تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۲، شماره ۹، آذر ۱۴۰۰ (ص ۲۳۸۱-۲۳۷۳)
https://dx.doi.org/10.22059/ijswr.2021.326814.669018 (علمی - پژوهشی)

# Investigating the Effects of Land Leveling on Some Physical Properties of Soil in Lasht-e Nasha Region

**MASOOMEH IZADPANAH[1], MAHMOUD SHABANPOUR[1*], SEPIDEH ABRISHAMKESH[1], IRAJ BAGHERI[2]**
1. Department of Soil Science, Faculty of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran.
1. Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran.
(Received: July. 7, 2021- Revised: Aug. 13, 2021- Accepted: Aug. 30, 2021)

## ABSTRACT

Land leveling is a conservation solution to create a uniform slope to integrate, facilitate irrigation and drainage of paddy lands. Despite the positive effects of land leveling, it destroys the physical properties of the soil. The purpose of this study was to investigate the impact of land leveling on the physical characteristics of the soil. This work compares traditional and leveled lands, Balagafsheh and Limuchah areas, which have been leveled for two and five years, respectively. A total of 80 samples were taken, 20 soil samples from each traditional and land leveled plot in the two areas at depth of 0-20 cm by a grid method with dimensions of 20 by 20 meters. Mean comparison was performed using an independent t-test and SPSS software. The results of comparing the mean showed a significant increase in the percentage of clay, bulk density, penetration resistance in the leveled lands of Limuchah, but in Balagafsheh area, the opposite results were observed. In general, the results indicated changes due to land leveling, such as changes in particle size distribution, structure destruction, and soil compaction without proper management after the implementation of the project, and the reversibility of soil properties is not adjusted solely by relying on the role of the time factor.. Proper management practices such as growing cover crops and returning them to the soil, such as the Balagafsheh area, can exploit the benefits of the land consolidation plan and control the destructive effects of it.

**Keywords:** Soil Structure, Excavation, Rice Cultivation, Land Consolidation.

*Corresponding Author's Email: shabanpour@guilan.ac.ir

# بررسی اثرات تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری بر برخی ویژگی های فیزیکی خاک در منطقه لشت نشاء

**معصومه ایزدپناه[۱]، محمود شعبانپور[۱*]، سپیده ابریشم‌کش[۱]، ایرج باقری[۲]**

۱. گروه علوم خاک، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۲. گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۱۶- تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۵/۲۲- تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۶/۸)

## چکیده

طرح تجهیز و نوسازی اراضی، یک راهکار حفاظتی جهت ایجاد شیب یکنواخت جهت یکپارچه‌سازی، تسهیل آبیاری و زهکشی اراضی شالیزاری است. علی‌رغم اثرات مثبت این طرح موجب تخریب ویژگی‌های فیزیکی خاک می‌شود. هدف این پژوهش بررسی اثرات تجهیز و نوسازی اراضی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک می‌باشد، این کار با مقایسه اراضی سنتی و تجهیز شده، دو منطقه بالاگفشه و لیموچاه در منطقه لشت نشاء استان گیلان که به ترتیب دو و پنج سال است که از زمان تجهیز و نوسازی آن گذشته است انجام شد. تعداد ۲۰ نمونه به روش شبکه‌ای به ابعاد ۲۰×۲۰ متر از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر از هر زمین و در مجموع ۸۰ نمونه برداشته شد. درصد شن، سیلت و رس، جرم مخصوص ظاهری، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، رطوبت اشباع خاک، مقاومت فروروی و کربن آلی اندازه گیری شد. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون t نمونه‌های مستقل و نرم افزار SPSS انجام شد. نتایج مقایسه میانگین بیانگر افزایش معنی دار درصد رس، جرم مخصوص ظاهری، مقاومت فروروی در اراضی تجهیز شده لیموچاه بود، لیکن در منطقه بالاگفشه نتایج عکس آن مشاهده شد. به طورکلی نتایج بیانگر آن بود که تغییرات ناشی از تجهیز و نوسازی اراضی مانند تغییر توزیع اندازه ذرات، تخریب ساختمان و تراکم خاک بدون اعمال مدیریت مناسب پس از اجرای طرح و تنها با تکیه بر نقش عامل زمان به برگشت‌پذیری ویژگی‌های خاک تعدیل نمی‌گردد. اعمال مدیریت مناسب مانند کشت گیاهان پوششی و بازگرداندن آن به خاک مانند منطقه بالاگفشه می‌تواند موجب بهره‌برداری از منافع طرح یکپارچه‌سازی اراضی شود و اثرات مخرب حاصل از آن را هم کنترل کند.

**واژه‌های کلیدی**: ساختمان خاک، خاکبرداری، کشت برنج، یکپارچه‌سازی اراضی.

## مقدمه

برنج با سطح زیر کشت بیش از ۶۳۰ هزار هکتار که عمدتا در استان‌های گیلان و مازندران کشت می‌شود، یکی از محصولات زراعی مهم ایران است. امروزه با توجه به رشد جمعیت، کاهش اراضی تحت کشت، گسترش شهرها، سختی کار کشاورزی، هدررفت منابع، بحران کم‌آبی، کوچک، پراکنده و ناهمواری اراضی شالیزاری، بشر اغلب به دنبال راه بهتری برای کشت این محصول حیاتی بوده است (Bouzarjomehri and Anzaei, 2012; Peter *et al*., 2014; Su *et al*., 2014; Du *et al*., 2018; Zhou *et al*., 2019).

