بررسی تاثیر نیتروژن و پتاسیم بر ترکیبات عنصری برگ گردوی ایرانی

ناصر برومند[۱]، مجتبی مقبلی[۲*]، اسحاق مقبلی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۲۴)

چکیده

گردوی ایرانی (*Juglans regia* L) یکی از مهمترین خشک میوه‌ها است. تغذیه مناسب و کاربرد صحیح عناصر غذایی در خاک یکی از عوامل مهم موثر در رشد و افزایش عملکرد گردو می‌باشد. در این میان نیتروژن و پتاسیم از جمله عناصر مهم در تغذیه گردو بوده و مصرف بهینه این عناصر از نظر اقتصادی و همچنین عملکرد گردو مهم است. آزمایش به صورت فاکتوریل با سه سطح نیتروژن (صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات آمونیوم) و سه سطح پتاسیم (صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار در روستای بندر هنزا واقع در استان کرمان انجام گرفت. نتایج نشان داد کاربرد نیتروژن اثر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن، فسفر، کلسیم و عناصر کم مصرف (آهن، مس، منگنز و روی) در برگ داشت. افزایش مصرف نیتروژن موجب افزایش معنی‌دار غلظت نیتروژن، فسفر، آهن، منگنز، مس و روی شد، اما موجب کاهش غلظت پتاسیم در برگ به از ۱/۳ به ۱/۰۸ درصد و کاهش میزان کلسیم به میزان ۰/۷۵ درصد در برگ شد. مصرف پتاسیم نیز اثر معنی‌داری بر غلظت پتاسیم، فسفر، کلسیم و منگنز در برگ داشت. با افزایش مصرف کود سولفات پتاسیم غلظت نیتروژن و کلسیم برگ کاهش پیدا کرد که نشان دهنده برهمکنش منفی بین این عناصر است. در نهایت می‌توان بیان کرد اثر متقابل نیتروژن و پتاسیم بر غلظت عناصر کم مصرف معنی‌دار بود، در حالیکه تاثیر معنی‌داری بر غلظت عناصر پرمصرف نداشته است.

واژه‌های کلیدی: تغذیه، سولفات آمونیوم، سولفات پتاسیم، عملکرد

Archive of SID

۱- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- دانشجوی دکتری علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس و مدرس دانشگاه جیرفت (مکاتبه کننده)

۳- دانشجوی دکتری علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و مدرس دانشگاه جیرفت

*پست الکترونیک: m.moqbeli@modares.ac.ir

www.SID.ir

مقدمه

گردو یکی از خشک میوه‌های بسیار مهم است که از گذشته‌های دور در ایران کشت شده است و منشاء آن را فلات ایران ذکر کرده‌اند (Moradi *et a.l*, 2004). رویشگاه گردوی ایرانی از کوه‌های کارپات از شرق اروپا آغاز شده و با عبور از کشورهای ترکیه، عراق، ایران، افغانستان و جنوب کشور شوروی سابق به سمت دامنه‌های هیمالیا کشیده شده است (Aslani *et al.*, 2009). بر اساس آخرین آمار فائو، کشور ایران با سطح زیر کشت ۶۵۰۰۰ هکتار و تولید ۱۷۰۰۰۰ تن گردو، چهارمین تولید کننده گردوی جهان است.گردوی ایرانی یکی از منابع ارزشمند گیاهی جهان و به ویژه ایران است (Boroomand & Moghbeli, 2015). ایران با در برگیری بخش زیادی از ناحیه آسیای میانه به عنوان مرکز تنوع و پیدایش بسیاری از گونه‌های زراعی– باغی به ویژه گونه گردوی ایرانی صاحب امتیاز خاصی در این زمینه است (Salcedo *et al.*, 2010).

تغذیه مناسب و صحیح درختان مانند گردو می‌تواند عملکرد و کیفیت محصول را بشدت تحت تاثیر قرار دهد (Boroomand & moghbeli, 2015). گرچه تمامی عناصر بر روی سلامت گیاه نقش دارند، اما نیتروژن و پتاسیم از جمله عناصر مهم و اساسی‌اند که در تغذیه گردو نقش دارند و این موضوع ارتباط زیادی با نسبت نیتروژن به پتاسیم (N/K) در گیاه و میوه‌ها دارد. بطور مثال مقاومت درختان میوه در برابر بیماریهای قارچی و باکتریایی به این نسبت بستگی دارد. همچنین میزان جذب عناصر غذایی نیز تا حدود زیادی تحت تاثیر این نسبت قرار دارد (Marschner, 2011).

نیتروژن از مهمترین عناصر غذایی و عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در محصولات زراعی و باغی می‌باشد. در بین عناصر غذایی ضروری بعد از اکسیژن، هیدروژن و کربن، بالاترین غلظت را در گیاهان داشته و گلوگاه رشد است (Malakouti & Keshavarz, 2004). مقدار نیتروژن با میزان کلروفیل برگ و رشد قطری تنه و رشد طولی سرشاخه ها همبستگی مثبتی دارد و کمبود آن سبب کاهش رشد شاخه‌ها می‌شود (Vance, 2001). در حال حاضر سالانه حدود ۹۸ میلیون تن نیتروژن به صورت انواع کودهای شیمیایی در جهان مصرف می شود. در حال حاضر در ایران حدود ۹۰ درصد کود مصرفی کشور از مجموع ۲/۵ میلیون تن کودهای شیمیایی نیتروژنه- اوره- است، که با توجه به تولید ۸۵ میلیون تن محصولات کشاورزی (زراعی-باغی)، کارایی آن پائین است (Malakouti, 2004). در این بین، انتخاب نوع، مقدار و زمان مصرف صحیح کود می‌تواند در افزایش کارایی کودها بسیار مؤثر باشد.

بر خلاف نیتروژن، ظاهراً پتاسیم بخش الزامی از اجزایی مانند پروتوپلاسم، چربی‌ها و سلولز نیست. عمل آن در طبیعت بیشتر کاتالیزوری است (Tisdale *et al.*, 2003). پتاسیم باعث افزایش رشد و عملکرد و همچنین افزایش اندازه‌ی میوه‌ها و بازار پسندی آن‌ها می‌شود (Barker & Pilbeam, 2010). از آنجایی که پتاسیم یک عنصر پر مصرف مطلوب برای کیفیت درختان میوه محسوب می‌شود، عموماً برای آن لفظ زیاد بود تلقی نمی‌شود. بلکه جذب بیش از حد این عنصر توسط درختان میوه جنبه لوکس داشته و برای فصل بعدی رشد در درختان ذخیره می‌شود. اما از این نظر که اثر رقابتی خود را با عناصر دیگری مانند کلسیم نشان می‌دهد، باید نسبت به ایجاد تعادل بین آن با سایر عناصر اقدام صحیح صورت گیرد (Marschner, 2011).

