بررسی عوامل مؤثر بر قیمت زمین به روش هدونیک
(مطالعه موردی منطقه هشت شهر تهران)

مرتضی سحرخیز[1]
کارشناس ارشد اقتصاد از دانشگاه صنعتی شریف
سید فرشاد فاطمی[2]
استادیار اقتصاد دانشگاه صنعتی شریف
سید مهدی برکچیان[3]
استادیار اقتصاد دانشگاه صنعتی شریف

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۳/۳۰
تاریخ تأیید: ۹۲/۰۱/۲۷

چکیده
در این مطالعه به کمک مجموعه دادهٔ منحصر به فردی که تاکنون در ایران استفاده نشده است به تحلیل عوامل مؤثر بر قیمت زمین در منطقه هشت شهر تهران می‌پردازیم. نتایج تحقیق با تئوری‌های اقتصاد شهری سازگار است و نشان می‌دهد که با افزایش فاصلهٔ زمین تا مراکزی که دسترسی به آن‌ها ارزشمند است، مانند میدان، پارک و بزرگراه قیمت زمین کاهش می‌یابد؛ در حالی که با افزایش مساحت زمین، تراکم مجاز ساخت‌وساز و رتبه اجتماعی محله، قیمت زمین افزایش پیدا می‌کند. همچنین برای مقایسه روش‌های برآورد مختلف، مدل را به روش شبه‌پارامتریک نیز برآورد می‌کنیم، اما استفاده از این روش بهبودی در نتایج ایجاد نمی‌کند.

واژگان کلیدی: قیمت زمین، روش هدونیک، برآوردگر منعطف، برآورد شبه پارامتریک و غیرپارامتریک
طبقه‌بندی موضوعی: C1, C14, D40, Q24, R10

مقدمه
چه متغیرهایی بر قیمت زمین اثر می‌گذارند؟ بر اساس روش هدونیک[4]، قیمت یک کالای ناهمگن به مقدار ویژگی‌های آن بستگی دارد؛ بنابراین قیمت زمین به عواملی از جمله شکل، مساحت، تراکم مجاز برای ساخت‌وساز، عرض گذرگاه‌های مجاور، مکان و فاصله تا مکان‌هایی

« نویسنده مسئول»
1. Email: Saharkhiz.morteza@gmail.com
2. Email: ffatemi@sharif.edu.
3. Email: barakchian@sharif.edu.
4. Hedonic

مکان‌هایی که دسترسی به آن‌ها ارزشمند است بستگی دارد. در تحقیق حاضر با استفاده از یک مطالعه تجربی مقطعی به بررسی این فرضیه می‌پردازیم.

از طرف دیگر به دلیل اینکه تئوری اقتصاد یا تجارب موجود، اطلاعات ناچیزی در مورد رابطه بین متغیرهای توضیح‌دهنده و قیمت زمین در اختیار ما می‌گذارند، همواره اینکه چه رویکرد تجربی برای استفاده در مطالعات هدونیک مناسب است، مورد بحث محققان مختلف بوده است. گر چه رویکردهای تجربی هدونیک را از نظر انعطاف‌پذیری می‌توانیم به سه دسته پارامتریک، شبه‌پارامتریک، و غیرپارامتریک تقسیم کنیم؛ اما به طور خاص در این تحقیق مایل هستیم که به مقایسه دو روش برآورد پارامتریک و شبه‌پارامتریک که مورد توجه مطالعات تجربی قیمت زمین قرار گرفته‌اند بپردازیم (Thorsnes & McMillen, 1998); (Park & Jyoung, 2002); (Anglin & Gencay, 1996)

مطالعات تجربی هدونیک خصوصاً تا قبل از پیشنهاد استفاده از روش شبه‌پارامتریک توسط رابینسون[1] (۱۹۸۸)، به روش پارامتریک و عمدتاً روش حداقل مربعات معمولی، خلاصه می‌شود (Hannonen, 2007). در روش پارامتریک فرم تابعی خاصی را برای رابطه متغیرهای مستقل با متغیر وابسته در نظر می‌گیرند که بی‌تردید مزایای آن شامل سادگی برآورد، تفسیرپذیری نتایج و استفاده از حداقل متغیرهای توضیح‌دهنده[2] است. اما مفروض گرفتن یک فرم تابعی خاص و انجام دادن مطالعه تجربی بر مبنای آن می‌تواند ساختار نامناسب و نادرستی را بر داده‌ها تحمیل کند که نتایج به دست آمده را فاقد اعتبار می‌کند. به همین دلیل با گذشت زمان سعی شده است تا بر انعطاف‌پذیری روش برآورد بیافزایند.

برخلاف روش پارامتریک، روش شبه‌پارامتریک و غیرپارامتریک انعطاف‌پذیر هستند. در این روش‌ها تأکید بر یادگیری ساختار مدل از داده‌های موجود و تطبیق با ویژگی‌های آن‌هاست، به همین دلیل این روش‌ها برای مطالعه هدونیک قیمت زمین که اطلاعاتی از فرم صحیح تابعی آن وجود ندارد، مناسب به نظر می‌رسند. روش‌های شبه پارامتریک قدرت یادگیری محدودی دارند (Cameron & Trivedi, 2006). این روش‌ها در واقع حد واسطی بین روش‌های پارامتریک و غیرپارامتریک هستند که هدف از ایجاد آن‌ها به وجود آوردن تعادلی بین کاهش خطای تشخیص و افزایش کارآیی و تفسیرپذیری نتایج بوده است.

