

دانشگاه شاهرود

دانشکده علوم ریاضی
گروه ریاضی کاربردی

جلسه دفاع از رساله دکتری

عنوان رساله

نتایجی در پیش شرط سازی مسائل نقطه زینی

دانشجو

محسن مسعودی

استاد راهنما

دکتر داود خجسته سالکویه

استاد مشاور

استاد مشاور اول

داوران خارجی

دکتر فائزه توتونیان (از دانشگاه فردوسی مشهد)

داور خارجی دوم (از دانشگاه شیراز)

داوران داخلی

دکتر سعید کتابچی

دکتر حسین امینی خواه

تاریخ برگزاری: سه شنبه ۱۳۹۷/۱۲/۷ ساعت ۱۶:۰۰
مکان برگزاری: تالار شهید کریمی



دانشگاه گیلان

دانشکده علوم ریاضی

رساله دکتری

نتایجی در پیش شرط سازی مسائل نقطه زینی

دانشجو

محسن مسعودی

استاد راهنما

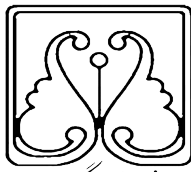
دکتر داود خجسته سالکویه

استاد مشاور

استاد مشاور اول

اسفند ۱۳۹۷

بسم الله الرحمن الرحيم



دانشگاه شاهرود

گروه ریاضی کاربردی
گرایش آنالیز عددی

نتایجی در پیش شرط سازی مسائل نقطه زینی

دانشجو

محسن مسعودی

استاد راهنما

دکتر داود خجسته سالکویه

استاد مشاور

استاد مشاور اول

اسفند ۱۳۹۷



بسمه تعالی

صورتجلسه دفاع از رساله دکتری

جلسه دفاع از رساله دکتری آقای محسن مسعودی در رشته ریاضی کاربردی گرایش آنالیز عددی با عنوان:

نتایجی در پیش شرط سازی مسائل نقطه زینی

به ارزش ۲۰ واحد که در ساعت ۰۵ : ۱۶ روز سه شنبه مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۷ در محل دانشکده علوم ریاضی دانشگاه گیلان برگزار شد. هیأت داوران پس از بررسی، نتیجه را به شرح زیر اعلام می دارند:

☐ رساله با نمره ۰۰۰ و با امتیاز عالی ☐، بسیار خوب ☐، خوب ☐، قابل قبول ☐ مورد تایید قرار گرفت.

☐ رساله در وضع فعلی با اصلاحات جزئی و نمره ۰۰۰ و با امتیاز عالی ☐، بسیار خوب ☐، خوب ☐، قابل قبول ☐ پذیرفته شد.

☐ رساله به شکل فعلی، مورد تأیید قرار نگرفت و پیشنهاد شد

اعضاء هیأت داوران	مرتبه دانشگاهی	تخصص	محل کار اعضاء هیأت داوران	امضاء
۱- دکتر داود خجسته سالکویه	استاد	آنالیز عددی	دانشگاه گیلان	
۱- استاد مشاور اول	استادیار	آنالیز عددی	دانشگاه گیلان	
۱- دکتر فائزه توتونیان	استاد	آنالیز عددی	دانشگاه فردوسی مشهد	
۲- داور خارجی دوم	استاد	آنالیز	دانشگاه شیراز	
۳- دکتر سعید کتابچی	استاد	تحقیق در عملیات	دانشگاه گیلان	
۴- دکتر حسین امینی خواه	استاد	آنالیز عددی	دانشگاه گیلان	

نماینده تحصیلات تکمیلی ^۱	مرتبه دانشگاهی	گروه آموزشی / پژوهشی	امضاء
دکتر نصیر تقی زاده	استاد	معادلات دیفرانسیل	

^۱ نسخه اصل از صورتجلسه توسط نماینده تحصیلات تکمیلی تنظیم و به مدیر گروه تسلیم شود. یک نسخه در گروه آموزشی، یک نسخه در آموزش دانشکده، یک نسخه در پرونده دانشجو نگهداری و یک نسخه نیز به دانشجو تحویل داده شود.



حوزه معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه

تعهدنامه اصالت رساله

اینجانب محسن مسعودی دانش‌آموخته مقطع دکتری در رشته ریاضی کاربردی که در تاریخ ۱۳۹۷/۱۲/۷ از رساله خود با عنوان نتایجی در پیش‌شرط‌سازی مسائل نقطه‌زینی با کسب نمره ۱۹/۵ و درجه عالی دفاع نموده‌ام، اظهار می‌کنم که:

۱. این رساله حاصل تحقیق و پژوهش اینجانب بوده و در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران (اعم از کتاب، مقاله و ...) استفاده کرده‌ام، مطابق ضوابط موجود، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در فهرست منابع ذکر و درج نموده‌ام.

۲. این رساله پیشتر برای دریافت هیچ مدرک تحصیلی (هم سطح، پایین‌تر یا بالاتر) در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی داخلی و خارجی ارائه نشده‌است.

ضمناً متعهد می‌شوم:

۳. چنانچه بعد از دانش‌آموختگی، قصد استفاده و هر گونه بهره‌برداری اعم از چاپ مقاله، کتاب، ثبت اختراع و ... از این رساله را داشته باشم، از استاد محترم راهنما و گروه آموزشی مربوطه مجوزهای لازم را اخذ نمایم.

۴. چنانچه در هر مقطع زمانی خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن را بپذیرم و دانشگاه گیلان مجاز است با اینجانب مطابق ضوابط و مقررات رفتار نموده و در صورت ابطال مدرک تحصیلی‌ام، هیچگونه ادعایی نخواهم داشت.

نام و نام خانوادگی:

تاریخ و امضاء:

تقديم به
این تحفه ناپحیرتقديم به وجود عزیزشان.

پروردگار اتورا سپاس می گویم که بار دیگر به من فرصت آموختن دادی.

فهرست مطالب

پ	فهرست مطالب
ث	فهرست جدول‌ها
ج	فهرست شکل‌ها
چ	فهرست الگوریتم‌ها
ح	چکیده
۱	قالب دانشگاه گیلان
۱	۱.۰ وارد کردن مشخصات و آشنایی با دستورات
۶	۲.۰ نحوه تولید نمایه‌های مختلف در قالب دانشگاه گیلان
۶	۱.۲.۰ تولید نمایه اتوماتیک
۶	۱.۱.۲.۰ وارد کردن کلمات
۱۱	۲.۱.۲.۰ اجرای xindy و نمایش کلمه در نمایه
۱۳	۳.۱.۲.۰ فراخوانی‌های متفاوت
۱۴	۴.۱.۲.۰ مثال
۱۷	۲.۲.۰ نمایه‌های دستی
۱۸	۱.۲.۲.۰ نمونه‌های ورودی و خروجی واژه‌ها
۱۹	۳.۰ فراخوانی یک کد متلب (mfile)
۲۰	۴.۰ نمونه محیط‌های ریاضی
۲۰	۵.۰ فهرست منابع و ارجاع به آنها
۲۱	۱.۵.۰ نحوه تولید فهرست منابع با استفاده از Bibtex
۲۲	۱.۱.۵.۰ مزیت‌های این روش
۲۲	۲.۱.۵.۰ قرار دادن مراجع فارسی قبل از مراجع انگلیسی
۲۳	۳.۱.۵.۰ نمونه‌هایی از مراجع
۲۴	۴.۱.۵.۰ نکته مهم
۲۵	۲.۵.۰ نحوه تولید فهرست منابع بدون Bibtex
۲۶	پیش‌گفتار
۲۷	فصل ۱. پیش‌نیازها
۲۷	۱.۱ تعاریف و قضایا

۲۸	فصل ۲. نتایجی در روش‌های تکراری برای حل دستگاه معادلات خطی
۲۸	۱.۲ مقدمه
۲۹	نتیجه‌گیری
۳۰	منابع و مآخذ
۳۴	پیوست الف نمونه الگوریتم‌ها و جداول مختلف
۳۶	الف. ۱. نمونه جدول
۴۱	الف. ۲. خروجی متلب به عنوان دستورات \LaTeX
۴۳	نمادهای اختصاری
۴۴	واژه‌یاب فارسی
۴۵	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی
۴۶	واژه‌یاب انگلیسی
۴۷	فهرست نمادهای اختصاری
۴۸	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی
۵۰	واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

فهرست جدول‌ها

الف ۱. مشخصات ماتریس‌های A و B به ازای شبکه‌های مختلف.	۳۶
الف ۲. مشخصات کلی ماتریس‌های A ، B و C برای آزمون‌ها.	۳۶
الف ۳. مشخصات کلی ماتریس‌های A ، B و C برای آزمون‌ها.	۳۷
الف ۴. شعاع طیفی و مقدار پارامتر پیشنهادی.	۳۸
الف ۵. تکرار و زمان محاسبه برای روش $IEPSS$.	۳۸
الف ۶. مشخصات ماتریس‌های A و B به ازای شبکه‌های مختلف.	۳۹
الف ۷. نتایج عددی برای مسئله جریان درون کانال با شبکه $2^r \times 2^r$.	۳۹
الف ۸. مشخصات کلی ماتریس‌های A ، B و C برای آزمون‌ها.	۳۹
الف ۹. نتایج عددی برای مسئله حفره با درپوش متحرک با شبکه $2^r \times 2^r$.	۴۰
الف ۱۰. پیش‌شرط‌سازهای خاصی از پیش‌شرط‌ساز \mathcal{P}_{EPSS} .	۴۰
الف ۱۱. نتایج عددی روش‌های GMRES و FGMRES برای مثال ۱.	۴۱
الف ۱۲. نتایج عددی روش‌های GMRES و FGMRES برای مثال ۱.	۴۲

فهرست شکل‌ها

۷	نحوه قرار دادن کلمات در فایل MyWords دیکشنری‌ها	۱
۸	نحوه قرار دادن کلمات در فایل MyWords اختصارات	۲
۱۰	نحوه قرار دادن کلمات در فایل MyWords نمادها	۳
۱۱	کپی کردن دستورات	۴
۱۱	قرار دادن دستورات	۵
۱۲	اجرای دستور gloss و قرار گرفتن کلمات در نمایه‌ها	۶
۱۳	نمایه‌های اتوماتیک	۷
۱۵	توزیع مقادیر ویژه ماتریس پیش شرط‌سازی شده $P_{SEPSS}^{-1}A$	۸
۱۶	توزیع مقادیر ویژه ماتریس پیش شرط‌سازی شده $P_{SEPSS}^{-1}A$	۹
۱۷	نمایه‌های دستی	۱۰
۲۳	قرار دادن منابع و مراجع فارسی در ابتدای منابع	۱۱

¹Preconditioned

فهرست الگوریتم‌ها

۳۴	الف ۱. الگوریتم روش GMRES(m) با پیش شرط‌ساز راست
۳۵	الف ۲. الگوریتم روش GMRES(m) با پیش شرط‌ساز راست
۳۵	الف ۳. method IEPSS
۳۵	الف ۴. $y = x^n$ Computation
۳۶	الف ۵. الگوریتم هم‌رنگ‌سازی چندبانه

نتایجی در پیش شرط سازی مسائل نقطه زینی

محسن مسعودی

در این رساله، ابتدا به بررسی حل عددی یک دستگاه معادلات خطی می پردازیم و یک روش تکراری را که تعمیمی از روش تجزیه معین مثبت و پادهرمیتی است، ارائه می کنیم. برای حالت های خاصی از این روش، مقادیری را برای پارامتر آن پیشنهاد می دهیم. سپس به بررسی مسائل نقطه زینی پرداخته و روش های تکراری و پیش شرط سازی را برای حل این مسائل به دست می آوریم. در ادامه، تعمیم روش معین مثبت و پادهرمیتی را برای این مسائل بکار گرفته و شرایط همگرایی و نیمه همگرایی آن را مورد مطالعه قرار می دهیم. خواهیم دید که این روش تعمیم بسیاری از روش هایی است که برای حل این مسأله پیشنهاد شده اند. در نهایت، یک حالت خاص از این روش را بررسی کرده و پارامترهای بهینه را برای این روش به دست می آوریم. نتایج به دست آمده را با مثال هایی مورد آزمون و مقایسه قرار می دهیم.

کلید واژه: مسائل نقطه زینی، پیش شرط سازی، همگرایی، نیمه همگرایی

قالب دانشگاه گیلان

این قسمت مقدمه‌ای بسیار کوتاه برای نوشتن یک رساله یا پایان‌نامه یا پروژه در این فایل می‌باشد. لذا قبل از شروع به نوشتن، ابتدا این بخش را مطالعه نمایید تا با نحوه نوشتن مطالب و برخی از دستورات لازم آشنا شوید. یک فایل راهنما نیز در سایت دانشکده قرار دارد که حتماً آن را مطالعه کنید. از آنجا که یک پایان‌نامه یا رساله، نوشته‌ای طولانی است، قسمت‌های مختلف آن در فایل‌های جداگانه قرار گرفته‌اند تا باعث شلوغی فایل و سردرگمی نشود.

۱.۰ وارد کردن مشخصات و آشنایی با دستورات

فایل اصلی این مجموعه:

Thesis.tex

می‌باشد. اگر به فایل Thesis.tex دقت کنید، متوجه می‌شوید که قسمت‌های مختلف آن، توسط دستورهای مانند `\input` و `\include` در فایل اصلی، یعنی Thesis.tex فراخوانی شده‌اند. تغییرات مورد نیاز در فایل‌هایی که با دستور `\include` فراخوانی شده‌اند، انجام می‌پذیرد. در این فایل، فرض شده است که پایان‌نامه یا رساله یا پروژه شما، از سه فصل اصلی، یک پیش‌گفتار، یک فصل نتیجه‌گیری و یک پیوست تشکیل شده است. البته سه پیوست اضافه نیز برای ترسیم برخی اشکال و نمودارها در \LaTeX در فایل Thesis-Example.tex وجود دارند. به منظور افزایش سرعت اجرای برنامه، در حالت پیش‌فرض در کنار آنها علامت درصد قرار داده شده است (Appendix ۲، ۳، ۴) که برای مشاهده آنها، می‌توانید این علامات را بردارید. برای اجرا نشدن و فراخوانی نشدن هر فایل یا دستور یا عبارتی، باید در کنار آن علامت % قرار دهید تا توسط \LaTeX خوانده نشوند. پس از اتمام هر فصل، می‌توانید در کنار دستور فراخوانی آن فصل، علامت درصد قرار دهید تا آن فصل فراخوانی نشود و زمان اجرای برنامه کاهش یابد. در این قالب از فونت‌های درون پوشه Fonts روی سایت دانشکده استفاده شده و باید حتماً آنها را نصب کنید. فونت اصلی این قالب XB Niloofar است که اعداد و حروف انگلیسی آن تغییر کرده است و صفر آن توخالی شده است. پس این فونت در این پوشه حتماً نصب شود.

(۱) تنظیمات پایه‌ای کلاس در فایل GUI-Thesis.cls قرار دارد که تنظیمات اصلی این پایان‌نامه یا رساله در اینجا تعریف شده و نیاز به تغییر ندارد.

(۲) برای رسم گراف‌هایی که در Appendix 4 است، نیاز به بسته tkz-graph می‌باشد که در تکس لایو 2015 تا 2019 وجود داشت. اما در TexLive 2020 این بسته حذف شده و بنابراین Appendix 4 در

TexLive 2020 اجرا نمی‌شود. لذا فراخوانی بسته tkz-graph بعد از فراخوانی استایل دانشگاه گیلان قرار داده شده است تا اگر از TeXLive 2020 استفاده نمی‌کنید و به رسم نمونه گراف‌های Appendix4 نیاز دارید، درصد این قسمت را بردارید.

