Detection of Brain Tumors in MRI Images Using the YOLO Algorithm

Behnam Solatinia*, Amirhesan Yahyapour

Department of Genetics, Environmental Sciences Research Institute, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran

Article Info:

Received: **5 Mar 2025** ***Revised:*** **15 May 2025** ***Accepted*****: 25 May 2025**

ABSTRACT

Introduction: Accurate and early detection of brain tumors from MRI images plays a vital role in improving prognosis and treatment planning for patients. However, manual interpretation of MRI images is time-consuming and prone to human error. This study aims to present and evaluate an automated and efficient method based on the YOLOv8 algorithm and deep learning for detecting brain tumors in MRI images. ***Materials and Methods:*** In this study, the YOLOv8 model was trained using a dataset of 500 labeled brain tumor MRI images. The model's performance on the evaluation and test datasets was assessed using the metrics of Precision, Recall, and AP50. The model was trained in the Google Colab environment using a Tesla T4 GPU and over 100 epochs. ***Results:*** The results showed that the trained YOLOv8 algorithm achieved high accuracy and speed in detecting brain tumors. The obtained AP50 values on the evaluation (94.5) and test (94.6) datasets, along with high Precision and Recall values, were evidence of the model's strong and stable performance in tumor detection. The qualitative examination of sample images also confirmed the high accuracy of the algorithm in locating and detecting tumors. Furthermore, the short training time and high detection speed were other advantages of the YOLOv8 algorithm in this study. ***Conclusion:*** The present study demonstrates that the YOLOv8 algorithm has significant potential for the automatic and efficient detection of brain tumors in MRI images. The appropriate balance between accuracy and speed, as well as the good generalizability of the model, makes YOLOv8 a valuable auxiliary tool for radiologists achieving faster and more accurate detection of brain tumors. Future studies focus on increasing the volume of training data, improving the model architecture, and clinically evaluating the proposed approach.

Keywords:

1. Brain Neoplasms
2. Tomography
3. Early Diagnosis
4. Prognosis
5. Artificial Intelligence

Corresponding Author: Behnam Solatinia

Email: *behnamsowlati@gmail.com*

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2025-07-06]

تشخیص دقیق تومورهای مغزی در تصاویر MRI با استفاده از الگوریتم YOLO

بهنام صولتی‌نیا*، امیرحسان یحیی‌پور

گروه ژنتیک، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان، ایران

اطلاعات مقاله:

دریافت: ۱۵ اسفند ۱۴۰۳ **اصلاحیه:** ۲۵ اردیبهشت ۱۴۰۴ **پذیرش:** ۴ خرداد ۱۴۰۴

چـــــکیده

مقدمـــه: تشـخیص دقیـق و زودهنـگام تومورهـای مغـزی از تصاویـر MRI نقـش حیـاتی در بهبـود پیش‌آگـهی و برنامه‌ریـزی درمـانی بـرای بیمـاران ایفـا می‌کنـد. بـا ایـن حـال، تفسیـر دسـتی تصاویـر MRI زمان‌بـر بـوده و مسـتعد خطـای انسـانی اسـت. ایـن مطالعـه بـا هـدف ارائـه و ارزیـابی یـک روش خـودکار و کارآمـد مبتـنی بـر الگوریتـم YOLOv8 و یادگیـری عمیـق بـرای تشـخیص تومورهـای مغـزی در تصاویـر MRI انجـام شـده اسـت. **مـواد و روش‌هـا:** در ایـن مطالعـه، مـدل YOLOv8 بـا اسـتفاده از مجموعـه داده شـامل ۵۰۰ تصویـر MRI برچسـب گـذاری شـده از تومورهـای مغـزی آمـوزش داده شـد. عملکـرد مـدل بـر روی مجموعـه داده‌هـای ارزیـابی و امتحـانی بـا اسـتفاده از معیارهـای Precision، Recall و AP50 مـورد بـررسی قـرار گرفـت. آمـوزش مـدل در محیـط Google Colab بـا اسـتفاده از GPU Tesla T4 و در ۱۰۰ تکـرار انجـام شـد. **یافته‌هـا:** نتایـج نشـان داد کـه الگوریتـم YOLOv8 آمـوزش دیـده بـه دقـت و سـرعت بـالایی در تشـخیص تومورهـای مغـزی دسـت یافتـه اسـت. مقادیـر AP50 بـه دسـت آمـده بـر روی داده‌هـای ارزیـابی (۹۴/۵) و امتحـانی (۹۴/۶) و همچنیـن مقادیـر بـالای Precision و Recall، گـواهی بـر عملکـرد قـوی و پایـدار مـدل در شناسـایی تومورهـا بـود. بـررسی کیـفی تصاویـر نمونـه نیـز دقـت بـالای الگوریتـم در مکان‌یـابی و تشـخیص تومورهـا را تاییـد کـرد. زمـان آمـوزش کوتـاه و سـرعت بـالای تشـخیص، از دیگـر مزایـای الگوریتـم YOLOv8 در ایـن مطالعـه بودنـد. **نتیجه‌گیـری:** پژوهـش حاضـر نشـان داد کـه الگوریتـم YOLOv8 پتانسیـل قابـل توجـهی بـرای تشـخیص خـودکار و کارآمـد تومورهـای مغـزی در تصاویـر MRI دارد. تعـادل مناسـب بیـن دقـت و سـرعت، و همچنیـن تعمیم‌پذیـری خـوب مـدل، YOLOv8 را بـه یـک ابـزار کمـکی ارزشـمند بـرای رادیولوژیسـت‌ها در تشـخیص سـریع‌تر و دقیق‌تـر تومورهـای مغـزی تبدیـل می‌کنـد. مطالعـات آتی بـر افزایـش حجـم داده‌هـای آمـوزشی، بهبـود معمـاری مـدل و ارزیـابی بالیـنی روش پیشـنهادی تمرکـز خواهنـد داشـت.