1. Robinson
2. Parsimony

اندک مطالعات تجربی انجام شده در بـازار زمـین و مـسکن در ایـران از روش رگرسـیون فضایی استفاده کرده‌اند (اکبری، ۱۳۸۳)، (صاف، ۱۳۸۸)، (منیری جاوید، ۱۳۸۹). مطالعـه حاضـر، اولین مطالعه‌ای است که علاوه بر توجه بـه وابـستگی فـضایی در بـازار زمـین، از روش بـرآورد شبه‌پارامتریک استفاده می‌کند. همچنین دیگر نوآوری این مطالعه، استفاده از یک مجموعـه داده منحصر به فرد است.

در ادامه، ابتدا به مرور مختصر روش‌های شبه‌پارامتریک می‌پردازیم. سـپس در بخـش دوم مدل تحقیق را بیان می‌کنیم. در بخش سوم داده‌ها را معرفی می‌کنیم. بخـش چهـارم بـه ارائـه نتایج اختصاص دارد. در نهایت در بخش آخر به جمع‌بندی می‌پردازیم.

۱- برآورد شبه‌پارامتریک

روش شبه‌پارامتریک از دو قسمت پارامتریک و غیرپارامتریک تشکیل شده اسـت. بنـابراین قبـل از توضـیح روش بـرآورد شـبه‌پارامتریـک رابینـسون (۱۹۸۸) بـه توضـیح مختـصر روش غیرپارامتریک می‌پردازیم.

برای سادگی رگرسیونی را در نظر بگیرید که در آن یک متغیر وابسته و یک متغیر مستقل وجود داشته باشد:

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i \ , \ \varepsilon_i \quad iid(0, \sigma_i^2) \qquad (۱)$$

فرض کنیم که از متغیر مستقل در نقطه X_0 چندین مشاهده، به عنـوان مثـال N_0، وجـود دارد. بنابراین یک برآوردگـر سـادهٔ $f(X_0)$، متوسـط ایـن چنـد مـشاهده اسـت. پـس داریـم: $\hat{f}(x_0) \sim (f(x_0), N_0^{-1}\sigma_\varepsilon^2)$. همان‌طور که ملاحظه می‌شود برآوردگر $\widehat{f}(X_0)$ نااریـب اسـت اما لزوماً سازگار نیست. بنابراین، این برآوردگر می‌تواند بسیار نامناسـب باشـد چراکـه مقـدار N_0 ممکن است کوچک باشد.

یک راه غلبه بر مـشکل کمبـود داده، اسـتفاده از مـشاهداتی اسـت کـه در همـسایگی x_0 قرار دارند؛ در این حالت، نیاز داریم که به دو سؤال پاسخ دهیم: یکی اینکـه همـسایگی بـه چـه معنی است و دیگر اینکه به مشاهداتی کـه در همـسایگی قـرار مـی‌گیرنـد چگونـه وزن دهـیم. برآوردگر کرنل[1] یکی از روش‌های غیرپارامتریک است.

1. Kernel

$$\hat{f}(x_0)=\frac{\frac{1}{N_h}\sum_{i=1}^{n}K(\frac{x_i-x_0}{h})y_i}{\frac{1}{N_h}\sum_{i=1}^{n}K(\frac{x_i-x_0}{h})} \qquad (۲)$$

که در آن K و باند پهنای h یکی از انواع تابع کرنل است. کرنل، تابع توزیعی پیوسته و متقارن حول صفر است که برخی از انواع متداول آن در جدول ۱ آمده است.

دو مورد در رابطه با روش کرنل اهمیت دارد: اول، تمام روش‌های غیرپارامتریک دیگر به صورت مجانبی به آن همگرا می‌شوند؛ دوم، اگر هنگام استفاده از هر یک از توابع کرنل، پهنای باند مناسب انتخاب شود آنگاه نوع کرنل انتخاب‌شده اهمیت چندانی ندارد، هر چند که در مطالعات تجربی معمولاً از کرنل مربعی یا نرمال استفاده می‌شود (Anglin & Gencay, 1996); (Thorsnes & McMillen, 1998); (Park & Jyoung, 2002).

جدول (۱): توابع کرنل متداول

کرنل	$K(z)$
یکنواخت	$\frac{1}{2}\times I(\lvert z\rvert<1)$
مثلثی	$(1-\lvert z\rvert)\times I(\lvert z\rvert<1)$
مربعی	$\left(\frac{3}{4}\right)(1-z^2)\times I(\lvert z\rvert<1)$
دو مربعی	$\frac{15}{16}(1-z^2)^2\times I(\lvert z\rvert<1)$
نرمال	$(2\pi)^{-\frac{1}{2}}\exp\left(-\frac{z^2}{2}\right)$

واضح است که با افزایش پهنای باند، برآورد اریب می‌شود. از طرف دیگر، افزایش پهنای باند و به دنبال آن تعداد مشاهده، موجب کاهش واریانس برآوردگر می‌شود؛ چرا که در فرآیند متوسط‌گیری از تعداد مشاهدات بیشتری بهره می‌گیریم. بنابراین انتخاب پهنای باند مناسب، بده‌بستانی بین کاهش اریبی و کاهش واریانس است.

