بسم الله الرحمن الرحیم

مبانی بیوفیزیک:

بیوفیزیک پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و طیف‌سنجی

نگارندگان

دکتر بیژن رنجبر
استاد بیوفیزیک دانشگاه تربیت مدرس

دکتر حسین نادری منش
استاد بیوفیزیک دانشگاه تربیت مدرس

دکتر خسرو خلیفه
استادیار بیوفیزیک دانشگاه زنجان

۱۳۹۵

سرشناسه: رنجبر، بیژن، ۱۳۴۵
عنوان و نام پدیدآور: مبانی بیوفیزیک پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و طیف‌سنجی
نگارندگان: بیژن رنجبر، حسین نادری‌منش، خسرو خلیفه
مشخصات نشر: تهران: دانشگاه تربیت مدرس، مرکز نشر آثار علمی، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری: ۳۹۲ ص.
شابک: ۴-۳۴-۵۳۹۴-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا
موضوع: فیزیک زیستی- راهنمای آموزشی (عالی)
شناسه افزوده: نادری‌منش، حسین، ۱۳۳۶
شناسه افزوده: خلیفه، خسرو، ۱۳۵۴
رده‌بندی کنگره: ۱۳۸۹ ۲م۹ر/QH۵۰۵
رده بندی دیویی: ۵۷۱/۴
شماره کتابشناسی ملی: ۲۲۶۷۸۲۳

مبانی بیوفیزیک: بیوفیزیک پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و طیف‌سنجی
نگارندگان: دکتر بیژن رنجبر،دکتر حسین نادری منش،دکتر خسرو خلیفه
ویراستار ادبی و فنی: آتوما فروهی
طراح جلد: سمیرا آفرینش
حروفچین: فریبا کرمانی
ناشر: مرکز نشر آثار علمی دانشگاه تربیت مدرس
شماره انتشار: ۱۱۸/۲
شماره پیاپی: ۲۵۲
تاریخ انتشار: ۱۳۹۵
شمارگان: ۱۰۰۰
شابک: ۴-۳۴-۵۳۹۴-۶۰۰-۹۷۸ **ISBN:** 978-600-5394-34-4
نوبت چاپ: دوم
ناظر چاپ: مصطفی جانجانی
لیتوگرافی: ایران گرافیک
چاپ و صحافی: شمس
مرکز پخش: تقاطع بزرگراه‌های جلال آل احمد و دکتر چمران،
دانشگاه تربیت مدرس، مرکز نشر آثار علمی، صندوق پستی: ۳۱۸-۱۴۱۱۵
تلفن: ۸۲۸۸۳۰۹۶ **دورنگار:** ۸۲۸۸۳۰۳۲
بها: ۲۷۰۰۰۰ ریال

صحت مطالب کتاب بر عهدهٔ نگارندگان است.

تقدیم به:

تمامی پویندگان حقیقی علم و معرفت به ویژه استادان و دانشجویان شهیدی که با بذل جان، هنر خویش را در حفظ، تقویت و استحکام نظام ولایی و مقدس جمهوری اسلامی ایران به منصه ظهور رسانده، امنیت ملی این سرزمین را تضمین نمودند.