واژه‌های کلیدی:

۱- تومور مغزی
۲- برش‌نگاری
۳- تشخیص زودهنگام
۴- پیش‌آگهی
۵- هوش مصنوعی

***نویسنده مسئول:** بهنام صولتی‌نیا

پست الکترونیک: *behnamsowlati@gmail.com*

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2025-07-06]

مقدمه

تومورهای مغزی از جمله بیماری‌های تهدیدکننده سیستم عصبی مرکزی هستند. تشخیص و درمان این بیماری‌ها به دلیل پیچیدگی آن‌ها، همواره مورد توجه محققان و جامعه پزشکی بوده است (۱). تشخیص زودهنگام و دقیق تومورهای مغزی از اهمیت حیاتی برخوردار است، زیرا می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر برنامه‌ریزی درمانی، پیش‌آگهی بیماری و در نهایت، بقای بیماران داشته باشد (۲). تصاویر رزونانس مغناطیسی[1] به‌عنوان یک روش تصویربرداری غیرتهاجمی و با قدرت تفکیک بافتی بالا، نقش محوری در تشخیص، تعیین وسعت و پیگیری روند درمان تومورهای مغزی ایفا می‌کنند. تصاویر MRI قادرند اطلاعات ارزشمندی در مورد ویژگی‌های مورفولوژیکی و ساختاری تومور، از جمله اندازه، شکل، موقعیت و میزان نفوذ به بافت‌های مجاور ارائه دهند که برای تشخیص دقیق و برنامه‌ریزی جراحی یا سایر روش‌های درمانی ضروری است (۳).

با وجود ارزش تشخیصی بالای تصاویر MRI، تفسیر و تحلیل این تصاویر به طور سنتی به رادیولوژیست‌های متخصص واگذار می‌شود. این روش تفسیر بصری، اگرچه توسط متخصصین ماهر انجام می‌شود، اما می‌تواند زمان‌بر، خسته‌کننده و مستعد خطاهای انسانی باشد. همچنین، تفسیر تصاویر MRI به میزان تجربه و تخصص رادیولوژیست وابسته است و ممکن است در موارد پیچیده یا در تشخیص‌های افتراقی، اختلاف نظر بین متخصصین وجود داشته باشد. علاوه بر این، با افزایش حجم تصاویر پزشکی و نیاز به پردازش سریع‌تر داده‌ها، روش‌های تفسیر دستی به تنهایی پاسخگوی نیازهای روزافزون مراکز تصویربرداری پزشکی نیستند (۴، ۵).

در دهه‌های اخیر، پیشرفت‌های چشمگیر در حوزه یادگیری عمیق[2] و شبکه‌های عصبی عمیق مانند Faster RCNN[3]، SSD[4]، YOLO[5] و شبکه‌های عصبی مصنوعی، امکان توسعه روش‌های خودکار و کارآمد برای تحلیل تصاویر پزشکی را فراهم آورده است (۹-۶). در میان مدل‌های مختلف یادگیری عمیق، YOLO به دلیل سرعت بالا و دقت قابل قبول در تشخیص اشیا در تصاویر، توجه ویژه‌ای را به خود جلب کرده است. مدل YOLO با انجام تشخیص اشیا به صورت یکپارچه در یک مرحله، قادر است عملیات تشخیص را به طور قابل توجهی سریع‌تر از روش‌های سنتی انجام دهد، که این ویژگی برای کاربردهای بالینی که نیاز به پردازش سریع تصاویر دارند، بسیار حائز اهمیت است (۱۰).

پژوهشگران در سال ۲۰۲۳، به بررسی کاربرد یادگیری عمیق در تشخیص زودهنگام تومورهای مغزی از طریق تجزیه و تحلیل تصاویر MRI پرداخته است. این مطالعه اثبات کرده است که مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی قادر به شناسایی الگوهای ظریف در تصاویر هستند که ممکن است توسط چشم انسان قابل تشخیص نباشند (۱۱).

در سال ۲۰۲۱ به منظور بهبود دقت تشخیص تومورهای مغزی، محققان به چالش‌های موجود در تقسیم‌بندی دقیق تومورهای مغزی با استفاده از روش‌های سنتی پرداخته و ضرورت استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی را برای بهبود دقت و کاهش زمان مورد نیاز برای این فرآیند مورد تاکید قرار داده است (۱۲).

همچنین، یک مطالعه مروری که در سال ۲۰۲۱ منتشر شده است، به بررسی پیشرفت‌های اخیر در زمینه استفاده از شبکه‌های عصبی کانولوشنال[6] برای طبقه‌بندی انواع مختلف تومورهای مغزی پرداخته و تایید کرده است که این روش‌ها می‌توانند به طور قابل توجهی به تشخیص دقیق‌تر و سریع‌تر تومورها کمک کنند (۱۳).

با توجه به مزایای تصاویر MRI در تشخیص تومورهای مغزی و توانمندی‌های مدل YOLO در تشخیص سریع و دقیق اشیا در تصاویر، هدف اصلی این مقاله، ارائه و ارزیابی یک روش کارآمد مبتنی بر مدل YOLO و یادگیری عمیق برای تشخیص خودکار تومور مغزی از تصاویر MRI است. در این مطالعه، یک مدل YOLO را با استفاده از مجموعه داده‌ای از تصاویر MRI تومور مغزی آموزش داده شد و عملکرد آن را با استفاده از معیارهای ارزیابی استاندارد در زمینه تشخیص اشیا، به طور جامع مورد بررسی قرار گرفت. انتظار می‌رود که روش پیشنهادی بتواند به‌عنوان یک ابزار کمکی ارزشمند برای رادیولوژیست‌ها در تشخیص سریع‌تر و دقیق‌تر تومورهای مغزی عمل کرده و در نتیجه به بهبود فرآیند تشخیص و درمان بیماران مبتلا به این بیماری خطرناک کمک نماید. با استفاده وزن و loss function های پیش فرض YOLO، مطالعه حاضر دقت و سرعت بسیار بالاتری در تشخیص تومورهای مغزی با اندازه مختلف نسبت به مطالعات پیشین ارائه داده است.

