## **Nonlinear Regression**

این نوع از رگرسیون، روشی برای یافتن <u>مدلی غیر خطی</u> در جهت یافتن رابطه میان متغیر وابسته و مجموعه ای از متغیرهای مستقل است.بر خلاف شیوه قدیمی رگرسیون خطی که (محاسبه مدل خطی را محدود می کرد)رگرسیون غیر خطی می تواند روابط مدل را بصورت اختیاری و ارادی میان متغیر های مستقل و غیر مستقل بررسی و اندازه گیری کند.

استفاده از آن بر اساس الگوریتم تخمین و براورد کامل شده است.قابل توجه این مطلب که این روش برای مدلهای چند فرمولی(مختلط) که می تواند توسط شیوه قدیمی رگرسیون خطی محاسبه شود انجام نمی گیرد.

مثال:

آیا می توان جمعیت را براساس زمان پیش بینی کرد؟یک نمودار پراکندگی نشان می دهد که رابطه ای قوی میان جمعیت و زمان به نظر می رسد،اما رابطه از نوع غیر خطی است،بنابراین نیاز به استفاده از روش تخمین غیر خطی است.ازطریق تنظیم یک معادله مناسب در رابطه با مدل رشد منطقی جمعیت،می توانیم برآورد خوبی از این مدل داشته باشیم که به ما اجازه می دهد جمعیت را برای زمان مورد نظر خود پیش بینی کنیم.

پارامترهای رگرسیون غیر خطی:

پارامترها درواقع قسمتی از مدل هستند که رگرسیون غیر خطی جهت رسیدن به آیتم های مورد نظر برآورده می کند.این پارامترها می توانند اعدادی با ارزشهای ثابت ریاضی،ضریب یا عامل مشترک افزاینده،تعریف کننده،و یا ارزشهای مورد استفاده شده در ساختار ارزیابی باشند.تمام پارامترهایی که تعریف میکنید با ارزش اصلی آنها برروی پارامتر لیست، parameter list در maindialog box نمایش داده می شود.

در ابتدا باید نامی برای هر پارامتر مشخص شود.این نام باید اسم یک متغیر قابل قبول باشد و باید در بیان و متن مدل در maildialog box وجود داشته باشد.

Starting value به شما اجازه می دهد برای پارامتر، یک ارزش اولیه بصورت بهتر و تا حد امکان نزدیک به راه حل و پاسخ مورد انتظار تعیین کنید . نکته قابل ذکر اینکه ،ارزشهای اولیه کم و یا با مقدار پایین می تواند در نتیجه منجر به از بین رفتن راه حلهای منطقی شود و دستیابی به راه حل را بصورت فیزیکی نیز غیر ممکن سازد..

استفاده از starting value

در قسمت maindialog box می توانید این تنظیمات را برای دستیابی به ارزشهای اولیه و اصلی پارامترها از ارزشهای پیشین و اولیه آنها داشته باشید.این امکان به شما اجازه می دهد زمانیکه تشابه الگوریتم بسیار کم و پایین است به کار خود ادامه بدهید.

توجه:

درصورتیکه شما مدل خود را تغییر دادید حتما تمام موارد انتخابی را از حالت انتخاب خارج کنید زیرا این تغییرات در dialog box باقی می ماند.

\*

## مثال:

یک خرده فروش میخواهد روابط میان پول خرج شده (هزینه)آگهی های بازرگانی و نتایج فروش را مورد بررسی و مطالعه قرار دهد.در آخرارقام فروش پیشین و هزینه (خرج کرد تبلیغات)را به هم مرتبط می کنند.این اطلاعات و داده ها را می توان در قسمت advert.sav مشاهده نمود.این فایل داده همانند آنالیزهای پیشین مدل خطی و Quadratic روابسته)از طریق شیوه تخمین منحنی نمودار curve estimation و مدل Quadratic و یافته های آن عمل می کند،لذا نسبت به مدل خطی در این حالت برتری دارد،اگرچه خرده فروش علاقه مند است که مدل Cuadratic شاید نتواند مدل مناسبی باشد و دلیلش اینست که فرض این مدل براینست که افزایش تبلیغات در نهایت منجر به کاهش میزان فروش می شود به همین دلیل معتقد است استفاده از مدل رگرسیون غیر خطی می تواند مناسب تر باشد .

