

### تعیین غلظت، پراکنش و پهنه بندی فلزات سنگین کادمیم، نیکل و روی در خاک های مزارع زعفران بخش کاخک شهرستان گناباد

محسن شکاری<sup>۱</sup>، غلامرضا لشکری پور<sup>۲\*</sup>، حامد بیگلری<sup>۳</sup>

۱- گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

۲- استاد گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

۳- استاد گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، ایران

\*نویسنده مسئول: [lashkaripour@um.ac.ir](mailto:lashkaripour@um.ac.ir)

#### خلاصه

آلودگی خاک به فلزات سنگین در سراسر جهان افزایش یافته و تبدیل به کانون توجه در سال های اخیر شده است. در این مقاله غلظت فلزات سنگین کادمیم، نیکل و روی و همچنین نقشه پراکنش فلزات در مزارع زعفران بخش کاخک شهرستان گناباد بررسی شده است. برای این منظور ۱۷ نمونه خاک کشاورزی از مزارع ۱۷ روستای مورد مطالعه برداشت شد. پس از آماده سازی نمونه ها در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه فردوسی مشهد غلظت فلزات سنگین به روش ICP-OES مورد بررسی قرار گرفت. غلظت عناصر با نقشه های پراکنش مشخص گردید و با استاندارد EPA مورد مقایسه قرار گرفت. بر اساس نتایج غلظت عناصر ذکر شده در تمامی نمونه های برداشت شده پایین تر از حد استاندارد EPA بود و در محدوده استاندارد سلامت غذایی قرار داشت.

**کلمات کلیدی:** آلودگی خاک، فلزات سنگین، استاندارد EPA، سلامت غذایی

#### ۱. مقدمه

منابع طبیعی از جمله زمین های کشاورزی در هر کشوری از جمله عوامل زیر بنایی و اقتصاد پایدار آن کشور میباشند. با پیشرفت و توسعه صنایع و کارخانجات سالانه مقادیر انبوهی از آلاینده ها وارد محیط زیست می شود. بنابراین ایجاد هر گونه تغییر در ویژگی های اجزای تشکیل دهنده محیط به طوریکه عملکرد طبیعی و تعادل زیستی آن را دچار اختلال کند و حیات موجودات زنده را به شکل مستقیم و یا غیر مستقیم تهدید کند، آلودگی محیط زیست گفته می شود [۱].

از میان آلاینده های مختلف خاک، فلزات سنگین یکی از مهمترین و پایدارترین آلاینده ها محسوب می شوند. این فلزات می توانند از هر دو منشا طبیعی و بشرزاد به محیط زیست به ویژه به محیط خاک وارد شوند. منابع طبیعی و انسانی از گذشته تا کنون نقش مهمی در وارد کردن فلزات سنگین به محیط زیست داشته اند. ورود فلزات سنگین به محیط زیست از طریق منابع انسانی بسیار بیشتر از منابع طبیعی است. بنابراین تجمع فلزات سنگین در محیط زیست قابل ملاحظه است [۲].

در صورتی که فلزات سنگین در خاک تجمع کنند، ظرفیت خاک برای نگهداشت فلزات کاهش پیدا می کند، در نتیجه وارد محصول می شوند و زیست دسترس پذیری آن ها افزایش می یابد [۳]. خاک ها و محتویات آن ها بر سلامت انسان و اکوسیستم موثر هستند به ویژه اگر به مواد سمی آلوده شده باشند. خاک های کشاورزی به طور مستقیم یا غیرمستقیم بر سلامت انسان و محیط تاثیر گذار هستند. خاک های آلوده شده به فلزات سنگین ممکن است سبب دخالت در عملکرد و رشد گیاه و نیز آسیب به سلامت انسان ها از طریق ورود به زنجیره غذایی شود [۴].

فلزات سنگین برخلاف بیشتر آلاینده های آلی، توسط موجودات زنده تجزیه نمی شوند و بیشتر آن ها ترکیبات پایداری را در طبیعت تشکیل می دهند. همچنین این فلزات می توانند به شدت جذب بافت های زنده شوند و به دلیل نیمه عمر بیولوژیکی بالا، خروج آن ها از بافت ها به سختی انجام شده و در بدن تجمع می کنند. مهم ترین اندام جذب کننده عناصر سنگین کلیه ها هستند. تقریباً تمام فلزات سنگین در بدن عوارض سوئی بر جای می گذارند که از آن جمله میتوان به اختلال در سیستم عصبی، کلیوی، ایجاد جهش های ژنتیکی و غده ها اشاره کرد [۵].