بنابراین جهت ایجاد یک شیب ملایم و یکنواخت، برای تسهیل در پخش آب آبیاری در مزارع برنج و ارتقاء کشاورزی پایدار نیاز است یکپارچه سازی و تسطیح اراضی انجام شود (Chen *et al*., 2018). همچنین یکپارچه‌سازی و تسطیح اراضی باعث بزرگ شدن کرت‌ها (با از بین بردن مرز زمین‌ها)، افزایش سطح زیرکشت، بهبود مدیریت مکانیزاسیون، جلوگیری از ایجاد رواناب و فرسایش سطحی (با ایجاد شیب ملایم ۰/۲-۰ درصد)، ایجاد کانال‌های آبیاری و زهکشی و احداث جاده‌های دسترسی (که هزینه سوخت، حمل و نقل و هدر رفت زمان را کاهش می‌دهد) می‌شود (Sharifi *et al*., 2014; United Nation FAO, 2019; KesiciBahara and Kirmikil, 2021; Jat *et al*., 2009).

تجهیز و نوسازی اراضی اگرچه یک اقدام حفاظتی است لیکن علاوه بر اثرات مثبتی که به همراه دارد، به‌طور جدی موجب تغییر تعادل خاک شده و این زمانی جدی‌تر می‌شود که سطح خاک تحت تاثیر قرار گیرد (Sharma *et al*., 2017).

Brye *et al*. (2003) طی بررسی ویژگی‌های فیزیکی خاک‌های شرق آرکانزاس دریافتند که این عملیات، مقدار سیلت را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. درتحقیقی دیگر، در مناطق پست ریوگراندوسول برزیل، جرم مخصوص ظاهری و رس معلق افزایش و تخلخل کل، منافذ میکرو و ماکرو و آب قابل دسترس، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در عمق ۲۰-۰ سانتی متر کاهش یافت (Jose *et al*., 2014). در بررسی تغییرات ویژگی‌های خاک اراضی

* نویسنده مسئول: shabanpour@guilan.ac.ir

تجهیز شده واقع در شانکسی چین، که طی شش دوره از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۳ تجهیز شده بودند، نتایج نشان داد پس از گذشت زمان سه سال تجهیز و نوسازی موجب نوساناتی در مقدار ماده‌آلی شد، لیکن بعد از چهار سال این ویژگی‌ها به‌طور معنی‌دار افزایش یافتند. پس از گذشت شش سال از اجرای عملیات، جرم مخصوص ظاهری، مقدار رس، و ماده آلی افزایش یافت (Zhang *et al.*, 2016).

در پژوهشی دیگر افزایش معنی‌دار جرم مخصوص ظاهری و مقدار رس وکاهش معنی‌دار درصد رطوبت، ماده آلی و سیلت در خاک‌های تجهیز شده نسبت به خاک‌های تجهیز نشده مشاهده شد. تجهیز و نوسازی اراضی مقدار رس، سیلت و شن را تغییر داد، لیکن این تغییرات منجر به تغییر بافت خاک نشد (Farmanullah khan *et al.*, 2007).

دیونی و همکاران (Dioni *et al.*, 2016)، بیان کردند جرم مخصوص ظاهری و ماده آلی دو پارامتری هستند که حساسیت بیش‌تری به عملیات تجهیز و نوسازی اراضی دارند. در پژوهشی افزودن کمپوست، آب قابل استفاده را در هر دو اراضی سنتی و تجهیزشده بهبود داد لیکن این بهبود در اراضی تجهیز شده نسبت به اراضی سنتی کم‌تر بود (Ramos, 2017).

در استان گیلان برای اجرای طرح تجهیز و نوسازی اراضی ابتدا نقشه راه‌ها و کانال‌ها طراحی و اجرا می گردد و به‌وسیله بولدوزر تسطیح انجام می‌شود. پس از مرز بندی و آبگیری زمین، با رتیواتور و ماله عملیات همگن سازی انجام می‌شود. درنهایت کشاورز شروع به عملیات کاشت می‌کند. اما در کشورهای پیشرفته مانند چین ابتدا خاک سطحی را کنار گذاشته و پس از مسطح سازی همان خاک سطحی را به سطح زمین برمی‌گردانند (Li *et al.*, 2018).

بر این اساس، تحقیق حاضر به‌منظور بررسی تغییرات ویژگی‌های خاک به‌واسطه‌ی اجرای طرح تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری انجام شده است. ضرورت انجام این تحقیق به اهمیت این طرح مربوط می‌شود که از سال‌ها پیش در استان‌های شمالی کشور به خصوص مناطقی از استان گیلان و مازندران در سطوح وسیع به اجرا در آمده است و هر ساله نیز در حال اجرا می‌باشد. از این رو بررسی تاثیر این اقدامات بر ویژگی‌های خاک، به آشکارسازی مزایای این طرح بر کشاورزان و شناسایی و رفع مشکلات موجود کمک بسیاری می‌نماید. این پژوهش با هدف ارزیابی اثرات تجهیز و نوسازی اراضی در طی زمان، بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی خاک در مقایسه با اراضی سنتی انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق با هدف بررسی اثر تجهیز و نوسازی اراضی و گذشت زمان، بر تغییرات و برگشت‌پذیری برخی ویژگی‌های خاک انجام شد. به این منظور دو منطقه بالاگفشه و لیموچاه واقع درشهرستان لشت‌نشاء در استان گیلان، به‌ترتیب دو و پنج سال است که عملیات تجهیز و نوسازی در آن‌ها اجرا شده، انتخاب شدند. در هر منطقه از دو نوع زمین سنتی (تجهیز نشده) و تجهیز شده مجاور یکدیگر نمونه برداری شد. تیمارها شامل BL: زمین بالاگفشه تجهیزشده، BT: زمین بالاگفشه سنتی، LL: زمین لیموچاه تجهیز شده و LT: زمین لیموچاه سنتی می‌باشند.

