اثرات آلومینیوم و فسفر بر برخی از صفات مورفولوژیکی و غلظت یونهای معدنی کلزا

زهرا توحیدی[۱] ، امین باقی زاده[۲*] و شکوفه انتشاری[۱]

[۱]تهران، دانشگاه پیام نور، گروه زیست شناسی

[۲] کرمان، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، گروه بیوتکنولوژی

تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۲۶

چکیده

آلومینیوم یکی از عناصر اصلی خاک محسوب می شود. سمیت زیست محیطی آلومینیوم موجب بروز بیماریهای مختلف مانند آلزایمر و بیماری های ریوی وکلیوی در بدن انسان می شود. در این مطالعه اثر سطوح مختلف آلومینیوم (۰، ۲۰ ، ۴۰ و ۶۰میکرومول) و اثر سطوح مختلف فسفر (۰ ، ۴۰ ، ۸۰ و۳۲۰ میکرومول) به همراه غلظت ثابت ۴۰ میکرومول آلومینیوم بر برخی از صفات مورفولوژیکی و غلظت یونهای معدنی رقم طلایه کلزا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد در گیاهانی که تحت تیمار آلومینیوم قرار گرفتند، اندازه صفات طول ساقه، وزن خشک اندام هوایی، مساحت برگ و طول ریشه کاهش یافته است.همچنین تحت تاثیر تیمارآلومینیم غلظت یون پتاسیم حداکثر به مقدار ۷۰ میلی گرم بر لیتر، آهن حداکثر به مقدار ۰/۸ میلی گرم بر لیتر و فسفر حداکثر به مقدار ۰/۰۶ میلی گرم بر لیتر کاهش یافته است، اما غلظت یونهای روی و آلومینیم تحت تاثیر تیمار آلومینیوم افزایش می یابد.درحالی که در گیاهانی که تحت تیمار توام آلومینیوم و فسفر قرارگرفتند میزان صفات وزن خشک اندام هوایی و غلظت یون های روی و آلومینیم کاهش یافت و میزان صفات طول ساقه ، مساحت برگ ، طول ریشه و غلظت یون های پتاسم ، آهن و فسفر به طور معنی داری افزایش پیدا کرد. بر اساس نتایج حاصل پیشنهاد می شود برای کاهش اثرات زیان آور آلومینیوم در گیاه کلزا از تیمار فسفر استفاده شود.

واژه های کلیدی: کلزا ، آلومینیوم ، فسفر ، یون های معدنی

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۳۱۴۱۴۱۵۶ ، پست الکترونیکی: amin_4156@yahoo.com

مقدمه

آلومینیوم یکی از فراوان ترین عناصر فلزی موجود در کره زمین است و سومین عنصر فراوان بعد از اکسیژن وسیلیس در پوسته زمین می باشد. این عنصر ۸درصد از لایه سطحی زمین را می سازد(۱۰ و۲۱). همچنین این عنصر در طبیعت با عناصر سیلیکون، اکسیژن وفلور ترکیب می شود(۱۵). آلومینیوم از جمله عناصری بوده که اثر سمی آن در موجودات زنده به خوبی اثبات شده است.اگر چه ترکیبات آلومینیوم مانند سولفات آلومینیوم در تصفیه آب(به عنوان رسوب دهنده) استفاده می شوند. اما منبع اصلی ایجاد کننده آلودگی برای انسان، غذا می باشد. سمیت زیست محیطی آلومینیوم موجب بروز بیماریهای مختلف عصبی مانند آلزایمر و بیماری های ریوی وکلیوی در بدن انسان می شود(۱۲). تولید اولیه یک اکوسیستم توسط ویژگی های شیمیایی وفیزیکی این عنصر می تواند محدود شود واین عمل از نظر ژئوشیمی موجب تغییرات تغذیه ای در یک اکوسیستم می شود (۱۷). از مهمترین عناصر تغذیه ای مهم محدود کننده یک اکوسیستم می توان به فسفر،نیترات یا آمونیوم وپتاسیم اشاره نمود (۱۷). در این میان فسفر از اهمیت خاصی برخوردار است. میزان در دسترس بودن فسفر توسط آزاد سازی آلومینیوم در

محیطهای اسیدی کم می شود وموجب اختلالات تغذیه ای در یک اکوسیستم (بویژه در گیاهان) می گردد(۱۷). اسیدیته محیط ریشه گیاهان موجب عدم تعادل در جذب بسیاری از مواد غذایی شده وباعث ناهنجاری های رشد در گیاهان می شود (۳و۱۰). بطوریکه برخی از عناصر غذایی به میزان کمتر وبرخی مانند آلومینیوم بسیار بیشتر از حد طبیعی جذب می گردند. بنابراین اسیدیته محیط اطراف ریشه می تواند موجب سمیت ثانویه برخی عناصر گردد(۳). آلومینیوم از جمله عناصر غیر سنگین مهمی است که در اسیدیته های کم، اثر سمی خود را بر گیاهان نشان می دهد. بنابراین در بیشتر خاک های اسیدی سمیت آلومینیوم نیز مشاهده می گردد. سمیت آلومینیوم در کشاورزی موجب کاهش رشد ومحصول گیاهان شده وعلاوه بر این، تجمع آلومینیوم درگیاهان موجب انتقال وتجمع آن دربدن انسان گردیده واحتمال مشکلات زیست محیطی در محیط های انسانی افزایش می یابد(۳). از آنجا که خاکهای اسیدی ۵۰ درصد از کل خاکهای مناطق خشک دنیا را تشکیل می دهد سمیت آلومینیوم می تواند باعث محدودیت رشد گیاهان زراعی در این مناطق شود.به طور کلی عواملی مانند غلظتهای سمی آلومینیوم ، منگنز و آهن و کمبود عناصر ضروری مانند فسفر ، نیتروژن ، پتاسیم ، کلسیم و منیزیم از عوامل محدودیت رشد گیاهان در این خاکها می باشد. از بین این عوامل سمیت آلومینیوم و کمبود فسفر اثرات بسیار زیادی را روی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاهان دارند. تحقیقات متعددی در رابطه با اثر سمیت آلومینیوم بررشد گیاهان زراعی مثل ارقامی از گندم ، لوبیا، سویا وگیاهان دیگر انجام شده است(۵). تحقیقاتی که در سالهای گذشته بر روی این موضوع انجام شده است بیشتر مربوط به بررسی اثر آلومینیوم بر روی این گیاهان بوده است ولی امروزه بیشتر تحقیقات مربوط به بررسی اثر متقابل بین فسفر و آلومینیوم در کاهش اثرات سمیت آلومینیوم می باشد. از طرف دیگر با توجه به اینکه روغن کلزا با داشتن ۴۵- ۴۰ درصد چربی و ۲۳ درصد پروتئین منبع مناسبی از انرژی است (۹) وباعنایت به اینکه امروزه توجه زیادی به کشت کلزا در ایران می شود، در این تحقیق اثر متقابل آلومینیوم وفسفربر روی رقم طلایه کلزا مورد مطالعه قرارگرفت.

