جذب فسفر و عملکرد ژنوتیپ‌ها و ارقام جو در سطوح مختلف فسفر تحت شرایط دیم

غلامرضا ولیزاده*، بهزاد صادق زاده، جلیل اصغری میدانی

موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران

چکیده

به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف مصرف فسفر و اختلاف ارقام و ژنوتیپ‌های جو در جذب فسفر و تولید عملکرد دانه و کاه و کلش، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار سطح کود فسفره ۰، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ کیلوگرم پنتا اکسید فسفر در هکتار) در کرت‌های اصلی، و تعداد ده رقم و ژنوتیپ جو در کرت‌های فرعی در سه تکرار و به مدت سه سال (۹۱-۱۳۸۸) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه اجرا گردید. بر اساس نتایج حاصله،سطوح کودی فسفر، تاثیر معنی‌داری برکلش و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو داشت. افزایش میزان مصرف فسفر تا مقادیر ۳۰ و ۴۵ کیلوگرم کود پنتا اکسید فسفر در مقایسه با شاهد باعث افزایش معنی‌دار کاه و کلش، و عملکرد دانه جو شد. نتایج اثرات ارقام نشان دادکه ژنوتیپ‌های مختلف جو در میزان عملکرد دانه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشتند، ولی رقم آبیدر، ژنوتیپ URB81/3 و دایتون برتری نسبی به سایر ژنوتیپ‌ها نشان دادند. با افزایش میزان مصرف فسفر، غلظت و جذب فسفر در کاه و کلش بطور معنی‌داری افزایش یافت. ژنوتیپ‌های Dari-ERB87/2 و URB81/3 در مقایسه با دیگر ژنوتیپ‌ها بیشترین غلظت فسفر در کاه و کلش را داشتند. اما در حداقل میزان فسفر مصرفی توانایی جذب فسفر ژنوتیپ‌های URB82/9 و URB81/5 در مقایسه با ارقام سهند، آبیدر و دایتون و دیگر ژنوتیپ‌ها بیشتر بود. این مطالعه نشان می‌دهد که با افزایش میزان مصرف فسفر، تولید کاه وکلش، عملکرد دانه، غلظت و جذب کل فسفر در کاه و کلش، و دانه جو افزایش می‌یابد. جذب فسفر ژنوتیپ‌ها و ارقام جو در مقادیر مختلف فسفر متفاوت بودند. ژنوتیپ‌های URB82/9 و URB81/5 توانایی جذب فسفر بیشتری در فسفر کمتر خاک دارند و جذب فسفرکل به میزان رشد گیاه، میزان مصرف‌کود فسفره و نوع ژنوتیپ و رقم بستگی دارد.

واژه‌های کلیدی: جذب، بازیافت ظاهری فسفر، ارقام و ژنوتیپ‌های جو، عملکرد

* نگارنده مسئول: *gh_valizadeh@yahoo.com* تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۵/۲۳

مقدمه

گیاهان برای تقسیم بافت‌های مریستمی به فسفر نیاز دارند. فسفر نقش مهمی در تجمع کربوهیدرات‌ها و اسیدهای آمینه در سلول داشته و در رشد زایشی و تشکیل دانه تاثیر مستقیم دارد. همچنین فسفر در ساختار پروتئین هسته، غشاء و اسیدهای نوکلئیک نقش ویژه‌ای دارد. فسفر بصورت ترکیبات آلی فیتات در گیاه ذخیره شده و به همراه سایر عناصر در ساختمان دانه گرده شرکت می‌کند (سالار دینی، ۱۳۷۱; منکل و کربی، ۱۹۸۲). منابع تامین کننده فسفر محلول خاک از وجود فسفر اولیه در خاک و نیز از کودهای شیمیایی فسفاته تامین می‌گردد. ذرات کود مصرفی نه تنها باعث افزایش غلظت فسفر در محلول خاک می‌شود، بلکه می‌تواند در در سطح کانی‌ها با جذب شیمیایی تثبیت شده، یا در خاک‌های آهکی با عناصری از قبیل کلسیم ترکیب شده و تشکیل کربنات‌های کلسیم را داده و در نهایت به صورت آپاتایت رسوب کنند. فسفات تثبیت شده کمتر توسط گیاه جذب می‌شود (وایت، ۱۹۸۰). تثبیت فسفات در خاک موجب کمبود فسفر در خاک‌های آهکی شده و در نتیجه رشد و عملکرد گیاهان را کاهش می‌دهد (وایت، ۱۹۸۰; بولاند وجیلک،۱۹۹۷). برای تامین فسفر گیاهان راهکارهای مختلفی وجود دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به اصلاح موضعی pH خاک‌ها، افزایش مواد آلی به ویژه از طریق کم خاک‌ورزی، تناوب و مدیریت بقایای گیاهی، استفاده از کودهای زیستی حل‌کننده فسفر و مدیریت صحیح آب آبیاری اشاره نمود (راتانیاک و همکاران، ۱۹۷۸; بیکن و دیوی، ۱۹۸۲;کلارکسون، ۱۹۸۵; بولاند وجیلک،۱۹۹۷; بوسمن و همکاران،۲۰۰۲; جانسون و سیار، ۲۰۰۹). بعلاوه استفاده از واریته‌های برتر با کارآیی جذب بالای فسفر می‌تواند بعنوان جانشین مصرف کودهای فسفاته باشد (کلارکسون، ۱۹۸۵; فوز و همکاران،۱۹۸۸; ستلمچرو همکاران،۱۹۹۴). همچنین فوز و همکاران (۱۹۸۸) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که استفاده از ارقام دارای بهره وری بالای فسفر، کاربرد کودهای فسفری را کاهش می‌دهد. از عوامل موثر در جذب فسفر در بین ژنوتیپ‌های مختلف می‌توان به شکل، توزیع (گسترش عمودی و افقی)، قطر و سطوح جذب ریشه، ریشه‌های مویی و دوام ریشه یا پتانسیل پیرشدگی ریشه اشاره نمود که ارقام مختلف جو از لحاظ این ویژگی‌ها اختلافات زیادی دارند (فوز و همکاران، ۱۹۸۸). توانایی جذب مواد غذایی در ژنوتیپ‌های مختلف جو متفاوت است که این تفاوت می‌تواند به دلیل اختلاف در مورفولوژی ریشه، قدرت جذب عناصر توسط ریشه، مصرف و استفاده از عناصر در متابولسیم و رشد گیاه و همچنین اثرات متقابل ریشه با خاک و کود باشد (قرولی و همکاران، ۱۹۹۳؛ فجریا و بالیقار، ۱۹۹۷). زمانی که توزیع عناصر غذایی در خاک بیشتر در بخش لایه سطحی خاک است، ژنوتیپ‌هایی می‌توانند از عناصر موجود در خاک بیشترین استفاده را نمایند که اغلب ریشه‌های آنها به صورت افقی گسترش می‌یابند و برخی از ارقام به دلیل داشتن ریشه‌های موئین فراوان با قطر کم می‌توانند در داخل خاکدانه‌ها نفوذ کرده و از عناصر غذایی موجود در آن بیشترین استفاده را در مقایسه با سایر ارقام نمایند. همچنین برخی از ارقام به دلیل ترشح مواد اسیدی بیشتر از ریشه‌های خود به علت پایین آوردن شدید pH اطرف ریشه می‌توانند