بعد از برداشت برنج، از هر دو منطقه بالاگفشه و لیموچاه، در هریک از اراضی سنتی و تجهیز شده واقع در آن مناطق، تعداد ۲۰ نمونه خاک از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر به روش شبکه‌ای با ابعاد ۲۰×۲۰ متر (نمونه برداری از مرکز هر شبکه) انجام شد. در مجموع ۸۰ نمونه به آزمایشگاه منتقل شد بخشی از نمونه‌ها پس از هوا خشک شدن و عبور از الک دو میلی‌متری (۱۰ مش) تحت آزمایش‌های فیزیکی قرار گرفت. جهت انجام آزمایش‌هایی همچون پایداری خاکدانه، نمونه دست‌نخورده کنار گذاشته شد. آزمایش‌ها شامل: توزیع اندازه ذرات اولیه خاک (هیدرومتر به روش قرائت کامل هیدرومتر در زمان‌های ۳۰ ثانیه ۱،۳،۳۰،۶۰،۱۲۰، ۱۸۰، ۳۹۰ دقیقه و ۲۴ ساعت) بر اساس قانون استوکز (Gee and Bauder, 1986)، جرم مخصوص ظاهری به روش کلوخه و پارافین (Page et al., 1982) ، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به روش الک تر (page *et al.*, 1982)، رطوبت اشباع خاک در آزمایشگاه به روش تهیه گل اشباع (Famiglietti *et al.*, 1998) انجام شد. مقاومت فروروی در محل نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه فروسنج مخروطی یا پنترومتر اندازه گیری شد (Klute and Dirksen, 1986). لازمه مقایسه میانگین مقاومت فروروی، همسان سازی اثر رطوبت در دو شالیزار سنتی و تجهیز شده در هر منطقه بود که این کار با استفاده از روش میلک و همکاران (Mielke *et al.*, 1994) انجام شد. برای بررسی و تحلیل داده‌ها، از روش تجزیه و تحلیل آماری در قالب مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون Independent T- Test، بوسیله نرم افزار SPSS در سطح پنج درصد استفاده شد.

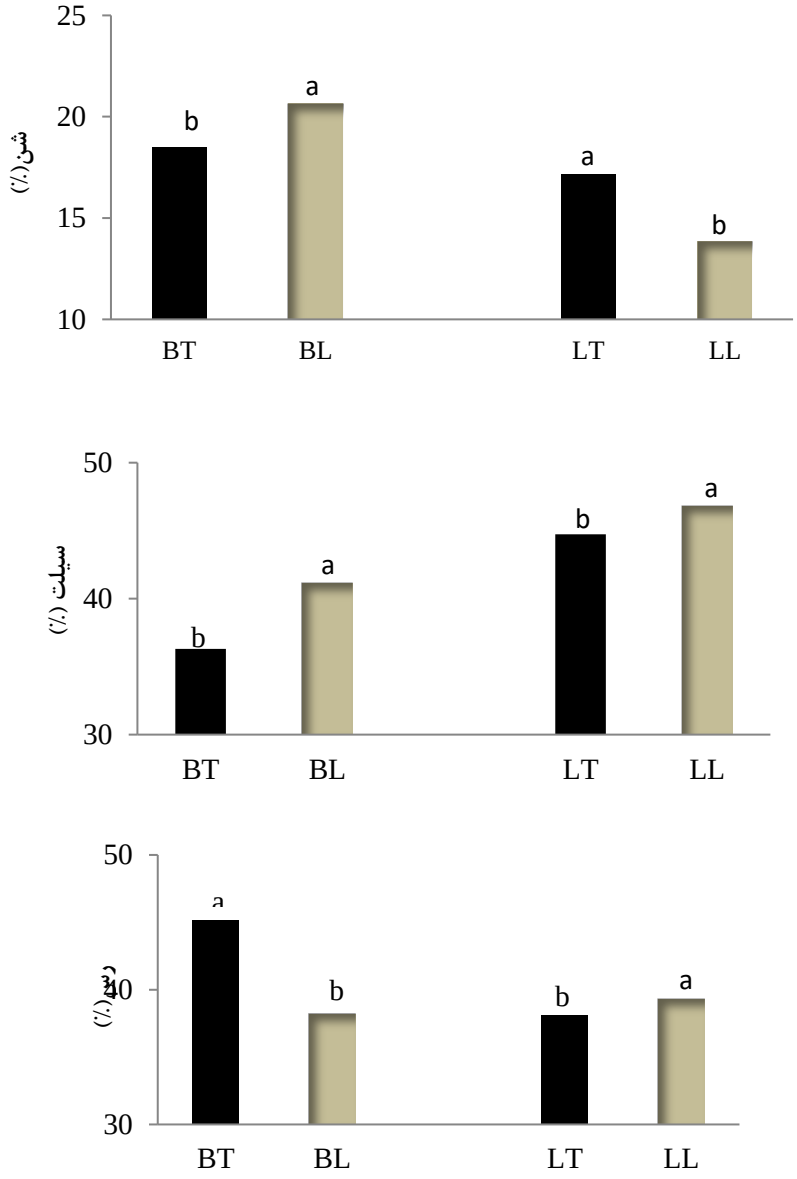
### یافته‌ها

#### توزیع اندازه ذرات خاک

بافت خاک از خصوصیات پایا در خاک است که معمولا تغییر نمی کند، اما در عملیات تسطیح اراضی در برخی مواقع با جابجایی خاک سطحی و عمقی امکان تغییر بافت خاک وجود دارد.

نتایج مقایسه میانگین درصد شن، سیلت و رس در شکل ۱، نشان داده شده است. در منطقه بالاگفشه تجهیز و نوسازی اراضی موجب کاهش معنی دار ($p < 0.05$) درصد رس و افزایش معنی دار درصد سیلت و شن ($p < 0.01$) و در منطقه لیموچاه موجب کاهش معنی‌دار درصد شن و افزایش درصد سیلت و رس در سطح معنی‌داری ($P < 0.01$) شد. بافت خاک در منطقه بالا گفشه از رس به لوم رسی تغییر کرده ولی در لیموچاه لوم سیلتی رسی باقی ماند. افزایش ذرات شن و سیلت در منطقه بالاگفشه و ذرات رس در منطقه لیموچاه در نتیجه تجهیز و نوسازی اراضی ممکن است مربوط به حجم جابه‌جایی خاک اعم از خاکبرداری و خاکریزی و همچنین نمایان شدن خاک زیر سطحی در دو منطقه متفاوت نسبت داد که توسط محققان دیگری هم بیان شده است (Sharifi *et al*., 2014;Joes *et al*., 2014; Brye *et al*., 2006).

