



## اثر احیاء زمین‌های شور منطقه چاه افضل بر برخی شاخص‌های کیفیت خاک

ابوالفضل مروتی شریف‌آباد<sup>۱</sup>، ابراهیم پذیرا<sup>۲</sup>، محمدحسن مسیح‌آبادی<sup>۳</sup>، محمدرضا اختصاصی<sup>۴</sup>، سید کاظم علوی پناه<sup>۵</sup>

### چکیده

در این مطالعه اثر احیاء و تغییر کاربری زمین‌های شور به زمین‌های کشاورزی بر برخی شاخص‌های کیفیت خاک در منطقه چاه افضل اردکان مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور از دو لایه ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری خاک و در سه تکرار نمونه‌های مرکب خاک تهیه شد و شاخص‌های توزیع اندازه ذرات، درصد آهک، ظرفیت نگهداشت رطوبت خاک (AWC)، هدایت الکتریکی (ECe)، واکنش خاک (pH)، نسبت جذب سدیم (SAR)، غلظت یون‌های محلول سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، کلر، کربنات و بیکربنات تعیین گردید. نتایج نشان داد احیاء زمین‌های شور سبب کاهش فراوانی نسبی ذرات شن، ECe، pH و SAR شد در حالی که AWC و فراوانی نسبی ذرات سیلت و رس افزایش یافت. در صد کربنات کلسیم در هر دو لایه در اثر تغییر کاربری، تغییر معنی‌داری نیافت. احیاء زمین‌های شور و عملیات کشاورزی و به ویژه خاک ورزی سبب بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی و افزایش کیفیت خاک شده است.

### واژه‌های کلیدی:

تغییر کاربری، کیفیت خاک، زمین شور، چاه افضل، اردکان

- ۱- دانش آموخته دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه خاک‌شناسی [amorovvati@gmail.com](mailto:amorovvati@gmail.com)
- ۲- استاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه خاک‌شناسی، تهران، ایران
- ۳- دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه خاک‌شناسی، تهران، ایران
- ۴- دانشیار، دانشگاه یزد، گروه آبخیزداری، یزد، ایران
- ۵- استاد، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، گروه کارتوگرافی، تهران، ایران



Scientific-Research Quarterly Journal Of  
Environmental Erosion Researches  
Vol. 2, No. 7, autumn 2013, pp: 74-84

---

## The Effect of reclamation of salt affected lands to Cropland on soil quality indicators

---

Sharifabad A. M., Pazira E., Masihabadi M. H., Ekhtesasi M. R., Alavipanah S. K.

### Abstract

In this study the effects of land use change from salt affected land to cropland on soil quality indicators were studied in Chahafzal region, Yazd province, central Iran. Composite soil samples from 0-30 and 30-60 cm depths of saline and cultivated land were taken. Soil particle size distribution, calcium carbonate, Available water capacity (AWC), Electrical conductivity (ECe), Soil reaction (pH), Sodium adsorption ratio (SAR) and concentration of soluble ions were determined. Results showed that land use changes from saline to arable lands resulted in a significant reduction of sand, ECe, pH and SAR due to land use changes in region studied. The silt, clay and AWC Increased due to land use changes. The amount of calcium carbonate in both soil depths did not change substantially. Overall, it is concluded that a change in land use from salt affected land to croplands with widespread agricultural practices, specifically intensive tillage activities, may lead to enhanced physical and chemical properties of soil, which could result in increased soil quality.

### Keywords:

Land use change, Soil quality, Salt affected land, Chahafzal, Ardakan

## ۱- مقدمه

نیاز روز افزون به مواد غذایی برای جمعیت رو به رشد جوامع بشری، علت اصلی بهره‌برداری بیشتر از منابع طبیعی، تغییر کاربری، استفاده از زمین‌های نامرغوب و زیر کشت بردن زمین‌های شور حاشیه کویرها است (حاج‌عباسی و همکاران، ۱۳۸۶). استفاده نادرست از زمین باعث کاهش کیفیت خاک می‌گردد (Schoenholtz, 2000).

تعریف کیفیت خاک و ارزیابی آن برای هر منطقه به منظور دستیابی به مدیریت مناسب و استفاده پایدار از منابع طبیعی، ضروری است. کیفیت خاک، ظرفیت دائم خاک در ایفای نقش به عنوان یک سیستم حیاتی زنده در درون مرزهای اکوسیستم‌های طبیعی یا تحت مدیریت است به نحوی که علاوه بر حفظ حاصل‌خیزی خاک بتواند کیفیت آب و هوا را بهبود بخشد، و نیز تأمین‌کننده سلامت انسان، گیاهان و جانوران باشد (Karlen et al., 1997). کیفیت خاک از دو بُعد بررسی می‌شود، نخست کیفیت ذاتی خاک که به عوامل خاک‌سازی بستگی دارد و تحت تأثیر مدیریت قرار نمی‌گیرد، و دیگری کیفیت پویای خاک که بسته به نوع مدیریت، قابل تغییر است (احمدی ایلخچی و همکاران، ۱۳۸۱).

به منظور پایش و وضعیت کیفیت خاک باید خصوصیات قابل اندازه‌گیری خاک که نسبت به تغییر کاربری و مدیریت‌های مختلف، حساس بوده و تغییر می‌یابند مورد مطالعه قرار گیرند. نتایج پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد که نمی‌توان به طور ثابت و در همه مناطق از یک مجموعه مشخصی از شاخص‌ها برای تعیین کیفیت خاک استفاده نمود (حاج‌عباسی و همکاران، ۱۳۸۱؛ Arshad and Martin, 2002؛ Aghasi et al., 2011).