مواد و روش‌ها

الگوریتم YOLO

در این بخش، به معرفی الگوریتم YOLO می‌پردازیم. در سال ۲۰۱۶، اولین نسخه از الگوریتم YOLO به‌عنوان یک روش جدید با ثبات بین دقت و سرعت در تشخیص اشیاء ارائه شده است (۸). تا زمان نگارش این پژوهش

[1] Magnetic Resonance Imaging (MRI)
[2] Deep Learning
[3] Faster Regions with Convulutional Neural Network
[4] Single Shot Multi-box Detector
[5] You Only Look Once
[6] Convolutional neural network (CNN)

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2025-07-06]

ده نسخه از YOLO ارائه شده است که سعی در بهبود سرعت، دقت و رابط کاربری داشته‌اند (۲۱-۱۴).

برخلاف روش‌های قدیمی که از پنجره‌های کشویی و طبقه‌بندی کننده‌های متحرک استفاده می‌کنند، YOLO در یک مرحله با سرعت و دقت مناسب عملیات تشخیص اشیاء در تصاویر و ویدئوها انجام می‌دهد. همچنین، به منظور کاهش زمان پردازش و افزایش سرعت تشخیص اشیاء، استفاده از یک شبکه عصبی واحد و رگرسیون در دستور کار الگوریتم قرار دارد. این امر باعث پردازش همزمان کل تصویر و تعیین موقعیت و نوع اشیاء را می‌شود YOLO تصویر ورودی را به سلول‌های شبکه‌ای با ابعاد S×S تقسیم می‌کند، هر کدام از سلول‌های این شبکه توانایی پیش‌بینی تعداد مشخصی جعبه‌مرزی برای اشیاء را دارد. همچنین، با استفاده از IOU و NMS به ترتیب، میزان همپوشانی بین جعبه‌های مرزی پیش‌بینی شده را محاسبه و مواردی که همپوشانی زیادی با یکدیگر دارند برای ذخیره بهترین پیش‌بینی حذف می‌شوند (۲۲).

در این پژوهش، نسخه هشت الگوریتم YOLO وزن Medium با توجه به سرعت، و رابط کاربری مناسب مورد استفاده قرار گرفته‌است، که با ارائه ویژگی‌های جدید و بهبودهای متعدد، همچنان به‌عنوان یکی از پیشروترین الگوریتم‌های تشخیص اشیاء در دنیای امروز و در علوم مختلف شناسایی می‌شود. نسخه هشتم توسط تیم Ultralytics که منتشر کننده نسخه‌های پنج و ۱۱ نیز بوده ارائه شده است. در این نسخه از تقویت موزائیک در طول آموزش به جز ده تکرار پایانی مورد استفاده قرار گرفته است که باعث افزایش دقت و جلوگیری از ریسک بیش‌برازش می‌شود.

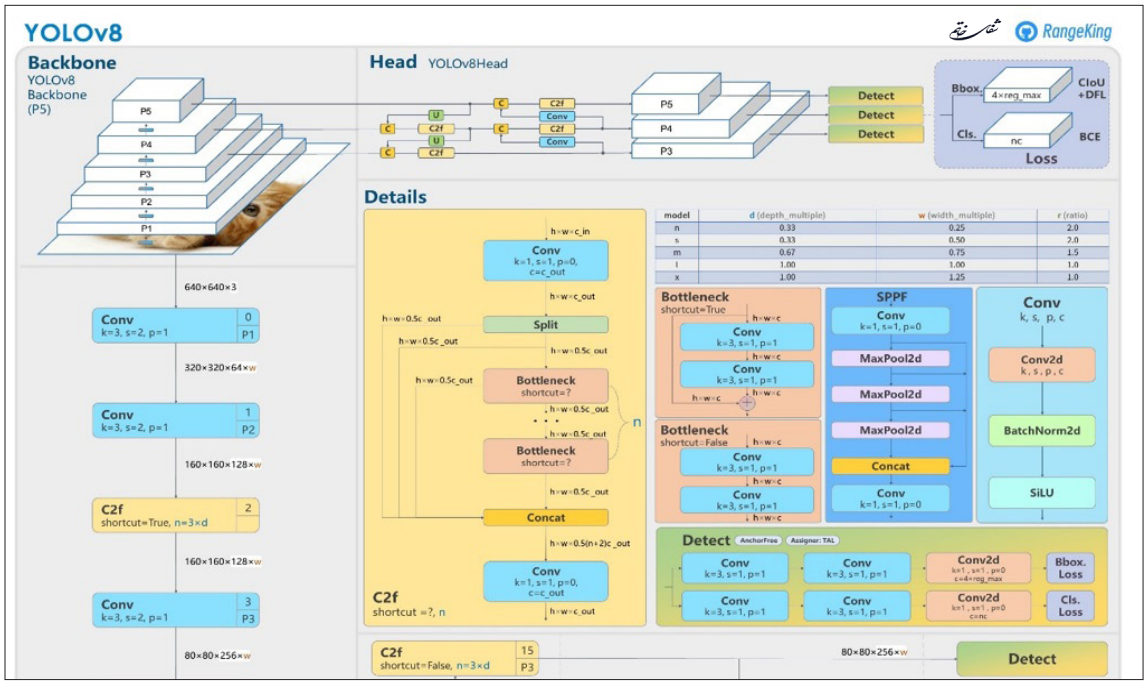
جدول شماره یک نشان‌دهنده اطلاعات مربوط به وزن مورد استفاده در این مطالعه و دقت آن بر روی پایگاه داده MS COCO است. به‌عنوان دقت mAP50[7] گزارش شده، که حاصل میانگین دقت در کلاس‌های آموزش داده شده در آستانه پوشش ۵۰ درصد است.

YOLOv8 با استفاده از یک معماری جدید و بدون لنگر[8] توانست گامی مهم در بهبود عملکرد تشخیص اشیاء بردارد. این امر باعث افزایش سرعت و دقت در لایه خروجی اضافه کردن تابع سیگموئید برای محاسبه امتیاز شیء بودن اضافه شده که احتمال وجود یک شیء واقعی در جعبه مرزی شناسایی شده را بررسی می‌کند. همچنین، استفاده از توابع زیان پیشرفته توانسته عملکرد مدل را بهینه کند و عملکرد الگوریتم در تشخیص اشیاء کوچک را بهبود دهد و باعث افزایش دقت و پایداری الگوریتم شود، تصویر شماره یک نشان‌دهنده معماری الگوریتم YOLOv8 است.