میزان عناصر غذایی بیشتری را در مقایسه با ارقام دیگر از مواد معدنی مختلف جذب نمایند. معمولاً ارقام جو که سیستم ریشه‌ای بزرگ با انشعابات گسترده برخودارند، می‌توانند از حجم بیشتری از خاک، عناصر غذایی و رطوبت در مقایسه با ارقام دارای سیستم ریشه‌ای کوچک با انشعابات محدود جذب نمایند (قرولی و همکاران، ۱۹۹۳). بعلاوه، اختلاف در میزان جذب فسفر خاک توسط ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف جو می‌تواند به دلیل اختلاف در طول ریشه و نسبت طول ریشه به میزان برگ و ساقه (اندام‌های هوایی) باشد (قرولی و همکاران، ۱۹۹۳; گراهام، ۱۹۹۴; فوز و همکاران، ۱۹۸۸ ;فجریا و بالیقار، ۱۹۹۷). تلمچر و همکاران (۱۹۹۴) نیز گزارش کردند که نیاز ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف جو برای جذب فسفر در پتانسیل‌های تولیدی یکسان متفاوت می‌باشد. لذا از اهداف مهم این تحقیق، شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در استفاده از فسفر مصرفی، اثرات مصرف کود در عملکردهای دانه و بیوماس ارقام و ژنوتیپ‌های جو و اختلاف توانایی جذب فسفرآن‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر مقادیر کود فسفره بر عملکرد ارقام و ژنوتیپ‌های جو و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در جذب فسفر در بذر برای مناطق سردسیر دیم کشور، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت کرت‌های خرد شده با چهار سطح کود فسفره از منبع سوپر فسفات تریپل در کرت‌های اصلی با مقادیر ۰، ۱۵، ۳۰ و۴۵ کیلوگرم (پنتا اکسید فسفر) در هکتار در کرت‌های اصلی و تعداد ده رقم و ژنوتیپ جو (Dayton Rany, Sahand, Abidar, URB81/5, URB81/3, Dari/ERB85/1, URB82/9, Gara Arpa, ERB86/9, Dari-ERB87/2) در کرت‌های فرعی در سه تکرار طی سال‌های ۹۱-۱۳۸۸ به مدت سه سال زراعی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه به مرحله اجرا درآمد. مقادیر مختلف کود فسفاته بر اساس تیمارهای ذکر شده و ازت مصرفی بر اساس فرمول کودی رایج در ایستگاه (N_{60}) از منبع اوره که N_{40} آن در پاییز با فواصل خطوط ۲۰ سانتی‌متر در عمق ۸-۶ سانتیمتری از سطح خاک در زیر بستر بذر همراه با تیمارهای کود فسفات جایگذاری شد. بذور با فواصل خطوط ۲۰ سانتی‌متری در عمق ۵-۳ سانتی‌متری کشت گردید. مصرف کود سرک به اندازه N_{20} قبل بارندگی‌های اواخر اسفند و اوایل فروردین (بسته به زمان بارندگی) انجام گردید. جهت کنترل علف هرز از علف‌کش D-۲،۴ (MCPA) مطابق دستورالعمل موسسه استفاده شد. بعد از برداشت میزان دانه و بیوماس ژنوتیپ‌ها توزین شدند. نمونه‌های گیاهی برای تعیین غلظت فسفر در دانه، کاه و کلش تهیه گردید. برای تعیین غلظت فسفر شده، مقدار ۰/۱ گرم از ماده خشک ریشه و ساقه و برگ به طور جداگانه از هر تیمار بوسیله اسیدهای نیتریک به میزان ۳ میلی لیتر با غلظت ۶۵ درصد و پرکلریک ۱ میلی لیتر با غلظت ۷۰ درصد در درجه حرارت ۱۲۰ درجه سانتیگراد هضم گردیدند. سپس میزان فسفر جذب شده در تیمارهای مورد مطالعه با استفاده از روش مولیبدات وانادات تعیین شد (علی احیایی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۲; رایمونت وهگینسون،۱۹۹۲). میزان عملکرد دانه، کاه و کلش پس از برداشت توزین گردید. غلظت فسفر بصورت درصدی برای کل عملکرد دانه و کلش

