Archive of SID

مجله علوم کشاورزی ایران
جلد ۳۳، شماره ۲، سال ۱۳۸۱ (۲۳۲-۲۲۳)

مدل برنامه ریزی ریاضی غیر خطی بسط داده شده جهت تخمین پارامترهای تابع تولید و بهینه سازی به طور همزمان (ENLPM)

غلامرضا پیکانی
استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
تاریخ پذیرش مقاله ۸۰/۸/۲۳

خلاصه

در این پژوهش، با استفاده از مشاهدات (۲۷ نمونه آماری) تابع تولید بیولوژیکی گندم که متعلق به یک ایستگاه تحقیقات گندم در مکزیک است و بکار گیری روش OLS تحت نرم افزار EVIEWS و نیز با بهره گیری از مدل ابداعی ENLPM ضرایب فنی تابع تولید بیولوژیکی چند جمله ای (درجه دوم) تخمین زده شد و همزمان با آن مسئله چگونگی حداقل هزینه ترکیب نهاده ها (کود و آب) در تولید و نیز تحلیل حساسیت‌های لازم برای ایجاد اطلاعات اقتصادی پیرامون توابع عرضه محصول گندم و تقاضا برای نهاده ها و نیز هزینه متغیر تولید متناسب با تابع مذکور به عمل آمد. نتایج این بررسی نشان می دهد که نه تنها مدل برنامه ریزی ریاضی غیر خطی ENLPM قادر است صد در صد نتایج کار روش OLS را در برآورد پارامترهای خطی تکرار نماید، بلکه با استفاده از این روش ابداعی می توان برآورد سازی پارامترهای خطی و غیر خطی[1] و تصمیمات بهینه سازی را بطور همزمان در آنها انجام داد.

واژه های کلیدی: برنامه ریزی غیر خطی، تابع تولید، برآوردسازی، بهینه یابی، تابع عرضه

1- برای اطلاعات بیشتر پیرامون کاربرد مدل برنامه ریزی ریاضی غیر خطی ENLPM جهت برآورد پارامترهای غیرخطی و تصمیمات بهینه سازی بطور همزمان و استفاده از روش فوق در مواجهه با سیستم معادلات نرمال غیر خطی و مشکلات خاص الگوریتم های برآورد مثل Gauss- Newton Algorithm و غیره) به مقاله بعدی محقق در شماره آینده رجوع شود.

مقدمه

بدون شک هر چه اطلاعات لازم پیرامون پروسه های تولید بیولوژیکی محصولات فراهم شود، به همان نسبت بهتر می توان تصمیمات اقتصادی لازم را پیرامون بهره برداری مطلوب از منابع و عوامل تولید در اجرای مدیریت های کشاورزی اتخاذ نمود. به عنوان مثال، چنانچه تابع عرضه یک محصول زراعی نماینده واقعی نوعی تابع تولید بیولوژیکی نباشد، مشکل است باور نمود که تغییرات قیمت آن محصول و یا سایر محصولات رقیب و تغییرات در عرضه آن محصول ارتباط معنی دار اقتصادی داشته باشند. چنین امری در مورد اطلاعات اقتصادی پیرامون توابع تقاضا برای نهاده‌های تولید درگیر در پروسه تولید بیولوژیکی نیز صادق است. در چنین مواردی، در اجرای سیاستهای کشاورزی (حذف یارانه، قیمتهای تضمینی، افزایش و یا کاهش قیمت نهاده ها تغییرات سطح زیر کشت محصولات و ...) نتایج مبهمی بدست می آید.

برای آن دسته از محققین اقتصاد کشاورزی که تحقیقات کمی خود را حول و حوش تخمین پارامترها به روش OLS و نیر تجزیه و تحلیل اقتصادی حاصل از آن متمرکز کرده اند، اولین سوالی که مطرح است این است که چگونه می توان با کمترین اشتباه محاسباتی و کمترین زمان لازم بهترین تحلیل های اقتصادی با استفاده از دقیق ترین اطلاعات آماری تحت مطالعه بدست آورد. اگر چه استفاده از روش OLS برای تخمین پارامترهای مدلها آماری (مدلهای اقتصاد سنجی دارای جمله اخلال) صرفاً وظیفه کمی کردن شیب متوسط یک تابع را به

www.SID.ir

Archive of SID

عهده دارد و کار بهینه یابی و تحلیل اقتصادی بعدی به عهده کاربرد Calculus است، اما در مواردی خاص. مثل، محدودیت‌های تحمیلی در ساختار تکنولوژی از نوع $a < \Sigma \beta i < b$ در تخمین پارامترهای خطی، خاصیت غیر خطی بودن توان پارامترها از نوع β^k_i که در آن مقدار هر عددی غیر از صفر و یک می تواند باشد، که منجر به غیر خطی شدن سیستم معادلات نرمال می شود و کاربرد روش OLS را با مشکل جدی مواجه می سازد، و نیز جهت آسان کردن محاسبات بهینه یابی پیچیده در مواقعی که تولید یک محصول و اطلاعات دقیق اقتصادی پیرامون توابع عرضه محصول و تقاضای نهاده ها مطرح است و یا تولید دو یا چند محصول زراعی رقیب در ترکیب کشت با تحمیل محدودیتهای زمین آبی، مقدارآب قابل استحصال و غیره همراه با اطلاعات مفید توابع عرضه و تقاضا برای نهادها مطرح است، و نیز وقتی که لازم است مطالعه ساختاری پیرامون خطی بودن و یا غیر خطی بودن مدلهای آماری و چگونگی تخمین پارامترهای غیر خطی و آشنایی با مشکلات الگوریتم های برآورد (مثل BHHH/ Newton- Raphson,Gauss Newton غیره) (تفسیر بیشتر آن در مقاله دوم محقق یافت می شود) صورت گیرد و نیز وقتی که برآورد این مدل با پارامترهای غیر خطی (مخصوصاً برای توابع بیولوژیکی محصولات زراعی) و بهینه سازی بطور همزمان مطرح می باشد، لازم است، جهت حل مشکلات مذکور روش جدیدی را دنبال نمود.

