# تکتونیک فعال در جنوب شرقی بیرجند، کوه های باقران (مزارکاهی) بر پایه ی تحلیل مورفوتکتونیکی

زهرا حبیبی زاده*[۱]، پریسابخشور[۲]، محمودرضاهیهات[۳]، ابراهیم غلامی[۴]

۱- دانشجوی، کارشناسی ارشد، دانشگاه بیرجند zhabibi95@birjand.ac.ir

۲- دانشجوی،کارشناسی ارشد، دانشگاه بیرجند P.Bakhshoor@birjand.ac.ir

۳- استادیار،هیئت علمی، دانشگاه بیرجند mhayhat@birjand.ac.ir

۴- استادیار،هیئت علمی، دانشگاه بیرجند egholami@birjand.ac.ir

**چکیده :**

مطالعه ی شاخصه ای ژئومورفیک به عنوان ابزاری برای شناسایی مناطقی با مناطقی با تغییرشکل تکتونیکی سریع و یا تخمین متغییرهای نسبی ازفعالیت تکتونیکی در نواحی ویژه می باشد. این تحلیل در جنوب شرقی کوه های باقران منطقه مزارکاهی، با استفاده ازشاخص هایی چون انتگرال فرازنما و شاخص انشعاب پذیری انجام شده است. ابزارهای این تحلیل شامل نقشه های توپوگرافی، زمین شناسی، تصاویر ماهوارهای و مدل رقومی ارتفاعی (DEM) و نرم افزارArc GIS است. نتایج این تحقیق نشان می دهدکه در این منطقه مقدار میانگین شاخص انتگرال فرازنما 0/45 و شاخص انشعاب پذیری آبراهه 4/23 می باشد. با توجه به نتایج داده ـ ها می توان استنباط کرد که تراکم گسل ها و فعالیت جوان آنها در بخش شرقی حوضه ی بیرجند اثر مستقیمی بر شاخصه ای مورفوتکتونیکی داشته است.

**کلیدواژه‌ها:** تکتونیک فعال - شاخص های مورفوتکتونیک – مزارکاهی - گسلهای فعال.

## Tectonics active at south eastern Birjand, Mountains Bagheran (Mzarkahy) based on analysis Morphotectonic

Zahra Habibi Zadeh[1*] , Parisa Bakhshoor [2] , Mahmood Reza Hayhat[3], Ebrahim Gholami[4]

**Abstract:**

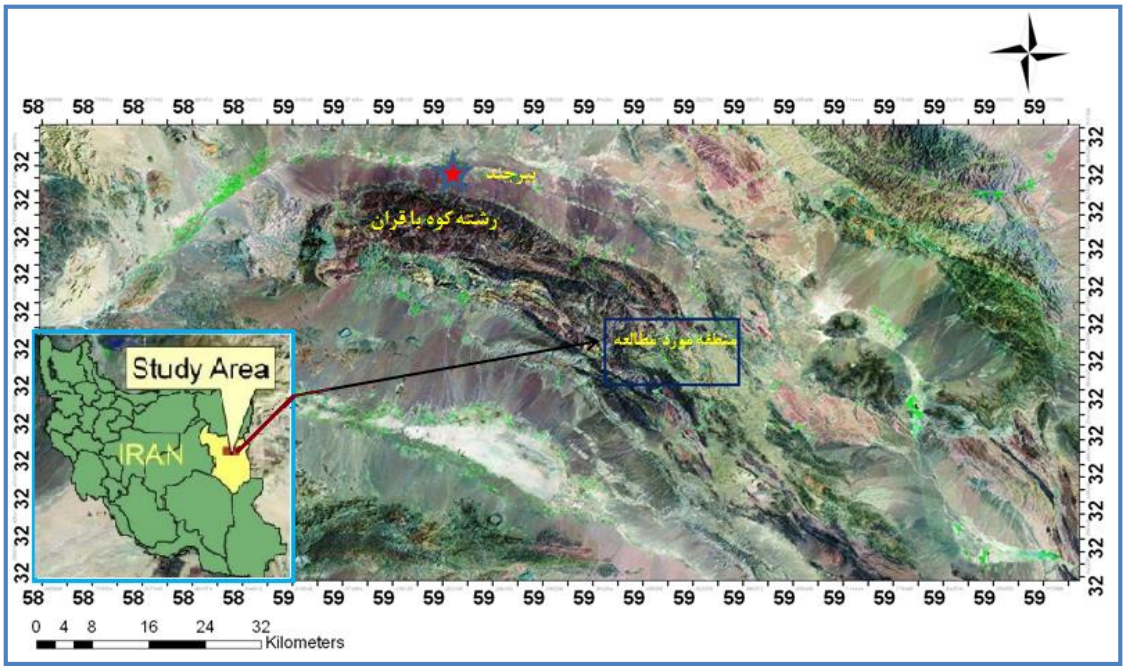
**Study indicators Geomorphic to the subject Means to identification areas with transformation Tectonic fast and or estimate variables relative from activity Tectonic at areas special is. This analysis at south eastern mountains Bagheran area Mzarkahy with use from indicators because integral ups view and index divergent performance by is. tools of this analysis contains maps topography, Geology, pictures satellite and model digital altitudinal (DEM) and software Arc GIS is. The results of this research sign gives in the area the amount of average integral index Fraznma 0/45 and index divergent stream 4/23 is. with pay attention to results data can deduction did that density faults and activity young they in part eastern basin Birjand direct effect on indicators Morphotectonic have is.**

