الگوی تجمع ماده خشک و سرعت رشد محصول پیاز در اثر برگ‌پاشی با منابع مختلف روی

محمدرضا رفیع[1]، امیرحسین خوش گفتارمنش، حسین شریعتمداری و عبدالستار دارابی

دانشجوی دکتری، گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان؛ **rafie1670@yahoo.com**

استاد، گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان؛ **ahkhoshgoftar@yahoo.com**

استاد، گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان؛ **shariat@cc.iut.ac.ir**

استادیار، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران؛ **darabi6872@yahoo.com**

دریافت: **96/3/21** و پذیرش: **96/7/12**

چکیده

الگوی تجمع ماده خشک و سرعت رشد محصول از ویژگی‌های مهم مؤثر بر تولید بهینه محصول هستند. تغذیه گیاه تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر الگوی رشد گیاه دارد. در این پژوهش، تأثیر برگ‌پاشی روی (Zn) از منابع سولفات روی و کمپلکس-های سنتزی متیونین-روی و لیزین-روی بر الگوی تجمع ماده خشک، سرعت رشد محصول و برخی دیگر از شاخص‌های رشد پیاز (*Allium cepa L.*) پریماورا بررسی شد. برگ‌پاشی روی (با غلظت 5 در هزار) در دو نوبت، اوایل دوره رشد سریع گیاه (در مرحله رشد پهنک) و اوایل دوره تشکیل سوخ انجام گرفت. نتایج نشان داد که مرحله رشد کند تا 128 روز بعد از جوانه‌زنی ادامه داشت و سپس مرحله رشد سریع برگ آغاز شد. بیشترین شاخص سطح برگ (3/44)، سرعت رشد سوخ (31/30 گرم در متر مربع در روز)، سرعت رشد محصول (40/70 گرم در متر مربع در روز)، سرعت نسبی گیاه (0/0966 گرم در گرم در روز) و زیست‌توده کل با برگ‌پاشی لیزین-روی حاصل شد. به همین دلیل بیشینه زیست‌توده کل (14/87 کیلوگرم در مترمربع) مربوط به این تیمار بود. برگ‌پاشی روی تأثیر معنی‌داری بر زمان تشکیل سوخ نداشت. مقایسه الگوی تجمع ماده خشک در بین تیمارهای مختلف نشان داد که برگ‌پاشی آمینوکلات لیزین-روی باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک گیاه (33 درصد در مقایسه با شاهد) شد و این روند تا انتهای فصل رشد نیز ادامه داشت. براساس نتایج بدست آمده، برگ‌پاشی لیزین-روی بر الگوی رشد گیاه تأثیر داشته و با بهبود شاخص‌های تجمع ماده خشک، شاخص سطح برگ، سرعت رشد سوخ و سرعت رشد محصول، سبب تولید بیشترین زیست‌توده کل در بین تیمارهای مورد آزمایش شد. برگ‌پاشی آمینوکلات متیونین-روی نیز باعث افزایش معنی‌دار زیست توده کل و کیفیت سوخ شد در حالی‌که برگ‌پاشی سولفات روی فقط سبب افزایش معنی‌دار غلظت روی در سوخ پیاز گردید. با توجه به نتایج این پژوهش، برگ‌پاشی با آمینوکلات لیزین-روی برای بهبود عملکرد و کیفیت پیاز در خاک‌های آهکی دارای کمبود روی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آنالیز رشد، روی، آمینوکلات روی، سولفات روی

---

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان- دانشکده کشاورزی، گروه خاک‌شناسی

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

پیاز خوراکی (*Allium cepa L.*) از نظر سطح زیر کشت بعد از سیب زمینی و گوجه‌فرنگی رتبه سوم را در ایران به خود اختصاص داده است (بی‌نام، 1395). این محصول به علت دارا بودن پروتئین، کلسیم، ویتامین‌هایی مانند ریبوفلاوین و اسید اسکوربیک از اهمیت غذایی بالایی برخوردار است (کرزو-مارتینز و همکاران، 2007). ویژگی‌های ضد میکروبی، ضد سرطانی و ظرفیت بالای آنتی اکسیدانی و آنتی موتاژنیک و محافظت از بیماری‌های قلبی عروقی از سایر فواید پیاز برای سلامت انسان است. مصرف این محصول در دنیا روز به روز در حال افزایش بوده به طوری که پیاز خوراکی از نظر سطح زیر کشت بعد از گوجه فرنگی مهمترین سبزی می‌باشد (گریفیتز، 2002). با توجه به روند رو به رشد جمعیت، نیاز به تولید بیشتر این محصول اجتناب ناپذیر است. بنابراین با توجه به اهمیت گیاه پیاز، هر گونه اقدامی در جهت افزایش عملکرد این گیاه امری مفید و ضروری است. در همین راستا، شناخت و بررسی شاخص‌های رشد بویژه سرعت رشد محصول و تجمع ماده خشک، از اهمیت زیادی برخوردار است. رشد گیاه مجموعه‌ای از فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی خاص است که بر یکدیگر اثر متقابل داشته و تحت تأثیر عوامل محیطی می‌باشند. مجموع روش‌هایی که به منظور بررسی کمی مولفه‌های رشد مورد استفاده قرار می‌گیرند به آنالیزهای رشد معروف می‌باشند. هدف از تجزیه کمی رشد، شناخت عواملی است که بر رشد گیاه و محصول‌دهی آن اثر می‌گذارند (کریمی، 1372). مهم‌ترین شاخص‌های رشد که در گیاهان کاربرد فراوان دارند شامل سرعت رشد نسبی، سرعت رشد محصول، سرعت آسیمیلاسیون خالص و شاخص سطح برگ می‌باشند (کوچکی و سرمدنیا، 1377).

سرعت رشد نسبی پیاز نسبت به گیاهان دیگر کمتر می‌باشد. به گونه‌ای که در مرحله رشد سریع و در دمای نزدیک به دمای بهینه، سرعت رشد نسبی پیاز تقریباً نصف کلم بهاره و کاهو می‌باشد (بری وستر و ساترلند، 1993). ایرتوسان و خان (1989) گزارش نمودند که سرعت آسیمیلاسیون خالص و سرعت رشد نسبی در اوایل رشد پیاز بالا و با افزایش سن گیاه این شاخص‌ها کاهش یافت. بررسی‌های نسرین و همکاران (2003) نشان داد که سرعت رشد محصول در ابتدای رشد پیاز افزایش و در 60 تا 75 روز بعد از نشاکاری به بیشینه مقدار خود رسید و سپس تا روز 105 بعد از نشاکاری کاهش یافت. پایر و همکاران (2001) در مطالعه برداشت عناصر غذایی توسط پیاز نشان داد که ماده خشک کل گیاه بسیار به آهستگی در مدت زمان رشد اولیه افزایش یافت. زمانی که گیاه 55 درصد کل دوره رشد خود را سپری کرده بود، تنها 4/03 درصد از وزن خشک نهایی تولید شد. در این زمان وزن خشک برگ تشکیل شده 78 درصد، ریشه در حدود 7٪ و سوخ 15٪ از کل ماده خشک گیاه را تشکیل داد. بنابراین با توجه به الگوی رشد گیاه، جذب عناصر غذایی توسط گیاه در نیمه اول دوره رشد بسیار پایین بود. روی (Zn) یکی از عناصر غذایی کم‌مصرف مورد نیاز گیاه بوده که کمبود آن در بسیاری از اراضی زیر کشت پیاز که دارای خاک‌های آهکی و با پ-هاش قلیایی هستند گسترش دارد. روی از عناصر ضروری برای سنتز تریپتوفان بوده که پیش ماده اکسین می‌باشد (مارشنر، 1995: حافظ و همکاران، 2013). اکسین از طریق افزایش حجم و تقسیم سلولی سبب افزایش سطح برگ می‌شود.