تجمع فلزات سنگین در محیط زیست به دلیل تاثیری که بر سلامتی انسان و محیط زیست دارد، تبدیل به یک نگرانی شده است، از این رو پایش اراضی کشاورزی امری مهم و ضروری است. هدف این مقاله تعیین غلظت، پراکنش و پهنه بندی فلزات سنگین کادمیم، نیکل و روی در خاک های مزارع زعفران بخش کاخک گناباد و مقایسه با استاندارد جهانی می باشد.

## ۲. منطقه مورد مطالعه

شهرستان گناباد بر اساس آخرین تقسیمات سیاسی کشوری، دارای ۲ بخش به نام های مرکزی و کاخک، ۴ دهستان، ۱۴۳ آبادی دارای سکنه و ۳ شهر به نام های گناباد، کاخک و بیدخت می باشد. نرخ رشد مقایسه نتایج سرشماری ها و آمارگیری های جمعیتی در طول ۵۰ سال گذشته نشان می دهد که جمعیت شهرستان از ۵۹۷۹۱ نفر در سال ۱۳۴۵ به ۸۸۷۵۳ نفر در سال ۱۳۹۵ رسیده است. (جدول ۱).

جدول ۱: جمعیت شهرستان گناباد بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ [۶].

جمعیت	مرد	زن	
۸۸۷۵۳	۴۴۶۴۷	۴۴۱۰۶	گناباد
۵۰۸۹۹	۲۵۵۴۰	۲۵۳۵۹	نقاط شهری
۳۷۸۵۴	۱۹۱۰۷	۱۸۷۴۷	نقاط روستایی

منطقه مورد مطالعه (بخش کاخک شهرستان گناباد) در قسمت جنوب غربی شهرستان گناباد می باشد که در محدوده طول های شرقی  $۲۳^{\circ} ۵۸'$  الی  $۴۹^{\circ} ۵۸'$  و عرض های شمالی  $۲۳^{\circ} ۳۴'$  الی  $۰۱^{\circ} ۳۶'$  قرار دارد (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

بخش کاخک شهرستان گناباد در فاصله ۲۳ کیلومتری این شهرستان واقع شده است. راه های دسترسی به منطقه مورد مطالعه در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲: راه های دسترسی به منطقه مورد مطالعه

### ۳. نمونه برداری و آنالیز خاک

#### ۳-۱. نمونه برداری خاک

در این مرحله با توجه به نقشه های موجود و راهنما، مسیرهای دسترسی به منطقه مورد نظر شناسایی شد و سپس اقدام به نمونه برداری از ۱۷ زمین کشاورزی از ۱۷ روستای مورد مطالعه گردید. جهت نمونه برداری با استفاده از بیلچه پلاستیکی بخش سطحی خاک (حدود ۱۰ سانتی متر) کنار زده شد و مقدار ۱/۵ تا ۲ کیلوگرم از خاک به صورت مرکب برداشت شد. جهت نگهداری خاک ها از کیسه های زیپ پلاست استفاده گردید که از پیش برچسب گذاری شده بودند (شکل ۳).