در پژوهشی طی بررسی اثر تجهیز و نوسازی اراضی در سه منطقه بالا دست، میانی و پایین دست، در نتیجه تجهیز و نوسازی اراضی رس موجود در لایه های پایینی خاک در سطح خاک پدیدار شده و بافت خاک سنگین‌تر شد. آن‌ها علت را جابجا شدن خاک در هنگام عملیات تسطیح و یکپارچه سازی بیان کردند. همچنین به علت حرکت ذرات معدنی رس و سیلت در اثر جریان آب و فرسایش خاک از بالا دست بافت در مناطق بالادست، سبک‌تر و لومی شنی و در مناطق پایین‌دست با بافت لومی رسی بودند (Aghabeigi *et al*., 2018). در پژوهشی دیگر اثر چند نوع عملیات تسطیح را باهم مقایسه کردند، مقدار رس و سیلت در تیمار زمین تجهیزو نوسازی شده بیش‌تر از نقاط شاهد بود اما این افزایش بین نقاط خاکبرداری و خاکریزی شده و نقاط شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (Li *et al*., 2018).



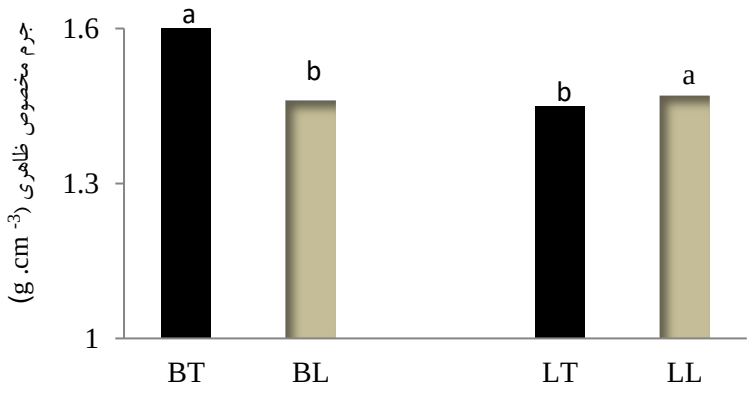

**شکل ۱- مقایسه درصد اجزای تشکیل دهنده خاک در اراضی شالیزاری مناطق مورد مطالعه**

**(BL): زمین بالاگفشه تجهیزشده، (BT): زمین بالاگفشه سنتی، (LL): زمین لیموچاه تجهیز شده ، (LT): زمین لیموچاه سنتی**

**جرم مخصوص ظاهری**

نتایج مقایسه میانگین جرم مخصوص ظاهری اراضی سنتی و تجهیز شده تحت تاثیر عملیات تجهیز و نوسازی، درمنطقه بالاگفشه و لیموچاه به‌ترتیب کاهش و افزایش معنی‌داری ( $P < 0.01$) یافت. میانگین جرم مخصوص ظاهری به‌ترتیب در اراضی سنتی و تجهیز شده بالاگفشه ۱/۶۱ و ۱/۴۶ گرم برسانتی‌متر مکعب و در اراضی سنتی و تجهیز شده لیموچاه ۱/۴۵ و ۱/۴۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود (شکل ۲). علت افزایش جرم مخصوص ظاهری در اراضی تجهیز شده لیموچاه را می‌توان تحت تاثیر عملیات خاکبرداری و بالا آمدن خاک تحت‌الارض با تراکم بالاتر و ماده آلی کم‌تر و فشرده‌تر دانست. افزایش جرم مخصوص ظاهری در لایه های پایین‌تر در نتیجه استفاده مکرر از ماشین‌های کشاورزی، کمبود مواد آلی، تراکم و افزایش مقاومت به نفوذ نیز طی تحقیقاتی نشان داده شده است (Kral *et al*., 2013). محققان دیگری از قبیل دیونی و همکاران و شریفی و همکاران ( Dioni *et al*., 2016; Sharifi *et al*., 2014) نیز افزایش جرم مخصوص ظاهری تحت تاثیر تجهیز و نوسازی را بیان کردند. در پژوهشی بیان شد افزایش جرم مخصوص ظاهری پس از اولین دوره آبگیری بیش‌تر افزایش داشت (Wilson *et al*., 2020). همچنین خوزه و همکاران (Joes *et al*., 2014)، طی تحقیقی مشاهده نمودند که در مزارع شالیزاری با تردد ماشینهای کشاورزی به علت کاهش منافذ خاک، جرم مخصوص ظاهری افزایش پیدا می‌کند. محققان بر این باورند با اعمال مدیریت های متفاوت خاک می‌توان به نتایج متفاوتی از جرم مخصوص ظاهری دست یافت (Haj Abbasi *et al*., 2007).

از این رو می‌توان اظهار داشت یکی از علل کاهش معنی دار جرم مخصوص ظاهری در اراضی تجهیز شده بالاگفشه، بیشتر بودن ماده آلی تحت تاثیر کشت گیاه پوششی شبدر (کود سبز) بین زمان برداشت تا کاشت مجدد برنج و برگرداندن آن به خاک است.




