نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۰، ص. ۴۴۵-۴۳۶

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.3, Jul-Aug 2011, p. 436-445

توزیع فسفر و روی در اندام ها و در مراحل مختلف رشد گندم در مزرعه

مریم زاهدی فر[1*]- نجفعلی کریمیان[2]- عبدالمجید رونقی[3]- جعفر یثربی[4]- یحیی امام[5]

تاریخ دریافت:۸۸/۱۱/۲۰
تاریخ پذیرش:۹۰/۲/۴

چکیده

به منظور تعیین زمان بیشترین نیاز گندم زمستانی (*Triticum aestivum* L.) به کود فسفری و چگونگی توزیع فسفر و روی در اندام های مختلف گندم رقم شیراز در مراحل مختلف رشد در شرایط مزرعه، نمونه هائی از اندام های مختلف گیاه در هفت مرحله رشد گیاه (از انتهای پنجه زنی تا رسیدن کامل دانه) جمع آوری و مقدار فسفر و روی آنها اندازه گیری شد. نمونه خاک محل رشد گیاه نیز همزمان برداشته شد و برای همان عناصر مورد تجزیه قرار گرفت. نمونه برداری از سه قطعه مزرعه ۵ هکتاری در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ انجام شد. نتایج نشان داد که غلظت فسفر و روی در اندام هوایی از انتهای مرحله پنجه زنی تا مرحله رسیدن کامل دانه کاهش یافت. غلظت فسفر و روی در برگ پرچم و شاخساره از مرحله شیری شدن تا رسیدن کامل دانه (مرحله ۷ تا ۹ رشد) کاهش یافت در حالی که در سنبله افزایش یافت. در این تحقیق بین غلظت فسفر یا روی در گیاه و خاک در مراحل مختلف رشد رابطه معنی داری مشاهده نشد. شباهت تغییرات فسفر و روی در برگ پرچم و شاخساره نشان داد که غلظت فسفر و روی برگ پرچم (اغلب به عنوان تجزیه غیر تخریبی) می تواند به عنوان شاخص مناسبی برای ارزیابی وضعیت تغذیه ای گیاه گندم زمستانی در شرایط مزرعه استفاده شود.

واژه های کلیدی: تجزیه برگ پرچم، مراحل رشد گندم، کدهای ده دهی زیداکس، تجزیه سنبله

مقدمه

غلات دانه ای نقش ویژه و مهمی در الگوی مصرف هر کشور دارند و یکی از مهمترین تولیدات غذایی برای انسان به حساب می آیند. از این جهت گندم (*Triticum aestivum* L.) مهمترین غله دانه ای و همچنین مهمترین گیاه زراعی به شمار می آید. این گیاه، در کشور ما نیز یک محصول بسیار مهم غذایی است که در سطح وسیعی کشت می شود. به منظور افزایش کیفیت این محصول و برنامه کوددهی موثر و مناسب آن، شناسایی مراحل مختلف رشد گیاه و همچنین وضعیت عناصر مهم غذایی، ضروری می باشد. تحقیقات نشان می دهد که غلظت فسفر در مراحل مختلف رشد گیاهان متفاوت است و این غلظت تحت تاثیر عواملی مانند غلظت فسفر در خاک است (۳و ۲۴). گرانت و همکاران (۷) بیان کردند که برای تولید بهینه گندم، نیاز به فسفر کافی به ویژه در مراحل اولیه رشد است. لازون و میلر (۱۳) نشان دادند که عملکرد ذرت در مرحله ۴ تا ۵ برگی بسیار بیشتر از مراحل انتهایی رشد، به تامین فسفر و غلظت این عنصر در بافت گیاه وابسته می باشد. اوتو و کیلیان (۱۹) اثر کاربرد نواری کود سوپر فسفات را بر مقدار فسفر خاک، رشد و عملکرد گندم در مدت شش سال بررسی کردند. آنان بیان کردند کاربرد کود فسفری منجر به افزایش معنی دار زیست توده و میزان رشد گیاه می شود که این اثر در مراحل اولیه رشد بیشتر بوده به صورتی که پاسخ گندم به کود فسفری در ابتدا و انتهای پنجه زنی، زیاد بود و به تدریج با رشد گیاه کاهش یافت. نتایج مشابهی توسط ماسونی و همکاران (۱۶) و شالت و هرلی های (۲۱) گزارش شده است.

نتایج برخی تحقیقات نشان می دهد که غلظت بحرانی نیتروژن و فسفر در گندم، در مرحله ظهور گل آذین است (۲و ۱۵). کازمینا (۱۲) گزارش کرد که در مراحل پنجه زنی، گسترش ساقه، خوشه دهی، گلدهی، و رسیدگی کامل گندم دوروم رشد یافته طی دو سال در یک خاک رسی، رابطه مشخصی بین مقدار فسفر در بافت‌های گیاهی و سطوح فسفر در خاک وجود ندارد. در تحقیق دیگری به منظور بررسی الگوی رشد و توسعه گندم، تغییرات غلظت عناصر غذایی ضروری مانند نیتروژن، فسفر، مس، منگنز و روی در مراحل مختلف رشد و در

۱،۲،۳و۴- به ترتیب دانشجوی دکتری، استادان و استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
(*- نویسنده مسئول:Email:maryamzahedifar2000@yahoo.com)
۵- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

اندام های مختلف گندم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که غلظت نیتروژن، فسفر، و مس در کل اندام هوایی و همچنین بخش های جداگانه گندم با رشد گیاه، به تدریج کاهش یافت ولی غلظت روی و منگنز ثابت باقی ماند (۱۰). گارنت و گراهام (۶) جذب و توزیع آهن و مس را در گندم رشد یافته در سطوح کمبود و کفایت عناصر غذایی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نمونه برداری در مراحل گل دهی، ۱۸ روز پس از گل دهی، و رسیدگی کامل نشان داد که غلظت روی و منگنز در دانه نسبت به شاخساره کمتر بود.