نحوه بوجود آوردن نمودار پراکندگی(Scatterplot) تابع وابسته بصورت مستقل(جدا)

برای ایجاد نمودار پراکندگی فروش از طریق هزینه صرف شده برای آگهی های بازرگانی از مسیر زیر Graphs و …Chart Builder را انتخاب می کنیم.

and hence the second terms of the terms of the second se	100.10
eating a Scatterpiol of the Dependent by the Independent De Set live Dee Devicer design <mark>Unite</mark> Lines Advant, District Her- El Genetionen Linesconnen, a	<ul> <li>To produce a useful point sale by an elevations menu gent. Your the sensure distante Count Database.</li> </ul>

Chart Bullider	-50	and choose Single Scatter
Aberary Consideration	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Related Determined service on the your value and determining speeding as the variable.     Club, CHL     These selectors produce the controptet.
Categories no congener deat somath Gallery East Denarts	Charlenge geneting	
Catalogue	Len Area Databalar Databalar Matayan	

پس از باز شدن پنجره بالا به قسمت gallery رفته و از میان گزینه ها Simple Scatter را انتخاب میکنیم.فروش Detrended را بعنوان متغیری در محور y و هزینه صرف شده برای تبلیغات را بعنوان متغیری دیگر درمحور x وارد میکنیم.پس از زدن کلید ok نمودار پراکندگی نمایش داده می شود.

	13.0F 12.0F 11.0F	е о 6 о	° ° ° ° ° ° ° ° ° ° ° ° ° ° ° ° ° ° °	D	The eaching occuracies with this case increases with increased advecting, however, like sciences advecting instatuted advecting has no with increased specifications to docume with increased specifications fails no further effect on subs. An appropriate model for this large golden is the advecting potential for the advecting instatute in the advecting instatute increases.
Detrended to	908" 0 968" 0 968" 0 960 186" 0	0 90		For Rev J	
	0.00 <sup>-1</sup>	o 340 in Advertising	sio co spending	• T.	

نتایج نمودار پراکندگی حاکی از آنست که میزان فروش با افزایش تبلیغات بالا می رود، همچنین میزان فروش بستگی به سرمایه گذاری در تبلیغات دارد که مشخص کننده اینست که با افزایش مخارج ،فروش کاهش می یابد تاجاییکه افزایش تبلیغات هیچ تاثیر مثبتی بر روی فروش ندارد.دراین حالت مدلی که برای این قبیل طرحها مناسب باشد ،مدل رگرسیون asymptotic است. مدل رگرسیون asymptotic برابر با y=b1+b2eb3x می باشد که برای آنها شروطی تعریف شده که عبارتست از b1>0, b2<0 و b2<0 باشد، که نتایج مدل Mistcherlich را برای قوانین بازده نزولی ارائه می کند. ابتداعا این مدل به سرعت افزایشی همراه با کاهش مقدار x خواهد داشت اما بعد از آن میزان سود کاهش می یابد و در آخر بصورت تدریجی در زیر ارزش b1 متوقف می شود .

(نحوه) انتخاب ارزشها

در روش رگرسیون غیر خطی نیاز است که ارزشهای ابتداعی و اولیه را برای مقادیر پارامترها در مدل در دست داشته باشید،در ابتدا به نظر می رسد وحشت یاترسی در پس زمینه در مورد استفاده از مدل است،اما پس از آشنایی با آن آسانتر می شود.

B1 معرف حد بالاتر میزان asymptotic برای فروش است. با مشاهده نمودار ،حتی ارزش فروشها در سطح بالا به میزان کمتر از 13 تنزل می یابد که یک شروع منطقی برای ارزش است.

B2 نشاندهنده تفاوت میان ارزش y زمانیکه x=0 و میزان آن بالاتر از asymptotic است میباشد. ارزش ابتدایی منطقی حداقل میزان y منهای b1 است.با مشاهده نمودار می توان اینطور گفت 6-=7-13.

امکان غیر پارا متری بودن مدل از طریق جایگزینی b2با،(b4-b1) میباشد، و آن زمانی است که b4 معرف فروش است و هیچ هزینه ای خرج تبلیغات نمی شود.ارزش b4 قابلیت تفسیر بیشترو راحت تری نسبت به b2 دارد،اما در پیشرفت و یا تغییر میزان احتمال ما تغییری ایجاد نخواهد کرد.

بطور کلی b3 در ابتدا دارای شیب مثبتی بین دو" جدایی گزینی خوب" از نقاط بر رو ی نمودا میباشد.با مشاهده نمودار نقاط کمی در پیرامون y=8، x=2 و پیرامون x=5 و y=12 مشاهده میشود.(شیب)این نقاط برابر با 1.33 در ایتا کمی در پیرامون 1.33 در ابتدا احتمال وقوع یک ناهنجاری برای b3 که برابر با را خواهیم داشت.