واگنر (۱۹۵۹) با استفاده از برنامه ریزی خطی تحلیل رگرسیونی را ارائه می دهد. ویلسون (۱۹۷۸) و فیشر (۱۹۶۱) با استفاده از برنامه ریزی بر مبنای حداقل انحرافات مطلق بر آورد پارامترها را در مدلهای خطی در مقایسه با روش حداقل مربعات مورد بررسی قرار میدهند. همچنین جهت آشنایی بیشتر با مفاهیم روش OLS می توان به جانسون (۱۹۷۲) کمنتا (۱۹۷۱)، وان کات و همکاران (۱۹۷۹) گوجاراتی (۱۹۷۸) دراپر و همکاران (۱۹۸۱) و جاج و همکاران (۱۹۸۰) و تایل (۱۹۷۸) رجوع نمود. به منظور آشنایی بیشتر با اشکال مختلف تابع تولید و تحلیل ساختاری انواع مدلهای آن، مخصوصاً توابع تولید چند جمله ای از نوع درجه دوم به سان خایان (۱۹۸۸) رجوع نمود.

تحقیق حاضر در جهت بسط یک مدل برنامه ریزی ریاضی غیرخطی از نقطه نظرهای بررسی نقاط ضعف و قوت روش OLS و تکرار نتایج آن در تخمین یک تابع تولید بیولوژیکی با استفاده از برنامه ریزی غیرخطی و نیز با خطی کردن تخمین از طریق بکارگیری برنامه ریزی ریاضی درجه دوم (QCP) و همچنین تشخیص مشکلات OLS در مسایل مربوط به حداقل مربعات پارامتریک غیرخطی و روشن نمودن مشکلات الگوریتم‌های برآورد (Gauss-Newton و غیره) و نیز تخمین پارامترهای خطی و غیرخطی و بهینه سازی به طور همزمان و ایجاد اطلاعات مفید پیرامون توابع عرضه محصول و تقاضا برای نهاده های تولیدی متناسب با یک تابع تولید بیولوژییک در نوع خود از نظر ساختاری کار تازه ای است.

مواد و روشها

تنها داده های مورد نیاز این تحقیق جهت استفاده برای تخمین پارامترهای تابع تولید گندم در یک ایستگاه تحقیقاتی در مکزیک می باشد که کلیه مشاهدات تحت جدول شماره ۱ ارایه شده است. از آنجاییکه در زمان تهیه اطلاعات آماری قیمت هر پوند (هر پوند معادل ۰/۴۵۳ کیلوگرم) گندم ۰/۰۸ دلار، قیمت هر پوند کود نیتروژن دار ۰/۱۲ دلار و قیمت هر جریب فوت آب ۱/۲۵ دلار بوده است، همین اطلاعات قیمتی به عنوان مبنای تجزیه و تحلیل اقتصادی قرار گرفت و در قسمت تحلیل حساسیت تغییرات قیمتهای فوق نیز مورد استفاده قرار گرفت. مراحل روش ENLPM را می توان به صورت گام به گام با در نظر گرفتن یک تابع تولید فرضی که نمایانگر رفتار تولید است در زیر پیگیری کرد.

ساختار مدل

مدل ENLPM نوعی مدل برنامه ریزی ریاضی غیرخی بسط داده شده است که در محیطهای نرم افزاری LINDO (در صورتی که تابع هدف آن از نوع درجه دوم باشد و شرایط مرتبه اول آن خطی باشد) و GINO, LINGO (وقتی تابع هدف و شرایط مرتبه اول و دوم غیرخطی باشند) برای برآورد پارامترها و بهینه سازی بطور همزمان عمل می کنند. در مورد مسائل برآورد سازی و تخمین پارامترها، شرایط مرتبه اول حداقل سازی تابع مجموع پسماند بایستی برابر صفر و شرایط مرتبه

www.SID.ir

Archive of SID

دوم (دترمینال کلی هی شین) بایستی بزرگتر از صفر باشد تا موید Concavity تابع هدف از سمت بالا باشد. در صورتی که اشکال تابع هدف مدل تحت بررسی شرایط فوق را تامین نکند، از خصوصیات خوب یک مدل مورد مطالعه برخوردار نخواهد بود.

جهت تخمین پارامترهای تابع تولید بیولوژیکی با استفاده از روش OLS، مدل آماری زیر را به کار گرفته شده است:

$$Y = A_0 + A_1N + A_2W + A_3N^2 + A_4W^2 + A_5NW + e \qquad (1)$$

که در آن:

Y= مقدار تولید گندم در یک اکر (پوند)

N= مقدار کود نیتروژن استفاده شده در یک اکر (پوند)

W= مقدار اکر- فوت آب استفاده شده در یک اکر

E= جمله اخلال

N= تعداد مشاهدات = (۲۷ مشاهده)

K= تعداد پارامترها =(۶ پارامتر)

۱ جریب = یک اکر

با استفاده از روش OLS در نرم افزار Eviews با اطلاعات آماری جدول ۱ نتیجه برآورد تابع تولید ۱ همراه رانش مدل EQCPM ارایه شده است. سیستم معادلات نرمال متناسب با تابع تولید فوق به صورت زیر می باشد.

$$\text{Min} \sum_{i=1}^{27} e^2 = \sum_{i=1}^{27} (y_i - A_0 - A_1N_i - A_2W_i - A_3N_i^2 - A_4W_i^2 - A_5N_iW_i)^2$$

Subject to:

$$\frac{\delta(\sum e^2)}{\delta A_0} = \frac{\delta(\sum e^2)}{\delta A_1} = \ldots = \frac{\delta(\sum e^2)}{\delta A_5} = 0$$

استفاده از برنامه ریزی خطی در تخمین پارامترهای خطی تابع تولید بیولوژیک مدل ۱

در صورتیکه پارامترهای مجهول مدل تحت تخمین از نوع B^k که K برابر با یک باشد، در محیط برنامه ریزی درجه دوم (QCP) می توان به جای تابع هدف غیرخطی، از ساختار برنامه ریزی خطی تحت نرم افزار LINDO برای تخمین پارامترها اقدام نمود. این کار در مدل ۱ در ضمیمه نشان داده شده است. لازم به یادآوری است که در چنین مدلهایی که تابع هدف آن به صورت حداقل سازی $\sum_{i=0}^{5} A_i$ می باشد، هدف واقعاً حداقل سازی مقادیر پارامترها نیست بلکه در برنامه ریزی درجه دوم، متغیرهای A_i i=0,1,...,5 ترتیب مشتقات درجه اول مجموع پسماند نسبت به این متغیرهاست که به صورت ۶ معادله نرمال در مدل ۱ ضمیمه دیده می شود.