پیاز یک گونه گیاهی حساس به کمبود روی بوده و پاسخ نسبتاً شدیدی به کوددهی روی نشان می‌دهد (مورت ودت، 2014). براساس نتایج پژوهش‌های مختلف، مصرف کود روی، زیست توده، رشد گیاه، غلظت روی و کیفیت سوخ در پیاز را بطور قابل توجهی افزایش داده است (گاملی، 2000). تأمین نیاز گیاه به روی به ویژه در خاک‌های آهکی که کمبود مقدار قابل استفاده این عنصر در خاک گسترش دارد برای دستیابی به عملکرد بهینه و بهبود ویژگی‌های کیفی محصول ضروری است (محمدی و خوش گفتارمنش، 2014). امروزه بیشتر کودهایی که برای برگ‌پاشی استفاده می‌شوند شامل سولفات روی و کلات‌های مصنوعی این عنصر (مانند Zn-EDTA و Zn-DTPA) می‌باشند (آلووی، 2008). ترکیبات معدنی روی به دلیل داشتن آلودگی فلزات سنگین و شرکت در واکنش‌های رسوب در خاک، کارایی زیادی ندارند. کلات‌های مصنوعی روی نیز اگرچه تأثیر قابل توجهی در برطرف کردن کمبود روی در خاک دارند، اما به دلیل هزینه زیاد، استفاده از آنها در بسیاری از موارد مقرون به صرفه نمی‌باشد (خوشگفتارمنش و همکاران، 2010) هم‌چنین این ترکیبات به دلیل تجزیه‌پذیری کم در خاک، ممکن است تأثیر زیان‌بار بر محیط زیست داشته باشند (گونزالز و همکاران، 2007). از طرف دیگر، نفوذ مولکول‌های کلات‌های مصنوعی در برگ، به دلیل اندازه مولکولی بزرگتر آنها در مقایسه با قطر منافذ کوتیکول و دیواره سلولی برگ، بسیار کمتر از کاتیون‌های فلزی آزاد می‌باشد (مارشنر، 1995). در سال‌های اخیر، کلات‌های روی با استفاده از آمینواسیدهای طبیعی چپ گرد آزاد،

Archive of SID

www.SID.ir

سنتز شده و کارایی برگ‌پاشی آنها در برخی گیاهان از جمله گندم و کاهو در مقایسه با سایر منابع روی بررسی شده است. آمینواسیدها یک لیگاند طبیعی بوده که قادرند عناصر فلزی به ویژه روی را از طریق گروه‌های کربوکسیل کلات کنند و قابلیت جذب عنصر را برای گیاه افزایش دهند (قاسمی و همکاران، 2013). به دلیل وجود آمینواسیدها در ترکیب کود، کاربرد آمینوکلات‌های روی علاوه بر تأمین روی، اثرهای مفید دیگری بر گیاه دارد. اسیدهای آمینه واحدهای سازنده پروتئین ها هستند و در انواع مسیرهای مهم در گیاه بکار می‌روند. در بسیاری از مولکول‌های زیستی، از جمله تشکیل قطعات کوآنزیم و یا به عنوان پیش‌سازهای بیوسنتز مولکول-هایی مانند گلوتامین و اورنیتین، که پیش‌سازهای نوکلئوتید و PAs هستند آمینواسیدها مشارکت دارند (آلکازار و همکاران، 2010). آمینواسیدها می‌توانند به عنوان منبع نیتروژن برای برخی از گیاهان در اکوسیستم‌های طبیعی و سیستم های کشاورزی مورد استفاده قرار گیرند (ناش‌اولم و همکاران، 2009).

آمینواسیدها در گیاهان نقش‌های مختلف بازی می‌کنند. این نقش‌ها شامل بیوسنتز هورمون، به عنوان پیش سازهای انواع بسیار متنوعی از ترکیبات ثانویه و نیز درگیر شدن در سیستم دفاعی گیاه می‌باشد (محمد و همکاران، 2012). در آزمایشی بر روی پیاز با برگ‌پاشی سولفات روی با غلظت 5 در هزار باعث افزایش معنی‌دار بیشترین شاخصه‌های رشد گیاه یعنی ارتفاع گیاه، تعداد برگ و عملکرد پیاز شد (مانا و همکاران، 2014). در مطالعه دیگری بر روی پیاز نشان داد که مصرف سولفات روی (با غلظت 5 در هزار) بصورت برگ‌پاشی سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه در پیاز شده است (میشرا و همکاران، 1990). مطالعات دیگری در هندوستان بر روی پیاز نشان دادند که برگ‌پاشی روی بیشترین تأثیر در افزایش معیارهای رشد نظیر ارتفاع گیاه و عملکرد داشته است (سینگ و تیواری، 1995). در مطالعه دیگری، پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که مصرف روی باعث افزایش مقدار ماده خشک سوخ پیاز شده است (سینگ و دان‌خار، 1991). در آزمایشی تأثیر برگ‌پاشی آمینوکلات‌های روی در مقایسه با سولفات روی بر گیاه گندم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که روی از منبع آمینوکلات‌ها مؤثرتر از روی از منبع سولفات روی سبب افزایش غلظت پروتئین، غلظت روی و عملکرد دانه این محصول شد (قاسمی و همکاران، 2013). در آزمایش دیگری تأثیر برگ‌پاشی آمینوکلات‌های مختلف روی در محیط کشت هیدروپونیک بر روی کاهو بررسی شد. نتایج آزمایش نشان داد که آمینوکلات گلایسین-روی در تأمین روی و بهبود ریشه و ساقه کاهو مؤثرتر از کود سولفات روی بود (محمدی و خوشگفتارمنش، 2014).

استان خوزستان با سطح زیر کشت 11426 هکتار، بیشترین سطح زیر کشت پیاز را در کشور به خود اختصاص داده است (بی‌نام، 1395). با توجه به حساسیت این محصول به کمبود روی و آهکی بودن خاک منطقه که جذب خاکی این عنصر را با مشکل مواجه می‌سازد و نیز کارایی بالاتر کمپلکس‌های سنتز شده آمینواسید-روی (قاسمی و همکاران، 2013) در مقایسه با برگ‌پاشی سولفات روی و با عنایت به اینکه تاکنون گزارشی مبنی بر مطالعه تأثیر برگ‌پاشی آمینوکلات روی بر شاخص‌های رشد و عملکرد پیاز در کشور منتشر نشده است این پژوهش به منظور ارزیابی تأثیر آمینوکلات‌های لیزین-روی، متیونین-روی و سولفات روی بر شاخص‌های رشد و زیست توده کل پیاز پریماورا اجرا شد.

مواد و روش‌ها

سنتز و ویژگی کمپلکس‌های روی-آمینواسید

کمپلکس‌های روی-آمینواسید با استفاده از دو آمینواسید لیزین (Lys) و متیونین (Met) به عنوان عوامل کمپلکس تهیه شد (جدول 1). برای این کار، 2 میلی مول از هر اسید آمینه به آرامی به یک محلول $Zn(OAc)_2$ (1 میلی مول) در 2 میلی لیتر آب مقطر اضافه شد. مخلوط واکنش به مدت 2 ساعت در دمای 100 درجه سلسیوس همزده و تقطیر شد. سپس حلال واکنش تبخیر و رسوب به‌دست آمده در دمای محیط خشک گردید. تجزیه عنصری آمینوکلات‌ها توسط دستگاه Leco Analyzer CHNS انجام شد (Perkin-Elmer 2400) و طیف سنجی جذب اتمی برای اندازه گیری غلظت روی مورد استفاده قرار گرفت (Model 3400, Perkin Elmer, Wellesley, MA). غلظت روی توسط طیف سنجی جذب اتمی تعیین شد (PerkinElmer 3030; PerkinElmer, Wellesley, MA, USA).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 1- برخی ویژگی‌های آمینواسیدهای مورد مطالعه

آمینواسید	اختصار	فرمول‌مولکولی	وزن مولکولی ($g\ mol^{-1}$)	ایزومری	ویژگی زنجیره جانبی	ثابت پایداری آمینواسید-روی (-logk)	درصد عنصر روی در آمینواسید-روی
لیزین	Lys	$C_6H_{14}N_2O_2$	146/19	L	قطبی، بازی، بار مثبت	9/33	7 درصد
متیونین	Met	$C_5H_{11}NO_2S$	149/21	L	غیرقطبی، خنثی، بدون‌بار	8/88	7 درصد