مسیرزیر را برای باز کردن این مدل طی می کنیم:

unrung Orio Andrijani De Lik jen Çda janten	peter gest Uten s Impon Depotes teams Depotes teams Depotes teams Consections Consections Depotes Depo	Loine Gree Space Bener Space Bener Space Bener Space Bener Space Bener Space Space Los Space Space Los Space Space Los Space Space Los Space	nan ya tak	<ul> <li>To nor a Notificate Regression analysis. Nor the reset, at allocate</li> <li>Analysis Regression Stational</li> </ul>
			F	

b1 + را در قسمت متغیر وابسته وارد می کنیم و در قسمت پایین آن عبارت (نام)تایپ می کنیم، بر روی تیک ....Parameters کلیک می کنیم تا پنجره زیر نمایان شود.

Tenetial	
interior province because the state of the second states	
ounsing the Analysis	<ul> <li>Type bit as the parameter</li> </ul>
Headman Reporter Towardow	· Tore 10 on the station rates
Strate: Amer 11	<ul> <li>Oid: 741</li> </ul>
<u>28</u>	
La contra da la co	
and the second s	
Eastern Eastern Hole	
2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	

در قسمت name نام پارامتر مورد نظر را وارد می کنیم،در قسمت starting value عدد 13 را بعنوان ارزش ابتداعی وارد می کنیم سپس کلید add را میزنیم.(منظور از عدد 13 میزان ماکسیموم و یا آستانه میزان فروش بود که در در scster plot نیز نمایش داده شد.

	<ul> <li>Trans March Researcher</li> </ul>
The above fragment ison     Image: Control of the contr	<ul> <li>Type KC is the parameter term</li> <li>Type KC is the stating off</li> <li>Dick Add.</li> <li>Dick Add.</li> <li>Type KC is the parameter term</li> <li>Type KC is the parameter term</li> <li>Type L23 settle stating view</li> <li>Dick Add.</li> <li>Clock California</li> <li>Clock California</li> <li>Clock California</li> <li>Clock California</li> <li>Clock California</li> <li>Clock California</li> <li>Dick California</li> </ul>

b3 را نیز بعنوان نام متغیر وارد میکنیم،عدد 6- را بعنوان ارزش ابتدایی پارامتر 6 وارد کرده و add میکنیم.همچنین b3 را نیز بعنوان نام پارامتر سوم انتخاب و به ارزش ابتدایی آن 1.33- می دهیم.کلید add و پس از آن Continue را میزنیم.

Cubernatured     C	Calcer of new      Calcer o	Hollowal Regroutes	Paranami Economia			<ul> <li>Select Define personnetter constraint.</li> </ul>
Cardinal Control Contro Control Control Control Control Control Control Control Control C	Cardinal Constraint     Cardina Constraint     Cardina Constraint     Cardina Constraint     Card		Otherstate	521070		<ul> <li>Seect of at the parameter be remotiveed.</li> </ul>
	Type 7 as the candidate	\$13.0	C David Reserves	(	3	<ul> <li>Salact &gt;= fine the drapits 345</li> </ul>
	- 72, 6, 6 - 6, 5 - 7, 0, 0 Orbits - 700	art III				► 7yps 8 as the constrant
			1 2 3 1 0 0 1 0 1	di Decis Decis		

برروی محدودیت ها یا(Constraints) در قسمت رگرسیون غیر خطی کلیک میکنیم.

تیک Define parameter constraint را زده و b1 را بعنوان پارامتری تحمیلی یا اجباری وارد میکنیم،تیک =< را زده و عدد 0 را بعنوان محدودیت یا constraint تعریف می کنیم و آنرا add میکنیم.

مراحل فوق را برای b2 و b3 نیز انجام میدهیم و در انتها تیک Continue را می زنیم.



sequential ) پس از این مرحله پیام اخطاری نمایش داده می شود که okرا انتخاب می کنیم.حال منشور ترتیبی Save in the Nonlinear ) جایگزین الگوریتم و تعریف ما شده است.سپس کلید quadratic را می زنیم.

Healthmar Regnantion: Save Herr Vert.	<ul> <li>Select Predicted automation Basichash</li> </ul>
(2) Executions	· Ciek Combon
Denter	<ul> <li>Cleir UK in the Northware Regression during box.</li> </ul>

تیک ارزش پیشنهادی Predicted values و Residuals را میزنیم Continue و ok را میزنیم.