(۳) مشخصات خود را در فایل jeld.tex وارد کنید. مشخصات پشت و روی جلد، همچنین بخش‌های اصالت‌نامه فارسی و انگلیسی، اطلاعیه جلسه روز دفاع، صورتجلسه دفاع فارسی و انگلیسی همگی در این قسمت وارد می‌شوند. در مورد اصالت‌نامه فارسی و انگلیسی (همچنین صورتجلسه دفاع فارسی و انگلیسی) این نکته قابل ذکر است که تا قبل از دفاع، همه این موارد بصورت نوشتاری در فایل رساله قرار می‌گیرند. اما پس از دفاع، باید فایل اسکن امضا شده این موارد در پایان نامه قرار گیرد. برای این منظور باید پس از امضا این صفحات، اسکن‌های صفحات امضا شده در پوشه resources قرار گیرند و سپس علامات درصد از مکان‌هایی که در فایل Thesis.tex مشخص شده‌اند را برداشته و نام‌های فایل‌های اسکن شده را وارد کنید تا صفحات امضا شده در فایل رساله قرار گیرند.

(۴) در صورت وجود، دستورات قابل تعریف توسط کاربر در فایل MyCommands.tex قرار داده می‌شوند. در این قسمت می‌توانید دستورات جدید تعریف کنید و در هنگام نوشتن رساله از آنها استفاده کنید. به طور مثال، در فایل نمونه دستورهای همراه با چندین آرگومان با \newcommand یا \def معرفی شده‌اند. از این رو ممکن است در فصل‌های این فایل نمونه، دستوراتی ببینید که در فایلی دیگر، قابل اجرا نباشند. در برنامه Texstudio تمایز دستورات معرفی شده توسط کاربر غالباً مشخص می‌باشد. اگر روی آنها کلیک کردید و توانستید وارد بسته مربوط به آنها شوید، این دستورات در آن بسته معرفی شده‌اند. در غیر اینصورت این دستور فقط در این متن تعریف شده است.

(۵) کلماتی که برای تهیه نمایه‌ها استفاده می‌شوند در فایل MyWords.tex وارد می‌شوند.

(۶) چکیده‌های فارسی و انگلیسی و کلیدواژه‌ها را در فایل Abstract.tex وارد کنید.

قسمت‌های خروجی پایان نامه بین دستورات

```
\begin{document}
```

```
\end{document}
```

قرار دارند که شامل قسمت‌های مختلف زیر است:

۱. \Ettelaeie: اطلاعیه جلسه دفاع که پس از مشخص شدن تاریخ دفاع باید تکمیل شود و می‌توانید قبل از دفاع، بمنظور اطلاع‌رسانی در برد دانشکده نصب کنید. این اطلاعیه در اولین صفحه فایل پی‌دی‌اف قرار می‌گیرد که تا زمان دفاع نباید درصد این قسمت برداشته شود. موارد مورد نیاز این قسمت در فایل Jeld.tex تکمیل می‌شود.

۲. \JeldFarsi: توسط این دستور "روی جلد" در فایل خروجی ظاهر می‌شود که شامل نام و نام خانوادگی دانشجو و استاد راهنما و عنوان پایان نامه و ... می‌باشد که تا زمان تحویل به گروه نیازی به برداشتن درصد این قسمت نیست. قسمت‌های مختلف این بخش نیز در فایل Jeld.tex تکمیل می‌شوند.

۳. DefenceFarsi: توسط این دستور "صورتجلسه دفاع فارسی" قرار می‌گیرد. این صفحه را قبل از دفاع به نماینده تحصیلات تکمیلی تحویل دهید تا امضاهای جلسه دفاع در این صفحه انجام شود. قسمت‌های مختلف این بخش نیز در فایل Jeld.tex تکمیل می‌شوند.
۴. EsalatFarsi: توسط این دستور "تعه‌نامه فارسی" در خروجی قرار می‌گیرد. قبل از تحویل به پایان نامه به کتابخانه این صفحه باید امضا شده و اسکن آن در پایان نامه قرار گیرد. قسمت‌های مختلف این بخش نیز در فایل Jeld.tex تکمیل می‌شوند.
۵. \pagenumbering{harfi}: این دستور برای شماره نویسی بر حسب حروف الفباست.
۶. \include{Present}: توسط این دستور صفحات "تقدیم به" و "سپاسگزاری" در پایان نامه قرار داده می‌شوند که این دو قسمت در فایل Present.tex نوشته می‌شوند. درصد این قسمت را پس از تهیه نسخه نهایی و قبل از تحویل به کتابخانه بردارید.
۷. \tableofcontents: توسط این دستور فهرست مطالب قرار داده می‌شود.
۸. \listoftables: توسط این دستور لیست جداول موجود در رساله قرار داده می‌شود که در صورت عدم نیاز می‌توان کنار آن علامت درصد گذاشت.
۹. \listoffigures: توسط این دستور لیست شکل‌های موجود در رساله قرار داده می‌شود که در صورت عدم نیاز می‌توان کنار آن علامت درصد گذاشت.
۱۰. \listofalgorithms: توسط این دستور لیست الگوریتم قرار داده می‌شود که در صورت عدم نیاز می‌توان کنار آن علامت درصد گذاشت.
۱۱. AbstractFarsi: توسط این دستور چکیده فارسی قرار داده می‌شود. قسمت‌های مختلف بخش چکیده در فایل Abstract.tex وارد می‌شود.
۱۲. \setpages: توسط این دستور تنظیمات سبک صفحات قرار داده می‌شود که نباید علامت درصد در کنار آن قرار گیرد. پس از این دستور شماره صفحات عددی می‌شوند.
۱۳. Ordin.tex توضیح مختصری درباره استایل دانشگاه گیلان داده شده است.
۱۴. پیش‌گفتار در فایل Introd.tex قرار داده می‌شود.
۱۵. مطالب فصل اول در Chapter1.tex وارد کنید.
۱۶. مطالب فصل دوم در Chapter2.tex وارد کنید.
۱۷. نتیجه‌گیری در Conclusion.tex قرار می‌گیرد.
۱۸. در صورت وجود پیوست، آن را در فایل Appendix1.tex قرار دهید.

۱۹. مراجع و رفرنس‌ها توسط فراخوانی فایل References.tex در رساله قرار داده می‌شود. دو روش مختلف برای تهیه مراجع وجود دارد که شامل استفاده از bibtex و روش بدون استفاده از bibtex می‌باشد که اکیدا روش استفاده از bibtex پیشنهاد می‌شود.

۲۰. نمایه‌های مختلفی در این رساله وجود دارد که در صورت تمایل می‌توان آنها را تولید نمود. این نمایه‌ها یا بطور خودکار یا بطور دستی ایجاد می‌شوند. نمایه‌هایی که به صورت خودکار بوجود می‌آیند شامل نمایه‌های زیر می‌باشند. برای تهیه این نمایه‌ها باید کلمات مورد نظر خود را در فایل MyWord.tex قرار دهید (بینید ۲۰).

(آ) \Nemadha: دستور قرار دادن لیست نمادهای اختصاری استفاده شده در متن

(ب) \NamayehFaToEn: دستور قرار دادن دیکشنری فارسی به انگلیسی

(ج) \NamayehEnToFa: دستور قرار دادن دیکشنری انگلیسی به فارسی

(د) \abbreviation: دستور قرار دادن نمایه فهرست کلمات مختصر

(ه) \FarsiWords: دستور قرار دادن واژه‌یاب فارسی

(و) \EnglishWords: دستور قرار دادن واژه‌یاب انگلیسی

اما نمایه‌های دستی که می‌توان در این فایل قرار داد به صورت زیر هستند:

(آ) Nemadha_handle.tex: برای وارد کردن نمادها به صورت دستی می‌توانید آنها را در این فایل وارد کنید.

(ب) dic-en2fa_handle.tex: برای وارد کردن دیکشنری انگلیسی به فارسی، کلمات را در این فایل وارد کنید.

(ج) dic-fa2en_handle.tex: برای وارد کردن دیکشنری فارسی به انگلیسی، کلمات را در این فایل وارد کنید.

۲۱. \AbstractEnglish: توسط این دستور، چکیده انگلیسی در فایل رساله قرار داده می‌شود که باید متن آن در فایل Abstract.tex قرار داده شود.

۲۲. \EsalatEnglish: با این دستور، تعهدنامه انگلیسی در فایل رساله قرار داده می‌شود. قسمت‌های لازم در این قسمت، در فایل Jeld.tex تکمیل می‌گردد. این قسمت نیز پس از دفاع، باید امضا شده و قبل از تحویل به کتابخانه، اسکن آن در فایل قرار داده شود.

۲۳. \DefenceEnglish: توسط این دستور، صورتجلسه دفاع انگلیسی در فایل رساله قرار می‌گیرد. قسمت‌های لازم در این قسمت، در فایل Jeld.tex تکمیل می‌گردد. این صفحه نیز به همراه صورتجلسه دفاع فارسی، باید به نماینده تحصیلات تکمیلی داده شود. درصد کنار این دستور نیز می‌تواند تا قبل از مشخص شدن نماینده تحصیلات تکمیلی برداشته نشود.

۲۴. JeldEnglish\ : توسط این دستور، پشت جلد در فایل رساله قرار داده می شود. قسمت های لازم در این قسمت، در فایل Jeld.tex تکمیل می گردد. علامت درصد کنار این دستور نیز تا زمان تحویل رساله به گروه نباید برداشته شود.

۲.۰ نحوه تولید نمایه‌های مختلف در قالب دانشگاه گیلان

به دو صورت مختلف می‌توان در این قالب نمایه‌ها را تولید کرد: اتوماتیک و دستی.

۱.۲.۰ تولید نمایه اتوماتیک

اگر ورژن تکس لایو شما بیشتر از ۲۰۱۵ باشد، می‌توانید از بسته glossary برای تهیه واژه‌نامه استفاده کنید.

۱.۱.۲.۰ وارد کردن کلمات

در ابتدا، واژه‌هایی را که می‌خواهید در نمایه (دیکشنری‌ها، واژه‌یاب‌ها و ...) قرار بگیرند در فایلی که با نام MyWords.tex وجود دارد، وارد کنید. از سه دستور زیر برای ورود واژه‌ها استفاده می‌شود.

۱. برای کلماتی که در واژه‌یاب یا دیکشنری فارسی به انگلیسی و برعکس قرار می‌گیرند از دستور \newword با چهار آرگومان ورودی به صورت زیر استفاده شده است:

```
\newword{label}{english of word}{persian of word}{purple of persian}
```

\newword{spp}{Saddle point problem}{مسئله نقطه زینی}{مسائل نقطه زینی}

\newword{gr}{Group}{گروه}{گروه‌ها}

\newword{per}{Preconditioning}{پیش شرط‌سازی}{}

\newword{op}{Optimization}{بهینه‌سازی}{}

\newword{poem}{Poem}{اشعار}{شعر}

آرگومان اول، عبارتی است که توسط آن کلمه مورد نظر را فراخوانی می‌کنید که در اصل همان برچسب واژه است. عبارت دوم معادل انگلیسی آن است که در فهرست مطالب قرار می‌گیرد. عبارت سوم فارسی این کلمه است که در فهرست قرار می‌گیرد و عبارت چهارم جمع فارسی آن می‌باشد. (اگر کلمه‌ای دارای جمع نبود آن را باید خالی بگذارید). البته دقت کنید که به دلیل فارسی نویسی آکولادهای سوم و چهارم با هم جابجا می‌شوند که در ظاهر چنین است ولی در اصل در آکولاد سوم مفرد کلمه و در آکولاد چهارم جمع آن قرار گرفته است (شکل ۱).

به طور مثال اگر در فایل tex بنویسید:

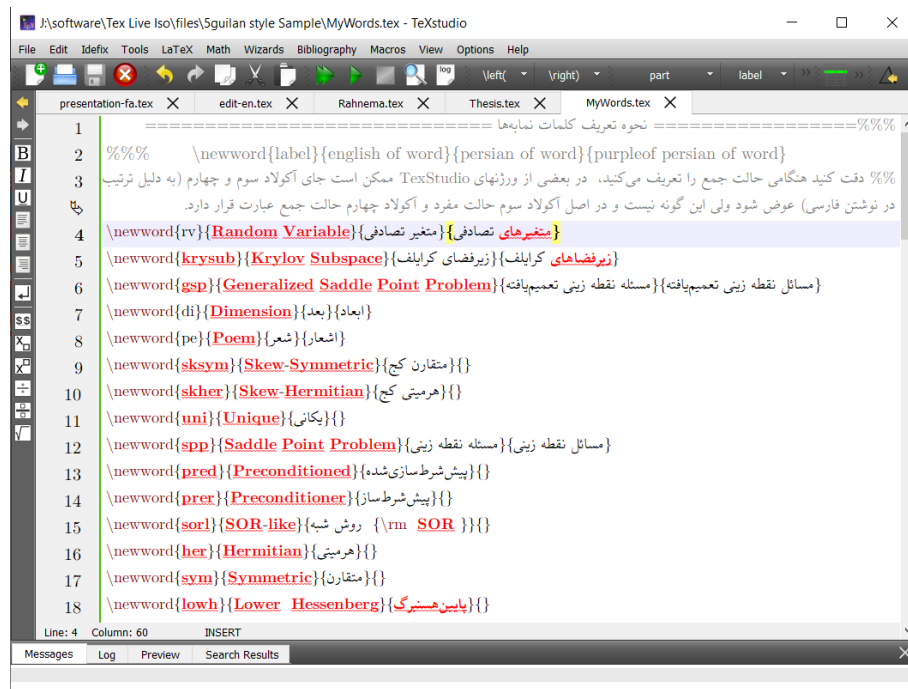
”\gls{spp} یکی از مسائل کاربردی می‌باشد.“

آنگاه خروجی شما در فایل پی‌دی‌اف به صورت:

”مسئله نقطه زینی^۱ یکی از مسائل کاربردی می‌باشد.“

خواهد بود و اگر در فایل tex بنویسید:

¹Saddle Point Problem



شکل ۱: نحوه قرار دادن کلمات در فایل MyWords دیکشنری‌ها

” $\text{\glspl{spp}}$ دارای کاربردهای مختلفی در علوم مختلف می‌باشند.“

آنگاه خروجی شما در فایل پی‌دی‌اف به‌صورت:

”مسائل نقطه زینی دارای کاربردهای مختلفی در علوم مختلف می‌باشند.“

خواهد بود.

۲. کلمات اختصاری (خلاصه شده) که در فهرست اختصارات قرار می گیرند، توسط دستور `\newacro` با چهار آرگومان ورودی به صورت

```
\newacro{label}{short acronym}{long acronym}{persian acronym}
```

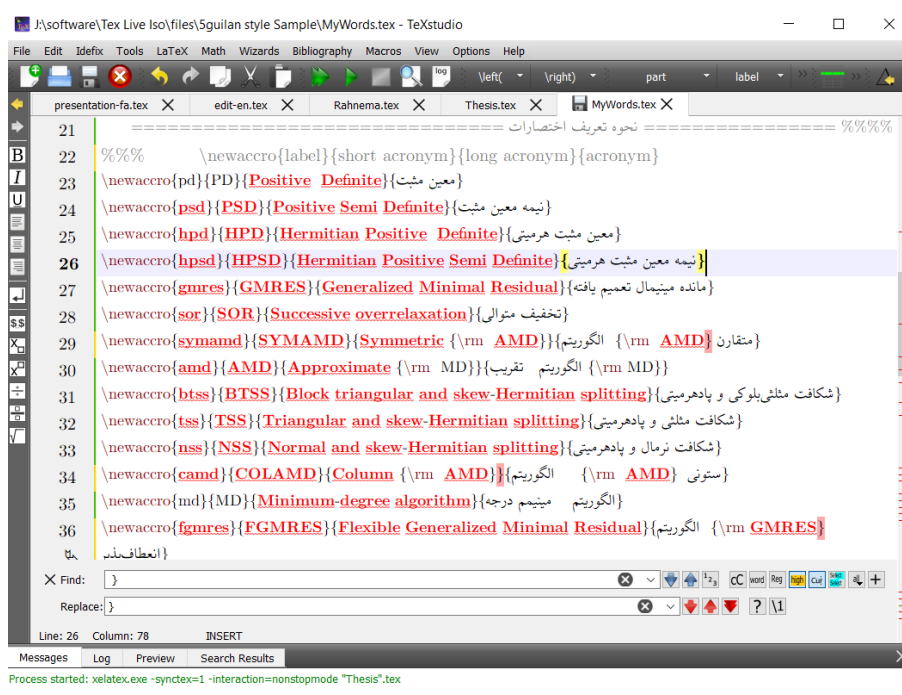
ذخیره می شوند.

```
\newacro{psd}{PSD}{Positive semi-definite}{معین مثبت}
```

```
\newacro{hpd}{HSD}{Hermitian Positive definite}{نیمه معین مثبت هرمیتی}
```

```
\newacro{gmres}{GMRES}{Generalized Minimal Residual}{مانده مینیمال تعمیم یافته}
```

آرگومان اول برچسب، آرگومان دوم مخفف کلمه که در متن ظاهر می شود و آرگومان سوم، باز شده انگلیسی که در پانویس قرار می گیرد و آرگومان چهارم معادل فارسی کلمه است در صفحه اختصارات قرار می گیرد (شکل ۲).