جدول ۱- اطلاعات آماری تولید یک ایستگاه تحقیقاتی گندم یک مزرعه نمونه در مکزیکو ۱۹۷۵

WHEAT YIELD Lbs/acre	NITROGEN FERTILIZER APPLICATIONS LBS/ACRE	WATER APPLICATIONS ACRE-FEET
1740	0	23.4
1390	0	23.4
1880	40	23.4
2150	80	23.4
2380	120	23.4
2500	160	23.4
2970	240	23.4
2100	160	23.4
2480	160	23.4
1720	0	32.4
1440	0	32.4
2320	40	32.4
3020	80	32.4
3320	120	32.4
3240	160	32.4
3510	240	32.4
3490	160	32.4
3670	160	32.4
1170	0	24.8
1420	0	24.8
2230	40	24.8
3000	80	24.8
3650	120	24.8
3290	160	24.8
3650	240	24.8
4200	160	24.8
3840	160	24.8

ولی آنچه مهم است تخمین پارامترهای تابع تولید است که ضرایب آن در نتایج رانش مدل ۱ تعیین میشود. از آنجاییکه محاسبه مقدار R^2 تعدیل شده تحت فرمول غیرخطی است نمی توان مقدار آن را در این نوع مدل محاسبه نمود. در بحثهای مربوط به استفاده از برنامه ریزی غیرخطی بسط داده شده (ENLPM) مقدار R^2 محاسبه می شود.

استفاده از ENLPM در تخمین پارامترهای خطی و تعیین ترکیب بهینه اقتصادی نهاده ها بطور همزمان (مدل ۲)

کاربرد مستقیم تخیمن پارامترهای تابع تولید بیولوژیکی درجه دوم و تعیین ترکیب بهینه اقتصادی و فیزیکی نهاده های تولید و تامین شرایط درجه اول (لازم)، و درجه دوم (کافی) مثبت بودن هی شین برای حداکثر سازی سود و غیره بطور همزمان در صفحات ضمیمه ارایه شده اند. لازم به یادآوری است که علاوه بر تعیین مقدار R^2 تعدیل شده و مجموع پسماند مدل، می توان آمارهای t و F را نیز به طور همزمان در مدل محاسبه نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

مدل ۱: رگرسیون با مدل خطی EQCPM: کاربرد LINDO و مقایسه آن با روش OLS

$$\text{Min} \sum_{i=0}^{5} A$$

S.T.

$$\frac{\partial\left(\sum_{i=1}^{27} e2\right)}{\partial A0} = A_0 \Sigma N_{i2} + A_1 \Sigma N_{i1} + A_2 \Sigma W_{i1} + A_3 \Sigma N^2_{i1} + A_4 \Sigma W^2_{i2} + A_5 \Sigma N_{i1} W_{i1} = \Sigma Y_i$$

$$\frac{\partial\left(\sum_{i=1}^{27} e2\right)}{\partial A1} = A_0 \Sigma N_{i1} + A_1 \Sigma N^2_{i1} + A_2 \Sigma N_{i1} W_{i1} + A_3 \Sigma N^3_{i1} + A_4 \Sigma N_{i1} W^2_{i2} + A_5 \Sigma N^2_{i1} W_{i1} = \Sigma N_{i1} Y_i$$

$$\frac{\partial\left(\sum_{i=1}^{27} e2\right)}{\partial A2} = A_0 \Sigma W^2_{i2} + A_1 \Sigma N_{i1} W_{i1} + A_2 \Sigma W^2_{i2} + A_3 \Sigma N^2_{i1} W_{i1} + A_4 \Sigma W^3_{i2} + A_5 \Sigma N_{i1} W^2_{i2} = \Sigma W_{i1} Y_i$$

$$\frac{\partial\left(\sum_{i=1}^{27} e2\right)}{\partial A3} = A_0 \Sigma N^2_{i1} + A_1 \Sigma N^3_{i1} + A_2 \Sigma N^2_{i1} W_{i1} + A_3 \Sigma N^4_{i1} + A_4 \Sigma N^2_{i1} W^2_{i2} + A_5 \Sigma N^3_{i1} W_{i1} = \Sigma N^2_{i1} Y_i$$

$$\frac{\partial\left(\sum_{i=1}^{27} e2\right)}{\partial A4} = A_0 \Sigma W^2_{i2} + A_1 \Sigma N_{i1} W^2_{i2} + A_2 \Sigma W^3_{i2} + A_3 \Sigma N^2_{i1} W^2_{i2} + A_4 \Sigma W^4_{i2} + A_5 \Sigma N_{i1} W^3_{i2} = \Sigma W^2_{i2} Y_i$$

$$\frac{\partial\left(\sum_{i=1}^{27} e2\right)}{\partial A5} = A_0 \Sigma N_{i1} W_{i2} + A_1 \Sigma N^2_{i1} W_{i2} + A_2 \Sigma N_{i1} W^2_{i2} + A_3 \Sigma N^3_{i1} W_{i1} + A_4 \Sigma N_{i1} W^3_{i2} + A_5 \Sigma N^2_{i1} W^2_{i2} = \Sigma N_{i1} W_{i2} Y_i$$

MIN A0 + A1 + A2 + A3 + A4 + A5
SUBJECT TO
27 A0 + 2880 A1 + 725.40002 A2 + 470400 A3 + 19911.24023 A4 + 77376 A5 = 71770
2880 A0 + 470400 A1 + 77376 A2 + 85248000 A3 + 2123865.5 A4+ 12638080 A5 = 9073600
725.40002 A0 + 77376 A1 + 19911.24023 A2 + 12638080 A3+ 558703.0625 A4 + 2123865.5 A5 = 1948018
0.4704 A0 + 85.248 A1 + 12.63808 A2 + 16604.16016 A3 + 346.89804 A4 + 2290.32959 A5 = 1518.23999
19911.24023 A0 + 2123865.5 A1 + 558703.0625 A2 + 346898048 A3+ 16020831 A4 + 59594996 A5 = 54004832
0.77376 A0 + 126.3808 A1 + 21.23866 A2 + 22903.29688 A3+ 595.94995 A4 + 3468.98047 A5 = 2463.13452
END
QCP= 8
OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1) -115581800.

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
A0	-46865.500000	.000000
A1	13.316420	.000000
A2	3486.866000	.000000
A3	-.042343	.000000
A4	-61.450150	.000000
A5	.166478	.000000

NO. ITERATIONS= 7

$Y = -46865.500000 + 13.316420\,N + 3486.866000\,W - .042343\,N^2 - 61.450150\,W^2 + .166478\,NW$

By OLS:
$Y = -47031.10 + 13.32183\,N + 3498.883\,W - 0.042345\,N^2 - 61.66342\,W^2 + 0.166295\,N\,W$

استفاده از ENLPM برای جمع آوری اطلاعات لازم پیرامون تابع هزینه متناسب با تابع تولید بیولوژیکی درجه دوم

ENLPM قادر است اطلاعات مربوط به پارامترهای تخمین زده شده تابع تولید بیولوژیکی ۳ معادله هزینه ۴ و خط مسیر توسعه ۵ در زیر به عنوان عناصر اصلی تشکیل دهنده تابع هزینه متغیر پذیرفته و در نتیجه اطلاعات متناسب با ترکیب بهینه نهاده ها با حداقل هزینه (حداقل سازی هزینه متغیر تولید و یاحداکثر سازی سود فعالیت) راایجاد نماید.