بررسی‌های بسیاری درباره تنوع ژنتیکی گردوی ایرانی در کشورهای مختلف جهان صورت گرفته که قریب به اتفاق آن‌ها بر روی صفات زراعی– باغی (و بیشتر مربوط به میوه) بوده است (Lansari *et al.*, 2001; Rouskas & Zakynthinos, 2001; Sharma & Sharma, 2001). اما در زمینه تغذیه این درخت با ارزش کارهای بسیار محدود در انجام شده است. بنابراین این تحقیق با هدف بررسی تاثیر نیتروژن و پتاسیم بر ترکیب شیمیایی برگ گردوی ایرانی (*Juglans regia L*) انجام شد.

مواد و روش‌ها

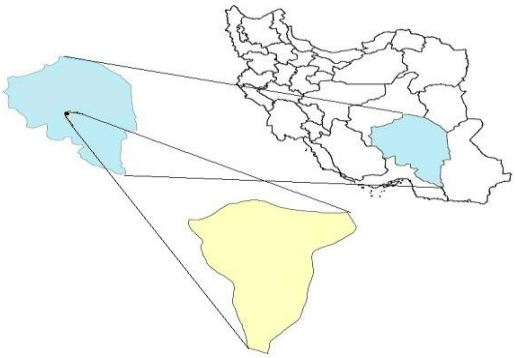
معرفی منطقه مطالعاتی

روستای بندر گردشگری با مساحت ۲۵ کیلومتر مربع در فاصله ۴۲ کیلومتری شهرستان رابر با مختصات جغرافیایی ۵۷ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۵۷ درجه و ۲۴ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۳۹ دقیقه عرض شمالی در استان کرمان قرار گرفته است (شکل ۱). خاک‌های موجود در این منطقه دارای رژیم رطوبتی زریک و اریدیک می‌باشند. میزان بارندگی سالیانه در برخی بخشهای این منطقه بیش از ۴۰۰ میلی‌متر بوده و ارتفاع آن از سطح دریا ۳۰۰۰ متر است. این روستا یکی از مستعدترین

Archive of SID

www.SID.ir

مناطق تولید گردو در استان کرمان است (Boroomand & Moghbeli,2015).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی روستای بندر گردشگری در استان کرمان و ایران

Figure 1. Geographical location Bondare-hanza village in Kerman, Iran

روش انجام تحقیق

این آزمایش در سال ۹۳-۹۲ انجام گرفت. ابتدا یک نمونه خاک از عمق توسعه ریشه درختان گردو به روش نمونه‌برداری مرکب تهیه و برای تجزیه فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نمونه‌برداری شده اندازه‌گیری شد. از جمله این ویژگی‌ها می‌توان به اندازه‌گیری غلظت عناصر آهن، مس، منگنز و روی قابل استفاده (Lindsay & Norvell, 1979)، فسفر قابل استفاده با روش اولسن عصاره‌گیری شد و سپس با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. کربنات کلسیم معادل به روش خنثی سازی با اسید کلریدریک (Page *et al.*, 1982)، pH در عصاره اشباع به وسیله الکترود شیشه‌ای (Rhoades, 1982) ، قابلیت هدایت الکتریکی با هدایت سنج مجهز به جبران کننده دما (Rhoades, 1982) و بافت با روش هیدرومتر (Bouyoucos, 1951) اشاره کرد.

باغ مورد مطالعه بدلایلی از جمله کمبود نیتروژن و پتاسیم (نتایج حاصل از آزمون خاک، مقدار نیتروژن ۰/۱۷ درصد و پتاسیم ۱۳۰ میلی گرم بر کیلوگرم)، یکنواختی درختان، قرار گرفتن در محل مناسب و در دسترس بودن انتخاب شد. آزمایش به صورت فاکتوریل ۳×۳ با سه سطح نیتروژن (صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات آمونیوم) و سه سطح پتاسیم (صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم) در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد.

همه درختان از رقم گردوی ایرانی انتخاب شدند و از نظر شکل ظاهر و سن دارای شرایط نسبتاً مشابه بودند. سن درختان ۱۵سال و فاصله آن‌ها ۱۰ متر بود. و هیچ گونه کود دامی و شیمیایی در سال ۹۱ مصرف نشد. پس از مشخص نمودن درختان و شماره‌گذاری، کودهی نیتروژن و پتاسیم در اوایل فصل بهار و به صورت مصرف خاکی انجام گرفت. در اواسط تابستان نمونه‌های برگی از قسمت سرشاخه‌ها و برگ‌های بالغ جمع آوری و بعد از انتقال به آزمایشگاه غلظت عناصر کم مصرف آهن، مس، منگنز و روی با روش خشک سوزانی و عصاره‌گیری با اسید کلریدریک دو نرمال توسط دستگاه جذب اتمی Perkin - Elmer مدل PC ۵۱۰۰ اندازه‌گیری شد (Emami, 1997) فسفر با روش رنگ سنجی با دستگاه اسپکتروفتومتر و در طول موج ۴۳۰ نانومتر (Cottenie, 1980)، پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر مدل AFP-100، نیتروژن با دستگاه کجلدل و کلسیم و منیزیم با روش تیتراسیون با EDTA اندازه‌گیری گردید.

در نهایت مقایسه میانگین‌ها در سطح پنج درصد آماری با آزمون دانکن انجام شد. پردازش داده‌های حاصل توسط نرم افزار Excel و آنالیز داده‌ها توسط نرم افزار SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع (ECe)، واکنش خاک (pH)، کربنات کلسیم معادل (CCE)، غلظت برخی عناصر و بافت خاک باغ مورد آزمایش در جدول ۱ ذکر شده است.