مواد و روشها

مواد گیاهی: دراین تحقیق ابتدا بذور رقم طلایه گیاه کلزا *Brassica napus* ، با سدیم هیپوکلراید ۰/۱ درصد ضدعفونی شدند و سپس با آب مقطر شستشوداده شدند. برای کشت بذور در گلدان، بستر کاشت از پرلیت انتخاب شد. این بستر تقریباً عاری از هر گونه یون بوده و ظرفیت تبادل کاتیونی آن نیز ناچیز می باشد. برای اطمینان از عدم وجود یون آلومینیوم در پرلیت بعنوان بستر کاشت، پرلیت مورد استفاده با آب مقطر pH=۵/۵ شستشو داده شد و در نهایت توسط اتوکلاو سترون گردید . از بذرهای سترون شده تعداد ۵ عدد در عمق ۷-۵ سانتی متری گلدانهایی با قطر تقریبی ۱۲ سانتی متر قرارداده شد.گلدانهای حاوی بذر به گلخانه با شرایط ترکیبی از نور لامپ سدیم هالید و لامپ هالوژن با شدت نور ۸۰۰ لوکس و دوره نوری ۱۶ ساعت نور و ۸ ساعت تاریکی و درجه حرارت ۱ ± ۲۳ درجه سانتی گراد منتقل شدند. در طول هفته اول پس از کشت در گلدان، آبیاری با آب مقطر انجام گرفت. آبیاری روزانه دو مرتبه و هر مرتبه با ۸۰ میلی لیتر آب مقطر انجام می گرفت. پس از یک هفته آبیاری با آب مقطر، آبیاری با محلول کامل غذایی لانگ اشتن شروع شد و این کار روزانه یک مرتبه و به مدت دو هفته ادامه یافت. pH محلول ساخته شده توسط محلول پتاس ۰/۱ مولار و سولفوریک اسید ۰/۱ مولار در حدود ۵/۵ تنظیم گردید.

محلول غذایی لانگ اشتن: محلول غذایی لانگ اشتن که برای تامین املاح مورد نیاز گیاه در گلدان مورد استفاده قرار گرفت شامل ترکیبات وعناصر غذایی ماکرو KNO_3، $Ca(NO_3)_2$.Anhydrous، $MgSO_4.7H_2O$، $NaH_2PO_4.2H_2O$

و عناصر غذایی میکرو از جمله آهن ، منگنز ، روی ، مس، بر، مولیبدن و کبالت می باشد.

تیمارهای مورد بررسی: دو هفته پس از اینکه گلدانها با محلول غذایی لانگ اشتن عاری از یون آلومینیوم آبیاری شدند. تیماردهی گیاهان در قالب دو طرح کاملا تصادفی جدا گانه به این ترتیب انجام شد: ۱۲ عدد از گلدان ها با محلول غذایی حاوی ۰ ، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میکرومولار آلومینیوم کلراید ($AlCl_3$) (۴ تیمار و سه تکرار) و ۱۲ عدد گلدان دیگر با محلول غذایی حاوی غلظتهای ۰، ۴۰، ۸۰ و ۳۲۰ میکرومولار پتاسیم هیدروکسی فسفات (KH_2PO_4) به همراه غلظت ثابت ۴۰ میکرومولار آلومینیوم کلراید(۴ تیمار و سه تکرار) آبیاری شدند. این نحوه آبیاری به مدت سه هفته و به صورت روزانه انجام شد. پس از سه هفته اندامهای مختلف گیاه جدا گردید سپس نمونه ها در نیتروژن مایع فریز شده و تا زمان آزمایش در فریزر و در دمای ۱۶- درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

اندازه گیری صفات مورفولوژیکی: اندازه گیری صفات طول ریشه وطول ساقه با استفاده از خط کش واندازه گیری وزن خشک اندامهای هوایی با استفاده از ترازوی Sartaritus مدل BP211D با حساسیت 10^{-5} گرم صورت گرفت . برای اندازه گیری سطح برگ از روش فتوکپی برگها استفاده شد، بدین ترتیب که از هرگیاه چند برگ انتخاب شد و از آنها کپی کاغذی تهیه گردید. سپس تصویریک سانتی متر مربع روی کاغذ قتوکپی وزن شد. وزن هرکدام از برگها روی کاغذ هم توسط ترازو اندازه گیری شد با محاسبه نسبت بین وزن برگ به وزن ۱ سانتی متر مربع از کاغذ ، سطح هربرگ مورد محاسبه قرار گرفت(۲).