شکل ۲: نحوه قرار دادن کلمات در فایل MyWords اختصارات

به طور مثال اگر در فایل `.tex` بنویسید:

”می توان از روش `\gls{gmres}` برای حل دستگاه های مختلف استفاده کرد“

آنگاه خروجی شما در فایل پی دی اف به صورت:

”می توان از روش مانده مینیمال تعمیم یافته^۱ (GMRES) برای حل دستگاه های مختلف استفاده کرد.“

¹Generalized Minimal Residual

خواهد بود.

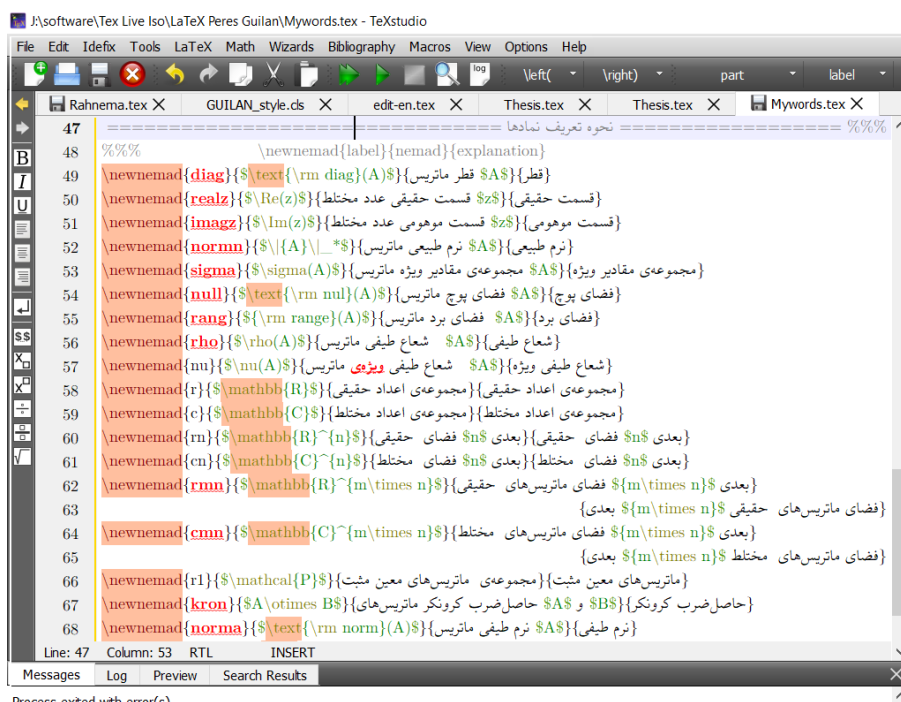
واژه‌هایی که در فهرست اختصارات و واژه‌نامه‌ها قرار می‌گیرند، در اولین جایی که در متن ظاهر شوند، برای آنها پانویس قرار می‌گیرد و نیاز نیست بررسی شوند که اولین مرتبه در کجا استفاده شده‌اند. همچنین اگر لازم شد که معادل فارسی یک عبارت انگلیسی که در بین این واژه‌هاست تغییر کند، کافیت فقط معادل فارسی آن در این لیست تغییر کند و نیاز به تغییر و جستجوی آن در کل متن نمی‌باشد.

۳. نمادهایی که در متن استفاده می‌شوند در صفحه نمادهای اختصاری قرار می‌گیرند. این نمادها با

دستور `\newnemad` که یک دستور با چهار آرگومان ورودی است، به صورت

```
\newnemad{label}{nemad in index}{explanation in index}{explanation
in text}
```

ذخیره می‌شوند. آرگومان اول برچسب، آرگومان‌های دوم و سوم در نمایه نمادهای اختصاری قرار می‌گیرند و به ترتیب نماد مورد نظر و توضیح نماد می‌باشند. آرگومان چهارم متنی مربوط به نماد است که در متن قرار می‌گیرد (شکل ۳).



شکل ۳: نحوه قرار دادن کلمات در فایل MyWords نمادها

به طور مثال اگر در فایل `tex` بنویسید

” $\text{null}(A)$ نشان‌دهنده $\text{gls}\{\text{null}\}$ ماتریس A است و $\text{gls}\{\text{rho}\}$ ماتریس B را نشان می‌دهد.“

آنگاه خروجی شما در فایل پی‌دی‌اف برابر

” $\text{null}(A)$ نشان‌دهنده فضای پوچ ماتریس A است و $\sigma(B)$ مجموعه‌ی مقادیر ویژه ماتریس B را نشان می‌دهد.“

خواهد بود و در صفحه مربوط به نمایه اختصارات جلوی کلمه ” $\text{null}(A)$ “ عبارت

” فضای پوچ ماتریس A “

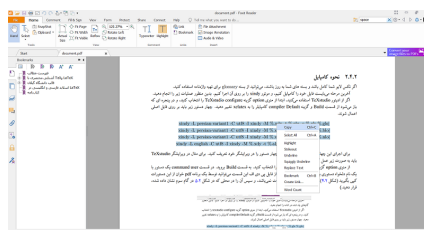
نوشته می‌شود.

۲.۱.۲.۰ اجرای xindy و نمایش کلمه در نمایه

پس از وارد کردن کلمات در فایل MyWords، فایل خود را اجرا کنید و سپس موتور xindy را بر روی فایل اجرا کنید. برای این منظور باید چهار دستور زیر بر روی فایل اصلی اعمال شوند.

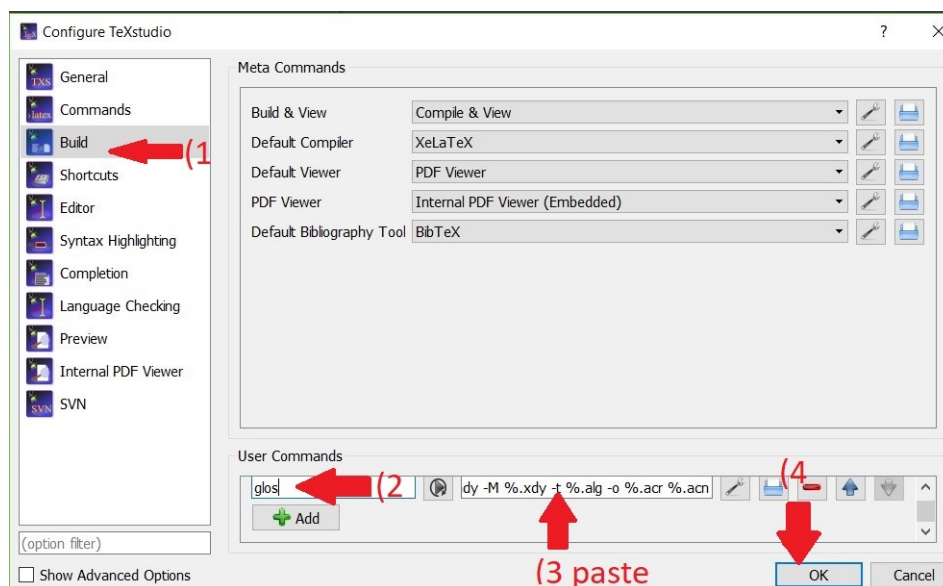
```
xindy -L persian-variant1 -C utf8 -I xindy -M %.xdy -t %.glg -o %.gls %.glo|
xindy -L persian-variant1 -C utf8 -I xindy -M %.xdy -t %.blg -o %.bls %.blo|
xindy -L persian-variant1 -C utf8 -I xindy -M %.xdy -t %.nlg -o %.nls %.nlo|
xindy -L english -C utf8 -I xindy -M %.xdy -t %.alg -o %.als %.alo
```

۱. برای این امر از فایل pdf دستورات بالا کپی بگیرید (شکل ۴)



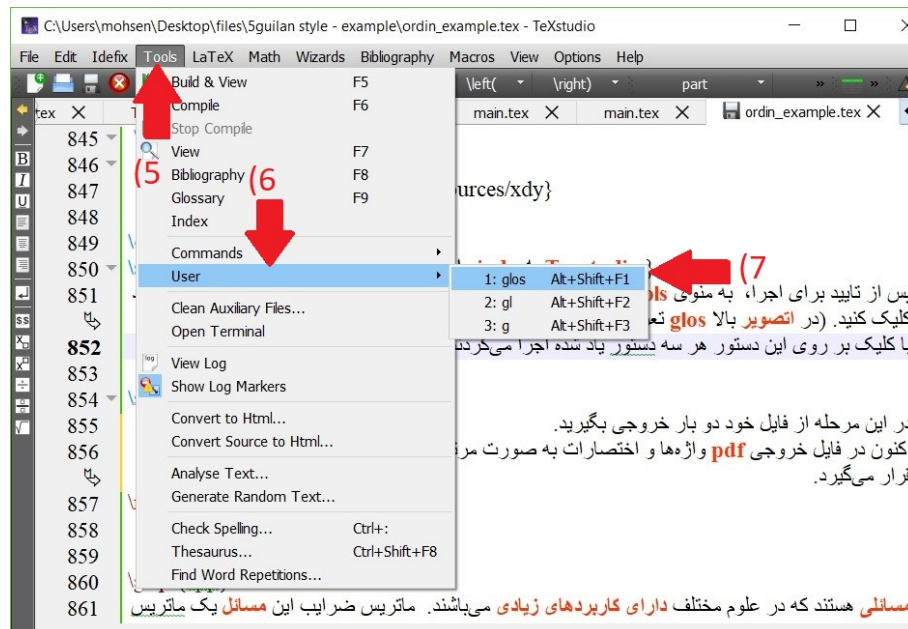
شکل ۴: کپی کردن دستورات

۲. در نرم افزار TexStudio، از منوی Option گزینه Configure TeXstudio را انتخاب کنید، و در پنجره ای که باز می شود از قسمت Build و گزینه Default Compiler کامپایلر را به XeLatex تغییر دهید و در قسمت User Commands یک نام را برای این دستورات انتخاب کنید و این دستورات را در مقابل این دستور و در محلی که در شکل ۵ در گام سوم نشان داده شده، قرار دهید.



شکل ۵: قرار دادن دستورات

۳. پس از تایید برای اجرا، به منوی tools و قسمت users رفته و در آن جا بر روی دستوری که تعریف کردید کلیک کنید (در تصویر ۵ آن را glos تعریف کردیم). با کلیک بر روی این دستور هر چهار دستور یاد شده اجرا می‌گردند. (شکل ۶)



شکل ۶: اجرای دستور gloss و قرار گرفتن کلمات در نمایه‌ها

۴. فایل خود را یک بار اجرا کنید تا کلماتی که در متن استفاده شده‌اند، در نمایه‌ها قرار گیرند. اکنون در فایل خروجی، واژه‌ها و اختصارات به صورت مرتب شده در واژه‌نامه و فهرست اختصارات قرار می‌گیرند. اگر در صفحه نمایه‌ها فقط صفحه سفید وجود دارد به این دلیل است که یا دستورات به درستی وارد نشده‌اند و یا گام ۳ اجرا نشده‌است. خروجی نمایه‌های تولید شده به صورت شکل ۷ می‌باشد.



شکل ۷: نمایه‌های اتوماتیک

۳.۱.۲.۰ فراخوانی‌های متفاوت

برای فراخوانی کلمات باید از دستورهای زیر استفاده کرد.

۱. برای وارد کردن مفرد فارسی واژه در متن از دستور $\text{\gls{labelname}}$ و برای وارد کردن جمع فارسی واژه در متن از دستور $\text{\glspl{labelname}}$ استفاده می‌شود. با این دستورات زمانی که عبارت برای اولین بار در متن ظاهر می‌شود پاورقی می‌خورد (نمادها پاورقی نمی‌خورند). علاوه بر آن، واژه مورد نظر در نمایه (واژه‌نامه، فهرست اختصارات یا فهرست نمادها) قرار می‌گیرد.

۲. اگر برای وارد کردن مفرد فارسی واژه‌ای از دستور $\text{\gls*{labelname}}$ یا برای وارد کردن جمع فارسی واژه‌ای از دستور $\text{\glspl*{labelname}}$ استفاده کنید، آن واژه برای اولین بار که در متن ظاهر شود پاورقی نمی‌خورد، اما در واژه‌نامه‌ها قرار می‌گیرد. به عنوان مثال اگر عبارتی در توضیحات مربوط به شکل‌ها یا جدول‌ها باشد، برای اولین بار در فهرست مربوط به شکل‌ها یا جداول ظاهر می‌شوند و اگر برای این واژه‌ها از دستورات \gls و \glspl استفاده شود، در آن صفحه فهرست پاورقی می‌خورند که مطلوب نیست. بنابراین برای کلماتی که در توضیحات شکل، الگوریتم و یا جدول می‌آیند باید از $\text{\gls*{labelname}}$ استفاده شود.

۳. اگر برای وارد کردن مفرد فارسی واژه‌ای از دستور \glsentrytext یا برای وارد کردن جمع فارسی واژه‌ای از دستور \glsentryplural استفاده شود، آن واژه برای اولین بار که در متن ظاهر شود پاورقی

نمی‌خورد و در واژه‌نامه‌ها نیز قرار نمی‌گیرد.

۴. اگر از دستور `\glsuse` استفاده کنید، واژه و یا اختصار در متن نمی‌آید اما در واژه‌نامه و یا فهرست اختصارات وارد می‌شود.

۴.۱.۲.۰ مثال

برای وارد کردن جمع یک واژه باید از دستور `\glspl` استفاده نمود. مثل واژه متغیرهای تصادفی^۱ که برای وارد کردن واژه از دستور

```
\glspl{rv}
```

استفاده شده است. ضمناً در اولین استفاده از این واژه، معادل انگلیسی آن نیز پاورقی خورده است. اگر این کلمه جز کلمات اختصاری بود، اختصار آن نیز در پرانتز نوشته می‌شد. در کلمات زیر از `\gls*` یا `\glspl*` استفاده شده است:

```
\begin{center}
\gls*{pred}, \gls*{ipss}, \glspl*{di}, \gls*{md}, \glspl*{krysub}.
\end{center}
```

پیش شرط‌سازی شده، IPSS، ابعاد، MD، زیرفضاهای کرایلف.

اکنون از `\gls` یا `\glspl` استفاده می‌کنیم:

```
\begin{center}
\gls{pred}, \gls{ipss}, \glspl{di}, \gls{md}, \glspl{krysub}.
\end{center}
```

پیش شرط‌سازی شده، روش PSS ناقص^۲ (IPSS)، ابعاد^۳، الگوریتم مینیمم درجه^۴ (MD)، زیرفضاهای کرایلف^۵.

همانگونه که مشاهده می‌شود، چون برای اولین بار است که از `\gls` یا `\glspl` استفاده می‌شود، همه کلمات پانویس می‌خورند. بعلاوه حالت مخفف نمادهای اختصاری در اولین مرتبه درون پرانتز نوشته می‌شوند و در استفاده‌های بعدی فقط همین حالت مخفف نوشته می‌شود. مجدداً از `\gls` یا `\glspl` استفاده می‌کنیم:

```
\begin{center}
\gls{pred}, \gls{ipss}, \gls{di}, \gls{md}, \glspl{krysub}.
\end{center}
```

پیش شرط‌سازی شده، IPSS، بعد، MD، زیرفضاهای کرایلف.