با توجه به اهمیت کشت گندم در کشور و بالا بودن سطح زیرکشت و میزان مصرف این محصول و همچنین زیاد بودن هزینه های کوددهی و اثرات مخربی که بقایای کودهای مورد استفاده در آلوده کردن محیط زیست دارند، شناسایی و مطالعه نیاز اندام های مختلف گندم به کودهای مورد نیاز در مراحل مختلف رشد ضروری به نظر می رسد. از آنجایی که مطالعات بسیار اندکی در این زمینه انجام شده است تحقیق حاضر با هدف های زیر انجام شد:

۱) بررسی غلظت و جذب فسفر و روی در اندام های مختلف و در مراحل مختلف رشد گیاه گندم در شرایط مزرعه

۲) تعیین رابطه غلظت و جذب فسفر و روی با فراهمی این عناصر در خاک در اندام های مختلف و در مراحل مختلف رشد گیاه گندم در شرایط مزرعه.

مواد و روش ها

با توجه به سطوح فسفر اندازه گیری شده در خاک چندین قطعه از اراضی زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در منطقه باجگاه (Fine, mixed, mesic, Typic Calcixerepts) با طول جغرافیائی ۵۲ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۸۱۰ متر نسبت به سطح دریای آزاد، سه قطعه که تحت کشت گندم رقم شیراز بوده، غلظت فسفر آنها در گستره وسیعی قرار داشته و مساحت تقریبی هر قطعه در حدود پنج هکتار بود، انتخاب شد. در تمام قطعات مورد آزمایش مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل به کار برده شده بود. در هر سه قطعه از ۵ نقطه خاک (گوشه ها و وسط) با سه تکرار بعد از کوددهی نمونه برداری شد (جمعاً ۴۵ نمونه). برخی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی اندازه گیری شده این خاک ها در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک های مزارع مورد مطالعه

ویژگی های خاک	دامنه تغییرات
کلاس بافت	لوم رسی تا رسی
مواد آلی (درصد)	۰/۰۷-۲/۳۵
نیتروژن (درصد)	۰/۰۳-۰/۲
pH خمیر اشباع	۷/۰۳-۷/۸۱
قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع (دسی زیمنس بر متر)	۰/۱-۰/۸۹
سدیم محلول (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	۴/۷۷-۱۲/۷۳
پتاسیم محلول (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	۰/۰۶-۳/۲۲
فسفر قابل عصاره گیری با بی کربنات سدیم (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	۲۰ -۴۰
آهن قابل عصاره گیری با دی.تی.پی.ا (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	۴/۳۹-۱۰/۷۴
منگنز قابل عصاره گیری با دی.تی.پی.ا (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	۵/۹۱-۱۱/۶۸
روی قابل عصاره گیری با دی.تی.پی.ا (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	۰/۵۶-۳/۰۵
مس قابل عصاره گیری با دی.تی.پی.ا (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	۱/۷۲-۳/۹۹

برداشت نمونه‌های بخش هوایی گیاه بر اساس مقیاس ارائه شده توسط زیداکس و همکاران (۱و ۲۳) در هفت مرحله رشد گیاه شامل مرحله سوم (انتهای پنجه زنی)، مرحله چهارم (غلاف رفتن)، مرحله پنجم (ظهور گل آذین)، مرحله ششم (گل دهی)، مرحله هفتم (شیری شدن دانه)، مرحله هشتم (خمیری شدن دانه) و مرحله نهم (رسیدن کامل دانه) انجام شد. در هر کدام از مراحل هفتگانه برداشت نمونه های گیاهی، پنج نمونه گیاه از چهار گوشه و وسط هر قطعه (با سه تکرار) برداشته شد (جمعاً ۴۵ نمونه). بعلاوه در مراحل پایانی رشد شامل مراحل هفتم (شیری شدن دانه)، هشتم (خمیری شدن دانه) و نهم (رسیدن کامل دانه)، از برگ پرچم و سنبله نیز به صورت جداگانه نمونه برداری شد. (نمونه های گیاهی برداشت شده عبارت بودند از: کل اندام هوایی، شاخساره که شامل کل اندام هوایی به جز برگ پرچم و سنبله است، برگ پرچم و سنبله). نمونه های گیاهی برداشت شده با آب مقطر شسته شد و در دمای ۶۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک، و سپس توزین و آسیاب شد و در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس در کوره الکتریکی به صورت خاکستر در آمد. خاکستر