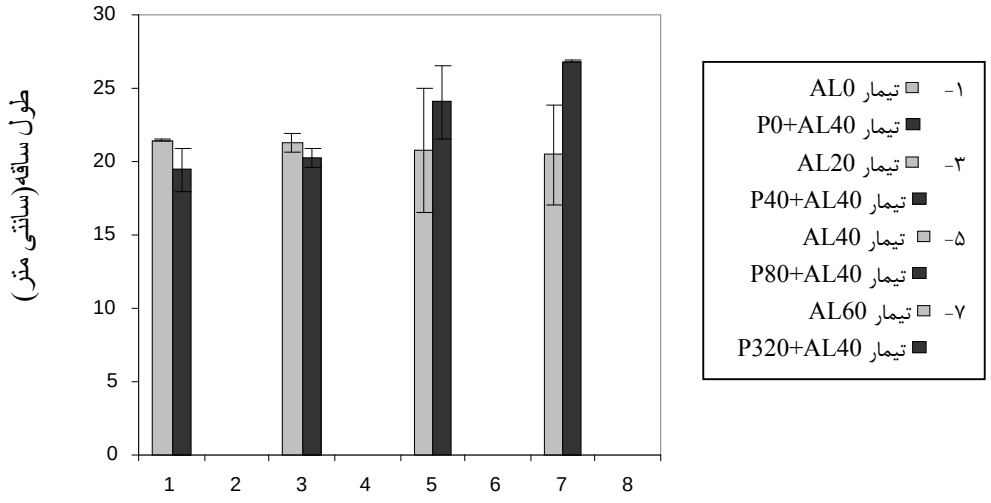
اندازه گیری غلظت یون های مورد بررسی: برای تعیین میزان یونهای آهن ، آلومینیوم و روی در عصاره حاصل، از روش جذب اتمی استفاده شد برای این منظور ۰/۵ گرم از بافت گیاهی خشک را در ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ به مدت ۲۴ ساعت قرار داده تا نمونه گیاهی به خوبی در اسید حل شود. بعد از این مدت محصول حاصل را گرم کرده تا بخارات اسیدی از محلول خارج شود سپس حجم محلول را به ۵۰ میلی لیتر رسانده و از کاغذ صافی عبورداده می شود. از محلول اسیدی بدست آمده جهت اندازه گیری در دستگاه جذب اتمی استفاده شد(۴) ، تعیین غلظت یون پتاسیم در اندامهای هوایی با استفاده از محلول اسیدی حاوی یون های آزاد و با استفاده ازدستگاه فلیم فتومتری انجام شد(۴) . اندازه گیری فسفر در گیاه با استفاده از محلول زرد و روش اسپکتروفتومتری انجام شد(۴).

تجزیه های آماری: تجزیه واریانس داده های حاصل در قالب طرح کاملا تصادفی صورت گرفت ومقایسه میانگین تیمارها با آزمون LSD و در نرم افزار SPSS انجام شد.

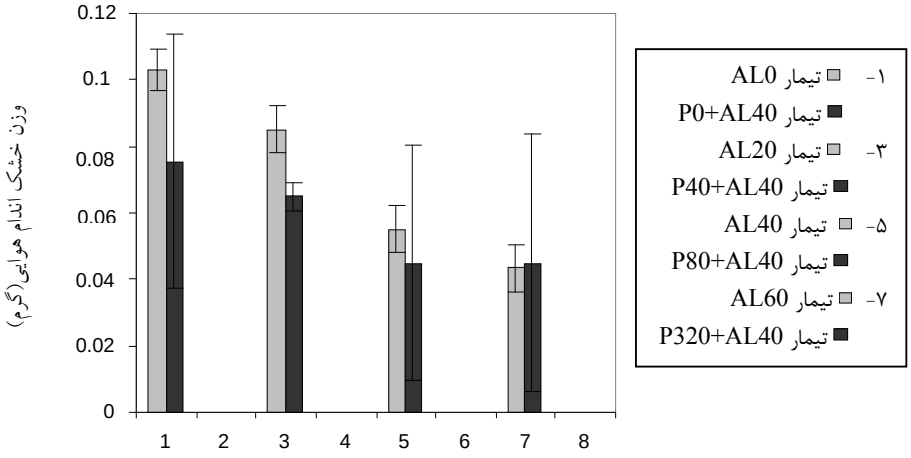
نتایج

تیمار توام آلومینیوم و فسفر باعث افزایش معنی دار رشد طولی ساقه شده است به طوری که طول ساقه ازحدود ۱۸ سانتی متر به ۲۷ سانتی متر افزایش یافت، این افزایش در غلظت های ۸۰ و ۳۲۰ میکرومولار فسفر نسبت به گیاه شاهد بیشتر بوده است. این در حالی است که تیمار آلومینیوم به تنهایی باعث کاهش طول ساقه شده است که البته این کاهش از نظر آماری معنی دار نبوده است (شکل۱). اثر تیمار توام آلومینیوم و فسفر بر روی وزن خشک اندامهای هوایی درشکل ۲ نشان داده شده است. تیمار آلومینیوم به تنهایی باعث کاهش معنی دار وزن خشک اندامهای هوایی شده است (تا حدود ۰/۰۶ گرم) . تاثیر همه تیمارهای ۲۰ ، ۴۰ و ۶۰ میکرومولار آلومینیوم نسبت به گیاه شاهد باعث کاهش معنی دار در وزن خشک اندامهای هوایی شده است. تیمار توام آلومینیوم و فسفر نیز باعث کاهش وزن خشک اندامهای هوایی شده است (حدود ۰/۰۳ گرم) اما همانطور که در شکل مشاهده می شود اثرات نامطلوب آلومینیم تا حدودی توسط فسفر مهار

