱۳۴۳۹	۱۱۲۳۱۲۱۵۹	۱.۰۱۴۲۶
دی	۱۳۳۵۳۳۸۷	۱۵۸۰۳۴۶۷	۱۵۸۰۳۴۶۷	.....	۲۳۷۱۹۴۵۸۸	۲۵۶۰۴۷۸۱۱	۲۵۱۸۳۱۶۲۹		۱۱۷۸۹۱۰۸۰	۱۱۲۳۱۲۱۵۹	۱.۰۴۹۶۷
بهمن	۱۲۴۵۸۹۶۶	۱۴۶۹۴۲۵۹	۱۴۶۹۴۲۵۹	.....	۲۳۲۴۴۵۶۱۸	۲۵۰۰۴۹۰۶۹	۲۴۹۹۷۱۹۰۱		۱۱۵۸۲۹۴۷۶	۱۱۲۳۱۲۱۵۹	۱.۰۳۱۳۲
اسفند	۱۲۴۶۹۵۱۳	۱۳۶۸۴۸۶۸	۱۳۶۸۴۸۶۸	.....	۲۳۰۴۴۲۶۲۲	۲۴۴۳۳۶۱۳۴	۲۴۱۸۷۱۳۷۹		۱۱۱۳۶۳۸۳۶	۱۱۲۳۱۲۱۵۹	۰.۹۹۱۵۶
میانگین یک ماه در سال	۱۱۸۳۰۵۶۳	۱۴۷۰۲۰۴۶	۱۴۸۹۳۰۵۴	.....	۲۲۵۲۱۵۵۸۵	۲۴۶۴۸۸۵۵۱	۲۴۹۴۷۵۳۶۳	۲۶۸۳۴۴۵۶۲	۱۱۲۳۱۲۱۵۹		

میانگین در طول ۲۶ سال / میانگین ماهانه = شاخص فصلی

مجموع میانگین در طول ۲۶ سال / ۱۲ = میانگین ماهانه

جدول ۵: پیش بینی ماهانه انرژی

سال / ماه	۱۳۷۴	۱۳۷۵	۱۳۷۶
فروردین	۲۵۱۸۰۹۴۰۴.۲	۲۶۱۸۱۰۹۵۸.۱	۲۷۱۰۴۴۱۷۲
اردیبهشت	۲۴۴۶۸۸۷۵۷.۳	۲۵۴۴۰۷۴۸۸.۱	۲۶۳۳۷۹۶۰۶
خرداد	۲۵۶۵۷۵۹۹۵.۲	۲۶۶۷۶۶۸۷۲.۱	۲۷۶۱۷۴۸۶۵
تیر	۲۹۶۴۴۰۱۰۹.۳	۳۰۸۲۱۴۳۳۸.۹	۳۱۹۰۸۴۰۴۸
مرداد	۳۱۲۹۹۸۵۴۹.۸	۳۲۵۴۳۰۴۵۹.۹	۳۳۶۹۰۷۳۲۵
شهریور	۲۷۴۵۱۴۱۹۵.۲	۲۸۵۴۱۷۵۵۴.۹	۲۹۵۴۸۳۲۹۶
مهر	۲۴۵۶۷۳۵۶۱.۳	۲۵۵۴۳۱۴۰۷.۳	۲۶۴۴۳۹۶۳۵
آبان	۲۵۶۵۱۵۷۹۷.۴	۲۶۶۷۰۴۲۸۳.۳	۲۷۶۱۱۰۰۶۹
آذر	۲۷۳۱۸۹۶۱۷.۵	۲۸۵۰۸۰۰۸۵.۵	۲۹۵۱۳۳۹۲۵
دی	۲۸۳۷۶۳۷۹۸.۹	۲۹۵۰۳۳۵۴۱.۳	۳۰۵۴۳۹۴۳۲
بهمن	۲۷۸۸۰۱۵۱۷.۷	۲۸۹۸۷۵۱۶۴.۵	۳۰۰۰۹۸۱۱۱
اسفند	۲۶۸۰۵۲۷۲۲.۳	۲۷۸۶۹۹۴۴۰.۵	۲۸۸۵۲۸۲۵۶



نتیجه:

روشهای که تاکنون برای پیش‌بینی میزان انرژی مورد استفاده قرار می‌گرفت مبتنی بر آگاهی کامل از وضع منطقه و توسط یک تیم کارشناسی در زمانی طولانی انجام می‌گرفت.

این شیوه‌ها همواره دو ایراد اساسی را یدک کشیده‌اند که عبارت از صرف هزینه زیاد و اتلاف وقت می‌باشد.روش ارائه شده در این مقاله مبتنی بر رفتار پیشین یک فرایند می‌باشد .

در صورتیکه آمار و اطلاعات صحیح ثبت شده باشند روش سریهای زمانی بیشتر مواقع از روش سنتی نیز دقیقتر بوده و این با مقایسه میانگین توان دوم خطاهای دو روش قابل روئیت است. شایان ذکر است روش سریهای زمانی برای هر نوع داده که در طی زمانهای مساوی ثبت شده باشند کارائی دارد.

منابع

Brochwell and Davis(1991):Time series:Theory and methods.springer,Newyork

- روشهای کنترل و پیش‌بینی سریهای زمانی: باکس و جنکینز، ترجمه علی مشکانی (۱۳۷۱) دانشگاه شهید بهشتی تهران.

- درون‌یابی فرآیندهای تصادفی ایستا: محمدعلی تقوی، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز (۱۳۷۳)

- نرم افزار آماری SAS

مأخذ

شرکت سهامی برق منطقه‌ای مازندران ، امور اطلاعات مدیریت ، واحد آمار.