**شکل ۲- مقایسه جرم مخصوص ظاهری خاک در اراضی شالیزاری مناطق مورد مطالعه**

**(BL): زمین بالاگفشه تجهیزشده، (BT): زمین بالاگفشه سنتی، (LL): زمین لیموچاه تجهیز شده ، (LT): زمین لیموچاه سنتی**

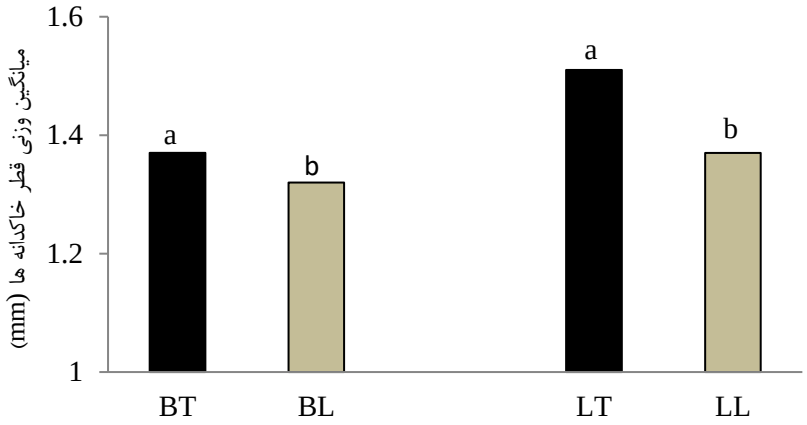
**میانگین وزنی‌قطر خاکدانه‌ها**

نتایج مقایسه میانگین برای میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در اراضی سنتی و تجهیز شده بالاگفشه و لیموچاه در شکل ۳ نشان داده شده است. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در هر دو منطقه کاهش معنی‌دار ($p < 0.05$) داشته است. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در اراضی سنتی و تجهیزشده بالاگفشه به ترتیب ۱/۳۷ و ۱/۳۲ میلی‌متر و در اراضی سنتی و تجهیزشده لیمو چاه به‌ترتیب ۱/۵۱ و ۱/۳۷ میلی‌متر بدست آمد. با وجود بالاتر بودن درصد ماده آلی در اراضی تجهیز شده بالاگفشه و بالاتر بودن درصد رس در اراضی تجهیزشده لیموچاه که از طریق افزایش نیروی پیوستگی خاکدانه‌ها باعث پایداری خاکدانه‌ها می‌شود (Blanco and Lal, 2007)، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در این اراضی کاهش یافت. خوزه و همکاران (Joes *et al*., 2014) هم علت کاهش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها را پس از تجهیز و نوسازی اراضی مخلوط شدن خاک و شکستن خاکدانه‌های بزرگ دانستند. علاوه بر عملیات تجهیز و نوسازی بهم خوردگی خاک و تراکم ناشی از عبور ماشین‌ها کشاورزی که باعث تخریب ساختمان خاک می‌شود، عملیات گلخرابی جهت کاشت برنج باعث شده در طول دو سال این ویژگی فیزیکی بهبود نیابد ( Sharma and De Deta, 1986).

**رطوبت اشباع خاک**

نتایج مقایسه میانگین رطوبت اشباع خاک در اراضی سنتی و تجهیز شده در جدول ۱، نشان داده شده است. با توجه به شکل ۴، رطوبت اشباع در منطقه لیموچاه بعد از تجهیز و نوسازی اراضی کاهش معنی‌دار ($P < 0.05$)، داشته است. در بالاگفشه تفاوت معنی‌داری بین رطوبت اشباع اراضی سنتی و تجهیزشده مشاهده

نشد. میانگین رطوبت اشباع خاک در اراضی سنتی و تجهیز شده بالاگفشه به‌ترتیب ۷۹/۷۶ و ۷۳/۸۶ درصد و در منطقه لیموچاه ۷۷/۷۸ و ۷۲/۰۳ درصد به‌دست آمده است. محققان علت کاهش رطوبت اشباع خاک تحت تاثیر تجهیز و نوسازی اراضی را به تغییر در مقدار ماده آلی، بافت، ساختمان و تراکم خاک نسبت دادند (Farmanullah Khan *et al*., 2007). در پژوهشی مقادیر درصد رطوبت اشباع و کربن آلی خاک در مزارع تسطیح شده و پایین-دست، به‌ترتیب ۲۲ و ۴۴ درصد بیشتر از مزارع سنتی بود که علت را سنگین‌تر بودن بافت خاک در مناطق پایین دست بیان کردند. آن‌ها اظهار داشتند در اراضی تسطیح شده با درصد اشباع خاک بیشتر امکان دستیابی به محصول برنج بیشتری وجود دارد (Aghabeigi *et al*., 2018).




**شکل ۳- مقایسه میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در اراضی شالیزاری مناطق مورد مطالعه**

**(BL): زمین بالاگفشه تجهیزشده، (BT): زمین بالاگفشه سنتی، (LL): زمین لیموچاه تجهیز شده ، (LT): زمین لیموچاه سنتی**

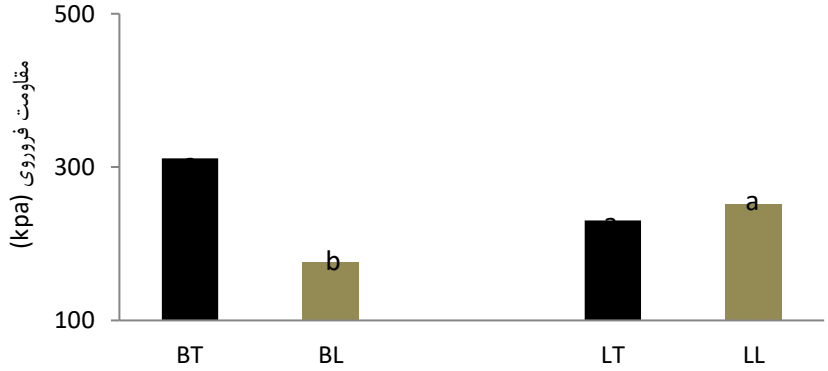
**جدول ۱- مقایسه میانگین درصدرطوبت اشباع در دو منطقه بالاگفشه و لیموچاه**

| منطقه | نوع اراضی | رطوبت اشباع (درصد) |
|---|---|---|
| بالاگفشه | سنتی | $^{a}$۷۹/۷۶ |
| | تجهیزشده | $^{a}$۷۳/۸۶ |
| لیموچاه | سنتی | $^{a}$۷۷/۷۸ |
| | تجهیزشده | $^{b}$۷۲/۰۳ |

**میانگین‌های حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی دار در سطح پنج درصد ندارند.**

**مقاومت فروروی خاک**

نتایج مقایسه میانگین مقاومت فروروی در اراضی سنتی و تجهیز شده بالاگفشه و لیموچاه در شکل ۵ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود بعد از عملیات تجهیز و نوسازی مقاومت فروروی در بالاگفشه کاهش معنی‌داری ($p < 0.01$) داشت، این در حالی بود که این عملیات در اراضی منطقه لیموچاه اثر معنی داری نداشت. میانگین مقاومت فروروی در اراضی سنتی و تجهیز شده بالاگفشه به ترتیب ۳۱۱/۱ و ۱۹۱/۱۸ کیلو پاسکال و در منطق لیموچاه ۲۳۰/۲ و ۴۷۶/۴ کیلو پاسکال به‌دست آمده است.




