**محور مقاله: فرسایش آبی، سیلاب و حفاظت خاک و آب**

# بررسی نسبت غنی شدن فسفر در رسوب در مزرعه گندم

لیدا پیری مقدم[۱*]، علی‌رضا واعظی[۲]

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۲] استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

## چکیده

فسفر از عناصر شیمیایی ضروری برای رشد گیاه است که برای بهبود عملکرد محصول در کشت‌زارهای دیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدررفت این عنصر غذایی منجر به کاهش باروری خاک و عملکرد محصول می‌شود. در این مطالعه، نسبت غنی شدن این عنصر در رسوب در کشت‌زاری دیم در منطقه نیمه‌خشک مورد بررسی قرار گرفت. آزمایشی مزرعه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تیمار کوددهی (شاهد، اوره، سوپرفسفات تریپل و مخلوطی از اوره و سوپرفسفات تریپل) و دو روش خاک‌ورزی (شخم موازی شیب و شخم روی خط تراز) در سه تکرار اجرا گردید. در مجموع، ۲۴ کرت آزمایشی به ابعاد ۱/۷۵ متر در ۸ متر احداث گردید و هدررفت عنصر غذایی در اثر فرسایش خاک برای باران‌های مختلف درطی دوره رشد گندم (مهرماه ۱۳۹۳ تا تیر ماه ۱۳۹۴) اندازه‌گیری شد. براساس نتایج، در نسبت غنی شدن فسفر در رسوب تفاوت آماری معنی‌داری بین دو روش خاک‌ورزی نداشت. هدررفت فسفر به شدت تحت تأثیر شدت باران قرار گرفت به طوری که با افزایش شدت باران، هدررفت این عنصر افزایش یافت.

**کلمات کلیدی**: خاک‌ورزی، رسوب، گندم دیم، نسبت غنی شدن فسفر

## مقدمه

حدود ۳۹ درصد سطح کشور را مناطق نیمه‌خشک شامل می‌شود، در این مناطق گیاهانی که بتوانند بدون آبیاری کشت شوند نسبتاً محدود بوده و هیچ یک از این گیاهان بر گندم دیم برتری ندارند (شعبانی و همکاران، ۲۰۱۲). از ۶/۵ میلیون هکتار اراضی کشور که به کشت گندم اختصاص دارد، ۴ میلیون هکتار آن در مناطق نیمه‌خشک و زیر کشت گندم دیم قرار دارد (امام، ۲۰۰۷). بیش‌تر خاک‌های تحت کشت کشور دارای غلظت فسفر پایینی هستند، به طوری که تقریباً ۵۰ درصد خاک‌ها دارای فسفر کم‌تر از ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم، ۳۳ درصد دارای فسفر بین ۱۰ تا ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و تنها ۱۷ درصد از خاک دارای فسفر بیش‌تر از ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشند که نیاز گندم را به فسفر تأمین نمی‌نماید (شهبازی و داوودی، ۱۳۹۱). کمبود فسفر اغلب منجر به محدودیت رشد گیاهان در اغلب خاک‌ها می‌شود. این کمبود از رسوب، تبادل و تغییر شکل فسفر ناشی می شود. از این رو مصرف کودهای فسفری برای تکمیل دوره‌های رشد به ویژه دوره زایشی در کشت‌زارهای دیم اجتناب‌ناپذیر است. برای ارزیابی هدررفت عناصر غذایی از طریق فرسایش خاک می‌توان نسبت غنی شدن عنصر در رسوب (Sediment enrichment ratio) را مورد بررسی قرار داد. نسبت غنی شدن عنصر در رسوب عبارت از نسبت مقدار عنصر غذایی در رسوب به مقدار همان عنصر در خاک است. این شاخص تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله خصوصیات بارندگی (شدت و مدت بارندگی)، خصوصیات خاک (عمق خاک و توزیع عناصر در عمق خاک)، نوع فرسایش خاک (سطحی، شیاری و ...)، شیب و پوشش گیاهی قرار دارد (یوسفی و همکاران، ۲۰۱۰). در خاک‌هایی که عمق خاک حاصلخیز سطحی کم‌تر می‌باشد با افزایش هدررفت خاک در اثر فرسایش، نسبت غنی شدن عنصر در رسوب کاهش می‌یابد. در خاک‌های حاصلخیز برخلاف خاک‌های فقیر و نابارور نسبت غنی شدن عناصر غذایی اغلب بالاست (رفاهی،۱۳۸۷). در کشت‌زارهای شیبدار که تحت مصرف کودها قرار می‌گیرند، نسبت غنی شدن عناصر غذایی تحت تأثیر کوددهی نیز قرار می‌گیرد و بسته به نوع کود مصرفی (درجه حلالیت)، زمان مصرف کود و روش کوددهی تغییر پیدا می‌کند (زکیئی و همکاران، ۱۳۹۳). به هر حال بکارگیری مدیریت مناسب در کوددهی می‌تواند موجب کاهش تلفات کودی در اثر فرسایش خاک گردد. این موضوع، کاهش نسبت غنی شدن عناصر کودی در رسوب را در پی داشته و در افزایش بهره‌وری کود و بهبود تولید محصول مؤثر خواهد بود. وجود ترکیبات کربناتی از جمله آهک از عوامل اصلی محدود کننده جذب برخی عناصر غذایی (مانند فسفر) در کشت‌زارهای دیم می‌باشد. از سوی دیگر کمبود رطوبت نیز از عوامل اصلی تأثیرگذار در کاهش حلالیت عناصر و نهایتاً رشد گیاه است. لذا در چنین شرایطی، جذب عناصر غذایی توسط گیاه اغلب با دشواری‌هایی مواجه است. جهت خاک ورزی نقشی مهم در تولید جریان‌های سطحی و فرسایش خاک در کشت‌زارهای دیم دارد، از آنجا که بخش عمده نیاز کودی گیاه، در اوایل کاشت زمانی