وزارت کشاورزی آمریکا شاخص‌های کیفیت خاک را به چهار گروه بصری، فیزیکی، شیمیایی و زیستی تقسیم می‌کند. باتلاقی شدن و ایجاد رواناب مثال‌هایی از شاخص‌های بصری کیفیت خاک هستند. جرم مخصوص ظاهری و پایداری خاک‌دانه‌ها از شاخص‌های فیزیکی و pH، شوری و ماده آلی برخی شاخص‌های شیمیایی کیفیت خاک محسوب می‌شوند. از شاخص‌های زیستی کیفیت خاک نیز می‌توان به ارگانوسم‌ها و سرعت تنفس اشاره کرد (NRCS, 2001).

از سال ۱۹۹۳ با تعریف اولیه از کیفیت خاک، تحقیقات زیادی در این زمینه در کشورهای مختلف انجام شده است. در ایران نیز در سال‌های اخیر محققانی نظیر (فتح‌اللهی و جلالیان، ۱۳۸۰) در حوزه بازفت استان چهارمحال و بختیاری، (کیانی و همکاران، ۱۳۸۶) و (Ayoubi et al, 2011) در حوزه پاسنگ استان گلستان، (Nael et al, 2004) و (Mojiri et al, 2011) در اکوسیستم‌های مرتعی و جنگلی ایران مرکزی، (Nabiollahi & Khormali, 2009) در غرب ایران با مقایسه خصوصیات خاک کاربری‌های مختلف، شاخص‌هایی که منعکس‌کننده تغییرات کیفیت پویای خاک در کوتاه مدت بود را معرفی کردند. شاخص‌های کیفیت خاک تعیین شده در این مناطق شامل خواص فیزیکی مانند توزیع اندازه ذرات، جرم مخصوص ظاهری، میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها، ظرفیت نگهداشت رطوبت خاک؛ خواص شیمیایی مانند شوری و pH خاک، درصد کربن آلی، درصد کربنات کلسیم معادل و خواص زیستی مانند تنفس میکروبی، جمعیت میکروبی، معدنی شدن نیتروژن و فعالیت‌های آنزیمی بود. این مطالعات در مناطق با اقلیم‌های مرطوب و نیمه‌مرطوب انجام شده است و تاکنون این نوع مطالعات در مناطق خشک ایران انجام نشده است. بخش وسیعی از استان یزد دارای اقلیم خشک و بیابانی است. خاک معمولاً شور بوده و بدون پوشش گیاهی یا دارای پوشش گیاهی بسیار اندک می‌باشد. در سال‌های اخیر این زمین‌های شور پس از آب‌شویی و احیاء، به زمین‌های زراعی و باغ تبدیل شده است. به طوری که در محدوده زمانی سال‌های ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۱ به میزان قابل توجهی از میزان وسعت زمین‌های شور و بایر کاسته شده است و در مقابل بر وسعت کاربری باغ (به ویژه پسته) به میزان ۲۶۹۴ هکتار افزوده شده است (مرادی و همکاران، ۱۳۸۷). با توجه به این که زمین‌های شور بخش وسیعی از قسمت‌های مرکزی ایران را در بر گرفته‌اند و تاکنون پژوهشی در مورد شاخص‌های کیفیت خاک این زمین‌ها و همچنین زمین‌های کشاورزی حاشیه‌ای آن‌ها انجام نشده است، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر احیاء و تغییر کاربری زمین‌های شور منطقه چاه افضل اردکان بر برخی شاخص‌های کیفیت خاک انجام شده است.

## ۲- مواد و روش‌ها

## توصیف منطقه مورد بررسی

منطقه چاه افضل یکی از زیرحوزه‌های حوزه کویر سیاه‌کوه است و در محدوده عرض جغرافیایی  $33^{\circ} 13' 7''$  تا  $34^{\circ} 56' 32''$  شمالی و طول جغرافیایی  $53^{\circ} 35' 13''$  تا  $53^{\circ} 58' 51''$  شرقی در شمال شهرستان اردکان واقع شده و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۲۷۶ متر است. مساحت این منطقه ۱۰۸۰۰۰ هکتار است که حدود ۶۰ درصد آن به صورت زمین‌های شور، ۳۰ درصد به صورت باغ پسته و مابقی آن به صورت زمین زراعی می‌باشد. اقلیم منطقه چاه افضل بسیار خشک و گرم با زمستان‌های نسبتاً سرد بوده و میانگین بارندگی و دمای سالیانه آن به ترتیب ۶۰ میلی‌متر و ۱۸ درجه سلسیوس می‌باشد.

زمین‌های شور این منطقه بر روی رسوبات آبرفتی (زمین‌های دشت سیلابی) با شیب ۱-۲ درصد واقع بوده و تنوع و تراکم پوشش طبیعی آن به دلیل شوری و سدیمی بودن خاک و اقلیم خشک منطقه بسیار ضعیف و محدود بوده و شامل بوته‌های درمنه (*Artemisia sieberi*)، بوه شور (*Salsola tomentosa*)، رندوک (*Salsola yazdiana*) و اشنان (*Seidlitzia rosmarinus*) می‌باشد. طبقه‌بندی خاک این ناحیه طبق کلید تاکسونومی خاک 2010، Typic Torrifluvents می‌باشد.