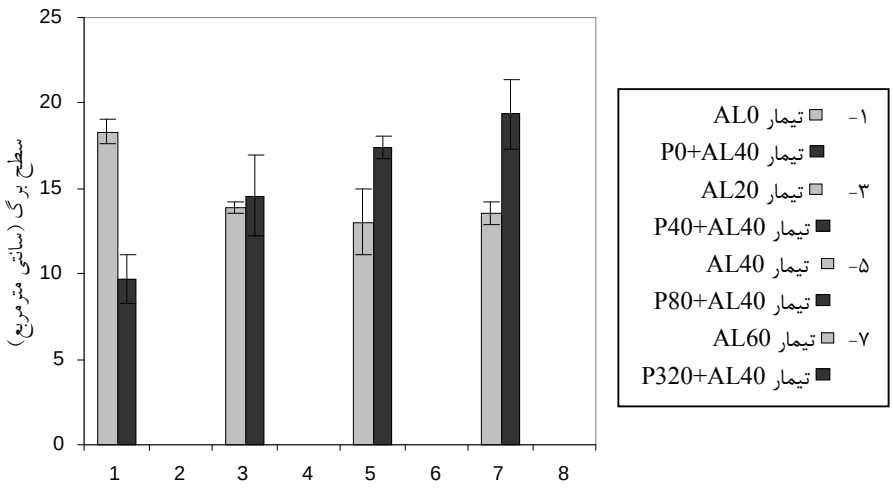
شده است (شکل۲). نتایج مربوط به اثر تیمار آلومینیوم بر روی سطح برگ گیاه در شکل۳ نشان داده شده است. تیمار آلومینیوم در همه سطوح باعث کاهش معنی دار سطح برگ نسبت به شاهد شده است. در حالی که تیمار توام آلومینیوم و فسفر باعث افزایش معنی دار سطح برگ شده است و این اختلاف در تمامی غلظت های فسفر نسبت به گیاه شاهد قابل مشاهده است. تیمار آلومینیوم باعث کاهش معنی دار رشد طولی ریشه نسبت به شاهد می شود که این کاهش در دو غلظت ۴۰ و ۶۰ میکرومولار آلومینیوم چشمگیر می باشد. تیمار توام آلومینیوم وفسفر باعث افزایش معنی دار رشد طولی ریشه گیاه نسبت به شاهد می شود. بیشترین افزایش رشد طولی ریشه در غلظت ۸۰ میکرومولار فسفر دیده می شود (شکل ۴). تیمار توام آلومینیوم و فسفر باعث کاهش معنی دار غلظت یون روی در گیاه می گردد (حدود ۰/۳ میلی گرم بر لیتر) که بیشترین اثر آن در غلظت ۳۲۰ میکرومولار فسفر مشاهده می شود (شکل۵). تیمار آلومینیوم نیز باعث افزایش بسیار معنی دار($P \leq ۰/۰۱$) یون روی می گردد (حدود ۰/۸میلی گرم بر لیتر) و بیشترین اثر آن در غلظت ۶۰ میکرومولار آلومینیوم می باشد(شکل۵). تیمار توام آلومینیوم و فسفر فقط در غلظتهای ۸۰ و۳۲۰ میکرومولار فسفر باعث افزایش معنی دار میزان یون پتاسیم گردیده است (شکل ۶). در حالی که تیمار آلومینیوم به تنهایی باعث کاهش معنی دار (۷۰ میلی گرم بر لیتر) یون پتاسیم نسبت به گیاه شاهد شده است و این کاهش در غلظت های ۴۰ و ۶۰ میکرومولار آلومینیوم حداکثر می باشد. (شکل ۶) . تیمار آلومینیوم به تنهایی باعث کاهش بسیار معنی دار یون آهن نسبت به گیاه شاهد شده است که این کاهش در غلظت ۴۰ و ۶۰ میکرومولار بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است.در حالی که تیمار توام آلومینیوم و فسفر در غلظت های ۸۰ و ۳۲۰ میکرومولار فسفر باعث افزایش معنی دار یون آهن در گیاه شده است (شکل۷). تیمار آلومینیوم با فسفر باعث کاهش بسیار معنی دار($P \leq ۰/۰۱$) غلظت یون آلومینیوم در گیاه شده است (حدود۲۳ میلی گرم بر لیتر) همچنین تیمار آلومینیوم به تنهایی باعث افزایش یون آلومینیوم (۱ میلی گرم بر لیتر) در گیاه شده است (شکل۸).



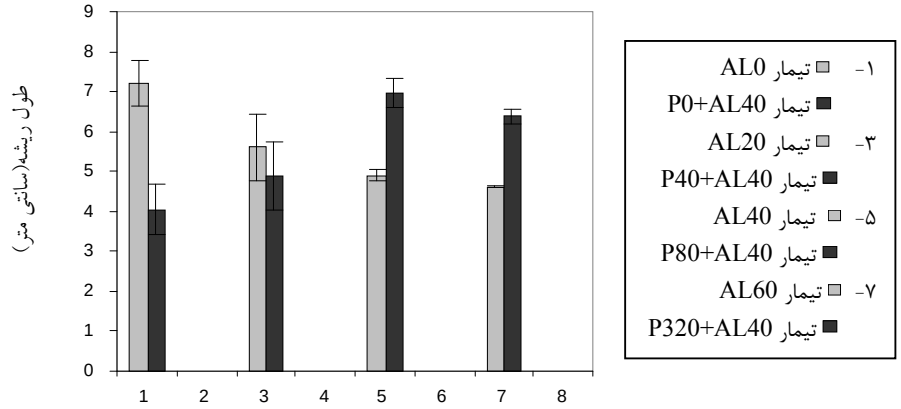
شکل ۱- اثر تیمار آلومینیوم و تیمار توام آلومینیوم و فسفر بر رشد طولی ساقه