آزمایش مزرعه‌ای

این پژوهش به صورت آزمایش طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 4 تیمار شامل: سولفات روی، کمپلکس-های آمینواسید-روی (لیزین- روی و متیونین- روی) و شاهد (بدون مصرف آمینواسید و روی) با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان به مدت یک سال زراعی (95-1394) اجرا شد. محل آزمایش با 36 :°30 عرض شمالی و 14 :°50 طول شرقی،دارای اقلیم گرم و نیمه خشک با ارتفاع 320 متر از سطح دریا است. در طول فصل رشد میانگین بیشینه دمای ماهیانه 43/16 درجه سلسیوس در خردادماه و میانگین کمینه دمای ماهیانه 4/33 درجه سلسیوس در دی ماه بود. مقدار بارندگی در طول دوره آزمایش 356/6 میلی‌متر بود. قبل از انجام آزمایش یک نمونه خاک مرکب از عمق 30-0 سانتی متر از محل آزمایش جمع آوری و برخی از ویژگی‌های خاک اندازه‌گیری شد (جدول 2). براساس سیستم جامع طبقه‌بندی (USDA, Date)، این خاک از رده Aridic Calciustepts محسوب می‌شود (بنی‌نعمه و همکاران، 1392). بافت خاک به روش هیدرومتری (بیواوکوس، 1962) تعیین و قابلیت هدایت الکتریکی (هالوچاک، 2006) اندازه‌گیری شد. pH خاک در سوسپانسیون خاک:آب 1:2/5 با استفاده از pH متر رقومی اندازه‌گیری شد (Model 691, Metrohm AG Herisau Switzerland). درصد ماده آلی خاک به روش والکی و بلک (والکی و بلک، 1934)، نیتروژن کل (TN) با استفاده از روش کجلدال (برمنر و مایولوانسی، 1982)، فسفر قابل جذب گیاه (P) به روش اولسن (اولسن و سومرز، 1982) و پتاسیم قابل جذب گیاه با روش استات آمونیوم نرمال اندازه‌گیری شدند. غلظت روی قابل جذب (عصاره‌گیری شده با DTPA) با دستگاه جذب اتمی (Model 3030; PerkinElmer, Wellesley, MA, USA) اندازه‌گیری شد (لیندزی و نورول، 1978). بذور در اواسط مهرماه در خزانه کشت و نشاءها در مرحله دو تا سه برگی و در 10 دی ماه به زمین اصلی منتقل شد. مساحت هر کرت 7/2 متر مربع، شامل 6 خط کاشت به طول 4 متر، به فاصله 30 سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط 7 سانتی‌متر بود. در هنگام برداشت محصول دو خط وسط هر کرت با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هرخط به مساحت 1/8 متر مربع برداشت و در محاسبات منظور شد. قبل از کاشت گیاه، مصرف کود براساس نتایج آزمون خاک صورت گرفت (بای بوردی و ملکوتی، 1378). بر این اساس، 150 کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و 200 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در هنگام تهیه زمین به طور یکنواخت پخش و با خاک مخلوط شد. کود نیتروژنه به مقدار 270 کیلوگرم در هکتار اوره در 3 نوبت، یک سوم آن قبل از کاشت و دو سوم بقیه در دو نوبت 45 روز بعد از نشاءکاری و اوایل سوخ‌دهی به صورت سرک مصرف شد (بای بوردی و ملکوتی، 1378). برگ‌پاشی روی (دارای 7 درصد روی) از منبع سولفات روی و کمپلکس‌های لیزین-روی و متیونین-روی با غلظت 5 در هزار در دو نوبت، اوایل دوره رشد سریع گیاه (26 بهمن ماه) و 45 روز بعد از آن (10 فروردین) انجام گرفت.

جدول 2- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (0-30cm) منطقه مورد آزمایش

بافت	Zn ($mg\ kg^{-1}$)	K ($mg\ kg^{-1}$)	P ($mg\ kg^{-1}$)	TN ($g\ kg^{-1}$)	OC (%)	TNV (%)	pH	EC ($dS\ m^{-1}$)
لوم سیلتی رسی	0/5	195	4/8	1/0	0/76	53	7/7	1/2

حداقل دمای تجمعی مورد نیاز برای شروع رشد سریع در پیاز پریماورا در منطقه بهبهان 1150 (GDD) درجه روز رشد است (دارابی، 1388) که با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (تی و همکاران، 1996).

Archive of SID

www.SID.ir

$$GDD = \sum_{i=1}^{n}\left[\frac{(T_{max}+T_{min})}{2} - T_b\right]$$

در این فرمول T_{max}: بیشینه دمای روزانه، T_{min}: کمینه دمای روزانه، T_b= دمای پایه 5/9 درجه سلسیوس، (تی و همکاران، 1996) و n = تعدادروزهایی است که میانگین دمای هوا بیشتر از 5/9 درجه سلسیوس می‌باشد. به منظور تأثیر برگ‌پاشی و جلوگیری از آسیب برگ در روز آفتابی و در درجه حرارت بالا، محلول‌پاشی در اوایل صبح انجام شد.

تاریخ تشکیل سوخ با شاخص نسبت تشکیل سوخ (بیشینه قطر سوخ تقسیم بر کمینه قطر گردن) اندازه‌گیری شد. زمان شروع تشکیل سوخ زمانی در نظر گرفته شد که این نسبت بزرگتر از 2 می‌گردید (بری وستر، 1990). در مراحل اولیه رشد گیاه، نسبت تشکیل سوخ حدود یک است. در هنگام تشکیل سوخ قطر آن خیلی سریع افزایش یافته و در نتیجه این نسبت نیز زیاد می‌شود. یک شاخص حساس، قابل اعتماد و غیرتخریبی برای تخمین شروع تشکیل سوخ، مجموع تجمعی (کوسامز) می‌باشد، در این روش در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری، اختلاف تجمعی بین نسبت تشکیل سوخ و یک نسبت تشکیل سوخ در گیاهانی که سوخ در آنها تشکیل نشده (معمولاً حدود 1/2) محاسبه می‌شود. سپس در یک نمودار، مجموع تجمعی (کوسامز) نسبت با زمان رسم می‌شود. قبل از تشکیل سوخ، نوسانات نسبت تشکیل سوخ قابل ملاحظه نیست ولی بعد از تشکیل سوخ این نسبت به سرعت افزایش یافته و در نتیجه کوسامز نیز به سرعت زیاد می‌شود. زمان تشکیل سوخ را می‌توان اولین نقطه‌ای دانست که نمودار کوسامز به سرعت افزایش می‌یابد (لانکستر و همکاران، 1996).

برای تجزیه و تحلیل مولفه‌های رشد در جامعه گیاهی، این مولفه‌ها از لحاظ کمی تحت عنوان شاخص های رشد مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور از 15 روز بعد ازجوانه‌زنی تا هنگام برداشت، به فاصله 15 روز، 5 گیاه از گیاهان کشت شده در آزمایش از هر کرت برداشت و تعداد برگ سبز، سطح برگ، وزن خشک پهنک، غلاف و سوخ (از هنگامی که وزن و حجم سوخ به اندازه‌ای رسید که امکان تفکیک سوخ از غلاف وجود داشت)، حداکثر قطر سوخ و حداقل قطر گردن (بعد از نشاکاری) یادداشت شد. وزن خشک اندام‌های برداشت شده با قرار دادن این اندام‌ها در دمای 65 درجه سلسیوس در خشک‌کن به مدت 72 ساعت تعیین شد (کاهانه و همکاران، 2001). سطح پهنک با فرمول $LA=\pi lw/2$ تخمین زده شد. LA سطح پهنک (cm^{-2})، π عدد 3/14، l طول قسمت سبز پهنک (cm) و w بزرگترین قطر پهنک می‌باشد (cm) (تی و همکاران، 1996). شاخص‌های مهم رشد با استفاده ازروابط زیر محاسبه شدند:

$$LAI=[(LA_2+LA_1)/2](1/GA)$$
$$CGR=(1/GA)\ (W_2-W_1)/(T_2-T_1)$$
$$BUGR=(1/GA)\ (BU_2-BU_1)/(T_2-T_1)$$
$$RGR=\ (\ln W_2-\ln W_1)/(T_2-T_1)$$

LAI شاخص سطح برگ، LA_1 و LA_2 سطح برگ در زمان (T_1) و زمان (T_2) و GA سطح زمین پوشیده شده توسط گیاه، CGR سرعت رشد محصول، مقدار انباشت وزن خشک بر حسب گرم در متر مربع در روز، W_1 و W_2 وزن خشک گیاه در زمان‌های (T_1) و (T_2)، BUGR سرعت رشد سوخ بر حسب گرم در روز در متر مربع، BU_1 و BU_2 وزن خشک سوخ در زمان‌های (T_1) و (T_2)، RGR سرعت رشد نسبی گیاه بر حسب گرم در گرم در روز (تکالیگن و هامس، 2005). برداشت سوخ‌ها در زمان رسیدگی فیزیولوژیک که در 50 تا 80% بوته‌ها، گردن (ساقه دروغی)، نرم و در نتیجه، پهنک‌ها افتاده و ریزش و مرگ آنها آغاز شده باشد (6 خرداد) انجام گرفت (دارابی، 1394). برای اندازه‌گیری غلظت آمینواسید کل از روش روزن (1957) استفاده شد. در این روش به یک گرم از نمونه‌های گیاهی مقدار 10 میلی‌لیتر کلریدپتاسیم 2 مولار اضافه و پس از 1 ساعت تکان دادن، عصاره گیاهی از کاغذ صافی واتمن 42 عبور داده شد. سپس 0/5 میلی لیتر بافر استات- سیانید و 0/5 میلی لیتر نین‌هیدرین 3 درصد به 1 میلی‌لیتر عصاره گیاهی اضافه شده و به مدت 15 دقیقه در حمام آب 100 درجه سلسیوس قرار داده شد.