در بخش‌هایی از زمین‌های شور منطقه مورد مطالعه پس از شخم عمیق و تسطیح، کربندی انجام شده و به صورت غرقابی، چندین نوبت آبشویی گردیدند. سپس در آن گیاهان زراعی (روناس، جو و گندم) و باغی (پسته) مقاوم به شوری کشت شد. این امر امکان مطالعه اثر تغییر کاربری زمین‌های شور مناطق خشک را به زمین‌های زراعی و پسته‌زار فراهم نموده است. مشخصات آب چاهی که زمین‌های زراعی و پسته‌زار منطقه مورد مطالعه با آن آبیاری می‌گردند در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- مشخصات آب چاه منطقه مورد مطالعه

SAR (meq/l) <sup>0.5</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	pH	EC
	(meq/l)						(dS/m)
۱۰/۰۶	۵/۸۵	۷۱/۷۵	۲۳/۲۶	۱۵/۱۴	۴۹/۵۰	۷/۳۰	۹/۸۶

## روش نمونه‌برداری و تجزیه آزمایشگاهی خاک

به دلیل شخم عمیق خاک به منظور زیرشکنی هنگام کشت نهال پسته و نیز مخلوط شدن خاک تا اعماق ۷۰ تا ۸۰ سانتی‌متری در هنگام برداشت ریشه‌های گیاه صنعتی روناس، افق و لایه‌بندی مشخص و واضحی قابل تشخیص نبود. لذا از خاک سطحی (لایه ۰-۳۰ سانتی‌متر) که معرف عمق شخم مر سوم در منطقه به منظور کشت گیاهان زراعی است و خاک زیر سطحی (لایه ۳۰-۶۰ سانتی‌متر) هر یک از کاربری‌های زمین‌های شور، پسته‌زار و زراعی در سه تکرار، نمونه‌های مرکب خاک تهیه شد. زمین‌های کشاورزی مورد بررسی در حاشیه زمین‌های شور قرار داشتند.

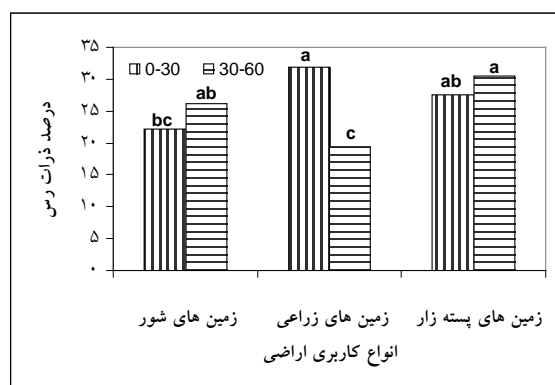
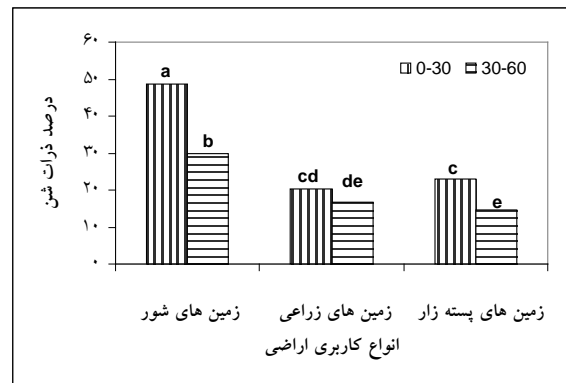
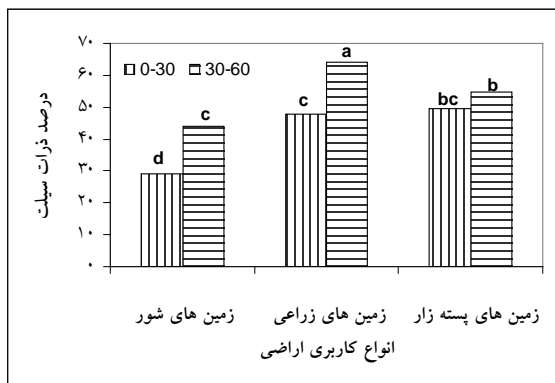
نمونه‌های خاک پس از خشک شدن در هوای آزاد، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. توزیع اندازه ذرات خاک بعد از پراکنده شدن فیزیکی و شیمیایی به روش پیت تعیین شد. رطوبت خاک در مکش‌های ۳۳ و ۱۵۰۰ کیلوپاسکال با استفاده از دستگاه صفحات فشاری اندازه‌گیری شد (Page et al 1992a). pH گل اشباع با استفاده از الکتروود شیشه‌ای متصل به pH متر مدل ۶۲۰ متر اهم تعیین شد. هدایت الکتریکی (ECe) عصاره گل اشباع به وسیله دستگاه هدایت سنج متر اهم اندازه‌گیری شد. درصد آهک (کربنات کلسیم معادل) خاک به روش تیترا سیون برگشتی اسید کلریدریک نرمال با سود ۰/۲۵ نرمال تعیین شد. غلظت یون‌های محلول سدیم و پتاسیم با فلیم‌فتمتر، کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری و کلر به روش موهر، کربنات و بی‌کربنات به روش اسیدی‌متری تعیین شد. مقدار کربن آلی خاک به روش سوزاندن تر (والکلی‌بلاک) تعیین شد (Page et al., 1992b). تجزیه‌های آماری داده‌های جمع‌آوری شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت و برای مقایسه میانگین شاخص‌های کیفیت خاک در کاربری‌های مختلف از آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد.

### ۳- نتایج

خاک نتیجه مجموعه‌ی واکنش‌های فیزیکی و شیمیایی است که از تأثیر آب و هوا، موجودات زنده، پستی و بلندی بر روی پوسته جامد زمین در طول زمان ایجاد می‌شود؛ به طوری که نوع خاک حاصله بستگی به شدت تأثیر عوامل فوق دارد. کاربری‌های مختلف در منطقه مورد مطالعه، از نظر مواد مادری، اقلیم، زمان و پستی و بلندی، وضعیت یکسانی را ندارند. بنابراین تفاوت در خواص کیفی خاک‌ها، تحت تأثیر نوع پوشش گیاهی متأثر از نوع کاربری و مدیریت اراضی است. عملیات آبشویی، خاک‌ورزی و زیر کشت بردن زمین‌های شور منطقه چاه افضل باعث تغییر در برخی از شاخص‌های کیفیت خاک گردید که نتایج آن به صورت جداگانه برای هر یک از شاخص‌ها تشریح می‌گردد.