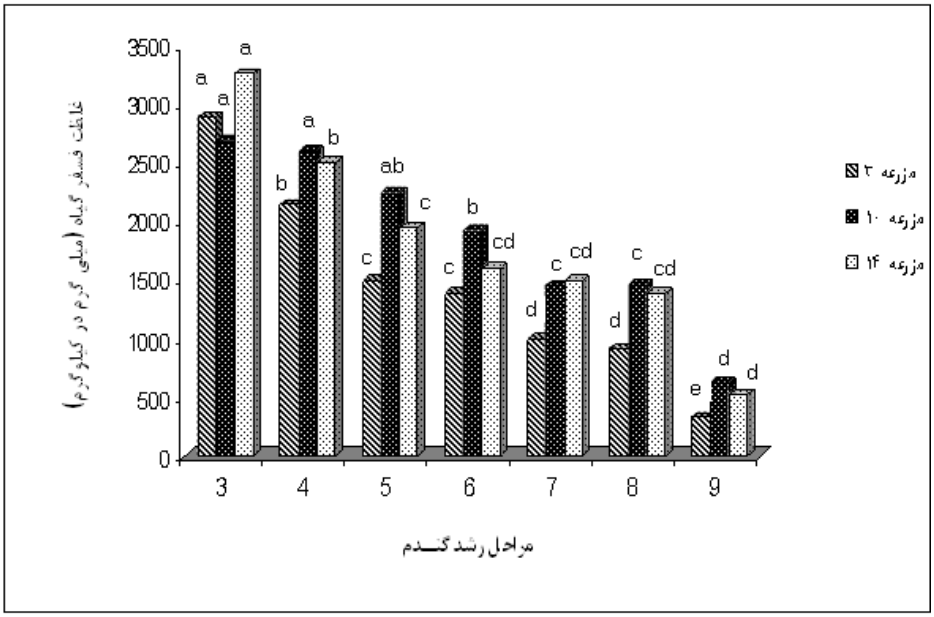
گیاهی حاصل با استفاده از اسید کلریدریک دو مولار عصاره گیری و از کاغذ صافی عبور داده شد (۴). غلظت فسفر در عصاره های گیاهی به روش کو (۱۱) و غلظت روی با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین گردید و مقدار جذب این عناصر در هر یک از اندام های مورد مطالعه از حاصلضرب غلظت عنصر در وزن ماده خشک اندام گیاهی بدست آمد. نمونه خاک محل رشد گیاه (پنج نقطه در هر قطعه با سه تکرار)، تا عمق شخم نیز در تمام مراحل نمونه برداری گیاه، برداشته شد و مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفت. غلظت فسفر قابل استفاده خاک به روش اولسن و همکاران (۱۸) و روی قابل استفاده به روش لیندسی و نورول (۱۴) اندازه گیری شد. نتایج در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و با استفاده از نرم افزارهای آماری EXCEL، MSTATC و SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج

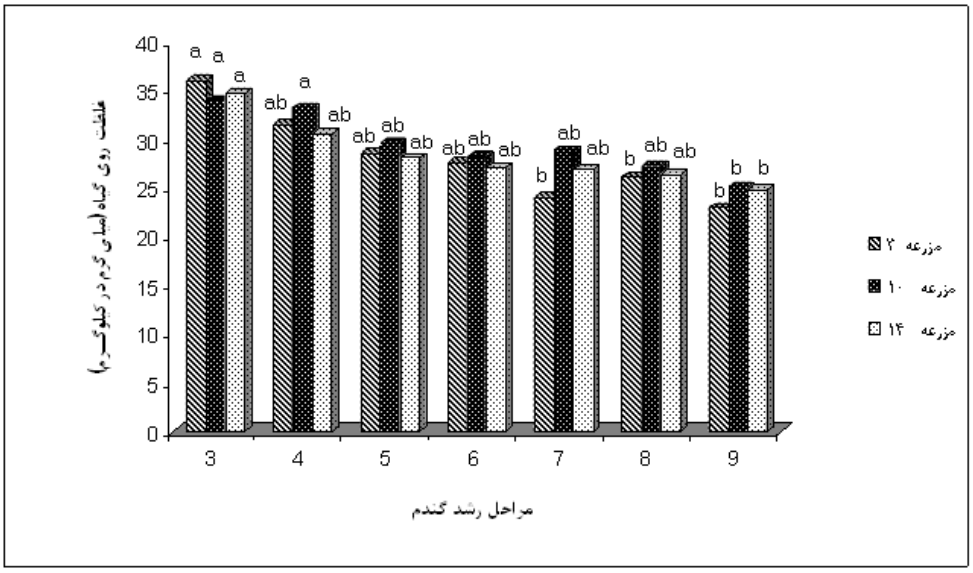
غلظت فسفر اندام هوایی در هر سه قطعه مورد مطالعه از مرحله سوم تا نهم رشد زیداکس به طور معنی داری کاهش یافت (شکل ۱). به طوری که غلظت فسفر از مرحله سوم تا مرحله نهم رشد در قطعات ۳، ۱۰، و ۱۴ به ترتیب از ۲۸۸۵ به ۳۳۲ میلی گرم در کیلوگرم، از ۲۶۷۷ به ۶۱۸ میلی گرم در کیلوگرم و از ۳۲۵۶ به ۵۲۳ میلی گرم در کیلوگرم کاهش یافت که این کاهش به دلیل اثر رقت حاصل از افزایش وزن خشک گیاه از مرحله سوم تا نهم رشد می باشد و نشان می دهد که نسبت جذب فسفر به میزان تولید ماده خشک در مراحل اولیه رشد گیاه بیشتر است.

همانگونه که در شکل ۱ نشان داده شده است در مراحل اولیه رشد غلظت فسفر اندام هوایی در مزرعه ۱۴ بیشترین است که این تفاوت با دو مزرعه دیگر می تواند ناشی از تفاوت مکانی هر نمونه در قطعات مورد مطالعه باشد که در میانگین ظهور می کند. البته در مراحل بعدی با رشد گیاه این روند مقداری متفاوت می شود.

شکل ۲ نشان می دهد که روند تغییرات غلظت روی نیز مشابه فسفر است به این صورت که در هر سه مزرعه غلظت روی اندام هوایی با رشد آن کاهش یافته است و تغییرات در سه مزرعه شبیه یکدیگر است البته غلظت روی در مقایسه با غلظت فسفر از مرحله سوم تا مرحله نهم رشد با شیب کندتری کاهش یافت. به طوری که در مزرعه شماره ۳ این غلظت از ۳۶ در مرحله سوم رشد به ۲۲/۹۳ میلی گرم در کیلوگرم در مرحله نهم، در مزرعه شماره ۱۰ از ۳۴ به ۲۵/۱۲ میلی گرم در کیلوگرم و در مزرعه شماره ۱۴ از میانگین ۳۴/۵ به ۲۵ میلی گرم در کیلوگرم در گیاه کاهش یافته است.