تابع تولید ۳

$$Y=A_0+A_1N+A_2W+A_3N^2+A_4W^2+A_5NW$$

معادله هزینه کل (۴)

$$C = R_1N + R_2W + F$$

خط مسیر توسعه (۵)

$$W = \frac{A_1.R_2 - A_2.R_1}{(2A_4.R_1 - A_5.R_2)} + [\frac{2A_3.R_2 - A_5.R_1}{2A_4.R_1 - A_5R_2}].N$$

با جانشین کردن تابع ۵ در تابع تولید ۳ و نیز در معادله هزینه ۴ به طور همزمان، مقدار استفاده از کود نیتروژنی N، آب مصرفی W و نیز تابع هزینه متغیر تولید C به ترتیب به

www.SID.ir

Archive of SID

مدل ۲- مدل برنامه‌ریزی غیر خطی بسط داده شده (ENLPM)

$$\sum_{i=1}^{27} e_i^2 = \sum_{i=1}^{27} (Y_i - A_0N_0 - A_1N_i - A_2W_i - A_3N^2{}_i - A_4W^2{}_i - A_5 N_iW_i)^2$$

S.T.:

$A_0 \Sigma N_0 + A_1\Sigma N_i + A_2\Sigma W_i + A_3\Sigma N^2{}_i + A_4\Sigma W^2{}_i + A_5\Sigma N_iW_i = \Sigma Y_i$

$A_0\Sigma N_i + A_1\Sigma N^2{}_i + A_2\Sigma N_iW_i + A_3\Sigma N^3{}_i + A_4\Sigma N_iW^2{}_i + A_5\Sigma Ni^2\, Wi = \Sigma N_iY_i$

$A_0\Sigma W^2{}_i + A_1\Sigma N_iW_i + A_2\Sigma W^2{}_i + A_3\Sigma N^2{}_i\, W_i + A_4\Sigma W^3{}_i + A_5\Sigma N_iW^2{}_i = \Sigma W_iY_i$

$A_0\Sigma N^2{}_i + A_1\Sigma N^3{}_i + A_2\Sigma N^2{}_iW_i + A_3\Sigma N^4{}_i + A_4\Sigma N^2{}_iW^2{}_i + A_5\Sigma N^3{}_iW_i = \Sigma N^2{}_iY_i$

$A_0\Sigma W^2{}_i + A_1\Sigma N_iW^2{}_i + A_2\Sigma W^3{}_i + A_3\Sigma N^2{}_iW^2{}_i + A_4\Sigma W^4{}_i + A_5\Sigma N_iW^3{}_i = \Sigma W^2{}_iY_i$

$A_0\Sigma N_iW_i + A_1\Sigma N^2{}_iW_i + A_2\Sigma N_iW^2{}_i + A_3\Sigma N^3{}_iW_i + A_4\Sigma N_iW^3{}_i + A_5\Sigma N^2{}_iW^2{}_i = \Sigma N_iW_iY_i$

$2P^*A3^*N1 + P^*A5^*W1 > (R1 - P^*A1)$

$2P^*A4^*W1 + P^*A5^*N1 > (R2 - P^*A2)$

$2^*A3^*N2 + A5^*W2 = -A$

$2^*A4^*W2 + A5^*N2 = -A2$

$VARCOST1 - R1^*N1 - R2^*W1 = 0$

$VARCOST2 - R1^*N2 - R2^*W2 = 0$

$ECOPROF = P^*(A0 + A1^*N1 + A2^*W1 + A3^*N1\hat{}2 + A4^*W1\hat{}2 + A5^*N1^*W1) - R1^*N1 - R2^*W1$

$PHYSPROF = P^*(A0 + A1^*N2 + A2^*W2 + A3^*N2\hat{}2 + A4^*W2\hat{}2 + A5^*N2^*W2) - R1^*N2 - R2^*W2$

$H11 + (2^*P^*A3) = 0$

$H22 + (2^*P^*A4) = 0$

$H12 - (P^*A5) = 0$

$H21 - (P^*A5) = 0$

$H2 - (2^*P^*A3)^*(2^*P^*A4) + (P^*A5)\hat{}2 = 0$

$ECOY1 = A0 + A1^*N1 + A2^*W1 + A3^*N1\hat{}2 + A4^*W1\hat{}2 + A5^*N1^*W1$

$PHYSY2 = A0 + A1^*N2 + A2^*W2 + A3^*N2\hat{}2 + A4^*W2\hat{}2 + A5^*N2^*W2$

$$\sum_{i=1}^{27} e_i^2 - \sum_{i=1}^{27} (Y_i - A_0N_0 - A_1N_i - A_2W_i - A_3N^2{}_i - A_4W^2{}_i - A_5 N_iW_i)^2 = 0$$

$$R^2 = 1 - \left(\sum_{i=1}^{27} e_i^2 \Big/ \sum_{i=1}^{27} (Y - YBAR)\right.$$

$$ADJ\ R^2 = 1 - (1 - R^2)^*(n-1) \Big/ (N-K)$$

$N = n$

$K = k$

END

صورت روابط ۲۴ و ۲۵ در ضمیمه ارایه شده‌اند. در واقع اطلاعات اقتصادی مربوط به ترکیب بهینه نهاده ها و در نتیجه مقدار بهینه اقتصادی تولید را در مدل ENLPM تعیین می‌کنند.