#### توزیع اندازه ذرات خاک

نتایج مقایسه میانگین فراوانی نسبی ذرات خاک کاربری‌های مختلف (شکل ۱) نشان داد درصد شن در خاک سطحی و زیر سطحی زمین‌های شور پس از تبدیل به زمین‌های زراعی و پسته‌زار به ترتیب ۵۸، ۵۳، ۴۴ و ۵۰ درصد کاهش یافت. در صد شن خاک زمین‌های زراعی و پسته‌زار، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در زمین‌های شور، خاک سطحی حدود ۲۰ درصد شن بیشتری نسبت به خاک زیرسطحی داشت در حالی که در زمین‌های کشاورزی (زراعی و پسته‌زار)، تفاوت معنی‌داری بین درصد شن خاک سطحی و زیرسطحی مشاهده نشد.



شکل ۱- مقایسه میانگین درصد ذرات شن، سیلت و رس در لایه‌های با اعماق ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک کاربری‌های مختلف

فراوانی نسبی ذرات سیلت و رس در خاک زمین‌های کشاورزی (زمین‌های زراعی و پسته‌زار) بیشتر از خاک زمین‌های شور بود لیکن در صد این ذرات در خاک زمین‌های زراعی و پسته‌زار، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در زمین‌های پسته‌زار تفاوت معنی‌داری بین درصد سیلت و رس خاک سطحی و زیرسطحی مشاهده نشد. در حالی که در زمین‌های زراعی، درصد ذرات سیلت و رس در خاک سطحی نسبت به خاک زیرسطحی به ترتیب ۲۰ و ۱۰ درصد تفاوت داشت.

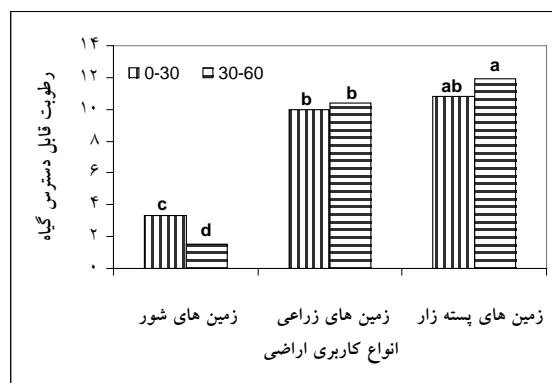
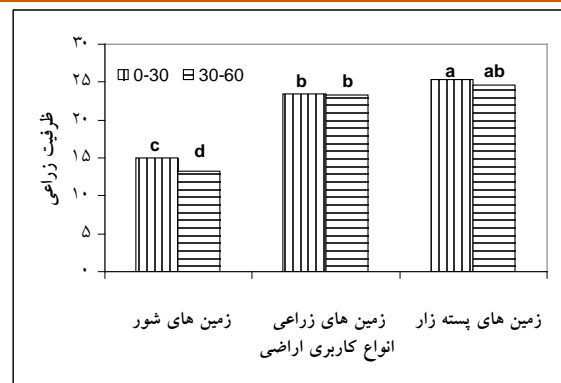
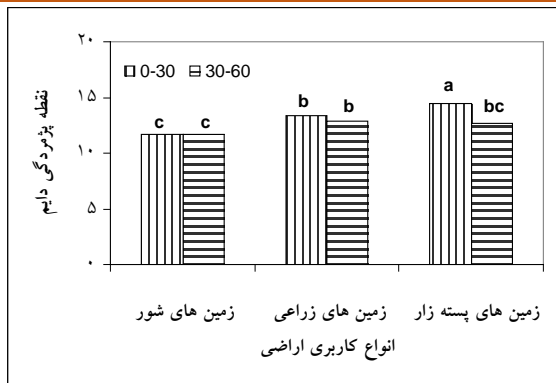
غالب بودن نسبی ذرات شن در خاک سطحی زمین‌های شور نسبت به ذرات رس و سیلت، به علت فعال بودن فرسایش بادی در این اراضی است (زمین‌های شور این ناحیه، یکی از کانون‌های بحرانی فرسایش بادی در منطقه است). باد با جابجا کردن ذرات ریز خاک، باعث افزایش فراوانی نسبی ذرات شن در خاک زمین‌های شور شده است. در زمین‌های کشاورزی به‌منظور برداشت ریشه‌های گیاه صنعتی روناس، معمولاً خاک تا عمق ۷۰ تا ۸۰ سانتی‌متری مخلوط می‌گردد؛ مخلوط شدن خاک سطحی و زیر سطحی باعث تغییر در فراوانی نسبی ذرات خاک در زمین‌های کشاورزی در مقایسه با زمین‌های شور گردید. در اثر تغییرات فراوانی نسبی ذرات خاک شور پس از تبدیل به زمین‌های کشاورزی، بافت خاک از لوم به لوم رسی تغییر یافت.

عجمی و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی اثر تغییر کاربری بر پارامترهای کیفیت خاک در زمین‌های اُسی شرق استان گلستان نشان دادند عملیات زراعی روی زمین‌های شیبدار منطقه که پیش از این تحت پوشش طبیعی جنگل قرار داشتند، بافت خاک را از کلاس لوم رسی سیلتی به بافت سبک لوم سیلتی تبدیل کرد. نتایج تحقیقات سلیمانی و آزموده (۱۳۸۹) در حوزه آبخیز برنجستانک در استان مازندران نیز نشان داد با تغییر کاربری جنگل به زمین‌های زراعی و باغ، درصد رس و سیلت کاهش و میزان شن افزایش یافت.