شکل ۳: نمونه خاک برداشت شده از منطقه

### ۲-۳. تعیین فلزات سنگین نمونه های خاک

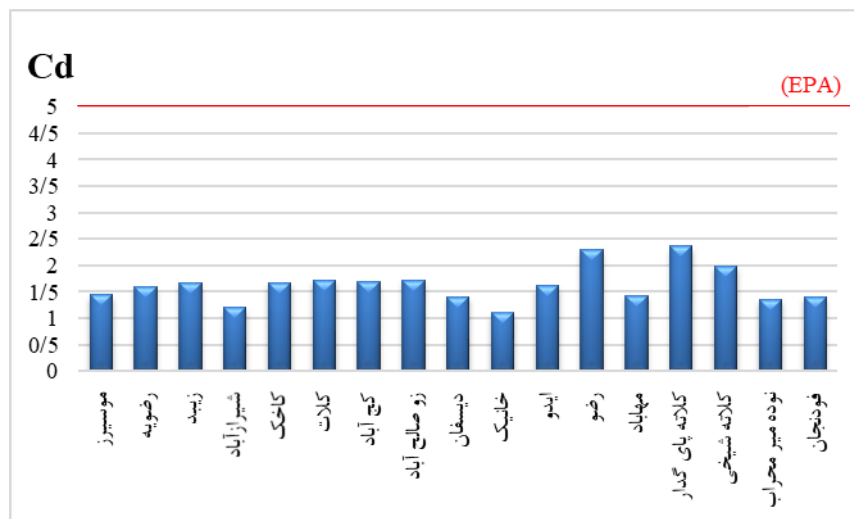
پس از نمونه برداری از خاک منطقه مورد مطالعه، از هر نمونه ۰/۲۵ گرم خاک کوبیده و الک شده در داخل بشر توزین شد. سپس ۳ میلی لیتر اسید فلوریدریک به آن اضافه کرده و روی هیتر با دمای ۵۰ درجه سانتی گراد گذاشته شد تا کاملاً خشک شود. میزان ۵ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ و ۱۵ میلی لیتر هیدروکلریدریک اسید غلیظ (نسبت ۱:۳ اسید نیتریک و اسید کلریدریک) به هر نمونه اضافه گردید و دهانه بشر با شیشه پوشانده شد. سپس نمونه ها به مدت ۶۰ دقیقه در دمای محیط قرار گرفت و بشر روی هیتر در دمای ۹۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲ ساعت حرارت داده شد تا عملیات هضم کامل شده و مایعی شفاف حاصل شود. در مرحله بعدی ۲ سی سی آب اکسیژنه به محلول مورد نظر اضافه گردید. نمونه ها را از کاغذ صافی رد کرده تا رسوب آن بر طرف شده و در بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری به حجم رسانده شد و در نهایت برای قرائت میزان فلزات سنگین از دستگاه اسپکترومتری نشری پلاسمای جفت شده القایی (ICP-OES) واقع در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه فردوسی مشهد استفاده گردید.

#### ۴. یافته ها

همانطور که در مبحث نمونه برداری ذکر شد، تعداد ۱۷ نمونه خاک از ۱۷ مزرعه زعفران روستاهای مختلف بخش کاخک شهرستان گناباد برداشت شد که نتایج اندازه گیری میزان فلزات سنگین کادمیم، نیکل و روی و همچنین پراکنش و پهنه بندی این فلزات در اشکال زیر آورده شده است. جهت تهیه نقشه های پراکنش فلزات سنگین از نرم افزار Arc GIS(9.3) استفاده شد.

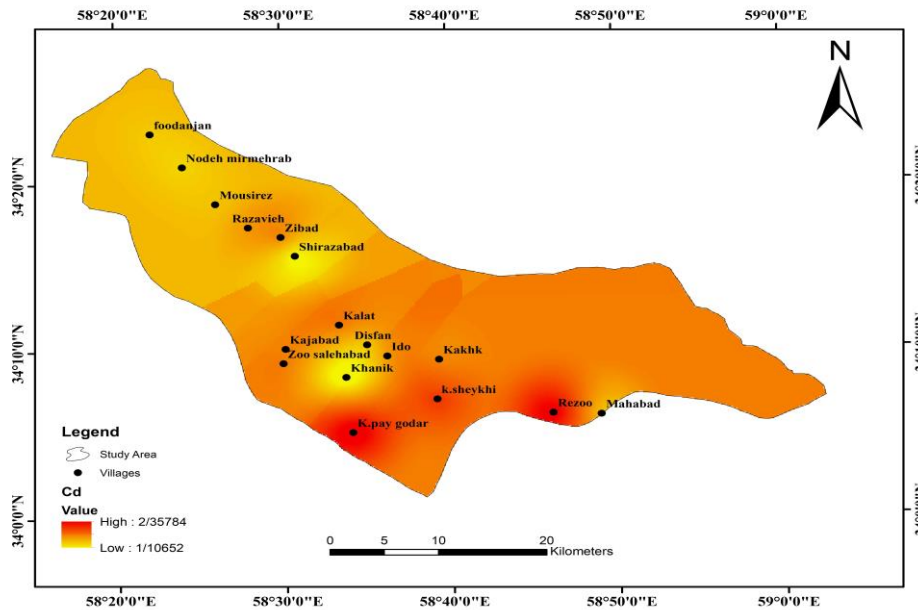
سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت گردآوری، ویرایش، بایگانی، به هنگام سازی، پردازش و نمایش داده های جغرافیایی می باشد [۷]. پیشرفت ها اخیر آمار فضایی و گسترش سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در ارتباط با آمار فضایی سبب شد تا در جغرافیا روش های درون یابی در تهیه انواع نقشه های پهنه بندی رواج یابد. در روش میان یابی تصمیم اساسی این است که یک مدل آماری برای ایجاد رابطه بین داده های نقطه ای ایجاد کنیم [۸].