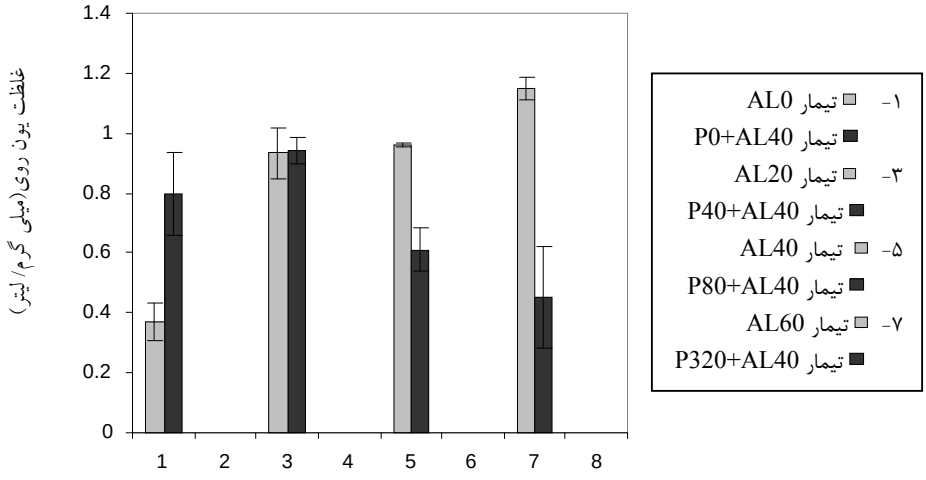
شکل ۲- اثر تیمار آلومینیوم و تیمار توام آلومینیوم و فسفر بر وزن خشک اندام هوایی



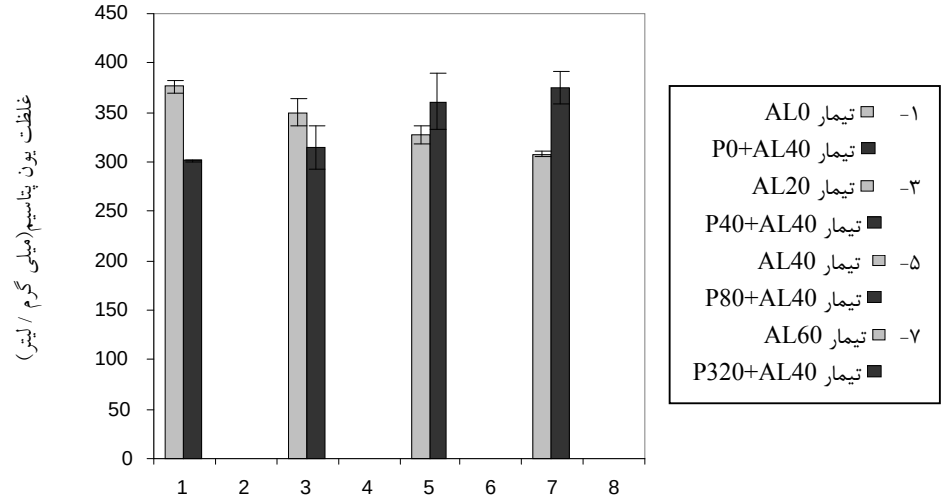
شکل ۳- اثر تیمار آلومینیوم و تیمار توام آلومینیوم و فسفر بر سطح برگ گیاه



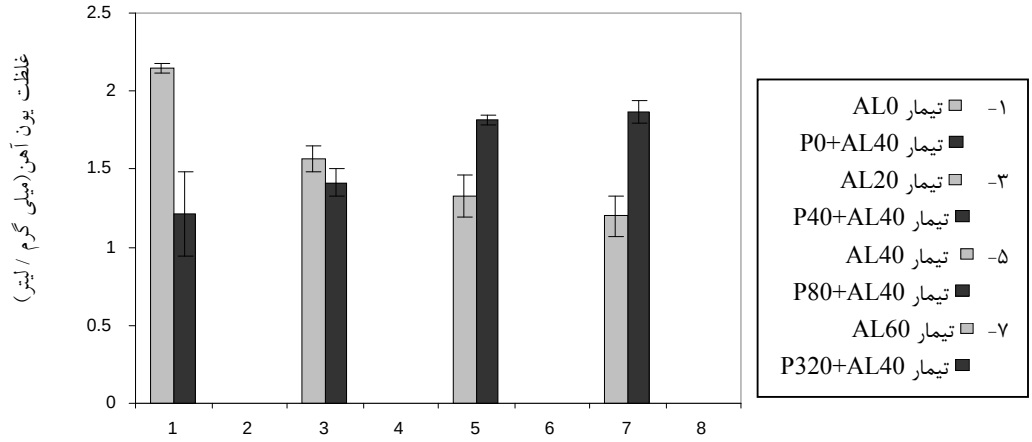
شکل ۴- اثر تیمار آلومینیوم و تیمار توام آلومینیوم و فسفر بر رشد طولی ریشه