**Keywords : Active tectonics - Morphotectonics indicators - Mzarkahy - Active faults.**

◇◇◇◇◇◇◇

**مقدمه :**

گستره مورد مطالعه در منطقه جنوب بیرجند با طول جغرافیایی 15.90”E ’25 ° 59 تا9.44”E ’35 ° 59و عرض جغرافیایی 9.46”N ’35 ° 32 تا 46.87”N ’35 ° 32 واقع شده است. این منطقه با توجه به تقسیم بندی زمین ساختی ایران، درحد فاصل ایالت ساختاری سیستان و لوت مرکزی قرار می گیرد(نوگل سادات، ۱۳۷۲،)که در اثرعملکرد سرشاخه های گسل نهبندان به شدت خرد شده است(شکل ۱).




شکل۱- تصویر ماهواره ای از موقعیت گسل جنوب بیرجند و محدوده مورد مطالعه

ارزیابی اشکال زمین ساختی ایجادشده و تغییریافته با تکتونیک فعال می تواند داده های کمی مفیدی برای تخمین میزان تغییرشکل و فعالیت تکتونیکی را مهیا سازد. بدست آوردن این داده ها با استفاده از پارامترهای مورفوتکتونیک امکان‌پذیر است. برخی شاخص ها مانند انتگرال هیپسومتریک (Hi), شاخص گرادیان طولی رودخانه (SL), شاخص وسعت مخروطه افکنه، شاخص عدم تقارن آبراهه ها در حوضه ی آبریز (AF), شاخص تقارن توپوگرافی عرضی (T) و شکل حوضه ی آبریز (Bs) بصورت گسترده برای شناسایی جابجایی های تکتونیکی در نقاط مختلف دنیا مورد استفاده قرار می گیرند (Hack, 1973; Wells et al., 1988; Cox 1994; Keller and Pinter, 1994; Keller and Pinter, 2002; El Hamdouni et al., 2008; Figueroa 2011;Azanon et al., 2012; Yargholi and Goraji, 2014، گورابی و نوحه گر ۱۳۸۶، رامشت و همکاران ۱۳۹۱ رجبی و سلیمانی ۱۳۹۲). در دهه های اخیر، دردسترس بودن سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS), مدل ارتفاعی رقومی(DEM) و تصاویرماهوارهای ابزار مفیدی را برای انجام مطالعات تکتونیک فعال و ژئومورفوتکتونیکی فراهم آورده است (Singh and ; Jain, 2009.Font et al., 2010; Bahrami, 2012) همچنین Yargholi and Goraji, (2014) به مطالعه ی رودخانه‌ی تنگه سرحه در جنوب منطقه سیستان و بلوچستان به بررسی تکتونیک فعال با استفاده از شاخصه ای مورفوتکتونیکی با استفاده از تصاویر ماهوارهای، نقشه ی زمین شناسی و توپوگرافی، و GIS پرداخته اند، و با تقسیم حوضه به دو زیرحوضه ۱و ۲از شمال به جنوب، نشان دادهاند که زیرحوضه ۲فعالیت تکتونیکی کمتری اززیرحوضه ۱داشته و فعالیت تکتونیک از شمال به جنوب کاهش می یابد.رامشت و همکاران (۱۳۹۱)، در حوضه ی آبریز جاجرود با استفاده از ۷شاخص مورفوتکتونیکی و داده های ژئودینامیکی بیان کرده اند حوضه از لحاظ فعالیت تکتونیکی فعال و نرخ فعالیت در بالادست حوضه بیشتر می باشد. در این بخش از محدوده مورد مطالعه تنها ازشاخص انتگرال هیپسومتری و شاخص انشعاب نتایجی بدست آمده است. مهمترین ویژگی استفاده از شاخصه ای مورفولوژیک، سادگی نسبی روش محاسبه و همچنین سرعت بالا در بکارگیری آنها برای بررسی میزان فعالیت تکتونیکی مناطق بزرگ می باشد. به این ترتیب استفاده از شاخص های مورفوتکتونیکی همراه با ابزارهایی چون GIS می تواند به شناسایی مناطقی که در گذشته فعالیت تکتونیکی سریع یا کندی داشته اند یا بدون فعالیت بوده اند کمک نماید(Ramirez Herrera, 1998).