گر چه یکی از راه‌های متداول انتخاب پهنای باند صلاحدید محققان است، اما روش‌های آماری نیز برای انتخاب آن توسعه داده شده است. روشی که در ادامه ما از آن استفاده می‌کنیم،

آماره متوسط مجموع مربعات پسماند[1] است:

$$\min_h MISE(h) = \int MSE\left[\hat{f}(x_0)\right]dx_0$$

که در آن MSE مجموع مربعات پسماند است.

همان‌طور که تاکنون اشاره کردیم، رگرسیون شبه‌پارامتریک از دو قسمت پارامتریک و غیرپارامتریک تشکیل می‌شود. مدل نیمه‌خطی زیر، که یکی از انواع تصریح شبه‌پارامتریک است، را در نظر بگیرید:

$$y_i = \beta_0 + x_i\beta + f(z_i) + \varepsilon_i \quad \varepsilon_i \sim iid(0, \sigma_\varepsilon^2) \qquad (۳)$$

که مطابق معمول در آن y متغیر وابسته، x بردار افقی متغیرهای مستقل و z متغیری است که به صورت غیرخطی مدل می‌شود. دقت کنید که از تابع $f(\cdot)$ اطلاعی نداریم.

رابطهٔ فوق را می‌توانیم به روش دو پسماند رابینسون (۱۹۸۸) برآورد کنیم. ابتدا از دو طرف رابطهٔ ۳ امید مشروط می‌گیریم:

$$E(y_i|z_i) = \beta_0 + E(x_i|z_i)\beta + f(z_i) \qquad (۴)$$

حال با کسر رابطهٔ ۴ از ۳ داریم:

$$y_i - E[y_i|z_i] = (x_i - E[x_i|z_i])\beta + \varepsilon_i \qquad (۵)$$

بنابراین اگر امیدهای مشروط مشخص باشند، آنگاه به سادگی بردار پارامترهای β با برآورد رابطهٔ ۵ به روش حداقل مربعات معمولی به دست می‌آید. اگر امیدهای مشروط مشخص نباشند، آنگاه لازم است تا به کمک یک برآور

دگر سازگار آن‌ها را تخمین بزنیم، جایی که از یک برآوردگر غیرخطی مانند برآوردگر کرنل استفاده می‌کنیم. بنابراین لازم است تا $y_i = f_{y(z_i)} + \varepsilon_{1i}$ و $X_{ki} = f_{X_k}(z_i) + \varepsilon_{2ki}$ را برآورد کنیم که در آن $k = 1,..,K$ اندیس متغیرهای توضیح‌دهندهٔ پارامتریک مدل است. بنابراین روش دو پسماند روبینسون (۱۹۸۸) برآورد حداقل مربعات معمولی رگرسیون زیر است:

$$y_i - \hat{f}_{y(zi)} = (x_i - \hat{f}_{x_k}(z_i))\beta + \varepsilon_i \qquad (۶)$$

که در آن $x_i - \hat{f}_x(z_i)$ بردار افقی انحراف بین مقدار هر یک از متغیرهای توضیح‌دهندهٔ X_{ki} و برآورد امید مشروط آن‌ها بر Z_i است. پس از برآورد β، می‌توانیم رابطهٔ غیرخطی بین

1. Mean Integrated Squared Error

Z_i و y_i را با برآورد غیرپارامتریک رابطهٔ ۷ به دست آوریم:

$$y_i - x_i\widehat{\beta} = \beta_0 + f(z_i) + \varepsilon_i \qquad (۷)$$

۲- مدل

زمانی که شکل تابعی رابطهٔ بین متغیرهای توضیح‌دهنده و متغیر وابستهٔ مدل مشخص نیست، بهتر است از روش‌های غیرپارامتریک استفاده کنیم و یا اگر از روش پارامتریک استفاده می‌کنیم، فرم‌های تابعی منعطف‌تر را به کار گیریم. به همین دلیل برای این تحقیق روشی مشابه با (Anglin & Gencay, 1996; Park & Jyoung, 2002)، را در نظر می‌گیریم. از آنجا که قصد داریم روش پارامتریک و شبه‌پارامتریک را با یکدیگر مقایسه کنیم، ابتدا مدلی پارامتریک با فرم تابعی لگاریتم مضاعف و به روش حداقل مربعات معمولی برآورد می‌کنیم:

$$\begin{aligned} LPA_i &= \beta_0 + \beta_1 Neighbor_i + \beta_2 Permit_i \\ &+ \beta_3 LArea_i + \beta_4 LPark_i + \beta_5 LSquare_i \\ &+ \beta_6 LHighway_i + \beta_7 LMetro_i + u_i \end{aligned}$$