محاسبه گردیدند. داده‌های جمع آوری شده این مطالعه با استفاده از نرم‌افزار GENSTAT9 تجزیه واریانس و مقایسه میانگین شدند. کارایی بازیافت ظاهری یعنی مقدار عنصر غذایی جذب شده به ازای هر واحد از کود مصرف شده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{Apparent recovery efficiency} = [(\text{Total Pa} - \text{TotalP}_n)/P_f] \times 100$$

Total Pa= جذب فسفر در زیست توده در تیمارکود داده شده(کیلوگرم)،

TotalP n = جذب فسفر در زیست توده در تیمارکود داده نشده(کیلوگرم)

Pf = مقدار فسفر مصرف شده(مول و همکاران، ۱۹۸۲)

مشخصات خاک و شرایط آب هوایی

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه به اجرا درآمد. میانگین داده‌های هواشناسی برای سه سال در زمان اجرای آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. در سال‌های اجرای آزمایش میزان بارندگی و توزیع باران متفاوت بوده است. بطوریکه در سال ۸۹-۱۳۸۸ میزان بارندگی بیشتر از سال ۹۰-۱۳۸۹ و ۹۱-۱۳۹۰ بوده است (جدول ۱ الف، ب و ج).

خاک محل اجرای آزمایش بر اساس طبقه بندی آمریکایی در فامیل- Fine Mixed, Mesic و تحت گروه Vertic Calcixerept و دارای بافت سنگین و بدون محدودیت شوری و سدیمی می‌باشد. این خاک با داشتن بافت سنگین در سطح‌الارض دارای قابلیت نفوذ آهسته (۰/۱ الی ۰/۵ سانتی‌متر در ساعت) و فاقد سنگ و سنگریزه در سطح‌الارض می‌باشد. این خاک‌ها بطور کلی خاک‌های خیلی عمیقی هستند و هیچگونه محدودیتی از نظر عمق و یا طبقه محدود کننده تحت الارضی ندارند (سید قیاسی، ۱۳۷۲). نتایج تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش نیز در جدول ۲ آورده شده است که نشان می‌دهد، میزان رس خاک بالا با pH قلیایی و درصد آهک و کربن آلی کم می‌باشد. عناصر غذایی بجز ازت در حد کافی در خاک وجود داشت. میزان ازت خاک کمتر از میزان نیاز گیاه زارعی می‌باشد، شاید این کمبود می‌تواند ناشی از کم بودن میزان ماده آلی خاک که در نتیجه عدم رعایت تناوب صحیح، مدیریت بقایای گیاهی و خاک ورزی صحیح در طول مدیریت سال‌های گذشته باشد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب سه ساله نشان داد اثرات اصلی میزان فسفر و سال‌ها در عملکرد کاه و کلش جو معنی دار بودند، ولی اثرات اصلی ژنوتیپ‌ها، اثرات دو جانبه متقابل فسفر و ارقام، و اثرات سه جانبه فسفر، ارقام و سال بر عملکرد دانه، کاه و کلش معنی‌دار نبودند. (جدول ۳). اثرات اصلی میزان فسفر و اثرات متقابل سال و فسفر در عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). اثرات اصلی فسفر، رقم و اثرات متقابل فسفر و سال در میزان غلظت فسفر دانه و کاه کلش معنی‌دار بود. اثرات اصلی فسفر، اثرات متقابل سال و فسفر و اثرات متقابل دو جانبه فسفر و ارقام و سه جانبه فسفر، رقم و سال در افزایش میزان جذب فسفر کل در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری داشتند

جدول۱. الف. آمار هواشناسی سال زراعی۸۹-۸۸ ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه

ماه	بارندگی میلیمتر	حداقل دمای مطلق	حداکثر دمای مطلق	متوسط دما	تعداد روز زیر صفر	٪ رطوبت نسبی	تبخیر میلیمتر	متوسط دمای حداقل	متوسط دمای حداکثر
مهر	۱۲/۳	-۰/۵	۲۵/۲	۱۱/۳۶	۱	۳۹/۶	۱۷۵/۳	۵/۲۹	۱۷/۴۴
آبان	۱۱۸/۷	-۰/۶	۲۰	۶/۹۱	۲	۶۷/۵۵	۷۱/۷	۳/۱۶	۱۰/۶۳
آذر	۲۸	-۹	۹	-۰/۲۸	۲۳	۷۵	۰	-۳/۳۱	۲/۷۷
دی	۳۹/۹	-۷	۱۱	۲/۷۴	۱۱	۷۰/۹	۰	-۰/۲۶	۵/۷۴
بهمن	۳۹/۳	-۱۵	۱۵	۰/۰۸	۲۱	۷۱/۸	۰	-۳/۲۱	۳/۳۹
اسفند	۵۷/۸	-۶	۲۳/۶	۵/۳۲	۱۰	۶۳/۴	۰	۱/۸	۸/۸۴
فروردین	۶۲/۹	-۸/۵	۱۹/۴	۶/۰۳	۱۱	۶۱/۸	۱۷/۴	۱/۲۸	۱۰/۷۶
اردیبهشت	۱۳۵/۱	۱	۲۳/۴	۱۱/۰۴	۰	۶۸/۲	۱۳۲/۱	۶/۹۷	۱۵/۱۲
خرداد	۴/۱	۳	۳۳/۲	۱۸/۴۳	۰	۳۶/۶	۲۷۲/۸	۱۲/۰۹	۲۴/۷۹
تیر	۰	۹	۳۷	۲۳/۲۵	۰	۲۶/۹	۳۸۲/۸	۱۶/۲۷	۳۰/۲۴

جدول ۱ ب - آمار هواشناسی سال زراعی۹۰-۸۹ ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه

ماه	بارندگی میلیمتر	حداقل دمای مطلق	حداکثر دمای مطلق	متوسط دما	تعداد روز زیر صفر	٪ رطوبت نسبی	تبخیر میلیمتر	متوسط دمای حداقل	متوسط دمای حداکثر
مهر	۴	۲	۳۰	۱۴/۳۷	۰	۳۸/۷	۲۰۳/۵	۸/۰۳	۲۰/۷۲
آبان	۴/۷	-۵	۲۱/۲	۶/۴۷	۱۳	۴۶/۶	۱۰۲/۶	۰/۷۱	۱۲/۲۴
آذر	۷/۹	-۸	۱۷	۲/۶۱	۲۶	۴۲/۹	۰	-۳/۲۱	۸/۴۳
دی	۲۰/۸	-۲۰	۱۱	-۵/۲۶	۳۰	۷۳/۴	۰	-۹/۰۲	-۱/۵
بهمن	۲۵/۷	-۱۸	۴/۴	-۴/۸۹	۲۸	۷۲/۴	۰	-۸/۳۲	-۱/۴۷
اسفند	۹۵/۲	-۱۲	۱۷	۰/۳۴	۲۱	۶۹/۲	۰	-۳/۰۵	۳/۷۳
فروردین	۶۹/۵	-۷/۵	۲۱	۶/۶۳	۱۲	۴۹/۶	۰	۱/۳۴	۱۱/۹۲
اردیبهشت	۱۲۰/۶	۲	۲۳/۴	۱۰/۹۶	۰	۶۱/۲	۱۷۱/۶	۶/۶۷	۱۵/۲۹
خرداد	۳	۴	۳۱/۶	۱۷/۳	۰	۴۰/۴	۲۶۹/۲	۱۱/۲۴	۲۳/۳۶
تیر	۰	۹	۳۸	۲۲/۳۴	۰	۳۰/۱۴	۳۶۱/۷	۱۶/۰۳	۲۸/۶۶

جدول۱ ج- آمار هواشناسی سال زراعی۹۱-۹۰ ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه

ماه	بارندگی میلیمتر	حداقل دمای مطلق	حداکثر دمای مطلق	متوسط دما	تعداد روز زیر صفر	٪ رطوبت نسبی	تبخیر میلیمتر	متوسط دمای حداقل	متوسط دمای حداکثر
مهر	۲۵/۸	-۳/۵	۲۶/۴	۱۲/۱۵	۲	۴۳/۲۹	۱۷۸	۶/۹۳	۱۷/۳۸
آبان	۵۰/۵	-۱۲/۵	۱۴/۴	۱/۶۹	۱۷	۴۷/۱	۲۳/۵	-۱/۴۹	۴/۸۷
آذر	۵/۹	-۱۵	۸/۶	-۴/۲۹	۲۸	۷۲/۲	۰	-۸/۲۸	-۰/۳
دی	۲۹/۸	-۱۱	۹/۴	-۲/۷۷	۲۷	۷۵/۳	۰	-۶/۳۸	۱/۱۵
بهمن	۲۱/۱	-۲۱/۵	۵	-۵/۶۸	۳۰	۷۴	۰	-۸/۸۹	-۲/۴۳
اسفند	۲۳/۲	-۱۷/۵	۹/۶	-۴/۰۳	۲۷	۶۹/۲	۰	-۷/۷۶	-۰/۳
فروردین	۳۶/۲	-۱۲	۱۹/۴	۵/۸۸	۱۱	۶۱/۷	۲۵/۲	۱/۱۵	۱۰/۶۲
اردیبهشت	۴۹/۷	۱/۵	۲۴/۶	۱۲/۳۶	۰	۵۰/۳	۲۰۶/۸	۷/۰۵	۱۷/۶۷
خرداد	۲۱	۴	۳۰/۴	۱۷/۱	۰	۳۸/۵	۲۹۱/۵	۱۱	۲۳/۳
تیر	۸/۸	۹	۳۴	۲۱/۱۴	۰	۳۹/۶	۳۴۶	۱۵/۰۳	۲۷/۲۶

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی خاک محل اجرای آزمایش

	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته گل اشباع	درصد مواد خنثی شونده	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	مقدار قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)					کلاس بافت خاک
						فسفر	پتاسیم	منگنز	آهن	روی	
خاک محل آزمایش	۰/۴۴	۷/۸	۴/۲	۰/۶	۰/۰۷	۸	۴۸۰	۱۲	۸	۰/۷۲	لومی رسی

اثرات سال، فسفر و اثرات سال و فسفر بر روی شاخص برداشت در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۳). این در حالی است که اثر اصلی رقم و اثرات متقابل دو جانبه سال و رقم و سه جانبه آنها در میزان شاخص برداشت اثر معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). همچنین اثر سال بر روی صفات عملکردهای دانه، کاه و کلش، غلظت و میزان فسفر جذب شده در کاه کلش معنی‌دار بود (جدول ۳).

با افزایش میزان فسفر، میزان عملکرد دانه و کاه کلش ارقام و ژنوتیپ‌های جو بطور متفاوت افزایش یافت. با افزایش میزان مصرف فسفر با مقادیر ۳۰ و ۴۵ کیلوگرم کود پنتا اکسید فسفر در مقایسه با صفر و ۱۵ کیلوگرم عملکردهای دانه، کاه و کلش جو را بطور معنی دار افزایش داد. اگر چه ژنوتیپ‌های مختلف جو در میزان عملکردهای دانه، کاه و کلش اختلاف معنی‌داری نداشتند. رقم آبیدر، ژنوتیپ URB81/3 و دایتون برتری نسبی خود را نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها و ارقام نشان دادند. همچنین نتایج اثرات فسفر و ژنوتیپ نشان داد ارقام مختلف جو در میزان غلظت فسفر دانه اختلاف معنی‌داری داشتند، و میزان غلظت فسفر آنها بطور معنی داری متفاوت بود.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب برای صفات بیوماس،دانه و کاه و کلش و میزان غلظت فسفر د ر دانه، کاه و کلش و جذب فسفر توسط ارقام و ژنوتیپ‌های جو