شکل ۱- غلظت فسفر اندام هوایی گیاه در مزارع ۳، ۱۰ و ۱۴ در مراحل مختلف رشد گندم (میانگین مربوط به قطعات آزمایشی مورد مطالعه در مراحل مختلف رشد که حداقل در یک حرف آماری مشترک هستند از نظر آماری براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند)



شکل ۲- غلظت روی اندام هوایی گیاه در مزارع ۳، ۱۰ و ۱٤ در مراحل مختلف رشد گندم (میانگین مربوط به قطعات آزمایشی مورد مطالعه در مراحل مختلف رشد که حداقل در یک حرف آماری مشترک هستند از نظر آماری براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند)

شکل ۳ نشان داده شده است. غلظت فسفر در برگ پرچم و شاخساره با رشد گیاه کاهش، ولی در سنبله افزایش یافت. تفاوت موجود بین غلظت فسفر در سه قطعه مورد آزمایش احتمالاً به دلیل تفاوت در غلظت فسفر قبل از کشت گندم در آنها، تغییرات مکانی فسفر و همچنین تفاوت سایر ویژگی های خاک می باشد. مقدار فسفر قابل دسترس قبل از کاشت گندم در قطعات ۳، ۱۰، و ۱۴ به ترتیب ۴۰، ۳۴، و ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم بود. تفاوت غلظت فسفر در اندام های مختلف گیاه (شاخساره، برگ پرچم و سنبله) قطعه ۳ با دو قطعه دیگر قابل ملاحظه است در حالی که بین دو قطعه ۱۰ و ۱۴ تفاوت کمی مشاهده می شود. بررسی نتایج نشان می دهد که غلظت فسفر در برگ پرچم بیشتر از شاخساره بوده است ولی در مورد روی، غلظت در هر دو اندام مذکور مشابه است که احتمالاً به دلیل تحرک زیاد فسفر و تحرک کمتر روی در گیاه می باشد. عنصری که تحرک بیشتری داشته به مقدار بیشتری به بخش های بالاتر گیاه انتقال یافته است.

جذب[1] فسفر و روی در قطعات مورد مطالعه در اندام های مختلف و در مراحل هفتم، هشتم و نهم رشد در شکل ۴ نشان داده شده است. مشابه غلظت، جذب کل فسفر و روی در سنبله تا مرحله رسیدگی کامل دانه، افزایش یافت در حالی که جذب کل فسفر و روی در شاخساره و برگ پرچم کاهش یافت (به استثنای جذب روی در شاخساره قطعه ۱۴). البته برخی از این کاهش ها از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نبود. بیشترین مقدار جذب فسفر در مزرعه شماره ۱۴ و در مرحله پایانی رشد معادل ۳۳۶ گرم بر متر مربع بود. جذب فسفر در مزارع شماره ۳ و ۱۰ به ترتیب ۲۶۴ و ۲۷۰ گرم بر متر مربع بود. جذب روی نیز در مزرعه شماره ۱۴ بیشترین و بالغ بر ۴/۷۷ گرم بر متر مربع، ولی در مزارع شماره ۳ و ۱۰ به ترتیب ۳/۷۰ و ۳/۵۴ گرم بر متر مربع بود.

روابط رگرسیونی ۱، ۲ و ۳ تغییرات غلظت فسفر بین برگ پرچم و شاخساره گیاه گندم را به ترتیب در مراحل ۷، ۸، و ۹ رشد نشان می دهد:

$$P7_{stem} = 291.588 + 0.514\ P7_{flag} \qquad R^2 = 0.45$$
$$(p \le 0.01, n = 15) \qquad (1)$$

$$P8_{stem} = -554.949 + 0.919\ P8_{flag} \qquad R^2 = 0.76$$
$$(p \le 0.01, n = 15) \qquad (2)$$

$$P9_{stem} = 73.154 + 0.779\ P9_{flag} \qquad R^2 = 0.61$$
$$(p \le 0.01, n = 15) \qquad (3)$$