فهرست

پیشگفتار ..... **ک**

فصل اول: بیوفیزیک پروتئین‌ها ۱

۱-۱ ساختار و خصوصیات آمینواسیدها ۱

۱-۲ مفهوم اسید و باز در شیمی- فیزیک ۴

۱-۳ کایرالیته (دست‌گردی) در مولکول‌های زیستی ۱۸

۱-۴ تشکیل پیوند پپتیدی و ایجاد زنجیره پلی‌پپتیدی ۲۱

۱-۵ صورت‌بندی و پیکربندی و ترتیب‌بندی ۲۳

۱-۶ زوایای دووجهی و چرخشی ۲۴

۱-۷ زوایای دووجهی در زنجیره پلی‌پپتیدی ۲۷

۱-۸ خواص پیوند پپتیدی ۲۸

۱-۹ منحنی راماچاندران ۳۰

۱-۱۰ ساختار اول پروتئین ۳۲

۱-۱۱ ساختار دوم پروتئین ۳۸

۱-۱۱-۱ مارپیچ آلفا ۳۹

۱-۱۱-۲ مارپیچ 3_{10} ۴۱

۱-۱۱-۳ مارپیچ π ۴۲

۱-۱۱-۴ رشته β ۴۲

۱-۱۱-۵ ساختارهای دوم دیگر ۴۳

۱-۱۱-۶ دورها ۴۴

۱-۱۱-۶-۱ دور گاما ۴۶

۱-۱۱-۶-۲ دور بتا ۴۶
۱-۱۱-۷ ساختارهای مافوق دوم ۴۶
۱-۱۱-۸ پروتئین‌های تمام آلفا ۴۷
۱-۱۱-۹ پروتئین‌های تمام بتا ۴۹
۱-۱۱-۱۰ پروتئین‌های آلفا/بتا ۴۹
۱-۱۱-۱۱ پروتئین‌های $\alpha+\beta$ ۵۰
۱-۱۲ ساختار سوم پروتئین ۵۱
۱-۱۲-۱ درون و بیرون پروتئین ۵۲
۱-۱۲-۲ دُمین‌ها ۵۳
۱-۱۲-۳ میان‌کنش‌های مهم در تشکیل و حفظ ساختار سوم ۵۳
۱-۱۲-۳-۱ پل‌های دی‌سولفیدی ۵۳
۱-۱۲-۳-۲ میان‌کنش هیدروژنی ۵۳
۱-۱۲-۳-۳ میان‌کنش هیدروفوبی ۵۴
۱-۱۲-۳-۳ میان‌کنش الکترواستاتیک ۵۸
۱-۱۲-۳-۵ میان‌کنش دوقطبی- بار و میان‌کنش دوقطبی- دوقطبی ۶۰
۱-۱۲-۳-۶ میان‌کنش واندروالس ۶۱
۱-۱۳ ساختار چهارم ۶۳
۱-۱۴ حلالیت پروتئین ۶۳
۱-۱۴-۱ تأثیر میان‌کنش الکترواستاتیک بر حلالیت پروتئین ۶۵
۱-۱۴-۲ حلالیت و عدم حلالیت با کمک نمک ۶۵
۱-۱۴-۳ تأثیر افزودنی‌های غیرقطبی بر حلالیت پروتئین‌ها ۶۸
۱-۱۵ تاخوردگی پروتئین ۶۸
۱-۱۵-۱ ساختارهای واسرشته و تاخورده پروتئین ۶۹
۱-۱۵-۲ پارادوکس لوینتال ۷۰
۱-۱۵-۳ مروری بر نظریات مهم درباره تاخوردگی پروتئین ۷۱
۱-۱۵-۴ مطالعات تاخوردگی و واسرشتگی پروتئین ۷۸

۱-۱۵-۴-۱ اهمیت مطالعات سینتیکی و ترمودینامیکی در مطالعات تاخوردگی پروتئین ۷۸
۱-۱۵-۴-۲ ترمودینامیک و سینتیک تاخوردگی ۸۲
۱-۱۵-۴-۳ تفاوت ساختار حدواسط و ساختار حالت گذار در مسیر واکنش ۸۳
۱-۱۵-۴-۴ تفاوت حالت گذار در واکنش‌های شیمیایی ساده و واکنش‌های تاخوردگی پروتئین ۸۶
۱-۱۵-۴-۵ اهمیت میان‌کنش‌های غیرکووالانی در مطالعات مبتنی بر مهندسی پروتئین ۸۷
۱-۱۵-۴-۶ شیوه انجام آزمایش‌های ترمودینامیک تعادلی و تجزیه و تحلیل داده‌ها ...۸۹
۱-۱۵-۴-۷ شیوه انجام مطالعات سینتیکی و تجزیه و تحلیل نتایج ۹۵
۱-۱۵-۴-۸ برتری مطالعه واسرشتگی نسبت به تاخوردگی در تعیین حالت گذار ۱۰۲
۱-۱۵-۴-۹ چگونگی رسم پروفیل انرژی آزاد یک واکنش ۱۰۳
۱-۱۵-۴-۱۰ محاسبه تغییرات انرژی آزاد بین پروتئین وحشی و جهش‌یافته‌های آن ۱۰۵
۱-۱۵-۴-۱۱ نمودار اختلاف انرژی آزاد ۱۰۷
۱-۱۵-۴-۱۲ چرخه ترمودینامیکی ۱۰۸
۱-۱۵-۴-۱۳ ردیابی ساختار حالت‌های گذار و حدواسطها با استفاده از سینتیک و ترمودینامیک ۱۱۱
۱-۱۵-۴-۱۴ تفسیر φ-value ۱۱۵
۱-۱۵-۴-۱۵ پیش فرض‌های مورد نیاز در تعیین عدد فی ۱۱۶
۱-۱۵-۵ تکامل پروتئین‌ها و سینتیک تاخوردگی ۱۱۷
۱-۱۵-۶ نقش و اهمیت لوپ‌ها در پایداری و سینتیک تاخوردگی پروتئین‌ها ۱۱۸