**شکل ۵- مقایسه مقاومت فروروی خاک در اراضی شالیزاری مناطق مورد مطالعه**

**(BL): زمین بالاگفشه تجهیزشده، (BT): زمین بالاگفشه سنتی، (LL): زمین لیموچاه تجهیز شده ، (LT): زمین لیموچاه سنتی**

بر اساس نظر محققان مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر مقاومت فروروی اراضی زراعی، جرم مخصوص ظاهری، ماده آلی، ساختمان خاک و درصد رس می‌باشد (Stock and Downes, 2008). آن و همکاران (An *et al*., 2010) نیز بیان کردند که شکستن خاکدانه-ها در اثر کمبود ماده آلی، منجر به ایجاد سله و افزایش مقاومت فروروی می‌شود. علت کاهش معنی‌دار مقاومت فروروی در اراضی تجهیز شده منطقه بالاگفشه را می‌توان به افزایش ماده آلی در اثر مدیریت کود سبز در اراضی تجهیز شده و جلوگیری از تشکیل سله و تراکم در سطح خاک نسبت داد از طرفی بهم‌خوردگی خاک بعد از عملیات تجهیز و نوسازی، به‌علت مخلوط شدن و شل بودن خاک باعث کاهش معنی‌داری این خصوصیت شده است (Brye *et al*., 2004).

**کربن آلی خاک**

نتایج حاصل از مقایسه‌ی درصد کربن آلی در اراضی سنتی و تجهیزشده مناطق بالاگفشه و لیموچاه، درجدول ۲ نشان‌داده شده است. اجرای طرح تجهیز و نوسازی موجب کاهش و افزایش معنی‌دار ($P < 0.01$) کربن آلی به‌ترتیب در لیموچاه و بالاگفشه شد. میانگین ماده آلی در اراضی سنتی و تجهیز شده بالاگفشه به ترتیب ۱/۹۳ و ۱/۹۸ درصد و در منطقه لیموچاه به‌ترتیب ۱/۸۳ و ۰/۹۹ درصد به‌دست آمد. علت کاهش ماده آلی برداشت خاک سطحی و یا تخریب ساختمان آن، بهبود زهکشی و در نتیجه افزایش اکسیداسیون و تجزیه ماده آلی توسط برخی محققین بیان شده است (Brye *et al*., 2004; Shephered *et al*., 2001; sharifi *et al*., 2014). علاوه بر این از عوامل موثر که موجب بهبود و افزایش مواد آلی می‌شود گذشت زمان است (Zhang *et al*., 2016) از مهم‌ترین دلایل افزایش کربن آلی در اراضی تجهیز شده بالاگفشه در مقایسه اراضی سنتی این منطقه کشت گیاه شبدر و برگرداندن آن به خاک می‌باشد. کشت گیاهان پوششی علاوه بر تثبیت نیتروژن و بهبود ساختمان خاک، از طریق تولید زیست توده موجب افزایش کربن آلی خاک و افزایش راندمان مصرف آب، کاهش تلفات خاک و مواد مغذی می‌شود (Sainju *et al*., 2002). اثر گیاهان پوششی در افزایش حاصلخیزی و پایداری سیستم‌های کشاورزی توسط جون و همکاران (Jeon *et al*., 2011)، هم بیان شده است. طی پژوهشی دیگر اثر هر یک از عملیاتی که برای تسطیح زمین انجام می‌شود باهم و به طور جداگانه با منطقه شاهد بر ماده آلی خاک مقایسه شد، نتیجه این پژوهش نشان داد به ترتیب کربن آلی از نقاط کنترل، منطقه خاکریزی شده، خاکریزی در آبراه‌ها و برش خاک سطحی کاهش یافت (Li *et al*., 2018). کاهش ماده آلی بر اثر تسطیح زمین در کوتاه مدت و کاهش باروری در نتیجه آن توسط پژوهشگران دیگر نیز گزارش شده (Zhou *et al*., 2017).

**جدول ۲- مقایسه میانگین درصد کربن آلی در دو منطقه بالاگفشه و لیموچاه**

| منطقه | نوع اراضی | کربن آلی (درصد) |
|---|---|---|
| بالاگفشه | سنتی | b۱/۹۴ |
| | تجهیزشده | a۱/۹۸ |
| لیموچاه | سنتی | a۱/۸۲ |
| | تجهیزشده | b۰/۹۹ |

