

تأثیر محلول پاشی لیوناردیت، نیتروژن و پتاسیم بر رشد ریشه، جذب عناصر غذایی و عملکرد گندم دیم

الناز عزیززاده¹، سید علیرضا موحدی نائینی، ابراهیم زینلی و قربان علی روشنی

دانش آموخته کارشناسی ارشد شیمی و حاصلخیزی خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان؛ lnaz.azizzadeh@gmail.com

دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان؛ salirezam@yahoo.com

دانشیار گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان؛ e.zeinali@yahoo.com

عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات پنبه گرگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران؛ gh_roshani@yahoo.com

دریافت: 95/5/3 و پذیرش: 96/10/11

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثر کاربرد کودهای شیمیایی و محلول پاشی کودهای شیمیایی و اسیدهای آلی (مخلوط اسیدهای هیومیک و فولویک) بر روی عملکرد، اجزای عملکرد و جذب عناصر مختلف در گیاه گندم انجام شد. آزمایش در سال زراعی 1392-93 در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا شد. آزمایش بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی و به صورت کرت‌های یکبار خرد شده (اسپلیت پلات) با چهار تکرار به اجرا درآمد. تیمارها شامل پتاسیم و بدون پتاسیم در کرت‌های اصلی و محلول پاشی نیتروژن، پتاسیم، دو منبع لیوناردیت با عنوان مگاهومات و هیومیک‌پاور به همراه عدم محلول پاشی در کرت‌های فرعی بودند. بیشترین میزان طول ریشه در زمان قبل از خوشه دهی در تیمار هیومیک پاور همراه با مصرف پتاسیم 11/6 سانتی متر و در زمان برداشت در تیمار مگاهومات همراه با مصرف پتاسیم 16/4 سانتی متر بود. همچنین بیشترین جرم ریشه با کاربرد تیمارهای مگاهومات و هیومیک‌پاور همراه با مصرف پتاسیم حاصل شد. این ممکن است دلیل اثرات شبه هورمونی اسید هیومیک باشد. بیشترین جذب فسفر کاه و دانه با تیمارهای مگاهومات و هیومیک پاور همراه با مصرف پتاسیم حاصل شد که بترتیب میزان جذب فسفر کاه در تیمارهای مگاهومات و هیومیک پاور 3/42 و 3/34 کیلوگرم در هکتار و جذب فسفر دانه بترتیب 19/2 و 18/5 کیلوگرم در هکتار بود. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر متقابل کاربرد مصرف خاکی با محلول پاشی بر برخی صفات اجزای عملکرد نظیر طول ساقه و عملکرد کاه معنی‌دار شد. کاربرد توأم آنها موجب افزایش ارتفاع ساقه و عملکرد کاه شد. بیشترین میزان عملکرد و اجزای عملکرد دانه با کاربرد اسیدهای آلی مگاهومات و هیومیک‌پاور حاصل شد. جذب نیتروژن و پتاسیم بترتیب با تیمارهای برگ پاشی نیتروژن و پتاسیم افزایش یافت. در کل نتایج این تحقیق نشان داد کاربرد لیوناردیت از دو منبع مگاهومات و هیومیک پاور (با مصرف پتاسیم خاکی و بدون آن) نسبت به تیمارهای محلول پاشی پتاسیم و نیتروژن اثر بیشتری بر عملکرد گندم داشت و همچنین با کاربرد آنها میزان جذب عناصری از قبیل فسفر، نیتروژن و پتاسیم نسبت به شاهد افزایش یافت. مصرف خاکی پتاسیم اثرات تیمارهای محلول پاشی بر عملکرد و جذب عناصر را تقویت کرد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد گندم، اسید هیومیک، اسید فولویک، مگاهومات

¹ نویسنده مسئول، آدرس: گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گروه علوم خاک

مقدمه

لیوناردیت نوعی اکسید لیگنایت است که منشاء طبیعی داشته و معمولاً در معادن سطحی زغال سنگ یافت می‌شود. به این دلیل به آن لیوناردیت اطلاق می‌گردد چون حاوی درصد قابل توجهی اسید هیومیک است. ماده‌ای صددرد صد ارگانیک است که بعضاً حاوی عناصر غذایی پرمصرف (نظیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم) و کم مصرف (نظیر آهن و روی) نیز می‌باشد. لیوناردیت طی میلیون‌ها سال در نتیجه انباشته شدن بقایای گیاهی و تحت تأثیر رطوبت، دما، فشار و اکسیده شدن بوجود آمده است. از آنجا که در ترکیب این ماده، مقادیر قابل توجهی اسید هیومیک موجود می‌باشد، در نتیجه لیوناردیت دارای ارزش اقتصادی بالایی است. با توجه به ملاحظات زیست محیطی، اخیراً استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند (سماوات و ملکوتی، 1384). اسید هیومیک به عنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی از طریق اثرات هورمونی و بهبود جذب عناصر غذایی، سبب افزایش بیومس ریشه و اندام هوایی می‌شود. مواد آلی نقش اساسی در کیفیت خاک دارند (فرقانی و جوانمرد، 1384).

اسید هیومیک رشد بیشتر ساقه و ریشه را در گندم سبب می‌شود و با این حال رشد ریشه بیشتر از رشد ساقه تحت تأثیر قرار می‌گیرد (آزام و ماثوک، 1983). در پژوهشی محققان گزارش نمودند، محلول پاشی اسید هیومیک به طور معنی داری تعداد برگ فلفل و بادمجان را افزایش داد (پادم و همکاران، 1999). استفاده از اسید هیومیک بر روی نشاء گوجه فرنگی و بادمجان باعث افزایش معنی دار رشد برگ، ساقه و ریشه شد (دارسان و گونوس، 2000). همچنین کاربرد اسید هیومیک به صورت محلول پاشی موجب افزایش جذب عناصر غذایی از خاک و کارایی عناصر غذایی در گیاه می‌شود (آدانی و همکاران، 1998). از سوی دیگر، درجه کم دانه بندی و سطح ویژه زیاد مانع پخشیدگی سریع پتاسیم به سمت ریشه می‌شود به همین دلیل پتاسیم می‌تواند یکی از عوامل محدودکننده رشد گندم محسوب شود (طالبی زاده، 1388؛ علاءالدین، 1389). در تحقیق حاضر محلول پاشی پتاسیم و لیوناردیت موجب افزایش رشد ریشه و عملکرد شد زیرا ریزی ذرات خاک و خلل و فرج موجب کندی پخشیدگی

پتاسیم از سطوح ذرات خاک به محلول خاک می‌شوند. محلول پاشی پتاسیم در تبدیل ساکارز به نشاسته در فرآیند فتوسنتز کمک می‌کند و سرعت فتوسنتز افزایش می‌یابد. پتاسیم مهمترین کاتیون یکطرفیتی برای فعال کردن آنزیم‌های گیاهی است، چون علاوه بر اینکه غلظت آن در سلول و مقدار آن در طبیعت زیاد است، این کاتیون تحرک فوق العاده‌ای در داخل گیاه دارد. پتاسیم به عنوان حامل آنیون‌ها در داخل گیاه فعالیت مهمی دارد (سالاردینی و مجتهدی، 1379). جبران نیتروژن گیاه در مرحله زایشی سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود، اولاً در محلول پاشی کارایی انتقال نیتروژن به دانه خیلی بالاست، زیرا که در این روش برگ‌ها مهمترین اندام جذب کننده نیتروژن محسوب می‌شوند و تنها مقدار کمی از نیتروژن جذب شده به ریشه انتقال می‌یابد، همچنین قدرت ریشه در اواخر رشد در جذب مواد غذایی از خاک کم است. ثانیاً مصرف نیتروژن به صورت محلول پاشی در طول دوره گلدهی امکان جریان مستقیم مواد غذایی را به-نقطی که تقاضای متابولیکی بیشتری دارند، فراهم می‌سازد (فیضی اصل و ولیزاده، 1383).