ترکیب شـــیمیایی برگ: نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثرات نیتروژن و پتاسیم بر غلظت عناصر پرمصرف در برگ گردو در جدول ۲ نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره ۱- برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک مورد آزمایش

Table 1. Some chemical properties of studied soil

Texture	ECe	N	CCE	pH	Available K	Available P	Available Zn	Available Fe	Available Cu	vailable Mn
	$dS\ m^{-1}$	%			$mg\ kg^{-1}$					
Sandy Loam	0.86	0.17	3.8	7.7	130	16	2.5	9.7	5.6	12.1

Ece: هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک؛ CCE: کربنات کلسیم معادل.

Ec_e: Electrical Conductivity of soil saturation extract; CCE: Carbonate Calcium Equivalent

جدول ۲- تجزیه واریانس اثرات نیتروژن و پتاسیم بر غلظت عناصر پرمصرف در برگ گردو

Table 2. Analysis of variance of the effects of nitrogen and potassium on the macronutrients concentration in walnut leaves

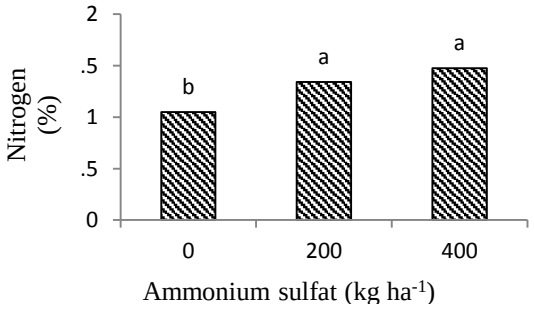
		Mean Square				
Sources changes	Degree of freedom	N	P	K	Ca	Mg
N	2	0.57^{**}	0.006^{**}	0.16^{ns}	1.05^{*}	0.036^{ns}
K	2	0.05^{ns}	0.004^{**}	0.78^{**}	1.78^{**}	0.018^{ns}
K ×N	4	0.01^{ns}	0.0007^{ns}	0.008^{ns}	0.55^{ns}	0.004^{ns}
Error	27	0.044	0.0005	0.054	0.23	0.011
%CV	-	16.28	19.54	19.55	14.29	23.52

ns غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns non-significant *and ** Significant at 5% and 1% probability level, respectively

نیتروژن

همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است، تاثیر کاربرد خاکی نیتروژن بر غلظت این عنصر در برگ معنی‌دار شد. در حالی‌که کاربرد خاکی پتاسیم و اثر متقابل مصرف این دو عنصر (نیتروژن و پتاسیم) تاثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن برگ نداشت. نتایج نشان داد که افزایش کاربرد خاکی کود نیتروژنه از سطح صفر به ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب موجب افزایش ۲۱/۶۴ و ۲۹/۰۵ درصدی غلظت نیتروژن در برگ شد (شکل ۲). همچنین حد بهینه نیتروژن در برگ ۲/۲ درصد است که تیمارهای مختلف غلظت کمتر از حد بهینه را نشان دادند. در آزمایش گودمان و همکاران (Goodman *et al.*, 2014) بر روی گردو مشاهده شد افزایش غلظت نیتروژن منجر به افزایش غلظت نیتروژن برگ شده است. همچنین روستا و سچرینگ (Roosta & Schjoerring, 2007) در آزمایشات خود به نتایج مشابهی دست یافتند. اردال و همکاران (Erdal *et al.*, 2006) در تحقیقات خود نشان دادند که بین میزان کاربرد نیتروژن و میزان جذب آن توسط برخی درختان رابطه مستقیمی وجود دارد. افزایش کاربرد خاکی پتاسیم نیز در سطوح مختلف نیتروژن مصرفی موجب کاهش غلظت نیتروژن در برگ گردو شد که البته این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود. نتایج تحقیقات می و همکاران (Mei *et al.*, 2001)، کاهش غلظت نیتروژن برگ را در سطوح بالای پتاسیم نشان داد که با نتایج این تحقیق هماهنگی دارد. احتمالاً رقابت یونی بین آمونیوم و پتاسیم می‌تواند دلیلی بر کاهش غلظت نیتروژن در سطوح بالای پتاسیم باشد.



شکل ۲- تاثیر کاربرد سولفات آمونیوم بر غلظت نیتروژن برگ

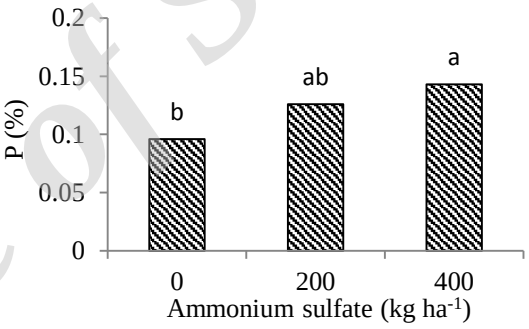
Figure 2. Effect of ammonium sulfate on N concentration in leaves

Archive of SID

www.SID.ir

فسفر

اثر مصرف خاکی کودهای نیتروژن و پتاسیم بر غلظت فسفر در برگ گردو معنی‌دار گردید. اما اثر متقابل این دو عنصر بر غلظت فسفر برگ تاثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). نتایج نشان داد که افزایش مصرف کود نیتروژنه به طور معنی‌داری موجب افزایش غلظت فسفر در برگ گردید. به طوری‌که کمترین غلظت فسفر در سطح صفر نیتروژن مصرفی به میزان ۰/۰۹ درصد و بیشترین غلظت فسفر برگ در سطح ۴۰۰ کیلوگرم نیتروژن مصرفی به میزان ۰/۱۵ درصد اندازه‌گیری گردید (شکل ۳). این نتایج با نتایج آزمایش گودمان و همکاران (Goodman *et al.*, 2014) که بر روی گردو در پاسخ به کود آمونیومی انجام گرفت، مطابقت دارد. روستا و سچرینگ (Roosta & Schjoerring, 2007) نیز در بررسی پاسخ برخی گیاهان به آمونیوم نتایج مشابهی دست یافتند. در آزمایش‌های مختلف مشاهده شد



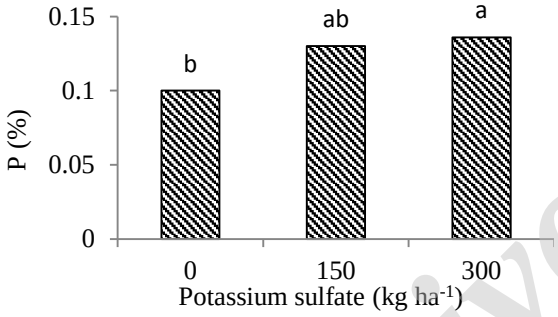
شکل ۳- تاثیر کاربرد سولفات آمونیوم بر غلظت فسفر برگ