فصل دوم: بیوفیزیک اسیدهای نوکلئیک ۱۲۱
۲-۱ مقدمه ۱۲۱
۲-۲ ساختار اسیدهای نوکلئیک ۱۲۴
۲-۳ توتومریسم بازها ۱۳۲
۲-۴ زوایای دووجهی در نوکلئوتیدها ۱۳۲

۲-۵ چین‌خوردگی قندها ۱۳۳
۲-۶ پیکربندی Syn و Anti ۱۳۵
۲-۷ تفاوت‌های ساختاری اسیدهای نوکلئیک ۱۳۷
۲-۸ متیلاسیون DNA ۱۳۸
۲-۹ دیمریزاسیون تیمین ۱۳۹
۲-۱۰ دآمیناسیون ۱۳۹
۲-۱۱ نیروهای مؤثر در پایداری ساختار دوم DNA ۱۴۰
۲-۱۱-۱ میان‌کنش‌های هیدروژنی ۱۴۰
۲- ۱۱- ۱- ۱ الگوی جفت شدن بازها ۱۴۲
۲-۱۱-۲ میان‌کنش استاکینگ ۱۴۶
۲-۱۲ چند شکلی در DNA ۱۴۷
۲-۱۲-۱ خانواده B-DNA ۱۴۹
۲-۱۲-۲ خانواده A-DNA ۱۵۱
۲-۱۲-۳ خانواده Z-DNA ۱۵۳
۲-۱۲-۳-۱ اهمیت زیستی Z-DNA ۱۵۵
۲-۱۲-۴ DNA سه‌رشته‌ای و H-DNA ۱۵۶
۲-۱۲-۵ چهاررشته‌ای‌های DNA و تلومرها ۱۵۸
۲-۱۲-۶ DNA صلیبی ۱۵۹
۲-۱۲-۷ I-DNA ۱۶۰
۲-۱۲-۸ P-DNA ۱۶۱
۲-۱۲-۹ DNAهای گل‌کلمی ۱۶۱
۲-۱۳ دینامیک بازها ۱۶۳
۲-۱۴ ابرمارپیچ شدن و تشکیل ساختار سوم در DNA ۱۶۴
۲-۱۴-۱ مثال ۱۷۸