در تحقیق حاضر از این شاخص ها برای مشخص نمودن میزان نسبی فعالیت جوان تکتونیکی در محدوده مورد مطالعه استفاده شده است. فعال بودن این منطقه قبلا توسط Walker and Khatib (2006) با استفاده از برداشتهای صحرایی و تصاویر ماهواره ای بیان شده است.. منطقه مورد مطالعه بخشی از زون برخوردی سیستان (Sistan suture zone) (Tirrul et al., 1983)است، حوضه جنوب شرقی بیرجند (کوه های باقران) تحت تاثیر دو دسته گسل می باشد. گسل های دسته‌ی اول غالبا شمال غربی – شمال شرقی می باشند با سازوکار چپگرد معکوس، دسته دوم گسل ها که غالبا از لحاظ هندسی

و جنبشی از گسل نهبندان تبعیت می کنند دارای راستای شمالی – جنوبی و سازوکار راستگرد می باشند گسل های مذکور، رسوبات فلیش کرتاسه و پالئوسن و افیولیت های کرتاسه و لیتولوژی های جوانتر از کرتاسه را تحت تاثیر قرار داده اند.

◇◇◇◇◇◇◇

**روش تحقیق:**

برای مطالعه شاخص های مورفوتکتونیکی حوضه از نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی، مدل ارتفاعی رقومی(DEM ), تصاویرماهوارهای و تصاویر گوگل ارث که به عنوان یک لایه در نرم افزار، GIS استفاده می شود. بدین سان با استفاده از ابزارهای GIS و Corel draw، Arc Hydro و Photoshop، شاخص های انتگرال فرازنما (Hi), و شاخص انشعاب - پذیری (Br), محاسبه می شوند.

◇◇◇◇◇◇◇

**بحث:**

**شاخص انتگرال فرازنما (Hypsometric Integral):**

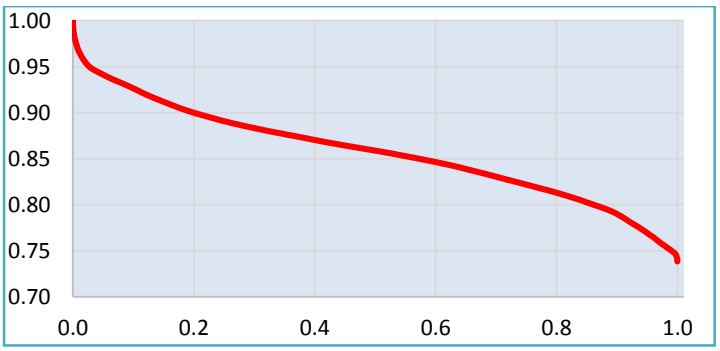
منحنی فرازنما، توزیع ارتفاعات را در راستایی عمود بر یک ناحیه از زمین مثلا در یک حوضه ی زهکشی توصیف می - کند (Green, 1997) این منحنی با پیاده نمودن نسبت ارتفاع کل حوضه ( ارتفاع نسبی) در برابر نسبت مساحت کل حوضه (مساحت نسبی) ترسیم می گردد. از روش های ساده در تعیین شکل منحنی فرازنما برای یک حوضه ی آبریز، محاسبه نمودن انتگرال فرازنما برای آن می باشد. این انتگرال به صورت مساحت زیرمنحنی فرازنما تعریف شده است (Green, 1997) این انتگرال از رابطه ۱محاسبه می شود.