* ایمیل نویسنده مسئول: piri_lida@yahoo.com

که خاک بدون پوشش می‌باشد، مصرف می‌گردد، هدررفت آب و خاک و عناصر کودی بالاست. مطالعات اندکی در زمینه هدررفت عناصر غذایی به ویژه فسفر از کشت‌زارهای دیم گندم انجام گرفته است. تحقیق حاضر با هدف بررسی نسبت غنی شدن فسفر در دو جهت خاک‌ورزی در منطقه نیمه‌خشک انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

### طرح آزمایشی

آزمایش در قالب طرح فاکتوریل (فاکتور اصلی، جهت کشت و فاکتور فرعی، کوددهی) با چهار نوع کوددهی (شاهد، اوره، سوپرفسفات تریپل و مخلوطی از اوره و سوپرفسفات تریپل) و دو روش خاک‌ورزی ( شخم موازی با شیب و شخم عمود بر جهت شیب) در سه تکرار در ۲۴ کرت آزمایشی به ابعاد ۸ متر در ۱/۷۵ متر اجرا شد (شکل ۱). برای انجام این آزمایش، کشت‌زاری دیم واقع در دانشگاه زنجان با شیب حدود ۱۰ درصد و مساحت حدود ۱۰۰۰ مترمربع به مختصات جغرافیایی ″۱۲ ′۱ °۴۷ تا ″۳۱ ′۵۲ °۴۹ طول شرقی و ″۴۵ ′۲۵ °۳۵ تا ″۲۴ ′۱۵ °۳۷ عرض شمالی در اوایل پاییز سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ انتخاب گردید. منطقه مورد بررسی دارای متوسط بارش سالانه در حدود ۲۷۰/۴ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۱۱ درجه سانتی‌گراد است.