بررسی نمودار ۱ و شکل ۴ نشان می دهد که میزان کادمیم خاک مزارع زعفران بخش کاخک شهرستان گناباد بین ۱/۱ تا ۲/۳۶۶ میلی گرم بر کیلوگرم قرار دارد که کمترین غلظت کادمیم مربوط به روستای خانیک و بیشترین غلظت آن مربوط به روستای کلاته پای گذار می باشد. بر طبق نمودار ۱، میانگین غلظت فلز کادمیم در تمامی نمونه های برداشت شده کمتر از حد مجاز استاندارد آژانس حفاظت محیط زیست (EPA) (5 mg/kg) می باشد.



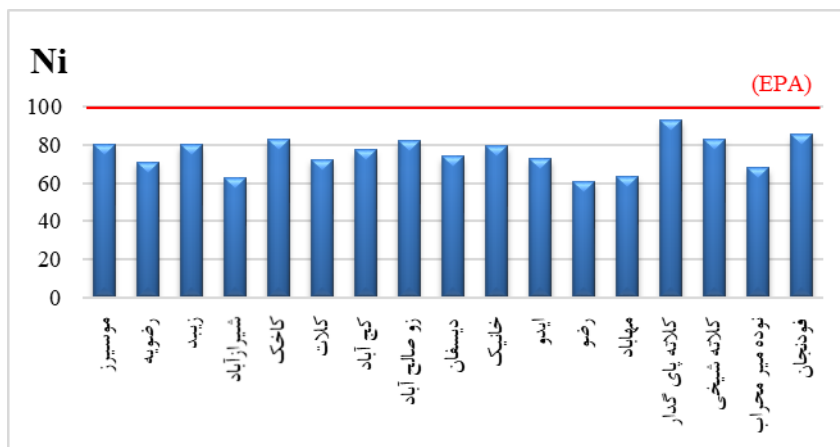
نمودار ۱. میزان کادمیم (mg/kg) بخش کاخک شهرستان گناباد