پس از سرد شدن نمونه‌ها، مقدار 15 میلی لیتر اتانول به آن‌ها اضافه شد و بعد از تکان دادن مقدار جذب در طول موج 570 نانومتر توسط دستگاه طیف سنج BECKMAN مدل DU530 اندازه‌گیری شد. برای اندازه گیری غلظت روی، نمونه‌های گیاهی با اسید کلریدریک 2 نرمال و به روش اکسیداسیون خشک هضم شدند. به این ترتیب که یک گرم نمونه گیاهی به مدت 6 ساعت در دمای 550 درجه سلسیوس کوره الکتریکی حرارت داده شدند. سپس خاکستر حاصل توسط 10 میلی‌لیتر اسیدکلریدریک 2 نرمال حل و عصاره حاصل از کاغذ صافی واتمن 42 عبور داده شد. سپس در بالن 50 میلی-لیتری با آب مقطر به حجم رسانده شد. غلظت عناصر در عصاره برگ، غلاف و سوخ پیاز توسط دستگاه جذب اتمی (Model 3030; PerkinElmer, Wellesley, MA, USA) اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس ساده بر روی

Archive of SID

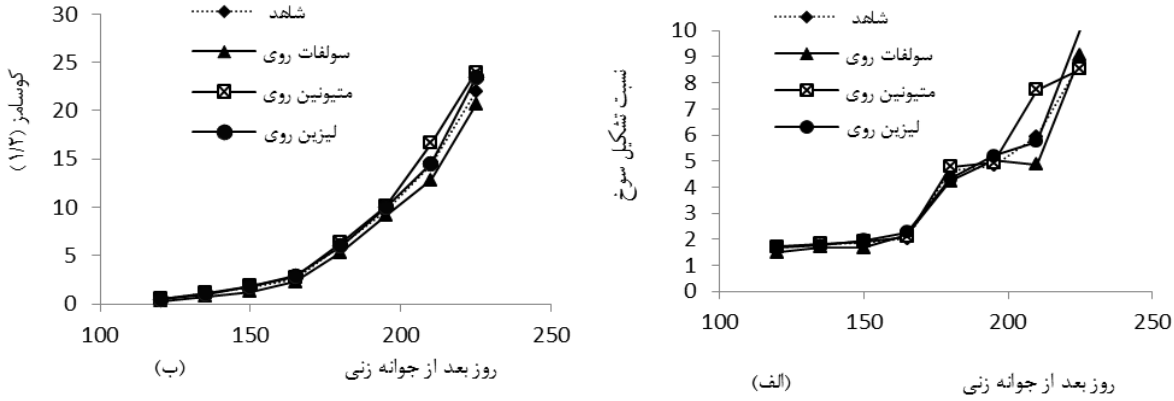
www.SID.ir

عملکرد کل و سایر صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام و میانگین‌ها به روش آزمون LSD مقایسه شدند. برای آنالیز رشد و رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج

تاریخ شروع تشکیل سوخ

تاریخ تشکیل سوخ یکی از ویژگی‌های مهم و مؤثر بر عملکرد پیاز است. در این آزمایش با استفاده از شاخص‌های نسبت تشکیل سوخ و مجموع تجمعی یا کوسامز که تاکنون توسط محققان زیادی از جمله سو و ریو (2002) استفاده شده، تاریخ تشکیل سوخ برآورد شد. این دو ویژگی به دلیل سهولت و تخریب‌نشدن گیاه، رایج‌ترین روش در مطالعات تشکیل سوخ مورد استفاده قرار گرفته‌اند. علی رغم اختلاف در شاخص سطح برگ تیمارهای مختلف تا هنگام تشکیل سوخ اختلاف قابل توجهی از نظر تاریخ تشکیل سوخ در این تیمارها مشاهده نشد که علت آنرا می‌توان به مواجه نشدن گیاه با طول روز بحرانی در ارتباط با تشکیل سوخ تا قبل از اواسط فروردین نسبت داد (بری وستر، 1990). تاریخ شروع تشکیل سوخ در تیمارهای مورد مطالعه بین 10 فروردین در تیمار لیزین-روی تا 15 فروردین ماه در تیمار شاهد تخمین زده شد (شکل 1) که در این ایام، طول روز از 12 ساعت و 26 دقیقه تا 12 ساعت و 35 دقیقه متغیر بود. به عبارت دیگر صرف‌نظر ازتیمارهای مورد مطالعه، در پیاز پریماورا، سوخ در طول روز کمتر از 13 ساعت تشکیل شده است که نشان‌دهنده روز کوتاه بودن این ژنوتیپ در ارتباط با تشکیل سوخ است (کیوراه، 2002). روز کوتاه بودن پیاز پریماورا توسط دارابی و همکاران (1387) نیز گزارش شده است.



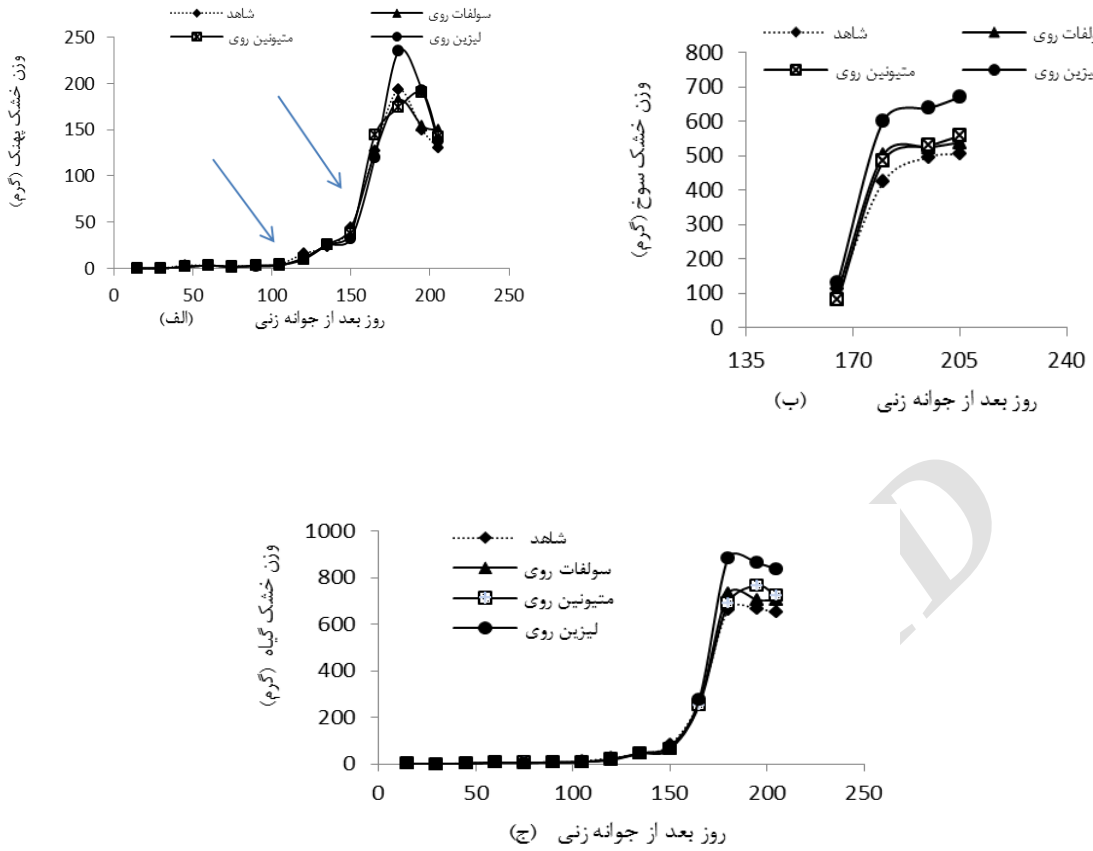
شکل 1– تاریخ تشکیل سوخ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه: نسبت تشکیل سوخ (الف) و کوسامز (ب)

روند تجمع ماده خشک

روند تجمع ماده خشک سوخ و گیاه مربوط به تیمارهای مختلف در شکل (2) ارائه شده است. در کلیه تیمارهای مورد بررسی به علت پایین بودن دما دوره‌ی رشد کند (حدود 128 روز بعد از جوانه زدن) طولانی بود. نتایج مشابهی توسط بری وستر (1990) گزارش شده است. دارابی و همکاران (1387) طول دوره رشد پیاز را در منطقه 135 روز گزارش نمودند. علت اختلاف در این نتایج را می‌توان به اختلاف در شرایط اقلیمی زمان‌های این دو آزمایش نسبت داد. انتقال نشا به زمین اصلی در مرحله رشد کند انجام شد. بعد از این مرحله رشد گیاهان به سرعت افزایش یافت و حداکثر وزن خشک (884/30 گرم در متر مربع) متعلق به تیمار لیزین-روی و کمترین وزن خشک (664/39 گرم در متر مربع) مربوط به شاهد بود (شکل 2). چنین روندی در مورد تغییرات وزن خشک توسط بری وستر (1990) و تی و همکاران (1996) نیز گزارش شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 2- روند تجمع ماده خشک تحت تأثیر برگ‌پاشی روی: پهنک برگ (الف) سوخ (ب) و کل گیاه (ج)

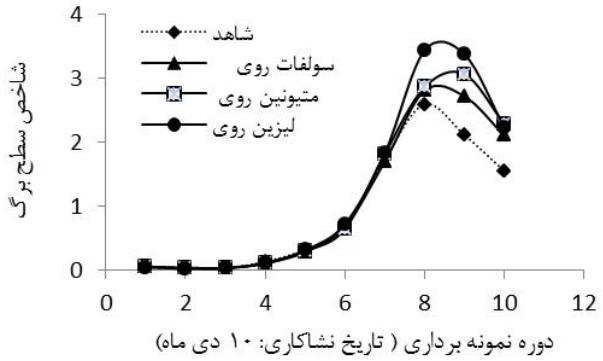
در زمان برداشت، در کلیه تیمارهای مورد بررسی وزن خشک گیاه در مقایسه با مراحل قبلی نمونه-برداری کاهش یافت که دلیل آن، کمتر بودن افزایش وزن خشک سوخ در مقایسه با کاهش وزن خشک پهنک در اثر ریزش این اندام است. کاهش وزن خشک گیاه در اواخر رشد به دلیل ریزش پهنک توسط تی و همکاران (1996) نیز گزارش شده است. مقایسه الگوی تجمع ماده خشک در بین تیمارهای مختلف نشان داد مصرف آمینوکلات لیزین-روی بعد از محلول‌پاشی مرحله اول (128 روز بعد از جوانه‌زنی) باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک گیاه شد و این روند تا انتهای فصل رشد نیز ادامه داشت. بنابراین بیشترین تجمع ماده خشک به تیمار لیزین-روی تعلق داشت که 33 درصد از لحاظ این صفت نسبت به شاهد افزایش نشان داد.