### ظرفیت نگهداشت رطوبت خاک

توان نگهداری آب در خاک یکی از مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر بر زنده ماندن گیاهان و موجودات زنده خاک در دوره‌های خشکی می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین رطوبت خاک تحت کاربری‌های مختلف در مکش‌های ۳۳ کیلوپاسکال (ظرفیت زراعی، FC)، ۱۵۰۰ کیلوپاسکال (نقطه پژمردگی دائم، PWP) و تفاوت بین آن‌ها (رطوبت قابل دسترس گیاه، AWC) در شکل ۲ نشان داده شده است. خاک زمین‌های شور در هر دو لایه ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر دارای کمترین ECE، PWP و AWC در مقایسه با سایر کاربری‌ها بود در حالی که تفاوت این ویژگی‌ها در خاک سطحی و زیر سطحی کاربری‌های زراعی و پسته‌زار در سطح ۵٪ معنی‌دار نشد.

تبدیل زمین شور به زمین‌های زراعی باعث شد ECE و PWP خاک سطحی به ترتیب ۵۵ و ۱۵ درصد افزایش یابد و در نتیجه آن، AWC به میزان دو برابر افزایش یابد همچنین تبدیل زمین شور به زمین‌های پسته‌زار باعث شد ECE و PWP به ترتیب ۷۰ و ۲۵ درصد افزایش یابد و در اثر آن AWC از ۳/۳ به ۱۰/۸ درصد افزایش یافت. بنابراین تبدیل زمین‌های شور این ناحیه به زمین‌های کشاورزی باعث بهبود این خاصیت فیزیکی خاک شده است. نتایج مطالعات (Weil and Hajabbasi et al., 1997) و (Islam, 2000) و (متقیان و محمدی، ۱۳۹۰) نشان داد که شخم و کشت و کار از طریق تغییر خواص ساختمانی خاک بر توانایی نگهداری آب خاک مؤثر است.



شکل ۲- مقایسه میانگین ویژگی‌های ECe، PWP و AWC در لایه‌های با اعماق ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی متری خاک کاربری‌های مختلف

## درصد آهک خاک

نتیجه مقایسه میانگین در صد آهک خاک سطحی و زیر سطحی کاربری‌های مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. در صد آهک خاک کاربری‌های مختلف و در هر دو لایه، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. بنابراین احیای زمین‌های شور منطقه چاه افضل، تأثیری بر درصد کربنات کلسیم معادل نداشت.

## درصد کربن آلی خاک

ماده آلی به عنوان مهم‌ترین شاخص کیفیت خاک، تأثیر عمده‌ای در افزایش تولید محصول و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک دارد (Hajabbasi et al., 1997; Islam and Weil, 2000). ماده آلی خاک مانع از فروپاشی خاک‌دانه (Emadi et al., 2009) کاهش فرسایش‌پذیری خاک (سلیمانی و آزموه، ۱۳۸۹؛ Clik, 2005)، افزایش ظرفیت نگهداری آب (Islam & Weil, 2000) و افزایش نفوذپذیری خاک (متقیان و محمدی، ۱۳۹۰) خواهد شد.

تغییر کاربری زمین‌های شور منطقه چاه افضل موجب افزایش معنی‌دار کربن آلی خاک شد. میانگین درصد کربن آلی خاک زمین‌های کشاورزی در لایه ۰-۳۰ سانتی متری (لایه شخم) بیشتر از زمین‌های شور بود (جدول ۲). در لایه ۳۰-۶۰ سانتی متری به دلیل بازگشت ناچیز بقایای گیاهی توسط شخم، تفاوت معنی‌داری بین کاربری‌های مختلف دیده نشد. با احیای زمین‌های شور، شوری خاک به همراه کمبود رطوبت که از عوامل محدودکننده رشد گیاه است، کاهش یافت و به علت مساعد شدن شرایط خاک جهت تولید زیتوده گیاهی در زمین‌های کشاورزی، میزان ورودی مواد آلی به خاک افزایش یافت.

نتایج اغلب مطالعات انجام شده در مناطق مرطوب نشان می‌دهد تبدیل زمین‌های دست‌نخورده به زمین‌های کشاورزی باعث کاهش ذخایر کربن آلی خاک می‌شود (Clik, 2005)، اما کشت و کار مداوم در اقلیم‌های خشک، به علت افزایش میزان تولید بیولوژیکی، مقدار کربن آلی خاک را نسبت به زمین‌های غیرکشاورزی افزایش می‌دهد. وجود تناقض در تأثیر تبدیل زمین‌های

دست‌نخورده به زمین‌های کشاورزی بر مقدار مواد آلی خاک در مناطق خشک و مرطوب بیشتر به وضعیت پوشش گیاهی زمین‌های دست‌نخورده (تراکم و نوع پوشش گیاهی) و پتانسیل تولید ماده خشک زمین‌های کشاورزی بستگی دارد.