در صورتیکه:

$A_1 = 13.316420$ $A_0 = -46865.502$

$A_2 = 3486.86603$ $A_3 = -0.042243$

$A_4 = -61.450151$ $A_5 = 0.166478$

$P = 0.08$ $R_1 = 0.12$ $R_2 = 1.25$

باشند، روابط کلی ۵ و ۲۴ و ۲۵ به ترتیب به صورت زیر محاسبه می شود:

(۶) $W = 26.864 + 0.00843N$

(۷) $N = 213.58822 - 1.0375276[819181168Y]^{0.5}$

(۸) $C = 61.46 - 1.44104[819.75 - 0.181168Y]^{0.5}$

نتیجه اقتصادی جالبی که می توان از تابع هزینه متغیر تولید (۸) بدست آورد این است که وقتی مقدار تولید به حداکثر سطح فیزیکی خود، یعنی $y = ۴۵۲۴/۸۰۵۷$ پاوند می رسد، هزینه نهایی (MC) برابر با صفر می گردد. معنی دیگر آن این است که در این سطح از حداکثر تولید فیزیکی مقدار هزینه متغیر تولید برابر با $C = ۶۱/۴۶$ دلار می شود. همچنین مقادیر استفاده فیزیکی W,N برابر با $N = ۲۱۳/۵۷۸$ اکر-فوت و $W = ۲۸/۶۶۴$ پاوند می‌باشد. با توجه به اینکه در رابطه ۸ ترکیبات بهینه Y مطرح است، به همین دلیل این تصمیمات بهینه سازی به روابط ۶ و ۷ انتقال می یابد. در نتیجه هزینه متغیر تولید مربوط به آن ترکیبات بهینه نیز از رابطه ۸ تعیین میشود. این همان چیزیست که در استفاده از برنامه‌ریزی غیر

www.SID.ir

Archive of SID

خطی بسط داده شده در مدل ENLPM برای هر سطح ترکیب بهینه نهاده‌ها دنبال می‌شود (رجوع کنید به مدل ۲).

ENLPM و مطالعه ساختار تابع عرضه محصول متناسب با تابع تولید بیولوژیکی

اطلاعات اقتصادی منتج از تابع هزینه متغیر تولید مختص تابع تولید بیولوژیکی (۳) فرصت دیگری را ایجاد می کند که با استفاده از اطلاعات تولید شده آن بتوان روش دیگری را جهت حداکثر سازی سود که در این حالت مقدار تولید بهینه Yجز متغیر تصمیم مدل است، به جای ترکیبات بهینه نهاده ها با حداقل هزینه مورد استفاده قرار گیرد. به همین صورت، تعیین و تشکیل تابع عرضه محصول متناسب با تابع تولید بیولوژیکی ۳ از اهمیت ویژه ای برخوردار است. این نوع تابع در حقیقت ارتباط بین قیمت محصول مورد مطالعه p و مقدار عرضه محصول مشتق از هدف حداکثر سازی سود فعالیت زراعی گندم نسبت به تغییرات مقدار بهینه محصول، صرفاً یک رابطه ای غیر علی بین p (قیمت) و Q (مقدار تولید) است که موجب حداکثر سازی سود فعالیت زراعت گندم است و آن هم وقتی است که میزان قیمت محصول در ابتدا مشخص باشد. برای اینکه نشان دهیم چگونه چنین رابطه قیمت و تولید بهینه تحت تابع عرضه محصول گندم بدست می آید، به صورت زیر نشان داده می شود.

$$\text{Max } \pi = Py - c(y,R1,R2) - FC = P.f(N,W) - c(y,R1,R2) - FC \quad ۹$$

S.t:

$$\frac{\delta\pi}{\delta y} = P - c'(y, R_1=,R_2) = 0 \quad ۱۰$$

$$\frac{\delta^2\pi}{\delta y^2} = P - c''(y, R_1,R_2) < 0 \quad ۱۱$$

$$c''(y, R_1, R_2) > 0 \text{ یا}$$

با استفاده از شرایط درجه اول حداکثر سازی سود نسبت به تغییرات تولید بهینه، می توان تابع عرضه متناسب با تابع تولید بیولوژیکی ۳ را از رابطه ۱۰ با برابر قرار دادن

$$P = MC = C'(y, R_1,R_2)$$

تعیین نمود. از آنجاییکه $C'(y, R_1,R_2)$ تابعی از مقدار محصول (y) و قیمت نهاده های کود و آب (R_1,R_2) است، پس می توان آن را طوری حل نمود که y تابعی از قیمت محصول P و قیمت نهاده های کود و آب، به ترتیب R_1,R_2 باشد. البته در اینجا فرض بر آن است که مقدار تولید شده گندم در بازار بفروش می‌رسد. البته می توان مقدار گندم جهت استفاده بذر و نیز مقدار خود مصرفی آن را y کسر نموده و مابقی را برای فروش عرضه کرد.

$$Y = f(P, R_1,R_2) \quad ۱۲$$

که در رابطه (۱۴) قیمتهای نهاده ها به عنوان متغیرهای انتقال دهنده تابع عرضه محسوب می شوند. بنابراین با استفاده از تساوی P = MC در رابطه (۲۶) جدول ضمیمه می توان تابع عرضه محصول گندم متناسب با تابع تولید بیولوژیکی (۱) را مشاهده نمود.

مدل ENLPM قادر است با در نظر گرفتن لزوم برابری P=MC تحت هر قیمت پیشنهادی محصول، مقدار MC را با توجه به قیمت نهاده ها و نیز ساختار تابع عرضه (۱۸) ضمیمه را نیز ایجاد نماید. به عنوان مثال، در صورتیکه R_1 = ۰/۱۲ دلار و R_2 =۱/۲۵ دلار باشند و با توجه به مقادیر تخمینی پارامترهای تابع تولید Aiد تابع هزینه نهایی تولید MC به صورت زیر خواهد بود.

$$MC = 0/1305352\left[\frac{1}{(819/75 - 0/81168y)^{0/5}}\right] \quad ۱۳$$

با رابطه P=MC می توان تابع عرضه محصول را به صورت زیر محاسبه نمود.

$$Y = ٤٥٢٤/٨٠٦ - ٠/٠٩٤٠٥\, P^{-٢} \quad ۱۴$$

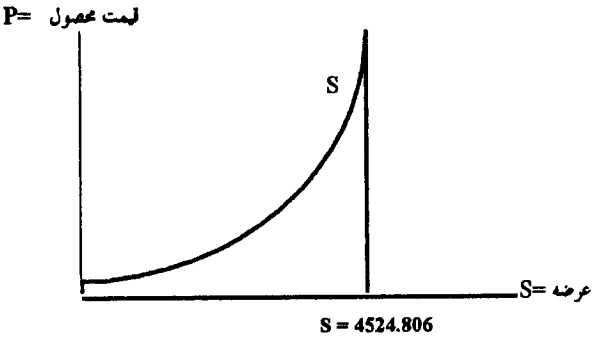
به عنوان مثال، چنانچه قیمت محصول در سطح P = ۰/۰۸ دلار بر پاوند، قیمت هر واحد کود نیترات R_1 = ۰/۱۲ دلار و قیمت هر واحد آب مصرفی ۱/۲۵ دلار باشد، مقدار MC و سطح عرضه بهینه S پس از جایگذاری مقدار برآورد پارامترهای تابع تولید از روابط (۱۷) و (۱۸) جدول ضمیمه به ترتیب ۰/۰۸ =MC دلار و ۴۵۱۰/۱۱ =Y پاوند (در اینجا S=y) خواهد بود. ENPLM قادر است چنین ارتباط بهینه را در روابط فوق تعیین و صحت آنها را اعلام کند. تحلیل حساسیت مربوط به تغییرات قیمت محصول گندم جهت نمایش برنامه عرضه گندم رابطه (۲۷) ضمیمه متناسب با تابع تولید بیولوژیکی (۳)، که در آن قیمت نهاده ها و نیز پارامترهای تولید ثابت فرض شده اند در جدول (۴) ضمیمه ارایه گردیده است. همانطوریکه از ساختار تابع عرضه محصول گندم که مختص یک تابع تولید بیولوژیکی درجه دوم است، بر می آید، چنانچه قیمت محصول از سطح ۲