\* - Environmental Protection Agency

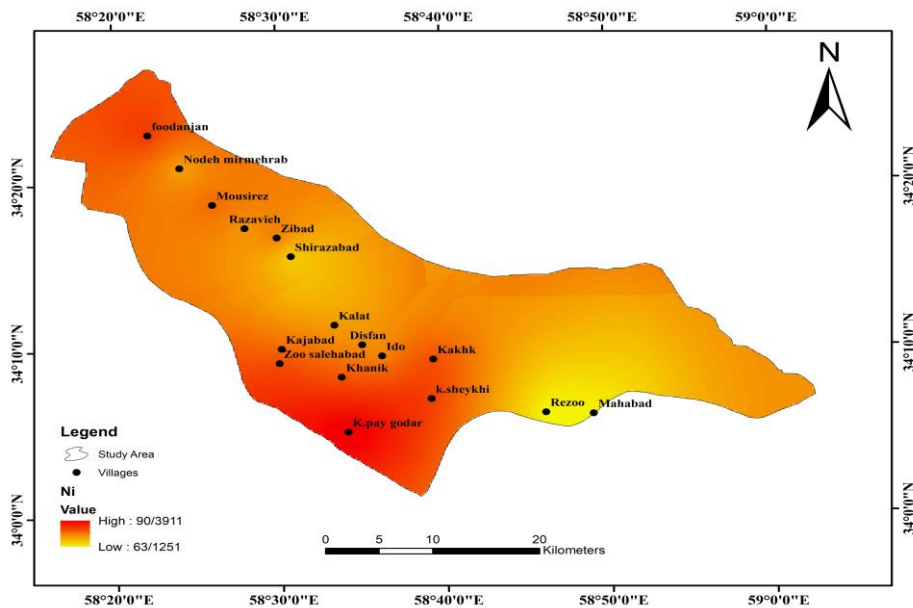


شکل ۴. نقشه پراکنش کادمیم در منطقه مورد مطالعه

بررسی نمودار ۲ و شکل ۵ نشان می دهد که میزان نیکل خاک مزارع زعفران بخش کاخک شهرستان گناباد بین ۶۳/۱۲ تا ۹۰/۳۹ میلی گرم بر کیلوگرم قرار دارد که کمترین غلظت نیکل مربوط به روستای رضو و بیشترین غلظت آن مربوط به روستای کلاته پای گذار می باشد. بر طبق نمودار ۲، میانگین غلظت فلز نیکل در تمامی نمونه های برداشت شده کمتر از حد مجاز استاندارد آژانس حفاظت محیط زیست (EPA) (100 mg/kg) می باشد.

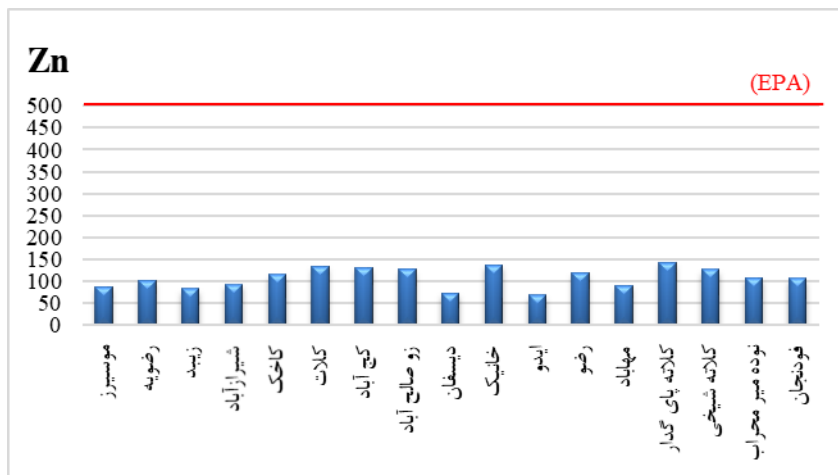


نمودار ۲. میزان نیکل (mg/kg) بخش کاخک شهرستان گناباد



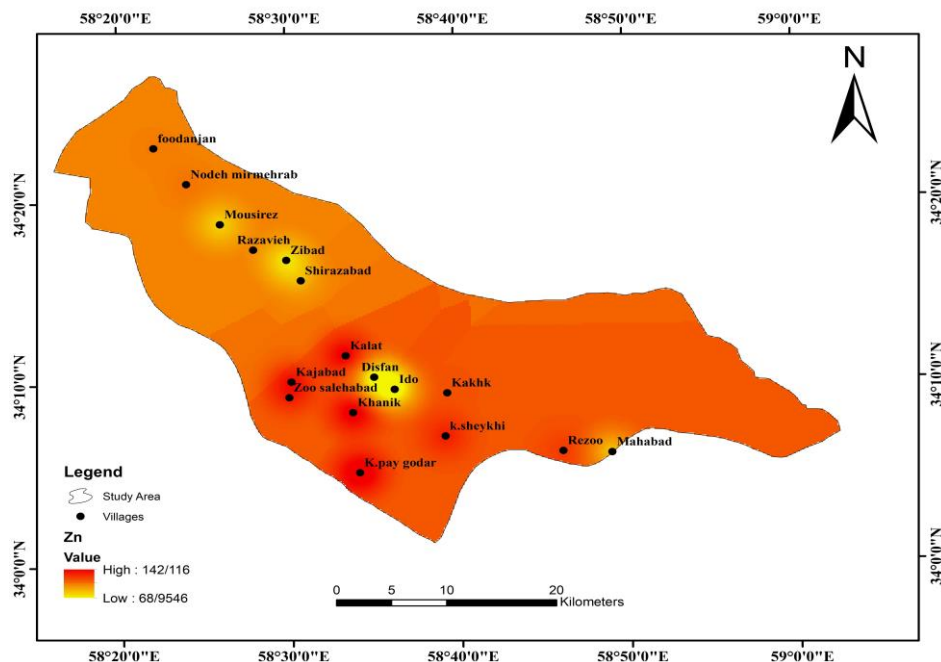
شکل ۵. نقشه پراکنش نیکل در منطقه مورد مطالعه