### خواص شیمیایی محلول خاک

نتایج مقایسه میانگین خواص شیمیایی خاک سطحی و زیرسطحی در کاربری‌های مختلف در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است. pH گل اشباع در خاک شور به طور معنی‌داری بیش از زمین‌های کشاورزی بود. آبیاری مداوم زمین‌های کشاورزی با آبی با pH برابر ۷/۳ و استفاده از کودهای شیمیایی اوره و فسفات آمونیم که خاصیت اسیدزایی دارند، باعث شده pH در زمین‌های کشاورزی نسبت به زمین‌های شور کاهش یابد. pH گل اشباع زمین‌های پسته‌زار با زمین‌های زراعی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، همچنین در تمام کاربری‌ها، بین pH خاک سطحی و زیرسطحی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تغییر pH خاک در اثر تغییر کاربری در مطالعات (Bewket and Stroosnijder, 2003)، (Tejada and Gonzalez, 2008) و (سلیمانی و آزموده، ۱۳۸۹) تأیید شده است. آن‌ها دلیل این امر را وابسته به فعالیت‌های مدیریتی مانند استفاده از کودهای شیمیایی با خاصیت اسیدزایی (مانند اوره، سولفات آمونیوم و غیره) و همچنین تولید گاز دی‌اکسید کربن در اثر افزایش فعالیت موجودات و میکروارگانیسم‌های خاک دانستند. اسید کربنیک تولید شده در اثر واکنش گاز دی‌اکسید کربن با رطوبت خاک باعث کاهش pH خاک می‌شود.

جدول ۲- مقایسه میانگین خواص شیمیایی خاک کاربری‌های مختلف

SAR (meq/l) <sup>0.5</sup>	ECe (dS/m)	pH	OC (%)	TNV (%)	تیمارهای کاربری
خاک سطحی (لایه ۰-۳۰ سانتی‌متر)					
۴۵/۷ a	۹۹/۸ a	۸/۳ a	۰/۴۲ b	۳۰/۳ a	زمین‌های شور
۵/۲ c	۲۰/۶ c	۷/۵ b	۰/۵۰ a	۲۸/۵ a	زمین‌های زراعی
۵/۰ c	۱۳/۸ c	۷/۷ b	۰/۵۱ a	۲۹/۲ a	زمین‌های پسته‌زار
خاک زیرسطحی (لایه ۳۰-۶۰ سانتی‌متر)					
۳۰/۰ b	۷۸/۲ b	۸/۴ a	۰/۳۸ b	۳۰/۵ a	زمین‌های شور
۴/۷ c	۱۷/۶ c	۷/۶ b	۰/۴۱ b	۲۹/۳ a	زمین‌های زراعی
۴/۰ c	۱۳/۴ c	۷/۷ b	۰/۴۰ b	۳۰/۴ a	زمین‌های پسته‌زار

برای هر ویژگی، میانگین‌های با حروف مشابه از لحاظ آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

با زیر کشت بردن زمین‌های شور، آبیاری سبب آبشویی نمک‌ها و کاهش شوری خاک شد. آبشویی زمین‌های شور با آب آبیاری با هدایت الکتریکی ۹/۸۶ دسی‌زیمنس بر متر و تبدیل آن به زمین‌های زراعی، باعث شد هدایت الکتریکی خاک سطحی از ۹۹/۸ به ۲۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر و هدایت الکتریکی خاک زیرسطحی از ۷۸/۲ به ۱۷/۶ دسی‌زیمنس بر متر کاهش یابد. هدایت الکتریکی خاک زمین‌های پسته‌زار با زمین‌های زراعی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در زمین‌های شور، هدایت الکتریکی خاک سطحی بیش از ۱/۲ برابر خاک زیرسطحی بود درحالی‌که در زمین‌های کشاورزی، اختلاف معنی‌داری بین هدایت الکتریکی خاک سطحی و زیر سطحی مشاهده نشد. در این راستا (Feng et al, 2005)، (فلاح‌زاده و حاج‌عباسی، ۱۳۹۰) تأثیر معنی‌دار آبیاری را بر آبشویی و کاهش غلظت نمک‌ها در لایه‌های مختلف خاک‌های کشاورزی گزارش کردند. (زهتابیان و همکاران، ۱۳۸۵) نیز بیان نمودند که هدایت الکتریکی خاک‌های کشاورزی نسبت به زمین‌های بایر در دشت یزد - اردکان به علت آبیاری و شستشوی نمک‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت.

تبدیل زمین‌های شور به زمین‌های کشاورزی باعث کاهش نسبت جذب سدیم (SAR) از ۴۶ به ۵ شد. اختلاف SAR خاک زمین‌های زراعی با زمین‌های پسته‌زار در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نشد. SAR خاک سطحی زمین‌های شور بیش از ۱/۵ برابر خاک زیرسطحی آن بود درحالی‌که در زمین‌های کشاورزی، اختلاف SAR خاک سطحی و زیرسطحی معنی‌دار نبود.



بیشترین مقدار غلظت یون‌های محلول (سدیم، پتاسیم، کلسیم و کربنات) در خاک زمین‌های شور تعیین شد. با آبشویی و تبدیل زمین‌های شور به زمین‌های کشاورزی، غلظت این یون‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت. اختلاف غلظت یون‌های محلول غیر از پتاسیم و منیزیم در کاربری‌های زراعی و پسته‌زار معنی‌دار نبود. تنها خاک زمین‌های شور حاوی یون کربنات بود.