شاخص سطح برگ (LAI)

بعد از انتقال نشاء به مزرعه، در اولین دوره نمونه‌برداری به دلیل تنش وارد شده به گیاهان در اثر انتقال نشا، سطح برگ همه تیمارها در مقایسه با قبل از نشاکاری کاهش و از دوره دوم نمونه‌برداری افزایش یافت. دوره کند رشد گیاه تا دوره سوم نمونه‌برداری ادامه یافت. کند بودن رشد سطح برگ پیاز در ابتدای رشد این محصول توسط تی و همکاران (1996) نیز مشاهده شده است. بین این نتایج و گزارش بری وستر (1990) که گسترش سطح برگ پیاز در اوایل دوره رشد و نمو این گیاه کند است هماهنگی وجود دارد. اولین مرحله برگ-پاشی در دوره چهارم نمونه‌برداری انجام شد. از دوره پنجم نمونه‌برداری به بعد شاخص سطح برگ تیمارها به مقدارقابل توجهی افزایش یافت (شکل 3). مصرف آمینوکلات لیزین-روی باعث افزایش بیشتر این شاخص نسبت به سایر تیمارها از دوره پنجم نمونه‌برداری شد که این برتری تا انتهای فصل رشد گیاه ادامه داشت. شاخص سطح برگ در تیمارهای مورد بررسی تا دوره نهم نمونه-برداری افزایش و سپس کاهش یافت.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 3- شاخص سطح برگ بعد از نشاکاری تحت تأثیر برگ‌پاشی روی

بیشترین شاخص سطح برگ (3/44) مربوط به لیزین-روی بود که 33% و 22% بیشتر از بیشینه این شاخص در تیمارهای شاهد و سولفات روی بود. در اواخر دوره‌ی رشد به علت پیری و ریزش پهنک این شاخص در کلیه تیمارها کاهش یافت (شکل 3).

سرعت رشد سوخ

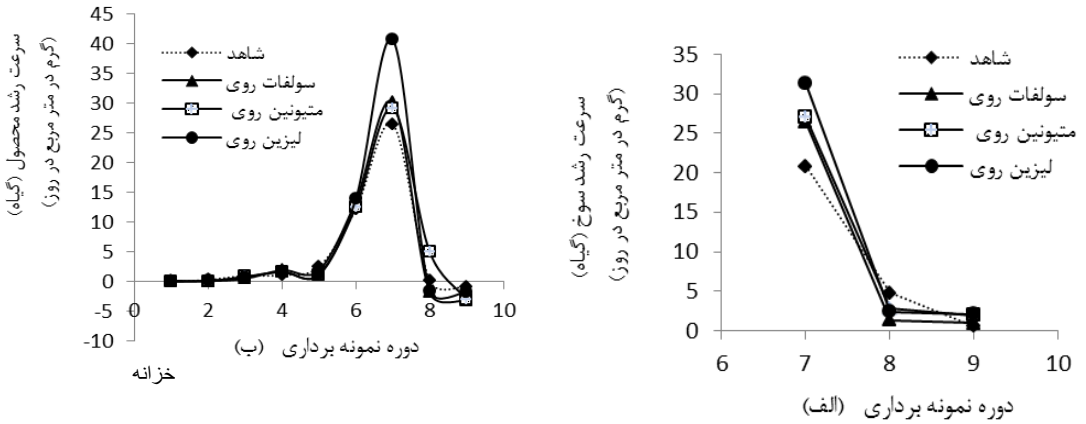
بیشترین سرعت رشد سوخ در تیمار لیزین-روی (31/30 گرم در متر مربع در روز) مشاهده شد که از بیشینه سرعت رشد سوخ در تیمارهای متیونین-روی، سولفات روی و شاهد به ترتیب 16%، 18% و 50% بیشتر بود (شکل4). دلیل برتری کمپلکس لیزین-روی در مقایسه با تیمارهای سولفات روی و متیونین-روی را می‌توان اولاً به خاطر جذب و انتقال بهتر عنصر روی در گیاه و در نتیجه رسیدن این عنصر به سوخ نسبت داد (جدول 4). دلیل این موضوع را می‌توان به تأثیر آمینواسید لیزین در تسهیل انتقال روی از برگ به سوخ بیان کرد. ثانیاً کارایی بالاتر لیزین-روی در مقایسه با سولفات روی و متیونین-روی ممکن است به دلیل نقش آمینواسید همراه در فرآیندهای مختلف زیستی، از جمله تقسیم سلولی و رشد سلول باشد (ال-باسیونی و همکاران، 2008). از طرف دیگر آمینواسیدها خود از منابع نیتروژن برای تغذیه گیاه می‌باشند. تغذیه نیتروژن باعث افزایش فراوانی و فعالیت پروتئین‌های ناقل روی در غشای سلول-های ریشه شده و به بهبود جذب روی توسط گیاه کمک می‌کند (قاسمی و همکاران، 2012). لذا، بخشی از تأثیر آمینوکلات‌های روی در مقایسه با سولفات روی، بر افزایش جذب روی شاخساره، ممکن است ناشی از تأثیر مثبت آمینوکلات بر تغذیه نیتروژن گیاه باشد. در این ارتباط کاتمن و همکاران (2010) مشاهده کردند که با مصرف ترکیب کودهای نیتروژن و روی، جذب روی در گیاه افزایش یافت. بنابراین چنین به نظر می‌رسد افزایش سرعت رشد سوخ در تیمار لیزین-روی ناشی از تأثیر هر دو عامل تغذیه روی و آمینواسید لیزین بوده است. همزمان با بیشترین سرعت رشد سوخ، سرعت رشد پهنک در کلیه تیمارها کاهش یافت که این امر بیانگر رقابت شدید پهنک و سوخ برای جذب مواد فتوسنتزی و قوی‌تر بودن سوخ برای جذب این مواد است (بری وستر، 1990).

سرعت رشد محصول (CGR)

سرعت رشد محصول در کلیه تیمارها در مراحل اولیه رشد، به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و پایین بودن شاخص سطح برگ و در نتیجه جذب کم‌تر نور به وسیله گیاه پایین بود (کوچکی و سرمدنیا، 1377). توسعه برگ سبب افزایش شدید در سرعت رشد محصول شد. بیشینه سرعت رشد محصول با بیشینه شاخص سطح برگ و نیز بیشینه سرعت رشد سوخ همخوانی داشت. بیشترین سرعت رشد محصول در تیمار لیزین-روی (40/70 گرم در متر مربع در روز) مشاهده شد که نسبت به بیشینه سرعت رشد محصول در تیمارهای متیونین-روی، سولفات روی و شاهد به ترتیب 40%، 35% و 54% بیشتر بود. بیشتر بودن سرعت رشد سوخ از عوامل اصلی بالاتر بودن زیست‌توده کل در تیمار لیزین-روی در مقایسه با سایر تیمارها است.

Archive of SID

www.SID.ir



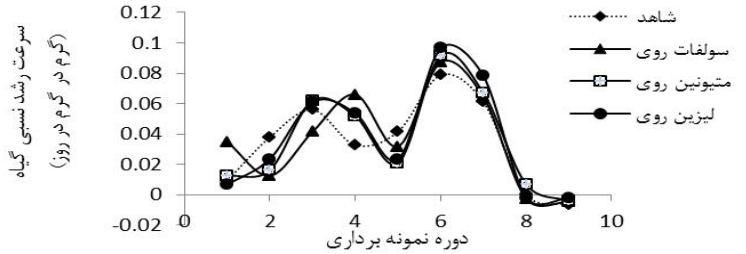
شکل 4- روند تغییرات سرعت رشد: سوخ (الف) و کل گیاه (ب) تحت تأثیر برگ‌پاشی روی

این نتایج با گزارش رائو (1988) که ارقام پر تولید سرعت رشد محصول بیشتری دارند، مطابقت دارد. مشابه با اکثر گیاهان نهایتاً سرعت رشد محصول به دلیل کم و یا متوقف شدن رشد رویشی، پیری و ریزش پهنک، سیر نزولی داشت (کوچکی و همکاران، 1374). در کلیه تیمارها این شاخص منفی شد (شکل 4).