فصل سوم: روش‌های اسپکتروسکوپی ۱۸۱

۳-۱ مقدمه ۱۸۱
۳-۲ ماهیت موجی تشعشعات الکترومغناطیس ۱۸۱
۳-۳ مدل‌های اتمی ۱۸۵
۳-۳-۱ مدل کلاسیک سیاره‌ای یا منظومه‌ای ۱۸۵
۳-۳-۲ آزمایش طیف نشری هیدروژن و مدل اتمی بور ۱۸۶
۳-۳-۳ نتیجه‌گیری کلی ۱۸۸
۳-۴ خصوصیات فیزیکی نور ۱۸۹
۳-۴-۱ اثر فوتوالکتریک و خاصیت ذره‌ای، کوآنتومی(ناپیوسته بودن) نور ۱۹۱
۳-۵ گذارهای مورد مطالعه در اسپکتروسکوپی ۱۹۳
۳-۵-۱ گذارهای الکترونی در اتم‌ها ۱۹۳
۳-۵-۲ برانگیختگی وگذار الکترونی در مولکول‌ها ۱۹۴
۳-۵- ۳ برانگیختگی و گذارهای ارتعاشی و چرخشی در مولکول‌ها ۱۹۷
۳-۶ اساس فیزیکی اسپکتروسکوپی جذبی و فلوئورسانس ۱۹۸
۳-۷ انواع کروموفورها ۲۰۲
۳-۷-۱ برخی کروموفورهای داخلی زیستی (کروموفورهای ذاتی) ۲۰۲
۳-۷-۲ بیان ریاضی جذب ۲۰۵
۳-۷-۳ جذب ظاهری یا چگالی نوری (OD) ۲۰۷
۳-۷-۴ آثار جهت‌گیری کروموفورها بر طیف جذبی ۲۰۷
۳-۷-۵ کاربرد اسپکتروسکوپی جذبی در بررسی واسرشتگی دمایی DNA ۲۰۹
۳-۷-۶ سنجش فعالیت آنزیم‌ها با استفاده از تکنیک جذب ۲۱۳
۳-۸ فلوئورسانس در پروتئین‌ها ۲۱۵
۳-۸-۱ جابجایی باند فلوئورسانس ۲۱۷
۳-۸-۲ کاربرد ANS در مطالعات ساختاری ۲۱۹
۳-۸-۳ پدیده انتقال انرژی در فلوئورسانس ۲۲۱
۳-۸-۴ فرونشانی در فلوئورسانس ۲۲۳
۳-۸-۴-۱ فرونشانی درون مولکولی فلوئورسانس در پروتئین‌ها ۲۲۳

۳-۸-۴-۲ فرونشانی بین مولکولی در فلوئورسانس تریپتوفان ۲۲۵
۳-۸-۴-۳ بررسی مولکولی فرونشانی خارجی ۲۲۵
۳-۸-۵ فلوئورسانس در اسیدهای نوکلئیک ۲۳۲
۳-۹ اساس فیزیکی فسفورسانس ۲۳۳
۳-۱۰ شیمیو لومینسانس ۲۳۵
۳-۱۱ دورنگ‌نمایی دورانی ۲۳۶
۳-۱۱-۱ نور قطبی شده ۲۳۶
۳-۱۱-۲ اساس فیزیکی دورنگ نمایی دورانی ۲۳۹
۳-۱۱-۳ دستگاه CD و شرایط آزمایش ۲۴۲
۳-۱۱-۴ CD در مولکول‌های زیستی ۲۴۴
۳-۱۱-۴-۱ دورنگ نمایی دورانی اسیدهای نوکلئیک ۲۴۴
۳-۱۱-۴-۲ طیف CD در پروتئین‌ها ۲۴۷
۳-۱۱-۵ کروموفورهای غیرپروتئینی در دورنگ‌نمایی دورانی ۲۵۴
۳-۱۱-۵-۱ پیریدوکسال-۵ فسفات ۲۵۴
۳-۱۱-۵-۲ فلاوین‌ها (FAD-FMN) ۲۵۴
۳-۱۱-۵-۳ گروه هِم ۲۵۵
۳-۱۱-۵-۴ رنگیزه‌های فتوسنتزی ۲۵۵
۳-۱۱-۶ دورنگ نمایی دورانی مبتنی بر تشعشع سینکروترون ۲۵۵
۳-۱۱-۷ اساس فیزیکی دورنگ‌نمایی دورانی مغناطیسی ۲۵۷
۳-۱۱-۸ کروموفورهای زیستی در دورنگ نمایی مغناطیسی ۲۵۹
۳-۱۱-۸-۱ پیوندهای پپتیدی ۲۵۹
۳-۱۱-۸-۲ آمینواسیدهای آروماتیک ۲۵۹
۳-۱۱-۸-۳ پروتئین‌های دارای هِم ۲۶۰
۳-۱۱-۸-۴ سیتوکروم p-450 ..... ۲۶۱
۳-۱۱-۸-۵ سیتوکروم C اکسیداز ۲۶۲
۳-۱۱-۸-۶ هموپکسین‌ها ۲۶۲