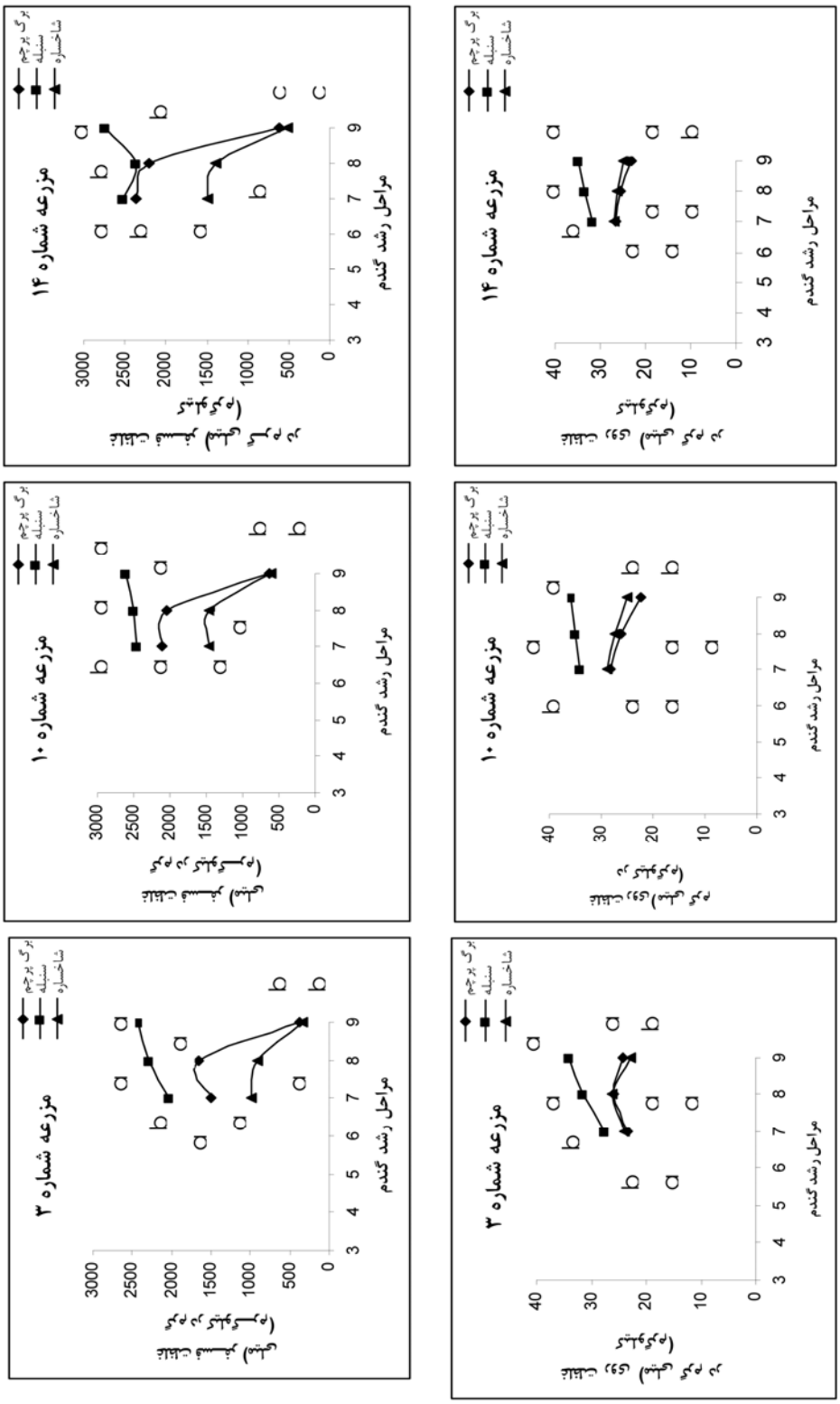
که در آنها $P7_{stem}$ ، $P8_{stem}$ و $P9_{stem}$ غلظت فسفر در شاخساره (میلی گرم در کیلوگرم) و $P7_{flag}$ ، $P8_{flag}$ و $P9_{flag}$ غلظت فسفر در برگ پرچم (میلی گرم در کیلوگرم) به ترتیب در مراحل ۷ و ۸ و ۹ رشد گیاه است.

معادله ۴ رابطه کلی بین غلظت فسفر برگ پرچم و شاخساره گیاه گندم را در مراحل ۷ تا ۹ رشد گیاه نشان می دهد:

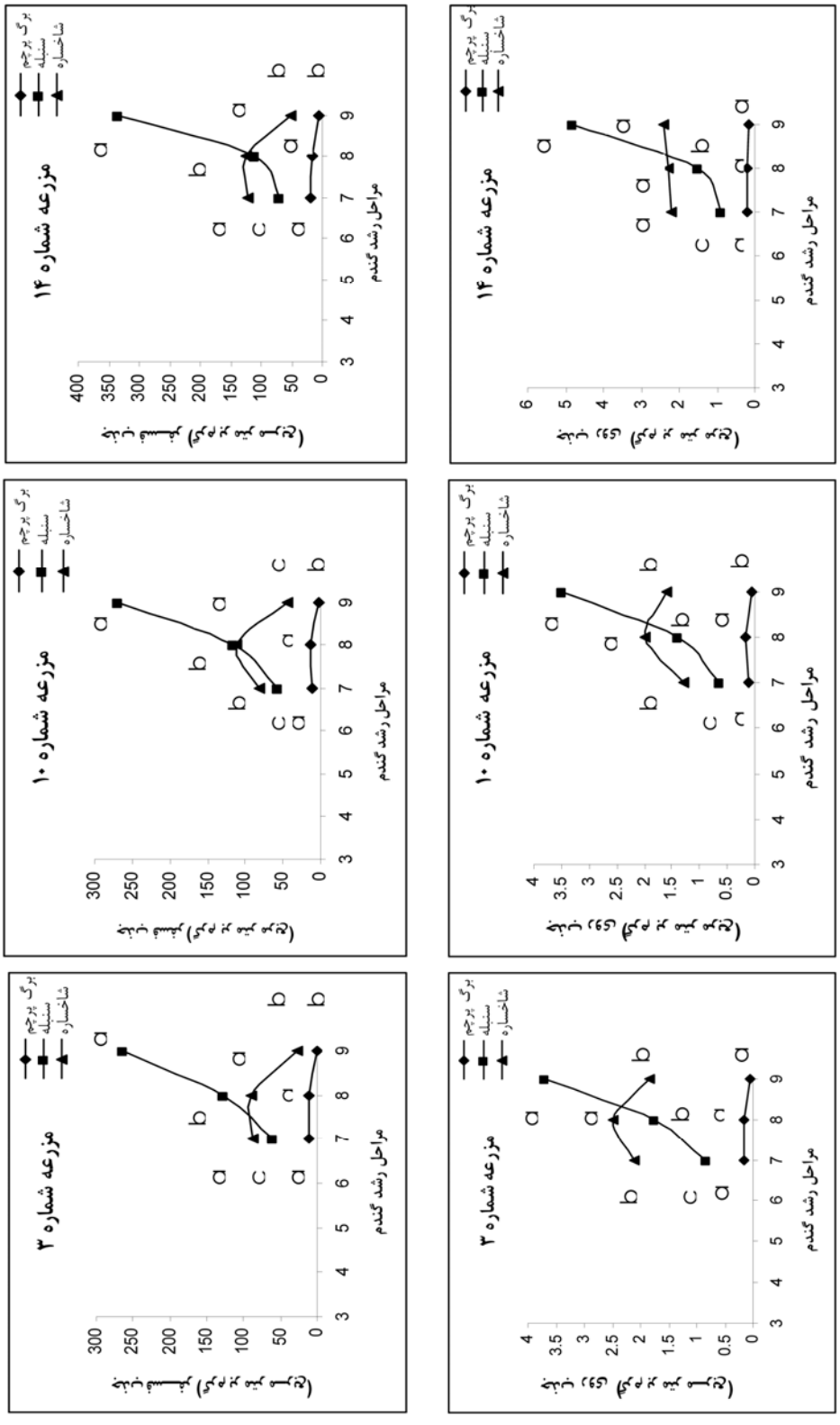
$$P_{stem} = 164.242 + 0.571 P_{flag} \qquad R^2 = 0.92$$
$$(p \le 0.01, n = 45) \qquad (4)$$