بطور کلی در این آزمایش مشاهده شد که در مرحله سوخ‌دهی و با افزایش سطح برگ، مقدار تولید ماده خشک در واحد سطح افزایش یافت و به تبع آن سرعت رشد گیاه نیز روندی افزایشی نشان داد. اما در مراحل بعدی، به دلیل تغییر الگوی توزیع مواد فتوسنتزی و انتقال آنها به اندامهای زیرزمینی جهت حجیم شدن سوخ‌ها و همچنین ایجاد رقابت و تا حدی پیری و ریزش برگها، سرعت رشد گیاه روندی کاهشی به خود گرفت (ارشدی و همکاران، 1392). همانطورکه اشاره شد با مصرف آمینوکلات روی، شاخص سطح برگ نیز افزایش یافت. با توجه به اینکه بین سطح فتوسنتزکننده و سرعت رشد محصول رابطه مستقیم وجود دارد (سایدلایوسکاس و برنوتاس، 2003) به نظر می‌رسد برای دستیابی به عملکرد بالای محصول پیاز در خاکهای آهکی، برگ‌پاشی لیزین-روی بسیار مؤثر است.

سرعت رشد نسبی (RGR)

پس از انتقال نشاها به مزرعه کلیه نشاها در دوره دوم نمونه‌برداری ترمیم شدند. سرعت رشد نسبی گیاه تا دوره چهارم نمونه‌برداری روند صعودی و پس از آن تا دوره پنجم نمونه‌برداری در مزرعه کاهش یافت. همچنانکه کوچکی و سرمدنیا (1377) گزارش نموده‌اند در این بررسی نیز در مراحل اولیه رشد گیاه، سرعت رشد نسبی افزایش و سپس کاهش یافت. مسیحا و همکاران (1379) نیز روند مشابهی را برای سرعت رشد نسبی پیاز گزارش نموده‌اند. از دوره پنجم تا ششم نمونه‌برداری و هم‌زمان با شروع تشکیل سوخ این شاخص دوباره و عمدتاً به دلیل افزایش سرعت رشد نسبی پهنک، افزایش یافت و از دوره ششم و هفتم تا هنگام برداشت روند نزولی داشت (شکل 5).



شکل 5- روند تغییرات سرعت رشد نسبی گیاه تحت تأثیر برگ‌پاشی روی

Archive of SID

www.SID.ir

دلیل کاهش این شاخص با افزایش سن گیاه را می‌توان به افزایش سن پهنک‌های خارجی و در نتیجه افزایش بافت‌های ساختمانی که نقشی در فتوسنتز ندارند و نیز در سایه قرار گرفتن آنها دانست (کوچکی و همکاران، 1374). در اواخر دوره رشد گیاه، ریزش پهنک در کلیه تیمارها سبب گردید که سرعت رشد نسبی منفی شود. منفی شدن سرعت رشد نسبی پیاز توسط رستگار و همکاران (1385) نیز مشاهده شده است. بیشترین سرعت نسبی گیاه مربوط به تیمار لیزین-روی (0/0966 گرم در گرم در روز) بود. با عنایت به اینکه سرعت رشد نسبی بیانگر افزایش وزن خشک گیاه بر حسب گرم در گرم در روز می‌باشد بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که تأثیر تیمار لیزین-روی در افزایش تقسیم سلول و یا افزایش رشد سلول و یا هر دو این فرآیند مؤثرتر از سایر تیمارهای مورد مطالعه بوده است.

زیست‌توده کل پیاز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر برگ‌پاشی بر زیست‌توده پیاز در سطح 1% معنی دار شد(جدول 1). زیست‌توده پیاز تحت تأثیر منابع مختلف کود روی قرار گرفت. کاربرد سولفات روی اثر معنی داری بر زیست‌توده نداشت اما سایر منابع کودی روی (آمینوکلات‌ها) سبب افزایش معنی‌دار زیست‌توده پیاز شدند (جدول 1). در بین آمینوکلات‌های مصرفی بیشترین تأثیر مربوط به لیزین-روی بود. مورت ودت (2014) گزارش نمود که با کاربرد روی عملکرد پیاز افزایش می‌یابد. علت افزایش عملکرد با کاربرد روی را می‌توان به تأثیر مثبت روی در رشد گیاه و به ویژه افزایش ارتفاع گیاه و در نتیجه افزایش سطح برگ نسبت داد. بین منابع روی مصرفی از لحاظ تأثیر بر زیست‌توده کل پیاز اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بطوریکه تأثیر لیزین-روی بر زیست‌توده کل (14/87 کیلوگرم در متر مربع) برتری معنی‌داری در مقایسه با کلیه تیمارها داشت (جدول 1). کارایی بیشتر آمینوکلات روی در مقایسه با سولفات روی بر عملکرد گندم توسط قاسمی و همکاران (2013) گزارش شده است. برای برتری کمپلکس لیزین- روی در مقایسه با سایر منابع می‌توان دلایل مختلفی ارائه نمود. دلیل اول احتمالاً جذب و انتقال بهتر عنصر روی در گیاه و در نتیجه رسیدن این عنصر به سوخ می‌باشد. بطوریکه نتایج نشان داد، بالاترین غلظت روی در تیمار آمینوکلات لیزین- روی بود بطوری‌که غلظت روی سوخ در مقایسه با شاهد 81 درصد افزایش نشان داد. در حالیکه افزایش غلظت روی برای سایر منابع روی بین 62 تا 64 درصد بود. عامل مهم دیگر برتری کمپلکس لیزین-روی را می‌توان به تأثیر خود آمینواسید لیزین بر عملکرد سوخ نسبت داد. آمینواسید لیزین علاوه بر بکار رفتن در ساختمان پروتئین، به عنوان یک پیش ماده برای گلوتامات که یک آمینواسید سیگنال دهنده مهم و از تنظیم کننده های رشد گیاهی و پاسخ دهنده به محیط است محسوب می‌شود (ال- باسیونی و همکاران، 2008). شواهد ژنتیکی، مولکولی و بیوشیمیایی اخیر نیز نشان می‌دهد که سنتز و سوخت و ساز لیزین توسط مکانیزم‌هایی در داخل سلول در خلال رشد و توسعه گیاه تنظیم می‌شود (گالیلی، 2002).

غلظت روی در برگ، غلاف و سوخ پیاز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر برگ‌پاشی روی بر غلظت روی برگ، غلاف و سوخ پیاز در سطح 1% معنی دار بود (جدول 1). با کاربرد روی صرف نظر از منبع مصرفی، غلظت روی اجزای مختلف پیاز بطور معنی‌داری افزایش یافت. در بین منابع روی مصرفی بیشترین تأثیر مربوط به لیزین-روی بود. افزایش غلظت روی سوخ پیاز با برگ‌پاشی روی از هر دو منبع کمپلکس آمینواسید-روی و سولفات روی نشان‌دهنده کارایی بالای انتقال روی از برگ به سوخ با این روش کوددهی می‌باشد. این موضوع در خاک‌های آهکی از جمله خاک منطقه مورد مطالعه (با بیش از 53 درصد کربنات کلسیم معادل) که در آن جذب این عنصر توسط ریشه از خاک با مشکل مواجه می‌باشد اهمیت زیادی دارد. بالاتر بودن غلظت روی سوخ پیاز در تیمار لیزین-روی در مقایسه با سولفات روی نشان‌دهنده انتقال بیشتر روی از برگ به سوخ در حضور آمینواسید می‌باشد. غلظت بالاتر روی سوخ در تیمارهای برگ‌پاشی با کمپلکس لیزین-روی با افزایش عملکرد سوخ همراه بود. در تیمار لیزین-روی، غلظت روی سوخ در مقایسه با شاهد 81 درصد افزایش نشان داد. در حالیکه افزایش غلظت روی برای سایر منابع روی بین 62 تا 64 درصد بود. کاربرد کمپلکس لیزین-روی باعث افزایش غلظت روی در برگ و غلاف و در نهایت در سوخ گردید. این را می‌توان با کاهش بار Zn^{+2} پس از تشکیل کمپلکس آمینواسید-روی و کاهش اتصال Zn^{+2} با بارهای منفی دیواره سلولی توضیح داد. نگهداشت یون‌ها در دیواره سلولی توسط شعاع یونی فلز (مویوستاکاس و همکاران، 2011) و ثابت پایداری گروه-های عاملی با یونهای فلزی تعیین می‌شود (جدول 1). آمینواسید لیزین که با عنصر روی کمپلکس شده است، دارای پایداری بیشتری در مقایسه با کمپلکس متیونین-روی می‌باشد، لگاریتم ثابت پایداری Zn^{+2} با لیزین و متیونین به ترتیب 9/30 و 8/88 است (می‌چیک و یرماکو، 1999). بنابراین آمینواسید لیزین بهتر توانسته انتقال روی

Archive of SID

www.SID.ir

از برگ به سوخ را تسهیل نماید. نتایج مشابهی نیز توسط گاملی (2000) گزارش شده است.