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد دانه	عملکرد کاه	غلظت فسفر دانه	غلظت فسفر کاه	جذب کل	شاخص برداشت
سال	۲	۲۰۴۵۶۹۲۱ **	۱۷۸۷۶۹۸۳ *	۰/۱۷۱۴۰ *	۰/۰۳۵۶۹**	۴۲۴/۵۹ **	۰/ ۰۱۴۱۰۴ *
اشتباه آزمایشی	۶	۲۲۴۰۰۰	۳۶۲۵۵۷۵	۰/۰۲۶۲۳	۰/۰۰۰۷۳	۷/۷۵۳	۰/۰۰۱۷۶۶
فسفر	۳	۳۴۲۷۹۳۶ **	۵۵۵۴۴۱۲ *	۰/۰۳۴۹۵ *	۰/۰۸۲۷۶ **	۳۹۷/ ۶ **	۰/۰۱۸۵۹۳ *
سال*فسفر	۶	۱۰۳۴۵۹۳ **	۱۰۳۹۶۸۸ ns	۰/ ۰۰۷۷۱ ns	۰/۰۰۳۰۳**	۲۷/۶ **	۰/۰۰۸۶۳۹ ns
اشتباه آزمایشی	۱۸	۱۶۶۵۳۳	۱۱۹۲۹۴۳	۰/۰۰۷۳۸	۰/۰۰۰۴۲۷	۴/۸۷۲	۰/۰۰۵۳۶۱
رقم	۹	۶۲۶۹۸ ns	۸۷۷۶۴۱*	۰/۰۰۲۵۵ **	۰/۰۰۴۵۶ **	۷/۱۴۶ **	۰/۰۰۱۶۵۵ ns
سال× رقم	۱۸	۴۶۷۱۸ ns	۲۸۶۵۸۷ ns	۰/ ۰۰۱۱۳ **	۰/۰۰۱۳۹۶ **	۳/۳۶ **	۰/۰۰۱۳۷۳ ns
فسفر × رقم	۲۷	۴۱۵۷۵ ns	۶۶۰۸۴۵ ns	۰/۰۰۱۷۰۳ **	۰/۰۰۷۰۷۷ **	۲/۰۹ *	۰/۰۲۴۳۰ ns
سال×رقم× فسفر	۵۴	۶۴۵۴۶ ns	۴۳۴۵۸۸ ns	۰/ ۰۰۰۶۵ **	۰۰۰۲۹۰۶ ns	۲/۴۲ *	۰/۰۰۱۵۷۹ ns
اشتباه آزمایشی	۲۱۶	۴۷۹۸۹	۴۶۶۱۷۵	۰/۰۰۰۳۹۹	۰/۰۰۰۲۶۱	۱/۶۲۷	۰/۰۰۱۶۸۳

ns ، * و ** به ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

کاه کلش و جذب فسفر کل ژنوتیپ‌ها در استفاده از کود فسفری بطور معنی داری متفاوت بود. با افزایش میزان مصرف فسفر، غلظت فسفر کاه کلش و میزان جذب کل فسفر ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف بصورت معنی‌داری افزایش یافت.

ژنوتیپ URB81/3 در مقایسه با ژنوتیپ‌های دیگر بیشترین میزان غلظت فسفر در کاه و کلش و نیز جذب کل فسفر بیشتری داشت. این نتایج با تحقیقات فوز و همکاران (۱۹۹۱) و همچنین با یافته‌های کرولی و همکاران (۱۹۹۳) مشابه است که گزارش کرده‌اند توانایی جذب مواد غذایی در ژنوتیپ‌ها متفاوت است. علت اختلاف در جذب، در نتیجه داشتن تفاوت‌های مورفولوژیکی ریشه و اثر متقابل ریشه با خاک و کود بوده است.

اثرات سال نشان داد عملکردهای دانه در سال ۸۹- ۱۳۸۸ در مقایسه با سال‌های ۹۰ -۱۳۸۹ و ۹۱- ۱۳۹۰ بالاتر بود اما، عملکرد کاه کلش، غلظت فسفر دانه و کاه کلش و جذب کل فسفر در سال ۹۰-۱۳۸۹ در مقایسه با سالهای ۸۹-۱۳۸۸ و ۸۹-۱۳۹۰ بیشتر بود (جدول ۴). اثرات سال در عملکردهای دانه و کاه کلش و جذب فسفر را می‌توان به اثرات میزان باران و توزیع آن و رقت غلظت فسفر ارقام و ژنوتیپ‌های جو به میزان رشد و رطوبت موجود در خاک نسبت داد (جداول۱ و ۴). از این نتایج استنباط می‌شود که میزان و توزیع بارندگی در میزان رشد ارقام و ژنوتیپ‌های جو تاثیر دارد و غلظت و جذب فسفر به میزان رشد، مصرف کود فسفر، ارقام و ژنوتیپ‌های جو بستگی دارد.

با افزایش مصرف فسفر، ارقام و ژنوتیپ‌های جو در میزان غلظت فسفر دانه تفاوت معنی‌داری داشتند. بطور مشابه با افزایش فسفر، غلظت فسفر کاه و کلش و جذب فسفر کل در ژنوتیپ‌ها بطور معنی‌داری افزایش یافت. ژنوتیپ‌های Dari-ERB87/2 و URB81/3 در مقایسه با دیگر ژنوتیپ‌ها و ارقام

بیشترین غلظت فسفر کاه و کلش را داشتند. بطور مشابه Dari-ERB87/2، Dayton Rany، Gara Abidar ,URB81/3T Arpa و URB81/5 در مقایسه با ژنوتیپ ERB86/9 بیشترین میزان جذب کل فسفر را داشتند (جداول۴ و ۵).