که در آن P_{stem} و P_{flag} به ترتیب غلظت فسفر شاخساره و برگ پرچم (میلی گرم در کیلوگرم) می باشد.

1 -Uptake



شکل۳- غلظت فسفر و روی در مراحل هفتم، هشتم، و نهم رشد گیاه گندم در مزارع مورد مطالعه (میانگین هایی که در مراحل مختلف رشد حداقل در یک حرف آماری مشترک هستند از نظر آماری براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند)



شکل ٤ - جذب فسفر و روی در مراحل هفتم، هشتم، و نهم رشد گیاه گندم در مزارع مورد مطالعه (میانگین هایی که در مراحل مختلف رشد حداقل در یک حرف آماری مشترک هستند از نظر آماری براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند)

مقادیر مثبت شیب روابط ۱ تا ۴ نشان می دهد که رابطه بین غلظت فسفر در شاخساره و برگ پرچم در هر یک از مراحل هفت تا نه رشد و یا به طور کلی از مرحله هفت تا نه رشد همسو بوده و با افزایش یا کاهش یکی، دیگری نیز به ترتیب افزایش یا کاهش می یابد. بیشتر بودن شیب و همچنین ضریب تبیین رابطه ۲ در مقایسه با روابط ۱ تا ۳ حاکی از همبستگی مثبت بیشتر بین غلظت فسفر شاخساره و برگ پرچم در مرحله ۸ نسبت به مراحل ۷ و ۹ رشد می باشد.

معادله رگرسیونی ۵ رابطه تغییرات غلظت روی برگ پرچم و شاخساره گیاه گندم را در مرحله ۷ رشد گیاه نشان می دهد:

$$Zn7_{stem} = 10.275 + 0.724\ Zn7_{flag} \qquad R^2= 0.26$$
$$(p \leq 0.01, n =15) \qquad (۵)$$

که در آن $Zn7_{stem}$ و $Zn7_{flag}$ به ترتیب غلظت روی در شاخساره و برگ پرچم گیاه (میلی گرم در کیلوگرم) می باشد.

بین غلظت روی در شاخساره و برگ پرچم در مراحل هشتم و نهم رشد رابطه معنی داری به دست نیامد.

معادله ۶ رابطه کلی بین غلظت روی برگ پرچم و شاخساره گیاه گندم را در مراحل ۷ تا ۹ رشد گیاه نشان می دهد:

$$Zn_{stem} = 10.291 + 0.612\ Zn_{flag} \qquad R^2= 0.68$$
$$(p \leq 0.01, n =45) \qquad (۶)$$

که در آن Zn_{stem} و Zn_{flag} به ترتیب غلظت روی شاخساره و برگ پرچم گیاه (میلی گرم در کیلوگرم) می باشد.

معادله ۶ نشان می دهد که رابطه بین غلظت روی در شاخساره و برگ پرچم به طور کلی از مرحله هفت تا نه رشد همسو بوده و با افزایش یا کاهش یکی، دیگری نیز افزایش یا کاهش می یابد.

بالاتر بودن ضریب تبیین رابطه ۴ در مقایسه با رابطه ۶ نشان می دهد که همبستگی مثبت بین غلظت فسفر شاخساره و برگ پرچم بیشتر از همبستگی مثبت بین غلظت روی شاخساره و برگ پرچم می باشد.

معادلات ۷ و ۸، به ترتیب به طور کلی روابط رگرسیونی بین غلظت فسفر و روی در شاخساره و برگ پرچم را نشان می دهد:

$$P_{stem} = -2381.878 + 131.724\ Zn_{stem} \qquad R^2= 0.42$$
$$(p \leq 0.01, n = 45) \qquad (۷)$$
$$P_{flag} = -4042.678 + 218.523\ Zn_{flag} \qquad R^2= 0.55$$
$$(p \leq 0.01, n =45) \qquad (۸)$$

بررسی روابط بین فسفر و روی شاخساره و برگ پرچم (معادله های ۷ و ۸) نشان می دهد که برهمکنش منفی معروف بین فسفر و روی در شرایط مزارع مورد مطالعه در این تحقیق وجود نداشته بلکه روند تغییرات این دو عنصر نسبت به یکدیگر، همسو می باشد که احتمالاً به دلیل دسترسی ریشه به حجم بیشتری از خاک و جذب عناصر مورد نیاز از جمله روی در مزرعه و دیگر شرایط متفاوت مزرعه در مقایسه با شرایط کشت گلخانه می باشد.