جدول ۱- اطلاعات وزن YOLO مورد استفاده

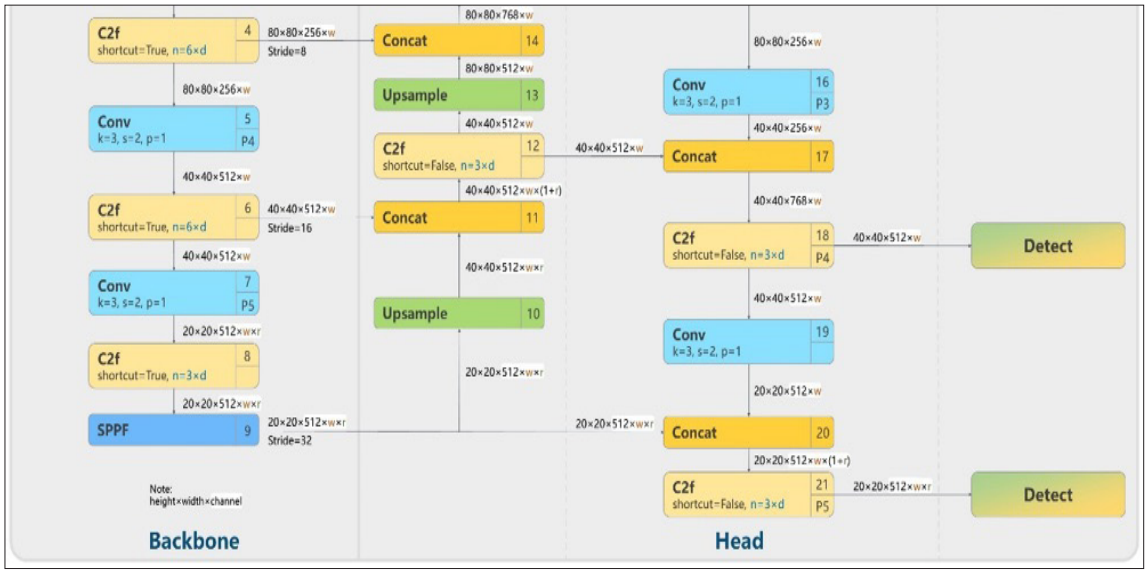
نام وزن	تعداد پارامترها (میلیون)	تعداد لایه‌ها	دقت بر روی پایگاه داده MS COCO (mAP50)
YOLOv8 – M	۲۵/۹	۱۶۹	۵۰/۲

تصویر ۱- معماری الگوریتم YOLOv8 (۲۳)



[7] Mean Average Precision calculated at an intersection over union (IOU) threshold of 0.50
[8] Anchor-free

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2025-07-06]



داده‌ها

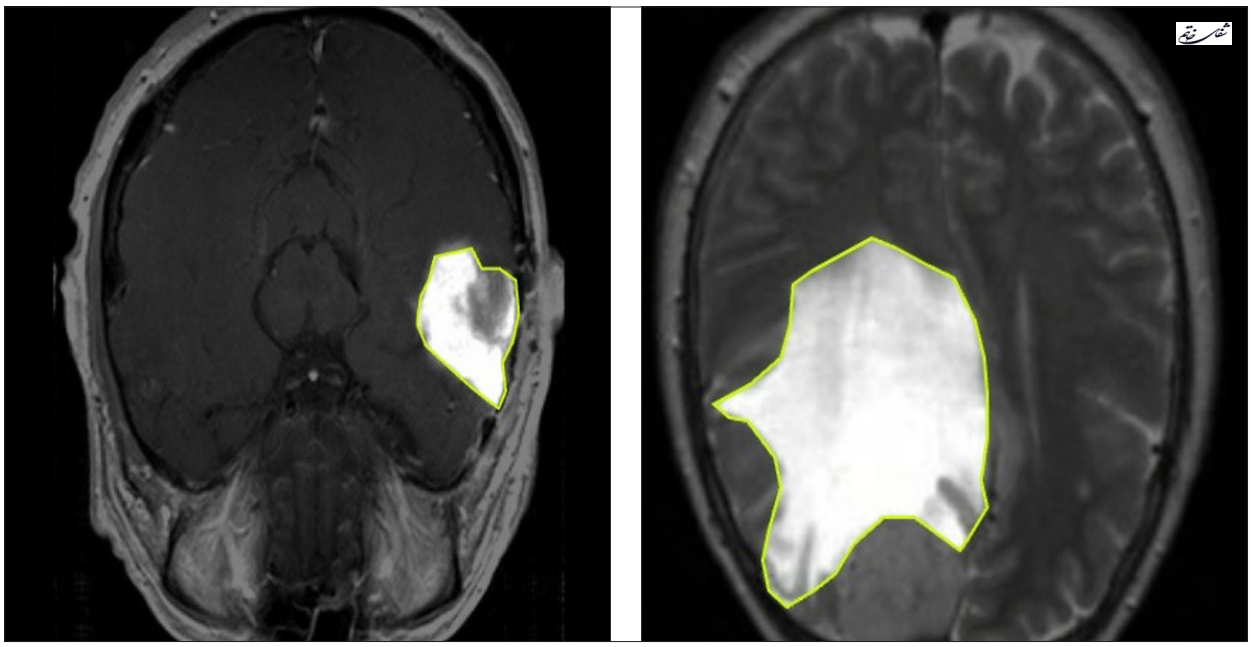
به‌منظور آموزش و ارزیابی الگوریتم، از پایگاه داده موجود و برچسب گذاری شده در وبسایت Roboflow استفاده شده‌است (۲۴). در این پایگاه داده ۵۰۰ تصویر MRI به سه دسته کلی، ۳۵۰ تصویر برای آموزش، ۱۰۰ مورد برای ارزیابی و ۵۰ مورد برای امتحان الگوریتم تقسیم شده‌اند. تمام تصاویر به ابعاد ۶۴۰×۶۴۰ که اندازه پیشفرض YOLO است تبدیل شده‌اند. همچنین، عارضه‌های موجود در تصاویر انتخاب شده دارای اندازه‌های مختلف هستند که الگوریتم در شرایط چالشی واکنش مناسبی داشته باشد. تصویر شماره دو، دو مورد از تصاویر آموزش شبکه و برچسب آنها را نشان می‌دهد.