۳-۱۱-۸-۷ پروتئین‌های حاوی گوگرد- آهن ۲۶۲
۳-۱۱-۸-۸ پروتئین‌های واجد کبالت- نیکل و مس ۲۶۳
۳-۱۱-۸-۹ لانتانیدها ۲۶۴
۳-۱۱-۸-۱۰ اسیدهای نوکلئیک ۲۶۵
۳-۱۱-۸-۱۱ ذرات ریز ۲۶۵
۳-۱۲ اسپکتروسکوپی جریان متوقف ۲۶۶
۳-۱۲-۱ شیوه‌های انجام آزمایش با سیستم جریان متوقف ۲۶۶
۳-۱۲-۲ طراحی و انجام یک آزمایش سینتیکی ۲۶۷
۳-۱۲-۳ دورنگ نمایی دورانی جریان متوقف ۲۷۱
۳-۱۳ انکسار چرخشی نور ۲۷۲
۳-۱۴ اسپکتروسکوپی ارتعاشی ۲۷۲
۳-۱۴-۱ مدل نوسانگر منظم در ارتعاشات پیوندی ۲۷۳
۳-۱۴-۲ مدل نوسانگر نامنظم در ارتعاشات پیوندی ۲۸۲
۳-۱۴-۳ ارتعاشات مولکول‌های چند اتمی ۲۹۰
۳-۱۴-۴ اساس فیزیکی و کاربردهای اسپکتروسکوپی رامان ۲۹۴
۳-۱۴-۵ اسپکتروسکوپی ارتعاشی در پروتئین‌ها ۳۰۱
۳-۱۴-۵-۱ انواع ارتعاشات در پروتئین‌ها ۳۰۱
۳-۱۴-۵-۲ اسپکتروسکوپی ارتعاشی پیوند پپتیدی ۳۰۲
۳-۱۴-۵-۳ ارتعاشات کششی اسکلت اصلی ۳۰۵
۳-۱۵ اسپکتروسکوپی تشدید رزونانس هسته‌ای..... ۳۰۸
۳-۱۵-۱ نظریه انیشتین درباره گذارها ۳۰۸
۳-۱۵-۲ اساس فیزیکی NMR و ESR ۳۰۹
۳-۱۵-۳ آزمایش اشترن-گرلاخ ۳۱۵
۳-۱۵-۴ آزمایش اشترن-گرلاخ اصلاح شده ۳۱۶
۳-۱۵-۵ سطوح انرژی اسپینی هسته‌ها ۳۱۷
۳-۱۵-۶ آزمایش رابی ۳۲۰

۳-۱۵-۷ پدیده مغناطیس‌شدگی در NMR ۳۲۲
۳-۱۵-۸ اندازه‌گیری سیگنال در NMR ۳۲۵
۳-۱۵-۹ زمان آسایش در NMR ۳۲۸
۳-۱۵-۱۰ اثرپوشش شیمیایی در NMR ۳۲۹
۳-۱۵-۱۱ تبدیل فوریه ۳۳۲
۳-۱۵-۱۱-۱ اساس فیزیکی اسپکتروسکوپی تبدیل فوریه ۳۳۳
۳-۱۵-۱۲ شیفت شیمیایی ۳۳۶
۳-۱۵-۱۳ میان‌کنش‌های مهم در NMR ۳۴۱
۳-۱۵-۱۳-۱ جفت‌شدگی J ۳۴۱
۳-۱۵-۱۳-۲ میان‌کنش از طریق فضا ۳۴۳
۳-۱۵-۱۴ طیف یک بعدی آمینواسید والین ۳۴۶
۳-۱۵-۱۵ طیف NMR دو بعدی COESY رزیدوی والین ۳۴۷
۳-۱۶ اسپکتروسکوپی تشدید رزونانس الکترونی ESR ۳۴۹
۳-۱۶-۱ کاربردهای اسپکتروسکوپی ESR ۳۵۰
۳-۱۷ حساسیت و دقت در روش‌های اسپکتروسکوپی ۳۵۰
۳-۱۸ بلورشناسی با اشعه ایکس ۳۵۲
۳-۱۸-۱ چگونگی تشکیل کریستال ۳۵۳
۳-۱۸-۲ اساس فیزیکی کریستالوگرافی اشعه X ۳۵۴
۳-۱۹ پراش نوترونی و الکترونی ۳۵۶
۳-۲۰ پلاسمون سطحی مبتنی بر رزونانس (SPR) ۳۵۷
۳-۲۰-۱ مقدمه ۳۵۷
۳-۲۰-۲ مفاهیم پایه در روش SPR ۳۶۱
۳-۲۰-۳ اصول کلی SPR ۳۶۵
۳-۲۰-۴ اندازه‌گیری طیف SPR بر حسب زمان ۳۶۸
۳-۲۰-۵ چگونگی انجام آزمایش با SPR ۳۷۰
۳-۲۰-۶ منحنی کالیبراسیون ۳۷۳