غلظت آمینواسیدکل برگ و سوخ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر برگ‌پاشی روی بر غلظت آمینواسید کل برگ و سوخ پیاز در سطح 1% معنی‌دار بود (جدول 3). کاربرد آمینوکلات‌های مصرفی، غلظت آمینواسید کل برگ و سوخ را بطور معنی-داری افزایش داد (جدول 1). بین کمپلکس‌های آمینواسید-روی از نظر این صفات اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول 3- خلاصه جدول تجزیه واریانس زیست توده کل پیاز، غلظت آمینواسید کل برگ و سوخ، غلظت روی کل برگ، غلاف و سوخ

		میانگین مربعات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	زیست‌توده کل پیاز	غلظت آمینواسید کل برگ	غلظت آمینواسید کل سوخ	غلظت روی برگ	غلظت روی غلاف	غلظت روی سوخ
تکرار	2	319265/79	24/40	7/31	0/20	1/91	4/65
برگ‌پاشی	3	21723804/66**	624/59**	51/00**	17/50**	19/28**	100/80**
خطا	6	619161/27	8/14	3/38	0/83	1/86	2/76
ضریب تغییرات		%6/83	%11/60	18/92	%3/36	%4/81	%6/70

* ، ** به ترتیب بیانگر معنی‌دار بودن در سطح آماری 0/05، 0/01 می‌باشند

جدول 4- مقایسه میانگین زیست توده کل پیاز، غلظت آمینواسید کل برگ و سوخ، غلظت روی کل برگ، غلاف و سوخ تحت تأثیر برگ‌پاشی روی

تیمار	زیست‌توده کل پیاز (کیلوگرم در مترمربع)	غلظت آمینواسید کل (میلی‌گرم در کیلوگرم)		غلظت روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)		
		برگ	سوخ	برگ	غلاف	سوخ
شاهد	8/78c	9/98b	6/16b	23/92c	25/00b	16/33b
سولفات روی	10/03c	14/53b	6/19b	27/92ab	28/67a	26/83a
متیونین-روی	12/42b	35/50a	12/60a	26/75b	28/50a	26/50a
لیزین-روی	14/87a	38/41a	13/92a	29/67a	31/17a	29/50a

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح 1% می‌باشد.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج بدست آمده، رشد پیاز در ابتدا تا 128 روز بعد از جوانه‌زنی کند بود که این برابر با 1150 درجه روز رشد است. پس از آن مرحله رشد سریع شروع شد. انجام برگ‌پاشی در ابتدای مرحله رشد سریع سبب تغییر الگوی رشد پیاز شد. بطوریکه نتایج نشان داد سرعت رشد سوخ و محصول در تیمار لیزی-روی به ترتیب 50 و 54 درصد بیشتر از این شاخص‌ها در شاهد بود که منجر به افزایش وزن خشک گیاه (33 درصد) شد. بیشینه شاخص سطح برگ و سرعت رشد نسبی گیاه نیز در تیمار لیزین-روی حاصل شد. بنابراین بیشینه زیست-توده گیاه با محلول‌پاشی آمینوکلات لیزین-روی تولید شد. لذا با عنایت به اینکه برگ‌پاشی آمینوکلات روی بر رشد و زیست توده گیاه پیاز تأثیر مثبت داشته است پیشنهاد می‌شود برگ‌پاشی روی از منبع آمینوکلات روی بر گیاهان هم‌خانواده با این محصول مانند سیر و موسیر نیز بررسی شود.

فهرست منابع:

1- ارشدی، م. ج.، ح. ر. خزاعی، و م. کافی. 1392. بررسی تأثیر کود سرک نیتروژن با استفاده از کلروفیل‌متر بر عملکرد، اجزاء عملکرد و شاخص‌های رشد سیب زمینی. دانشگاه فردوسی مشهد، نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، 11(4): 582-573.

Archive of SID

www.SID.ir

2- بای‌بوردی، ا. و م. ج. ملکوتی. 1378. ضرورت مصرف بهینه کود برای افزایش کمی و کیفی و کاهش غلظت نیترات در غده های پیاز. نشر آموزش کشاورزی. کرج. 16 صفحه.

3- بنی‌نعمه، ج.، م. جمشیدی، و م. جوادزاده. 1392. مطالعات خاکشناسی تفصیلی ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان. گزارش نهایی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان. نشریه شماره 1859. 43 صفحه.

4- بی‌نام. 1395. آمارنامه کشاورزی. جلد اول: محصولات زراعی، سال زراعی 95-1394. وزارت جهاد کشاورزی. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی. دفتر آمار و فناوری اطلاعات. صفحات 6 و 100.

5- دارابی، ع. 1394. فیزیولوژی و تولید پیاز. نشر آموزش کشاورزی، کرج. 276 صفحه.

6- دارابی، ع. 1388. بررسی فیزیولوژی تشکیل سوخ در توده‌های بومی مهم پیاز ایران در شرایط اقلیمی بهبهان و کرج. رساله دکتری علوم باغبانی کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. 162 صفحه.

7- دارابی، ع. کاشی، ع. بابالار، م. و م. خدادادی. 1387. تغییرات کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی ساده به هنگام تشکیل سوخ و آنالیز رشد چهار رقم پیاز در بهبهان. مجله پژوهش کشاورزی. 8(1): 50-37.

8- رستگار، ج.، م. خدادادی، و ا. موسی پور گرجی. 1385. بررسی الگوی رشد ارقام بومی پیاز ایران بر اساس شاخص‌های فیزیولوژیک. مرکز تحقیقات خراسان (مشهد)، 37 صفحه.

9- کریمی، م.، 1372. آنالیز رشد بر اساس واحدهای گرمایی. مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. 242-235.

10- کوچکی، ع. و غ. سرمدنیا. 1377. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه)، چاپ هفتم، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. 400 صفحه.

11- کوچکی، ع.، م. ح. راشد محصل، م. بصیری و ر. صدر آبادی. 1374. مبانی فیزیولوژیکی رشد ونمو. (ترجمه) چاپ سوم، دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد. 404 صفحه.

12- مسیحا، س.، ع. مطلبی آذر، ف. شکاری، و ح. کاظم نیا. 1379. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مقایسه عملکرد و آنالیز رشد ارقام پیاز به روش سنتی و نشایی با ماشین نشاکار. دانشگاه تبریز، 44 صفحه.

13. Alcazar, R., T. Altabella, F. Marco, C. Bortolotti, M. Reymond, C. Koncz, P. Carrasco, and A.F. Tiburcio. 2010. Polyamines: molecules with regulatory functions in plant abiotic stress tolerance. Planta 231:1237–1249.

14. Alloway, B.J. 2008. Zinc in soils and crop nutrition (2th ed.)·IZA and IFA Brussels, Belgium and Paris, France.

15. Bouyoucos, C.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil. Agron. J.54:464–465.

16. Bremner, J.M., and C.S. Mulvancy. 1982. Nitrogen-Total. In: page, A. L., et al. (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, pp. 595–624.

17. Brewster, J.L .1990. Physiology of crop growth and bulbing In: J.L. Brewster and H.D. Rabinowitch (Eds). Onions and Allid Crops. Volume l. Botany. Physiology and Genetic. CRC, Press. Boca Raton. Pp. 53-58.

18. Brewster, J.L., and R.A. Suterland. 1993. The rapid determination in controlled environments of parameters for predicting seedling growth rate in natural conditions. Ann. Appl. Biol. 122:123-133.

19. Corzo-Martinez, M., N. Corzo, and M. Villamiel. 2007. Biological properties of onionsand garlic. Trends Food Sci Tech. 18:609–625.