الگوریتم با استفاده از فضای Google Colab، گرافیک Tesla T4 در ۱۰۰ تکرار با حد آستانه ۱۰ بر روی پایگاه داده مذکور آموزش داده شده‌است. حد آستانه ۱۰ باعث توقف آموزش در صورت عدم مشاهده تغییر در ۱۰ تکرار آخر می‌شود. فرآیند آموزش در تکرار ۵۰ متوقف شد و ۱۳ دقیقه به طول انجامید و بهترین وزن از آموزش، برحسب دقت محاسبه شده از قسمتی از داده‌های ارزیابی، ذخیره شده است.

یافته‌ها

در این بخش ابتدا دقت آموزش الگوریتم بر روی داده‌های ارزیابی و در ادامه بر روی داده‌های امتحانی، تحت معیارهای Precision، Recall و mAP50 محاسبه شده‌است. Preci-

تصویر ۲– نمونه تصاویر برچسب گذاری شده برای آموزش الگوریتم



[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2025-07-06]

sion، نسبت نمونه‌های مثبت پیش‌بینی شده درست به کل نمونه‌های مثبت پیش‌بینی شده را اندازه‌گیری می‌کند. این معیار، توانایی مدل در اجتناب از مثبت‌های کاذب را ارزیابی می‌کند. معیار Recall، نسبت نمونه‌های مثبت پیش‌بینی شده درست به کل نمونه‌های مثبت واقعی را اندازه‌گیری می‌کند. این معیار قادر به ارزیابی توانایی مدل در شناسایی تمام نمونه‌های مثبت است و نشان می‌دهد مدل چه نسبتی از تمام نمونه‌های مثبت واقعی را به درستی شناسایی کرده است. AP50 نشان‌دهنده عملکرد مدل در تشخیص اشیاء است. به این منظور ابتدا منحنی Precision به Recall رسم شده و مساحت زیر آن محاسبه می‌شود که مقدار AP است. اعمال آستانه ۰/۵ باعث می‌شود مدل تنها زمانی یک شیء را به‌عنوان مثبت شناسایی کند که احتمال همپوشانی آن با مثبت واقعی ۵۰ درصد یا بیشتر باشد.

نتایج داده‌های ارزیابی

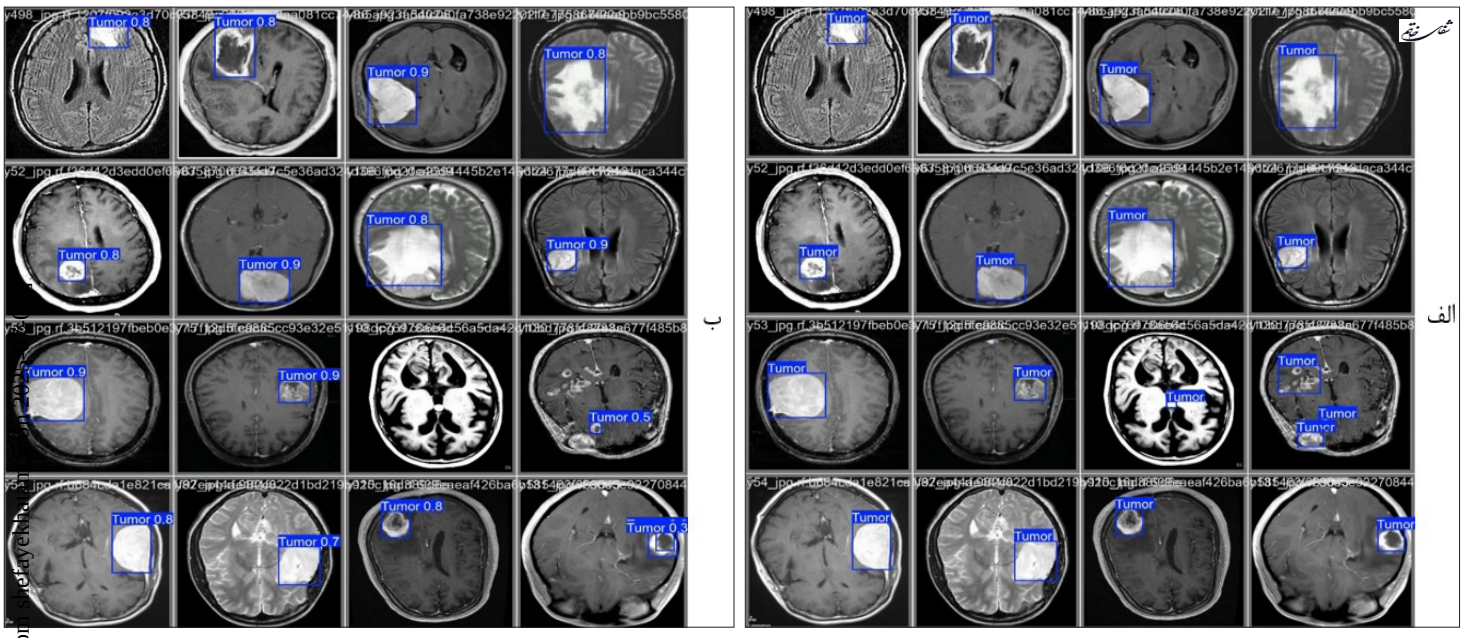
همانطور که اشاره شد، ۱۰۰ تصویر برای ارزیابی دقت آموزش الگوریتم در نظر گرفته شده که از این تعداد ۴ عکس به‌صورت اتفاقی جهت ارزیابی دقت هر تکرار آموزش انتخاب شده‌است. در پایان آموزش تمام عکس‌های مربوط به ارزیابی توسط الگوریتم آموزش دیده مورد بررسی قرار گرفته‌اند و نتایج در جدول شماره دو آورده شده است.