از این به بعد، این کلمات فقط به این صورت در متن ظاهر می‌شوند.

¹Random Variable

²Inexact PSS

³Dimension

⁴Minimum-degree algorithm

⁵Krylov Subspace

ورودی: در اینجا به برخی از نمادهای اختصاری مانند $\backslash\mathrm{gls}\{\mathrm{kron}\}$ و $\backslash\mathrm{gls}\{\mathrm{norm}\}$ اشاره می‌کنیم.
خروجی: در اینجا به برخی از نمادهای اختصاری مانند حاصل ضرب کرونکر و نرم طیفی اشاره می‌کنیم.
 پس از عبارت بالا حاصل ضرب کرونکر و نرم طیفی در نمادهای اختصاری قرار می‌گیرند.
ورودی: $\backslash\mathrm{gls}\{\mathrm{null}\}$ ماتریس A را با $\mathrm{null}(A)$ نشان می‌دهیم و به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

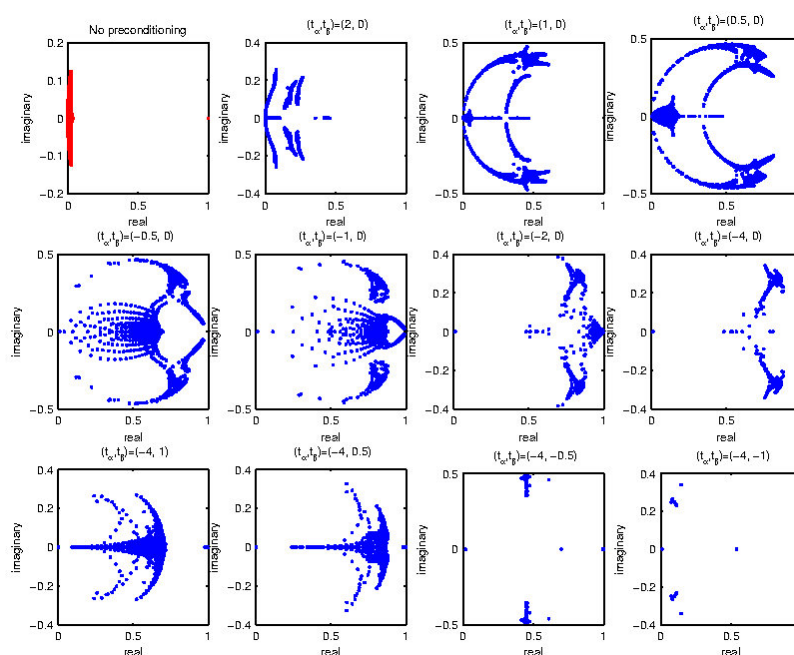
$$\mathrm{null}(A) = \{x \in \mathbb{C}^n : Ax = 0\}.$$

خروجی: فضای پوچ ماتریس A را با $\mathrm{null}(A)$ نشان می‌دهیم و به صورت زیر تعریف می‌کنیم:
 در مورد بالا “فضای پوچ” با استفاده از دستور “ $\backslash\mathrm{gls}\{\mathrm{null}\}$ ” نوشته شده است.

ورودی: $\backslash\mathrm{gls}\{\mathrm{psd}\}$ مسائلی هستند که در علوم مختلف دارای کاربردهای زیادی می‌باشند. ماتریس ضرایب این مسائل یک ماتریس $\backslash\mathrm{gls}\{\mathrm{psd}\}$ می‌باشد.

خروجی: مسائل نقطه زینی مسائلی هستند که در علوم مختلف دارای کاربردهای زیادی می‌باشند. ماتریس ضرایب این مسائل یک ماتریس نیمه معین مثبت^۱ (PSD) می‌باشد.

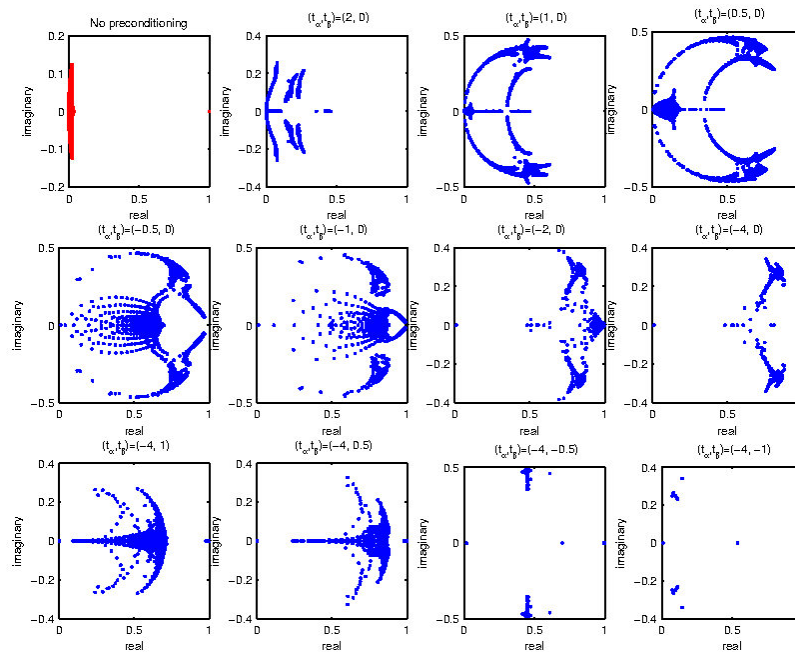
چون psd در بین اختصارات قرار دارد و اینجا برای اولین بار وارد متن می‌شود، حالت اختصار آن در پراوتز قرار می‌گیرد و شکل باز شده انگلیسی در پاورقی ظاهر می‌شود. به ازای شبکه 32×32 و مقادیر متفاوت t_β و t_α ، توزیع مقادیر ویژه \mathcal{P}_{SEPSS}^{-1} در شکل‌های ۸ و ۹ نمایش داده شده است. در شکل ۸



شکل ۸: توزیع مقادیر ویژه ماتریس پیش شرط‌سازی شده \mathcal{P}_{SEPSS}^{-1}

فهرست شکل‌ها، کلمه پیش شرط‌سازی شده به دلیل استفاده از دستور $\backslash\mathrm{gls}\{*\}$ پاورقی نمی‌خورد. اما در شکل ۹ در فهرست شکل‌ها، کلمه “پیش شرط‌سازی شده” به دلیل استفاده از دستور $\backslash\mathrm{gls}$ پاورقی می‌خورد. (فهرست شکل‌ها را ببینید)

¹Positive Semi Definite



شکل ۹: توزیع مقادیر ویژه ماتریس پیش شرط سازی شده $P_{SEPPS}^{-1}A$.

تا زمانی که واژه و یا اختصاری را در متن با دستورات \gls (یا دیگر دستورات در ۳.۱.۲.۰) وارد نشود، واژه نه در متن ظاهر می شود و نه در واژه نامه ها قرار می گیرد.

۲.۲.۰ نمایه‌های دستی

برای تولید نمایه‌ها می‌توان کلمات را مستقیماً در یک فایل وارد کرد و در صفحه نمایه قرار داد. اما اگر نمایه‌ها از این طریق ساخته شوند، برای اولین بار که در متن قرار می‌گیرند، پانویس نمی‌خورند و شماره صفحاتی هم که در آن صفحات قرار گرفته‌اند، مشخص نمی‌شود. همچنین مرتب‌سازی بر حسب حروف الفبا نیز باید به صورت دستی انجام شود.

برای ساختن واژه‌نامه فارسی به انگلیسی فایل `dic-fa2en_handle.tex` را باز کنید و کلمات را به صورت

`\fagloss{english}{persian}`

وارد کنید. دستور `\fahd{first}` نیز حرف اول فارسی واژه را وارد می‌کند.

برای ساختن واژه‌نامه انگلیسی به فارسی فایل `dic-en2fa_handle.tex` را باز کنید و کلمات را به صورت

`\engloss{english}{persian}`

وارد کنید. دستور `\enhd{first}` نیز حرف اول انگلیسی واژه را وارد می‌کند.

برای وارد کردن نمادهای اختصاری فایل `Nemadha_handle` را باز کنید و واژه‌ها را توسط دستور

`\gloss{nemad}{explanation}`

وارد کنید.

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی	فهرست نمادهای اختصاری
A Asymptotically stable پایدار محاسمی B Boundary مرز C Connected همبسته Control law کنترلگر Conver hull پوسته‌ی همگرایی E Equilibrium point نقطه‌ی تعادل Estimate of the region of attraction تخمین از ناحیه‌ی جاذبه‌یابی G Gain بهره Globally asymptotically stable پایدار محاسمی سراسری Globally Lipschitz لایپشیتز سراسری Global stabilisation پایدارسازی سراسری I Invariant set مجموعه‌ی پایا K Kronecker product حاصل‌ضرب کرونکر L Locally Lipschitz لایپشیتز محلی Lyapunov function تابع لیاپانوف	A Asymptotically stable پایدار محاسمی B Boundary مرز C Connected همبسته Control law کنترلگر Conver hull پوسته‌ی همگرایی E Equilibrium point نقطه‌ی تعادل Estimate of the region of attraction تخمین از ناحیه‌ی جاذبه‌یابی G Gain بهره Globally asymptotically stable پایدار محاسمی سراسری Globally Lipschitz لایپشیتز سراسری Global stabilisation پایدارسازی سراسری I Invariant set مجموعه‌ی پایا K Kronecker product حاصل‌ضرب کرونکر L Locally Lipschitz لایپشیتز محلی Lyapunov function تابع لیاپانوف	ج حاصل‌ضرب کرونکر ماتریس‌های A و B $A \otimes B$ ع عدد حالت ماتریس A ، وابسته به نرم طیفی $\sigma_{\max}(A)$ ف فشاری جابجایی A $\sigma(A)$ فشاری جابجایی 10 پدلی 10^{σ} فشاری جابجایی 10 پدلی 10^{σ} فشاری ماتریس‌های 10×10 پدلی $10^{10 \times 10}$ ی لایپشیتز سراسری R لایپشیتز محلی R ز مجموعه‌ی اعداد حقیقی دشمنی $R \geq 0$ مجموعه‌ی اعداد حقیقی R مجموعه‌ی اعداد حقیقی C مجموعه‌ی اعداد حقیقی مثبت $R > 0$ مجموعه‌ی همه‌ی چندضلعی‌ها یا مربع‌های حقیقی از قطر R R مجموعه‌ی از مجموع مربعات چندضلعی‌ها بر حسب قطر R $\sum R$ ن نرم طیفی ماتریس A $\ A\ _2$

شکل ۱۰: نمایه‌های دستی

۱.۲.۲.۰ نمونه‌های ورودی و خروجی واژه‌ها

واژه‌ها به صورت زیر وارد می‌شوند:

$\backslash\text{fahd}\{\text{م}\}$
 $\backslash\text{fagloss}\{\text{saddle point problem}\}\{\text{مساله نقطه زینی}\}$
 $\backslash\text{fagloss}\{\text{Hermitian Positive Definite and Skew-Hermitian Splitting}\}\{\text{شکافت معین مثبت}\}$
 $\{\text{هرمیتی و پاد هرمیتی}\}$
 $\backslash\text{enhd}\{\text{S}\}$
 $\backslash\text{engloss}\{\text{saddle point problem}\}\{\text{مساله نقطه زینی}\}$
 $\backslash\text{engloss}\{\text{Hermitian Positive Definite and Skew-Hermitian Splitting}\}\{\text{شکافت معین مثبت}\}$
 $\{\text{هرمیتی و پاد هرمیتی}\}$
 $\backslash\text{fahd}\{\text{ح}\}$
 $\backslash\text{gloss}\{\text{\$A}\otimes\text{\$B}\}\{\text{\$A\$ و \$B\$ حاصل ضرب کرونکر ماتریس‌های}\}$
 که خروجی آنها به صورت زیر است:

م

saddle point problem مساله نقطه زینی

ش

Hermitian Positive Definite and Skew-Hermitian . شکافت معین مثبت هرمیتی و پادهرمیتی
Splitting

S

saddle point problem مساله نقطه زینی

H

Hermitian Positive Definite and Skew-Hermitian Splitting و شکافت معین مثبت هرمیتی و پادهرمیتی

ح

$A \otimes B$ حاصل ضرب کرونکر ماتریس‌های A و B

۳.۰ فراخوانی یک کد متلب (mfile)

با استفاده از بسته lstlisting و توسط دستور زیر یک کد متلب به نام solve را از پوشه resources فراخوانی می‌کنیم:

```
\begin{latin}
\lstinputlisting[style=matlabstyle]{resources/solve.m}
\end{latin}
```

```
1 function y=solveSEPSS(B,LNp,UNp,pNp,LCpbet,UCpbet,pCpb,x,semi)
2 % Summary of this function goes here
3 % y=inv(SEPSS)x; y=[y1;y2]; x=[x1;x2]
4 m1=size(B,2);
5 x1=x(1:m1,1);x2=x(m1+1:end);
6 if semi==1
7     s2(pCpb,:)=UCpbet\ (LCpbet\ (x2(pCpb)));
8 else
9     s2=gmres(LCpbet*UCpbet,x2);
10 end
11 s1=x1-B'*s2;
12 y1(pNp,:)=UNp\ (LNp\ (s1(pNp)));
13 t2=x2+B*y1;
14 y2(pCpb,:)=UCpbet\ (LCpbet\ (t2(pCpb)));
15 y=[y1;y2];
16 end
```

۴.۰ نمونه محیط‌های ریاضی

مواردی که می‌توانید در این قالب استفاده کنید:

```
\begin{theorem}
This is a theorem
\end{theorem}
\begin{proof}
This is a proof.
\end{proof}
\begin{remark}
remark...
\end{remark}
\begin{lemma}
lemma...
\end{lemma}
\begin{example}
example...
\end{example}
```

قضیه ۱.۰. ۱۲۳۴۵ *This is a theorem*

□

برهان ۱۲۳۴۵. This is a proof.

تبصره ۲.۰. remark...

لم ۳.۰. lemma...

مثال ۴.۰. example...

نتیجه ۵.۰. ۱۲۳۴۵ *corollary...==*

گزاره ۶.۰. ۱۲۳۴۵ *proposition...*

نکته ۷.۰. ۱۲۳۴۵ note...

تعریف ۸.۰. definition...

لم ۹.۰. lemma...

حدس ۱۰.۰. conjecture...

به غیر از این موارد باید خودتان آن را تعریف کنید.

۵.۰ فهرست منابع و ارجاع به آنها

به دو صورت می‌توان مراجع را تولید کرد: با استفاده از Bibtex و بدون استفاده از Bibtex. اکیدا تولید فهرست منابع با استفاده از Bibtex توصیه می‌شود.

۱.۵.۰ نحوه تولید فهرست منابع با استفاده از Bibtex

در این پایان نامه کفایت فرمت bibtex منابع خود را از گوگل اسکولار گرفته و در فایل

MyBibReferences.bib

جایگذاری کنید و با دستور

```
\cite{biblabel}
```

آنها را فراخوانی کنید. biblabel نام برجسب مرجع مورد نظر است. به طور مثال برجسب مرجعی که به صورت

```
@book{brezzi2012,
title={Mixed and hybrid finite element methods},
author={Brezzi, Franco and Fortin, Michel},
volume={15},
year={2012},
publisher={Springer Science \&Business Media}
}
```

در فایل bib قرار گرفته است، عبارت brezzi2012 می باشد و با دستور \cite{brezzi2012} می توان به این منبع ارجاع داد. برجسب مرجع

Listing 1: English reference

```
@article{benzi312009,
title={A generalization of the {Hermitian} and skew-{Hermitian}
splitting iteration},
author={Benzi, Michele},
journal={SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications},
volume={31},
number={2},
pages={360--374},
year={2009},
publisher={SIAM}
}
```

benzi۳۱۲۰۰۹ می باشد. برجسب مراجع باید منحصر به فرد باشند. برای مقالات برجسبی به صورت فامیل نویسنده+شماره مجله+سال می باشد و برای کتاب ها به صورت فامیل نویسنده+سال پیشنهاد می شود. در این صورت برجسب ها منحصر به فرد خواهند بود و به محض مشاهده هر منبع، برجسب آن منبع یادآوری می شود.