در استان گلستان متوسط عملکرد گندم آبی 4700 کیلوگرم در هکتار است که کشاورزان می‌توانند به عملکرد 6200 کیلوگرم در هکتار دست یابند (حجار پور، 1394) و عملکرد گندم دیم در استان گلستان در سال زراعی 92-93 طبق اطلاعات مجله آمارنامه کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی 1645/5 کیلوگرم در هکتار بود (احمدی و همکاران، 1394). هدف از این طرح تحقیقاتی این است که عملکرد گندم دیم با استفاده از تیمارهایی که در این تحقیق استفاده شد افزایش یابد و به میزان تولید پتانسیل آن (8 تن در هکتار) نزدیک گردد. بنابراین نزدیک شدن به پتانسیل تولید گندم در آینده در این استان مرهون تحقیقات فعلی است که در زمینه افزایش تولید گندم انجام می‌شود زیرا شناسایی محدودیت‌ها (مثل پتاسیم) و رفع آنها در حال حاضر به رفع محدودیت‌های ارقام پرتولید آینده نیز کمک می‌کند. هدف از این طرح تحقیقاتی این است که عملکرد گندم دیم با استفاده از تیمارهایی که در این تحقیق استفاده شد افزایش یابد.

اهداف: 1- آیا محلول پاشی 12 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در دو مرحله، با همراه مصرف خاکی 200 کیلوگرم سولفات پتاسیم، هنوز در افزایش عملکرد گندم دیم مؤثر است یا خیر؟

2- آیا محلول پاشی لیوناردیت در شرایط دیم بر رشد ریشه و جذب عناصر غذایی (پتاسیم) مؤثر است یا خیر؟

اساس سیستم طبقه‌بندی آمریکایی در گروه بزرگ TypicHaploxerepts طبقه‌بندی شده و جزء سری رحمت آباد است (سالاری، 1393). طبق گزارش ایستگاه‌های باران سنجی و سینوپتیک، میزان بارش باران در شهر گرگان مرکز استان گلستان در سال زراعی 92-93 به نسبت دوره آماری (30 ساله) 21 درصد و به نسبت سال زراعی 91-92 حدود 16 درصد کمتر شده است (جدول 1).

لیوناردیت از دو منبع کود تجاری مگاهومات و هیومیک پاور تأمین شد. ویژگی‌های این ترکیبات در جدول 2 آورده شده است.

3- تأثیر محلول‌پاشی 12 کیلوگرم در هکتار نیتروژن با مصرف و بدون مصرف خاکی کود پتاسیم بر عملکرد چیست؟

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی 92-93 در مزرعه‌ی شماره 1 دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا گردید. شهرستان گرگان با عرض جغرافیایی 36 درجه و 85 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 54 درجه و 27 دقیقه شرقی، در ارتفاع 13 متری از سطح دریا قرار دارد. این شهرستان دارای آب و هوایی معتدل با میانگین بارندگی سالانه 427 میلی متر است. خاک مزرعه بر

جدول 1- میزان بارندگی و دمای هوا در طول سال زراعی 92-93

ماه	میزان بارندگی (میلی‌متر)		دما (درجه‌ی سانتی‌گراد)	
	کمترین	بیشترین	مجموع ماهانه	میانگین
دی 92	0/5	5/5	6	7/645
بهمن 92	0/3	4/6	12/9	6/393
اسفند 92	0/3	16/5	44/5	10/45
فروردین 93	0/3	12/8	29/9	14/65
اردیبهشت 93	3/3	11/7	15	21/97
خرداد 93	4	33/7	44/2	26/75

جدول 2- ترکیبات کود مگاهومات و هیومیک پاور

نام کود	هیومیک اسید	عصاره هیومیک	اسید فولویک	نیتروژن	فسفات	اکسید پتاسیم	توضیحات
مگاهومات	12%	20%	2%	1%	4%	6%	نام شرکت سازنده آن شرکت بنیز تجهیز و تولید داخل است و بر اساس ادعای سازنده منشا آن لیوناردیت می باشد. حاوی عناصر غذایی بویژه آهن، روی و منگنز مناسب جهت تمامی محصولات باغی و زراعی و گلخانه ای می‌باشد.
هیومیک پاور	14%	—	2%	0/65%	3%	3%	تولید شرکت والاگرو ایتالیا است و حاوی عناصر غذایی بویژه آهن، روی و منگنز مناسب جهت تمامی محصولات باغی و زراعی و گلخانه‌ای می باشد.

محلول‌پاشی سولفات پتاسیم در دو مرحله (قبل از ساقه روی و قبل از خوشه دهی) با غلظت 1/5 درصد به میزان 400 کیلوگرم در هکتار در هر مرحله 4 - محلول‌پاشی کود تجاری هیومیک پاور در سه مرحله (اوایل پنجه‌زنی، ابتدای ساقه روی، ابتدای خوشه دهی) به مقدار 10 کیلوگرم در هکتار در هر مرحله و 5- محلول‌پاشی کود تجاری مگاهومات هم در سه مرحله (اوایل پنجه زنی، ابتدای ساقه روی، ابتدای خوشه دهی) به مقدار 10 کیلوگرم در هکتار در هر مرحله بر روی گیاه انجام شد.

این تحقیق بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی و به صورت کرت‌های یکبار خرد شده (اسپلیت پلات) شامل دو کرت اصلی با مصرف خاکی 200 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (83 کیلوگرم در هکتار پتاسیم) و بدون مصرف خاکی پتاسیم در 4 بلوک به اجرا درآمد. کرت‌های فرعی شامل 5 تیمار از جمله 1- شاهد (بدون محلول پاشی)، 2- محلول‌پاشی نیتروژن در دو مرحله (قبل از ساقه روی و قبل از خوشه دهی) با غلظت 1/5 درصد نیتروژن به میزان 400 کیلوگرم در هکتار در هر مرحله 3-

رشد و جذب عناصر در این مرحله زیاد است و تیمارهایی که بتوانند نیاز گیاه در این زمان تعیین کنند معمولاً باعث افزایش تعداد خوشه در واحد سطح و عملکرد گندم می‌شوند. اندازه‌گیری ریشه در زمان برداشت به این منظور است که ملاحظه شود آیا افزایش رشد ریشه با برخی تیمارها تا زمان برداشت ادامه دارد یا اینکه اندازه ریشه با همه تیمارها در زمان برداشت یکسان است. در پایان فصل رشد 12 عدد بوته از هر کرت برداشت و پس از جدا کردن دانه‌ها از کاه و کلش و خشک کردن در آون و انجام آسیاب، مقدار نیتروژن، پتاسیم و فسفر تعیین شد. در این مرحله 12 بوته‌ی گندم به‌طور تصادفی انتخاب شد و طول خوشه، طول ساقه، تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد کاه اندازه‌گیری شد. برداشت محصول از 1×1 متر مربع از سطح خاک انجام شد. داده‌های به دست آمده از آزمایش توسط نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل شد. برای مقایسه‌ی میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

پس از انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه، آنالیز خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بر روی نمونه‌ها انجام شد و نتایج آن در جدول زیر آورده شده است (جدول 3). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر تیمارهای پتاسیم، محلول‌پاشی و اثر متقابل آنها بر میزان طول ریشه در هر دو مرحله ولی بر روی جرم ریشه فقط در مرحله قبل از خوشه دهی و اثر متقابل آنها بر میزان طول و جرم ریشه در هر دو مرحله معنی‌دار شد (جدول 4). نتایج نشان داد که در بین همه ترکیبات تیماری، بیشترین میزان جرم ریشه قبل از خوشه‌دهی و برداشت در تیمارهای هیومیکی و کمترین میزان در تیمار شاهد به دست آمد (جدول 4). طول ریشه در زمان قبل خوشه دهی و برداشت در تیمارهای هیومیکی (مگامات و هیومیک پاور) به همراه کاربرد کود شیمیایی پتاسیم بیشترین میزان را دارا بود (جدول 4).

هر کرت فرعی به ابعاد $2/5 \times 1/5$ مترمربع و در مجموع تعداد 40 کرت فرعی در 4 بلوک وجود داشت. برای کود دهی کل زمین از کودهای پایه نیتروژن (200 کیلوگرم در هکتار معادل 93 کیلوگرم در هکتار نیتروژن) و دی آمونیوم فسفات (250 کیلوگرم در هکتار معادل 50 کیلوگرم در هکتار فسفر) استفاده شد. از سولفات پتاسیم (200 کیلوگرم در هکتار معادل 83 کیلوگرم در هکتار پتاسیم)، هم برای کوددهی نصف زمین استفاده شد. یک سوم نیتروژن و کود دی آمونیوم فسفات در همه کرت‌ها و سولفات پتاسیم در نصف همه کرت‌ها با استفاده از شن کش قبل از کشت با خاک مخلوط شد. از دو سوم باقیمانده نیتروژن، نصف قبل از زمان تولید پنجه و نصف آن قبل از تولید خوشه بصورت سرک مصرف شد.

کوددهی براساس نتایج آزمایشات کودی در مزرعه است و براساس غلظت عناصر در خاک نیست. رقم زاگرس که به عنوان رایج‌ترین رقم گندم مورد استفاده‌ی کشاورزان منطقه بود، کشت شد. طریقه‌ی کشت بذرها به این صورت بود که فاصله بین ردیف‌های کشت 20 سانتی‌متر، عمق کاشت بذرها 2 سانتی‌متر و فاصله بین بذرها بر روی ردیف‌های کاشت $2/5$ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و اعمال گردید. در مرحله قبل از خوشه دهی برای اندازه‌گیری 40 بوته گندم از هر کرت به طور تصادفی نمونه‌برداری شد و چهار برگ بالایی (خورشاهی، 1391) آنها به مدت 72 ساعت در دمای 70 درجه سانتی‌گراد خشک و پس از آسیاب کردن مقدار نیتروژن، پتاسیم و فسفر اندازه‌گیری شد (علی‌احیایی، 1376). در مرحله قبل از خوشه دهی و برداشت برای اندازه‌گیری بلندترین طول ریشه (عمق ریشه) با استفاده از بیلچه خاک‌های اطراف ریشه به آرامی کنار زده شد تا تمام ریشه از خاک جدا شود و 12 نمونه ریشه از هر کرت گرفته شد و بعد از شستشو بلندترین طول ریشه با خط کش مهندسی بر حسب سانتی‌متر و جرم خشک ریشه‌ها با ترازوی دیجیتالی بر حسب گرم (3 روز بعد از گذاشتن در آون در دمای 70 درجه سانتی‌گراد) اندازه‌گیری شد (سبزواری، 1388). دلیل اینکه در زمان قبل از خوشه دهی نمونه‌برداری انجام شد این است که سرعت

جدول 3- آنالیز خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک زمین زراعی

مقدار	خصوصیات
5	شن (%)
56	سیلت (%)
39	رس (%)
رس سیلتی	بافت خاک
1/65	کربن آلی (%)
0/1	نیتروژن کل (%)
289	پتاسیم قابل جذب خاک با تترافیل بران سدیم (mg/Kg)
309	پتاسیم قابل جذب خاک با استات آمونیوم (mg/Kg)
10	فسفر قابل جذب (mg/Kg)
17	CEC (Cmol ⁺ /Kg)
0/79	EC _e (dS/m)
7/3	pH

جدول 4- اثر متقابل کود شیمیایی و محلول پاشی بر خصوصیات ریشه‌ای گندم و جذب عناصر

تیمار پتاسیم	محلول پاشی	طول ریشه قبل خوشه‌دهی (سانتی‌متر)	طول ریشه در زمان برداشت (سانتی‌متر)	جرم ریشه قبل خوشه‌دهی (گرم در بوته)	جرم ریشه در زمان برداشت (گرم در بوته)	جذب نیتروژن کاه (کیلوگرم در هکتار)	جذب نیتروژن دانه (کیلوگرم در هکتار)	جذب فسفر کاه (کیلوگرم در هکتار)	جذب فسفر دانه (کیلوگرم در هکتار)	جذب پتاسیم کاه (کیلوگرم در هکتار)	جذب پتاسیم دانه (کیلوگرم در هکتار)
پتاسیم	شاهد	^f 7/2	^e 10/4	^e 0/208	^d 0/208	^g 14/66	^f 33/23	^e 1/43	^e 6/8	^f 25/91	^f 12/21
نیتروژن	نیتروژن	^d 8/5	^e 10/7	^d 0/233	^{cd} 0/241	^a 48/84	^a 93/21	^{cd} 2/28	^{cd} 11/3	^c 37/66	^e 18/9
پتاسیم	پتاسیم	^c 9/6	^d 11/7	^c 0/291	^{ab} 0/308	^f 21/44	^e 47/3	^{cd} 2/34	^c 11/9	^a 48/51	^a 34/41
هیومیک پاور	هیومیک پاور	^a 11/6	^c 13/7	^{ab} 0/308	^{ab} 0/342	^{cd} 33/05	^{cd} 57/11	^{ab} 3/34	^{ab} 18/5	^b 47/34	^c 27/12
مگاهومات	مگاهومات	^b 11/2	^a 16/4	^a 0/316	^a 0/352	^c 34/33	^c 62/23	^a 3/42	^a 19/2	^a 48/75	^b 29/11
بدون پتاسیم	شاهد	^g 6/6	^f 9/7	^f 0/183	^d 0/2	^g 14/03	^g 27/11	^e 1/38	^e 5/3	^h 18/1	^h 5/21
نیتروژن	نیتروژن	^e 8	^e 10/5	^e 0/216	^d 0/225	^b 44/72	^b 86/02	^d 2/09	^d 9/9	^g 25/09	^g 8/4
پتاسیم	پتاسیم	^d 8/6	^d 11/6	^c 0/291	^{bc} 0/291	^f 19/24	^e 42/4	^d 2/12	^{cd} 10/3	^d 34/19	^d 23
هیومیک پاور	هیومیک پاور	^a 11/6	^c 13/4	^{bc} 0/3	^{ab} 0/325	^e 30/23	^d 56/11	^{bc} 2/84	^b 17/4	^e 33/13	^e 17/12
مگاهومات	مگاهومات	^b 11	^b 14/6	^{bc} 0/3	^{ab} 0/333	^{de} 31/6	^{cd} 58/3	^{ab} 2/91	^b 17/4	^d 34/26	^e 18/23

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند

a نشان دهنده بیشترین میانگین است و بین a و b اختلاف معنادار وجود دارد.

پتاسیم با بدون استفاده از آن از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی در سایر تیمارهای محلول پاشی، کاربرد کود پتاسیم جرم ریشه بیشتری را نسبت به بدون کاربرد کود پتاسیم به تنهایی داشت. نتایج نشان داد که در بین تیمارهای محلول پاشی مختلف بیشترین میزان طول ریشه در زمان برداشت در تیمار مگاهومات (16/4 سانتی متر) و پس از آن تیمار هیومیک پاور بیشترین میزان را دارا بود. به نظر می‌رسد هیومیک اسید با افزایش

نتایج نشان داد که در بین همه ترکیبات تیماری، بیشترین میزان طول ریشه در زمان قبل از خوشه دهی در تیمار هیومیک پاور (11/6 سانتی متر) بود. همچنین مشاهده شد جرم ریشه قبل از خوشه‌دهی (0/316 گرم در بوته) در تیمار محلول پاشی با مگاهومات به همراه کاربرد کود پتاسیم بود و کمترین میزان جرم ریشه قبل از خوشه‌دهی (0/183 گرم در بوته) نیز در تیمار شاهد بدون مصرف کود پتاسیم حاصل شد. در تیمار محلول پاشی با پتاسیم بین کاربرد کود

که کاربرد محلول پاشی هیومیک اسید سبب افزایش میزان جذب فسفر در گیاه ذرت شد (لابارتینی و همکاران، 1998). تیمارهای محلول پاشی با مگامومات در کاه (48/75) کیلوگرم در هکتار) دارای بیشترین میزان جذب پتاسیم بود از این رو بیشترین طول ساقه (80/8 سانتی متر) و بیشترین عملکرد کاه (5011 کیلوگرم در هکتار) دارا بود (جدول 4 و 5). همچنین مشاهده شد که بیشترین میزان جذب پتاسیم در کاه و دانه (بترتیب 48/51 و 34/41) در تیمار محلول پاشی پتاسیم بود و هیومیک پاور نیز سبب بهبود جذب پتاسیم شد (جدول 4). در نتیجه تیمار های محلول پاشی پتاسیم و هیومیک پاور نیز دارای طول ساقه و عملکرد کاه بالایی شدند (جدول 5). در پژوهشی تأثیر هیومیک اسید را بر روی گندم دروم مورد آزمایش قرار دادند نتایج نشان داد که هیومیک اسید موجب افزایش جذب فسفر، پتاسیم، منیزیم، سدیم، مس و روی می گردد (بولنت آسیک و همکاران، 2011). اثر محلول پاشی اسید هیومیک روی رشد و جذب مواد غذایی گندم در غلظت های مختلف شوری بررسی شد که جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منگنز و روی را افزایش داد لذا شوری با وجود هیومیک اسید، رشد محصول و جذب مواد غذایی را کاهش نداده است (ماکوویاک و همکاران، 2001).

محققان در تحقیق خود روی گندم به این نتیجه رسیدند که کاربرد بیشتر کودهای آلی میزان جذب پتاسیم توسط گیاه گندم را افزایش داد. آنها همچنین بیان نمودند که کودهای آلی توانسته اند مقادیر بیشتری از پتاسیم را نسبت به کودهای شیمیایی در گیاه قابل جذب نمایند (احمد پور سفید کوهی و همکاران، 1391). همچنین در پژوهشی دیگر، پژوهشگران نشان دادند که کاربرد کودهای آلی نسبت به شیمیایی میزان جذب فسفر در برنج را افزایش داده است (باتاچاریا و همکاران 2007). با افزایش عملکرد در این تحقیق جذب همه عناصر از جمله پتاسیم افزایش یافت. پتاسیم حرکت شیره پرورده را در آوندهای گیاه کنترل می کند. در پژوهشی دیگر، پژوهشگران بیان نمودند که اسید هیومیک سبب افزایش سطح ریشه ها شده که در نتیجه موجب افزایش جذب نیتروژن در گیاه می گردد و به دنبال آن در این تیمار عملکرد دانه نیز افزایش می یابد (سبزواری و خزاعی، 1388). پژوهشگران بیان نمودند می توان دلیل افزایش وزن خشک اندام زیرزمینی را با کاربرد اسید هیومیک به این دلیل دانست که هیومیک اسید موجب افزایش کلروفیل و در پی آن افزایش فتوسنتز و ماده خشک تولیدی در گیاه می شود. در این آزمایش تیمارهای محلول پاشی سبب افزایش معنی دار

سطح ریشه گیاه، موجب افزایش جذب پتاسیم توسط گیاه می شود. جرم ریشه در زمان برداشت (0/352 گرم در بوته) در تیمار محلول پاشی با مگامومات و کمترین میزان جرم ریشه در زمان برداشت (0/183 گرم در بوته) در تیمار شاهد به دست آمد و اختلاف بین آنها نیز معنی دار شد. پس از تیمار محلول پاشی با مگامومات، تیمار محلول پاشی با هیومیک پاور (0/342 گرم در بوته) دارای بیشترین میزان جرم ریشه در زمان برداشت بود ولی با محلول پاشی نیتروژن جرم ریشه نسبت به تیمار شاهد تغییری نکرد (جدول 4). در همه تیمارها رشد ریشه اعم از طول و جرم آن در مرحله برداشت نسبت به مرحله خوشه دهی افزایش داشت و این یعنی رشد ریشه تا زمان برداشت در تمام تیمار ها ادامه داشت. محلول پاشی اسیدهای آلی از قبیل اسید هیومیک در گیاه موجب افزایش تولید میزان هورمون های رشدی از قبیل اکسین، سیتوکینین و جبرلین در گیاهان شده که در نتیجه آن از طریق افزایش رشد گیاه به خصوص افزایش رشد ریشه ها سبب افزایش جذب عناصر از خاک شده و در نتیجه میزان عملکرد را نسبت به شاهد افزایش می دهند (عبدالماوگود و همکاران، 2007).

در مورد میزان جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در کاه و دانه نتایج نشان داد اثر تیمار کاربرد کود پتاسیم و محلول پاشی معنی دار شد ولی اثر متقابل آنها معنی دار نشد (جدول 4). جذب نیتروژن در کاه و دانه (بترتیب 48/84 و 93/21 کیلوگرم در هکتار) در تیمار محلول پاشی نیتروژن بیشترین مقدار بود. همچنین پس از تیمارهای محلول پاشی نیتروژن و پتاسیم تیمارهای محلول پاشی با مگامومات و هیومیک پاور دارای بالاترین میزان جذب پتاسیم و نیتروژن نسبت به شاهد شدند. هیومیک اسید سبب افزایش جذب نیتروژن توسط گیاهان می شود، و موجب افزایش راندمان استفاده از نیتروژن خاک می گردد و می تواند سبب افزایش جذب پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر گردد (سماوات و ملکوتی، 1384). در تحقیقی دیگر، محققان نشان دادند که محلول پاشی هیومیک اسید در گیاه ذرت سبب افزایش میزان نیتروژن جذب شده در گیاه نسبت به تیمار شاهد شد (شریفی و همکاران 2002). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد در تیمار کاربرد کود پتاسیم نسبت به تیمار شاهد میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم بیشتری جذب کاه و دانه شد (جدول 4). بیشترین مقدار جذب فسفر در کاه و دانه (بترتیب 3/42 و 19/2 کیلوگرم در هکتار) در تیمار مگامومات بود و پس از آن بیشترین مقدار جذب فسفر کاه و دانه (بترتیب 3/34 و 18/5 کیلوگرم در هکتار) در تیمار هیومیک پاور بود (جدول 4). در تحقیقی دیگر هم محققان نیز بیان نمودند

جرم و طول ریشه نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود که در نتیجه سبب افزایش جذب عناصر از خاک و در نتیجه آن افزایش میزان عملکرد دانه، عملکرد کاه و اجزای عملکرد گندم شد که این افزایش عملکرد در تیمار مگاهومات بیشتر از تیمار هیومیک‌پاور بود (جدول 6). همچنین محققان بیان نمودند که محلول‌پاشی اسیدهای آلی سبب افزایش میزان هورمون‌های رشد در گیاهان مختلف شده و در نتیجه آن رشد ریشه، اندام هوایی و ارتفاع گیاهان را افزایش داده که به دنبال آن جذب عناصر، سطح برگ گیاه و نفوذپذیری بافت‌های گیاهی افزایش یافته در نتیجه سبب افزایش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد گردیده است (چن و اواید، 1990). در پژوهشی دیگر روی گیاه گوجه‌فرنگی این نتیجه حاصل شد که کاربرد اسیدهای آلی از قبیل هیومیک اسید سبب افزایش ارتفاع گیاه نسبت به گیاه شاهد شد و بیشترین ارتفاع بوته مربوط به محلول‌پاشی با هیومیک اسید در زمان قبل از گلدهی و کمترین آن متعلق به تیمار شاهد بدون محلول‌پاشی با هیومیک اسید بود (مرادی، 1393). در پژوهشی دیگر نیز اثر صفر و 5 کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید بر روی صفات مختلف گوجه‌فرنگی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که محلول‌پاشی هیومیک اسید نسبت به شاهد موجب افزایش طول برگ، و ارتفاع گیاه شد (آمان و راب، 2013).

با توجه به اینکه برای حداکثر رشد محصول، پتاسیم محلول و تبادل باید به صورت پی‌درپی آزادسازی شود می‌توان با افزودن کودهای پتاسیمی نیز این کمبود را جبران نمود از طرفی افزایش میزان پتاسیم در سلول توسط محلول‌پاشی با پتاسیم سبب افزایش غلظت پتاسیم در سلول شده که به باز شدن بیشتر روزنه‌ها منجر شده و در نتیجه دی‌اکسید کربن بیشتری وارد گیاه شده و فتوسنتز افزایش یافته که به دنبال آن عملکرد دانه نیز با کاربرد این کود افزایش می‌یابد (جلالی، 2008). همچنین جذب بیشتر پتاسیم توسط گیاه موجب افزایش سرعت شیره پرورده و انتقال مواد حاصل از فتوسنتز شده در برگ به سایر اندام‌های گیاهی می‌شود (هاولین، 2005). کاهش تجمع مواد حاصل از فتوسنتز موجب افزایش جذب عناصر غذایی خاک از جمله نیتروژن می‌شود و بدین ترتیب پتاسیم کارایی مصرف نیتروژن را افزایش می‌دهد (خورشاهی، 1391). همچنین در این مطالعه میزان جذب عناصر فسفر، نیتروژن و پتاسیم با افزایش فراهمی عناصر افزایش یافت. نتایج نشان داد که کاربرد ترکیب کودهای شیمیایی نیتروژن و پتاسیم سبب افزایش کارایی گیاه در جذب هر سه عنصر شده

جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه شدند. همچنین پس از تیمارهای محلول‌پاشی با مگاهومات و هیومیک-پاور، محلول‌پاشی با پتاسیم و نیتروژن نسبت به شاهد سبب افزایش بیشتر میزان عملکرد و اجزای عملکرد گندم شد. اثر کاربرد کودهای شیمیایی و محلول‌پاشی بر صفت عملکرد دانه و همه اجزای عملکرد معنی‌دار شد ولی اثر متقابل آنها فقط بر عملکرد کاه و طول ساقه معنی‌دار شد (جدول 5). مقایسات میانگین داده‌ها نیز نشان داد در بین تیمارهای کاربرد کود شیمیایی پتاسیم و بدون کاربرد پتاسیم، بیشترین میزان عملکرد دانه و اجزای عملکرد مربوط به تیمار کاربرد کود پتاسیم بود و با محلول‌پاشی اسیدهای آلی تأمین شده از منابع لیوناردیت میزان عملکرد دانه نسبت به سایر تیمارها افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول 5). کاربرد هیومیک اسید به صورت محلول‌پاشی در گندم نیز موجب افزایش 24 درصدی عملکرد در این گیاه شد (دلفین و همکاران، 2005). کاربرد مگاهومات و هیومیک‌پاور باعث افزایش سرعت فتوسنتز، توسعه زیست توده ریشه و محتوی عناصر غذایی گیاه شده (لیو و همکاران، 1996) و به دنبال آن میزان عملکرد دانه را افزایش می‌دهند. طی آزمایشی هیومیک اسید سبب افزایش 7 تا 8 درصدی عملکرد دانه گندم و همچنین افزایش عملکرد دانه جو شد (های و میر، 1998).

در بین تیمارهای محلول‌پاشی بیشترین میزان وزن هزار دانه در تیمار هیومیک‌پاور (39/7 گرم) و کمترین آن (26/2 گرم) نیز در تیمار شاهد حاصل شد و اختلاف بین آنها معنی‌دار بود (جدول 5). مصرف هیومیک اسید در لوبیا باعث افزایش تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و موجب افزایش وزن دانه در بوته می‌شود (جهان و همکاران، 1392). افزایش وزن دانه و در نتیجه آن افزایش عملکرد دانه در اثر مصرف مواد هیومیکی به دلیل افزایش جذب مواد غذایی مانند نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منیزیم، آهن، روی و مس (ادانی و همکاران، 1998)، و افزایش فتوسنتز، تراکم کلروفیل و تنفس ریشه گیاه می‌باشد (چن و اواید 1990). در بین تیمارهای محلول‌پاشی بیشترین تعداد دانه در خوشه (32/7) در تیمار محلول‌پاشی با مگاهومات و کمترین آن (20/2) نیز در تیمار شاهد حاصل شد و اختلاف بین آنها معنی‌دار بود (جدول 5). در بین تیمارهای محلول‌پاشی بیشترین تعداد خوشه در واحد سطح در تیمار محلول‌پاشی مگاهومات (360) و کمترین تعداد خوشه در واحد سطح (328) نیز در تیمار شاهد حاصل شد و اختلاف بین آنها معنی‌دار بود (جدول 5). تیمارهای محلول‌پاشی با هیومیک‌پاور و مگاهومات میزان

حرکت متابولیت‌های ساخته شده در برگ تسریع می‌شود و امکان جذب بیشتر عناصر از جمله نیتروژن فراهم می‌شود که از عمده‌ترین مواد لازم در فرآیند فتوسنتز است. با محلول‌پاشی نیتروژن باز هم نیتروژن لازم برای فتوسنتز فراهم می‌شود. بنابراین در این تحقیق محلول‌پاشی نیتروژن و پتاسیم هر دو بر افزایش عملکرد مؤثر بودند. احتمالاً تأثیر محلول‌پاشی نیتروژن و پتاسیم در شرایط بسیار خشک بیشتر است زیرا جذب این دو عنصر محدودتر است. کود پتاسیم اثر قابل توجهی بر عملکرد دانه و کاه، تعداد خوشه در واحد سطح، ارتفاع ساقه، طول خوشه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در خوشه داشته است و عملکرد و اجزای عملکرد را افزایش داد. جرم ریشه و طول ساقه با تیمار محلول‌پاشی نیتروژن نسبت به شاهد افزایش یافت در نتیجه غلظت نیتروژن و پتاسیم در دانه و کاه با تیمار محلول‌پاشی نیتروژن و جذب آنها و در نتیجه عملکرد دانه نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول 4). در توضیح دلیل این مطلب بایستی عنوان نمود که محلول-پاشی با پتاسیم و نیتروژن سبب افزایش فتوسنتز و در نتیجه افزایش رشد رویشی اندام‌ها شده در نتیجه میزان عملکرد و اجزای عملکرد دانه افزایش یافت (زیومی و یابینگ، 2003). در این زمینه پژوهشگران بیان نمودند که کمبود نیتروژن، از طریق کاهش اندازه برگ، منجر به کاهش ظرفیت فتوسنتزی گیاه شده و این امر می‌تواند در کاهش رشد اندام هوایی گیاه مؤثر باشد که در نهایت سبب کاهش عملکرد می‌گردد. همچنین مصرف پتاسیم با افزایش تولید ATP موجب افزایش انتقال مواد فتوسنتزی می‌شود و کمبود پتاسیم موجب ریزش برگ‌ها و کاهش وزن اندام هوایی گیاه می‌شود و در نتیجه آن عملکرد دانه دچار نقصان می‌گردد (وس و وام در پوتن، 1998).

میزان پتاسیم مصرفی (نه سولفات پتاسیم) با دو بار محلول‌پاشی 400 کیلوگرم در هکتار بود که کمتر از جذب پتاسیم توسط گیاه در جدول 4 است و بنابراین بخشی از افزایش جذب نیتروژن و پتاسیم با این دو تیمار احتمالاً بدلیل افزایش رشد ریشه و افزایش جذب این دو عنصر از خاک است. مهمترین عامل محدودکننده رشد گیاهان در کشاورزی کمبود نیتروژن است تا کمبود سایر عناصر، زیرا نیاز گیاهان به نیتروژن، بیش از تمام عناصر دیگر می‌باشد (سالاردینی، 1379). محلول‌پاشی با نیتروژن و پتاسیم نیز نسبت به شاهد میزان عملکرد دانه را افزایش داد ولی نسبت به محلول‌پاشی با اسیدهای آلی عملکرد دانه کمتر بود. در پژوهشی گلخانه‌ای، پژوهشگران اثر هیومیک اسید را بر روی رشد ذرت در خاک‌های آهکی مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که

و میزان جذب آنها را در اندام‌های هوایی گیاه و دانه نسبت به کاربرد کود نیتروژن به تنهایی افزایش داده است در نتیجه عملکرد و اجزای عملکرد در کاربرد کود پتاسیم نسبت به عدم کاربرد آن افزایش یافته است (جدول 4 و 5). طبق نتایج بدست آمده اجزای عملکرد نظیر وزن هزار دانه در تیمار هیومیک پاور بیشتر از تیمار مگامومات بود و این احتمالاً بدلیل 2 درصد اسید هیومیک بیشتر هیومیک پاور باشد اما تعداد دانه در خوشه، تعداد خوشه در واحد سطح در تیمارهای محلول-پاشی با مگامومات کمی بیشتر از هیومیک پاور بود احتمال می‌رود بدلیل تفاوت در میزان عناصر نیتروژن، فسفر و اکسید پتاس آنها باشد اما در نهایت بین هر دو تیمار لیوناردیت (مگامومات و هیومیک پاور) در عملکرد دانه اختلاف معنادار مشاهده نشد و در تیمارهای مذکور (بترتیب 4556 و 4449 کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه بیشترین میزان را دارا بود (جدول 5).

با توجه به درصدهای اکسید پتاسیم و نیتروژن موجود در انواع لیوناردیت در جدول 2، هر 10 لیتر مگامومات، 498 گرم پتاسیم و 100 گرم نیتروژن دارد. بنابراین با سه مرحله محلول‌پاشی 1494 گرم پتاسیم و 300 گرم نیتروژن محلول‌پاشی می‌شود و با استفاده از همین جدول هیومیک پاور 249 گرم پتاسیم و 65 گرم نیتروژن دارد. بنابراین با سه مرحله محلول‌پاشی هیومیک پاور 747 گرم پتاسیم و 195 گرم نیتروژن در هکتار محلول‌پاشی می‌شود. مقدار این عناصر در مقیاس هکتار مقدار زیادی نیست. ولی با هر بار محلول‌پاشی 6 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم 2688 گرم عنصر پتاسیم به گیاه می‌رسد و با دو بار محلول‌پاشی 5376 گرم عنصر پتاسیم محلول‌پاشی می‌شود. با هر بار محلول‌پاشی نیتروژن، 2802 گرم عنصر نیتروژن به گیاه می‌رسد و با دو بار محلول‌پاشی 5604 گرم از عنصر نیتروژن محلول‌پاشی می‌شود. پس از تیمارهای لیوناردیت، تیمارهای محلول‌پاشی با پتاسیم و نیتروژن بیشترین میزان اجزای عملکرد و عملکرد را نسبت به تیمار شاهد داشتند (جدول 5). در سال انجام این تحقیق در منطقه مذکور، رشد گندم با استرس شدید رطوبتی مواجه بود. در این شرایط جذب نیتروژن و پتاسیم هر دو با مشکل مواجه است. چون در کاربرد خاکی، پتاسیم با خاک سطحی مخلوط می‌شود و غیر متحرک است در شرایط فوق العاده خشک سال آزمایش که خاک سطحی در بیشتر طول فصل رشد خشک است، تفاوت عملکرد با مصرف خاکی و محلول‌پاشی پتاسیم بیشتر است زیرا در شرایط خشک پتاسیم جذب ریشه نمی‌شود. با محلول‌پاشی پتاسیم

نیترژن سبب افزایش تولید ماده خشک در گیاه اسپرس شد (تدین و ریسی 1389). محققان در تحقیقی دیگر اثر محلول‌پاشی نیترژن (1 و 5 درصد) را روی سویا بررسی کردند و نتیجه گرفتند که استفاده از نیترژن در مرحله پر شدن غلاف به صورت محلول‌پاشی وزن صد دانه، وزن هر غلاف و عملکرد محصول را افزایش می‌دهد (نبیعی و آشور، 1983).

دزهای مختلف محلول‌پاشی هیومیک اسید تاثیر متفاوت و معنی‌داری در مقدار وزن خشک گیاه دارند (هاکان و همکاران، 2011). در تحقیق حاضر محلول‌پاشی با محلول‌پاشی نیترژن و پتاسیم عملکرد کاه نسبت به شاهد افزایش یافتند هر چند که نسبت به تیمارهای محلول‌پاشی با اسیدهای آلی کمتر بود (جدول 5). در تحقیقی دیگر نتایج نشان داد محلول‌پاشی نیترژن سبب افزایش عملکرد بیولوژیک در نخود می‌گردد (باهر، 2007). محلول‌پاشی

جدول 5- اثر متقابل کود شیمیایی و محلول‌پاشی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

تیمار پتاسیم	محلول پاشی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد کاه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در خوشه	تعداد خوشه در واحد سطح	طول خوشه (سانتی متر)	طول ساقه (سانتی متر)
پتاسیم	شاهد	^c 3024	^h 3119	^h 28/2	^f 21/1	^c 336	^d 4/8	^e 59/3
	نیترژن	^{ab} 4209	^e 4429	^e 34/2	^c 29	^b 348	^c 5/4	^d 60/9
	پتاسیم	^{ab} 4211	^b 4895	^f 32/1	^{bc} 30/3	^b 349	^b 6/4	^b 73/7
	هیومیک پاور	^a 4449	^d 4537	^a 41/1	^{ab} 32/7	^b 351	^b 5/6	^b 73/5
	مگاهومات	^a 4556	^a 5011	^b 39/2	^a 33/5	^a 367	^a 7/5	^a 80/8
بدون پتاسیم	شاهد	^d 2506	ⁱ 3017	ⁱ 24/3	^g 18/1	^d 321	^{cd} 3/1	^f 55/2
	نیترژن	^b 3895	^g 4065	^g 30/1	^e 26/1	^c 333	^d 4/2	^f 55/9
	پتاسیم	^b 3898	^d 4528	^h 28/2	^{de} 27/2	^c 333	^{cd} 3/4	^c 71/1
	هیومیک پاور	^{ab} 4215	^f 4116	^c 37/6	^{cd} 29/8	^c 336	^c 5/3	^c 71/1
	مگاهومات	^a 4305	^c 4646	^d 35/4	^{bc} 30/6	^b 352	^b 6/1	^c 71/1

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

نتیجه‌گیری

کرد. اما بین دو تیمار لیوناردیت (مگاهومات و هیومیک پاور) در عملکرد دانه اختلاف معنادار مشاهده نشد. کاربرد توأم نیترژن و پتاسیم اثر بهتری بر طول ساقه نسبت به کاربرد کود نیترژن به تنهایی دارد. در این آزمایش پس از تیمارهای لیوناردیت به ترتیب تیمارهای محلول‌پاشی با پتاسیم و نیترژن باعث افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد شدند. هرچند که تأثیر محلول‌پاشی پتاسیم از کاربرد خاکی آن بیشتر بود.

با استفاده از کودهای نیترژن و پتاسیم در این تحقیق عملکرد گندم دیم افزایش یافت. بنابراین افزایش عملکرد با تیمارهای لیوناردیت تا حدود زیادی، اثر غیر مستقیم آنها بر افزایش قابلیت جذب این عناصر مثلاً با افزایش رشد ریشه است. که با افزایش رشد ریشه جذب فسفر، پتاسیم و نیترژن در تیمارهای لیوناردیت افزایش و در نتیجه اجزای عملکرد و عملکرد دانه در آنها افزایش پیدا

فهرست منابع:

1. احمدپور سفیدکوهی، ا.، قاجار سپانلو، م. و بهمنیار، م.ع. 1391. تأثیر کاربرد چند دوره متوالی کودهای آلی و شیمیایی بر جذب نیترژن، فسفر و پتاسیم و برخی ویژگی‌های رشد گندم. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. 24(2): 72-86.
2. علی احیایی، م. 1376. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. جلد دوم، نشریه شماره 1024، موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران.

3. تدین، ع. و ف. رئیس. 1387. عکس العمل اکوتیپ‌های مختلف اسپرس به محلول پاشی نیتروژن، آهن و روی در مناطق سردسیر استان چهارمحال و بختیاری، مجله پژوهش‌های زراعی ایران. 6(1): 21-32.
4. جهان، م.، سهرابی، ر. و دعایی ف. 1392. بررسی اثرات دور آبیاری، کاربرد پلیمر سوپرجاذب در خاک و محلول پاشی اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا قرمز در شرایط مشهد. دوازدهمین همایش ملی آبیاری و کاهش تبخیر. دانشگاه شهید باهنر کرمان.
5. خداپنده، ن. 1389. غلات. چاپ دهم. انتشارات دانشگاه تهران، ایران.
6. خورشاهی، م. 1391. تأثیر تیمارهای زئولیت و بازدارنده‌های نیتروفیکاسیون بر جذب پتاسیم و عملکرد گندم دیم در یک خاک با سطح ویژه بالا و وضعیت دانه‌بندی نامناسب در استان گلستان.
7. سالاردینی، ع. ا. و م. مجتهدی. 1376. اصول تغذیه گیاه، جلد 2 ترجمه. (انتشارات مرکز نشر دانشگاهی تهران).
8. سالاری، ف. 1393. تأثیر یک سورفاکتانت غیر یونی بر جذب پتاسیم و عملکرد سویا در یک خاک با سطح ویژه بالا با محدودیت پتاسیم قابل جذب.
9. سبزواری س.، خزاعی ح. و کافی م. 1388. اثر اسید هومیک بر رشد ریشه و بخش هوایی ارقام سایونز و سبلان گندم. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) جلد 23 شماره 2 ص 87-94.
10. سماوات، س. و م. ملکوتی. 1384. ضرورت استفاده از اسیدهای آلی (هیومیک و فولیک) برای افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی. نشریه فنی تحقیقات خاک و آب 1: 463-13.
11. شریفی الحسینی، م. و م. قاسم‌زاده گنجه‌ای. 1388. اثرات تقسیط و محلول پاشی کود ازته بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم گندم دوروم. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، 23(1): 66-72.
12. علاءالدین، م. ز. 1389. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی موثر بر پتاسیم قابل جذب در برخی از خاک‌های استان‌های گلستان و تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. 110 ص.
13. فیضی اصل، و. و غ. ر. ولی‌زاده. 1383. بررسی اثر زمان محلول پاشی اوره بر خصوصیات کمی و کیفی گندم سرداری در شرایط دیم. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد شماره 2: 311-301.
14. مرادی، ش. 1393. اثر اسید هیومیک به صورت کاربرد خاکی و محلول پاشی بر روی شاخص‌های رشد و عملکرد گوجه-فرنگی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد. 112 صفحه.
15. Abdel-Mawgoud, A. M. R., N. H. M. El-Greadly., Y. I. Helmy and S. M. Singer. 2007. Responses of tomato plants to different rates of humic based Fertilizer and NPK Fertilization. Journal of Applied Sciences Research. 3(2): 169-174.
16. Adani, F., P. Genevini., P. Zaccheo, and G. Zocchi. 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. J. Plant Nutr. 21(3): 561-575.
17. Aman S. and Rab. A. 2013. Response of tomato to nitrogen levels with or without humic acid. Sarhad J. Agric. 29(2): 81-86.
18. Azam, F., and Mauk, K. A. 1983. Effect of humic acid soaking on seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) under different conditions. Pak. J. Bot. 15: 31-38.
19. Bahr, A.A. 2007. Effect of plant density and urea foliar application on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Res. J. Agri. and Biological Sci. 3: 220-223.
20. Bhattacharyya, P., Chakrabarti, K., Chakraborty, A., Nayak, D.C., Tripathy, S. and Powell, M.A. 2007. Municipal waste compost as an alternative to cattle manure for supplying potassium to lowland rice. Chemosphere. 66: 1789-1793.
21. Bulent Asik, B., Turan, A., Celik, H. and Vahap Katkat, A. 2009. Effects of Humic Substances on Plant Growth and Mineral Nutrients Uptake of Wheat (*Triticum durum*

- cv. Salihli) Under Conditions of Salinity. *Asian Journal of Crop Science*. 1:87-95.
22. Chen, Y. and Aviad, T. 1990. Effect of Humic Substances on Plant Growth. In: *Humic substances in soil and crop sciences*. Soil Sci. Society America. Pp: 161-187.
 23. Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., and Alvino, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agron. Sustain*. 25: 183-191.
 24. Dursun, A. and Guvenc, I. 2000. Effects of different levels of humic acid on seedling growth of tomato and eggplant. *ISHS Acta Hort*. 491.
 25. Hai, S.M., and Mir, S. 1998. The lignitic coal derived HA and the prospective utilization in Pakistan agriculture and industry. *Sci. Technol, Dev* 17(3): 33-40.
 26. Havlin, J.L., Bbeaton, J.D., Tisdale, S.L., and Nelson, W.L. 2005. *Soil Fertility and fertilizers* Prentice, Hall. U.S.A.
 27. Jalali. M. 2008. Effect of sodium and magnesium on kinetics of potassium release in some calcareous. *Arid Land Research and Management*. 21: 133-141.
 28. Kauser, A. and Azam, F. 1985. Effect of humic acid on wheat seeding growth. *Envir and Exper. Bot* 25: 245-252.
 29. Liu, C., Cooper, R.J. and Bowman, D.C. 1996. Humic acid application affects photosynthesis, root development, and nutrient content of creeping bentgrass. *Crop Science*.
 30. Lobartini, J.C., Tan, K.H. and Pape, C. 1998. Dissolution of aluminum and ironphosphate by humic acids. V. 29 (5/6) *Commun. Soil Science. Plant Anal*. Pp:535-544.
 31. Mackowiak, C.L., Grossl, P.R. and Bugbee, B.G. 2001. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. *Soil Sci*. 65: 1744-1750.
 32. Nabihi, A. and Ashour, T. 1983. Effect of soil and foliar application of nitrogen during pod development on the yield of soybean (*Glycine max (L.) Merr*) plants. *Field Crops Research*, 6: 261-266.
 33. Pinton, R., Cesco, S., Iacoletti, G., Astolfi, S. and Varanini, Z. 1999. Modulation of NO₃ uptake by water extractable humic substances: involvement of root plasma membrane H⁺ ATPase. *Plant and Soil*. 215: 155-161.
 34. Vos, J. and VamderPutten, P. E. L. 1998. Effect of nitrogen supply on leaf growth, Leaf nitrogen economy and photosynthetic capacity in potato. *Field crops research*.
 35. Xiumei, L. and Yaping, L. 2003. An experiment on the best application amount of K₂ SO₄ for potato (*Solanumtuberosum*) grown in chernozem soil. *Chinese Potato. J*. 17(1): 23-24.

Effects of Foliar Application of Leonardite, Nitrogen, and Potassium on Root Growth, Nutrient Uptake and Yield of Wheat

E. Azizzadeh¹, S. A. R. Movahedi Naeni, E. Zeinali, and G. A. Roshani

MSc in chemistry and soil fertility, Department of Soil Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran; E-mail: lnaz.azizzadeh@gmail.com

Assistant Professor., Dept. of Soil Sciences, Faculty of Water and Soil Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan; E-mail: salirezam@yahoo.com

Assistant Professor., Dept. of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan; E-mail: e.zeinali@yahoo.com

Academic member, Gorgan Institute for Cotton Research, Gorgan, Agricultural Research, Education and Extension Organization; E-mail: gh_roshani@yahoo.com

Received: July, 2016 and Accepted: January, 2018

Abstract

This study was carried out to evaluate the effects of soil and foliar applied chemical fertilizers and foliar organic acids (as leonardite; a mixture of humic and fulvic acids) on yield and yield components and nutrient uptake by wheat. The experiment was laid out in Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Farm during 2013- 2014, using a split-plot design with four replications. Treatments included potassium application and without potassium in the main plots and foliar applications of nitrogen, potassium, and leonardite from two different sources (Humic Power, mega humat) and a control without foliar application in subplots. Maximum root length before heading was obtained by Humic Power (11.6 cm) and, at harvest, by megahumat (16.4 cm), both in potassium treated sub plots. Root weights also followed the same trend. This may be due to growth stimulating effects of humic acids. Greatest phosphorous uptakes were 19.2 and 48.75 kg.ha⁻¹ by straw and grain, respectively, by foliar application of megahumat in soil potassium applied plots. Foliar applications of nitrogen and potassium also enhanced nitrogen and potassium uptake, respectively. The interactions between foliar and soil applied treatments on stem length and straw yield were significant by analysis of variance. Their combined application significantly improved plant height and straw yield. This research showed that yield by foliar application of leonardite (from both sources) was greater than yield by foliar use of nitrogen and potassium irrespective of soil potassium applications. Soil potassium applications enhanced yield and nutrient uptakes by foliar treatments.

Keywords: Wheat grain yield, Humic Power, Megahumat, Humic acid, Fulvic acid

¹ Corresponding author: Gorgan University of agriculture sciences and Natural resources, department of soil Sciences