www.SID.ir

Archive of SID

دلار بر پاوند به ۱۲ دلار، ۲۴ دلار و ۲۸ دلار برسد، تاثیری بر مقدار عرضه فیزیکی محصول گندم ندارد و این سطح عرضه در واقع حداکثر تولید فیزیکی گندم را در یک جریب تایید می کند. بنابراین با استفاده از کاربرد مدل ENLPM با برآورد پارامترهای تابع تولید و نیز تعیین مقادیر بهینه اقتصادی ترکیب نهاده ها و در نتیجه میزان تولید بهینه عرضه بهینه به طور همزمان صورت خواهد گرفت. این عمل نه تنها سرعت و دقت کار را افزایش میدهد، بلکه با استفاده از تحلیل حساسیت در همان زمان می توان برنامه عرضه منطقی متناسب با توانایی، فیزیکی تابع تولید را مورد محک قرار داد.

طبق نمودار ۱ ضمیمه و نیز اطلاعات جدول ۲ ضمیمه، تابع عرضه درجه دوم در سطح حداکثر تولید فیزیکی محصول گندم عمود می شود و هر گونه تغییری در قیمت محصول P تاثیری در افزایش میزان عرضه ندارد (زیرا حداکثر تولید فیزیکی در همان سطح است).



شکل ۱- عرضه محصول گندم

ENLPM و مطالعه ساختار توابع تقاضا برای نهاده ها متناسب با تابع تولید بیولوژیکی

با توجه به تابع تولید بیولوژیکی درجه دوم (۳)، از شرایط حداکثر سازی سود می توان توابع تقاضا برای نهاده های کود و آب را به صورت کلی زیر تعیین نمود:

۱۵

$$Max\pi = (A_0.P - FC) + [A_1P - R_1 \quad A_2\ P - R_2]\begin{bmatrix} N \\ W \end{bmatrix} + \frac{1}{2}[N \quad W]\cdot\begin{bmatrix} 2A_3.P & A_5.P \\ A_5.P & 2A_4.P \end{bmatrix}\begin{bmatrix} N \\ W \end{bmatrix}$$

اگر $A_2 < 0, A_1 > 0, A_5 > 0, A_4 < 0, A_3 < 0, A = \begin{bmatrix} 2A_3.P & A_5.P \\ A_5.P & 2A_4.P \end{bmatrix}$ باشد،

در این صورت دترمینان هی شین (Hessian)

$$|H| = (4P^2 . A_3.A_4 - P^2.A_5^2) > 0$$

می باشد و در نتیجه ماتریس A قطعی منفی (Negative definite) و شرایط را برای حداکثر سازی سود آماده خواهد ساخت. در این صورت می توان شرایط درجه اول را به صورت زیر ارائه داد:

$$\frac{\delta\pi}{\delta N} = A_1.P - R_1 + A_5.P.W + 2A_3.P.N = 0 \quad ۱۶$$

$$\frac{\delta\pi}{\delta W} = A_2.P - R_2 + A_5.P.N + 2A_4.P.W = 0$$

همچنین لازم است که شرایط درجه دوم حداکثر سازی سود به صورت زیر تعریف شود:

$$|H_1| = \frac{\delta^2\pi}{\delta N^2} = 2.A_3.P < 0, P > 0, A_3 < 0 \quad ۱۷$$

$$|A| = |H| = \begin{bmatrix} 2A_3.P & A_5.P \\ A_5.P & 2A_4.P \end{bmatrix} = [4P^2.A_3.A_4 - P^2.A_5^2] > 0$$

با حل همزمان توابع منتج از شرایط درجه یک (۱۶)، می‌توان توابع تقاضا برای نهاده های W,N را به صورت زیر تعیین نمود:

تابع تقاضا برای نهاده کود نیترات

$$N = \frac{(A_5.R_2 - 2A_4.R_1)}{P(A_5^2 - 4A_3.A_4)} + \frac{2.A_1.A_4 - A_2.A_5}{(A_5^2 - 4.A_3.A_4)} \quad ۱۸$$

تابع تقاضا برای نهاده آب

$$W = \frac{(A_5.R_1 - 2A_3.R_2)}{P(A_5^2 - 4A_3.A_4)} + \frac{2.A_2.A_3 - A_1.A_5}{(A_5^2 - 4.A_3.A_4)} \quad ۱۹$$

با معلوم بودن مقادیر پارامترهای برآورد شده تابع تولید، روابط (۱۸) و (۱۹) به صورت کمی زیر ارایه می شوند:

$$N = 213.5869 - \frac{1}{P}[11.8399\ R_1 + 0.01604\ R_2] \quad ۲۰$$

$$W = 28.6608 - \frac{1}{P}[0.01604\ R_1 + 0.00816\ R_2] \quad ۲۱$$

طبق توابع ۱۸ و ۱۹، با معلوم بودن مقادیر کمی پارامترها و قیمتهای محصول و نهاده های تولیدی، سطوح تعیین شده W,N سود فعالیت زراعی را جداکثر می نماید. به عنوان مثال، چنانچه در معادلات (۲۶) و (۲۷)، P = ۰/۰۸ دلار، R_1 = ۰/۱۲ و R_2 = ۱/۲۵ باشد، N=۱۹۵/۸ پاوند، W=۲۸/۵۰۸ جریب فوت خواهد بود. برای مشاهده اثرات تغییرات قیمت محصول تحت قیمتهای ثابت نهاده ها، فرض کنید P = ۰/۱۰ دلار برای هر پاوند گندم باشد. در این صورت مقدار سطوح بهینه W,N افزایش خواهد یافت. یعنی N =۱۹۹/۱۸ پاوند وW=۲۸/۵۴