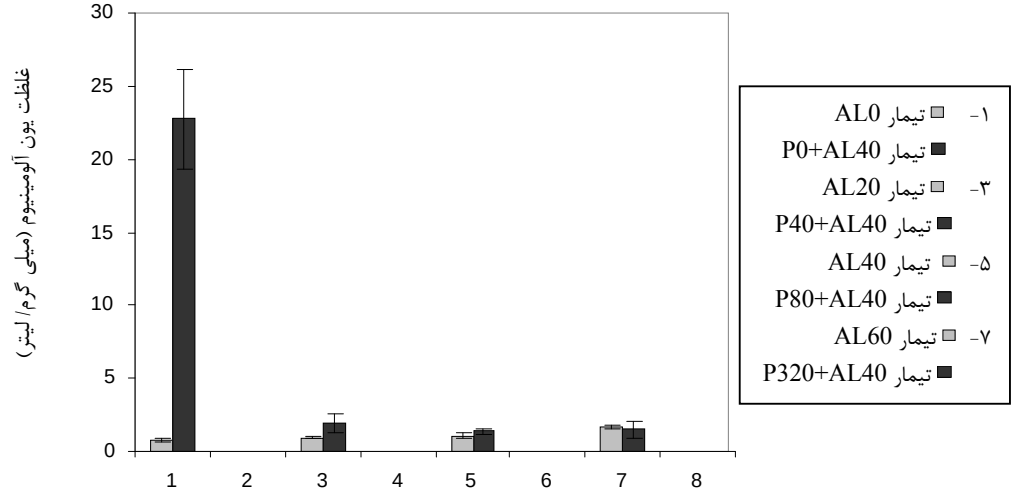
شکل ۵- اثر تیمار آلومینیوم و تیمار توام آلومینیوم و فسفر بر غلظت یون روی



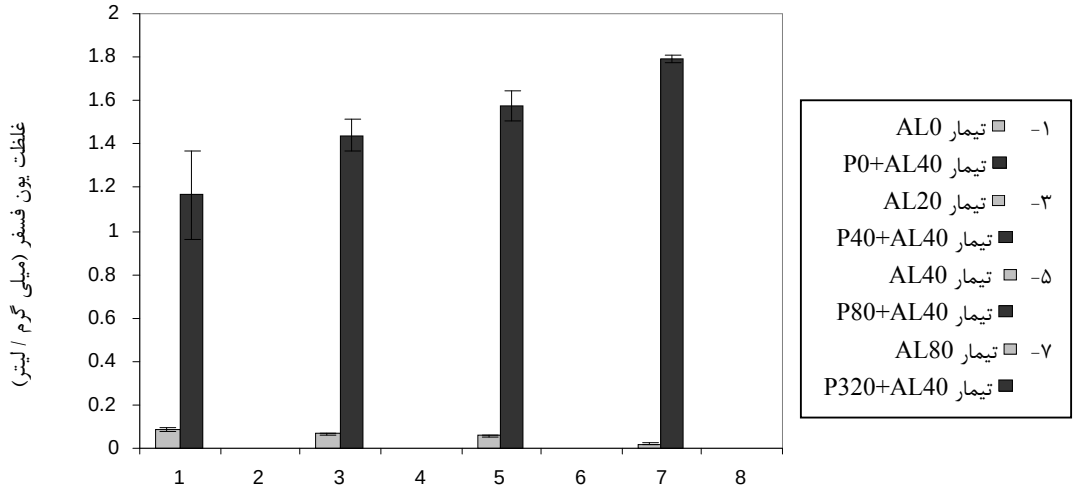
شکل ۶- اثر تیمار آلومینیوم و تیمار توام آلومینیوم و فسفر بر غلظت یون پتاسیم



شکل۷- اثر تیمار آلومینیوم و تیمار توام آلومینیوم و فسفر بر غلظت یون آهن



شکل ۸- اثر تیمار آلومینیوم و تیمار توام آلومینیوم و فسفر بر غلظت یون آلومینیوم



شکل۹- اثر تیمار آلومینیوم و تیمار توام آلومینیوم و فسفر بر غلظت یون فسفر

تیمار آلومینیوم با فسفر باعث افزایش معنی دار۰/۷ میلی گرم برلیتر یون فسفر در گیاه می شود وبیشترین اثر آن را می توان در غلظت ۳۲۰ میکرومولار فسفر مشاهده کرد همچنین تیمار آلومینیوم باعث کاهش معنی دار ۰/۰۶ میلی گرم بر لیتر در غلظت یون فسفر شده است که بیشترین اثر آن در غلظت ۴۰ و ۶۰ میکرومولار آلومینیوم مشاهده می‌شود.

بحث

در شرایط محیطی تنش آلومینیوم موجود در خاک ابتدا به ریشه ها وارد می شود و ریشه اولین جایی است که تنش آلومینیوم را تجربه می کند(۱۹). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که رشد طولی ریشه های گیاه تحت تنش بطور قابل توجهی نسبت به گیاه شاهد کاهش می یابد. بارسلو (Barcelo) گزارش کرده است که به علت کاهش انعطاف پذیری دیواره سلول ها در گیاهان تحت تنش با فلزات سنگین، رشد طولی ریشه ها مهار می شود (۱۳). گزارشات زیادی وجود دارد که کاهش رشد ریشه در حضور

آلومینیوم به دلیل کاهش سرعت طویل شدن سلول ها می باشد که می تواند به علت مهار برگشت ناپذیر پمپ پروتونی مسئول رشد سلولی در حضور آلومینیوم باشد(۱۹). در تحقیق حاضر وزن خشک اندام های هوایی کلزا در حضور آلومینیم کاهش پیدا کرده است ، علت کاهش وزن خشک گیاه را تجمع آلومینیوم در بخش های مختلف گیاه واختلال در متابولیسم کلی گیاه دانسته اند که باعث کاهش رشد کلی گیاه می شود (۲۰). یکی از دلایل اصلی کاهش وزن گیاه آسیب دیدن غشاء سلولهای گیاهی می باشد که باعث از دست دادن آب گیاه و یا کاهش در جذب آب می شود و احتمالا به دلیل همین تغییر در وضعیت آبی است که بیو ماس نیز کاهش می یابد (۲۰). آلومینیوم باعث کاهش رشد و کاهش سطح برگ گیاه می شود. احتمالا آلومینیوم در دیواره سلولی وتیغه میانی سلول ها قرار گرفته وباعث افزایش اتصال متقاطع پکتین به غشاء در تیغه میانی می شود. این اتصال متقاطع می تواند باعث مهار رشد و کاهش سطح برگ شود . مهارگسترش سلولی همچنین می تواند به دلیل اثرات مستقیم یا غیر مستقیم آلومینیوم در متابولیسم اکسین نیز باشد (۱۸) . نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد آلومینیوم علاوه بر کاهش رشد طولی ریشه باعث مهار رشد اندام هوایی گیاه نیز می شود. به نظر می رسد به دلیل اتصال لیگاندهای آلی که درحضور فلزات سنگین سنتز می شوند با کاتیونهایی مثل آهن ومنگنز، عملکرد این کاتیون های ضروری دچار اختلال می شود (۱۴) کاهش محتوای آهن ومنگنز در بخش های گیاه می تواند با کاهش رشد طولی گیاه ارتباط داشته باشد (۱۶). یکی از مواد معدنی ضروری برای گیاه فسفر می باشد. فسفر یکی از عناصر پرمصرف غذایی است که دارای نقش‌های متعددی در ساختار سلول و عملکرد کاتالیتیک در متابولیسم گیاهان است. این عنصر در ساختمان اسیدهای نوکلئیک و فسفولیپیدها شرکت می‌کند، و جزء مهمی از مولکول‌هایی مانند ATP و کوآنزیم‌ها بوده و با تشکیل استر با ترکیباتی نظیر قندها، ایجاد مولکول‌های واکنشگر می‌نماید و در نتیجه در متابولیسم انرژی دارای نقش کلیدی است (۸) . فسفر در برداشت محصولات گیاهی به عنوان یک عامل زودرس کننده شناخته شده است و وجود آن در مراحل مختلف بار دهی به عنوان یک ماده حیاتی ضروری است. اغلب ترکیبات محلول فسفات ها در خاک‌های اسیدی چندان دوام نمی آورند و به وسیله آلومینیوم موجود در خاک رسوب می‌کنند و غیر قابل استفاده برای گیاه می گردند(۱۱). در تحقیق حاضر تیمار آلومینیوم باعث رسوب فسفر گردیده و میزان فسفر در گیاه کاهش پیدا کرده است. اما تیمار آلومینیوم با فسفرباعث افزایش میزان فسفر گیاه می شود (شکل۹). بر خلاف فسفر که نقش ساختمانی در گیاه دارد پتاسیم این نقش را نداشته ولی با توجه به نقشهای آنزیمی و کوآنزیمی که در گیاه دارد عنصر بسیار حساس و مهم در گیاه بشمار می‌رود بطوریکه حداقل ۵۰ آنزیم گیاهی بطور کامل و یا مقدار زیادی از فعالیتشان به پتاسیم بستگی دارد(۱) . پتاسیم با تنظیم فشار اسمزی سلول‌های روزنه، برگ گیاه را در شرایط کم آبی در برابر خشکی مقاوم می‌سازد. تیمار آلومینیوم باعث کاهش پتاسیم در گیاه می‌شود و تحمل گیاه نسبت به خشکی کم می‌شود. همچنین تیمار آلومینیوم با فسفر باعث افزایش میزان پتاسیم در گیاه می‌شود (شکل۶). آهن عنصری غیر پویاست. آهن در فرآیندهای اکسیداسیون و احیا نقش داشته و وجود آن در سنتز پروتئین لازم است.کمبود آن موجب از کار افتادن کلروفیل می‌شود و رنگ زرد ناشی از کمبود نیز به همین علت رخ می‌دهد(۷). در تیمار آلومینیوم نیز محتوای کلروفیل کاهش می‌یابد و ساختار کاروتنوئیدها به هم می‌ریزد که می‌تواند به علت کم شدن غلظت یون آهن در گیاه نیز باشد. اما در اثر تیمار آلومینیوم با فسفر غلظت یون آهن افزایش می‌یابد(شکل۷). روی نیز به صورت دو ظرفیتی جذب گیاه شده و انتقال آن به همراه اسید آمینه صورت می‌گیرد . غلظت آن در در آوندهای آبکش کم بوده، بنابراین عنصری غیر پویاست. نقش اساسی روی در فعال سازی تعداد زیادی آنزیم

گیاهی است که یا مستقیما در ساختمان آنها شرکت دارد و یا اینکه برای فعال سازی آنزیم‌ها لازم است(۷) . همچنین روی در نقل و انتقالات زیست شیمیایی سلول نقش مهمی را ایفا می‌کند. در گیاهان مبتلا به کمبود روی غلظت پروتئین و هورمون‌های رشد کاهش می‌یابد(۶). در تیمار آلومینیوم میزان یون روی افزایش پیدا می کند و به همین دلیل غلظت پروتئین گیاه نیز افزایش پیدا می‌کند. همچنین در اثر تیمار آلومینیوم یون آلومینیوم در گیاه افزایش می‌یابد و در تیمار آلومینیوم با فسفر غلظت یون آلومینیوم اندکی کاهش می‌یابد (شکل۸).

منابع

۱- ابراهیم زاده ، ح.۱۳۷۹.فیزیولوژی گیاهی. انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۳۵,

۲- احمدی موسوی، ع.، منوچهری کلانتری ، خ.،جعفری، س ر.، حسیبی، ن .، مهدویان، ک .، ۱۳۸۹.بررسی اثرات ۲۴- اپی براسینولید و تنش کم آبی بر برخی از پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه کلزا (*Brasica napusL.*) .مجله زیست شناسی ایران،۲۳(۲):۲۸۶-۲۷۵.

