نقش آلومینیوم در گیاه چای

علی فاطمی[۱]

۱-پژوهشکده چای، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران

بیان مساله

بررسی انجام شده بر اساس آزمایش خاک در ۲۶۱ نقطه از باغ‌های چایکاری شمال کشور ایران نشان می‌دهد؛ که pH خاک در سطح وسیعی از این اراضی کمتر از ۴/۵ و حتی در بعضی از باغ‌ها به حدود ۳/۱ نیز رسیده است (بی‌نام، ۱۳۷۶).

با توجه به اینکه گیاه چای در خاکهای اسیدی و در pH حدود ۴/۵ تا ۵/۵ رشد بهتری دارد (ملکوتی، (۱۳۷۷)، اما کاهش pH خاک از حد مطلوب، سبب کمبود و یا بروز سمیت بعضی از عناصر غذایی و کاهش عملکرد آن می‌شود. اساساً یونهای آلومینیوم در pH بین ۴ تا ۴/۵ محلول بوده و هنگامی که pH خاک از ۴/۵ شروع به افزایش می‌نماید، آنها تبدیل به ترکیب غیر محلول $Al(OH)_3$ می‌شوند. در این رابطه ثابت شد در باغ‌های چای وقتی pH خاک در حدود ۴ است، مقدار آلومینیوم تبادلی و محلول بالا، و رشد چای تقریباً کند می‌شود. زیرا زیادی آن مانع جذب فسفر، پتاسیم، کلسیم و آهن می‌گردد. به طور مثال یکی از عوامل کاهش محصول در باغ‌های چای کشور بنگلادش زیاد بودن آلومینیوم تبادلی گزارش شده است (Ahsan, 1999).

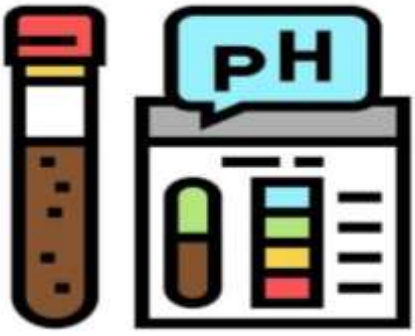
آلومینیوم در خاک

بیش از ۱۵ درصد پوسته زمین از AL_2O_3 تشکیل شده است. بدین ترتیب، آلومینیوم از اجزاء مهم تشکیل دهنده خاک و به همراه Si از عناصر عمده در تشکیل شبکه کانی‌های رس اولیه و ثانویه می‌باشد.

در دهه ۱۹۵۰ دریافتند که فراوانی آلومینیوم در سطح وسیعی از خاکهای اسیدی بیشتر از هیدروژن بوده است.

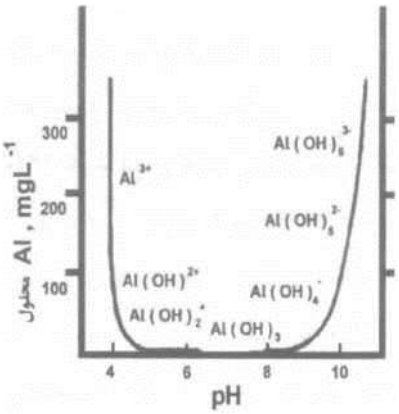
همچنین وجود آلومینیوم تبادلی در بسیاری از خاکهای اسیدی در سال ۱۹۵۸ تأیید شد و تخمین زده شد که اسیدیته خاک در نتیجه وجود آلومینیوم تبادلی است (۱۹۹۹ ,Ahsan). در همین ارتباط در سال ۱۹۶۷ ثابت شد آلومینیوم تبادلی، کاتیون غالب خاکهای اسیدی است که با اسیدنیه خاک ارتباط دارد و یونهای هیدروژن که در اثر تجزیه مواد آلی تولید می‌شوند، ناپایدار هستند؛ زیرا با لایه‌های رس‌های سیلکاتی واکنش می‌دهند و آلومینیوم تبادلی و اسید سیلسیک را آزاد می‌کنند و آلومینیوم تبادلی در خاکهای اسیدی با آب واکنش می‌دهد و به فرمهای هیدرواکسید غیر محلول یا اکسید آلومینیوم در می‌آید (Ahsan, ۱۹۹۹).