Figure 3. Effect of ammonium sulfate on P concentration in leaves

پتاسیم

همان‌گونه که در جدول ۲ نشان داده شده است، اثر کاربرد خاکی کود سولفات پتاسیم بر غلظت پتاسیم در برگ معنی‌دار شد. اما کاربرد نیتروژن و اثر متقابل این دو عنصر (نیتروژن و پتاسیم) بر غلظت پتاسیم برگ تاثیر معنی‌داری نداشت. همچنین با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی غلظت پتاسیم برگ کاهش نشان داد. به طوری‌که با افزایش کود نیتروژنه مصرفی از صفر به ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار، غلظت پتاسیم در برگ بترتیب از ۱/۳ به ۱/۱۶ و ۱/۰۸ درصد کاهش نشان داد، ولی این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود. احتمالاً از دلایل کاهش غلظت پتاسیم برگ با افزایش سطوح نیتروژن می‌توان به اثر رقت اشاره کرد که با افزایش سطوح نیتروژن مصرفی، رشد گیاه زیاد و عناصر غذایی رقیق شده در نتیجه غلظت پتاسیم کاهش نشان

که آمونیوم جذب آنیون‌ها را تحریک می‌کند، ولی جذب کاتیون‌ها را می‌کاهد که معمولاً نتیجه تعادل کاتیون- آنیون در پاسخ به افزایش جذب کاتیون (آمونیوم) می‌باشد که باعث کم شدن بار منفی در گیاه می‌شود و بنابراین جذب فسفر افزایش می‌یابد (Mohammadi *et al.*, 2014). همچنین مصرف آمونیوم می‌تواند تا حدودی pH اطراف ریشه را کاهش دهد و از این طریق به افزایش قابلیت جذب فسفر کمک کند (Marschner, 2011). پتاسیم نیز اثر معنی‌داری بر غلظت فسفر برگ داشت بطوریکه غلظت فسفر برگ با افزایش مصرف کود پتاسه از ۰/۱ به ۰/۱۴ درصد افزایش یافت (شکل ۴). با توجه به اینکه حد بهینه فسفر در برگ گردو ۰/۱ درصد است، تیمارهای ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم نیتروژن مصرفی و ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم پتاسیم مصرفی از نظر فسفر در حد مطلوب قرار گرفتند.



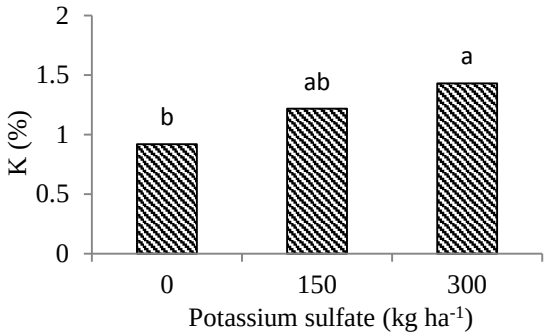
شکل ۴- تاثیر کاربرد سولفات پتاسیم بر غلظت فسفر برگ

Figure 4. Effect of potassium sulfate on P concentration in leaves

می‌دهد (Fekri *et al.*, 2000). فرزانه و همکاران (Farzaneh *et al.*, 2011) نیز در آزمایش بر روی مرکبات نتایج مشابهی بدست آوردند. روستا و سچرینگ (Roosta & Schjoerring, 2007) نیز در آزمایشات خود نتیجه گرفتند کاربرد آمونیوم جذب پتاسیم را در گیاه کاهش می‌دهد.

افزایش کاربرد کود سولفات پتاسیم در خاک از صفر به ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز موجب افزایش پتاسیم برگ بترتیب از ۰/۹ به ۱/۲ و ۱/۴ درصد گردید (شکل ۵). محمدی و همکاران (Mohammadi *et al*, 2014) نیز در آزمایش که بر روی پسته انجام دادند، نتایج مشابهی بدست آوردند. حد بهینه پتاسیم ۱/۲ درصد است که تیمارهای ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم پتاسیم مصرفی از نظر غلظت پتاسیم برگ در حد بهینه قرار گرفتند.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۵- تاثیر کاربرد پتاسیم بر غلظت پتاسیم برگ

Figure 5. Effect of potassium sulfate on K concentration in leaves

منیزیم

حد بهینه منیزیم ۰/۳ درصد است. بنابراین همه تیمارها در وضعیت مطلوب از نظر این عنصر قرار دارند. نتایج نشان داد افزایش مصرف نیتروژن موجب افزایش غلظت منیزیم در برگ گردید (جدول ۲). به طوری‌که کمترین غلظت منیزیم (۰/۳۹ درصد) زمانی مشاهده گردید که هیچگونه کود نیتروژنه ای به خاک اضافه نگردید و بیشترین غلظت منیزیم (۰/۵ درصد) نیز در تیمار کود نیتروژنه ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. اما این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نگردید. تحقیقات نشان داد آمونیوم به طور غیر مستقیم بر روی جذب منیزیم توسط کاهش ورود پتاسیم و کلسیم اثر می‌گذارد (Marschner, 2011). در تحقیقی که بر روی گردو انجام گرفت نیز نشان داده شد که غلظت منیزیم برگ در زمان تغذیه با آمونیوم افزایش یافت (Goodman et al, 2014). همچنین مصرف کود پتاسیم از نظر آماری تاثیر معنی‌داری را برغلظت منیزیم در برگ گردو نداشت.

کلسیم

همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است، از نظر آماری اثر کاربرد نیتروژن در سطح ۵ درصد و کاربرد پتاسیم در سطح یک درصد بر غلظت کلسیم برگ معنی‌دار گردید. نتایج نشان داد که افزایش مصرف خاکی پتاسیم از صفر به ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار موجب کاهش غلظت کلسیم برگ بترتیب از ۳/۴ به ۲/۸۶ و ۲/۶۵ درصد شد (شکل ۶). افزایش مصرف پتاسیم با توجه به اثر آنتاگونیسمی بین پتاسیم و کلسیم باعث کاهش جذب کلسیم توسط گیاه می‌شود (Mozaffari, 2005)، برناردی و همکاران (Bernardi *et al*., 2015) بیان داشتند افزایش پتاسیم در مرکبات سبب کاهش غلظت کلسیم در گیاه می‌شود. برون (Brown, 1995) نیز گزارش دادکه کلسیم با پتاسیم رابطه آنتاگونیسمی دارد و پتاسیم جذب کلسیم را به وسیله گیاه کم می‌کند.

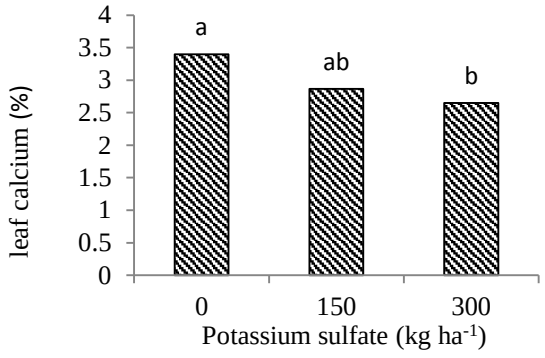
افزایش مصرف کود نیتروژنه نیز از سطح صفر به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار موجب کاهش غلظت کلسیم برگ از ۳/۲ به ۲/۶۵ درصد گردید، اما در تیمار ۴۰۰ کیلوگرم برهکتار نیتروژن مصرفی غلظت کلسیم برگ افزایش یافت (شکل ۷). با توجه به اینکه حد بهینه کلسیم در برگ یک درصد است، در نتیجه در همه تیمارهای مورد آزمایش، برگ گردو در وضعیت کفایت از نظر این عنصر قرار دارد. کاهش غلظت کلسیم احتمالاً ناشی از کاهش جذب کلسیم به علت اثر آنتاگونیسمی با آمونیوم و یا به علت کاهش تعرق در پاسخ به تغذیه آمونیومی می‌باشد (Tabatabaei *et al*., 2006). گودمان و همکاران (Goodman *et al*., 2014) گزارش دادند که تغذیه با آمونیوم در گردو، باعث کاهش غلظت کلسیم در برگ‌ها می‌شود. روستا و سچرینگ (Roosta & Schjoerring, 2007) نیز در آزمایشی بر روی برخی گیاهان، در پاسخ به تیمار آمونیوم به نتایج مشابهی دست یافتند. همچنین نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج (Kotsiras *et al*, 2002; Tabatabaei *et al*., 2006) مطابقت دارد.

عناصر کم مصرف

نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثرات نیتروژن و پتاسیم بر غلظت عناصر کم مصرف در برگ گردو در جدول ۳ نشان داده شده است.

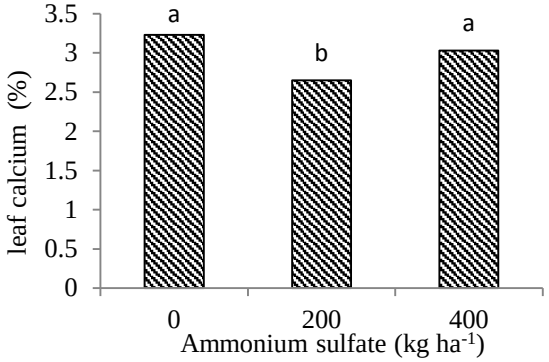
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۶- تاثیر کاربرد سولفات پتاسیم بر غلظت کلسیم برگ

Figure 6. Effect of potassium sulfate application on Ca concentration in leaves



شکل ۷- تاثیر کاربرد نیتروژن بر غلظت کلسیم برگ

Figure 7. Effect of ammonium sulfate application on Ca concentration in leaves

جدول ۳- تجزیه واریانس اثرات نیتروژن و پتاسیم بر غلظت عناصر کم مصرف در برگ گردو

Table 3. Analysis of variance effects of nitrogen and potassium on the concentration of micronutrients in the walnut leaves

Sources changes	df	Mean Square			
		Fe	Mn	Cu	Zn
N	2	8400^{**}	226913^{**}	123.1^{**}	21.33^{*}
K	2	133.33^{ns}	85655^{**}	5.77^{ns}	12^{ns}
K × N	4	11733.3^{**}	19287^{**}	189.7^{**}	103.3^{**}
Error	27	274.07	245.85	3.77	4.96
%CV		5.71	6.82	10.47	10.28

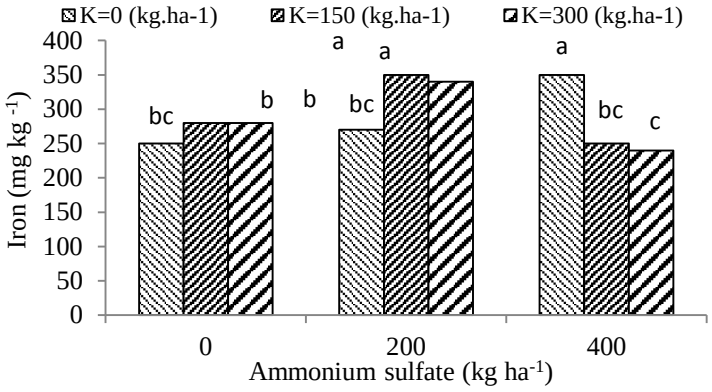
ns غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

(ns non-significant *and ** Significant at 5% and 1% probability level, respectively)

آهن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۳) که اثر کاربرد کود نیتروژنه بر غلظت آهن در برگ معنی‌دار شد. در حالی‌که تاثیر مصرف پتاسیم و اثر متقابل این دو عنصر (نیتروژن و پتاسیم) بر غلظت آهن در برگ گردو معنی‌دار نگردید. نتایج نشان داد با افزایش مصرف کود نیتروژنه از سطح صفر به ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار در صورت عدم مصرف کود سولفات پتاسیم به ترتیب موجب افزایش معنی‌دار غلظت آهن در برگ از ۲۵۰ به ۲۷۰ و ۳۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم شد (شکل ۸). در مقابل افزایش مصرف کود سولفات پتاسیم در سطح صفر و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن مصرفی موجب افزایش غلظت آهن در برگ گردید، همچنین مصرف ۴۰۰ کیلوگرم بر هکتار نیتروژن مصرفی موجب کاهش غلظت آهن شد اما از نظر آماری این تاثیر معنی‌دار نبود (شکل ۸). غلظت بهینه این عنصر ۷۰ میلی‌گرم برکیلوگرم است در نتیجه غلظت آهن برگ در همه تیمارها در وضعیت مطلوب قرار دارد. افزایش جذب آهن احتمالاً به دلیل آن است که آمونیوم موجب کاهش pH در منطقه ریزوسفر می‌شود و جذب عناصر ریز مغذی از جمله آهن افزایش یافت. آزمایش گودمان و همکاران (Goodman *et al*, 2014) بر روی گردو با این نتایج مطابقت دارد. در آزمایشی که توسط زو و همکاران (Zou *et al*, 2001) بر روی تغذیه گیاهان با نیتروژن انجام شد، نشان می‌دهد که کاربرد آمونیوم می‌تواند جذب آهن را افزایش دهد. فراهم کردن آمونیوم می‌تواند باعث تحریک دوباره یا حل شدن آهن در آپوپلاست ریشه یا روی سطح ریشه توسط پایین آوردن pH شود (Zou *et al*, 2001). آمونیوم به احیاء Fe^{3+}- سیترات کمک می‌کند (Mengel, 1995) و باعث انتقال آهن از اندام‌های بالغ به برگ‌های جوان با کم کردن pH آپوپلاست می‌شود (Marschner, 2011; Mangel, 1995).

Archive of SID
www.SID.ir

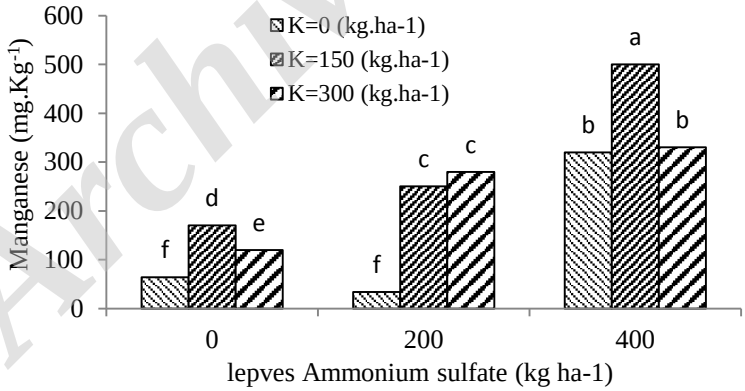


شکل۸- تاثیر کاربرد سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم بر غلظت آهن برگ

Figure 8. Effect of ammonium sulfate and potassium sulfate on Fe concentration in leaves

منگنز

تاثیر مصرف خاکی کودهای نیتروژن، پتاسیم و اثر متقابل این دو عنصر بر غلظت منگنز در برگ معنی‌دار شد (جدول ۳). همانگونه در شکل ۹ نشان داده شده است، افزایش کاربرد کود نیتروژنه از سطح صفر به ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب موجب افزایش معنی‌دار غلظت منگنز در برگ از ۱۱۸ به ۱۸۸ و ۳۸۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم گردید. همچنین با مصرف ۱۵۰کیلوگرم بر هکتار پتاسیم در تیمارهای مختلف نیتروژن بیشترین غلظت منگنز در برگ گردو مشاهده شد. حد بهینه منگنز در برگ گردو ۲۰میلی‌گرم بر کیلوگرم است. غلظت این عنصر در تیمارهای مختلف نشان داد، همه تیمارها از نظر این عنصر در وضعیت مطلوب قرار دارند. در آزمایشی که به وسیله آسیماکوپولو (Assimakopoulou, 2006) در شرایط تغذیه نیتروژن انجام گرفت، مشاهده شد کاربرد آمونیوم باعث افزایش معنی‌دار غلظت منگنز در گیاه شد. همچنین نتایج این تحقیق مشابه یافته‌های اثبات شده توسط کلارک و همکاران (Clark *et al*, 2003) بود که توسط مارچنر (Marschner, 2011) نیز به آن اشاره شده است.



شکل۹- تاثیر کاربرد سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم بر غلظت منگنز برگ

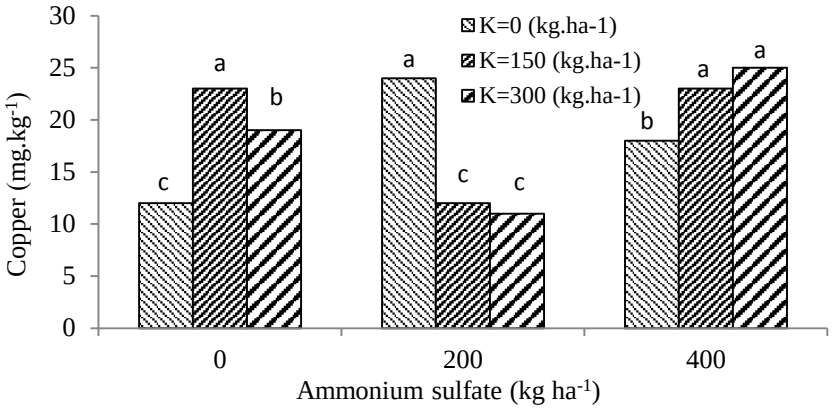
Figure 9. Effect of ammonium sulfate and potassium sulfate on Mn concentration in leaves

مس

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۳ نشان داد که تاثیر کاربرد خاکی نیتروژن و اثر متقابل آن با پتاسیم بر غلظت مس در برگ گردو معنی‌دار شد. همان‌گونه که در شکل ۱۰ نشان داده شده است، بیشترین غلظت مس به میزان ۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در تیمار ۴۰۰ کیلوگرم بر هکتار کود نیتروژنه مصرفی و ۳۰۰ کیلوگرم کود پتاسه مشاهده شده است و کمترین غلظت مس با میزان ۱۲ میلی گرم برکیلوگرم در صورت عدم مصرف کودهای نیتروژنه و پتاسه مشاهده شده است. حد بهینه این عنصر در برگ گردو ۴ میلی‌گرم برکیلوگرم است و در همه تیمارها غلظت مس برگ در حد کفایت گزارش شد..

Archive of SID

www.SID.ir

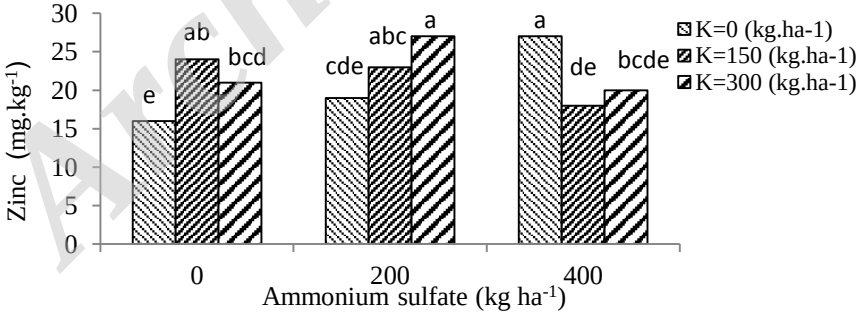


شکل۱۰- تاثیر کاربرد سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم بر غلظت مس برگ

Figure 10. Effect of ammonium sulfate and potassium sulfate on Cu concentration in leaves

روی

حد یهینه روی در برگ گردو ۱۸ میلی‌گرم برکیلوگرم است که در همه تیمارها به جز تیمار شاهد این مقدار در برگ در وضعیت کفایت گزارش شد. نتایج تجزیه واریانس در جدول ۳ نشان داد که تاثیر نیتروژن و اثر متقابل آن با پتاسیم بر غلظت روی در برگ معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها در شکل ۱۱ نشان داده شده است، نتایج نشان داد با افزایش مصرف کود نیتروژنه از سطح صفر به ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار در صورت عدم مصرف کود سولفات پتاسیم به ترتیب موجب افزایش معنی‌دار غلظت روی در برگ از ۱۶ به ۱۹ و ۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم شد. همچنین مصرف کود پتاسه در سطوح مختلف نیتروژن کاربردی اثرات متفاوتی بر غلظت روی در برگ داشت. به طوری‌که افزایش مصرف سولفات پتاسیم در سطح ۲۰۰ کیلوگرم سولفات آمونیوم مصرفی، موجب افزایش غلظت روی در برگ شد. در حالی‌که در تیمار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات آمونیوم مصرفی، موجب کاهش غلظت روی برگ شد. در آزمایشی که به وسیله آسیماکوپولو (Assimakopoulou, 2006) بر روی گیاهان تحت تغذیه نیتروژن انجام گردید، مشاهده شد کاربرد آمونیوم باعث افزایش معنی‌دار غلظت روی، آهن و منگنز در گیاه می‌شود.



شکل۱۱- تاثیر کاربرد سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم بر غلظت روی برگ

Figure 11. Effect of ammonium sulfate and potassium sulfate on Zn concentration in leaves

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد مصرف سولفات آمونیوم تاثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن، فسفر، کلسیم، آهن، مس، منگنز و روی در برگ گردو داشت. کاربرد سولفات پتاسیم نیز اثر معنی‌داری بر غلظت پتاسیم، فسفر، کلسیم و منگنز در برگ داشت. با افزایش مصرف کود سولفات پتاسیم غلظت نیتروژن و کلسیم برگ کاهش پیدا کرد. افزایش کاربرد سولفات آمونیوم موجب افزایش معنی‌دار غلظت نیتروژن، فسفر، آهن، منگنز، مس و روی شد، اما موجب کاهش غلظت پتاسیم و کلسیم در برگ گردید. رقابت یونی بین

Archive of SID
www.SID.ir

آمونیوم و پتاسیم می‌تواند دلیلی بر کاهش غلظت نیتروژن در سطوح بالای پتاسیم باشد. از دلایل دیگر کاهش غلظت پتاسیم برگ با افزایش سطوح مصرفی نیتروژن می‌توان به اثر رقت اشاره کرد. با افزایش سطوح نیتروژن، رشد گیاه زیاد و عناصر غذایی رقیق شده و در نتیجه غلظت پتاسیم کاهش می‌یابد.

References

Assimakopoulou A. 2006. Effect of iron supply and nitrogen form on growth, nutritional status and ferric reducing activity of spinach in nutrient solution culture. *Scientia Horticulturae*, 110:21-29.

Aslani A.A., Vahdati K., Hasani D., and Rahemi M. 2009. Estimation of chilling and heat requirements of some Persian walnut cultivars and genotypes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 44: 697-701.

Bernardi A.C., Carmello Q.A., Carvalho S.A., Machado E.C., Medina C.L., Gomes M.D., and Lima D.M. 2015. Nitrogen, phosphorus and potassium fertilization interactions on the photosynthesis of containerized citrus nursery trees. *Journal of plant nutrition*, 38: 1902-1912.

Barker A.V., and Pilbeam D.J. 2010. Handbook of Plant Nutrition, CRC Press. 91p.

Boroomand N., and Moghbeli M. 2015. Effects of phosphorus and zinc on chemical composition of leaves and brain weight in walnut. *Iranian Journal of soil Research*, 28: 618-624. (In Persian)

Bouyoucos G.J. 1936. Direction for making mechanical analysis of soils by the hydrometer method. *Journal of Soil Science*, 41: 225-228.

Brown P.H. 1995. Diagnosing and correcting nutrient deficiencies. *In*: Ferguson L. (Ed.), Pistachi Production. University of California, Davis. pp. 95-100.

Clark M.B., Mills H.A., Robacker C.D., and Latimer J.G. 2003. Influence of nitrate: ammonium ratios on growth and elemental concentration in two Azalea cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, 26: 2503-2520.

Cottenie A. 1980. Soil and Plant Testing, as a basis of fertilizer recommendations. FAO. Rome. 96p.

Emami A. 1997. Methods of Plant Analysis (Volume I). *Soil and Water Research Institute*, Publication Bulletin No. 982. Tehran, Iran. pp 128. (In Persian).

Erdal I. A., Ertek U.S., and Yilmaz H.I. 2006. Effects of different irrigation programs and nitrogen levels on nitrogen concentration, uptake and utilization in processing tomatoes. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 46: 1653-1660.

Farzaneh N., Gholchin A., and Hashemi M.K. 2010. The effect of nitrogen and boron on growth, yield and concentration of some nutrient elements of Tomato. *Journal of Greenhouse Culture Science and Technology*, 1: 19-29. (In Persian)

Fekri M., Malakouti M.J., and Kalbasi M. 2000. Effects of nitrogen and potassium on nutrient concentrations in leaves, fruit, quality and performance of pistachio. *Journal of Soil and Water Science*. 13:1-4. (In Persian)

Goodman, R.C., Oliet, J.A., Sloan, J.L., Ana Jacobs, D.F. 2014. Nitrogen fertilization of black walnut (*Juglans nigra L.*) during plantation establishment. Physiology of production. *European Journal of Forest Research*, 133: 153-164.

Kotsiras A., Olympios C.M., Drosopoulos J., and Passam H.C. 2002. Effect of nitrogen form and concentration on the distribution of ions within cucumber fruit. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 95:175-183.

Lansari A., Hassani A.E., Nabil D., and Germain E. 2001. Preliminary results on walnut germplasm evaluation in Morocco. *Acta Horticulturae*, 544: 27-35.

Lindsay W.L., and Norvell W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of American Journal*, 42: 421-428.

Malakouti M.J. 2004. Fertilizer use by crops in Iran. A report prepared for FAO, *Soil and Water Research Institute*, Tehran, Iran. 17p. (In Persian)

Malakouti M.J., and Keshavarz P. 2005. Exploration of the Fertility of Iran Soils "Identification and Exploitation." Sana Publications, Tehran, pp 503. (In Persian)

Marschner H. 2011. Marschner's mineral nutrition of higher plants: Academic press.135 p.

Mei S.H., Lai L.T., and Hui. X. 2001. Effects of potassium fertilizer on nutrient absorption and growth of tomato in the greenhouse. *Institute of Vegetables and Flowers*, 4: 14-16.

Mengel K. 1995. Iron Availability in Plant Tissues: Iron Chlorosis on Calcareous Soils. *In*: J. Abadia (Ed). Iron nutrition in soils and plants. *Kluwer Academic Publishers*, pp. 389-396.

Archive of SID

www.SID.ir

Mohammadi Z., Roosta H.R., Tajabadipour A., and Hokmabadi H. 2008. Effect of nitrogen, manure, potassium and iron on yield, fruit quality and leaf mineral nutrient content in *pistacia vera* cv. fandoghi grafted on Badami-Riz Zarand Rootstock. *Journal of Horticultural Science*. 27(2), 1177-129. (In Persian)

Moradi Telavat M.R., Siadat S.A., Nadian H., and Fathi G. 2007. Response of canola grain and oil yields, oil and protein contents to different levels of nitrogen and boron fertilizers in Ahwaz region. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 9: 213-224. (In Persian)

Mozaffari, V. 2005. The role of potassium, calcium, and zinc in controlling pistachio dieback. Ph.D Thesis. Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran. 95p. (In Persian)

Page A.L., Miller R.H., and Keeney D.R. 1982. Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Inc. *Soil Science of America*, Madison, WI. Press, West Lafayette. Ind. pp. 439-455.

Rhoades J.D. 1982. Soluble salts. *In*: Page A.L. (Ed.) Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. Agronomy Monograph no.9. *Soil Science Society of America*, Madison, WI. pp. 167-179.

Roosta H.R., and Schjoerring J.K. 2007. Effects of ammonium toxicity on nitrogen metabolism and elemental profile of cucumber plants. *Journal of Plant Nutrition*, 30:1933-1951.

Rouskas D., and Zakynthinos G., 2001. Preliminary evaluation of seventy walnut (*Juglans regia* L.) seedlings selections in Greece. *Acta Horticulturae* ,544: 61-72.

Salcedo C.L., Lopez de Mishima B.A., and Nazareno M.A. 2010. Walnuts and almonds as model systems of foods constituted by oxidisable, pro-oxidant and antioxidant factors. *Food Research International*, 43:1187-1197.

Sharma S.D., and Sharma O.C., 2001. Studies on variation in nut and kernel characters and selection of superior walnut seedling (*Juglans regia* L.) from Garsa and Jogindernagar areas of Himachal Pradesh. *Acta Horticulturae*, 544: 47-50.

Tabatabaei S.J., Fatemi L., and Fallahi E. 2006. Effect of ammonium:nitrate ratio on yield, calcium concentration, and photosynthesis rate in strawberry. *Journal of Plant Nutrition*, 29: 1273-1285.

Tisdale S.L., Nelson W.L., Beaton J.D., and Havlin J.L. 2003. Soil Fertility and Fertilizers. 5th Edition. Prentice-Eall of India Preiate Limited, New Delhi, India. 634p.

Vance C.P. 2001. Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition. Plant nutrition in a world of declining renewable resources. *Plant Physiology*, 127: 390-397.

Zou C., Shen J., Zhang F., Guo S., Rengel Z., and Tang C. 2001. Impact of nitrogen form on iron uptake and distribution in maize seedlings in solution culture. *Plant and Soil*, 235: 143-149.

Archive of SID

www.SID.ir

The Study of Effect of Nitrogen and Potassium on Elemental Composition of Walnut Leaves

Mojtaba Moghbeli[1*], Naser Boroomand[2], Ecehagh Moghbeli[3]

(Received: April 2016 Accepted: May 2017)

Abstract

Persian walnut is one of the most important nut crops. Appropriate nutrition and correct application of nutrients to the soil are of the most important factors on the growth and yield of walnuts. Nitrogen and potassium are among important elements in walnut plants' nutrition and optimum consumption of these elements is important economically and it has a great influence on performance of walnut plant. Factorial experiment with three levels of nitrogen (0, 200 and 400 N kg ha^{-1} ammonium sulfate) and three levels of potassium (0, 150 and 300 K kg ha^{-1} potassium sulfate) in a randomized complete block design with four replications was evaluated in the Bondar Hanza village, located in Kerman province. The results showed that application of Nitrogen significantly affected concentration of nitrogen, phosphorus, calcium and Micro elements (Iron, Copper, Manganese and Zinc) in the leaves. Increasing nitrogen application, a significant increase in nitrogen, phosphorus, iron, manganese, and copper and zinc concentrations in the leaves was observed, but potassium concentration decreased from 1.3 to 1.08 percent and calcium concentration decreased by 0.75 percent in the leaves. Also, application of potassium had significant influence on potassium, phosphorus, calcium and manganese in the leaves. Increasing application of potassium sulfate fertilizer, a reduction in nitrogen and calcium concentrations was observed, which shows negative interaction between these elements. Finally, it can be concluded that interaction between nitrogen and potassium on concentration of micro elements was meaningful, while it did not have significant influence on macronutrients.

Key words: Ammonium sulfate, Nutrition, Potassium sulfate, Yield

Archive of SID

1- Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University
2- PhD Student, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University
3- PhD Student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
* Corresponding Author Email: m.moqbeli@modares.ac.ir

www.SID.ir