$$\text{Hypsometric Integral} = \left(\frac{H_{mean}-H_{min}}{H_{max}-H_{min}}\right) \quad (1)$$

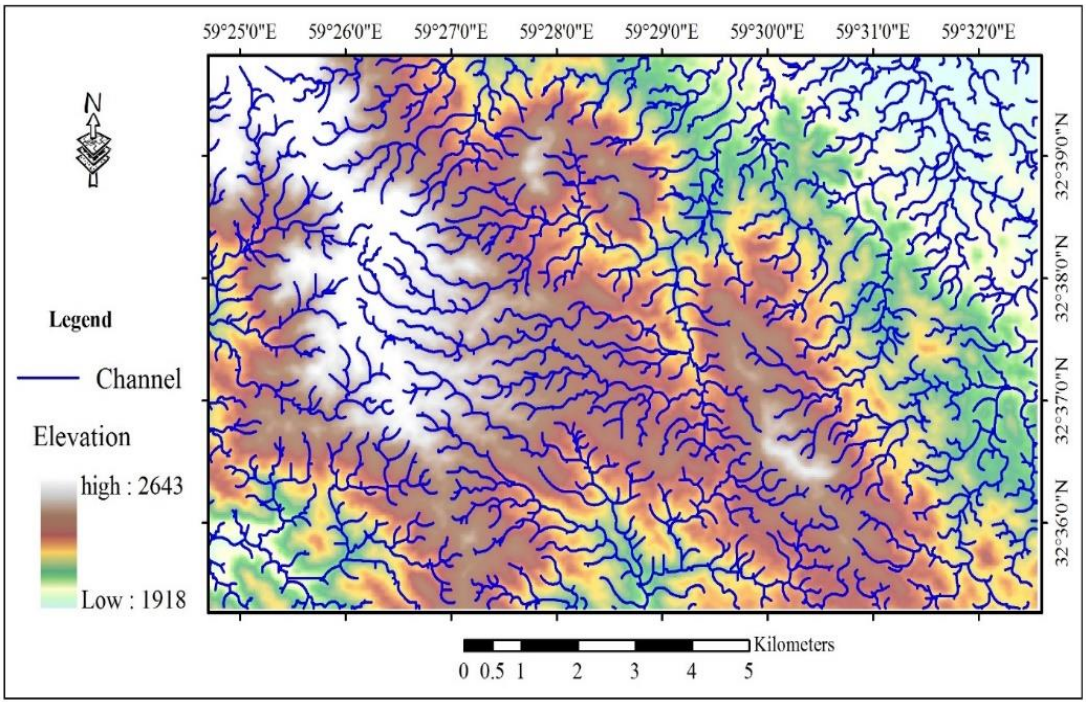
در رابطه بالا، Hmean میانگین ارتفاع حوضه و Hmax و Hmin به ترتیب حداکثر و حداقل ارتفاع موجود در حوضه می باشند. برای منطقه ی مورد مطالعه ابتدا با استفاده از مدل ارتفاعی رقومی (DEM) در محیط GIS و با کمک ابزار Arc hydro مرز حوضه زهکشی استخراج گردید. میزان انتگرال فرازنما به صورت جزئی و کلی در جدول ۱ آمده است. شکل ۲، منحنی انتگرال فراز نما برای کل حوضه را نشان می دهد.

| | |
|---|---|
| Max. Elevation (m) | 2601 |
| Min. Elevatuon (m) | 1921 |
| Mean Elevation (m) | 2229.75 |
| Hypsometry Integral | 0.45 |

جدول۱: انتگرال هیپسومتری منطقه مورد مطالعه




شکل۲: منحنی هیپسومتری منطقه مورد مطالعه




شکل۳: آبراهه ها و مدل ارتفاعی منطقه مورد مطالعه (ترسیم با نرم افزار Arc GIS)

در حوضه مورد مطالعه میزان ارتفاع کمینه ۲۰۰ متر و ارتفاع بیشینه حوضه نیز ۱۲۰۰ متر می باشد، بر اساس رابطه (۱) میزان انتگرال فرازنما برای تمام حوضه ۰،۴۵ به دست آمده است. با توجه به اینکه مقادیر نزدیک به ۰،۵ مربوط به حوضه های فعال تکتونیکی و مقادیر نزدیک به صفر مربوط به حوضه های غیرفعال می‌باشد، حوضه ی مورد مطالعه را می توان حوضه ای فعال به حساب آورد. و نیز با توجه به نمودار به دست آمده و مقایسه با انواع مثال ها توسط (Green, 1997) می توان دریافت که حوضه مورد مطالعه در مرحله‌ی بلوغ از چرخه ی تکاملی ناهمواری ها قرار دارد.