www.SID.ir

Archive of SID

جریب فوت آب میباشد. بنابراین با توجه به معادلات (۲۰) و (۲۱) می‌توان دریافت که $\frac{dw}{dp}>0, \frac{dN}{dp}>0$ می‌باشد. مفهوم آن این است که در سطح معینی از قیمت نهاده‌ها، قیمت محصول عامل انتقال دهنده تابع تقاضا برای نهاده های W,N می باشد. همچنین از معادلات مذکور می‌توان $\frac{dw}{dR1}>0$ را که دلالت بر جانشینی N,W در تابع تولید هستند، تعیین نمود. به طوری کلی، مدل ENLPM این توانایی را دارد که اطلاعات اقتصادی لازم را در مورد $\frac{dw}{dp}>0, \frac{dN}{dp}>0$ فراهم سازد. همچنین این مدل قادر است اطلاعات اقتصادی لازم را پیرامون $\frac{dN}{dR1}<0, \frac{dw}{dR2}<0$ که نشان دهنده شیب منفی این توابع تقاضا برای نهاده هاست، مشخص کند. با استفاده از تحلیل حساسیت در مدل EMLPM اطلاعات فوق را می توان ایجاد کرد. هم چنین، با استفاده از ENLPM می توان اطلاعات لازم و مناسب مربوط به توابع هزینه متغیر، عرضه محصول تقاضا برای نهاده های تولید و نیز هزینه نهایی مختص تابع تولید بیولوژیکی درجه دوم (۳) را فراهم نمود.

جدول ۲- تغییرات عرضه بهینه یک تابع تولید بیولوژیکی درجه دوم در اثر تحلیل حساسیت تغییرات قیمت هر کیلو گندم

S	P	R1	R2	A0	A1	A2	A3	A4	A5
4466.02	.04	0.12	1.25	-46865.5	13.32	3486.87	-0.042343	-61.45	.166478
4498.68	.06	0.12	1.25	-46865.5	13.32	3486.87	-0.042343	-61.45	.166478
4510.11	.08	0.12	1.25	-46865.5	13.32	3486.87	-0.042343	-61.45	.166478
4521	.16	0.12	1.25	-46865.5	13.32	3486.87	-0.042343	-61.45	.166478
4523.88	.32	0.12	1.25	-46865.5	13.32	3486.87	-0.042343	-61.45	.166478
4524.22	.40	0.12	1.25	-46865.5	13.32	3486.87	-0.042343	-61.45	.166478
4524.43	.50	0.12	1.25	-46865.5	13.32	3486.87	-0.042343	-61.45	.166478
4524.54	.60	0.12	1.25	-46865.5	13.32	3486.87	-0.042343	-61.45	.166478
4524.66	.80	0.12	1.25	-46865.5	13.32	3486.87	-0.042343	-61.45	.166478
4524.71	1	0.12	1.25	-46865.5	13.32	3486.87	-0.042343	-61.45	.166478
4524.78	2	0.12	1.25	-46865.5	13.32	3486.87	-0.042343	-61.45	.166478
4524.805	12	0.12	1.25	-46865.5	13.32	3486.87	-0.042343	-61.45	.166478
4524.806	24	0.12	1.25	-46865.5	13.32	3486.87	-0.042343	-61.45	.166478
4524.806	28	0.12	1.25	-46865.5	13.32	3486.87	-0.042343	-61.45	.166478

نتیجه گیری و پیشنهادات

یافته های پژوهش حاضر نشان می دهد که ENLPM قادر است با توجه به ساختار ساده و پیچیده توابع تولید بیولوژیکی برآورد پارامترهای خطی و غیرخطی و نیز تصمیمات بهینه سازی را به صورت همزمان انجام دهد. مخصوصاً اینکه مدل ابداعی جدید این مزیت را دارد که با دقت زیاد و صرف زمان کم با داشتن اطلاعات آماری چندین مدل آماری و نیز اطلاعات اقتصادی مربوط به قیمتهای محصول و نهاده ها، با بر آورد سازی پارامترهای مختلف مدلها به صورت مجزا در رانش یک مدل و نیز تعیین حداقل هزینه ترکیب نهاده ها، نه تنها دامنه اقتصادی توابع عرضه و تقاضا برای نهاده ها را به تفکیک هر مدل آماری تعیین و تحلیل های حساسیت مورد نیاز را انجام دهد، بلکه در مواردی که ترکیب بهینه فعالیتهای زراعی مختلفی در الگوی کشت منطقه، استان و یا در سطح ملی تحت محدودیتهای منابع آبی، زمین های آبی و غیره مطرح باشد قادر است. پس از برآورد سازی پارامترهای مختلف مدلهای آماری ترکیب کشت را بین فعالیتهای رقیب زراعی تعیین کند و تحلیل سیاستهای مناسبی را در مورد تاثیر متقابل قیمتهای محصولات در میزان عرضه آنها و نیز تغییرات قیمت نهاده ها و ... را با دقت زیادی انجام دهد. در مواردی که بخواهیم دقیقاً آثار اجرای سیاستهای کشاورزی را در مورد افزایش قیمتهای تضمینی، تغییرات میزان یارانه ها، و . . . را در میزان تغییرات عرضه محصولات و یا استفاده بهینه مقادیر نهاده ها در پروسه تولید به صورت واقعی بررسی کنیم، کار تحقیق حاضر در زمینه ابداع نوعی مدل برنامه ریزی می توان مبنای چنین مطالعاتی صورت گیرد.

لازم به یادآوری است که اگر چه تحقیق حاضر به تواناییهای روش OLS در ادبیات موضوعی رشته اقتصاد بخوبی واقف است و آن را با نام کاراترین روش تخمینی مدلهای آماری در رشته اقتصاد سنجی بخوبی می شناسد، اما این بدان معنی نیست که برای انجام کارهای دیگری، مخصوصاً در رشته اقتصاد کشاورزی که درگیر مسائل توابع تولید بیولوژیکی، تابع عرضه محصولات متناسب با این توابع تولیدی و ... می باشد و از همه مهمتر تصمیمات بهینه سازی در الگوی زراعی مناطق مختلف، در سطح استانها و ملی مطرح است، که اطلاعات دقیقی را در اقتصاد تولید پروسه های مختلف تولید می طلبد، نقاط ضعف روش OLS و یا دیگر روشهای جستجوگر عددی که برای حل مشکلات روش OLS در حداقل مربعات غیرخطی پارامتریک برخاسته اند ولی خود مشکلاتی را ایجاد نموده اند، کاری صورت نگیرد و روش دیگری نیز ارائه نشود. برای این منظور تحقیق حاضر در زمینه معرفی نوعی مدل برنامه ریزی ریاضی ENLPM ابداعی می تواند در موارد زیر مطرح باشد:

۱- در شرایط عادی نتایج روش OLS را در زمینه تعیین شیب متوسط خط (شامل کلیه مدلهای آماری) صد در صد

www.SID.ir

Archive of SID

تایید کند. ENLPM قادر است بجای یک مدل در محیط برنامه ریزی خطی و غیرخطی به صورت نامحدود (با توجه به ابعاد ماتریس LINDO و یا هر نرم افزار برنامه ریزی غیرخطی) مدلهای بی شماری را به تفکیک مدلها به تخمین پارامترها بپردازد و کلیه آمارهای مورد نیاز OLS را نیز تعیین نماید.