که در آن PA قیمت هر متر مربع زمین، Neighbor متغیر مجازی برای رتبه اجتماعی محله، Permit متغیر مجازی برای تراکم مجاز ساخت‌وساز، Area مساحت زمین، Park فاصله تا نزدیک‌ترین پارک، Square فاصله تا نزدیک‌ترین میدان، Highway فاصله تا نزدیک‌ترین بزرگراه، و Metro فاصله تا نزدیک‌ترین مترو است؛ L پیش از متغیر نیز لگاریتم طبیعی را نشان می‌دهد. گر چه فرم تصریح‌شدهٔ فوق منعطف‌ترین فرم ممکن نیست ولی در اکثر مطالعات تجربی از آن استفاده شده است (Hannonen 2007). سپس مدل را به روش شبه‌پارامتریک برآورد می‌کنیم:

$$\begin{aligned} LPA_i &= \beta_0 + \beta_1 Neighbor_i + \beta_2 Permit_i + \beta_3 LArea_i \\ &+ f(LPark_i, LSquare_i, LHighway_i, LMetro_i) + u_i \end{aligned}$$

چنانچه ملاحظه می‌کنید متغیرهای مجازی و مساحت زمین که ارتباط آن با قیمت زمین مشخص است را خارج از فرم تابعی و متغیرهای از جنس فاصله که از نوع ارتباط آن‌ها با قیمت زمین آگاهی نداریم را داخل فرم تابعی قرار داده‌ایم. در مرحله آخر نیز به مقایسه ضریب تعیین دو مدل و برآوردهای آن‌ها می‌پردازیم.

۳- داده

از سال ۱۳۸۸ با هدف ساماندهی بازار مسکن، کنترل تقاضای سفته‌بازی، ایجاد اطمینان برای خریدار در صحت معامله و جلوگیری از فروش همزمان یک ملک به چندین خریدار، دفاتر معاملات املاک موظف شدند تا مشخصات معاملات خود که شامل سه دستهٔ مشخصات کلی (از جمله وضعیت سند، نوع کاربری، تاریخ ثبت)، مشخصات ملک (از جمله کدپستی، سمت ملک، سال ساخت، مساحت، قیمت) و مشخصات قرارداد (از جمله اطلاعات خریدار و فروشنده، اطلاعات نحوه پرداخت) می‌شود را در سامانهٔ طراحی شده ثبت کنند. برای انجام این مطالعه از طریق شرکت راهبر، زیرمجموعهٔ وزارت بازرگانی، به این مجموعه داده‌ها برای سال ۱۳۸۹ دست پیدا کردیم. داده‌های موجود شامل پانزده هزار رکورد برای شهر تهران و ۱۴۰۰ رکورد برای منطقه هشت است. در ادامه توضیح می‌دهیم که با استفاده از این اطلاعات چگونه مجموعه دادهٔ مورد علاقه خود را می‌سازیم، اما قبل از آن لازم است تا علت انتخاب منطقه هشت را توضیح دهیم. از طرفی این منطقه، واقع در شرق تهران، نسبت به برخی مناطق دیگر مانند منطقهٔ دو یا سه همگن‌تر است. از طرف دیگر، شناخت مناسبی از این منطقه در اختیار نویسندگان این مقاله قرار دارد که مدل‌کردن محلات مختلف آن‌ها را ساده‌تر می‌کند.

معقول به نظر می‌رسد که املاک با عمر بالای سی سال را به عنوان زمین در نظر بگیریم. از طرف دیگر مشاهدات خرید و فروش موجود در مجموعه دادهٔ راهبر با عنوان (مبایعه‌نامه) ثبت شده‌اند، بنابراین برای اینکه با احتمال بالایی بپذیریم که مشاهدهٔ موجود در واقع ملک بوده است، تنها مشاهدات با متراژ بیش از صد متر را انتخاب می‌کنیم. البته همچنان ممکن است در مجموعهٔ انتخاب شده تعدادی آپارتمان سی ساله به عنوان زمین در نظر گرفته شده باشند.[۱]

همچنین مختصات املاک، پارک‌ها، میادین، ایستگاه‌های مترو و نقاط ابتدا، وسط و انتهای بزرگراه‌های تهران را از نقشه‌های اطلاعات مکانی شرکت پست به دست آوردیم[۲]، که بر مبنای

---

۱. برای رفع تقریبی این مشکل، مشاهداتی که قیمت هر متر مربع زمین در آن‌ها کمتر از ۱/۵ میلیون تومان یا بیشتر از چهار میلیون تومان است را حذف کردیم؛ چرا که چنین قیمت‌هایی برای زمین‌های مسکونی در سال ۱۳۸۹ برای منطقه هشت منطقی به نظر نمی‌رسند.

۲. ممکن است متغیرهای دیگری مانند، دسترسی به مسجد، مدرسه یا مراکز کسب و کار بر روی قیمت زمین اثر داشته باشند؛ اما با توجه به کیفیت نقشه‌های موجود در زمان انجام این پژوهش اضافه کردن آن‌ها امکان‌پذیر نشد.

آن فاصله اقلیدسی ملک را از نزدیک‌ترین پارک، میدان، ایستگاه مترو و بزرگراه محاسبه می‌کنیم[۱]. دو متغیر مجازی هم برای تراکم مجاز (اگر مساحت ملک بیش از ۲۵۰ متر مربع باشد، یک؛ در غیر این صورت صفر) و رتبه اجتماعی محله (اگر ملک از نارمک به راست واقع شده باشد، یک؛ در غیر این صورت صفر) تعریف می‌کنیم[۲]. نقشه منطقه هشت شهر تهران در شکل۱ قابل مشاهده است.