Archive of SID

www.SID.ir

20. Currah, L. 2002. Onion in the tropics: cultivars and country reports. PP. 379-407. in: Rabinowich, H.D. and L.Currah(eds). Allium Crop Science: Recent Advanceds. CABI pulishing. U.K.
21. El-Bassiouny, H.M.S., H.A. Mostafa, S.A. El-Khawas, R.A. HassaneinKhalil, and A.A. Abd El-Monem. 2008. Physiological responses of wheat plant to foliar treatments with arginine or putrescine. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 2:1390-1403.
22. Galili, G. 2002. New insights into the regulation and functional significance of lysine metabolism in plants. Plant Biology. 53:27–43.
23. Gamelli, H.H. 2000. The effect of some foliar fertilizers application on growth, bulbplant biomass, quality and storage ability of Giza 20 onion cultivar (*Allium cepa* L.). Ann. Agric. Sci. Moshtohor, 38:1727–1737.
24. Ghasemi, S., A.H. Khoshgoftarmanesh, M. Afyuni and H. Hadadzadeh. 2013. The effectiveness of foliar applications of synthesized zinc-amino acid chelates in comparison with zinc sulfate to increase yield and grain nutritional quality of wheat. Eur. Agr. J. 45:68-74.
25. Ghasemi, S., A.H. Khoshgoftarmanesh, H. Hadadzade and M. Jafari. 2012. Synthesis of iron-amino acids chelates and evaluation of their efficacy as iron source and growth stimulator for tomato in nutrient solution culture. Plant. Grow. Reg. J. 31:498-508.
26. Gonzalez, D., A. Obrador and J.M. Alvarez. 2007. Behavior of zinc from six organic fertilizers applied to a navy bean crop grown in a calcareous soil. Agri Food. Chemi. J. 55:7084-7092.
27. Griffiths, G., L. Trueman, T. Crowther, B. Thomas and B. Smith, B. 2002. Onions-a globalbenefit to health. Phytother. Res. 16:603–615.
28. Hafeez, B., Y.M. Khanif and M. Saleem. 2013. Role of Zinc in Plant Nutrition- A Review. American Journal of Experimental Agriculture. 3(2):374-391.
29. Haluschak, P. 2006. Laboratory methods of soil analysis. Canada-Manitoba soil survey, 3-133.
30. Iortsuun, D.N., and A.A. Khan. 1989. The pattern of dry matter distribution during development in onion. Agron. Crop Sci. J. 162:127-134.
31. Kahane, R., E. Vaillle-Guerin, I. Boukema, D. Tzanoudakis, C. Bellamy, C. Chamaux, and C. Kik. 2001. Changes in non- structural carbohydrate composition during bulbing in sweet and high-solid onions in field experiments. Env. Exp. Bot. 45:72-83.
32. Khoshgoftarmanesh, A. H., R. Schulin, R.L. Chaney, B. Daneshbakhsh, and M. Afyuni. 2010. Micronutrient-efficient genotypes for crop yield and nutritional quality in sustainable agriculture. A review. Agron. Sustain. Dev. 30:83–107.
33. Kutman, U.B., B. Yildis, L. Ozturk and I. Cakmak. 2010. Biofortification of durum wheat with zinc through soil and foliar applications of nitrogen. Cereal Chemistry. 87:1-9.
34. Lancaster, J.E., C.M. Trigs, J.M. De Ruiter and P.W. Gander. 1996. Bulbing in onions: photoperiod and temperature requirements and prediction of bulb size and maturity. Ann. Bot. 78:423-430.
35. Lindsay, W.L., and W.A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42:421–428.
36. Manna, D., T.K. Matty and A. Ghosal. 2014. Influence of foliar application of boron and zinc on growth, yield and bulb quality of onion (*Allium cepa* L.). Journal of Crop and Weed. 10(1):53-55.
37. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London,U.K.
38. Meychik, N.R., and I.P. Yermakov. 1999. A new approach to the investigation on the tonogenic groups of root cell walls. Plant Soil . 217:257- 264.
39. Mishra, H.P., K.P. Singh, and J.P. Yadav. 1990. Influence of Zn, Fe, B and Mn and their uptake on onion grown in calcareous soil. Haryana J. Hort. Sci.19:153-59.

www.SID.ir

40. Mohamed, E., E.A. Awadi, and S.A. Abd, El Wahed. 2012. Improvement the Growth and Quality of Green Onion (*Allium Cepa* L.) Plants by Some Bioregulators in the New Reclaimed Area at Nobaria Region, Egypt. New York Sci. J. 5(9):114-120.
41. Mohammadi, P., and A.H. Khoshgoftarmanesh. 2014. The effectiveness of syntheticzinc(Zn)-amino chelates in supplying Zn and alleviating salt-induced damageson hydroponically grown lettuce. Sci. Hortic.-Amsterdam. 172:117–123.
42. Mortvedt, J. 2014. Efficient Fertilizer Use-Micronutrients. [Online]. Available at http:// cyber. collegeshawinigan. qc.ca/cpedneault/controlequalite/EFU%20manual analyse % 20 des % 20 sols /micronutrients.pdf. [verified 10 Oct. 2014].
43. Moustakas, N.K., A.I. Akoumianki, P.E. Barouchas. 2011. The effects of cadmium and zinc interactions on the concentration of cadmium and zinc in pot marigold (Calendula officinalis L.). Aust. Crop Sci. J. 5:277- 282.
44. Nasreen, S., S.M. ImamulHaq and M. AltabHossain. 2003. Sulphur effects on growth responses and yield of onion. Asi. Plant Sci. J. 897-902.
45. Nasholm, T., K. Kielland, and U. Ganeteg. 2009. Uptake of organic nitrogen by plants. New Phytol. 182:31–48.
46. Olsen, S.R. and L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. In: Page, A.L., et al. (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part 2. , 2nd edn. ASA and ASSA, Madison WI, pp. 403–430, Agron Monogr 9.
47. Pire, R., H. Ramírez, J. Riera and N. Gómez T. de. 2001. Removal of N, P, K and Ca by an onion crop (*Allium cepa* L.) in a silty-clay soil, in a semiarid region of Venezuela. Acta Horticulture. 555:103-109.
48. Rao, N.K.S. 1988. Physiological analysis of growth and yield in onion (*Allium cepa* L.) Indian J. Agr. Sci. 58(6):489-491.
49. Rosen, H. 1957. A modified ninhydrin colorimetric analysis for amino acids. Archives of Biochemistry and Biophysics 67: 10- 15.
50. Sidlauskas, G. and S. Bernotas. 2003. Some factors affecting seed yield of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). Agron. Res. 1(2):229-243.
51. Singh, J., and B.S. Dankhar. 1991. Effect of nitrogen, potash and zinc on storage loss of onion bulb. Vegetable science. 18:16-23.
52. Singh, D.P., and R.S. Tiwari. 1995. Effect of micronutrients on growth and yield of onion variety pusa Red. Recent Horticulture. 2(2):70-77.
53. Suh, J.K., and Y.W. Ryu. 2002. Short period test of growth, bulbing, leaf- fall down and regrowth of onion (*Allium cepa* L.) under different daylength controlled by supplemental lighting. Kor. Soc. Hort. Sci. J .43 (5):591-595.
54. Tei, F., A. Scaife and D.P. Aikman. 1996. Growth of lettuce, onion and red beet. Growth analysis, light interception and radiation use efficiency. Ann. Bot. 78:633-644.
55. Tekalign, T., and P.S. Hammes. 2005. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth. II. Growth analysis, tuber yield and quality. Sci. Hort.105:29-44.
56. Walkley, A., and I.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. J. 37: 29-38.

www.SID.ir

Dry Matter Accumulation Pattern and Growth Rate of Onion as Affected by Foliar Application of Various Zn Fertilizer Sources

M. R. Rafie[1], A. H. Khoshgoftarmanesh, H. Shariatmadari, and A. Darabi

Ph.D. student, Department of Soil Science, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran; E-mail: rafie1670@yahoo.com

Professors, Department of Soil Science, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran; E-mail: ahkhoshgoftar@yahoo.com

Professors, Department of Soil Science, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran; E-mail: shariat@cc.iut.ac.ir

Assistant Professors, Seed and Plant Improvement Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center , AREEO, Ahwaz, Iran; E-mail: darabi6872@yahoo.com

Received: June, 2017 and Accepted: October, 2017

Abstract

The pattern of dry matter accumulation and crop growth rate are important characteristics affecting optimal crop production. Plant nutrition has a significant impact on plant growth pattern. In this research, the effect of foliar application of Zn in the form of $ZnSO_4$ and synthetic complexes of methionine-Zn (Zn-Met) and lysine-Zn (Zn-Lys) on pattern of dry matter accumulation, crop growth rate, and other growth indicators of onion (*Allium cepa* L. cv. Primavera) was evaluated. Foliar Zn application at a concentration of 0.5 % was performed at two stages: once at the early rapid vegetative growth stage (at stage of leaf blade growth), and the other at the early bulbing. The results indicated that, at all fertilizer treatments, the slow growth period lasted 128 days after seed germination followed by the rapid growth period. The maximum leaf area index (LAI) (3.44), bulb growth rate (31.30 g m^{-2} day^{-1}), crop growth rate (40.70 g m^{-2} day^{-1}), relative growth rate (0.0966 g g^{-1} day^{-1}) and total biomass was obtained at the Zn-Lys treatment. For this reason, the highest total biomass (14.87 kg m^{-2}) belonged to this treatment. Foliar application of Zn treatments was ineffective on the bulbing time. Among different treatments, the pattern of dry matter accumulation showed that Zn-Lys complex resulted in significant increase of plant dry mass (33% over the control treatment), and this trend continued until the end of the growing season. According to the results, foliar spray of Zn-Lys complex affected the growth pattern of onion and thereby resulted in significant improvement of dry matter accumulation, LAI, bulb growth rate, and crop growth rate. The highest total biomass was also produced in the Zn-Lys treatment. Also, Zn-Met complex significantly increased total biomass and blub quality but zinc sulfate only significantly increased zinc concentration in onion bulb. According to the results of this research, foliar spray of Zn-Lys complex is recommended for improving onion yield and quality in zinc deficient calcareous soils.

Keywords: Growth Analysis, Zinc, Zn-Amino acid complex, Zn-sulfate, *Allium cepa* L.

[1] Corresponding author: Department of Soil Science, Isfahan University of Technology

Archive of SID

www.SID.ir