فیلدهای منابع فارسی و انگلیسی در فایل bib یکی هستند و تنها تفاوت آنها در

```
language={persian},
```

است که باید به منابع فارسی اضافه شود.

توجه داشته باشید هنگامی که از Bibtex برای تولید منابع استفاده می‌کنید، تا زمانی که به منبعی ارجاع ندهید آن منبع در قسمت منابع و مراجع شما ظاهر نمی‌شود. از این رو شما می‌توانید منابعی بیش از حد نیاز خود در فایل MyBibReferences.bib داشته باشید بدون اینکه در فهرست منابع شما ظاهر داشته باشند. پس از قرار دادن منابع در فایل bib، فهرست منابع توسط دستورهای

```
\bibliographystyle{acm-fa}
\bibliography{MyBibReferences}
```

پدید می‌آید. MyBibReferences نام فایلی است که پسوند آن bib است و منابع و مراجعی که از گوگل اسکولار گرفته‌اید (یا فیلدهای آن منبع را خود تکمیل نموده‌اید) در آن قرار دارد و acm-fa استایل مرتب شدن و نشان دادن منابع و مراجع شماست که یکی از استایل‌های زی‌پرشین است.

۱.۱.۵.۰ مزیت‌های این روش

۱. نیاز به بررسی هر منبعی در متن نمی‌باشد. هر منبع که در متن قرار گیرد در منابع قرار می‌گیرد و هر کدام حذف شود از منابع حذف می‌شود. (توجه داشته باشید که هر یک از منابع که برای اولین در متن قرار گیرد یک کپی از آن در فایلی با پسوند bbl و با نام اصلی فایل‌تان قرار می‌گیرد که باعث می‌شود این منبع در فهرست منابع نشان داده شود. حتی اگر آن منبع نیز حذف شود، آن منبع همچنان در فهرست منابع قرار خواهد داشت. لذا در نسخه نهایی متنتان یک بار باید فایل با پسوند bbl را پاک کنید تا دوباره ساخته شود و منابع اضافی موجود، از فهرست منابع حذف شوند.)

۲. همه منابع را می‌توان در عرض چند ثانیه به یک فرمت خاص (فقط با داشتن یک فایل با پسوند bst) مرتب نمود و لازم نیست که هر یک از منابع جداگانه و به صورت تک تک مرتب شوند. این مرتب‌سازی می‌تواند: به ترتیب ظاهر شدن منابع در متن باشد یا ترتیب حروف الفبایی نویسندگان. ایتالیک کردن قسمت‌های مختلف و یا قرار دادن پرانتز برای قسمت‌های خاص. اخیراً هر مجله‌ای یک فرمت با پسوند bst. برای خود در نظر گرفته است که منابع و مراجع خود را توسط آن مرتب می‌کند که می‌توان از آنها استفاده نمود. شکل خروجی منابع این متن، یکی از نمونه‌های از پیش تعریف شده در زی‌پرشین می‌باشد (acm-fa.bst). البته در این فرمت منابع فارسی در انتهای فهرست قرار می‌گیرد (برای قرار دادن مراجع و منابع فارسی در ابتدای آن، نیز می‌توان مطابق زیربخش ۲.۱.۵.۰ عمل نمود).

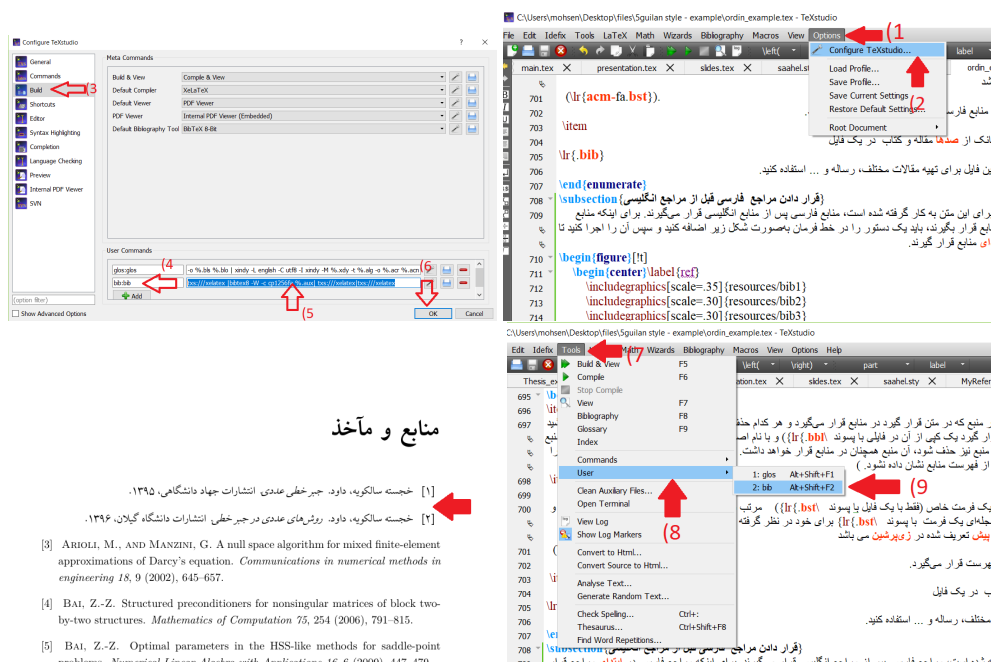
۳. شما می‌توانید یک بانک از صدها مقاله و کتاب در یک فایل bib داشته باشید که از این فایل برای تهیه مقالات مختلف، رساله و ... استفاده کنید. همچنین این فایل را می‌توانید به کسانی که مراجع آنها با مراجع شما اشتراک دارند، انتقال دهید.

۲.۱.۵.۰ قرار دادن مراجع فارسی قبل از مراجع انگلیسی

در فایل استایلی که برای این متن به کار گرفته شده است، منابع فارسی پس از منابع انگلیسی قرار می‌گیرند. برای اینکه منابع فارسی در ابتدای منابع قرار بگیرند، باید دستور

```
txs:///xelatex | bibtex8 -W -c cp1256fa %.aux | txs:///xelatex | txs:///xelatex
```

را در خط فرمان به صورت شکل ۱۱ اضافه کنید و سپس آن را اجرا کنید تا منابع فارسی در ابتدای منابع قرار گیرند (نیازی به نوشتن دستور بالا نیست. کافیت این دستور را از فایل پی دی اف این قسمت کپی کنید).



شکل ۱۱: قرار دادن منابع و مراجع فارسی در ابتدای منابع

۳.۱.۵.۰ نمونه‌هایی از مراجع

در ادامه نمونه‌های مختلفی از مراجع را ملاحظه می‌کنید:

[۳۵] یک مقاله فارسی چاپ شده در مجله،

[۳۱] یک کتاب فارسی،

[۳۳] یک مقاله کنفرانسی داخلی،

[۳۶] یک پایان‌نامه ارشد فارسی،

[۳۲] یک پایان‌نامه دکتری فارسی،

[۳۴] یک منبع اینترنتی فارسی (متفرقه)،

[۱] یک مقاله انگلیسی چاپی،

[۶] یک مقاله انگلیسی الکترونیکی،

[۱۵] یک کتاب انگلیسی،

[۲] یک مقاله کنفرانسی خارجی،

[۱۷] یک پایان‌نامه ارشد انگلیسی،

[۸] پایان‌نامه دکتری انگلیسی و

[۲۷] یک مقاله انگلیسی از یک مجموعه مقالات

است.

۴.۱.۵.۰ نکته مهم

مراجعی که توسط این روش در فهرست منابع قرار می‌گیرند، در فایلی با پسوند bbl ذخیره می‌شوند و تمام منابعی که در این فایل قرار دارند، در فهرست منابع نشان داده می‌شوند. لذا اگر منبعی از متن حذف شود، همچنان در فهرست منابع نشان داده می‌شود. بنابراین پس از تایپ کامل پایان‌نامه، یک بار فایلی را که دارای پسوند bbl است پاک کنید تا دوباره تولید شود و منابع اضافی که در فهرست منابع قرار گرفته‌اند، حذف شوند.

۲.۵.۰ نحوه تولید فهرست منابع بدون Bibtex

اگر مراجع بدون bibtex در مراجع قرار داده شوند، این برچسب‌ها با دستور \bibitem \ قرار داده می‌شوند. به عنوان مثال یک مرجع به صورت

`\bibitem{Bai1022005}`

Bai Z.-Z., Parlett B.N., Wang Z.-Q., On generalized successive overrelaxation methods for augmented linear systems, *Numerische Mathematik*, 102, (2005), 1–38.

در فهرست مراجع قرار می‌گیرد که عبارت `Bai۱۰۲۲۰۰۵` برچسب این مرجع می‌باشد. برای دیدن نحوه نوشتن منابع و مراجع فارسی و انگلیسی فایل `references.tex` را در قالب دانشگاه گیلان ببینید. قبل از همه منابع فارسی باید از دستور `\persian` و قبل از همه منابع انگلیسی دستور `\latin` استفاده کرد. همه منابع باید در بین دو دستور `\begin{thebibliography}{99}` و `\end{thebibliography}` قرار بگیرند.

Listing 2: References without bibtex

```
\begin{thebibliography}{99}
\persian

persian references

\latin
\bibitem{Bai1022005}
Bai Z.-Z., Parlett B.N., Wang Z.-Q., On generalized successive
overrelaxation methods for augmented linear systems,
\emph{Numerische Mathematik}, 102, 1 (2005), 1--38.
\bibitem{saad2003}
Saad Y. \emph{Iterative methods for sparse linear systems},
volume 82. SIAM, 2003.
\end{thebibliography}
```

پیش گفتار

حل یک دستگاه معادلات خطی به صورت

فصل ۱

پیش‌نیازها

در این بخش برخی از مفاهیم، تعاریف و قضایا که در فصل‌های آینده به آنها نیاز داریم بیان می‌کنیم.

۱.۱ تعاریف و قضایا

در این بخش ...

فصل ۲

نتایجی در روش‌های تکراری برای حل دستگاه معادلات خطی

۱.۲ مقدمه

دستگاه معادلات خطی

نتیجه گیری

در این رساله، ابتدا

منابع و مآخذ

- [1] AMINTOOSI, M., FATHY, M., AND MOZAYANI, N. Precise image registration with structural similarity error measurement applied to super-resolution. *EURASIP Journal on Applied Signal Processing 2009* (2009), 7 pages. Article ID 305479.
- [2] AMINTOOSI, M., FATHY, M., AND MOZAYANI, N. Regional varying image super-resolution. in *IEEE International Joint Conference on Computational Sciences and Optimization* (Sanya, China, April 23-26 2009), volume 1, pp. 913–917.
- [3] BAI, Z.-Z., AND BENZI, M. Regularized HSS iteration methods for saddle-point linear systems. *BIT Numerical Mathematics* 57, 2 (2017), 287–311.
- [4] BAI, Z.-Z., AND GOLUB, G. H. Accelerated Hermitian and skew-Hermitian splitting iteration methods for saddle-point problems. *IMA Journal of Numerical Analysis* 27, 1 (2007), 1–23.
- [5] BAI, Z.-Z., GOLUB, G. H., AND PAN, J.-Y. Preconditioned Hermitian and skew-Hermitian splitting methods for non-Hermitian positive semidefinite linear systems. *Numerische Mathematik* 98, 1 (2004), 1–32.
- [6] BAKER, S., AND KANADE, T. Limits on super-resolution and how to break them. *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.* 24, 9 (2002), 1167–1183.
- [7] BENZI, M., AND GOLUB, G. H. A preconditioner for generalized saddle point problems. *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications* 26, 1 (2004), 20–41.
- [8] BORMAN, S. *Topics in Multiframe Superresolution Restoration*. Ph.D. thesis, University of Notre Dame, Notre Dame, IN, May 2004.
- [9] CAO, Y. Regularized DPSS preconditioners for non-Hermitian saddle point problems. *Applied Mathematics Letters* 84 (2018), 96–102.

- [10] CAO, Y., DU, J., AND NIU, Q. Shift-splitting preconditioners for saddle point problems. *Journal of Computational and Applied Mathematics* 272 (2014), 239–250.
- [11] CAO, Y., LI, S., AND YAO, L.-Q. A class of generalized shift-splitting preconditioners for nonsymmetric saddle point problems. *Applied Mathematics Letters* 49 (2015), 20–27.
- [12] CAO, Y., AND MIAO, S.-X. On semi-convergence of the generalized shift-splitting iteration method for singular nonsymmetric saddle point problems. *Computers & Mathematics with Applications* 71, 7 (2016), 1503–1511.
- [13] CHAO, Z., CHEN, G., AND GUO, Y. On the semi-convergence of regularized HSS iteration methods for singular saddle point problems. *Computers & Mathematics with Applications* 76, 2 (2018), 438–450.
- [14] CHEN, C.-R., AND MA, C.-F. A generalized shift-splitting preconditioner for singular saddle point problems. *Applied Mathematics and Computation* 269 (2015), 947–955.
- [15] GONZALEZ, R. C., AND WOODS, R. E. *Digital Image Processing*, 3rd ed. . Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA, 2006.
- [16] HUANG, Z.-G., WANG, L.-G., XU, Z., AND CUI, J.-J. A generalized variant of the deteriorated PSS preconditioner for nonsymmetric saddle point problems. *Numerical Algorithms* 75, 4 (2017), 1161–1191.
- [17] KHALIGHI, V. Category theory. Master’s thesis, Sydney Univ., April 2007.
- [18] LIANG, Z.-Z., AND ZHANG, G.-F. Semi-convergence analysis of preconditioned deteriorated PSS iteration method for singular saddle point problems. *Numerical Algorithms* 78, 2 (2018), 379–404.
- [19] PAN, J.-Y., NG, M. K., AND BAI, Z.-Z. New preconditioners for saddle point problems. *Applied Mathematics and Computation* 172, 2 (2006), 762–771.
- [20] REN, Z.-R., CAO, Y., AND NIU, Q. Spectral analysis of the generalized shift-splitting preconditioned saddle point problem. *Journal of Computational and Applied Mathematics* 311 (2017), 539–550.
- [21] SALKUYEH, D. K., MASOUDI, M., AND HEZARI, D. On the generalized shift-splitting preconditioner for saddle point problems. *Applied Mathematics Letters* 48 (2015), 55–61.