شکل ۱- نقشه محلات منطقه هشت شهر تهران

تعداد مشاهدات این منطقه پس از مراحل مختلف پالایش و همچنین حذف مشاهداتی که کد پستی آن‌ها در نقشه‌های پست وجود ندارد، به ۳۰۰ عدد می‌رسد. میانگین، انحراف معیار، کمترین و بیشترین مقدار مشاهدات باقیمانده را در جدول ۲ مشاهده می‌کنید.

---

۱. برای به دست آوردن فاصله تا نزدیک‌ترین بزرگراه، ابتدا فاصله‌ی ملک را از دو خطی که به ترتیب از نقاط ابتدا – وسط و انتها – وسط بزرگراه می‌گذرد را معین کرده و متوسط آن دو را به عنوان فاصله تا بزرگراه در نظر می‌گیریم.

۲. علت انتخاب تعریف متغیر «تراکم» به قوانین شهرداری در سال ۱۳۸۹ بازمی‌گردد. طبق این قوانین به زمین‌های با مساحت ۱۰۰ تا ۲۵۰ متر مربع، چهار طبقه تراکم و به زمین‌های بالای ۲۵۰ متر مربع، مشروط به مجاورت با گذرگاهی به عرض ۱۰ متر یا بیشتر، پنج طبقه تراکم تعلق می‌گرفت. در اینجا به ناچار فرض کرده‌ایم که تمامی زمین‌های بالای ۲۵۰ متر مربع، پنج طبقه تراکم دریافت می‌کنند. برخلاف آن، تعریف متغیر «محله» کاملاً صلاحدیدی و بر اساس شناخت نویسندگان از محلات این منطقه بوده است.

جدول(۲): خلاصهٔ ۳۰۰ آماری مشاهده در منطقه هشت تهران

متغیر	واحد	میانگین	انحراف معیار
PA	میلیون تومان بر متر مربع	۲/۲۹	۰/۶۰
Area	متر مربع	۱۶۰	۶۷
Neighbor	بدون واحد	۰/۶۷	۰/۴۷
Permit	بدون واحد	۰/۰۷	۰/۲۶
Park	متر	۵۴۳	۲۹۷
Metro	متر	۹۱۹	۵۱۷
Square	متر	۳۴۲	۳۰۷
Highway	متر	۱۷۶	۱۴۳

منبع: یافته‌های تحقیق

۴- نتایج

نتایج برآورد پارامتریک مدل در جدول ۳ آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌کنید علامت ضرایب مطابق با انتظار ما است. به این معنی که با افزایش مساحت زمین، تراکم مجاز ساخت‌وساز و رتبه اجتماعی محله قیمت زمین افزایش می‌یابد؛ در حالی که با افزایش فاصله از پارک، میدان و گذرگاه ارتباطی (بزرگراه) قیمت زمین کاهش خواهد یافت.[۱]

برای اطمینان از مناسب بودن مدل تصریح‌شده آزمون‌های مختلفی را بر روی آن انجام می‌دهیم. نتایج این آزمون‌ها در قسمت پایین جدول ۳ آورده شده است؛ حال که از صحت تشخیص مدل و برقراری فروض کلاسیک در سطح معنی‌داری ۵ درصد اطمینان حاصل کردیم به تفسیر مدل می‌پردازیم. دقت کنید که ضریب تعیین تصحیح‌شدهٔ مدل نزدیک به۰/۳ است. از آنجا که مساحت و فاصله‌ها به صورت لگاریتمی مدل شده‌اند، ضرایب آن‌ها کشش قیمت هر

۱. با توجه به اینکه اضافه کردن متغیر «مترو» تغییری در ضرایب متغیرهای مدل یا قدرت توضیح‌دهندگی آن ایجاد نکرد، همچنین ضریب خود آن نیز بی‌معنی بود، این متغیر را از مدل حذف کردیم.

متر مربع زمین نسبت به آن‌ها را مشخص می‌کند؛ به عنوان مثال، با افزایش یک درصدی مساحت زمین، قیمت هر متر آن ۰/۱۳۷ درصد افزایش می‌یابد، در حالی که با افزایش یک درصدی فاصلهٔ زمین تا پارک، میدان یا بزرگراه قیمت آن به ترتیب ۰/۰۴۷، ۰/۰۶۳ و ۰/۰۱۱ درصد کاهش می‌یابد. نتایج به دست آمده فرضیه‌های رایج در اقتصاد شهری را رد نمی‌کنند؛ در اقتصاد شهری می‌گویند که با افزایش فاصلهٔ زمین از مراکز شهر یا نقاطی که دسترسی به آن‌ها ارزشمند است، قیمت زمین کاهش پیدا خواهد کرد (Evans, 2004). علامت مثبت ضریب مساحت نیز پیشنهاد می‌کند که زمین‌های کوچک‌تر به دلیل هزینه‌های سربار تحمیلی هنگام ساخت‌وساز با کاهش قیمت مواجه خواهند شد.