**شاخص انشعاب پذیری (Br):**

از دیگر شاخص های تعیین آنومالی سیستم زهکشی در حوضه های آبریز شاخص انشعاب پذیری است که با افزایش فعالیت های تکتونیکی نسبت انشعابات بزرگتر می شود که این شرایط باعث افزایش آبراهه های رتبه ی پایین می گردد، برای محاسبه این شاخص، نسبت انشعابات(Br) محاسبه می شود، نسبت انشعابات برای هر رده از آبراهه، از تقسیم تعداد کل آبراهه های آن درجه بر تعداد کل آبراهه های یک درجه بالاتر به دست می آید، که برای کل حوضه، از میانگین (Br) کل درجه ها محاسبه می شود (Guarnieri and Pirrotta, 2008) (جدول ۲) میزان ۴،۲۳ برای Br نشان دهنده فعالیت تکتونیکی در حوضه ی بیرجند است.

| رده آبراهه | فراوانی | Rb |
|---|---|---|
| ۱ | ۹۳۵ | ۴,۷۲ |
| ۲ | ۱۹۸ | ۳,۹۶ |
| ۳ | ۵۰ | ۴,۵۵ |
| ۴ | ۱۱ | ۳,۶۷ |
| ۵ | ۳ | - |
| میانگین Rb | | ۴,۲۳ |

جدول۲: محاسبه نسبت انشعاب آبراهه ها

## نتیجه گیری :

در این مطالعه، شاخص های انتگرال فرازنما (Hi) انشعابات آبراهه ها به منظور بررسی فعالیت های تکتونیک در حوضه بیرجند استفاده شده است. اندازه گیری شاخص انتگرال فرازنما در تمام زیرحوضه ها میزان میانگین 0/45 را نشان می -دهد از دیگر شاخص های مورد بررسی، شاخص انشعاب پذیری است، که مقدار متوسط آن 4/23 می باشد که نشان از فعالیت تکتونیکی محدوده مورد مطالعه دارد و مقادیر متفاوت آن در بخش های مختلف حوضه، تفاوت در ناهنجاری زهکشی را نشان می دهدکه بالاترین و پایین ترین مقادیر آن به ترتیب در بخش شرقی و غربی است. با توجه به نتایج دادهها می توان استنباط کرد که تراکم گسل ها و فعالیت جوان آنها در بخش میانی حوضه ی بیرجند اثر مستقیمی بر شاخص های مورفوتکتونیکی داشته است. بررسی وضعیت شبکه زهکشی منطقه و نسبت انشعابات کانال آبراهه نیز شاهدی بر فعال بودن فرآیندهای نو زمین ساختی در منطقه دارد. این فعالیت مانع از توسعه ی شبکه ی زهکشی شده و موجب ایجاد ناهنجاری و بی نظمی در شبکه ی زهکشی گردیده است.

◇◇◇◇◇◇◇

## تقدیر و تشکر

بدین وسیله از گروه زمین شناسی دانشگاه بیرجند که امکانات این پژوهش را فراهم آوردند کمال تشکر راداشته باشم وجا دارد که از همراهی خانم پریسا بخشور در بازدیدهای صحرایی نهایت تشکر را داشته باشم.

◇◇◇◇◇◇◇

## منابع فارسی :

- رامشت، م ح،. آراء، ه،. شایان، س،.یمانی، م.، (1391)"ارزیابی دقت و صحت شاخص های ژئومورفولوژیکی با استفاده از داده های ژئودینامیکی (مطالعه موردی: حوضه آبریز جاجرود در شمال شرق تهران"، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی،۲، ۵۲- ۳۵.