جدول ۴- اثرات سال، فسفر بر روی عملکردهای دانه، کاه و کلش، غلظت فسفر در دانه، کاه وکلش و کل فسفر جذب شده توسط ژنوتیپ‌ها و ارقام جو

	تیمار	عملکرد کاه و کلش	عملکرد دانه	غلظت فسفر در دانه	غلظت فسفر در کاه و کلش	کل فسفر جذب شده	شاخص برداشت
سال	۸۹-۱۳۸۸	۳۵۷۲	۱۹۳۹	۰/۲۴	۰/۱۲	۹/۳۲	۰/۴۸
	۹۰-۱۳۸۹	۳۶۳۷	۱۷۷۳	۰/۳۱	۰/۱۳	۱۰/۰۴	۰/۴۶
	۹۱-۱۳۹۰	۲۹۳۸	۱۱۵۶	۰/۳۰	۰/۱۰	۶/۵	۰/۴۷
	LSD (P≤0.05%)	۶۰۱	۱۴۹/۵	۰/۰۵	۰/۰۰۸	۰/۸۷	۰/۰۱۳
فسفر	صفر	۳۰۶۰	۱۳۶۰	۰/۲۷	۰/۰۸۶	۶/۲۱	۰/۴۵
	۱۵	۳۳۱۵	۱۶۳۴	۰/۲۷	۰/۱۱	۷/۸۶	۰/۴۵
	۳۰	۳۵۵۷	۱۷۶۶	۰/۲۹	۰/۱۳	۹/۲۳	۰/۴۷
	۴۵	۳۵۹۶	۱۸۳۱	۰/۳۱	۰/۱۵	۱۱/۱۷	۰/۴۸
	LSD (P≤0.05%)	۳۴۲	۱۲۷/۸	۰/۰۲۷	۰/۰۰۶	۰/۶۹	۰/۰۲۲
رقم	۱	۳۳۹۷	۱۶۶۳	۰/۲۹	۰/۱۱	۸/۳	۰/۴۷
	۲	۳۴۰۸	۱۶۱۳	۰/۲۹	۰/۱۱	۸/۴	۰/۴۶
	۳	۳۵۴۳	۱۶۵۴	۰/۲۹	۰/۱۲	۸/۹	۰/۴۷
	۴	۳۴۵۳	۱۶۲۷	۰/۲۸	۰/۱۱	۸/۷	۰/۴۵
	۵	۳۲۵۴	۱۶۷۴	۰/۲۹	۰/۱۴	۹/۴	۰/۴۶
	۶	۳۲۳۵	۱۶۳۰	۰/۲۹	۰/۱۲	۸/۴	۰/۴۶
	۷	۳۵۲۴	۱۶۲۱	۰/۲۷	۰/۱۱	۸/۷	۰/۴۶
	۸	۳۰۸۵	۱۵۲۶	۰/۲۸	۰/۱۲	۷/۹	۰/۴۶
	۹	۳۳۶۶	۱۵۹۱	۰/۲۹	۰/۱۱	۸/۲	۰/۴۶
	۱۰	۳۵۸۵	۱۶۲۸	۰/۲۸	۰/۱۳	۹/۱	۰/۴۷
	LSD (P≤0.05%)	۳۱۷	۱۰۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	۰/۵۹	۰/۰۲

نتایج این پژوهش با پژوهش‌های انجام گرفته مشابه است که نشان می‌دهد اختلاف در میزان جذب فسفر خاک توسط ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف جو می‌تواند به دلیل اختلاف در طول ریشه و نسبت طول ریشه به میزان برگ و ساقه (اندام‌های هوایی) بوده باشد (قرولی و همکاران، ۱۹۹۳; گراهام، ۱۹۹۴; فوز و همکاران، ۱۹۸۸; فجریا و بالیقار، ۱۹۹۷). همچنین ستل‌مچر و همکاران (۱۹۹۴)گزارش کردند که نیاز ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف جو برای جذب فسفر در میزان‌های یکسان متفاوت می‌باشد.

اثرات مصرف میزان‌های مختلف فسفر در سال‌های متفاوت در میزان شاخص برداشت جو نشان داد که افزایش میزان فسفر در میزان شاخص برداشت در سال‌های متفاوت برای ارقام و ژنوتیپ‌های تاثیر

معنی‌داری دارد. بطوریکه شاخص‌های برداشت در سال ۸۹-۱۳۸۸ برای سطوح مختلف فسفر ۳۰ و ۴۵ کیلو گرم در مقایسه با سطوح صفر و ۱۵ کیلوگرم پنتااکسید بیشترین میزان‌ها را داشتند شاخص برداشت در سال ۸۹-۱۳۸۸ در مقایسه با سال‌های ۹۰-۱۳۸۹ و ۹۱-۱۳۹۰ بالاترین میزان را داشت (جدول ۶).

جدول ۵- اثرات میزان های مختلف فسفر(پنتا اکسید فسفر) وارقام و ژنوتیپ‌های مختلف در میزان غلظت در دانه، کاه و کلش و جذب فسفر ارقام و ژنو تیپ‌های مختلف جو

غلظت فسفر در دانه (بر حسب درصد)	Sahand	Abidar	URB81/5	URB81/3	URB82/9	Gara Arpa)	Dari/ERB85/1	ERB86/9	Dari-ERB87/2	Dayton Rany
صفر	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۶	۰/۲۹	۰/۲۶	/۲۶	۰/۲۶
۱۵	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۲۷	/۲۷	۰/۲۷
۳۰	۰/۳۰	۰/۲۹	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۲۷	۰/۳۰	۰/۲۹	/۳۰	۰/۲۷
۴۵	۰/۳۴	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۲	۰/۳۰	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۰	/۳۴	۰/۳۱
LSD (P≤0.01)	۰/۰۳۱									