لازم به ذکر است که در این تحقیق بین غلظت فسفر یا روی در گیاه و خاک در مراحل مختلف رشد رابطه معنی داری مشاهده نشد.

بحث

شکل ۱ نشان می دهد که با رشد گندم، در هر سه مزرعه مورد مطالعه، غلظت فسفر گیاه کاهش یافته است. همچنین غلظت روی با رشد گیاه با شیب نسبتاً کندی کاهش یافت. کارلن و ویتنی (۱۰) گزارش کردند که غلظت روی در گندم با رشد گیاه نسبتاً ثابت می ماند. بررسی نتایج به دست آمده از برخی آزمایش های دیگران نشان داد که غلظت فسفر و نیتروژن در گندم، با گذشت زمان به تدریج کاهش یافت (۱۶، ۲۱و ۲۴). پس می توان نتیجه گرفت که جذب فسفر در مراحل اولیه رشد گندم بیشتر از سایر مراحل است. بررسی نتایج نشان داد که بر خلاف شاخساره و برگ پرچم، غلظت فسفر در سنبله با رشد گیاه گندم افزایش یافت (شکل ۳). داروب و همکاران (۵) نیز بیان کردند که غلظت فسفر با رشد گندم، در اندام های رویشی، کاهش، ولی در اندام های زایشی افزایش می یابد. شکل ۳ نشان داد که غلظت روی شاخساره در ابتدا زیاد بوده ولی با رشد گیاه تا مرحله رسیدگی کامل دانه، کاهش یافت. پیرسون و رنگل (۲۰) بیان کردند غلظت روی و منگنز در ریشه و شاخساره در مرحله چهارم رشد، بیشتر از سایر اندام هاست و با توسعه سنبله کاهش می یابد. برخی محققان گزارش کرده اند که بعد از ریشه، شاخساره دومین منبع مهم ذخیره روی در گیاه گندم می باشد (۸ و ۱۷). همچنین گزارش شده است که برگ های پایینی گیاه و برگ پرچم در مراحل ابتدایی توسعه دانه، روی را در خود ذخیره می کند ولی به دنبال آن با رشد گیاه و در مرحله رسیدگی کامل گیاه، این غلظت کاهش می یابد زیرا روی از برگ ها به سمت دانه های رسیده حرکت می کند و در آنجا ذخیره می شود (۹). جذب فسفر در برگ پرچم و شاخساره با رشد گیاه کاهش یافت (شکل ۴). برخی محققان (۳) گزارش کردند که بیشترین جذب نیتروژن در مرحله ظهور گل آذین، در برگ پرچم و در مرحله گل دهی در شاخساره، بیشترین جذب فسفر در برگ پرچم و در شاخساره در مرحله گل دهی بود.

با توجه به مطالب ذکر شده در مورد عناصر فسفر و روی و روند تغییرات آنها در اندام های مختلف گیاه می توان دریافت که تغییرات غلظت عناصر در برگ پرچم و شاخساره مشابه است. بنابراین پیشنهاد می شود که برای ارزیابی وضعیت این عناصر در اندام هوایی به جای تجزیه شاخساره، می توان از تجزیه برگ پرچم در مراحل انتهایی رشد که تغذیه فسفر برای رشد زایشی گیاه از اهمیت زیادی برخوردار است استفاده نمود و آنرا به شاخساره تعمیم داد.

نتیجه گیری

به طور کلی غلظت فسفر و روی در مراحل مختلف رشد گندم متفاوت بود که می تواند به دلیل تفاوت در نیاز گیاه به این عناصر و یا تفاوت در تاثیر سایر عوامل موثر بر جذب این عناصر از خاک در مراحل مختلف رشد گیاه باشد. همچنین غلظت این عناصر در اندام های مختلف گیاه نیز متفاوت بود که می تواند ناشی از تفاوت در نیاز اندام های مختلف گیاه (رویشی و زایشی) به این عناصر و یا تفاوت در میزان تحرک این عناصر بین اندام های مختلف در گیاه باشد. با توجه به نقش مهم فسفر در تکمیل رشد زایشی گیاه و تولید دانه و اینکه اغلب روش های ارزیابی وضعیت تغذیه عناصر از جمله فسفر روش‌های تخریبی هستند و با توجه به شباهت روند تغییرات غلظت فسفر در برگ پرچم و شاخساره گیاه می توان نتایج ارزیابی تغذیه فسفر برگ پرچم را بدون آسیب به کل گیاه به شاخساره تعمیم داد و از آن برای توصیه کودهای فسفری در گندم زمستانه استفاده نمود.

منابع

۱- امام ی. ۱۳۸۶. زراعت غلات. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۹۰ صفحه.

2- Baker J.M., and Tucker B.B. 1973. Critical N, P, and K levels in winter wheat. Communications in Soil Science and Plant Analysis 4(5): 347-358.

3- Bauer A., Frank A.B., and Black A.L. 1987. Aerial parts of hard red spring wheat. II nitrogen and phosphorus concentration and content by plant development stage. Agronomy Journal 79: 852-858.

4- Chapman H.D., and Pratt D.F. 1961. Methods of analysis of Soil, Plant, and Water. University of California, Division of Agricultural Sciwnce. PP. 60-68.

5- Daroub S.H., Gerakis A., Ritchie J.T., Friesen D.K., and Ryan J. 2003. Development of a soil-plant phosphorus simulation model for calcareous and weathered tropical soils. Agricultural Systems 76: 1157-1181.