در بسیاری از خاکهای اسیدی مسمومیت آلومینیوم یکی از عوامل محدود کننده است که مانع گسترش ریشه چای می‌شود. این مسأله به خصوص در خاکهایی که تحت‌الأرض آنها به علت مشکل آهک دهی، بسیار اسیدی بوده مشاهده می‌شود (Ahsan, ۱۹۹۹). بنابراین اثر زبان آوری خاکهای اسیدی بر روی رشد گیاه بیشتر به علت تأثیر غلظت آلومینیوم و مسمومیت آن است تا غلظت زیاد H^+ (حق‌پرست تنها، ۱۳۷۱).



حلالیت آلومینیوم به pH خاک بستگی دارد و طبق شکل (۱) در محدوده خنثی ترکیبات غیر محلول آلومینیوم مانند $Al(OH)_3$ وجود دارد و با افزایش غلظت یون هیدروژن، یونهای OH توسط آن مطابق فرمول زیر تفکیک می‌شوند:

$$Al(OH)_3 + H^+ \rightarrow Al(OH)^+_2 + H_2O$$
$$Al(OH)^+_2 + H^+ \rightarrow Al(OH)'' + H_2O$$
$$Al(OH)^{++} + H^+ \rightarrow Al^{+++} + H_2O$$



شکل ۱- حلالیت گونه‌های مختلف هیدرولیز شده آلومینیم محلول نسبت به pH خاک

مونومرهای آلومینیوم که از این طریق تولید می‌شوند به خوبی محلولند و Al^{+++}، $AI(OH)^{++}$ اثر مسموم کنندگی شدید دارد (حق‌پرست تنها، ۱۳۷۱). اکسیدها و هیدرواکسیدهای آلومینیوم می‌توانند در pH بین ۳ تا ۴/۸ از طریق واکنشهای هیدرولیزی مطابق واکنش نمونه زیر حل گردیده و از این طریق آلومینیوم محلول افزایش یابد (حق‌پرست تنها، ۱۳۷۱).

$$Al(OH)_3 + 3H^+ \rightarrow Al^{+++} + 3H_2O$$

به طور کلی مسمومیت آلومینیوم در خاکها با pH بالاتر از ۵/۵ رخ نمی‌دهد؛ اما در pH پایین معمول و به ویژه در pH پایینتر از ۵/۵ حلالیت، شدیداً افزایش می‌یابد (Ahsan, 1999).

فواید آلومینیوم در گیاه چای

این عنصر برای رشد طبیعی بوته چای لازم است (سالاردینی، ۱۳۶۷). مقدار آلومینیوم در قسمت‌های هوایی گیاهان عالی تقریباً ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک است و مقدار آن در گیاه چای ممکن است ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک برسد. در این رابطه pH خاک عامل کنترل کننده جذب آلومینیوم از خاک به گیاه چای است (Ahsan, ۱۹۹۹).

تحقیقات زیادی در دهه ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۰ برای تعیین نقش آلومینیوم انجام گرفت (Ahsan, ۱۹۹۹) برخی از شواهد نشان می‌دهند که وجود مقادیر کم آلومینیوم می‌تواند اثر مفیدی روی رشد گیاه داشته باشد، هر چند مکانیسم آن روشن نیست (سالاردینی، ۱۳۶۷).

در سال ۱۹۷۱ محققین اظهار داشتند که آلومینیوم جذب فسفات و پتاسیم را تحت تأثیر قرار می‌دهد و مقدار زیاد آلومینیوم جذب پتاسیم را کاهش می‌دهد. چنین وضع به وجود آمده را می‌توان توسط تنظیم مصرف پتاسیم اصلاح کرد آنها همچنین یک رابطه خطی مثبت بین آلومینیوم و فسفر در گیاه چای یافتند (Ghosh Hajra, 2001).

تحقیقات نشان داد آلومینیوم جذب و مصرف فسفر، نیتروژن و پتاسیم را تحریک می‌کند و در حضور آلومینیوم جذب کلسیم زیاد (سالاردینی، ۱۳۶۷) و سمیت منیزیم به طور قابل توجهی کم می‌شود (ibid).

کاتیونهای آلومینیوم از جذب منیزیم شدیداً جلوگیری می‌کنند بنابراین جذب ضعیف منیزیم در pH پایین کمتر به یونهای H^+ و بیشتر به کاتیونهای آلومینیوم مربوط می‌شود (حق پرست تنها، ۱۳۷۱).

سمیت آلومینیوم

مسمومیت آلومینیوم در pH پایین معمول است به ویژه در pH پایین‌تر از ۵/۵ حلالیت آلومینیوم شدیداً افزایش می‌یابد و تولید محصول در زمانی که درصد اشباع آلومینیوم بیش از ۶۰ درصد باشد شدیداً کاهش می‌یابد (Ahsan, 1999). مطالعه انجام شده در یک مزرعه شنی نشان داد که جذب منیزیم، کلسیم و پتاسیم در ریشه‌های چای با افزایش آلومینیوم کاهش می‌یابند (Ahsan, 1999). همچنین در سال ۱۹۷۸ عنوان شد که آلومینیوم یکی از کاتیونهای تبادلی اصلی خاکهای اسیدی است و آلومینیوم محلول که توسط ریشه جذب می‌شود ممکن است بر روی رشد گیاه تأثیر گذارد (ibid).

افزایش بیش از حد آلومینیوم در باغ‌های چای موجب تثبیت مولیبدن و فسفات در خاک می‌شود که در این حالت کمبود این دو عنصر پیش می‌آید (ملکوتی، ۱۳۷۷). در بافتهای گیاهی چای آلومینیوم به عنوان یک مانع مستقیم و مسموم کننده DNA، کالمودولین و دیگر اجزای تشکیل دهنده سلول شناخته شده است (Ghosh Hajra, 2001). آلومینیوم برعکس کلسیم، قابلیت نفوذ غشاء سلولی را با ایجاد تراکم مولکولهای لیپید و تعداد لیپید در غشاء تغییر می‌دهد. همچنین آلومینیوم اغلب در ریشه جمع می‌شود که سبب آسیب رسیدن و رشد ضعیف این قسمت از گیاه می‌شود. در سال ۱۹۷۸ نیز طی آزمایشی تجمع آلومینیوم در برگهای مسن و ریشه چای تأیید شد (Ahsan, 1999).

علائم مسمومیت آلومینیوم عموماً با کاهش شدید ریشه گیاه همراه است و ریشه ها کوتاه، ضخیم و زخمی می‌شوند و تولید ریشه‌های افقی متوقف می‌گردد. بنابراین تضعیف رشد ریشه سبب می‌شود که ریشه‌ها کارآیی خود را در جذب مواد غذایی و آب از دست بدهند و بوته‌ها کوچک بمانند.

در سال ۱۹۸۳ بر روی اراضی چابکاری بنگلادش در pHهای ۴ و ۵ مطالعه‌ای انجام شد و اظهار گردید رشد مناسب چای در pH=5 ممکن است مربوط به رسوب فسفات آلومینیوم باشد که باعث کاهش غلظت آلومینیوم می‌شود. همچنین تصریح شد که تجمع زیاد آلومینیوم برای چای مضر است و علائم مسمومیت در برگهای چای همانند کمبود فسفر است، که برگهای سبز تیره را از رشد باز می‌دارد و باعث زرد شدن رگبرگها و زردی و سوختگی نوک برگهای چای می‌شود، همچنین باعث کمبود کلسیم یا کاهش انتقال Ca در چای می‌شود که نتیجه آن خم شدن برگها و پیچیده شدن برگهای جوان و شکنندگی نقاط رشد یا دمبرگ است (Ahsan, ۱۹۹۹).

مقاومت چای به آلومینیوم

گونه‌های گیاهان از نظر مقاومت به زیاد بودن آلومینیوم محلول و یا آلومینیوم تبادلی به طور قابل ملاحظه‌ای متفاوتند. علت این تفاوتها میتواند به قرار زیر باشد:

۱- چای از مقاوم ترین گیاهان نسبت به فراوانی آلومینیوم در خاکهای اسیدی می‌باشد، به طوری که بوته‌های چای تا غلظت ۷۰۰ میلی گرم در کیلوگرم را تحمل می‌کنند (ملکوتی، ۱۳۷۷). زیرا چای توسط پلی‌فنل‌ها و اسیدهای آلی، کمپلکسهای آلومینیومی می‌سازد و بدین وسیله آن را سم زدایی می کند و از این طریق مقدار زیادی از آلومینیوم را در اندام‌های هوایی خود نگهداری می‌کند بدون آنکه آسیب ببیند (حق‌پرست تنها، ۱۳۷۱).

۲- پیوند آلومینیوم در آپوپلاست و یا به مواد لزج ریشه نیز یک نوع سم‌زدایی آلومینیوم محسوب می‌شود.

۳- مقاومت به آلومینیوم در انواع زیادی از گیاهان مربوط به توانایی آنها در بالا بردن pH ریزوسفر است. مثلاً جذب بیشتر NO_3 که باعث بالا رفتن pH ریزوسفر شده و سمیت آلومینیوم کاهش می‌یابد. بنابراین، تأثیر آلومینیوم در کاهش رشد در تغذیه با NH_4^+ خیلی بیشتر از تغذیه با NO_3^- است.

پیشنهادها

۱- با توجه به پایین بودن pH باغهای چای پیشنهاد می‌گردد، برای بالا بردن pH خاک از آهک و یا کود آهکی دولومیت استفاده شود؛ چون این عمل نه تنها اسیدیته خاک را خنثی می‌کند بلکه حلالیت آلومینیوم را نیز کم می‌کند و در ارتباط با مقدار آهک به عنوان اصلاح کننده تحقیقی صورت بگیرد.

۲- توصیه می‌گردد از مصرف کودهای شیمیایی اسیدزا در باغهایی که pH پایین دارند جداً خودداری شود.

۳-در خاکهای شدیداً اسیدی از مصرف کود شیمیایی کلرید پتاسیم پرهیز شود؛ زیرا با مصرف آن خاک بیشتر اسیدی شده و در نتیجه مسمومیت آلومینیوم تشدید می‌شود. بنابر نظریه یوان (Yuan) هنگام تیمار خاک با یک نمک خنثی، ازدیاد غلظت محلول نمک منجر به کاهش pH و استخراج بسیار زیاد، یونهای Al^{3+} می‌گردد و pH محلول کاهش می‌یابد (نگارستان، ۱۳۷۲) و همچنین یونهای هیدروژن آزاد می‌توانند با هیدرواکسیدهای آلومینیوم موجود در خاک واکنش داده و از این طریق گونه‌های سمی آلومینیوم تولید نمایند.

۴- برای کاهش مسمومیت آلومینیوم در باغهای چای توصیه می‌شود در حد امکان از کودهای آلی استفاده شود چون مواد آلی می‌توانند با آلومینیوم ترکیبات کمپلکس بسازند که اغلب محلولند ولی سمی نیستند به همین دلیل هر قدر مواد آلی خاک زیادتر باشد خطر مسمومیت آلومینیوم کمتر است. اسیدهای هومیک می‌توانند با فرم های آلومینیوم کمپلکس کرده و بدین وسیله از مسمومیت آنها جلوگیری کنند (حق‌پرست تنها، ۱۳۷۱).

۵- نظر به اینکه افزایش بیش از حد آلومینیوم در باغهای چای در اثر کاهش pH خاک، موجب تثبیت مولبیدن و فسفات در خاک می‌شود پیشنهاد می‌شود، در این زمینه طرح آزمایش کودی در باغهای چای اجرا گردد.

پیام ترویجی

برای افزایش pH باغهای چای توصیه می‌شود؛ از آهک یا کود آهکی دولومیت استفاده شود. از مصرف کودهای شیمیایی اسیدزا در باغهایی که pH پایین دارند، جداً خودداری شود. در خاکهای شدیداً اسیدی از مصرف کود شیمیایی کلرید پتاسیم پرهیز شود. زیرا با مصرف آن خاک بیشتر اسیدی شده و در نتیجه مسمومیت آلومینیوم تشدید می‌شود. برای کاهش مسمومیت آلومینیوم در باغهای چای از کودهای آلی استفاده شود.

فهرست منابع منتخب

بی نام . (۱۳۷۶). بررسی حاصلخیزی خاک و ارتباط آن با بیماری نماتد مولد زخم ریشه چای اداره کل خدمات پژوهشی چای منتشر نشده

حق‌پرست تنها، م. ر. (۱۳۷۱). تغذیه و متابولیسم گیاهان انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت. ۴۸۶ ص.

سالاردینی، ع. ا. و مجتهدی، م. (۱۳۷۶). اصول تغذیه گیاه (جلد دوم) مرکز نشر دانشگاهی تهران ۳۱۱ ص.

ملکوتی، م. ج. و صداقت حور ش. (۱۳۷۷). ضرورت مصرف بهینه کود برای بهبود کمی و کیفی چای در کشور نشریه فنی شماره ۳۶ نشر آموزش کشاورزی

نگارستان، ع. (۱۳۷۲). جزوه درسی شیمی خاک (۲) دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

Ahsan, Q. (1999). Exchangeable aluminum in acid ten soil of Bangladesh. Tea. J. of Bangladesh, 35 (12): 1-6 .

Ghosh Hajra, N. (2001). Tea Cultivation Comprehensive Treatise. Internation Al Book Distributing Company Lucknow, U. P. 518 p .

Arteca, R. N. (2013). Plant growth substances: principles and applications. Springer Science & Business Media.

Hartmann, H. T., & Kester, D. E. (1975). Plant propagation: principles and practices. Prentice-Hall.