**میانگین‌های حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی دار در سطح پنج درصد ندارند.**

## نتیجه‌گیری

مدیریت پایدار منابع خاک، تحت تاثیر عملیات تجهیز و نوسازی اراضی به عوامل مختلفی از جمله بارندگی، شیب، مساحت زمین تسطیح شده، حجم خاک سطحی لایه برداری شده و سامانه آبیاری و زهکشی بستگی دارد (Zhong *et al*., 2020). باتوجه به نتایج این پژوهش گذشت زمان پنج سال در منطقه لیموچاه موجب بهبود شرایط فیزیکی خاک این مناطق نشد و ویژگی‌های خاک در اراضی تجهیزشده در منطقه بالاگفشه با سابقه دو سال عملیات تجهیز و نوسازی در آن، شرایط بهتری داشتند. بنابراین می‌توان گفت که پارامتر زمان به تنهایی موجب تعادل در ویژگی-های تغییر یافته در نتیجه تجهیز و نوسازی اراضی نمی‌گردد. زارعان در دو منطقه بالاگفشه و لیموچاه از عملکرد محصول در اراضی تجهیز شده و شرایط خاک ناراضی بودند و این نارضایتی در منطقه لیموچاه بیش‌تر بود. از آنجایی که تجهیز و نوسازی اراضی نیاز به مصرف کود در اراضی تجهیز شده را به منظور حفظ عملکرد در سال‌های ابتدایی پس از اجرای عملیات افزایش می-دهد مدیریت کود آلی شبدر و بازگرداندن آن به خاک در برگشت پذیری ویژگی‌های خاک بسیار موثر واقع شده است، بطوریکه می‌توان گفت کشت گیاه پوششی و بازگرداندن آن به خاک نقش موثرتری نسبت به پارامتر زمان بر برگشت پذیری ویژگی‌های خاک دارد. در نتیجه در ابتدا تجهیز و نوسازی اصولی سپس اعمال مدیریتی مناسب و پایدار می‌تواند موجب ترمیم و نوسازی خاک های شالیزاری تسطیح شده گردد. همچنین پیشنهاد می شود در عملیات تجهیز و نوسازی ابتدا خاک سطحی را کنار گذاشته و پس از اتمام عملیات همان خاک سطحی به سطح زمین برگردانده شود.

## سپاس‌گزاری

از خانم مهندس یزدانی در جهاد کشاورزی بخش لشت نشاء و آقای مهندس شعبانی دانشجوی دکتری دانشگاه گیلان برای

همکاری در انجام تحقیق تشکر می‌شود.

**"هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"**

## REFERENCES


Aghabeigi, A,A., Gholami Sefidkouhi, M, A., Raeini SARJAZ, M. and yazdani, M,R. (2018) Investigation of Land Grading and Consolidation Effects on Physical and Chemical Characteristics of Soil and Drainage Water Quality in Paddy Fields of Astaneh Ashrafieh Country. Journal of Water Research in Agriculture, 23(1): 121-130. (In Farsi)

S An, Mentler, A., Mayer, H., Blum, W.E.H. (2010). Soil aggregation, aggregate stability, organic carbon and nitrogen in different soil aggregate fractions under forest and shrub vegetation on the Loess Plateau, China. Catena, 81: 226-233.

Blanco, C.H. and Lal, R. (2007). Regional assessment of soil compaction and structural properties under notillage farming. Soil Science Society of America. 71: 1770-1778.

Bouzarjomehri, K.H. and Anzaei, A. (2012). Evaluation of technological performance of the plan to equip, renovate and integrate paddy lands (Case study: Qara Taghan village, Neka city). Geography and Environmental Sustainability Geographical Research Journal, 2 (4): 39-58.

Brye, K.R., Chen, P., Purcell, L.C., Mozaffari, M. and Norman, R.J. (2004). First year soybean growth and production as affected by soil properties following land leveling. Plant Soil, 263: 323-334.

Brye, K.R., Slaton, N.A., Mozaffari, M., Savin, M.C., Norman, R.J and Miller, D.M. (2004). Short-term effects of land leveling on soil chemical properties and their relationships with microbial biomass. Soil Science Society of America, 68: 924–934.

Brye, K.R., Slaton, N.A. and Norman, R.J. (2006). soil physical and biological Propertiesas affected by land leveling in a clayey aquert. Soil science society of America, 70 : 631-639.

Brye, K.R., Slaton, N.A., Stavin, M.C., Norman, R.J. and Miller, D.M. )2003(. Short- term effects of land leveling on soil physical properties and microbial biomass. Soil Science Society of America Journal, 67: 1405-1417.

Chen, F., Yu, M. and Zhu, F. (2018). Rethinking rural transformation caused by comprehensive land consolidation: insight from program of whole village restructuring in Jiangsu Province, China. Sustainability. 6: 2029-2038.

Dioni., G.B.B., William, S.B., Luís, C.T., Dongli, S., Letiane, H.P., Jose, M.B.P. and Klaus, R. )2016(. Multivariate and geostatistical analysis to evaluate lowland soil levelling effects on physico-chemical properties. Soil and Tillage Research, 156: 63–73.

Du, X., Zhang, X. and Jin, X., (2018). Assessing the effectiveness of land consolidation for improving agricultural productivity in China. Land Use Policy, 70: 360–367.

Famiglietti, J.S., Rudnicki, J.W. and Rodell, M. (1998). Variability in surface moisture

content along a hillslope transect: Rattlesnake Hill, Texas. Journal of Hydrology, 210: 259-281.

Farmanullah Khan, S.U, Sarir, M.S. and Khattak, R.A.

(2007). Effect of land levelling on some physico-chemical properties of soil in Districr dir lower Sarhad. Journal Agricalture, 23:107-114.

Gee, G.W., Bauder, J.W.) 1986(. Particle size analysis. In: Klute, A. (ed) Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods, Agronomy Monographs. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, 404–408

Haj Abbasi, M., Basaltpour, A. and Milli, A. )2007(. Effect of rangeland conversion into agricultural lands on some physical and chemical properties of soils south and southwest of Isfahan. Water and Soil Science (Agricultural Science and Technology and Natural Resources), 11: 525-534.

Jackson, M.L. )1958(. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall Inc.

Jat, M.L., Gathala, M.K., Ladha, J.K., Saharawat, Y.S., Jat Vipin Kumar, A.S., Sharma, S.K. and Kumar, V. )2009(. Soil Evaluation of precision land leveling and double zero-till systems in the rice–wheat rotation: Water use, productivity, profitability and soil physical properties. Tillage Research, 105:112–121.

Jeon, W.T., Choi, B., Abd El-Azeem, S.A.M. and Ok, Y.S. )2011(. Effect of different seeding methods on green manure biomass, soil properties and rice yield in rice-based cropping systems. African Journal of Biotechnology, 10: 2024-2031.