۳- ارمنگل، ک .، کرکبی، ا.، ۱۳۷۲. اصول تغذیه گیاه. انتشارات دانشگاه تهران .ترجمه علی اکبر سالار دینی و مسعود مجتهدی. صفحه ۱۰۹.

۴- امامی، ع.، ۱۳۷۵. روشهای تجزیه گیاه. جلد اول. نشریه فنی شماره ۹۸۲. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۲۴۸.

۵- بای بورد، م.، ۱۳۷۵.اصول زهکشی و بهسازی خاک. انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۱۴۰.

۶- تایز، ل.، و زایگر، ا.، ۱۳۷۹. فیزیولوژی گیاهی. ترجمه محمد کافی و اسکندر زند. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. جلد ۲: صفحه ۱۱۹.

۷- حق پرست تنها، م .ر. ۱۳۷۱. تغذیه و متابولیسم گیاهان (ترجمه). دانشگاه آزاد اسلامی رشت، ایران، صفحه ۳۰۰.

۸-حاجی بلند، ر .، رادپور، ا.، پاسبانی، ب.،۱۳۹۳. تاثیر کمبود فسفر بر تحمل تنش خشکی در دو رقم گیاه گوجه فرنگی (*Solanum lycopersum* L). مجله پژوهش های گیاهی، ۲۷(۵):۸۰۳-۷۸۸,

۹-عموآقایی، ر .، قربان نژاد نی ریزی ، ه.، مستاجران، ا .،۱۳۹۳. بررسی اثر شوری بر رشد گیاهچه، میزان کلروفیل، محتوای نسبی آب و پایداری غشا در دو رقم کلزا . مجله پژوهش های گیاهی، ۲۷(۲): ۲۶۸-۲۵۶.

۱۰- کردوانی، پ. ۱۳۷۶. حفاظت خاک، انتشارات دانشگاه تهران؛ (۱۷۸-۱۷۷) و (۱۸۰-۱۷۹) و (۱۹۱-۱۸۹) و (۱۹۶-۱۹۴).

۱۱- هورست، م. ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی.انتشارات دانشگاه شیراز. ترجمه بهمن خلد برین. جلد اول. صفحه ۴۹۵.

12- Aniol, A .,1990. Genetics of tolerance to aluminum in wheat (*Triticum aestivum* L.) Plant and Soil, 123: 223-227.

13- Barcelo, J., Poscherider, C., Andreu, I., Gunse, B., 1986. Cadmium induced decrease of water stress resistance in bush bean plants (*Phasealus vulgaris* L. CV. Contender). In effect of cadmium on water potential, relative water content and cell wall elasticity. J. Plant physiology, 125: 17-25

14- Dixit, V., pandey, V., Shyam, R., 2001. Differential antioxidative responses to cadmium in roots and leaves of pea (*pissum sativum* L. CV. Azad). Journal of perimental Botany,52(358): 1101-1109.

15- Godbold, D. L., Jentschke, G., 1998. Aluminium accumulation in root cell walls coincides with inhibition of root growth but not with inhibition of magnesium uptake in Norway spruce. Physiologia plantarum, 102: 553-650.

16- Haag-kerwer, A., Schafer, H.J., Heiss, S., Walter, C., Rausch, T., 1999. Cadmium exposure in *Brassica juncea* cause a decline in transpiration rate and leaf expansion without effect on photosynthesis. Journal of Experimental Botany,50(341): 1827-1835.

17- Kiss, T., Orvig, C., Zatta, P. F., 1996. Speciation of aluminum in biological systems. J. Toxicol. Environ. Health, 48: 543-568.

18- Prasad, M.N.V., 1995. Cadmium toxicity and tolerance in vascular plants. Environmental and Experimental Botany, 33(4): 525-545.

19- Prasad, M.N.V., 1997. Plant Ecophysiology.

John wiley & Sons. INC. 207-249.

20- Schickler, H., Caspo, H., 1999. Response of antioxidative enzymes to nickel and cadmium stress in hyper accumulator plants of the genus *Alyssum*. Physiologia Plantarum, 105: 39-44.

21- Watanabe, T., Osaki, M., 2002. Mechanisms of adaptation to high aluminum condition in native plant species growing in acid soils: a review. Communications in Soil Science and Plant Analysis, . 33: 1247-1260.

The Effects of Aluminum and Phosphorous on some of Morphological Characteristics and the concentration of inorganic ions of *Brassica napus*

Tohidi Z.[1] , Baghizadeh A. [2] and Enteshari S.[1]

[1] Biology Dept., Payame Noor University of Tehran, Tehran, I.R. of Iran

[2] Biotechnology Dept., Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, I.R. of Iran

Abstract

Aluminum is one of the major elements of soil. The environmental toxicity of Aluminum causes different diseases, include of Alzheimer and lung & kidney diseases in human body. In this study the effect of different levels of Aluminum (0, 20, 40, 60 µmol) and different levels of Phosphorous (0, 40, 80, 320 µmol) with fix concentration of 40 µmol Aluminum in one cultivar of *Brassica napus* (Talaye) were investigated. Results showed in plants that treated with Aluminum, lenght of root, shoot dry weight, shoot lenght, leaf area and concentration of K (70 mg/L), Fe (0.8 mg/L) and P (0.06 mg/L) significantly decreased. But the concentration of Zn and Al, significantly increased. On the other hand, in plants that treated with Phosphorous and Aluminum, shoot dry weight and concentration of Zn and Al was decreased. The shoot lenght, leaf area, lenght of root and concentration of K, Fe and P significantly increased. Based on the results, it is suggested to reduce the harmful effects of aluminum used in the rape of phosphorus treatment.

Key words: Rape, Aluminum, Phosphorous, inorganic ions