6- Garnett T.P., and Graham R.D. 2005. Distribution and remobilization of iron and copper in wheat. Annals of Botany 95: 817-826.

7- Grant C.A., Flaten D.N., Tomasiewicz D.J., and Sheppard S.C. 2001 The importance of early season P nutrition. Canadian Journal of Plant Science 81: 211-224.

8- Hannam R.J., Graham R.D., and Riggs J.L. 1985. Redistribution of manganese in maturing *Lupinus angustifolius* cv. Illyarrie in relation to levels of previous accumulation. Annals of Botany 56, 821-34.

9- Hill J., Robson A.D., and Loneragan J.F. 1979. The effect of copper supply on the senescence and the retranslocation of nutrients of the oldest leaf of wheat. Annals of Botany 44: 279-287.

10- Karlen D.L., and Whitney D.A. 1980. Dry matter accumulation, mineral concentration, and nutrient distribution in winter wheat. Agronomy Journal 72: 281-288.

11- Kuo S. 1996. Phosphorus. In Methods of Soil Analysis, Part III, 3rd. p. 869-920. D. L. Sparks et al (eds), SSSA Madison, WI.

12- Kuzmina N.A. 1997. Nitrogen, phosphorus, and potassium concentrations and their balance in durum wheat plants during different growth stages. In: Proceedings of the 13th International Plant Nutrition Colloquium on plant nutrition for sustainable food production and environment (ed. T. Ando et al.), 13-19 Sept. 1997, Tokyo, Japan, pp. 97-98, (Kluwer Academic Publ., Dordrecht, Boston, London)

13- Lauzon J.D., and Miller M.H. 1997. Comparative response of corn and soybean to seed–based phosphorus over a range of soil test phosphorus. Communications in Soil Science and Plant Analysis 28: 205-215.

14- Lindsay W.I., and Norvell W.A. 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society of America Journal 42: 421-448.

15- Malsted S.W., Motto H.L., and Peck T.R. 1969. Critical plant nutrient composition values useful in interpreting plant analysis data. Agronomy Journal 61: 17-20.

16- Masoni A., Ercoli L., Mariotti M., and Arduini I. 2007. Post-anthesis accumulation and remobilization of dry matter, nitrogen, and phosphorus in durum wheat as affected by soil type. European Journal of Agronomy 26: 179-186.

17- McGrath J.F, and Robson A.D. 1984. The distribution of zinc and the diagnosis of zinc deficiency in seedlings of *Pinus radiata* D. Don. Australian Journal of Forest. Research 14: 175-86.

18- Olsen S.R.C., Cole V., Watanabe F.S., and Dean L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA. Circulation 939, Washington, DC: US Government Printing Office.

19- Otto W.M., and Kilian W.H. 2001. Response of soil phosphorus content, growth and yield of wheat to long term phosphorus fertilization in a conventional cropping system. Nutrient Cycling Agroecosystems. 61: 283-292.

20- Pearson J.N., and Rengel Z. 1994. Distribution and remobilization of Zn and Mn during grain development in wheat. Journal of Experimental Botany 45(281): 1829-1835.

21- Schulte R.P.O., and Herlihy M. 2006. Quantifying responses to phosphorus in Irish grasslands: Interactions of soil and fertilizer with yield and P concentration. European Journal of Agronomy 26: 144-153.

22-Whiteny D.A. 1988. Phosphorus facts: soil, plant, and fertilizer. Cooperative Extension Service, Manhattan, Kansas. 7 p.
23- Zadoks J.C., Chang T.T., and Konzak C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14: 415-421.
24- Ziadi N., Blanger G., Cambouris A.N., Tremblay N., Nolin M.C., and Claessense A. 2008. Relationship between phosphorus and nitrogen concentration in spring wheat. Agronomy Journal 100(1): 80-86.

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.3, Jul-Aug 2011, p. 436-445

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۰، ص. ۴۴۵-۴۳۶

Phosphorus and Zinc Distribution in Different Parts and Various Growth Stages of Wheat Under Field Conditions

M. Zahedifar[1*]- N. Karimian[2]- A. Ronaghi[3]- J. Yasrebi[4]- Y. Emam[5]

Received:9-2-2010
Accepted:24-4-2011

Abstract

In order to determine the time of maximum demand of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) to phosphorous fertilizers and P and zinc (Zn) distribution in different parts of wheat at various growth stages and study their relation to the contents of these elements in soil P and Zn under field conditions, samples were collected from different parts of the plants at seven growth stages (i.e., the end of tillering to the complete seed ripening) and analyzed for P and Zn. Soil under the plants were also sampled, simultaneously, and analyzed for the same nutrients. The experimental plots consisted of three 5-ha fields located at Bajgah Experiment Station, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran (52° 32′ E, 29° 36′ N, 1810 m above mean sea level). Samples were taken during 2007-2008. Shoot P and Zn concentrations decreased as the growth proceeded from the end of tillering to the complete seed ripening stage. Phosphorus and Zn concentrations of flag leaf and stem increased from milk development toward complete seed ripening (stages 7 to 9), whereas those of spickle increased. Certain relation between soil and plant P or Zn was not found in the present study. The similarity of the P and Zn changes in flag leaf and stem suggests that flag leaf concentration of P and Zn (i.e., an almost non destructive analysis) can be used for evaluation of nutritional status of winter wheat plants under the field conditions.

Keywords: Flag leaf analysis, Wheat growth stages, Zadoks decimal codes, Spickle analysis

1,2,3,4- PhD Student, Professors and Assistant Professor of Soil Science Department, College of Agriculture, Shiraz University, Respectively
(*- Corresponding Author Email: maryamzahedifar2000@yahoo.com)
5- Professor of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Shiraz University