ادامه جدول ۵

غلظت فسفر در کاه و کلش (بر حسب درصد)	Sahand	Abidar	URB81/5	URB81/3	URB82/9	Gara Arpa)	Dari/ERB85/1	ERB86/9	Dari-ERB87/2	Dayton Rany
صفر	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۷	/۰۷	۰/۰۸
۱۵	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۰	/۱۰	۰/۱۱
۳۰	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۴	/۱۱	۰/۱۳
۴۵	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۶	/۱۴	۰/۱۷
LSD (P≤0.01)	۰/۰۱۵									

ادامه جدول ۵

جذب کل فسفر در ژنوتیپ‌های جو (کیلو گرم در هکتار)	Sahand	Abidar	URB81/5	URB81/3	URB82/9	Gara Arpa)	Dari/ERB85/1	ERB86/9	Dari-ERB87/2	Dayton Rany
صفر	۶/۲	۶/۱	۶/۶	۷/۲	۷/۰	۵/۹	۵/۵	۵/۸	۶/۲	۶/۲
۱۵	۷/۷	۸/۱۴	۷/۴	۹/۲	۷/۲	۷/۹	۷/۱	۷/۹	۸/۶	۷/۷
۳۰	۸/۶	۹/۶	۹/۴	۱۰/۱	۸/۸	۹/۵	۸/۸	۸/۶	۹/۲	۸/۶
۴۵	۱۰/۹	۱۱/۷	۱۱/۶	۱۱/۱	۱۰/۷	۱۱/۵	۱۰/۱	۱۰/۳	/۳	۱۰/۹
LSD (P≤0.01)	۱/۳									

جدول ۶- اثرات سال و میزان فسفر در میزان شاخص برداشت ارقام و زنوتیپ‌های جو درصد

شاخص برداشت ژنوتیپ‌های مختلف جو	سال۸۹-۸۸	سال۹۰-۸۹	سال ۹۱ -۹۰
صفر	۴۳	۴۶	۴۳
۱۵	۴۳	۴۶	۴۴
۳۰	۴۸	۴۶	۴۶
۴۵	۴۹	۴۷	۴۷
LSD (P≤0.05)		۰/۶۹	

جدول ۷- میزان باز یافت ظاهری فسفر ارقام و ژنوتیپ های جو بر حسب در صد در مقادیر مختلف مصرف فسفر(پنتا اکسید فسفر)

ردیف	ارقام و ژنوتیپ های جو	۱۵ کیلو گرم پنتا اکسید	۳۰ کیلو گرم پنتا اکسید فسفر	۴۵ کیلو گرم پنتا اکسید فسفر
۱	Dayton Rany	۱۱	۱۳	۱۲/۶
۲	Sahand	۱۰	۸	۱۱
۳	Abidar	۱۴	۱۱/۸	۱۲/۴
۴	URB81/5	۶	۹/۷	۱۱/۱
۵	URB81/3	۱۳	۹/۶	۸/۵
۶	URB82/9	۲	۶	۶/۶
۷	Gara Arpa	۱۳/۵	۱۱/۸	۱۲/۴
۸	Dari/ERB85/1	۱۰/۶	۱۱/۲	۱۰/۳
۹	ERB86/9	۱۴	۹/۳	۹/۸
۱۰	Dari-ERB87/2	۱۶	۱۰	۱۳/۷
	LSD(P≤0.05)	۸/۷	۴/۳	۲/۸

کارایی باز یافت ظاهری

بازیافت ظاهری فسفر واریته و ژنوتیپ‌های مختلف در مقادیر مصرف فسفر اختلاف معنی داری داشتند. بازیافت در میزان مصرف فسفر ۱۵ کیلو گرم پنتااکسید فسفر میزان از ۲ تا ۱۶ درصد متغییر بود و این در حالی است این اختلاف در بازیافت ظاهری در مقادیر ۳۰ و ۴۵ کیلو پنتا اکسید فسفر از ۶ تا ۱۳/۷ بود(جدول ۷). این نشان می‌دهد بازیافت ظاهری با افزایش میزان مصرف کود فسفری کاهش یافته است. نتایج بازیافت ظاهری ژنوتیپ‌های URB82/9 و URB81/5 نشان داد توانایی جذب فسفر این ژنوتیپ‌ها در تیمارهای شاهد و مصرف کم فسفر در مقایسه ارقام سهند، آبیدر، دایتون و دیگر ژنوتیپ‌های جو بیشتر بود، در حالی رقم سهند، آبیدر و دیتون و دیگر ژنوتیپ‌ها با افزایش مصرف فسفر کارایی باز یافت ظاهری آنها با افزایش میزان مصرف فسفر افزایش یافت و یا بعبارات دیگر میزان جذب فسفر آنها با افزایش فسفر افزایش پیدا کرد (جدول ۷). فوز و همکاران در۱۹۸۸ و ستلمچر و همکاران در سال ۱۳۹۴ نشان دادند استفاده از ارقام دارای بهره‌وری بالای فسفر، کاربرد کودهای فسفری را کاهش می‌دهد. بطور مشابه استفاده از ژنوتیپ‌های

URB82/9 و URB81/5 با حداقل میزان فسفر جذب فسفر افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

با افزایش میزان مصرف فسفر عملکردهای دانه و کاه و کلش، غلظت فسفر دانه، کاه و کلش و جذب کل فسفر جو افزایش می‌یابد. ارقام و ژنوتیپ‌های جو در میزان عملکرد دانه، کاه و کلش و جذب فسفر متفاوت بودند. استفاده از ژنوتیپ‌های URB82/9 و URB81/5 در مقایسه با ارقام سهند، آبیدر و دایتون و دیگر ژنوتیپ‌ها با حداقل میزان فسفر مصرفی جذب فسفر آنها افزایش می‌یابد. در حالی ارقام سهند، آبیدر و دایتون و دیگر ژنوتیپ‌ها با افزایش مصرف فسفر جذب فسفر آنها افزایش می‌یابد. جذب فسفر کل با میزان بارندگی و توزیع آن، رشد گیاه، میزان مصرف کود فسفره و ارقام و ژنوتیپ‌ها تغییر می‌یابد.