ضرایب دو متغیر مجازی مدل یعنی «تراکم» و «محله» نیز علامت مثبت دارند. بنابراین آن چنانکه انتظار داشتیم با افزایش تراکم ساخت‌وساز و رتبهٔ اجتماعی محله‌ای که زمین در آن واقع شده است، قیمت آن افزایش می‌یابد. شبه‌کشش قیمت هر متر مربع زمین نسبت به این دو متغیر به ترتیب برابر با ۱۲ و ۱۴ درصد است[۱]؛ یعنی اگر فقط تراکم مجاز ساخت‌وساز زمینی خاص در این منطقه از چهار به پنج طبقه افزایش یابد، قیمت هر متر مربع آن ۱۲ درصد افزایش پیدا می‌کند. همچنین دو زمینی که تمام مشخصات آن‌ها یکسان است، اما یکی در سمت راست نارمک و دیگری در سمت چپ قرار گرفته باشد، قیمت هر متر مربع زمین اول ۱۴ درصد بیشتر از دیگری خواهد بود.

برای برآورد شبه‌پارامتریک سه متغیر مساحت زمین، تراکم مجاز ساخت‌وساز و رتبه اجتماعی محله را به صورت پارامتریک مدل می‌کنیم. از بین متغیرهای فاصله تا نزدیک‌ترین پارک، میدان و بزرگراه، هر بار یکی را غیرپارامتریک مدل کرده و سایرین را به صورت خطی وارد مدل خواهیم کرد. برآورد شبه‌پارامتریک را به روش روبینسون (۱۹۸۸) انجام داده و در برآورد غیرپارامتریک از روش کرنل و تابع نرمال استفاده می‌کنیم. پهنای باند را نیز به کمک متوسط مجموع مربعات پسماند انتخاب می‌کنیم[۲]. جالب اینکه تنها با مدل کردن غیرپارامتریک متغیر (بزرگراه)، قدرت توضیح‌دهندگی مدل کاهش نمی‌یابد. نتایج برآورد شبه‌پارامتریک مدل در قسمت چپ جدول ۳ آورده شده است. با دقت در این جدول متوجه می‌شویم که قدرت توضیح‌دهندگی مدل تغییر قابل توجهی نکرده است. در مطالعاتی مانند، انگلین و جنسی[۳] (۱۹۹۶)

---

۱. شبه‌کشش متغیر وابستهٔ لگاریتمی نسبت به متغیر مجازی که مقادیر صفر و یک را اختیار کند برابر با $(e^{\delta}-1)\times 100$ است.

۲. چنین پهنای باندی به کمک دستور lpoly در نرم‌افزار (Stata) قابل محاسبه است.

3. Anglin & Gencay

پارک و یانگ[1] (۲۰۰۲)، روش شبه‌پارامتریک حداقل ۲۰ درصد ضریب تعیین مدل را افزایش می‌دهد؛ از این رو انتظار داشتیم مدل شبه‌پارامتریک که نسبت به مدل پارامتریک منعطف‌تر است و قدرت یادگیری ساختارهای موجود در دل داده را دارد، قدرت توضیح‌دهندگی مدل را افزایش دهد. لازم به ذکر است که برای بررسی حساسیت برآورد شبه‌پارامتریک به پهنای باند انتخاب شده، برآورد را با نصف و دو برابر آن تکرار کردیم که نتایج تغییر چندانی نکرد.

جدول (۳): نتایج برآورد مدل

متغیر	پارامتریک	شبه‌پارامتریک
Constant	۰/۶۸۴	–
	(۰/۳۰۷)**	–
LArea	۰/۱۳۸	۰/۱۴۱
	(۰/۰۵۰)***	(۰/۰۴۹)***
Neighbor	۰/۱۳۴	۰/۱۱۸
	(۰/۰۳۲)***	(۰/۰۳۳)***
Permit	۰/۱۱۵	۰/۱۰۸
	(۰/۰۶۷)*	(۰/۰۶۳)*
LSquare	−۰/۰۶۳	−۰/۰۶۳
	(۰/۰۱۳)***	(۰/۰۱۸)***
LPark	−۰/۰۴۷	−۰/۰۵۱
	(۰/۰۲۳)**	(۰/۰۲۳)**
LHighway	−۰/۰۱۱	–
	(۰/۰۱۰)	–
R^2	۰/۲۹۹	۰/۲۹۷
$\overline{R}^2$	۰/۲۸۵	۰/۲۸۵
	P-Value	
Jarque Bera	۰/۲۶۰	–
Ramsey RESET	۰/۰۹۱	–
Breusch Pagan	۰/۴۰۵	–
White	۰/۹۳۱	–
Moran	۰/۱۱۱	–
Geary	۰/۶۸۳	–

منبع: یافته‌های تحقیق

یادداشت: متغیر وابسته مدل، لگاریتم قیمت هر متر مربع زمین است.**L**پیش از متغیر نشان‌دهنده لگاریتم آن است. انحراف استاندارد ضرایب در پرانتز آورده شده است. ***، ** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد را نشان می‌دهند.