نتایج نشان‌دهنده آموزش کامل الگوریتم و دقت بالای آن برای تشخیص تومور بوده‌است. برای درک بهتر در تصویر شماره سه بخشی از تصاویر مربوط به ارزیابی و برچسب آنها به همراه نتایج حاصل از تشخیص با الگوریتم آموزش دیده آورده شده‌است همانطور که در تصاویر قابل مشاهده است، در ۱۶ تصویر انتخاب شده به‌صورت تصادفی، ۱۸ برچسب مربوط به تومور مشخص شده‌است. الگوریتم آموزش دیده YOLO قادر به شناسایی ۱۵ مورد در ۱۵ تصویر شده، در یک تصویر بدون تشخیص و در یک تصویر دیگر عدم تشخیص دو مورد از سه مورد تومور موجود در تصویر مشاهده شده که دقت عالی الگوریتم برروی داده‌های ارزیابی را نشان می‌دهد. شایان ذکر است؛ تومورهای تشخیص داده شده با صحت بالای ۸۰ درصد توسط الگوریتم مشخص شده‌اند که نشان‌دهنده قطعیت هر تومور تشخیص داده شده است.

جدول ۲- نتایج تشخیص تومور بر روی داده‌های ارزیابی برحسب درصد

نام	Precision	Recall	AP50
YOLO_Tumor	۸۸/۱	۹۲/۹	۹۴/۵

تصویر ۳- تصاویر ارزیابی با برچسب واقعی (الف)، تصاویر مربوط به تشخیص تومور توسط الگوریتم آموزش دیده (ب)



[Downloaded from shafayekhatm.com]

نتایج الگوریتم برروی داده‌های امتحانی در ادامه با استفاده از ۵۰ تصویر پایگاه داده که برای امتحان الگوریتم در نظر گرفته شده، فرآیند تشخیص تومور انجام شده‌است. نتایج به دست آمده در جدول شماره سه آورده شده و نشان از ثبات بالای الگوریتم و ثبت دقت بالا برای تشخیص تومور دارد.

به منظور درک بهتر و مشاهده جزئیات به‌صورت تصادفی تصاویر با برچسب واقعی و تشخیص مربوط به الگوریتم در تصویر شماره چهار آورده شده‌است. افزایش جزئی دقت برای تشخیص درست در تمام تصاویر و عدم از دست دادن تومور حتی در یک تصویر است. در این بخش، ۱۶ تصویر دارای ۱۹ برچسب وجود دارد که الگوریتم موفق به تشخیص درست ۱۷ برچسب در ۱۶ تصویر شده‌است. همچنین دقت تشخیص هر تومور بالغ بر ۸۰ درصد بوده که صحت جعبه مرزی تشخیص داده شده را عالی نشان می‌دهد.

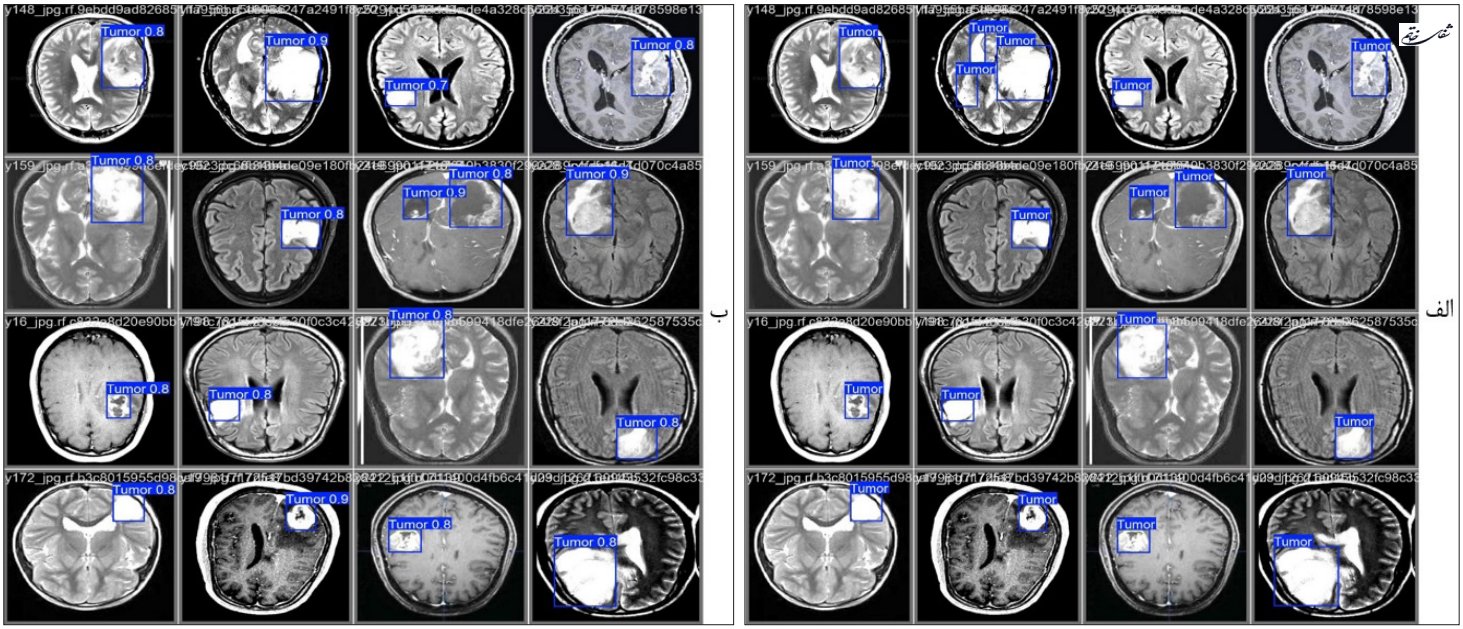
بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، با هدف ارائه یک روش کارآمد و خودکار برای تشخیص تومورهای مغزی در تصاویر MRI، به بررسی و ارزیابی عملکرد الگوریتم YOLOv8 بر روی مجموعه داده‌ای از تصاویر MRI برچسب‌گذاری شده پرداختیم. نتایج حاصل از آموزش و ارزیابی این الگوریتم، نشان‌دهنده پتانسیل بالای YOLOv8 در تشخیص دقیق

جدول ۳- دقت الگوریتم در تشخیص تومور برروی داده‌های امتحانی

نام	Precision	Recall	AP50
YOLO_Tumor	۹۳/۹	۹۴/۱	۹۴/۶

تصویر ۴- تصاویر ارزیابی با برچسب واقعی (الف)، تصاویر مربوط به تشخیص تومور توسط الگوریتم آموزش دیده (ب)



[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2025-07-06]

و سریع تومورهای مغزی بود. مهم‌تر از آن، نتایج به دست آمده بر روی داده‌های امتحانی نیز، ثبات و تعمیم‌پذیری بالای الگوریتم را به خوبی نشان داد.