- [22] SALKUYEH, D. K., MASOUDI, M., AND HEZARI, D. A preconditioner based on the shift-splitting method for generalized saddle point problems. in *46th Annual Iranian Mathematics Conference* (Yazd, Iran, Aug. 2015), volume 1, Yazd University, pp. 1061–1064.
- [23] SALKUYEH, D. K., AND RAHIMIAN, M. A modification of the generalized shift-splitting method for singular saddle point problems. *Computers & Mathematics with Applications* 74, 12 (2017), 2940–2949.
- [24] SHEN, Q.-Q., AND SHI, Q. Generalized shift-splitting preconditioners for nonsingular and singular generalized saddle point problems. *Computers & Mathematics with Applications* 72, 3 (2016), 632–641.
- [25] SHEN, S.-Q. A note on PSS preconditioners for generalized saddle point problems. *Applied Mathematics and Computation* 237 (2014), 723–729.
- [26] SHI, Q., SHEN, Q.-Q., AND YAO, L.-Q. Eigenvalue bounds of the shift-splitting preconditioned singular nonsymmetric saddle-point matrices. *Journal of Inequalities and Applications* 269 (2015), 947–955.
- [27] SHOKOOHI, F., ed. . *Proceedings of the Xth Conference on XYZ* (October 2006).
- [28] SIMONCINI, V., AND BENZI, M. Spectral properties of the Hermitian and skew-Hermitian splitting preconditioner for saddle point problems. *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications* 26, 2 (2004), 377–389.
- [29] WANG, R.-R., NIU, Q., MA, F., AND LU, L.-Z. Spectral properties of a class of matrix splitting preconditioners for saddle point problems. *Journal of Computational and Applied Mathematics* 298 (2016), 138–151.
- [30] ZHENG, Q., AND LU, L. Extended shift-splitting preconditioners for saddle point problems. *Journal of Computational and Applied Mathematics* 313 (2017), 70–81.
- [۳۱] استالینگ، ویلیام. اصول طراحی و ویژگیهای داخلی سیستمهای عامل، ویرایش سوم. ترجمه‌ی صدیقی مشکنانی، محسن، و پدرام، حسین، ویراستار برنجکوب، محمود. نشر شیخ بهایی، اصفهان، بهار ۱۳۸۰.
- [۳۲] امیدعلی، مهدی. تابع هیلبرت. پایان‌نامه دکترا، دانشکده ریاضی، دانشگاه امیرکبیر، تیر ۱۳۸۲.
- [۳۳] امین‌طوسی، محمود، مزینی، ناصر، و فتحی، محمود. افزایش وضوح ناحیه‌ای. در چهاردهمین کنفرانس ملی سالانه انجمن کامپیوتر ایران (تهران، ایران، اسفند ۱۳۸۷)، دانشگاه امیرکبیر، صفحات ۱۰۸–۱۰۱.

- [۳۴] خلیقی، وفا. زی‌پرشین (Xe_ΛPersian): بسته فارسی برای حروف‌چینی در L^AT_EX2e، ۱۳۸۷.
- [۳۵] واحدی، مصطفی. موضوعی جدید در هندسه محاسباتی. مجله فارسی نمونه ۱، ۲ (آبان ۱۳۸۷)، ۲۲-۳۰.
- [۳۶] پورموسی، امیرمسعود. یک موضوع فیزیک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی شریف، مرداد ۱۳۸۸. (در حال انجام).

پیوست الف

نمونه الگوریتم‌ها و جداول مختلف

چند نمونه الگوریتم:

الگوریتم الف ۱. الگوریتم روش GMRES(m) با پیش شرط‌ساز راست

(۱) قرار دهید $r_0 = b - Ax_0$ و $\beta = \|r_0\|_2$ و $v_1 = r_0/\beta$

(۲) برای $j = 1, 2, \dots, m$ ، روند زیر را تکرار کنید:

(آ) قرار دهید $z_j = M^{-1}v_j$

(ب) قرار دهید $w := Az_j$

(ج) به ازای $j, 1, 2, \dots, m$ ، روند زیر را تکرار کنید:

• قرار دهید $h_{ij} = (w, v_i)$

• قرار دهید $w := w - h_{ij}v_i$

(د) $h_{j+1,j} = \|w\|_2$ و $v_{j+1} = w/h_{j+1,j}$ محاسبه کنید.

(۳) تعریف کنید $Z_m = [z_1, \dots, z_m]$ و $\bar{H}_m = \{h_{ij}\}_{1 \leq i \leq j+1, 1 \leq j \leq m}$

(۴) $y_m = \operatorname{argmin}_y \|\beta e_1 - \bar{H}_m y\|_2$ و $x_m = x_0 + Z_m y_m$ را محاسبه کنید.

(۵) اگر جواب تقریبی محاسبه شده در شرط توقف صدق می‌کند، متوقف شوید و در غیر این صورت قرار دهید $x_0 = x_m$ و به گام ۱ بروید.

Algorithm 3 IEPSS method

1. Choose an initial guess \mathbf{u}^0
 2. For $k = 0, 1, 2, \dots$, until convergence, Do
 - 2.i. Compute $\mathbf{r}^k = \mathbf{b} - \mathbf{A}\mathbf{u}^k$
 - 2.ii. Solve $(\Sigma + \hat{\mathcal{P}})\mathbf{z}^k = \mathbf{r}^k$ by a Krylov subspace method to compute the approximate solution $\bar{\mathbf{z}}^k$ satisfying $\|\mathbf{r}^k - (\Sigma + \hat{\mathcal{P}})\bar{\mathbf{z}}^k\| \leq \epsilon_k \|\mathbf{r}^k\|$, where ϵ_k is a given tolerance
 - 2.iii. $\mathbf{u}^{k+\frac{1}{2}} := \mathbf{u}^k + \bar{\mathbf{z}}^k$
 - 2.iv. Compute $\mathbf{r}^{k+\frac{1}{2}} = \mathbf{b} - \mathbf{A}\mathbf{u}^{k+\frac{1}{2}}$
 - 2.v. Solve $(\Sigma + \mathcal{S})\mathbf{z}^{k+\frac{1}{2}} = \mathbf{r}^{k+\frac{1}{2}}$ by a Krylov subspace method to compute the approximate solution $\bar{\mathbf{z}}^{k+\frac{1}{2}}$ satisfying $\|\mathbf{r}^{k+\frac{1}{2}} - (\Sigma + \mathcal{S})\bar{\mathbf{z}}^{k+\frac{1}{2}}\| \leq \eta_k \|\mathbf{r}^{k+\frac{1}{2}}\|$, where η_k is a given tolerance
 - 2.vi. $\mathbf{u}^{k+1} := \mathbf{u}^k + \bar{\mathbf{z}}^{k+\frac{1}{2}}$
-

به هر یک از گاهای بالا می‌توان ارجاع داد. به طور مثال در اینجا به گام ۲ ارجاع می‌دهیم.

Algorithm 4 Computation $y = x^n$.

Require: $n \geq 0$

Ensure: $y = x^n$

```

 $y \leftarrow 1$ 
 $X \leftarrow x$ 
 $N \leftarrow n$ 
while  $N \neq 0$  do
  if  $N$  is even then
     $X \leftarrow X \times X$ 
     $N \leftarrow N/2$ 
  else  $\{N \text{ is odd}\}$ 
     $y \leftarrow y \times X$ 
     $N \leftarrow N - 1$ 
  end if
end while

```

الگوریتم الف ۵. الگوریتم هم‌رنگ‌سازی چندباند.

ورودی: تصاویر A و B .خروجی: تصویر S حاصل از نیمه‌ی سمت چپ A و نیمه‌ی سمت راست B ۱: هر مهای لاپلاسین LA, LB از تصاویر A, B ساخته می‌شوند.۲: هرم لاپلاسین سومی به نام LS با کپی کردن نیمه‌های سمت چپ LA و سمت راست LB ساخته۳: تصویر نهایی S با گسترش هر سطح هرم LS و جمع آن با سطح بعدی حاصل خواهد شد.۴: اگر $\text{mod}(a, 2) == 0$ آنگاه۵: چاپ کن a زوج است.

۶: درغیراینصورت

۷: چاپ کن a فرد است.

۸: پایان اگر.

الف ۱. نمونه جدول

در ادامه نمونه‌های مختلفی را از جدول‌های مختلف می‌بینید.

جدول الف ۱: مشخصات ماتریس‌های A و B به ازای شبکه‌های مختلف.

Gride	مسأله جریان درون کانال				مسأله حفرة با درپوش متحرک و مسأله برخورد جریان			
	n	m	$nnz(A)$	$nnz(B)$	n	m	$nnz(A)$	$nnz(B)$
16×16	578	192	6,698	2,084	578	190	6,178	1,967
32×32	2178	768	29,546	10,142	2,178	766	28,418	9,868
64×64	8,450	3,072	124,550	45,062	8,450	3,070	122,206	44,516
128×128	33,282	12,288	511,152	192,174	33,282	12,286	506,376	191,084
256×256	132,098	49,152	207,0764	791,738	132,098	49,150	206,1140	789,560

جدول الف ۲: مشخصات کلی ماتریس‌های A, B و C برای آزمون‌ها.

	Grid or Pixel	n	m	$nnz(A)$	$nnz(B)$	$nnz(C)$	$cond(A)$
Example 1	32×32	2178	1022	16818	7682	3064	9.88e+03
	64×64	8450	4094	70450	31746	12280	8.62e+04
	128×128	33282	16382	288306	129026	49144	1.38e+06
	256×256	132098	65534	1166386	520194	196600	2.20e+07
Example 2	32×32	2178	1022	16818	7682	3064	1.40e+06
	64×64	8450	4094	70450	31746	12280	2.21e+07
	128×128	33282	16382	288306	129026	49144	3.52e+08
	256×256	132098	65534	1166386	520194	196600	5.62e+09
Example 3	256×256	65536	65536	65536	5966336	196096	8.77e+06
	480×640	307200	307200	307200	29395200	920320	8.77e+06

تغییر اندازه جدول با تغییر عدد $\backslash\text{scalebox}\{0/79\}$ به $\backslash\text{scalebox}\{0/5\}$.

جدول الف ۳: مشخصات کلی ماتریس‌های A ، B و C برای آزمون‌ها.

	Grid or Pixel	n	m	$nnz(A)$	$nnz(B)$	$nnz(C)$	$cond(A)$
Example 1	32×32	2178	1022	16818	7682	3064	9.88e+03
	64×64	8450	4094	70450	31746	12280	8.62e+04
	128×128	33282	16382	288306	129026	49144	1.38e+06
	256×256	132098	65534	1166386	520194	196600	2.20e+07
Example 2	32×32	2178	1022	16818	7682	3064	1.40e+06
	64×64	8450	4094	70450	31746	12280	2.21e+07
	128×128	33282	16382	288306	129026	49144	3.52e+08
	256×256	132098	65534	1166386	520194	196600	5.62e+09
Example 3	256×256	65536	65536	65536	5966336	196096	8.77e+06
	480×640	307200	307200	307200	29395200	920320	8.77e+06

جدول الف ۴: شمع طیفی و مقدار پارامتر پیشنهادی .

n	$\Sigma = \alpha Q_j$	Q_1				Q_2				Q_3			
	P_i	P_1	P_2	P_3	P_4	P_1	P_2	P_3	P_4	P_1	P_2	P_3	P_4
400	α_*	21.3270	26.8701	21.2969	363.9214	0.8525	1.0000	0.8530	1.5236	0.9868	1.1724	1.0000	1.1766
	$\rho(G(\alpha_*))$	0.8889	0.9109	0.8905	0.9931	0.2819	0.3732	0.2817	0.5224	0.0816	0.2817	0.0030	0.0866
800	α_*	30.1292	37.9737	30.0820	726.1630	0.8527	1.0000	0.8530	1.5228	0.9864	1.1724	1.0000	1.1785
	$\rho(G(\alpha_*))$	0.9201	0.9361	0.9214	0.9966	0.2818	0.3732	0.2817	0.5222	0.0828	0.2817	0.0015	0.0847
1600	α_*	42.5868	53.6843	42.5167	1450.6479	0.8529	1.0000	0.8530	1.5224	0.9862	1.1724	1.0000	1.1795
	$\rho(G(\alpha_*))$	0.9428	0.9544	0.9438	0.9983	0.2817	0.3732	0.2817	0.5221	0.0833	0.2817	0.0008	0.0837
3200	α_*	60.2109	75.9078	60.1095	2899.6183	0.8529	1.0000	0.8530	1.5222	0.9861	1.1724	1.0000	1.1800
	$\rho(G(\alpha_*))$	0.9592	0.9675	0.9599	0.9991	0.2817	0.3732	0.2817	0.5220	0.0836	0.2817	0.0004	0.0832
6400	$\alpha_*^{(i,j)}$	85.1399	107.3406	84.9948	5797.5595	0.8529	1.0000	0.8530	1.5221	0.9861	1.1724	1.0000	1.1802
	$\rho(G(\alpha_*))$	0.9710	0.9769	0.9715	0.9996	0.2817	0.3732	0.2817	0.5220	0.0838	0.2817	0.0002	0.0830

جدول الف ۵: تکرار و زمان محاسبه برای روش IEPSS.

		$\Sigma = \alpha Q_j$				Q_1				Q_2				Q_3				
n		P_i	P_1	P_2	P_3	P_4	P_1	P_2	P_3	P_4	P_1	P_2	P_3	P_4	P_1	P_2	P_3	P_4
400	CPU	0.20	0.20	0.11	0.12	0.37	0.08	0.03	0.04	0.06	0.05	0.04	0.02	0.06	0.05	0.04	0.02	0.06
	IT	113	113	104	128	1076	9	9	8	13	6	8	4	7	6	8	4	7
800	CPU	0.15	0.15	0.11	0.12	0.61	0.06	0.09	0.13	0.08	0.07	0.05	0.02	0.15	0.07	0.05	0.02	0.15
	IT	159	159	147	182	1850	8	10	8	12	6	8	3	7	6	8	3	7
1600	CPU	0.43	0.43	0.18	0.20	2.18	0.10	0.08	0.12	0.14	0.12	0.14	0.04	0.37	0.12	0.14	0.04	0.37
	IT	223	223	206	257	3098	8	10	7	11	6	8	3	7	6	8	3	7
3200	CPU	1.69	1.69	0.48	1.39	5.06	1.04	0.39	0.42	1.26	0.47	0.38	0.25	2.30	0.47	0.38	0.25	2.30
	IT	314	314	291	362	4993	8	9	7	11	6	8	3	7	6	8	3	7
6400	CPU	3.53	3.53	1.56	3.05	11.59	2.18	1.91	1.24	2.65	1.67	1.03	0.84	6.13	1.67	1.03	0.84	6.13
	IT	442	442	413	511	7586	8	8	7	11	6	8	3	7	6	8	3	7
400	CPU	0.22	0.22	0.07	0.07	0.05	0.06	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.02	0.05	0.04	0.04	0.02	0.05
	IT	40	40	39	37	77	7	9	7	8	6	8	4	5	6	8	4	5
800	CPU	0.11	0.11	0.06	0.08	0.08	0.07	0.04	0.06	0.06	0.08	0.06	0.04	0.14	0.08	0.06	0.04	0.14
	IT	58	58	55	40	99	8	9	7	8	7	8	4	5	7	8	4	5
1600	CPU	0.22	0.22	0.08	0.12	0.11	0.09	0.07	0.10	0.09	0.13	0.08	0.09	0.35	0.13	0.08	0.09	0.35
	IT	80	80	59	57	143	8	9	7	7	7	8	5	5	7	8	5	5
3200	CPU	1.33	1.33	0.40	0.51	0.34	0.33	0.31	0.47	0.37	0.50	0.38	0.49	1.26	0.50	0.38	0.49	1.26
	IT	94	94	70	73	205	9	10	7	7	8	11	5	5	8	11	5	5
6400	CPU	3.72	3.72	0.41	0.93	0.70	1.55	1.37	0.98	0.72	1.21	0.97	2.01	4.29	1.21	0.97	2.01	4.29
	IT	129	129	73	73	280	8	12	7	6	10	13	5	5	10	13	5	5

سطرهای جدول را می‌توانید رنگی کنید. البته این جدول هنگام ارائه مناسب است تا اینکه در پایان نامه قرار گیرد

`\taburowcolors[4]5{blue!40..yellow!80}`

این دستور رنگ آبی ۴۰ را با رنگ زرد ۸۰ به ۵ قسمت تقسیم می‌کند و آن را از سطر چهارم جدول به بعد به کار می‌گیرد. (در ابتدای جدول سطرهایی وجود دارند که دیده نمی‌شوند.)

جدول الف. ۶: مشخصات ماتریس‌های A و B به ازای شبکه‌های مختلف.

Gride	مسئله جریان درون کانال				مسئله حفزه با درپوش متحرک و مسئله برخورد جریان			
	n	m	$nnz(A)$	$nnz(B)$	n	m	$nnz(A)$	$nnz(B)$
16×16	578	192	6,698	2,084	578	190	6,178	1,967
32×32	2178	768	29,546	10,142	2,178	766	28,418	9,868
64×64	8,450	3,072	124,550	45,062	8,450	3,070	122,206	44,516
128×128	33,282	12,288	511,152	192,174	33,282	12,286	506,376	191,084
256×256	132,098	49,152	207,0764	791,738	132,098	49,150	206,1140	789,560

`\taburowcolors[6]3{white!100..blue!10}`

رنگ ۱۰۰ سفید تا رنگ ۱۰ آبی به سه قسمت تقسیم می‌شود و از سطر ۶ به بعد مورد استفاده قرار می‌گیرد. نمونه جداول دیگر

جدول الف. ۷: نتایج عددی برای مسئله جریان درون کانال با شبکه $2^r \times 2^r$.

r	Preconditioner	$\alpha = 10^{-4}$		$\alpha = 10^{-2}$		$\alpha = 1$		$\alpha = 10^2$	
		IT	CPU	IT	CPU	IT	CPU	IT	CPU
4	\mathcal{P}_{HSS}	5	0.05	6	0.06	7	0.07	17	0.21
	\mathcal{P}_{RHSS}	3	0.02	3	0.03	3	0.02	4	0.03
	\mathcal{P}_{REHSS}	3	0.02	3	0.02	3	0.02	3	0.02
	\mathcal{P}_{HSS}	9	0.48	10	0.5	13	0.72	47	2.84
5	\mathcal{P}_{RHSS}	5	0.22	5	0.22	5	0.2	9	0.47
	\mathcal{P}_{REHSS}	5	0.21	3	0.09	3	0.07	3	0.06
	\mathcal{P}_{HSS}	21	5.94	13	3.46	28	8.39	498	154.59
6	\mathcal{P}_{RHSS}	8	2.08	8	2.06	8	1.96	21	6.15
	\mathcal{P}_{REHSS}	6	1.45	3	0.4	3	0.4	3	0.38
	\mathcal{P}_{HSS}	48	96.57	15	28.06	83	169.45	320	1089.81
7	\mathcal{P}_{RHSS}	17	32.79	16	30.53	15	28.83	86	178.1
	\mathcal{P}_{REHSS}	5	7.45	3	2.84	3	2.65	3	2.52
	\mathcal{P}_{HSS}	169	3093.67	20	336.76	-	‡	-	‡
8	\mathcal{P}_{RHSS}	42	758.74	37	654.38	34	603.85	-	‡
	\mathcal{P}_{REHSS}	4	40.52	3	24.29	3	22.11	2	16.03

جدول الف. ۸: مشخصات کلی ماتریس‌های A ، B و C برای آزمون‌ها.

	Grid or Pixel	n	m	$nnz(A)$	$nnz(B)$	$nnz(C)$	$cond(A)$
	32×32	2178	1022	16818	7682	3064	9.88e+03
	64×64	8450	4094	70450	31746	12280	8.62e+04
	128×128	33282	16382	288306	129026	49144	1.38e+06
	256×256	132098	65534	1166386	520194	196600	2.20e+07
	32×32	2178	1022	16818	7682	3064	1.40e+06
	64×64	8450	4094	70450	31746	12280	2.21e+07
	128×128	33282	16382	288306	129026	49144	3.52e+08
	256×256	132098	65534	1166386	520194	196600	5.62e+09
Example 3	256×256	65536	65536	65536	5966336	196096	8.77e+06
	480×640	307200	307200	307200	29395200	920320	8.77e+06

جدول الف. ۹: نتایج عددی برای مسأله حفره با درپوش متحرک با شبکه $2^r \times 2^r$

		$\alpha = 10^{-4}$		$\alpha = 10^{-2}$		$\alpha = 1$		$\alpha = 10^2$	
r	Precon.	IT	CPU	IT	CPU	IT	CPU	IT	CPU
16×16	\mathcal{P}_{HSS}	4	0.04	5	0.06	13	0.16	106	1.46
	\mathcal{P}_{RHSS}	3	0.02	3	0.02	3	0.02	4	0.04
	\mathcal{P}_{REHSS}	3	0.02	3	0.02	3	0.02	3	0.02
32×32	\mathcal{P}_{HSS}	8	0.37	9	0.45	144	8.45	†	-
	\mathcal{P}_{RHSS}	5	0.19	5	0.2	5	0.21	9	0.43
	\mathcal{P}_{REHSS}	5	0.21	4	0.12	3	0.07	3	0.07
64×64	\mathcal{P}_{HSS}	14	3.87	47	14.21	†	-	†	-
	\mathcal{P}_{RHSS}	8	1.97	8	2.03	9	2.29	27	8.1
	\mathcal{P}_{REHSS}	11	3.08	3	0.47	3	0.42	3	0.39
128×128	\mathcal{P}_{HSS}	38	76.32	†	-	†	-	†	-
	\mathcal{P}_{RHSS}	15	30.85	14	25.95	17	33.46	79	160.91
	\mathcal{P}_{REHSS}	9	17.3	3	3.86	3	3.69	3	3.86
256×256	\mathcal{P}_{HSS}	115	2064.44	-	††	-	‡	-	‡
	\mathcal{P}_{RHSS}	37	641.5	28	471.97	38	648.74	-	‡
	\mathcal{P}_{REHSS}	5	67.63	3	33.11	3	31.91	3	27.43

جدول الف. ۱۰: پیش شرط‌سازهای خاصی از پیش شرط‌ساز \mathcal{P}_{EPSS}

مرجع	همگرایی و نیمه همگرایی	پیش شرط‌ساز	P_β	P_α	C	B	A	
[۷]	همگرا	\mathcal{P}_{HSS}	αI	αI	SPSD	رتبه کامل	PD	$B_P = B$
[۲۸]	همگرا	\mathcal{P}_{HSS}	αI	αI	SPSD	رتبه کامل	SPSD	
		\mathcal{P}_{GHSS}	βI	αI	HPSD		HPD	
		\mathcal{P}_{EHSS}	βQ_2	αQ_1	HPSD		HPD	
[۳]	همگرا	\mathcal{P}_{RHSS}	$\alpha I + Q$	αI	°	رتبه کامل	HPD	
[۱۳]	نیمه همگرا	\mathcal{P}_{RHSS}	$\alpha I + Q$	αI	°	رتبه ناقص	HPD	
[۵]	همگرا	\mathcal{P}_{PHSS}	αQ	αA	°	رتبه کامل	HPD	
[۴]	همگرا	\mathcal{P}_{AHSS}	βQ	αA	°	رتبه کامل	HPD	
[۱۹]	همگرا	$\mathcal{P}_{PSS}(\mathcal{P}_{DPSS})$	αI	αI	°	رتبه کامل	PD	
[۲۵]	همگرا	$\mathcal{P}_{PSS}(\mathcal{P}_{DPSS})$	αI	αI	HPSD	رتبه کامل	PD	
[۲۹، ۱۶]	همگرا	\mathcal{P}_{GPSS}	βI	αI	°	رتبه کامل	PD	$B_P = \circ$
[۱۸]	نیمه همگرا	$\mathcal{P}_{EPSS}(\mathcal{P}_{DPSS})$	βQ_2	αQ_1	°	رتبه ناقص	PD	
[۹]	همگرا	\mathcal{P}_{RPSS}	$\alpha I + Q$	αI	°	رتبه کامل	PD	
[۱۰]	همگرا	\mathcal{P}_{SS}	αI	αI	°	رتبه کامل	HPD	
[۲۰، ۱۴]	همگرا	\mathcal{P}_{GSS}	βI	αI	°	رتبه کامل	SPD	
[۲۱]	همگرا	\mathcal{P}_{GSS}	βI	αI	SPSD	رتبه کامل	SPD	
[۱۲]	نیمه همگرا	\mathcal{P}_{GSS}	βI	αI	°	رتبه ناقص	PD	
[۲۶]	نیمه همگرا	\mathcal{P}_{GSS}	βI	αI	°	رتبه ناقص	SPD	
[۲۴]	نیمه همگرا و همگرا	\mathcal{P}_{GSS}	βI	αI	SPSD	رتبه کامل و ناقص	PD	
[۲۱]	همگرا	\mathcal{P}_{GSS}	βI	αI	SPSD	رتبه کامل	SPD	
[۲۲]	همگرا	\mathcal{P}_{GSS}	βI	αI	SPSD	رتبه کامل	PD	
[۱۱]	همگرا	\mathcal{P}_{GSS}	βI	αI	°	رتبه کامل	PD	
[۳۰]	همگرا	\mathcal{P}_{ESS}	Q_2	Q_1	°	رتبه کامل	SPD	
[۲۳]	نیمه همگرا	\mathcal{P}_{ESS}	βQ_2	αQ_1	°	رتبه ناقص	PD	

الف ۲. خروجی متلب به عنوان دستورات L^AT_EX

تمام جدول زیر یک خروجی از متلب است. با دستورهای print در متلب، می‌توان خروجی متلب را دستورهای ورودی یک جدول در لاتک قرار داد. از این رو مشکلی در گرد کردن یا جایگذاری اشتباه داده‌ها بوجود نمی‌آید.

جدول الف ۱۱: نتایج عددی روش‌های GMRES و FGMRES برای مثال ۱.

	Grid	Prec.	GSS	GHSS	GPSS	ESS	EHSS	EPSS	SS	HSS	PSS	SEPPSS	SEPPSS _*	SEPPSS _{**}
GMRES	32 × 32	t_α	-3.75	-2.00	-2.00	-3.50	-0.75	-0.75	-4.00	-2.25	-2.25	-4.00	-4.00	-4.00
		t_β	-4.00	-2.50	-2.50	-3.75	-0.75	-0.75	-4.00	-2.25	-2.25	0.00	0.41	0.14
		IT	6	54	56	3	52	54	6	61	74	17	22	17
		CPU	0.03	0.11	0.08	0.02	0.12	0.08	0.02	0.14	0.10	0.02	0.04	0.04
		E_K	1.8e-07	3.2e-07	2.3e-07	3.8e-07	1.9e-07	4.1e-07	1.5e-08	3.1e-07	3.5e-07	4.8e-08	4.2e-08	1.9e-08
		R_K	7.9e-10	8.8e-10	9.1e-10	7.3e-10	8.0e-10	9.5e-10	6.9e-11	7.5e-10	9.6e-10	4.3e-10	5.9e-10	6.6e-10
	64 × 64	t_α	-4.00	-2.25	-2.25	-4.00	-1.00	-1.00	-4.00	-2.50	-2.75	-4.00	-4.00	-4.00
		t_β	-4.00	-3.75	-3.75	-3.75	-1.25	-1.25	-4.00	-2.50	-2.75	0.00	0.41	0.29
		IT	9	92	92	3	90	90	9	199	156	17	23	20
		CPU	0.20	1.31	0.56	0.14	1.50	0.55	0.21	3.62	1.16	0.14	0.16	0.14
		E_K	9.8e-08	7.1e-07	6.9e-07	1.1e-06	7.2e-07	6.5e-07	9.8e-08	5.3e-06	4.0e-06	7.1e-07	4.6e-07	6.1e-08
		R_K	1.7e-10	8.7e-10	8.7e-10	6.5e-10	9.6e-10	8.8e-10	1.7e-10	9.3e-10	8.7e-10	8.1e-10	7.7e-10	5.7e-10
	128 × 128	t_α	-4.00	-2.50	-2.50	-3.75	-1.25	-1.25	-4.00	-	-3.50	-4.00	-4.00	-4.00
		t_β	-4.00	-4.00	-4.00	-3.75	-1.50	-1.75	-4.00	-	-3.50	0.00	0.39	0.41
		IT	17	231	235	4	163	164	17	†	430	19	25	26
		CPU	1.91	18.80	6.36	1.12	15.55	4.41	1.89	-	10.86	0.86	0.95	0.96
		E_K	2.3e-07	3.0e-05	3.2e-05	1.9e-06	5.6e-06	4.4e-07	2.3e-07	-	1.2e-05	2.2e-06	9.0e-06	6.8e-05
		R_K	3.1e-10	9.6e-10	9.7e-10	4.9e-10	9.6e-10	9.9e-10	3.1e-10	-	9.9e-10	6.1e-10	6.9e-10	8.1e-10
	256 × 256	t_α	-4.00	-	-	-4.00	-1.25	-1.25	-4.00	-	-	-4.00	-4.00	-4.00
		t_β	-4.00	-	-	-4.00	-2.00	-2.00	-4.00	-	-	0.00	0.37	0.45
		IT	44	†	†	4	243	242	44	†	†	24	41	42
		CPU	12.69	-	-	10.57	129.01	31.72	13.11	-	-	7.49	7.15	7.17
		E_K	1.6e-04	-	-	1.1e-05	8.0e-06	8.0e-06	1.6e-04	-	-	1.2e-05	5.6e-06	1.7e-05
		R_K	9.0e-10	-	-	7.7e-10	9.9e-10	1.0e-09	9.0e-10	-	-	5.5e-10	9.9e-10	7.9e-10
FGMRES	32 × 32	t_α	-4.00	-2.00	-2.00	-3.50	-0.75	-0.75	-3.25	-2.25	-2.25	-4.00	-4.00	-4.00
		t_β	-2.50	-2.50	-2.50	-2.25	-1.00	-0.75	-3.25	-2.25	-2.25	0.00	0.41	0.14
		IT	7	38	39	17	37	39	9	43	53	14	18	14
		CPU	0.27	0.50	0.51	1.03	0.59	0.48	0.50	1.86	0.77	0.31	0.51	0.34
		E_K	9.1e-06	3.6e-05	2.7e-05	2.4e-05	1.8e-05	1.0e-05	4.8e-06	2.6e-05	6.5e-05	2.2e-06	2.2e-06	4.5e-06
		R_K	9.7e-08	9.5e-08	9.7e-08	9.3e-08	8.5e-08	9.5e-08	4.1e-08	7.6e-08	9.1e-08	8.0e-08	8.6e-08	9.7e-08
	64 × 64	t_α	-4.00	-2.25	-2.00	-3.50	-1.00	-0.75	-3.50	-2.50	-2.75	-4.00	-4.00	-4.00
		t_β	-3.00	-3.75	-3.75	-2.25	-1.25	-1.25	-3.50	-2.50	-2.75	0.00	0.41	0.29
		IT	11	60	64	32	61	61	13	156	113	17	20	18
		CPU	3.95	12.73	7.83	12.09	13.60	7.13	4.94	22.79	14.45	3.47	4.21	3.97
		E_K	3.8e-06	5.4e-05	7.8e-05	7.5e-05	8.6e-05	4.8e-05	2.7e-05	8.9e-04	6.1e-04	2.0e-05	3.8e-06	8.4e-06
		R_K	2.4e-08	9.7e-08	9.7e-08	8.2e-08	9.8e-08	9.9e-08	7.6e-08	9.2e-08	9.7e-08	2.9e-08	7.6e-08	9.1e-08
	128 × 128	t_α	-4.00	-2.50	-2.50	-3.75	-1.00	-1.00	-4.00	-	-3.75	-4.00	-4.00	-4.00
		t_β	-3.50	-4.00	-4.00	-2.75	-1.50	-1.75	-4.00	-	-3.75	0.25	0.39	0.41
		IT	19	134	134	36	109	112	22	†	352	21	33	34
		CPU	22.46	97.70	54.23	42.84	92.32	74.07	26.45	-	381.79	18.28	33.25	33.73
		E_K	4.2e-04	3.1e-03	3.2e-03	2.4e-04	3.4e-04	1.1e-04	1.4e-03	-	3.7e-04	2.4e-04	7.7e-03	3.7e-03
		R_K	9.0e-08	9.9e-08	9.9e-08	9.8e-08	9.4e-08	9.6e-08	8.0e-08	-	9.9e-08	8.5e-08	9.7e-08	8.2e-08
	256 × 256	t_α	-4.00	-	-	-3.50	-	-1.25	-4.00	-	-	-4.00	-4.00	-4.00
		t_β	-3.25	-	-	-2.75	-	-1.75	-4.00	-	-	0.25	0.37	0.45
		IT	60	-	-	37	-	194	63	-	-	38	39	39
		CPU	458.14	††	††	276.00	††	947.80	462.32	††	††	228.54	224.71	231.07
		E_K	4.5e-02	-	-	4.3e-03	-	6.8e-03	1.4e-01	-	-	4.8e-03	1.1e-02	1.4e-02
		R_K	8.5e-08	-	-	9.6e-08	-	9.3e-08	9.0e-08	-	-	7.7e-08	7.4e-08	6.6e-08

دستور \naviO، در این جدول، یک دستور با ۹ آرگومان ورودی، برای تولید ۹ ستون اول و دستور \naviS با سه آرگومان ورودی، برای تولید سه ستون آخر است که به صورت زیر تعریف شده‌اند.

```
\newcommand{\naviO}[9]{\&\{#1\}\&\{#2\}\&\{#3\}\&\{#4\}\&\{#5\}\&\{#6\}\&\{#7\}\&\{#8\}\&\{#9\}}
\newcommand{\naviS}[3]{\&\{#۱\}\&\{#۲\}\&\{#۳\}}
```

با تغییر تعریف این دو دستور هر کدام از ستون‌های غیر لازم را می‌توان حذف نمود یا ترتیب قرار گرفتن آنها را عوض کرد. مثلاً برای حذف ستون‌های سوم، چهارم، ششم، هفتم و نهم دستور \naviO را به صورت زیر بازنویسی می‌کنیم.

```
\newcommand{\naviO}[9]{\&\{#1\}\&\{#2\}\&\{#5\}\&\{#8\}}
```

و برای جابجایی دو ستون آخر دستور \naviS را به صورت زیر بازنویسی می‌کنیم.

(الف ۱) \newcommand{\naviS}[3]{\&{\#1}\&{\#3}\&{\#2}}

جدول الف ۱۲: نتایج عددی روش‌های GMRES و FGMRES برای مثال ۱.

	Grid	Prec.	GSS	GHSS	EHSS	HSS	SEPSS	SEPSS..	SEPSS..
GMRES	32×32	t_α	-3.75	-2.00	-0.75	-2.25	-4.00	-4.00	-4.00
		t_β	-4.00	-2.50	-0.75	-2.25	0.00	0.14	0.41
		IT	6	54	52	61	17	17	22
		CPU	0.03	0.11	0.12	0.14	0.02	0.04	0.04
		E_K	1.8e-07	3.2e-07	1.9e-07	3.1e-07	4.8e-08	1.9e-08	4.2e-08
		R_K	7.9e-10	8.8e-10	8.0e-10	7.5e-10	4.3e-10	6.6e-10	5.9e-10
	64×64	t_α	-4.00	-2.25	-1.00	-2.50	-4.00	-4.00	-4.00
		t_β	-4.00	-3.75	-1.25	-2.50	0.00	0.29	0.41
		IT	9	92	90	199	17	20	23
		CPU	0.20	1.31	1.50	3.62	0.14	0.14	0.16
		E_K	9.8e-08	7.1e-07	7.2e-07	5.3e-06	7.1e-07	6.1e-08	4.6e-07
		R_K	1.7e-10	8.7e-10	9.6e-10	9.3e-10	8.1e-10	5.7e-10	7.7e-10
	128×128	t_α	-4.00	-2.50	-1.25	-	-4.00	-4.00	-4.00
		t_β	-4.00	-4.00	-1.50	-	0.00	0.41	0.39
		IT	17	231	163	†	19	26	25
		CPU	1.91	18.80	15.55	-	0.86	0.96	0.95
		E_K	2.3e-07	3.0e-05	5.6e-06	-	2.2e-06	6.8e-05	9.0e-06
		R_K	3.1e-10	9.6e-10	9.6e-10	-	6.1e-10	8.1e-10	6.9e-10
	256×256	t_α	-4.00	-	-1.25	-	-4.00	-4.00	-4.00
		t_β	-4.00	-	-2.00	-	0.00	0.45	0.37
		IT	44	†	243	†	24	42	41
		CPU	12.69	-	129.01	-	7.49	7.17	7.15
		E_K	1.6e-04	-	8.0e-06	-	1.2e-05	1.7e-05	5.6e-06
		R_K	9.0e-10	-	9.9e-10	-	5.5e-10	7.9e-10	9.9e-10
FGMRES	32×32	t_α	-4.00	-2.00	-0.75	-2.25	-4.00	-4.00	-4.00
		t_β	-2.50	-2.50	-1.00	-2.25	0.00	0.14	0.41
		IT	7	38	37	43	14	14	18
		CPU	0.27	0.50	0.59	1.86	0.31	0.34	0.51
		E_K	9.1e-06	3.6e-05	1.8e-05	2.6e-05	2.2e-06	4.5e-06	2.2e-06
		R_K	9.7e-08	9.5e-08	8.5e-08	7.6e-08	8.0e-08	9.7e-08	8.6e-08
	64×64	t_α	-4.00	-2.25	-1.00	-2.50	-4.00	-4.00	-4.00
		t_β	-3.00	-3.75	-1.25	-2.50	0.00	0.29	0.41
		IT	11	60	61	156	17	18	20
		CPU	3.95	12.73	13.60	22.79	3.47	3.97	4.21
		E_K	3.8e-06	5.4e-05	8.6e-05	8.9e-04	2.0e-05	8.4e-06	3.8e-06
		R_K	2.4e-08	9.7e-08	9.8e-08	9.2e-08	2.9e-08	9.1e-08	7.6e-08
	128×128	t_α	-4.00	-2.50	-1.00	-	-4.00	-4.00	-4.00
		t_β	-3.50	-4.00	-1.50	-	0.25	0.41	0.39
		IT	19	134	109	†	21	34	33
		CPU	22.46	97.70	92.32	-	18.28	33.73	33.25
		E_K	4.2e-04	3.1e-03	3.4e-04	-	2.4e-04	3.7e-03	7.7e-03
		R_K	9.0e-08	9.9e-08	9.4e-08	-	8.5e-08	8.2e-08	9.7e-08
	256×256	t_α	-4.00	-	-	-	-4.00	-4.00	-4.00
		t_β	-3.25	-	-	-	0.25	0.45	0.37
		IT	60	††	††	††	38	39	39
		CPU	458.14	††	††	††	228.54	231.07	224.71
		E_K	4.5e-02	-	-	-	4.8e-03	1.4e-02	1.1e-02
		R_K	8.5e-08	-	-	-	7.7e-08	6.6e-08	7.4e-08

توجه کنید که در فایل تکس، هر دو جدول یکی هستند. و داده‌ها در این جدول نیز وجود دارند. اما در خروجی ظاهر نمی‌شوند. بعضی مواقع نیاز است که برخی از داده‌های در جدول دیده نشوند، اما داده‌ها هم وجود داشته باشند. ممکن است بعداً این داده‌ها از شما خواسته شود و شما مجبور به ارائه آنها شوید. در این صورت کافیت دستور \navierOTHER تغییر کند و در نتیجه نیاز به تغییر مجدد جدول نمی‌باشد.

نمادهای اختصاری

ح حاصل ضرب کرونگر ماتریس‌های A و B $A \otimes B$

ف فضای پوچ ماتریس A $\text{nul}(A)$

م مجموعه‌ی مقادیر ویژه ماتریس A $\sigma(A)$

ن نرم طیفی ماتریس A $\text{norm}(A)$

واژه‌یاب فارسی

ا

الگوریتم مینیمم درجه ۱۴

ب

بعد ۱۴

پ

پیش شرط‌سازی شده ۱۴-۱۶

ر

روش PSS ناقص ۱۴

ز

زیرفضای کرایلف ۱۴

م

مانده مینیمال تعمیم یافته ۸

متغیر تصادفی ۱۴

مسئله نقطه زینی ۶، ۷، ۱۵

ن

نیمه معین مثبت ۱۵

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

D

Dimension بعد

G

Generalized Minimal Residual مانده مینیمال تعمیم یافته

I

Inexact PSS روش PSS ناقص

K

Krylov Subspace زیرفضای کرایلف

M

Minimum-degree algorithm الگوریتم مینیمم درجه

P

Positive Semi Definite نیمه معین مثبت

Preconditioned پیش شرط‌سازی شده

R

Random Variable متغیر تصادفی

S

Saddle Point Problem مسئله نقطه زینی

واژه‌یاب انگلیسی

D

Dimension [14](#)

G

Generalized Minimal Residual [8](#)

I

Inexact PSS [14](#)

K

Krylov Subspace [14](#)

M

Minimum-degree algorithm [14](#)

P

Positive Semi Definite [15](#)

Preconditioned [14–16](#)

R

Random Variable [14](#)

S

Saddle Point Problem [6, 7, 15](#)

فهرست نمادهای اختصاری

بدون استفاده از gossary

ح

$A \otimes B$ حاصل ضرب کرونکر ماتریس‌های A و B

ف

\mathbb{R}^n فضای حقیقی n بعدی

\mathbb{C}^n فضای مختلط n بعدی

$\mathbb{R}^{m \times n}$ فضای ماتریس‌های حقیقی $m \times n$ بعدی

$\mathbb{C}^{m \times n}$ فضای ماتریس‌های مختلط $m \times n$ بعدی

ل

\mathbb{R} لیپ‌شیتس سراسری

\mathbb{R} لیپ‌شیتس محلی

م

$\mathbb{R} \geq 0$ مجموعه اعداد حقیقی نامنفی

\mathbb{R} مجموعه اعداد حقیقی

\mathbb{C} مجموعه اعداد مختلط

$\mathbb{R} > 0$ مجموعه اعداد حقیقی مثبت

\mathcal{R} مجموعه‌ی همه چندجمله‌ای‌ها با ضرایب حقیقی از متغیر x

$\Sigma[x]$ مجموعه‌ای از مجموع مربعات چندجمله‌ای‌ها برحسب متغیر x

ن

$\|A\|_2$ نرم طیفی ماتریس A

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

A

Asymptotically stable پایدار مجانبی

B

Boundary مرز

C

Conncted همبند

Control law کنترلر

Convex hull پوسته‌ی محدب

E

Equilibrium point نقطه‌ی تعادل

Estimate of the region of attraction تخمین ناحیه‌ی جذابیت

G

Gain بهره

Globally asymptotically stable پایدار مجانبی سراسری

Globally Lipschitz لیپ‌شیتس سراسری

Global stabilization پایدارسازی سراسری

I

Invariant set مجموعه‌ی پایا

K

Kronecker product حاصل ضرب کرونگر

L

Locally Lipschitz لیپ‌شیتس محلی

Lyapunov function تابع لیاپانوف

N

Nonlinear system سیستم غیر خطی

O

Origin مبدأ

P

Pseudo-inverse شبه معکوس

R

Radially unbounded شعاعی بی‌کران

Rational Lyapunov function تابع لیپانوف کسری

Regional stabilization پایدارسازی ناحیه‌ای

Region of attraction ناحیه‌ی جذابیت

واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

الف

saturation..... اشباع

ب

State-Feedback..... بازخورد حالت

Vector of polynomials بردار چندجمله‌ای‌ها

Gain..... بهره

پ

stable..... پایدار

Asymptotically stable..... پایدار مجانبی

Convex hull..... پوسته‌ی محدب

ت

Lyapunov function..... تابع لیاپانوف

Estimate of the region of attraction..... تخمین ناحیه‌ی جذابیت

ح

Kronecker product..... حاصل ضرب کرونکر

ز

Subdifferential..... زیر دیفرانسیل

س

Nonlinear system..... سیستم غیرخطی

Polynomial systems..... سیستم‌های چندجمله‌ای

ش

Pseudo-inverse..... شبه معکوس

Radially unbounded..... شعاعی بیکران

ف

Topological space..... فضای توپولوژیکی

ک

Control law کنترلگر

ل

Globally Lipschitz..... لیپشیتس سراسری

Locally Lipschitz لیپشیتس محلی

م

Point-wise maximum ماکزیمم نقطه ای

Origin مبدأ

Sum-of-squares..... مجموع مربعات

ن

Region of attraction..... ناحیهی جذابیت

Abstract

Some Results on the Preconditioning of the Saddle Point Problems

Mohsen Masoudi

In this thesis, we investigate the solution of a system of linear equations and propose an iterative method which is a generalization of positive definite and skew-Hermitian splitting method. Then we study the saddle point problems and propose some iterative methods and preconditioners for these systems. In continuation, we utilize the positive definite and skew-Hermitian splitting method for the saddle point problems and study its convergence and semi-convergence properties. We will see that this method is a generalization of many existing methods which have been presented for the solution of these problems. Finally, an special case of this method is investigated and the optimal parameters of the method are computed. Numerical results are presented to verify the theoretical results and comparison with other methods.

Keywords: *Saddle point problems, Periconditioner, Convergence, Semiconvergence*



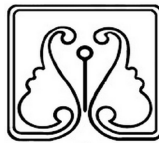
Office of Vice President for Academic and Graduate Affair

Declaration of the thesis originality

Hereby, I declare that this thesis entitled *Some Results on the Preconditioning of the Saddle Point Problems* which has been defended for a Ph.D degree in the filed Applied Mathematics in January 2019, is a result of my own research. In the case when some other studies and/or publications have been used in the text are cited. This thesis has not been submitted for any degree in any other institutions, inside or outside of Iran. I hereby undertake that, in the case of making any use from my thesis for publishing articles, books, patent registration, etc., the permission of my major advisor and department is necessary; otherwise, University of Guilan authorities have the right to take action against me based on rules and requirements, and in the case of canceling my degree, I have no right to claim.

Full name:

Signature and Date:



University of Guilan

In The Name of God

Proceeding for Ph.D thesis

Defence session for granting Ph.D thesis on award to **Mr Mohsen Masoudi** majoring in **Applied Mathematics** with minor in **Numerical Analysis** title of thesis

Some Results on the Preconditioning of the Saddle Point Problems

in Guilan province with **20** hours credit, held on **2019/2/26** at **16:00** in Faculty of **Mathematical Sciences**, University of Guilan. The juries announced the following decision:

☐ The thesis is accepted with score \dots of 20 ranged as Excellent ☐, Very good ☐, Good ☐, Acceptable ☐.

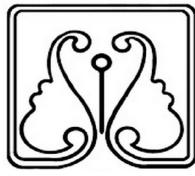
☐ The thesis is acceptable with minor corrections with score \dots of 20 ranged as Excellent ☐, Very good ☐, Good ☐, Acceptable ☐.

☐ The thesis with present status did not accepted and suggested that $\dots\dots\dots$

Juries' members	Ranks	Specialization	Affiliation	Signature
Major Advisor 1-Dr. Davod Khojasteh Salkuyeh	Professor	Numerical Analysis	University of Guilan	
Minor Advisor 1-First Advisor	Assistance Professor	Numerical Analysis	University of Guilan	
Examiners 1-Dr. Faeza Toutounian	Professor	Numerical Analysis	Frdownsi University of Mashhad	
2-Second Outer Reviewer	Professor	Analysis	Shiraz University	
3-Dr Saeed Ketabchi	Associate Professor	Operation research	University of Guilan	
4-Dr. Hosein Amininkhah	Professor	Numerical Analysis	University of Guilan	

Representative of College Graduate Office ¹	Rank	Affiliation	Signature
Dr. Nasir Taghizadeh	Professor	Differential Equations	

¹ After completing of all documents four copies of the proceeding have to be submitted and handed to the Director of College Graduate Office. From four copies, one will be kept in the student department, one in Graduate Office, one in the file of student and the last hands to the student.



University of Guilan

Department of Applied Mathematics

Specialization in Numerical Analysis

Some Results on the Preconditioning of the Saddle Point Problems

Student

Mohsen Masoudi

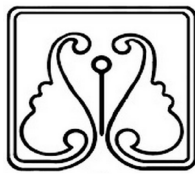
Supervisor

Dr. Davod Khojasteh Salkuyeh

Advisor

First Advisor

January 2019



University of Guilan

Faculty of Mathematical Sciences

Thesis of Ph.D

Some Results on the Preconditioning of the Saddle Point Problems

Student

Mohsen Masoudi

Supervisor

Dr. Davod Khojasteh Salkuyeh

Advisor

First Advisor

January 2019