1. Park & Jyoung

با توجه به نتایج فوق‌الذکر، با این سؤال مواجهیم که آیا مدل شبه‌پارامتریک به لحاظ آماری با مدل پارامتریک متفاوت است؟ برای پاسخ دادن به این سؤال از آزمون هاردل و مامن[1] (۱۹۹۳) کمک می‌گیریم. ایدهٔ کلی این آزمون به این صورت است که آیا یک چند جمله‌ای از درجهٔ k می‌تواند رفتار تابع غیرپارامتریک را تخمین بزند؟ بنابراین با مقایسه تابع غیرپارامتریک با یک چندجمله‌ای از درجه یک، می‌توانیم دو مدل شبه‌پارامتریک و پارامتریک را با یکدیگر مقایسه کنیم.

برای انجام چنین آزمونی، هاردل و مامن آماره‌ای بر مبنای انحراف پیش‌بینی رگرسیون شبه‌پارامتریک و پارامتریک را پیشنهاد می‌کنند:

$$T_n = n\sqrt{h}\sum_{i=1}^{N}\left(\widehat{f}(z_i) - \widehat{f}(z_i,\beta)\right)^2$$

که در آن $\widehat{f}(z_i)$ تابع غیرپارامتریکی است که از رابطهٔ ۷ به دست آمده، $\widehat{f}(z_i,\beta)$ تقریب پارامتریک این تابع و h پهنای باند استفاده شده است. طبق فرض صفر این آزمون، برآورد غیرپارامتریک تابع $f(\cdot)$ و برآورد پارامتریک آن متفاوت نیستند. به پیشنهاد هاردل و مامن، مقادیر بحرانی این آزمون را از روش شبیه‌سازی خودکار[2] به دست می‌آوریم.

سطح معنی‌داری این آزمون برای مقایسهٔ تابع غیرپارامتریک هر یک از سه برآورد شبه‌پارامتریک مدل با یک چندجمله‌ای از درجه ۱ تا ۳ و بر اساس ۱۰۰۰ شبیه‌سازی در جدول ۴ آورده شده است. همان‌طور که می‌بینید، تنها تابع غیرپارامتریک متغیر «میدان» توسط یک چندجمله‌ای از درجهٔ یک قابل توضیح نیست. البته بر مبنای سطح معنی‌داری آزمون، یک چندجمله‌ای از درجهٔ سه می‌تواند رفتار تابع غیرپارامتریک «میدان» را تخمین بزند. بنابراین شاید بتوان علت اینکه برآورد شبه‌پارامتریک قدرت توضیح‌دهندگی مدل را آن چنان تغییر نمی‌دهد، این گونه توضیح داد که ساختار روابط در مدل خطی بوده و نیاز به یک برآوردگر غیرپارامتریک برای یادگیری ساختارهای موجود نیست.[3]

---

1. Hardle and Mammen
2. Bootstrap
۳. لازم به ذکر است که چنانچه توان دوم متغیر مساحت را وارد مدل کنیم معنی‌داری ضریب آن در سطح معنی‌داری ۱۰ درصد رد خواهد شد.

جدول (۴): سطح معنی‌داری آزمون هاردل و مامن

تابع غیرپارامتریک	k = ۱	k = ۲	k = ۳
$f(LPark)$	۰/۱۶۹	۰/۲۲۰	۰/۱۵۲
$f(LSquare)$	۰/۰۰۰	۰/۰۳۵	۰/۵۶۱
$f(LHiqhway)$	۰/۲۴۸	۰/۳۱۱	۰/۳۶۱

منبع: یافته‌های تحقیق

آن چنانکه مشاهده شد، یک تابع درجه اول برای مدل کردن متغیر «میدان» مناسب نیست؛ پس ممکن است جالب باشد که بدانیم با افزودن مربع و مکعب متغیر «میدان» به مدل، چه تغییری در نتایج آن حاصل می‌شود. برآورد مدل با افزودن این متغیرها تکرار شده است و نتیجه برآورد در جدول ۵ ارائه گردیده است. نتایج آزمون‌های ارزیابی مدل نیز در قسمت پایین این جدول موجود است. همان‌طور که انتظار می‌رفت با افزودن این متغیرها به مدل، سطح معنی‌داری آزمون رمزی افزایش قابل توجهی پیدا می‌کند که گواه بر بهبود تصریح مدل است. علاوه برآن سطح معنی‌داری آزمون موران که برای تشخیص وابستگی فضایی پسماند مورد استفاده قرار گرفت نیز افزایش چشمگیری پیدا می‌کند. البته نباید عجیب باشد که به دلیل استفاده از لگاریتم فاصله تا نزدیک‌ترین میدان و توان‌های آن، مدل دچار هم‌خطی شود. هر چند که این مورد می‌تواند موجب افزایش واریانس ضرایب و رد آزمون معنی‌داری آن‌ها شود، اما همان‌طور که ملاحظه می‌شود با این وجود، ضرایب در سطح بالایی معنی‌دار هستند.

نتیجه‌گیری

در آنچه گذشت به بررسی قابلیت مدل‌سازی هدونیک در توضیح قیمت زمین پرداختیم. چنانچه انتظار داشتیم با افزایش مساحت زمین، تراکم مجاز ساخت‌وساز و رتبه اجتماعی محله قیمت زمین افزایش می‌یابد؛ در حالی که با افزایش فاصله از مکان‌هایی که دسترسی به آن‌ها ارزشمند است، مانند پارک، میدان و بزرگراه، قیمت زمین کاهش می‌یابد.