جدول ۳- مقایسه میانگین غلظت برخی یون‌های محلول خاک کاربری‌های مختلف

غلظت یون‌های محلول (meq/l)							تیمارهای کاربری
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Ca <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	
خاک سطحی (لایه ۰-۳۰ سانتی‌متر)							
۳/۴۰	۰/۴ b	۱۹۶/۰ a	۸/۶ d	۲۹/۷ a	۱/۶ b	۲۰۰/۳ a	زمین‌های شور
۰/۰۰	۱/۲ a	۲۵/۱ c	۱۲/۴ a	۲۷/۸ ab	۰/۶ d	۲۳/۶ c	زمین‌های زراعی
۰/۰۰	۱/۳ a	۱۷/۱ c	۱۰/۲ c	۲۳/۳ bc	۰/۲ e	۲۰/۷ c	زمین‌های پسته‌زار
خاک زیرسطحی (لایه ۳۰-۶۰ سانتی‌متر)							
۳/۶۰	۰/۵ b	۱۴۵/۸ b	۸/۱ d	۲۸/۳ a	۲/۳ a	۱۲۷/۴ b	زمین‌های شور
۰/۰۰	۱/۱ a	۱۵/۸ c	۱۱/۶ b	۲۶/۲ ab	۰/۸ c	۲۰/۸ c	زمین‌های زراعی
۰/۰۰	۱/۱ a	۱۲/۴ c	۸/۶ d	۲۰/۷ c	۰/۳ e	۱۵/۴ c	زمین‌های پسته‌زار

برای هر ویژگی، میانگین‌های با حروف مشابه از لحاظ آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

#### ۴- نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد احیای زمین‌های شور و زیر کشت بردن آن‌ها باعث بهبود کیفیت فیزیکی و شیمیایی خاک شده است. در زمین‌های شور به دلیل نامساعد بودن شرایط برای رشد و نمو گیاه، شاخص‌های کیفیت خاک در قیاس با زمین‌های کشاورزی بسیار پایین است. آبشویی و احیای زمین‌های شور باعث کاهش غلظت یون‌های محلول سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، کلسیم و بیکربنات شد، به طوری که شوری و قلیائیت خاک زمین‌های کشاورزی به طور معنی‌داری کمتر از زمین‌های شور تعیین گردید. فعالیت‌های کشاورزی باعث افزایش کربن آلی و فراوانی نسبی ذرات رس و سیلت گردید که نتیجه آن افزایش ظرفیت نگهداشت رطوبت خاک بود. تبدیل زمین‌های شور به زمین‌های زراعی و پسته‌زار تأثیری بر مقدار کربنات کلسیم نداشت. در زمین‌های کشاورزی منطقه چاه اف‌ضل اغلب گیاه مقاوم به شوری روناس (ریشه‌های سرخ رنگ این گیاه م‌صارف صنعتی دارد) کشت می‌گردد. در هنگام برداشت گیاه روناس، ریشه‌های آن را تا عمق حدود ۷۰ تا ۸۰ سانتی‌متری همراه با خاک بیرون می‌آورند و سپس ریشه‌ها را از خاک جدا می‌کنند. این امر باعث مخلوط شدن خاک سطحی و زیرسطحی شده و در نتیجه غالب شاخص‌های کیفی خاک در لایه‌های ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متر زمین‌های کشاورزی (زمین‌های زراعی و پسته‌زار یکسان می‌باشد. بررسی اثر تبدیل زمین‌های شور به زمین‌های کشاورزی بر فرسایش خاک و تغییرات کیفی و کمی منابع آب زیرزمینی برای پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود.

#### ۵- مراجع

- ۱- احمدی ایلخچی، ع.، حاج‌عباسی، م.ع.، و جلالیان، ا. ۱۳۸۱. اثر تغییر کاربری زمین‌های مرتعی به دیمکاری بر تولید رواناب، هدررفت و کیفیت خاک در منطقه دوراهان، چهارمحال و بختیاری. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴: ۱۰۳-۱۱۴.
- ۲- حاج‌عباسی، م.ع.، رسالت‌پور، ا.، مللی، ا. ۱۳۸۶. اثر تبدیل مراتع به زمین‌های کشاورزی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های جنوب و جنوب غربی اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۲: ۵۲۵-۵۳۴.

- ۳- حاج‌عباسی، م.ع.، جلالیان، ا.، خواجه‌الدین، ج.، کریم‌زاده، ح. ر. ۱۳۸۱. مطالعه موردی تأثیر تبدیل مراتع به زمین‌های کشاورزی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی، حاصل‌خیزی و شاخص کشت‌پذیری خاک در بروجن. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۶: ۱۴۹-۱۶۰.
- ۴- زهتابیان، غ.ر.، سرداری مهرآباد، م.، سوری، م. ۱۳۸۵. بررسی اثر آبیاری بر شور شدن خاک (بررسی موردی: دشت یزد اردکان). بیابان. ۱۱: ۱۹۷-۲۱۰.
- ۵- سلیمانی، ک.، آزموده، ع. ۱۳۸۹. بررسی نقش تغییر کاربری زمین‌های بر برخی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و فرسایش‌پذیری خاک. مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۷۴: ۱۱۱-۱۲۴.
- ۶- عجمی، م.، خرمالی، ف.، ایوبی، ش. ۱۳۸۷. تغییرات برخی پارامترهای کیفیت خاک بر اثر تغییر کاربری زمین‌های در موقعیت‌های مختلف شیب زمین‌های لسی در شرق استان گلستان. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۱: ۱۵-۳۰.
- ۷- فتح‌اللهی، ح.، جلالیان، ا. ۱۳۸۰. بررسی اثرات تغییر استفاده از ارا بر برخی از خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک در حوزه بازفت استان چهارمحال و بختیاری. گزارش نهایی مطالعه موردی، مرکز تحقیقات منابع طبیعی امور دام استان چهارمحال و بختیاری، ۵۳-۶۲.
- ۸- فلاح‌زاده، ج.، حاج‌عباسی، م.ع. ۱۳۹۰. تغییر شاخص‌های کیفیت خاک در اثر احیای زمین‌های شور دشت ابرکوه در ایران مرکزی، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۵: ۱۳۹-۱۴۹.
- ۹- کیانی، ف.، جلالیان، ا.، پاشایی، ع.، خادمی، ح. ۱۳۸۶. نقش جنگل‌تراشی، قرق و تخریب مراتع بر شاخص‌های کیفیت خاک در زمین‌های لسی استان گلستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۱: ۴۵۳-۴۶۳.
- ۱۰- متقیان، ح.ر.، محمدی، ج. ۱۳۹۰. مقایسه برخی از شاخص‌های فیزیکی کیفیت خاک در کاربری‌های مختلف اراضی در حوزه مرغملک، شهرکرد (استان چهارمحال و بختیاری). نشریه آب و خاک. ۲۵: ۱۱۵-۱۲۴.
- ۱۱- محمدی، ج.، نائل، م. ۱۳۸۴. بررسی تغییرپذیری کیفیت خاک سطحی در اکوسیستم‌های انتخابی در منطقه زاگرس مرکزی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۹: ۱۰۵-۱۱۹.
- ۱۲- مرادی، ح.ر.، فاضلیور، م.ر.، صادقی، س.ح.، حسینی، س. ۱۳۸۷. بررسی تغییر کاربری اراضی در بیابان‌زایی محدوده شهر اردکان با استفاده از سنجش از دور. تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۵: ۱-۱۲.