همانطور که در بخش نتایج مشاهده شد، مدل YOLOv8 آموزش دیده توانست به دقت قابل توجهی در تشخیص تومورهای مغزی در تصاویر MRI دست یابد. مقادیر بالای Precision، Recall و AP50 بر روی هر دو مجموعه داده ارزیابی و امتحانی، گواهی بر توانمندی این الگوریتم در شناسایی صحیح تومورها و اجتناب از تشخیص‌های مثبت کاذب است. به طور خاص، مقدار AP50 برابر ۹۴/۶ درصد بر روی داده‌های امتحانی، مشابه عملکرد خوب مدل بر روی داده‌های ارزیابی، نشان‌دهنده عملکرد پایدار و قابل اعتماد مدل در تشخیص اشیاء با آستانه همپوشانی ۵۰ درصد است.

ذکر این نکته که افزایش جزئی دقت برای تشخیص درست در تمام تصاویر و عدم از دست دادن تومور حتی در یک تصویر بر روی داده‌های امتحانی مشاهده شده است، بسیار حائز اهمیت بوده و نشان از بهبود عملکرد مدل بر روی داده‌های جدید و دیده نشده دارد. بررسی تصاویر نمونه نتایج برای هر دو مجموعه داده (ارزیابی و امتحانی) به صورت کیفی، دقت بالای الگوریتم در مکان‌یابی و تشخیص تومورها را تایید نمود. مشاهده تشخیص موفق اکثر تومورهای موجود در تصاویر ارزیابی و امتحانی، از جمله تومورهایی با اندازه و موقعیت‌های مختلف، نشان می‌دهد که مدل YOLOv8 توانسته است ویژگی‌های مرتبط با تومورهای مغزی را به خوبی فرا گیرد و این دانش را به داده‌های جدید تعمیم دهد. یکی از مزایای برجسته الگوریتم YOLOv8، سرعت بالای آن در تشخیص اشیاء است. زمان آموزش کوتاه مدل (۱۳ دقیقه بر روی Google Colab با GPU Tes-la T4) با توجه به قدرت و حجم بالای گرافیک مورد استفاده برای پردازش‌های گرافیکی است و سرعت بالای تشخیص در زمان اجرا، YOLOv8 را به یک گزینه جذاب برای کاربردهای بالینی تبدیل می‌کند، جایی که سرعت پردازش تصاویر و ارائه نتایج به موقع از اهمیت حیاتی برخوردار است. این ویژگی به ویژه در مراکز تصویربرداری پزشکی با حجم بالای تصاویر MRI و نیاز به پردازش سریع داده‌ها، می‌تواند بسیار ارزشمند باشد و به رادیولوژیست‌ها در تسریع فرآیند تشخیص و تصمیم‌گیری کمک نماید. ثبات عملکرد الگوریتم در داده‌های امتحانی نیز، اطمینان به کارایی این سرعت بالا را در شرایط عملی افزایش می‌دهد.

مقایسه نتایج این پژوهش با مطالعات پیشین در زمینه کاربرد یادگیری عمیق در تشخیص تومورهای مغزی، نشان می‌دهد که الگوریتم YOLOv8، با وجود سادگی و سرعت بالا، عملکرد قابل رقابتی و حتی بهتر از انتظار را ارائه می‌دهد. دستیابی به دقت بالا بر روی داده‌های امتحانی، در حالی که مدل با داده‌های آموزشی و ارزیابی متفاوتی آموزش دیده است، نشان‌دهنده مزیت بالقوه YOLOv8 نسبت به برخی روش‌های پیچیده‌تر است که ممکن است در تعمیم به داده‌های جدید با مشکل مواجه شوند. YOLOv8 با ارائه تعادل مناسب بین دقت و سرعت و تعمیم‌پذیری خوب، یک راهکار عملی و کارآمد برای غربالگری و تشخیص اولیه تومورهای مغزی در محیط‌های بالینی محسوب می‌شود.

با وجود نتایج بسیار امیدوارکننده، مطالعه حاضر دارای محدودیت‌هایی نیز می‌باشد که باید در نظر گرفته شوند. اولاً، با توجه به عدم دسترسی عمومی به تصاویر MRI حجم مجموعه داده مورد استفاده (۵۰۰ تصویر MRI) همچنان نسبتاً محدود است. اگرچه عملکرد الگوریتم بر روی داده‌های امتحانی بسیار خوب بوده است، افزایش حجم داده‌های آموزشی و تنوع تصاویر، به ویژه تصاویر مربوط به انواع مختلف تومورهای مغزی و مراحل مختلف بیماری، می‌تواند تعمیم‌پذیری مدل را به جمعیت‌های بالینی گسترده‌تر تضمین کند و از بیش‌برازش بر روی مجموعه داده فعلی جلوگیری نماید. ثانیاً، در این پژوهش، تنها از تصاویر MRI با یک کلاس دارای تومور مغزی استفاده شده است. بررسی عملکرد الگوریتم بر روی تصاویر MRI با چند کلاس به‌همراه تشخیص نوع و اندازه تومورهای مختلف و ترکیبی از آن‌ها، می‌تواند درک بهتری از کارایی مدل در شرایط واقعی بالینی ارائه دهد و کاربردپذیری آن را در محیط‌های متنوع تصویربرداری پزشکی افزایش دهد. ثالثاً، ارزیابی عملکرد مدل در این مطالعه محدود به معیارهای تشخیصی مانند Pre-cision، Recall و AP50 بوده است. ارزیابی‌های بالینی دقیق‌تر، شامل مقایسه عملکرد YOLOv8 با تشخیص رادیولوژیست‌های متخصص در یک محیط بالینی واقعی، برای اعتبارسنجی نهایی و کاربرد عملی این روش در کنار سیستم‌های موجود تشخیص پزشکی ضروری است. پژوهش حاضر با ارائه نتایج ثابت و امیدوارکننده بر روی هر دو مجموعه داده ارزیابی و امتحانی، نشان داد که الگوریتم YOLOv8 پتانسیل بالایی برای تشخیص خودکار و کارآمد تومورهای مغزی در تصاویر MRI دارد. سرعت، دقت قابل قبول و تعمیم‌پذیری خوب این الگوریتم، آن را به یک ابزار کمکی ارزشمند برای رادیولوژیست‌ها در تشخیص سریع‌تر و دقیق‌تر تومورهای مغزی تبدیل می‌کند. به ویژه، ثبات عملکرد الگوریتم بر روی داده‌های امتحانی، گام مهمی در راستای اعتبارسنجی و کاربرد عملی این روش در محیط‌های بالینی محسوب می‌شود. با انجام تحقیقات بیشتر و رفع محدودیت‌های موجود، انتظار می‌رود که روش‌های مبتنی بر YOLO و یادگیری عمیق نقش مهمی در بهبود فرآیند تشخیص و درمان بیماران مبتلا به تومورهای مغزی ایفا نمایند و به ارتقای سطح سلامت جامعه کمک کنند.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2025-07-06]