شکل ۱. موقعیت کرت‌های آزمایشی در کشت‌زار دیم گندم

### نمونه‌برداری خاک و تعیین ویژگی‌های خاک

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک کشت‌زار در نمونه‌های برداشته شده از خاک در ابتدای فصل رشد و پیش از کاشت تعیین شدند. برای این منظور نمونه خاک مرکب از بخش‌های مختلف کشت‌زار به روش تصادفی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر برداشت شد. در نمونه خاک گذرانده از الک ۲ میلی‌متر، توزیع اندازه ذرات به روش هیدرومتری، جرم مخصوص حقیقی خاک با استفاده از پیکنومتر، درصد گچ به روش استون، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش باور، ماده آلی خاک به روش والکلی و بلک و درصد کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با استفاده از اسیدکلریدریک نرمال اندازه‌گیری شد. واکنش خاک به وسیله pH سنج و EC خاک با استفاده از عصاره گل اشباع توسط دستگاه EC سنج قرائت گردید. همچنین جرم مخصوص ظاهری خاک به روش سیلندر فلزی در مزرعه و پایداری خاکدانه‌ها در آب به روش الک تر در نمونه‌های خاکدانه به قطر ۲ تا ۴ میلی‌متر به مدت یک دقیقه بر مبنای میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار و نفوذپذیری خاک بر مبنای سرعت نفوذ نهایی آب خاک به روش استوانه مضاعف در مزرعه اندازه‌گیری شد.

### کشت گندم پاییزه و نحوه کوددهی

گندم رقم سرداری به وسیله دستگاه ردیف‌کار خطی با عمق کاشت ۴ تا ۶ سانتی‌متر و فاصله ردیف‌های کشت ۱۷ تا ۲۰ سانتی‌متر در اوایل مهرماه ۱۳۹۳ کاشته شد. برای این منظور، مزرعه به دو بخش مساوی تقسیم شد و دو روش خاک‌ورزی متفاوت (موازی شیب و روی خطوط تراز) با استفاده از دستگاه پنجه غازی اجرا گردید. به دنبال آن کشت گندم با استفاده از دستگاه خطی‌کار مطابق با دو جهت شخم انجام گرفت. در هر جهت شخم چهار تیمار کودی (شاهد، کود نیتروژنی، کود فسفری و ترکیب کود نیتروژنی و فسفری) در نظر گرفته شد. طول دوره رشد ۹ ماه (مهر ۱۳۹۳ تا تیر ۱۳۹۴) بود. مقدار مصرف کودها بر مبنای نتایج آزمون خاک و نیاز غذایی گندم دیم توصیه گردید.

### تعیین نسبت غنی شدن فسفر در رسوب

پس از هر رخداد بارندگی منجر به روان‌آب، از خاک هر کرت در سه نقطه (ابتدا، وسط و انتها) نمونه‌برداری شد. همچنین نمونه‌ای نیم لیتری از مخلوط روان‌آب و رسوب موجود در مخزن پایین هر کرت به آزمایشگاه منتقل شده و بعد از جداسازی روان‌آب از رسوب، نمونه‌های رسوب و نمونه¬های مرکب خاک هر کرت در دمای ۵۰-۴۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک گردید. فسفر قابل دسترس به روش اولسن و همکاران (۱۹۵۴) اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از رابطه زیر نسبت غنی شدن فسفر تعیین گردید:

$$ER=\frac{CNSediment}{CNSoil}$$

که در آن: ER نسبت غنی شدن ماده غذایی (بدون بعد)، CNSediment غلظت عنصر غذایی در رسوب (میلی‌گرم به کیلوگرم)، CNSoil غلظت عنصر غذایی در خاک سطحی (میلی‌گرم به کیلوگرم) است.

## تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های حاصل از آزمایشات قبل از تجزیه و تحلیل، از نظر توزیع نرمال بودن به روش چولگی و کشیدگی مورد بررسی قرار گرفتند و در مواردی که داده‌ها از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کردند، با روش‌های رایج (لگاریتم‌گیری و...)، توزیع آماری آن‌ها به صورت نرمال تبدیل شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ و جهت رسم نمودار از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ استفاده شد.

## نتایج و بحث

### ویژگی‌های خاک مزرعه

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک کشت‌زار در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به میانگین درصد شن، سیلت و رس، بافت خاک، لومی شنی بود. با توجه به مقدار آهک (۱۴/۶۱ درصد) خاک کشت‌زار در گروه خاک‌های آهکی (تن، ۲۰۰۵) قرار دارد. میانگین هدایت الکتریکی ۲/۵۷ dS/m بود و خاک از نظر شوری در گروه خاک‌های کم‌شور (ملکوتی، ۲۰۰۲) قرار دارد. خاک کشت‌زار از نظر خاکدانه‌سازی و تشکیل خاکدانه‌های پایدار در آب ضعیف می‌باشد .(MWD= 1.09mm) با این وجود به دلیل داشتن بافت درشت و سنگریزه‌ای دارای محدودیت نفوذپذیری نبود (۱۰/۰۲ سانتی‌متر بر ساعت).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک دامنه مورد مطالعه.

