شناسایی بذور گونه‌های مختلف جنس تاج خروس (*Amaranthus spp.*) با استفاده از رهیافت بینایی ماشین و شبکه‌های عصبی مصنوعی

لیلا اقبالی*[۱]، رضا صدرآبادی حقیقی[۲]، حمید معین راد[۲]، علیرضا باقری[۳]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، ۲-عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد و ۳- دانشجوی دکترای علف های هرز، دانشگاه فردوسی مشهد

*L.eghbalee@gmail.com

چکیده

به منظور شناسایی بذور سه گونه *Amaranthus viridis*، *Amaranthus retroflexus* و *Amaranthus albus* با استفاده از رهیافت بینایی ماشین و شبکه عصبی، آزمایشی در سال ۱۳۹۱ به انجام رسید. پس از تهیه تصویر بذرها، اطلاعات مربوط به خصوصیات شکلی هر بذر استخراج شد . نتایج نشان دادکه شبکه عصبی چند لایه پرسپترون با تابع انتقال تانژانت هیپربولیک (TanhAxon) و قانون یادگیری Momentum به عنوان بهترین شبکه بود. دقت کلی شناسایی در شبکه های عصبی ساخته شده از داده های خام ۱۵ متغیر پیش گو معادل ۷۴/۷۵ درصد و در شبکه هایی که تعداد متغیر های پیش گوی ورودی بر اساس رگرسیون قدم به قدم تعیین شده بود معادل ۷۶/۲۴ درصد بود. این مقدار در شبکه های ساخته شده از داده های نرمال ۱۵ متغیر پیش گو معادل ۸۲ درصد بود و برای شبکه عصبی ساخته شده از داده های نرمال انتخاب شده توسط رگرسیون قدم به قدم نیز معادل ۷۹/۸۱ درصد بود. در مجموع استفاده از خصوصیات شکلی بذور برای شناسایی بذور گونه های تاج خروس نسبتا قابل قبول بود که استفاده از سایر خصوصیات شکلی، رنگی و بافتی سطح بذر برای افزایش دقت شناسایی توصیه می شود.

واژه های کلیدی: طبقه بندی بذر، پردازش تصویر، شبکه های عصبی مصنوعی.

Seed identification of *Amaranthus spp.* using machine vision and Artificial Neural Network

Leila Eghbali*[1], Reza Sadrabadi Haghighi[1], Hamid Moeenrad[1], Alireza Bagheri[2]

1. Department of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University, Mashhad Branch

2. Department of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

This study was done in 2011, to identify and classify the seeds of three species of genus *Amaranthus* including *Amaranthus albus*, *Amaranthus retroflexus and Amaranthus viridis* using machine vision and artificial neural network approach. After taking images of the seeds, quantified information about the characteristics of each seed was extracted. Neural networks were constructed using original and normalized data. Results showed that the multilayer perceptron neural networks with the transfer function of TanhAxon and momentum learning rule were the best of neural networks. Overall accuracy of identification of neural networks constructed from the original data of the fifteen predictor variables were 74.75%. The values for the neural network, which was constructed form predictor variables (suggested by stepwise regression), were 76.26%. Overall accuracy of identification of neural networks constructed from the normal data of the fifteen predictor variables were 82%. The values for the neural network, which constructed form normal data of the predictor variable (suggested by stepwise regression), were 79.81%. In general, using morphological characteristics of seeds for classifying *Amaranthus* species was relatively acceptable. Using other morphological, color and texture characteristics of the seeds are advised to increase identification and classification accuracy.

Keywords: Artificial neural network, image processing, seed classification.

مقدمه

شناسایی بذور علف های هرز از جنبه های مختلفی از قبیل شناسایی زودهنگام بذور علف های هرز، ارزیابی تغییرات بانک بذر خاک و بررسی خلوص بذر گیاهان زراعی بسیار مهم است (گرانیتو و همکاران، ۲۰۰۵؛ گرانیتو و همکاران، ۲۰۰۲). شناسایی معمولا به صورت چشمی توسط افراد متخصص انجام می شود که این امر نیاز به مهارت بالایی دارد. با این حال شناسایی چشمی بذور حتی توسط افراد خبره نیز مشکل و در برخی موارد غیر ممکن است (چتوی و همکاران، ۱۹۹۸)، علاوه بر این احتمال اشتباه بین افراد مختلف تحت شرایط مختلف وجود دارد (ماجومدار و زایاس، ۲۰۰۰). در روش های جدیدی مانند بینایی ماشین با استفاده از سیستم تصویر برداری می توان در استخراج خصوصیات مربوط به متغیرهای ظاهری بذور مانند اندازه، شکل، رنگ و بافت سطح بذر به خوبی عمل کرد (چتوی و همکاران، ۱۹۹۸) و به این ترتیب با استفاده از خصوصیات مورفولوژیکی استخراج شده بذرها را مورد شناسایی قرار داد (گرانیتو و همکاران، ۲۰۰۵). الگوریتم های پردازش تصویر زیادی برای استخراج خصوصیات ظاهری از تصویر بذور در دسترس هستند که از آن جمله می توان به شبکه های عصبی مصنوعی اشاره کرد (گرانیتو و همکاران، ۲۰۰۲). ایده اصلی شبکه های عصبی مصنوعی بر گرفته از شیوه عملکرد سیستم عصبی و کارکرد مغز برای پردازش داده به منظور یادگیری است. شبکه عصبی مصنوعی طی ساز و کارهایی آموزش داده می شود تا تخمین پدیده مورد بررسی بر اساس این آموزش صورت گیرد. شبکه های عصبی مصنوعی از سه لایه تشکیل شده است. یک لایه ورودی داده ها که تعداد بیشماری نورون مطابق تعداد اعداد ورودی در آن لایه وجود دارد، یک لایه پنهان که میزان پیچیدگی آن در طی توسعه شبکه عصبی تعیین می شود و یک لایه خروجی با تعداد بیشماری از داده های خروجی. در هر لایه تعداد مختلفی از نورون ها وجود دارند. تعداد لایه های پنهان و تعداد نورون ها در هر لایه پنهان نیز با آزمون و خطا تعدیل می شوند (دوبی و همکاران، ۲۰۰۶). با توجه به اهمیت شناسایی گونه های مختلف علف های هرز و در راستای استفاده از روش های نوین شناسایی و طبقه بندی بذور، در این آزمایش سعی شد که بذور مربوط به سه گونه *Amaranthus viridis* L. ،*Amaranthus retroflexus* L. و *Amaranthus albus* L. با استفاده از تکنیک دید ماشین و شبکه های عصبی مصنوعی از یکدیگر تفکیک و شناسایی شوند.

مواد و روش ها

این آزمایش برای شناسایی بذور سه گونه از جنس علف هرز تاج خروس شامل: *A. retroflexus, A. viridis* و *A. albus* با استفاده از رهیافت بینایی ماشین و شبکه عصبی در سال ۱۳۹۱ به انجام رسید. پس از شناسایی بذور توسط متخصصین مربوطه، جهت استخراج خصوصیات مربوط به شکل هر بذر، از هر گونه تاج خروس به تعداد ۲۰۰ تصویر گرفته شد. جهت شناسایی بهتر توسط نرم افزار پردازش تصویر، ابتدا روی تصویرها اصلاحاتی صورت گرفت. سپس تصویر های اصلاح شده به نرم افزار پردازش تصویر JMicroVision v1.2.7 منتقل شده و عملیات پردازش تصویر و استخراج خصوصیات مربوط به هر بذر انجام شد. به این ترتیب به تعداد ۱۵ ویژگی ظاهری شامل: مساحت، محیط، گرانیگاه محور x، گرانیگاه محور y، گرایش، طول، عرض، لنگی، تراکم، محیط دایره ای هم ارز، کشیدگی، بیضیت، مستطیلی، سختی و کوژی ، استخراج شدند. برای یافتن تاثیر گذارترین این متغیرهای از روش رگرسیونی خطی چندگانه قدم به قدم با استفاده از نرم افزار SPSS v. 17.00 استفاده شد. برای ساخت شبکه های عصبی مربوط به گونه های علف هرز تاج خروس تعداد نورون های ورودی معادل ۱۵ (تعداد خصوصیات شکلی یا متغیرهای پیش گوی استخراج شده از بذور) و ۶ (متغیرهای پیش گوی بدست آمده در روش رگرسیون قدم به قدم) نورون در نظر گرفته شد. تعداد نورون های لایه خروجی متناسب با تعداد گونه هدف تاج خروس (*A.viridis*، *A.retroflexus* و *A.albus*)، معادل ۳ نورون بود. در هنگام ساخت شبکه عصبی مصنوعی، به تعداد یک و دو لایه پنهان مورد استفاده قرار گرفته و تست شد. در این

آزمایش برای جلوگیری از افزایش میزان خطا و بیش برازش داده ها از دو معیار اعتبار سنجی[1] و کمترین میانگین مربعات خطای داده های آموزش[2] استفاده شد. روش اعتبار سنجی معیار پیش فرض توقف آموزش شبکه بود اما زمانی که پس از توقف عملیات آموزش شبکه توسط معیار اعتبار سنجی، میزان خطای آموزش به همگرایی کامل نرسیده بود، برای ارزیابی مجدد دقت شناسایی شبکه، معیار توقف شبکه تغییر داده شد و به جای استفاده از روش اعتبار سنجی از روش حداقل میانگین مربعات خطای فرایند آموزش برای توقف شبکه استفاده شد. در روش اعتبار سنجی میزان ۱۵ درصد از داده ها جهت انجام عملیات اعتبار سنجی اختصاص یافت. علاوه بر این ۱۵ درصد نیز برای آزمایش[3] شبکه و ارزیابی دقت آن اختصاص یافت. به این ترتیب ۷۰ درصد باقی مانده داده ها نیز برای انجام آموزش شبکه بکار رفت. در روش کمترین میانگین مربعات خطای داده های آموزش نیز ۲۰ درصد از داده برای تست شبکه و ۸۰ درصد باقی مانده برای انجام عملیات آموزش شبکه اختصاص یافت.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج مربوط به روش رگرسیون قدم به قدم به ترتیب متغیرهای پیش گوی کشیدگی، مساحت، گرانیگاه محور x، عرض، طول و مستطیلی دارای اثر معنی دار بر شناسایی و طبقه بندی گونه های *A.viridis*، *A.retroflexus* و *A.albus* بودند. از اینرو در ساخت برخی شبکه های عصبی از این خصوصیات به عنوان متغیر پیش گو استفاده شد (جدول ۱). بر اساس نتایج بدست آمده شبکه عصبی چند لایه پرسپترون با یک لایه پنهان بهترین شبکه در شناسایی و دسته بندی گونه های تاج خروس بود. این امر با نتایج آزمایش دوبی و همکاران (۲۰۰۶) سازگار بود.

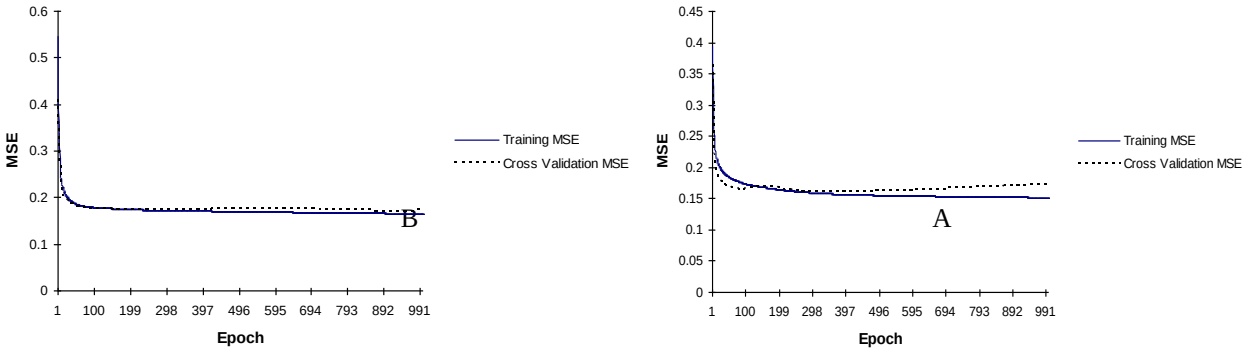
جدول ۱- تجزیه رگرسیون گام به گام متغیرهای پیش گوی با اثر معنی دار بر طبقه بندی گونه های مختلف تاج خروس

قدم	متغیر ورودی	ضریب Lambda	P-value
1	کشیدگی	0.419	0.00
2	مساحت	0.297	0.00
3	گرانیگاه محورx	0.280	0.00
4	عرض	0.271	0.00
5	طول	0.247	0.00
6	مستطیلی	0.242	0.00

برای ساخت شبکه عصبی، دو سری داده شامل داده های پانزده و شش تایی نرمال به عنوان ورودی های مدل مورد استفاده قرار گرفتند. میانگین مربعات خطای آموزش و اعتبار سنجی در شبکه متشکل از داده های نرمال پانزده متغیر پیش گوی ورودی به ترتیب معادل ۰/۱۵۱ و ۰/۱۷۲ بود. آموزش این شبکه در گام آموزش ۳۴۸ متوقف شد. همچنین میانگین مربعات خطای آموزش و اعتبار سنجی در شبکه متشکل از داده های نرمال شش متغیر پیش گوی مهم ورودی به ترتیب معادل ۰/۱۶۳ و ۰/۱۷۱ بودند. آموزش این شبکه نیز پس از ۹۲۳ گام آموزش متوقف شد (شکل ۱-ب). پس از انجام آزمون شبکه شامل داده های نرمال ۱۵

[1] Cross Validation
[2] Minimum Mean Square Error of the Training Set
[3] Test

متغیر پیش گوی ورودی، بررسی دقت شناسایی گونه های تاج خروس توسط شبکه نشان داد که در مجموع با دقت کلی ۸۲ درصد گونه های تاج خروس توسط شبکه شناسایی شدند که گونه های *A.retroflexus*، *A.viridis* و *A.albus* به ترتیب با مقادیر ۹۰، ۸۰ و ۷۶ درصد شناسایی شدند. در مورد شبکه عصبی حاوی داده های نرمال ۶ متغیر پیش گوی ورودی نیز، گونه های *A.retroflexus*، *A.viridis* و *A.albus* به ترتیب با مقادیر ۸۸/۸۹، ۸۱/۸۲ و ۶۸/۷۵ درصد قابل شناسایی بودند. ، همچنین این شبکه مجموعا ۷۹/۸۱ درصد از بذور را شناسایی کرد. استفاده از شبکه عصبی بر اساس صفات شکلی تاج خروس می تواند در شناسایی بذور گونه های مختلف بخوبی عمل کند، هرچند که استفاده از خصوصیات شکلی بیشتر و یا استفاده از خصوصیاتی مانند رنگ و بافت پوشش بذر نیز می تواند در افزایش دقت شناسایی بسیار موثر باشند. در مجموع می توان گفت استفاده از تکنیک پردازش تصویر و شبکه عصبی مصنوعی می تواند عنوان یک رهیافت نوید بخش در شناسایی بذور مختلف گیاهان مطرح باشد.



شکل۱- میزان میانگین مربعات خطای (MSE) آموزش (خط ممتد) و اعتبار سنجی (نقطه چین) شبکه، طی عملیات آموزش در شبکه شامل الف- داده های نرمال پانزده و ب- شش متغیر ورودی پیش گو

منابع

Chtioui, Y., Bertrand, D., and Barba, D. 1998. Feature selection by a genetic algorithm. Application to seed discrimination by artificial vision. J. Sci. Food Agric. 76: 77-86.

Dehghan-Shoar, M., Hampton, J., and Haslett, S. 1998. Identification of, and discrimination among, lucerne (*Medicago sativa* L.) varieties using seed image analysis. Plant Varieties & Seeds 11: 107-127.

Dubey, B., Bhagwat, S., Shouche, S., and Sainis, J. 2006. Potential of artificial neural networks in varietal identification using morphometry of wheat grains. Biosys. Eng. 95: 61-67.

Granitto, P. M., Navone, H. D., Verdes, P. F., and Ceccatto, H. A. 2002. Weed seeds identification by machine vision. Comput. Electron. Agric. 33: 91-103.

Granitto, P. M., Verdes, P. F., and Ceccatto, H. A. 2005. Large-scale investigation of weed seed identification by machine vision. Comput. Electron. Agric. 47: 15-24.

Majumdar, S., and Jayas, D. S. 2000. Classification of cereal grains using machine vision: I. Morphology models. Trans. ASAE 43: 1669-1675.