همچنین تفاوت برآوردهای دو روش پارامتریک و شبه‌پارامتریک را بررسی کردیم. به دلیل ناشناخته بودن نوع رابطه میان ویژگی‌های زمین و قیمت آن، انتظار می‌رود که روش‌های شبه‌پارامتریک که قدرت یادگیری ساختارهای موجود در دل داده را دارند، قدرت توضیح‌دهندگی مدل را افزایش دهند. بنابراین فرضیه خطی بودن روابط در روش پارامتریک

می‌تواند قیدی که در واقعیت وجود ندارد را بر مدل تحمیل کرده و ما را دچار خطای تصریح کند. اما نتایج به دست آمده نشان می‌دهند که روش شبه‌پارامتریک قدرت توضیح‌دهندگی مدل را افزایش نمی‌دهد. آنچه که به نوعی می‌تواند توضیح‌دهندهٔ نتایج به دست آمده باشد، آزمون هاردل و مامن (۱۹۹۳) است. چنانکه مشاهده شد بر مبنای این آزمون، رفتار اکثر متغیرهای مدل را می‌توان به کمک یک چندجمله‌ای درجهٔ اول تقریب زد. بنابراین حدس می‌زنیم که ساختار روابط در واقعیت خطی است و البته در این شرایط نتایج حاصل از رگرسیون مقید بهتر از رگرسیون غیرمقید خواهد بود.

جدول (۵): نتایج برآورد مدل اصلاح‌شده

متغیر	پارامتریک اصلاح شده
Constant	−۳/۷۱۳
	(۱/۸۶۱)**
LArea	۰/۱۶۶
	(۰/۰۴۹)***
Neighbor	۰/۱۴۱
	(۰/۰۳۱)***
Permit	۰/۱۲۸
	(۰/۰۶۳)**
LSquare	۲/۷۰۵
	(۱/۰۶۶)**
LPark	−۰/۰۴۳
	(۰/۰۲۲)*
LHighway	−۰/۰۱۰
	(۰/۰۱۰)
SLSquare	−۰/۵۸۶
	(۰/۲۰۶)***
CLSquare	۰/۰۴۰
	(۰/۰۱۳)***
R^2	۰/۳۴۲
$\overline{R}^2$	۰/۳۲۴
P-Value	
Jarque Bera	۰/۰۵۱
Ramsey RESET	۰/۵۸۴
Breusch Pagan	۰/۲۳۴
White	۰/۸۸۹
Moran	۰/۴۶۷
Geary	۰/۴۲۸

منبع: یافته‌های تحقیق

یادداشت: **S** و **C** پیش از متغیر به ترتیب نشان‌دهنده توان دوم و توان سوم آن است. سایر توضیحات مانند جدول ۳ است.

منابع

الف- فارسی

۱. اکبری، نعمت‌الله؛ «**بررسی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن در شهر مشهد رهیافت اقتصادسنجی فضایی در روش هدونیک**»، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۱۳۸۳، شماره ۱۱-۱۲.

۲. منیری‌جاوید، سلیمه؛ «**بررسی تغییرات فضایی قیمت مسکن با رویکرد اقتصادسنجی فضایی**»، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ۱۳۸۹.

۳. وصاف، اسماعیل؛ «**بررسی نظام فضایی قیمت زمین مسکونی رویکرد تابع قیمت هدونیک**»، وزارت مسکن و شهرسازی - دفتر برنامه‌ریزی اقتصاد و مسکن، ۱۳۸۸.

ب- لاتین

4. Anglina, Paul and RamazanGencay; 1996, "**Semiparametric Estimation of A Hedonic Price Function**", Journal of Applied Econometrics, Vol. 11.
5. Cameron, Colinand PravinTrivedi; 2006, ***MicroEconometrics: Methods and Applications***, New York, Cambridge University Press, 1st Edition.
6. Evans, A. W.,Economics; 2004, ***Real Estate and the Supply of Land***, Blackwell Publishing, Oxford.
7. Hannonen, Marko ,***On The Hedonic Modeling of Land Prices***, Doctoral Thesis, Helsinki University of Technology, Espoo.
8. Hardle Wolfgang & EnnoMammen; 1993, "**Comparing nonparametric versus parametric regression fits**", Annals of Statistics, Vol. 21.
9. Malpezzi, Stephen; 2002, "**Hedonic Pricing Models: A Selective and Applied Review**", In K. Gibb and A. O'Sullivan (eds.), Housing Economics: Essays in Honor of Duncan Maclennan.
10. Park, Heonsooand SuYounJyoung; 2002, "**Parametric and Semiparametric Estimation of Land Value**", the AREUEA/AsRES International Meeting, Seoul, Korea.
11. Robinson, P. M; 1988, "**Root-N-Consistent Semiparmetric Regression**", Econometrica,Vol. 56.
12. Rosen, Sherwin; 1974, "**Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition**", Journal of Political Economy, Vol. 82.

13. Sheppard, Stephen; 1999, "**Hedonic Analysis of Housing Markets**", In P. C. Chesire and E. S. Mills (eds.), Handbook of Regional and Urban Economics, vol. 3.
14. Thorsnes, Paul & Daniel McMillen; 1998, "**Land Value and Parcel Size: A Semiparametric Analysis**", Journal of Real Estate Finance and Economics, Vol. 17.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی