تاثیر شوری آب و خاک بر عملکرد گل، ترکیبات محلول، محتوی عناصر شوری و کیفیت اسانس بابونه شیرازی (*Matricaria recutita L.*)

کریم نوری، حشمت امیدی[1]*، حسنعلی نقدی‌بادی، حسین ترابی ، محمدحسین فتوکیان

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران؛
karim_nouri60@yahoo.com
استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران؛
heshmatomidi@yahoo.com
دانشیار پژوهش کشاورزی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاددانشگاهی، تهران؛
naghdibadi@yahoo.com
استادیار، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران؛
hossien_t@yahoo.com
دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران؛
fotokian@yahoo.com

چکیده

در مناطق خشک و نیمه‌خشک، شوری آب و خاک تولید محصولات زراعی را محدود می‌نماید. ارزیابی تحمل به شوری گیاهان دارویی به منظور کشت در مناطق شور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به منظور بررسی تأثیر شوری آب و خاک بر عملکرد گیاه دارویی بابونه، آزمایشی گلخانه‌ای با پنج سطح شوری شامل آب غیرشور، 3/5، 6/5، 9/5 و12/5 دسی زیمنس بر متر در سه تکرار در گلخانه پژوهشی گروه زیست دانشگاه شاهد تهران، در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید. در این پژوهش صفاتی از جمله، خصوصیات مرفولوژیکی، محتوی پرولین و پروتئین، میزان عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم و کلر گیاه و درصد اسانس و کامازولن بابونه مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد با افزایش شوری، پارامترهای رشدی گیاه بابونه به طور معنی‌داری کاهش یافتند. تغییرات میزان متابولیت‌های ثانویه نیز نسبت به شاهد معنی‌دار بود به طوری که شوری اسانس را کاهش (35/23 درصد) و درصد کامازولن را افزایش (26/31) داد. با افزایش سطوح شوری، میزان یون‌های سدیم ساقه (54/34 %) و ریشه(60%)، و همچنین کلر ساقه (68/42 %) و ریشه(76/19%) گیاه بابونه نسبت به شاهد افزایش یافت و باعث کاهش جذب عناصر پتاسیم و کلسیم در بابونه گردید. نتایج نشان داد که استفاده از گیاه دارویی نسبتا متحمل به شوری بابونه ، علاوه بر اصلاح و بهبود وضعیت خاک-های شور، می‌تواند از عملکرد کمی و کیفی نسبتا خوبی در این خاک‌ها برخوردار گردد.

واژه‌های کلیدی: بابونه شیرازی، پرولین، تنش شوری، ماده موثره کامازولن، متابولیت‌های ثانویه

آدرس نویسنده مسؤول: تهران، دانشگاه شاهد، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت، صندوق‌پستی:159-18155

* دریافت: تیر، 1391 و پذیرش: شهریور، 1391

مقدمه

شوری خاک یا آب یکی از فاکتورهای محیطی محدود کننده عملکرد گیاهان زراعی و دارویی نواحی خشک و نیمه‌خشک است که سبب اختلال در رشد و نمو طبیعی گیاهان در مناطق وسیعی از سطح زمین می‌شود (20). شوری در بسیاری از گیاهان علاوه بر کاهش کل ماده‌ی خشک و ارتفاع گیاه، سبب کاهش سطح برگ نیز می‌شود (21). گسترش سطح برگ و ارتفاع گیاه خیلی سریع‌تر از سایر پارامترهای فنولوژیکی کاهش می‌یابد، زیرا تجمع ماده‌ی خشک توسط گیاه، حاصل میزان فتوسنتز خالص و سطح فتوسنتز کننده است (11).

بابونه گیاهی از خانوادهٔ کاسنی با نام علمی (*Matricaria recutita L.*) است (6). گل های بابونه حاوی 120 ترکیب شیمیایی ترپنوئیدها، فلاونوئیدها و موسیلاژها می‌باشند که کامازولن، آلفابیسابلول و فارنسن مهمترین ترکیب های اسانس بابونه هستند (24).

شوری به دلیل اثرات اسمزی بر دامنه وسیعی از واکنش‌های متابولیک سبب کمبود آب می‌شود بنابراین سبب اختلال در طیف وسیعی از فرایندهای فیزیولوژیک متابولیسم سلولی می شود (10). صفرنژاد و همکاران (2007) بیان کردند که مؤلفه‌های رشد از قبیل طول ساقه و ریشه، وزن تر و خشک ساقه و ریشه، بیوماس کل در گیاه سیاهدانه با افزایش شوری به طور معنی‌داری کاهش یافتند (23). شوری پتانسیل آبی سوبسترا را کاهش داده و جذب آب و مواد غذایی توسط گیاه را محدود می نماید (8). سارانی (2007) گزارش کرد که غلظت 200 میلی مولار نمک طعام (NaCl) جوانه زنی و رشد گیاه دارویی کنگرفرنگی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (25).

امروزه مکانیزم‌های جذب و الگوی توزیع و تجمع یون در اندام‌های مختلف گیاه گونه‌های مقاوم به شوری بررسی شده است (5). پاسخ عمومی گیاهان به افزایش غلظت شوری، سمیت یون های مخصوص و کمبود مواد غذایی می باشد (20). در هر حال اثر سوء شوری عمدتاً مربوط به بالا بودن فشار اسمزی و سمیت ناشی از تجمع یون‌ها است، که در نهایت منجر به کاهش جذب آب و عناصر غذایی می‌گردد (13). به همین دلیل، بازدارندگی جذب و تجمع نمک در گیاهان یک راهکار فیزیولوژیکی مؤثر بر مقاومت به شوری در گیاهان به شمار می‌آید (6). میزان تحمل سمیت یونی در بین گونه‌ها متفاوت بوده و ممکن است مربوط به دفع یون از طریق لایه‌ی پوست ریشه یا توزیع یون‌های وارد شده به گیاه در برگ‌های پیر یا قسمت‌های دیگر گیاه باشد (2).

تنظیم اسمزی یا افزایش مواد قابل انحلال برای کاهش پتانسیل اسمزی بدون اختلال در متابولیسم گیاه یکی از مکانیسم‌های سازگاری گیاهان با محدودیت آب است. این مواد شامل تجمع قندها، اسیدهای آمینه، اسیدهای آلی، پرولین و گلایسین -بتائین است (10و6)، که به عنوان حفاظت و پایدار کننده‌های غشاء و ساختارهای آنزیمی و از بین برنده‌ی رادیکال‌های آزاد در محیط شور عمل می-کنند (8). گمان می‌رود کاهش غلظت کلروفیل تحت تأثیر شوری، به دلیل تغییر مسیر متابولیسم نیتروژن در ساخت ترکیب‌هایی نظیر پرولین باشد که برای تنظیم اسمزی به کار می‌رود (21).تجمع پرولین یکی از روش های متابولیکی بارز گیاهان عالی در پاسخ به تنش اسمزی می-باشد (16). پرولین در تمام اندام های گیاه طی دورهای تنش تجمع می یابد ولی سریع ترین انباشت در برگ‌ها با کاهش پتانسیل آب برگ یا سلول دارد. غلظت پرولین آزاد در هر زمان در برگ‌های گیاه تابعی از طول دوره قرار گرفتن گیاه در شرایط تنش، پتانسیل آبی برگ‌ها و مقدار پرولین انتقالی از برگ ها به اندام های دیگر می باشد (10).

شوری محتوای عناصر بابونه را تحت تأثیر قرار می-دهد به طوری که جذب عناصر ضروری بهم خورده و منجر به عدم تعادل و کمبود مواد غذایی می‌گردد. به عنوان مثال پتاسیم و کلسیم اثر آنتاگونیسمی بر یکدیگر دارند (5). بقالیان (2008) نشان داد که افزایش سطوح

شوری باعث افزایش معنی‌دار سدیم و کلر هم در ریشه و هم در ساقه بابونه گردید اما غلظت این عناصر در اندام هوایی بیشتر از ریشه بود (6). در مطالعه ای نشان داده شد با افزایش مقدار سدیم یا نسبت سدیم به کلسیم در محیط ریشه، غلظت پتاسیم در بافت‌های گیاهی کاهش می‌یابد (14). پتاسیم عنصر مغذی ضروری برای رشد گیاهان است که نقش اصلی در ایجاد فشار اسمزی و تولید پروتئین سلول‌ها دارد و کلرید سدیم سبب اختلال در جذب فعال این عنصر می‌شود (4) لذا سدیم مانع از جذب انتخابی سلول می گردد. علاوه بر این رقابت سدیم با پتاسیم برای محلهای اتصال درون سلول (به دلیل فراوانی بیشتر سدیم نسبت به پتاسیم) سبب کاهش جذب غیرفعال این عنصر می‌گردد. در این رابطه تبادل پتاسیم واکوئلی با سدیم را به عنوان یک مکانیسم احتمالی برای ذخیره سازی سدیم در واکوئل ذکر می کنند (19). در سطوح بالای شوری غالبیت یون سدیم از جذب پتاسیم توسط گیاه جلوگیری نموده است (6). معمولا غلظت پتاسیم ریشه در مقایسه با اندامهای هوایی خیلی پایین است و احتمالاً پتاسیم از ریشه رانده شده و در اندامهای هوایی نگهداری می‌شود که نتیجه آن افزایش نسبت پتاسیم به سدیم در اندامهای هوایی در مقایسه با ریشه می‌باشد (1). شواهد آزمایشی بر نقش کلسیم (Ca^{2+}) در سازگاری به نمک تاکید دارد (3). بطور کلی نتایج تحقیقات مختلف (۱۵،۱۶،۲۱،۶،۹) نشان داده که تحمل و پاسخ سمیت یونی در بین گیاهان دارویی به عناصر شوری متفاوت است لذا هدف از انجام این مطالعه بررسی عملکرد کمی و کیفی گیاه بابونه تحت سطوح شوری آب و خاک می باشد.

مواد و روش‌ها

آماده سازی و کاشت گلدان‌ها

به منظور تعیین اثر شوری بر عملکرد، محتوی پرولین و برخی عناصر در گیاه دارویی بابونه‌ی شیرازی، آزمایش گلخانه ای در قالب طرح کاملاً تصادفی با 5 تیمار شوری و 3 تکرار در سال زراعی 89-1388 در گلخانه پژوهشی گروه زیست دانشگاه شاهد تهران به اجرا درآمد. بذر گیاه بابونه شیرازی از بانک بذر پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی تهران تهیه گردید. تیمارهای شوری شامل غیر شور، 3/5، 6/5، 9/5 و 12/5 دسی زیمنس بر متر بودند که جهت تهیه تیمارهای شوری از آب شور طبیعی دریاچه حوض سلطان با شوری معادل 690 دسی زیمنس بر متر واقع در 40 کیلومتری بزرگراه قم_تهران استفاده شد. در تجزیه شیمیایی هر لیتر آب آبیاری به ترتیب 1/23، 128، 19/5، 0/086، 48/8، 218/7 گرم پتاسیم ، سدیم، کلسیم، سولفات و کلر وجود داشت. از دستگاه EC متر مدل Winlab برای تهیه آب شور در تیمارهای مذکور استفاده گردید. جهت تهیه خاک شور در هر تیمار از خاک طبیعی شهرستان قم، جدول (1) استفاده شد. تعداد 15 عدد گلدان به ارتفاع 50 سانتی‌متر و قطر دهانه 30 سانتی‌متر تهیه شد. برای تعیین و بررسی صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی در بابونه، در زمان پیک گلدهی هر 3 روز یک بار اقدام به برداشت گل‌ها نموده و به صورت جداگانه برای هر تیمار جمع آوری گردید. بعد از اتمام مراحل برداشت گل‌ها، خاک گلدان‌ها خالی شده و گیاه‌های کامل بابونه به صورت سالم از خاک خارج، و پس از شستشو اقدامات لازم برای محاسبه‌ی صفات به عمل آمد. نمونه‌های گیاهی در محیط آزمایشگاه و در سایه و در دمای اتاق خشک شدند. اندازه‌گیری طول اندام هوایی و زیرزمینی گیاه با استفاده از خط کش صورت گرفت. اندازه گیری وزن تر و خشک اندام هوایی و زیرزمینی گیاه با ترازوی مدل Sartorius و با دقت 0/0001 گرم (d= 0.1 mg) انجام شد.

برای اندازه‌گیری میزان پرولین ابتدا 0/2 گرم وزن تر ماده گیاهی در 5 میلی لیتر اسید سولفوسالیسیلیک 3% ساییده شده و به یک میلی لیتر از آن اسید نین هیدرین و 1 میلی لیتر اسید استیک خالص اضافه شد. پس از یک ساعت در حمام آب گرم (100 درجه سانتی گراد) به آب

یخ منتقل شد و 2 میلی لیتر تولوئن به آن اضافه گردید و پس از 20 ثانیه تکان شدید جذب بخش رنگی بالائی در طول موج 520 نانومتر خوانده شد (8).

برای تعیین میزان عناصر موجود در اندام‌های هوایی و زیرزمینی، طبق روش تعریف شده بوسیله بیکر و همکارانش (1982)، ابتدا 2 گرم از هر نمونه توزین و آسیاب شد (7). برای هضم نمونه‌ها جهت تعیین میزان عناصر از روش هضم تر (مخلوط اسید سولفوریک 96 درصد؛ آب اکسیژنه 30 درصد و اسید سالسیلیک) استفاده شد. مخلوط بدست آمده توسط کاغذ صافی صاف شده و پس از آن برای اندازه‌گیری محتوای عناصر استفاده شد. میزان سدیم و پتاسیم با استفاده از روش استخراج در محیط اسیدی (27) اندازه‌گیری و از دستگاه فلایم فتومتر مدل Sherwood 410 استفاده شد. برای اندازه گیری میزان کلر در بافتهای گیاهی از روش تیتراسیون در مقابل نیترات نقره استفاده شد (26).

اندازه گیری کلسیم به روش جذب اتمی شعله ای (AAS) بر اساس روش والینگ و همکاران (1989) به کمک دستگاه جذب اتمی مدل Jenway انجام گرفت (29). استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت سه ساعت و در شرایط کاملاً یکسان صورت گرفت (8). درصد کامازولن موجود در اسانس به روش اسپکتروفتومتری طبق روش ذکر شده در فارماکوپه گیاهان دارویی ایران محاسبه شد (22). به اسانس استخراج شده از5 گرم گل خشک 25 میلی لیتر گزیلول اضافه شد. جذب این محلول در طول موج 610 نانومتر در دستگاه U.V مدل Ceciel محاسبه و به کمک رابطه زیر درصد کامازولن بدست آمد (22) که درصد کامازولن(A)، جذب در طول موج 610 نانومتر(E)، مقدار گزیلول(D) و وزن اسانس(E) می باشد.

$$A(Cha \quad \%) = \left(\frac{E(Abs \quad .610 \quad nm) * D(Xi) * 5.81}{E}\right) * 100$$

جدول 1- نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک

صفت	واحد اندازه گیری	مقدار اندازه گیری
بافت خاک		
وزن مخصوص ظاهری	گرم در متر مکعب	1/27
وزن مخصوص حقیقی	گرم در متر مکعب	2/63
pH		7/3
EC	دسی زیمنس بر متر	20/4
کربن آلی	درصد	0/3
ازت کل	درصد	0/025
فسفر	میلی گرم در کیلوگرم	8
پتاسیم	میلی گرم در کیلوگرم	257
کلسیم	میلی اکی والان در لیتر	63
منیزیم	میلی اکی والان در لیتر	27

از آن جایی که پارامترهای اندازه گیری شده تحت تیمار شوری 12/5 دسی زیمنس بر متر ناچیز بود لذا داده-های حاصل از سایر سطوح آزمایش به وسیله نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها به روش حداقل اختلاف معنی دار(LSD) انجام شد.

نتایج

بابونه‌های کاشته شده در گلدان‌های حاوی خاک شور 12/5 دسی‌زیمنس بر متر که با تیمار شوری 12/5 دسی‌زیمنس بر متر آبیاری شدند در اثر شوری از بین رفته و به مرحله‌ی گلدهی نرسیدند.

صفات مرفولوژیک

براساس جدول تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری ($p\leq0.01$) در بین تیمارها از نظر وزن خشک ریشه مشاهده گردید (جدول 2). با افزایش شوری وزن خشک ریشه کاهش یافت اما با توجه به مقایسه میانگین‌ها، (جدول 3) کاهش معنی‌داری بین تیمارهای 6/5 و 9/5 دسی‌زیمنس بر مترمشاهده نشد. بیشترین مقدار وزن خشک ریشه در تیمار شاهد و کمترین مقدار آن در تیمار 9/5 دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب به میزان 13/5 و 8/93 میلی‌گرم مشاهده گردید.

تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از نظر وزن تر ساقه وجود داشت. بالاترین مقدار وزن تر ساقه در تیمار شاهد به میزان 1183 و پایین‌ترین آن در تیمار 9/5 دسی‌زیمنس بر متر به میزان 406 میلی گرم مشاهده شد.

با توجه به جدول تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری در وزن خشک ساقه در بین تیمارها دیده شد (جدول 2). براساس جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول 3) با افزایش سطح شوری، کاهش معنی‌داری در وزن خشک ساقه در همه‌ی تیمارها نسبت به تیمار شاهد وجود داشت ولی این کاهش در بین تیمارهای 6/5 و 9/5 دسی‌زیمنس بر متر معنی‌دار نبود. تیمار شاهد با 120 میلی‌گرم بیشترین و تیمار 9/5 دسی‌زیمنس بر متر با 40/5 میلی‌گرم کمترین مقدار وزن خشک ساقه را داشتند.

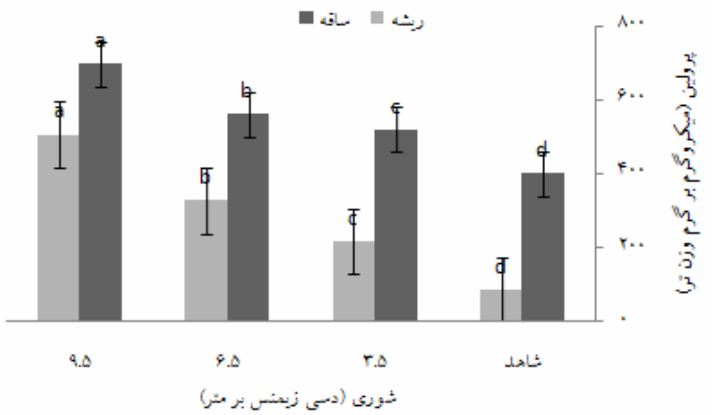
وزن خشک گل بطور معنی‌داری تحت تأثیر میزان شوری آب و خاک قرار گرفت. در بین سطوح شوری بیشترین وزن خشک گل با میانگین 2/06 گرم مربوط به تیمار غیرشور بود که به میزان 68/4 درصد نسبت به شوری9/5 دسی‌زیمنس بر متر افزایش وزن خشک گل وجود داشت.

بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول 2) با افزایش شوری، از نظر وزن خشک گل اذین در بین تیمارها تفاوت معنی‌دار وجود داشت. کاهش وزن خشک گل اذین نیز مشابه وزن خشک گل بود. شوری آب و خاک 3/5، 6/5 و 9/5 دسی زیمنس بر متر به ترتیب موجب کاهش 33/08 ، 54/9 و 66/2 درصد وزن خشک گل اذین نسبت به شاهد گردید.

صفات بیوشیمیایی

میزان پرولین

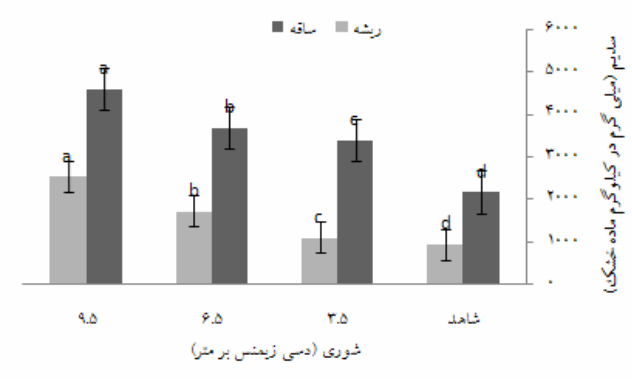
جدول تجزیه واریانس نشان داد که از نظر میزان پرولین ساقه در سطح احتمال 5 درصد و از نظرمیزان پرولین ریشه در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول 2). با افزایش شوری میزان پرولین هم در ساقه و هم در ریشه افزایش نشان داد. بیشترین میزان پرولین در تیمار شوری 9/5 دسی‌زیمنس بر متر و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده گردید (شکل 1).



شکل 1- تأثیر شوری بر میزان پرولین گیاه

میزان عناصر

جدول تجزیه‌ی واریانس نشان داد که تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها از نظر میزان سدیم ساقه در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول 2). با زیادتر شدن تنش شوری میزان سدیم ساقه به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. کمترین میزان سدیم در تیمار شاهد (غیر شور) به میزان 2177 میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک و بیشترین میزان سدیم در شوری 9/5 دسی‌زیمنس بر متر به میزان 4615 میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک مشاهده، همچنین از نظر میزان سدیم در ریشه‌ی گیاه اختلاف معنی-دار در سطح احتمال یک درصد در بین تیمارهای مورد آزمایش مشاهده گردید (جدول 2). افزایش شوری سبب افزایش سدیم در ریشه گیاه شد بطوری که تیمار شوری 9/5 دسی‌زیمنس بر متر با 2553 میلی گرم بیشترین و تیمار شاهد با 947 میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک گیاه کمترین میزان سدیم را به خود اختصاص دادند (شکل2).

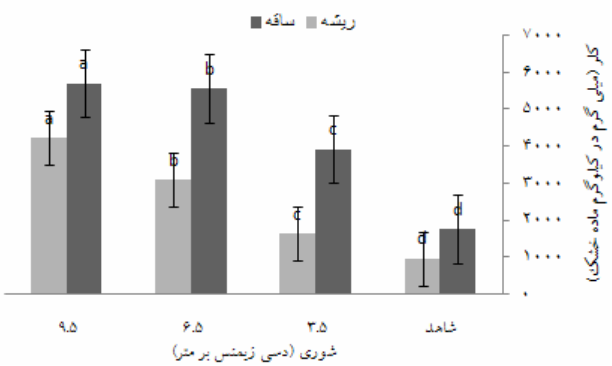


شکل 2- تأثیر شوری بر میزان سدیم گیاه

بین تیمارها از نظر میزان پتاسیم ساقه و ریشه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. با افزایش شوری میزان پتاسیم کاهش پیدا کرد. بیشترین میزان پتاسیم ساقه در تیمار شاهد با 5500 میلی گرم و کمترین میزان آن در تیمار 9/5 دسی‌زیمنس بر متر با 2504 میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک مشاهده شد (جدول 3). با افزایش شوری تا سطح شوری 6/5 دسی‌زیمنس بر متر میزان پتاسیم ریشه نیز کاهش نشان داد اما در شوری 9/5 دسی‌زیمنس بر متر این میزان نسبت به تیمار 6/5 دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافت. تیمار شاهد با 1900 میلی‌گرم و تیمار 6/5 با 1154 میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک، به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین میزان پتاسیم را در ریشه به خود اختصاص دادند (جدول 3).

از نظر میزان کلسیم ساقه و ریشه در بین تیمارهای شوری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول 2). با افزایش شوری میزان کلسیم در ساقه کاهش پیدا کرد. بیشترین مقدار در تیمار شاهد به میزان 2570 میلی گرم و کمترین آن به میزان 937 میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک در تیمار 9/5 دسی‌زیمنس بر متر مشاهده گردید. با افزایش شوری میزان کلسیم در ریشه نیز کاهش یافت. تیمار شاهد با 1247 میلی‌گرم بیشترین و تیمار 9/5 دسی‌زیمنس بر متر با 539 میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک کمترین میزان کلسیم را دارا بودند، (جدول 3).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف شوری تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد برمیزان کلر ساقه و ریشه داشت (جدول 2). مقایسه‌ی میانگین‌ها نشان داد که شوری موجب افزایش میزان کلر ساقه گردید و بیشترین میزان تجمع کلر در تیمار 9/5 دسی‌زیمنس بر متر به مقدار 5695 میلی‌گرم و کمترین میزان تجمع در تیمار شاهد به مقدار 1746 میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک مشاهده شد (شکل 3). میزان کلر ریشه با افزایش شوری افزایش پیدا کرد. بالاترین مقدار (4232 میلی‌گرم در کیلوگرم ماده‌ی خشک) و پایین‌ترین مقدار (952 میلی‌گرم در کیلوگرم ماده‌ی خشک) به ترتیب مربوط به تیمارهای 9/5 دسی‌زیمنس بر متر و شاهد بودند (شکل 3).



شکل 3- تأثیر شوری بر میزان کلر گیاه

نسبت سدیم به کلسیم

در بین تیمارها از نظر نسبت سدیم به کلسیم در گیاه ($p\leq0.01$) اختلاف معنی‌داری وجود داشت. شوری موجب افزایش این نسبت گردید به طوری که بالاترین مقدار (4/88) در تیمار 9/5 دسی‌زیمنس بر متر و کمترین مقدار (0/822) در تیمار شاهد مشاهده شد.

نسبت سدیم به پتاسیم

از نظر نسبت سدیم به پتاسیم نیز، تفاوت معنی‌داری ($p\leq0.01$) بین تیمارهای مختلف شوری مشاهده گردید. بالاترین نسبت سدیم به پتاسیم در تیمار 9/5 دسی‌زیمنس بر متر و پایین‌ترین نسبت در تیمار شاهد به ترتیب 1/85 و 0/422 دیده شد.

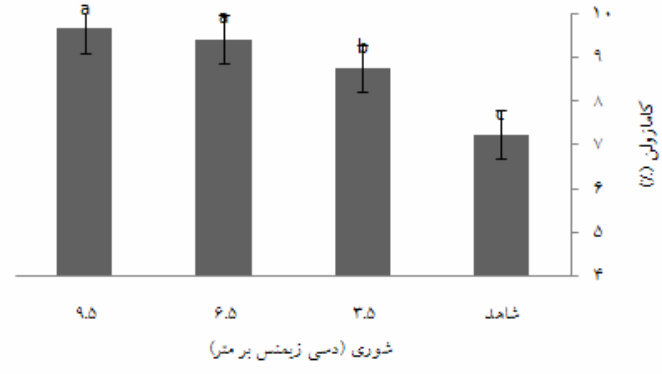
نسبت پتاسیم به کلسیم

نتایج تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری ($p\leq0.01$) در مورد نسبت پتاسیم به کلسیم نشان داد. بالاترین میزان این نسبت در تیمار 6/5 دسی‌زیمنس بر متر به مقدار 2/73 و پایین‌ترین میزان در تیمار شاهد به مقدار 1/93 مشاهده گردید.

میزان اسانس و درصد کامازولن

با توجه به جدول تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد از نظر میزان اسانس گیاه بابونه در اثر افزایش تنش شوری مشاهده گردید (جدول 2). بالاترین درصد اسانس در تیمار شاهد با 0/717 درصد و پایین‌ترین آن در تیمار 9/5 دسی‌زیمنس بر متر با 0/464 درصد مشاهده شد (جدول 3).

از نظر درصد کامازولن نیز در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری($p\leq0.01$) وجود داشت (جدول 2). افزایش تنش شوری باعث زیاد شدن درصد کامازولن گردید. بالاترین میزان کامازولن (9/67 درصد) در تیمار 9/5 دسی‌زیمنس بر متر و پایین‌ترین آن (7/24 درصد) در تیمار شاهد مشاهده گردید (شکل 4).



شکل 4- تأثیر شوری بر درصد کامازولن

جدول شماره 2- تجزیه واریانس میانگین مربعات ویژگی‌های مورفولوژیک، درصد اسانس و کامازولن و محتوی عناصر بابونه شیرازی

منابع تغییرات (SOV)	درجه آزادی	وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه	وزن خشک گل آذین	اسانس	کامازولن	محتوی پرولین		محتوی سدیم		محتوی کلر		محتوی کلسیم	
							ساقه	ریشه	ساقه	ریشه	ساقه	ریشه	ساقه	ریشه
شوری آب و خاک	4	13/814**	3698/37**	59/617**	0/0371*	3/569**	44570*	95004 **	042459 **	587183**	10179974**	6492381**	1656492**	302129**
خطای آزمایشی (Error)	10	0/203	66/352	0/453	0/0008	0/0352	979/88	368/22	1758/3	759/6	1709/14	1797/47	853/91	1111/66
ضریب تغییرات (CV)%		4/304	11/023	11/35	4/822	2/137	5/753	5/785	1/206	1/737	0/977	1/71	1/806	4/076

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول شماره 3- مقایسه میانگین اثرات تیمارهای شوری آب و خاک بر ویژگی‌های ویژگی‌های مورفولوژیک، درصد اسانس و محتوی عناصر شیرازی بابونه

شوری آب و خاک (ds/m)	وزن خشک ریشه (گرم در گلدان)	وزن خشک ساقه (گرم در گلدان)	وزن خشک گل (گرم در گلدان)	وزن خشک گل آذین (گرم در گلدان)	اسانس (%)	پتاسیم ساقه (mgr/kg DW)	پتاسیم ریشه (mgr/kg DW)	کلسیم ساقه (mgr/kg DW)	کلسیم ریشه (mgr/kg DW)
شاهد(غیرشور)	13/5a	120/3a	2/06a	12/03a	0/7175a	5500a	1900a	2570 a	1247a
شوری 3/5 (ds/m)	10/4b	80/4b	1/78b	8/05b	0/6345b	4287b	1659b	1834b	862b
شوری 6/5 (ds/m)	9/03c	54/2c	0/88c	5/42c	0/5333c	3594c	1154d	1128c	623c
شوری 9/5 (ds/m)	8/93c	40/5c	0/65c	4/06c	0/4647d	2504d	1365c	937d	539d
حداقل اختلاف معنی دار	0/9009	16/2	0/1015	1/22	0/0566	95/1	47/04	58/3	66/6

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

بحث

در این مطالعه شوری سبب کاهش معنی‌دار ویژگی-های مورفولوژیک ریشه و ساقه بابونه شد. نتایج این آزمایش با پژوهش‌های انجام شده توسط محققان دیگر(21و16و15) مطابقت داشت. در آزمایشی که توسط نکوزاد (2009) در مورد تأثیر شوری روی بابونه انجام شد، ارتفاع گیاه، طول ریشه، وزن تر و خشک گیاه کاهش پیدا نمود (21). کیان (2009) با افزایش شوری کاهش معنی داری را در ارتفاع گیاه و طول ریشه گیاه کنگرفرنگی مشاهده نمود (16). کاهش رشد و عملکرد گیاه در اثر شوری می‌تواند در اثر تغییر در انتقال فراورده های فتوسنتزی به ریشه‌ها، کاهش رشد بخش هوایی به ویژه برگ‌ها و یا به دلیل بسته شدن جزئی یا کلی روزنه‌ها یا به علت اثر مستقیم نمک بر روی سیستم فتوسنتزی و یا تاثیر بر توازن یونی باشد (12).

بیان شد که ارتفاع گیاه وسطح برگ اولین پارامترهای کاهشی در اثر شوری هستند زیرا تجمع ماده خشک حاصل فتوسنتز خالص و سطح فتوسنتز کننده‌ی گیاهی می‌باشند (11). ممکن است کاهش ارتفاع بوته، وزن خشک ریشه و ساقه شوری به علت اثرات پتانسیل اسمزی بالای محلول خاک باشد که جذب آب و عناصر غذایی را کاهش داده و در نهایت باعث کاهش رشد ریشه و بخش هوایی می شود(15). پس می‌توان بیان کرد نخستین تاثیر شوری بر گیاه مربوط به کل املاح محلول در خاک است که کاهش پتانسیل اسمزی را به دنبال دارد. با کاهش پتانسیل اسمزی انرژی آزاد آب کاهش یافته وگیاه برای به دست آوردن مقدار مشخصی آب باید انرژی حیاتی بیشتری صرف کند. بنابراین بخشی از انرژی که خود گیاه برای رشد و نمو به آن نیاز دارد، صرف به دست آوردن آب شده و بدین ترتیب رشد عمومی آن کاهش می‌یابد (17)

در این تحقیق با افزایش سطوح شوری کاهش جذب پتاسیم و افزایش اجباری نسبت جذب سدیم در قیاس با سایر عناصر مشاهده شد. همچنین کاهش مقدار پتاسیم با افزایش تنش شوری و سمیت یونی سدیم با اختلال در نسبت Na/K محتوای بافت نیز می‌تواند یکی از دلایل کاهش رشد باشد.کاهش رشد در شرایط کمبود پتاسیم احتمالا می‌تواند به نقش مثبت K^+ در پایداری آنزیم‌ها و پروتئین‌ها و کاهش اثرات سمیت Na^+ مربوط باشد. سدیم عنصر ضروری برای گیاه در نظر گرفته نمی-شود و تجمع سدیم در گیاه در شرایط شوری منجر به کاهش کلسیم و پتاسیم گیاه می‌گردد. اگرچه سدیم می-تواند به افزایش فشار تورژسانس کمک کند اما نمی‌تواند در فعالیت‌های فعال سازی آنزیم‌ها و سنتز پروتئین جایگزین یون پتاسیم گردد. بنابراین ممکن است اثرات سمیت کلرید سدیم (ناشی از انباشتگی زیاد نمک در گیاه) تنها به دلیل اثرات مستقیم یون سدیم نباشد، بلکه به علت کاهش مقدار عناصر مغذی ضروری پتاسیم و کلسیم در گیاه باشد (26).

نقش اصلی در شرایط شوری با یون‌های تک ظرفیتی بوده و به طور کلی یون سدیم مهمترین عامل موثر در ایجاد تنش می‌باشد. چون سدیم از فعالیت بسیاری از آنزیم‌ها ممانعت می‌کند حضور این یون در سیتوپلاسم باید در حداقل باشد. نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش غلظت بیرونی نمک، تجمع سدیم در اندام‌های گیاهی افزایش می‌یابد (25). نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش سن گیاه میزان تجمع سدیم در گیاه افزایش یافت به طوری که در غلظت‌های یکسان املاح در آب آبیاری میزان سدیم در اندام‌های گیاهی با گذشت زمان تجمع پیدا می‌کند(داده ها نشان داده نشده‌اند). افزایش کلر در بافت‌های گیاهان به دلیل اختلال در جذب مواد غذایی و کاهش متابولیسم سبب نکروزه شدن برگ، کاهش رشد و نهایتاً کاهش عملکرد گیاه می‌شود (16).

جذب و محتوی عناصر و همچنین تعادل بین یون‌ها در اثر تنش شوری به هم خورده و افزایش جذب یک عنصر مانع از جذب عنصر دیگر می‌شود (6). نتایج حاصل از

این تحقیق با نتایج حاصل از تاثیر شوری بر روی گیاه مقاوم به شوری آتریپلکس مطابقت داشت (15) که با افزایش شوری میزان سدیم در بافت‌های گیاهی تجمع پیدا می‌کند، هر چند که این افزایش در ساقه بیشتر از ریشه است. یکی از مکانیسم‌های مقاومت به تنش شوری تجمع سدیم در واکوئل‌های برگ می‌باشد. بقالیان و همکارانش (6) بیان کردند که افزایش شوری موجب افزایش سدیم و کلر در گیاه بابونه گردید اما در تیمار شوری 16 دسی زیمنس بر متر میزان کلر در ساقه نسبت به تیمار 12 دسی زیمنس بر متر کاهش یافت. نشان داده شده که با افزایش شوری در کنگرفرنگی تا شوری 12 دسی زیمنس بر متر میزان کلر در ریشه افزایش می‌یابد (9).

گزارش شده است که با افزایش مقدار سدیم یا نسبت سدیم به کلسیم در محیط ریشه، غلظت پتاسیم در بافتهای گیاهی کاهش می‌یابد (14). پتاسیم عنصر سیتوپلاسمی ضروری است و غالباً بعلت نقش آن در تنظیم اسمزی و نیز اثر رقابتی آن با سدیم بعنوان عنصر مهم در شرایط شوری در نظر گرفته می‌شود. به همین دلیل تصور می‌شود که غلظت اندک سدیم و به عبارت بهتر نسبت کم سدیم به پتاسیم در برگها، رابطه‌ای نزدیک با مقاومت به شوری دارد (26).

بدین منظور، برای افزایش مقاومت گیاهان به شوری با استفاده از برخی مواد شیمیایی کاهش دهنده جذب و تجمع سدیم تلاش‌هایی در گیاه صورت گرفته است. در همین رابطه گزارش شده است که در شرایط شوری، کاربرد یون کلسیم با غلظت 10 میلی‌مولار، موجب کاهش جذب سدیم و افزایش جذب پتاسیم و کلسیم در برنج می‌گردد. در نتیجه اثر سوء شوری بر رشد بوته‌های برنج کمتر می‌شود (28). بررسی‌ها نشان داده است که عنصر کلسیم می‌تواند اثرات مخرب سدیم را کاهش دهد و گیاهانی که محتوای کلسیم آنها بالاتر باشد نسبت به تنش شوری مقاومت بیشتری از خود نشان دهند(16). کلسیم نقش حیاتی در تنظیم بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیک گیاه، رشد و پاسخ به تنش‌های محیطی دارد. این عنصر در باز و بسته شدن روزنه‌ها، تقسیم سلولی، سنتز دیواره سلولی و ساختمان سلولی نقش دارد (16).

کلر یکی از عناصری است که افزایش غلظت آن در سلول سبب تغییر در جذب سایر عناصر مانند نیترات و نیز اختلال در متابولیسم سلولی می‌شود (16). در تحقیقی که توسط لی و همکاران (2002) انجام شد با افزایش شوری میزان کلر در گیاه paspalum افزایش یافت (18). در این تحقیق یا افزایش سطوح شوری افزایش محتوی ترکیبات تنظیم کننده معدنی و آلی نظیر اسمولیت پرولین و قندهای محلول دیده شد که با یافته‌های نکوزاد (21) در بابونه مطابقت دارد. در آزمایشی با افزایش شوری میزان پرولین محتوی بخش هوایی نسبت به شاهد افزایش نشان داد(16). اسید آمینه پرولین جزو ترکیبات تنظیم کننده‌ی اسمزی به شمار می‌رود و تجمع آن در سلول‌های گیاهی از مهمترین تغییرات القا شده توسط تنش خشکی یا شوری در گیاهان است (6 و16)

تجمع پرولین ممکن است به خاطر کاهش اکسیداسیون پرولین یا تحریک سنتز آن از گلوتامات یا افزایش فعالیت آنزیم پروتئاز باشد.گزارش شده است که اختصاص کربن بیشتر در ساختار مواد آلی موثر در تنظیم اسمزی، از جمله پرولین نیز می‌تواند باعث کاهش رشد شود (5). میزان پرولین با افزایش شوری افزایش یافت. این امر نشان می-دهد که شوری باعث بر هم زدن نسبت‌های یونی و کاهش شدید یون K^+ شده که در این مرحله حفظ سلول و تعدیل اسمزی برای حفظ بقای گیاه در شرایط شور اهمیت پیدا می‌کند و افزایش میزان پرولین به عنوان نوعی مکانیسم مقاومت به شوری وارد عمل می شود (6).

در محیط شوری میزان اسیدهای آمینه پرولین برای تنظیم اسمزی محیط داخلی افزایش می‌یابد که مقدار این مواد در بعضی از گیاهان 10 تا 20 درصد وزن خشک گیاه را تشکیل می‌دهد (6). پرولین تجمع یافته نقش‌هایی از قبیل تنظیم اسمزی، تنظیم واکنش‌های اکسایش و کاهش، تنظیم

pH و تورژسانس را به عهده دارد که زمینه سازش و یا تحمل در برابر شوری را فراهم می‌نمایند (23و24). بقالیان و همکارانش (2008) در آزمایشی روی بابونه به این نتیجه رسید که شوری تأثیر معنی‌داری بر میزان عملکرد، کمیت اسانس و درصد آپی‌ژنین ندارد (6).

نتیجه گیری

افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت جهت جلوگیری از تجمع گونه های فعال اکسیژن ناشی از تنش شوری و همچنین افزایش میزان پرولین وکربوهیدرات به علت تنظیم فشاراسمزی برای حفظ بقای گیاه در شرایط شور اهمیت دارند در نتیجه فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت، میزان قند های محلول وپرولین به عنوان نوعی مکانیسم مقاومت به شوری در گیاه بابونه شیرازی وارد عمل می گردند. بر اساس یافته‌های این تحقیق به نظر می‌رسد که گیاه بابونه توان تحمل شوری بالاتر از 9/5 دسی‌زیمنس بر متر را نداشته و تنش شوری موجب کاهش رشد و عملکرد گیاه بابونه می‌گردد. علی‌رغم اینکه درصد کامازولن در اثر شوری افزایش پیدا کرد اما با توجه به کاهش اسانس و اجزای عملکرد گیاه، میزان تولید اسانس و ماده‌ی مؤثره بابونه در اثر شوری کاهش می‌یابد.

منابع مورد استفاده:

1. Alizadeh Bonab. GH., Ghasemi Golozani. K and Taghizadeh. S. 2007. Study of the effect of salinity and temperature on germination, seedling growth and ion reactions in millet. Journal of research and development. Agriculture and Horticulture. No. 74. pp 115-122. (in Farsi).
2. Al-Karaki, G. N.2000. Growth, water use efficiency, and sodium and potassium acquisition by tomato cultivar grown under salt stress. J. plant nut. 23(1): 1-8.
3. Allakhverdiev, S.I., Sakamoto, A., Nishiyama, Y., Inaba, M and Murata, N., 2000b. Ionic and osmotic effects of NaCl-induced inactivation of photosystems I and II in Synechococcus sp. Plant Physiol. 123, 1047–1056.
4. Aminpanah. H. and Soroushzadeh. A.2005. Study of effect of calcium on the distribution of sodium and potassium nitrate in rice seedlings under salinity conditions. Journal of Biology. 18 (2): 92-100. (in Farsi).
5. Ashraf. M. and A. Saghir. 2000. Influence of sodium chloride on ion accumulation, yield components and fiber characteristics in salt-tolerant and salt-sensitive lines of cotton (Gossypium hirsutum L.). Field Crop. Res. 66: 115-127.
6. Baghalian, K. Haghiry, A. Naghavi, M.R. and Mohammadi, A. 2008. Effect of saline irrigation on agronomical and phytochemical characters of chamomile (Matricaria recutita L.). Scientia Horticulturae 116 (2008). 437-441.
7. Baker, D.E and Suhr, N.H., 1982. Atomic absorption and flame emission spectrometry. Part 2. Chemical and Microbial Properties. Madison, Wisconsin, pp. 460-461.
8. Bates, I. S., Waldren, R.P. and Teare, I. D. 1973. Rapid determination of free proline for water- stress studies. plant soil.39:205-207.
9. Graifenberg, A., Giustiniani, L., Temperini, O and Paola, M. L. 1995. Allocation of Na, Cl, K and Ca within plant tissues in globe artichoke (Cynara scolymus L.) under salinesodic conditions. Scientia Horticulturae 63: 1-10.
10. Greenway, H and Munns, R., 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Annu. Rev. Plant Physiol. 31, 149–190.
11. Hammatranjan, A. 1998. Advances in plant physiology. Pawan kumar scientific pub. India.
12. Heidari Sharifabad. H. 2001. Plant & Salinity. Institute of Forests and Rangelands Research. P 199. (in Farsi).

13. Homaei. M. 2002. Responses of plant to salinity. Iranian national committee on Irrigation and Drainage. P 97. (in Farsi).
14. Khan, M.S.A., Hamid, A. and Karim, M.A., 1997. Effect of sodium chloride on germination and seedling characters of different type of rice (Oriza sativa). Jornal of Agronomy and Crop Science 179(3): 163-169
15. Khan, M.A and Ungar, I.A., Showalter, A.M., 2000. The effect of salinity on the growth, water status, and ion content of a leaf succulent perennial halophyte Suadea fruticosa Forssk. J. Arid Environ. 45, 73–84.
16. Kian. Y. 2009. Effects of salinity on quantitative and qualitative characteristics of Artichoke. Msc. Thesis. Department of Agriculture. Shahed university. Tehran. (in Farsi).
17. Kornejhadi. A., Galeshi. S., Zeinali. A and Zangi. M. R. 2004. Study of salt tolerance of thirty genotypes of cotton in germination stage. Journal of Agricultural science and Industries. 180 (1): 109-126. (in Farsi).
18. Lee, D. H., Kim, Y.S. and Lee, C.B. 2002. The inductive response of the antioxidant enzymes by salt stress in rice (oryza sativa L.). J. Plant physiol. 158:737-745.
19. Mansour, M.M., Stadelmann, E.G., and Lee-Stadelmann. 1993. Salt acclimation of Triticum aestivum by coline chloride: plant growth, mineral content and permeability. Plant Physiology and Biochemstry 31(3): 341-348.
20. Mansour, M.M.F. 2000. Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress. Biol. Plant. 43, 491–500.
21. Nekozad. M. 2009. Effects of salinity on antioxidant enzymes in Shirazian babooneh. Msc Thesis. Paiam-e-noor university of Tehran. (in Farsi).
22. Omidbeigi. R 1999. Study of chemical type of vehicle chamomile in Iran and compare it with modified types. Agricultural science of Modarres. 1: 45-52. (in Farsi).
23. Safarnejhad. A., Sadr. V. A.and Hamidi. H. 2007. The effect of salinity on morphological properties of Nigella sativa. Journal of plant breeding and genetics research. Iran. Volume 15. No. 1. pp 75-84. (in Farsi).
24. Samsamshariat. H. 2004. Natural medicines and plants. Roozbahan publications. (in Farsi).
25. Sarani. SH. 2007. Effect of different levels of salinity on germination of six medicinal plants. Symposium of medicinal plants. Tehran. P 49. (in Farsi).
26. Sato. S., Sakaguchi. S., Furukawa. H., Ikeda. H. 2006. Effects of NaCl application to hydroponic nutrient solution on fruit characteristics of tomato (lycopersicon esculentum mill.). Science Horticulture. 109, 248-253
27. Zarrinkafsh. M. Applied soil science (Evaluation & Morphology). Tehran university publications.
28. Song J., and Fujiwara H. 1996. Ameliorative effect of potassium on rice and tomato subjected to sodium salinization. Soil Science and Plant Nutrition 42: 493- 502.
29. Waling, I., W. Van. Vark, V.J.G. Houba, J.J. Van der lee. 1989. Soil and plant analysis, a series of syllabi. Part 7. Plant Analysis Procedutes. Wageningen Agriculture University.