| ویژگی‌های فیزیکی | میانگین | ویژگی‌های شیمیایی | میانگین |
|---|---|---|---|
| شن (٪) | ۶۰/۱۶ | واکنش | ۷/۵۲ |
| سیلت (٪) | ۲۰/۵۹ | هدایت الکتریکی($dS\ m^{-1}$) | ۲/۵۷ |
| رس (٪) | ۱۹/۲۵ | ظرفیت تبادل کاتیونی($meq\ 100g^{-1}$) | ۱۱/۷۴ |
| سنگریزه (٪) | ۱۸/۸۷ | ماده آلی (٪) | ۱/۴۳ |
| جرم مخصوص ظاهری($g\ cm^{-1}$) | ۱/۵۲ | آهک (٪) | ۱۵/۶۱ |
| میانگین قطر خاکدانه پایدار در آب (mm) | ۱/۰۹ | نیتروژن کل (٪) | ۰/۰۸ |
| نفوذپذیری($cm\ h^{-1}$) | ۱۰/۰۲ | فسفر قابل جذب($mg\ kg^{-1}$) | ۲/۴ |

### نسبت غنی شدن فسفر تحت تأثیر کوددهی

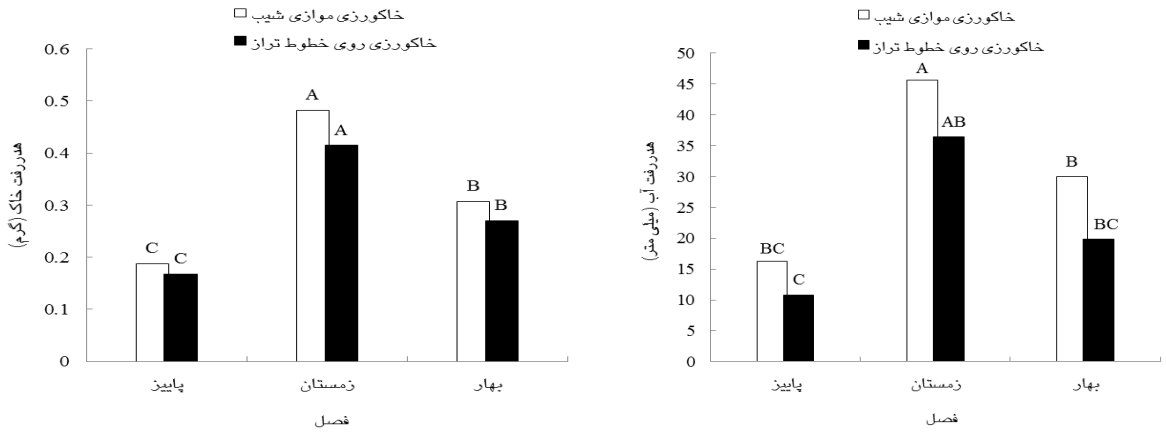
در پژوهش حاضر طی دوره رشد گندم از مهر ماه ۱۳۹۳ تا تیر ماه ۱۳۹۴، تعداد۴۰ رخداد بارندگی ثبت شد که از آن، ۲۲ رخداد منجر به روان‌آب شد. با توجه به نتایج آزمایش، نسبت غنی شدن فسفر در کرت‌های تحت خاک‌ورزی روی خطوط تراز ۰/۴۱ بود که نسبت به کرت‌های تحت خاک‌ورزی موازی شیب ۱۲ درصد بیش‌تر بود (شکل ۲). به طور کلی نقش جهت خاک‌ورزی در نسبت غنی شدن فسفر زیاد بود. هدررفت فسفر به‌واسطه هدررفت ذرات خاک می‌باشد (کلر و همکاران، ۲۰۰۷). میزان فرسایش خاک در کرت‌های تحت خاک‌ورزی روی خطوط تراز نسبت به کرت‌های تحت خاک‌ورزی موازی شیب کم‌تر بوده و در نتیجه با کاهش شدت فرسایش، هدررفت فسفر از خاک سطحی، کم‌تر رخ می‌افتد.