منابع

علی احیائی مریم، بهبهانی زاده علی اصغر. شرح روشهای تجزیه خاک (جلد اول). انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۸۹۳، ص ۱۲۹.

سالاردینی، علی اکبر. ۱۳۶۶. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران. شماره ۱۷۳۹.

سید قیاسی، میر فتاح .۱۳۷۲. گزارش مطالعات خاکشناسی تفصیلی اراضی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم. انتشارات مرکز تحقیقات آذربایجان شرقی.

Bacon PE, Davey, BG. 1982. Nutrient availability under trickle irrigation: II. Mineral nitrogen. *Soil Science Society of America Journal* 46, 987-993.

Barrow NJ, Bolland MDA, Allen DG. 1998. Effect of previous additions of superphosphate on sorption of phosphate. Aust. J. Soil Sci. 33: 359-372.

Busman L, Lamb J, Randall G, Rehm G, Schmitt M. 2002. The nature of Phosphorus in soils. Regents of the University of Minnesota.

Bolland MDA, Gilkes RJ. 1997. The agronomic effectiveness of reactive phosphate rocks. Aust Exp Agr.37: 937-946

Clarkson DT. 1985. Factors affecting mineral nutrient acquisition by plants. *Annual Review of Plant Physiology* 36, 77-115.

Fagria, NK, Baligar VC. 1999. Phosphorus-use efficiency in wheat genotypes. *Journal of Plant nutrition* 22, 331-340

Föhse D, Claassen N, Jungk A. 1988. Phosphorus efficiency of plants. External and internal P requirement and P uptake efficiency of different plant species. *Plant and Soil* 110, 101-109.

Föhse D, Claassen N, Jungk A. 1991. Phosphorus efficiency of plants. II. Significance of root radius and cation-anion balance for phosphorus influx in seven plant species. *Plant and Soil* 132, 261-272.

Gourley CJP, Allan DL, Russell MP. 1993. Defining phosphorus efficiency in plants. *Plant and Soil* 155/156, 29-37.

Gourley CJP, Allan DL, Russelle MP. 1994. Plant nutrient efficiency: A comparison of definitions and suggested improvement. *Plant and Soil* 158, 29-37.

Graham RD. 1984. Breeding for nutritional characteristics in cereals. *Advances in Plant Nutrition* 1, 57-102.

Johnston AEJ, Syers, JK. 2009. A new approach to assessing phosphorus use efficiency in agriculture. Better Crops, 93(3):14-16

Mengel K, Kirby EA. 1982. *Principles of Plant Nutrient*. pp. 63-89. International Potash Institute Bern, Switzerland.

Moll RH, Kamprath EJ, Jackson WA. 1982. Analysis and interpretation of factors, which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agronomy Journal* 74:562-564.

Rayment GR, Higgison FR. 1992. Australian laboratory handbook of soil water chemical methods. PP. 89-92. Inkata, Melbourne, Australia.

Ratnayake M, Leonard RT, Menge JA. 1978. Root exudation in elation to supply of phosphorus and its possible relevance to mycorrhizal formation. *New Phytology* 81, 543-552.

Ryan J. 1983. Phosphorus and its utilization in soils of dry region. Geoderma 29: 341- 354.

Sattlemacher B, Horst WJ, Becker HC. 1994. Factors that contribute to genetic variation for nutrient efficiency of crop plants. *Zeitschift fÜr Pflanzenenahrung und Bodenkunde* 157, 215-224.

White RE. 1980. Retention and release of phosphate by soil and soil constituents. In: *Soils and Agriculture*, ed. Tinker PB. pp. 71-114. Blackwell Scientific Publication, Oxford.

Study on phosphorus uptake and yields of different barley varieties and genotypes at different fertilizer application rates under dryland condition

G.R. Valizadeh*, B. Sadeghzadeh, J. Asghari Meydani

Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension (AREEO), Maragheh, Iran

Abstract

Study on differences of barley varieties and genotypes at different P fertilizer rates on grain yields and P uptake under dry land condition was carried out. In this study, experiments were conducted with four levels of phosphorus fertilizer rates as a main plots and ten barley varieties and genotypes as sub plots with split plot design with three replications from 2009 to 2012 in main station of Dryland Agricultural Research Institute. Results showed that with increasing phosphorus application rates, grain and straw yields, P concentration, P uptake of different wheat varieties and genotypes were differently and significantly increased. Phosphorus treatments 30 and 45 kg P2O5/ha compared to control (0 P2O5/ha) had highest grain, straw yields, P concentration in grain and straw, and total P uptake. Barley genotypes and varieties were not significantly different in grain yields, but differed relatively due to selected and evaluated genotypes in cereal section for drought condition. URB81/3, Abidar, Dayton compared to other had highest grain and straw yields. Total P uptake for different varieties and genotypes were differed significantly. Genotype Dari-ERB87/2 had highest P uptake compared to other genotypes and varieties. Barley genotypes and varieties indicated that URB82/9 and URB81/5 had highest P uptake at low phosphorus application compared to other varieties and genotypes, while the other genotypes increased P uptake with increasing P rates. It can be concluded that addition P fertilizer to soil increase barley yields. Varieties and genotypes differed in P uptake and relatively grain and straw yields. Yields of barley and P uptake depend on growth rates, rain fall and its distribution, P application rates and differences of barley genotypes. URB82/9 and URB81/5 can increase P uptake at less applied phosphorus fertilizer.

Keywords: genetic Barley genotypes and varieties, P fertilizer, P uptake, P recovery, grain and straw yields.

* *Corresponding author: gh.valizadeh@areeo.ac.ir* *Received: 2017/02/04 Accepted: 2017/08/14*