۳-۲۰-۷ تعیین پارامترهای سینتیکی و ترمودینامیکی ۳۷۵
۳-۲۰-۸ پلاسمون سطحی مبتنی بر رزونانس موضعی (LSPR) ۳۷۷

منابع ۳۸۳

پیشگفتار نگارندگان

نون و القلم و ما یسطرون

خداوند حیِ قادرِ سبحان را شاکریم که فرصت و شرایطی را فراهم آورد تا در راه خدمت به جامعه علمی کشور و توسعه فناوری و علوم نوین، گامی هرچند کوچک را برداریم. این کتاب با توجه به درخواست و علاقه استادان و دانشجویان رشته‌های مختلف علوم زیستی به‌ویژه بیوفیزیک، بیوشیمی و نانوبیوتکنولوژی با رعایت اصل روزامدی و امکان استفاده در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد رشته‌های علوم زیستی، به جامعه دانشگاهی کشور تقدیم شده است. اثر حاضر در عین استفاده از ، کتاب‌ها و مقالات دانشمندان بیوفیزیست و بیوشیمیست، به طور ویژه، حاصل بخشی از تلاش تحقیقاتی و پژوهش‌های نگارندگان و دانشجویان عزیزی است که عشق به این مرز و بوم را سرلوحه عمل خود قرار داده‌اند، علی‌الخصوص دانشجویان محترم دانشگاه تربیت مدرس که مطالب مفیدی در قالب پایان‌نامه و رساله‌های ایشان، در این مجموعه استفاده شده است. با توجه به حجم گسترده مطالب در حوزه مباحث بیوفیزیکی، بررسی و مطالعات پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و روش‌های طیف‌سنجی در این جلد از کتاب ارائه شده و بخش دوم مباحث که شامل بیوترمودینامیک، پایداری و پایدارسازی آنزیم‌ها و دیگر روش های نوین بیوفیزیکی است، در مجلد دیگری که در حال نگارش است، تقدیم استادان، دانشجویان و علاقه مندان خواهد شد.

در فصل اول کتاب، بیوفیزیک پروتئین‌ها بحث و بررسی شده است که در خصوص ساختار و خصوصیات اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، میان‌کنش‌های مهم در تشکیل و حفظ

ساختار و تاخوردگی پروتئین بررسی و کنکاش شده است. در فصل دوم کتاب، ساختار اسیدهای نوکلئیک، نیروهای مؤثر در پایداری ساختار آن‌ها و انواع ساختارهای DNA بحث و بررسی شده اند که در این فصل ساختار جدیدی از DNA را نگارندگان معرفی کرده‌اند. فصل سوم کتاب به روش‌های اسپکتروسکوپی اختصاص دارد که روش‌های طیف‌سنجی جذبی، فلوئورسانس، فسفورسانس، دورنگ نمایی دورانی، طیف‌سنجی جریان متوقف، ارتعاشی، NMR و کریستالوگرافی اشعه ایکس بحث و بررسی شده است و مطالب مفیدی درخصوص روش‌ها ،خصوصاً تکنیک طیف‌سنجی جریان متوقف که در کشور برای اولین بار در دانشگاه تربیت مدرس صورت گرفته، به نگارش درآمده است. امیدواریم این هدیه ناچیز به دانشجویان عزیز رشته‌های مختلف علوم زیستی به‌ویژه بیوفیزیک و بیوشیمی و استادان و همکاران ارجمند در دانشگاه‌های کشور، مورد عنایت و استفاده ویژه قرار گرفته و البته با اخلاص کامل از تمامی این عزیزان درخواست می‌نماییم که با پیشنهادهای خود عیوب و نقایص این مجموعه را متذکر شوند، که در چاپ های بعدی اصلاحات لازم صورت پذیرد.

از خداوند کریم و علیم خواستاریم که استقامت، بصیرت و راستی به ما عنایت فرماید و اوست بهترین یاور و راهنما.

بیژن رنجبر – حسین نادری منش - خسرو خلیفه