- جدول پیش بینی احتمالات بصورت خلاصه نتیجه پیش بینی احتمال مدل را برای هر کدام از پارامترهای وارد شده نشان می دهد.پارامترها در مدل رگرسیون غیر خطی معمولا همسان با ضریب رگرسیون خطی نبوده و مکررا از مدلی به مدل دیگر تغییر می کنند.
- همانطور که قبلا گفته شدb1 معرف حداکثر احتمال فروش است حتی ازمانیکه پول یا هزینه موجود برای تبلیغات نامحدود باشد. خطای استانداردی با رعایت ارزش احتمال پیشنهادی وجود دارد که می توان در نتیجه آن می توان به نتیجه ارزیابی اطمینان کرد.
- B2 اختلاف میان حداکثر فروش زمانیکه هیچ پولی برای تبلیغات هزینه نشده باشد است، در آن میزان خطای استاندارد بالا و ضریب اطمینان با گستره بالایی در مقایسه با ارزش احتمالی وجود دارد،بنا بر این خطای تخمینی در اینجا وجود دارد.
- rate میزان نرخ کنترل شده زمانی است که به میزان حداکثر دست می یابیم که اصطلاحا آنرا نرخ ثابت یا B3 constant می نامیم.همانند b2 اینجا نیز مقداری خطای تخمینی وجود دارد.

تحليل:



در این مدل جدول ANOVA مجموعه ای از مجذورها را به همراه سنجش تغییر پذیری متغیر تابع(وابسته) نشان می دهد.در سطر مربوط به رگرسیون اطلاعات نوسانات و یا پراکندگی حسابها در مدل نشان داده می شود.سطر مربوط به residual یا "باقیمانده" ، اطلاعات ناشی از نوسان ویا تغییراتی که توسط مدل محاسبه نشدند را نشان می دهد.سطر سوم Uncorrected Total نشاندهنده تغییر پذیری هماهنگ و یکپارچه است زمانیکه مجموع صحیح تنها بر روی تغییر پذیری در حدود فروش میانگین تنظیم شده باشد.

(* Rozanie 1 Nedalat flan of Spueners) Robeiter Spin of Boolest – non	Beacle Regression Research Unicorrected Febr Corrected Tatal	35.00 d 359.00 W 2746.019 8.775 2116.201 74.520	17 106401 17 106406 2 916173 21 323 24 23	]	The Residual sum of sequence Casecold Table in coard to compare 2, Any 1 value of 0.1 means that the result across to about 90 We at the same in the dependent unstable.
	4. R equiled - 1 (Consided to	-Residual flue not bacarros -	of figures()/ 308		

مجموع مجذورات باقیمانده ها(انحرافات)و مجموع تصحیح شده برای محاسبه ۲2 مورد استفاده قرار گرفته و ارزش ۲2 که برابر با 0.909 شده است نشان دهنده اینست که حسابرسی در این مدل با صحتی در حدود %90.9 از ضریب تغییر پذیری متغیر وابسته انجام گرفته است. برای تولید یک نمودار پراکنش residual توسط ارزشهای مناسب قسمت chartbuilder را مجددا باز می کنیم.reduals را بعنوان متغیر y و predicted value یا متغیرهای پیش بینی را بعنوان متغیر x وارد کرده سپس ok می کنیم



آیتم های انتخاب شده نمودار پراکنش را نشان می دهد.

1.07	_			_			0	1		Trace reactable do not phase a pattern, thus the Asymptotic model is accapitable in the sens the reactable are redependent of mar 8 ratioses.
our					٥		e <sup>20</sup>			
oor	÷	6	0 a			0 5	0 0 0 0 0			
ŵ.			ø				. •			
+07						. 0				
110										
M	× )	-	•••	nadica	joist el Volu	1108	1246 11			

residual ها ی بالا یک طرح و الگوی مشخصی را نشان نمی دهند،بنابراین مدل یعنی مدل Asymptotic برای تفهیم residual که وابسته به ارزشهاست مورد قبول قرار می گیرد..

خلاصه بحث:

در تحلیل قبلی روش cure estimationمورد استفاده قرار گرفت، مشاهده شد که مدل quadratic با استفاده از روش رگرسیون غیر خطی یک مدل رگرسیون asymptotic را برای ایجاد رابطه میان فروش و تبلیغات ایجاد نمود.زمان بیشتری برای تفهیم و تصریح یک رگرسیون غیر خطی لازم است،اما نتایج مدل نشاندهنده انتخاب مدلی مناسب و درخور و بسیار خوب با میزان residual خوب و پارامترهای قابل تفسیر و قابل قبولی است.