بررسی نمودار ۳ و شکل ۶ نشان می دهد که میزان روی خاک مزارع زعفران بخش کاخک شهرستان گناباد بین ۶۸/۹۵ تا ۱۴۲/۱۱۶ میلی گرم بر کیلوگرم قرار دارد که کمترین غلظت روی مربوط به روستای ایدو و بیشترین غلظت آن مربوط به روستای کلاته پای گذار می باشد. بر طبق نمودار ۳، میانگین غلظت روی در تمامی نمونه های برداشت شده کمتر از حد مجاز استاندارد آژانس حفاظت محیط زیست (EPA) (500 mg/kg) می باشد.



نمودار ۳. میزان روی (mg/kg) بخش کاخک شهرستان گناباد





شکل ۶. نقشه پراکنش روی در منطقه مورد مطالعه

### ۵. نتیجه گیری

باتوجه به غلظت و همچنین نقشه های پراکنش فلزات سنگین خاک مزارع زعفران ۱۷ روستای مختلف بخش کاخک شهرستان گناباد، هیچ کدام از نمونه های برداشت شده آلوده به کادمیم، نیکل و روی نمی باشد و پایین تر از حد استاندارد EPA قرار دارد. بیشترین غلظت کادمیم، نیکل و روی مربوط به روستای کلاته پای گذار می باشد، که بنا به دلایل زمین شناسی و یا استفاده از کودهای شیمیایی و حیوانی می باشد. بنابراین می طلبد این روستا در پژوهش های بعدی بیشتر مورد بررسی قرار گیرد تا به بهتر شدن کیفیت خاک و همچنین زعفران کشت شده در این روستا و بخش مورد مطالعه کمک نماید.

### ۶. منابع

- 1.Alloway, B . J .(1995). “Soil processes and the behaviour of metals”. Blackie Academic and Professional, London .1137.
- 2.Kalhori, A., Jafari, H. R., Yavari, A. R., Prohic, E., & Ahmadzadeh Kokya., T. (2012). “Evaluation of anthropogenic impacts on soil and regolith materials based on BCR



sequential Extraction analysis". International Journal of Environmental Research, 6(1), 185-194.

3.Sun, C., Liu, J., Wang, Y., Sun, L., and Yu, H., (2013). "Multivariate and geostatistical analyses of the spatial distribution and sources of heavy metals in agricultural soil in Dehui, Northeast China ".Chemosphere 92, 517–523.

۴. شهبازی، ع.، سفیانیان، ع.، میرغفاری، ن.، و عین قلابی، م. (۱۳۹۱). "بررسی آلودگی فلزات سنگین خاک با استفاده از شاخص های فاکتور آلودگی، زمین انباشتگی و شاخص جامع فاکتور آلودگی (مطالعه موردی: شهرستان نهاوند)". مجله محیط زیست و توسعه، ۵، ۳۱-۳۸.

5.Larcheveque M, Ballini C, Korboulewsky N, Montes N. (2006). "The use of compost in afforestation of Mediterranean areas: Effects on soil properties and young tree seedlings". Science of the total environment. 30-220: (3-1) 369.

۶. مرکز آمار ایران، (۱۳۹۵).

7.Bernherdson, T.(1992). "Geographic Information System".

۸. قهرودی تالی، م. (۱۳۸۴). "سیستم اطلاعات جغرافیایی در محیط سه بعدی". انتشارات جهاد دانشگاهی ص ۲۷۳. واحد تربیت معلم. شماره ۴۹.