منابع

1. Alizadeh L, Gorizan A, Akbari Dana M, Ghaemi A. Immunotherapy of Glioblastoma Multiforme Tumors: From Basic to Clinical Trial Studies. The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam. 2015; 3(2): 77-84.

2. Seyed Abbasi M, Zakariaee S, Rahimiforoushani A. Estimation of Hemodynamic Response Function in the Brain and Brain Tumors: Comparison of Inverse Logistic and Canonical Hemodynamic Response Function Models. The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam. 2018; 6(3): 1-9.

3. Jalali Kondori B, Rahimian E, Asadi MH, Tahsini MR. Magnetic Resonance Tractography and its Clinical Applications. The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam. 2014; 2(4): 71-8.

4. Kosiorowska P, Pasieka K, Perenc H, Majka K, Krawczyk K, Pędras M, et al. Overview of medical analysis capabilities in radiology of current Artificial Intelligence models. Quality in Sport. 2024; 20:5 3933.

5. Samifar F, Samifar S, Vafaee F, Gorji A. The Use of Artificial Intelligence in the Evaluation of Multiple Sclerosis Brain Lesions Through the Processing of MRI Images. The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam. 2023; 12(1): 67-84.

6. Ren S, He K, Girshick R, Sun J. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2017; 39(6): 1137-49.

7. Liu W, Anguelov D, Erhan D, Szegedy C, Reed S, Fu C-Y, et al, editors. SSD: Single Shot MultiBox Detector 2016; Cham: Springer International Publishing.

8. Redmon J, Divvala S, Girshick R, Farhadi A, editors. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR); 2016; 27-30.

9. Farajpour H, Banimohamad-Shotorbani B, Rafiei-Baharloo M, Lotfi H. Application of Artificial Intelligence in Regenerative Medicine. The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam. 2023; 11(4): 94-107.

10. Qin Y, He J. YOLOv1 to YOLOv10: A Comprehensive Review of YOLO Variants and Their Application in Medical Image Detection.

11. Martucci M, Russo R, Schimperna F, D'Apolito G, Panfili M, Grimaldi A, et al. Magnetic resonance imaging of primary adult brain tumors: state of the art and future perspectives. Biomedicines. 2023; 11(2): 364.

12. Zhou SK, Greenspan H, Davatzikos C, Duncan JS, Van Ginneken B, Madabhushi A, et al. A review of deep learning in medical imaging: Imaging traits, technology trends, case studies with progress highlights, and future promises. Proceedings of the IEEE. 2021; 109(5): 820-38.

13. Hafizović L, Čaušević A, Deumić A, Bećirović LS, Pokvić LG, Badnjević A, editors. The use of artificial intelligence in diagnostic medical imaging: systematic literature review. 2021 IEEE 21st International Conference on Bioinformatics and Bioengineering (BIBE); 2021: IEEE.

14. Redmon J, Farhadi A, editors. YOLO9000: Better, Faster, Stronger. 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR); 2017; 21-26.

15. Redmon J. Yolov3: An incremental improvement. arXiv preprint arXiv: 180402767. 2018.

16. Bochkovskiy A, Wang C-Y, Liao H-YM. Yolov4: Optimal speed and accuracy of object detection. arXiv preprint arXiv: 200410934. 2020.

17. Glenn Jocher. YOLOv5 by Ultralytics https://github.com/ultralytics2020 [Available from: https://github.com/ultralytics/yolov5.

18. Li C, Li L, Jiang H, Weng K, Geng Y, Li L, et al. YOLOv6: A single-stage object detection framework for industrial applications. arXiv preprint arXiv: 220902976. 2022.

19. Wang C-Y, Bochkovskiy A, Liao H-YM, editors. YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors. Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition; 2023.

20. Glenn Jocher, Qiu Jing, Chaurasia A. Ultralytics YOLO https://github.com/ultralytics/ultralytics2023 [Available from: https://ultralytics.com.

21. Wang C-Y, Yeh I-H, Liao H-YM. YOLOv9: Learning What You Want to Learn Using Programmable Gradient Information. arXiv preprint arXiv: 240213616. 2024.

22. Hussain M. YOLO-v1 to YOLO-v8, the Rise of YOLO and Its Complementary Nature toward Digital Manufacturing and Industrial Defect Detection. Machines. 2023; 11(7): 677.

23. Ultralytics. Yolov8 anchor-free bounding box prediction - issue 189 [Available from: https://github.com/ultralytics/ultralytics/issues/189.

24. Roboflow. Tumor Detection Computer Vision Project [Available from: https://universe.roboflow.com/celebal-p3kbm/tumor-detection-j9mqs.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2025-07-06]