- رجبی، م،. سلیمانی، ا .، (1392), "تحلیل و ارزیابی ویژگی های مورفوتکتونیکی و نئوتکتونیکی دامنه جنوبی کوهستان سبلان"، نشریه جغرافیا وبرنامه ریزی

- گورابی، ا،. نوحه گر،ا.، (1386), "شواهد ژئومورفولوژیکی تکتونیک حوضه آبخیز درکه"، پژوهش های جغرافیایی (منتشر نمی شود) ، ۸ (۳۹).

◇◇◇◇◇◇◇

## References:

- Azañón, J. M., Pérez-Peña, J. V., Giaconia, F., Booth-Rea, G., Martínez-Martínez, J. M., & Rodríguez-Peces, M. J., 2012.*"Active tectonics in the central and eastern Betic Cordillera through morphotectonic analysis: the case of Sierra Nevada and Sierra Alhamilla"*. Iberian Geology, 38,p. 225-238.- Bahrami, S., 2012. *"Morphotectonic evolution of triangular facets*

*and wine-glass valleys in the Noakoh anticline, Zagros, Iran: Implications for active tectonics"*. Geomorphology, 159,p. 37-49

- Cox, R.T., 1994. *"Analysis of drainage-basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible Quaternary tiltblock tectonics: an example from the Mississippi embayment"*. Geological Society of America Bulletin 104, p. 571–581.

- Delcaillau, B., Amhrar, M., Namous, M., Laville, E., Pedoja, K., Dugué, O., 2011. "*Transpressional tectonics in the Marrakech High Atlas: insight by the geomorphic evolution of drainage basins"*. Geomorphology, 134,p. 344–362.

- El Hamdouni, R., Irigaray, C., Fernández, T., Chacón, J., Keller, E.A., 2008. *"Assessment of relative active tectonics,southwest border of the Sierra Nevada (Southern Spain)"*.Geomorphology, 96, p. 150–173.

- Figueroa, A.M., Knott, J.R., 2010. *"Tectonic geomorphology of the southern Sierra Nevada Mountains (California):evidence for uplift and basin formation"*. Geomorphology, 123,p. 34–45.

- Font, M., Amorèse, D., Lagarde, J.L., 2010. *"DEM and GIS analysis of the stream gradient index to evaluate effects of tectonics: the Normandy intraplate area (NW France)"*. Geomorphology, 119,p. 172–180.

- Guarnieri, P., & Pirrotta, C., 2008. *"The response of drainage basins to the late Quaternary tectonics in the Sicilian side of the Messina Strait (NE Sicily)"*. Geomorphology, 95, p.260-273.

- Gioia, D., Schiattarella, M., Mattei, M., Nico, G., 2011. *"Quantitative morphotectonics of the Pliocene to Quaternary Auletta basin, southern Italy"*. Geomorphology, 134,p. 326–343.

- Green, D. J., 1997. *"Active Tectonics Earthquakes, Uplift, and Landscape"*. Environmental & Engineering Geoscience, 3,p. 463-464.

- Hack, J.T., 1973. *"Stream-profile analysis and stream-gradient index"*. United States Geological Survey Journal of Research, 1,p. 421–429.

- Keller, E.A., Pinter, N., 2002. *"Active tectonics: earthquakes, uplift, and landscape (second edition)"*: Englewood Cliffs. Prentice Hall, New Jersey, p. 362.

- Ramirez Herrera, M.T., 1998. *"Geomorphic assessment of active tectonic in the Acambay Graben, Mexican volcanic belt "*,Earth Surface and landforms, 23, p.317-322.

- Singh, T., Jain, V., 2009. *"Tectonic constraints on watershed development on frontal ridges: Mohand Ridge, NW Himalaya, India"*. Geomorphology, 106,p. 231–241.

- Tirrule, R., Bell, L.R., Griffis, R.J., Camp, V.E., 1983. *"The Sistan Suture Zone of eastern Iran",* Geology Survav Iran.94, p. 134-150.

- Walker,R.T.,Khatib.M.M.,2006.*"Active faulting in the Birjand region of NE Iran"*, Tectonics, 25, p.1-17.

-Yargholi, M., & Goraji, K. S., 2014. *"Morphotectonic of Tang-e-sarhe Catchment and its Effect on Morphology and Behavior of the River, Nikshahr, Southeast of Iran"*. Science and Technology, 7, p. 1871-1881