13- Aghasi B. Jalalian A. and Honarjoo N. 2011. Decline in soil quality as a result of land use change in Ghareh Aghaj watershed of Semrom, Isfahan, Iran. African Journal of Agricultural Research. 6(4): 992-997.

14- Arshad M.A. and Martin S. 2002. Identifying critical limits for soil quality indicators in agroecosystems. Agriculture, Ecosystem and Environment. 88: 153-160.

15- Awotoye O.O. Ogunkunle C.O. and Adeniyi S.A. 2011. Assessment of soil quality under various land use practices in a humid agroecological zone of Nigeria. African Journal of Agricultural Research. 5(10): 565-569.

16- Ayoubi S. Khormali F. Sahrawat K.L. and Rodrigues de Lima A.C. 2011. Assessing impact of land use change on soil quality indicators in a lossial soil in Golestan province, Iran. J. Agr. Sci. Tech. 13: 727-742.

17- Bewket W. and Stroosnijder I. 20003. Effects of Agro-ecological land use succession on soil properties in Chemoga Watershed, Blue Nile Basins, Ethiopia. Geoderma. 111: 85-95.

18- Celik I. 2005. Land use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. Soil Tillage Research. 83: 270-277.

19- Emadi M. Bagherinejad M. and Memarian H.M. 2009. Effect of land use change on soil fertility characteristics within water stable aggregates of two cultivated soils in northern Iran. Land Use Policy. 26:452-457.

- 20-** Feng Z. Wang X. and Feng Z. 2005. Soil N and salinity leaching after the autumn irrigation and its impact on groundwater in Hetao Irrigation District. China. *Agric. Water Manag.* 71:131-143.
- 21-** Hajabbasi M.A. Jalalian A. and Karimzadeh H.R. 1997. Deforestation effects on soil physical and chemical properties, Lordgan, Iran. *Plant and Soil.* 190: 301-308.
- 22-** Islam K.R and Weil R.R. 2000. Land use effects on soil quality in tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* 79: 9-16.
- 23-** Karlen D.L. Maushback M.J. Doran J.W. Cline R.G. Harris R.F. and Schuman G.E. 1997. Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61: 4-10.
- 24-** Kaschuk G. and Alberton O. 2011. Quantifying effects of different agricultural land uses on soil microbial biomass and activity in Brazilian biomes: inferences to improve soil quality. *Plant Soil* 338: 467-481.
- 25-** Khormali F. and Nabiollahi K. 2009. Degradation of mollisols in western Iran as affected by land use change. *J. Agric. Sci. Technol.* 11: 363-374.
- 26-** Mojiri. A. Kazemi Z. and Amirossadat Z. 2011. Effect of land use changes and hill slope position on soil quality attributes (a case study: Fereydoonshahr, Iran). *African Journal of Agricultural Research.* 6(5): 1114-1119.
- 27-** Nael M. Khademi H. and Hajabbasi M.A. 2004. Response of soil quality indicators and their spatial variability to land degradation in central Iran. *Applied Soil Ecology.* 27: 221-232.
- 28-** Natural Resources Conservation Service (NRCS). 2001. Soil quality information sheet. Soil quality-introduction.
- 29-** Page A.L. Miller R.H. and Keenry D.R. 1992. Method of soil analysis, In: II. Chemical and mineralogical properties. SSSA pub., Madison. 1159 p.
- 30-** Page A.L. Miller R.H. and Keenry D.R. 1992. Method of soil analysis, In: II. Physical properties. SSSA pub., Madison. 1750 p.
- 31-** Qiuying Z. Fadong L. Mengyu L. Xianfang S. and Guoqiang O. 2006. Effect of land use on soil properties in Debris flow bottomland: a case study at Xiaojiang Basin, Yunnan. *Wuhan University Journal of Natural Sciences.* 11(4): 870-874.
- 32-** Reynolds W.D. Bowman B.T. Drury C.F. Tan C.S. and Lu X. 2002. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. *Geoderma.* 110: 131-146.
- 33-** Schoenholtz S. 2000. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. *Forest Ecology and Management.* 138: 13-28.
- 34-** Shrestha R.K. and Lal R. 2008. Land use impacts on physical properties of 28 years old reclaimed mine soils in Ohio. *Plant Soil.* 306: 249-260.
- 35-** Tejada M. and Gonzalez J.L. 2008. Influence of two organic amendments on the soil physical properties, soil losses, sediments and runoff water quality. *Geoderma.* 145: 325-334.
- 36-** Yoksek T. Gol C. Yuksek F. and Yuksel E.E. 2009. The effects of land use changes on soil properties: The conversion of alder coppice to tea plantation in the humid northern Blacksea Region. *African Journal of Agricultural Research.* 4(7): 665-67.