### تغییرات فصلی نسبت غنی شدن فسفر

نسبت غنی شدن فسفر در کشت‌زارهای دیم متأثر از مقدار بارندگی طی فصل زراعی بود. جدول ۲ تغییرات فصلی بارندگی و هدررفت آب و خاک طی دوره رشد گندم دیم را نشان می‌دهد. بیش‌ترین میزان بارندگی در فصل زمستان (۵۴/۵۲ میلی‌متر) و کم‌ترین آن در فصل بهار (۱۰/۴۸ میلی‌متر) اتفاق افتاد. در فصل زمستان ۲۸ درصد از بارش‌ها به شکل برف رخ داد. در فصل پاییز، هدررفت آب و خاک به ترتیب ۱/۸۰ و ۱/۶۴ برابر کم‌تر از فصل زمستان بود (شکل ۲). اواخر فصل زمستان و اوایل فصل بهار دارای بیش‌ترین شدت هدررفت آب و خاک بود، از این رو میزان نسبت غنی شدن فسفر متأثر از میزان بارش در این زمان از سال بود. بیش‌ترین میانگین نسبت غنی شدن فسفر در فصل پاییز (به ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۴۸) و کم‌ترین آن‌ها در فصل زمستان (به ترتیب ۰/۵۹ و ۰/۲۵) مشاهده شد (شکل ۳). نسبت غنی شدن فسفر طی دوره رشد، روندی عکس با هدررفت آب و خاک داشت. با افزایش شدت فرسایش خاک در فصل زمستان، به دلیل هدررفت خاک غیرحاصلخیز همزمان با خاک حاصلخیز، نسبت غنی شدن در این فصل کم‌ترین بود. در اوایل دوره کشت (پاییز)، انتقال‌پذیری زیاد ذرات ریز سطحی مانند رس در اثر فرسایش می‌تواند دلیلی برای افزایش غنی‌شدن عناصر غذایی در این فصل باشد.

جدول ۲- تغییرات فصلی بارندگی و هدررفت آب و خاک طی دوره رشد گندم دیم.

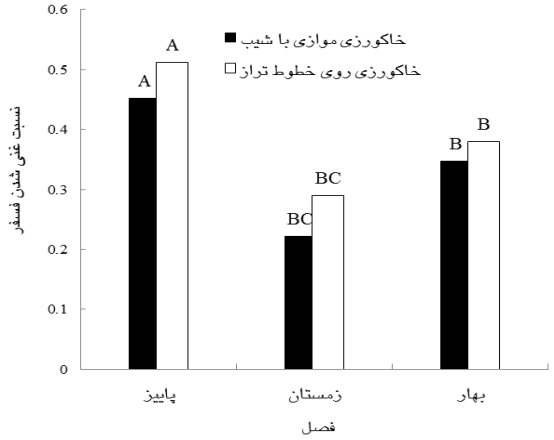
| فصول مختلف | کل ارتفاع بارش (میلی‌متر) | میانگین شدت بارش (میلی‌متر در ساعت) | کل هدررفت آب (میلی‌متر) | کل هدررفت خاک (کیلوگرم در مترمربع) |
|---|---|---|---|---|
| پاییز | ۱۰/۴۸ | ۱/۱۳ | ۳۲/۸۶ | ۴/۱۴ |
| زمستان | ۵۴/۵۲ | ۱/۳۶ | ۵۵/۸۲ | ۱۲/۵۵ |
| بهار | ۱۰/۴۸ | ۱/۳۱ | ۴۲/۸۴ | ۷/۶۱ |




(الف) (ب)

شکل ۲- مقایسه میانگین اثرات جهت خاک‌ورزی بر هدررفت آب (الف) و هدررفت خاک (ب) در فصول مختلف رشد گندم دیم.