۲- روش OLS را با صرف بهینه سازی (حداقل هزینه ترکیب نهاده ها) به صورت همزمان دنبال نماید و الگوی بهینه اقتصادی را در ترکیب کشت محصولات رقیب تحت محدودیتهای منابع تولیدی نیز پارامترها را به صورت $\leq,\geq$ مطالعه کند.

۳- در صورتی که مدلساز بخواهد تاثیر تحمیل شرایط محدود کننده ای را در برآورد پارامترهای خطی از نوع $\leq,\geq$ مورد مطالعه قرار دهد، ENPLM می تواند یک جانشین خوبی بجای روش OLS در تخمین پارامترهای خطی محدودیت دار و نیز تصمیمات بهیه سازی به طور همزمان باشد. برای مثال، فرض کنید در یک مدل آماری مدلساز می خواهد شرایط محدود کننده $0/9 < \beta_1+\beta_2 < 1$ را که نوعی اطلاعات غیرنمونه‌ای است. (Nonsample Data) در برآورد پارامترها مورد آزمایش قرار دهد. براساس شرط محدود کننده، برآورد پارامترهای β_1,β_2بایستی طوری باشد که هم بین اعداد ۰/۹ و ۱ (عدد ۰/۹ یا ۱ و یا هر عددی بین ۰/۹ و ۱) باشد و هم اینکه منجر به حداقل مجموع پسماند $\sum e^2$ شود. شامل نمودن اطلاعات فوق و پیروی از کلیه شرایط محدود کننده با استفاده از مدل ENLPM بسیار آسان و در عین حال ممکن می باشد و روش OLS توان در نظر گرفتن شرایط محدود کننده با استفاده از مدل ENLPM بسیار آسان و در عین حال ممکن میباشد و روش OLS توان در نظر گرفتن شرایط $0/9<\beta_1+\beta_2<1$ را به صورت همزمان در برآورد پارامترها ندارد.

۴- در مورد مسائل مربوط به حداقل مربعات غیرخطی پارامتریک که روش OLS کاربرد ندارد، ENLPM می تواند در برابر مدلهای ساده و نیز پیچیده غیرخطی فوق کارایی قابل ملاحظه ای را ارایه دهد.

۵- ENLPM می تواند به عنوان یک روش دیگری، حداقل در کنار روشهای جستجوی عددی (مثل روش گاس- نیوتن و غیره) به کمک OLS بشتابد.

۶- برای آن دسته از محققینی که بخواهند چندین تابع (تولید ...) غیرخطی (متغیر و یا پارامتریک) را باتفاق به صورت همزمان برازش نموده و با تحمیل محدودیتهای مختلف (چه در تخصیص منابع تولیدی محدود کننده پروسه ها و نیز محدودیت پارامترها) ترکیب بهینه فعالیتهای زراعی را تعیین نمایند و اثرات تغییرات قیمت محصولات و نهاده ها را مجزا و یکجا مطالعه کنند ENLPM از کارایی ویژه ای برخوردار است.

مراجع مورد استفاده

REFERENCES

1. Charnes, A., W.W. Cooper and R.O. 1995. Ferguson,.Optimal Estimation of Executive Compensation by Linear Programming. *Management Science.1*: 138-1851.
2. Draper, N. and Harry Smith. *Applied Regression Analysis.* Second edition, New York: Wiley.
3. Fisher, W.D. 1961. "A Note on curve Fitting with Minimuim Deviations by Linear Programming. "Journal of the American Statistical Association. 56: 359-362.
4. Gujarati Damsdar. 1978. *Basic Econometrics.* New York,
5. Judge, Gerage, William E. Grittiths, R. Cater Hill, and Tsoung-chao Lee, 1980. The Theory and practice of *Econometrics.* New York: Wiley.
6. Johnston, J. 1972. *Econometric Methods.* Second edition, New York: McGram-Hill.
7. Kmenta, Jan. 1971. *Elements of Econometrics.* New York: Macmillan.
8. Sankhayan, P.L. 1988. Introduction to the Economics of Agricultural Production, Prentice Hall International, INC., India.
9. Theil, Henri. 1978. *Introduction to Econometrics.* Englewood Cliffs, N.J.: Prentirce-Hall.
10. Wagner, H.M. 1959. "Linear Programming and Regression Analysis. *Journal of the American Statistical Association,* 54: 206-212.
11. Wilson. H. 1978. "Least Square Versus Minimum Absolutes Deviations Estimation in Linear Models." *Decision Sciences.* 9: 322-335.
12. Wonnacott, Ronald J., and Thomas H Wonnacott, 1979. *Econometrics.* Second Edition, New York: Wiley.

www.SID.ir

Archive of SID

An Extended Nonlinear Mathematical Programming Model (ENLPM) for Linear Least Squares Estimations and Optimal Decision – Makings, Simultaneously

GH. R. PEYKANI

Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, University of Tehran, Iran

Accepted Nov. 14, 2001

SUMMARY

The extended mathematical programming model (EMPM) is presented here as a new tool to study both regression (for Linear Least Squares Estimation) rule and optimal decision-making problems simultaneously, using an experimental wheat production data. First, the essentials of the new technique presented in this paper are outlined for the estimation of the coefficients of a polynomial (quadratic) biological production function, for linear least square estimation (linear in parameters), as compared with the Ordinary Least Square (OLS) rule. Secondly, both the estimation of the parameters of the experimental biological production function and related optimal decision making are done using the extended quadratic programming model (ENLPM), by combining the estimated parameters and economic data, simultaneously. Thirdly, the estimated production parameters along with product and input prices are used to examine several economic characteristics by generating the data for underlying variable cost Function, supply Function, Input Demand Function, Marginal Cost Function (MC), Optimal Input combinations, optimal physical and economic level of production for different output as well as input prices. The results show that through, ENLPM one is able to generate not only the exact final results of OLS for parameter estimation under any kind of imposed restrictions, but also for least – cost input combinations and other related optimal decision makings, simultaneously.

Key words: Nonlinear programming, Production function, Regression, Optimality, Supply function, Input Demand functions, Cost function.

www.SID.ir