Jose, M.B.P., Timm, L.C., Reichardt, K. and Pauletto, E.A. (2014). Impacts of Land leveling on Lowland Soil Physial Properties. Revista Brasileira de cieciea do solo, 38: 315-326.

Kaiser, E.A., Walenzik, G. and Heinemeyer, O. (1991). The influence of soil compaction on

decomposition of plant residues and microbial biomass. pp. 207-216 In: Wilson (ed).

Advances in soil organic matter research. The impact on agriculture and environment. Royal Society of Chemistry Cambridge, Special Publication, 90.

Klute, A. and Dirksen, C. (1986). Hydraulic conductivity and diffusivity. In: Klute A. (ed), Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods, second ed. Agronomy Monographs, American Society Agronomy-Social security Adminester. Madison Wisconsin 687–734..

Kral, A., Lipiel, J., Tursk, M. and Kus, J. (2013). Effect of organic and convertional management on physical properties of soil aggregates. International Journal of Agro-Physics. 27, 15-21.

Kesici Bahar, S. and Kirmikil, M. (2021). The evaluation of agricultural landowner inputs before and after land consolidation: The Kesik Village example. Land Use Policy, 109, 105605.

Li, X., Yu, M., Ma, J., Luo, Z., Chen, F. and Yang, Y. (2018). Identifying the Relationship between Soil

Properties and Rice Growth for Improving Consolidated Land in the Yangtze River Delta, China. Sustainability, 10: 3072.

Mielke, L.N., Powers, W.L., Badri, S. and Jones, A.J. (1994). Estimating soil water content from soil strength. Soil and Tillage Research, 31: 199-209.

Nunes, M.L., Klamt, E., Reichert, J.M. and Dalmolin, R.S.D. (2002). Soil properties in two paddy rice fields. Revista Brasileira de Ciencia do Solo, 26: 395-406.

Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, L.A. (1954). Estimation of Available

Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. USDA Circular. 939.

Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. (1982). Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological properties. 2nd ed. Advanced Audio coding. Inc., Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.

Peter, K.D., Oleire-Oltmanns, S., Ries, J.B., Marzolff, I. and Hssaine, A.A. (2014). Soil erosion in gully catchments affected by land levelling measures in the Souss Basin, Morocco, analysed by rainfall simulation and UAV remote sensing data. Catena, 113: 24–40.

Powlson, D.S. and Jenkinson, D.S. (1981). A comparison of the organic matter, biomass, adenosine triphosphate and mineralizable nitrogen content of ploughed and direct drilled soils. Journal of Agricaltural Science, 97:713–721.

Ramos, M.C. and Martinez-Casasnovas, J.A. (2017). Effects of compost amendment on available soil water and grap yield in vineyard planted after land leveling. 2017. Agricultural Water Management, 191: 67-76.

Sainju, U.M., Singh, B.P. and Whitehead, W.F. (2002). Long-term effects of tillage, cover crops, and nitrogen fertilization on organic carbon and nitrogen concentrations in sandy loam soils in Georgia, Soil Tillage Research, 63: 167:179.

Sharifi, A., Gorji, M., Asadi, H. and Pourbabaee, A.A. (2014). Land leveling and changes in soil properties in paddy fields of Guilan province, Iran. Paddy and Water Envionment, 12: 139-145.

Sharma, P.K. and De Datta, S.K. (1986). Physical properties and processes of puddled rice soils. Advances in Soil Science, Springer.

Sharma, L.K., Bali, S.K. and Zaeen, A.A. (2017). A case study of potential reasons of increased soil phosphorus levels in the Northeast United States. Agronomy, 7: 85-98.

Shephered, T.G., Saggar, S., Newman, R.H., Ross, C.W. and Dando, J.L. (2001). Tillage induced change to soil structure and soil organic carbon fraction in New Zealand soils. Australian Journal of Soil Research, 39: 465–489.

Sparks, D.L. (1996). Methods of soil analysis. Chemical methods. Soil Science Society of America-American society of Agronomy. Madison, Wisconsin.

Stock, O. and Downes, K. (2008). Effects of additions of organic matter on the penetration resistance of glacial till for the entire water tension range. Soil and Tillage Research, 99: 191-201.

Su, S., Hu, Y., Luo, F., Mai, G. and Wang, Y., (2014). Farmland fragmentation due to anthropogenic activity in rapidly developing region. Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development, 131: 87–93.

United Nations FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2019). World Soil Day. December 5th http://www.fao.org/world-soil-day/en/

Wilsona, G.V., Zhangb, T., Wellsc, R.R. and Liu, B. (2020). Consolidation effects on relationships among soil erosion properties and soil physical quality indicators. Soil and Tillage Research, 198: 104550.

Young, K.B., Goodwin, H.L. and Wailes, E.J. (2004). Economics of poultry litter use on cut rice fields. 420–425. In Norman, R.J., Meullenet, J.F. and Moldenhauer, K.A.K. (ed).

Zhang, W.H., Zeng-hui, M. and Zhang, L. (2016). Effects of land Consolidation Period and Tillage of Hollowed Villages on Soil Properties in Loess Plateau. Advances in Engineering Research, volume 94 2nd International Conference on Sustainable Development (ICSD).

Zhong, L., Wangb, J., Zhangb, X., Yingb, L. and Zhuc, Ch. (2020). Effects of agricultural land consolidation on soil conservation service in the Hilly Region of Southeast China – Implications for land management. Land Use Policy, 95: 104637.

Zhou, J. M. (1999). How to carry out land consolidation an international comparison. European university institute, Department of Economi, Italy. Retrieved Jun 16, 2014 from http://www.Iue. It/ECO/WP-Texas/ECO99. Pdf. /3. 3. 2002.

Zhou, J., Qin, X., Liu, L. and Hu, Y. (2017). A potential evaluation model for land consolidation in fragmental regions. Ecological Indicators, 74: 230–240.

Zhou, Y., Guo, L. and Liu, Y. (2019). Land consolidation boosting poverty alleviation in China: theory and practice. Land Use Policy, 82: 339–348.