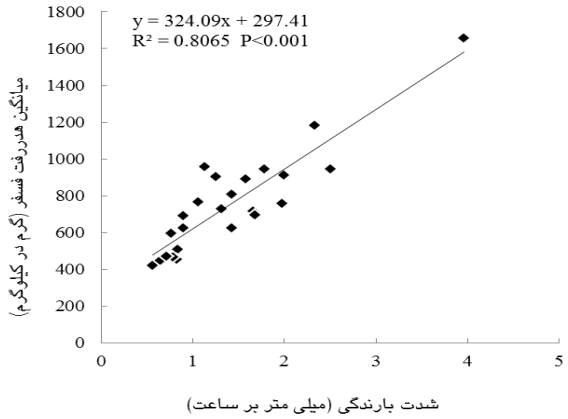
* اثرات متقابل جهت خاک‌ورزی و تغییرات فصلی با استفاده از آزمون دانکن انجام گرفت و حروف لاتین متفاوت روی ستون‌ها نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار است.




شکل ۳- مقایسه میانگین اثرات جهت خاک‌ورزی بر نسبت غنی شدن فسفر در فصول مختلف رشد گندم دیم.

* اثرات متقابل جهت خاک‌ورزی و تغییرات فصلی با استفاده از آزمون دانکن انجام گرفت و حروف لاتین متفاوت روی ستون‌ها نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار است.

بررسی تأثیر بارندگی بر نسبت غنی شدن فسفر در رسوب نشان داد که رابطه‌ای معنی‌دار بین شدت بارندگی و نسبت غنی شدن فسفر (R2 =۰/۸۱) وجود داشت (شکل ۴). با افزایش شدت بارندگی، نسبت غنی شدن عنصر در رسوب به شدت افزایش یافت. تغییرات اقلیمی (شدت بارندگی و فاصله بارندگی‌ها) یکی از دلایل تغییرات فصلی هدررفت آب و خاک و در نتیجه تغییرات فصلی نسبت غنی شدن عناصر در رسوب بود. بلانکو و همکاران (۲۰۰۸) و اوگاردن و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهش‌های متفاوتی به این نتیجه رسیدند که پوشش گیاهی نقش مهمی در چرخه هیدرولوژیک ایفا می‌کند و به عنوان یک صافی برای کاهش انتقال ذرات ریز در روان‌آب عمل می‌کند. نئومن و همکاران (۲۰۱۲) نیز میزان تلفات آبشویی فسفر در زمان‌های مختلف رشد و پس از برداشت محصول سیب‌زمینی را در جنوب غربی سوئد بررسی کردند و به این نتیجه دست یافتند که تلفات آبشویی فسفر نسبت به نیتروژن از خاک کم بود. با این وجود تفاوت معنی‌داری بین داده‌ها در سال‌های مختلف به علت اختلاف در میزان بارش وجود داشت. بررسی خصوصیات باران و تأثیر آن بر فرآیند هدررفت نیتروژن و فسفر نشان داد که هدررفت نیتروژن و فسفر با شدت بارندگی رابطه مثبت داشت. این نتیجه با نتیجه پژوهش لیو و همکاران (۲۰۱۴) بر روی خصوصیات روان‌آب و فرآیند هدررفت مواد مغذی از زمین‌های کشاورزی در دشت‌های چین شمالی تحت باران مصنوعی مطابقت داشت. در همچنین نتایج این پژوهش با بررسی‌های داد و همکاران (۲۰۱۴) در مورد تأثیر خاک‌ورزی بر کاهش هدررفت فسفر در خاک‌های تحت پوشش مرتعی در نیوزیلند مطابقت داشت.




شکل ۴- تأثیر شدت بارندگی بر هدررفت فسفر

## نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که نسبت غنی شدن فسفر تفاوت آماری معنی‌داری بین دو جهت خاک‌ورزی نداشت. نسبت غنی شدن دارای تغییرات فصلی طی دوره رشد گندم بود. بیش‌ترین نسبت غنی شدن فسفر در رسوب در فصل پاییز اتفاق افتاد در حالی که هدررفت آب و خاک در این فصل کم‌ترین بود. این تغییرات تا اندازه‌ای به دلیل تغییرات اقلیمی (بارندگی) طی روره رشد گندم بود به‌طوری که رابطه‌ای معنی‌دار بین شدت بارندگی و نسبت غنی شدن فسفر وجود دارد. با افزایش شدت بارندگی، نسبت غنی شدن عنصر در رسوب به شدت افزایش یافت.

## منابع

زکیئی ج، آسودار م الف و الماسی م، ۱۳۹۳. اثر شیب، خاک‌ورزی و روش‌های کاشت در سطوح شیبدار بر میزان فرسایش خاک، عناصر غذایی، مواد آلی و عملکرد گندم دیم. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی)، شماره ۱۰۲، صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۹.

شهبازی ک و داودی م ح، ۱۳۹۱. ارزیابی نیاز فسفر گندم در خاک¬های آهکی با استفاده از هم‌دماهای جذب فسفر. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۲۶، شماره ۱، صفحه‌های ۱ تا ۱۷.

Blanco H and Lal R, 2008. Principles of Soil Conservation and Management. Springer Science. Catena (57): 77-90.

Dodd R, McDowell R and Condron L, 2014. Is tillage an effective method to decrease phosphorus loss from phosphorus enriched pastoral soils?. Soil & Tillage Research 135:1-8.

Emam Y, 2007. Cereals Production. (3rd ed.). Shiraz Univ. Press, p190. (In Farsi).

Keller T, Arvidsson J and Dexter A. R, 2007. Soil structures produced by tillage as affected by soil water content and the physical quality of soil. Soil and Tillage Research Journal 92: 45-52.

Liu R, Wang J, Shi J, Chen Y, Sun Ch, Zhang P and Shen Z, 2014. Runoff characteristics and nutrient loss mechanism from plain farmland under simulated rainfall conditions. Science of the Environment 468-469, 1069-1077.

Malekuti MJ, Keshavarz P, Saadat S and Khaladbarin B, 2002. plants resistance to saline conditions. Sana Press. (In Persian).

Neumann A, Torstensson G and Aronsson H, 2012. Nitrogen and phosphorus leaching losses from potatoes with different harvest times and following crops. Field Crops Research 133: 130-138.

Oygarden L, Deelstra J, Lagzdins A, Bechmann M, Greipsland I, Kyllmar K, Povilaitis A and Iital A, 2014. Climate change and the potential effects on runoff and nitrogen losses in the Nordic-Baltic region. Agriculture, Ecosystems and Environment 473(13): 1-13.

Shabani A, Haghnia GH, Karimi A and Ahmadi M, 2012. Influence of topography and soil characteristics on the rainfed wheat yield in Sisab, north eastern Iran. Journal of Water and Soil 26(4): 922-932.

Tan KH, 2005. Soil sampling preparation and Analysis. 2nd edition. Taylor and Francis/ CRC press, Boca Raton, FL.

Yousfi S, Serret MD, Voltas J and Araus JL, 2010. Effect of salinity and water stress during the reproductive stage on growth ion concentrations C and N of durum wheat and related amphiploids. Journal of Experimental Botany 61: 3529-3542.

**Topic for submission: Water Erosion, Flood, Soil and Water Conservation**

# In vestigation of Enrichment ratio of phosphorus in sediment in Wheat field

Piri Moghadam[*1], L., Vaezi[2], A.R

[1] PhD Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Gorgan, Iran

[2] Full Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

**Abstract**

Phosphorus (P) are the chemical elements essential for plant growth which can be used to improve crop yield in the rainfed lands. The loss of these nutrient mostly led to decline of soil productivity as well as crop yield. In this study, the enrichment ratio of these nutrient in sediment was investigated in a rainfed land of semi-arid region to determine the impact of enrichment ratio. A field experiment was set up as a factorial test according to the randomized block design for four fertilization treatments (control, urea, triple superphosphate, and urea + ripple superphosphate) in two tillage directions (up to down slope and on the contour line) at three replications. In total, twenty four plots with 1.75 m × 8 m in dimensions were installed in the lands and nutrient losses by soil erosion were measured for different rainfalls during wheat growth period (from October 2013 to Jul 2014). Based on the results, in P enrichment ratio in sediment was no statistically significant between the two tillage directions. The loss of P losses was strongly affected by rainfall intensity so that they increased with an increase in rainfall intensities.

**Keywords**: Tillage, Sediment, Rainfed wheat, Phosphorus enrichment ratio

[*] Corresponding author, Email: piri_lida@yahoo.com